

BERDAQ NOMIDAGI QORAQALPOQ DAVLAT UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
PhD.03/05.04.2025.T.20.12 RAQAMLI ILMIY KENGASH

BERDAQ NOMIDAGI QORAQALPOQ DAVLAT UNIVERSITETI

BEKBAULIEV RUSLAN ISMAIL ULI

YUQORI MUSTAHKAM VA NAMLIKKA CHIDAMLI
MODIFIKATSIYALANGAN GILGIPS BOG'LOVCHISI

05.09.05 – “Qurilish materiallari va buyumlari”

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
AVTOREFERATI

Nukus – 2025

**Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
avtoreferati mundarijasi**
**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
по техническим наукам**
**Contents of dissertation abstract of Doctor of Philosophy (PhD)
on Technical Sciences**

Bekbauliev Ruslan Ismail uli

Yuqori mustahkam va namlikka chidamli modifikatsiyalangan gilgips bog‘lovchisi
.....5

Бекбаулиев Руслан Исмаил улы

Модифицированные глиногипсовые вяжущие повышенной прочности и
водостойкости.....23

Bekbauliev Ruslan Ismail uli

Modified clay-gypsum binders with increased strength and water resistance
.....41

E‘lon qilingan ilmiy ishlar ro‘yxati

Список опубликованных работ
List of published works46

BERDAQ NOMIDAGI QORAQALPOQ DAVLAT UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
PhD.03/05.04.2025.T.20.12 RAQAMLI ILMIY KENGASH

QORAQALPOQ DAVLAT UNIVERSITETI

BEKBAULIEV RUSLAN ISMAIL ULI

YUQORI MUSTAHKAM VA NAMLIKKA CHIDAMLI
MODIFIKATSIYALANGAN GILGIPS BOG'LOVCHISI

05.09.05 - Qurilish materiallari va buyumlari

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi

AVTOREFERATI

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.4.PhD/T5165 raqami bilan ro‘yxatga olingan.

Doktorlik dissertatsiyasi Qoraqalpoq davlat universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-saytida (www.karsu.uz) va «ZiyoNet» Axborot ta’lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Asamatdinov Marat Orinbaevich

texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotcent

Isakulov Bayzaq Razakovich

texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Yusupov Xamza Ibadovich

texnika fanlari nomzodi, professor

Yetakchi tashkilot:

Jizzax politexnika instituti

Dissertatsiya himoyasi Qoraqalpoq davlat universiteti huzuridagi PhD.03/05.04.2025.T.20.12 raqamli Ilmiy kengashning 2025 yil «__» _____ soat ___ dagi majlisida bo‘lib o‘tadi. (Manzil: Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti, Ch.Abdirov ko‘chasi, 1-uy, Nukus, O‘zbekiston, 230112),

Dissertatsiya bilan Qoraqalpoq davlat universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (№__ raqami bilan ro‘yxatga olingan). (Manzil: Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti, Ch.Abdirov ko‘chasi, 1-uy, Nukus, O‘zbekiston, 230112).

Dissertatsiya avtoreferati 2025 yil ___ kuni tarqatildi.
(2025 yil “__” _____ dagi ___ raqamli reyestr bayonnomasi)

A.T. Ilyasov

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

D.M. Jumabaev

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash
kotibi, texnika fanlari bo‘yicha falsafa
doktori (PhD), dotsent

J.Q.Shnekeev

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash
qoshidagi Ilmiy seminar raisi,
arxitektura fanlari doktori, dotsent

Kirish (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasining annotatsiyasi)

Dissertasiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda bino va inshootlarni barpo qilish uchun energiyatejamkor va energiyasamarali qurilish materiallaridan foydalanishga bo‘lgan talab ortmoqda ayniqsa gips bog‘lovchilarini turar joy binolarning xonalarida pardozbop, quruq suvoq ishlarida keng jalb etish tobora ortib bormoqda. Rivojlangan davlatlarda — jumladan, Germaniya, Finlandiya, Yaponiya, AQSh, Gollandiya, Janubiy Koreya, Avstriya, Polsha, Xitoy, Rossiya Federatsiyasi, Chexiya va Turkiyada — gips asosidagi qurilish mahsulotlarining yangi turlarini yaratish, ularning fizik-mexanik va ekspluatatsion xususiyatlarini yaxshilash hamda ishlab chiqarish texnologiyalarini takomillashtirish bo‘yicha keng ko‘lamli tadqiqot va innovatsion ishlanmalar amalga oshirilmogda. Bu yo‘nalishda mahalliy tabiiy va texnogen xom ashyolardan oqilona foydalanish, mahsulot sifatini oshirishga xizmat qiladigan zamonaviy asbob-uskunalar va samarali modifikatsiyalovchi qo‘shimchalarni ishlab chiqish masalalariga alohida e‘tibor qaratilmogda. Shu bois, mavjud xomashyo bazasini kompleks o‘rganish, ilg‘or modifikatsiya texnologiyalarini joriy etish va ekspluatatsion xususiyatlari yuqori bo‘lgan quruq suvoq qorishmalarini ishlab chiqish mamlakatimiz qurilish sohasida import o‘rnini bosish, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish hamda eksport salohiyatini kengaytirish dolzarb masalardan hisoblanadi.

Jahonda sanoat chiqindilaridan unumli foydalanishga asoslangan quruq suvoq qorishmalarini ishlab chiqarish hamda shu orqali bino va inshootlarning issiqlik izolyatsiyalovchi, mustahkamlik va ishonchliligini ta‘minlashga yo‘naltirilgan ko‘plab ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmogda. Faol mineral qo‘shimchaning namlikka bardoshligini taminlaydigan, gil-gips bog‘lovchilariga maxsus tanlangan maqbul tarkib, aralashmalarning mustahkamligi va suvga chidamliligi oshirish ustuvor yo‘nalishlardan hisoblanmogda. Bunda maxalliy xom ashiyo asosidagi gips buyumlarining uzoqqa ba namlikka chidamliligi olovbardoshligi, mustahkamligi, issiqlik izolyatsiyalovchiligi xossalarini va binolarning ekologik tozaligini oshirish hamda devorbop materiallarning narxini pasaytirishga qaratilgan ilmiy tadqiqotlarni olib borish juda ham muhim va dolzarb vazifalardan hisoblanmogda.

Respublikamizda so‘nggi yillarda qurilish sohasini modernizatsiyalash, texnik va texnologik yangilanish, qurilish materiallarini ishlab chiqarishga energiya va resurs sarfini kamaytirish, shuningdek, resurs hamda energiya tejamkor texnologiyalarni qurilish sohasiga keng tatbiq qilishga qaratilgan keng ko‘lamli chora-tadbirlar amalga oshirilmogda. “...“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‘rish zarur...”¹ kabi vazifalar belgilangan. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda, energiya tejamkor va ekologik toza va oldindan

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.

belgilangan xossalarga ega bo'lgan qurilish materiallarini ishlab chiqarish, mahalliy xomashyo asosidagi qorishma tarkibini ishlab chiqish uchun mavjud texnologiyalarni yaratish va takomillashtirish dolzarb masalalardan hisoblanadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 27 noyabrdagi PF-6119-son "O'zbekiston Respublikasi qurilish tarmog'ini modernizatsiya qilish, jadal va innovatsion rivojlantirishning 2021-2025-yillarga mo'ljallangan strategiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi farmoni, 2019 yil 20 fevraldagi PQ-4198-son "Qurilish materiallari sanoatini tubdan takomillashtirish va kompleks rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida", 2019 yil 23 maydagi PQ-4335-son "Qurilish materiallari sanoatini jadal rivojlantirishga oid qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi qarorlari hamda 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 resurs tejamkorlik" ustuvor yo'nalishlari doirasida bajarilgan.

Muammoning o'rganganlik darajasi. Jahon amaliyotida ko'pgina olimlar gips va gips tarkibidagi bog'lovchilarning suvga chidamliligini yaxshilash bilan shug'ullanishgan: A. V. Voljenskiy, A. V. Ferronskaya, P. A. Rebinder, V. F. Korovyakov va boshqalar. Kichik olimlar guruhi (N. S. Bogdanov, L. A. Zaxarov, K. S. Kutateladze, M. Z. Simonov, B. S. Sigler, A. M. Tkeshelashvili gips xom ashyosini olish va o'zgartirish xususiyatlari, usullari xorijiy olimlar tomonidan chuqur o'rganilgan..

Respublikamizda gips materiallari sohasidagi yetakchi olimlari-K.S. Axmedov, F.L. Glekel, T.A.Ataqo'ziyev, O.Asamatdinov, E.U.Qosimov, N.A. Samigov, A.I. Adilxodjaev Sh.N.Turemuratov, N.X.Talipov, A.A.To'laganov, I.M. Maxamataliev o'zining ilmiy-tadqiqotlarini olib borib, muhim ilmiy natijalarga erishgan.

Avval o'tkazilgan tadqiqotlar tahlili modifikatsiyalovchi qo'shimchalar qo'llanilgan namlikka chidamli tarkiblarini ishlab chiqish, mustahkamligini oshirish uchun mineral qo'shimchalardan foydalanish orqali gilgips xossalarni optimallashtirishga qaratilgan masalalar yetarli darajada o'rganilmagan va yanada kengroq tadqiq qilishni talab etmoqda.

Tadqiqotning dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalariga bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Qoraqalpoq davlat universitetining ilmiy tadqiqot ishlari rejalariga muvofiq №521 T/2 "Bazalt, metall va shisha tolalar asosida standartlarga mos hamda seysmik mustahkamlik konstruksiyasiga ega fibrobeton olish texnologiyasini yaratish" (2023-2024-yy.) mavzusidagi amaliy loyiha doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi mahalliy gil gips (gips bog'lovchisi aralashgan) bog'lovchilar asosida faol mineral qo'shimchalar bilan kompozitsion gilgips bog'lovchilar ishlab chiqish va tarkibini yaxshilab, yumshash koeffitsienti va

siqilishga mustahkamligini oshirishni ta'minlaydigan materiallar, jumladan mineral bog'lovchi texnologiyasining formulasini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

gips kompozitsiyalarning suvga chidamliligini oshirish uchun tarkibiga aktiv mineral va sintetik qo'shimchalardan foydalanish tajribasini o'rganish;

gil gips bog'lovchilarning suvga chidamliligini o'zgaruvchang retseptura omillar va texnologik parametrlar bilan oshirishning mumkin bo'lgan usullarini o'rganish;

gil gips bog'lovchilari samaradorligini oshirishning nazariy tamoyillarini ishlab chiqish, gil gips bog'lovchilar orqali va ular asosidagi materiallardan gidravlik kompozitsiya yaratish;

gidravlik kompozitsiyaga ega gil gips bog'lovchilarning texnologiyalari va retsepturasini tadqiq qilish;

kompleks modifikatsiyalangan gil gipsning ishlab chiqilgan yangi tarkibini tajribaviy ishlab chiqarishga joriy etish va texnik iqtisodiy samaradorligini baholash.

Tadqiqotning ob'ekti sifatida mahalliy xom-ashyolar Xo'jako'l konining gil gipsi asosidagi bog'lovchilarning tarkibiga faol mineral qo'shimchalar bo'lgan portlandsement, epoksid polimer qo'shimcha va superplastifikator asosidagi modifikatsiyalangan namlikka chidamli materiallar olingan.

Tadqiqotning predmetini gilgipsli komponent bo'lgan bog'lovchilarning faol mineral qo'shimchalar bo'lgan portlandsement, epoksid polimer qo'shimcha va superplastifikatordan foydalangan xolda tayyorlangan namlikka chidamli gilgips bog'lovchisining fizik-mexanik, fizik-kimyoviy va texnik-iqtisodiy parametrlarini tashkil qiladi.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqotda fizik-kimyoviy tahlil, infraqizil spektroskopik, elektron mikroskopik va differensial termogravimetrik tahlil, skanerli elektron mikroskop va elementar tahlil, shuningdek, tajriba natijalarini statistik matematik modellashtirish usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotining ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

faol mineral qo'shimchaning namlikka bardoshligini taminlaydigan maqbul tarkib gil-gips bog'lovchilariga maxsus tanlangan portlandsement, superplastifikator S-3 va Tashkent traktor zavodi qolip uchun ishlatilgan qumi (kremnezemli) aralashmasi bilan birgalikda mexanik-kimyoviy faollashtirish orqali ishlab chiqilgan;

gil-gips bog'lovchilariga maxsus tanlangan optimal tarkibli faol mineral qo'shimcha xossalarni yo'naltirilgan tarzda rostlash uchun mo'ljallangan DEG-1 polimer epoksid smolaning me'yori suvga chidamliligi, aralashmaning to'ldiruvchiga nisbatan zichligi va eritmaning o'rtacha zichligi aniqlangan;

ishlab chiqilgan aralashmalarning mustahkamligi va suvga chidamliligi faol mineral qo'shimcha hamda to'ldiruvchi nisbatiga, zichlik va o'rtacha zichlik ko'rsatkichlari to'ldiruvchi miqdoriga, suvga bo'lgan talab esa epoksid polimerli

modifikator miqdoriga bog'liqligini ifodalovchi ko'p parametrlil matematik munosabatlar aniqlangan;

material tarkibida asosiy karkasni hosil qiluvchi kalsiy sulfat ikki gidrati kristallari bilan bir qatorda, eritmaning suvga va sovuqqa chidamliligini ta'minlovchi CSH(B) tipidagi o'ta dispers gidrosilikatlar hamda gidroalyuminatlar shaklidagi yangi fazalar aniqlangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

gil-gips bog'lovchilariga maxsus tanlangan portlandsement superplastifikator S-3 ishlatilgan Tashkent traktor zavodi qumi (kremnezemli) aralashmasi bilan birgalikda mexanik-kimyoviy faollashtirish orqali olingan faol mineral qo'shimchani optimal tarkibi asosida namlikka chidamli gilgips bog'lovchisi ishlab chiqilgan;

yangi modifikatsiyalangan gilgipsli bog'lovchilarning fizik-mexanik va fizik-kimyoviy xossalari ochib berilgan;

barqaror xususiyatlarga ega bo'lgan siqilishga 15 dan 35 MPa gacha, yumshash koeffitsienti 0,74 dan 0,87 gacha, suvga talabi 27-38% bo'lgan optimallashtirilgan kompozitsion gipsli va gil-gipsli bog'lovchilar texnologiyasining asoslari ishlab chiqilgan.

