TOSHKENT ARXITEKTURA-QURILISH UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSc.03/2026.09.01.T.02.M RAQAMLI ILMIY KENGASH ASOSIDAGI BIR MARTALIK ILMIY KENGASH

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI UMUMIY VA NOORGANIK KIMYO INSTITUTI

XOJABAYEV ALISHER MAXMUDOVICH

QORAQALPOG‘ISTONDAGI XO‘JAKO‘L KONI GANCHI VA NOORGANIK XOMASHYOLARI ASOSIDA GIPSLI DEVORBOP MAHSULOT TARKIBLARINI ISHLAB CHIQISH

05.09.05- Qurilish materiallari va buyumlari
02.00.15- Silikat va qiyin eriydigan nometall materiallar texnologiyasi

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

Toshkent – 2026

UO‘K.:691.5.914.4

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

TOSHKENT ARXITEKTURA-QURILISH UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSc.03/2026.09.01.T.02.M RAQAMLI ILMIY KENGASH ASOSIDAGI BIR MARTALIK ILMIY KENGASH

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI UMUMIY VA NOORGANIK KIMYO INSTITUTI

XOJABAYEV ALISHER MAXMUDOVICH

QORAQALPOG‘ISTONDAGI XO‘JAKO‘L KONI GANCHI VA NOORGANIK XOMASHYOLARI ASOSIDA GIPSLI DEVORBOP MAHSULOT TARKIBLARINI ISHLAB CHIQISH

05.09.05- Qurilish materiallari va buyumlari
02.00.15- Silikat va qiyin eriydigan nometall materiallar texnologiyasi

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

Toshkent – 2026

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2023.4.PhD/T4325 raqam bilan ro‘yxatga olingan.

Dissertatsiya O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus, ingliz (rezyurne)), ilmiy kengashning veb-sahifasida (www.taqu.edu.uz) va “ZiyoNet’’ Axborot-ta’lim portaliga (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbarlar:	**Usmanov Xikmatula Lutpulayevich** texnika fanlari doktori, professor
	Kamilov Xabibilla Xamidovich texnika fanlari doktori, professor
Rasmiy opponentlar:	**Adinayev Xidir Abdullayevich** kimyo fanlari doktori, dotsent
	Shakirov Tuyg’unjon Turg’unovich texnika fanlari nomzodi, professor
Yetakchi tashkilot:	**Toshkent kimyo texnologiya ilmiy tadqiqot instituti**

Dissertatsiyasi himoyasi Toshkent arxitektura-qurilish universiteti huzuridagi DSc.03/2026.09.01.T.02.M raqamli ilmiy kengash asosidagi bir martalik ilmiy kengashning 2026-yil «25» mart soat 10:00 dagi majlisida bo‘lib o‘tadi. (Manzil: 100094, Toshkent sh., Yunusobod tumani Yangi shahar ko‘chasi, 9a-uy. 4 bino 5 qavat. Faollar zali). Tel.: +99855 508-02-56; faks: +99855 508-02-56, e-mail: devon@taqu.uz, taqi_atm@edu.uz).

Dissertatsiyasi bilan Toshkent arxitektura-qurilish universiteti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (№ 190 raqami bilan ro‘yxatga olingan). (Manzil: 100094, Toshkent sh., Yunusobod tumani, Yangi shaxar ko‘chasi 9a uy. Tel.: +99855 508-02-56; faks: +99855 508-02-56, e-mail: devon@taqu.uz, taqi_atm@edu.uz).

Dissertatsiya avtoreferati 2026 yil «11» mart kuni tarqatildi.
(2025-yil «09» dekabrdagi 61/2025 reestr bayonnomasi).

X.A. Akramov
Ilmiy darajalar beruvchi bir martalik ilmiy kengash raisi, t.f.d., professor

I.I. Siddiqov
Ilmiy darajalar beruvchi bir martalik ilmiy kengash ilmiy kotibi, t.f.d.,professor

N.X. Tolipov
Ilmiy darajalar beruvchi bir martalik ilmiy kengash qoshidagi ilmiy seminar raisi t.f.d., professor

KIRISH (Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda qurilish sanoatining jadal rivojlanishi, energiya resurslari narxi xamda ekologik talablarning keskin ortishi sababli mahalliy xom ashyo va turli ikkilamchi resurslardan asosida tayyorlangan devorbop materiallaridan foydalanish zarurati yuzaga kelmoqda. Bu borada, binolarning energiya samaradorligini oshirish, ishlab chiqarish xarajatlarining arzonlashish, shu jumladan turar-joy va sanoat binolarining tannarxini pasaytirish imkonini beruvchi konditsion bo‘lmagan mahalliy xom ashyo va sanoat chiqindilaridan foydalanib qurilish materiallarining yangi tarkiblarini ishlab chiqish, ularni ishlab chiqarishning energiya tejamkor texnologiyalarini yaratish, mavjudlarini takomillashtirish masalalariga alohida e’tibor qaratilmoqda.

Jahonda gips tarkibli qurilish materiallarini yangi turlarini ishlab chiqarishda foydalaniladigan xom ashyo turini tanlash, uning sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilash, shu bilan birga xom ashyoni mahalliylashtirishga qaratilgan ilmiy tadqiqotlar keng ko‘lamda olib borilmoqda. Bu borada konditsion bo‘lmagan maxalliy gil-gips aralashmalarini (ganch) boyitish, fizik-kimyyoviy, termik ishlov berish, turli mineral va organik qo‘shimchalar bilan modifikatsiyalash orqali yuqori texnologik xossalarga ega bo‘lgan qurilish materiallarining yangi tarkiblarini ishlab chiqish, ularning ekspluatatsion xossalarini boshqarish hamda ularni ishlab chiqarishning zamonaviy texnologiyalarini yaratishga yo‘naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bu borada, konditsion bo‘lmagan maxalliy ganchning fizik-kimyoviy, mineralogik, texnologik xossalarini aniqlash, undan foydalangan holda ishlab chiqilgan yangi turdagi gipsli devorbop materiallarining konstruktiv, texnik va ekspluatatsion xossalarini yaxshilash, shu bilan birga energiya va resurstejamkorlikni oshirish muhim ahamiyat kasb etadi.

Respublikamizning barcha xududlarida mavjud ijtimoiy-iqtisodiy, shu jumladan ishlab chiqarish va investitsiya salohiyatidan samarali foydalanish, tadbirkorlik faoliyatini rivojlantirish va yuqori qo‘shilgan qiymatga ega raqobatbardosh mahsulotlar ishlab chiqarishni rag‘batlantirish, qurilish materiallari ishlab chiqarish sanoati rivojlantirilish kabi bir qancha ishlar amalga oshirilib, muayyan yutuqlarga erishilmoqda. 2022-2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasida[1] qurilish materiallari hajmini 2 barobarga oshirish, noan’anaviy nometall xomashyo va ikkilamchi resurslarni jalb qilish orqali qurilish materiallari xomashyo bazasini kengaytirish, "Yashil iqtisodiyot" doirasida chiqindisiz texnologiyani ishlab chiqish va joriy etish kabi muhim vazifalar belgilangan. Bu borada, mazkur vazifalarni amalga oshirish, jumladan, Qoraqalpog‘iston Respublikasidagi «Xo‘jako‘l» konining ganchidan foydalanib mineral bog‘lovchilar va ular asosidagi devorbop qurilish materiallarini ishlab chiqarishga yo‘naltirilgan ilmiy-tadqiqotlar muhim ahamiyat kasb etadi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-son “2022-2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi, 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, 2022 yil 31 avgustdagi

[1] O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-son “2022 — 2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni.

PF-213-son «Qoraqalpog‘iston Respublikasida tadbirkorlik, innovatsion texnologiyalar va infratuzilmalarni jadal sur’atlarda rivojlantirish orqali aholi farovonligini oshirishning qo‘shimcha chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi Farmonlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me’yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishi ustuvor yo‘nalishlariga bog‘liqligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining II. «Energetika, energiya va resurstejamkorlik» va VII. «Kimyo texnologiyalari va nanotexnologiyalar» ustuvor yo‘nalishlari doirasida bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Gipsli devorbop qurilish materiallarini ishlab chiqarishda, chiqindilardan va ikkilamchi resurslardan foydalanish bo‘yicha nashr etilgan ilmiy tadqiqotlarda yetakchi xorijiy olimlar tomonidan gipsli devorbop materiallarning tarkibini ishlab chiqish bo‘yicha ishlari, natijalari, resurs va energiya tejamkor ishlab chiqarish texnologiyalari muhokama qilingan. Dunyoda gipsli bog‘lovchilar, ularni ishlab chiqarish uchun xomashyo, shuningdek, gipsli devorbop materiallarini ishlab chiqarishda sanoatning ikkilamchi resurslari va chiqindilaridan foydalanish bo‘yicha Budnikov P., Buryanov A.F., Ferronskaya A.V., Fisher H.B., Grajdankina N.S., Korovyakov V.F., Kutateladze K.S., Lukas A., Manjit Singh., Rosales J., Schidegger F., Stambulko V.I., Tkeshashvili V.G., Vasilik P.G., Voljenskiy A.V., Zorin S.P., Zubareva K.A. va boshqa yetakchi olimlar shug‘ullanganlar.

Respublikamizda ko‘p yillar davomida kompozitsion gipsli bog‘lovchilarning xossalarini o‘rganish bo‘yicha keng ko‘lamli fundamental va amaliy tadqiqotlar Ataqo‘ziyev T.A., Iskandarova M.I., Axmedov M.A., Talipov N.X., Kamilov X.X., Raximov R.Z., Usmanov X.L., To‘laganov A.A., Sattorov Z.M., Jukov A.D., Asamatdinov M.O., Madraximov A.M., Sharipov F.F., Turemuratov Sh.N. kabi yetakchi olimlar va boshqa tadqiqotchilar tomonidan muvaffaqiyatli olib borilgan.

Biroq, bugungi kunda gipsli bog‘lovchilar va ular asosida gipsli devorbop materiallar ishlab chiqarish uchun yangi mavjud noan’anaviy xomashyo komponentlarini izlash, shuningdek, ularning texnologik va fizik xossalarini aniqlash bo‘yicha bir qator hal qilinmagan masalalar mavjud. Bu esa mazkur yo‘nalishdagi ilmiy-tadqiqot ishlarini davom ettirish zaruratini keltirib chiqaradi.

Dissertatsiya tadqiqotining bajarilgan ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo institutining byudjet ilmiy-tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq “Qurilish va texnik maqsadlardagi funksional va silikat materiallarning energiya va resurs tejovchi tarkib va olish texnologiyalarini ishlab chiqish” (2020-2023yy.) mavzusidagi loyihasi doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi Qoraqalpog‘istondagi Xo‘jako‘l koni ganchi va noorganik xomashyolari asosida gipsli devorbop mahsulotining tarkibi va olish texnologiyasini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

ganch, ko‘pchitilgan vermikulit chiqindisi, fosfogips va metallurgiya shlak xomashyolarining kimyoviy, mineralogik va texnologik xossalarini aniqlash;

metallurgiya shlaklaridan modifikatsiyalovchi qo‘shimchalarni tanlash va modifikatsiyalangan fosfogipsning fizik-mexanik va texnologik xossalarini aniqlash;

ganchdan foydalangan holda gips bog‘lovchi moddalarning tajriba kompozitsiyalarini ishlab chiqish, fizik-mexanik va texnologik xossalarini aniqlash;

modifikatsiyalangan fosfogips va ganchdan foydalangan holda kompozit gipsli bog‘lovchi materialning tajriba tarkiblarini ishlab chiqish;

gipsli devorbop materialni tayyorlashda ganch, fosfogips va ko‘pchitilgan vermikulit chiqindisidan kompleks foydalanish va ishlab chiqilgan tarkiblari eksperimental namunalarining fizik-mexanik, texnologik va ekspluatatsion xossalarini aniqlash;

gipsli devorbop materiallarining tajriba namunalarini ishlab chiqarish sharoitida sinovdan o‘tkazish va ularni joriy etishdagi kutilayotgan iqtisodiy samaradorlikni aniqlash;

Tadqiqotning ob’ekti sifatida Qoraqalpog‘istonning Xo‘jako‘l koni ganchi, Tebinbuloq vermikuliti, “Ammofos-Maxam” fosfogipsi, “Olmaliq kon-metallurgiya kombinati” va "O‘zmetkombinat" metallurgiya shlaklari va ular asosida ishlab chiqilgan gipsli devorbop materiallarining tajriba namunalari olingan.

Tadqiqotning predmeti sifatida ganch, fosfogips, vermikulit chiqindisi va metallurgiya shlak asosida ishlab chiqilgan gipsli devorbop materialining maqbul tarkiblari, texnologik rejim parametrlari, fizik-kimyoviy, fizik-mexanik va texnologik xossalarini aniqlashdan iborat.

Tadqiqotning usullari.

Tadqiqotlar jarayonida dissertatsiya ishida zamonaviy fizik-kimyoviy tahlil usullari va gipsli devorbop materiali texnologiyasining an’anaviy usullari, shuningdek, fizik-mexanik va texnologik xossalari va sifat ko‘rsatkichlarini aniqlashning standart usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

Xo‘jako‘l koni ganchi va modifikatsiyalovchi mineral xomashyolarning kimyoviy va mineralogik tarkiblarini hisobga olgan holda ulardan gipsli devorbop materiallarini ishlab chiqarishda foydalanish imkoniyatlari aniqlangan;

metallurgiya shlaklari bilan fosfogips tarkibini modifikatsiyalash orqali undagi suvda eruvchan PO_4^{3-} ionini neytrallashtirishga erishilgan;

Xo‘jako‘l koni ganchiga 700 ℃ da termik ishlov berib, uning tarkibidagi giltuproqni faollashtirish va modifikatsiyalovchi qo‘shimchalar (5% ohak, 3% suyuq shisha)dan foydalanish hisobiga suv ta’siriga chidamli gipsli devorbop bloklar olishga erishilgan;

ganch va modifikatsiyalovchi qo‘shimchalardan foydalangan xolda suv ta’siriga chidamli gipsli devorbop bloklar ishlab chiqarishning texnologik parametrlari aniqlangan.

Tadqiqotning amaliy natijasi quyidagilardan iborat:

metallurgiya shlaklaridan foydalangan holda fosfogipsdan yuqori sifatli gips bog‘lovchisi olish usuli ishlab chiqilgan;

Qoraqalpog‘istondagi Xo‘jako‘l koni ganchi, fosfogips, shlak va vermikulit chiqindilaridan foydalangan holda gipsli devorbop materiallarning energiya va resurs tejamkor samarali tarkiblari ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi zamonaviy fizik-kimyoviy tadqiqot qurilmalaridan foydalanganligi, olingan natijalar, zamonaviy fizik-kimyoviy tahlil usullari, fizik-mexanik va texnologik sinovlarning amaldagi standart usullaridan foydalangan holda kompleks tadqiqotlar o‘tkazilganligi bilan asoslanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati, ishlab chiqilgan kompozitsiya asosidagi gipsli devorbop materiallarning fizik-mexanik va kimyoviy xossalari bo‘yicha olingan natijalarning tahlili, Qoraqalpog‘iston koni xomashyolari va sanoat chiqindilaridan foydalangan holda gipsli devorbop materiali olingan, uning kimyoviy, mineralogik tarkibi va texnologik xossalarini hisobga olgan holda hozirgi vaqtda mavjud ilmiy nazariyalar bilan asoslanganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqotning amaliy ahamiyati Qoraqalpog‘istonning noan’anaviy xomashyolari, ganch va vermikulit chiqindisi, fosfogips, metallurgiya shlaklari asosida, gipsli devorbop materialning yangi tarkibini ishlab chiqish, ularning texnologik va issiqlik izolyatsiya xossalarini aniqlash, shuningdek, sanoat korxanalar uchun ishlab chiqilgan yangi gipsli devorbop kompozitsiyalarni taklif qilish bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Qoraqalpog‘istondagi Xo‘jako‘l koni ganchi va noorganik xomashyolari asosida gipsli devorbop mahsulot tarkiblarini ishlab chiqish bo‘yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

ganch va modifikatsiyalovchi qo‘shimchalar asosidagi gipsli devorbop bloklarning tarkiblari "NUKUS PRESS BETON STROY" MChJda ishlab chiqarishga joriy qilingan (Qoraqalpog‘iston Respublikasi Qurilish va uy-joy kommunal xo‘jaligi vazirligining 2025-yil 4-dekabrdagi 03-07/01-4201-son ma’lumotnomasi). Natijada gipsli devorbop bloklarni ishlab chiqarish imkonini beradi;

ishlab chiqilgan gipsli devorbop namunalarining fizik-mexanik va texnologik xossalari QQDU KISL "Qurilish materiallari" sertifikatlangan laboratoriyasida sinovdan o‘tkazilgan (Qoraqalpog‘iston Respublikasi Qurilish va uy-joy kommunal xo‘jaligi vazirligining 2025-yil 4-dekabrdagi 03-07/01-4201-son ma’lumotnomasi). Natijada o‘rtacha zichligi 900 kg/m^3 va siqilishdagi mustahkamligi 6.3 MPa bo‘lgan gipsli devorbop bloklar ishlab chiqarishga erishilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha tadqiqot natijalari 3 ta xalqaro va 5 ta respublika ilmiy-amaliy konferensiyalarida muhokama etilgan.

