

**NAMANGAN DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.03/29.08.2023.K/T.66.02 RAQAMLI ILMY KENGASH**

**ISLON KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA
UNIVERSITETI**

TURSUNOV SHOXJAXON MUSTAFOYEVICH

**MAHALLIY XOMASHYO DOLOMITDAN BRUSIT AJRATIB OLIH
TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH**

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)

Tursunov Shoxjaxon Mustafoyevich

Mahalliy xomashyo dolomitdan brusit ajratib olish texnologiyasini takomillashtirish.....3

Турсунов Шохжахон Мустафоевич

Совершенствование технологии извлечения брусита из местного сырья доломита.....21

Tursunov Shokhjakhon

Improving the technology for extracting brucite from local raw material dolomite.....41

E'lon qilingan ilmiy ishlar ro'uxati

Список опубликованных работ
List of published works.....45

**NAMANGAN DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc 03/29.08.2023.K/T.66.02 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA
UNIVERSITETI**

TURSUNOV SHOXJAXON MUSTAFOYEVICH

**MAHALLIY XOMASHYO DOLOMITDAN BRUSIT AJRATIB OLIH
TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH**

02.00.13 – Noorganik moddalar va ular asosidagi materiallar texnologiyasi

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

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.4.PhD/T5029 raqami bilan ro‘yxatga olingan.

Dissertatsiya ishi Toshkent davlat texnika universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasi (www.namdtu.uz) va “ZiyoNet” axborot ta’lim tarmog‘iga (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Ixtiyarova Gulnora Akmalovna

kimyo fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

To‘rayev Zokirjon

texnika fanlari doktori, professor

Jumanova Miyasar Ortikovna

texnika fanlari doktori, katta ilmiy xodim

Yetakchi tashkilot:

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti

Dissertatsiya himoyasi Namangan davlat texnika universiteti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi **DSc03/29.08.2023.K/T.66.02** raqamli Ilmiy kengashning 2025 yil «27» dekabr kuni soat 11⁰⁰ dagi majlisida bo‘lib o‘tadi. Manzil: 160115, Namangan shahri, Kosonsoy ko‘chasi, 7-uy. Tel.:(69) 234-14-85; faks: (69) 234-14-85, e-mail: info@namdtu.uz). Namangan davlat texnika universiteti, 6-bino, 1-qavat, Ilmiy kengashning 303-xonasi.

Dissertatsiya bilan Namangan davlat texnika universiteti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (№ 97 raqam bilan ro‘yxatga olingan). (Manzil: 160115, Namangan shahri, Kosonsoy ko‘chasi, 7-uy. Tel.: (69) 234-14-85.

Dissertatsiya avtoreferati 2025 yil «03» dekabr kuni tarqatildi.
(2025 yil «03» dekabrda №41- raqamli reestr bayonnomasi).



O.K. Ergashev

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash raisi, k.f.d., prof.

O.T. Mallabayev

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash kotibi, k.f.f.d., dots.

D.Sh. Sherqo‘ziyev

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash qoshidagi ilmiy seminar raisi, t.f.d., prof.

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Dunyoda ko‘p miqdorda yetishtiriladigan qishloq xo‘jaligi mahsulotlaridan oqilona foydalanish, ulardan keng assortimentdagi mahsulotlar tayyorlash texnologiyalarini ishlab chiqish va ularni amalga oshiruvchi yangi, energiya va resurs tejamkor texnologiyalarni takomillashtirish bugungi kundagi dolzarb muammolardan hisoblanadi. Ma‘lumki, dunyo aholisining ortib borishiga monand ravishda so‘nggi yillarda qishloq xo‘jaligi mahsulotlari yetishtirishning hajmi ham tobora ortib bormoqda. Shu sababdan, turli sohalarda ishlab chiqarishni jadallashtirish, ularni texnik va texnologik yangilash, mamlakatimizda ishlab chiqarilayotgan mahsulotlar raqobatbardoshligini oshirishga katta e‘tibor qaratilmoqda. Xususan, magniy birikmalari (magniy gidroksidi, magniy oksidi, magniy va ammoniy sulfati, kalsiy sulfati hamda qurilish gipsleri) olishning soddalashtirilgan texnologiyasini ishlab chiqish va amaliyotga joriy etishga qaratilgan mavjud muammolar yechimlarini topish alohida ahamiyatga ega.

Jahonda dolomitni qayta ishlash orqali magniyli birikmalari va mineral o‘g‘itlar olishga qaratilgan ilg‘or, energiya tejamkor va ekologik xavfsiz texnologiyalarni takomillashtirish bo‘yicha keng qamrovli ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Xususan, dolomit tarkibidagi magniyni ajratib olish va uni yuqori qo‘shilgan qiymatga ega mahsulotlar ko‘rinishida qayta ishlash jarayonlari bugungi kunda kimyo va metallurgiya sanoatining eng istiqbolli yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Bu jarayonda magniy birikmalari, ayniqsa magniy gidroksidi (brusit) muhim o‘rin tutadi, chunki u qishloq xo‘jaligi o‘g‘itlari va polimerlar uchun mustahkamlovchi komponent sifatida keng qo‘llanadi. Shu bois dolomitdan magniy gidroksidi olish usullarini takomillashtirish, xomashyoni chuqur qayta ishlash, mahsulot sifatini oshirish, tannarxni kamaytirish hamda sanoat jarayonlariga joriy etish muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Respublikamizda bugungi kunda kimyo sanoatini rivojlantirishda tarkibida magniy tutgan xomashyolarini qayta ishlash texnologiyalarini rivojlanishi, magniyli birikmalar bilan taminlash bo‘yicha chora-tadbirlari hamda ko‘plab ilmiy-tadqiqot natijalarini amalga oshirishga erishilmoqda. 2022-2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasida “Milliy iqtisodiyot barqarorligini ta‘minlash va yalpi ichki mahsulotda sanoat ulushini oshirishga qaratilgan sanoat siyosatini davom ettirib, sanoat mahsulotlarini ishlab chiqarish hajmini oshirish”ga¹ qaratilgan muhim vazifalar belgilangan. Bu borada mahalliy xomashyo - dolomitdan import o‘rnini bosuvchi, mexanik va kimyoviy barqaror mahsulotlar olishga qaratilgan ilmiy izlanishlar katta ahamiyat kasb etadi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvar PF-60 son “2022-2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonni taraqqiyot strategiyasi” farmoni va 2019-yil 3-apreldagi PQ-4265-son «Kimyo sanoatini yanada isloh qilish va uning investitsiyaviy jozibadorligini oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi, 2021-yil 13-fevraldagi PQ-4992 son “Kimyo sanoati korxonalarini yanada isloh qilish va moliyaviy sog‘lomlashtirish, yuqori qo‘shilgan qiymatli kimyoviy mahsulotlar ishlab

¹ O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi «2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekiston taraqqiyot strategiyasi» to‘g‘risidagi PF-60 Farmoni

chiqarishni rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida" qarorlari, O'zbekiston Respublikasi Vazirlar mahkamasining 2022-yil 1-martdagi 91-sonli "Mineral o'g'itlar xavfsizligi to'g'risidagi umumiy texnik reglamentini tasdiqlash haqida", 15-dekabrda 753-sonli "Kimyo sanoati uchun innovatsion kimyoviy ilmiy-ishlab chiqarish va ta'lim klasterlarini tashkil etish chora-tadbirlari to'g'risida" gi qarorlari, shuningdek mazkur faoliyatga tegishli me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni bajarishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalarini rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining VII "Kimyo texnologiyalari va nanotexnologiyalar" ustuvor yo'nalishiga muvofiq bajarilgan.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Ilmiy-texnik adabiyotlarida magniy gidroksid, magniy oksidi saqlovchi xomashyolarni tabiiy manbalardan ajratib olish va amaliy asoslarni yaratishga qaratilgan ilmiy tadqiqotlar keng yoritilgan. Bu borada ilmiy izlanishlar M.Kh.Alaa, N.P.Kosupalo, Y.Ding, T.V.Bondarchuk, I.I.Smirnov, V.T.Antonov, V.V.Shipsov, O.V.Kanagin va boshqa yetakchi olimlar ilmiy ishlar olib borishgan.

O'zbekistonda karbonatli jinslarning kislotali muhitda parchalanish mexanizmlari o'rganilgan bo'lib, ularning orasida dolomitlarning ayrim kislotalar, jumladan, xlorid va nitrat kislotalari bilan reaksiyaga kirishish xususiyatlarini A.T.Dadaxodjaev, X.Ch.Mirzakulov, Sh.S.Namazov, M.Y.Pozin, A.M.Reymov, S.M.Tadjiyev, M.E.Axmedov, D.A.Ergashev, M.Y.Tojimatova, O.S.Bobokulova va boshqa olimlar tomonidan ham yoritilgan. Dolomitni sulfat kislota bilan parchalash orqali magniy gidroksid va magniy oksidi olishning ilmiy va texnologik aspektlari etarlicha o'rganilmagan, nordon kislota aylanma eritmalarni qayta ishlash haqida ma'lumotlar yo'q.

Har bir tabiiy mineral resurs o'ziga xos tarkib va xususiyatlarga ega bo'lib, ular bir-biridan keskin farqlanadi. Shu sababli, har bir mineral xomashyoni qayta ishlashda individual ilmiy va texnologik yondashuv hamda iqtisodiy jihatdan samarali usullarni aniqlash zarur. Jahonda mavjud bo'lgan texnologiyalar dolomitni qayta ishlash uchun mos kelmaydi, chunki uning tarkibi va asosiy komponentlarning miqdori boshqa minerallardan sezilarli darajada farq qiladi.

Mahalliy xomashyolar asosida kimyoviy birikmalar olish texnologiyalarini har tomonlama o'rganish orqali biz bu boradagi vazifalarga muvofiq ular asosida xususiyatlari oldindan belgilangan mutlaqo yangi moddalar va materiallarni yaratish, zamonaviy ishlab chiqarish talablariga javob beradigan yangi texnologik jarayonlarni ishlab chiqish hamda mavjudlarini takomillashtirish ustida ish olib bormoqdamiz. Dehqonobod konlaridagi dolomitni sulfat kislotalarda parchalash orqali magniy oksid va magniy gidroksid olishning laboratoriyada ajratib olish texnologiyasi keltirilgan va olingan xomashyolarni fizik kimyoviy xossalari tadqiq etilgan. Tadqiqot mavzusi O'zbekiston iqtisodiyoti tarmoqlarining real ehtiyojlari, mamlakatimizda hayotga tatbiq etilayotgan resurs tejash va import o'rnini bosish siyosati hisobga olingan holda shakllantirilmoqda.

Tadqiqotning dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim yoki ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Toshkent davlat texnika universitetining ilmiy-tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq 2022-2023 yillarga mo'ljallangan UK-2023/09-1 "Dehqonobod dolomitidan laboratoriya sharoitida chiqindisiz resurstejamkor kompleksli texnologiya orqali brusit ajratib olish" mavzusidagi loyiha doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi. Mahalliy xomashyo Dehqonobod dolomitini sulfat kislota bilan qayta ishlash orqali brusit hamda gips ajratib olishning resurstejamkor texnologiyasini takomillashtirishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

Dehqonobod dolomitidan brusit ajratib olish va uning tarkibini o'rganish uchun tadqiqot objekti va metodlarini kompleks tahlil qilish;

tabiiy dolomitni sulfat kislota bilan parchalash jarayoning maqbul texnologik parametrlarini aniqlash;

sulfat kislotali eritmani ammiak bilan neytrallashtirish jarayonida magniy gidroksidning cho'kishi va o'tish darajasiga pH muhitning ta'sirini o'rganish;

Dehqonobod dolomitini sulfat kislota bilan qayta ishlash natijasida brusit olish jarayonida gidromodulni tanlash hamda vaqt, harorat va konsentratsiya ta'sirini o'rganish;

Dehqonobod dolomitidan magniy oksid, gips, hamda ammoniy sulfat olish jarayonining resurstejamkor chiqindisiz kompleks texnologiyasini ishlab chiqish;

Dehqonobod dolomitidan olingan brusitni respublikamizda ishlab chiqariladigan mineral o'g'it ammoniy nitratning gigroskopikligini kamaytiruvchi modda sifatida samarali qo'llash.

Tadqiqotning objekti sifatida Dehqonobod dolomiti, sulfat kislota, ammiak, brusit, magniy gidroksid, magniy oksid, gips namunalari olingan.

Tadqiqotning predmeti Dehqonobod dolomitini sulfat kislotali parchalash, neytrallashtirish asosida cho'ktirish orqali brusit olish jarayonining maqbul parametrlari va sharoitlarini aniqlashdan iborat.

Tadqiqotning usullari. Dissertatsiya ishini bajarishda yuqori quvvatli energodispersion rentgenofluorensent spektrofotometr, IQ-spektroskopik, rentgenografik, elektron mikroskopik, differensial termik tahlil kabi zamonaviy nazariy va eksperimental tadqiqot usullari qo'llanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

tabiiy Dehqonobod dolomitidan magniy oksid (MgO) olishning laboratoriya sharoitida asoslangan texnologik usuli aniqlangan;

Dehqonobod dolomitni H_2SO_4 bilan parchalash jarayonining maqbul texnologik parametrlari, kislota konsentratsiyasi 30%, stexiometrik meyori 100%, dolomitni parchalanish harorati va davomiyligi mos ravishda $50^{\circ}C$ va 60 daqiqaga teng ekanligi va bunda magniyni eritmaga o'tish samaradorligi 99,62-99,97% bo'lishi aniqlangan;

magniy sulfat eritmasidan magniy gidroksidni cho'ktirishning ammiakli neytrallashtirish jarayoni chuqur tahlil qilinib, $pH = 11 - 11,5$, harorat $25 - 30^{\circ}C$ bo'lganda, 100% cho'kish samaradorligi isbotlandi;

magniy oksid, gips hamda ammoniy sulfat olishning maqbul tarkibi XRD-rentgenafazali, SEM-skanerlovchi elektron mikroskop, IQ-spektroskopik, TGA-Termogravimetrik va fizik-kimyoviy tahlil usullari yordamida aniqlangan;

Dehqonobod dolomitini 30% li sulfat kislota bilan 10:1 gidromodulda parchalashning eng optimal sharoiti ekanligi hamda bunda toza brusit (MgO -82,0%) olish isbotlangan;

Dehqonobod dolomitidan brusit olishdan tashqari magniy oksid (MgO), gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) va ammoniy sulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) olishning resurstejamkor va chiqindisiz kompleks texnologiyasi isbotlangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

mahalliy xomashyo tabiiy dolomitdan brusit, qurilish materiallarida keng qo'llaniladigan gips, ammiakli o'g'it ajratib olish takomillashtirilgan texnologiyasi aniqlangan;

tabiiy dolomitdan brusit, gips va ammoniy sulfat olish jarayonida bir vaqtning o'zida ishlab chiqarish bilan asoslangan, kompleks hamda samarali texnologiyasi ishlab chiqilgan;

tabiiy dolomitni sulfat kislota bilan parchalab brusit olishning takomillashtirilgan texnologiyasi ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Kimyoviy va zamonaviy fizik-kimyoviy tahlil (rentgenografik, IQ-spektroskopik, termogravimetrik) natijalari laboratoriya tajribalari va eksperimental va sanoat sinovlari bilan tasdiqlangan.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati Dehqonobod dolomitidan brusit olish jarayonida hosil bo'ladigan gips va suyuq o'g'it olishning chiqindisiz kompleks texnologiyasi ishlab chiqildi. Shuningdek, dolomitni sulfat kislota yordamida parchalanish jarayoni orqali hosil bo'lgan eritmani ammiak bilan neytrallash yo'li bilan magniy gidroksid olishning ilmiy asoslari o'rganilib, ammoniy sulfat olishning energiyatejamkor texnologiyalari yaratilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati esa Dehqonobod dolomitlaridan brusit, gips olish va hosil bo'lgan eritmadan ammoniy sulfat suyuq o'g'itini qayta ishlash texnologiyasini ishlab chiqishda namoyon bo'ladi. Bu esa dolomit xomashyosini kompleks qayta ishlash orqali mamlakatimiz ehtiyojlari uchun magniy birikmalari ishlab chiqarish hamda sho'rlangan tuproqlar uchun samarali bo'lgan suyuq o'g'it yaratishga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Mahalliy xomashyo Dehqonobod dolomitini sulfat kislota bilan qayta ishlash orqali brusit hamda gips ajratib olishning ilmiy asoslarini o'rganish orqali chiqindisiz, resurstejamkor, kompleksli texnologiyasini takomillashtirish bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

