

**UMUMIY VA NOORGANIK KIMYO INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY
DARAJALAR BERUVCHI DSc.02/05.05.2023.K/T.35.02
RAQAMLI ILMIY KENGASH**

TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

MIXLIYEV OYBEK AVLOYOROVICH

**DOLOMITLARNI MINERAL KISLOTALAR BILAN MAGNIY
BIRIKMALARI, SUYUQ VA DONADOR O'G'ITLARGA KOMPLEKS
QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQUV**

02.00.13 – Noorganik moddalar va ular asosidagi materiallar texnologiyasi

**TEXNIKA FANLARI DOKTORI (DSc) DISSERTATSIYASI
AVTOREFERATI**

Toshkent – 2024

Fan doktori (DSc) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi

Оглавление автореферата диссертации доктора наук (DSc)

Contents of the abstract of dissertation doctor of science

Mixliyev Oybek Avloyorovich

Dolomitlarni mineral kislotalar bilan magniy birikmalari, suyuq va donador o‘g‘itlarga qayta ishlashning fizik-kimyoviy asoslari va texnologiyasini ishlab chiqish..... 3

Михлиев Ойбек Авлоёрович

Физико-химические основы и разработки технологии комплексной переработки доломитов минеральными кислотами на соединений магния, жидких и гранулированных удобрений..... 30

Mikhliyev Oybek Avloyorovich

Physicochemical principles and development of technology for complex processing of dolomites with mineral acids for magnesium compounds, liquid and granular fertilizers..... 59

E‘lon qilingan ishlar ro‘yxati

Список опубликованных работ
List of published works..... 63

**UMUMIY VA NOORGANIK KIMYO INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY
DARAJALAR BERUVCHI DSc.02/05.05.2023.K/T.35.02
RAQAMLI ILMIY KENGASH**

TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

MIXLIYEV OYBEK AVLOYOROVICH

**DOLOMITLARNI MINERAL KISLOTALAR BILAN MAGNIY
BIRIKMALARI, SUYUQ VA DONADOR O'G'ITLARGA KOMPLEKS
QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH**

02.00.13 – Noorganik moddalar va ular asosidagi materiallar texnologiyasi

**TEXNIKA FANLARI DOKTORI (DSc) DISSERTATSIYASI
AVTOREFERATI**

Toshkent – 2024

Fan doktori (DSc) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.4.DSc/T776 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Toshkent kimyo-texnologiya institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasida (www.ionx.uz) va «ZiyoNet» axborot-ta'lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy maslahatchi:

Mirzakulov Xoltura Chorievich
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Kucharov Baxrom Xayriyevich
texnika fanlari doktori

Turayev Zokirjon
texnika fanlari doktori, dotsent

Umirov Farxod Ergashovich
texnika fanlari doktori, professor

Yetakchi tashkilot:

Farg'ona politexnika instituti

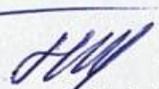
Dissertatsiya himoyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti huzuridagi DSc.02/05.05.2023.K/T.35.02 raqamli Ilmiy kengashning «15» yanvar 2025 yil soat 10⁰⁰ dagi majlisida bo'lib o'tadi (Manzil: 100170, Toshkent shahri, Mirzo Ulug'bek ko'chasi, 77-a. Tel.: (99871) 262-56-60; faks: (99871) 262-79-90; e-mail: ionxanruz@mail.ru).

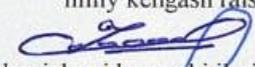
Dissertatsiya bilan Umumiy va noorganik kimyo institutining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (№ 48 raqam bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 100170, Toshkent shahri, Mirzo-Ulug'bek ko'chasi, 77-a. Tel.: (99871) 262-56-60).

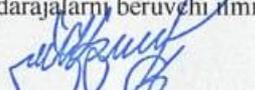
Dissertatsiya avtoreferati 2024 yil «26» dekabr kuni tarqatildi.

(2024 yil «26» dekabrda 48 raqamli reyestr bayonnomasi).




Usanboyev N.X.
Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash raisi, t.f.d., professor


Shukurov J.S.
Ilmiy darajalarni beruvchi ilmiy kengash kotibi,
t.f.d., professor


Namozov Sh.S.
Ilmiy darajalarni berish bo'yicha ilmiy kengash
Ilmiy seminar raisi, t.f.d., professor, akademik

KIRISH (fan doktori (DSc) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zaruriyati: Dunyoda kimyo sanoati va nanotexnologiyalarning rivojlanishi bilan turli xildagi kimyoviy birikmalarga bo‘lgan talab ortib bormoqda. Bu borada kimyo sanoatida -magniy birikmalaridan, bishofit, magniy gidroksid, magniy oksid, magniy sulfati va nitrati, qishloq xo‘jaligida - suyuq va donodor tarkibida kalsiy va magniy saqlagan kompleks o‘g‘itlar alohida o‘rin tutadi. Shu bilan birga, suyuq o‘g‘itlardagi ozuqa moddalarining o‘simliklarda ta‘sir ko‘effitsiyenti juda yuqori bo‘lib, bu qurg‘oqchilik va suv resurslarining yetishmasligi sharoitlarida ham iqtisodiy jihatdan samarali hisoblanadi. Ushbu turdagi kimyoviy birikmalar olishni ilmiy va texnologik asoslarini ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi.

Dunyoda dolomit mineralini qayta ishlab turli ko‘rinishdagi kalsiy va magniy saqlagan tuzlar, tarkibida turlicha oziqa elementlariga ega bo‘lgan o‘g‘itlar olish va ularni samarali olinish texnologiyalarini ishlab chiqish bo‘yicha bir qator ilmiy-amaliy tadqiqotlar olib borilmoqda. Bu borada, dolomitni mineral kislotalar bilan magniy gidroksid va magniy oksidga qayta ishlash texnologiyasini ishlab chiqish, magniyni ajratilgan aylanma eritmani qayta ishlash, gips ajratish va tarkibida magniy sulfat tutgan sulfat kislota ekstraktini flatatsion kaliy xlorid tuzi bilan konversiya qilib kaliy sulfat olish, dolomitni mineral kislotalar aralashmasi, sulfat va nitrat hamda sulfat va xlorid kislotalari bilan parchalab suyuq va kristallangan magniy nitrat o‘g‘iti va bishofitni olishni sanoat miqyosida ishlab chiqarishga alohida e‘tibor qaratilmoqda.

Respublikamizda tarkibida magniy tutgan xomashyolarni qayta ishlab kimyo sanoatini magniyli birikmalar va tarkibida kalsiy va magniy saqlagan o‘g‘itlar olish borasida muayyan ilmiy-amaliy natijalarga 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, dolomitni magniy gidroksid va oksidi, aylanma eritmalarni qayta ishlab suyuq va donodor azot-kalsiyli o‘g‘itlar olish, dolomitni sulfat kislota, sulfat va nitrat kislotalar, sulfat va xlorid kislotalari bilan parchalab magniy birikmalari-magniy nitrati, sulfati va xloridlarining suyuq va kristallangan tuzlarini hamda kaliy sulfat va qurilish gipsini olish, shuningdek, magniy sulfatni kaliy xlorid bilan konversiya qilib kaliy sulfati va magniy xloridlarini olish texnologiyasini ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi “2022 - 2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi PF – 60 - son farmoni, 2019 yil 3 apreldagi PQ – 4265 - son “Kimyo sanoatini yanada isloh qilish va investitsiyaviy jozibadorligini oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi, 2020 yil 28 dekabrda PQ – 4937 - son “O‘zbekiston

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

Respublikasining 2021-2023 yillarga mo'ljallangan investitsiya dasturini amalga 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 chiqarishni rivojlantirish chora tadbirlari to'g'risida"gi qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli meyoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni bajarishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning Respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi: Mazkur tadqiqot Respublikada fan va texnologiyalar rivojlanishining VII "Kimyoviy texnologiyalar va nanotexnologiyalar" ustuvor yo'nalishiga muvofiq holda bajarilgan.

Dissertatsiya mavzusi bo'yicha xorijiy ilmiy - tadqiqotlar sharhi². Sho'r ko'llar namokobi, dengiz suvi va tabiiy qatlamlar osh tuzi, bishofit, magniy oksid, natriy va kaliy sulfatiga qayta ishlashga yo'naltirilgan ilmiy izlanishlar jahonning yetakchi ilmiy markazlari va oliy ta'lim muassasalari, jumladan, US Magnesium LLC va Mineral Research Development (AQSH), Israil Chemicals Limited ICL va Dead Sea Magnesium Ltd (Isroil), SDIC Xinjiang Luobopo Potash Co Ltd., Jinzhou Huacheng Magnezium Company va Weifang Bell Chemical Co Ltd (Xitoy), Rima Industrial (Braziliya), Magnohrom (Serbiya), POSCO (Janubiy Koreya), "Karabogazsulfat" IB (Turkmaniston), Xarkov politexnika instituti (Ukraina), Mendeleev nomidagi RKTU va Bashqortostan Respublikasi amaliy tadqiqotlar instituti (Rossiya), Toshkent kimyo-texnologiya instituti hamda Umumiy va noorganik kimyo institutida (O'zbekiston) olib borilmoqda.

Jahonda ko'llar aralash rapasi, dengiz suvi va tuzli qatlamlarni qayta ishlashga oid jahonda olib borilgan tadqiqotlar natijasida qator, ilmiy natijalar olingan: Yuta shtati Katta sho'r ko'li rapasi hamda O'lik dengiz sho'r suvini quyosh havza-bug'latgichi va vakuum-bug'latgich uskunalari qo'llash orqali bug'latish yo'li bilan bishofit olishning ilmiy asoslari yaratilgan (Great Salt Lake Minerals Corp, Kaiser Refractories va US Magnesium LLC, AQSH, Dead Sea Magnesium Ltd, Isroil); dengiz suvini kuydirilgan dolomit yoki ohak bilan aralashtirish yoki Sivash ko'li aralash rapasi va Volgograd bishofitini ammoniyashtirish yo'li bilan magniy gidroksidi va oksidi olish usuli ishlab chiqilgan (South Bay Salt Works Chula Vista, AQSH va Jinzhou Huacheng Magnezium Company, Xitoy, "Brom" OAJ, Ukraina, "Kaustik" ICHB, Rossiya); sho'r ko'llar nomokobi va dengiz suvlari chuqur qayta ishlash yo'li bilan birlamchi (metall) magniy, titanli g'alvir va po'lat ishlab chiqarilgan (Rima Industrial Braziliya; Magnohrom, Serbiya; POSCO, Janubiy Koreya; Chaoyang Jinda Titanium Co. Ltd, Xitoy); Kora-Bogaz-Gol ko'rfazi ustki va pastki namokoblaridan mirabilit, epsomit va bishofit ishlab chiqarilgan ("Karabogazsulfat" IB, Turkmaniston); kalsinatsiyalangan soda chiqindisini kalsiy va natriy xloridi, karbonat angidridi va kalsiy oksidi, sement qo'shimchasi, defoliant va tuproq mahkamlagichiga qayta ishlash usullari ishlab chiqilgan

² Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи <http://www.scholar.google.com> <http://www.sciencedirect.com> ва бошқа манбалар асосида тайёрланган.

(Sterlitamak “Soda”, “Lisichan soda” OAJ, Rossiya, Ukraina va Toshkent kimyo texnologiya instituti va Umumiy noorganika kimyo instituti).

Dunyoda ko‘llarning aralash tuzlari, dengiz suvi, soda chiqindisidan natriy va kaliy sulfati, natriy bikarbonati, natriy va magniy xloridining toza tuzlarini olish bo‘yicha quyidagi ustuvor yo‘nalishlarda tadqiqot olib borilmoqda, jumladan: ko‘llar rapasi va aralash tuzlarni har tomonlama fizik-kimyoviy xususiyatlarini aniqlash; ularni qo‘shimchalardan tozalash usulini ishlab chiqish; tozalangan rapani bishofit va magniy gidroksidga qayta ishlash; sulfat-xloridli tuzni natriy sulfat va xlorid, magniy oksidga kompleks qayta ishlash texnologiyasini yaratish; soda ishlab chiqarish chiqindisini maqsadli mahsulotlarga qayta ishlash.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi: Ilmiy-texnik adabiyotlar va patentlarda tarkibida magniy saqllovchi xomashyo manbalarini qayta ishlab magniy gidroksid, magniy nitrat, magniy sulfat, magniy xlorid va kaliy sulfat tuzlari hamda qurilish gipsi olish usullari keng yoritilgan. Bu borada, suyuq va suspenziyali o‘g‘itlarning tovar xususiyatlarini yaxshilash, ularning termik barqarorligini oshirish, ularni olish texnologiyasini ishlab chiqish bo‘yicha L.T. Herbert, S.S.Lanyi, R. Slinksiene, C.James, G. Panayotova, H. Travis, B. Marion, V. N.Mishenko, A.G. Stepchenko, O.B. Dormeshkin va boshqa olimlar tomonidan tadqiqotlar olib borilgan.

Respublikamizda M.N. Nabiyeu rahbarligida mineral o‘g‘itlar texnologiyasini ishlab chiqish bo‘yicha yirik ilmiy maktab shakllangan bo‘lib, bu borada bir qator ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. Jumladan, B.M. Beglov, Sh.S. Namazov, S. To‘xtayev, A.M. Amirova, X.Ch. Mirzakulov, R.R. Tojiyev, A.M. Reymov, D.A. Ergashev S.M.Tojiyev va boshqa olimlar tomonidan O‘zbekistondagi turli xil dolomitlarning xlorid kislotali va fosfat kislotali parchalanish jarayonlari batafsil o‘rganilgan.

Ilmiy-texnik adabiyotlarda O‘zbekistonning turli dolomit konlaridagi dolomit miqdori bo‘yicha geologik-mineralogik ma‘lumotlar mavjud bo‘lib, zahirasi va ularni kislotali qayta ishlash imkoniyatlari haqida bayon qilingan. Kalsiy va magniy tuzlari asosida turli xil konsentrlangan fosfor saqllovchi o‘g‘itlar hamda defoliantlar olish imkoniyatlari keltirilgan bo‘lsada, ammo dolomit xomashyolarni nitrat kislota, sulfat kislota, sulfat va nitrat kislotalar hamda sulfat va xlorid kislotalar aralashmalari bilan bosqichma-bosqich parchalash orqali magniyli birikmalar- magniy gidroksid, magniy nitrat, magniy sulfat, magniy xlorid va kaliy sulfat tuzlari hamda qurilish gipsleri va ular asosida alibaster olish, hamda nordon aylanma eritmalarini qayta ishlash jarayonlari ilmiy va texnologik jihatlari batafsil o‘rganilmagan.

Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan oliy ta‘lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Toshkent kimyo-texnologiya institutining ilmiy tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq ID-2-003 - «Karaumbet va Borsakelmas ko‘llari rapalaridan natriy xlorid, natriy sulfat, magniy xlorid va magniy oksid ishlab chiqarishni tajriba sinovlarini o‘zlashtirish» (2009-2010 yy.) mavzusidagi innovatsion loyihasi doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi: Dehqonobod dolomit xomashyosini mineral

kislotalar yordamida qayta ishlab, magniy saqlagan birikmalar olish va suyuq va donadorlangan azot-kalsiyli va azot-kalsiy-magniyli o'g'itlar olish texnologiyasini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

Dehqonobod koni dolomitining kimyoviy tarkibini o'rganish;
dolomitni mineral kislotalar (HNO_3 , H_2SO_4 , HCl) bilan parchalash jarayonlarining maqbul texnologik ko'rsatkichlarini o'rganish;

Dolomitni mineral kislotalar bilan parchalanish jarayonida hosil bo'lgan ko'pikni "PAA-gel va Struktol SB 2195" lar ta'sirida kamaytirish;

tindirilgan azot kislotali eritmani gazsimon ammiak bilan neytrallanish jarayonini magniy gidroksidining cho'kish darajasiga va kimyoviy tarkibiga ta'sirlarini o'rganish;

aylanma eritmani karbamid va ammoniy nitrat bilan qayta ishlab suyuq va donodor azot-kalsiyli, azot-kalsiy-magniyli va magniyli o'g'itlar olish jarayonlarining maqbul sharoitlarini aniqlash;

magniy sulfat eritmasi va kaliy xlorid tuzlarini koversiya qilib kaliy sulfat va magniy xlorid (bishofit) olish jarayonini o'rganish.

Dehqonobod koni dolomit xomashyosidan magniyli birikmalar- $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, MgSO_4 , MgCl_2 va K_2SO_4 tuzlari hamda qurilish gipsleri va alibaster olishning moddiy balansi va texnologik sxemasini ishlab chiqish, hamda texnik-iqtisodiy hisoblarni amalga oshirish;

Dehqonobod koni dolomitini mineral kislotalar bilan kompleks qayta ishlab, magniyli birikmalar va K_2SO_4 tuzi, qurilish gipsi, albaster, hamda aylanma eritmani karbamid yoki ammoniy nitratlar asosida suyuq va donodor azot-kalsiyli va magniyli o'g'itlar olishni tajriba-sanoat sharoitlarida ishlab chiqarish.

Tadqiqotning obyekti sifatida Dehqonobod koni dolomiti, nitrat kislota, sulfat kislota, xlorid kislota, "PAA-gel va Struktol SB 2195", magniy gidroksid ishlab chiqarishda hosil bo'ldigan aylanma eritmalar, magniy nitrat, magniy sulfat, kaliy sulfat va qurilish gipsleri olingan.