Tadqiqot natijalarining e’lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha jami 15 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan, 7 tasi ilmiy maqola, shu jumladan SCOPUS bazasiga kiruvchi jurnallarda 1 ta, O‘zbekiston Respublikasi OAK tomonidan dissertatsiya asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 6 ta maqola, hamda 8 ta ma’ruza tezislari xalqaro va respublika ilmiy-amaliy konferensiyalarda nashr etilgan.

Dissertatsiyaning hajmi va tuzilishi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to‘rtta bob, xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan iborat bo‘lib, dissertatsiyaning hajmi 120 betdan iborat.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati asoslab berilgan, maqsad va vazifalar, shuningdek, tadqiqotning obyekt va predmeti ifodalangan bo‘lib, O‘zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalari taraqqiyotining ustivor yo‘nalishlariga mosligi keltirilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning ishonchliligi ilmiy asoslangan, natijalarning nazariy va amaliy ahamiyati keng yoritilgan,

tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy etish hamda chop etilgan ishlar va dissertatsiyaning tuzilishi bo‘yicha ma’lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **«Gips va gipsli xomashyolar bo‘yicha tadqiqotlarning hozirgi holati»** deb nomlangan birinchi bobida dissertatsiya mavzusi bo‘yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlarning har tomonlama tahliliy sharhi keltirilgan. Ta’kidlanishicha, hozirgi kunda butun dunyoda noan’anaviy materiallar - turli ishlab chiqarish chiqindilari va ikkilamchi xomashyo resurslari asosida yuqori texnologik xossalarga ega bo‘lgan gipsli devorbop materiallar va buyumlarning yangi turlarini ishlab chiqish bo‘yicha ilmiy-tadqiqot ishlari keng olib borilmoqda. Bu borada, noan’anaviy xomashyo komponentlaridan foydalanib olingan yangi turdagi devorbop materiallarning fizik-kimyoviy, mineralogik, texnologik xossalarini aniqlash, qurilish-texnik va ekspluatatsion xossalarini aniqlash bo‘yicha keng ko‘lamli ilmiy va amaliy tadqiqotlarga bag‘ishlangan ushbu sohadagi tadqiqotlarga alohida e’tibor berilmoqda. Devorbop materiallar ishlab chiqarishda ikkilamchi resurslar va sanoat chiqindilaridan foydalanishga bag‘ishlangan mahalliy va xorijiy tadqiqotchilarning ishlari natijalari keltirilgan. Mavjud ma’lumotlarning tanqidiy tahlilidan kelib chiqib, dissertant tomonidan olib borilayotgan tadqiqotning maqsad va vazifalari shakllantirilgan.

Dissertatsiyaning **«Xomashyo komponentlarini fizik-kimyoviy tahlili va gipsli devorbop mahsulotlarni fizik-mexanik xossalarini tadqiq etish usullari »** deb nomlangan **ikkinchi bobida** boshlang‘ich xomashyo komponentlari va ishlab chiqarish chiqindilarini tadqiq qilishning zamonaviy fizik-kimyoviy, klassik va umumqabul qilingan standart usullari, shuningdek, gipsli devor materiallarining ishlab chiqilgan tajriba namunalari tavsiflangan.

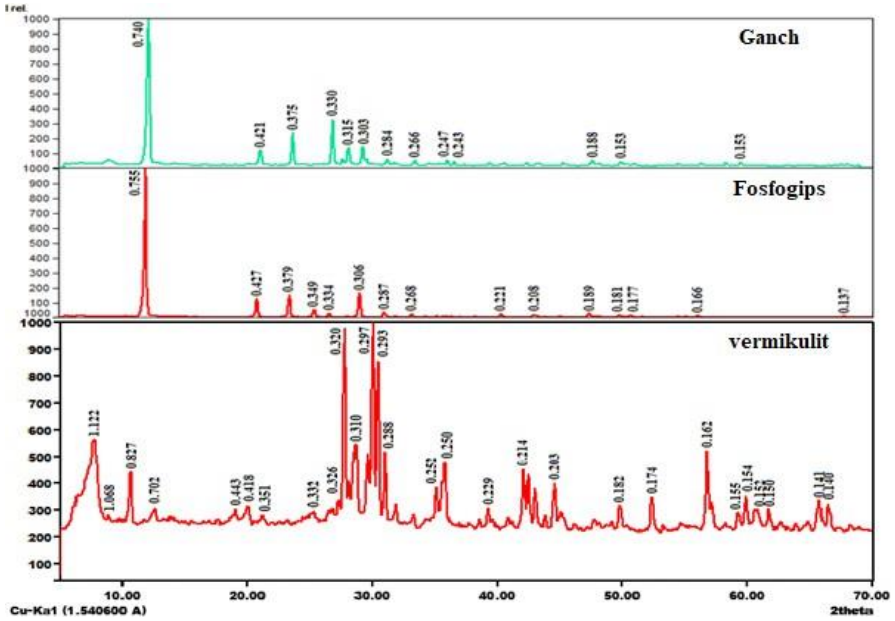
«Qoraqalpog‘istondagi Xo‘jako‘l koni ganchi va noorganik xomashyolardan foydalangan holda gipsli devorbop mahsulot tarkiblarini ishlab chiqish» deb nomlangan dissertatsiyaning uchinchi bobida Qoraqalpog‘iston Respublikasidagi mavjud ganch va noorganik xomashyo resurslarining xossalari hamda istiqbolliligi to‘g‘risida ma’lumotlar keltirilgan.Gipsli devorbop mahsulot olishda xomashyo aralashmasini ishlab chiqish uchun asosiy komponent sifatida, Xo‘jako‘l koni ganchi va Tebinbuloq vermikulit chiqidisi, “Ammofos-Maxam” AJning fosfogipsi, OKMK va “O‘zmetkombinat” metallurgiya shlaklaridan foydalanilgan, hamda ularning kimyoviy tahlil natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

1-Jadval

Foydalanilgan xomashyo materiallarining kimyoviy tarkiblari

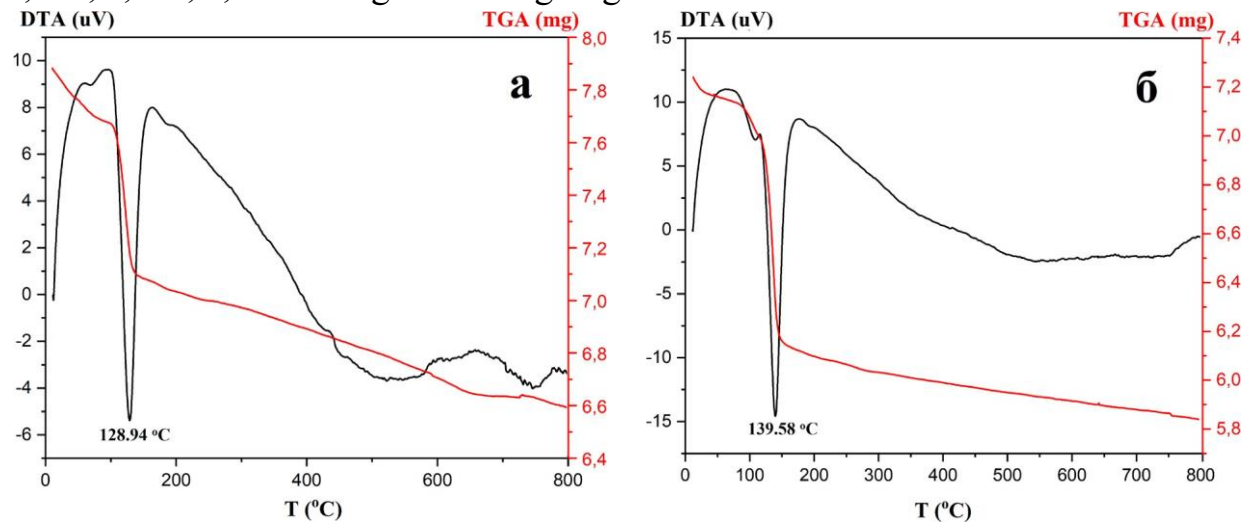
Xomashyo nomi	Oksidlar miqdori, mas. %								
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	R_2O	SO_3	P_2O_5	K.Y.
Ganch	37,02	5,19	2,61	16,16	2,40	1,10	18,22	-	16,43
Fosfogips	10,33	0,52	0,13	33,34	0,44	0,08	45,41	1,45	7,74
Vermikulit chiqindisi	46,65	5,99	8,46	18,56	15,3	1,52	0,06	-	2,43
OKMK shlaki	34,31	6,85	51,55	3,04	1,8	1,3	0,01	-	-
“O‘zmetkombinat” shlaki	20,11	7,25	28,39	34,87	8,25	0,3	0,60	-	1,36

Tadqiq etilayotgan Xo‘jako‘l koni ganchi, Tebinbuloq koni vermikulit chiqindilari va «Ammofos-Maksam» AJning fosfogips namunalarining mineralogik tarkibi rentgenofazaviy tahlil usuli yordamida aniqlangan (1-rasm).



1-Rasm. Tadqiq etilayotgan xomashyo komponentlarining rentgenogrammalari

Xo‘jako‘l koni ganchining difraktogrammasida asosiy difraksion maksimum chiziqlari d=0,740; 0,421; 0,303; 0,284; 0,266; 0,247; 0,243; 0,188 va 0,153 nm ga teng bo‘lib, ikki molekulali suvli gips minerallarga, shuningdek gilli minerallarga d= 0,763; 0,375; 0,321; va 0,330; 0,315; kvarsga minerallarga to‘g‘ri keladi. O‘rganilgan namunalarning rentgenfazali tahlili natijalar shuni ko‘rsatdiki, ularning kimyoviy va mineralogik tarkibi an'anaviy gipsli jinslarga o‘xshash bo‘lib, asosan ikki molekulali suvli gips minerallari, gilli minerallar, shuningdek, kvarsdan minerallaridan tashkil topgan. Fosfogipsning difraktogrammasida (3.5-rasm.), asosiy difraksion maksimum chiziqlari d= 0,755; 0,379; 0,370; 0,287 va 0,189 nm, ikki molekulali suvli gips minerallarga mos keladi, shuningdek, 0,334; 0,221; va 0,181, kvars minerallarga to‘g‘ri keladi. Ko‘pchitilgan vermikulit chiqindisining difraktogrammasi tahlili asosiy difraksion maksimum chiziqlari d = 0,418; 0,320; 0,297; 0,293; 0,288; 0,252; 0,250; 0,214; 0,203; 0,162;0,141; 0,140 nm diopsit mineraliga tegishli va d = 1,122; 0,827; 0,702; 0,443; 0,351 sepiolitga mineraliga to‘g‘ri keladi, shuningdek d=0,332; 0,212; 0,154; 0,152; 0,182 kvarsga mineraliga tegishli.



2-Rasm. Xomashyo namunalarining DTAva TGA egri chiziqlari

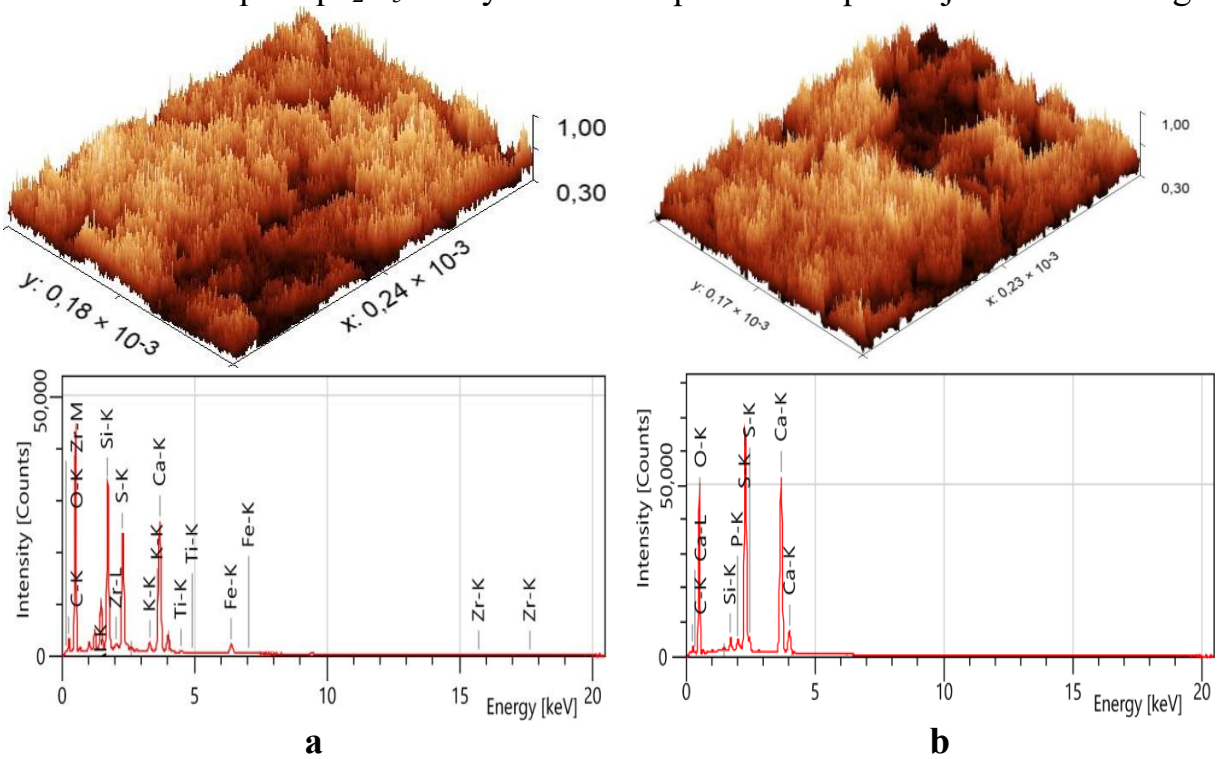
a) ganch b) fosfogips

Xo‘jako‘l koni ganchi (2-rasm, *a*) va fosfogips (2-rasm, *b*) xomashyolarning differensial-termik tahlili natijalari keltirilgan bo‘lib, 120-200 ^{o}C harorat oralig‘ida ikki molikulalai suvli gipsning suvsizlanishining sezilarli ikki tomonlama endo-effektlarini ko‘rsatadi, bu esa o‘rganilayotgan namunaning vazn yo‘qotishi bilan birga keladi. 120-200 ^{o}C da yarim gidratli kalsiy sulfat hosil bo‘ladi.

Xo‘jako‘l koni ganchi (3-rasm, *a*) va fosfogips (3-rasm, *b*) namunalarining rastrli elektron mikroskop natijalari hamda ularning 3D tizimidagi tasvirlari dastlabki namunaning tuzilishida asosan ikki molekulali suvli gips minerallarining nisbatan bir xil aralashmasi, shuningdek, kam miqdorda gilli birikmalar va kvars qo‘shimchalari mavjudligini ko‘rsatdi.

