

**QORAQALPOQ DAVLAT UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJA BERUVCHI
PhD.03/30.12.2019.T.20.03 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

URGANCH DAVLAT UNIVERSITETI

ALLAMOV RAXMATULLA GULMIRZA O‘G‘LI

**GURLAN GILI ASOSIDA KERAMZIT OLISHNING SAMARADOR
MASSA TARKIBLARI VA TEXNOLOGIYASINI YARATISH**

02.00.13 – Noorganik moddalar va ular asosidagi materiallar texnologiyasi

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

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi
Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Allamov Raxmatulla Gulmirza o‘g‘li
Gurlan gili asosida keramzit olishning samarador massa tarkiblari va
texnologiyasini yaratish3

Алламов Рахматулла Гулмирзавич
Разработка эффективных составов масс и технология получения керамзита
на основе Гурленской глины.....21

Allamov Rakhmatulla Gulmirzaevich
Elaboration of effective mass compositions and technology for the obtaining
production of expanded clay based on Gurlen clay39

E‘lon qilingan ilmiy ishlar ro‘yxati
Список опубликованных работ
List of published works.....42

**QORAQALPOQ DAVLAT UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
PhD.03/30.12.2019.T.20.03 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

URGANCH DAVLAT UNIVERSITETI

ALLAMOV RAXMATULLA GULMIRZA O'G'LI

**GURLAN GILI ASOSIDA KERAMZIT OLISHNING SAMARADOR
MASSA TARKIBLARI VA TEXNOLOGIYASINI YARATISH**

02.00.13 - Noorganik moddalar va ular asosidagi materiallar texnologiyasi

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

Nukus-2026

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar Vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.4.PhD/T3038 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Doktorlik dissertatsiyasi Abu Rayhon nomidagi Urganch davlat universitetida bajarilgan.
Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasida (www.karsu.uz) hamda «Ziyonet» Axborot ta'lim portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Boyjanov Islom Rajabboyevich
texnika fanlari nomzodi, dotsent

Rasmiy opponenlar:

Orazimbetova Gulistan Jaksilikovna
texnika fanlari doktori, professor

Dosanova Gulzar Maulenbergenovna
texnika fanlari falsafa doktori, (PhD)

Yetakchi tashkilot:

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti.

Dissertatsiya himoyasi Qoraqalpoq davlat universiteti huzuridagi PhD.03/30.30.12.2019.T.20.03 raqamli Ilmiy kengashning «__» _____ 2026 yil soat ___ dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 230112, Nukus shahri, Ch.Abdirov ko'chasi, 1uy. Tel.: (99861) 223 - 60-47; faks: (99861) 223-60-78; e-mail: karsu_info@edu.uz).

Dissertatsiya bilan Qoraqalpoq davlat universitetining axborot-resurs markazida tanishish mumkin (№ 337- raqami bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 230112, Nukus shahri, Ch.Abdirov ko'chasi, 1uy. Tel.: (+99861)223-60-47, faks (+99861) 223-60-78.

Dissertatsiya avtoreferati 2026 yil «__» _____ kuni tarqatildi.
(2026 yil «__» _____ dagi №__ raqamli reestr bayonnomasi).

A.M.Reymov

Ilmiy daraja beruvchi ilmiy kengash
raisi, t.f.d., prof., akademik

R.Q.Qurbaniyazov

Ilmiy daraja beruvchi ilmiy kengash
kotibi, t.f.d., dotsent

Sh.N. Turemuratov

Ilmiy daraja beruvchi ilmiy kengash
qoshidagi ilmiy seminar raisi,
k.f.d., professor

KIRISH (Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zaruriyati. Dunyoda keyingi yillarda qurilish materiallari ishlab chiqarishda energiya va resurs tejankor texnologiyalarni qo‘llab mahsulot olish, shu bilan birga yuqori sifatli innovatsion issiqlik izolyatsiyalovchi qurilish materiallarini olish uchun samarador massa tarkiblarini ishlab chiqish yetakchi o‘rinlarni egallamoqda. Bu yo‘nalishda, yuqori haroratlarda kuydirish natijasida olinadigan, g‘ovakli to‘ldiruvchi hisoblangan yengil vaznli keramzit shag‘ali ishlab chiqarishda energiya sarfini kamaytirish texnologiyasini joriy etish muhim ahamiyat kasb etadi.

Jahonda innovatsion texnologiyalar asosidagi energiya samarador qurilish materiallarini yaratishga bag‘ishlangan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Shu bilan birga bu yo‘nalishda keramzit massalarini kuydirish va ko‘pchish vaqtda xomashyo aralashmalarida sodir bo‘ladigan jarayonlarni tadqiq qilish va ularni ketma-ketligi, gaz hamda suyuq fazalarni hosil qilish jarayonlari va unga ta’sir qiluvchi omillar, keramzit granulalarining faza tarkiblari va strukturasi shakllanish jarayonlari, kimyoviy-mineralogik tarkiblarni va texnologik rejimlarni mullit, anortit, kvarts va boshqa kristallarning hosil bo‘lishiga ta’sirini o‘rganish, yangi xomashyo materiallari va sanoat chiqindilari asosida past haroratda ko‘pchiydigan va xossalari yaxshilangan yengil vaznli keramzit olish imkonini beruvchi tarkib va usullarni ishlab chiqishga alohida e’tibor berilmoqda.

Respublikada qurilish materiallari ishlab chiqarish sanoati hozirgi vaqtda jadal rivojlanayotgan sohalardan biri hisoblanadi. Keyingi yillarda bizning respublikamizda bu sohani rivojlanishiga, shu jumladan uy-joy qurilishiga katta e’tibor qaratilmoqda. Yangi O‘zbekistonning 2022-2026-yillarga mo‘ljallangan taraqqiyot strategiyasining uchinchi yo‘nalishida «...sanoat siyosatini davom ettirish, yalpi ichki mahsulotda sanoat ulushini oshirish va sanoat mahsulotlari ishlab chiqarish hajmini 1,4 barobarga oshirish...»¹ bo‘yicha muhim vazifalar qayd etilgan. Shu sababli qurilish materiallari sanoatini tez rivojlantirish va diversifikatsiyalash, mahalliy mineral xomashyolarni qayta ishlash uchun investitsiyalarni jalb qilgan holda samarali massa tarkiblarini va arzon gilli xomashyo resurslari va to‘g‘rilovchi qo‘shimchalarni qo‘llab past haroratda g‘ovakli to‘ldiruvchilarni ishlab chiqarishning innovatsion texnologiyalarini ishlab chiqish 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” va 2019 yil 20 fevraldagi PF 4198-son “Qurilish materiallari sanoatini tubdan yaxshilash va kompleks rivojlantirish chora tadbirlari to‘g‘risida”gi Farmonlari, hamda 2019 yil 23 maydagi PQ-4335-son “Qurilish materiallari sanoatini jadal rivojlantirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi Qarori, 2021 yil 9 iyundagi PF-6244-son “Hududlarning sanoat salohiyatini oshirishga doir qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi, 2022 yil 21 fevraldagi PF-139-son “Uy-joy qurilishi va qurilish materiallari sanoatini qo‘llab-

¹ O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 29 yanvardagi PF-60 son «2022-2026 yillarda O‘zbekiston taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida»gi Farmoni

quvvatlashga doir qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi Farmonlari va mazkur faoliyatga tegishli boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining asosiy ustuvor yo‘nalishlariga bog‘liqligi. Mazkur tadqiqot respublikada fan va texnologiyalarni rivojlantirishning II «Energetika, energo- va resurs tejamkorlik» va VII. «Kimyoviy texnologiya va nanotexnologiya fanlari» ustuvor yo‘nalishiga muvofiq holda bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Gilli xomashyo materiallari asosida, ularga turli tabiiy qo‘shimchalar va chiqindilar qo‘shib, yuqori sifatli keramzit olish uchun tarkib va usullarni ishlab chiqish va mavjud bo‘lgan ishlab chiqarish texnologiyalarini takomillashtirish bo‘yicha S.P.Onatskiy, I.A.Gervids, G.I.Knigina, N.I.Makridin, J.C.Guband, H.H.Thone, P.Gorman, V.V.Eremenko, E.A.Kolesnikov, V.P.Petrov, N.G.Chumachenko, V.Z.Abdiraximov, K.A.Bisenov kabi dunyoning yetakchi olimlari keng ko‘lamda ilmiy izlanishlar olib borishgan va ahamiyatli natijalarga erishgan.

Mahalliy xomashyo va boshqa ikkilamchi resurslar asosida yuqori haroratli kuydirishda ko‘pchiydigan, g‘ovak strukturali keramzit olish, uni ishlab chiqarish uchun kompozitsiyalarni yaratish va tayyor mahsulot xususiyatiga texnologik omillarni ta‘sirini o‘rganish bo‘yicha L.M.Botvina, B.A.Asqarov, A.A.Tulaganov, U.A.Gaziev, A.M.Eminov, Z.R.Kadirova, B.K.Xojametova, A.P. Purxanatdinov kabi mamlakatimiz olimlari ilmiy tadqiqot ishlarini olib borishgan va keramika, shu jumladan keramzit materiallar texnologiyasiga o‘zining ahamiyatli hissasini qo‘shgan.

Olib borilgan tadqiqotlarda, hozirgi vaqtda ijobiy natijalarga erishilganligiga qaramasdan, Respublikamizning, shu jumladan Quyiamudaryo hududi mahalliy gilli xomashyolari va boshqa resurslari asosida yuqori sifatli keramzit materiallari olish uchun samarali massa tarkiblarini yaratish, ularni ishlab chiqarish jarayonlarini, faza tarkiblarini, fizik-mexanik xususiyatlarini hamda g‘ovakligini o‘rganish, g‘ovakli to‘ldiruvchilarni olishning energiya tejamkor texnologiyalarini yaratish masalalari bugungi kunda yetarlicha o‘rganilmaganligini ko‘rsatadi va bu borada ilmiy tadqiqotlarni davom ettirish zarurati mavjud.

Dissertatsiya mavzusining Dissertatsiya bajarilgan ilmiy-tadqiqot muassasining ilmiy-tadqiqot ishlari bilan bog‘liqligi.

Dissertatsiya tadqiqoti Urganch davlat universitetining ilmiy tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq №11/2021 “Mineral xomashyolar va sanoat chiqindilari asosida halq xo‘jaligi mahsulotlarini olish texnologiyasini ishlab chiqish” mavzusi doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi Gurlan gili asosida samarador massa tarkiblarini va keramzit olish texnologiyasini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

Gurlan koni gilini kimyoviy-mineralogik tarkibi va boshqa sifat xossalarini aniqlash;

Gurlan koni gilini kuydirishdagi texnologik xususiyatlarini, ko‘pchish va mineral hosil qilish jarayonlarini o‘rganish;

Gurlan koni gilini istiqbolli mahalliy to'g'rilovchi qo'shimchalar bilan kompozitsiyasida keramzit olishning samarador massa tarkiblarini yaratish;

Gurlan gili va to'g'rilovchi qo'shimchalarni ko'pchish, struktura hosil qilish, faza tarkibi va keramzit namunalarining fizik-mexanik xususiyatlariga ta'sirini tadqiq qilish;

samarador massa tarkiblaridan keramzit olishning texnologik sxemasini ishlab chiqish;

Gurlan gili asosidagi keramzit olish samaradorligining texnik-iqtisodiy hisoblarini amalga oshirish;

Gurlan gili asosidagi yangi tarkibli keramzit olish bo'yicha ishlab chiqilgan texnologiyani sanoat sharoitida sinovdan o'tkazish.

Tadqiqotning ob'ekti sifatida Gurlan koni gidroslyudali gili, gossipol smolasi va Tuproqqal'a barxan qumi kabi massa tarkibiga kiritiladigan to'g'rilovchi qo'shimchalar, hamda ular asosida ishlab chiqilgan keramzit namunalari olingan.

Tadqiqotning predmeti tajribaviy keramzit namunalarining fizik-mexanik, texnologik xususiyatlarini, texnologik rejimlarini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning usullari. Dissertatsiya tadqiqotida zamonaviy fizik-kimyoviy (rentgenofazaviy, DTA, optik va elektron-mikroskopik) va keramzit olish texnologiyasining an'anaviy tadqiqot usullari qo'llanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

Gurlan koni gili kimyoviy-mineralogik tarkibiga ko'ra, tarkibida kvars, kaolinit, dala shpati va boshqa minerallarni ahamiyatsiz miqdorida gidroslyudali xomashyo guruhiga kirishi birinchi marta aniqlangan;

Gurlan gilining kimyoviy, fizik-mexanik va texnologik xususiyatlarini tavsiflovchi asosiy oksidlar miqdori va asosiy ko'rsatkichlariga ko'ra, mineral tarkibi "Keramzit shag'ali, toshi va qumi" ishlab chiqarish uchun qo'llaniladigan GOST 32026-2012 talablariga javob berishi hamda ushbu gil ko'pchish darajasi bo'yicha o'rta ko'pchiydigan (ko'pchish koeffitsienti 3,45 %) va o'rtacha ko'pchish intervaliga (50 °C harorat) ega bo'lgan gidroslyudali gillar guruhiga tegishli ekanligi asoslangan;

o'rtacha kimyoviy-mineralogik tarkib, mayin disperslik darajasi (64 % dan yuqori) va mayin dispers erkin kvarsning kam miqdordaligi, jadal kuydirishda bu gilga oson suyuqlanuvchanlik va ko'pchishni hamda uni keramzit olishda ishlatish imkonini berishi isbotlangan;

ilk bor Gurlan gili asosida gossipol smolasi va Tuproqqal'a barxan qumi kabi mahalliy to'g'rilovchi qo'shimchalarni qo'llab samarador keramzit massalari ishlab chiqilgan;

birinchi marta keramzit olishda gossipol smolasi yuqori haroratlarda pirogenetik xarakterga ega bo'lgan holda uglerodgacha parchalanib (ya'ni ko'mirlashib) qaytaruvchi rolini o'ynab, ko'pchish jarayoniga sezilarli ta'sir ko'rsatishi, ya'ni maqbul kuydirish haroratida tajribaviy massalarini hajmiy zichligini kamaytirishi aniqlangan;

maqbul massadan olingan tajriba namunalarining mikrostrukturasi etalondan ancha mayda g'ovakli strukturasi, yangi hosilalarning ko'p darajasi va shuning natijasida yuqori fizik-mexanik xususiyatlari bilan farqlanishi aniqlangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

Gurlan koni gilini tarkib va xususiyatlarini kompleks tadqiq qilish natijasida Gurlan gilining asosiy oksidlar miqdori va asosiy ko'rsatkichlariga ko'ra, mineral tarkibi "Keramzit shag'ali, toshi va qumi" ishlab chiqarish uchun qo'llaniladigan GOST 32026-2012 talablariga javob berishi aniqlangan;

Gurlan gilini istiqbolli mahalliy to'g'rilovchi qo'shimchalar bilan birga keramzit massa tarkibida ishlatish, nisbatan past 1020-1080°C kuydirish haroratida yaxshilangan fizik-mexanik xususiyatli mayda g'ovakli keramzit shag'alini olish mumkinligi aniqlangan;

olingan tarkiblar asosida fizik-mexanik xossalari bo'yicha respublikaning mavjud keramzit korxonalarida ishlab chiqarilayotgan mahsulotlaridan ustun bo'lgan keramzit shag'alini olish texnologiyasi ishlab chiqilgan.

samarador keramzit massalari tarkibida Gurlan gilini qo'llash, etalon massaga nisbatan kuydirish haroratini 70-100 °C ga pasaytirish imkonini berishi, yoqilg'i-energetik resurslarni tejashi va keramzit shag'alini tannarxini pasaytirishi isbotlangan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Tadqiqot natijalarini davlatlararo va O'zbekiston milliy standartlari usul va talablariga muvofiq olinganligida, tajribalarni muvofiqlik sertifikatlariga ega qurilma va jihozlarda, zamonaviy fizik-kimyoviy (rentgenofazaviy, DTA, optik va elektron-mikroskopik) tahlil usullarini qo'llab bajarilganligi bilan tasdiqlangan.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati gilli komponentlar asosida to'g'rilovchi qo'shimchalar bilan olingan keramzit granulari namunalarining asosiy fizik-mexanik va texnologik o'ziga xosligining xomashyo komponentlarning xususiyati va miqdoriga, ko'pchishdagi fizik-kimyoviy jarayonlariga bog'liqligini asoslash va o'rnatish bilan izohlanadi.