Tadqiqotning predmeti Dehqonobod koni dolomitini mineral kislotalar bilan kompleks qayta ishlab magniy gidroksid, magniy nitrat, magniy sulfat, magniy xlorid va kaliy sulfat, qurilish gipsi, albaster olish, hamda suyuq va donodor azot-kalsiyli va magniyli o'g'itlar olish texnologiyasini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning usullari. Dissertatsiya ishida kimyoviy, fotokolorimetrik, titrimetrik, kompleksometrik, gravimetrik va fizik-kimyoviy, rentgenografik, IQ-spektroskopik, skanerlovchi elektron mikroskopik hamda tajriba ma'lumotlarini statistik qayta ishlash usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

Dehqonobod koni dolomitini mineral kislotalar bilan qayta ishlashning moslashuvchan va samarador texnologiyasi ishlab chiqilgan;

dolomitni nitrat kislota bilan parchalash va gazsimon ammiak bilan ammonizatsiyalash orqali magniy gidroksidi ajratib olingan;

Dehqonobod koni dolomit xomashyosini HNO_3 bilan kompleks qayta ishlab $\text{Mg}(\text{OH})_2$ olish jarayonida hosil bo'lgan, aylanma eritmalarini utilizatsiya qilib suyuq holdagi azot-kalsiyli va magniyli hamda donodor azot-kalsiyli o'g'itlar

olishning moslashuvchan texnologiyasi ishlab chiqilgan;

sho‘r erlar uchun Dehqonobod koni dolomit xomashyosini kompleks qayta ishlab magniy gidroksidi, aylanma eritmadan esa suyuq va donodorlangan azot-kalsiyli va magniyli o‘g‘itlar olish usullari ishlab chiqilgan;

sirt passiv moddalar (“PAA-gel” va “Struktol SB 2195”) larning dolomit xomashyosini mineral kislotalar bilan parchalash jarayonidagi ko‘pik karraligiga va filtrlanish tezligiga ta’sirlari aniqlangan;

dolomitni sulfat kislotali parchalash jarayoniga va filtrlanish tezligiga texnologik parametrlarning ta’sirlari va sulfat kislotali nordon bo‘tqani filtrlash orqali ajratib olingan qattiq va suyuq fazalarning kimyoviy va tuz tarkiblari aniqlangan;

magniy sulfat eritmasi va kaliy xlorid tuzlarini koversiya qilib kaliy sulfat va magniy xloridlarni olish jarayonining texnologik sxemasi ishlab chiqilgan;

dolomitni sulfat - nitrat va sulfat - xlorid kislotalari aralashmasi bilan parchalab suyuq va kristallangan magniy birikmalari va qurilish gipsi olish va aralash kislotali nordon bo‘tqalarni filtrlanish tezligiga texnologik parametrlar ta’sirlari va filtrlash orqali ajratib olingan qattiq va suyuq fazalarning kimyoviy va tuz tarkiblari aniqlangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

Dehqonobod koni dolomit xomashyosini mineral kislotalar bilan parchalab magniyli birikmalar va K_2SO_4 tuzi hamda suyuq va donodorlangan azot-kalsiyli va magniyli o‘g‘itlar olishning maqbul sharoitlari aniqlangan;

Dolomitni mineral kislotalar bilan qayta ishlab magniyli birikmalar va K_2SO_4 tuzlari hamda qurilish gipsi olish va bir vaqtning o‘zida suyuq va donodor azot-kalsiyli va magniyli o‘g‘itlar olishning kompleks ta’siri aniqlangan;

“Dehqonobod kaliy zavodi” AJda dolomit xomashyosidan magniyli birikmalar- $Mg(OH)_2$, $Mg(NO_3)_2$, $MgSO_4$, $MgCl_2$ va K_2SO_4 tuzi va qurilish gipsi hamda suyuq va donodor azot-kalsiyli va magniyli o‘g‘itlar olish texnologiyasi ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchligi: Zamonaviy kimyoviy va fizik-kimyoviy tahlil natijalari, hamda taklif etilgan magniy birikmalari, suyuq va donodor azot-kalsiyli va magniyli o‘g‘itlari laboratoriya tajribalari va “Dehqonobod kaliy zavodi” AJ model qurilmalarida sinovdan o‘tkazilganligi bilan tasdiqlangan.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati, Dehqonobod koni dolomitidan import o‘rnini bosa oladigan kimyoviy mahsulotlar - magniyli birikmalar- $Mg(OH)_2$, $Mg(NO_3)_2$, $MgSO_4$, $MgCl_2$ va K_2SO_4 tuzlari va qurilish gipsi olish hamda suyuq va donodor azot-kalsiyli va magniyli o‘g‘itlar olishning ilmiy asoslari aniqlangan. Dolomitni nitrat kislotali ishtirokida parchalab olingan eritmasini gazsimon ammiak bilan neytrallab magniy gidroksid olish hamda magniy sulfat eritmasi va kaliy xlorid tuzlarini koversiya qilib kaliy sulfati olishning ilmiy asosi yaratilganligi bilan izoxlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati Dehqonobod koni dolomit xomashyosidan magniyli birikmalar - $Mg(OH)_2$, $Mg(NO_3)_2$, $MgSO_4$, $MgCl_2$ va K_2SO_4 tuzi, qurilish gipsi olish va aylanma eritmani suyuq va donodorlangan

o'g'itlarga qayta ishlash texnologiyasini ishlab chiqish, dolomit xomashyosini kompleks qayta ishlash asosida mamlakat ehtiyojlari uchun magniy birikmalari hamda sho'rlangan tuproqlarga samarali bo'lgan suyuq va donador azot-kalsiyli va magniyli o'g'itlar ishlab chiqarishga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi: Dehqonobod koni dolomitini mineral kislotalar bilan kompleks qayta ishlab magniyli birikmalar, K_2SO_4 tuzi, qurilish gipsi, albaster va hosil bo'lgan aylanma eritmadan suyuq azot-kalsiyli va azot-kalsiy-magniyli hamda donodor azot-kalsiyli o'g'itlar olish texnologiyasi ishlab chiqish bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

dolomit xomashyosini nitrat kislotasi ishtirokida kompleks qayta ishlab magniy gidroksidi hamda suyuq va donodor azot-kalsiyli va magniyli o'g'itlar olish texnologiyasi "Dehqonobod kaliy zavodi" AJning 2024-2030 yillarda amaliyotga joriy etish bo'yicha istiqbolli ishlanmalar ro'yxatiga kiritilgan ("Dehqonobod kaliy zavodi" AJning 2024 yil 26 iyuldagi 02-1/3450-sonli ma'lumotnomasi). Natijada dolomitlarni kompleks qayta ishlab tarkibida magniy gidroksidi va magniy nitratining miqdorlari 98,2% dan kam bo'lmagan mahsulotlarni olish imkonini beradi;

dolomitni sulfat kislotasi ishtirokida kompleks qayta ishlab magniy sulfat tuzi va kimyoviy cho'ktirilgan gips, shuningdek magniy sulfat eritmasini kaliy xloridi ishtirokida konversiya qilib kaliy sulfat va magniy xlorid olish jarayonlari texnologiyasi "Dehqonobod kaliy zavodi" AJning 2024-2030 yillarda amaliyotga joriy etish bo'yicha istiqbolli ishlanmalar ro'yxatiga kiritilgan ("Dehqonobod kaliy zavodi" AJning 2024 yil 26 iyuldagi 02-1/3450-sonli ma'lumotnomasi). Natijada qishloq xo'jaligidagi va qurilish sohasida $MgSO_4$, $MgCl_2$ va K_2SO_4 tuzlari hamda qurilish gipsi olish imkonini beradi;

dolomitni nitrat - sulfat hamda xlorid - sulfat kislotalari ishtirokida bosqichma-bosqich kompleks qayta ishlab magniy nitrat eritmasi, magniy xlorid va kimyoviy cho'ktirilgan gipsini olish "Dehqonobod kaliy zavodi" AJning 2024-2030 yillarda amaliyotga joriy etish bo'yicha istiqbolli ishlanmalar ro'yxatiga kiritilgan ("Dehqonobod kaliy zavodi" AJning 2024 yil 26 iyuldagi 02-1/3450-sonli ma'lumotnomasi). Natijada qishloq xo'jaligidagi sho'r erlarni uchun samarali magniy nitrat, magniy sulfat o'g'itlari, defoliant va qurulush gipsi olish imkonini beradi.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi: Mazkur tadqiqot natijalari 4 ta xalqaro va 17 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarda muhokama qilingan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi: Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 34 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan, O'zbekiston Respublikasi Oliy Attestatsiya Komissiyasining doktorlik dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 13 ta maqola, jumladan, 6 tasi Respublika va 7 tasi xorijiy jurnallarida nashr etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi: Dissertatsiya tarkibi kirish, oltita bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiya hajmi 200 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqotning maqsad va vazifalari, obykti va predmeti tavsiflangan, respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, natijalarning ishonchliligi asoslangan, nazariy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy etish istiqboli bo'yicha xulosa qilingan, chop etilgan ilmiy ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning «**Adabiyotlar sharhi. Dolomitni mineral kislotalar bilan kompleks qayta ishlash sohasining zamonaviy holati**» nomli **birinchi bobida** adabiyotlar sharhi keltirilgan bo'lib, dolomit xomashyo resurslarining tavsifi, xomashyo manbalarining hozirgi holati va kelajagi hamda uni mineral kislotalar bilan qayta ishlash usullari haqida ma'lumotlar keltirilgan. Magniy birikmalari va suyuq azot kalsiyli va magniyli o'g'itlarining olinish imkoniyatlari asoslangan ilmiy – texnik va patent adabiyotlari, fizik-kimyoviy sistemalar tadqiqi amalga oshirilgan. Magniy oksidi, magniy gidroksidi va suyuq va donadorlangan azot kalsiyli va magniyli o'g'itlar olishga bag'ishlangan ilmiy to'plamlar, patent materiallari tahlil qilingan.

Chop qilingan ishlarni tahlil qilish natijalariga asoslanib tadqiqotning maqsadi va vazifalari belgilab olingan.

Dissertatsiyaning «**Dolomitni azot kislotasi bilan parchalash jarayoniga texnologik parametrlarning ta'sirini o'rganish**» nomli **ikkinchi bobida** Dehqonobod koni dolomitini nitrat kislotasi bilan parchalashning maqbul texnologik parametrlarni aniqlash bo'yicha natijalar keltirilgan. Tadqiq qilish uchun Dehqonobod hududidagi dolomit konidan ikki xil tarkibga ega bo'lgan namuna olingan (mass. %): CaO – 37,55; MgO – 13,57; CO₂ – 44,43; e.q. – 0,56 va CaO – 33,06; MgO – 16,82; CO₂ – 45,20; e.q. – 0,65.

Dehqonobod koni dolomitining tarkibida uglerod oksidi miqdori ko'p bo'lganligi sababli parchalanish jarayonining davomiyligi va ko'pik hosil bo'lish jarayonida aralashtirgichlarning aylanish tezligi ta'siri o'rganildi. Tadqiqotlar 25 °C haroratda, mexanik aralashtirgich bilan jihozlangan tsilindrsimon shisha reaktorda 40 % li nitrat kislotasi bilan (dolomitni nitrat kislotasi bilan parchalashdagi meyyori 100 %) olib borilgan.

Shuningdek, ko'piklanish karraligi ko'pik hajmini (V_k) suyuqlik hajmi (V_c) nisbati bilan qo'yidagi formula asosida aniqlangan.

$$K_n = \frac{V_k}{V_c} = \frac{(V_r + V_c)}{V_c}$$

Bu yerda V_r – ko'pikdagi gazning hajmi.

Aralashtirgichning tezligi 750 ayl/min. – dan 1000 ayl/min. – gacha oshirilganda ko'piklanish karraligi tezda kamayadi, maksimal karraligi esa 15-25 sekunddan keyin ko'zatiladi. Aralashtirgichlarning aylanishlar tezligi oshgan sari ko'piklanish karraligi maksimal darajada 1,269 martaga kamaytiradi, vaqt esa 10 sekund sarflanadi. Bunda ko'pikning barqarorligi 60 sekunddan oshmaydi. Ko'pik

hosil bo'lishini kamaytirishning nisbatan samarali usullaridan biritserkuliotsion (30-50 %) quyqa tarkibiga dolomit kiritiladi, u nitrat kislota ta'sirida parchalanadi. Bu esa ko'piklanish karraligini 1,3-2,0 gacha kamaytiradi va texnologik jarayonning murakkablashmasligini va meyyorida ishlashini ta'minlaydi.

Dehqonobod koni dolomitini 100 % stexiometrik meyorda konsentratsiyasi 40, 50 va 57 % li nitrat kislotasi bilan parchalash jarayonining kinetik ko'rsatkichlarini aniqlash uchun jarayon davomiyligi va haroratini ta'siri o'rganilgan. Olib borilgan tajribalar 10, 20, 30, 40 va 50 °C haroratlarda ushlab turildi. Dolomitning parchalanish darajasi suyuq fazadagi kalsiy va magniy oksidlarining miqdorlari orqali aniqlangan.

Olingan natijalar asosida reaksiya tezlik konstantasi va dolomitni nitrat kislotasi bilan parchalash jarayonining aktivlanish energiyasi hisoblangan. Parchalanish reaksiya tezlik konstantasi haroratga bog'liq ravishda S. Arrenius tenglamasiga bo'ysinadi va quyidagi emperik tenglama orqali ifodalanadi: nitrat kislota konsentratsiyasi 40 % bo'lganda

$$K = 29,50 \cdot e^{\frac{938,2}{T}}; \quad 50 \% - K = 32,13 \cdot e^{\frac{1025,8}{T}} \quad \text{ba} \quad 57 \% - K = 33,94 \cdot e^{\frac{1201,3}{T}}.$$

Dehqonobod koni dolomitini 40 °C harorat va 30 minut davomida 40 % li nitrat kislota bilan parchalash jarayoni tadqiq etildi. 1-jadvalda Dehqonobod koni dolomitini parchalashda nitrat kislota meyorining suyuq fazani kimyoviy tarkibiga ta'siri natijalari keltirilgan.

1-jadval

40 % li nitrat kislota meyorlarining suyuq faza kimyoviy takibiga ta'siri

№	Meyori, %	Suyuq fazaning kimyoviy tarkibi, mass. %					S:Q
		CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	NO ₃ ⁻	
1	100	9,80	3,59	0,021	0,073	33,70	233,55
2	105	9,40	3,44	0,021	0,071	33,94	243,56
3	110	9,03	3,31	0,020	0,069	34,16	253,56
4	120	8,37	3,07	0,019	0,065	34,52	273,57
5	130	7,80	2,86	0,018	0,061	34,85	293,58
6	140	7,30	2,68	0,017	0,057	35,13	313,59
7	150	6,87	2,52	0,018	0,054	35,36	333,60

Jadvaldagi ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, nitrat kislota meyorining oshishi natijasida eritma tarkibidagi dolomit komponentlarining miqdorlari ham kamayadi: NO₃⁻ miqdori 33,70 % dan 35,36 % gacha oshadi, Q:S esa 333,60 gacha yetadi. Magniy oksidining maksimal 3,59 % miqdori 40 % li nitrat kislotasining 100 % meyorida kuzatiladi. Bunda kalsiy oksidining miqdori 9,80 % ni, temir oksidi 0,021 % ni, alyuminiy oksidi esa 0,073 % ni tashkil etadi.

Qattiq fazaning asosiy komponentlarini Ca, Mg, Fe va Al birikmalari tashkil etadi. Magniy oksidining miqdori 1,719-0,181 %, kalsiy oksidi miqdori 38,05-40,80 %. Yaxshi eruvchanlikka ega bo'lgan magniy, kalsiy, temir va alyuminiy birikmalari nitrat kislotasida yomon eriydi. Texnologik jarayonda 40 °C haroratda, nitrat kislota konsentratsiyasi 40 % bo'lganda, 30 minutlik vaqt davomiyligi va 100 % stexiometrik meyorida parchalanish jarayoning maqbul sharoitiga

erishilgan.

Ushbu parametrlarda magniy oksidini ajralish darajasi juda yuqori bo'lib, nitrat kislota meyorini 100 % dan yuqori bo'lganda unga bog'liq bo'lmaydi va 99,81-99,98 % ni tashkil etadi. Kalsiy oksidini o'tish darajasi 98,37-98,48, temir oksidlari 38,30-46,60 %, alyuminiy oksidlari 75,00-79,38 % bo'lib, bu nitrat kislota eritmasi tarkibidan magniyni ajratib olish uchun 100 % stexiometrik meyor yetarlidir.

Dehqonobod dolomitini 40 % li nitrat kislota bilan parchalashdagi harorat va jarayon davomiyligini suyuq faza tarkibiga ta'siri 110 % li stexiometrik meyorda o'rganilgan. Olingan tadqiqot natijalari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Dolomitni 110 % stexiometrik meyorda 40 % li nitrat kislotasi bilan parchalash jarayonidagi harorat va jarayon davomiyligining suyuq faza tarkibiga ta'siri

№	Harorat, °C	Vaqt, мин	Суюқ фазанинг кимёвий таркиби, масс. %					
			CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	NO ₃	C:K
1	20	10	8,76	3,31	0,011	0,069	34,16	253,56
2	20	20	8,87	3,31	0,014	0,071	34,16	252,91
3	20	30	8,96	3,31	0,017	0,075	34,16	252,42
4	20	40	9,02	3,31	0,021	0,081	34,16	252,04
5	20	60	9,07	3,31	0,028	0,092	34,16	251,66
6	40	10	8,86	3,31	0,016	0,073	34,16	252,96
7	40	20	8,95	3,31	0,018	0,074	34,16	252,47
8	40	30	9,03	3,31	0,021	0,07	34,16	252,04
9	40	40	9,09	3,31	0,024	0,073	34,16	251,66
10	40	60	9,13	3,32	0,030	0,082	34,16	251,33
11	60	10	8,90	3,31	0,016	0,065	34,16	252,80
12	60	20	9,03	3,31	0,018	0,065	34,16	252,09
13	60	30	9,09	3,31	0,021	0,069	34,16	251,71
14	60	40	9,12	3,32	0,024	0,074	34,16	251,44
15	60	60	9,14	3,32	0,030	0,082	34,16	251,28

Jarayon davomiyligi va haroratlarning magniyni ajralish darajasiga amaliy jihatdan salbiy ta'sir etmaydi. Jarayon davomiyligi kalsiyni ajralish darajasiga esa juda kam ta'sir etadi. 20 °C haroratda jarayon davomiyligini 10 dan 60 minutgacha ortishi ajralish darajasini 3,28 % gacha oshiradi, 40 °C haroratda 2,94 % gacha, 60 °C haroratda esa 2,64 % gacha ortadi. Jarayon davomiyligining sezilarli darajadagi ta'siri eritma tarkibidan temir va alyuminiy birikmalarini ajratishda kuzatiladi.

Dolomitni stexiometrik meyorini 110 %, jarayon davomiyligi 30 minut bo'lganda 40 % li nitrat kislotasi bilan parchalashdagi haroratini 20 dan 60 °C gacha o'zgarishi suyuq fazaning kimyoviy tarkibiga ta'sir qilmaydi. Parchalash jarayonidagi haroratning qancha bo'lishidan qat'iy nazar magniy oksid miqdori 3,31 % ni tashkil qiladi.