Tadqiq qilinayotgan ganch namunasida ikki molekulali $CaSO_4$ H_2O, kristallaridan tashqari, gilgipslariga xos bo‘lgan gilli birikmalarning agregatlangan hududlari mavjud. Fosfogips namunasining petrografik tahlili ko‘rinib turibdiki, fosfogips namunasida ikki molekulali suvli gips kristallaridan tashqari, kvars, parchalanmagan fosforit ($Ca_3(PO_4)_2$) va suvda eruvchan fosfor tuzlari borligi aniqlandi.

O‘zbekiston iqtisodiyotini barqaror rivojlantirish strategiyasi tadqiqotchilar oldiga turli sanoat chiqindilarini qayta ishlash va utilizatsiya qilish orqali silikat qurilish materiallarining xomashyo bazasini kengaytirish bo‘yicha dolzarb vazifalarni qo‘ymoqda. Shulardan biri bo‘lgan fosfogipsni utilizatsiya qilish masalasiga respublikamiz olimlari va dunyoning yetakchi tadqiqotchilarining ishlari bag‘ishlangan. Biroq, hozirgi vaqtda u asosan klinkerni kuydirish uchun mineralizator sifatida, tabiiy gips, shuningdek, quruq aralashmalar ishlab chiqarishda qo‘llanilmoqda. Ko‘plab tadqiqotchilar fosfogips tarkibidagi, salbiy ta’sir etuvchi, suvda eruvchan qoldiq P_2O_5 ni neytrallash maqsadida bir qator tajribalar o‘tkazilgan.



a **b**

3-Rasm. Xo‘jako‘l koni ganchi (a) va fosfogips (b) namunalarining elektron mikroskop rasmi va element tahlili spektri

Ushbu dissertatsiya ishida metallurgiya shlaklaridagi Fe^{+2} va Fe^{+3} inolari ta’sirida suvda eruvchan P_2O_5 qoldiqni cho‘kma xolatga o’tkazish orqali uning salbiy ta’sirini

yo‘qotishga xarakat qildik. Buning uchun fosfogipsga metallurgiya shlaklarini turli nisbatda qo‘shib uning fizik-mexanik xossalarini va salbiy ta’sir etuvchi P_2O_5 miqdorini aniqladik. Natijada (2-jadval) xatto 1-5 % shlak qo‘shilishi fosfogipsning qotish muddatini va namunaning mustahkamligiga olib kelishi aniqlandi.

2-Jadval

Fosfogipsning xossalariga OKMK shlakining ta‘siri

Namu-nalar nomi	Xomashyolarning massa ulushi, %		Qotish muddati, min. sekund		Mustahkamlik chegarasi, MPa, namunalar 3x3x3sm	Xomashyoning massa ulushi, %, PO_4^{3-}
	Fosfo-gips	Shlak OKMK	bosh.shi	tugashi		
FShO-0	100	0	60,15	180,24	2,97	1,07
FShO-1	99	1	18,05	58,40	3,70	0,71
FShO-2	98	2	8,10	39,30	4,80	0,40
FShO-3	97	3	7,00	28,00	5,10	0,34
FShO-4	96	4	6,50	26,30	5,40	0,32
FShO-5	95	5	5,10	23,55	5,90	0,30
FShO-6	90	10	4,50	22,35	6,80	0,26
FShO-7	85	15	4,20	20,15	7,42	0,18
FShO-8	80	20	3,55	18,10	9,13	0,17
FShO-9	75	25	3,00	15,00	10,49	0,14

Ko‘rinib turibdiki, fosfogipsdagi suvda eruvchan P_2O_5 ni Fe_2O_3 va FeO ionlari yordamida neytrallash kimyoviy reaksiyalar bilan bog‘liq bo‘lgan bir necha bosqichlarni o‘z ichiga oladi. P_2O_5 (fosfor angidridi) - bu suvda eriydigan shaklda fosfat ionlarini (PO_4^{3-}) hosil qila oladigan fosfor oksidi. Fe_2O_3 suvda kam eriydigan birikma bo‘lsa-da, fosfor angidrid ioni ishtirokida sodir bo‘lishi mumkin bo‘lgan reaksiyalar uchun temir manbai bo‘lishi mumkin Reaksiya natijasi shuni ko‘rsatadiki, P_2O^{3+} ionining suvda erishi natijasida hosil bo‘lgan ortofosfat kislotasining temir oksidi bilan o‘zaro ta’siri natijasida suvda erimaydigan cho‘kma hosil bo‘ladi.

Shunday qilib, fosfogipsdagi suvda eruvchan PO_4^{3-} ni Fe^{2+} va Fe^{3+} ionlarni yordamida neytrallash nafaqat qurilish materiallari sifatini yaxshilash, balki fosfogipsni utilizatsiya qilish bilan bog‘liq ekologik muammolarni hal qilish imkonini beradigan istiqbolli usul hisoblanadi.

Ma’lumki, ganch xomashyosidan olingan buyumlari past mustahkamlik xossalariga ega. Xo‘jako‘l koni ganchining fizik-mexanik xossalarini yaxshilash uchun avval o‘tkazilgan tadqiqotlarni hisobga olgan holda, biz ganchga harxil miqdorda shlaklar bilan modifikatsiyalangan fosfogipsni qo‘shgan holda kompozitsiya tarkiblarini ganch-fosfogips (GF) tayyorladik. Ganch (GG) va modifikatsiyalangan fosfogips (MFG) asosidagi 185-200 ^oC haroratda suvsizlantirilgan gips bog‘lovchisining fizik-mexanik xossalarini tekshirish uchun bir qator kompozitsiyalar tayyorlandi va sinovdan o‘tkazildi. Standart quyuqlikdagi eksperimental ganch namunalarining egilish va siqilishdagi mustahkamlik sinovlari GOST 23789-2018 bo‘yicha 3x3x3 va 40x40x160 mm o‘lchamli namunalarda doimiy og‘irlikkacha quritilgandan so‘ng aniqlandi. (3-jadval).

Sinov natijalaridan ko‘rinib turibdiki (3-jadval), toza ganch (GG) asosidagi namunalar mos ravishda egilishga va siqilishga past mustahkamlikni ko‘rsatadi, ya’ni 1,4 va 4,1 MPa. Biroq, hatto 5% modifikatsiyalangan fosfogips qo‘shilishi

namunalarning mustahkamligini sezilarli darajada 5,2 MPa gacha oshiradi, bu G-5 markasiga to‘g‘ri keladi. MFG qo‘shimchasi miqdorini 10 va 20% gacha oshirish tajriba namunalarining mustahkamligini mos ravishda 5,9 va 6,3 MPa gacha oshiradi.

3-Jadval

Ganchning fizik-mexanik xossalariga modifikatsiyalangan fosfogipsni ta‘siri

Namu-nalar nomi	Tarkiblar, mas. %		Qotish vaqti. min.sik		Namunalarning mustahkamligi, MPa, (doimiy og‘irlikkacha quritilgan)		O‘rtacha zichlik, ρ g/sm^3
	Ganch (GG)	Modifikat-siyalangan fosfogips	Bosh-lanishi	Tuga-shi	egilish	siqilish	
GG	100	0	3,5	6,0	1,4	4,1	1,101
MFG	0	100	5,20	23,55	3,9	5,9	1,089
GF-1	95	5	4,3	19,0	2,5	5,2	1,068
GF-2	**90**	**10**	**3,4**	**17,0**	**3,8**	**5,9**	1,057
GF-3	**80**	**20**	**2,5**	**16,2**	**3,9**	**6,3**	1,055
GF-4	70	30	2,2	16,0	3,9	7,0	1,053
GF-5	60	40	2,0	15,3	4,2	9,4	1,051
GF-6	50	50	1,9	15,0	5,0	10,1	1,048

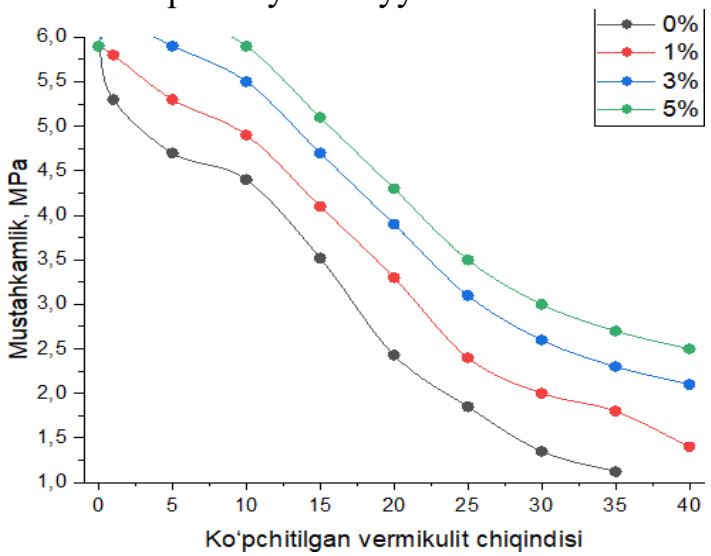
So‘nggi yillarda uy-joy majmuasi qurilishida ko‘plab tadqiqotchilarning e’tibori binolar ichida qulay sharoitlarni uzoq vaqt saqlashga qaratilgan bo‘lib, bu ularning maqbul issiqlik ximoyalovchi va devorbop materiallarning sifati bilan chambarchas bog‘liq. Shuning uchun bu yo‘nalishda ushbu turdagi materiallar tannarxni pasaytirishi, ishlab chiqarilayotgan issiqlik ximoyalovchi materiallarning mexanik, issiqlik xossalarini yaxshilashi, shuningdek, konstruksiyaga tushadigan yukni va ekologik muammolarni kamaytirishi mumkin. Ushbu muammolarni hal qilish uchun vermikulit ko‘pchitish jarayonida xosil buladigan mayda chiqindidan foydalandik. Laboratoriya sinovlarini o‘tkazish uchun 180-200^{o}C haroratda termik ishlov berilgan ganch va shlak bilan modifikatsiyalangan fosfogips, ko‘pchitilgan vermikulit chiqindisi (GFVSh) asosida turli nisbatlarda tarkiblar tayyorlandi. (4-jadval).

4-Jadval

Gipsli devorbop kompozitsiyasining fizik-mexanik xossalariga 3% suyuq shishaning ta‘siri ko‘rsatkichlari

Tarkibi	Tarkibi, massa %		Fizik-mexanik xossalari		
	Ganch +mod. FG	Vermikulit chiqindisi	Mustahkam-lik, MPa	O‘rtacha zichlik, ρ, g/sm^3	Issiqlik o‘tkazuv-chanlik koeffit-sienti λ, Vt/(m·°C)
GFVSh-1	100	0	5,9	1,057	0,241
GFVSh -2	99	1	6,2	1,047	0,212
GFVSh -3	97	3	5,9	0,944	0,198
GFVSh -4	90	10	5,5	0,893	0,176
GFVSh -5	**85**	**15**	**5,2**	**0,865**	**0,167**
GFVSh -6	80	20	3,9	0,835	0,142
GFVSh -7	85	25	3,1	0,780	0,121
GFVSh -8	70	30	2,6	0,610	0,117
GFVSh -9	65	35	2,3	0,560	0,101
GFVSh -10	60	40	2,1	0,530	0,092

Vermikulit chiqindisi qo‘shimchasining miqdorini oshirish issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyentlarini pasaytirsa-da, sinovdan o‘tkazilgan namunalarning mustahkamlik xossalarining sezilarli darajada pasayishi ham kuzatildi. Buning uchun o‘rganilayotgan gipsli devorbop kompozitsiyasining fizik-mexanik xossalarini oshirish uchun kompozitsiyaning quruq massasidan gipsli devorbop kompozitsiyasining aralashtiruvchi suviga 1 dan 5% gacha suyuq shisha qo‘shib kompozitsiyalar tayyorlanib sinovdan o‘tkazildi (4-rasm).



4-Rasm. Gipsli devorbop kompozitsiyasining mustahkamligiga ko‘pchitilgan vermikulit chiqindisi va suyuq shishaning ta‘siri

Tajribaviy statistik modellashtirish usulida gipsli devorbop blok komponentlari bog‘liqligini matematik modeli. Tajribalarni rejalashtirishning matematik usuli yordamida berilgan markadagi gipsli devorbop bloklarni olishda foydalaniladigan materiallar miqdorini optimallashtirish amalga oshirildi.

5-jadval

Komponentlarni o‘zgartirish chegaralari

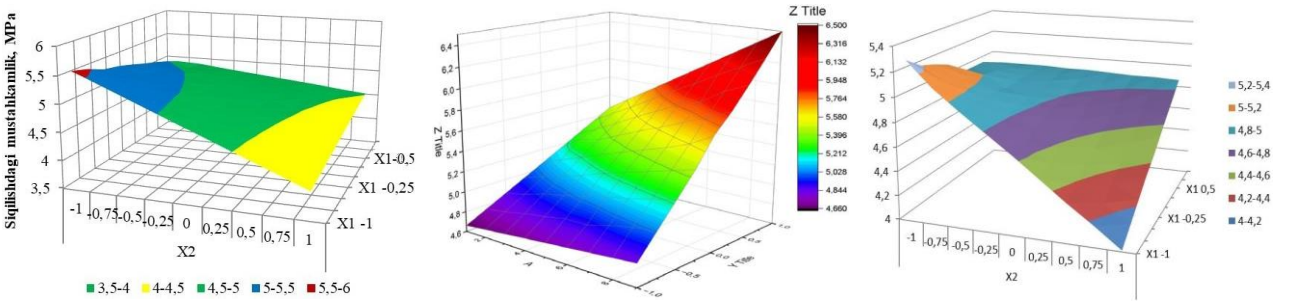
Omillar	O‘zgartirish chegaralari			O‘zgartirish intervali
	-1	0	1	
Fosfogips, X_1	5	10	15	5
Vermikulit chiqindisi, X_2	10	15	20	5
Suyuq shisha, X_3	0,5	1	1,5	0,5

Foydalanilgan materiallar. Bog‘lovchi – ganch va fosfogips; to‘ldiruvchi vermikulit chiqindisi; qo‘shimcha – suyuq shisha. Gipsli devorbop bloklarni tayyorlashning asosiy texnologik faktorlari sifatida 1 m^3 gipsli devorbop bloklarga ishlatiladigan fosfogips, kg (X_1); vermikulit chiqindisi, kg (X_2); va suyuq shisha, kg (X_3) miqdorlari belgilab olindi. Har bir tashkil etuvchilar uchun o‘zgartirish darajasi 5-jadvalda va 5-rasmda keltirilgan.

Gipsli devorbop bloklarning matematik modeli to‘liq faktorli ikkinchi darajali 3 o‘zgaruvchan ortogonal reja shaklida tayyorlab olindi. Optimallashtirish parametrlarini natijasi sifatida gipsli devorbop bloklarning mustahkamligi, MPa ($R_{сж}$) tanlab olindi.

Ahamiyatsiz koeffitsiyentlar ajratilgandan so‘ng, gipsli devor bloklarining siqilishdagi mustahkamligi formulasi 3D tizimida quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$R_{сж} = 4.761 + 0.126X_1 - 0.324X_2 + 0.296X_1X_2 + 0.166X_1X_3 + 0.181X_2X_3$$



5-rasm. Komponentlarni o‘zgartirish chegaralari 3D tizimda

Past pishirilgan gipsning siqilishdagi mustahkamlik chegarasiga komponent tarkibining ta’sirini miqdoriy baholash maqsadida tajribani rejalashtirish usullari asosida matematik modellashtirish amalga oshirildi. O‘zgaruvchan omillar sifatida quyidagilar qabul qilindi: fosfogips (X_1), vermikulit chiqindisi (X_2) va suyuq shisha (X_3). Omillar kodlangan holda qo‘llanildi, bu esa regressiya koeffitsiyentlarining taqqoslanuvchanligini va statistik tahlilning to‘g‘riligini ta’minladi.

Eksperimental ma’lumotlarni qayta ishlash va statistik ahamiyatsiz koeffitsiyentlarni ajratish natijasida quyidagi regressiya tenglamasi olindi:

$$RR_{сж} = 4.761 + 0.126XX_1 - 0.324XX_2 + 0.296XX_1XX_2 + 0.166XX_1XX_3 + 0.181XX_2XX_3,$$

Tenglamada uchta statistik jihatdan ahamiyatli juft o‘zaro ta’sirlarning mavjudligi material tuzilishining shakllanishining yaqqol sinergetik xossaini ko‘rsatadi.