Dehqonobod dolomitidan brusit ajratib olishning takomillashtirilgan texnologiyasi "Dehqonobod kaliy zavodi" AJ ning "2025-2026 yillarda amaliyotga joriy etish bo'yicha istiqbolli ishlanmalar ro'yhati"ga kiritilgan ("Dehqonobod kaliy zavodi" AJ ning 2025 yil 26 iyundagi №2232/052 – sonli ma'lumotnomasi). Natijada, ajratib olingan brusitning magniy oksidi tarkibi 82% bo'lishi hamda olingan brusit reagenti mineral o'g'itlarning gigroskopik xossalarini yaxshilash imkonini bergan;

mahalliy xomashyo dolomitdan brusit olish texnologiyasining takomillashtirilgan qurilmasi “Dehqonobod kaliy zavodi” AJning “2025-2026 yillarda amaliyotga joriy etish bo’yicha istiqbolli ishlanmalar ro’yhati”ga kiritilgan (“Dehqonobod kaliy zavodi” AJ ning 2025-yil 26-iyundagi №2232/052 – sonli ma’lumotnomasi). Natijada, mahalliy xomashyo tabiiy dolomitdan brusit, qurilish materiallarida keng qo’llaniladigan gips, ammiakli o’g’it ajratib olish imkonini beradi.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Mazkur tadqiqot natijalari 5 ta Respublika miqiyosidagi va 4 ta xalqaro ilmiy-amaliy anjumanlarida ma’ruza qilingan hamda muhokamadan o’tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e’lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo’yicha jami 20 ta ilmiy ish chop etilgan. Jumladan, dissertatsiyaning (PhD) asosiy ilmiy natijalari 6 ta ilmiy maqola, shulardan O’zbekiston Respublikasi Oliy Attestatsiya komissiyasi tomonidan chop etish tavsiya etilgan jurnallarda 4 tasi respublika va 2 tasi xorijiy jurnallarda chop etilgan hamda 1 ta patent nashr etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to’rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro’yxati, shartli belgi va ilovadan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 113 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida dissertatsiya ishining dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqotning maqsadi va vazifalari shakllantirilgan, tadqiqotning ob’ekti va mavzusi tavsiflangan, tadqiqotning O’zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo’nalishlariga muvofiqligi ko’rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, natijalarning amaliyotga joriy etilishi, chop etilgan ilmiy ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo’yicha ma’lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Dolomitdan magniy gidroksidni ishlab chiqarish jarayonining hozirgi zamon holati”** deb nomlangan birinchi bobda adabiyotlar sharhi keltirilgan bo’lib, unda dolomit xomashyo resurslarining tavsifi, uning manbalari, hozirgi holati va kelajakdagi istiqbollari hamda kislotalar bilan qayta ishlash usullari haqida ma’lumotlar yoritilgan. Shuningdek, magniy birikmalari hamda suyuq o’g’itlar olish imkoniyatlari ilmiy-texnik va patent adabiyotlari asosida tahlil qilingan. Fizik-kimyoviy sistemalar tadqiqi amalga oshirilgan bo’lib, magniy oksidi, magniy gidroksidi hamda magnezial birikmalarga oid ilmiy to’plamlar va patent materiallari ko’rib chiqilgan. Adabiyotlar tahlili asosida ushbu tadqiqotning maqsadi va vazifalari shakllantirilgan.

Dissertatsiyaning **“Tadqiqot ob’yekti va usullari. Asosiy xomashyo reagentlari va yordamchi materiyallarning tavsiflari”** deb nomlangan ikkinchi bobida tadqiqot ob’ektlari va ularning DST talablariga muvofiq tavsifi, tajribalarni bajarish tartiblari va zamonaviy fizik-kimyoviy tadqiqot usullari hamda qo’llanilgan asboblari va uskunalari to’g’risidagi ma’lumotlar keltirilgan. Tadqiq qilish uchun Dehqonobod hududidagi dolomit konidan ikki xil tarkibga ega bo’lgan namuna olingan (mass. %): CaO – 34,2; MgO – 18,3; CO₂ – 43,85; e.q. – 0,57 va CaO – 36,87; MgO – 18,75; CO₂ – 42,52; e.q. – 0,68.

Tadqiqalar uchun Dehqonobod hududidagi dolomit konidan ikki xil tarkibga ega bo'lgan namuna olingan (1-jadval). Jadvalda 3 ta namuna berilgan

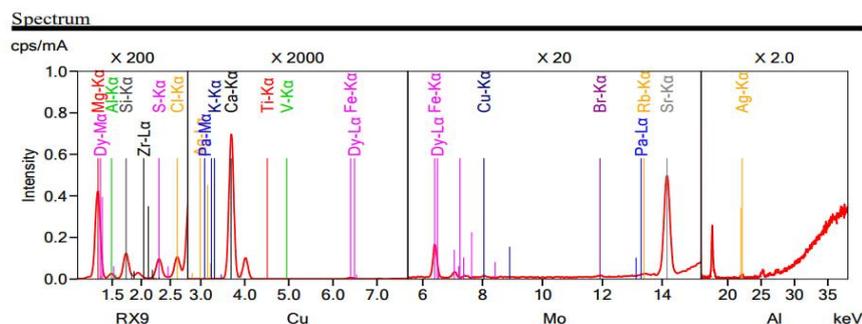
1-jadval

Dehqonobod dolomit xomashyosining kimyoviy tarkibi

№	CaO	MgO	SiO₂	Fe₂O₃	Al₂O₃	SO₃	CO₂	Boshqa
№ 1	36,57	14,45	0,941	0,220	0,375	0,90	44,35	1,194
№ 2	37,88	13,75	0,865	0,213	0,410	0,83	43,75	1,875
№ 3	34,2	20,3	0,816	0,055	0,414	0,149	43,12	1,861

Dissertatsiyaning “**Sulfat kislota ishtirokida dolomitning parchalanish jarayonini o‘rganish**” deb nomlangan uchinchi bobida sulfat kislota ishtirokida dolomitning parchalanishi va ko‘piklanish jarayonlari, dolomitni parchalanish kinetikasini o‘rganish, dolomit, brusit, magniy gidroksid va gipsning skanerlovchi elektron mikroskop tahlillari, sulfat kislotasi ekstraktining ammoniyashtirish darajasining magniy gidroksid unumiga ta’siri, ammoniyashtirilgan va aylanma suyuqliklarning reologik xususiyatlarini o‘rganish, dolomitdan ajratib olingan magniy gidroksidining fizik-kimyoviy xossalari, mahalliy xomashyo dolomitdan olingan magniy gidroksididan polietilen uchun yong‘inga qarshi vosita sifatida foydalanish, dolomitning rentgenofluoressent tahlili va IQ spektri natijalari, magniy gidroksidning termik barqarorligini tadqiq qilish bo‘yicha ma’lumotlar keltirilgan. Tadqiqotlar avvalida Dehqonobod dolomitining tarkibida CO₂ miqdori ko‘p bo‘lganligi sababli uning sulfat kislota bilan parchalanish o‘rganildi. Bunda jarayonining davomiyligi va ko‘pik hosil bo‘lish jarayonida aralashtirgichlarning aylanish tezligi ta’siri o‘rganildi. Tadqiqotlar 50°C haroratda, mexanik aralashtirgich bilan jihozlangan silindrsimon shisha reaktorda 30% li sulfat kislotasi bilan bunda dolomitni sulfat kislotasi bilan parchalashdagi me’yori 100 % da olib borilgan.

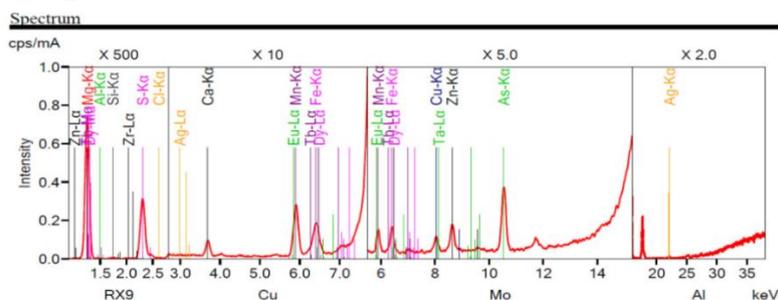
Aralashtirgichning tezligi 750 ayl/daq. – dan 1000 ayl/daq. – gacha oshirilganda ko‘piklanish karraligi tezda kamayadi, maksimal karraligi esa 15-25 soniyadan keyin kuzatiladi. Aralashtirgichlarning aylanishlar tezligi oshgan sari ko‘piklanish karraligi maksimal darajada 1,269 martaga kamaytiradi, vaqt esa 10 soniya sarflanadi. Bunda ko‘pikning barqarorligi 60 soniyadan oshmaydi. Ko‘pik hosil bo‘lishini kamaytirishning nisbatan samarali usullaridan biritserkuliotsion (30-50%) quyqa tarkibiga dolomit kiritiladi, u sulfat kislota ta’sirida parchalanadi. Dolomitni 100% stexiometrik meyorda konsentratsiyasi 20, 30, 40, 50 va 60% li sulfat kislotasi bilan parchalash jarayonining kinetik ko‘rsatkichlarini aniqlash uchun jarayon davomiyligi va haroratini ta’siri o‘rganilgan. Olib borilgan tajribalar 20, 30, 40, 50 va 60 °C haroratlarda ushlab turildi. Dolomitning parchalanish darajasi suyuq fazadagi kalsiy va magniy oksidlarining miqdorlari orqali aniqlangan. Kalsit va magnezitda parchalanadi har xil haroratlarda, bosqichma-bosqich parchalanish selektiv kalsinlanishga imkon beradi. Kimyoviy boyitish usullari, magniy tuz sifatida eritiladi, erimaydigan aralashmalar tomonidan chiqariladi qattiq-suyuqlikni ajratish usullari va tozalangan magnesiya termal yo'l bilan qayta tiklanadi.



1-rasm. Dehqonobod dolomitining rentgenofluoressent tahlili

Ushbu rentgenofluoressent spektrda turli elementlarning x-nur chiziqlari va ularning intensivligi ko'rsatilgan. Dolomit odatda kalsiy (Ca), magniy (Mg), kislorod (O) va uglerod (C) elementlarini o'z ichiga oladi. Ushbu spektrda kalsiy va magniy uchun yuqori intensivlikdagi chiziqlar mavjudligi ehtimolini ko'rsatadi va bu dolomitga xos ekanligini ko'rsatadi. Quyidagi belgilar ham bu spektrning XRF texnologiyalari yordamida olinganini ko'rsatadi: Bir nechta turli energiya diapazonlari bo'yicha olingan kuchaytirishlar mavjud, masalan, "X 200" va "X 2000", bu esa keng energiya diapazonida tahlil qilinganidan darak beradi.

Infraqizil spektroskopiya (FTIR – Fourier Transform Infrared Spectroscopy Fur'e o'zgaruvchan infraqizil spektroskopiya) moddalar tarkibini o'rganish uchun ishlatiladigan asosiy analitik usullardan biri bo'lib, molekularning tebranish chastotalariga asoslangan yutilish spektrini aniqlaydi. Ushbu grafik FTIR spektri bo'lib, unda dolomit, magniy gidroksid yoki boshqa kimyoviy birikmalarning funksional guruhlar haqida ma'lumot beriladi. $1500-1300\text{ cm}^{-1}$: Bu hududda karbonat guruhlar (CO_3^{2-}) tebranishlari aniqlanadi, bu esa dolomit yoki kaltsiy/magniy karbonatlar mavjudligini bildiradi.

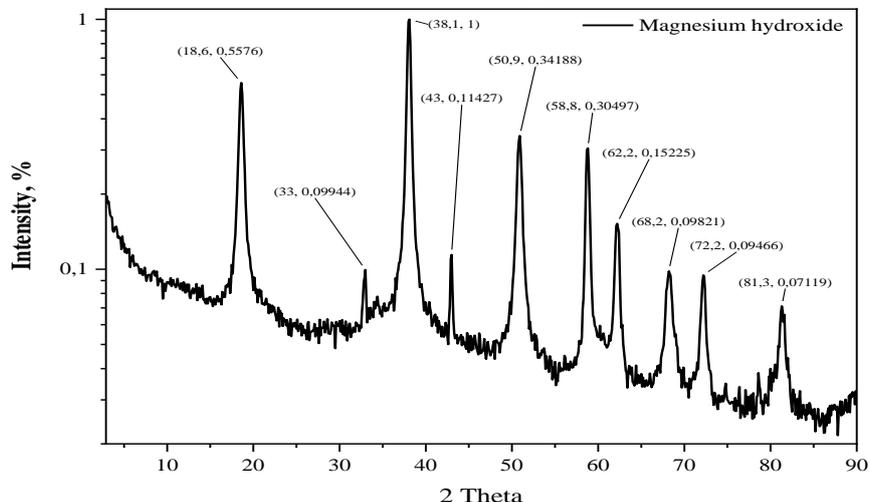


2-rasm. Ajratib olingan brusit reagentining rentgenofluoressent tahlili

Yuqori quvvatli energiodispersion rentgenofluoressent spektrofotometr – Yaponiya, Rigaku NEX CG EDXRF Analyzer with Polarization in set - 9022 19 0000 priborida tahlil qilindi.

Tahlil natijalaridan ko'rinib turibiki, dolomitni sulfat kislota bilan parchalash orqali olingan brusit asosan magniy oksididan iborat. Magniy oksidining miqdori 22,6% va oltingugurt olti oksidi 20,0% dan kelib chiqib hisoblash orqali olinadigan bo'lsa, olingan maxsulot magniy gidroksid va magniy sulfat tuzi aralashmasi ekanligi ko'rinib turibti. Ya'ni magniy sulfat tarkibida magniy oksidi 33,3% va oltingugurt oksidi 66,7%ligi uchun, 20,0% SO_3 ga 10,0% MgO to'g'ri keladi. 12,6% MgO brusit tarkibida hosil bo'lgan.

Dolomitni sulfat kislota bilan parchalash orqali olingan brusit asosan magniy oksididan iborat. Magniy oksidining miqdori 82,0% (60% bo'lishi kerak) va oltingugurt (VI) oksidi 2,20% dan kelib chiqib hisoblash orqali olinadigan bo'lsa, olingan mahsulot magniy gidroksid va magniy sulfat tuzi aralashmasi ekanligi ko'rinib turibti. Ya'ni magniy sulfat tarkibida magniy oksidi 82,0% va oltingugurt oksidi 2,2% xlor esa 0,021% va mis oksidi 0,015% hosil bo'lgan.

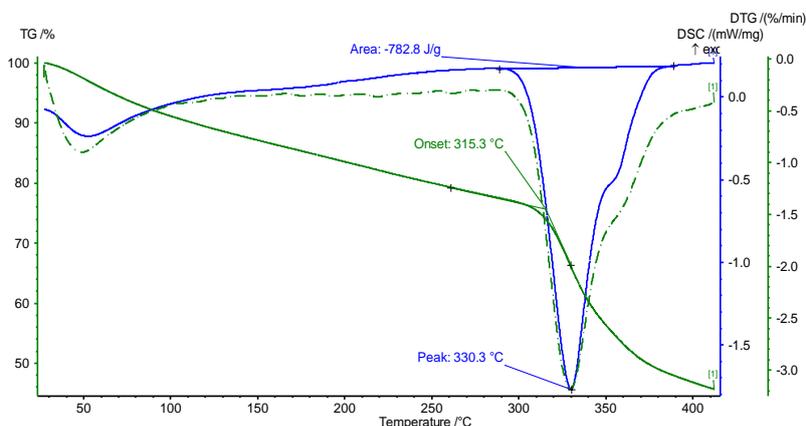


3-rasm. Magniy gidroksidning rentgen-fotoelektron spektroskopiyasi (RFS) kukun namunalari o'ranilgan natijalari

3-rasmda $Mg(OH)_2$ ning rentgen nurlari diffraksiyasi ko'rsatilgan. X-ray naqshlari kristall $Mg(OH)_2$ rentgen nurlanishining diffraksiya naqshiga mos keladi. Bu yuqori intensivlikning keng cho'qqilarini ko'rsatadi $Mg(OH)_2$ kristallitlarining maksimal cho'qqisi kengayish qaysi cho'qqilar zarrachalarning kichik ekanligini ko'rsatadi.