Qattiq fazaning kimyoviy tarkibi harorat o'zgarishi bilan 40 % li nitrat kislota bilan parchalashda stexiometrik meyorini 110 % va jarayon davomiyligi 30 minut bo'lganda asosiy komponentlar miqdorini kamayishiga olib keladi. Magniy, temir,

alyuminiy oksidlarining miqdori mos ravishda 0,226 %, 1,09 % va 0,80 % ga kamayadi, unda kalsiy oksidi miqdori esa 45,72 % dan 25,50 % gacha kamayadi.

Suyuq va qattiq fazalarning ajralish bosqichi fosforitlarni va boshqa kalsiy saqlovchi minerallarni nitrat kislotasi bilan parchalashda limitlovchi bosqichi hisoblanadi. Shuning uchun tadqiqotlarning navbatdagi bosqichlarida dolomitni nitrat kislotasi bilan parchalash natijasida olingan mahsulotlarni ajratish jarayonlari tindirish, cho'ktirish va filtrlash yo'li bilan o'rganilgan.

Tadqiqotlarda dolomit tarkibidagi parchalanmay qolgan yirik bo'lmagan qism bo'lakchalari tezda cho'kib qolishi va 3 minutdan so'ng cho'kish darajasi 100 % ga yetganligi aniqlandi. 100 sekund davomida cho'kish darajasi 98 % ga yetadi.

40 % li nitrat kislota bilan dolomitni parchalashda hosil bo'lgan suspenziyaning mayda zarrachalari dolomitning yirik zarrachalaridan farq qiladi va sekin cho'kadi hamda 120 minutdan keyin tinish darajasi 86,83 % gacha yetadi.

Suyuq va qattiq fazalarni bir-biridan ajralish jarayonini tezlashtirish uchun harorat va 40 % li nitrat kislotasi bilan dolomitni parchalashdan hosil bo'lgan mahsulotlarini filtrlanish tezligiga ta'siri o'rganilgan (3-jadval).

3-jadval

Parchalashdan keyingi filtrlash tezligiga texnologik parametrlarni ta'siri (suv nasosi, vakuum 300 mm. sim. ust.)

№	HNO ₃ Meyori	Harorat, °C	Filtrlanish tezligi, kg/m ² ·s		
			Quyqa bo'yicha	Qattiq faza bo'yicha	Filtratbo'yicha
R = 0 mm					
1	100	20	770,75	3,79	766,96
		40	1107,88	5,44	1102,44
		60	1190,79	5,85	1184,94
3	110	20	820,42	3,73	816,69
		40	1179,30	5,36	1173,94
		60	1267,52	5,77	1261,75
R = 0,1 mm					
4	100	20	184,42	0,91	183,51
		40	300,56	1,48	299,08
		60	349,57	1,72	347,85
6	110	20	191,82	0,87	190,95
		40	319,93	1,46	318,47
		60	372,10	1,69	370,41

Quyqaning harorati 20 dan 60 °C gacha oshirilganda quyqani filtrlanish tezligi, filtrat va nam holdagi qattiq fazaning miqdori oshadi. Bunda quyqa bo'yicha filtrlanish tezligi 20 °C haroratda 770,75 kg/m²·s dan 60 °C haroratda 1190,79 kg/m²·s gacha ortadi.

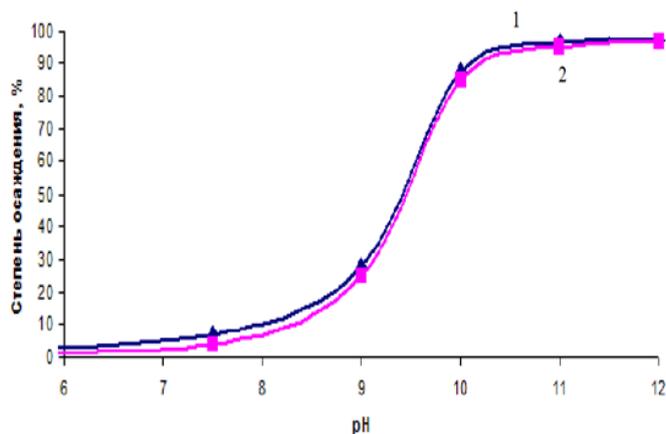
Nitrat kislotasi meyorining 100 % dan 110 % gacha oshishi filtrlash tezligini kam miqdorda oshiradi. Shunday qilib, 60 °C haroratda suyuq faza bo'yicha filtrlash tezligi stexiometrik meyor 105 % bo'lganda 1184,94 kg/m²·s dan meyor 110 % bo'lganda esa 1261,75 kg/m²·s gacha ortadi.

Uchunchi bobning «Azot kislotasi ekstraktini magniyli birikmalar, suyuq va donadorlangan oddiy va murakkab o'g'itlarga kompleks qayta ishlah jarayonini tadqiqoti» qismida dolomitni parchalashda xosil bo'lgan tindirilgan

nitrat kislotali eritmalarni ammiak bilan neytrallash, magniy gidroksidini ajratish hamda aylanma eritmalarni suyuq va donodor azot-kalsiyli o'g'itlarga qayta ishlash bo'yicha olingan ilmiy tadqiqot natijalari keltirilgan.

Qo'yida keltirilgan 1-rasmdan ko'rishimiz mumkinki, eritmani pH ko'rsatkich 7,5-8 gacha gazsimon ammiak bilan neytrallaganda magniysizlantirish darajasi 3-7 % dan oshmaydi. Eritmani yanada neytrallab pH ko'rsatkichi 10 ga yetganda 85-87,5 %, pH 10,5-11,0 ga yetganda esa 96,52-97,22 % magniy gidroksidi cho'kadi.

Nitrat kislotasi meyorini oshirish bilan eritma va quruq qoldiq - magniy gidroksidi bo'yicha filtrlash



tezligi ham ortadi hamda nitrat kislota meyori 100 % bo'lganda uning qiymati 890,21 va 181,80 kg/m²·s ga teng bo'ladi. Quyqaning harorati oshishi bilan filtrlash tezligi ham ortadi, bu esa quyqaning qovushqoqligini pasayishi bilan tushuntiriladi.

Shunday qilib, filtrlash tezligi nuqtai nazaridan ajratish jarayoni nisbatan yuqori haroratda olib borish kerak bo'ladi. Optimal harorat

1-rasm. Magniyni cho'kish darajasiga pH ni ta'siri: 1 - nitrat kislota meyori 100, 2 – 110 %.

esa 50-60 °C ni tashkil etadi. Quyqaning qovushqoqligi yuqoriligi sababli magniy gidroksidini tindirish yo'li bilan ajratib olish jarayoni o'rganilmagan.

Fazalarni ajratishda sentrifugalash jarayonining yuqori darajada jadalligi tufayli sentrifugalash vaqtini quyqaning S:Q nisbatlariga ta'siri o'rganilgan. Sentrifugalash orqali fazalarni bir-biridan ajratish jarayoni yetarli darajada tez boradi. Nisbatan jadal sentrifugalash jarayoni birinchi 6 minutda sodir bo'ladi. Shuning uchun 6 minutdan keyingi quyqa miqdori 91,86 % ni, 10 minutdan keyin 95,66 % va 15 minutdan keyin esa 97,15 % ni tashkil etadi.

Shunday qilib, olib borilgan tadqiqot ishlaridan aniqlandiki, filtrlash va sentrifugalash jarayonlari magniy gidroksidi cho'kmalarini ajratishning eng maqbul usullaridan biri hisoblanadi. Maqbul texnologik parametrlarda olingan magniy gidroksidining og'irligi o'zgarmay qolguncha 100-110 °C haroratda quritilgan hamda u rentgenogramma va termogramma usulida tahlili qilingan.

Magniy gidroksidini kuydirish haroratini aniqlab olish uchun uning derivatogrammasi olingan. Chunki magniy gidroksidini olish uchun uni 410 °C dan kam bo'lmagan haroratda kuydirish talab etiladi. Jarayonning boshlanishi 315,3 °C, tugashi 410 °C, namni maksimal darajada yo'qotilishi minutiga 3 % ni tashkil etadi. Belgilangan parchalanish tezligida 30,875 % namlikni yo'qotish uchun 11 minutdan kam bo'lmagan vaqt sarflandi.

Rentgenogrammada magniy gidroksid uchun xarakterli bo'lgan 2,36919, 4,79496, 1,57409, 1,79675, 1,49502Å difraksion maksimumlar ko'zatilgan.

Magniy gidroksidini olish bo'yicha qilingan tadqiqotlar 400-800 °C haroratda va jarayonning davomiyligi 15 minutdan 180 minutgacha bo'lgan vaqtni tashkil etgan. Kuydirishni 1 soat davomida 400 °C dan 800 °C gacha bo'lgan harorat oralig'ida magniy oksidi miqdori 56,62 % gacha, magniy gidroksid miqdori esa 800 °C haroratda 93,10 % gacha ortishi ko'zatilgan. 500 °C haroratda kuydirish jarayoni vaqtini oshishi magniy oksidi miqdorini 1 soat davomida 82,86 % gacha va 3 soat davomida esa 84,60 % gacha oshiradi. Magniy oksidi olishning maqbul sharoiti kuydirish vaqti 2 soatdan kam bo'lmagan va 700-800 °C harorat hisoblanadi.

Nitrat kislota bilan dolomitni parchalash bo'yicha olingan natijalar erimaydigan cho'kmalarni ajratish, tindirilgan eritmani gazzimon ammiak bilan neytrallab pH ni 10,5-11 gacha keltirish, cho'ktirish va cho'kkan cho'kmalarni ajratish bo'yicha olingan ilmiy tadqiqotlar Dehqonobod koni dolomitidan magniy gidroksid olish texnologiyasini ishlab chiqish uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

Magniy gidroksidini olish texnologiyasi quyidagi bosqichlardan iborat: dolomitni nitrat kislotasi bilan parchalash; erimaydigan cho'kmalarni filtrlab ajratib olish; tindirilgan eritmani gaz holatdagi ammiak bilan neytrallash; magniy gidroksidini ajratish, yuvish va quritish jarayonlarini o'z ichiga oladi.

Magniy gidroksidi ajratib olingan eritmaning tarkibida ammoniy va kalsiy nitratlari hamda 0,50 % gacha magniy oksidi hisobida magniy nitrat bo'lgan aylanma eritma hosil bo'ladi. Bu eritmalar tarkibida 13,59-15,40 % umumiy azot bo'lib, ularni ham suyuq azot-kalsiyli o'g'it sifatida ishlatish mumkin.

4-jadvalda pH 10,5-11 bo'lgan va 40 % nitrat kislota meyoriga bog'liq bo'lgan suyuq fazaning magniy gidroksid ajratib olingandan keyingi kimyoviy tarkibi haqidagi ma'lumotlari keltirilgan.

4-jadval

HNO₃ stexiometrik meyorlarini Mg(OH)₂ ajratib olingandan keyingi pH 10,5-11 gacha ammoniylangan suyuq fazaning kimyoviy tarkibiga ta'siri

Kislota Meyyori %	Suyuq fazaning kimyoviy tarkibi, mass. %					
	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	N _{NH3}	N _{NO3}	N _{YM}
100	7,49	0,00	0,080	8,14	7,26	15,40
105	7,19	0,00	0,079	8,03	7,24	15,27
110	6,87	0,00	0,079	7,91	7,19	15,10
115	6,53	0,05	0,079	7,76	7,11	14,87
120	6,21	0,24	0,076	7,66	7,05	14,71
125	5,88	0,37	0,073	7,54	6,96	14,50
130	5,58	0,45	0,069	7,42	6,88	14,30
135	5,36	0,50	0,065	7,32	6,83	14,16
140	5,15	0,50	0,062	7,22	6,78	14,00
145	4,95	0,48	0,059	7,12	6,72	13,84
150	4,70	0,43	0,056	6,99	6,60	13,59

Nitrat kislota meyori 100-110 % bo'lgan suyuq fazada magniy bo'lmaydi. Kislota meyori 115 % dan 130 % gacha oshirilsa magniy oksid miqdori ham 0,05% dan 0,45 % gacha oshadi va keyinchalik taxminan bir xil 0,48-0,50 %

darajaga kelib qoladi. Bu eritmada ammoniy nitrat miqdorining ortishi bilan magniy gidroksidi eruvchanligining nisbatan oshishiga olib keladi.

Magniy gidroksid olishda hosil bo'lgan aylanma eritmalar tarkibida azot miqdori kamligi transport xarajatlarini oshishiga olib kelishi sababli, ularni to'g'ridan-to'g'ri suyuq azot-kalsiyli o'g'itlar sifatida qo'llash iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq emas. O'g'itlar tarkibidagi azot miqdorini oshirish maqsadida ammoniy nitrat qo'shib suyuq NCaMg -o'g'itlar olish bo'yicha ilmiy tadqiqot tajribalari olib borildi. Qo'shilayotgan ammiakli selitra miqdorining oshishi bilan kalsiy, magniy nitratlarining miqdori ma'lum qonuniyat bo'yicha kamaydi va ammiakli selitra miqdori ortadi.

Shunday qilib, nitrat kislotali ajratilgan eritmalarini chuqur neytrallamagan holda ($\text{pH} = 7,5-8,0$) va ammoniy nitrat qo'shish yo'li bilan tarkibida 18,61 % gacha N, miqdori 4,17 % dan kam bo'lmagan CaO va MgO 1,34 % dan kam bo'lmagan suyuq azot-kalsiy-magniyli o'g'itlar olish mumkin.

Shuning uchun ham keyingi olib borilgan tadqiqotlar ammiakli selitraga qo'shimcha sifatida qo'shiladigan va ko'plab miqdorda ishlab chiqariladigan eritmalardan foydalanishga yo'naltirilgan. Dolomitni nitrat kislotasi bilan parchalash orqali olingan ammoniyashtirilgan azot-kalsiyli va azot-kalsiy-magniyli eritmalarini ammiakli selitra tarkibiga kiritish yo'li bilan ammiak-kalsiyli selitra olish mumkin. Ammiakli selitraga qo'shimcha sifatida dolomitni stexiometrik meyorda parchalab va tindirilib olingan, hamda $\text{pH}=8$ gacha neytrallangan, tarkibida 12,32 % magniy nitrat, 18,33 % kalsiy nitrat va 14,22 % ammoniy nitrat bo'lgan eritmalar qo'llanilgan. Magniy gidroksidi ajratilgandan sung olingan, tarkibida magniy nitrat miqdori 0,63 %, kalsiy nitrat 17,84 % va ammoniy nitrat 26,67 %, $\text{pH}=11$ ni tashkil etgan eritmalar ham ishlatildi.

Ammiak-kalsiyli selitra tarkibini aniqlab olish uchun ammiakli selitra eritmasi va dolomitni parchalanish mahsulotlarini aralashtirib AKS namunalari olingan. $\text{pH}=8$ bo'lgan eritma ammiakli selitra:qo'shimcha 1:0,2 dan 1:1 gacha bo'lgan nisbatlarda kiritildi. Buning natijasida umumiy azot miqdori 34,0 % dan 31,32 % gacha kamaydi, nitratli azot miqdori 17,50-17,55 %, ammoniyli azot miqdori 16,50-13,78 %, kalsiy oksidi miqdori 1,15-4,32 % gacha o'zgaradi. Tarkibida magniy saqlovchi qo'shimchalar kiritilganda magniy oksidi miqdori 0,62-3,31 % ni tashkil etdi.

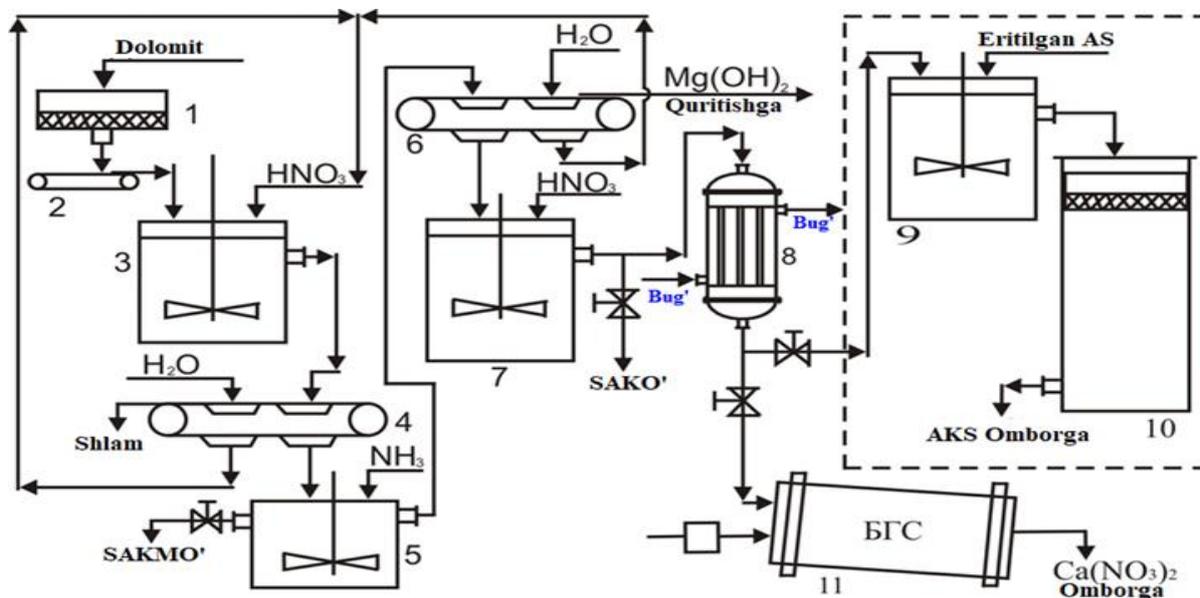
$\text{pH}=11$ bo'lgan eritmalar tarkibiga 1:0,2 dan 1:1 nisbatlarda qo'shimchalar kiritilganda nitratli azot miqdori 17,51 % dan 17,44 % gacha kamayadi, ammoniyli azot miqdori 16,93 % dan 15,26 % gacha kamayadi, umumiy azot 34,44 % dan 32,70 % gacha kamayadi, kalsiy oksidi miqdori esa 1,12 % dan 4,20% gacha ortadi.

2-rasmda dolomitdan magniy gidroksidi, suyuq azot-kalsiy-magniyli (SAKMO') va azot kalsiyli o'g'itlar (SAKO'), hamda donodor kalsiy nitrat va ammiak-kalsiyli selitrasi (AKS) olishning prinsipial texnologik sxemasi keltirilgan.