Dissertatsiyaning **«Gipsli devorbop buyumlarining maqbul tarkibi, xossalari va ishlab chiqarish sharoitida sinovdan o‘tkazish. Kutilayotgan iqtisodiy samaradorlikni hisoblash»** deb nomlangan dissertatsiyaning **to‘rtinchi bobida** tarkiblarni, texnologik rejimlarni maqbullashtirish va gipsli devorbop ishlab chiqarish texnologiyasini yaratish natijalari, “ganch – fosofogips – shlak” va “ganch – fosofogips – shlak – vermikulit chiqindisi” kompozitsiyalari asosida gipsli devorbop buyumlar tarkiblari va ularni olish texnologiyalari asosidagi boshlang‘ich komponentlar konsentratsiyasi va termik ishlov berish rejimlariga bog‘liq ravishda ishlab chiqilgan tarkiblarni tajriba ishlab chiqarish sinovi yo‘li bilan aprobatsiyadan o‘tkazish natijalari keltirilgan. Foydalanilgan boshlang‘ich materiallar Qoraqalpog‘istonning bemalol foydalaniladigan, arzon va istiqbolli xomashyo resurslari hisoblanadi. Laboratoriya sinovlarini o‘tkazish uchun turli hararatlarda termik ishlov berib tayyorlangan ganch tarkibiga, 10% modifikatsiyalangan fosfogips, 5% ohak, 3% suyuq shishaning suvli eritmasi asosida turli nisbatlarda tarkiblar tayyorlandi (6-jadval).

6-Jadval

Ganch xomashyosiga 120-minut davomida turli hararatlarda termik ishlov berib namunalarining mustahkamlik

Haro-rat, °C	Qotish vaqti, min		Namunalarning mustahkamligi, MPa						O‘rtacha zichlik, kg/m^3
	boshla-nishi	tugashi	7 sutka		14 sutka		28 sutka		
			egi-lish	siqi-lish	egi-lish	siqi-lish	egi-lish	siqi-lish	
600	38 min	62 min	1,4	2,6	3,1	5,9	4,7	7,5	1484
700	45 min	78 min	1,2	2,4	2,6	5,4	4,2	7,3	1486
800	51 min	83 min	1,0	2,2	2,5	5,1	4,1	7,2	1488

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki (6-jadval), 600 va 800 °C namunalariga nisbatan, 700 °C namunalarining egilishga va siqilishga mustahkamligi quyidagi natijalarni

ko‘rsatdi, 24-sutkada namunalarning egilishga mustahkamligi – 4.2 MPa va siqilishga mustahkamligi – 7.3 MPa ga yuqori mustahkamlikka ega ekanligi aniqlandi.

Gipsli devorbop blok namunalarining egilishga va siqilishga mustahkamlik sinovi GOST 23789-2018, GOST 6428-2018 va GOST 10180-2012 talablari bo‘yicha tadqiqot-sinovlari o‘tkazildi. Xo‘jako‘l koni ganchi, modifikatsiyalangan fosfogips, ko‘pchitilgan vermikulit chiqindisi va suyuq shisha suvli eritmasidan tayyorlangan gipsli devorbop blok qorishmasini 40×40×160 mm o‘lchamdagi qoliplarga quyilgan gipsli devorbop blok namunalarining egilishga va siqilishga mustahkamligini aniqlash uchun muayyan tarkiblarda tayyorlangan 3 ta standart namunalarni sinash natijasida aniqlanadi.

Keltirilgan tarkiblardan kelib chiqib, namunalar tanlab olinib, ularni fizik-mexanik xossalari o‘rganilib quyidagi 6-rasm va 7-jadvalda keltirilgan.

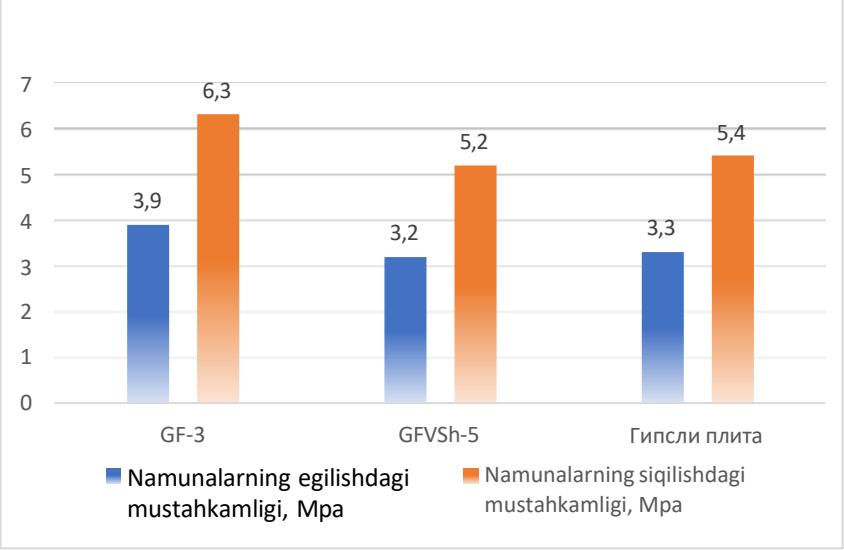
7-Jadval

Gipsli devorbop blok namunalarning egilishdagi va siqilishdagi mustahkamligini aniqlash bo‘yicha tajriba-sinov natijalari

T/r	Namunalar nomi	Mustahkamligi, MPa		O‘rtacha zichlik, kg/m^3
		egilishdagi	siqilishdagi	
1	GF-3	3,9	6,3	1055
2	GFVSh-5	3,2	5,2	865
3	GFISh-2, 700 ºC	4,2	7,3	1486
4	Tabiiy gipsli blok	3,3	5,4	1100
5	**GOST 6428-2018**	**1,7-4,0**	**≥5**	**600-1500**

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, gipsli devorbop bloklar tarkibiga modifikatsiyalangan fosfogips va suyuq shisha suvli eritmasi kiritilishi namunalarning strukturaviy xossalari egilishga va siqilishga mustahkamligini oshirishga katta hissa qo‘shdi.

Tabiiy gipsli bog‘lovchi blok namunalariga nisbatan, gipsli devorbop blok namunalarining egilishga va siqilishga mustahkamligi quyidagi natijalarni ko‘rsatdi, doimiy og‘irligiga ega bo‘lguncha quritilib namunalarning egilishga mustahkamligi - 18% va siqilishga mustahkamligi – 15% ga oshgan. Strukturaviy va issiqlik izolyatsiyalovchi gipsli plitalarga nisbatan gipsli devorbop bloklarning mustahkamligi o‘rtacha 15% yuqori mustahkamlikka ega ekanligi aniqlandi.



6-Rasm. Namunalarning egilish va siqilishdagi mustahkamligining fizik-mexanik sinovlar natijalari diagrammasi MPa

Ma’lumki, gipsli devorbop materiallar uchun suvda yumshash koeffitsiyenti muhim ahamiyatga ega. Tajriba namunalarining suvda yumshash koeffitsiyentini aniqlash uchun ishlab chiqilgan maqbul tarkiblarni 8-jadval 40x40x460 mm o‘lchamdagi namunalar shakllantirildi va suvga solish bilan aniqlandi.

Tabiiy gipsli blok namunasining suvda yumshash koeffitsienti 0,511 tashkil qildi (8-jadval), GF-3 namunasining suvda yumshash koeffitsienti 0,461 tashkil qildi. GFVSh-5 namunasining suvda yumshash koeffitsienti 0,634 tashkil qildi. GFISh-2 namunasining suvda yumshash koeffitsienti 0,849 tashkil qildi. GFVSh-5 namunasiga nisbatan tabiiy gipsli blok namunalarining suvda yumshash koeffitsienti o‘rtacha 0,123 yuqori ekanligi aniqlandi va GF-3 namunasidan suvda yumshash koeffitsienti o‘rtacha 0,05 kam ekanligi aniqlandi. GFISh-2 namunasiga nisbatan tabiiy gipsli blok namunalarining suvda yumshash koeffitsienti o‘rtacha 0,338 yuqori ekanligi aniqlandi.

8-Jadval

Namunalarni suvda yumshash koeffitsienti aniqlash natijalari

T/r	Namunalar nomi	Suvda turgan namunalar-ning mustahkamligi, MPa	Quruq namunalarning mustahkamligi, MPa	Yumshash koeffitsienti
1	GF-3	2,91	6,3	0.461
2	GFVSh-5	3,3	5,2	0.634
3	GFISh-2	6,2	7,3	0.849
4	Tabiiy gipsli blok	2,76	5,4	0,511
5	GOST 6428-2018			0,2-0,9

Namunalarning issiqlik o‘tkazuvchanligi GOST 7076-99 standarti talablariga muvofiq aniqlandi. Gipsli devorbop blok namunalarining issiqlik o‘tkazuvchanligi bo‘yicha olingan natijalar ushbu ko‘rsatkich belgilangan me’yoriy qiymatga nisbatan 22–29 % ga yaxshilanganligini ko‘rsatdi (9-jadval).

Gipsli devorbop bloklarni loyihalash bosqichida teplofizik xossalarga ega yangi turdagi yengil blok buyumlarini yaratish muammosini hal qilish, jumladan gipsli devorbop blok buyumlarining issiqlik o‘tkazuvchanligini pasaytirish va buyumlarning issiqlik o‘tkazuvchanligini belgilashning ishonchli usullarini ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega.

9-Jadval

Namunalarning issiqlik o‘tkazuvchanlik tajriba-sinov natijalari

T/r	Namunalar nomi	O‘rtacha zich-ligi, P_o, kg/m^3	Issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsienti (λ), Vt/(m·K)	Termal qarshi-ligi, m^2·K/W
1	GF-3	1055	0.241	0,44021
2	GFVSh -5	865	0.167	0,45085
3	GFISh -2	1486	0,326	0,45091
4	Tabiiy gipsli bog‘lovchi blok	1100	0,23	0,45023
5	GOST 6428-2018	600-1500	0,15-0,57	-

Tabiiy gipsli blok issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsientiga nisbatan gipsli devorbop blokning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsienti 0,047 Vt/(m·K) yoki 29% issiqlik o‘tkazuvchanligi koeffitsienti pastligi aniqlandi. Gipsli devorbop blok namunalarining issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsientlari QMQ 2.01.04-18 qurilish qoidalariga to‘liq mos keladi degan xulosaga kelishimiz mumkin.

Gipsli devorbop blok uchun bir qator istiqbolli tarkiblar loyihalashtirildi va ishlab chiqildi, hamda ularning fizik-mexanik hususiyatlari tadqiq etildi. Bundan tashqari, laboratoriya tadqiqotidan va ishlab chiqarish sinovidan olingan natijalar asosida gipsli devorbop blok olishning texnologik rejimlari ishlab chiqildi.

Laboratoriya sharoitida tayyorlangan gipsli devorbop material namunalari me'yoriy hujjatlar talabi asosida dastlab QQDU KISL "Qurilish materiallari" laboratoriyasida sinovdan o'tkazilgan. Tanlab olingan maqbul tarkiblar asosida sanoat-tajriba sinovlari esa "NUKUS PRESS BETON STROY" MCHJ da olib borilgan.

Sinovning texnologik jarayoni quyidagicha amalga oshirildi: xomashyo komponentlari massa dozatorlariga, so'ngra kurakli aralashtirgich bunkeriga berildi, u yerda suyuq shisha qo'shilgan kerakli miqdordagi suv berildi. Aralashtirilgandan so'ng, tayyor aralashma blok qoliplarga quyildi. 2 soatdan so'ng qoliplardan olinadi va namunalar 40-50°C haroratda ushlab turiladigan rolikli tunnel quritish agregatiga o'tkazildi. Agregatda namunalar metall roliklarda sekin harakatlanish yo'li bilan 60 daqiqa davomida quritildi, so'ngra quritilgan namunalar tayyor mahsulot omboriga o'tkazildi. Sinov natijalari (10-jadval) tajriba namunalarining mustahkamlik xossalari G-5 markali gipsning mustahkamlik xossalariga mos kelishini ko'rsatdi.

Tajriba namunalarining fizik-mexanik xossalari (10-jadval) GOST 125-2018 va 23789-2018 bo'yicha sinovdan o'tkazildi va issiqlik-texnik xossalari GOST 7076-2018 bo'yicha sinovdan o'tkazildi (11-jadval).

10- Jadval

Gipsli devorbop bloklarning fizik-mexanik sinovlari natijalari

№	Kompozitsiyalar	Fizik-mexanik xossalari	
		Mustahkamlik, MPa	o'rtacha zichlik, ρ g/sm^3
1	(Ganch + modifikatsiyalangan fosfogips) 95% +vermikulit chiqindisi 5%	5,9	0,944
2	(Ganch + modifikatsiyalangan fosfogips)90%+vermikulit chiqindisi 10%	5,5	0,893
3	(Ganch + modifikatsiyalangan fosfogips)85%+vermikulit chiqindisi 15%	5,2	0,865

11- Jadval

Gipsli devorbop bloklarini sinovdan o'tkazishdan olingan namunalarning issiqlik xossalari

№	Kompozitsiyalar	Fizik-mexanik xossalari	
		issiqlik o'tkazuv-chanlik koeffitsiyenti, Δ/λ Vt/(m·K)	o'rtacha zichligi, ρ g/sm^3
1	(Ganich + modifikatsiyalangan fosfogips)95% +vermikulit chiqindisi 5%	0,198	0,944
2	(Ganch + modifikatsiyalangan fosfogips)90%+vermikulit chiqindisi 10%	0,176	0,893
3	(Ganch + modifikatsiyalangan fosfogips)85%+vermikulit chiqindisi 15%	0,167	0,865

Sinov namunalarining issiqlik o‘tkazuvchanligi "Interpribor" NPP tomonidan ishlab chiqarilgan ITS-1 «150» issiqlik o‘tkazuvchanlikni o‘lchagichi yordamida aniqlandi. Qurilma GOST 7076-99 ga muvofiq barqaror issiqlik oqimi usuli bilan qurilish va issiqlik izolyatsiya materiallarining issiqlik o‘tkazuvchanligi va issiqlik qarshiligini o‘lchash uchun mo‘ljallangan. Sinov namunalaridan balandligi 20 mm va tomoni qurilmaning ishchi yuzalari tomoniga teng bo‘lgan 150 x 150 mm o‘lchamdagi to‘g‘ri burchakli kvadratlar kesib olindi. 1 va 2 namunalar qurilmaning ishchi yuzasiga joylashtirildi va har bir namuna uch martadan o‘lchandi.

Uchta o‘lchashdan so‘ng o‘rtacha arifmetik qiymat hisoblandi va sinov natijasi sifatida qabul qilindi. 1-sinov namunasining issiqlik o‘tkazuvchanligi 0,198 Vt/m·K ni, 2-sinov namunasiniki esa 0,176 Vt/m·K ni, 3-sinov namunasiniki esa 0,167 Vt/m·K ni tashkil etdi. Sinov natijalaridan ko‘rinib turibdiki, issiqlik o‘tkazuvchanligi bo‘yicha gipsli devorbop materiallarga mos keladi (QMQ 2.01.04-18 dagi issiqlik o‘tkazuvchanlik jadvaliga muvofiq). Gipsli devorbop materiallariga qo‘yiladigan talablarga ko‘ra, issiqlik o‘tkazuvchanlikning ruxsat etilgan chegarasi 0,25-0,65 Vt/m·K, gips-shlakli issiqlik izolyatsiya materiallari uchun esa 0,26-0,36 Vt/m·K ni tashkil etadi (11-jadval).

Ishlab chiqarishga joriy etishda kutilayotgan iqtisodiy samaradorlikni aniqlash uchun biz “NUKUS PRESS BETON STORY” MCHJ misolida sanoatbop gips bloklari narxlari va yangi ishlab chiqilgan gipsli devorbop mahsulotining narxlarini tahlil qildik. Kutilayotgan iqtisodiy samaradorlik korxonada $1m^3$ tayyor xomashyo aralashmasi va yillik ishlab chiqarish hajmini hisoblash asosida aniqlandi.