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

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati mahalliy gilgipsli bog'lovchi asosida modifikatsiyalangan suvda eriydigan polimer qo'shimcha gil gips toshining g'ovakliligini pasaytirgan va ichida o'rab olgan, bu suvlarning kirishini kamaytirgan yoki toxtatish imkonini yaratgan tufayli suvga bardoshligi yuqorilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati mahalliy xom ashyoga asoslangan gil gipsli biriktiruvchi tarkibini tanlash va optimallashtirish texnologiyasini takomillashtirish bo'yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqish, ekologik toza va iqtisodiy jihatdan samarali bloklar ishlab chiqarish jarayonini optimallashtirishga xizmat qilishi bilan belgilanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Modifikatsiyalangan gilgipsli bog'lovchi tarkiblarini loyihalash va xossalari optimallashtirish bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

gil-gips bog'lovchilariga maxsus tanlangan portlandsement superplastifikator S-3 ishlatilgan Tashkent traktor zavodi qumi (kremnezemli) aralashmasi bilan birgalikda mexanik-kimyoviy faollashtirish orqali olingan faol mineral qo'shimchani namlikka bardoshligini taminlaydigan optimal tarkib ishlab chiqilganligi hamda gil-gips bog'lovchilariga maxsus tanlangan optimal tarkibli faol mineral qo'shimcha xossalarni yo'naltirilgan tarzda rostlash uchun mo'ljallangan DEG-1 polimer epoksid smolaning me'yori suvga chidamliligi,

aralashmaning to'ldiruvchiga nisbatan zichligi va eritmaning o'rtacha zichligi aniqlanganligiga oid takliflar Buxoro viloyati "JAMBAY GYPSUM PRODUCTION" MCHJ faoliyatida foydalanilgan ("Qoraqalpog'iston Respublikasi qurulish va uy-joy kommunal xojaligi vazirligi"ning 2025-yil 20-iyundagi 04-07/01-1904-son ma'lumotnomasi). Natijada 15-35 MPa markadagi gil gipsli biriktiruvchi tarkibining suvga talabchanligini 27-38% darajadcha kamaytirishga erishilgan;

ishlab chiqilgan aralashmalarning faol mineral qo'shimcha to'ldiruvchiga nisbatan mustahkamligi va suvga chidamliligi, to'ldiruvchiga nisbatan zichligi va o'rtacha zichligi, epoksid polimerli modifikatorga nisbatan suvga bo'lgan talabning ko'p omilli matematik bog'liqliklari aniqlanganligi hamda fizik-kimyoviy tadqiqot usullari yordamida asosiy karkasni hosil qiluvchi kalsiy sulfat ikki gidrati kristallari, shuningdek, eritmaning suvga va sovuqqa chidamliligini ta'minlaydigan CSH(B) tipidagi o'ta dispers gidrosilikatlar, gidroalyuminatlar ko'rinishidagi yangi hosilalarning tabiati aniqlanganligiga oid takliflar Nukus shahri "LEGEND STORY BIZNES" MCHJ faoliyatida foydalanilgan ("Qoraqalpog'iston Respublikasi qurulish va uy-joy kommunal xojaligi vazirligi"ning 2025-yil 20-iyundagi 04-07/01-1904-son ma'lumotnomasi). Natijada yumshash koeffitsienti 0,74 dan 0,87 gacha kuchayishga erishilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha tadqiqot natijalari 6 ta xalqaro va 2 ta respublika ilmiy-amaliy konferensiyalarida muhokama etilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 15 ta ilmiy ish, shundan, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining falsafa doktori (PhD) dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy jurnallarda 5 ta va shundan 8 ta maqola xorijiy va mahalliy jurnallarda chop etilgan. Bundan tashqari Intellektual mulk agentligidan EHM uchun dasturiy ta'minotga 2 ta egalik huquqini belgilovchi DGU guvohnomasi olingan.

Dissertatsiya ishining tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxatidan iborat. Dissertatsiya hajmi 120 betdan iborat.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida dissertatsiya tadqiqotlarining dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqotlarning maqsad va vazifalari, ob'ekti va predmeti tavsiflangan, qurilishda serg'ovak betonlardan foydalanishning xorijiy mamlakatlar va respublikamizda orttirilgan ilg'or tajribasi, hamda ushbu zamonaviy materialni olishning yangi texnologiyalari bilan bog'liq texnik adabiyotlar va tadqiqotlarning tahliliy sharhi berilgan. Shuningdek, ushbu bobda gil gipsning afzalliklari, turlari, tasniflanishi va qurilishda foydalanish istiqbollari ko'rib chiqilgan. Mazkur mavzuga bag'ishlangan mahalliy va xorijiy tadqiqotchilar tomonidan nashr

qilingan asarlari tahlili natijalari hamda serg'ovak betonlar texnologiyasiga oid bo'lgan mavjud muammolar aks ettirilgan.

Dissertatsiyaning **“Gips bog'lovchilarining xususiyatlarini yaxshilashning zamonaviy usullari”** deb nomlangan birinchi bobida, ilmiy muammoning zamonaviy holatini chet el, hamda yurtimiz olimlari tomonidan chop etilgan ilmiy maqola va ishlanmalarida keltirilgan izlanishlari natijalari tahlili keltirilgan. Unda Gips bog'lovchilarning suvga chidamliligi uchta asosiy omil bilan belgilanganligi va ishlab chiqarishning dolzarb muammolari, ishlab chiqarishning an'anaviy texnologiyasi, namlikka chidamli gips ishlab chiqarishda elektrolitlarni kiritish orqali sozlanishi mumkin bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar tahlili, energiya va resurs tejankor gips ishlab chiqarish istiqbollari bo'yicha mavjud muammolar o'rganib chiqilgan va tahlil qilinib, tadqiqotning ishchi gipotezasi, maqsadi va vazifalari shakllantirilgan.

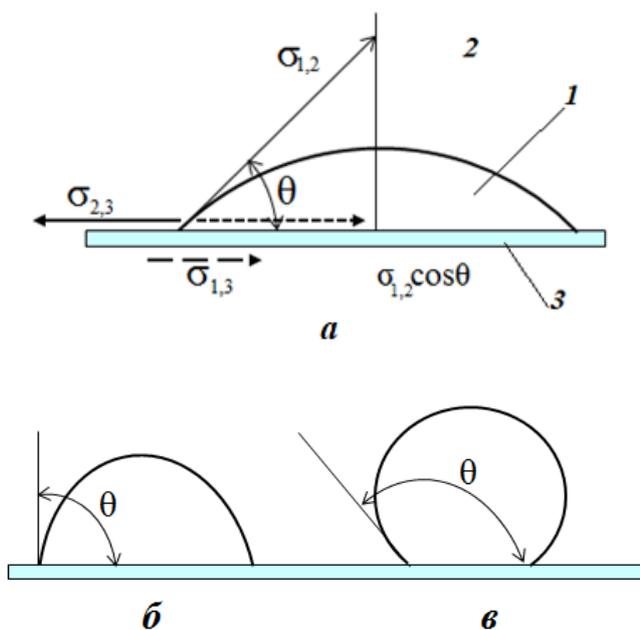
Gipsli bog'lovchilar va ular asosidagi mahsulotlarning suvga chidamliligini oshirish va texnik xususiyatlarini yaxshilash o'tgan asrning 50-yillaridan boshlab jiddiy o'rganila boshlandi. Usullar mexanik ta'sir gips toshining zichligini oshirishga asoslangan edi (aralashmalarni trambovkalash yoki presslash) yoki gipsli betonning faol sintetik qo'shimchalarini kiritish tufayli olib borilgan. Gips toshining sirtini va yoki gidrofobizatsiyasining turli usullari ko'rib chiqildi. Kalsiy sulfatning suvda eruvchanligini kamaytirish va uni kimyoviy o'zaro ta'sirlar natijasida hosil bo'lgan erimaydigan birikmalar bilan himoya qilish imkoniyatlari o'rganildi.

Gipsni boshqarish va ushbu muammoni hal qilishning istiqbolli yo'nalishlarini shakllantirish nuqtai nazaridan A. V. Voljenskiy va P. P. Budnikovlarning hissasini ta'kidlash kerak. Gips bog'lovchisi shlak va ohakdan tayyorlangan tizimlar suvga chidamliligi mustahkamligining o'sishi dastlabki bosqichlarida sezilarli kuchga ega ekanligi, kelajakda deformatsiyalar paydo bo'lishi tufayli mustahkamlikning pasayishi mumkinligi aniqlandi.

Sirt faol moddalarning ta'sir qilish mexanizmi shundaki, ular suvli eritmalarda shunday dissotsiatsiyalanadi, shunda faollik tashuvchisi polyarli molekulalar guruhidir, ular sirt qatlamiga chuqur kirib boradi, lekin polyarsiz qismi sirt yuzasi tomon yo'l altirilib, molekulyar chegara hosil qiladi (1.1-rasm). Molekulalarining sirt qatlamida zaif ta'sir o'tkazadigan sirt faol moddalar to'planishi fazaviy ajralish yuzasida molekulyar o'zaro ta'sirni kamaytiradi va sirt tarangligi pasayadi. Suyuq-gaz yuzasida adsorbsiyalanadigan va tizimning sirt tarangligini pasaytiradigan moddalarga sirt infaol moddalar deyiladi.

Suyuqlikning gazzimon muhit bilan aloqa qilgan qattiq jismning yuzasi bilan, *namlash (singdirish)* effekti paydo bo'ladi. Namlash xarakteristikasiga namlash qirradi burchagi θ hisoblanadi. Havo muhitida suyuqlik va qattiq jismning o'zaro ta'sirining xarakterli holatlari 1-rasmda keltirilgan. Tomchilar o'tkir chekka burchagini ($\theta < 90^\circ$), 90° kattalikka teng chekka burchagi va o'tkir yemas chekka burchagi ($\theta > 90^\circ$) hosil qilishi mumkin.

Ekstremal sharoitlar qattiq sirtni suyuqlik bilan to'liq namlash (singdirish) va to'liq singdirmaslik hisoblanadi.



1-rasm - "suyuqlik (1), havo (2), qattiq jism" tizimida to'liq bo'lmagan namlanish variantlari (3) 3: a – $\theta < 90^\circ$; b – $\theta = 90^\circ$; b – $\theta > 90^\circ$

To'liq namlash ($\theta = 0$) bu «suyuqlik – qattiq yuz» sirt ustida to'liq suyuqlik tarqalganda, masalan, toza va yog'sizlangan shiysha yuzasiga bir tomchi suv surtilganda suyuqlikning to'liq oqib ketish ahvoriga aytiladi. Suyuqlik va qattiq moddalar o'rtasida tortilish kuch mavjudligi sababli to'liq namlanmaslik ($\theta=180^\circ$) umuman ko'rinmaydi.

Namlash perimetri yoki tomchi atrofi uchta muhitning o'zaro ta'sirining chegarasi (1.2-rasm): suyuq (1), havo (2) va qattiq (3). Ushbu vositalar xarakterli sirt tarangligi σ bilan aloqa yuzalarini hosil qiladi. Qabul qilingan sxema bo'yicha namlanish perimetrining birlik uzunligiga uchta kuch ta'sir qiladi (1.2-rasm), tegishli fazalar sirt chegarasiga tegishli vektorlar bilan yunaltiruvchi urinma bilan amalga oshiriladi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati barqaror xususiyatlarga ega bo'lgan siqilishga 15 dan 35 MPa gacha, yumshash koeffitsienti 0,74 dan 0,87 gacha, suvga talabi 27-38% bulgan optimallashtirilgan kompozit gipsli va gil-gipsli bog'lovchilar texnologiyasining asoslari ishlab chiqildi.

Ishchi gipotezasi. Faol mineral komponentlar va superplastifikator ishtirokida gipsli va gilli-gips tarkiblarining mexanokimyoviy faollashishi yangi turdagi kompozit materiallarni yaratish uchun ishlatilishi mumkin bo'lgan modifikatsiyalangan bog'lovchilarni olish imkonini beradi.

Gilgips bog'lovchisini kompleksli modifikatsiyalavchi gidravlik qo'shimcha, pussolanli faollikka ega bo'lgan qoliplash uchun ishlatilgan kvarts qumi, superplastifikator S-3 va suvda eriydigan polimer epoksid smolasi DEG-1. Ushbu

qo'shimchalarning kiritilishi bilan gil gips g'ovaklarida kuchli plastiklashtiruvchi kolmatatsiya ta'siri qayd etiladi, bu gil gipsli aralashmasining S/Q nisbatini sezilarli darajada kamaytiradi. Shuning uchun erigan smolaning sement va gipsning gidratsiyasiga salbiy ta'siri nafaqat qoplanadi, balki aralashmadagi suv miqdorini kamaytirish orqali fizik-mexanik xususiyatlar yaxshilangani bilan qoplanadi. Polimer gips toshining g'ovak maydonini urab qurchab olishi sababli uning o'tkazuvchanligini va sovuqqa va korroziyaga chidamliligini oshiradi.

Dissertatsiyaning **“Foydalaniladigan materiallarning xususiyatlari va tadqiqot usullari”** deb nomlangan ikkinchi bobida tadqiqot ishida qo'llanilgan gilgips materiallarning xususiyatlari, fizik-mexanik va fizik-kimyoviy xossalarini tadqiq qilish usullari, polimer qo'shimcha DEG-1 portlandsement va superplastifikator S-3 tasiri bilan modifikatsiyalangan gil gipsli namunalarda tarkibidagi komponentlarning o'zaro bog'liqligini aniqlash uchun hisoblashni matematik modellashtirish usullari haqidagi ma'lumotlar taqdim etilgan.

Gil gips beqaror bog'lovchi bo'lgan dispers mineral aralashmasi. Gil gipsning havo-quruq sharoitida o'rtacha zichligi 1400-1600 kg/m³ ni tashkil qiladi; sochiluvchi gil gipsining o'rtacha zichligi 1000 kg / m³. Gil gipsining haqiqiy zichligi 2,3-2,5 t/m³. Gil gipsining kimyoviy tarkibi (%): CaSO₄·2H₂O — 43,7-68,8; H₂O — 2,2-17,6; MgO — 0,2-1,8; CaO — 8,2-25,5; R₂O₃ — 3,4-10,8; SiO₂ — 16,9-39,0.