Olib borilgan tadqiqotlar pH 7-8 da dolomitni parchalanishida hosil bo'lgan ammonizatsiyalangan eritmalardan donodor kalsiy nitrat olingan.

Olib borilgan texnik-iqtisodiy hisoblar Dehqonobod koni dolomitini kompleks qayta ishlab magniy gidroksid va suyuq azot-kalsiyli o'g'itlar ishlab

chiqarish yuqori iqtisodiy samara berishidan dalolat beradi. Dolomitni kompleks qayta ishlab yiliga 10 ming tonna magniy gidroksidi va suyuq azot-kalsiyli o'g'itlar (172 ming tonna suyuq o'g'it) olinganda umumiy iqtisodiy samadorlik 39,78 mlrd. so'mni tashkil etadi. Bunda magniy gidroksidining ulgurji narxi bir tonna uchun 100 AQSH dollarini tashkil qiladi.



2-rasm. Dolomitni qayta ishlashning asosiy moslashuvchan, integratsiyalashgan texnologik sxemasi: 1 – bunker; 2 – dispenser; 3, 5 va 7 – reaktor; 4, 6 – filtrlar; 8 – bug'latgich; 9 – meshalka; 10 - gran minora, 11 - BDQ.

Dissertatsiyaning «Dolomitni sulfat kislotasi bilan parchalab, kalsiy, magniy, kaliy sulfatlar va magniy xloridga qayta ishlash jarayonining tadqiqoti» nomli to'rtinchi bobida mahalliy dolomit xomashyosini konsentratsiyasi 20, 30 va 40 % hamda meyyorlari 100, 105 va 110 % li H_2SO_4 bilan 50 °C harorat va 40 daqiqa vaqt davomida kompleks qayta ishlab magniyli birikmalar- $MgSO_4$, $MgCl_2$ va K_2SO_4 tuzlari hamda qurilish gipsi olish, bir vaqtning o'zida suyuq va donodor azot-kalsiyli va magniyli o'g'itlar olishning kompleks, ilmiy asoslangan va samarali texnologiyasi o'rnatilgan hamda $MgSO_4 \cdot 4H_2O$ eritmasi va flatatsion KCl laridan konversiya usulida kaliy sulfat o'g'itlarini olishning maqbul sharoitlari, optimal texnologik parametrlari hamda ishlab chiqarishning prinsepial texnologik sxemasi va material blans hisoblari o'rnatilgan.

Shuningdek sirt passiv modda (SPM) ("PAA-gel va Struktol SB 2195") larning ko'pik karraligi va fil'trlanish tezligiga ta'siri, kislota konsentratsiyasi va haroratlarning kislotali bo'tqani qattiq va suyuq fazalarga ajratish jarayoniga hamda bo'tqa va suyuq fazaning reologik hossalari ta'sirlari aniqlangan. Natijada fil'trlanish tezligining oshishi va ko'piklanish tezligi (ko'pik karraligi) ning kamayishiga erishilgan.

Dehqonobod koni dolomit xomashyosini konsentratsiyasi 20, 30 va 40 % – li H_2SO_4 bilan parjalashdan hosil bo'lgan bo'tqani filtrlash orqali ajratilgan suyuq va

qattiq fazalarning kimyoviy tarkiblari tahlil qilingan va optimal sharoitlari aniqlandi (5 va 6-jadvallar).

Olingan natijalardan xulosa qilish mumkinki, dolomit tarkibidagi komponentlardan MgO miqdorining suyuq fazaga ajralish darajasi 98 % dan kam bo‘lmagan maqbul sharoit dolomitni sulfat kislotasining konsentratsiyasi 35-40 %, meyyori 110 %, parchalash jarayoni vaqti 40 minut va harorati 55 °C ekanligi aniqlandi va laboratoriya sharoitda kimyoviy tahlillar orqali tasdiqlandi.

5 – Jadval

Dolomitni sulfat kislotasi bilan parchalab olingan suyuq fazaning kimyoviy tarkibi (t=50 °C, τ=40 min)

№	H ₂ SO ₄ меъёри.	H ₂ SO ₄ конц.	Suyuq fazaning kimyoviy va mineralogik tarkibi., massa. %						
			CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SO ₄	CaSO ₄	MgSO ₄
1	100	20	0,13	3,20	0,044	0,072	11,00	0,32	9,61
2		30	0,18	4,21	0,056	0,096	14,03	0,43	12,63
3		40	0,26	5,97	0,079	0,135	19,33	1,68	17,90
4	105	20	0,14	3,29	0,045	0,074	11,32	0,33	9,88
5		30	0,19	4,34	0,058	0,099	14,52	0,44	13,00
6		40	0,27	6,16	0,081	0,140	19,90	1,17	18,42
7	110	20	0,14	3,38	0,046	0,076	11,63	0,34	10,15
8		30	0,19	4,45	0,060	0,101	14,84	0,46	13,36
9		40	0,27	6,31	0,082	0,143	20,46	0,66	18,93

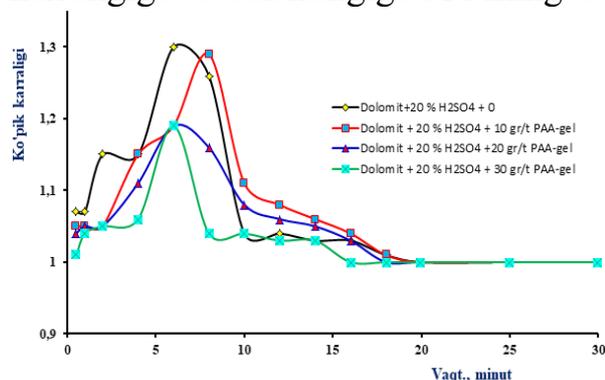
Shuningdek, tajriba modeli qurilmasida Dehqonobod koni dolomit xomashyosini sul'fat kislotasi bilan parchalash jarayonidagi ko'piklanish jarayoniga (ko'pik balandligi, ko'pik karraligi (K_k), ko'pikni yashash davri) jarayon davomiyligi hamda PAA-gel, "Struktol SB-2195" moddalari miqdorining dolomit xomashyosiga nisbatan miqdoriy ta'sirlari aniqlangan. Bunda ko'piklanish jarayonini tavsiflovchi omil sifatida hosil bo'lgan K_k va mavjud bo'lish davri – "yashash" vaqti qabul qilingan. Ko'pikning balandligini hisoblashda o'lchamlarda belgilangan qiymatlar ko'rinishida, ko'pikning "yashash" vaqtini esa sekundometr qurilmasida o'lchangan. K_k ko'pik hajmi V_k uni hosil bo'lishiga sarflangan suyuqlik hajmi V_c – ga nisbatiga nisbatan aniqlangan (3, 4, 5 va 6-rasmlar).

6 – Jadval

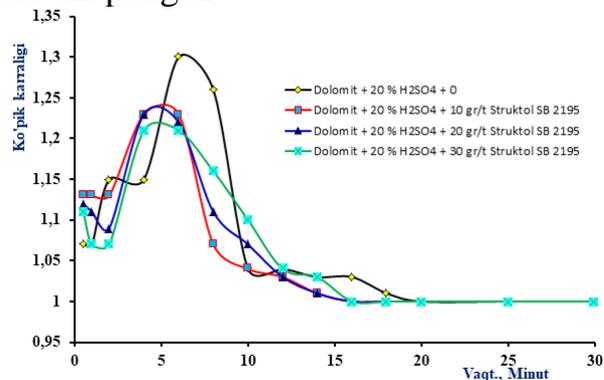
Dolomitni sulfat kislotasi bilan parchalashdan olingan qattiq fazaning kimyoviy tarkibi (t=50 °C, τ=40 min)

№	H ₂ SO ₄ меъёри	H ₂ SO ₄ конц	Qattiq fazaning kimyoviy va mineralogik tarkibi., massa. %						
			CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SO ₄	CaSO ₄	MgSO ₄
1	100	20	19,84	2,56	0,031	0,051	38,29	48,99	7,29
2		30	25,02	2,77	0,037	0,055	48,30	60,76	8,27
3		40	34,04	3,33	0,046	0,066	65,65	82,68	9,94
4	105	20	18,77	1,74	0,021	0,034	34,43	45,56	5,01
5		30	23,97	1,83	0,025	0,036	43,99	58,21	5,33
6		40	32,15	1,91	0,030	0,037	59,04	78,08	5,70
7	110	20	21,00	1,16	0,015	0,023	36,61	51,10	3,47
8		30	26,60	1,00	0,016	0,019	46,30	64,60	3,00
9		40	36,18	0,73	0,019	0,012	62,95	87,86	2,18

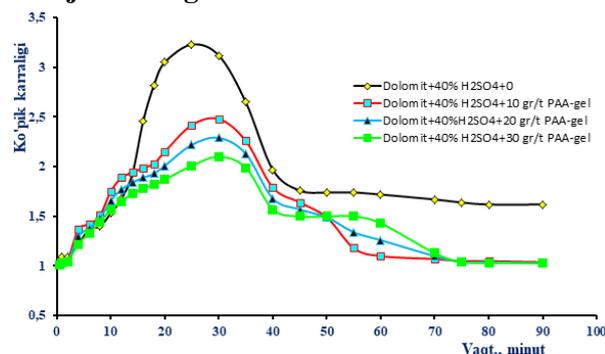
Dehqonobod koni dolomit xomashyosini konsentratsiyasi 20 va 40 %, meyorli 110 % - li H_2SO_4 bilan 50 °C haroratda va qattiq:suyuq faza q:s = 1:3,5 va 1,8 nisbatlarda parchalash jarayonida hosil bo'lgan ko'pik karraligiga sirt passiv moddalar ("PAA-gel" va "Struktol SB 2195") ning ta'siri o'rganilgan bo'lib, bunda fizik - kimyoviy tahlillar orqali olingan natijalar 3, 4, 5 va 6- rasmlarda keltirilgan. Bunda 90 daqiqa davomida dolomitni konsentratsiyasi 20 va 40 % li sulfat kislotasining 110 % meyyorida parchalash jarayonida hosil bo'lgan ko'pik karraligiga va balandligiga SPMning ta'sirlari aniqlangan.



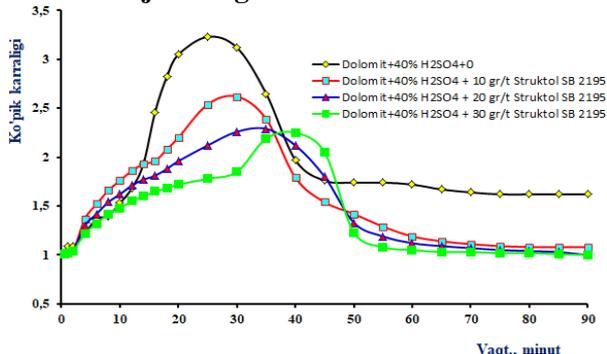
3-rasm. Dolomitni 20 % li H_2SO_4 bilan qayta ishlash jarayonida hosil bo'ladigan ko'pik va ko'pik karraligiga 1 tonna dolomitga nisbatan 10, 20 va 30 g/t SPM ("PAA-gel")ning ta'sir darajalari diagrammasi



4-rasm. Dolomitni 20 % li H_2SO_4 bilan qayta ishlash jarayonida hosil bo'ladigan ko'pik va ko'pik karraligiga 1 tonna dolomitga nisbatan 10, 20 va 30 g/t SPM ("Struktol SB 2195")ning ta'sir darajasi diagrammasi



5-rasm. Dolomitni 40 % li H_2SO_4 bilan qayta ishlash jarayonida hosil bo'ladigan ko'pik va ko'pik karraligiga 1 tonna dolomitga nisbatan 10, 20 va 30 g/t SPM ("PAA-gel")ning ta'sir darajasi diagrammasi



6-rasm. Dolomitni 40 % li H_2SO_4 bilan qayta ishlash jarayonida hosil bo'ladigan ko'pik va ko'pik karraligiga 1 tonna dolomitga nisbatan 10, 20 va 30 g/t SPM "Struktol SB 2195" ning ta'sir darajasi diagrammasi

Shunday qilib, laboratoriya sharoitida tajriba modeli qurilmasida bajarilgan eksperiment tahlillari orqali olingan natijalardan aniqlandiki, Dehqonobod koni dolomit xomashyosini konsentratsiyasi 20 va 40 % li H_2SO_4 bilan parchalash jarayonidagi ko'pik karraligini va balandligini "PAA-gel va Struktol SB 2195" SPM ning 10 gr/tonnaga nisbatan solishtirganimizdagi ko'pik karraligi 1,00 va 1,06 martaga va 1,3 va 1,23 martagacha kamayganligi hamda 20 gr/tonnada 1,09 va 1,10 martaga hamda 1,41 martagacha kamayganligi, 30 gr/tonnada 1,09 va 1,04 martagacha kamayganligi texnologik parametrlar ta'sirlari va kimyoviy tahlillar asosida aniqlangan.

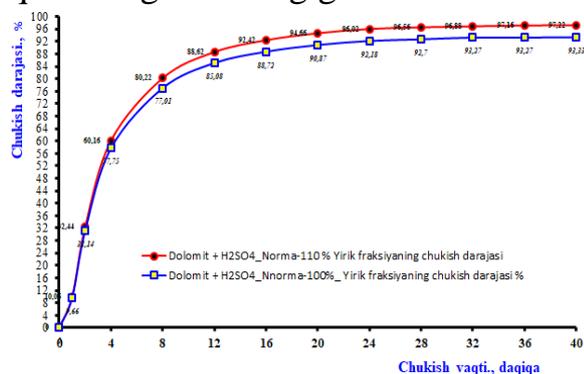
Tadqiqot natijalaridan ko'rinib turibdiki, kislota konsentratsiyasi oshishi bilan dolomitni parchalanish koeffitsienti ham oshgan va qattiq:suyuq fazalar nisbati

kamaygan, masalan: kislota me'yorlari 100 va 110 % da q:s nisbati 1:4,95 dan 2,48 gacha va 1:3,5 dan 1,8 gacha kamaygan, MgO + CaO larning umumiy miqdoriga nisbatdan harorat 10 - 70 °C gacha va 1 - 40 daqiqagacha vaqt davomiyligining parchalanish ko'effitsientiga ta'sirlari aniqlangan.

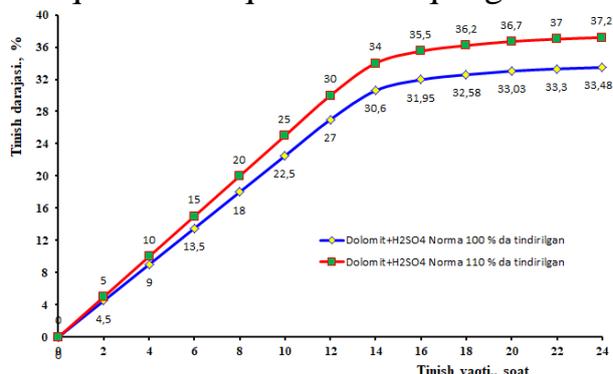
Bunda sulfat kislotasining 100-110 % meyyorlarida dolomit komponentlarining parchalanish ko'effitsienti 98,02 - 99,78 % ni tashkil qiladi, bu texnologiyaning optimal ko'rsatkichidir. Sulfat kislotasi meyyorining yanada oshishi kislota reagentining asossiz ortiqcha sarf qilinishiga olib keladi.

Shunday qilib, yuqorida keltirilgan ma'lumotlar va 7-rasmdagi digrammadan ko'rishimiz mukimki dolomitni sul'fat kislotasining 100 va 110 % me'yorida parchalab olingan bo'tqadagi yirik fraksiyaning cho'kish darajasiga kislota me'yori va vaqtning ta'sirlari aniqlangan bo'lib, bunda yirik fraksiyalar va erimaydigan qoldiqning cho'kish darajalari keltirilgan bo'lib, bunda kislota me'yori 100 % da 1-40 daqiqagacha bo'lgan vaqt ta'siridagi yirik fraksiyaning cho'kish darajasi 9,66 - 93,33 % gacha ortganligi va 110 % kislota me'yorida 10,06 - 97,22 foizgacha ortganligi aniqlandi.

Shuningdek, Dehqonobod koni dolomit xomashyosini sulfat kislotasining 110% me'yorida, 30 % konsentratsiyasida 40 minut davomida parchalab olingan nordon bo'tqani tinish darajasi ham aniqlangan (8-rasm). Bunda hajmi 100 sm³ li o'lchov belgisi mavjud bo'lgan menzurkaga metkasigacha nordon bo'tqa qo'yilgan va sekondomer orqali har soatda bo'tqaning tingan qismining balandligi cho'kkan qismining balandligiga nisbatan solishtirish orqali foiz miqdorlari aniqlangan.



7-rasm. Dolomitni sulfat kislotasi bilan parchalab olingan bo'tqadagi yirik fraksiyaning chukish darajasi. (NH₂SO₄ - 100 va 110 %; CH₂SO₄ - 30 %).



8-rasm. Dolomitni sulfat kislotasi bilan parchalab olingan bo'tqaning tinish darajasi. (NH₂SO₄ - 100 va 110 %; CH₂SO₄ - 30 %).

Dolomit xomashyosini sulfat kislotasi bilan qayta ishlashda kislota konsentratsiyasi 20, 30 va 40 %, meyyori 110 %, qattiq:suyuq fazalar nisbatlari 1:3,5, 1:2,8, 1:2,3, 1:2,0 va 1:1,8 hamda 50 °C haroratda parchalashdan hosil bo'lgan bo'tqaning fil'trlanish tezligiga sirt faol moddalar (PAA - gel va Struktol SB-2195) ning va kislota konsentratsiyalarining ta'sirlari aniqlangan. Dolomitni sul'fat kislotasi bilan qayta ishlashdan olingan nordon bo'tqani fil'trlashdagi texnologik parametrlar, 50 °C haroratda va 0,06 MPa bosimida yoki 450 mm.sm.st. - da, синяя лента-ТУ 2642-001-05015242-07 markali fil'tr qog'ozida fil'trlash jarayoniga 1 tonna dolomit xomashosiga nisbatan 10, 20 va 30 g/ton PAA - gel va Struktol SB-2195 sirt faol moddalarining ta'sirlari aniqlangan.