Tadqiqotning amaliy ahamiyati Gurlan koni gili asosida GOST talablariga javob beruvchi, Respublikaning keramzit ishlab chiqarish uchun xomashyo bazasini kengaytirishga xizmat qiladigan keramzit shag'ali olishning, yangi samarador tarkiblarini va texnologik rejimlarini ishlab chiqishga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Gurlan gili asosida mahalliy qo'shimchalarni qo'shilgan samarador tarkibdan keramzit ishlab chiqarish bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

Gurlan gili asosida keramzit olishning samarador massa tarkiblari va texnologiyasi "Azkamar" MChJ da amaliyotga joriy qilingan ("O'zbekiston qurilish materiallari sanoati" Korxonalar Uyushmasining 2024 yil 27 dekabrda № 02/15-4101 sonli ma'lumotnomasi). Natijada keramzit granularini ko'pchitish haroratini 100 °C ga pasaytirish va mavjud standart GOST 9757-90 talablariga mos keluvchi mahsulot ishlab chiqarish imkoniyatini bergan.

Ishlab chiqilgan keramzit shag'ali tarkibi «Triumf gornyak» MChJ korxonasida amaliyotga joriy etilgan ("O'zbekiston qurilish materiallari sanoati"

Korxonalar Uyushmasining 2024 yil 27 dekabrda № 02/15-4101- sonli ma'lumotnomasi). Natijada, keramzit olishda Gurlan koni gili va Tuproqqal'a barxan qumi hamda sanoat chiqindisi gossipol smolasidan foydalanish hisobiga keramzit pishirish harorati 70-100 °C ga pasaygan, keramzit massalaridan past haroratlarda (1050-1080°C) pishirib olingan keramzitning fizik-mexanik xossalari yaxshilangan, ko'pchilik koeffitsienti - 4,45 ga, siqilishga chidamliligi 2,1 MPa gacha oshirilgan, hajmiy og'irligi esa 380 kg/m³ ga kamaytirilgan keramzit donalarini ishlab chiqarish imkoniyati yaratilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Tadqiqot natijalari 3 ta halqaro va 9 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarda muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi. Tadqiqot mavzusi bo'yicha jami 17 ta ilmiy ish chop etilgan. Jumladan 5 ta ilmiy maqola, shulardan, O'zbekiston Respublikasi Oliy Attestatsiya komissiyasi tomonidan doktorlik dissertatsiyalarni (PhD) asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya qilingan 2 tasi respublika va 3 tasi xorijiy jurnallarda nashr etilgan.

Dissertatsiya tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 114 betni tashkil qiladi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida o'tkazilgan tadqiqotlarning dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqotning maqsadi va vazifalari, ob'ekt va predmetlari tavsiflangan, O'zbekiston Respublikasining fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy qilish, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning „**Adabiyotlar sharhi**“ deb nomlangan **birinchi bobida** ilmiy-texnikaviy adabiyotlarda nashr etilgan, xomashyo aralashmalarini tanlash, tarkiblarni ishlab chiqish, fizik-kimyoviy, fizik-mexanik va texnologik xususiyatlari, olish usullari, kuydirish jarayonlari, ko'pchilik, faza o'tishlari va issiqlik ishlov berishda sopolakda minerallarni hosil bo'lishi, keramzit va ular asosida dunyoda, shu jumladan O'zbekistonda issiqlik izolyatsion materiallar ishlab chiqarish texnologiyalari masalalari bo'yicha tahlil natijalari va ishlarning muhokamasi keltirilgan. Berilgan xususiyatli qurilishda ishlatiladigan issiqlik izolyatsion materiallar olish maqsadida keramzit granulalar ishlab chiqarish uchun O'zbekiston Respublikasining mineral-xomashyo resurslari muhokama qilingan. Nashr qilingan ishlarni tanqidiy tahlili va muhokamasi asosida mazkur tadqiqotning maqsad va vazifalari shakllantirilgan.

Dissertatsiyaning „**Eksperimentlar olib borish uchun qabul qilingan tadqiqot usullari, tadqiqot ob'ektlarini tanlovini asoslash**“ deb nomlangan **ikkinchi bobida** tajribaviy namunalarning fizik-kimyoviy tadqiq qilishning zamonaviy usullari, keramika qurilish materiallarini dastlabki xomashyolari va g'ovak hosil qiluvchi o'xir komponentlarining tarkibi va miqdorini texnologik xossalarni bog'liqligini o'rnatish uchun qo'llanilgan uskuna va jihozlar keltirilgan. Kimyoviy-mineralogik tarkiblar, mineral hosil bo'lishi va issiqlik ishlov berishdagi

fazaviy o‘tishlar fizik-kimyoviy tahlil usullari bilan tadqiq qilingan. Tajribaviy namunalarning asosiy texnologik ko‘rsatkichlari qurilish keramikasi texnologiyasining bir qator mavjud standartlari talablari bo‘yicha sinalgan.

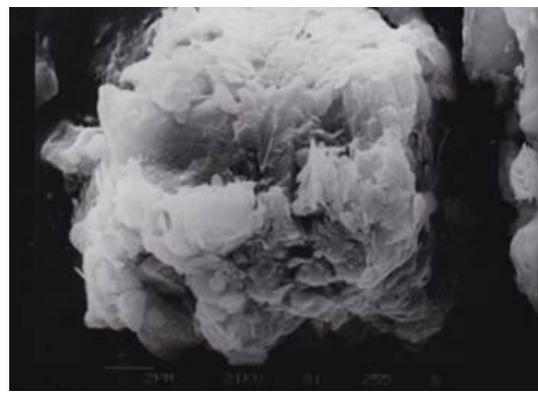
Shu bilan birga ikkinchi bobda tadqiqot ob‘ektlarini tanlovi asoslangan. Keramzit massalarini ishlab chiqishda tadqiqot ob‘ekti sifatida Gurlan koni gidroslyudali gili, paxta gudroni Respublikaning yog‘-moy kombinatlarining chiqindisi - gossipol smolasi va Tuproqqal’a massivi barxan qumi tanlangan.

Dissertatsiyaning **“Gurlan koni gilini fizik-kimyoviy tadqiq qilish va ular asosida keramzit massasining samarador tarkiblarini ishlab chiqish”** deb nomlangan **uchinchi bobida** Gurlan koni gilini fizik-kimyoviy tadqiqi natijalari keltirilgan.

Gurlan koni gilini fizik-kimyoviy xossalarini o‘rganishda kimyoviy, rastr elektron-mikroskopik, rentgenografik, kompleks termografik kabi fizik-kimyoviy tahlilning zamonaviy usullari qo‘llanilgan.

Makroskopik tadqiqotlar Gurlan koni gilining namunalari bir jinsli, yashil rangli ko‘zga ko‘rinmas jigarrangli qo‘shimchali yirik bo‘laklar shaklidagi zich gilli tarkibli jins, teksturasi zich, sinig‘i g‘adir-budirli ekanligini ko‘rsatdi.

Gurlan gili namunalarning rastr elektron-mikroskopik tahlili yordamida olingan tadqiqot natijalari 1-rasmda keltirilgan. 1-rasmda gilning mikrostrukturasi qatlamli teksturaga ega bo‘lgan gidromuskovit va illit minerallarining ustun miqdorini uchratish mumkinligi, turli orientatsiyali zarrali tartibsiz kurtaklar hosil qilishi ko‘rinib turibdi. Nisbatan yirik (15-20 mkm gacha) va mayda 2-3 mkm kurtaklar aniqlangan.



a)

b)

1-rasm. Gurlan gili namunalarning rastr elektron-mikroskopik tasviri.

Kattalashtirish: a)x500; b)x5000.

Kimyoviy tahlil natijalari Gurlan koni gili kimyoviy tarkibi bo‘yicha bir jinsli xomashyo ekanligini ko‘rsatadi. Gurlan gilining o‘rtacha namunalarning kimyoviy tarkibi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

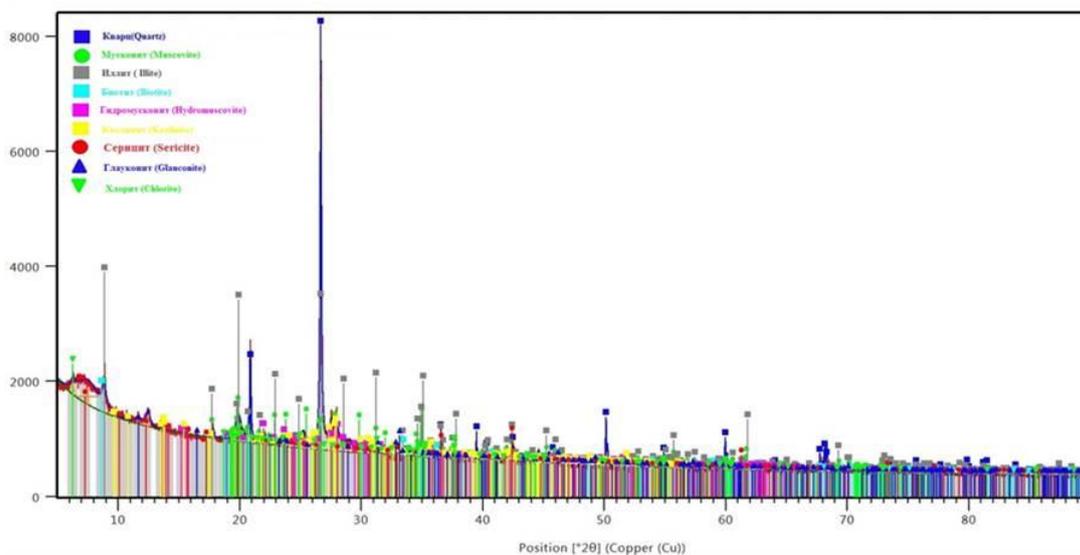
Gurlan koni gilining kimyoviy tahlil natijalari

Xomashyo nomi	Oksidlar miqdori, massa %									K.Y.
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	
Gurlan gili	59,01	17,14	5,93	1,23	1,35	0,25	0,51	2,32	2,22	10,04

1-jadvaldan ishqoriy va ishqoriy yer oksidlarning umumiy miqdori yuqori ($R_2O+RO>4,5\%$) ekanligi ko‘rinib turibdi, bu bo‘yovchi oksidlarning yuqori miqdori bilan birga mazkur gilni oson suyuqlanuvchanligini belgilaydi. Mayda dispers fraksiyalarning miqdoriga bog‘liq ravishda tadqiq qilinayotgan namunalar yuqori dispers (fraksiya 1 mkm gacha 60%) gilli xomashyo guruhiga mansub.

Rentgenografik tahlil natijalariga ko‘ra (2-rasm) Gurlan gili tarkibida quyidagi minerallarning muskovit $d=0,997; 0,498; 0,334; 0,256; 0,212; 0,181; 0,137$ nm, gidromuskovit $d=0,334; 0,239; 0,199; 0,138; 0,129$ nm, illit $d=0,997; 0,498; 0,446; 0,256$ nm, kvars $d=0,425; 0,334; 0,245; 0,228; 0,223; 0,212; 0,197; 0,181; 0,154; 0,138; 0,137$ nm, kaolinit $d=0,716; 0,446; 0,228; 0,137$ nm, seritsit $d=0,245; 0,223; 0,199$ nm, xlorit $d=0,140; 0,199$ nm, biotit $d=1,40; 0,334$ nm, glaukonit $d=0,197$ nm, shu bilan birga dala shpati va monmorillonit minerallarning qo‘shimchalari mavjudligi aniqlangan.

Shunday qilib, rentgenografik tahlil natijasida Gurlan koni gili kvars, kaolinit, biotit, xlorit, dala shpati va boshqa minerallarning axamiyatsiz miqdorida gidroslyudaning (muskovit, gidromuskovit, illit va seritsit) yuqori miqdoriga ega ekanligi aniqlangan.



2-rasm. Gurlan koni gilining rentgenogrammasi

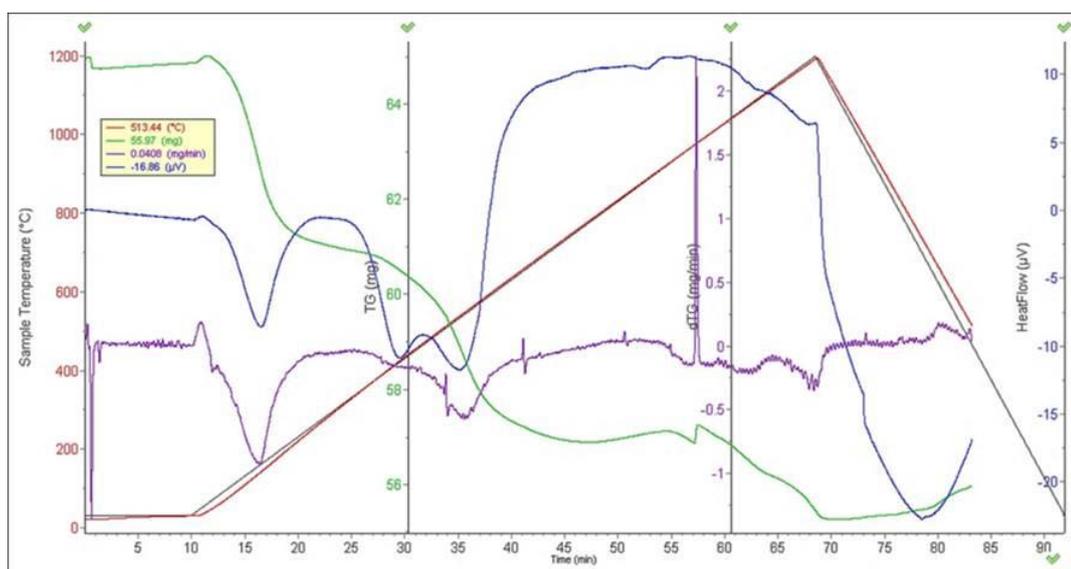
Shu bilan birga mazkur bobda Gurlan koni gilini kuydirish jarayonini o‘rganish natijalari keltirilgan.

Gurlan gilini kompleks termogrammasida uchta davr kuzatiladi. Birinchi davr 85-183 °C harorat intervalida 142 °C maksimum haroratda endoeffektning mavjudligi bilan xarakterlanadi va bu gidroslyuda minerallarini tavsiflovchi adsorbsion va qavatlararo suvlarning yo‘qolishi bilan bog‘liq.

Ikkinchi davr 371-593 °C harorat intervalida 554 °C maksimumi bilan gilli minerallarni gidrosil guruhini ajratishi bilan kristall panjarani parchalanishini, shu bilan birga kvarsni polimorf o‘zgarishini ifodalovchi endoeffektning tavsiflaydi. 960 °C haroratdagi kuchsiz ekzoeffekt yangi kristall fazalar asosan mullit hosil bo‘lish jarayonlari bilan bog‘liq. (3-rasm).

Tadqiq qilinayotgan Gurlan gili namunalarining pishish haroratlari namunalarning suv yutuvchanligi bo‘yicha aniqlangan. Presslangan namunalar

laboratoriya mufel pechida (850-1050 °C) harorat intervalida kuydirildi. Tadqiq qilinayotgan tajriba namunasi 950 °C da suv yutuvchanligi 5,0% dan ortiq bo‘lmagan keramik sopolak olishni ta‘minlaydi. Haroratni 1000 °C ga oshirganda suv yutuvchanlikning 2,0% gacha keskin pasayishi kuzatildi. Kirishish mos ravishda 7,3 % dan 9,2% gacha oshdi. Keyinchalik haroratni 1050°C gacha ko‘tarish namunalarni ko‘pchishiga va deformatsiyasiga olib keldi. Bu, mazkur gil GOST 9169-75 bo‘yicha past haroratda pishuvchi, o‘rtacha pishuvchan xomashyo sinfiga mansub ekanligini ifodalaydi.



3-rasm. Gurlan koni gilining kompleks termogrammasi

Zamonaviy fizik-kimyoviy tahlillar yordamida kompleks tadqiqotning natijalaridan Gurlan koni gili gidroslyudaning yuqori miqdoriga va kimyoviy tarkibida nisbatan yuqori miqdorda temir oksidi va ishqoriy oksidlariga ega, shu bilan birga mazkur gilga oson suyuqlanuvchanlikni beruvchi va oson suyuqlanuvchi flyus qo‘shimcha sifatida keramik massa tarkiblarini ishlab chiqishda va keramzit olishda asosiy komponent sifatida ishlatish imkonini beruvchi mayin disperslik va kam miqdorda mayda dispersli erkin kvarsga ega ekanligi aniqlangan.