Shunday qilib Xo‘jako‘l koni ganchi va noorganik xomashyolari asosida gipsli devorbop bloklarini ishlab chiqarish uchun taklif etilgan yangi kompozitsiyalar korxonada qo‘llaniladigan an’anaviy kompozitsiyalarga nisbatan yiliga 547 554 000 so‘m iqtisodiy samaradorlikni ko‘rsatdi.

Umuman, tadqiqotdan olingan ilmiy natijalar gipsli devorbop tarkiblarini va ishlab chiqarish texnologiyalari bo‘yicha qo‘llanma material sifatida foydalanish mumkin. Iqtisodiy jihatdan esa olingan tadqiqot natijalari O‘zbekiston Respublikasida qurilish materiallari sanoati xomashyo bazasini kengaytirishga xizmat qiladi.

XULOSA

«Qoraqalpog‘iston Respublikasi Xo‘jako‘l koni ganchi va noorganik xomashyo asosida gipsli devorbop materiallar tarkibini ishlab chiqish» mavzusidagi dissertatsiya doirasida olib borilgan tadqiqotlar natijalari quyidagi xulosalarni shakllantirish imkonini berdi:

1. Mahalliy va xorijiy nashrlarda e’lon qilingan ilmiy, texnik va patent ma’lumotlarining tahliliy tahlili o‘tkazilgan. Binolar va inshootlarni issiqlik izolyatsiyalashning zamonaviy usullari, issiqlik hamda energetik resurslarni tejash masalalari yoritilgan. Tabiiy va ikkilamchi resurslar, shuningdek sanoat chiqindilari asosida issiqlik izolyatsion materiallar ishlab chiqarish uchun xomashyo tanlashga oid tadqiqotlar o‘rganilgan.
2. Xo‘jako‘l koni ganchi, metallurgiya ishlab chiqarish shlaklari, vermikulit va fosfogips chiqindilarining kimyoviy-mineralogik tarkibi hamda fizik-kimyoviy

xususiyatlari zamonaviy tahlil usullari orqali o‘rganilib, ularning gipsli bog‘lovchi tarkiblarini ishlab chiqish uchun istiqbolli mineral-xomashyo resurslari ekanligi aniqlangan.

3. Fosfogips tarkibidagi suvda eruvchan PO_3^{3-} ionlarining Fe^{2+} va Fe^{3+} ionlari bilan neytrallanish reaksiyalari jarayonlari aniqlanib, natijada suvda erimaydigan temir fosfati hosil bo‘lishi isbotlangan.
4. Fosfogipsdagi suvda eruvchan PO_4^{3-} ni Fe^{2+} va Fe^{3+} ionlari yordamida neytrallashning yangi usuli ishlab chiqilgan. Ushbu usul qurilish materiallari sifatini yaxshilash bilan bir qatorda fosfogipsni utilizatsiya qilish bilan bog‘liq ekologik muammolarni hal etish imkonini beradi.
5. Ganch bog‘lovchining past mustahkamligini modifikatsiyalangan fosfogips bilan kompozitsiya tarkibida kompensatsiya qilish va uni G-9 markasi mustahkamligigacha yetkazish mumkinligi ko‘rsatildgan. Bu esa uning qo‘llanilish sohasini kengaytiradi.
6. Ganch asosidagi devorbop bloklar tajriba tarkiblarining suvga chidamliligi va mustahkamligini oshirish uchun komponentlarni 600–800°C haroratda termik ishlov berish usuli ishlab chiqilgan.
7. Gipsli devorbop blok tarkibiga suyuq shisha qo‘shilishi vermikulit miqdori 25% gacha bo‘lgan namunalarning mustahkamligi va suvga chidamliligini oshirishi, shuningdek issiqlik o‘tkazuvchanligini sezilarli darajada kamaytirishi asoslab berilgan.
8. «NUKUS PRESS BETON STORY» korxonasi sharoitida o‘tkazilgan tajriba bloklarining fizik-mexanik xossalari sinov natijalariga ko‘ra, taklif etilgan tarkiblar GOST 6428-2018, GOST 23789-2018 va GOST 7076-2018 talablariga muvofiq gipsli devorbop bloklar ishlab chiqarishda qo‘llanilishi mumkinligi isbotlangan.
9. Hisob-kitoblarga ko‘ra, «NUKUS PRESS BETON STORY» korxonasi sharoitida yangi tarkiblar asosida gipsli devorbop bloklar ishlab chiqarishdan kutilayotgan yillik iqtisodiy samaradorlik 547 554 000 so‘mni tashkil etadi.

РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ НА ОСНОВЕ НАУЧНОГО СОВЕТА DSc.03/2026.09.01.T.02.M ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

ХОЖАБАЕВ АЛИШЕР МАХМУДОВИЧ

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ ГИПСОВЫХ СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ГАНЧА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ХОДЖАКУЛЬ КАРАКАЛПАКСТАНА И НЕОРГАНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

05.09.05 – Строительные материалы и изделия
02.00.15 - Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам

Ташкент – 2026

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером B2023.4.PhD/T4325.

Докторская диссертация выполнена в Институте общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский и английский (резюме)), размещен на веб-странице Научного совета (www.tdtu.uz) и Информационно-образовательном портале "ZiyoNet" (www.ziyonet.uz).

Научные руководители:	**Усманов Хикматулла Лутпуллаевич** доктор технических наук, профессор
	Камилов Хабибилла Хамидович доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	**Адинаев Хидир Абдуллаевич** доктор химических наук, доцент
	Шакиров Туйгунжон Тургунович кандидат технических наук, профессор
Ведущая организация:	**Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии**

Защита диссертации состоится «25» март 2026 года в 10:00 часов на заседании разового научного совета на основе научного совета DSc.03/2026.09.01.T.02.M при Ташкентском архитектурно-строительном университете. (Адрес: 100206, г. Ташкент, Юнусабадский район, улица Янгишахар, 9а. Здание 4, 5-этажей. Зал актива). Тел.: (+998 55) 508-02-56; факс: (+998 55) 508-02-56, e-mail: devon@taqu.uz, taqi_atm@edu.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского архитектурно-строительного университета (зарегистрирована за №190). (Адрес: 100206, г. Ташкент, Юнусабадский район, улица Янгишахар, 9а. Тел.: (+998 55) 508-02-56; факс: (+998 55) 508-02-56, e-mail: taqi_atm@edu.uz).

Автореферат диссертации разослан «11» март 2026 года
(протокол реестра рассылки за № 61/2025 от «09» декабря 2025 года)

Х.А. Акрамов
Председатель разового научного совета
по присуждению учёных степеней, д.т.н., профессор

А.И. Садиков
Секретарь разового научного совета по
присуждению учёных степеней, д.т.н., профессор

П.Х. Талипов
Председатель разового научного семинара при Научном совете
по присуждению учёных степеней, д.т.н.,профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире в связи с интенсивным развитием строительной отрасли, ростом стоимости энергоресурсов и ужесточением экологических требований возникает необходимость использования стеновых материалов, изготовленных на основе местного сырья и различных вторичных ресурсов. В этой связи особое внимание уделяется разработке новых составов строительных материалов с использованием некондиционного местного сырья и промышленных отходов, позволяющих повысить энергоэффективность зданий, снизить производственные затраты, в том числе себестоимость жилых и промышленных зданий, а также созданию энергосберегающих технологий их производства и совершенствованию существующих.

В мире проводятся широкомасштабные научные исследования, направленные на выбор сырья, используемого при производстве новых видов гипсосодержащих строительных материалов, улучшение его качественных показателей, а также локализацию сырьевой базы. В этой связи ведутся научно-исследовательские работы, направленные на обогащение некондиционных местных глиногипсовых смесей (ганча), их физико-химическую и термическую обработку, модификацию различными минеральными и органическими добавками, разработку новых составов строительных материалов с высокими технологическими свойствами, управление их эксплуатационными характеристиками, а также создание современных технологий их производства. Вместе с тем, имеет важное значение определение физико-химических, минералогических и технологических свойств некондиционного местного ганча, улучшение конструктивных, технических и эксплуатационных характеристик новых видов гипсовых стеновых материалов, разработанных на его основе, а также повышение энерго- и ресурсосбережения.

Во всех регионах нашей республики проводится ряд фундаментальных работ, в том числе по эффективному использованию имеющегося социально-экономического, производственного и инвестиционного потенциала, развитию предпринимательской деятельности и стимулирование производства конкурентоспособной продукции с высокой добавленной стоимостью, развитие промышленности по производству строительных материалов. В Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы определены такие важные задачи, как увеличение объема строительных материалов в 2 раза, расширение сырьевой базы строительных материалов за счет привлечения нетрадиционного неметаллического сырья и вторичных ресурсов, разработка и внедрение безотходных технологий в рамках «зеленой экономики»[2]. В этой связи имеют важное значение научно-исследовательские работы, направленные на реализацию указанных задач, в том числе на производство минеральных вяжущих и стеновых строительных материалов на их основе с использованием ганча месторождения «Ходжакуль» Республики Каракалпакстан.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан № УП-6119 от 27 ноября 2020 г. «Об утверждении Стратегии

[2] Указ Президента Республики Узбекистан УП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы».

модернизации, ускоренного и инновационного развития строительной отрасли Республики Узбекистан на 2021–2025 годы», № УП-60 от 28 января 2022 г. «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы», № УП-213 от 31 августа 2022 г. «О дополнительных мерах по повышению благосостояния населения путем ускоренного развития предпринимательства, инновационных технологий и инфраструктуры в Республике Каракалпакстан», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий Республики Узбекистан: II «Энергетика, энерго- и ресурсосбережение» и VII «Химические технологии и нанотехнологии».

Степень изученности проблемы. В опубликованных научных исследованиях по использованию отходов и вторичных ресурсов в производстве гипсовых стеновых строительных материалов ведущими зарубежными учеными обсуждены работы, результаты, ресурсо- и энергосберегающие технологии производства по разработке составов гипсовых стеновых материалов. В мире вопросами использования вторичных ресурсов и отходов промышленности в производстве гипсовых вяжущих, сырья для их производства, а также гипсовых стеновых материалов занимались такие ведущие ученые, как П. Будников, А.Ф. Бурьянов, А.В. Ферронская, Х.Б. Фишер, Н.С. Гражданкина, В.Ф. Коровьяков, К.С. Кутателадзе, А. Лукас, Сингх. Манжит, J. Rosales, F. Schidegger, В.И. Стамбулко, В.Г. Ткешашвили, П.Г. Василик, А.В. Волженский, С.П. Зорин, К.А. Зубарева и др.

В нашей республике на протяжении многих лет ведущими учеными Атакузиевым Т.А., Искандаровой М.И., Ахмедовым М.А., Талиповым Н.Х., Камиловым Х.Х., Рахимовым Р.З., Усмановым Х.Л., Тулагановым А.А., Сатторовым З.М., Жуковым А.Д., Асаматдиновым М.О., Мадрахимовым А.М., Шариповым Ф.Ф., Туремуратовым Ш.Н. и другими исследователями успешно проводились широкомасштабные фундаментальные и прикладные исследования по изучению свойств композиционных гипсовых вяжущих.

Однако на сегодняшний день существует ряд нерешенных вопросов по поиску новых нетрадиционных сырьевых компонентов для производства гипсовых вяжущих и гипсовых стеновых материалов на их основе, а также по определению их технологических и физических свойств. Этим предопределяется необходимость продолжения научно-исследовательских работ в данном направлении.

Связь диссертационного исследовыания с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационная работа выполнена в рамках научно-исследовательских работ бюджетной тематики Института общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан «Разработка энерго- и ресурсосберегающих составов и технологий получения функциональных и силикатных материалов строительного и технического назначения» (2020–2023).

Цель исследования является разработка составов и изучение свойств гипсовых стеновых изделий на основе ганча месторождения Ходжакуль в Каракалпакстане и неорганического сырья.

Задачи исследования:

определить химические, минералогические и технологические свойства ганча, вспученного вермикулитового отхода, фосфогипса и металлургических шлаков;

осуществить выбор модифицирующих добавок из металлургических шлаков и определить физико-механические и технологические свойства модифицированного фосфогипса;

разработать экспериментальные составы гипсовых вяжущих материалов с использованием ганча и определить их физико-механические и технологические свойства;

разработать экспериментальные составы композиционного гипсового вяжущего материала с использованием модифицированного фосфогипса и ганча;

комплексно использовать ганч, фосфогипс и отходы вспученного вермикулита при производстве гипсовых стеновых материалов и определить физико-механические, технологические и эксплуатационные свойства экспериментальных образцов разработанных составов;

провести испытания экспериментальных образцов гипсовых стеновых материалов в условиях производства и определить ожидаемую экономическую эффективность их внедрения.

Объектом исследования являются ганч месторождения Ходжакуль Республики Каракалпакстан, вермикулит Тебинбулакского месторождения, фосфогипс АО «Аммофос-Максам», металлургические шлаки АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» и АО «Узметкомбинат», а также экспериментальные образцы гипсовых стеновых материалов, разработанные на их основе.

Предметом исследования являются определение оптимальных составов гипсовых стеновых материалов, разработанных на основе ганча, фосфогипса, отходов вермикулита и металлургических шлаков, а также параметры технологических режимов и их физико-химические, физико-механические и технологические свойства.

Методы исследования. В процессе выполнения диссертационной работы использованы современные методы физико-химического анализа и традиционные методы технологии гипсовых стеновых материалов, а также стандартные методы определения их физико-механических и технологических характеристик и показателей качества.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

с учетом химического и минералогического составов гипса месторождения Ходжакуль и модифицирующего минерального шлакового сырья определены возможности его использования в производстве гипсовых стеновых материалов;

путем модификации состава фосфогипса металлургическими шлаками достигнута нейтрализация, содержащегося в нем водорастворимого иона PO_4^{3-};

за счет термической обработки ганча месторождения Ходжакуль при 700°С, активации глины в его составе и использования модифицирующих добавок (5% – известь, 3% – жидкое стекло) удалось получить гипсовые стеновые блоки, устойчивые к воздействию воды;

определены технологические параметры производства гипсовых водостойких стеновых блоков с использованием гипса и модифицирующих добавок.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработан способ получения высококачественного гипсового вяжущего из фосфогипса с использованием металлургических шлаков;

разработаны энерго- и ресурсосберегающие эффективные составы гипсовых стеновых материалов с использованием ганча месторождения Ходжакуль Республики Каракалпакстан, фосфогипса, шлаков и отходов вермикулита.

Достоверность результатов исследования подтверждается использованием современных физико-химических исследовательских приборов, обработкой и анализом полученных результатов, применением современных методов физико-химического анализа, а также проведением комплексных исследований с использованием действующих стандартных методов физико-механических и технологических испытаний.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в анализе полученных данных по физико-механическим и химическим свойствам гипсовых стеновых материалов, разработанных на основе композиции, а также в обосновании возможности получения гипсовых стеновых материалов с использованием сырья месторождений Республики Каракалпакстан и промышленных отходов с учётом их химического и минералогического состава и технологических особенностей в рамках существующих научных теорий.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке новых составов гипсовых стеновых материалов на основе нетрадиционного сырья Каракалпакстана - ганча, отходов вермикулита, фосфогипса и металлургических шлаков, определении их технологических и теплоизоляционных свойств, а также в предложении новых композиционных гипсовых стеновых материалов для промышленных предприятий.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по разработке составов гипсовых стеновых изделий на основе гипса и неорганического сырья месторождения Ходжакуль Каракалпакстана:

разработанный на основе гипса и модифицирующих добавок состав гипсовых стеновых блоков принято к внедрению в производство ООО «NUKUS PRESS BETON STROY» (Справка Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Республики Каракалпакстан от 4 декабря 2025 г. № 03-07/01-4201). В результате даёт возможность производства гипсовых стеновых блоков.

испытаны физико-механические и технологические свойства разработанных гипсовых стеновых образцов в сертифицированной лаборатории «Строительные материалы» КГУ КИСЛ (Справка Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Республики Каракалпакстан № 03-07/01-4201 от 4 декабря 2025 г.). В результате достигнуто производство гипсовых стеновых блоков со средней плотностью 900 кг/м^3 и прочностью на сжатие 6,3 МПа.