Shunday qilib, Dehqonobod koni dolomit xomashyosini kontsetratsiyasi 20 % li H₂SO₄ bilan parchalashda “PAA-gel” va “Struktol SB 2195” sirt faol moddalarining 10-30 gr/tonnaga nisbatan solishtirganimizdagi fil’trlanish tezligi bo‘tqa bo‘yicha 1,51 - 1,66 martaga va 1,55 - 1,58 martagacha ortganligi, 30 % li H₂SO₄ da fil’trlanish tezligi bo‘tqa bo‘yicha 1,24 - 1,72 martaga va 1,31 - 1,38 martagacha ortganligi va 40 % li H₂SO₄ da fil’trlanish tezligi bo‘tqa bo‘yicha 1,01 - 1,83 martaga va 1,10 - 1,21 martagacha ortganligi aniqlangan (7 – jadval).

7 – Jadval

Dolomitni sul’fat kislotasi bilan parchalashdan olingan bo‘tqaning, fil’trlanish tezligiga sirt faol moddalarning ta’siri (N=110%; t=50 °C va τ=40 min)

Konst. H ₂ SO ₄ %	Sirt faol modda, gr/tonna	Bo‘tqaning fil’trlanish tezligi, kg/m ² ·s (0,06 MPa)			
		Bo‘tqa bo‘yicha	Fil’trat (nordon suyuq faza) bo‘yicha	Qattiq faza bo‘yicha	CaO+MgO bo‘yicha
20	0	2025,50	1418,30	607,20	162,80
	PAA-gel				
	10	3066,40	2330,55	735,85	246,50
	20	3210,90	2440,38	770,52	258,10
	30	3355,40	2550,20	805,20	269,70
	“Struktol SB 2195”				
	10	3152,50	2404,80	747,70	253,40
	20	3173,25	2419,85	753,40	255,05
	30	3194,00	2434,90	759,10	256,70
	30	0	2184,00	1386,65	797,35
PAA-gel					
10		2712,00	1672,17	1039,83	276,89
20		3229,30	1917,72	1311,58	332,71
30		3746,60	2163,27	1583,33	388,52
“Struktol SB 2195”					
10		2861,96	1806,83	1055,13	292,15
20		2936,11	1844,34	1091,77	299,75
30		3010,25	1881,84	1128,41	307,34
40		0	2342,50	1355,00	987,50
	PAA-gel				
	10	2357,60	1013,80	1343,80	330,06
	20	3328,40	1452,73	1875,67	465,97
	30	4299,20	1891,65	2407,55	601,88
	“Struktol SB 2195”				
	10	2571,43	1208,87	1362,56	360,00
	20	2698,97	1268,83	1430,14	377,85
	30	2826,51	1328,78	1497,73	395,70

Tajriba modeli qurilmasida dolomit xomashyosini sulfat kislotasi bilan 100, 105, 110 % meyyorlarida parchalab olingan nordon bo‘tqani filtrlash orqali ajratilgan suyuq fazani bo‘g‘latish orqali olingan MgSO₄·4H₂O kristallallarining kimyoviy tarkibi 8- jadvalda keltirilgan.

Tajriba modeli qurilmasida dolomit xomashyosini sulfat kislotasining 105 % meyyorida va 30 % konsentratsiyalarida parchalab olingan nordon bo‘tqani

filtrlash orqali ajratilgan suyuq fazani bo'g'latish orqali olingan $MgSO_4 \cdot 4H_2O$ va KCl tuzlarining tuyingan eritmalarini konversiyalab olingan bo'tqani bug'latish va fil'trlash orqali ajratilgan kristall ko'rinishdagi ($K_2SO_4 + MgSO_4 \cdot 4H_2O$) qo'sh tuzini K_2SO_4 ning 15 % - li eritmasi bilan ikki bosqichda qattiq:suyuq fazalar (qattiq faza-qo'sh tuz va suyuq faza 15 % K_2SO_4 eritmasi) miqdoriga nisbatan 1:1,5 va 1:1,0 nisbatlarda yuvib 180 minut davomida 105-110 °C haroratda quritilgan kaliy sul'fat va qisman magniy sul'fatni o'zida tutgan kaliy sul'fat tuzning kimyoviy va tuz tarkiblari 8 - jadvalda keltirilgan.

8 – Jadval

Dolomitni sulfat kislotasi bilan parchalab olingan va kristallangan $MgSO_4 \cdot 2H_2O$ ning kimyoviy tuz tarkibi ($t=50\text{ }^\circ\text{C}$, $\tau=40\text{ min}$)

№	H_2SO_4 meъёри	H_2SO_4 конц.	Kristallangan $MgSO_4 \cdot 2H_2O$ ning kimyoviy va mineralogik tarkibi., massa. %						
			CaO	MgO	Fe_2O_3	Al_2O_3	SO_4	$CaSO_4$	$MgSO_4$
1	100	20	0,62	15,23	0,21	0,34	52,38	1,52	45,76
3		30	0,77	18,09	0,25	0,41	60,10	3,60	54,28
5		40	0,91	20,95	0,28	0,47	67,82	5,68	62,80
6	105	20	0,65	15,92	0,22	0,36	57,74	1,59	47,82
8		30	0,67	16,26	0,24	0,37	57,42	1,62	48,85
10		40	0,93	21,24	0,28	0,48	68,62	4,03	63,52
11	110	20	0,68	16,60	0,26	0,38	57,09	1,65	49,88
13		30	0,80	19,00	0,27	0,44	63,22	2,00	57,03
15		40	0,92	21,39	0,28	0,49	69,35	2,34	64,17

Labaratoriya sharoitidagi tajriba modeli qurilmasida olingan kristallshakildagi K_2SO_4 o'g'itining kimyoviy tarkiblari yuqoridagi jadvallarda keltirilgan natijalarga mos ravishda CaO ning umumiy shakli 0,071 dan 0,40 % gacha kamayishi, MgO ning umumiy shakli 2,97 dan 3,31 % gacha, SO_4 ning umumiy shakli 48,38 dan 49,86 % gacha, Cl ning umumiy shakli 0,90 dan 0,98 % gacha, Na ning umumiy shakli 0,024 dan 0,045 % gacha, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ning umumiy shakli 0,21 dan 0,44% gacha, $MgSO_4 \cdot 4H_2O$ ning umumiy shakli 8,06 dan 8,94 % gacha va K_2SO_4 ning umumiy shakli 80,35 dan 83,32 % gacha., ortganligi kimyoviy tahlillar orqali aniqlangan (9 - jadval).

9 – Jadval

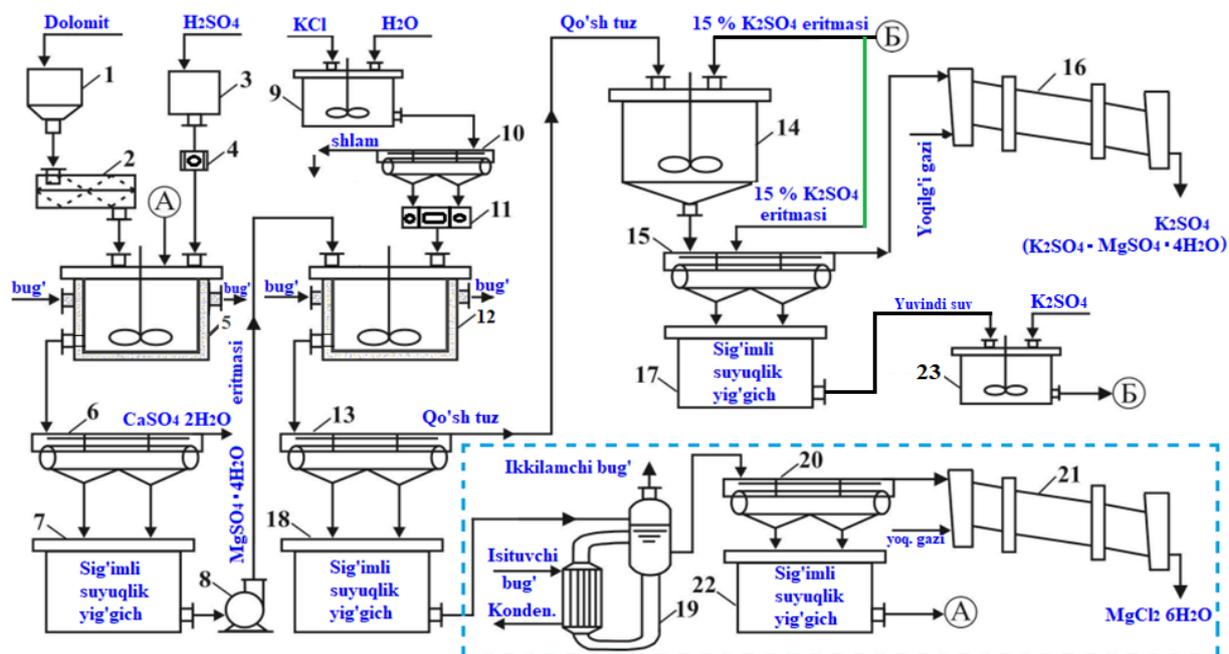
Dolomitni sulfat kislotasi bilan parchalab olingan $MgSO_4 \cdot 4H_2O$ eritma va KCl ishtirokida konversalab olingan kaliy sulfatning kimyoviy va tuz tarkibi

№	H_2SO_4 Meъyori	H_2SO_4 Konsent	$MgSO_4 \cdot 4H_2O$ eritmasi va KCl ishtirokida 1:1mol nisbatda konversalab olingan kaliy sulfatning kimyoviy va tuz tarkibi., %							
			CaO	MgO	SO_4	Cl	Na	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	$MgSO_4 \cdot 4H_2O$	K_2SO_4
1	100	30	0,071	2,97	48,38	0,90	0,024	0,21	8,06	80,35
2		35	0,064	3,21	44,85	0,93	0,041	0,21	8,77	81,10
3	105	30	0,047	3,04	49,12	0,93	0,024	0,43	8,24	81,53
4		35	0,043	2,83	49,28	0,95	0,043	0,38	7,67	82,38
5	110	30	0,047	3,15	49,22	0,99	0,024	0,43	8,52	81,60
6		35	0,040	3,31	49,86	0,98	0,045	0,44	8,94	83,32

Shunday qilib, tajriba modeli qurilmasida olib borilgan ilmiy tadqiqot natijalarida to'rt suvli magniy sulfat eritmasini bo'g'latish orqali to'yintirilgan va uni KCl ning to'yingan eritmasi bilan konversiyalab olingan suspenziyadan 24 % suvni bug'latish orqali kamaytirilib va fil'rlash orqali qattiq va suyuq fazalarga ajratilgan. Ajratilgan qattiq faza ($K_2SO_4 + MgSO_4 \cdot 4H_2O$) tuzini K_2SO_4 ning 15 % - li eritmasi bilan ikki bosqichda yuvish va uni quritish orqali olingan kaliy sulfat o'g'itining optimal texnologik parametrlari hamda kimyoviy va tuz tarkiblari aniqlangan.

Dehqonobod koni dolomit xomashyosini mineral kislotalar bilan parchalab kaliy sul'fat o'g'itini olish uchun eng maqbul texnologik sharoit, dolomitni sulfat kislotasining konsentratsiyasi 30 % va kimyoviy reaksiya tengligi bo'yicha stexiometrik meyyori 105 % va parchlash vaqti 30-40 minutda olingan bo'tqani fil'rlash orqali ajratilgan suyuq faza ($MgSO_4 \cdot 4H_2O$ eritmasi) ni 1:1 mol nisbatda KCl ning to'yingan eritmasi bilan konversiyalangan va bo'g'latilgan suspenziyani fil'rlash orqali ajratib olingan qattiq faza (qo'sh tuz)ni K_2SO_4 ning 15 % li eritmasi bilan ikki bosqichli yuvish (qattiq:suyuq fazalar miqdoriga nisbatan birinchi bosqichda 1:1,5 va ikkinchi bosqichda 1:1,0 nisbatlarda yuvilgan) orqali kaliy sulfat maxsuloti namunasi olishning eng maqbul sharoiti ekanligi laboratoriya tajriba sinov tahlillari asosida aniqlangan.

Laboratoriya sharoitida tajriba modeli qurilmasida o'tkazilgan tadqiqotlar K_2SO_4 ishlab chiqarishni texnologik sxemasini ishlab chiqish uchun asos bo'ladi (9-rasm).



9-rasm. Dolomitni sulfat kislotasi bilan parchalab olingan $MgSO_4 \cdot 6H_2O$ eritmasini flatatsion KCl bilan konversiya qilib kaliy sulfati olishning prensipial texnologik sxemasi: 1-bunker; 2-shnek; 3-bak, 4-rasxodomer, 5, 9, 12, 14, 23-reaktorlar, 6, 10, 13, 15, 20-filtrlar; 7, 11, 17, 18, 22-sig'imli suyuqlik yig'gichlar, 8-nasos; 16, 21-barabanli quritgich; 19 - vakkumli- bug'latgich.

Shunday qilib, texnologiya uzluksiz, siklik va chiqindisiz hosil bo'lgan kristall shakildagi kaliy sulfat GOST 4145-74 talablariga javob beradi.

Shunday qilib, Dehqonobod koni dolomitni sulfat kislotasi bilan qayta ishlab K_2SO_4 o'g'iti, quritilgan bishofit ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) kristallari va alibasterlarga qayta ishlashning samaradorligi isbotlandi. Bunda har bir tonna kaliy sulfat olinganda 7710318 so'm yoki 611,93 \$ AQSh dollarigacha iqtisodiy samaradorlikka erishilgan.

Dissertatsiyaning «**Dolomitni sulfat va nitrat kislotalari bilan bosqichma-bosqich parchalab kalsiy sulfat va magniy nitratlariga qayta ishlash jarayonini tadqiqoti**» nomli beshinchi bobida import o'rnini bosuvchi qimmatli kimyoviy mahsulotlar - mahalliy dolomitni HNO_3 va H_2SO_4 bilan parchalash jarayonini jadallashtirish va uni gips ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), $Mg(NO_3)_2$, hamda suyuq va donadorlangan magniyli o'g'itlarini ishlab chiqarish uchun ilmiy asos yaratganligi bilan izohlanadi. "PAA-gel" va "Struktol SB 2195" SPM ning ko'pik karraligi va fil'trlanish tezligiga ta'siri, shuningdek kislotani konsentratsiyasi va haroratlarning kislotali bo'tqani qattiq va suyuq fazalarga ajratish hamda reologik hossalarga ta'sirlari aniqlangan. Natijada "PAA-gel va Struktol SB 2195" SPM ta'sirida fil'trlanish tezligining oshishi va ko'piklanish tezligining kamayishiga erishilgan. Tajriba modeli qurilmasida dolomitni HNO_3 va H_2SO_4 bilan parchalab olingan nordon bo'tqani filtrlab ajratilgan suyuq faza (filtrat)ni bo'g'latib va quritib olingan $Mg(NO_3)_2$ kristallallarining kimyoviy tarkibi 10-jadvalda keltirilgan.

10-Jadval

Gipsi ajratilgan filtratni bug'latib va quritib olingan $Mg(NO_3)_2$ kristallarining kimyoviy va tuz tarkibi ($t=50\text{ }^\circ\text{C}$ va $N=110\text{ \% min}$)

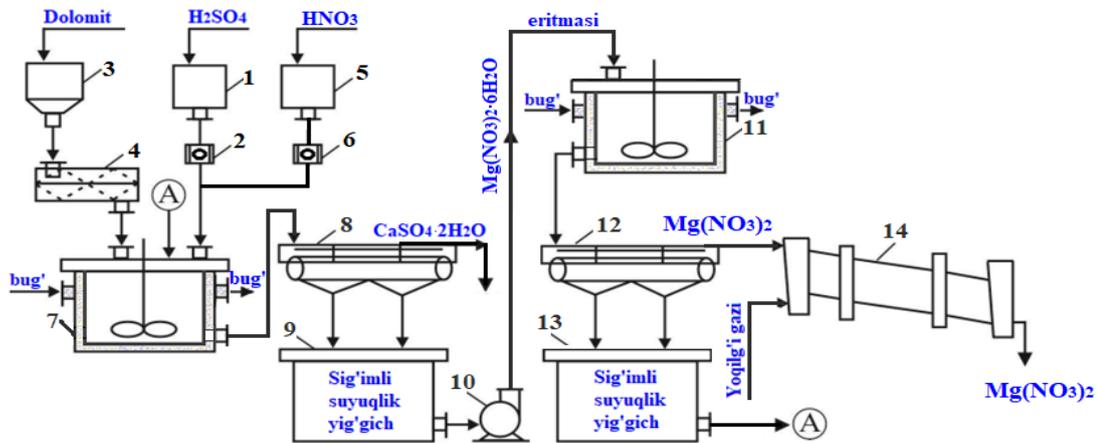
№	$H_2SO_4+HNO_3$		Kristallangan magniy nitratining kimyoviy va tuz tarkibi., massa. %							
	me-yori	конц	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SO ₄	NO ₃	CaSO ₄ ·2H ₂ O	Mg(NO ₃) ₂ ·2H ₂ O
1	100	20	0,90	19,93	0,20	0,36	1,29	62,15	1,74	90,97
2		30	0,96	20,03	0,24	0,38	1,39	62,55	1,87	91,51
3		40	1,02	20,12	0,28	0,42	1,49	62,94	2,00	92,04
4	105	20	0,89	20,07	0,23	0,40	1,31	62,79	1,82	91,84
5		30	0,95	20,21	0,25	0,42	1,40	63,20	1,89	92,42
6		40	1,01	20,34	0,27	0,46	1,48	63,60	1,96	93,01
7	110	20	1,01	20,34	0,28	0,42	1,48	63,60	1,96	93,01
8		30	1,06	20,45	0,31	0,46	1,53	63,90	2,03	93,51
9		40	1,09	20,55	0,34	0,48	1,58	64,20	2,10	94,01

Bunda dolomit xomashyosini konsentratsiyasi 20 – 40 % va me-yori 100, 105 va 110 % H_2SO_4 bilan 50 °C haroratda va 40 daqiqa vaqt davomida parchalash orqali olingan nordon bo'tqalardan ajratilgan suyuq fazalarni bug'latish va quritish orqali olingan $Mg(NO_3)_2$ kristallallarining kimyoviy tarkibi keltirilgan.

Shunday qilib, tajriba modeli qurilmasida olib borilgan ilmiy tadqiqot ishlarida magniy nitrat kristallarini olishning moslashuvchan texnologiyasi uchun tanlangan optimal sharoit bu dolomitni konsentratsiyasi 30 % va me-yori 105 % - li sulfat va nitrat kislotalari bilan bosqichma-bosqich parchalab olingan bo'tqadan

filtrlash orqali ajratilgan suyuq fazani bo'g'latish va quritish orqali olingan $Mg(NO_3)_2$ kristallari tanlangan. Magniy nitrat kristallaridagi suvlar soni quritish jarayoniga va undagi haroratga bog'liq bo'ladi.