Gurlan gili namunasining texnologik xususiyatlarini tadqiq qilish bo‘yicha olingan eksperimental natijalar tahlili, Gurlan gidroslyudali gili bir qator muhim xususiyatlariga ko‘ra, GOST 32026-2012 talablariga javob beradi va keramzit shag‘ali ishlab chiqarishda qo‘llanilishi mumkin hamda Quyiamudaryo hududi uchun yuqori sifatli gidroslyudali gil xomashyosini arzon manbasi bo‘lishi mumkin deb xulosa qilish imkonini beradi.

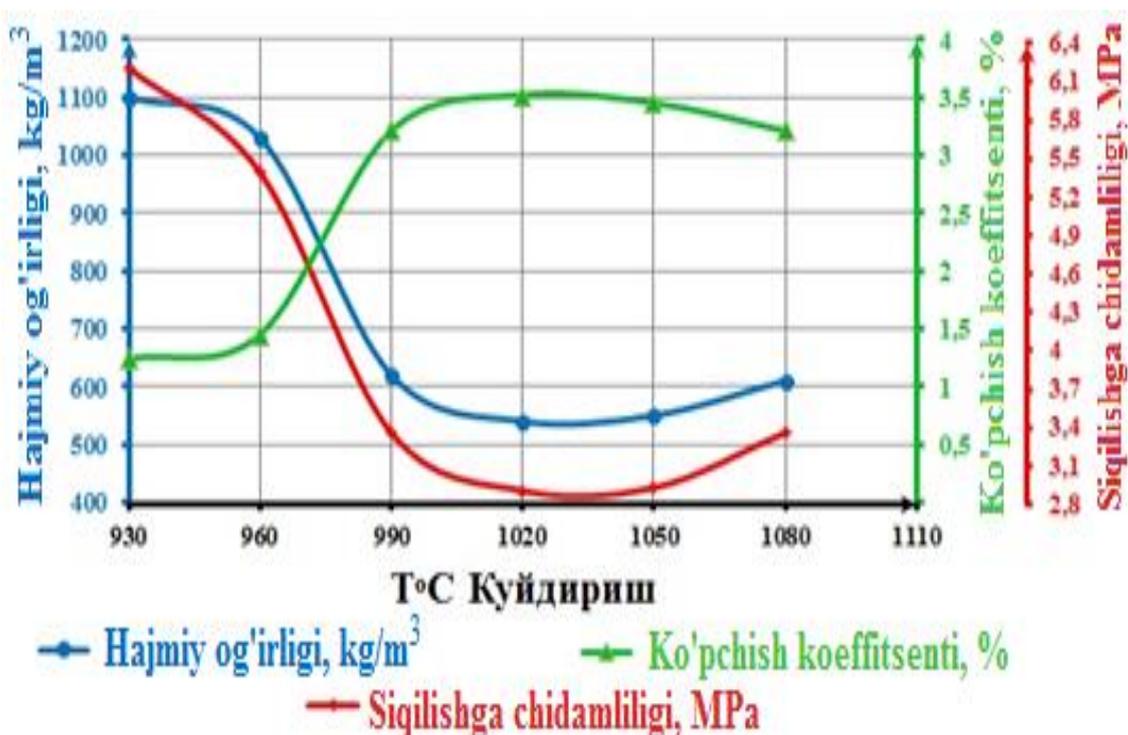
Kimyoviy-mineralogik tarkiblarni hisoblash natijasida va olib borilgan qator tajribaviy massalarni laboratoriya texnologik tadqiqotlari asosida Gurlan koni gili va boshqa mahalliy qo‘shimchalar asosida yuqori sifatli keramzit olish uchun massa tarkiblari ishlab chiqilgan. Keramzit massasi uchun qo‘shimcha sifatida birinchi marta gossipol smolasi va Tuproqqal’a barxan qumi ishlatilgan.

Dissertatsiyaning **“Keramzit materiallarining ko‘pchishi, fizik-kimyoviy xususiyatlari va struktura hosil qilish jarayonlarini tadqiqi, keramzit**

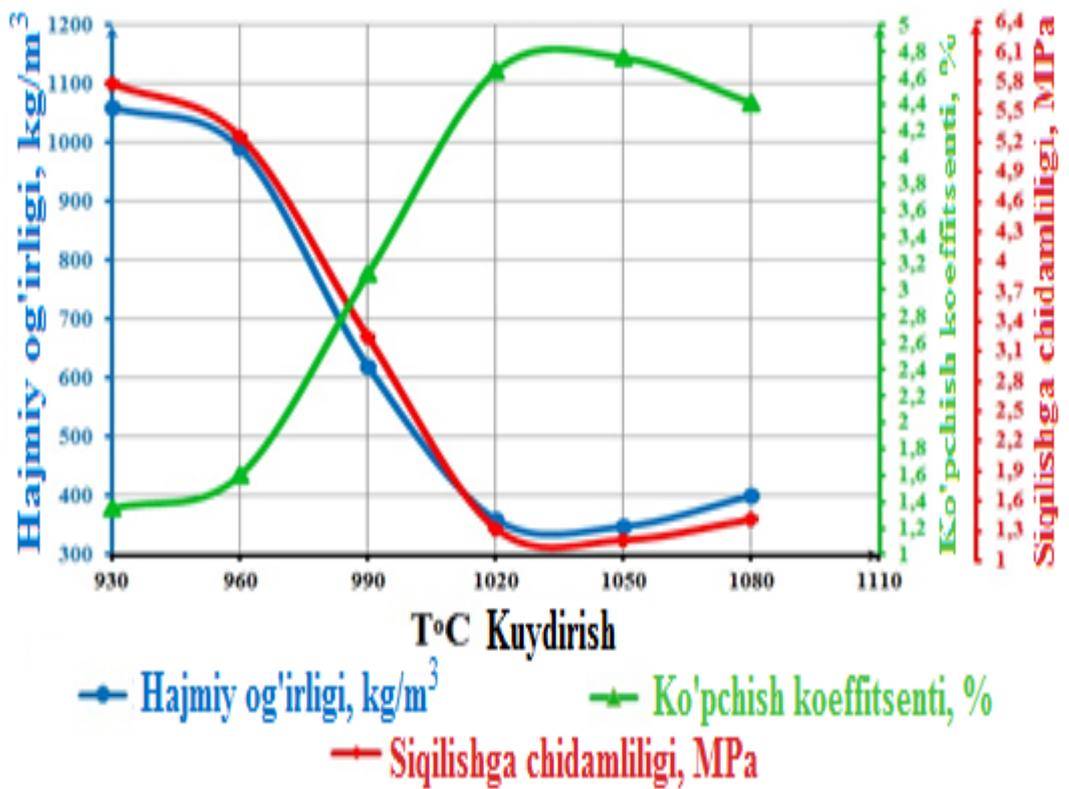
tarkiblarining tajriba-sanoat sinovlari” deb nomlangan **to‘rtinchi bobida** keramzitning maqbul tarkiblarini va texnologik rejimlarini ishlab chiqish bo‘yicha natijalar va sanoat miqyosida keramzit ishlab chiqarishga imkon yaratuvchi yo‘nalish tanlangan.

Tajriba keramzit massalarining ko‘pchish jarayonini tadqiq qilish turli kuydirish haroratlarida fizik-mexanik xususiyatlarini aniqlash yo‘li bilan, shu bilan birga kuydirishda fazaviy o‘zgarishlarni o‘rganish bilan olib borilgan. Tajriba keramzit massalarining kuydirish haroratiga bog‘liqligi 4-5-rasmlarda keltirilgan.

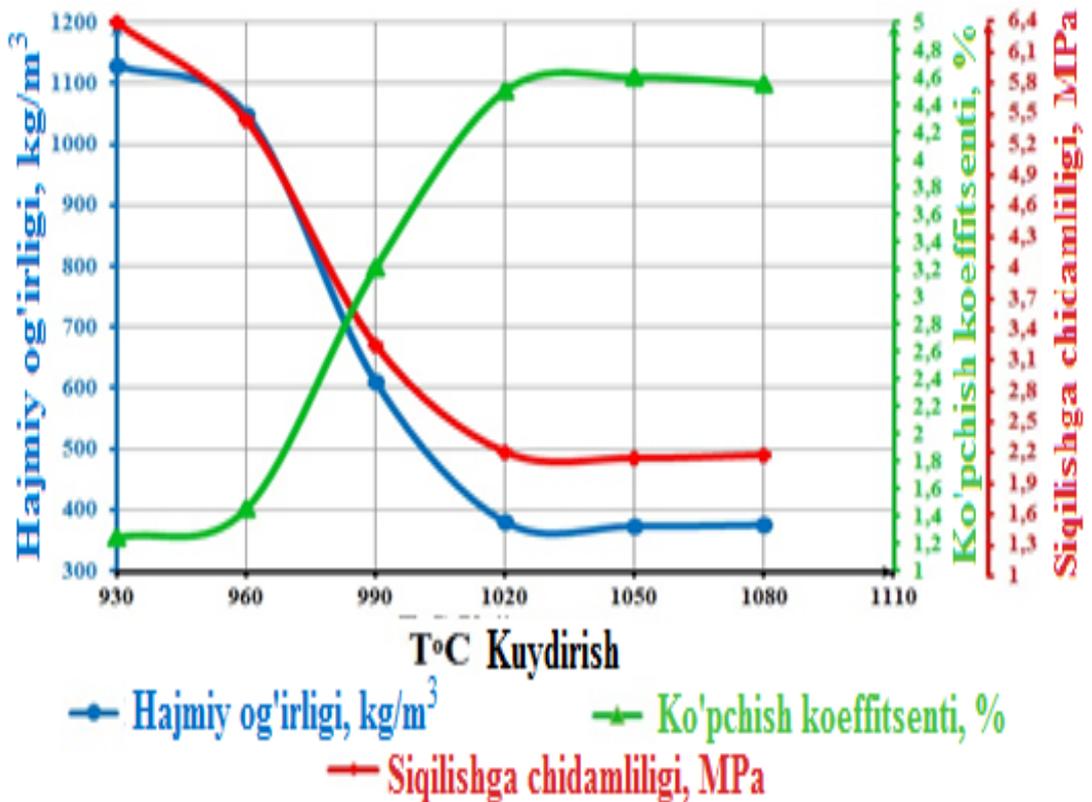
1020-1050 °C kuydirish haroratida massaga qo‘shilgan gossipol smolasi miqdorining oshishi bilan tajriba namunalarda (M-2, M-3 va M-4) hajmiy zichlikning kamayishi kuzatildi, M-2 va M-3 massalari uchun bu ko‘rsatkich 460 kg/m³ va 350 kg/m³ ni mos ravishda tashkil qiladi. M-4 massada gossipol smolasini 3% gacha oshirganda M-3 massasiga taqqoslaganda hajmiy zichlik miqdorining 350 kg/m³ gacha kamayishi kuzatiladi (5-rasm).



4-rasm. M-1 keramzit massasining fizik-kimyoviy xususiyatlarining kuydirish haroratiga bog‘liqligi



5-rasm. M-3 keramzit massasining fizik-kimyoviy xususiyatlarining kuydirish haroratiga bog'liqligi



6-rasm. M-7 keramzit massasining fizik-kimyoviy xususiyatlarining kuydirish haroratiga bog'liqligi

M-2, M-3 va M-4 massalari uchun 1050 °C da ko'pchish koeffitsienti mos ravishda 4,02, 4,75 va 4,82 ni tashkil qiladi.

Bundan tashqari M-4 massa namunalarning mexanik mustahkamligi va kuydirish intervali 0,6 MPa gacha va 40 °C ga mos ravishda pasayadi. Shuni ta'kidlash lozimki, M-4 massasidan namunalarning mexanik mustahkamligi GOST 9757-90 talablariga mos kelmaydi.

Shundan kelib chiqib, organika sifatida qo'shilgan gossipol smolasining maksimal miqdorini 2% deb qabul qilindi.

Namunalarning mexanik mustahkamligini oshirish maqsadida va massalarni kuydirish intervalini uzaytirish uchun tajriba massalariga shu bilan birga Tuproqqal'a massivining barxan qumi 2-10% miqdorda qo'shilgan.

M-5, M-6, M-7, M-8 va M-9 massalariga gossipol smolasi 2% miqdorda qo'shilgan. Tajriba massalarida (M-5, M-6, M-7) 1050 °C da barxan qumi miqdorining oshishi bilan oldin hajmiy zichlik oshadi va ko'pchish koeffitsienti ahamiyatsiz pasayadi, namunalarning mexanik mustahkamligi jadal oshadi. Kuydirish intervali va pishish holati intervali kengayadi (6-rasm). M-8 va M-9 tajriba massalarida keyinchalik barxan qumini miqdorini oshirish bilan hajmiy zichlik ko'rsatkichining ahamiyatsiz oshishi va ko'pchish koeffitsientining pasayishi davom etadi, namunalarning mexanik mustahkamligining jadallashishi esa kuchsizlanadi. M-7 tajriba massasi uchun kuydirish intervali 80 °C ni tashkil qiladi, M-9 massa uchun esa bu ko'rsatkich 60 °C gacha pasayadi.

Shunday qilib, M-3 massasi uchun haroratni 1020 °C dan 1050 °C gacha, M-7 massa uchun 1020 °C dan 1080 °C gacha oshirish, xajmiy zichlik, ko'pchish koeffitsienti va mexanik mustahkamlikga bog'liklik egri chiziqlari gorizontaal chiziqqa silliq o'tadi, bu materialni ko'pchish jarayonida maksimal ko'rsatkichlarga erishilganligi haqida dalolat beradi.

Tadqiq qilinayotgan ko'pchigan namunalarning suv shimuvchanligi <20%. M-3 massasi uchun 1080 °C da hajmiy zichlik va mexanik mustahkamlik 410 g/sm³ va 1,4 MPa gacha oshdi. M-7 massasi uchun 1110 °C da hajmiy zichlik va mexanik mustahkamlik 400 g/sm³ gacha va 2,4 MPa ga oshadi.

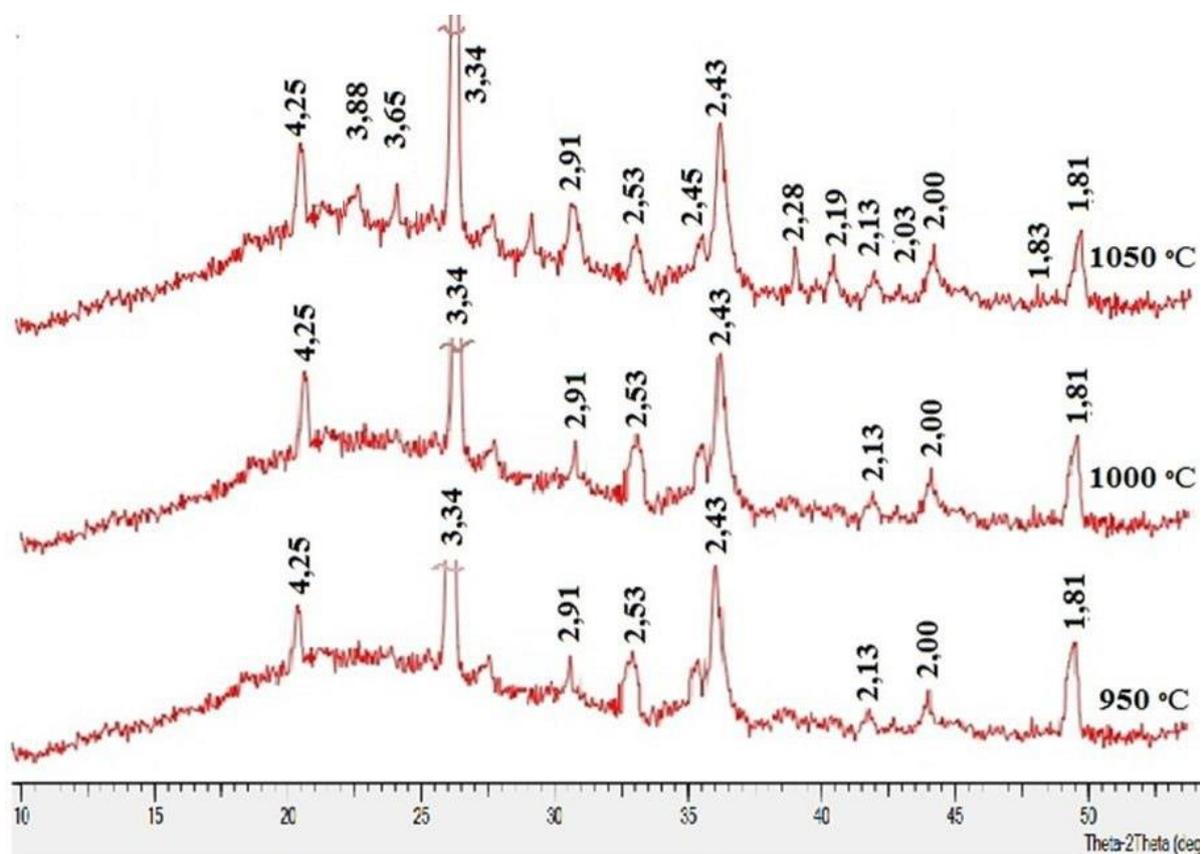
Keyinchalik namunalarning kuydirish haroratini M-3 uchun 1080 °C gacha va M-7 uchun 1110 °C gacha oshirish hajmiy zichlikning 410 kg/m³ va 400 kg/m³ mos ravishda oshishi, ko'pchish koeffitsientining 4,41 va 4,49 sezilarli darajada kamayishi kuzatiladi. Namunalarda suyuqlanish alomatlari paydo bo'ladi, namunalarning zichligini oshishi boshlanadi, ko'pchish jarayoniga teskari bo'lgan deformatsiya elementlari paydo bo'ladi.