Апробация результатов исследования. Результаты данного диссертационного исследования были обсуждены на 3 международных и 5 республиканских научно-технических и научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 15 научных работ, в том числе 7 научных статей, из которых 1 – в журнале, входящем в базу данных SCOPUS, 6 – в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертации доктора философии (PhD), а также 8 тезисов международных и республиканских научно-практических конференций.

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

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность темы диссертации, цели и задачи, а также объект и предмет исследования, показано соответствие работы приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, описаны научная новизна и практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыта теоретическая и практическая значимость результатов, приведены сведения о внедрении результатов исследования в практику, об опубликованных научных работах, структуре и объеме диссертации.

В первой главе диссертации под названием **«Современное состояние исследований гипса и гипсового сырья»** представлен всесторонний аналитический обзор научных исследований, приведен всесторонний аналитический обзор научных исследований по рассматриваемой теме диссертации. Отмечено, что в настоящее время во всем мире широко проводятся научно-изыскательские работы по разработке новых видов гипсовых стеновых материалов и изделий с высокими технологическими свойствами на основе нетрадиционных материалов – отходов различных производств и вторичных сырьевых ресурсов. В связи с этим особое внимание уделяется исследованиям в данной области, посвященным широкомасштабным научным и прикладным работам по выявлению физико-химических, минералогических, технологических свойств, определению строительно-технических и эксплуатационных характеристик разработанных новых видов стеновых материалов, полученных с использованием нетрадиционных сырьевых компонентов. Приводятся результаты работ отечественных и зарубежных исследователей, посвященных использованию вторичных ресурсов и отходов промышленностей в производстве стеновых материалов. Исходя из критического анализа имеющейся информации, диссертантом сформулированы цель и задачи проводимого исследования.

Во второй главе диссертации – «**Физико-химический анализ сырьевых компонентов и методы исследования физико-механических свойств гипсовых стеновых изделий»** – описаны современные физико-химические, классические и общепринятые стандартные методы

исследования исходных сырьевых компонентов и отходов производства, а также разработанные опытные образцы гипсовых стеновых материалов.

В третьей главе диссертации – **«Разработка составов гипсовых стеновых изделий с использованием ганча месторождения Ходжакуль Республики Каракалпакстан и неорганического сырья»** – приведены сведения о свойствах и перспективности имеющихся ресурсов ганча и неорганического сырья в Республике Каракалпакстан. В качестве основного компонента для разработки сырьевой смеси при получении гипсового стенового изделия использованы ганч месторождения Ходжакуль, отходы вермикулита Тебинбулакского месторождения, фосфогипс АО «Аммофос-Максам», а также металлургические шлаки АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» и АО «Узметкомбинат». Результаты их химического анализа приведены в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав используемого сырья

Название сырья	Количество оксидов, мас. %								Ппп, мас. %
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	R_2O	SO_3	P_2O_5	
Ганч	37,02	5,19	2,61	16,16	2,40	1,10	18,22	-	16,43
Фосфогипс	10,33	0,52	0,13	33,34	0,44	0,08	45,41	1,45	7,74
Отход вермикулита	46,65	5,99	8,46	18,56	15,3	1,52	0,06	-	2,43
Шлак АГМК	34,31	6,85	51,55	3,04	1,8	1,3	0,01	-	-
Шлак Узметкомбинат»	20,11	7,25	28,39	34,87	8,25	0,3	0,60	-	1,36

Минералогический состав исследуемых образцов ганча месторождения Ходжакуль, отходов вермикулита Тебинбулакского месторождения и фосфогипса АО «Аммофос-Максам» определён методом рентгенофазового анализа (рис. 1).

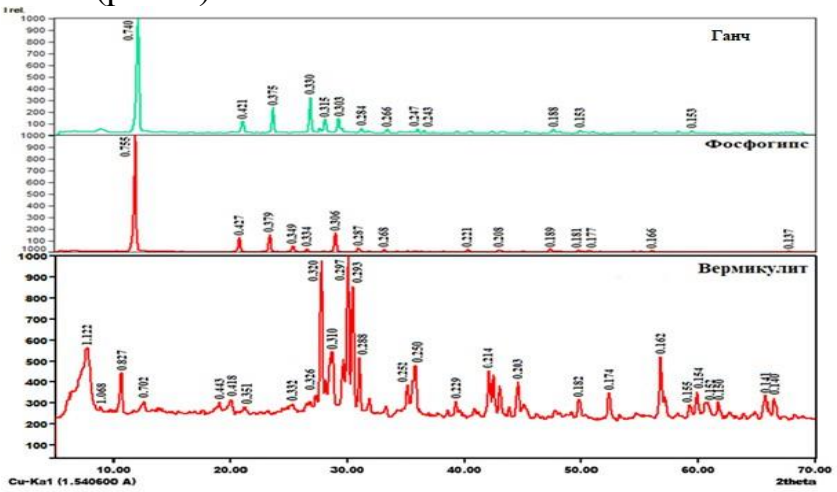


Рисунок 1. Рентгенограмма исследуемых сырьевых компонентов

Основные линии дифракционного максимума на дифрактограмме ганча месторождения Ходжакуль d=0,740; 0,421; 0,303; 0,284; 0,266; 0,247; 0,243; 0,188 и 0,153 нм, соответствующих гипсовым минералам с двумя молекулами воды, а также глинистых минералов d= 0,763; 0,375; 0,321; и 0,330; 0,315, что соответствует минералам кварца. Результаты рентгенофазового анализа изученных образцов показали, что их химико-минералогический состав схож с традиционными гипсовыми породами и состоит в основном из минералов двуводного гипса, глинистых минералов, а также кварцевых минералов. На дифрактограмме фосфогипса (рис.1) основные линии дифракционного максимума d = 0,755; 0,379; 0,370; 0,287 и 0,189 нм, что соответствует

минералам двуводного гипса, а также 0,334; 0,221; и 0,181, что соответствует минералам кварца. Анализ дифрактограммы вспученного вермикулитового отхода показал, что основные линии дифракционного максимума d = 0,418; 0,320; 0,297; 0,293; 0,288; 0,252; 0,250; 0,214; 0,203; 0,162; 0,141; 0,140 нм относится к минералу диопситу и d = 1,122; 0,827; 0,702; 0,443; 0,351 соответственно минералу сепиолита, а также d=0,332; 0,212; 0,154; 0,152; 0,182 относится к минералу кварца.

Полученные результаты дифференциально-термического анализа сырья ганча (рис. 2, *а*) месторождения Ходжакуль и фосфогипса (рис. 2, б), которые показывают значительные двусторонние эндоэффекты обезвоживания двумолекулярного гипса в интервале температур 120–200 ºС, что сопровождается потерей массы исследуемого образца. При 120–200 ºС образуется полугидратный сульфат кальция.

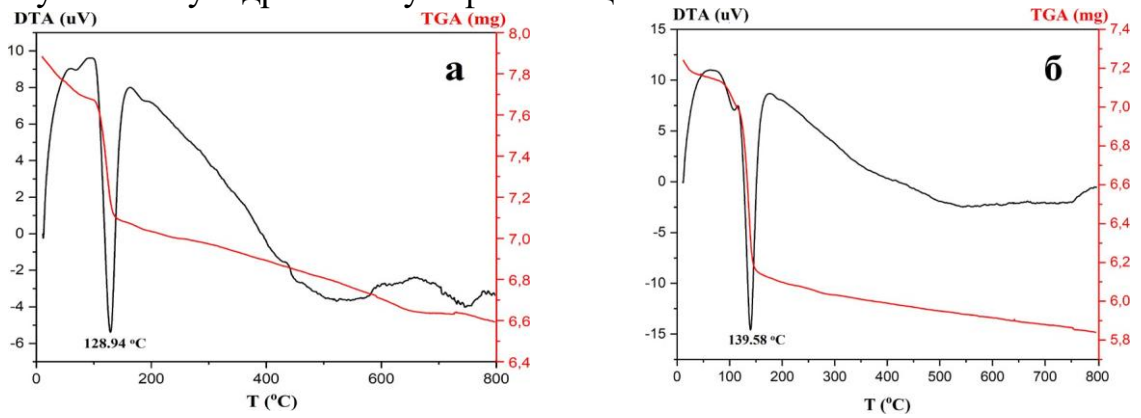
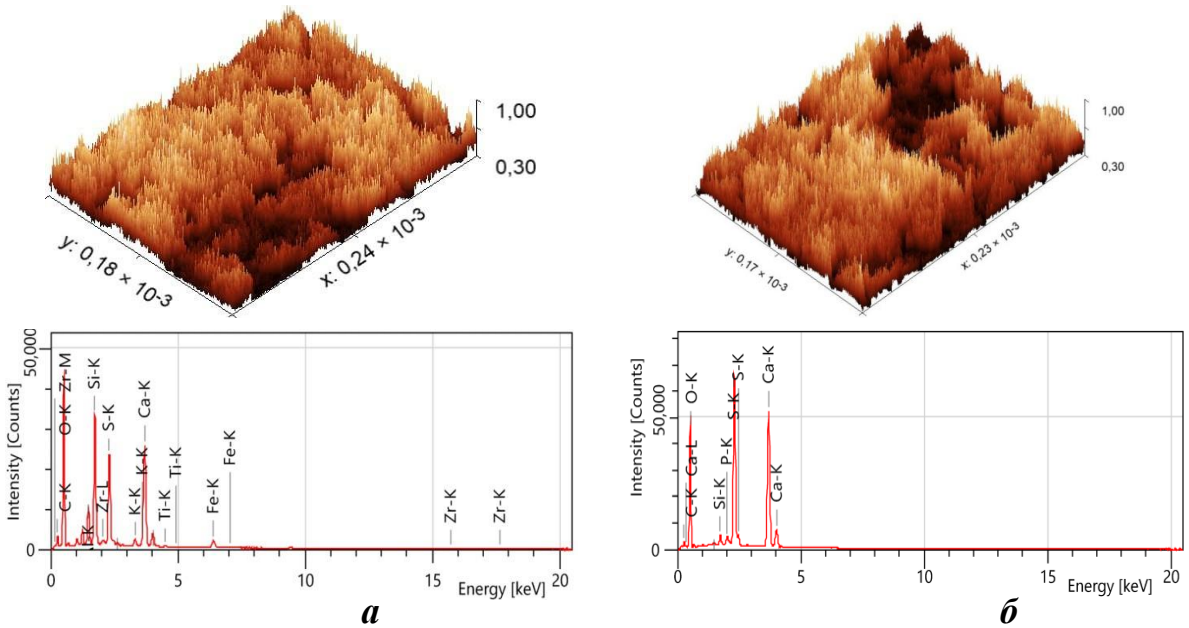


Рисунок 2. Кривые ДТА образцов ганча месторождения Ходжакуль (а) и фосфогипса (б)

Результаты, полученные растровой электронной микроскопией ганча месторождения Ходжакуль (рис. 3, *а*) и фосфогипса (рис. 3, б) и их изображения в системе 3D показывают, что в структуре исходного образца в основном присутствует относительно однородная смесь двухмолекулярнно водных гипсовых минералов, а также небольшое количество глинистых соединений и кварцевых включений.

В исследуемом образце ганча, помимо двухводных кристаллов $CaSO_4$ H_2O, присутствуют агрегированные участки глинистых соединений, характерных для ганча. Петрографический анализ образца фосфогипса показывает, что в образце фосфогипса, помимо двухводных кристаллов гипса, присутствуют кварц, неразложившийся фосфорит ($Ca_3(PO_4)_2$) и водорастворимые соли фосфора.

Стратегия устойчивого развития экономики Узбекистана ставит перед исследователями актуальные задачи по расширению сырьевой базы силикатных строительных материалов за счет переработки и утилизации различных промышленных отходов. Вопросу утилизации фосфогипса, являющегося одним из них, посвящены работы, как ученых нашей республики, так и ведущих мировых исследователей. Однако в настоящее время он, в основном, используется в качестве минерализатора для обжига клинкера, природного гипса, а также в производстве сухих смесей. Многими исследователями проводились ряд экспериментов по нейтрализации водорастворимого остатка P_2O_5 в фосфогипсе, который оказывает негативное воздействие на его вяжущие свойства.



а *б*

Рис. 3. Растр электронно-микроскопические снимки и спектры элементного анализа образцов ганча (*а*) и фосфогипса (*б*)

В данном диссертационном исследовании предпринята попытка устранить его негативное влияние, переведя водорастворимый остаток P_2O_5 в осадочное состояние под действием ионов Fe^{+2} и Fe^{+3} в металлургических шлаках. Для этого в различных пропорциях к фосфогипсу добавлены металлургические шлаки и определены его физико-механические свойства и изменение количества отрицательно влияющего P_2O_5. В результате (табл. 2) установлено, что даже 1–5% добавки шлака приводит к необходимому сроку твердения фосфогипса и прочности образца.

Таблица 2

Влияние шлака АГМК на свойства фосфогипса

Наименование образцов	Массовая доля сырья, %		Время застывания, мин. сек.		Предел прочности, образцы 3х3х3см, МПа	Массовая доля сырья, PO_4^3, %
	Фосфогипс	Шлак АГМК	начало	конец		
ФШО-0	100	0	60,15	180,24	2,97	1,07
ФШО-1	99	1	18,05	58,40	3,70	0,71
ФШО-2	98	2	8,10	39,30	4,80	0,40
ФШО-3	97	3	7,00	28,00	5,10	0,34
ФШО-4	96	4	6,50	26,30	5,40	0,32
ФШО-5	**95**	**5**	**5,10**	**23,55**	**5,90**	**0,30**
ФШО-6	90	10	4,50	22,35	6,80	0,26
ФШО-7	85	15	4,20	20,15	7,42	0,18
ФШО-8	80	20	3,55	18,10	9,13	0,17
ФШО-9	75	25	3,00	15,00	10,49	0,14

Как видно, нейтрализация водорастворимого P_2O_5 в фосфогипсе с помощью ионов Fe_2O_3 и FeO включает несколько стадий, связанных с химическими реакциями. P_2O_5 (фосфорный ангидрид) – это оксид фосфора, который может образовывать фосфат - ионы (PO_4^{3-}) в водорастворимой форме. Хотя Fe_2O_3 является малорастворимым соединением в воде, он может служить источником железа для реакций, которые могут происходить в присутствии

иона диоксида фосфора. Результат реакции показывает, что взаимодействие ортофосфорной кислоты, образующейся в результате растворения иона P_2O_3 в воде, с оксидом железа приводит к образованию нерастворимого в воде осадка.

Таким образом, нейтрализация водорастворимого PO_4^{-3} в фосфогипсе ионами Fe^{2+} и Fe^{3+} является перспективным методом, позволяющим не только улучшить качество строительных материалов, но и решить экологические проблемы, связанные с утилизацией фосфогипса.

Известно, что изделия из ганчевого сырья имеют низкие прочностные характеристики. Для улучшения физико-механических свойств ганча месторождения Ходжакуль с учетом ранее проведенных исследований были приготовлены композиционные составы ганч-фосфогипс (ГФ) с добавлением в ганч различного количества модифицированного шлаками фосфогипса. Для исследования физико-механических свойств обезвоженного гипсового вяжущего на основе ганча (ГГ) и модифицированного фосфогипса (МФГ) при температуре 185–200 °С приготовлены и испытаны ряд композиций. Испытания на прочность при изгибе и сжатии экспериментальных образцов ганча стандартной густоты проводили по ГОСТу 23789-2018 на образцах размером 3х3х3 и 40х40х160 мм после сушки до постоянного веса (табл. 3).

Таблица 3

Влияние модифицированного фосфогипса на физико-механические свойства ганча

Наименование образцов	Составы, масса. %		Время застывания, мин. сек.		Прочность образцов, высушенных до постоянного веса, МПа		Средняя плотность, ρ г/см^3
	Ганч (ГГ)	Фосфогипс модф.	начало	конец	изгиб	сжатие	
ГГ	100	0	3,5	6,0	1,4	4,1	1,101
МФГ	0	100	5,20	23,55	3,9	5,9	1,089
ГФ-1	95	5	4,3	19,0	2,5	5,2	1,068
ГФ-2	**90**	**10**	**3,4**	**17,0**	**3,8**	**5,9**	1,057
ГФ-3	**80**	**20**	**2,5**	**16,2**	**3,9**	**6,3**	1,055
ГФ-4	70	30	2,2	16,0	3,9	7,0	1,053
ГФ-5	60	40	2,0	15,3	4,2	9,4	1,051
ГФ-6	50	50	1,9	15,0	5,0	10,1	1,048

Как видно из результатов испытаний (см. табл. 3), образцы на основе чистого ганча (ГГ) показывают низкую прочность на изгиб и сжатие, т.е. 1,4 и 4,1 МПа соответственно. Однако даже добавление 5% модифицированного фосфогипса значительно повышает прочность образцов до 5,2 МПа, что соответствует марке Г-5. Увеличение количества добавки МФГ до 10 и 20% повышает прочность опытных образцов до 5,9 и 6,3 МПа соответственно.