Labaratoriya sharoitida tajriba modeli qurilmasida o'tkazilgan tadqiqotlar $Mg(NO_3)_2$ olishning texnologik sxemasini (10-rasm) ishlab chiqishga asos bo'lgan.



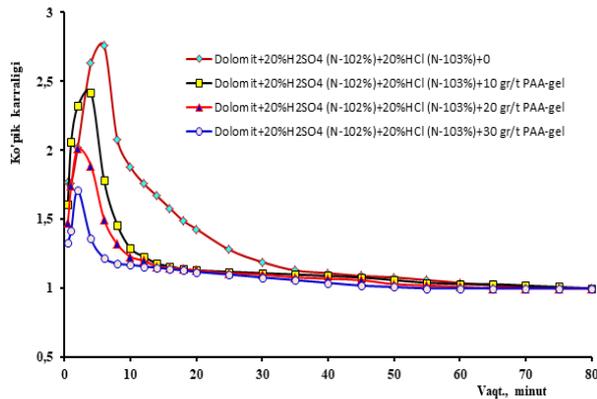
10-rasm. Dolomitni sulfat va nitrat kislotalari bilan parchalab kristallangan $Mg(NO_3)_2$ o'g'itini olishning prensipial texnologik sxemasi: 1, 5 – bak; 2, 6 – rasxodamer; 3- bunker; 4 – shnek; 7, 11 – reaktorlar; 8, 12 – filtrlar; 9, 13 - sig'imli suyuqlik yig'gichlar; 10 – nasos; 14 - barabanli quritgich.

Shunday qilib, Dehqonobod koni dolomitini sulfat kislotasi bilan qayta ishlab 1000 kg $Mg(NO_3)_2$ o'g'iti va 1250 kg qurilish alibasteri ($CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$) lariga qayta ishlashning samaradorligi isbotlandi. Bunda har bir tonna magniy nitrat olinganda 9590704 so'm yoki 761,16 \$ AQSh dollarigacha iqtisodiy samaradorlikka erishilgan.

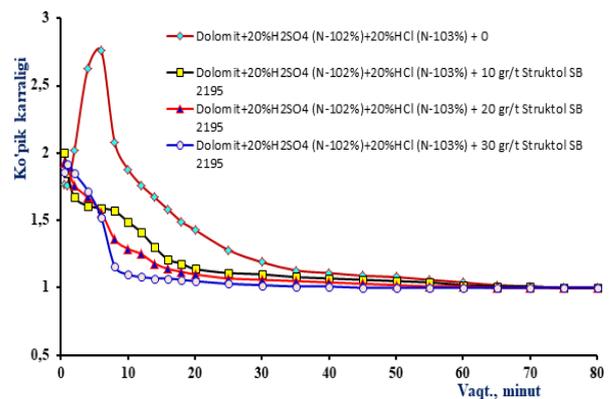
Dissertatsiyaning «**Dolomitni sulfat va xlorid kislotalari bilan bosqichma-bosqich parchalab kalsiy sulfat digidratidan poligidratiga va magniy xloritlarga qayta ishlash jarayonini tadqiqoti**» nomli oltinchi bobida Mahalliy dolomit xomashyosini sulfat va xlorid kislotalari bilan bosqichma-bosqich parchalash jarayonini tadqiq qilish va uni gips ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) dan qurilish alibasteri ($CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$) va bishofit ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) lariga qayta ishlash jarayonlarining texnologik parametrlari o'rnatilgan va ishlab chiqarishning prensipial va material balans sxemalari ishlab chiqilgan.

Shuningdek "PAA-gel va Struktol SB 2195" SPMning ko'pik karraligi va fil'trlanish tezligiga ta'siri hamda nordon bo'tqani filtrlash orqali qattiq va suyuq fazalarga ajratish, nordon bo'tqa va undan ajratilgan suyuq fazaning reologik hossalari (zichligi va qovushqoqligi) aniqlangan. Dolomitni sulfat va xlorid kislotalari bilan parchalash jarayonlarida hosil boladigan ko'pikni kamaytirish maqsadida 1 (bir) tonna dolomitga nisbatdan 10, 20 va 30 g/t miqdorda "PAA-gel va Struktol SB 2195" SPM dan foydalanilgan, natjada fil'trlanish tezligining oshishi va ko'piklanish tezligining kamayishiga erishilgan. Bunda dolomit xomashyosini sulfat va xlorid kislotalari bilan bosqichma-bosqich parchalashda konsentratsiyasi 20 %, meyori 105 % - li H_2SO_4 va HCl bilan 50 °C haroratda va

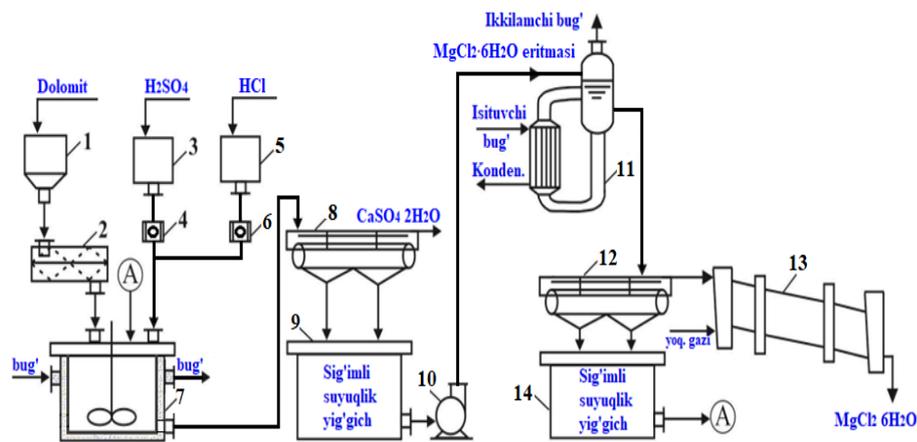
qattiq:suyuq faza q:s = 1:4,48 nisbatda parchalash jarayonida hosil bo‘lgan ko‘pik karraligiga SPM (“PAA-gel” va “Struktol SB 2195”) larning ta’sir o‘rganilgan bo‘lib, aniqlangan natijalar qo‘yidagi 11 va 12 rasmlarda keltirilgan.



11-rasm. Dolomitni 20 % li (H_2SO_4+HCl) bilan qayta ishlash jarayonida hosil bo‘ladigan ko‘pik va ko‘pik karraligiga 1 tonna dolomitga nisbatan 10, 20 va 30 gr/t SPM (“PAA-gel”)ning ta’sir darajalari diagrammasi



12-rasm. Dolomitni 20 % li (H_2SO_4+HCl) bilan qayta ishlash jarayonida hosil bo‘ladigan ko‘pik va ko‘pik karraligiga 1 tonna dolomitga nisbatan 10, 20 va 30 gr/t SPM “Struktol SB 2195” ning ta’sir darajasini diagrammasi



13-rasm. Dolomitni sulfat va xlorid kislotalari bilan parchalab kristallangan bishofit olishning prensipial texnologik sxemasi: 1 - bunker; 3, 5 - bak; 2, 4, 6 - rasxodamer; 2 - shnek; 7 - reaktor; 8, 12 - filtrlar; 9, 14 - sig'imli suyuqlik yig'gichlar; 10 - nasos; 13 - barabanli quritgich.

Shunday qilib, SPM siz parchlashdan olingan natijalarga nisbatan, parchalash jarayonidagi ko‘pik karraligiga, bir tonna dolomitga 10 gr/t “PAA-gel” va “Struktol SB 2195” lardan qo‘shib parchalashdagi ko‘piklanish darajasiga nisbatan solishtirganimizdagi ko‘pik karraligi 1,09 va 1,63 martagacha 20 gr/t SPM qo‘shilganda 1,39 va 1,57 martagacha va 30 gr/t SPM qo‘shilganda 1,93 va 1,63 martagacha SPM midoriy ta’sirida ko‘pik karraligining kamayganligi aniqlangan.

Suningdek, laboratoriya sharoitida tajriba modeli qurilmasida o‘tkazilgan tadqiqotlar bishofit ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) ishlab chiqarishning texnologik sxemasini ishlab chiqish uchun asos bo‘lgan (13-rasm).

Shunday qilib, Dehqonobod koni dolomitini sulfat va xlorid kislotalari bilan qayta ishlab 1000 kg $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ tuzi va 940 kg qurilish alibasteri ($CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$) lariga qayta ishlashning samaradorligi isbotlandi. Bunda har bir tonna magniy xloridi olinganda 6 713 280 so‘m yoki 532,80 \$ AQSh dollarigacha iqtisodiy samaradorlikka erishilgan.

XULOSA

1. Dolomitni nitrat kislotasi bilan parchalash jarayonlari o'rganilib, jarayonning optimal texnologik parametrlari aniqlandi: bunda nitrat kislotasi konsentratsiyasi 40 %, stexiometrik meyor 100 %, dolomitni parchalashdagi harorat 40 °C va jarayon davomiyligi 30 minut bo'lib, magniyni eritmaga o'tish darajasi 99,81-99,98 % ni tashkil etgan.

2. Texnologik parametrlarga nitrat kislotasi konsentratsiyasi 40 % va meyor 110% bo'lgan sharoitda qattiq faza tarkibi va eritmaga dolomit komponentlarini ajralish darajasiga ta'siri o'rganilgan. Natijada, harorat 20-60 °C va parchalanish jarayoni davomiyligi 10-60 minut bo'lishi kalsiy va magniyni ajralib chiqishiga sezilarli darajada ta'sir qilmasligi bilan izohlanadi.

3. Azot kislotali ekstrakt bo'tqasi tarkibidagi erimas qismlarni tindirish yo'li bilan ajratish bo'yicha tadqiqotlar dolomitning yirik zarrachalari yetarli darajada tez cho'kishi va 3 minutdan keyin cho'kish darajasi 100 % ga yetishi aniqlandi. Suspenziyani tinish darajasi juda sekinlik bilan boradi va 120 minutdan keyin 83-86 % ni tashkil etadi. Filtrlanish tezligi quyqa, nam cho'kma va filtrat bo'yicha haroratning 20 °C dan 60 °C gacha ortishi bilan 770,75 kg/m²·s dan 1190,79 kg/m²·s gacha ortadi.

4. Gazsimon ammiak bilan pH muhiti 8 gacha yetkazilganda magniysizlantirish darajasi 7,03 % ni tashkil etishini ko'rsatdi. pH muhiti 10 gacha oshganda 85 % magniy cho'kadi va pH 10,5-11 bo'lganda esa amalda 100 % to'liq cho'kadi. Dolomitni nitrat kislotali parchalash eritmalaridan magniy gidroksidini ajratish jarayonlari bilan izohlanadi.

5. Ammoniyashtirish darajasining suyuq faza tarkibiga Mg(OH)₂ ajratguncha va ajratilgandan keyingi tarkibiga hamda hosil bo'lgan suyuq azot-kalsiyli va azot-kalsiy-magniyli o'g'itlarni qo'llash uchun mos ko'rsatgichlari sifatiga ta'siri o'rganilgan. pH 7-8 bo'lgan o'g'it tarkibida (og'ir.%): N – 15,4; CaO – 9,53; MgO – 3,35 va pH 10,5-11 bo'lganda magniy gidroksid ajratib olingandan keyin (mass.%): N – 20,5 % 4; CaO – 9,32; MgO – 0,13 % ni tashkil etgan.

6. Aylanma eritmalarini qayta ishlab turli xildagi suyuq va donador o'g'it ko'rinishida Mg(OH)₂ olish usullari ishlab chiqilgan. 20-50 % miqdorda ammiakli selitrani kiritib, suyuq o'g'itlar tarkibidagi azot miqdorini 10,41 dan 18,61 % gacha oshirish va tarkibida N – 16,09-18,61 %; CaO – 4,17-4,81 %; MgO – 1,34-1,55 % bo'lgan o'g'itlarni olish imkoniyatlari keltirilgan.

7. Suyuq ammiakli selitra va aylanma eritma asosida ammiak-kalsiyli selitra olish bilan aylanma eritmani qayta ishlash usullari ishlab chiqilgan. pH-8 bo'lgan aylanma eritmalariga ammiakli selitra 1:1 nisbatda kiritilganda umumiy azot miqdori 34,00 % dan 31,32 % gacha kamayadi. Umumiy azot miqdori 27 % bo'lgan ammiak-kalsiyli selitra olish uchun ammiakli selitra:kalsiy nitrat 2:1 nisbatni olish kerak. Ammiakli selitrada nisbatan ammiakli-kalsiyli selitraning yong'in, portlash xavfliligi va tovar xossalari yaxshilangan.

8. Dehqonobod koni dolomitini nitrat kislotasi bilan parchalash orqali magniy gidroksid olish texnologik sxemasi, materiallar oqimi sxemasi va moddiy balanslari ishlab chiqildi. Aylanma eritmalar va dolomitni parchalanish

mahsulotlarini qayta ishlab, suyuq va donador azot-kalsiyli, azot-kalsiy-magniyli o'g'itlar, ammiak-kalsiyli selitralar olingan.

9. Dolomitdan magniy gidroksidi va suyuq azot-kalsiyli o'g'itlar olishning tajriba-sanoat uskunasi uchun vaqtinchalik texnologik reglamenti ishlab chiqildi. Texnik-iqtisodiy asoslar dolomitni magniy gidroksidi hamda suyuq va donador azot-kalsiyli va azot-kalsiy-magniyli o'g'itlarga kompleks qayta ishlashning yuqori samaradorligini nomoyon qiladi.

10. Mahalliy dolomit xomashyosini sulfat kislotasi bilan parchalab, $MgSO_4$, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, K_2SO_4 , $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ hamda suyuq va donadorlangan magniyli o'g'itlarni olish texnologiyasi ishlab chiqilgan. Bunda Dehqonobod koni mahalliy dolomit xomashyosini sulfat kislotasi bilan parchalash jarayonini jadallashtirish va $MgSO_4 \cdot 4H_2O$ eritmasi va flatatsion KCl laridan konversiya usulida kaliy sulfat o'g'itlarini olishning maqbul sharoitlari, optimal texnologik parametrlari hamda ishlab chiqarishning prinsipial texnologik sxemasi va material blans hisoblarini ishlab chiqilgan.

11. Dehqonobod koni dolomit xomashyosini kontsetratsiyasi 20 - 40 % li H_2SO_4 bilan parchalash jarayonidagi ko'pik karraligini va balandligini "PAA-gel va Struktol SB 2195" SPM ning 10 gr/tonnaga nisbatan solishtirganimizdagi ko'pik karraligi 1,00 va 1,06 martaga va 1,3 va 1,23 martagacha kamayganligi hamda 20 gr/tonnada 1,09 va 1,10 martaga hamda 1,41 martagacha kamayganligi, 30 gr/tonnada 1,09 va 1,04 martagacha kamayganligi texnologik parametrlar ta'sirlari va kimyoviy tahlillar asosida aniqlangan.

12. Mahalliy dolomit xomashyosini sul'fat va nitrat kislotalari bilan bosqichma-bosqich parchalash jarayonini jadallashtirish va uni suyuq va kristall ko'rinishidagi $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, $Mg(NO_3)_2$, $(NH_4)_2Mg(NO_3)_2$, $(NH_4)_2Mg(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ va suyuq va donadorlangan magniyli o'g'itlariga qayta ishlashning optimal sharoitlari va texnologik parametrlari o'rnatilgan.

13. Dehqonobod koni dolomit xomashyosini kontsetratsiyasi 20 % li H_2SO_4 va HNO_3 bilan parchalashda "PAA-gel va Struktol SB 2195" SPMning 10, 20 va 30 gr/tonnaga nisbatan solishtirganimizdagi fil'trlanish tezligi bo'tqa bo'yicha 1,06 - 1,10 martaga va 1,10 - 1,12 martagacha ortganligi, 30 % li H_2SO_4 da fil'trlanish tezligi bo'tqa bo'yicha 1,14 - 1,21 martaga va 1,10 - 1,26 martagacha ortganligi va 40 % li H_2SO_4 da fil'trlanish tezligi bo'tqa bo'yicha 1,28 - 1,40 martaga va 1,09 - 1,51 martagacha SPM ta'sirida ortganligi aniqlangan.

14. Mahalliy dolomit xomashyosini sulfat va xlorit kislotalari bilan bosqichma-bosqich parchalash jarayonini tadqiq qilish va uni bishofit ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) va gips ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) lariga qayta ishlash jarayonlarining texnologik parametrlari o'rnatilgan va ishlab chiqarishning prinsipial va material balans sxemalari ishlab chiqilgan hamda "PAA-gel va Struktol SB 2195" SPMning ko'pik karraligi va fil'trlanish tezligiga ta'siri aniqlangan.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.02/05.05.2023.К/Т.35.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ ИНСТИТУТЕ ОБЩЕЙ И
НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

МИХЛИЕВ ОЙБЕК АВЛОЁРОВИЧ

**РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ
ДОЛОМИТОВ МИНЕРАЛЬНЫМИ КИСЛОТАМИ В СОЕДИНЕНИЯ
МАГНИЯ, ЖИДКИЕ И ГРАНУЛИРОВАННЫЕ УДОБРЕНИЯ**

**02.00.13 – Технология неорганических веществ и материалов на их
основе**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК (DSc)**

Ташкент – 2024

Тема диссертации доктора наука (DSc) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2024.4.DSc/T776.

Диссертация выполнена в Ташкентском химико-технологическом институте. Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский) (резюме) размещен на веб-странице Научного семинара (www.ionx.uz) и информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.ziyonet.uz)

Научный консультант: **Мирзакулов Холтура Чориевич**
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Кучаров Бахром Хайриевич**
доктор технических наук

Тураев Зокиржон
доктор технических наук, доцент

Умиров Фарход Эргашевич
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация: **Фарганский политехнический институт**

Защита диссертации состоится «15» январь 2025 г. в «10⁰⁰» часов на заседании Научного совета DSc.02/05.05.2023.K/T.35.02 при Институте общей и неорганической химии по адресу: 100170, г. Ташкент, ул. Мирза Улугбека, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90; e-mail: ionxanguz@mail.ru

Диссертация зарегистрирована в Информационно - ресурсном центре Института общей и неорганической химии за № 48, с которой можно ознакомиться в информационно - ресурсном центре (100170, г. Ташкент, ул. Мирза Улугбека, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90.