Shuni ta'kidlash lozimki, M-7 massasidan olingan tajriba namunalari ko'pchish koeffitsienti, hajmiy zichlik va mustahkamlik ko'rsatkichlari M-A3 etalon massasi namunalaridan ustunlik qiladi. M-1 massasidan esa u hajmiy zichlikni kamligi bilan, M-3 massasidan esa mexanik mustahkamlik ko'rsatkichini yuqoriligi bilan farqlanadi. Kuydirish intervali va shunga mos ravishda pishish xolati intervali bo'yicha M-7 massasi ikkala tajriba massasidan ustundir. Shunga bog'liq ravishda, keyingi ancha keng tadqiqotlar uchun, M-7 maqbul massasidan olingan keramzit namunalari tanlangan.

M-7 maqbul massasidan turli haroratlarda kuydirilgan namunalarning rentgenogrammalari 7-rasmda keltirilgan.

1050 °C haroratda kuydirilgan M-7 massasi tajriba namunalari rentgenogrammalarida mullit $d=0,242; 0,228; 0,219; 0,200$ nm, anortit $d=0,334; 0,213; 0,183$ nm, diopsid $d=0,290; 0,228; 0,203; 0,200; 0,183$ nm, vollastonit $d=0,388; 0,253; 0,200; 0,181$ nm, kvarts $d=0,425; 0,334; 0,245; 0,228; 0,200; 0,183; 0,181$ nm, kristobalit $d=0,253$ nm, tridimit $d=0,228; 0,208$ nm, gematit $d=0,365; 0,243; 0,219; 0,203; 0,183$ nm va gelenit $d=0,370; 0,253; 0,243; 0,181$ nm intensiv chiziqlari aniqlangan.

M-7 tajriba massasida suyuq faza va mullit, kvarts, gematit, gelenit va diopsid kristallarining hosil bo'lishi 950 °C haroratda paydo bo'lishi kuzatiladi, anortit, kristobalit va vollastonit kristallari esa 1000 °C da, 1050 °C da esa tridimitni paydo bo'lishi, mullit va boshqa kristall fazalarning kristallanishi kuzatiladi. Tadqiq qilinayotgan keramzitda shisha fazani miqdorini oshishi to'g'risida amorf galo integral maydonlari va rentgenogrammada difraksiyon aks etish nisbatlari dalolat beradi.

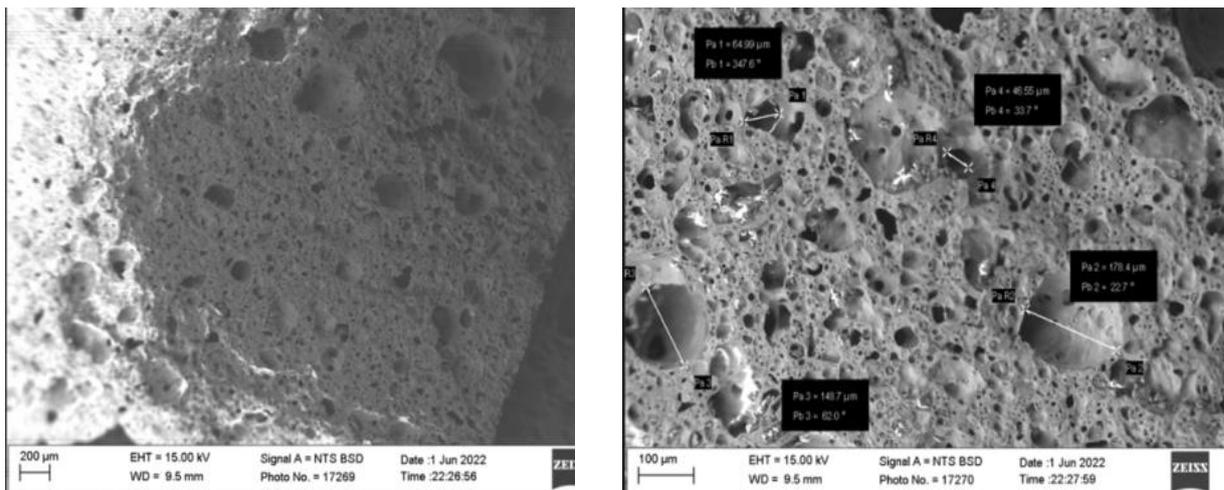


7-rasm. Turli haroratlarda kuydirilgan M-7 keramzit massasining rentgenogrammasi

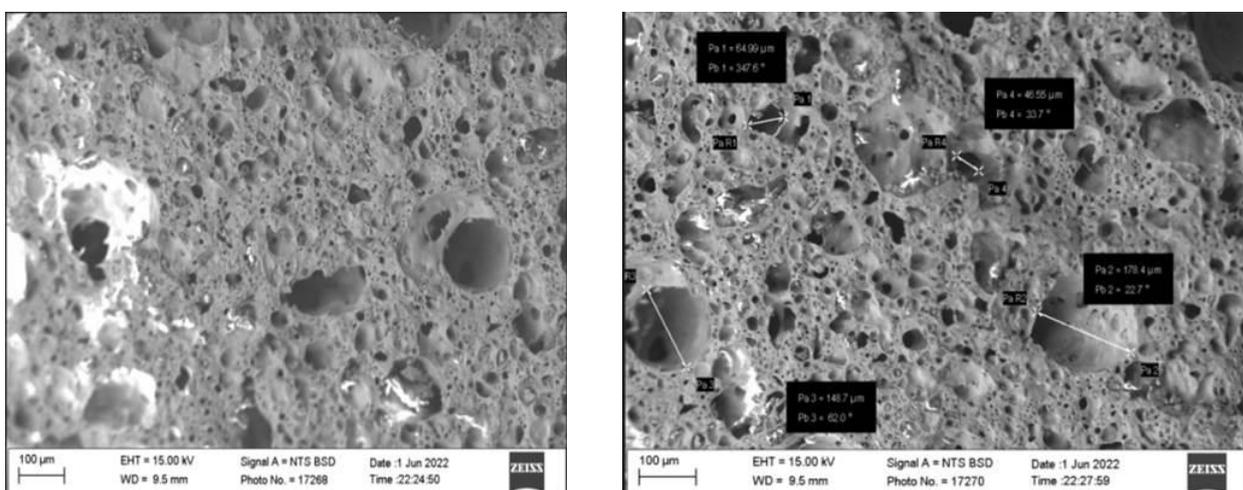
1050 °C haroratda kuydirilgan M-7 maqbul massasidan olingan keramzit materiallari mikrostrukturasi tadqiqi (8-11 rasmlar), undagi g'ovaklar M-A3 etalon massasidagi namunalarga nisbatan ancha bir jinslikda taqsimlanganligini ko'rsatdi. Asosan gidroslyudali minerallarning suyuqlanishi hisobiga hosil bo'lgan silikat suyuqlanma asosiy massa bilan birlashadi.

Namunalar o'rtacha g'ovak o'lchami 0,05-0,1 mm bo'lgan murakkab tartibsiz tuzilishga ega, g'ovaklar asosan mayda, yopiq va tekis taqsimlangan ko'rinishda ifodalangan.

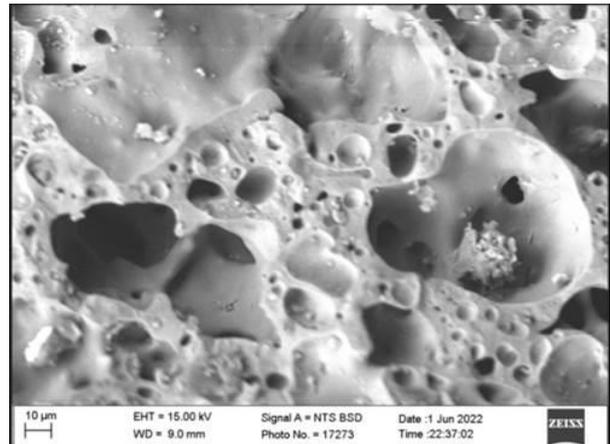
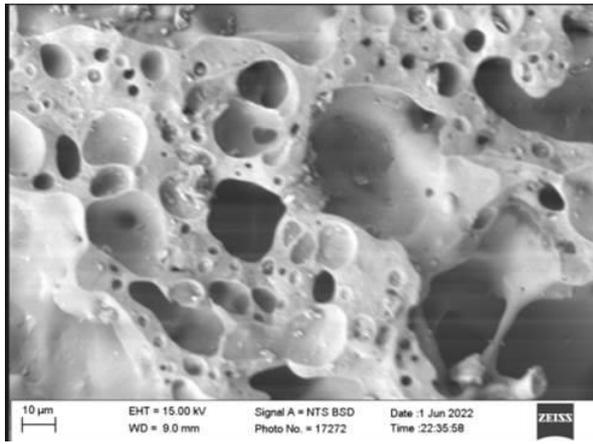
Shunday qilib, massa komponentlarini qo'llanilgan kompozitsiyasi tajriba namunalarining fizik-mexanik xususiyatlarini oshishiga olib keluvchi anortit, mullit va vollastonit kristallarining tajriba massalarida hosil bo'lishiga ta'sir qilganligi o'rnatilgan, sintez qilingan keramzit materiallarining fazaviy tarkiblari asosan mullit, anortit, kvars va boshqa kristallar orasidagi bo'shliqlarni to'ldiruvchi shishasimon faza bilan ifodalanganligi aniqlangan.



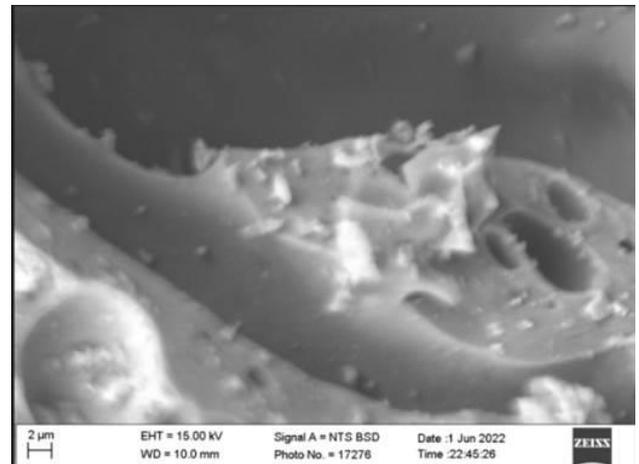
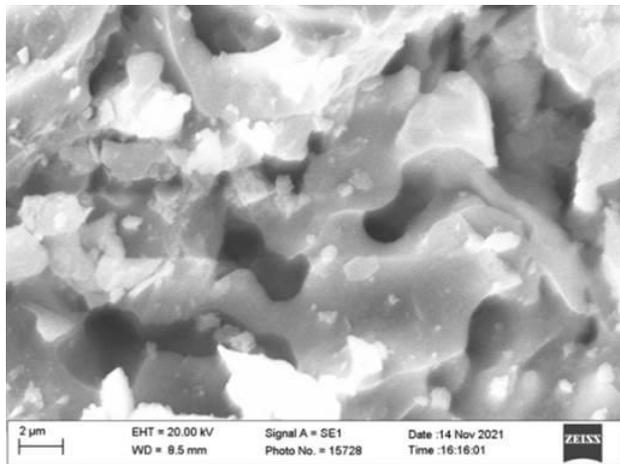
8 rasm. 1050 °C haroratda kuydirilgan M-7 massasidan olingan keramzitning elektron-mikroskopik tasviri (kat. x200)



9 rasm. 1050 °C haroratda kuydirilgan M-7 massasidan olingan keramzitning elektron-mikroskopik tasviri (kat. X400)



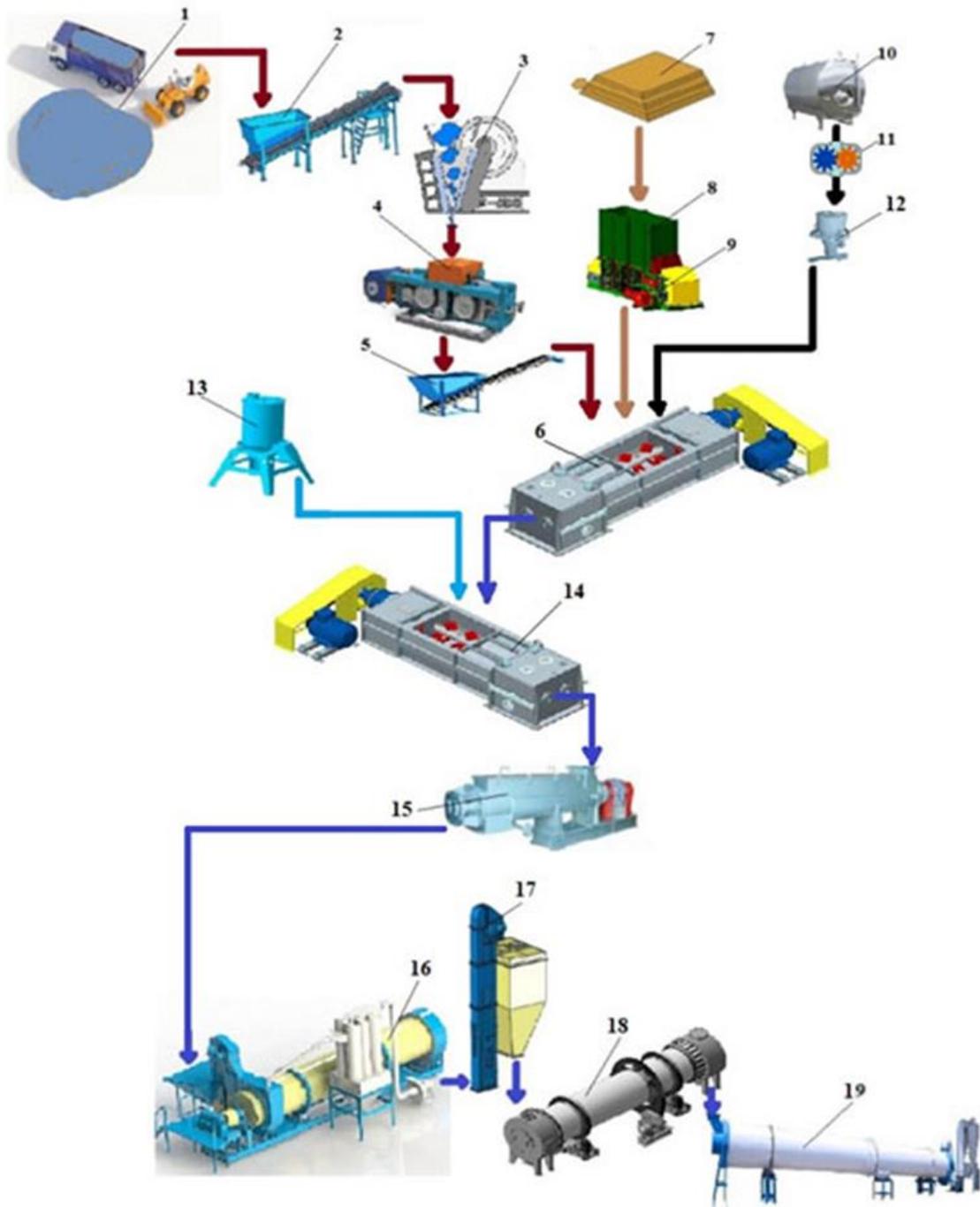
10 rasm. 1050 °C haroratda kuydirilgan M-7 massasidan olingan keramzitning elektron-mikroskopik tasviri (kat. X1000)



11 rasm. 1050 °C haroratda kuydirilgan M-7 massasidan olingan keramzitning elektron-mikroskopik tasviri (kat. X4000)

Korxonada sanoatga tadbiq qilish natijasida keramzit shag‘ali ishlab chiqarishda Gurlan gili, Tuproqqal’a barxan qumi va gossipol smolasi kabi samarador mahalliy xomashyo materiallarini kompleks ishlatish natijasida hajmiy zichlikni kamayishi, mexanik mustahkamlikni oshishi va kuydirish haroratini 100°C ga pasayishi aniqlangan.