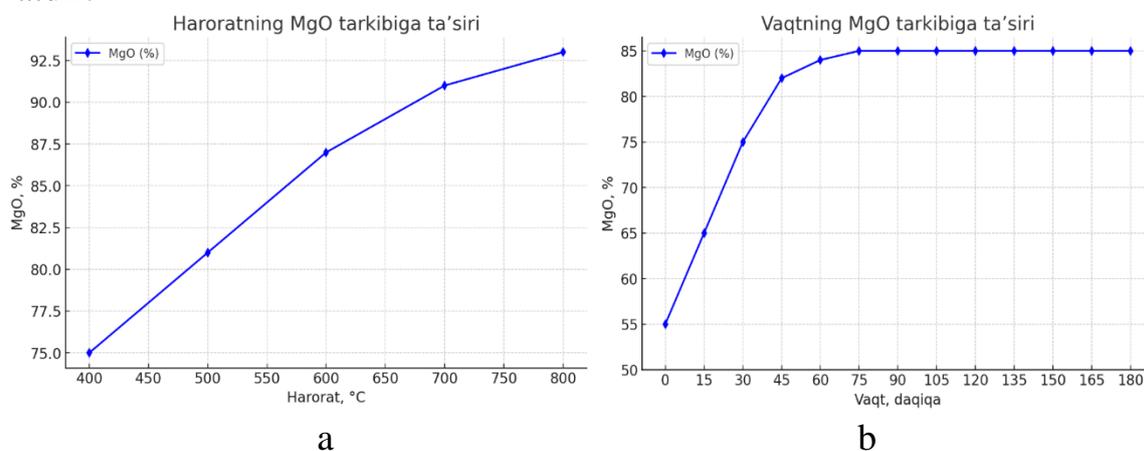
Magniy gidroksidining kalsinlanish haroratini aniqlash uchun derivatogramma olingan bo'lib, undan magniy oksidini olish uchun magniy gidroksidini kamida $410^\circ C$ haroratda kalsiylash kerakligini ko'rish mumkin (4-rasm). Jarayonning boshlanishi $315,3^\circ C$, oxiri $410^\circ C$. Maksimal namlikni yo'qotish tezligi daqiqada 3% ni tashkil qiladi. Berilgan parchalanish tezligida 30,875% namlikni chiqarish uchun kamida 11 daqiqa jarayon talab qilinadi.

Kuydirish haroratining 1 soat davomida $400^\circ C$ dan $800^\circ C$ gacha ko'tarilishi bilan magniy oksidi tarkibi magniy gidroksididagi 56,62% dan $800^\circ C$ da 93,10% gacha oshadi.



4-rasm. Magniy gidroksid derivatogrammasi

Mg(OH)₂ dan MgO hosil bo'lish darajasi 95,85% ni tashkil qiladi. 500°C haroratda kuydirish jarayonining davomiyligini oshirish magniy oksidi tarkibini 1 soat ichida 82,86% gacha va 3 soat ichida 84,60% gacha oshirishga yordam beradi. Mg(OH)₂ dan MgO hosil bo'lish darajasi 95,85% ni tashkil qiladi. Magniy oksidini olish uchun optimal sharoitlar kamida 2 soat kuydirish vaqti bilan 700-800°C haroratdir.



5-rasm. Kuydirish haroratining magniy oksidi tarkibiga (a) va jarayon vaqtining magniy oksidi tarkibiga ta'siri (b)

Dehqonobod konidagi dolomitning parchalanish jarayonini ilmiy asoslash uchun kinetik xarakterga ega ma'lumotlar kerak. Kinetik ma'lumotlarni aniqlash uchun dolomit 20, 30, 40, 50 va 60 % li sulfat kislota bilan 100% stexiometriyada dolomitning parchalanish harorati va davomiyligi ta'siri o'rganildi. Eksperimental haroratlari 20, 30, 40, 50 va 60 °C darajasida mexanik aralashtirgich va namuna olish joyi bilan jihozlangan termostatik boshqariladigan shisha reaktorda saqlangan. Dolomitning parchalanish darajasi suyuq fazadagi kalsiy va magniy oksidlarining miqdori bilan aniqlandi. Olingan ma'lumotlar 2-jadvalda keltirilgan.

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, sulfat kislota konsentratsiyasining pasayishi, haroratning oshishi va parchalanish jarayonining davomiyligining oshishi dolomitning parchalanish darajasining oshishiga yordam beradi.

2-jadval

Dolomitning sulfat kislota bilan 100% parchalanish darajasiga konsentratsiya, harorat va jarayon davomiyligining ta'siri

№	Vaqt, daq.	Parchalanish darajasi, %				
		20°C	30°C	40°C	50°C	60°C
Kislota konsentratsiyasi 20%						
1	5	75,5	81,2	87,2	95,5	92,3
2	10	83,2	87,8	91,5	94,4	93,2
3	15	86,9	91,6	93,6	96,5	94,7
4	20	89,7	93,6	95,7	97,7	96,5
5	25	93,9	94,8	96,6	97,9	98,1
6	30	94,8	95,9	97,7	98,5	98,6
7	40	95,8	96,7	98,5	98,9	98,9

8	50	96,7	97,5	98,9	99,5	99,2
9	60	97,5	98,8	99,2	99,5	99,7
Kislota konsentratsiyasi 30%						
10	5	74,3	80,4	86,1	90,9	91,5
11	10	82,2	88,2	91,9	94,1	94,4
12	15	85,7	90,6	93,8	95,4	95,8
13	20	89,5	93,6	96,3	97,1	97,5
14	25	92,6	95,9	97,3	97,6	98,1
15	30	93,7	96,7	97,8	98,1	98,6
16	40	94,9	97,4	98,3	98,6	98,8
17	50	95,5	97,8	98,8	98,9	99,0
18	60	95,6	98,3	98,9	99,7	99,1
Kislota konsentratsiyasi 40%						
19	5	71,5	77,5	81,2	81,5	87,6
20	10	77,4	84,8	88,7	89,8	90,9
21	15	81,7	88,7	91,9	92,8	93,4
22	20	84,3	91,4	94,1	95,2	95,3
23	25	86,9	93,5	95,7	96,5	96,8
24	30	89,1	94,3	96,1	96,7	97,6
25	40	90,4	95,8	97,3	97,5	98,2
26	50	91,3	96,3	97,7	98,	98,5
27	60	91,8	97,5	98,6	98,3	98,7

Dolomitning asosiy qismi 40°C haroratda 10 daqiqada parchalanadi. Dolomit 20% li sulfat kislota bilan parchalanganda 5 daqiqadan keyin parchalanish darajasi 87,2%, 10 daqiqadan keyin 91,5%, 30 daqiqadan keyin 97,7% ni tashkil qiladi. Dolomitning 30% sulfat kislota bilan 50°C haroratda parchalanishi bilan bu ko'rsatkichlar 90,9 va 99,7% gacha boradi, kislota konsentratsiyasi 40% li, 50°C haroratda bo'lganda 81,5% dan 98,3% gacha boradi. Shunday qilib, dolomitning sulfat kislota bilan parchalanishining olingan kinetik xarakteristikalari asosida jarayonni amalga oshirish uchun maqbul shart-sharoitlar belgilandi: sulfat kislota konsentratsiyasi 30%, harorat 40-50°C, jarayonning davomiyligi 50-60 daqiqadan ortiq emas. Bunda keyingi tadqiqotlarda dolomitning parchalanish jarayoniga sulfat kislota bilan parchalanishi bo'yicha tadqiqotlar 30% li sulfat kislota bilan, 50°C haroratda va jarayon davomiyligi 50-60 daqiqa davom etgan. Magniy oksidi miqdori 1,719-0,181%, kalsiy oksidi 38,05-40,80%. Magniy va kalsiy birikmalarining yaxshi eruvchanligi bilan temir va alyuminiy birikmalari sulfat kislota yomon eriydi. Olingan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, 50°C haroratda 30% sulfat kislota

maqbul me'yori va parchalanish jarayonining 60 daqiqa davom etishi stexiometrik talabning 100% ni tashkil qiladi.

Haroratning 20 dan 60°C gacha ko'tarilishi va parchalanish jarayonining davomiyligi 10 dan 60 daqiqagacha, barcha dolomit komponentlarining tarkibi kamayadi.

Jarayon vaqtini 10 dan 60 daqiqagacha oshirish tiklanishni 20°C da 3,28% ga, 40°C da 2,94% ga va 60°C da 2,64% ga oshiradi. Jarayonning davomiyligi temir va alyuminiy birikmalarini eritmaga olish darajasiga sezilarli darajada ta'sir qiladi. Jarayonning davomiyligini 20°C haroratda 10 dan 60 daqiqagacha oshirish temir oksidlarini olish darajasini 21,78% dan 52,41% gacha, alyuminiy oksidlarini 68,69 dan 92,18% gacha oshiradi. Haroratni 20 dan 40 va 60°C ga oshirish tiklanishni mos ravishda 21,78-52,41% dan 29,91-57,38% va 30,61-57,80% gacha oshiradi.

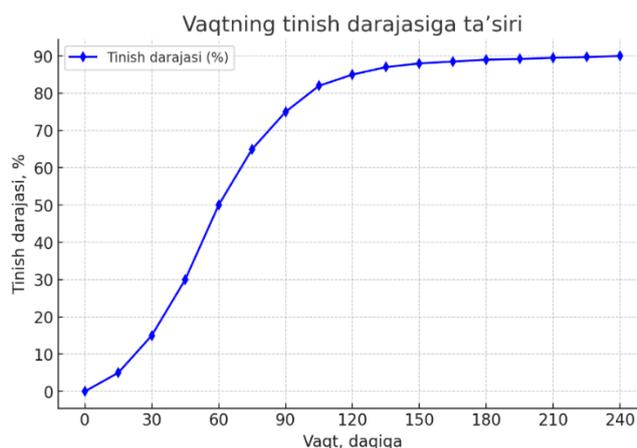
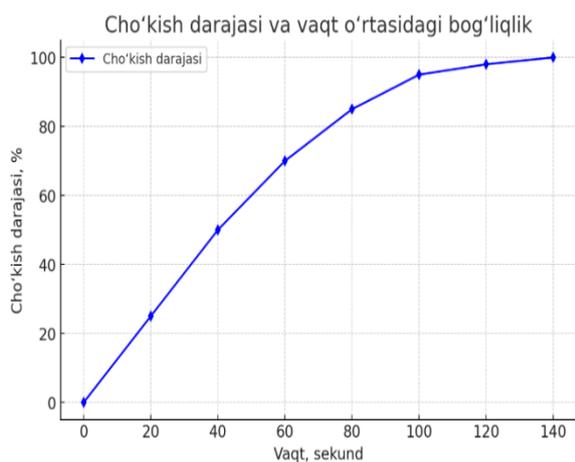
Dolomitning 30% li sulfat kislota bilan parchalanish haroratini 110% tezlikda 20 dan 60°C gacha va jarayonning davomiyligi 30 daqiqaga o'zgartirish suyuqlik fazasining kimyoviy tarkibiga ta'sir qilmaydi (3-jadval).

3-jadval

Dolomitning 30% sulfat kislota bilan parchalanish haroratining suyuq fazaning kimyoviy tarkibiga ta'siri

№	Harorat, °C	Suyuq fazaning kimyoviy tarkibi, og'ir. %			
		CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
1	20	9,02	3,32	0,02	0,07
2	30	9,03	3,32	0,02	0,07
3	40	9,04	3,32	0,021	0,07
4	50	9,07	3,32	0,021	0,07
5	60	9,09	3,31	0,02	0,07

Keyigini tadqiqotlarda dolomit parchalanishida hosil bo'lgan sulfat kislotali ekstraktidan erimaydigan qoldiqni ajratish jarayonini o'rganildi. Dolomitning sulfat kislota bilan parchalanishidan erimaydigan qoldiqlar kiruvchi komponentlar bo'lib, quvurlar, uskunalar va granulyatorlarning tiqilib qolishiga olib kelishi mumkin. Shuning uchun tadqiqotning navbatdagi bosqichi dolomitlarning sulfat kislotali parchalanish mahsulotlarini cho'ktirish va filtrlash yo'li bilan aniqlashtirish jarayonlarini o'rganish bo'ldi. 6-rasmda sulfat kislota eritmalaridan dolomitning yirik zarrachalarini cho'ktirish haqidagi ma'lumotlar keltirilgan. Rasmdan ko'rinib turibdiki, parchalanmagan dolomitning katta zarralari ancha tez cho'kadi va 3 daqiqadan so'ng cho'kish darajasi 100% ni tashkil qiladi. 100 soniyadan so'ng 98% o'rnatish darajasiga erishiladi. Texnologik sxema va asbob-uskunalarini tanlash, shuningdek, azotli-kalsiyli o'g'itlar ishlab chiqarish uchun mavjud uskunalarning yaroqliligini aniqlash uchun hosil bo'lgan parchalanayotgan aralashma, eritmalar va suspenziyalarning reologik xususiyatlarini bilish kerak. Bundan tashqari, bu ko'rsatkich sulfat kislotalaning barcha ishlatilgan konsentrasiyalari uchun deyarli o'zgarmasdir. Sulfat kislota konsentratsiyasi ortishi bilan zichlik ortadi. O'rtacha sulfat kislota konsentratsiyasining 10% ga oshishi bilan zichlik o'rtacha 8,45 (6,81)% ga oshadi (6-rasm). Shunday qilib, tindirilgan sulfat kislota ekstraktining reologik xususiyatlarini o'rganish shuni ko'rsatdiki, ular juda yaxshi suyuqlikka ega va ularni quvurlar orqali pompalash uchun maxsus jihozlar kerak emas.



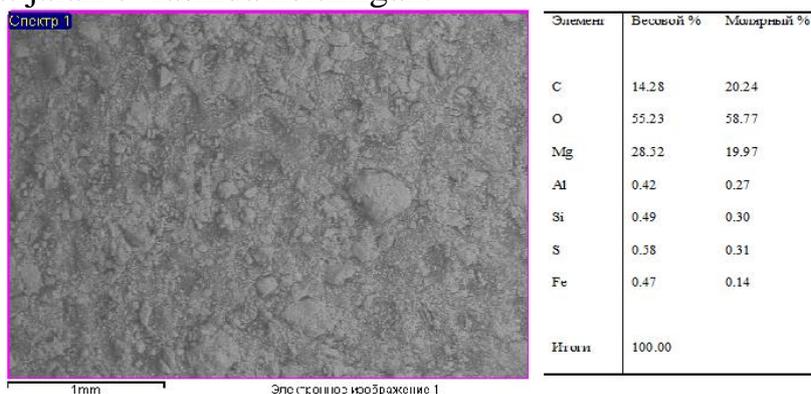
a)

b)

6-rasm. Jarayon davomiyligining dag'al dolomit zarrachalarining cho'kish darajasiga (a) va dolomitni sulfat kislotali parchalash mahsulotlarini tindirish darajasiga jarayon davomiyligining ta'siri (b).

Keyingi bosqichda dolomit, brusit, magniy gidroksid va gipsning skanerlovchi elektron mikroskop tahlili o'rganildi. Ushbu tahlil energiya dispersiyali rentgen spektroskopiyasi usuli yordamida olingan bo'lib, namunaning kimyoviy tarkibi haqida ma'lumot beradi. Skaner elektron mikroskopiya tasviri namunadagi zarrachalarning morfologiyasi va yuzasining tuzilishini ko'rsatadi.

Optik mikroskoplar bilan solishtirganda yuqori fazoviy o'lchamlari va maydon chuqurligi, shuningdek, namuna yuzasini elektron nur bilan nurlantirishda hosil bo'lgan nurlanish spektrini ro'yxatga olish asosida kimyoviy tahlil qilish qobiliyati bilan ajralib turadi. Skanerlovchi elektron mikroskop yordamida dolomit, brusit, gips, magniy oksidining SEM dagi tasvirini va element tahlilini o'rganildi. Skanerlovchi elektron mikroskop yordamida brusitning SEM dagi tasvirini va element tahlilini o'rganishdan natijalari 7-rasmda keltirilgan.



7-rasm. Brusitning SEM tasviri va element tahlili.