Автореферат диссертации разослан «26» декабрь 2024 года.

(протокол рассылки № 48 от «26» декабрь 2024 г.).



Н.Х. Усанбоев

Председатель научного совета по присуждению
учёной степени, д.т.н., профессор

Ж.С. Шукуров

Учредитель секретарь научного совета по присуждению
учёной степени, д.т.н., профессор

Ш.С. Намазов

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора наук (DSc))

Актуальность и востребованность темы диссертации. С развитием химической промышленности и нанотехнологий в мире растет и спрос на различные химические соединения. В связи с этим в химической промышленности - соединения магния, бишофит, гидроксид магния, оксид магния, сульфат и нитрат магния, сельскохозяйственная¹ в сети. Особое место занимают жидкие и гранулированные комплексные удобрения, содержащие кальций и магний. При этом коэффициент воздействия питательных веществ жидких удобрений на растения очень высок, что экономически эффективно даже в условиях засухи и недостатка водных ресурсов. Большое значение имеет разработка научных и технологических основ получения этого типа химических соединений.

В мире минерал доломит перерабатывают различными способами. Проводится ряд научных и практических исследований по получению солей кальция и магния, удобрений с различными питательными элементами и разработке технологий их эффективного извлечения. В этом отношении, разработка технологии переработки доломита минеральными кислотами в гидроксид магния и оксид магния, обработка оборотного раствора, из которого отделяется магний, отделение гипса и переработка сернокислой вытяжки, содержащей сернокислый магний, с флатационной солью хлорида калия с получением сульфата калия, доломита в смесь минеральных кислот, сульфата и получение жидких и кристаллических нитрата магния и бишофита путём разложения селитрой и серной и соляной кислотами особое внимание уделяется производству в промышленных масштабах.

В нашей республике путём переработки магнийсодержащего сырья химическая промышленность производит соединения магния и кальция, достигаются определенные научные и практические результаты. В новой стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы «Увеличение объёмов производства промышленной продукции путём продолжения промышленной политики, направленной на обеспечение стабильности национальной экономики и увеличение доли промышленности в валовом внутреннем продукте»³ определены важные задачи, на решение которых направлена деятельность. В связи с этим доломит перерабатывают на гидроксид и оксид магния, оборотные растворы для получения жидких и гранулированных азотно-кальциевых удобрений, разложение доломита серной кислотой, серной и азотной кислотами, серной и соляной кислотами, а также соединения магния - нитрат магния, сульфат и хлоридов производство жидких и кристаллических солей и сульфата калия и строительного гипса, а также технология производства сульфата калия и хлорида магния конверсией сульфата магния хлоридом калия.

Постановления Президента Республики Узбекистан ПФ-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы», PQ-4265 от 3 апреля 2019 года «Меры по дальнейшему реформированию

химической промышленности и повышению ее инвестиционная привлекательность» о мерах» от 28 декабря 2020 года PQ-4937 «О мерах по реализации инвестиционной программы Республики Узбекистан на 2021-2023 годы» от 13 февраля 2021 года PQ-4992 «Дальнейшее реформирование предприятий химической промышленности и Финансовое. Настоящее диссертационное исследование служит в определенной степени выполнению задач, определенных в решениях «О мерах по развитию санитарии, производства химической продукции с высокой добавленной стоимостью» и нормативных правовых документах, связанных с этой деятельностью.

Соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий в республике. Данные исследования проводились в соответствии с VII приоритетным направлением развития науки и техники в республике «Химические технологии и нанотехнологии».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации².

Научные исследования, направленные на переработку рассолов, морской воды и природных пластов в поваренную соль, бишофит, оксид магния, сульфаты натрия и калия, проводятся ведущими мировыми научными центрами и высшими учебными заведениями, в том числе US Magnesium LLC и Mineral Research Development (США), Israil Chemicals Limited ICL и Dead Sea Magnesium Ltd (Израиль), SDIC Xinjiang Luobopo Potash Co Ltd., Jinzhou Huacheng Magnesium Company и Weifang Bell Chemical Co Ltd (Китай), Rima Industrial (Бразилия), Magnochrom (Сербия), POSCO (Южная Корея), ИБ «Карабогазсульфат» (Туркменистан), Харьковский политехнический институт (Украина), РКТУ им. Менделеева и Институт прикладных исследований Республики Башкортостан (Россия), Ташкентский химико-технологический институт и Институт общей и неорганической химии (Узбекистан).

Ряд научных результатов был получен в результате всемирных исследований по смешанной озерной, морской воде и обработке рассола, в том числе: рассол Большого Солёного озера Юты и солнечный бассейн с рассолом Мертвого моря - научная основа получения бишофита путем выпаривания с использованием испарительного и вакуумно-испарительного оборудования. Созданы (Great Salt Lake Minerals Corp, Kaiser Refractories and US Magnesium LLC, США, Dead Sea Magnesium Ltd, Израиль); Разработан метод получения гидроксида и оксида магния путем смешивания морской воды с обожженным доломитом или известью или путем аммонификации смеси рапы озера Сиваш и волгоградского бишофита (South Bay Salt Works Chula Vista, США и Jinzhou Huacheng Magnesium Company, Китай, «Бром ОАО, Украина, ИЧБ «Каустик», Россия); Первичный (металлический) магний, титановый сплав и сталь производились путем глубокой переработки соленых озер и морской воды (Rima Industrial Brazil; Magnochrome, Сербия; POSCO, Южная Корея; Chaoyang Jinda Titanium Co. Ltd, Китай); Мирабилит, эпсомит и бишофит добывались из верхних и нижних водоносных горизонтов залива Кора-Богаз-Гол («Карабогазсульфат» ИБ, Туркменистан); разработаны способы переработки кальцинированной соды на хлориды

кальция и натрия, углекислый газ и оксид кальция, цементную добавку, дефолиант и почвенное вяжущее (Sterlitamak “Soda”, “Lisichan soda”, Россия, Украина и Ташкентский химико-технологический институт и институт общей неорганической химии).

Серия чистых солей сульфата натрия и калия, бикарбоната натрия, ведутся исследования по следующим приоритетным направлениям получения чистых солей хлоридов натрия и магния, в том числе: озерный рапа и смешанные соли—является комплексным физико-химическим определить характеристики; разработать способ очистки их от присадок; переработка рафинированного рапа в бишофит и гидроксид магния; создание комплексной технологии переработки сульфатно-хлоридной соли в сульфат и хлорид натрия, оксид магния; переработка отходов содового производства в целевую продукцию.

Степень изученности проблемы. Источники магнийсодержащего сырья в научно-технической литературе и патентах. Широко освещены способы получения переработанного гидроксида магния, нитрата магния, сульфата магния, хлорида магния и солей сернокислого калия, а также строительного гипса. В связи с этим Л.Т. Герберт, С.С.Ланьи, Р. Слинксиене, К. Джеймс, Г. Панайотова, Х. Трэвис, Б. Исследования проводили Марион, В.Н. Мищенко, А. Г. Степченко, О. Б. Дормешкин и другие ученые.

В Узбекистане под руководством М. Н. Набиева сформировалась крупная научная школа по развитию технологии минеральных удобрений и проведен ряд научных исследований в этом направлении. Среди них Б.М. Беглов, Ш.С. Намазов, С. Тохтаев, А.М. Амирова, Х.Ч. Мирзакулов, Р.Р. Тожиев, А.М. Реймов, Д.А. Эргашев, С.М. Тоджиев и другие ученые подробно изучили процессы соляно- и фосфорнокислотного разложения различных доломитов Узбекистана.

В научно-технической литературе содержатся геолого-минералогические сведения о количестве доломитов в различных доломитовых месторождениях Узбекистана, описаны запасы и возможности их кислотной переработки. Хотя возможно получение различных концентрированных фосфорсодержащих удобрений и дефолиантов на основе солей кальция и магния, доломит получают ступенчатым разложением сырья азотной кислотой, серной кислотой, смесями серной и азотной кислот, смесями серной и соляной кислот. Кислоты - гидроксид магния, нитрат магния, сульфат магния, хлорид магния, соли сернокислого калия, а также строительные штукатурки и научно-технологические аспекты производства алебаstra на их основе, а также переработки кислых циркуляционных растворов детально не изучены.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.

Диссертационное исследование в соответствии с планом научно-исследовательских работ Ташкентского химико-технологического института ИД-2-003 - «Разработка экспериментальных испытаний по производству хлорида натрия, сульфата натрия, хлорида магния и оксида магния из рапы

озер Караумбет и Борсакельмас» (2009-2010 гг.) проводилось в рамках инновационного проекта.

Целью исследования Разработка технологии переработки Дехканабадского доломитового сырья с помощью минеральных кислот, получения магнийсодержащих соединений и получения жидких и гранулированных азотно-кальциевых и азотно-кальциево-магниевых удобрений.

Задачи исследования:

Дехканабадский рудник доломит исследование химического состава; приемлемый технологический процесс разложения доломита минеральными кислотами (HNO_3 , H_2SO_4 , HCl) соизучить показатели;

В процессе разложения доломита минеральными кислотами уменьшение образующейся пены под воздействием «ПАА-геля и Структола СБ 2195»;

изучить влияние процесса нейтрализации разбавленного раствора азотной кислоты газообразным аммиаком на степень осаждения и химический состав гидроксида магния;

создание оптимальных условий получения жидких и гранулированных азотно-кальциевых, азотно-кальциево-магниевых и магниевых удобрений путем переработки оборотного раствора карбамидом и аммиачной селитрой;

изучение процесса получения сульфата калия и хлорида магния (бишофита) конверсией раствора сернокислого магния и солей хлорида калия.

Доломитовое сырье Дехканабадского рудника разработка материального баланса и технологической схемы производства соединений магния - солей $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, MgSO_4 , MgCl_2 и K_2SO_4 , а также строительных штукатурок и алебаstra, а также выполнение технико-экономических расчетов;

Комплексная переработка доломита Дехканабадского месторождения минеральными кислотами, соединения магния и соль K_2SO_4 , строительный гипс, алебастр, и циркулирующий раствор тот производство жидких и гранулированных азотно-кальциевых и магниевых удобрений на основе карбамида или аммиачной селитры в опытно-промышленных условиях.

Как объект исследования Доломит Дехканабадского месторождения, азотная кислота, серная кислота, соляная кислота, «ПАА-гель и Структол СБ 2195», оборотные растворы, образующиеся при производстве гидроксида магния. Получены нитрат магния, сульфат магния, сернокислый калий и строительный гипс.

Предметом исследования Комплексная переработка доломита Дехканабадского рудника минеральными кислотами разработка технологии производства гидроксида магния, нитрата магния, сульфата магния, хлорида магния и сернокислого калия, строительного гипса, алебаstra, жидких и гранулированных азотно-кальциевых и магниевых удобрений.

Методы исследования. В диссертационной работе использованы химические, фотоколориметрические, титриметрические, комплексометрические, гравиметрические и физико-химические,

радиографические, ИК-спектроскопические, сканирующая электронная микроскопия и статистические методы обработки экспериментальных данных.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработана гибкая и эффективная технология переработки доломита Дехканабадского месторождения минеральными кислотами;

извлечён гидроксида магния путём разложением доломита азотной кислотой и аммонизацией газообразным аммиаком;

разработана гибкая технология получения жидких азотно-кальциевых и магниевых и гранулированных азотно-кальциевых удобрений путем использования оборотных растворов, образующихся при комплексной переработке доломита Дехканабадского рудника HNO_3 с получением $\text{Mg}(\text{OH})_2$;

для засоленных почв разработаны способы получения гидроксида магния при комплексной переработке доломитового сырья Дехканабадского рудника, жидких и гранулированных азотно-кальциевых и магниевых удобрений из оборотного раствора;

определено влияние ПНВ («ПАА-гель» и «Структол СБ 2195») на скорость пенообразования и скорость фильтрации при разложении доломитового сырья минеральными кислотами;

определено влияние технологических параметров на процесс расщепления доломита серной кислотой и скорость фильтрации, химический и солевой состав твердой и жидкой фаз, разделённых фильтрованием кислой пульпы с серной кислотой;

разработана технологическая схема процесса получения сульфата калия и хлоридов магния конверсией раствора сульфата магния и солей хлорида калия.

определены влияние технологических параметров на скорость фильтрации жидких и кристаллизованных соединений магния и строительного гипса при разложении доломита смесью сульфата и нитрата, а также серной и соляной кислот, а также химический и солевой состав разделяемых твёрдой и жидкой фаз.

Практические результаты исследования. Определены оптимальные условия получения соединений магния и соли K_2SO_4 , а также жидких и гранулированных азотно-кальциевых и магниевых удобрений путем разложения доломита минеральными кислотами;

Комплексный эффект обработки доломита минеральными кислотами с получением соединений магния и солей K_2SO_4 и строительного гипса и одновременно с получением жидких и гранулированных азотно-кальциевых и магниевых удобрений;

В АО Дехканабадском калийном заводе на основе доломитовых сырья разработаны технология получения минеральных удобрений магниевых соединений - $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, MgSO_4 , MgCl_2 , K_2SO_4 и строительные гипсы, жидких и гранулированных азотно-кальциевых, магниевых удобрений.

Достоверность результатов исследования. Также предложены

результаты современных химических и физико-химических анализов соединения магния, жидкие и гранулированные азотно-кальциевые и магниевые удобрения. Лабораторные эксперименты подтверждено тестированием на модельных устройствах АО «Дехканабадском калийном заводе».

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследований заключается в производстве химической продукции, способной заменить импорт из Дехканабадского рудника доломита - соединений магния - солей $Mg(OH)_2$, $Mg(NO_3)_2$, $MgSO_4$, $MgCl_2$ и K_2SO_4 , строительного гипса, а также жидких и гранулированных азотно-кальциевых и определена научная основа получения магниевых удобрений. Это объясняется созданием научных основ получения гидроксида магния путем нейтрализации раствора доломита, разложенного азотной кислотой, газообразным аммиаком и получения сульфата калия путем конверсии раствора сернокислого магния и солей хлорида калия.

Практическая значимость результатов исследования соединений магния из доломитового сырья Дехканабадского рудника - $Mg(OH)_2$, $Mg(NO_3)_2$, $MgSO_4$, $MgCl_2$ и K_2SO_4 , а также технология производства строительного гипса и переработки оборотного раствора в жидкие и гранулированные удобрения. Установка на базе комплексной переработки доломитового сырья служит для производства соединений магния для нужд страны, а также жидких и гранулированных азотно-кальциевых и магниевых удобрений, эффективных для засоленных почв.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов разработанный технология получения жидких азотно-кальциевых и азотно-кальциево-магниевых и гранулированных азотно-кальциевых удобрений от комплексной переработки доломита Дехканабадского рудника минеральными кислотами, соединениями магния, солью K_2SO_4 , строительным гипсом, алебастром и полученным оборотным раствором;

Комплексная переработка доломитового сырья в присутствии азотной кислоты с получением гидроксида магния и жидких и гранулированных азотно-кальциевых и магниевых удобрений внедрено на практике на АО «Дехканабадском калийном заводе» включен в перечень перспективных разработок для внедрения в практику на 2024-2030 годы (справка № 02-1/3450 от 26 июля 2024 года АО «Дехканабадский калийный завод»). В результате комплексная переработка доломитов позволила получить продукцию, содержащую гидроксид и нитрат магния, количество которых составляет не менее 98,2 %;

Технология получения сульфата калия и хлорида магния переработкой доломита в присутствии серной кислоты в раствор сернокислого магния и химически осажденный гипс, концентрированный раствор сернокислого магния путем выпаривания и кристаллизации солей сернокислого магния, а также переработкой раствора сернокислого магния в наличие хлорида калия

внедрено в центральной лаборатории АО «Дехканабадский калийный завод» включен в перечень перспективных разработок для внедрения в практику на 2024-2030 годы (Справка № 02-1/3450 от 26 июля 2024 года АО «Дехканабадский калийный завод»). В результате можно получать соли $MgSO_4$, $MgCl_2$ и K_2SO_4 и строительный гипс для сельского хозяйства и строительства;

комплексная ступенчатая обработка доломита азотной и сульфатом, соляной и серной кислотами с получением раствора нитрата магния, хлорида магния и химически осаждённого гипса прошёл испытания в центральной лаборатории АО «Дехканабадского калийного завода» включен в перечень перспективных разработок для внедрения в практику на 2024-2030 годы (Справка № 02-1/3450 от 26 июля 2024 года АО «Дехканабадский калийный завод»). В результате можно получить эффективные нитрат магния, сульфат магния, удобрения, дефолиант и строительный гипс для сельскохозяйственных засоленных земель.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были доложены и обсуждены на 4 международных и 17 республиканских научно-практических конференциях и совещаниях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 34 научных работ. Из них 13 научных статей, в том числе 6 в республиканских и 7 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объем диссертации составляет 200 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, охарактеризованы цель и задачи, объекты и предметы исследования, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследований, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыты теоретическая и практическая значимость результатов диссертации, сделаны выводы о перспективах внедрения в практику полученных результатов и даны сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

Диссертация «**Литературный обзор. Современное состояние комплексной переработки доломита минеральными кислотами.**» В **первой главе**, озаглавленной, дан обзор литературы, дана характеристика сырьевых ресурсов доломита, современное состояние и будущее сырьевых источников, а также сведения о методах его переработки минеральными

кислотами. Проведены исследования научно-технической и патентной литературы, физико-химических систем, основанных на возможности получения соединений магния и жидких азотно-кальциевых и магниевых удобрений. Проанализированы научные сборники и патентные материалы, посвященные получению оксида магния, гидроксида магния, жидких и гранулированных азотно-кальциевых и магниевых удобрений.

По результатам анализа опубликованных работ были определены цели и задачи исследования.

Диссертация «**Исследование влияния технологических параметров на процесс разложения доломита азотной кислотой.**» Во второй главе представлены результаты определения оптимальных технологических параметров разложения доломита Дехканабадского рудника азотной кислотой. Для исследования была взята проба двух разных составов (масс. %) из доломитового месторождения в Дехканабадском районе: СаО - 37,55; MgO - 13,57; SO₂ - 44,43; например - 0,56 и СаО - 33,06; MgO - 16,82; SO₂ - 45,20; например - 0,65.

В связи с высоким содержанием монооксида углерода в доломитах Дехканабадского рудника изучено влияние продолжительности процесса разложения и скорости вращения мешалок при образовании пены. Исследования проводили при температуре 25 °С, в цилиндрическом стеклянном реакторе, оснащенный механической мешалкой, с 40 % азотной кислотой (100 % стандарт для разложения доломита азотной кислотой).