Ilmiy-tadqiqot ishlari va maqbul namunaning sanoat-sinov tajribalari natijasida M-7 massasi xomashyo tarkibi keramzit shag‘ali olish uchun tavsiya qilingan va uni ishlab chiqarish texnologik sxemasi ishlab chiqilgan (4.17 rasm).



4.17 rasm. Gurlan gili va to‘g‘rilovchi qo‘shimchalar asosida keramzit shag‘ali ishlab chiqarish texnologik sxemasi

1-gil ombori, 2-tovoqli transporter, 3-jag‘li maydalagich, 4-valli maydalagich, 5-lentali dozator, 6-ikki valli aralashtirgich (quruq), 7-vibratsion elak, 8-barxan qumi uchun bunker, 9-shnekli dozator, 10-gossipol smolasi uchun bak, 11- shesternyali nasos, 12-forsunka, 13-suvli bak, 14- ikki valli aralashtirgich (nam), 15-panjarali press, 16-barabanli quritgich, 17-elevator, 18- aylanma pech, 19- barabanli sovutgich.

XULOSALAR

1. Fizik-kimyoviy tahlilning zamonaviy usullarini qo'llab Gurlan koni gilini modda tarkibi va sifat xarakteristikalarini o'rganilgan. Gurlan gili asosiy oksidlar miqdori va asosiy ko'rsatkichlariga ko'ra, mineral tarkibi "Keramzit shag'ali, toshi va qumi" ishlab chiqarish uchun qo'llaniladigan GOST 32026-2012 talablariga javob berishi aniqlangan.

2. Birinchi marta Gurlan gili asosida gossipol smolasi va Tuproqqal'a barxan qumi kabi mahalliy to'g'rilovchi qo'shimchalarni qo'llab samarador keramzit massalari ishlab chiqilgan. Ular, respublikaning mavjud keramzit korxonalarida ishlab chiqarilayotgan mahsulotlardan fizik-mexanik xarakteristikalarini bo'yicha ustun bo'lgan keramzit shag'alini olish imkonini bergan.

3. Birinchi marta keramzit olishda gossipol smolasi organik to'g'rilovchi qo'shimcha sifatida qo'llanilishi aniqlangan. Gossipol smolasi, qaytaruvchi rolini o'ynab, ko'pchilik jarayoniga sezilarli ta'sir ko'rsatishi isbotlangan.

4. To'g'rilovchi mineral qo'shimcha – barxan qumini tajribaviy massalarga oz miqdorda qo'shish, g'ovak to'ldiruvchi strukturasi armirolovchi rolini o'ynab, tajribaviy keramzit namunalari mexanik mustahkamligini oshirishi va ko'pchilik intervalini uzaytirishi aniqlangan.

5. Tadqiq qilinayotgan tajriba massalaridan nisbatan yaxshi fizik-mexanik xususiyatli maqbul tarkib deb M-7 massasi tanlangan. M-7 maqbul massasidan olingan keramzit materiallari fizik-mexanik xususiyatlariga ko'ra, GOST 9757-90 talablariga javob berishi, hamda hajmiy zichligi, mexanik mustahkamligi va kuydirish intervali bo'yicha etalon massadan ustun ekanligi aniqlangan. Shuni ta'kidlash lozimki, M-7 maqbul massasidan 380 kg/m^3 hajmiy zichlikka ega bo'lgan yengil va yetarlicha mustahkam keramzit materiali olingan.

6. Sintez qilingan keramzit materiallarining fazaviy tarkiblari mayda va tekis taqsimlangan mikrog'ovaklar, romboedrik gabitusli yengil suyuqlangan kvarsning mayda kristallari va prizmatik gabitusli donali suyuqlangan kvars kristallari, anortit va gematit, diopsid, vollastonit, kristobalit va kalta prizmatik qiyofali mullit kristallari bilan ifodalangan.

7. M-7 samarador keramzit massasi tarkibida Gurlan gilini qo'llash, etalon massaga nisbatan kuydirish haroratini $70-100 \text{ }^\circ\text{C}$ ga pasaytirish imkonini berishi, yoqilg'i-energetik resurslarni tejashi va keramzit shag'alining tannarxini pasaytirishi isbotlangan. Keramzit massalarini sanoatda aprobatsiya qilish natijasida "Azkamar" MChJ va "Triumf gorniyak" MChJ korxonalarida olingan keramzit shag'alining tajriba-sanoat partiyasi GOST 9757-90 talablariga javob berishi aniqlangan. Ishlab chiqilgan keramzit massa tarkiblarini "Azkamar" MChJ va "Triumf gorniyak" MChJ korxonalarida qo'llashdan kutilayotgan iqtisodiy samaradorlik yiliga mos ravishda 1084 840,0 ming va 1210 391,6 ming so'mni tashkil qildi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD. 03/30.12.2019. Т.20.03 ПО
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ
КАРАКАЛПАКСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

УРГЕНЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

АЛЛАМОВ РАХМАТУЛЛА ГУЛМИРЗАЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ СОСТАВОВ МАСС И ТЕХНОЛОГИЯ
ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМЗИТА НА ОСНОВЕ ГУРЛЕНСКОЙ ГЛИНЫ**

02.00.13 - Технология неорганических веществ и материалов на их основе

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

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером В2024.4.PhD/Т3038 в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан.

Диссертация выполнена в Ургенчском государственном университете имени Абу Райхона Беруний.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета www.karsu.uz и на информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyo.net).

Научный руководитель:

Бойжанов Ислом Ражабович

Кандидат технических наук, доцент

Официальные оппоненты:

Оразымбетова Гулистан Жакселиковна

доктор технических наук, профессор

Досанова Гулзар Мауленбергеновна

доктор философии технических наук (PhD),
доцент

Ведущая организация:

**Навоийский государственный горно-
технологический университет**

Защита диссертации состоится « » _____ 2026 году в « ⁰⁰ » часов на заседании Научного совета PhD. 03/30.12.2019.Т.55.06 при Каракалпакском государственном университете по адресу: 230112, г. Нукус, ул. Ч.Абдирова, дом 1. Тел.: (+99861) 223-60-47; факс: (+99861) 223-60-78; e-mail: karsu_info@edu.uz

С диссертацией можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре Каракалпакского государственного университета (зарегистрировано за №337). Адрес: 230112, г. Нукус, ул. Ч.Абдирова, дом 1. Тел.: (+99861) 223-60-47.

Автореферат диссертации разослан « » _____ 2026 года
(реестр протокола рассылки № от « » _____ 2026 года

А.М. Реймов

Председатель научного
совета по присуждению ученой
степени, д.т.н., проф., академик

Р.К. Курбаниязов

Ученый секретарь научного совета
по присуждению ученой степени,
д.т.н. доцент

Ш.Н. Туремуратов

Председатель научного семинара
при научном совете по присуждению
ученой степени, д.х.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации (PhD) доктора философии)

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире в последние годы в производстве строительных материалов ведущее место занимает выпуск продукции с использованием энерго- и ресурсосберегающих технологий, в том числе разработка новых эффективных составов масс для получения высококачественных инновационных теплоизоляционных строительных материалов. В этом направлении большое значение имеет разработка технологий снижения энергозатрат при производстве легковесного керамзитового гравия, получаемого при высокотемпературном обжиге, являющийся пористым наполнителем.

В мире ведутся научно-исследовательские работы, посвященные созданию энергоэффективных строительных материалов на основе инновационных технологий. В том числе в этом направлении особое внимание уделяется исследованию процессов происходящих в сырьевых смесях во время обжига и вспучивания керамзитовых масс и их последовательности, процессам образования жидкой и газовой фазы, влияющие факторы на него, процессы формирования структуры и фазовый состав керамзитовых гранул, изучение влияния на образование муллита, анортита, кварца и других кристаллов химико-минералогического состава и технологических режимов, на основе новых сырьевых материалов и отходов промышленности разработка составов и методов для получения легковесного керамзита с наилучшими свойствами вспучивающихся при низких температурах обжига.

В Республике промышленность по производству строительных материалов является одной из бурно развивающихся отраслей. В последние годы в нашей республике уделяется большое внимание развитию этой отрасли, в том числе жилищного строительства. В третьем направлении Стратегии развития Нового Узбекистана предусмотренного на 2022–2026 года по «...продолжение промышленной политики, увеличение доли промышленности в валовом внутреннем продукте и наращивание объёмов производства промышленной продукции в 1,4 раза...»¹ определены важнейшие задачи. В связи с этим важное значение приобретает ускоренное развитие и диверсификация промышленности строительных материалов, разработка инновационных технологий производства пористых наполнителей при пониженных температурах с применением эффективных составов масс, недорогих глинистых сырьевых ресурсов и корректирующих добавок, а также привлечение инвестиций для переработки местного минерального сырья.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в указах Президента Республики Узбекистан УП-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития нового

¹ Указ Президента Республики Узбекистан от 29 января 2022 года № ПФ-60 «О стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы»

Узбекистана на 2022 — 2026 годы»¹ и в постановлениях Президента Республики Узбекистан ПП-4198 от 20 февраля 2019 года «О мерах по коренному совершенствованию и комплексному развитию промышленности строительных материалов», ПП-4335 от 23 мая 2019 года «О дополнительных мерах по ускоренному развитию промышленности строительных материалов», УП-6244 от 9 июня 2021 года «О дополнительных мерах по повышению промышленного потенциала регионов», ПП-139 от 21 февраля 2022 г. «О дополнительных мерах по поддержке строительства жилья и промышленности строительных материалов», а также в других нормативно-правовых документах, принятых по данной сфере.

Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики. Настоящая работа выполнена в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Республики Узбекистан: II «Энергетика, энерго- и ресурсосбережение» и VII «Химическая технология и нанотехнология».

Степень изученности проблемы. Ведущие ученые мира такие как С.П.Онацкий, И.А.Гервидс, Г.И.Книгина, Н.И.Макридин, J.C.Guband, Н.Н.Thone, P.Gorman, В.В.Еременко, Е.А.Колесников, В.П.Петров, Н.Г.Чумаченко, В.З.Абдрахимов, К.А.Бисенов и другие провели обширные научные исследования и достигли важных результатов по разработке составов и методов для получения высококачественного керамзита на основе глинистых сырьевых материалов, добавляя к ним различные природные добавки и отходы и усовершенствованию существующих технологий производства.

Ученые нашей страны Л.М.Ботвина, Б.А.Аскарлов, А.А.Тулаганов, У.А.Газиёв, А.М.Эминов, З.Р.Кадырова, Б.К.Ходжаметова, А.П.Пурханатдинов и другие проводили научные исследования по получению керамзита с пористой структурой вспученный при высокотемпературном обжиге на основе местного сырья и других вторичных ресурсов, по созданию композиций для его производства и влияния технологических факторов на свойства готового продукта и внесли свой значительный вклад в развитие технологии керамических, в том числе керамзитовых материалов.

Несмотря на то, что в проведенных к настоящему времени исследованиях достигнуты положительные результаты, создание эффективных составов масс для получения высококачественных керамзитовых материалов на основе местного глинистого сырья и других ресурсов нашей Республики, в том числе Нижнеамударьинского региона, изучение процессов их воспроизводства, фазового состава, физико-механических свойств, а также изучение этой поры показывает, что вопросы создания ресурсосберегающих технологий получения пористых заполнителей на сегодняшний день изучены недостаточно, и существует необходимость продолжения научных исследований в этом отношении.

Связь диссертационного исследования с тематическим планом научно-исследовательских работ. Диссертационное исследование проводилось в соответствии с планом научно-исследовательских работ

Ургенчского государственного университета №11/2021 «Разработка технологии получения народно-хозяйственных товаров на основе минерального сырья и промышленных отходов».

Целью исследования является разработка эффективных составов масс и технология получения керамзита на основе Гурленской глины.

Задачи исследования:

изучение химико-минералогического состава и других качественных характеристик глины Гурленского месторождения;

изучение технологических свойств, процесса вспучивания и минералообразование глины Гурленского месторождения при обжиге;

создание эффективных составов масс керамзитового гравия на основе глины Гурленского месторождения в композиции с перспективными местными корректирующими добавками;

исследование влияния Гурленской глины и других добавок на процессы вспучивания, структурообразования, фазовый состав и физико-механические свойства керамзитовых образцов;

разработка технологической схемы получения керамзита из эффективных составов масс;

осуществление расчета экономической эффективности и рекомендации к внедрению получения керамзита на основе Гурленской глины;

опытно-промышленные испытания разработанной технологии по получению керамзита нового состава на основе Гурленской глины.

Объектом исследования является гидрослюдистая глина Гурленского месторождения, корректирующие добавки, вносимые в состав массы такие как, госсиполовая смола и Тупраккалинский барханный песок, также разработанные на их основе образцы керамзита.

Предметами исследования являются разработка физико-механических, технологических свойств, технологических режимов опытных керамзитовых образцов.

Методы исследований. В диссертационном исследовании использованы современные физико-химические (рентгенографический, ДТА, оптический и электронно-микроскопические методы) и традиционные методы исследований технологии получения керамзита.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

Впервые установлено, что глина Гурленского месторождения по химико-минералогическому составу при незначительном содержании кварца, каолинита, минералов полевого шпата и др. относится к группе гидрослюдистого сырья.

Установлено, что по содержанию основных оксидов и основным показателям, характеризующим его химические, физико-механические и технологические свойства, минерального состава Гурленская глина отвечает требованиям ГОСТ 32026-2012, применяемого глинистого сырья для производства керамзитового гравия, щебня и песка. По степени вспучивания

данная глина относится к группе средневспучивающихся глин, с коэффициентом вспучивания 3,45, с средним интервалом вспучивания 50 °С.

Доказано что, умеренный химико-минералогический состав, тонкая дисперсность (более 64 %) и малое количество тонкодисперсного свободного кварца, придают легкоплавкость и вспучиваемость этой глине при быстром обжиге и позволяют использовать его при получении керамзита.

Впервые разработаны эффективные составы керамзитовых масс на основе Гурленской глины с использованием доступных местных корректирующих добавок, таких как, госсиполовая смола и Тупраккалинский барханный песок.

Впервые определено, что при высоких температурах госсиполовая смола с пирогенетическим характером разложения до углерода (т.е. обугливания) играет роль восстановителя оказывает заметное влияние на процесс вспучивания, т.е. на уменьшение насыпной плотности опытных масс при оптимальной температуре обжига.

Установлено, что от эталонных микроструктура полученных из оптимальных масс опытных образцов отличаются более мелкопористой структурой, большей степенью новообразований, и вследствие этого, высокими физико-механическими свойствами.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

Определено, что Гурленская глина, по содержанию основных оксидов и основным показателям из результатов комплексного исследования состава и свойств Гурленской глины отвечает требованиям ГОСТ 32026-2012, применяемого глинистого сырья для производства керамзитового гравия, щебня и песка.