Dissertatsiyaning “**Dolomitdan magniy gidroksid olish texnologiyasi va texnik - iqtisodiy samaradorligi**” deb nomlangan to'rtinchi bobida brusit olishning texnologik sxemasi, uni olish jarayonining moddiy balansi va brusit ishlab chiqarishning texnik-iqtisodiy samaradorligi hamda brusit hosil bo'lish jarayoni uchun matematik modeli bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Toshkent davlat texnika universitetida, Dehqonobod konidan olingan mahalliy dolomitdan brusit ishlab chiqarish texnologiyasi ishlab chiqilgan. “Navoiyazot” AJ ning 23-sexida brusit qo'shimchali ammiakli selitra ishlab chiqarish uchun

maydalangan brusit ishlatiladi. Sinov natijalari 4-jadvalda ko'rsatilgan. Taqqoslash uchun jadvalda TDTU 1517-001-59074732-05 bo'yicha maydalangan brusit me'yorlari va "Agromag" markasidagi brusit tahlili natijalari ham ko'rsatilgan.

4-jadval

Magneziya xom ashyosining nitrat kislota ekstraktini tayyorlashga yaroqliligini o'rganish natijalari

Ko'rsatkichlar nomi	TU 1517-001-59074732-05 ga muvofiq maydalangan brusit uchun normalar (1-5 aylanishlar bilan)	Tahlil natijalari	
		Magniy gidroksid TDTU	Brusit "Agromag"
Tashqi ko'rinish	-	Ko'rinadigan aralashmalarsiz oq kukun	Ko'rinadigan aralashmalarsiz oq kukun
Qizdirishdagi yo'qotishlarning massa ulushi, %	-	29,56	30,40
shu jumladan	-	4,19	2,10
-CO ₂	0,5 dan ortiq emas	4,19	0,26
- gigroskopik H ₂ O			
Massa ulushi, % -SiO ₂	-	0,66	4,83
- temir oksidi miqdori (Fe ₂ O ₃) va alyuminiy (Al ₂ O ₃),% shu jumladan	-	1,18	1,29
	0,5 dan ortiq emas	0,13	0,21
-CaO	0,4 dan ortiq emas	1,25	2,51
-MgO	60,0 dan ortiq	68,51	60,06
-SO ₄ ²⁻	-	1,39	yo'q
-Cl ⁻	-	0,008	0,01
Zarracha kattaligi bo'lgan fraksiyalarning massa ulushi:	Elakdagi qoldiq, maksimal fraksiyadagi o'leham, 18% dan ko'p emas		
0,2 mm dan katta, %		52,81	-
0,16 dan 0,2 mm gacha, %		29,9	
		17,28	
		0,01	
Nitrat kislota bilan parchalanish harorati, °C	-	70°C	70°C

Shunday qilib, o'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, filtrlash ham, sentrifugalash ham magniy gidroksid cho'kmasini ajratish uchun juda maqbul usullardir. Optimal texnologik parametrlarda olingan magniy gidroksid 100-110°C haroratda doimiy og'irlikda quritilgan.

Olib borilgan tadqiqotlar Dehqonobod konidagi dolomitni sulfat kislota parchalash yo'li bilan magniy gidroksidiga qayta ishlash imkoniyatini ko'rsatdi. Brusitning 1 tonnasini ishlab chiqarish uchun unumini hisobga olingan holda xomashyolarni tannarxi 5-jadvalda keltirilgan.

5-jadval

1 tonna Brusit ishlab chiqarish uchun xomashyolar narxi

№	Xom ashyolar	O'lehov birligi	1t mahsulot olish uchun sarf	Xom ashyo narxi, so'm	Jami, summa, so'm
1	Dolomit	kg	1200	1400	720000

2	Sulfat kislota	kg	1000	1100	1100000
3	Ammiak 25%li	kg	650	4200	2730000
4	Suv	kg	3000	100	300000
Jami					4850000

Yuqorida keltirilgan jadvaldan shu narsa ma'lum bo'ladiki, 1t brusit ishlab chiqarish uchun 4850000 so'm xomashyo uchun sarflanar ekan.

Brusit olish va ishlab chiqarishga joriy qilish bilan uning o'ziga xos umumiy iqtisodiy samaradorligi hisoblab chiqilgan. 6-jadvaldan ko'rinib turibdiki, 1 tonna brusit ishlab chiqarish uchun 5877000 so'm miqdorida xomashyo sarflanadi.

6-jadval

1 tonna Brusit ishlab chiqarish narxlari tarkibi

Nomi	Narxi, so'm
Ish haqi,so'm / tonna	300 000
Yagona ijtimoiy to'lov 15%	45 000
Xomashyolar	4850000
Qo'shimcha xarajatlar	50 000
Kutilmagan xarajatlar	50 000
Foyda 10%	485000
QQS 12%	582000
Jami:	5877000

Tadqiqotlarimiz natijasida olingan brusit tannarxini bugungi kunda yurtimizga import qilinayotgan shu turdagi brusit tannarxi bilan solishtiramiz (6-jadval), 1 kg brusit chiqarilishida 5877000 so'm, 1 kg da 700 so'm iqtisodiy samaradorlikka erishiladi.

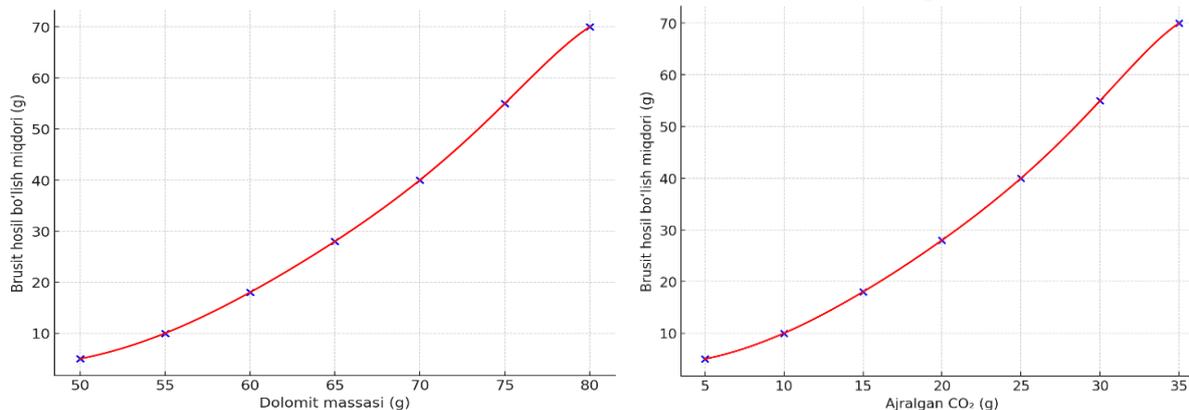
Hisob-kitoblar shuni ko'rsatdiki, brusitdan foydalanishning iqtisodiy samaradorligi brusit qo'shimchaning raqabatbardoshligi va import qilinadigan materiallarning o'rnini bosish imkoniyatiga ega(7-jadval).

7-jadval

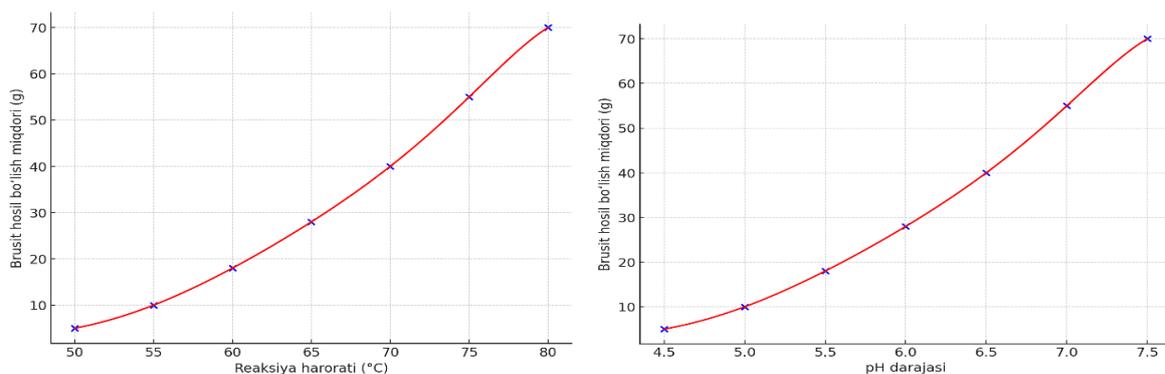
Chet eldan eksport qilinadigan Brusitning narxi

No	Nomi	O'lchov qiymati	Chetdan import qilinib, sotilayotgan bozor narxi, so'm	Farq, So'm
1	Brusit "Agromag"	kg	65000	7000

Dissertatsiya asosida brusit hosil bo'lish jarayoni uchun matematik model ishlab chiqildi. Ushbu model pH, ajralgan issiqlik, reaksiya tezligi, reaksiya harorati, sulfat kislota konsentratsiyasi va dolomit massasi kabi omillarni hisobga oladi.

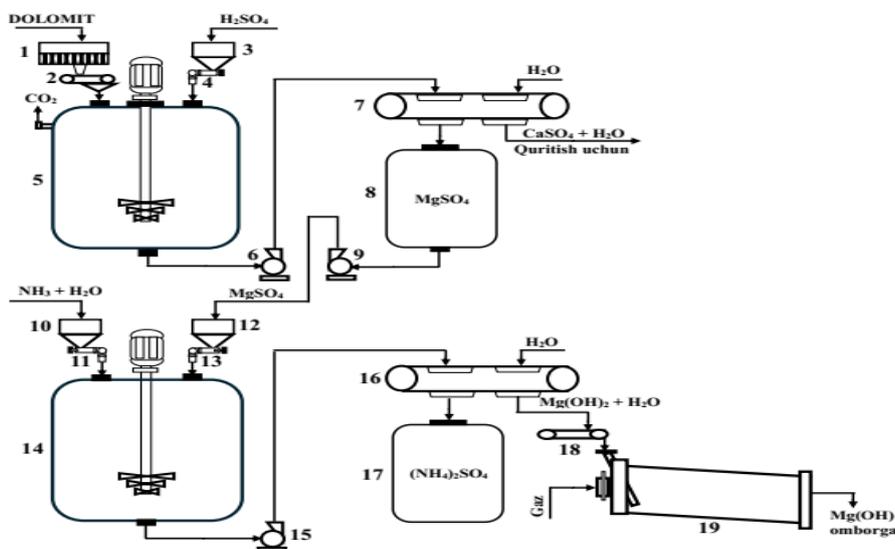


8-rasm. Brusit hosil bo'lishida dolomit(a) va ajralgan CO2 miqdori(b).



9-rasm. Brusit hosil bo'lishiga haroratning ta'siri va brusit hosil bo'lishiga pH darajasining ta'siri

Magniy gidroksid olish jarayoni texnologik jihatdan bir necha bosqichlardan iborat bo'lib, ularning har biri mahsulot sifatiga bevosita ta'sir ko'rsatadi (10-rasm). Birinchi bosqichda 2-reaktorga zarur miqdorda maydalangan dolomit kukuni yuboriladi. Reaktorga ma'lum konsentratsiyadagi sulfat kislota eritmasi (H_2SO_4) qo'shilib, aralashtirish jarayoni olib boriladi. Ushbu bosqichda dolomit kislota bilan reaksiyaga kirishib, magniy va kalsiyning sulfatlari hosil bo'ladi, natijada magniy sulfatli eritma va erimaydigan qoldiq ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) aralashmasi vujudga keladi. Keyingi bosqichda hosil bo'lgan suspensiya (dolomit suyuqlamasi) 3-reaktorga uzatiladi. Bu yerda magniy gidroksidni olish uchun filtratsiya jarayoni o'tkaziladi. Filtrlash natijasida tindirilgan sulfat kislota ekstrakti va erimaydigan qoldiq bir-biridan ajratiladi. Tindirilgan eritma ammiak eritmasi bilan neytrallanadi, bu jarayonda magniy gidroksid ($Mg(OH)_2$) cho'kma holida hosil bo'ladi. Neytrallash jarayoni davomida reaksiya issiqlik ajratishi sababli harorat ko'tariladi, shu bois ikki asosiy parametr – bo'tqa harorati va sulfat kislota me'yori ning eritma va filtrlash tezligiga ta'siri tadqiq etildi. O'tkazilgan tajribalarda dolomitni parchalash uchun 30% li sulfat kislota qo'llanildi, filtrlashdan oldingi bo'tqa pH qiymati 11 atrofida saqlanib, bu magniy gidroksidning to'liq cho'kishini ta'minladi. Natijada, magniy sulfat eritmasidan toza va yuqori sifatli brusit ($Mg(OH)_2$) ajratib olish imkoniyati yaratildi.



10-rasm. Dolomitdan brusit ishlab chiqarishning texnologik sxemasi.
 1,3,10,12-bunker, 2,4,11,13,18-meyorlagich, 5,14-aralashtirgichli reaktor, 6,9,15-maxsus nasos, 7,16-filt, 8,17-maxsus idishlar, 19-barabanli quritgich.

Taklif etilayotgan usulning mohiyati shundan iboratki, xomashyo asosan kalsiy va magniy karbonatlaridan tashkil topgan tabiiy xomashyo dolomit 20-30 % li konsentratsiyali sulfat kislotada eritiladi. Olingan eritma erimagan qoldiqdan ajratiladi va unga suyuq ammiak qo'shilishi bilan magniy gidroksid cho'kmaga tushadi.

XULOSA

1. Dolomitni sulfat kislotasi bilan parchalash jarayonlari o'rganilib, jarayonning optimal texnologik parametrlari aniqlandi: bunda sulfat kislotasi konsentratsiyasi 30%, stexiometrik meyor 100%, dolomitni parchalashdagi harorat 50°C va jarayon davomiyligi 60 daqiqa bo'lib, magniyni eritmaga o'tish darajasi 99,62-99,97% ni tashkil etgan.

2. Texnologik parametrlarga sulfat kislotasi konsentratsiyasi 30% va meyor 110% bo'lgan sharoitda qattiq faza tarkibi va eritmaga dolomit komponentlarini ajralish darajasiga ta'siri o'rganilgan. Natijada, harorat 30-70°C va parchalanish jarayoni davomiyligi 20-90 daqiqa bo'lishi kalsiy va magniyni ajralib chiqishiga sezilarli darajada ta'sir qilmasligi bilan izohlanadi.

3. Suyuq ammiak bilan pH muhiti 9 gacha yetkazilganda magniysizlantirish darajasi 7,2% ni tashkil etishini ko'rsatdi. pH muhiti 10 gacha oshganda 88% magniy cho'kadi va pH 11-11,5 bo'lganda esa amalda 100% to'liq cho'kadi. Dolomitni sulfat kislotali parchalash eritmalaridan magniy gidroksidini ajratish jarayonlari bilan izohlanadi.

4. Ammoniyashtirish darajasining suyuq faza tarkibiga $Mg(OH)_2$ ajratguncha va ajratilgandan keyingi tarkibiga hamda hosil bo'lgan suyuq ammoniy sulfatni qo'llash uchun mos ko'rsatkichlari sifatiga ta'siri o'rganilgan.

5. Mahalliy dolomit xomashyosini sulfat kislotasi bilan parchalab brusit, gips va suyuq ammoniy sulfatli o'g'itni olish texnologiyasi ishlab chiqilgan. Bunda dolomit xomashyosini sulfat kislotasi bilan parchalash jarayonlarining texnologik parametrlari o'rnatilgan va ishlab chiqarishning prensipial va material balans sxemalari ishlab chiqilgan.

6. Mahalliy dolomit xomashyosini konsentratsiyasi 30% li H_2SO_4 bilan bosqichma-bosqich parchalab olingan brusit "Navoiyazot" AJ ning markaziy laboratoriyasida sinovdan o'tkazildi va yakuniy xulosa taqdim etildi. Tahlil natijalarini taqqoslash uchun "Agromag" brusitining tarkibi va brusit standartlari bilan solishtirildi.

7. Tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, TDTU tomonidan taqdim etilgan brusit namunasida yog'li va smolali moddalar aniqlanmadi, ko'rsatkichlari "Agromag" brusiti tarkibiga yaqin bo'lib unda 1.39% sulfatlar mavjudligi bilan farqlanadi. Ushbu sulfatlarni brusitni qayta yuvish va quritish jarayonlarida bartaraf etish mumkin. Shuningdek "Dehqonobod kaliy zavodi" AJ qayta ishlash majmuasi yaqinida joylashgan dolomitdan laboratoriya sharoitida brusit olish bo'yicha sinov natijalari olib borildi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
DSc.03/29.08.2023.К/Т.66.02 ПРИ НАМАНГАНСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИСЛАМА КАРИМОВА**

ТУРСУНОВ ШОХЖАХОН МУСТАФОВЕВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ БРУСИТА ИЗ
МЕСТНОГО СЫРЬЯ ДОЛОМИТА**

02.00.13 – Технология неорганических веществ и материалов на их основе

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

Тема диссертации доктора философии (PhD) по химическим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан под номером B2024.4.PhD/T5029

Диссертационная работа выполнена в Ташкентском государственном техническом университете имени Ислама Каримова.

Автореферат диссертации размещен на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) на веб-странице по адресу www.tdtu.uz и Информационно-образовательном портале «ZiyoNET» по адресу www.ziynet.uz

Научный руководитель:

Ихтиярова Гулнора Акмаловна
доктор химических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Тураев Зокиржон
доктор технических наук, профессор

Жуманова Миясар Ортиковна
доктор технических наук, старший научный сотрудник

Ведущая организация:

Навоийский государственный горно-технологический университет

Защита диссертации состоится «27» декабрь 2025 года в 11⁰⁰ часов на заседании Научного совета **DSc29.03.08.2023.К/Т.66.02** при Наманганском государственном техническом университете по адресу: 160115, г.Наманган, ул.Косонсай, д.7). Тел.: (69) 234-14-85; Факс: (69) 234-14-85; e-mail: info@namdtu.uz), Наманганский государственный технический университет, 6-здание, 1-этаж, ауд.303

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Наманганского государственного технического университета за № «97», с которой можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре 160115, г.Наманган, ул.Косонсай, д.7. Тел.: (69) 234-14-85; факс: (69) 234-14-85.

Автореферат диссертации разослан «03» декабрь 2025 г.

(Реестр за № «41» от «03» декабрь 2025г.



Эргашев О.К.
Председатель научного совета
по присуждению учёной степени,
д.х.н., профессор

Маллабаев О.Т.
Ученый секретарь научного
совета по присуждению
ученой степени, д.х.н.ф, доцент

Шеркузиев Д.Ш.
Председатель научного семинара
при научном совете по присуждению
учёной степени, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Рациональное использование сельскохозяйственной продукции, производимой в больших объемах во всем мире, разработка технологий получения из них широкого ассортимента продуктов, а также совершенствование новых энерго- и ресурсосберегающих технологических процессов, обеспечивающих реализацию таких задач, являются одними из наиболее актуальных проблем современности. Известно, что в соответствии с ростом численности населения мира в последние годы также неуклонно увеличиваются объемы производства сельскохозяйственной продукции. В связи с этим в различных отраслях уделяется особое внимание ускорению производственных процессов, техническому и технологическому обновлению, а также повышению конкурентоспособности выпускаемой в нашей стране продукции. В частности, особое значение приобретает поиск решений существующих проблем, направленных на разработку и внедрение упрощенных технологий получения соединений магния (гидроксида магния, оксида магния, сульфата магния и аммония, сульфата кальция, строительного гипса).

Во всем мире ведутся масштабные научно-исследовательские работы, направленные на совершенствование передовых, энергосберегающих и экологически безопасных технологий переработки доломита с целью получения магниевых соединений и минеральных удобрений. В частности, процессы извлечения магния из доломита и переработка его в продукты с высокой добавленной стоимостью рассматриваются сегодня как одно из наиболее перспективных направлений химической и металлургической промышленности. В данном контексте важную роль играют магниевые соединения, прежде всего гидроксид магния (брусит), который широко применяется в качестве компонента-усилителя для полимерных материалов и сельскохозяйственных удобрений. Поэтому совершенствование методов получения гидроксида магния из доломита, глубокая переработка сырья, повышение качества конечного продукта, снижение себестоимости и внедрение данных процессов в промышленную практику имеют важное научно-практическое значение.

В настоящее время в нашей республике предпринимаются активные меры по развитию технологий переработки магнийсодержащего сырья, обеспечению отраслей магниевыми соединениями и внедрению многочисленных научно-исследовательских разработок в химическую промышленность. В стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы определены важные задачи, направленные на «Обеспечение устойчивости национальной экономики, продолжение промышленной политики, ориентированной на повышение доли промышленности в валовом внутреннем продукте, а также увеличение объемов производства промышленной продукции»¹. В этом контексте особую значимость приобретают научные исследования, направленные на получение

¹ Указ Президента Республики Узбекистан ПФ-60 от 28 января 2022 года «О Новой Стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы»

импортозамещающих, механически и химически устойчивых продуктов из местного сырья — доломита.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит для реализации задач, поставленных в Указах Президента Республики Узбекистан УП-60 от 28 января 2022 года “О новой стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы” и ПП-4265 от 3 апреля 2019 года “О мерах по дальнейшему реформированию и повышению инвестиционной привлекательности химической промышленности”, ПП-4992 от 13 февраля 2021 года “О мерах по дальнейшему реформированию и финансовому оздоровлению предприятий химической промышленности, развитию производства химической продукции с высокой добавленной”, Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан № 91 от 1 марта 2022 года “Об утверждении технического регламента “О безопасности минеральных удобрений”, №753 от 15 декабря 2021 года “О мерах по созданию инновационного химического научно-производственного и образовательного кластера для химической промышленности”, а также других нормативных правовых актах, связанных с этой деятельностью.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики VII. «Химические технологии и нанотехнологии».

Степень изученности проблемы. В научно-технической литературе широко представлены исследования, посвящённые извлечению гидроксида магния и оксида магния из природного сырья, а также разработке практических основ их применения. В данном направлении научные работы проводились такими ведущими исследователями, как М.Х. Алаа, Н.П. Косупало, Ю. Дин, Т.В. Бондарчук, И.И. Смирнов, В.Т. Антонов, В.В. Шипсов, О.В. Канагин и другими.

В Узбекистане были изучены механизмы разложения карбонатных пород в кислой среде, при этом свойства доломитов вступать в реакцию с некоторыми кислотами, в частности с хлоридной и азотной кислотами, освещены в работах таких учёных, как А.Т. Дадахаджаев, Х.Ч. Мирзакулов, Ш.С. Намазов, М.Ю. Позин, А.М. Реймов, С.М. Таджиев, М.Э. Ахмедов, Д.А. Эргашев, О.А. Михлиев, М.Ю. Тожимаматова, О.С. Бобокулова и других. Однако научные и технологические аспекты получения гидроксида и оксида магния путём разложения доломита серной кислотой изучены недостаточно, отсутствуют сведения о переработке кислых циркулирующих растворов.

Каждое природное минеральное сырьё обладает уникальным составом и свойствами, которые значительно различаются между собой. В связи с этим переработка каждого вида минерального сырья требует индивидуального научного и технологического подхода, а также определения экономически эффективных методов. Существующие в мире технологии не всегда подходят для переработки доломита, поскольку его состав и содержание основных компонентов существенно отличаются от других минералов.

Путём всестороннего изучения технологий получения химических соединений на основе местного сырья мы стремимся к созданию принципиально

новых веществ и материалов с заранее заданными свойствами, разработке новых технологических процессов, отвечающих требованиям современного производства, а также совершенствованию существующих. В работе приведена лабораторная технология извлечения оксида магния и гидроксида магния путем разложения доломита Дехканабадских месторождений серной кислотой, а также исследованы физико-химические свойства полученного сырья. Тематика исследования формируется с учетом реальных потребностей отраслей экономики Узбекистана, а также в контексте реализуемой в стране политики ресурсосбережения и импортозамещения.

Связь диссертационного исследования с тематическим планом научно-исследовательских работ. Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ Ташкентского государственного технического университета в рамках проекта УК-2023/09-1 на 2022–2023 годы на тему:

«Получение брусита из дехканабадского доломита посредством безотходной ресурсосберегающей комплексной технологии в лабораторных условиях».

Цель исследования. Совершенствование ресурсосберегающей технологии получения брусита и гипса путём переработки местного сырья — Дехканабадского доломита — с использованием серной кислоты.

Задачи исследования:

проведение комплексного анализа объекта и методов исследования для извлечения брусита из Дехканабадского доломита и изучения его состава;

определение оптимальных технологических параметров процесса разложения природного доломита серной кислотой;

Изучение влияния рН среды на степень осаждения и перехода гидроксида магния при нейтрализации сернокислым раствором аммиака;

выбор гидромодуля в процессе получения брусита посредством переработки Дехканабадского доломита серной кислотой, а также изучение влияния времени, температуры и концентрации;

разработка ресурсосберегающей, безотходной, комплексной технологии получения оксида магния, гипса и сульфата аммония из Дехканабадского доломита;

эффективное применение брусита, полученного из Дехканабадского доломита, в качестве антигигроскопической добавки к производимому в республике минеральному удобрению — аммиачной селитре.

Объектами исследования являются образцы Дехканабадского доломита, серной кислоты, аммиака, брусита, гидроксида магния, оксида магния и гипса.

Предметом исследования является определение оптимальных параметров и условий процесса получения брусита путём разложения Дехканабадского доломита серной кислотой и осаждения продукта в результате нейтрализации.

Методы исследования. При выполнении диссертационной работы использовались современные теоретические и экспериментальные методы исследования, такие как энергодисперсионная рентгенофлуоресцентная

спектрофотометрия высокой мощности, ИК-спектроскопия, рентгенография, электронная микроскопия и дифференциально-термический анализ.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

установлен научно обоснованный лабораторный технологический метод получения оксида магния (MgO) из природного дехканабадского доломита;

определены оптимальные технологические параметры процесса разложения дехканабадского доломита серной кислотой: концентрация кислоты — 30%, стехиометрическая норма — 100%, температура и продолжительность разложения — соответственно $50^{\circ}C$ и 60 минут, при этом эффективность перехода магния в раствор составляет 99,62–99,97%;

проведён углублённый анализ процесса аммиачной нейтрализации раствора сульфата магния с целью осаждения гидроксида магния; показано, что при $pH = 11-11,5$ и температуре $25-30^{\circ}C$ достигается 100%-ная степень осаждения;

оптимальный состав получаемых оксида магния, гипса и сульфата аммония определён с использованием методов РФА (рентгенофазовый анализ), СЭМ (сканирующая электронная микроскопия), ИК-спектроскопии, ТГА (термогравиметрический анализ), а также физико-химического анализа;

доказано, что разложение дехканабадского доломита 30%-й серной кислотой при гидромодуле 10:1 является наиболее оптимальным условием, обеспечивающим получение высокочистого брусита (MgO — 82,0%);

обоснована ресурсосберегающая и безотходная комплексная технология получения из дехканабадского доломита не только брусита, но также оксида магния (MgO), гипса ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) и сульфата аммония ($(NH_4)_2SO_4$);

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

определена усовершенствованная технология получения брусита, гипса, широко применяемого в строительных материалах, и аммиачного удобрения из местного природного сырья — доломита;

разработана научно обоснованная, комплексная и эффективная технология, позволяющая одновременно получать брусит, гипс и сульфат аммония в процессе переработки природного доломита;

разработана усовершенствованная технология получения брусита путём разложения природного доломита серной кислотой.

Достоверность результатов исследования. Результаты химического и современных физико-химических анализов (рентгенографического, ИК-спектроскопического, термогравиметрического) подтверждены лабораторными исследованиями, а также экспериментальными и промышленными испытаниями.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость полученных результатов заключается в разработке безотходной комплексной технологии получения гипса и жидких удобрений в процессе извлечения брусита из дехканабадского доломита. Кроме того, изучены научные основы получения гидроксида магния путём нейтрализации раствора, образующегося при разложении доломита серной кислотой, аммиаком, а также создана энергосберегающая технология получения сульфата аммония.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке технологии получения брусита и гипса из дехканабадского доломита и переработки полученного раствора в жидкое удобрение — сульфат аммония. Это способствует комплексной переработке доломитного сырья для производства соединений магния, необходимых для народного хозяйства, а также созданию эффективных жидких удобрений для засоленных почв.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по совершенствованию безотходной ресурсосберегающей комплексной технологии получения брусита и гипса путем переработки местного сырья — Дехканабадского доломита серной кислотой:

усовершенствованная технология получения брусита из дехканабадского доломита включена в «Перечень перспективных разработок, подлежащих внедрению в 2025–2026 годах» АО «Дехканабадский калийный завод» (справка АО «Дехканабадский калийный завод» №2232/052 от 26 июня 2025 года). В результате установлено, что содержание оксида магния в выделенном брусите составляет 82%, а полученный реагент позволяет улучшить гигроскопические свойства минеральных удобрений.

усовершенствованная установка для получения брусита из местного сырья — природного доломита — также включена в «Перечень перспективных разработок, подлежащих внедрению в 2025–2026 годах» АО «Дехканабадский калийный завод» (справка №2232/052 от 26 июня 2025 года). В результате обеспечивается возможность получения из местного доломита брусита, гипса, широко применяемого в строительных материалах, а также аммиачного удобрения.

Апробация результатов исследования. Результаты настоящего исследования были представлены и обсуждены на 5 республиканских и 4 международных научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 20 научных работ. В том числе, основные научные результаты диссертации (PhD) отражены в 6 научных статьях, из которых 4 опубликованы в республиканских и 2 — в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, а также опубликован 1 патент.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы, условных обозначений и приложений. Общий объем диссертации составляет 113 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во **введении** обоснованы актуальность и необходимость диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, охарактеризованы объект и предмет исследования, показано соответствие темы приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследования, отражены данные о внедрении результатов в практику, опубликованных научных работах, а также представлена информация о структуре диссертации.

В первой главе диссертации, озаглавленной **«Современное состояние процессов получения гидроксида магния из доломита»**, приведён обзор литературы, в котором освещены характеристики сырьевых ресурсов доломита, его источники, текущее состояние и перспективы, а также методы переработки с использованием кислот. Кроме того, на основе научно-технической и патентной литературы проанализированы возможности получения соединений магния и жидких удобрений. Проведено исследование физико-химических систем, рассмотрены научные сборники и патентные материалы, касающиеся оксида магния, гидроксида магния и соединений магнезии. На основе анализа литературы были сформулированы цель и задачи настоящего исследования.

Во второй главе диссертации, озаглавленной **«Объекты и методы исследования. Характеристика основных сырьевых реагентов и вспомогательных материалов»**, представлены сведения об объектах исследования и их характеристиках в соответствии с требованиями ГОСТ, порядке проведения экспериментов, современных физико-химических методах исследования, а также используемом оборудовании и приборах. Для проведения исследований были отобраны два образца доломита, добытые на месторождении Дехканабадского района, отличающиеся по своему химическому составу (мас. %): CaO – 34,2; MgO – 18,3; CO₂ – 43,85; е.к. – 0,57 и CaO – 36,87; MgO – 18,75; CO₂ – 42,52; е.к. – 0,68. В таблице 1 представлены три образца доломита, использованные в дальнейших экспериментальных исследованиях.

Таблица 1

Химический состав Дехканабадского доломитового сырья

№	CaO	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SO ₃	CO ₂	Н.о.
№ 1	37,55	13,57	0,842	0,214	0,366	0,80	44,43	0,56
№ 2	38,90	12,83	0,971	0,202	0,15	0,70	43,08	1,73
№ 3	34,2	20,3	0,816	0,055	0,414	0,149	43,12	1,86

В третьей главе диссертации, озаглавленной **«Изучение процесса разложения доломита в присутствии серной кислоты»**, приведены результаты исследований процесса разложения доломита и вспенивания в присутствии серной кислоты, изучения кинетики разложения доломита, сканирующего электронного микроскопического анализа доломита, брусита, гидроксида магния и гипса, а также влияния степени аммонизации сернокислотного экстракта на выход гидроксида магния. Кроме того, рассмотрены реологические свойства аммонизированных и циркулирующих растворов, физико-химические характеристики гидроксида магния, полученного из доломита, возможность использования гидроксида магния, полученного из местного сырья доломита, в качестве антипирена для полиэтилена, результаты рентгенофлуоресцентного и ИК-спектрального анализа доломита, а также данные по исследованию термической стабильности гидроксида магния. На начальном этапе исследований было установлено, что содержание CO₂ в составе Дехканабадского доломита достаточно высокое, в связи с чем было изучено его разложение под действием серной кислоты. В

ходе экспериментов исследовалось влияние длительности процесса и скорости вращения мешалки на процесс образования пены. Исследования проводились при температуре 50°C в цилиндрическом стеклянном реакторе, оснащённом механической мешалкой, с использованием 30%-ного раствора серной кислоты. При этом стехиометрическое соотношение доломита и серной кислоты составляло 100%.