Gil gipsli bog'lovchi oldindan tozalangan va maydalangan gipsli toshning quritish orqali olinadi. Energiya xarajatlari gips ishlab chiqarishning bir xil, oshmaydi. Gil gipsdan mahalliy xom ashyo sifatida foydalanish uning narxini va logistika xarajatlarini sezilarli darajada kamaytiradi.

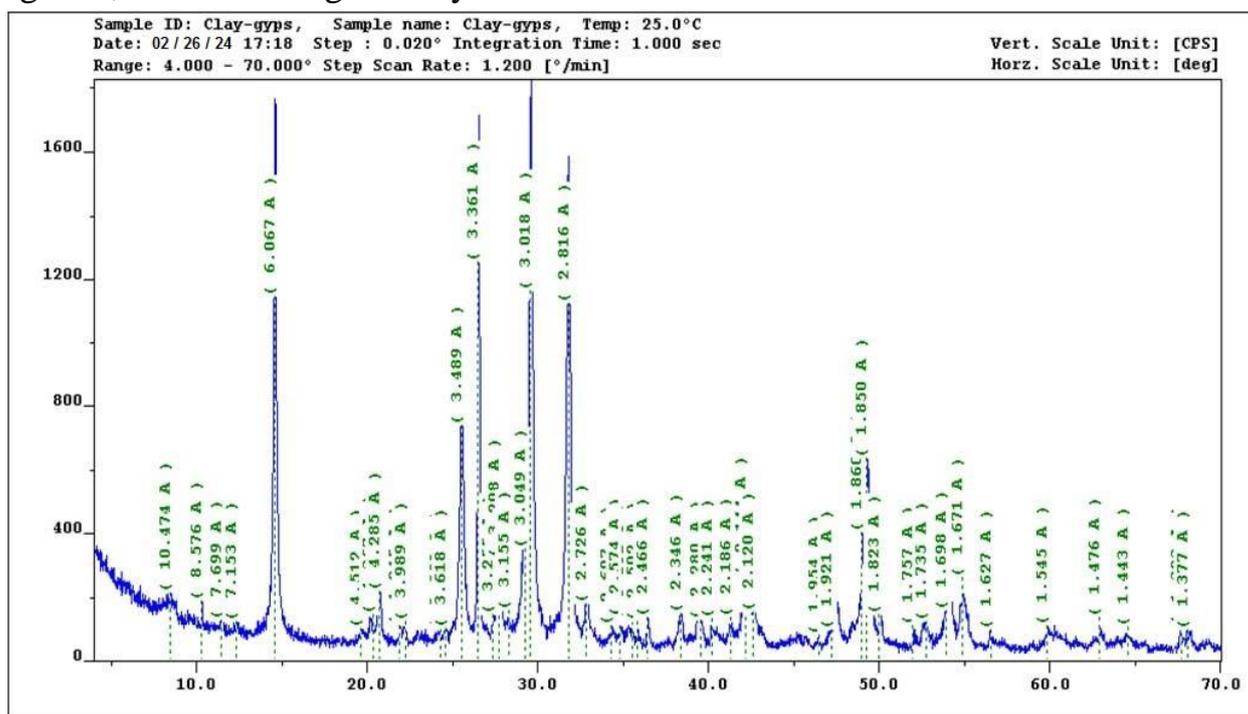
Portlandsementning gidratatsiya dinamikasini (nazorat tarkibi), modifikatsiyalangan gidravlik biriktirgichni (mayda maydalangan mineral qo'shimchalarning har xil tarkibida) va modifikatsiyalangan biriktiruvchi va maydalangan faol mineral qo'shimchalar asosida gips aralashmasini baholashning bilvosita usuli sifatida ko'rib chiqildi.

Modifikatsiyalangan gidravlik bog'lovchi tarkibiy qismlarining, shuningdek, ushbu bog'lovchi asosidagi gips aralashmasining gidratatsiya jarayoniga ta'sirining tabiati ham aniqlandi.

Dissertatsiyaning **“S-3 superplastifikatori bilan gipsli bog'lovchilarni modifikatsiyalash va uning xususiyatlarini tadqiqotlash”** nomli uchinchi bobida gil gips tarkibini Beton uchun kimyoviy qo'shimcha bo'lgan superplastifikator S-3 (naftalin sulfokislotalarini formaldegid bilan kondensatsiyalash yo'li bilan olinadi, so'ngra olingan polimer birikmalar o'yuvchi natriy bilan neytrallanadi. Yakuniy mahsulot jigarrang kukun bo'lib, uni quruq holda ishlatish yoki suyuq eritma olish uchun suvda eritish mumkin).

Bog‘lovchilarni ishlab chiqarish uchun ishlatiladigan gipsli xom ashyo tarkibida, odatda har doim u yoki bu miqdorda turli miqdorda tog‘ jinslarning iflos-aralashmalari mavjud. Bundan tashqari, aralashmalar fizikoviy yoki kimyoviy jihatdan bog‘lanmagan yoki gips bilan bog‘langan holatda bo‘lishi mumkin. Gips xom ashyosi tarkibida asosan karbonat, loy va kremniyli jinslar tarkibiy qismlari sifatida mavjud. Zavodlarda asosiy jinsdan iflos-aralashmalarni ajratish, qoida tariqasida, texnik murakkablik va oxir-oqibat ushbu operatsiyaning iqtisodiy rentabelligi tufayli amalga oshirilmaydi.

O‘tkazilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, o‘rganilgan mineral iflos-aralashmalarning aksariyati (ularning tarkibi 20% gacha) gips biriktiruvchi xususiyatlarini biroz o‘zgartiradi. Ko‘rinish shuni ko‘rsatdiki, dispers iflos-aralashmalar tarkibining 40-80% gacha oshishi bilan namunalarning mustahkamligi 2-3 barobar kamayishi mumkin. Kaolinit gil bilan iflos-aralashmalarning (jismonan bog‘langan) xususiyatlari shuni ko‘rsatadiki, u kiritilganda gips toshining mustahkamligi pasayadi. Xususiyatlarning degradatsiyasi qushilgan loy miqdoriga bog‘liq. U 5% miqdorida kiritilganda, gipsli bog‘lovchi markasi G-7 dan G-5 gacha kamaydi va loy tarkibi 20% ga oshganda, markasi G-2 ga kamaydi.

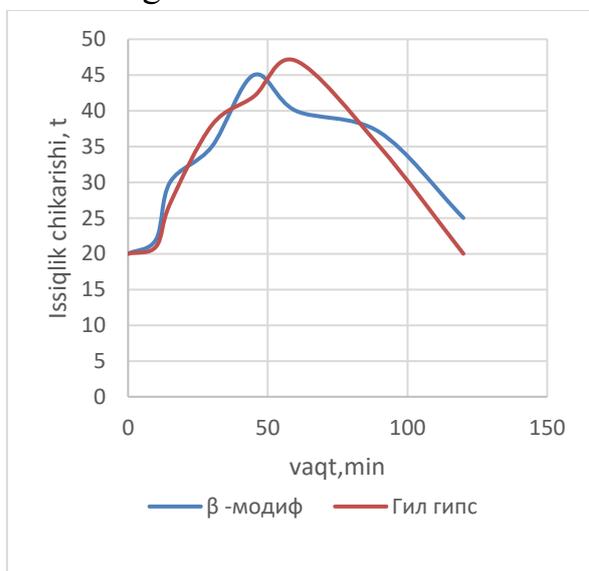


Rasm 2 – Gips tarkibli bog‘lovchilarning rentgenogrammasi:

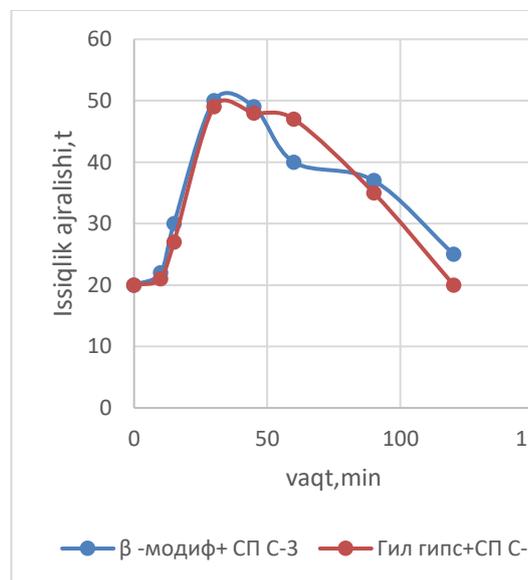
- 1 – β -modifikatsiya;
- 2 – modifikatsiyalangan gips bog‘lovchisi S-3 sarfi 1% massa;
- 3 – modifikatsiyalangan gips bog‘lovchisi S-3 sarfi 2% massa;

Polimetilen-naftalen-sulfanat (Superplastifikator C-3 ning faol moddasi) molekulalarining gips bog'lovchisi bilan o'zaro ta'siri mineral komponentlar va sintetik komponent o'rtasidagi aloqa yuzalarida sodir bo'ladi. O'zaro ta'sir mexanizmi oldingi bo'limlarda batafsil tavsiflangan va ushbu faol moddaning polyarli molekulalarini mineral yuzalarda sorbsiya qilish jarayonlariga asoslangan. Kimyoviy o'zaro ta'sir xemosorbsiya darajasida namoyon bo'ladi, ya'ni sirt faol moddalarning xususiyatlari o'zgarishi mumkin, ammo asosiy materialning xususiyatlari ixtiyoriydir. Sirt faol moddalarning xususiyatlari energiya konstantalari tufayli o'zgarishi mumkin, bu tayanch yuzalarining murakkab topografiyasidan sababidan kelib chiqadi. Sirt faol moddasining destruksiya ham mumkin.

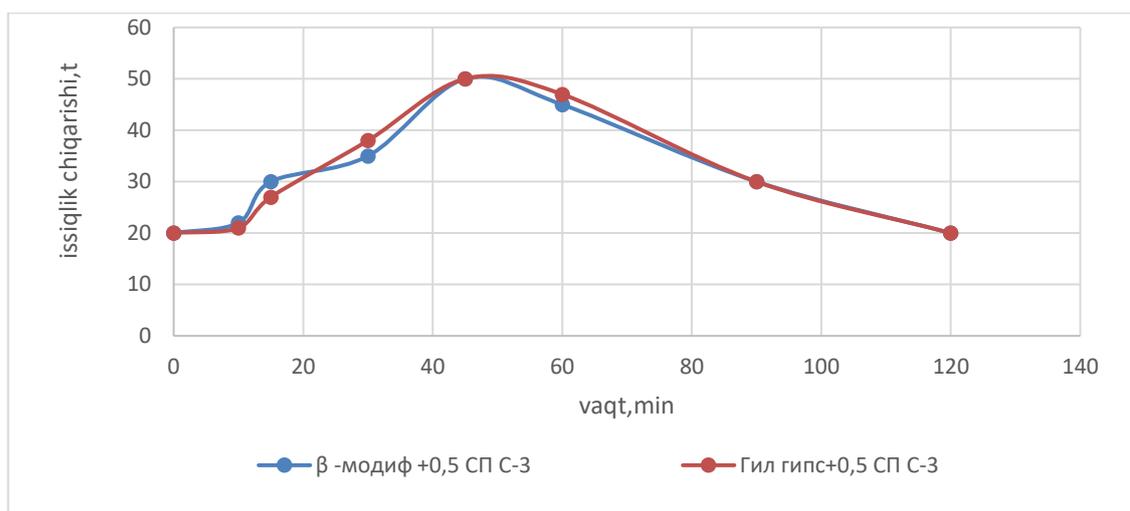
Issiqlik chiqarish usuli yordamida gidratatsiya jarayonini tadqiq qilish ob'ekti sifatida β -modifikatsiyadagi gipsli bog'lovchilar ko'rib chiqildi. Nazorat namunalari qo'shimchalarsiz bog'lovchi namunalari edi. Gips bog'lovchisiga C-3 superplastifikatori qo'shib qotish jarayonlarining o'zgarishiga ta'siri o'rganildi. C-3 superplastifikatori eritmasi aralashtirish suviga 0,5 % miqdoridan boshlab qoshildi. C-3 superplastifikatori 0,5 va 2 % miqdorida dastlabki bog'lovchini silliqlash paytida kiritilgan. Tajribalarning maqsadi SFM mavjud bo'lganda yoki yo'qligida gips bog'lovchilarining turli xil modifikatsiyalarining suv bilan o'zaro ta'sirining xarakterli nizomlarini o'rnatish edi.



SP qushilmagan



SP S-3 suvga qushilib kiritilgan



Rasm- 3 Gipsli bog‘lovchilarning gidratatsiya qilish paytida issiqlik chiqarish kinetikasi:

- 1 – β -modifikatsiya gipsi;
- 2 – gil gips;
- a – qo‘shimchasiz;
- b – aralashtirish suviga kiritilganda 0,5 % C-3 qo‘shilgani;
- v, – aralashtirish maynlashta kiritilganda 0,5 va 2 % C-3 qo‘shilgani

Tadqiqotlar (1-jadval) shuni ko‘rsatadiki, gipsli bog‘lovchini maynlash paytida superplastifikatorning fazalararo tortilishini suv bilan aloqa qilganda yuzalararo kuchlanishini keskin kamaytiradi.

Shu bilan birga, C-3 qo‘shimchasi β -modifikatsiyalangan gipsli bog‘lovchining namlanish issiqligini 11,5 dan 4 Vt/(g *min) gacha va 0,5-1% dan 0,5-1,5 Vt/(g*min) gacha kamaytiradi. Aralashtiruvchi suviga C-3 ni kiritish orqali past natijalarga yerishiladi.

Jadval - 1

Gips bog‘lovchilariga S-3 kiritish uslubi va miqdorining namlanish issiqligiga ta’siri

Gips bog‘lovchi turlari	Namlanish issiqligini, Vt/(g·min) S-3 tarkib bilan, %					
	—	0,05 maynlashda	0,5 maynlashda	0,5 suvga kiritish	1 suvga kiritish	2 suvga kiritish
β	6,8	3,9	1,1	3,6	0,8	0,5
gilgips	11,8	4,2	1,4	5,8	0,6	0,4

Dissertatsiyaning “**Modifikatsiyalangan gips tarkibidagi bog‘lovchilarni xususiyatlari va ularni tayyorlash**” nomli to‘rtinchi bobida Gips yoki gil gipsli tarkibidagi bog‘lovchilarni maynlanganlik darajasi bu bog‘lovchilarning

xususiyatlarini modifikatsiyalashning eng samarali usullaridan biridir. Tadqiqot ishlarida gips tarkibli bog‘lovchilarining gil minerallari, karbonat jinslari yoki mergel qo‘shimchalari bo‘lgan kimyoviy genezisning o‘rganish ham katta qiziqish uyg‘otadi.