Установлено, что совместное использование в составе керамзитовых масс глины Гурленского месторождения и перспективных местных корректирующих добавок позволяет возможность получения при сравнительно низких температурах обжига 1020-1080°С мелкопористого керамзитового гравия с наилучшими физико-механическими свойствами.

Разработана технология получения керамзитовых гравий на основе полученных составов, улучшенных по физико-механическим характеристикам продукции, производящихся на действующих керамзитовых предприятиях республики.

Доказано, что использование в составе эффективных керамзитовых масс глины Гурленского месторождения, по сравнению с эталонной массой способствует снижению температуры обжига на 70-100 °С, что позволяет экономии топливно-энергетических ресурсов и снижению себестоимости керамзитового гравия.

Достоверность результатов исследований заключается в проведённости исследований с использованием сертифицированных устройствах и аппаратах современных методов физико-химического анализа (рентгенографический, ДТА, оптический и электронно-микроскопические методы) отвечающие международным и национальным стандартам.

Научная и практическая значимость результатов исследований.

Научная значимость результатов исследования определяется обоснованием и установлением зависимости основных физико-механических и технологических особенностей образцов керамзитовых гранул полученных на основе глинистых компонентов с корректирующими добавками от свойства и количества сырьевых компонентов и физико-химических процессов при вспучивании.

Практическая значимость исследования служит созданию новых эффективных составов и разработке технологических режимов получения керамзитового гравия отвечающий требованиям ГОСТа, на основе глины Гурленского месторождения, что служит расширению сырьевой базы Республики для производства керамзита.

Внедрение результатов исследований. На основании полученных научных результатов по производству керамзита из эффективного состава на основе Гурленской глины с использованием местных перспективных добавок:

Эффективные составы масс и технология получения керамзита на основе глины месторождения Гурлан внедрены в производственную практику ООО «Azkamar». (справка объединения предприятий «Узсаноаткурилишматериаллари» от 27 декабрь 2024 года №02/15-4101). В результате стала возможной понижение температуры вспучивания гранул керамзита на 100 °С и производство продукции, соответствующей требованиям действующего стандарта ГОСТ 9757-90.

Разработанный состав керамзитового гравия внедрён в производственную практику предприятия ООО «Triumf gornyak» (справка объединения предприятий «Узсаноаткурилишматериаллари» от 27 декабрь 2024 года №02/15-4101). В результате за счёт использования глины месторождения Гурлан, барханного песка Тупроккала и промышленного отхода госсиполовой смолы температура обжига керамзита была снижена на 70–100 °С, при обжиге керамзитовых масс при пониженных температурах (1050–1080 °С) улучшены физико-механические свойства керамзита, коэффициент вспучивания увеличен до 4,45, прочность на сжатие до 2,1 МПа, что обеспечило возможность производства керамзитовых гранул с насыпной плотностью сниженной до 380 кг/м³.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были доложены и обсуждены на 3 международных и 9 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме исследования опубликовано всего 17 научных работ. Из них 5 научных статей, в том числе 2 в республиканских и 3 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций (PhD).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объём диссертации составляет 114 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, сформулированы цель и задачи, выявлены объект и предмет исследования, определено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследования, раскрыты теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведены сведения о состоянии внедрения в практику результатов исследования по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации названной «**Обзор литературы**» приведены результаты анализа и обсуждение работ, опубликованных в научно - технической литературе, по вопросам выбора сырьевых смесей, разработки составов, физико-химических, физико-механических и технологических свойствах, способов получения, процессах спекания, вспучивания, фазовых переходов и минералообразования в черепке при термообработке и технологии производства керамзитов и теплоизоляционных материалов на их основе в мире, в том числе и в Узбекистане. Обсуждены минерально-сырьевые ресурсы Республики Узбекистана для производства керамзитовых гранул с целью получения теплоизоляционных материалов строительного назначения с заданными свойствами. На основе критического анализа и обсуждения опубликованных работ сформулированы цель и задачи данного исследования

Во второй главе диссертации названной «**Методы исследований, принятые для проведения экспериментов, обоснование выбора объектов исследований**» приведены современные методы физико-химических исследований опытных образцов, использованные оборудования и приборы для установления зависимости технологических характеристик от состава и количества исходных сырьевых и порообразующих компонентов шихт керамических строительных материалов. Химико-минералогические составы, минералообразование и фазовые переходы при термообработке исследованы методами физико-химического анализа. Основные технологические показатели опытных образцов испытывали по требованиям ряда действующих стандартов технологии строительной керамики.

Во второй главе также обоснованы выбор объектов исследований. В качестве объектов исследований при разработке керамзитовых масс были выбраны перспективные местные сырьевые материалы такие как, гидрослюдистая глина Гурленского месторождения, хлопковый гудрон - госсиполовая смола, отход масложировых комбинатов Республики и барханый песок Тупраккалинского массива.

В третьей главе диссертации названной «**Физико-химические исследования глины Гурленского месторождения и разработка эффективных составов керамзитовых масс на их основе**» приводятся результаты физико-химических исследований глины Гурленского месторождения.

При изучении физико-химических характеристик глины Гурленского месторождения применялись современные методы физико-химического анализа, такие как химический, растр-электронно микроскопический, рентгенографический, комплексно-термографический и др.

Макроскопические исследования показывают, что пробы глин месторождения Гурлен представлены довольно однородной, плотной породой глинистого состава в виде крупных кусков зеленого цвета с коричневатыми вкраплениями без видимых включений, текстура плотная, излом шероховатый.

Результаты исследования микроструктуры образцов Гурленской глины с помощью растр электронно-микроскопического анализа представлены на рис.1. Из рис.1 видно что, в микроструктуре глины встречаются преобладающее количество минералов гидромусковита и иллита имеющие слоистую текстуру, которая образует разупорядоченные сростки с различной ориентировкой частиц. Обнаружены сравнительно крупные (до 15-20 мкм) и мелкие сростки 2-3 мкм.



а)



б)

Рис.1. Растр электронно-микроскопические снимки образцов из Гурленской глины. Увеличение: а)х500; б)х5000.

Результаты химического анализа показывают, что глина Гурленского месторождения представляет собой однородное сырье по химическому составу. Химический состав средних проб Гурленской глины представлен в табл.1.

Таблица 1

Результаты химического анализа глины Гурленского месторождения

Наименование сырья	Содержание оксидов, масс %									П.П.П.
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	
Гурленская глина	59,01	17,14	5,93	1,23	1,35	0,25	0,51	2,32	2,22	10,04

Из табл.1 видно что, суммарное количество щелочных и щелочноземельных окислов довольно высока ($R_2O+RO>4,5\%$), что наряду с высоким содержанием красящих окислов определяет легкоплавкость данной глины. В зависимости от содержания тонкодисперсных фракций исследуемые пробы относятся к группе высокодисперсного глинистого сырья (фракция менее 1 мкм свыше 60%).

По результатам рентгенографического анализа (рис.2) в составе Гурленской глины установлено присутствие следующих минералов: мусковита с $d=0,997; 0,498; 0,334; 0,256; 0,212; 0,181; 0,137$ нм, гидромусковита с $d=0,334; 0,239; 0,199; 0,138; 0,129$ нм, иллита с $d=0,997; 0,498; 0,446; 0,256$ нм, кварца с $d=0,425; 0,334; 0,245; 0,228; 0,223; 0,212; 0,197; 0,181; 0,154; 0,138; 0,137$ нм, каолинита с $d=0,716; 0,446; 0,228; 0,137$ нм, серицита с $d=0,245; 0,223; 0,199$ нм, хлорита с $d=0,140; 0,199$ нм, биотита с $d=1,40; 0,334$ нм, глауконита с $d=0,197$ нм, а также примеси минералов полевого шпата и монтмориллонита.

Таким образом, в результате рентгенографического анализа установлено, что глина Гурленского месторождения имеет высокое содержание гидрослюд (мусковита, гидромусковита, иллита и серицита) при незначительном содержании кварца, каолинита, биотита, хлорита, минералов полевого шпата и др.

В данной главе также приводятся результаты изучения процесса спекания глины Гурленского месторождения.

На комплексной термограмме Гурленской глины наблюдаются три периода. Первый период в температурном интервале $85-183$ °C при температуре с максимумом 142 °C характеризуется наличием эндоэффекта и связан с потерей адсорбционной и межслоевой воды, что характерно для гидрослюдистых минералов.

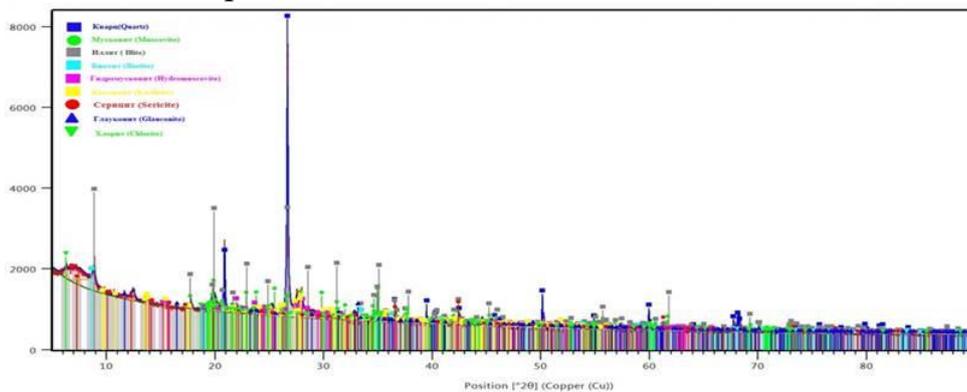


Рис.2. Рентгенограмма глины Гурленского месторождения.

Второй период в температурном интервале $371-593$ °C с максимумом 554 °C характеризуется наличием эндоэффекта, свидетельствующего о разложении кристаллической решетки глинистых минералов с выделением гидроксильных групп, а также полиморфным превращением кварца. Слабый экзотермический эффект при 960 °C связан с процессами образования новых кристаллических фаз, в основном муллита (рис.3).

Температуры спекания исследуемых проб Гурленской глины были установлены по водопоглощению образцов. Отпрессованные плитки обжигались в лабораторных муфельных печах при температурном интервале ($850-1050$ °C). Образцы из исследуемой пробы при 950 °C обеспечивают получение керамического черепка с водопоглощением не более $5,0\%$. При повышении температуры до 1000 °C происходит резкое снижение водопоглощения до $2,0\%$. Усадка соответственно увеличивается с $7,3$ % до

9,2%. Дальнейшее повышение температуры до 1050 °С привело к вспучиванию образцов и деформации. Это означает, что данная глина по ГОСТу 9169-75 относится к классу среднеспекающегося сырья с низкотемпературным спеканием.

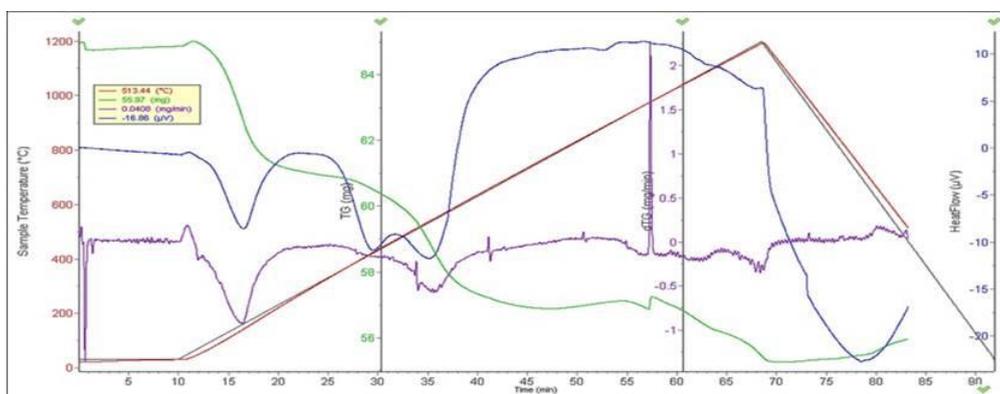


Рис.3. Комплексная термограмма глины Гурленского месторождения.

В результате комплексного исследования с помощью современного физико-химического анализа установлено, что глина Гурленского месторождения имеет высокое содержание гидрослюд и сравнительно высокое содержание оксида железа и щелочных оксидов в химическом составе, а также имеют тонкую дисперсность и малое количество тонкодисперсного свободного кварца, которые придают легкоплавкость данной глине и возможность использовать её при разработке составов керамических масс в качестве легкоплавкой флюсующей добавки и в качестве основного компонента при получения керамзита.

Анализ полученных экспериментальных результатов по исследованиям технологических свойств пробы Гурленской глины позволяют сделать вывод о том, что Гурленская гидрослюдистая глина по ряду важных свойств отвечает требованиям ГОСТ 32026-2012 и может быть использована для производства керамзитового гравия, также может стать перспективным источником высококачественного гидрослюдистого глинистого сырья для Нижнеамударьинского региона.

В результате расчетов химико-минералогических составов и на основе проведенных лабораторных технологических исследований серии опытных масс разработаны составы масс для получения высококачественного керамзита на основе глины Гурленского месторождения и другими местными доступными добавками. В качестве добавки для керамзитовой массы впервые использовались госсиполовая смола и Тупраккалинский барханный песок.

В четвертой главе диссертации «Исследование процессов вспучивания, физико-механических свойств и структурообразования керамзитовых материалов. опытно-промышленные испытания керамзитовых составов» приведены результаты разработок по оптимизации состава и технологических режимов керамзита, и выбрано направление, которое способствует освоению производства керамзита в промышленных масштабах.

Исследование процессов вспучивания опытных керамзитовых масс проводилось путем определения физико-механических свойств при различных температурах обжига, а также изучением фазовых превращений при обжиге. Зависимости физико-механических свойств опытных керамзитовых масс от температуры обжига приведены на рис.4-6.

При температуре обжига 1020-1050 °С с увеличением содержания в массе добавленной госсиполовой смолы опытных образцах (М-2, М-3 и М-4) наблюдается уменьшение насыпной плотности, для масс М-2 и М-3 этот показатель составляет 460 кг/м³ и 350 кг/м³, соответственно. В массе М-4 при увеличении количества госсиполовой смолы до 3 %, по сравнению с массой М-3 наблюдается незначительное уменьшение содержания насыпной плотности до 350 кг/м³ (рис.5).