В последние годы при строительстве жилого комплекса внимание многих исследователей сосредоточено на поддержании комфортных условий внутри зданий в течение длительного времени, что тесно связано с качеством их оптимальных теплоизоляционных и стеновых материалов. В связи с этим в данном направлении такие виды материалов могут снизить себестоимость, улучшить механические и тепловые свойства производимых теплоизоляционных материалов, а также уменьшить нагрузку на конструкцию и устранить экологические проблемы. Для решения этих

проблем использованы мелкие отходы, образующиеся в процессе вспучивания вермикулита. Для проведения лабораторных испытаний были приготовлены составы на основе модифицированного фосфогипса, ганча и шлаком, термообработанными при температуре 180–200ºС, вспученного вермикулитового отхода (ГФВШ) в различных пропорциях (табл. 4).

Таблица 4

Показатели влияния 3% жидкого стекла на физико-механические свойства гипсовой стеновой композиции

Наименование образцов	Составы, мас. %		Физико-механические свойства		
	Ганч +мод. ФГ	Отходы вермикулита	Прочность образцов, МПа	Средняя плотность, ρ г/см^3	Коэффициент теплопроводности λ,Vt/(m·°C)
ГФВШ-1	100	0	5,9	1,057	0,241
ГФВШ-2	99	1	6,2	1,047	0,212
ГФВШ-3	97	3	5,9	0,944	0,198
ГФВШ-4	90	10	5,5	0,893	0,176
ГФВШ-5	**85**	**15**	**5,2**	**0,865**	**0,167**
ГФВШ-6	80	20	3,9	0,835	0,142
ГФВШ-7	85	25	3,1	0,780	0,121
ГФВШ-8	70	30	2,6	0,610	0,117
ГФВШ-9	65	35	2,3	0,560	0,101
ГФВШ-10	60	40	2,1	0,530	0,092

Увеличение количества добавки отходов вермикулита приводит к снижению коэффициента теплопроводности, однако, при этом также наблюдается существенное снижение прочностных характеристик испытанных образцов. В связи с этим с целью повышения физико-механических свойств исследуемой композиции, в воду затворения гипсовой стеновой композиции добавляли жидкое стекло в количестве от 1 до 5% от сухой массы композиции, после чего полученные составы были подвергнуты испытаниям (рис. 4).

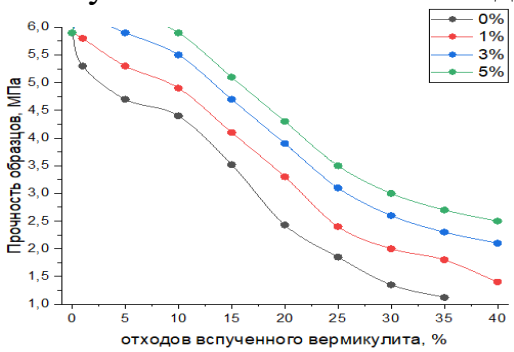


Рисунок 4. Влияние отходов вспученного вермикулита и жидкого стекла на прочность гипсовой стеновой композиции

Математическая модель взаимосвязи компонентов гипсовых стеновых блоков, полученная методом экспериментально-статистического моделирования. С использованием математического метода планирования эксперимента была проведена оптимизация количества материалов, применяемых при получении гипсовых стеновых блоков заданной марки.

Используемые материалы: вяжущее – ганч и фосфогипс; наполнитель; отходы вермикулита; добавка (жидкое стекло). В качестве основных технологических факторов при изготовлении 1 м^3 гипсовых стеновых блоков были приняты следующие количества: фосфогипса – кг (X_1); отходов вермикулита – кг (X_2); жидкого стекла – кг (X_3). Уровни варьирования для каждого фактора приведены в табл. 5 и на рис. 5.

Математическая модель гипсовых стеновых блоков разработана в виде полного факторного ортогонального плана второго порядка с тремя переменными. В качестве оптимизационного параметра выбрана прочность гипсовых стеновых блоков при сжатии $R_{сж}$ (МПа).

Таблица 5

Пределы варьирования компонентов

Факторы	Пределы варьирования			Интервал варьирования
	-1	0	1	
фосфогипс, X_1	5	10	15	5
Отходы вермикулита X_2	10	15	20	5
Жидкое стекло X_3	0,5	1	1,5	0,5

После исключения незначимых коэффициентов формула прочности гипсовых стеновых блоков при сжатии примет следующий вид в системе 3D:

$$R_{сж} = 4.761 + 0.126X_1 - 0.324X_2 + 0.296X_1X_2 + 0.166X_1X_3 + 0.181X_2X_3$$

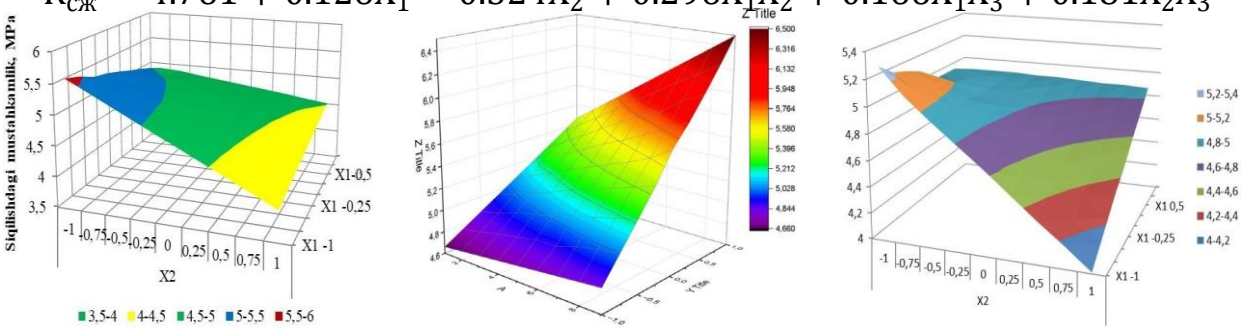


Рисунок 5. Пределы варьирования в системе 3D

С целью количественной оценки влияния компонентного состава на предел прочности при сжатии низкообжигового гипса было выполнено математическое моделирование на основе методов планирования эксперимента. В качестве варьируемых факторов были приняты: фосфогипс (X_1), отходы вермикулита (X_2) и жидкое стекло (X_3). Факторы использовались в кодированном виде, что обеспечило сопоставимость коэффициентов регрессии и корректность статистического анализа. В результате обработки экспериментальных данных и исключения статистически незначимых коэффициентов получено следующее уравнение регрессии:

$$RR_{сж} = 4.761 + 0.126XX_1 - 0.324XX_2 + 0.296XX_1XX_2 + 0.166XX_1XX_3 + 0.181XX_2XX_3,$$

Наличие в уравнении трёх статистически значимых парных взаимодействий свидетельствует о ярко выраженном синергетическом характере формирования структуры материала.

В четвертый главе диссертации **“Оптимальный состав, свойства и испытания гипсовых стеновых изделий в производственных условиях. Расчёт ожидаемой экономической эффективности”** представлены результаты оптимизации составов и технологических режимов, а также разработки технологии производства гипсовых стеновых изделий на основе композиций «ганч-фосфогипс-шлак» и «ганч-фосфогипс-шлак-отходы вермикулита».

Приведены результаты апробации разработанных составов в условиях опытного производства в зависимости от концентрации исходных компонентов и режимов термической обработки, а также технологии получения гипсовых стеновых изделий. Используемые исходные материалы относятся к доступным, недорогим и перспективным сырьевым ресурсам Республики Каракалпакстан. Для проведения лабораторных испытаний были

приготовлены различные составы на основе ганча, подвергнутого термической обработке при различных температурах, с добавлением 10 % модифицированного фосфогипса, 5 % извести и 3 % водного раствора жидкого стекла в различных соотношениях (таблица 6).

Таблица 6

Прочность образцов ганча после термической обработки при различных температурах в течение 120 минут

Температура, °С	Время застывания, мин.		Прочность образцов, МПа						средняя плотность, ρ, г/см^3
	начало	конец	7 суток		14 суток		28 суток		
			изгиб	сжатие	изгиб	сжатие	изгиб	сжатие	
600	38 min	62 min	1,4	2,6	3,1	5,9	4,7	7,5	1484
700	45 min	78 min	1,2	2,4	2,6	5,4	4,2	7,3	1486
800	51 min	83 min	1,0	2,2	2,5	5,1	4,1	7,2	1488

Результаты проведённых исследований показали (табл. 6), что по сравнению с образцами, обработанными при температуре 600 и 800 °С, образцы, подвергнутые термической обработке при температуре 700 °С, обладают более высокими показателями прочности при изгибе и сжатии: на 24-е сутки прочность при изгибе составила 4,2 МПа, а при сжатии – 7,3 МПа.

Испытания прочности на изгиб и сжатие образцов гипсовых стеновых блоков проводились по требованиям ГОСТа 23789-2018, ГОСТа 6428-2018 и ГОСТа 10180-2012. Прочность на изгиб и сжатие образцов гипсовых стеновых блоков, залитых в формы размером 40×40×160 мм, изготовленных из ганча месторождения Ходжакуль, модифицированного фосфогипса, отходов вспученного вермикулита и водного раствора жидкого стекла, определяли в результате испытаний 3-х стандартных образцов, в приготовленных составах. Исходя из приведённых составов, были отобраны образцы и изучены их физико-механические свойства (рис. 6, табл. 7).

Таблица 7

Результаты экспериментальных испытаний по определению прочности гипсовых стеновых блоков при изгибе и сжатии

№ п/п	Наименование образцов	Прочность, в МПа		Средняя плотность, ρ г/см^3
		изгиб	сжатие	
1	ГФ-3	3,9	6,3	1055
2	ГФВШ-5	3,2	5,2	865
3	ГФИШ-2, 700 °С	4,2	7,3	1486
4	Производственный гипсовый блок	3,3	5,4	1100
5	**ГОСТ 6428-2018**	**1,7-4,0**	**≥5**	**600-1500**

Результаты проведённых исследований показали, что введение в состав гипсовых стеновых блоков модифицированного фосфогипса и водного раствора жидкого стекла в значительной степени способствует улучшению структурных свойств образцов и повышению их прочности при изгибе и сжатии.

По сравнению с образцами стеновых блоков на основе производственного гипсового вяжущего, прочность опытных гипсовых стеновых блоков при изгибе и сжатии после высушивания образцов до постоянного веса: при изгибе увеличилась на 18%, а при сжатии – на 15%. Установлено, что по сравнению с производственными теплоизоляционными гипсовыми плитами прочность опытных гипсовых стеновых блоков в среднем на 15% выше.

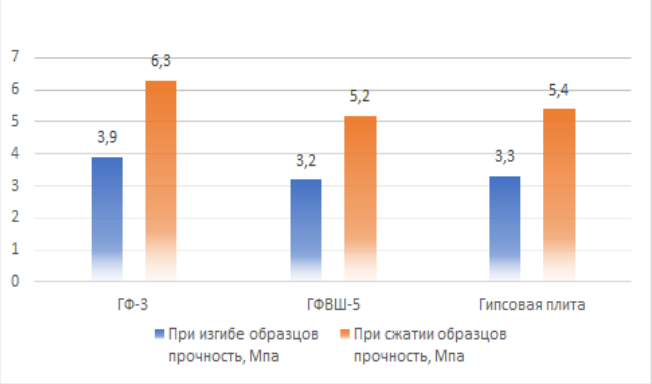


Рисунок 6. Диаграмма результатов физико-механических испытаний по определению прочности образцов на изгиб и сжатие в МПа

Таблица 8

Результаты определения коэффициента размягчения образцов в воде

№ п/п	Наименование образцов	Прочность образцов, находящихся в воде, МПа	Прочность сухих образцов, МПа	Коэффициент размягчения
1	ГФ-3	2,91	6,3	0.461
2	ГФВШ-5	3,3	5,2	0.634
3	ГФИШ -2, 700 °С	6,2	7,3	0.849
4	Производственный гипсовый блок	2,76	5,4	0,511
5	**ГОСТ 6428-2018**			**0,2-0,9**

Как известно, для гипсовых стеновых материалов коэффициент размягчения в воде имеет важное значение. Для определения коэффициента размягчения в воде экспериментальных образцов из разработанных оптимальных составов были сформованы образцы размером 40×40×460 мм (табл. 6), после чего данный показатель определялся методом водонасыщения. Коэффициент размягчения (табл. 8) в воде образца блока на основе природного гипса составил 0,511, коэффициент размягчения в воде образца ГФ-3 – 0,461, образца ГФВШ-5 – 0,634, а образца ГФИШ-2 – 0,849. Установлено, что по сравнению с образцом ГФВШ-5 коэффициент размягчения в воде образцов блоков на основе природного гипса в среднем на 0,123 выше, а по сравнению с образцом ГФ-3 – в среднем на 0,05 ниже. По сравнению с образцом ГФИШ-2 коэффициент размягчения в воде образцов блоков на основе природного гипса в среднем на 0,338 выше.

Теплопроводность образцов определяли в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ 7076-99. Полученные результаты по теплопроводности образцов гипсовых стеновых блоков показали, что данный показатель улучшился на 22-29% по сравнению с установленным нормативным значением (табл. 9).

Таблица 9

Результаты экспериментальных испытаний теплопроводности образцов

№ п/п	Наименование образцов	Средняя плотность, ρ г/см^3	Теплопроводимость коэффициент (λ), Вт/(м·К)	Термальное сопротивление, м^2·K/W
1	ГФ-3	1055	0.241	0,44021
2	ГФВШ-5	865	0.167	0,45085
3	ГФИШ -2, 700 °С	1486	0,326	0,45091
4	Производственный гипсовый блок	1100	0,23	0,45023
5	ГОСТ 6428-2018	600-1500	0,15-0,57	-

Испытания гипсовых стеновых изделий в производственных условиях. На этапе проектирования гипсовых стеновых блоков решение задачи создания новых видов лёгких блочных изделий с заданными теплофизическими свойствами имеет важное значение, в том числе в части снижения коэффициента теплопроводности гипсовых стеновых изделий и разработки надёжных методов определения их теплофизических характеристик.

Установлено, что по сравнению с коэффициентом теплопроводности блока на основе природного гипса коэффициент теплопроводности гипсового стенового блока ниже на 0,047 Вт/(м·К), что соответствует снижению на 29%. Можно сделать вывод, что значения коэффициентов теплопроводности экспериментальных образцов гипсовых стеновых блоков полностью соответствуют требованиям строительных норм и правил КМК 2.01.04-18.

Спроектированы и разработаны ряд перспективных составов для гипсового стенового блока, а также исследованы их физико-механические свойства в производственных условиях. Кроме того, на основе результатов лабораторных исследований и производственных испытаний разработаны технологические режимы получения гипсового стенового блока (табл. 10). Образцы гипсовых стеновых материалов, приготовленных в лабораторных условиях, были предварительно испытаны в лаборатории «Строительные материалы» ККГУ в соответствии с требованиями нормативных документов.

Таблица 10

Результаты физико-механических испытаний гипсовых стеновых блоков

№ п/п	Композиции	Физико-механические свойства	
		Прочность образцов, МПа	Средняя плотность, ρ г/см^3
1	(ганч + модифицированный фосфогипс) 95% + вермикулитовый отход 5%	5,9	0,944
2	(ганч+модифицированный фосфогипс) 90% +вермикулитовый отход 10%	5,5	0,893
3	(ганч + модифицированный фосфогипс) 85% +вермикулитовый отход 15%	5,2	0,865

Производственно-экспериментальные испытания на основе выбранных оптимальных составов проводились в ООО «NUKUS PRESS BETON STROY». Технологический процесс испытания осуществлялся следующим образом. Сырьевые компоненты подавались в дозаторы массы, затем в бункер лопастной мешалки, где подавалось необходимое количество воды с добавлением жидкого стекла. После перемешивания готовая смесь заливалась в блочные формы. Через 2 ч образцы извлекались из форм и переносились в роликовый туннельный сушильный агрегат с температурой выдержки 40–50°С. В агрегате образцы сушили медленным движением на металлических роликах в течение 60 мин, затем высушенные образцы переводили на склад готовой продукции. Результаты испытаний (см. табл.10) показали, что прочностные характеристики испытуемых образцов соответствуют прочностным характеристикам гипса марки Г-5.