При увеличении скорости вращения мешалки с 750 об/мин до 1000 об/мин кратность пенообразования значительно уменьшается, а её максимальное значение наблюдается через 15–25 секунд после начала процесса. С ростом скорости вращения мешалки максимальная кратность пенообразования снижается примерно в 1,269 раза, при этом время достигает 10 секунд. Установлено, что устойчивость пены не превышает 60 секунд. Одним из наиболее эффективных способов снижения пенообразования является циркуляционное (на 30–50%) введение доломита в состав пульпы, где он разлагается под действием серной кислоты. Для определения кинетических характеристик процесса разложения доломита при 100% стехиометрическом соотношении были проведены эксперименты с использованием 20%, 30%, 40%, 50% и 60%-ных растворов серной кислоты при различных температурах (20, 30, 40, 50 и 60°C). Степень разложения доломита определялась по количеству оксидов кальция и магния в жидкой фазе. Кальцит и магнезит разлагаются при различных температурах, поэтапное разложение позволяет осуществлять селективное кальцинирование. Применение химических методов обогащения обеспечивает растворение магния в виде солей, удаление нерастворимых примесей с помощью методов разделения твёрдой и жидкой фаз, после чего очищенная магнезия восстанавливается термическим способом.

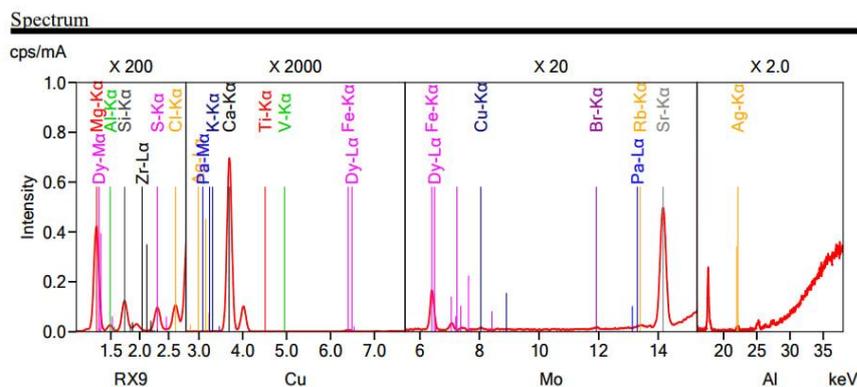


Рис-1. Рентгенофлуоресцентный анализ Дехканабадского доломита

На данном рентгенофлуоресцентном спектре представлены линии характеристического излучения и интенсивность различных элементов. Доломит, как правило, содержит такие элементы, как кальций (Ca), магний (Mg), кислород (O) и углерод (C). Наличие интенсивных пиков, соответствующих кальцию и магнию, указывает на высокую вероятность их присутствия, что характерно для доломита. Также стоит отметить, что спектр был получен с использованием XRF-технологии, о чём свидетельствуют обозначения, такие как «X 200» и «X 2000», указывающие на наличие усиления сигнала в различных

энергетических диапазонах, что говорит о комплексном анализе по широкому энергетическому спектру.

Инфракрасная спектроскопия (FTIR – Fourier Transform Infrared Spectroscopy, инфракрасная спектроскопия с преобразованием Фурье) основанная на определении спектра поглощения, обусловленного колебательными частотами молекул, является одним из основных аналитических методов, применяемых для изучения состава веществ. Представленный график представляет собой FTIR-спектр, с помощью которого можно получить информацию о функциональных группах доломита, гидроксида магния или других химических соединений. Область $1500\text{--}1300\text{ см}^{-1}$ характеризуется колебаниями карбонатных групп (CO_3^{2-}), что свидетельствует о присутствии доломита или кальциево-магниевых карбонатов.

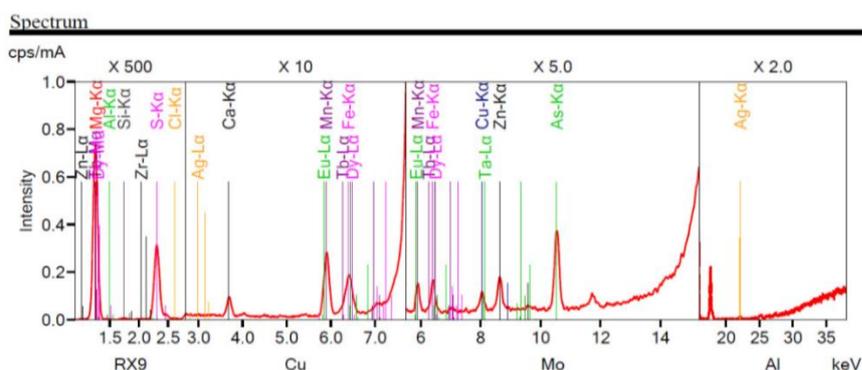


Рис-2. Рентгенофлуоресцентный анализ выделенного реагента брусита

Анализ был проведён на высокоэнергетическом энергодисперсионном рентгенофлуоресцентном спектрофотометре Rigaku NEX CG EDXRF Analyzer with Polarization (Япония), прибор инв. № 9022 19 0000.

Анализ результатов показывает, что брусит, полученный в результате разложения доломита серной кислотой, в основном состоит из оксида магния. При содержании оксида магния 22,6% и оксида серы (VI) — 20,0%, расчетным путем установлено, что полученный продукт представляет собой смесь гидроксида магния и соли сульфата магния. Учитывая, что в сульфате магния массовая доля оксида магния составляет 33,3%, а оксида серы — 66,7%, на 20,0% SO_3 приходится 10,0% MgO . Следовательно, оставшиеся 12,6% MgO образуются в составе брусита.

Брусит, полученный путем разложения доломита серной кислотой, в основном состоит из оксида магния. При содержании оксида магния 82,0% (при норме 60%) и оксида серы (VI) — 2,20%, расчетным путем можно установить, что полученный продукт представляет собой смесь гидроксида магния и сульфата магния. То есть в составе сульфата магния содержатся: оксид магния — 82,0%, оксид серы — 2,2%, хлор — 0,021% и оксид меди — 0,015%.

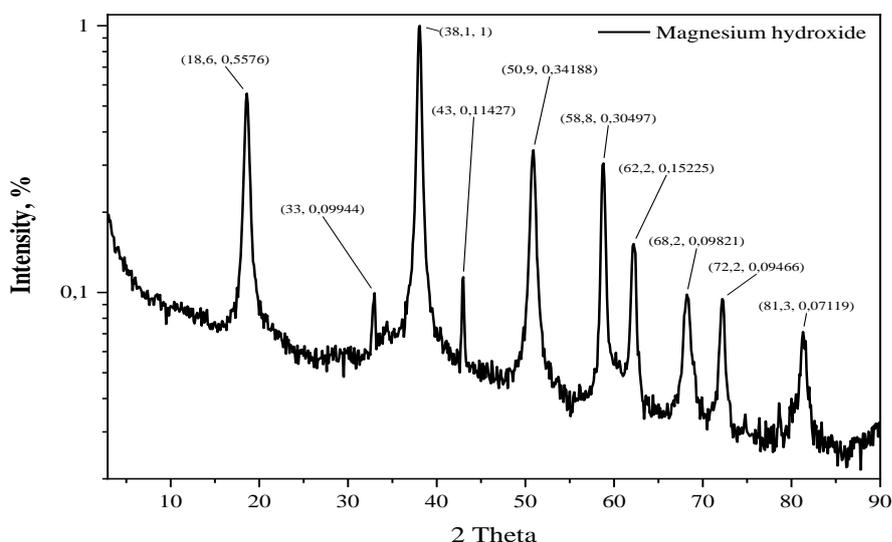


Рис-3. Результаты рентгено-фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) порошковых образцов гидроксида магния

На рис-3 представлена рентгеновская дифракция $Mg(OH)_2$. Полученные дифракционные картины рентгеновского излучения соответствуют дифракционной картине X-лучей кристаллического $Mg(OH)_2$ и демонстрируют широкие пики с высокой интенсивностью, что указывает на наличие мелкокристаллитной структуры. Расширение главного пика свидетельствует о малых размерах частиц.

Для определения температуры кальцинации гидроксида магния была получена дериватограмма, которая показала, что для получения оксида магния необходимо прокалывание $Mg(OH)_2$ при температуре не менее $410\text{ }^\circ\text{C}$ (рис-4). Начало процесса — при $315,3\text{ }^\circ\text{C}$, завершение — при $410\text{ }^\circ\text{C}$. Максимальная скорость потери влаги составляет 3% в минуту. При данной скорости разложения для удаления $30,875\%$ влаги требуется не менее 11 минут.

Повышение температуры прокалывания в течение одного часа от $400\text{ }^\circ\text{C}$ до $800\text{ }^\circ\text{C}$ приводит к увеличению содержания оксида магния от $56,62\%$ (в исходном гидроксида магния) до $93,10\%$ при $800\text{ }^\circ\text{C}$.

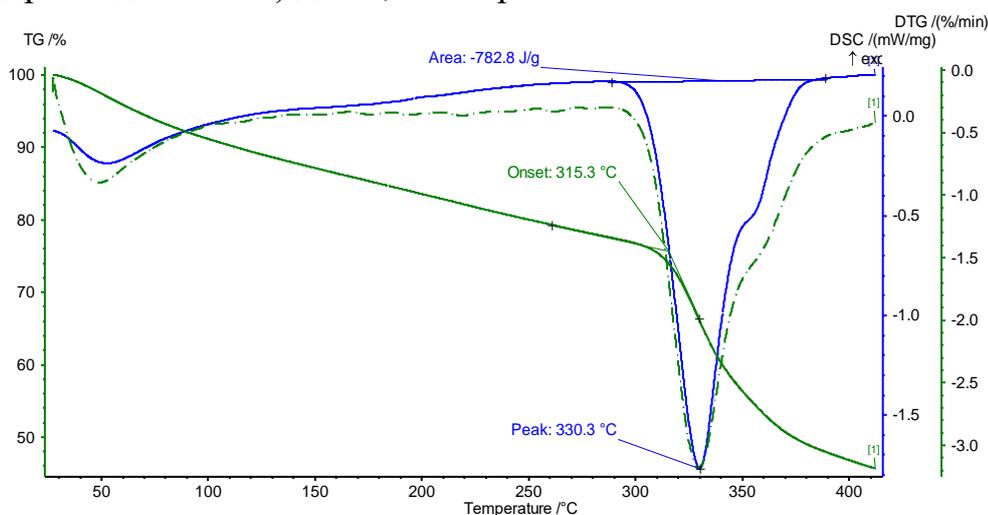


Рис-4. Дериватограмма гидроксида магния

Степень превращения $Mg(OH)_2$ в MgO составляет $95,85\%$. Продление времени прокалывания при температуре $500\text{ }^\circ\text{C}$ способствует увеличению

содержания MgO: до 82,86 % за 1 час и до 84,60 % за 3 часа. Оптимальными условиями получения оксида магния являются температура 700–800 °С и продолжительность прокаливания не менее 2 часов.

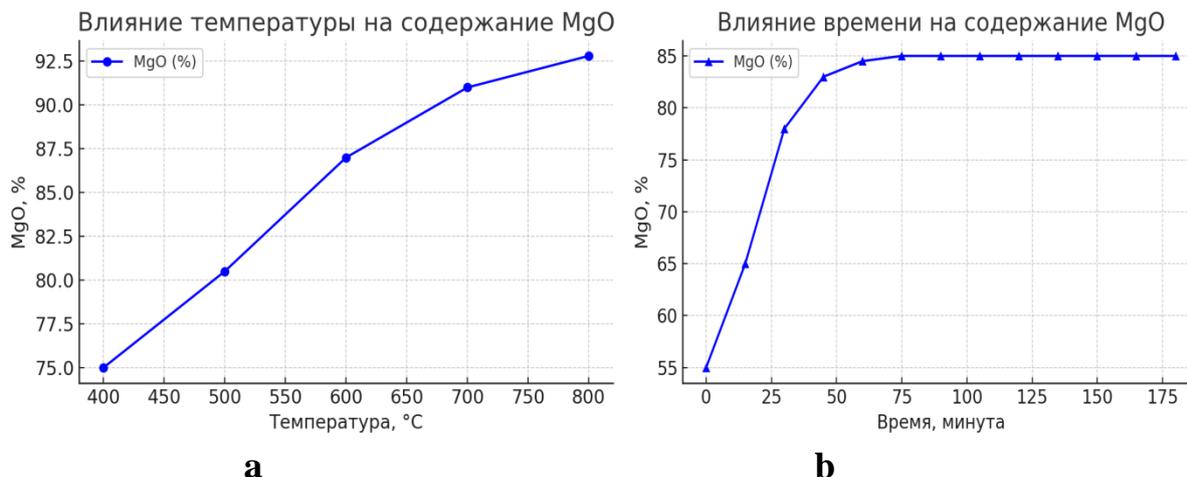


Рис-5. Влияние температуры прокаливания на содержание оксида магния (а) и влияние времени процесса на содержание оксида магния (б)

Для научного обоснования процесса разложения доломита из Дехканабадского месторождения необходимы данные, характеризующие его кинетику. С этой целью были изучены влияние температуры и продолжительности процесса разложения доломита в 100% ном стехиометрическом соотношении с серной кислотой при её концентрациях 20 %, 30 %, 40 %, 50 % и 60 %. Эксперименты проводились в стеклянном термостатируемом реакторе с механической мешалкой и устройством для отбора проб при температурах 20, 30, 40, 50 и 60 °С. Степень разложения доломита определялась по содержанию оксидов кальция и магния в жидкой фазе. Полученные результаты приведены в таблице 2.

Как видно из таблицы, снижение концентрации серной кислоты, повышение температуры и увеличение продолжительности процесса способствует росту степени разложения доломита.

Таблица 2

Влияние концентрации, температуры и продолжительности процесса на степень разложения доломита серной кислотой в 100%-ном стехиометрическом соотношении

№	Время, мин	Степень разложения, %				
		20°С	30°С	40°С	50°С	60°С
Концентрация кислоты 20%						
1	5	75,5	81,2	87,2	95,5	92,3
2	10	83,2	87,8	91,5	94,4	93,2
3	15	86,9	91,6	93,6	96,5	94,7
4	20	89,7	93,6	95,7	97,7	96,5
5	25	93,9	94,8	96,6	97,9	98,1
6	30	94,8	95,9	97,7	98,5	98,6

7	40	95,8	96,7	98,5	98,9	98,9
8	50	96,7	97,5	98,9	99,5	99,2
9	60	97,5	98,8	99,2	99,5	99,7
Концентрация кислоты 30%						
10	5	74,3	80,4	86,1	90,9	91,5
11	10	82,2	88,2	91,9	94,1	94,4
12	15	85,7	90,6	93,8	95,4	95,8
13	20	89,5	93,6	96,3	97,1	97,5
14	25	92,6	95,9	97,3	97,6	98,1
15	30	93,7	96,7	97,8	98,1	98,6
16	40	94,9	97,4	98,3	98,6	98,8
17	50	95,5	97,8	98,8	98,9	99,0
18	60	95,6	98,3	98,9	99,7	99,1
Концентрация кислоты 40%						
19	5	71,5	77,5	81,2	81,5	87,6
20	10	77,4	84,8	88,7	89,8	90,9
21	15	81,7	88,7	91,9	92,8	93,4
22	20	84,3	91,4	94,1	95,2	95,3
23	25	86,9	93,5	95,7	96,5	96,8
24	30	89,1	94,3	96,1	96,7	97,6
25	40	90,4	95,8	97,3	97,5	98,2
26	50	91,3	96,3	97,7	98,	98,5
27	60	91,8	97,5	98,6	98,3	98,7

Основная часть доломита разлагается при температуре 40 °С в течение 10 минут. При разложении доломита 20%-ной серной кислотой степень разложения составляет 87,2% через 5 минут, 91,5% через 10 минут и 97,7% через 30 минут. При разложении доломита 30%-ной серной кислотой при температуре 50 °С эти показатели достигают 90,9% и 99,7%. При концентрации кислоты 40% и температуре 50 °С степень разложения варьируется от 81,5% до 98,3%. Таким образом, на основании полученных кинетических характеристик разложения доломита серной кислотой определены оптимальные условия проведения процесса: концентрация серной кислоты 30%, температура 40-50°С, продолжительность процесса не более 50-60 минут. Дальнейшими исследованиями было изучено влияние нормы расхода серной кислоты на процесс разложения доломита. Исследования разложения доломита, полученного из Дехканабадского месторождения, проводились с использованием 30%-ной серной кислоты при температуре 50°С и продолжительности процесса 50–60 минут. Содержание оксида магния составляет 1,719-0,181%, оксида кальция 38,05-40,80%. При хорошей

растворимости соединений магния и кальция, соединения железа и алюминия плохо растворяются в серной кислоте. Как показывают полученные данные, при температуре 50 °С, оптимальной нормой 30%-ной серной кислоты и продолжительности процесса разложения 60 минут достигается 100 % стехиометрическое соотношение.