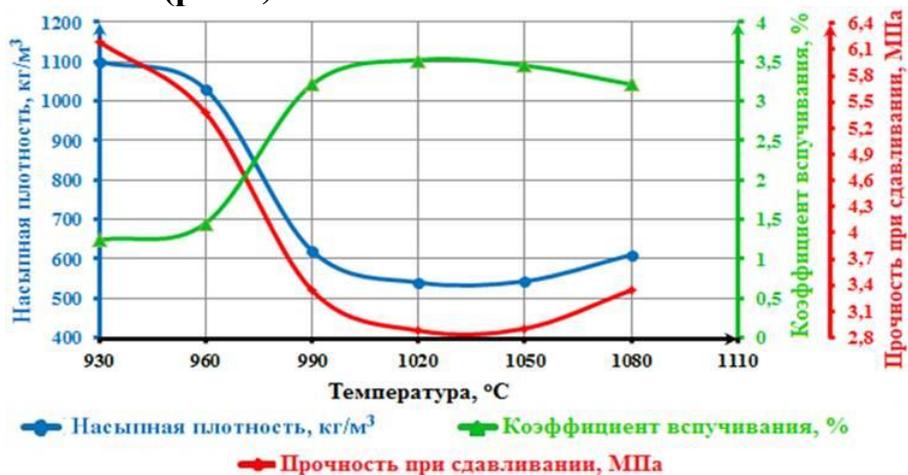


Рис.4. Зависимости физико-механических свойств керамзитовой массы М-1 от температуры обжига

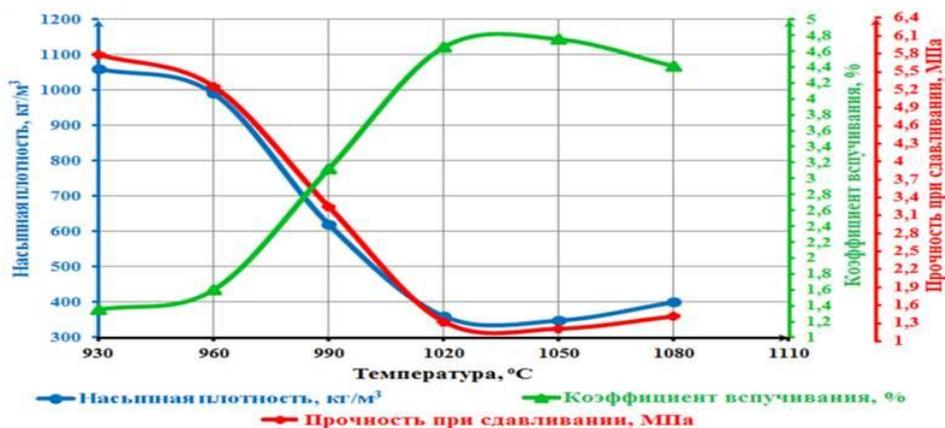


Рис.5. Зависимости физико-механических свойств керамзитовой массы М-3 от температуры обжига

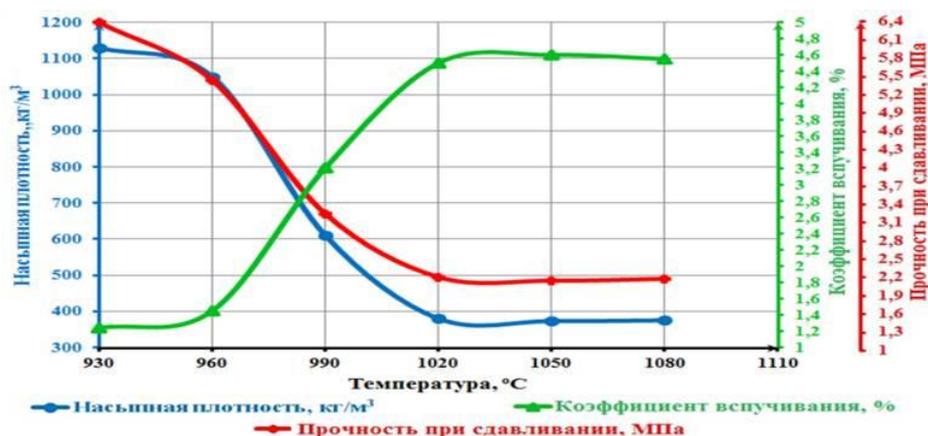


Рис.6. Зависимости физико-механических свойств керамзитовой массы М-7 от температуры обжига

Коэффициент вспучивания при 1050 °С для масс М-2, М-3 и М-4 составляет 4,02, 4,75 и 4,82, соответственно.

Кроме того при этом механическая прочность и интервал спекания образцов массы М-4 снижается до 0,6 МПа и 40 °С, соответственно. Надо отметить, что механическая прочность образцов из массы М-4 не соответствуют требованиям ГОСТ 9757-90.

Исходя из этого максимальное содержание госсиполовой смолы добавленный в качестве органики принято 2%.

С целью повышения механической прочности образцов и для удлинения интервала спекания масс, в опытные массы также был добавлен барханный песок Тупракалинского массива в количестве 2-10 %.

В массах М-5, М-6, М-7, М-8 и М-9 госсиполовая смола добавлена в количестве 2%. В опытных масс (М-5, М-6, М-7) при 1050 °С с увеличением содержания барханного песка сперва незначительно повышается насыпная плотность и незначительно уменьшается коэффициент вспучивания, интенсивно повышается механическая прочность образцов. Интервал спекания и интервал спёкшегося состояния расширяется (рис.6). В опытных массах М-8 и М-9 с дальнейшим увеличением содержания барханного песка продолжается незначительное повышение показателя насыпной плотности и уменьшение коэффициента вспучивания, а интенсивность повышения механической прочности образцов ослабляется. Для опытных масс М-7 интервал спекания составляет 80 °С, а для масс М-9 этот показатель снижается до 60 °С.

Таким образом, с увеличением температуры от 1020 до 1050 °С для массы М-3, и от 1020 до 1080 °С для массы М-7, кривые зависимости насыпной плотности, коэффициент вспучивания и механическая прочность плавно переходят в горизонтальную линию, что свидетельствует о достижения максимальных показателей при процессе вспучивания материала.

Водопоглощение вспученных образцов исследованных масс <20%. Для массы М-3 при 1080 °С насыпная плотность и механическая прочность увеличиваются до 410 г/см³ и 1,4 МПа. Для массы М-7 при 1110 °С, насыпная плотность и механическая прочность увеличиваются до 400 г/см³ и 2,4 МПа.

При дальнейшем повышении температуры обжига образцов для М-3 до 1080 °С и для М-7 до 1110 °С наблюдается повышение насыпной плотности до 410 кг/м³ и 400 кг/м³, соответственно, коэффициент вспучивания заметно уменьшается - до 4,41 и 4,49 соответственно. В образцах появляются признаки оплавления, начинается увеличение плотности образцов, начинают проявляться элементы деформации, что обратно процессу вспучивания.

Следует отметить, что опытные образцы из масс М-7 по показателям коэффициента вспучивания, насыпная плотность и прочность превалируют над образцами из эталонной массы М-А3, а из массы М-1 он отличается с меньшей насыпной плотностью, из массы М-3 с высоким показателем механической прочности. По интервалу спекания и соответственно интервалу спекшегося состояния масса М-7 превалирует обоих опытных масс. В связи с этим, для дальнейших более широких исследований, были выбраны керамзитовые образцы из оптимальных масс М-7.

Рентгенограммы образцов из оптимальных масс М-7, обожженных при различных температурах, представлены на рис.7.

В результате на рентгенограммах опытных образцов массы М-7, обожженных при температуре 1050 °С, обнаруживаются интенсивные линии муллита с $d=0,242; 0,228; 0,219; 0,200$ нм, анортита с $d=0,334; 0,213; 0,183$ нм, диопсида с $d=0,290; 0,228; 0,203; 0,200; 0,183$ нм, волластонита с $d=0,388; 0,253; 0,200; 0,181$ нм, кварца с $d=0,425; 0,334; 0,245; 0,228; 0,200; 0,183; 0,181$ нм, кристобалита с $d=0,253$ нм, тридимита с $d=0,228; 0,208$ нм, гематита с $d=0,365; 0,243; 0,219; 0,203; 0,183$ нм и геленита с $d=0,370; 0,253; 0,243; 0,181$ нм.

Установлено, что в опытных массах М-7 появление жидкой фазы и кристаллов муллита, кварца, гематита, геленита, и диопсида отмечается при температуре 950 °С, кристаллы анортита, кристобалита и волластонита при 1000 °С, появление тридимита и интенсивная кристаллизация муллита и других кристаллических фаз наблюдается при 1050 °С. О повышенном содержании стеклофазы в исследуемом керамзите свидетельствует соотношение интегральных площадей аморфного гало и дифракционных отражений на рентгенограммах.

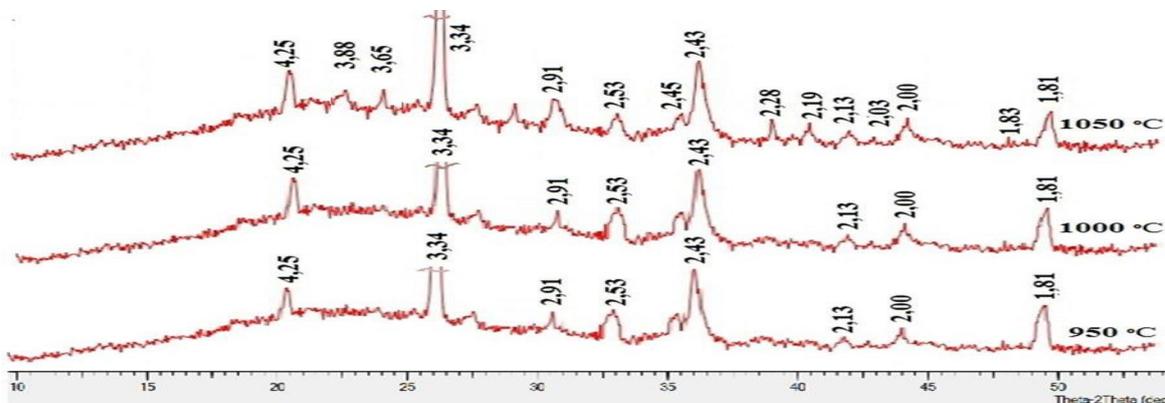


Рис 7. Рентгенограммы керамзитовой массы М-7 обожженных при различных температурах

Исследования микроструктуры керамзитовых материалов из оптимальных масс М-7 обожженных при температуре 1050 °С показали, что в нем (рис.8-11) поры распределены более однородно по сравнению с образцами из эталонной массы М-А3. Силикатный расплав в основном образованный за счет расплавления гидрослюдистых минералов сливаются с основной массой.

Образцы обладают сложной нерегулярной структурой со средним размером пор 0,05-0,1 мм, пористость в основном представлена мелкими, закрытыми и равномерно распределенными порами.

Таким образом, установлено, что использованные сочетания компонентов масс повлияли на образование в опытных массах кристаллов анортита, муллита и волластонита приводящие к повышению физико-механических свойств опытных образцов, определено, что фазовые составы синтезированных керамзитовых материалов в основном представлены муллитом, анортитом, кварцем и др., и стекловидной фазой, заполняющей промежутки между кристаллами.

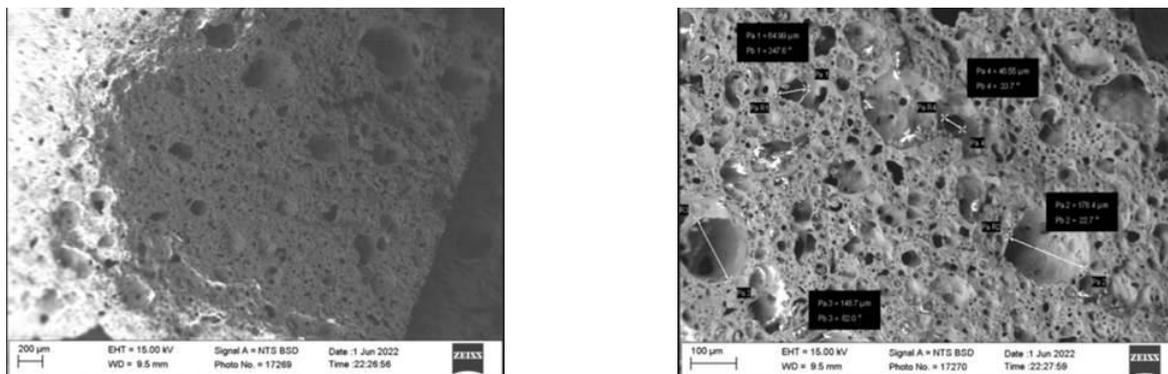


Рис.8. Электронно-микроскопический снимок керамзита из массы М-7, обожженный при 1050 °С (ув x200)

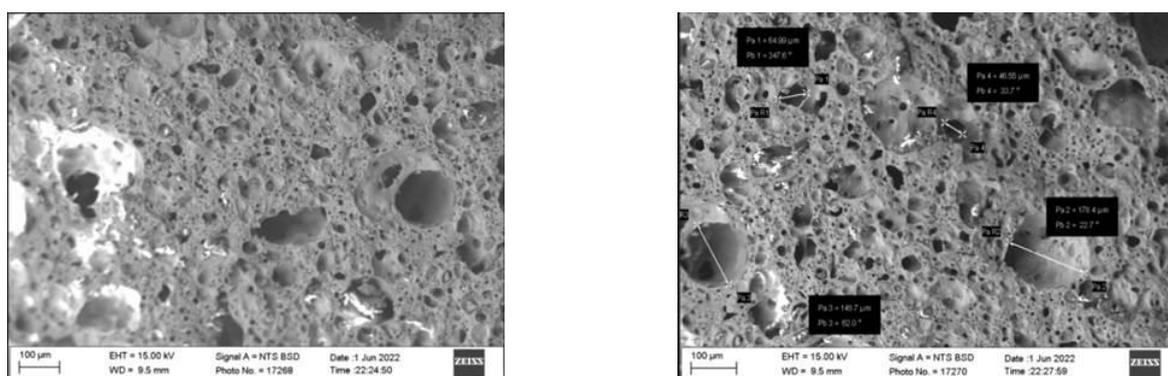


Рис.9. Электронно-микроскопический снимок керамзита из массы М-7, обожженный при 1050 °С (ув x400)

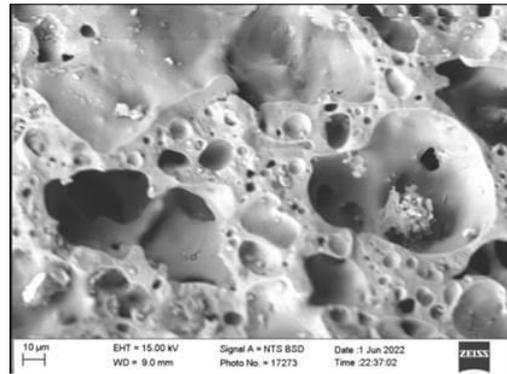
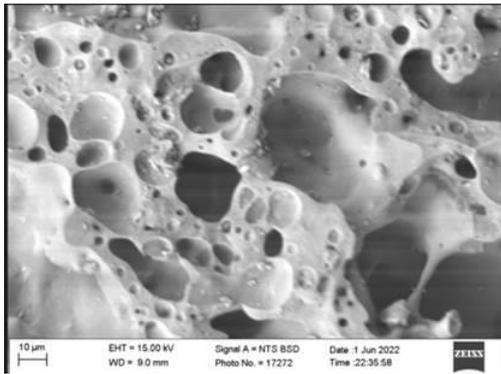


Рис.10. Электронно-микроскопический снимок керамзита из массы М-7, обожженной при 1050 °С (ув x1000)

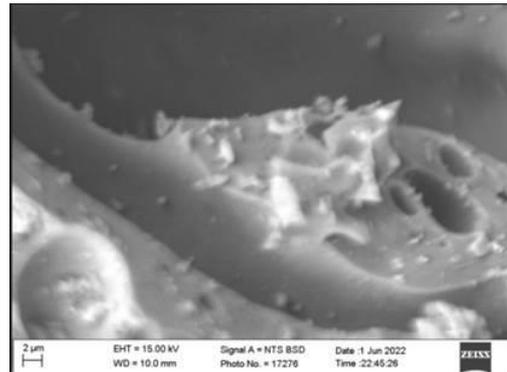
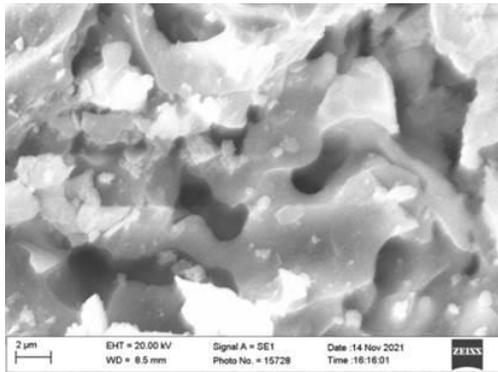


Рис.11. Электронно-микроскопический снимок керамзита из массы М-7, обожженной при 1050 °С (ув x4000)

В результате производственного апробирования в заводских условиях выявлено, что комплексное использование доступных местных сырьевых материалов таких как, Гурленская глина, Тупраккалинский барханный песок и госсиполовая смола в производстве керамзитового гравия способствуют уменьшению насыпной плотности, повышению механической прочности и снижению температуры обжига на 100 °С.

В результате научно-исследовательских работ и опытно-производственных испытаний оптимальных образцов, сырьевой состав из масс М-7 рекомендован для получения керамзитового гравия и разработана технологическая схема их производства (рисунок 4.17).