Физико-механические свойства опытных образцов (см. табл. 10) были испытаны по требованиям ГОСТ 125-2018 и 23789-2018, а теплотехнические свойства – по ГОСТ 7076-2018 (табл. 11).

Таблица 11

Тепловые свойства образцов, полученных при испытании гипсовых стеновых блоков

№ п/п	Композиции	Физико-механические свойства	
		Теплопроводимость коэффициент (λ), Вт/(м·К)	Средняя плотность, ρ г/см^3
1	(ганч + модифицированный фосфогипс) 95% + вермикулитовый отход 5%	0,198	0,944
2	(ганч + модифицированный фосфогипс) 90%+вермикулитовый отход 10%	0,176	0,893
3	(ганч + модифицированный фосфогипс) 85%+вермикулитовый отход 15%	0,167	0,865

Теплопроводность испытуемых образцов определяли с помощью измерителя теплопроводности ИТС-1 "150" производства АЭС «Интерприбор». Прибор предназначен для измерения теплопроводности и теплосопротивления строительных и теплоизоляционных материалов методом установившегося теплового потока в соответствии с ГОСТ 7076-99. Из испытуемых образцов вырезали прямоугольные квадраты размером 150 х 150 мм высотой 20 мм и стороной, равной стороне рабочих поверхностей устройства. Образцы 1 и 2 помещали на рабочую поверхность прибора и каждый образец измеряли три раза.

После трех измерений было рассчитано среднее арифметическое значение и принято за результат испытаний. Теплопроводность 1-го опытного образца составила 0,198 Вт/м·К, 2-го опытного образца – 0,176 Вт/м·К, 3-го опытного образца – 0,167 Вт/м·К. Результаты испытаний показывают, что по теплопроводности они соответствуют гипсовым стеновым материалам (в соответствии с таблицей теплопроводности КМК 2.01.04-18). Согласно требованиям, предъявляемым к гипсовым стеновым материалам, допустимый предел теплопроводности составляет 0,25–0,65 Вт/м·К, а для гипсошлаковых теплоизоляционных материалов – 0,26–0,36 Вт/м·К (табл.11).

Для определения ожидаемой экономической эффективности при внедрении в производство использованы цены на промышленные гипсовые блоки и цены на разработанный состав гипсового стенового материала на примере ООО «NUKUS PRESS BETON STORY». Ожидаемая экономическая эффективность определена на основе расчета годового объема производства 1м^3 готовой сырьевой смеси на предприятии.

Таким образом, предложенные новые композиции для производства гипсовых стеновых блоков на основе ганча месторождения Ходжакуль и неорганического сырья показала экономическую эффективность в размере 547 554 000 сум в год по сравнению с традиционными композициями, используемыми на предприятии.

В целом научные результаты, полученные в ходе исследования, могут быть использованы в качестве руководства в производстве гипсовых стеновых материалов и технологиям их производства. С экономической точки зрения, полученные результаты исследования способствуют расширению сырьевой базы промышленности строительных материалов в Республике Узбекистан.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследования, осуществленного по теме диссертации «Разработка составов гипсовых стеновых материалов на основе ганча месторождения Ходжакуль Каракалпакстана и неорганического сырья» дают основание сформулировать следующие выводы:

1. Проведен аналитический анализ научных, технических и патентных данных, опубликованных в отечественных и зарубежных изданиях. Освещены вопросы и современные методы теплоизоляции зданий и сооружений с целью экономии тепловых и энергетических ресурсов. Изучены работы о подборе сырья для производства теплоизоляционных материалов на основе природных и вторичных ресурсов, а также отходов промышленных предприятий.
2. Исследованиями химико-минералогических составов и физико-химических характеристик проб ганча месторождения Ходжакуль, шлаков металлургического производства, вермикулитовых и фосфогипсовых отходов современными методами анализа установлена их перспективность как минерально-сырьевых ресурсов для разработки составов гипсового вяжущего.
3. Выявлены процессы реакций нейтрализации водорастворимого PO_3^{3-} в фосфогипсе ионами $Fe_2O_3^{3+}$ и FeO^{2+},способствующие образованию нерастворимых форм фосфата железа, который является нерастворимым в воде.
4. Разработан новый способ нейтрализации водорастворимого PO_4^{3-} в фосфогипсе с использованием ионов Fe^{2+} и Fe^{3+}, который является перспективным и может позволить не только улучшить качество строительных материалов, но и решить экологические проблемы, связанные с утилизацией фосфогипса.
5. Показано, что низкую прочность ганчевого вяжущего можно компенсировать в композиции с модифицированным фосфогипсом и довести ее до прочности марки Г-9, что приводит к расширению области его применения.
6. Разработан способ увеличения водостойкости и прочности опытных составов стеновых блоков на основе ганча, путем термической обработки компонентов при 600-800^{o}C.
7. Обосновано, что добавление жидкого стекла в состав гипсового стенового блока повышает прочность образцов, содержащих вермикулит до 25% и водостойкость, а также значительно снижает теплопроводность.
8. Результатами испытаний физико-механических свойств образцов опытных блоков, проведенных в условиях предприятия «NUKUS PRESS BETON STORY» доказано, что предложенные составы могут быть использованы для производства гипсовых стеновых блоков в соответствии с требованиями ГОСТ 6428-2018, ГОСТ 23789-2018 и ГОСТ 7076-2018.
9. На основе расчетов установлено, что ожидаемая экономическая эффективность от использования новых составов для производства гипсовых стеновых блоков в условиях предприятия «NUKUS PRESS BETON STORY» составил 547 554 000 сум. в год.

ONE-TIME SCIENTIFIC COUNCIL BASED ON THE SCIENTIFIC COUNCIL FOR AWARDING ACADEMIC DEGREES DSC.03/2026.09.01.T.02.M AT THE TASHKENT UNIVERSITY OF ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING

ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

KHOJABAYEV ALISHER MAKHMUDOVICH

DEVELOPMENT OF COMPOSITIONS OF GYPSUM WALL MATERIALS BASED ON GANCH FROM THE KHOJAKUL DEPOSIT OF KARAKALPAKSTAN AND INORGANIC RAW MATERIALS

05.09.05 – Construction materials and products
02.00.15 - Technology of silicate and refractory non-metallic materials

DISSERTATION ABSTRACT
of the doctor of philosophy (PhD) on technical sciences

Tashkent – 2026

The theme of the dissertation (PhD) was registered by Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher Education, Science and Innovations of the Republic of Uzbekistan under number B2023.4.PhD/T4325.

The dissertation has been carried out at the Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) has been placed on the webpage of the Scientific Council at www.taqi.uz and on the web-site of Information-educational portal «Ziyonet» www.ziyonet.uz.

Scientific supervisor:	**Usmanov Khikmatula Lutpullayevich** Doctor of Technical Sciences (DSc), Professor
	Kamilov Khabibilla Khamidovich Doctor of Technical Sciences (DSc), Professor
Official opponents:	**Adinaev Khidir Abdullaevich** Doctor of Chemical Sciences (DSc), Associate Professor
	Shakirov Tuygundjon Turgunovich Candidate of Technical Sciences (PhD), Professor
Leading organization:	Tashkent Chemical Technology Research Institute

The defense of dissertation will take place «25» March 2026 at 10:00 at a meeting of the One-time Scientific Council based on the scientific council DSc.03/2026.09.01.T.02.M at the Tashkent University of Architecture and Civil Engineering. (Address: 100206, Tashkent city, Yunusabad district, Yangishakhar street, 9a, Building 4, floor 5. Assembly hall). Tel.: (+998 55) 508-02-56, fax: (+998 55) 508-02-56, e-mail: devon@taqu.uz, taqi_atrm@edu.uz)).

The dissertation can be reviewed in the Information Resource Center of Tashkent Architecture and Construction University. (registration number №190). (The text of the dissertation is available at the Information Research Center at the following address: 100206, Tashkent Yunusabad district, Yangishakhar Street 9a, Phone (99855) 508-02-56, Fax: (99855) 508-02-56, e-mail: taqi_atm@edu.uz.)

Abstract of dissertation is distributed on «11» March 2026.
(Protocol of register № 61/2025 on «09» December 2025).

X.A. Akramov
Chairman of the One-time Scientific Council on awarding scientific degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor

I.I. Siddiqov
Secretary of the One-time Scientific Council on awarding scientific degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor of Technical

N.N. Tolipov
Chairman of the One-time Scientific Seminar at the Scientific Council on awarding scientific degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of the research work is to develop compositions and study the properties of gypsum wall products based on ganch from the Khojakul deposit in Karakalpakstan and inorganic raw materials.

The objects of the research work is the ganch of the Khodzhakul deposit of the Republic of Karakalpakstan, vermiculite of the Tebinbulak deposit, phosphogypsum of "Ammofos-Maxam" JSC, metallurgical slags of "Almalyk Mining and Metallurgical Combine" JSC and "Uzmetkombinat" JSC, as well as experimental samples of gypsum wall materials developed on their basis.

The scientific novelty of the research is as follows:

taking into account the chemical and mineralogical compositions of the Khodzhakul deposit gypsum and the modifying mineral slag raw material, the possibilities of its use in the production of gypsum wall materials have been determined;

by modifying the composition of phosphogypsum with metallurgical slags, the neutralization of the water-soluble ion contained in it PO_4^{3-} was achieved;

due to the thermal treatment of Khojakul deposit ganch at 700°C, the activation of clay in its composition, and the use of modifying additives (5% lime, 3% liquid glass), it was possible to obtain gypsum wall blocks resistant to water;

technological parameters for the production of gypsum water-resistant wall blocks using gypsum and modifying additives have been determined.

Implementation of the research results. Based on the obtained scientific results on the development of compositions for gypsum wall products based on gypsum and inorganic raw materials of the Khojakul deposit of Karakalpakstan:

the developed composition of gypsum wall blocks based on gypsum and modifying additives was implemented in the production of "NUKUS PRESS BETON STROY" LLC (Certificate of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Republic of Karakalpakstan No. 03-07/01-4201 dated December 4, 2025). As a result, it allows for the production of gypsum wall blocks.

the physical, mechanical, and technological properties of the developed gypsum wall samples were tested in the certified laboratory "Construction Materials" of KISL KSU (Certificate of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Republic of Karakalpakstan No. 03-07/01-4201 dated December 4, 2025). As a result, the production of gypsum wall blocks with an average density of 900 kg/m^3 and a compressive strength of 6.3 MPa was achieved.

The structure and scope of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of used literature and applications. The volume of the dissertation is 120 pages.

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

I bo‘lim (I часть; I part)

1. Khojabayev A.M., Usmanov Kh.L., Kadyrova. Z.R., Umarov F.Sh., Kazakova M.N., Karshiev B.N. Improvement of physical and mechanical characteristics of clay gypsum of Khojakul deposit of Karakalpakstan modified with phosphogypsum // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2025. Vol.20. No.15. ISSN: P.1819-6608. (Scopus (3), Web of Sciences (1)
2. Khojabayev A.M., Usmanov Kh.L., Kamilov H.H., Khomidov F.G. The Effect Of Iron-Containing Slags On The Neutralization Processes Of Water-Soluble Po_4^{-3} In Phosphogypsum Mixtures // The American Journal of Applied Sciences. 2025. № 7(09), P.38-44. ResearchBib (14) Импакт-фактор (IF) - 11,70
3. Хожабаев А.М., Калбаев В.А., Ережепова Ж.У., Танатаров О.Р. «Физико-химический анализ каратауского глинагипса и отходов вермикулита для производства пеногипсовых материалов // «Universum: технические науки», Москва. 2025. №2(131). Часть 2., С.50-53. (02.00.00. №1)
4. Хожабаев А.М., Усманов Х.Л., Ахмедов С.И., Сатторов З.М. Возможность использования композиции «вермикулит-глиногипс – фосфогипс» для производства гипсовых теплоизоляционных материалов. Научно-практический журнал. Архитектура, строительство и дизайн. ТАСУ, 2025. № 4, С.1251-1255. (05.00.00. №4)
5. Хожабаев А.М., Усманов Х.Л., Кдырова З.Р. Физико-химические свойства глиногипса Ходжакульського месторождения // Узбекский химический журнал. Ташкент 2025. №3. С.99-108. (02.00.00. №6)
6. Khojabayev A.M., Usmanov Kh.L., Purxanatdinov A.P. Influence of phosphogypsum on strength properties of clay Gypsum of khojakul deposit // Science and Education in Karakalpakstan. Nukus. 2025. №2/2. P. 324-327. (02.00.00. №16)
7. Xojabayev A.M., Purxanatdinov A.P., Zakirov Dj.S., Majidov S.R. Devices for construction of composite binders based on heat protection systems // Science and Education in Karakalpakstan. Nukus. 2024. №3/1. P.47-51. (02.00.00. №16)

8. Хожабаев А.М., Усманов Х.Л., Закиров Дж.С., Нажимов Ж.Б. Возможность получения вяжущего из Каратаусского глиногипса. Материалы XXV Юбилейной Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых. Химия и химическая технология в XXI веке. Том 2, Томск 2024, С.347-348.
9. Xojabaev A.M., Usmanov X.L., Najimov J.B., Kalbaev B.A. Physical and chemicalstudy of clay gypsum of the karatau deposit of Karakalpakstan // Материалы IX Международной научно-практической конференции «Развитие современной науки и образования: актуальные вопросы, достижения и инновации» состоявшейся 25 сентября. 2023 г. Пенза. С.14-16.
10. Хожабаев А.М., Усманов Х.Л., Нажимов Ж.Б., Пурханатдинов А.П. Физико-химические исследования глиногипса и отхода отсев вермикулита для получения пеногипса. Материалы XXIV Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых. Химия и химическая технология в XXI веке. Том 2, Томск 2023, С.585-586.
11. Khojabayev A.M., Usmanov Kh.L., Kamilov X.X. Production of thermal protection materials based on glinohypsis from the Khujakul deposit in Karakalpakstan. Международной научно-технической конференции инновационные технологии переработки минеральных и вторичных ресурсов в химической и пищевой промышленности. 16-17 октября 2025 г. С. 30-32.
12. Хожабаев А.М., Усманов Х.Л. Физико-химические исследования фосфогипса для получения гипсового вяжущего. Химии и химической технологии силикатов ИОНХ АН РУз и 70-летию д.х.н., проф. З.Р.Кадыровой 5 марта 2025 года. Ташкент. С. 305-306.
13. Хожабаев А.М., Усманов Х.Л., Закиров Дж.С., Сатторов З.М. Получения теплоизоляционных материалов на основе композиций «глиногипс-фосфогипс-отход вермикулита». «Mahalliy xom-ashyolar innovatsion qurilish materiallarini ishlab chiqarish» мавзусидаги халқаро илмий-амалий анжумани маколалари тўплами. –ТАКУ, 2024. b.95-98.
14. Усманов Х.Л., Хожабаев А.М., Нажимов Ж.Б. Саноат чиқиндилари асосида иссиқликни химояловчи материаллар олиш. Международная научно-практической конференции «Теоретическая и экспериментальная химия и современные проблемы химической технологии» 20-октябр Қарши., 2023. С. 166-169.

15. Хожабаев А.М., Усманов Х.Л. Возможность получения гипсового вяжущего из модифицированного фосфогипса // Республиканская научно-практическая конференция с международным участием Инновационные технологии переработки минерального и техногенного сырья химической, металлургической, нефтехимической отраслей и производства строительных материалов. Ташкент: ИОНХ АН РУз, 2022. С.642-643.

Avtoreferat «Arxitektura, qurilish va dizayn» ilmiy-amaliy jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazilib, o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlar mosligi tekshirildi (06.02.2026 yil).