Jadval - 2

Silliqlashning gips bog‘lovchilarining asosiy fizik-mexanik xususiyatlariga ta’siri

Bog‘lovchi turi	Silliqlash vaqti, min	Sirt maydoni, m ² /gr	Normal quyuvlik, %	Siqilishdagi mustahkamlik, MPa	
				2 soat	To‘liq kepkan
G-3	3	290	0,51	3,81	10,8
G-5	3	217	0,59	5,15	12,3
GGB	5	203	0,5	2,80	7,8
G-3	15	376	0,58	4,3	12,5
G-5	15	389	0,6	6,8	14,0
GGB	20	309	0,6	4,7	10,2

Muayyan sirt maydoni oshgani sayn, gips tarkibidagi bog‘lovchilarning suvga bo‘lgan talabi ortadi va tishlashish vaqti (2-jadval) keskin kamayadi. Mexanokimyoviy faollashtirishdan foydalanish (sirt faol moddalar - superplastifikatorlar mavjud bo‘lganda gips biriktirgichni silliqlashdan iborat) nafaqat bog‘lovchini tishlashish vaqtini qulay tarzda, balki silliqlashning energiya parametrlarini ham sozlash imkonini beradi.

KGGB tarkibidagi qo‘shimchaning (mineral yoki organomineral) minimal zarur miqdori qotib qolgan gil gips toshidagi bo‘shliqlarni (g‘ovaklar va kapillyarlar) ularning gidratatsiya mahsulotlari bilan maqsadli maksimal to‘ldirilishi bilan bog‘liq. Manbalar ma’lumotlariga ko‘ra, gips toshining g‘ovakligi mineral aralashmalarning dastlabki suv tarkibiga, ularning suvga bo‘lgan ehtiyojiga va qoliplashning texnologik usullariga qarab 23 dan 42% gacha bo‘lishi mumkin.

Jadval 3

Gil gipsli bog‘lovchini modifikatsiyalovchi tarkiblari

Tarkib shifri	Bog‘lovchi tarkibi, massa bo‘yicha %					Normal quyuvlik, %
	Gil gips bog‘lovchisi	Organomineral modifikator tarkibi, %				
		PS	KD	S-3	FMQ	
MGGB-01	79	10	8	0	3	0,47
MGGB -02	70	10	16	0	4	0,45
MGGB -03	70	12	15	0	3	0,46

MGGB -04	68	15	13	0	4	0,46
MGGB -05	60	15	21	0	4	0,47
MGGB -06	55	15	26	0	4	0,43
MGGB -1	78	10	5	1	5	0,38
MGGB -2	69	10	15	1	5	0,37
MGGB -3	69	12	13	1	5	0,36
MGGB -4	67	15	12	1	5	0,37
MGGB -5	59	15	20	1	5	0,36
MGGB -6	54	15	25	1	5	0,35
MGGB -7	69	10	17	1	5	0,22
MGGB -8	59	15	11	1	5	0,21

MGGB tarkibiga (3-jadval) portlandsement, kremnezem kushimcha, ishlatilgan kvars qumi bilan tuffit mineral qo‘shimcha (FMQ) kiritildi. FMQ portlandsement, mineral kompleks qo‘shimcha (kremnezemli qo‘shimcha, perlitli tuffit va ishlatilgan kvars qumi) va superplastifikator S-3 aralashmasini mexanokimyoviy faollashtirish natijasida olingan (4-jadval).

FMQ tarkibida o‘rtacha pussolan faollikka ega bo‘lgan kul va boshqa kremnezemli qo‘shimchalar qo‘llanilganda, faol mineral qo‘shimcha tarkibidagi faol mineral komponent miqdori ortishi bilan bog‘lovchining marka mustahkamligi ortishi kuzatiladi (3-jadval).

Organomineral qo‘shimcha tarkibida portlandsement miqdorini ko‘paytirish MGGB mustahkamligini oshirishga yordam beradi (3 va 4-jadvallar).

Jadval – 4

Kompozision gil gips bog‘lovchilarining asosiy fizik-mexanik xossalari

Tarkib shifri	Siqilishdagi mustahkamlik, MPa			O‘rtacha zichlik, kg/m ³	Yumshash koeffitsiyenti
	2soat	7sut.	28sut.	28 sut.	
MGGB -01	6,0	9,9	16,	1,56	0,45
MGGB -02	6,7	10,3	17,	1,70	0,47
MGGB -03	6,1	10,4	19,	1,70	0,49
MGGB -04	6,1	10,6	18,	1,63	0,51
MGGB -05	4,8	12,7	23,	1,75	0,52
MGGB -06	4,3	10,4	22,	1,6	0,56
MGGB -1	7,7	17,6	26,	1,67	0,7
MGGB -2	7,2	14,0	29,	1,83	0,7
MGGB -3	5,8	14,8	30,	1,81	0,7

MGGB -4	6,7	17,0	29,	1,76	0,72
MGGB -5	4.6	18.8	32,	1,90	0,75
MGGB -6	14.2	25.8	43,	1,85	0,77
MGGB -7	15.5	27.3	39,	1,82	0,78

OMM qo‘shilgan tarkiblarda yumshash koeffitsiyentining oshishi gil gips toshi zichligining oshishi va uning suv o‘tkazuvchanligining pasayishi, shuningdek, gips kristallarida himoya gidrat qobiqlarining shakllanishi bilan izohlanadi. Tarkibida S-3 superplastifikatori bo‘lgan barcha kompozision gil gips bog‘lovchilari tarkiblari yumshash koeffitsiyentining yuqoriligi (0,7-0,78) bilan tavsiflanadi. Shuni ta’kidlash kerakki, gil gips bog‘lovchisi tarkiblarning superplastifikatorsiz yumshash koeffitsiyenti 0,49-0,5 atrofida bo‘lib, bu ularni o‘rtacha suvga chidamli gips bog‘lovchilari guruhiga kiritish imkonini beradi. Kompozision gil gips bog‘lovchilari tarkibidagi portlandsement miqdorining ko‘payishi gips toshining mustahkamligini va uning yumshash koeffitsiyentini oshirishga yordam beradi.

Shunday qilib, gil gipsli bog‘lovchi va organomineral modifikatorni qo‘llab kompozision gil gips bog‘lovchilari MGGBni yuqori mustahkamlik ko‘rsatkichlari va nisbatan yuqori yumshash koeffitsiyentiga ega bog‘lovchi olish imkonini berishi aniqlandi. Yumshash koeffitsiyenti yuqori bo‘lgan kompozisiyalarni takomillashtirish uchun kompozision gil gips bog‘lovchi olishning resepturalari va texnologik xususiyatlarini optimallashtirish, resepturaviy va texnologik omillarning tayyor mahsulot xossalriga o‘zaro ta’sirini aniqlash zarur.

UMUMIY XULOSA

1. Ishda portlandsement, kremnezem tarkibli komponent va S-3 superplastifikatoridan tashkil topgan organomineral qo‘shimchani birgalikda mayinlash orqali mexanik faollashtirish yo‘li bilan olinadigan sifat jihatidan yangi modifikatsiyalangan gil-gips bog‘lovchisini olish bo‘yicha dolzarb vazifalar hal qilingan.

2. O‘zbekistonda joylashgan mahalliy tabiiy xomashyo yoki ishlab chiqarish chiqindilari bo‘lgan turli xil mineral faol komponentlarning xususiyatlari o‘rganildi: Toshkent traktor zavodining quyma ishlab chiqarishida ishlatilgan qoliplash kvars qumi; Navoiy viloyati Kermenin konining tuffitlari kiradi.

3. SFMlarning gipsli bog‘lovchilar bilan birgalikda quruq maydalashdagi o‘zaro ta‘sirining fizik-kimyoviy asoslari SFMlarni qorishma suvi bilan kiritishdagi ta‘sir qonuniyatlaridan tubdan farq qilishi aniqlandi. Birinchi holatda SFM molekulari nafaqat bog‘lovchining faol markazlariga xemosorbsiyalanadi, balki maydalash jarayonida materialning ichki qatlamlariga diffuziyalanadi, SFM qorishma suvi bilan kiritilganda esa ko‘proq harakatchan polyarli suv molekulari SFMning katta molekularida bog‘lovchining faol markazlari uchun raqobatda g‘alaba qozonadi.

4. Modifikatsiyalangan gipsli bog‘lovchilarning qisqa muddatli qotishida 100%-li gidratatsiyasini ta‘minlaydigan S/G chegaraviy qiymatlari aniqlandi. $S/G = 0,38 - 0,40$ da qoliplangan bog‘lovchining gidratatsiya darajasi dastlabki aralashmaning yuqori oquvchanligiga qaramay, qotish kunidan keyin 80 - 83% dan oshmasligi, to‘liq gidratatsiyaga esa bir necha oylik qotishdan keyin erishilishi ko‘rsatilgan. Bunda gips toshining yakuniy mustahkamligi 10 MPa dan oshadi.

5. Gips toshi strukturasi bog‘lovchining dispersligi, SFM va boshlang‘ich S/G aralashmasining miqdori va turiga bog‘liq holda shakllanish qonuniyatlari aniqlangan.

6. Gips bog‘lovchisining marka mustahkamligini oshirish uchun gips bog‘lovchisini olishda maydalashning texnologik bo‘limiga 0,15-0,18% superplastifikatorni kiritish etarli bo‘ladi.

7. S-3 superplastifikatori qo‘shilgan gips bog‘lovchisini ikkilamchi maydalashni nazarda tutuvchi MGGB olishning texnologik tamoyillari ishlab chiqilgan. Bog‘lovchining yakuniy dispersligi 500-580 m²/kg dan oshmasligi kerakligi ko‘rsatilgan.

8. Organomineral qo‘shimcha (OMQ) tarkibi va uni olish texnologiyasi asoslangan bo‘lib, u portlandsement, kremnezemli komponentlar va kimyoviy qo‘shimchalarni kremnezemli qo‘shimchalar turiga bog‘liq bo‘lgan rejim bo‘yicha birgalikda mexanik-kimyoviy faollashtirishni o‘z ichiga oladi.

9. Tizimli tahlilni qoʻllagan holda eksperimental maʼlumotlarni qayta ishlash modifikatsiyalangan gil-gips bogʻlovchisining (MGGB) optimal tarkibini ishlab chiqish imkonini berdi: komponentlar sarfi gil-gips massasiga nisbatan %: portlandsement - 14%, maydalangan perlitli tuffitlar - 6%, S-3 superplastifikatori - 0,18%. KGGBning solishtirma sirti. Bu MGGB tarkibiga siqilishdagi mustahkamligi 15,9 MPa va yumshash koeffitsiyenti 0,73 toʻgʻri keladi.

10. Hisoblangan iqtisodiy samaradorlik modifikatsiyalangan gil-gipsli bogʻlovchining bir tonnasi uchun 260 000 soʻmni tashkil etadi. Tajriba partiyasiningga chiqarilishi iqtisodiy samara boʻyicha haqiqiy natijalar va hisoblangan maʼlumotlarning mos kelishini koʻrsatdi.

11. MGGB qoʻllanilgan materiallar texnologiyasini rivojlantirishning istiqbolli yoʻllari shpaklyovka va suvoq qoplamasining oraliq qatlamlari uchun quruq qurilish aralashmalarini tayyorlash; engil suvoqlar tayyorlash; fasad qoplamasi sifatida, shuningdek, gipsokarton listlar texnologiyasida qoʻllaniladigan suv va sovuqqa chidamli buyumlar ishlab chiqarishdir.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.03/05.04.2025.Т.20.12 ПО
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ КАРАКАЛПАКСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ИМЕНИ БЕРДАХА
КАРАКАЛПАКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ БЕРДАХА**

БЕКБАУЛИЕВА РУСЛАНА ИСМАИЛ УЛИ

**МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ГЛИНОГИПСОВЫЕ ВЯЖУЩИЕ
ПОВЫШЕННОЙ ПРОЧНОСТИ И ВОДОСТОЙКОСТИ**

05.09.05 - Строительные материалы и изделия

АВТОРЕФЕРАТ

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

Нукус – 2025

Тема диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан под номером 03/05.04.2025.Т.20.12.

Диссертация выполнена в Каракалпакском государственном университете.

Автореферат диссертации размещен на трех языках (узбекском, русском, английском (резюме)) на сайте Научного совета (www.karsu.uz) и Информационно-образовательном портале "ZiyoNet" (www.ziyo.net.uz).

Научный руководитель:

Асаматдинов Марат Орынбаевич

доктор философии (PhD) по техническим наукам, доцент

Официальные оппоненты:

Исакулов Байзак Разакович

доктор технических наук, профессор

Юсупов Хамза Ибадович

кандидат технических наук, профессор

Ведущая организация:

Джизакский политехнический институт

Защита диссертации состоится на заседании Научного совета PhD.03/05.04.2025.Т.20.12 при Каракалпакском государственном университете "___"_____2025 г. в ___ часов. (Адрес: Каракалпакский государственный университет имени Бердаха, улица Ч.Абдирова, 1, Нукус, Узбекистан, 230112).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Каракалпакского государственного университета (зарегистрирована под No___). (Адрес: Каракалпакский государственный университет имени Бердаха, улица Ч.Абдирова, 1, Нукус, Узбекистан, 230112).

Автореферат диссертации разослан «___» _____2025 года
(протокол рассылки № __ от «__» _____ 2025 г.).

Ильясов А.Т.

Председатель научного совета
по присуждению ученых степеней,
доктор технических наук, профессор

Жумабаев Д.М.

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

Шнекеев Ж.К.

Председатель Научного семинара при
Научном совете по присуждению ученых степеней,
доктор технических наук, профессор

Введение (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность темы диссертации.