Увеличение продолжительности процесса с 10 до 60 минут повышает степень разложения при температуре 20 °С на 3,28%, при 40 °С — на 2,94%, и при 60 °С — на 2,64%. Продолжительность процесса существенно влияет на степень извлечения соединений железа и алюминия в раствор. При увеличении времени процесса при 20 °С с 10 до 60 минут степень извлечения оксидов железа возрастает с 21,78% до 52,41%, а оксидов алюминия — с 68,69% до 92,18%. Повышение температуры с 20 до 40 и 60 °С соответственно увеличивает степень извлечения с 21,78–52,41% до 29,91–57,38% и 30,61–57,80%.

Разложение доломита 30%-ной серной кислотой при скорости реакции 110% в диапазоне температур от 20 до 60 °С и продолжительности процесса 30 минут не оказывает существенного влияния на химический состав жидкой фазы (таблица 3).

Таблица 3

Влияние температуры разложения доломита 30%-ной серной кислотой на химический состав жидкой фазы

№	Температура, °С	Химический состав жидкой фазы, масс, %			
		CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
1	20	9,02	3,32	0,02	0,07
2	30	9,03	3,32	0,02	0,07
3	40	9,04	3,32	0,021	0,07
4	50	9,07	3,32	0,021	0,07
5	60	9,09	3,31	0,02	0,07

В последующих исследованиях был изучен процесс отделения нерастворимого остатка из сернокислотного экстракта, образующегося при разложении доломита. Нерастворимые остатки, возникающие в процессе разложения доломита серной кислотой, представляют собой сопутствующие компоненты, которые могут вызывать засорение трубопроводов, оборудования и грануляторов. Поэтому следующим этапом исследования стало изучение процессов осаждения и фильтрации продуктов разложения доломитов в сернокислотной среде с целью их очистки. На рисунке 6 приведены данные об осаждении крупных частиц доломита из сернокислотных растворов. Из рисунка видно, что нерастворившиеся крупные частицы доломита оседают достаточно быстро, и уже через 3 минуты степень осаждения составляет 100%. Через 100 секунд достигается уровень осаждения 98%. Для выбора технологической схемы и оборудования, а также определения пригодности имеющихся установок для производства азотно-кальциевых удобрений, необходимо знать реологические свойства получаемой смеси, растворов и суспензий. Кроме того, было установлено, что данный показатель практически не изменяется для всех использованных концентраций серной кислоты. С увеличением концентрации серной кислоты плотность раствора возрастает. В среднем, при повышении концентрации серной кислоты на 10%, плотность увеличивается на 8,45 (6,81)%

(рисунок 6). Таким образом, исследование реологических свойств осветлённого сернокислотного экстракта показало, что он обладает хорошей текучестью и не требует специального оборудования для перекачивания по трубопроводам.

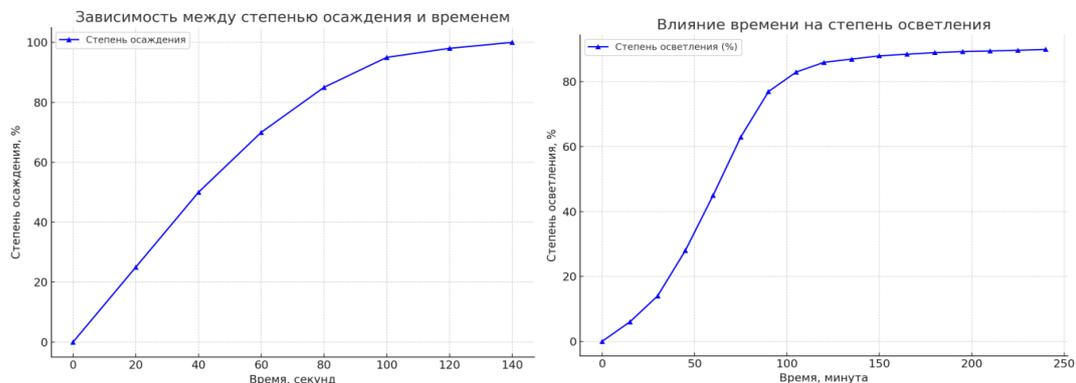


Рис-6. Влияние продолжительности процесса на степень осаждения грубых частиц доломита (а) и на степень осветления продуктов сернокислотного разложения доломита (б)

На следующем этапе исследования был проведён анализ доломита, брусита, гидроксида магния и гипса методом сканирующей электронной микроскопии. Данный анализ был выполнен с использованием энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии, что позволило получить сведения о химическом составе исследуемых образцов.

Метод сканирующей электронной микроскопии обеспечивает получение изображений, отражающих морфологию частиц и структуру поверхности образцов. По сравнению с оптическими микроскопами, СЭМ отличается высоким пространственным разрешением и глубиной поля, а также возможностью проведения химического анализа поверхности образца на основе регистрации спектра излучения, возникающего при облучении поверхности электронами. С помощью сканирующего электронного микроскопа были исследованы микроструктура и элементный состав доломита, брусита, гипса и оксида магния. Результаты СЭМ-анализа брусита, включая микроструктурное изображение и элементный состав, представлены на рисунке 7.

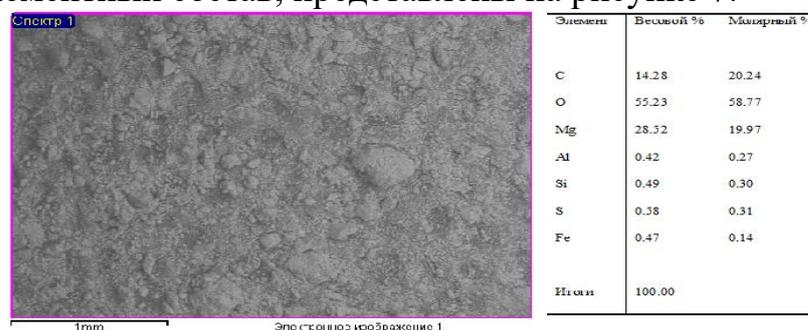


Рис-7. СЭМ-изображение брусита и элементный анализ

В четвёртой главе диссертации, под названием «Технология получения гидроксида магния из доломита и технико-экономическая эффективность», приведены сведения о технологической схеме получения брусита, его материальном балансе, а также о технико-экономической эффективности производства брусита и математической модели процесса его образования.

В Ташкентском государственном техническом университете была разработана технология получения брусита из местного доломита Дехканабадского месторождения. На 23-м цехе АО «Навоиазот» измельчённый брусит используется при производстве аммиачной селитры с добавлением брусита.

Результаты проведённых испытаний приведены в таблице 5. Для сравнения в таблице также представлены нормативные показатели измельчённого брусита по стандарту ТГТУ 1517-001-59074732-05 и результаты анализа брусита марки «Agromag».

Таблица 4.

Результаты исследования пригодности магниального сырья для приготовления экстракта азотной кислоты

Наименование показателей	Нормы для молотого брусита по ТУ 1517-001-59074732-05 (с изм 1-5)	Результаты анализа	
		Гидроксид магния ТГТУ	Брусит «Агромаг»
Внешний вид	-	Порошок белого цвета без видимых посторонних примесей	Порошок белого цвета без видимых посторонних примесей
Массовая доля потери при прокаливании, %	-	29,56	30,40
В том числе			
-CO ₂	-	4,19	2,10
-гигроскопической H ₂ O	не более 0,5	4,19	0,26
Массовая доля, % -SiO ₂	-	0,66	4,83
-суммы окислов железа (Fe ₂ O ₃) и алюминия (Al ₂ O ₃), %	-	1,18	1,29
в том числе Fe ₂ O ₃	не более 0,5	0,13	0,21
-CaO	не более 0,4	1,25	2,51
-MgO	не более 60,0	68,51	60,06
-SO ₄ ²⁻	-	1,39	Отс
-Cl ⁻	-	0,008	0,01
Массовая доля фракций с размером частиц:	Остаток на сите, соответствующем максимальному размеру фракции не более 18%		
-более 0,2 мм, %		52,81	-
-от 0,16 до 0,2 мм, %		29,9	
		17,28	
		0,01	
Температура разложения с азотной кислотой, °С	-	70°С	70°С

Таким образом, проведённые исследования показали, что как фильтрация, так и центрифугирование являются весьма эффективными методами для отделения осадка гидроксида магния. Полученный при оптимальных технологических параметрах гидроксид магния сушили до постоянной массы при температуре 100–110 °С.

Таким образом, проведённые исследования показали возможность переработки доломита Дехканабадского месторождения методом разложения серной кислотой с последующим получением гидроксида магния.

Себестоимость сырья для производства 1 тонны брусита с учетом его выхода приведена в таблице 5.

Таблица 5

Стоимость сырья для производства 1 тонны брусита

№	Сырьё	Единица измерения	Расход на 1 тонну продукции	Цена за единицу, сум	Общая сумма, сум
1	Доломит	кг	1200	1400	720000
2	Серная кислота	кг	1000	1100	1100000
3	Аммиак 25%	кг	650	4200	2730000
4	Вода	кг	3000	100	300000
Итого					4850000

Из приведённых данных таблицы 5 видно, что на производство 1 тонны брусита затраты на сырьё составляют 4850000 сумов.

На основе внедрения технологии получения и производства брусита была рассчитана его общая экономическая эффективность. Как видно из таблицы 6, для производства 1 тонны брусита требуется 5 877 000 сум сырья.

Таблица 6

Состав себестоимости производства 1 тонны брусита

Наименование статьи расходов	Сумма, сум
Заработная плата (на 1 тонну)	300 000
Единый социальный платёж (15%)	45 000
Сырьё	4850000
Дополнительные расходы	50 000
Непредвиденные расходы	50 000
Прибыль (10%)	485000
НДС (12%)	582000
Итого:	5877000

Сравниваем стоимость брусита, полученного в результате наших исследований, со стоимостью аналогичного брусита, импортируемого в нашу страну сегодня (таблица 6). При производстве 1 кг брусита себестоимость составляет 5 877 000 сум, при этом достигается экономический эффект в размере 700 сум на 1 кг продукции.

Таким образом, расчёты подтвердили, что использование брусита обеспечивает экономическую эффективность, а также свидетельствуют о конкурентоспособности бруситовой добавки и возможности импортозамещения аналогичных материалов (таблица 7).

Таблица 7.

Цена импортируемого из-за рубежа брусита

№	Наименование	Единица измерения	Рыночная цена импортного продукта, сум	Разница, сум
1	Брусит "Agromag"	кг	65000	7000

На основе диссертационной работы разработана математическая модель процесса образования брусита. В данной модели учитываются такие параметры, как рН, выделяемое тепло, скорость реакции, температура реакции, концентрация серной кислоты и масса доломита.

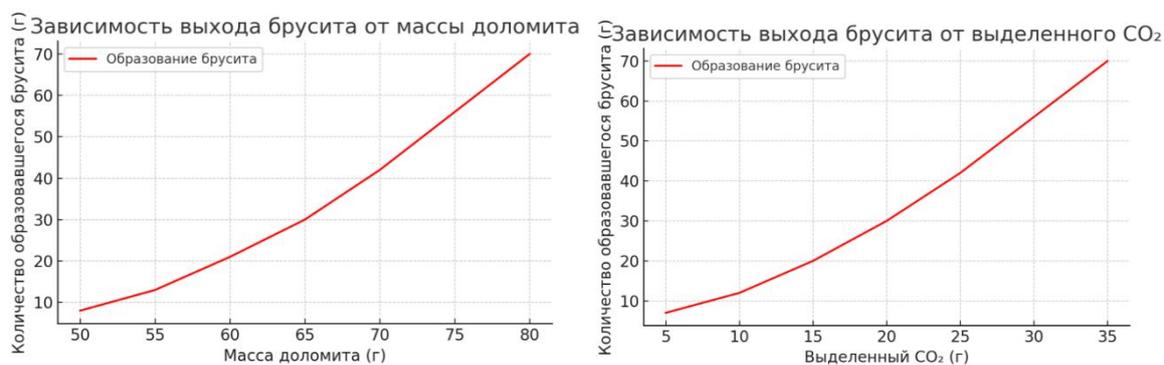


Рис-8. Образование брусита в зависимости от: (а) массы доломита и (б) количества выделенного CO₂

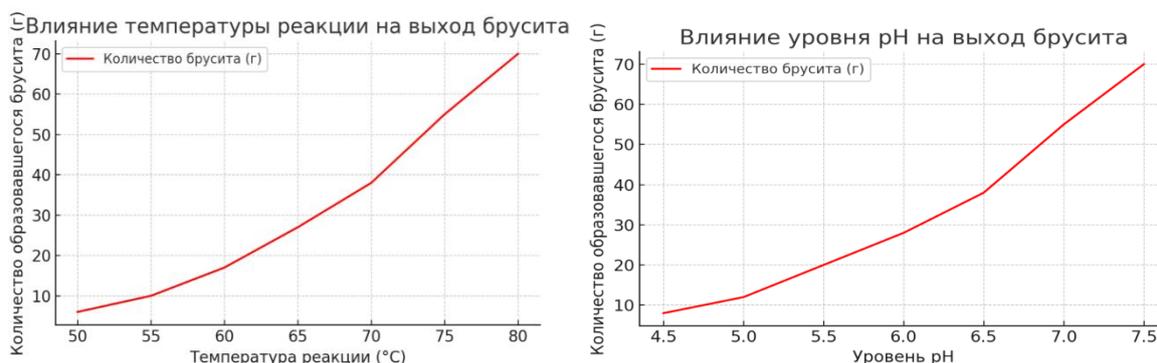


Рис-9. Влияние температуры на образование брусита и влияние уровня pH на образование брусита.

Процесс получения гидроксида магния технологически состоит из нескольких стадий, каждая из которых оказывает прямое влияние на качество получаемого продукта (рис. 10). На первой стадии в реактор №2 подается необходимое количество измельченного доломитового порошка. В реактор добавляется раствор серной кислоты (H₂SO₄) определенной концентрации и проводится процесс перемешивания. На этом этапе доломит вступает в реакцию с кислотой, что приводит к образованию смеси раствора сульфата магния и нерастворимого осадка (CaSO₄·2H₂O). На следующей стадии полученная суспензия (доломитовая пульпа) подается в реактор №3, где проводится процесс фильтрации для выделения гидроксида магния. В результате фильтрации разделяются отфильтрованный сернокислотный экстракт и нерастворимый остаток. Отфильтрованный раствор нейтрализуется раствором аммиака, при этом образуется осадок гидроксида магния (Mg(OH)₂). Поскольку реакция сопровождается выделением тепла, наблюдается повышение температуры, в связи с чем были изучены два основных параметра — температура пульпы и норма серной кислоты, влияющие на скорость фильтрации и состав раствора. В проведенных экспериментах для разложения доломита использовалась 30%-ная серная кислота, при этом pH пульпы до фильтрации поддерживался на уровне около 11, что обеспечило полное осаждение гидроксида магния. В результате была получена возможность выделения из раствора сульфата магния чистого и высококачественного брусита (Mg(OH)₂).