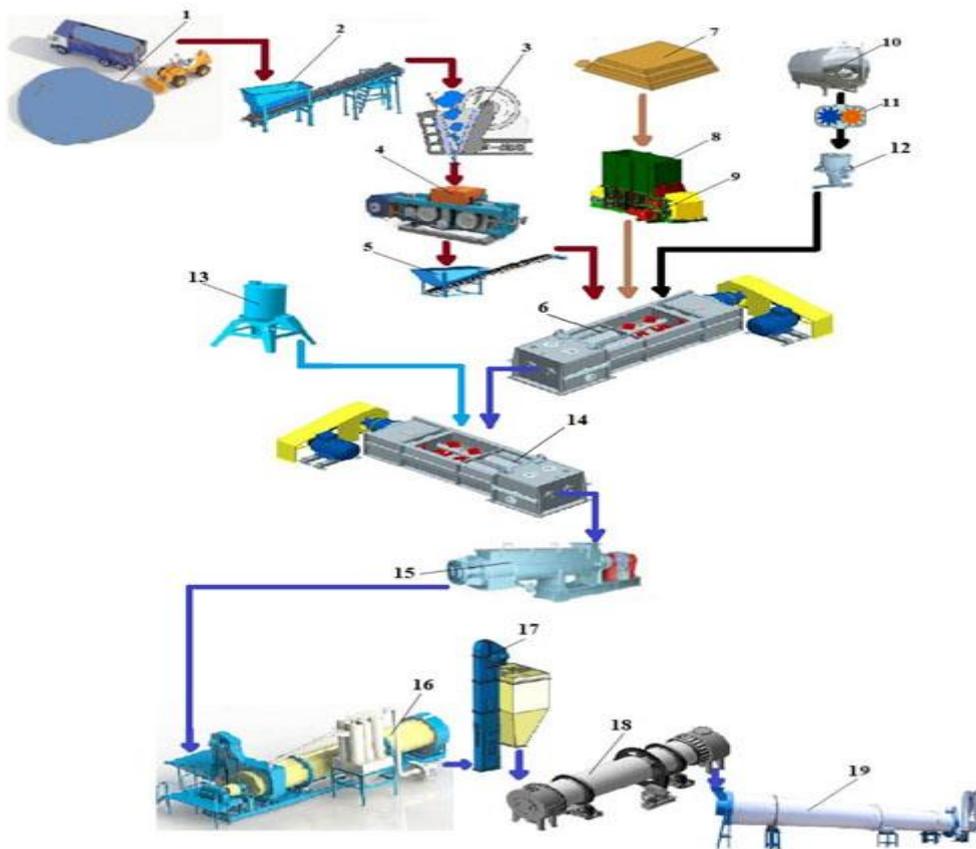


Рис. 4.17. Технологическая схема производства керамзитового гравия на основе Гурленской глины с корректирующими добавками

1-склад глины, 2-ящичный транспортер, 3-щековая дробилка, 4-валковая дробилка, 5-ленточный дозатор, 6-двухвальный смеситель (сухой), 7-вибрационная сита, 8-бункеры для барханного песка, 9-шнековый дозатор, 10-бак для госсиполовой смолы, 11- шестеренные насосы, 12-форсунки, 13-водяной бак, 14-двухвальный смеситель (влажный), 15-решётчатый пресс, 16-барabanная сушилка, 17-элеватор, 18- вращающаяся печь, 19- барабанный холодильник.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. С применением современных методов физико-химического анализа изучены вещественный состав и качественные характеристики глины Гурленского месторождения.

Установлено, что Гурленская глина, отвечает требованиям ГОСТ 32026-2012 по основным свойствам применяемым к глинистому сырью для производства керамзитового гравия, щебня и песка.

2. Впервые разработаны эффективные составы керамзитовых масс на основе Гурленской глины с использованием корректирующих добавок, таких как, госсиполовая смола и Тупраккалинский барханный песок. Которые, позволили получить керамзитовые гравии, превосходящие по физико-

механическим характеристикам продукции, производящуюся на действующих керамзитовых предприятиях Республики.

3. Впервые установлено использование госсиполовой смолы в качестве органической корректирующей добавки при получении керамзита. Определено, что госсиполовая смола играя роль восстановителя оказывает заметное влияние на процесс вспучивания.

4. Установлено, что в опытных массах добавление корректирующей минеральной добавки – барханного песка в умеренном количестве играя армирующий роль в структуре пористого заполнителя, способствует повышению механической прочности и удлинению интервала вспучивания опытных керамзитовых образцов.

5. Из исследованных опытных масс с относительно лучшими физико-механическими свойствами были выбраны наиболее оптимальный состав М-7. Определено, что полученный из оптимальных масс М-7, керамзитый гравий, отвечает требованиям ГОСТ 9757-90, также преобладает над эталонной массой по показателям насыпной плотности, механической прочности и интервала спекания. При этом надо отметить что, из оптимальной массы М-7 получен лёгкий и достаточно прочный керамзитовый материал с насыпной плотностью 380 кг/м^3 .

6. Установлено, что фазовые составы синтезированных керамзитовых материалов представлены мелкими и равномерно распределенными микропорами, слегка оплавленные мелкие кристаллы кварца ромбоэдрического габитуса и единичные оплавленные кристаллы кварца призматического габитуса, кристаллы анортита и гематита таблитчатого облика, отдельные кристаллы геленита, диопсида, волластонита, кристобалита и муллита короткопризматического облика.

7. Доказано, что использование Гурленской глины в составе шихты керамзитовых масс М-7, способствует снижению температуры обжига на $70-100^\circ\text{C}$, позволяя экономии топливно-энергетических ресурсов и снижению себестоимости керамзитового гравия. Результаты производственного апробирования в условиях ООО «Азкамар» и ООО «ТРИУМФ ГОРНЯК» керамзитовых масс оптимальных составов показали, что опытно-промышленные партии керамзитового гравия соответствуют требованиям ГОСТ 9757-90. Ожидаемый экономический эффект от использования на ООО «Азкамар» и ООО «ТРИУМФ ГОРНЯК» разработанных составов керамзитовых масс составил 1084840,0 тыс. сум/год и 1210391,6 тыс. сум/год соответственно.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING OF SCIENTIFIC
DEGREES PhD.03/30.12.2019. T.20.03 AT KARAKALPAK STATE
UNIVERSITY**

URGENCH STATE UNIVERSITY

ALLAMOV RAKHMATULLA GULMIRZA UGLI

**ELOBORATION OF EFFECTIVE MASS COMPOSITIONS AND
TECHNOLOGY FOR THE OBTAINING PRODUCTION OF EXPANDED
CLAY BASED ON GURLEN CLAY**

02.00.13 - Technology of inorganic substances and materials based on them

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

Nukus-2026

The theme of the dissertation of doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher Education, Science and Innovations of the Republic of Uzbekistan under № B2024.4.PhD/T3038

The dissertation has been prepared at Urganch State University.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, English and Russian (resume)) on the scientific council website (www.karsu.uz) and on «Ziyonet» Information and Education portal website www.ziyonet.uz.

Scientific consultant:

Boyjanov, Islom Rajabboevich

Candidate of technical sciences, docent

Official opponents:

Orazymbetova Gulistan Jaksilikovna

Doctor of technical sciences, professor

Dosanova Gulzar Maulenbergonovna

Doctor of philosophy in engineering (PhD), associate professor

Leading organization:

Navoi State University of Mining and Technology

The Defense of the dissertation will take place on «__» ____ 2026 at the meeting of the Scientific Council PhD.03/30.12.2019.T.20.03 under Karakalpak State university. Address: 1 Ch. Abdirov Street, 230112 Nukus. Tel.: (+99 861) 223-60-47, fax: (+99 861) 223-60-78, e-mail: karsu_info@edu.uz

Dissertation can be reviewed at the Information-Recourse Centre of the Karakalpak State university (registration number №337). Address: 1 Ch. Abdirov Street, 230112 Nukus, 1. Tel.: (+99 861) 223-60-47.

The abstract of the dissertation is distributed on «__» _____ 2026.

(Protocol at the register №_____ on «__» _____ 2026).

A.M. Reymov

Acting Chairman of the Scientific Council
on awarding scientific degree,
doctor of technical sciences, prof., academician

R.Q. Qurbaniyazov

Scientific secretary of the Scientific council
on awarding scientific
degree, doctor of technical sciences,
docent

Sh.N. Turemuratov

Chairman of Scientific seminar at scientific
council on awarding of scientific degree,
doctor of chemical sciences,
professor

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of the research. The aim of the research is to develop effective mass compositions based on Gurlan clay and developing a technology for producing expanded clay.

The object of the research work. As an object were taken hydromica clay from the Gurlan mine, gossypol tar and Tuproqkala barkhan sand, as well as the samples of expanded clay developed on their basis.

The scientific novelty of the study is as follows:

It has been established for the first time that, based on its chemical-mineralogical composition, the clay from the Gurlan deposit belongs to the group of hydromica raw materials with a minor content of quartz, kaolinite, feldspar minerals, and others.

It has been established that the Gurlan clay, in terms of its main oxides and key indicators characterizing its chemical, physical-mechanical, and technological properties, as well as its mineral composition, meets the requirements of GOST 32026-2012, which is used as clay raw material for the production of expanded clay gravel, crushed stone, and sand. By the degree of swelling, this clay belongs to the group of moderately swelling clays, with a swelling coefficient of 3.45 and an average swelling interval of 50°C.

It has been determined that the moderate chemical-mineralogical composition, fine dispersion, and small amount of finely dispersed free quartz impart fusibility and expandability to this clay during rapid firing and allow its use in the production of expanded clay aggregate.

Implementation of research results. Based on the obtained scientific results on the production of expanded clay from an effective composition based on Gurlan clay using local promising additives:

the developed composition of expanded clay gravel was implemented in Azkamar LLC (certificate of Uzsanotkurilishmateriallari dated December 27, 2024 No. 02/15-4101), and the developed composition of expanded clay gravel was also implemented in TRIUMF GORNYAK LLC (certificate of Uzsanotkurilishmateriallari dated December 27, 2024 No. 02/15-4101).

As a result of testing at both enterprises, it was possible to reduce the swelling temperature of expanded clay granules by 100°C and it was possible to produce a product that meets the requirements of the current standard GOST 9757-90.

The structure and volume of the thesis.

The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendixes. The volume of the dissertation is 114 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Бойжанов И.Р., Эминов А.М., Алламов Р.Г., Дўсчанов С.Қ. Глины гурленского месторождения – новое сырьё для производства керамики. «Композиционные материалы журнал» 2019, №64, С.99-101. (02.00.00 №4)
2. Boyjanov I.R., Duschanov S.K., Masharipova H.F., Allamov R.G. Ceramzite filler based on clay gurlen deposit. Electronic journal of actual problems of modern science, education and training. December, 2021-12/2. ISSN 2181-9750 pp. 67-72.
3. Boyjanov I.R., Eminov A.M., Allamov R.G. Study of the Processes in Swelling of Expanded Clay Masses Based on Raw Materials of Uzbekistan. International Journal of Current Science Research and Review ISSN: 2581-8341 Volume 05 Issue 07 July 2022 Page No.-2785-2791
4. Бойжанов И.Р., Эминов А.М., Алламов Р.Г. Исследование фазовых превращений и формирования микроструктуры керамзитовых материалов на основе Гурленской глины. Журнал: «Universum: технические науки», Вып. 8 (101), август, Часть 2, Москва, 2022, С. 20-25. (02.00.00 №1)
5. Эминов А. М., Бойжанов И. Р., Алламов Р. Г. Гурленская гидрослюдистая глина – низкотемпературный флюс в производстве керамики // Стекло и керамика. 2022. Т. 95, № 12. С. 363-365. DOI:

II бўлим (II часть; part II)

6. Бойжанов И. Р., Ҳажиев И. Бойжонов Н.И., Алламов Р.Г. Глина Гурленского месторождения – ценное сырьё для получения керамзита. Кимё, нефт-газни қайта ишлаш ҳамда озиқ-овқат саноатлари инновацион технологияларини долзарб муаммолари” Республика илмий-техника анжуманини мақолалар тўплами. – Тошкент. 2014й. 18 ноябр. С. 147-148.
7. Бойжанов И.Р., Алламов Р.Г. Гурлан кони гили асосида керамзит маҳсулоти олиш имкониятлари. XXI аср – интеллектуал авлод асри. Ёш олимлар ва талабаларнинг худудий илмий-амалий анжумани материаллари. Урганч 2015 й. 4-5 июн. С. 99-100.
8. Бойжанов И.Р., Эминов А.М., Алламов Р.Г., Дўсчанов С.Қ., Сафарбоев Ж.А. Гурлан кони гилидан олинган керамзит асосида энергия тежовчи керамзитбетон блоклар олиш имкониятлари. Ҳозирги Ўзбекистон шароитларида илм-фан ва инновациялар мавзусидаги Республика илмий-амалий анжумани тезислар тўплами. 1 бўлим. ЎзР ФА Қорақалпоғистон бўлими Ёш олимлар кенгаши. Нукус.2020 йил. 25 март. С. 62-63.
9. Бойжанов И.Р., Эминов А.М., Ахмедов Қ., Алламов Р.Г., Машарипова Ҳ.Ф. Гурлан гилидан олинган керамзит асосида керамзитбетон блоклар олиш истиқболлари. Замонавий тадқиқотлар, инновациялар, техника ва

- технологияларнинг долзарб муаммолари ва ривожланиш тенденциялари мавзусидаги Республика миқёсидаги илмий-техник анжумани материаллари тўплами. 1-Том. ЖизПИ. 2020 йил 10-11 апрел. С. 24-25.
10. Бойжанов И.Р., Эминов А.М., Алламов Р.Г., Дўсчанов С.Қ. Маҳаллий хом-ашёлар асосида енгил тўлдирувчи – керамзит олиш имкониятлари. Материалы международной конференции «Актуальные проблемы современной науки и инноваций в Центрально-Азиатском регионе». 26 сентябрь 2020 г. Жиззах. С.98-100.
 11. Бойжанов И.Р., Эминов А.М., Алламов Р.Г., Машарипова Ҳ.Ф., Сафарбоев Ж.А. Получение керамзита на основе глины Гурленского месторождения с добавками хлопкового гудрона. Современная наука: проблемы, идеи, инновации: Материалы II Международной научно-практической конференции 25 декабря 2020 г.) / Под общ.ред. Е.А.Назарова. – Казань: ИП Рагулин Р.А., ЧУДПО «НИОЦ», С. 53-59.
 12. Бойжанов И.Р., Эминов А.М., Матчанов Ш.К., Алламов Р.Г., Сафарбоев Ж.А. Получение особого легкого керамзита на основе глины гурленского месторождения. «Mahalliy xomashyolar va ikkilamchi resurslar asosida innovatsion texnologiyalar» mavzusidagi Respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to‘plami. Urganch shahri, Urganch davlat universiteti, 2021 19-20 апрель. I jild. С. 264-265.
 13. Алламов Р.Г., Бойжанов И.Р. Гурлан кони гили асосида гил керамзит олиш имкониятлари. Курилишда инновациялар, биналар ва иншоотларнинг конструкиявий ва сейсмик хавфсизлиги Халқаро миқёсидаги илмий ва илмий-техник конференция материаллари тўплами. 11-13-ноябрь. 2021г. Наманган С. 111-113.
 14. Бойжанов И.Р., Алламов Р.Г., Кенжаев Ф.Д. Получение керамзита на основе сырьевых материалов Нижнеамударьинского региона. Сборник материалов конференции Инновационные разработки и перспективы развития химической технологии силикатных материалов. Ташкент: 2022. С.586-588.
 15. Эминов А.М., Алламов Р.Г., Бойжанов И.Р., Дўсчанов С.Қ. Изучение интервала вспучивания керамзитовых масс на основе Гурленской глины. ГУП «Фан ва тараккиет» Республиканская научно-техническая конференция «Новые композиционные материалы: получение и применение в различных отраслях промышленности» 15-16 сентября 2022 г. Тошкент. С. 48-49.
 16. Эминов А.М., Алламов Р.Г., Бойжанов И.Р., Отаева Ф.А. Исследование микроструктуры керамзитовых материалов на основе Гурленской глины. ГУП «Фан ва тараккиет» Республиканская научно-техническая конференция «Новые композиционные материалы: получение и применение в различных отраслях промышленности» 15-16 сентября 2022 г. Тошкент. С. 109-110.
 17. Бойжанов И.Р., Алламов Р.Г., Мусаев А.А., Эрназарова Г.Х., Абдурахимов М.Д. Современное состояние керамзитовых предприятий узбекистана и перспективы их развития. “Kompozitsion, korroziyaga qarshi va qurilish materiallarini mahalliy xom ashyolar hamda sanoat chiqindilari asosida olishning innovatsion texnologiyalari” Respublika ilmiy-amaliy konferensiya to‘plami. 26 апрель. 2024г. С. 948-952.

Avtoreferat «Qoraqalpoq davlat universiteti Axborotnomasi» jurnalida
tahrirdan o‘tkazilib, o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlar o‘zaro
muvofiqlashtirildi. (05.01.2026 yil)