В мире растет спрос на использование энергосберегающих и энергоэффективных строительных материалов для возведения зданий и сооружений, особенно увеличивается применение гипсовых вяжущих в отделочных и сухих штукатурных работах в помещениях жилых зданий. В развитых странах - в том числе в Германии, Финляндии, Японии, США, Нидерландах, Южной Корее, Австрии, Польше, Китае, Российской Федерации, Чехии и Турции - проводятся масштабные исследования и инновационные разработки по созданию новых видов строительных изделий на основе гипса, улучшению их физико-механических и эксплуатационных свойств, а также совершенствованию технологий производства. В этом направлении особое внимание уделяется вопросам рационального использования местного природного и техногенного сырья, разработки современного оборудования и эффективных модифицирующих добавок, способствующих повышению качества продукции. Поэтому комплексное изучение имеющейся сырьевой базы, внедрение передовых технологий модификации и разработка сухих штукатурных смесей с высокими эксплуатационными свойствами, импортозамещение, повышение эффективности производства и расширение экспортного потенциала в строительной отрасли нашей страны являются актуальными задачами.

В мире проводятся многочисленные научно-исследовательские работы, направленные на производство сухих штукатурных смесей на основе эффективного использования промышленных отходов, и тем самым на обеспечение теплоизоляции, прочности и надежности зданий и сооружений. Одним из приоритетных направлений является повышение прочности и водостойкости смесей, специально подобранного оптимального состава глиногипсовых вяжущих, обеспечивающих влагостойкость активной минеральной добавки. При этом проведение научных исследований, направленных на повышение долговечности и влагостойкости гипсовых изделий на основе местного сырья, их огнестойкости, прочности, теплоизоляционных свойств и экологической чистоты зданий, а также снижение стоимости стеновых материалов, считается одной из важнейших и актуальных задач.

В нашей республике осуществляются широкомасштабные мероприятия по производству современных строительных материалов, особенно легких, энергосберегающих, прочных пенобетонных изделий, повышению их долговечности и обеспечению экологической безопасности, а также

внедрению их в практику. В Указе Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 "О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы" отмечено, что "широкое внедрение инноваций в экономику, развитие кооперационных связей промышленных предприятий и научных учреждений. Налаживание производства строительных материалов." При реализации этих задач, в частности, на основе теоретических и экспериментальных исследований с использованием местного сырья, важное значение приобретает производство и внедрение в практику новых видов строительных материалов на основе гипса и фосфогипса.

В Постановлении Президента Республики Узбекистан от 23 мая 2019 года № ПП-4335 "О дополнительных мерах по ускоренному развитию промышленности строительных материалов" определен ряд задач, таких как производство и расширение новых современных видов стеновых материалов в строительной отрасли, увеличение объема сырьевой базы строительной индустрии на основе проведения геологоразведочных работ, добычи и переработки в 2019-2025 годах.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Постановлением Президента Республики Узбекистан № ПП-139 от 21 февраля 2022 года "О дополнительных мерах по поддержке жилищного строительства и промышленности строительных материалов" и Постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан № 231 от 23 февраля 2024 года "О мерах по гармонизации нормативных документов в области строительства с международными стандартами", а также другими нормативно-правовыми документами, принятыми в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики II. "Энергетика, энерго-и ресурсосбережение."

Степень изученности проблемы. В мировой практике многие ученые занимались улучшением водостойкости гипса и вяжущих в составе гипса: А. В. Волженский, А. В. Ферронская, П. А. Ребиндер, В. Ф. Коровяков и др. Небольшая группа ученых (Н. С. Богданов, Л. А. Захарова, К. С. Кутателадзе, М. З. Симонова, Б. С. Циглера, Особенности и методы получения и преобразования гипсового сырья глубоко изучены зарубежными учеными А. М. Ткешелашвили. Ведущие ученые нашей республики в области гипсовых материалов - К.С. Ахмедов, Ф.Л. Глекель, Т.А. Атакузиев, О.Асаматдинов, Э.У. Косимов, Н.А. Самигов, А.И. Адилходжаев, Ш.Н. Туремуратов, Н.Х. Талипов, А.А. Тулаганов, И.М. Махаматалиев провели свои научные исследования и достигли важных научных результатов.

Анализ ранее проведенных исследований показывает, что вопросы, направленные на разработку влагостойких составов с применением модифицирующих добавок, оптимизацию свойств гильгипса за счет использования минеральных добавок для повышения прочности недостаточно изучены и требуют дальнейших исследований.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках прикладного проекта Каракалпакского государственного университета №521 Т/2 "Создание технологии получения фибробетона на основе базальтовых, металлических и стеклянных волокон с сейсмостойкой конструкцией, соответствующей стандартам" (2023-2024 гг.).

Цель исследования. Целью исследования является разработка композиционных глиногипсовых вяжущих с активными минеральными добавками на основе местных глиногипсовых вяжущих (с гипсовым вяжущим) и улучшение состава, разработать формулы и научные основы технологии минеральных вяжущих материалов, обеспечивающих повышение коэффициента размягчения и прочности на сжатие.

Задачи исследования:

- изучение опыта использования активных минеральных и синтетических добавок для повышения водостойкости гипсовых композиций;
- изучение возможных способов повышения водостойкости глиногипсовых вяжущих с изменяющимися рецептурными факторами и технологическими параметрами;
- разработка теоретических принципов повышения эффективности глиногипсовых вяжущих, создание гидравлической композиции с использованием глиногипсовых вяжущих и материалов на их основе;
- исследование технологии и рецептуры глиногипсовых вяжущих гидравлической композиции.

В качестве объекта исследования были взяты местное сырье портландцемент, модифицированные влагостойкие материалы на основе эпоксидных полимерных добавок и суперпластификатора, содержащие активные минеральные добавки в составе вяжущих на основе глиногипса Ходжакульского месторождения.

Предметом исследования являются физико-механические, физико-химические и технико-экономические параметры влагостойкого глиногипсового вяжущего, приготовленного с использованием активных минеральных добавок портландцемента, эпоксидной полимерной добавки и суперпластификатора.

Методы исследования. В исследовании использовались современные методы, физико-химический анализ, инфракрасный спектроскопический, электронно-микроскопический и дифференциальный термогравиметрический анализ, сканирующий электронный микроскоп и

элементный анализ, а также методы статистического математического моделирования экспериментальных результатов.

Научная новизна исследования:

оптимальный состав, обеспечивающий влагостойкость активной минеральной добавки, разработан путем механо-химической активации глино-гипсовых вяжущих в сочетании со специально подобранным портландцементом, суперпластификатором С-3 и смесью отработанного песка (кремнезема) Ташкентского тракторного завода, используемого для форм;

определена норма полимерной эпоксидной смолы ДЭГ-1, предназначенной для целенаправленного регулирования свойств глиногипсовых вяжущих со специально подобранной оптимальной активной минеральной добавкой, а также водостойкость, плотность смеси по отношению к наполнителю и средняя плотность раствора;

установлены многопараметрические математические соотношения, выражающие зависимость прочности и водостойкости разработанных смесей от соотношения активной минеральной добавки и наполнителя, показателей плотности и средней плотности от количества наполнителя, а потребности в воде от количества эпоксидного полимерного модификатора;

в составе материала наряду с кристаллами дигидрата сульфата кальция, образующими основной каркас, выявлены новые фазы в виде ультрадисперсных гидросиликатов типа CSH (В) и гидроалюминатов, обеспечивающих водо- и морозостойкость раствора.

Практические результаты исследования:

На основе оптимального состава активной минеральной добавки, полученной путем механико-химической активации смеси песка (кремнезема) Ташкентского тракторного завода с использованием специально подобранного портландцементного суперпластификатора С-3 для глиногипсовых вяжущих, был разработан влагостойкий глиногипсовый вяжущий;

исследованы физико-механические и физико-химические свойства новых модифицированных глиногипсовых вяжущих;

разработаны основы технологии оптимизированных композиционных гипсовых и глиногипсовых вяжущих с устойчивыми свойствами на сжатие от 15 до 35 МПа, коэффициентом размягчения от 0,74 до 0,87, водопотребностью 27-38%.

Достоверность результатов исследования. Глубокое и всестороннее изучение экспериментальных исследований с использованием современных приборов и стандартных методов, проведение экспериментов по строительным нормам и правилам и требуемым государственным стандартам, выполнение результатов теоретических и экспериментальных исследований с высокой точностью, а также их внедрение в практику.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования. Модифицированная водорастворимая полимерная добавка на основе местного глиногипсового вяжущего снижает пористость глиногипсового камня и окружает его внутри, что позволяет уменьшить или остановить попадание воды, что повышает водостойкость.

Результаты исследования послужат разработке практических рекомендаций по совершенствованию технологии выбора и оптимизации состава глиногипсового вяжущего на основе местного сырья, оптимизации процесса производства экологически чистых и экономически эффективных блоков.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по проектированию составов и оптимизации свойств модифицированного глиногипсового вяжущего:

Производство влагостойкого вяжущего на основе энергосберегающей технологии оптимального состава, модифицированного активной минеральной добавкой и водорастворимой эпоксидной полимерной смолой, внедрено в ООО "JAMBAY GYPSUM PRODUCTION" Бухарской области (Справка Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Республики Каракалпакстан № 04-07/01-1904 от 20 июня 2025 г.). В результате достигнуто снижение водопотребности глиногипсового вяжущего состава марки 15-35 МПа на 27-38%;

Производство влагостойкого вяжущего на основе энергосберегающей технологии оптимального состава, модифицированного активной минеральной добавкой и водорастворимой эпоксидной полимерной смолой, внедрено в ООО "LEGEND STORY BIZNES" в городе Нукус (Справка Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Республики Каракалпакстан № 04-07/01-1904 от 20 июня 2025 г.). Достигнуто усиление коэффициента размягчения от 0,74 до 0,87.

Рабочая гипотеза исследования. Механохимическая активация гипсовых и глинисто-гипсовых составов в присутствии активных минеральных компонентов и суперпластификатора позволяет получать модифицированные вяжущие, которые могут быть использованы для создания новых видов композиционных материалов.

Гидравлическая добавка, комплексно модифицирующая глиногипсовое вяжущее, кварцевый песок, использованный для формования с пуццолановой активностью, суперпластификатор С-3 и водорастворимая полимерная эпоксидная смола ДЭГ-1. При введении этих добавок отмечается сильный пластифицирующий кольматационный эффект в порах глинисто-гипсовой смеси, что существенно снижает соотношение В/Т глинисто-гипсовой смеси. Поэтому отрицательное влияние расплавленной смолы на гидратацию цемента и гипса не только компенсируется, но и компенсируется улучшением физико-механических свойств за счет уменьшения количества воды в смеси. Поскольку полимер окружает пористое пространство

гипсового камня, он повышает его проницаемость и устойчивость к холоду и коррозии.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования по теме диссертации были обсуждены на 6 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 15 научных работ, в том числе 5 статей в научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора философии (PhD), из них 8 статей в зарубежных и отечественных журналах. Кроме того, в Агентстве по интеллектуальной собственности получены 2 свидетельства DGU, устанавливающие право собственности на программное обеспечение для ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка использованной литературы. Объем диссертации составляет 120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и востребованность диссертационного исследования, описываются цели и задачи, объект и предмет исследования, представлен аналитический обзор технической литературы и исследований, связанных с передовым опытом использования пористых бетонов в строительстве, накопленным в зарубежных странах и нашей республике, а также новыми технологиями получения этого современного материала. Также в данной главе рассмотрены преимущества, виды, классификация и перспективы использования глиногипса в строительстве. Отражены результаты анализа опубликованных работ отечественных и зарубежных исследователей, посвященных данной теме, а также существующие проблемы, связанные с технологией пористых ов.

В первой главе диссертации, озаглавленной "**Современные методы улучшения свойств гипсовых вяжущих,**" представлен анализ современного состояния научной проблемы, результатов исследований, представленных в научных статьях и разработках, опубликованных зарубежными и отечественными учеными. В ней водостойкость гипсовых вяжущих определяется тремя основными факторами и анализируются актуальные проблемы производства, традиционная технология производства, анализ исследований, проведенных по возможности регулирования путем введения электролитов при производстве влагостойкого гипса, изучены и проанализированы существующие проблемы по перспективам производства энерго-и ресурсосберегающего гипса, сформулированы рабочая гипотеза, цель и задачи исследования.

Повышение водостойкости и улучшение технических характеристик гипсовых вяжущих и изделий на их основе начали серьезно изучаться с 50-х годов прошлого века. Способы основывались на механическом воздействии

на увеличение плотности гипсового камня (трамбовка или прессование смесей) или за счет введения активных синтетических добавок в гипсобетон. Рассмотрены различные методы гидрофобизации поверхности и/или гипсового камня. Изучены возможности снижения растворимости сульфата кальция в воде и его защиты нерастворимыми соединениями, образующимися в результате химических взаимодействий.

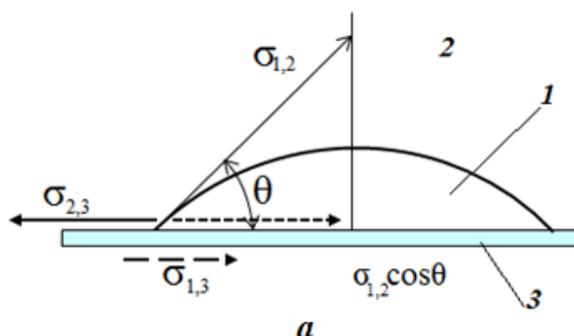
С точки зрения управления гипсом и формирования перспективных направлений решения данной проблемы А. В. Волженский и

Следует отметить вклад П. П. Будниковых. Установлено, что гипсовое вяжущее имеет значительную прочность на начальных стадиях повышения водостойкости систем, изготовленных из шлака и извести, в то время как в будущем прочность может снизиться из-за появления деформаций.

Механизм действия поверхностно-активных веществ заключается в том, что они диссоциируют в водных растворах таким образом, что носителем активности является группа полярных молекул, которые глубоко проникают в поверхностный слой, но неполярная часть продвигается к поверхности, образуя молекулярную границу (Рисунок 1.1). Накопление слабодействующих поверхностно-активных веществ в поверхностном слое их молекул уменьшает молекулярное взаимодействие на поверхности фазового раздела и снижает поверхностное натяжение. Вещества, адсорбирующиеся на поверхности жидкости и газа и снижающие поверхностное натяжение системы, называются поверхностно-активными веществами.