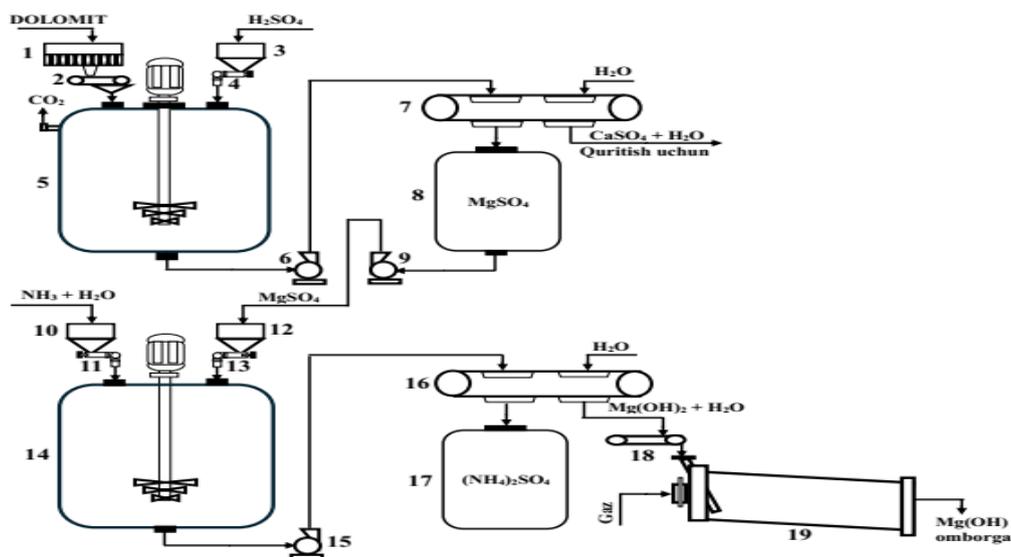


Рис-10. Технологическая схема получения брусита из доломита
 1,3,10,12 – бункер, 2,4,11,13,18 – дозатор, 5,14 – реактор с мешалкой, 6,9,15 – специальный насос, 7,16 – фильтр, 8,17 – специальная емкость, 19 – барабанная сушилка

Суть предлагаемого метода заключается в следующем: в качестве исходного сырья используется природный минерал доломит, состоящий преимущественно из карбонатов кальция и магния, который растворяется в 20–30%-ной серной кислоте. Полученный раствор отделяется от нерастворимого остатка, а затем к нему добавляется жидкий аммиак, в результате чего гидроксид магния выпадает в осадок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Изучены процессы разложения доломита серной кислотой и определены оптимальные технологические параметры процесса: концентрация серной кислоты — 30%, стехиометрическая норма — 100%, температура разложения доломита — 50 °С, продолжительность процесса — 60 минут, при этом степень перехода магния в раствор составила 99,62–99,97%.

2. Исследовано влияние технологических параметров (при концентрации серной кислоты 30% и норме 110%) на состав твердой фазы и степень выделения компонентов доломита в раствор. Установлено, что повышение температуры от 30 до 70 °С и продолжительности процесса от 20 до 90 минут не оказывает существенного влияния на выделение кальция и магния.

3. Показано, что при повышении рН среды до 9 степень демагнизации составляет 7,2%. При рН = 10 осаждается 88% магния, а при рН = 11–11,5 осаждение магния составляет практически 100%. Это объясняется процессом осаждения гидроксида магния из растворов разложения доломита серной кислотой.

4. Изучено влияние степени аммонизации на состав жидкой фазы до и после выделения $Mg(OH)_2$, а также на качество полученного жидкого сульфата аммония как удобрения.

5. Разработана технология получения брусита, гипса и жидкого аммоний-сульфатного удобрения из местного доломитового сырья путём его разложения серной кислотой. Установлены технологические параметры процессов разложения доломита, разработаны принципиальная схема производства и схема материального баланса.

6. Полученный брусит, извлечённый ступенчатым разложением местного доломита 30%-ной серной кислотой, был испытан в центральной лаборатории АО "Навоийазот", по результатам чего предоставлено заключение (№18798 от 15.12.2021 г.). Для сравнения были использованы стандарты брусита и состав брусита марки «Agromag».

7. Результаты анализа показали, что в образце брусита, предоставленного ТГТУ, не выявлены жирные и смолистые вещества. Его показатели близки к бруситу марки «Agromag», но отличаются наличием 1,39% сульфатов, которые могут быть устранены при повторном промывании и сушке брусита. Также были проведены лабораторные испытания по получению брусита из доломита, расположенного вблизи перерабатывающего комплекса АО «Дехканабадский калийный завод».

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING OF SCIENTIFIC DEGREES
DSc.03/29.08.2023.K/T.66.02 AT NAMANGAN STATE TECHNICAL
UNIVERSITY**

**TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY NAMED AFTER ISLAM
KARIMOV**

TURSUNOV SHOKHJAKHON

**IMPROVING THE TECHNOLOGY FOR EXTRACTING BRUCITE FROM
LOCAL RAW MATERIAL DOLOMITE**

02.00.13 – Technology of inorganic substances and materials on their basis

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

Namangan–2025

The topic of the Doctor of Philosophy (PhD) dissertation is registered under number B2024.4.PhD/T5029.at the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan.

The dissertation has been carried out at the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov.

The abstract of the dissertation is issued in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the scientific council website www.tdtu.uz and on website of "ZiyoNET" Information and Educational Portal www.ziynet.uz

Research supervisors:

Ikhtiyarova Gulnora

doctor of chemical sciences, professor

Official opponents:

Turayev Zokirjon

doctor of technical science, professor

Jumanova Miyasar

doctor of technical science, senior scientific researcher

Leading organization:

Navoi State Mining and Technology University

The defense of the dissertation will take place on «27» December at 11⁰⁰ o'clock at the meeting of the Scientific Council DSc. **DSc.03/29.08.2023.K/T.66.02** at the Institute of Namangan state technical university at the following address: : 7, Kosonsoy Street, Namangan District, 160115, Namangan, Tel. (69) 234-14-85, fax: (69) 234-14-85, e-mail: info@namdtu.uz, Namangan State Technical University, Building 6, 1st floor, room № 303.

The dissertation has been registered at the Information-resource Center of the Namangan state technical university (registration number № «97») 160115, Namangan, 7 Kosonsoy Street, Tel: (69) 234-14-85, fax: (69) 234-14-85.

The dissertation abstract was sent out on «03» December 2025.

(Protocol at the register № «41» of «03» December 2025).



O. Ergashev

Chairman of the scientific council
awarding scientific degree,
doctor of chemistry science, prof.

O. Mallabayev

scientific secretary of the scientific
award council scientific degrees,
doctor of philosophy in chemical
sciences, docent

D. Sherkuziyev

Chairman of the scientific seminar at the
scientific council for awarding
scientific degrees, doctor of technical
sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work is to improve a resource-efficient technology for obtaining brucite and gypsum by processing local raw material — the Dehqonobod dolomite — using sulfuric acid.

The objects of the research are Dehqonobod dolomite, sulfuric acid, ammonia, brucite, magnesium hydroxide, magnesium oxide, and gypsum samples.

The scientific novelty of the research is as follows:

scientifically substantiated laboratory-based technological method for obtaining magnesium oxide (MgO) from natural Dehqonobod dolomite has been established;

the optimal technological parameters for the decomposition of Dehqonobod dolomite with sulfuric acid have been determined: acid concentration — 30%, stoichiometric ratio — 100%, decomposition temperature and duration — 50 °C and 60 minutes, respectively, with the efficiency of magnesium transition into the solution reaching 99.62–99.97%;

an in-depth analysis of the ammonia-neutralization process for precipitating magnesium hydroxide from magnesium sulfate solution has been conducted; it has been demonstrated that at pH = 11–11.5 and a temperature of 25–30 °C, a 100% precipitation efficiency is achieved;

the optimal composition of the obtained magnesium oxide, gypsum, and ammonium sulfate was determined using XRD (X-ray diffraction), SEM (scanning electron microscopy), IR spectroscopy, TGA (thermogravimetric analysis), and physicochemical analytical methods;

it has been proven that decomposition of Dehqonobod dolomite with 30% sulfuric acid at a hydromodule of 10:1 provides the most optimal condition for obtaining high-purity brucite (MgO — 82.0%);

a resource-efficient and waste-free integrated technology for obtaining not only brucite but also magnesium oxide (MgO), gypsum (CaSO₄·2H₂O), and ammonium sulfate ((NH₄)₂SO₄) from Dehqonobod dolomite has been validated.

Implementation of the research results. Based on the scientific results obtained in improving the waste-free, resource-saving complex technology for the extraction of brucite and gypsum through the processing of local raw material — Dehqonobod dolomite — with sulfuric acid, the following works have been carried out:

the improved technology for obtaining brucite from Dehqonobod dolomite has been included in the “List of promising developments to be implemented in 2025–2026” of JSC “Dehqonobod Potash Plant” (reference No. 2232/052 dated June 26, 2025). As a result, it was established that the magnesium oxide content in the extracted brucite reaches 82%, and the obtained reagent improves the hygroscopic properties of mineral fertilizers.

the improved equipment for producing brucite from local raw materials—natural dolomite—has also been included in the “List of promising developments to be implemented in 2025–2026” of JSC “Dehqonobod Potash Plant” (reference No. 2232/052 dated June 26, 2025). Consequently, this enables the production of brucite, gypsum (widely used in construction materials), and ammonium-based fertilizer from local natural dolomite.

Structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references, symbols, and an appendix. The total volume of the dissertation is 113 pages.

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

I bo'lim (I часть; parts I)

1. Intellektual mulk agentligi tomonidan Ixtiro uchun olingan GUVOHNOMA. Dolomitdan magniy oksidi olish usuli (Ixtiro nomi)// Patent № FAP 02298// Talabnoma raqami FAP 2022 02 02// Ixtiyarova G.A., Qodirov O.Sh., Kim S.N.,Tursunov Sh.M.

2. Ikhtiyarova G.A., Kodirov O., Tursunov Sh.M. Creation of the technology of the extraction of brucite and alabastry from local raw materials // “Scientific and technical journal of Namangan institute of engineering and technology”, №330, 2021 ear, 162-166 p (05.00.00 №33)

3. Ikhtiyarova G.A., Tursunov Sh.M. Maxalliy xomashyodan magniy gidroksid olishning kompleks texnologiyasini ishlab chiqish // “Kompozitsion materiallar ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnal”, №3 2021-yil, 151-154 bet, (02.00.00 №4)

4. Tursunov Sh.M., Ikhtiyarova G.A., Dolomitdan ajratib olingan magniy gidroksidning termogravimetrik tahlili tahlil natijalari, “Development of science” ilmiy jurnal 2024/6 VOLUME 1,(2) ISSN 3030-3907, c.114-120 (02.00.00 OAK riyosatining 2024-yil 27-sentyabrdagi 361-son qarori)

5. Tursunov Sh.M., Ikhtiyarova G.A, Development of a complex technology for obtaining imported brucite based on Dehkanabad dolomite mineral and obtaining magnesium binders based on them// Science and innovation international scientific journal volume 2 ISSUE 10 October 2023 UIF-2022: 8.2 | ISSN: 2181-3337, 2023, 97-106 p, (02.00.00)

6. Tursunov Sh.M., Ikhtiyarova G.A. Исследования физико-химических свойств магнезиального сырья из доломита и его использования, “Innovations in technology and science education” Volume 2 issue 14 september, 2023, 643-650 p, (02.00.00)

7. Tursunov Sh.M., Results of scanning electron microscopy studies of brucite, magnesium hydroxide, and gypsum obtained from dolomite // The multidisciplinary Journal of science and technology, Volume 5, Issue 07, 2025, 99-105 p, (02.00.00) <https://www.mjstjournal.com/index.php/mjst/article/view/4538>

II bo'lim (II часть; parts II)

8. Ikhtiyarova G.A., Tursunov Sh.M. Creation of the technology of the extraction of gypsum and alabastry from dolomite // “Роль современной химии и инноваций в развитии национальной экономики” Международная научно-техническая конференция, Фергана-2021-г, 27-29 мая, 212-213.

9. Ikhtiyarova G.A., Tursunov Sh.M. Brusit ajratib olish uchun mahalliy xomashyo dolomitdan foydalanishning afzalligi // “Metallorganik yuqori molekulari birikmalar sohasidagi dolzarb muammolarning innovasion echimlari” Respublika ilmiy-amaliy anjumani, Qarshi 2021-yil 1-may, 154-156

10. Ikhtiyarova G.A., Tursunov Sh.M. Махаллий хомашё доломитдан импорт ўрнини босувчи брусит минералини ажратиб олиш //«Иновационные

технологии переработки минерального и техногенного сырья химической, металлургической, нефтехимической отраслей и производства строительных материалов» Сборник материалов Республиканской научно-практической конференции. Институт общей и неорганической химии АН РУз. Ташкент 12-14 май 2022 года, 279-280.

11. Ikhtiyarova G.A., Tursunov Sh.M. Dolomitdan ajratib olingan magniy gidroksidining fizik-kimyoviy xossalari “Fan va texnika taraqqiyotida intellektual yoshlarning o‘rni” Respublika ilmiy-amaliy anjumani ma’ruzalar to‘plami, TDTU-2022 y, 22-24.

12. Ikhtiyarova G.A., Tursunov Sh.M. Creation of the technology of the extraction of brusit and gypsum from dolomite // International conference Modern problems of theoretical & experimental chemistry//Baku, Azerbaijan, 2022, 30-september, 326-327.

13. Ikhtiyarova G.A., Tursunov Sh.M. Результаты исследования полученного оксида магния из доломита для использования в качестве добавки к аммиачной селитре// “Кимё технология, кимё ва озиқ-овқат саноатидаги муаммолар ҳамда уларни бартараф этиш йўллари” Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman, Namangan-2022, 239-241.

14. Ikhtiyarova G.A., Tursunov Sh.M. Дехқонобод доломит минерали асосида импорт ўрнини босувчи брусит олиш технологияси //«Кимё-технология соҳасида фан ва таълимни ривожлантириш тенденциялари» Respublika ilmiy-amaliy konferensiya, Toshkent-2022, 89-90

15. Ikhtiyarova G.A., Muinova N.B., Turobdjonov S.M., Tursunov Sh.M. Оксид магния полученный из дехканабадского доломита и сравнения его с бруситом "агромаг" //“Oziq-ovqat va kimyo sanoatida innovatsion texnologiyalarni joriy qilish” Respublika ilmiy-amaliy anjumani, Namangan-2023 2-iyun, 24-26.

16. Ikhtiyarova G.A., Tursunov Sh.M. Apis millefera jonsiz asalaridan xitin va xitozanning olinishi, xossalari va ishlatilishi// Zamonaviy organik kimyoning dolzarb muammolari, Respublika ilmiy-amaliy konfrensiyasi, Qarshi 2021-yil, 241-243.

17. Ikhtiyarova G.A., Tursunov Sh.M. “Получение биополимерных плёнок и волокон из хитозана apis mellifera, его производных их применение”// “Kimyo va tibbiyot: nazariyadan amaliyotgacha” Respublika ilmiy-amaliy konfrensiyasi Buxoro-2022, 144-146.

18. Ikhtiyarova G.A., Tursunov Sh.M., Properties of magnesium oxide extracted from dehkhanabad dolomite mineral, “Fizikaviy va kolloid kimyo fanlarining fundamental va amaliy muammolari hamda ularning innovatsion echimlari” Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman, Namangan – 2024, 213-215.

19. Ikhtiyarova G.A., Tursunov Sh.M., Maxalliy xomashyo asosida magniy gidroksid olish texnologiyasi, “Tabiiy fanlar sohasidagi dolzarb muammolar va innovatsion texnologiyalar” Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya, Toshkent – 2024 4-aprel, 36-38.

20. G.A.Ikhtiyarova, Sh.M.Tursunov, Dolomit, brusit, magniy gidroksid va gipslarning skanerlovchi elektron mikroskop (sem) tahlili // Kimyo fanining muammolari, sanoat sohasiga tatbiqi va yashil texnologiyalar mavzusidagi xalqaro anjuman, Namangan-2025 yil 18-19 aprel, 626-627.

Avtoreferat Namangan davlat texnika universiteti ilmiy-texnika jurnali tahririyatida tahrirdan o'tkazildi va o'zbek, rus, ingliz tillaridagi matnlari mosligi tekshirildi (02.12.2025 y.).

Bosishga ruxsat etildi: 02.12.2025 yil.
Bichimi 60x841/16, «Times New Roman»
garniturada raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog'i 3. Adadi: 60 Buyurtma: №__
NamIET Poligraphy MCHJ bosmaxonasida chop etilgan.
Bosmaxona manzili: 160115, Namangan shahri, Kosonsoy ko'chasi, 7-uy.