С поверхностью твердого тела, контактирующей с газообразной средой, возникает эффект смачивания (поглощения). К увлажнительной характеристике относится угол увлажнительной кромки φ . Характерные состояния взаимодействия жидкости и твердого тела в воздушной среде представлены на рис. 1. Капли могут образовывать острый краевой угол ($\varphi < 90^\circ$), краевой угол, равный 90° , и не острый краевой угол ($\varphi > 90^\circ$).

Экстремальными условиями являются полное смачивание (поглощение) и неполное поглощение твердой поверхности жидкостью.



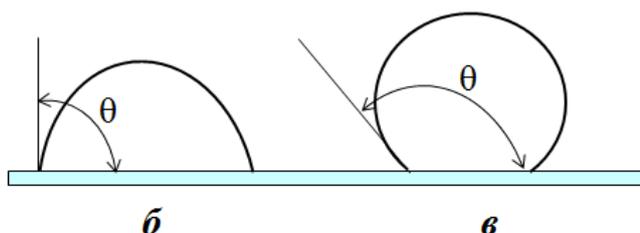


Рисунок 1 - варианты неполного увлажнения в системе "жидкость (1), воздух (2), твердое тело" (3) 3: а - $q < 90^\circ$; б - $q = 90^\circ$; в - $q > 90^\circ$

Полное увлажнение ($q = 0$) - это состояние полного вытекания жидкости при распределении жидкости по поверхности "жидкость - твердая поверхность," например, при нанесении капли воды на чистую и обезжиренную поверхность стекла. Из-за наличия силы притяжения между жидкостью и твердым веществом неполная смачиваемость ($q=180^\circ$) вообще не видна.

Периметр увлажнения, или окружность капли, является границей взаимодействия трех сред (рис. 1.2): жидкой (1), воздушной (2) и твердой (3). Эти средства образуют контактные поверхности с характерным поверхностным натяжением s . По принятой схеме на единицу длины периметра увлажнения действуют три силы (рис. 1.2), соответствующие фазы осуществляются направляющей касательной с соответствующими векторами к границе поверхности.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что разработаны основы технологии оптимизированных композиционных гипсовых и глиногипсовых вяжущих с устойчивыми свойствами на сжатие от 15 до 35 МПа, коэффициентом размягчения от 0,74 до 0,87, водопотребностью 27-38%.

Во второй главе диссертации "**Свойства используемых материалов и методы исследования**" приведены сведения о свойствах глиногипсовых материалов, использованных в исследовательской работе, методах исследования физико-механических и физико-химических свойств, методах математического моделирования расчетов для определения взаимосвязи компонентов в составе глиногипсовых образцов, модифицированных под воздействием полимерной добавки портландцемента ДЭГ-1 и суперпластификатора С-3.

Глина - смесь дисперсных минералов, в которых гипс является неустойчивым вяжущим. Средняя плотность глинистого гипса в воздушно-сухих условиях составляет 1400-1600 кг/м³; средняя плотность сыпучего глинистого гипса 1000 кг/м³. Истинная плотность глиняного гипса составляет 2,3-2,5 т/м³. Химический состав глинистого гипса (%): CaSO₄·2H₂O - 43,7-68,8; H₂O - 2,2-17,6; MgO - 0,2-1,8; CaO - 8,2-25,5; R₂O₃ - 3,4-10,8; SiO₂ - 16,9-39,0.

Глиногипсовое вяжущее получают путем сушки предварительно очищенного и измельченного гипсового камня. Использование глиняного

гипса в качестве местного сырья значительно снижает его стоимость и затраты на логистику.

Динамика гидратации портландцемента (контрольный состав) рассматривался как косвенный метод оценки гипсовой смеси на основе модифицированного гидравлического вяжущего (при различном составе мелкоизмельченных минеральных добавок) и модифицированного вяжущего и мелкоизмельченных активных минеральных добавок.

Установлен также характер влияния модифицированных компонентов гидравлического вяжущего, а также гипсовой смеси на основе этого вяжущего на процесс гидратации.

В третьей главе диссертации **"Модификация гипсовых вяжущих суперпластификатором С-3 и исследование его свойств"** приведены результаты изучения состава глинистого гипса путем конденсации суперпластификатора С-3 (сульфоокислоты нафталина) с формальдегидом, являющегося химической добавкой для бетона, с последующей нейтрализацией полученных полимерных соединений едким натром. Конечным продуктом является коричневый порошок, который можно использовать в сухом виде или растворить в воде для получения жидкого раствора. Гипсовое сырье, используемое для производства вяжущих, обычно содержит различные количества горных примесей в различных количествах. Кроме того, примеси могут быть физически или химически несвязанными или связанными с гипсом. В составе гипсового сырья в основном присутствуют карбонатные, глинистые и кремнистые породы. На заводах отделение примесей от основной породы, как правило, не производится из-за технической сложности и, в конечном счете, экономической рентабельности данной операции.

Проведенные исследования показали, что большинство изученных минеральных примесей (их содержание до 20%) незначительно изменяют свойства гипсового вяжущего. Вид показал, что с увеличением содержания дисперсных примесей до 40-80% прочность образцов может снижаться в 2-3 раза. Свойства примесей (физически связанных) с каолиновой глиной показывают, что при ее введении снижается прочность гипсового камня. Дегградация свойств зависит от количества добавленной глины. При его введении в количестве 5% марка гипсового вяжущего уменьшалась с Г-7 до Г-5, а при увеличении содержания глины на 20% марка уменьшалась до Г-2.

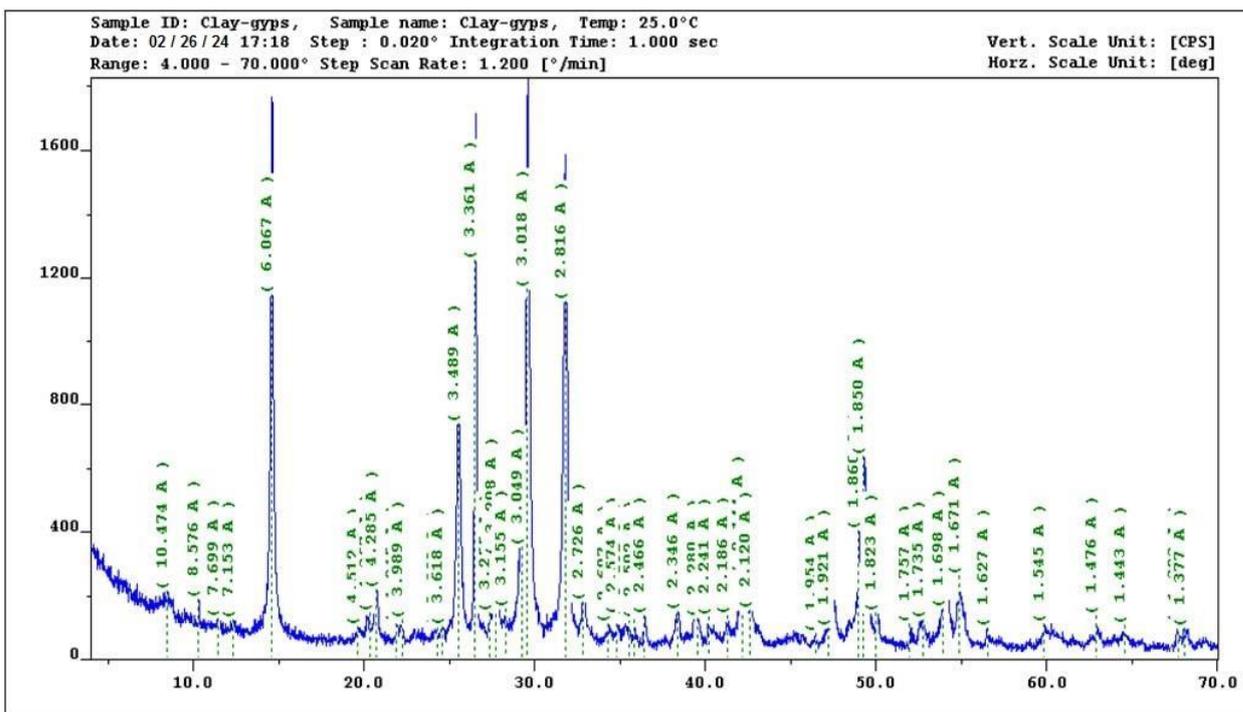
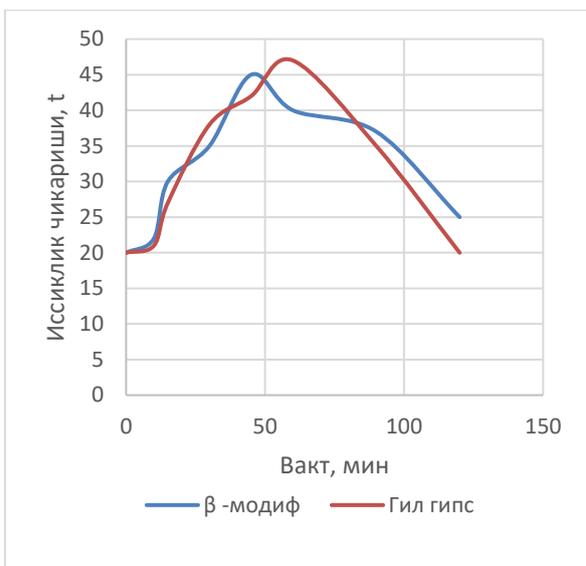


Рис. 2 - Рентгенограмма гипсосодержащих вяжущих:

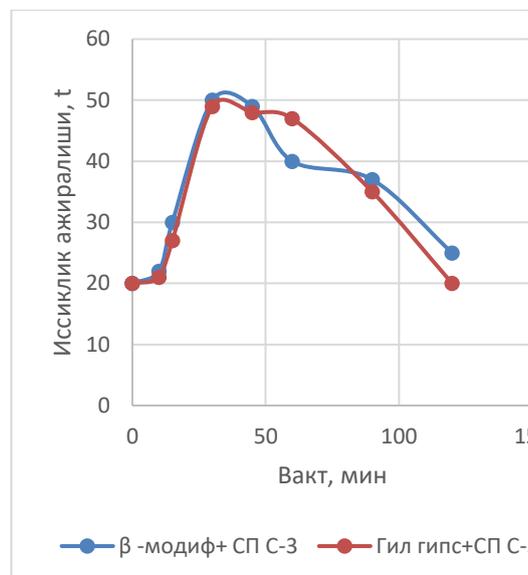
- 1 - β -модификация;
- 2 - расход модифицированного гипсового вяжущего С-3 1% масс;
- 3 - расход модифицированного гипсового вяжущего С-3 2% масс;

Взаимодействие молекул полиметиленафталинсульфата (активное вещество суперпластификатора С-3) с гипсовым связующим происходит на контактных поверхностях между минеральными компонентами и синтетическим компонентом. Механизм взаимодействия подробно описан в предыдущих разделах и основан на процессах сорбции полярных молекул данного активного вещества на минеральных поверхностях. Химическое взаимодействие проявляется на уровне хемосорбции, то есть свойства поверхностно-активных веществ могут изменяться, но свойства основного материала являются произвольными. Свойства поверхностно-активных веществ могут изменяться за счет энергетических констант, что обусловлено сложной топографией опорных поверхностей. Деструкция поверхностно-активного вещества также возможна.

В качестве объекта исследования процесса гидратации методом теплоотдачи были рассмотрены гипсовые вяжущие β -модификации. Контрольные образцы были вяжущими образцами без добавок. Изучено влияние добавления суперпластификатора С-3 к гипсовому вяжущему на изменение процессов твердения. Раствор суперпластификатора С-3 добавляли в воду для смешивания, начиная с 0,5%. Суперпластификатор С-3 вводили в количестве 0,5 и 2% при шлифовании исходного вяжущего. Целью экспериментов было установление характерных закономерностей взаимодействия различных модификаций гипсовых вяжущих с водой при наличии или отсутствии ПАВ.



СП не добавлен



СП С-3 с добавлением в воду

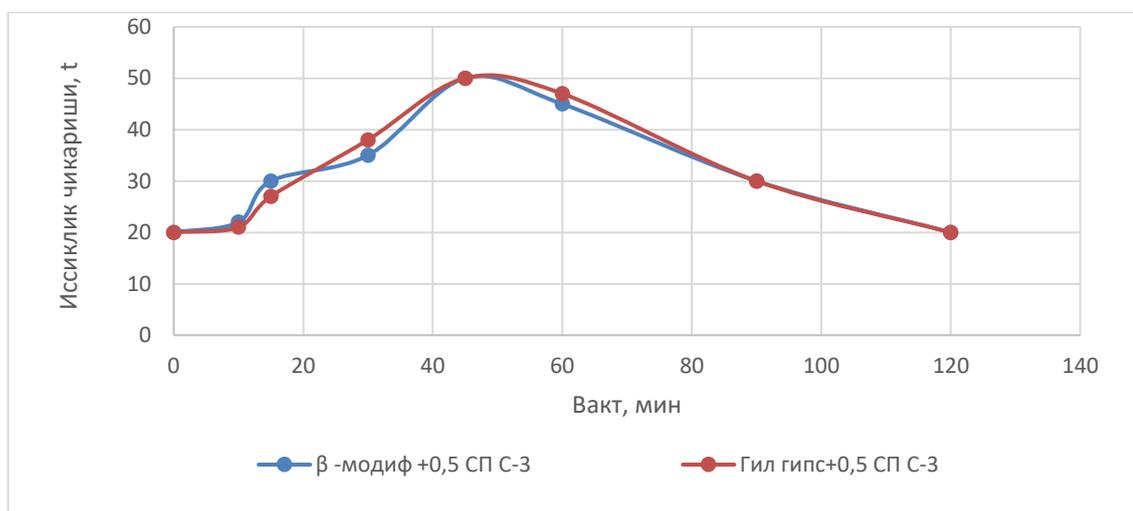


Рисунок-3 Кинетика тепловыделения гипсовых вяжущих при гидратации:

- 1 - гипс β-модификации;
- 2 - глинистый гипс;
- а - без добавок;
- б - добавление 0,5% С-3 при добавлении в смесительную воду;
- в, - добавление 0,5 и 2% С-3 при введении в смеситель

Исследования (табл.1) показывают, что при выщелачивании гипсового вяжущего межфазное натяжение суперпластификатора при контакте с водой резко снижает межповерхностное напряжение.

При этом добавка С-3 снижает теплоту смачивания β-модифицированного гипсового вяжущего с 11,5 до 4 Вт/ (г*мин) и с 0,5-1% до 0,5-1,5 Вт/ (г*мин). Низкие результаты достигаются путем добавления С-3 в смесительную воду.

Таблица - 1

Влияние способа и количества введения С-3 на теплоту увлажнения
гипсовых вяжущих

Виды гипсового вяжущего	Теплота смачивания, Вт/ (г·мин) С-3 состава, %					
	—	0,05 при помоле	0,5 при помоле	0,5 ввод в воду	1 ввод в воду	2 ввод в воду
β	6,8	3,9	1,1	3,6	0,8	0,5
глиногипс	11,8	4,2	1,4	5,8	0,6	0,4

В четвертой главе диссертации "**Свойства вяжущих в составе модифицированного гипса и их приготовление**" показано, что степень измельчения вяжущих в составе гипса или глины является одним из наиболее эффективных способов модификации свойств вяжущих. Большой интерес в исследовательской работе представляет также изучение химического генезиса гипсосодержащих вяжущих с включениями глинистых минералов, карбонатных пород или мергелей.

Таблица - 2

Влияние шлифования на основные физико-механические свойства
гипсовых вяжущих

Вид связующего	Время помола, мин	Удельная поверхности, м ² /г	Нормальная густота, %	Прочность на сжатие, МПа	
				2 соат	Полностью высушенный
G-3	3	290	0,51	3,81	10,8
G-5	3	217	0,59	5,15	12,3
GGB	5	203	0,5	2,80	7,8
G-3	15	376	0,58	4,3	12,5
G-5	15	389	0,6	6,8	14,0
GGB	20	309	0,6	4,7	10,2

По мере увеличения определенной площади поверхности увеличивается водопотребность вяжущих в составе гипса и резко сокращается время схватывания (табл. Использование механохимической активации (состоит из шлифования гипсового вяжущего в присутствии поверхностно-активных веществ - суперпластификаторов) позволяет не только удобно регулировать время схватывания вяжущего, но и энергетические параметры шлифования.

Минимально необходимое количество добавки (минеральной или органоминеральной) в составе КГГБ связано с целевым максимальным заполнением пустот (пор и капилляров) в затвердевшем глинисто-гипсовом камне продуктами их гидратации. По данным источников, пористость гипсового камня может составлять от 23 до 42% в зависимости от исходного водного состава минеральных смесей, их потребности в воде и технологических способов формования.

Таблица 3

Модифицирующие составы глиногипсового вяжущего

Шифр состава	Состав вяжущего, % по массе					Нормальная густота, %
	Глиногипсовое вяжущее	Состав органоминерального модификатора, %				
		ПЦ	КД	С-3	АМД	
МГГБ-01	79	10	8	0	3	0,47
МГГБ - 02	70	10	16	0	4	0,45
МГГВ-03	70	12	15	0	3	0,46
МГГВ-04	68	15	13	0	4	0,46
МГГВ-05	60	15	21	0	4	0,47
МГГВ-06	55	15	26	0	4	0,43
МГГВ -1	78	10	5	1	5	0,38
МГГВ -2	69	10	15	1	5	0,37
МГГВ -3	69	12	13	1	5	0,36
МГГВ -4	67	15	12	1	5	0,37
МГГВ -5	59	15	20	1	5	0,36
МГГВ -6	54	15	25	1	5	0,35
МГГВ -7	69	10	17	1	5	0,22
МГГВ -8	59	15	11	1	5	0,21

В состав МГГБ (табл.3) добавлены портландцемент, кремнезем, отработанный кварцевый песок и минеральная добавка туффит (ФМД). ФМК получен в результате механохимической активации смеси портландцемента, минеральной комплексной добавки (кремнеземной добавки, перлитового туффита и отработанного кварцевого песка) и суперпластификатора С-3 (4-табл)

При использовании золы и других кремнеземистых добавок со средней пуццолановой активностью в составе ФМЦ наблюдается увеличение прочности марки вяжущего с увеличением количества активного минерального компонента в составе активной минеральной добавки (табл 3).

Увеличение содержания портландцемента в органоминеральной добавке способствует повышению прочности МГБП (табл.3-4)

Таблица - 4

Основные физико-механические свойства композиционных глинистых гипсовых вяжущих

Шифр содержимого	Прочность на сжатие, МПа			Средняя плотность, кг/м ³	Коэффициент размягчения
	2ч	7сут.	28 сут.		
МГГВ-01	6,0	9,9	16,3	1,56	0,45
МГГВ-02	6,7	10,3	17,2	1,70	0,47

МГГВ-03	6,1	10,4	19,3	1,70	0,49
МГГВ-04	6,1	10,6	18,0	1,63	0,51
МГГВ-05	4,8	12,7	23,0	1,75	0,52
МГГВ-06	4,3	10,4	22,0	1,6	0,56
МГГВ -1	7,7	17,6	26,5	1,67	0,7
МГГВ -2	7,2	14,0	29,6	1,83	0,7
МГГВ -3	5,8	14,8	30,6	1,81	0,7
МГГВ -4	6,7	17,0	29,0	1,76	0,72
МГГВ -5	4,6	18,8	32,2	1,90	0,75
МГГВ -6	14,2	25,8	43,8	1,85	0,77
МГГВ -7	15,5	27,3	39,3	1,82	0,78

Увеличение коэффициента размягчения в составах с добавкой ОММ объясняется увеличением плотности глинистого гипсового камня и снижением его водопроницаемости, а также образованием защитных гидратных оболочек в кристаллах гипса. Все составы композиционных глиногипсовых вяжущих, содержащих суперпластификатор С-3, характеризуются высоким коэффициентом размягчения (0,7-0,78). Следует отметить, что коэффициент размягчения составов глиногипсового вяжущего без суперпластификатора составляет около 0,49-0,5, что позволяет отнести их к группе гипсовых вяжущих средней водостойкости.

Увеличение содержания портландцемента в композиционных глинистых гипсовых вяжущих способствует повышению прочности гипсового камня и его коэффициента размягчения.

Таким образом, установлено, что композиционные глиногипсовые вяжущие с использованием глиногипсового вяжущего и органоминерального модификатора позволяют получать вяжущее МГГБ с высокими показателями прочности и относительно высоким коэффициентом размягчения. Для совершенствования композиций с высоким коэффициентом размягчения необходимо оптимизировать рецептуры и технологические свойства получения композиционного глиногипсового вяжущего, определить взаимовлияние рецептурных и технологических факторов на свойства готового продукта.

ВЫВОД

1. В работе решены актуальные задачи по получению качественно нового модифицированного глиногипсового вяжущего, получаемого путем механической активации путем совместного измельчения органоминеральной добавки, состоящей из портландцемента, кремнеземсодержащего компонента и суперпластификатора С-3.

2. Изучены свойства различных минерально-активных компонентов, являющихся местным природным сырьем или отходами производства, расположенных в Узбекистане: формовочный кварцевый песок, использованный в литейном производстве Ташкентского тракторного завода; К ним относятся туффиты месторождения Керменин в Навоийской области.

3. Установлено, что физико-химические основы взаимодействия ПАВ с гипсовыми вяжущими при сухом измельчении существенно отличаются от закономерностей действия при введении ПАВ с водой смеси. В первом случае молекулы ПАВ не только хемосорбируются на активные центры связующего, но и диффундируют во внутренние слои материала в процессе измельчения, а при введении ПАВ с водой раствора более подвижные полярные молекулы воды выигрывают конкуренцию за активные центры связующего в больших молекулах ПАВ.

4. Определены предельные значения С/Г, обеспечивающие 100%-ную гидратацию при кратковременном твердении модифицированных гипсовых вяжущих. Показано, что степень гидратации формованного вяжущего при $C/G = 0,38 - 0,40$, несмотря на высокую текучесть исходной смеси, не превышает 80 - 83% после дня твердения, а полная гидратация достигается через несколько месяцев твердения. При этом конечная прочность гипсового камня превышает 10 МПа.

5. Определены закономерности формирования структуры гипсового камня в зависимости от дисперсности вяжущего, количества и типа ПАВ и исходной смеси Ж/Г.

6. Для повышения прочности марки гипсового вяжущего при получении гипсового вяжущего достаточно введение 0,15-0,18% суперпластификатора в технологическую секцию измельчения.

7. Разработаны технологические принципы получения МГГБ, предусматривающие вторичное измельчение гипсового вяжущего с добавкой суперпластификатора С-3. Показано, что конечная дисперсность связующего не должна превышать 500-580 м²/кг.

8. Обоснован состав органоминеральной добавки (ОМД) и технология ее получения, включающая совместную механохимическую активацию

портландцемента, кремнеземистых компонентов и химических добавок по режиму, зависящему от вида кремнеземистых добавок.

9. Обработка экспериментальных данных с применением системного анализа позволила разработать оптимальный состав модифицированного глиногипсового вяжущего (МГГВ): расход компонентов в % к массе глиногипса: портландцемент - 14%, измельченные перлитовые туффиты - 6%, суперпластификатор С-3 - 0,18%. Удельная поверхность КГГБ. Этому составу МГГВ соответствует прочность на сжатие 15,9 МПа и коэффициент размягчения 0,73.

10. Расчетная экономическая эффективность составляет 260 000 сум за тонну модифицированного глиногипсового вяжущего. Выпуск экспериментальной партии показал соответствие фактических результатов и расчетных данных по экономическому эффекту.

11. Перспективными путями развития технологии материалов с применением МГБП являются приготовление сухих строительных смесей для промежуточных слоев шпаклевки и штукатурного покрытия; приготовление легких штукатур; производство водо-и морозостойких изделий, применяемых в качестве фасадного покрытия, а также в технологии гипсокартонных листов.

**SCIENTIFIC COUNCIL PhD.03/05.04.2025.T.20.12 ON AWARDING
SCIENTIFIC DEGREES AT KARAKALPAK STATE UNIVERSITY
NAMED AFTER BERDAKH
BERDAKH KARAKALPAK STATE UNIVERSITY**

BEKBAULIEV RUSLAN ISMAIL ULI.

**MODIFIED GLINOGIPSUS BINDERS OF INCREASED STRENGTH AND
WATER RESISTANCE**

05.09.05 - Building materials and products

ABSTRACT

dissertation for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences

Nukus – 2025

The topic of the dissertation for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences is registered with the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under the number 03/05.04.2025.T.20.12.

The dissertation has been prepared at Karakalpak State University.

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

Asamatdinov Marat Orynbaevich

Scientific advisor:

Doctor of philosophy (PhD) in technical sciences,
associate professor

Isakulov Bayzak Razakovich

doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Yusupov Khamza Ibadovich

Candidate of Technical Sciences, Professor

Leading organization:

Jizzakh Polytechnic Institute

The defense of the dissertation will be held at the meeting of the Scientific Council PhD.03/05.04.2025.T.20.12 at the Karakalpak State University on "___" _____ 2025, at ___ o'clock. (Address: Berdakh Karakalpak State University, Ch.Abdirov street, 1, Nukus, Uzbekistan, 230112).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Center of Karakalpak State University (registered under No___). (Address: Berdakh Karakalpak State University, Ch.Abdirov street, 1, Nukus, Uzbekistan, 230112).

The abstract of the dissertation was distributed on "___" _____ 2025.
(distribution protocol No. __ dated "___" _____2025).

Ilyasov A.T.

Chairman of the Scientific Council
on awarding academic degrees,
doctor of technical sciences, professor

Jumabaev D.M.

Scientific Secretary of the Scientific Council
on awarding academic degrees,
doctor of technical sciences, associate professor

Shnekeev Zh.K.

chairman of the scientific seminar at the scientific
council for the awarding of academic degrees,
doctor of architecture, associate professor

Introduction (annotation of the dissertation of Doctor of Philosophy (PhD))

There is a growing global demand for energy-saving and energy-efficient building materials in construction, with a particular increase in the use of gypsum binders for interior finishing and dry plastering in residential buildings. Developed countries, including Germany, Finland, Japan, the USA, the Netherlands, South Korea, Austria, Poland, China, the Russian Federation, the Czech Republic, and Turkey, are conducting extensive research and innovative developments to create new types of gypsum-based construction products, improve their physical-mechanical and performance properties, and enhance production technologies. Special attention is being paid to the rational use of local natural and man-made raw materials, the development of modern equipment and effective modifying additives that contribute to product quality improvement. Therefore, a comprehensive study of the existing raw material base, implementation of advanced modification technologies, and development of dry plaster mixtures with high performance properties, import substitution, increasing production efficiency, and expanding export potential in our country's construction industry are pressing tasks.

Numerous scientific research projects worldwide are focused on producing dry plaster mixtures through the efficient use of industrial waste, thereby ensuring thermal insulation, strength, and reliability of buildings and structures. One of the priority areas is increasing the strength and water resistance of mixtures, with specially selected optimal compositions of clay-gypsum binders that ensure moisture resistance of the active mineral additive. In this context, conducting scientific research aimed at increasing the durability and moisture resistance of gypsum products based on local raw materials, their fire resistance, strength, thermal insulation properties, and environmental friendliness of buildings, as well as reducing the cost of wall materials, is considered one of the most important and urgent tasks.

In our republic, large-scale measures are being implemented to produce modern building materials, particularly lightweight, energy-efficient, durable foam concrete products, increase their longevity and ensure environmental safety, as well as introduce them into practice. The Decree of the President of the Republic of Uzbekistan dated January 28, 2022 No. UP-60 "On the Development Strategy of New Uzbekistan for 2022-2026" notes the "widespread introduction of innovations into the economy, development of cooperative ties between industrial enterprises and scientific institutions, and establishment of construction materials production." In implementing these tasks, especially based on theoretical and experimental

research using local raw materials, the production and practical application of new types of construction materials based on gypsum and phosphogypsum is of great importance.

The Resolution of the President of the Republic of Uzbekistan dated May 23, 2019 No. PP-4335 "On Additional Measures for the Accelerated Development of the Building Materials Industry" outlines several tasks, such as the production and expansion of new modern types of wall materials in the construction industry, and increasing the volume of the raw material base for the construction industry through geological exploration, extraction, and processing in 2019-2025.

This dissertation research contributes to the fulfillment of tasks stipulated in the Resolution of the President of the Republic of Uzbekistan No. PP-139 dated February 21, 2022 "On Additional Measures to Support Housing Construction and the Building Materials Industry" and the Resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan No. 231 dated February 23, 2024 "On Measures to Harmonize Regulatory Documents in the Field of Construction with International Standards," as well as other regulatory legal documents adopted in this field.

Correspondence of the research to the priority directions of the development of science and technology of the republic. This research was carried out in accordance with the priority direction of science and technology development of the Republic of Uzbekistan II. "Energy, energy and resource saving."

Degree of study of the problem Many scientists have worked on improving the water resistance of gypsum and binders in gypsum: A. V. Volzhensky, A. V. Ferronskaya, P. A. Rebinder, V. F. Korovyakov and others. A small group of scientists (N. S. Bogdanov, L. A. Zakharov, K. S. Kutateladze, M. Z. Simonov, B. S. Sigler, A. M. Tkeshelashvili, and others) studied the properties and methods of obtaining and transforming gypsum raw materials (white clay).

In our republic, leading scientists in the field of gypsum materials – T.A. Atakuziyev, O. Asamatdinov, N. Abbaskhanov, M.A. Akhmedov, Zh.Kh. Asamov, E.U. Kasimov, M.I. Iskandarova, M.U. Karimov, Sh.N. Turemuratov, N.Kh. Talipov, A.A. Tulaganov, M.A. Toreniyazov, M.A. Tokhirov, B.Kh. Khaidarov, D.Kh. Elmurodov, F.T. Yuldashev conducted their scientific research and achieved important scientific results.

The theory and practice of modifying the properties of clay-gypsum binder is currently being continued at Berdaq Karakalpak State University (Uzbekistan).

The purpose of the research is to develop mineral binders based on clay-gypsum binders (gypsum binder with impurities) and materials that ensure improvement of the composition, increase the softening coefficient and

compressive strength, including the formula and scientific basis of mineral binder technology.

To achieve the goal, it is necessary to solve the following tasks:

- studying the experience of using active mineral and synthetic additives to increase the water resistance of gypsum compositions;
- study of possible ways to increase the water resistance of clay-gypsum binders with changing recipe factors and technological parameters;
- development of theoretical principles for increasing the effectiveness of gypsum binders, creation of a hydraulic composition using gypsum binders and materials based on them;
- development of a technology and recipe for gypsum binders with a hydraulic composition.

-Object of research Obtaining modified materials based on Portland cement with mineral additives, polymer-synthetic additives, polyvinyl acetate, and micro-pollination of a superplasticizer based on clay gypsum binders from the Khojakul deposit of the Republic of Uzbekistan.

Subject of research increasing the strength and water resistance of clay-gypsum binders, which are clay components, by determining the physicochemical processes during hardening with the formation of gypsum stone in the presence of Portland cement, as well as polymer additives and industrial waste.

As an active mineral additive, it is proposed to use the quartz sand of the Tashkent Tractor Plant used for molding, the water-soluble polymer epoxy resin DEG-1, and as a superplasticizer - C-3. The mechanism of structural formation of gypsum composite binders based on local raw materials is being studied using a very wide range of raw materials corresponding to the proposed working hypothesis and scientific concept.

Methodology and research methods. The methodological basis of the research is systematic research in the "composition - technology - structure - properties" scheme. The study used radiographic, derivatographic, electromicroscopic, and chemical analysis methods. The physical and mechanical properties of the products were determined by standard research methods. The kinetics of structure formation was studied using the heat release of pastes according to the Dewar method. Optimization of the composition was carried out by statistical processing of the results of the active experiment using mathematical analysis methods.

The scientific novelty of the research:

The optimal composition ensuring moisture resistance of the active mineral additive was developed through mechanochemical activation of clay-gypsum binders combined with specially selected Portland cement, superplasticizer C-3,

and a mixture of spent sand (silica) from the Tashkent Tractor Plant used for molds;

The optimal dosage of polymer epoxy resin DEG-1, intended for targeted regulation of clay-gypsum binder properties with a specially selected optimal active mineral additive, was determined, as well as water resistance, mixture density relative to the filler, and the average density of the solution;

Multi-parameter mathematical relationships were established, expressing the dependence of strength and water resistance of the developed mixtures on the ratio of active mineral additive to filler, the density and average density indicators on the amount of filler, and the water requirement on the amount of epoxy polymer modifier;

In the material composition, alongside calcium sulfate dihydrate crystals forming the main framework, new phases were identified in the form of ultrafine hydrosilicates of the CSH (B) type and hydroaluminates, which ensure water and frost resistance of the solution.

Working hypothesis of research is based on the possibility of changing the strength and operational indicators of clay-gypsum binders by modifying them using active mineral and polymer additives.

Mechanochemical activation of gypsum and clay-gypsum compositions in the presence of active mineral components and a superplasticizer allows for the production of modified binders that can be used to create new types of composite materials.

The scientific basis for the production of air- and hydraulically cured composite binders based on clay-gypsum raw materials has been developed.

Hydraulic additive that comprehensively modifies gypsum binder, quartz sand used for forming with pozzolan activity, superplasticizer C-3 and water-soluble polymer epoxy resin DEG-1. When these additives are introduced, a strong plasticizing colmatation effect is observed in the pores of the clay-gypsum mixture, which significantly reduces the W/T ratio of the clay-gypsum mixture. Therefore, the negative influence of the molten resin on the hydration of cement and gypsum is not only compensated, but also compensated by improving the physical and mechanical properties by reducing the amount of water in the mixture. Since the polymer surrounds the porous space of gypsum stone, it increases its impermeability and resistance to cold and corrosion.

The scientific significance of the research results lies in the fact that the water-soluble polymer additive reduces the porosity of clay gypsum stone and surrounds it inside, which allows for a reduction or cessation of water intake, which increases water resistance.

The practical significance of the research results lies in the development of the technology for optimizing composite gypsum and clay gypsum binders with compressive strength properties from 15 to 35 MPa, softening coefficient from 0.74 to 0.87, and water consumption of 27-38%.

- the basics of the methodology for selecting and optimizing the composition of clay-gypsum binder were developed, and the sufficiency of optimized formulas was confirmed during an active experiment.

The formulated technological foundations allow for the use of any clay-gypsum raw material, provided that the content of semi-aquatic gypsum is at least 50%, as well as practically any materials with average pozzolan activity of active mineral additives of natural or technogenic origin.

Clay gypsum is a very common rock that can serve as a basis for obtaining local binders instead of pure gypsum in all regions where gypsum is not available and, moreover, is expensive. This may be of particular interest for the Republic of Karakalpakstan, where there are large reserves of local raw materials, clay gypsum, and rocks with medium pozzolan activity.

Methods of using clay gypsum with a content of 30-60% for the search for new deposits of natural gypsum and the production of local binders in Karakalpakstan are also of interest.

The author's personal contribution. The author has developed and implemented scientifically based solutions for optimizing gypsum materials and clay-gypsum technology aimed at developing composite and modified binders. A mixture recipe based on a modified clay-gypsum binder was developed and research was conducted. An economic assessment of the use of modified gypsum binder was conducted.

Approbation of the research results. The research results on the topic of the dissertation were discussed at 6 international and 2 republican scientific and practical conferences.

Publication of research results. 15 scientific works have been published on the topic of the dissertation, including 5 articles in scientific journals recommended by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan for the publication of the main scientific results of dissertations for the degree of Doctor of Philosophy (PhD), including 3 articles in foreign journals. In addition, two certificates of ownership for computer software were obtained from the Intellectual Property Agency.

Structure and scope of the dissertation. The dissertation comprises an introduction, four chapters, a conclusion, and a bibliography. The dissertation totals 120 pages in length.

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

I-bo'lim (I часть; I part)

1. M.O. Asamatdinov, R.I.Bekbauliev, R.K. Barlikov, T. Naxatov. // Hydrophobization and increase in water resistance of gypsum-containing binders. Journal of Engineering and Technology (JET) Dec 2024, 101-110 p.
2. M.O. Asamatdinov. R.I.Bekbauliev. // Influence of water on gypsum stone structure. Journal of Industrial Engineering and Research (JIER) ISSN(Print): Applied; ISSN(Online): Applied Vol. 15, Issue 1; Jun India 2025, 15-20 p.
3. M.O. Asamatdinov, R.I.Bekbauliev, R.K. Barlikov. // Influence of chemical additives on the properties of composite clay-gypsum binder. Journal of Engineering and Technology (JET) May 2025.
4. M.O. Asamatdinov, R.I.Bekbauliev, R.K. Barlikov. // Оптимизация термической обработки глиногипса. “Архитектура и градостроительство Узбекистана: вчера, сегодня и завтра” научно-практическая международный конференция ТАСУ 2024, стр: 243-248.
5. M.O. Asamatdinov, A.Д.Жуков, Z.M.Sattarov, R.I.Bekbauliev,R.K. Barlikov. // Глиногипс как модифицированные вяжущее воздушного твердения. Mahalliy xom ashyolar asosida innovatsion qurilish materiallarini ishlab chiqarish xalqaro ilmiy-amaliy anjuman TAQU 2024, стр: 136-139.
6. M.O.Asamatdinov, R.I.Bekbauliev, R.K.Barlikov.// Гипсосодержащие материалы,модифицированные полимерами. “Mahalliy xom ashyolar asosida innovatsion qurilish materiallarini ishlab chiqarish” xalqaro ilmiy-amaliy anjuman TAQU 2024, стр: 290-293.
7. M.O. Asamatdinov, R.I.Bekbauliev.//Термообработка глиногипса. Quymakorlik va metallarga ishlov berish sohasida energiya va resurslarni tejashga yo'naltirilgan innovatsiyalar» mavzusidagi xalqaro miqyosidagi ilmiy va ilmiy-texnik anjuman Toshkent davlat texnika universiteti – 2025, стр: 245-246.

II bo'lim (II часть; II part)

8. M.O. Asamatdinov, R.I.Bekbauliev, R.K. Barlikov.// Гил гипсли боғловчини модификациялаштириш учун актив минерал кўшимчалар Архитектура, курилиш ва дизайн илмий-амалий журнали ТАҚУ-2024/3-сон. 510-515 б
9. M.O. Asamatdinov, A.T.Плысов, R.I.Bekbauliev, R.K. Barlikov.// Гипсосодержащие вяжущие как основа для штукатурных покрытий. Проблемы архитектуры и строительства научно-практический журнал СамГАСИ 2024/4-сон, стр:175-179
10. M.O. Asamatdinov, R.I.Bekbauliev, R.K. Barlikov. // Оптимизация термической обработки глиногипса. “Архитектура и градостроительство

Узбекистана: вчера, сегодня и завтра” научно-практическая международный конференция ТАСУ 2024, стр: 243-248.

11. M.O. Asamatdinov, A.D. Zhukov, Z.M. Sattarov, R.I. Bekbauliev, R.K. Barlikov. // Глиногипс как модифицированные вяжущее воздушного твердения. Mahalliy xom ashyolar asosida innovatsion qurilish materiallarini ishlab chiqarish xalqaro ilmiy-amaliy anjuman TAQU 2024, стр: 136-139.

12. M.O. Asamatdinov, R.I. Bekbauliev, R.K. Barlikov. // Гипсосодержащие материалы, модифицированные полимерами. “Mahalliy xom ashyolar asosida innovatsion qurilish materiallarini ishlab chiqarish” xalqaro ilmiy-amaliy anjuman TAQU 2024, стр: 290-293.

13. M.O. Asamatdinov, R.I. Bekbauliev. // Термообработка глиногипса. Quymakorlik va metallarga ishlov berish sohasida energiya va resurslarni tejashga yo‘naltirilgan innovatsiyalar» mavzusidagi xalqaro miqyosidagi ilmiy va ilmiy-texnik anjuman Toshkent davlat texnika universiteti – 2025, стр: 245-246.

14. Asamatdinov M.O, R.I. Bekbauliev, Yembergenov Q.Q. // Kompozitsion loy-gipsli bog‘lovchilarni navbatmanavbat suvga to‘yintirish va quritishdagi chidamliligi. Quymakorlik va metallarga ishlov berish sohasida energiya va resurslarni tejashga yo‘naltirilgan innovatsiyalar» mavzusidagi xalqaro miqyosidagi ilmiy va ilmiy-texnik anjuman Toshkent davlat texnika universiteti – 2025. 226-228 b.

15. Asamatdinov M.O, R.I. Bekbauliev, Yembergenov Q.Q. // Kompozitsion gil-gipsli bog‘lovchining ekspluatatsion chidamliligi va xossalarning o‘zgarishini baholash. Arxitektura, qurilish va muhandislik sohalarida zamonaviy qurilish materiallari va texnologiyalari Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to‘plami. NamDTU 2025, 746-749 b.

16. M.O. Asamatdinov, R.I. Bekbauliev, B.P. Tursymuratov. // Реологические и структурно-механические свойства смесей композиционного глиногипсового вяжущего. Qurilish ham injenerlik: innovatsiya, texnika ham texnologiya, tarawlar integratsiyasi” atamasidagi respublikaliq ilmiy-amaliy konferentsiyasi. QMU Nókis-2025 стр: 139-142.

17. M.O. Asamatdinov, R.I. Bekbauliev. // Gips toshi strukturasi suvning ta’siri. Yosh ilmiy tadqiqotchi 4-xalqaro ilmiy-texnikaviy anjuman Tashkent 2025, 71-73 b.

18. M.O. Asamatdinov, A.K. Shadenova, R.I. Bekbauliev, R.K. Barlikov; Q.O. Bazarbayev. // Gil gips ososida modifikatsiyalangan bog‘lovchi. Talabnoma raqami: DGU 202411611 "elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturlar va ma’lumotlar bazalarining huquqiy himoyasi to‘g‘risidagi guvohnoma № DGU 43621

19. I.B. Adilbaev, R.I. Bekbauliev. // Nukus shahridagi turar-joy binolarining muqobil energiya manbalari bilan energiya ta’minotini avtomatlashtirilgan tahlil qilish va hisoblash dasturi. Talabnoma raqami: DGU DT 202500167 "elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturlar va ma’lumotlar bazalarining huquqiy himoyasi to‘g‘risidagi guvohnoma № DGU 46942