Также скорость пенообразования определяется по формуле, дающей отношение объема пены (V_k) к объему жидкости (V_c).

$$K_n = \frac{V_k}{V_c} = \frac{(V_g + V_c)}{V_c}$$

Здесь V_g – объем газа в пене.

Скорость мешалки 750 об/мин. - от 1000 об/мин. - при увеличении скорость пенообразования быстро снижается, а максимальная скорость наблюдается через 15-25 секунд. По мере увеличения скорости вращения мешалок частота вспенивания снижается максимум до 1,269 раз, а время тратится за 10 секунд. Устойчивость пены не превышает 60 секунд. Одним из относительно эффективных способов снижения пенообразования является доломит, который разлагается под воздействием азотной кислоты. Это снижает коэффициент пенообразования до 1,3-2,0 и гарантирует, что технологический процесс не сложен и работает нормально.

С целью определения кинетических параметров процесса разложения доломита Дехканабадского рудника с содержанием 40, 50 и 57 % азотной кислоты при 100 % стехиометрической скорости изучено влияние продолжительности процесса и температуры. Проведенные эксперименты проводились при температурах 10, 20, 30, 40 и 50 °С. Степень разложения доломита определяли по количеству оксидов кальция и магния в жидкой фазе.

На основании полученных результатов рассчитаны константа скорости реакции и энергия активации разложения доломита азотной кислотой.

Константа скорости реакции разложения зависит от температуры, подчиняется уравнению С. Аррениуса и выражается следующим эмпирическим уравнением: при концентрации азотной кислоты 40 %

$$K = 29,50 \cdot e^{-\frac{938,2}{T}}; 50\% - K = 32,13 \cdot e^{-\frac{1025,8}{T}} \text{ и } 57\% - K = 33,94 \cdot e^{-\frac{1201,3}{T}}.$$

Изучен процесс разложения доломита Дехканабадского рудника 40 % азотной кислотой при температуре 40 °С и в течение 30 минут. В таблице 1 представлены результаты влияния стандарта азотной кислоты на химический состав жидкой фазы при разложении доломита Дехканабадского рудника.

Таблица 1

Влияние стандартов 40 % азотной кислоты на отслеживание химических веществ в жидкой фазе

№	Норма, %	Химический состав жидкой фазы, масс. %					Ж:Т
		CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	NO ₃ ⁻	
1	100	9,80	3,59	0,021	0,073	33,70	233,55
2	105	9,40	3,44	0,021	0,071	33,94	243,56
3	110	9,03	3,31	0,020	0,069	34,16	253,56
4	120	8,37	3,07	0,019	0,065	34,52	273,57
5	130	7,80	2,86	0,018	0,061	34,85	293,58
6	140	7,30	2,68	0,017	0,057	35,13	313,59
7	150	6,87	2,52	0,018	0,054	35,36	333,60

Как видно из данных таблицы, в результате увеличения нормы азотной кислоты количество доломитовых компонентов в растворе также уменьшается: количество NO₃⁻ увеличивается с 33,70 % до 35,36 %, а q:s достигает 333,60. Максимальное количество оксида магния 3,59 % наблюдается в 100 % норме 40 %-ной азотной кислоты. Количество оксида кальция составляет 9,80 %, оксида железа — 0,021 %, оксида алюминия - 0,073 %.

Основными компонентами твердой фазы являются соединения Ca, Mg, Fe и Al. Количество оксида магния составляет 1,719-0,181 %, количество оксида кальция - 38,05-40,80 %. Соединения магния, кальция, железа и алюминия, обладающие хорошей растворимостью, плохо растворимы в азотной кислоте. В технологическом процессе при температуре 40 °С, концентрации азотной кислоты 40 %, продолжительности времени 30 минут и стехиометрической норме 100 % достигнуты оптимальные условия процесса разложения.

По этим параметрам степень отделения оксида магния очень высока, она не зависит от нее при норме азотной кислоты выше 100 % и составляет 99,81-99,98 %. Степень конверсии оксида кальция составляет 98,37-98,48, оксида железа - 38,30-46,60 %, оксида алюминия - 75,00-79,38 %, что составляет 100% для извлечения магния из раствора азотной кислоты.

Изучено влияние температуры и продолжительности процесса на состав жидкой фазы при разложении дехканабадского доломита 40 % азотной кислотой при 110 % стехиометрической скорости. Полученные результаты

исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2

Влияние температуры и продолжительности процесса на состав жидкой фазы при разложении доломита при 110 % стехиометрической скорости 40 % азотной кислоты

№	Температура, °С	Время, мин	Химический состав жидкой фазы, масс. %, Ж:Т					
			CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	NO ₃	Ж:Т
1	20	10	8,76	3,31	0,011	0,069	34,16	253,56
2	20	20	8,87	3,31	0,014	0,071	34,16	252,91
3	20	30	8,96	3,31	0,017	0,075	34,16	252,42
4	20	40	9,02	3,31	0,021	0,081	34,16	252,04
5	20	60	9,07	3,31	0,028	0,092	34,16	251,66
6	40	10	8,86	3,31	0,016	0,073	34,16	252,96
7	40	20	8,95	3,31	0,018	0,074	34,16	252,47
8	40	30	9,03	3,31	0,021	0,07	34,16	252,04
9	40	40	9,09	3,31	0,024	0,073	34,16	251,66
10	40	60	9,13	3,32	0,030	0,082	34,16	251,33
11	60	10	8,90	3,31	0,016	0,065	34,16	252,80
12	60	20	9,03	3,31	0,018	0,065	34,16	252,09
13	60	30	9,09	3,31	0,021	0,069	34,16	251,71
14	60	40	9,12	3,32	0,024	0,074	34,16	251,44
15	60	60	9,14	3,32	0,030	0,082	34,16	251,28

Продолжительность процесса и температура практически не оказывают отрицательного влияния на степень выделения магния. Продолжительность процесса мало влияет на уровень высвобождения кальция. Увеличение продолжительности процесса с 10 до 60 минут при температуре 20 °С увеличивает степень разделения до 3,28 %, при температуре 40 °С - до 2,94%, а при температуре 60 °С - до 2,64 %. Существенное влияние продолжительности процесса наблюдается при выделении соединений железа и алюминия из состава раствора.

При стехиометрической норме доломита 110 % продолжительность процесса составляет 30 минут, изменение температуры от 20 до 60 °С при разложении доломита 40 % азотной кислотой не влияет на химический состав жидкой фазы. Количество оксида магния составляет 3,31 % независимо от температуры процесса разложения.

Химический состав твердой фазы приводит к уменьшению количества основных компонентов при стехиометрическом соотношении 110 % и продолжительности процесса 30 минут при разложении 40 % азотной кислотой. Количество оксидов магния, железа и алюминия снижается до 0,226 %, 1,09 % и 0,80 % соответственно, а количество оксида кальция снижается с 45,72 % до 25,50 %.

Стадия разделения жидкой и твердой фаз является лимитирующей стадией разложения фосфоритов и других кальцийсодержащих минералов азотной кислотой. Поэтому на следующих этапах исследований были изучены процессы разделения продуктов, полученных при разложении

доломита азотной кислотой, методами отстаивания, осаждения и фильтрации.

В ходе исследований было установлено, что нераспавшиеся частицы доломитового содержания быстро оседали, и через 3 минуты скорость седиментации достигала 100 %. За 100 секунд скорость погружения достигает 98 %.

Мелкие частицы суспензии, образующиеся при разложении доломита 40 % азотной кислотой, отличаются от крупных частиц доломита и оседают медленно, а степень растворения достигает 86,83 % через 120 минут.

С целью ускорения разделения жидкой и твердой фаз изучены температура и влияние на скорость фильтрации продуктов, образующихся при разложении доломита 40 % азотной кислотой (табл. 3).

Таблица 3

Влияние технологических параметров на скорость фильтрации после разложения (водяной насос, вакуум 300 мм. провод. выше)

№	Норма HNO ₃	Температура, °С	Скорость фильтрации, кг/м ² ·с		
			По пульпы	По твердой фазе	По фильтрату
R = 0 мм					
1	100	20	770,75	3,79	766,96
		40	1107,88	5,44	1102,44
		60	1190,79	5,85	1184,94
3	110	20	820,42	3,73	816,69
		40	1179,30	5,36	1173,94
		60	1267,52	5,77	1261,75
R = 0,1 мм					
4	100	20	184,42	0,91	183,51
		40	300,56	1,48	299,08
		60	349,57	1,72	347,85
6	110	20	191,82	0,87	190,95
		40	319,93	1,46	318,47
		60	372,10	1,69	370,41

При повышении температуры осадка от 20 до 60 °С скорость фильтрации осадка, содержание фильтрата и влажной твердой фазы увеличиваются. При этом скорость перколяции увеличивается с 770,75 кг/м²·с при температуре 20 °С до 1190,79 кг/м²·с при температуре 60 °С.

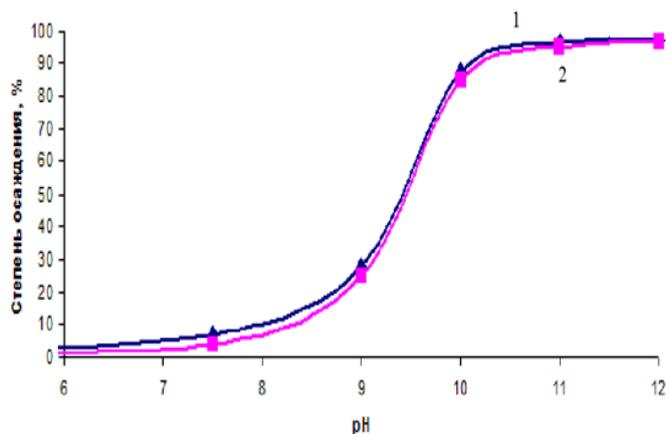
Увеличение стандартной азотной кислоты со 100 % до 110 % немного увеличивает скорость фильтрации. Так, скорость фильтрации жидкой фазы при температуре 60 °С увеличивается с 1184,94 кг/м²·с при стехиометрическом соотношении 105 % до 1261,75 кг/м²·с при стехиометрическом соотношении 110 %.

В третьей главе «Исследование сложного процесса переработки азотнокислого экстракта на соединения магния, жидкие и гранулированные простые и сложные удобрения» проводится нейтрализация разбавленных растворов азотной кислоты аммиаком, выделение гидроксида магния, а также жидких и гранулированных циркуляционных растворов, образующихся при разложении доломита

представлены результаты научных исследований по переработке азотно-кальциевых удобрений.

Из рисунка 1 видно, что степень размагничивания не превышает 3-7 % при нейтрализации раствора газообразным аммиаком до pH 7,5-8. При дальнейшей нейтрализации раствора при достижении значения pH 10 выпадает в осадок 85-87,5 % гидроксида магния, а при достижении значения pH 10,5-11,0 - 96,52-97,22 %.

С увеличением коэффициента азотной кислоты увеличивается также скорость фильтрации



раствора и сухого остатка - гидроксида магния, и при коэффициенте азотной кислоты 100 % ее значение равно 890,21 и 181,80 кг/м²·с. С повышением температуры сгустка увеличивается и скорость фильтрации, что объясняется уменьшением вязкости сгустка.

Рисунок 1. Влияние pH на скорость осаждения магния: 1 – норма азотной кислоты 100, 2 – 110%.

Таким образом, с точки зрения скорости фильтрации процесс разделения должен проводиться при

относительно высокой температуре. Оптимальная температура 50 - 60 °С. Из-за высокой вязкости суспензии извлечение гидроксида магния отстаивания не изучалось.

Благодаря высокой скорости центрифугирования при разделении фаз было изучено влияние увеличения времени центрифугирования на соотношение ж:т. Процесс разделения фаз центрифугированием происходит достаточно быстро. Относительно быстрый процесс центрифугирования происходит в течение первых 6 минут. Таким образом, через 6 минут количество тромбов составляет 91,86 %, через 10 минут - 95,66 % и через 15 минут - 97,15 %.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что процессы фильтрации и центрифугирования являются одними из наиболее подходящих методов отделения осадков гидроксида магния. Гидроксид магния, полученный при соответствующих технологических параметрах, сушили при температуре 100-110 °С до изменения массы и анализировали рентгеноструктурным и термограммным методами.

Для определения температуры горения гидроксида магния была получена его производная. Ведь чтобы получить гидроксид магния, его необходимо обжечь при температуре не ниже 410 °С. Процесс начинается при 315,3 °С, заканчивается при 410 °С, а максимальная потеря влаги составляет

3 % в минуту. Для потери 30,875 % влаги при указанной скорости разложения потребовалось менее 11 минут.

На рентгенограммах наблюдались характерные для гидроксида магния пики при 2,36919, 4,79496, 1,57409, 1,79675, 1,49502 Å.

Исследования по получению гидроксида магния проводились при температурах 400-800 °С и продолжительности процесса от 15 до 180 минут. Было замечено, что количество оксида магния увеличилось до 56,62 %, а количество гидроксида магния увеличилось до 93,10 % при температуре 800 °С. Увеличение времени прокаливания при 500 °С увеличивает содержание оксида магния до 82,86 % в течение 1 часа и 84,60 % в течение 3 часов. Оптимальными условиями получения оксида магния являются время прокаливания не менее 2 часов и температура 700-800 °С.

Полученные результаты по разложению доломита азотной кислотой, отделению нерастворимых осадков, нейтрализации закаленного раствора газообразным аммиаком до доведения рН до 10,5-11, осаждению и отделению осадков, научные исследования Дехканабада послужили основой для разработки технологии извлечения гидроксида магния из шахтного доломита.

Технология получения гидроксида магния состоит из следующих стадий: разложение доломита азотной кислотой; отфильтровывание нерастворимых осадков; нейтрализация закаленного раствора газообразным аммиаком; включает процессы отделения гидроксида магния, промывки и сушки.

Раствор, из которого выделяют гидроксид магния, образует обратный раствор, содержащий нитрат магния за счет нитратов аммония и кальция и до 0,50 % оксида магния. Эти растворы содержат 13,59-15,40 % общего азота и могут использоваться также в качестве жидких азотно-кальциевых удобрений.

В таблице 4 представлен химический состав жидкой фазы с рН 10,5-11 и стандартом 40 % азотной кислоты после экстракции гидроксидом магния.

В связи с тем, что низкое содержание азота в обратных растворах, образующихся при производстве гидроксида магния, приводит к увеличению транспортных затрат, использовать их непосредственно в качестве жидких азотно-кальциевых удобрений экономически нецелесообразно. С целью увеличения количества азота в удобрениях проведены научно-исследовательские эксперименты по получению жидких NCaMg-удобрений путем добавления аммиачной селитры. С увеличением количества добавляемой аммиачной селитры количество нитратов кальция и магния уменьшается по определенному закону, а количество аммиачной селитры увеличивается.

Так, без глубокой нейтрализации разделяемых растворов азотной кислотой (рН = 7,5-8,0) и добавлением аммиачной селитры в нем содержится до 18,61 % N, содержание которого составляет не менее 4,17 % CaO и жидкий азот-кальций-магниевый. можно получить удобрения с содержанием MgO не менее 1,34 %.

Таблица 4

Влияние стехиометрических параметров HNO_3 на химический состав аммонизированной жидкой фазы после экстракции $\text{Mg}(\text{OH})_2$ до pH 10,5-11.

Норма $\text{HNO}_3\%$	Химический состав жидкой фазы, масс. %					
	CaO	MgO	Al_2O_3	N_{NH_3}	N_{NO_3}	$\text{N}_{\text{ум}}$
100	7,49	0,00	0,080	8,14	7,26	15,40
105	7,19	0,00	0,079	8,03	7,24	15,27
110	6,87	0,00	0,079	7,91	7,19	15,10
115	6,53	0,05	0,079	7,76	7,11	14,87
120	6,21	0,24	0,076	7,66	7,05	14,71
125	5,88	0,37	0,073	7,54	6,96	14,50
130	5,58	0,45	0,069	7,42	6,88	14,30
135	5,36	0,50	0,065	7,32	6,83	14,16
140	5,15	0,50	0,062	7,22	6,78	14,00
145	4,95	0,48	0,059	7,12	6,72	13,84
150	4,70	0,43	0,056	6,99	6,60	13,59

Поэтому дальнейшие исследования были сосредоточены на использовании растворов, которые можно добавлять в качестве добавки к аммиачной селитре и производить в больших количествах. Аммиачно-кальциевую селитру можно получить добавлением к аммиачной селитре аммиачных азотно-кальциевых и азотно-кальциево-магниевых растворов. В качестве добавки к аммиачной селитре доломит разлагали и закачивали в стехиометрическом соотношении и использовали растворы, содержащие 12,32 % нитрата магния, 18,33 % нитрата кальция и 14,22 % нитрата аммония, нейтрализованные до pH=8. Также использовали растворы, полученные в результате разделения гидроксида магния, содержащие 0,63 % нитрата магния, 17,84 % нитрата кальция и 26,67 % нитрата аммония, pH=11.

Для определения содержания аммиачно-кальциевой селитры отбирались пробы АКС путем смешивания раствора аммиачно-кальциевой селитры и продуктов разложения доломита. В раствор с pH = 8 вводили в соотношении от 1:0,2 до 1:1 нитрат аммония:добавка. В результате содержание общего азота снизилось с 34,0 % до 31,32 %, нитратного азота 17,50-17,55 %, аммонийного азота 16,50-13,78 %, содержания оксида кальция 1,15-4, колеблется до 32 %. Количество оксида магния при включении в состав добавок, сохраняющих магний, составляло 0,62-3,31 %.

При введении добавок в растворы с pH=11 в соотношении от 1:0,2 до 1:1 количество нитратного азота снижается с 17,51 % до 17,44%, а количество аммонийного азота снижается с 16,93 % до 15,26 %. , общий азот снижается с 34,44 % до 32,70 %, а содержание оксида кальция увеличивается с 1,12 % до 4,20 %.

На рисунке 2 представлена принципиальная технологическая схема получения гидроксида магния, жидких азотно-кальциево-магниевых (ЖАКМУ) и азотно-кальциевых удобрений (ЖАКУ), а также гранулированной кальциевой селитры и аммиачно-кальциевой селитры (АКС) из доломита.

Проведены исследования получения гранулированной нитрата кальция из аммонизированных растворов, образующихся при разложении доломита при pH 7-8.

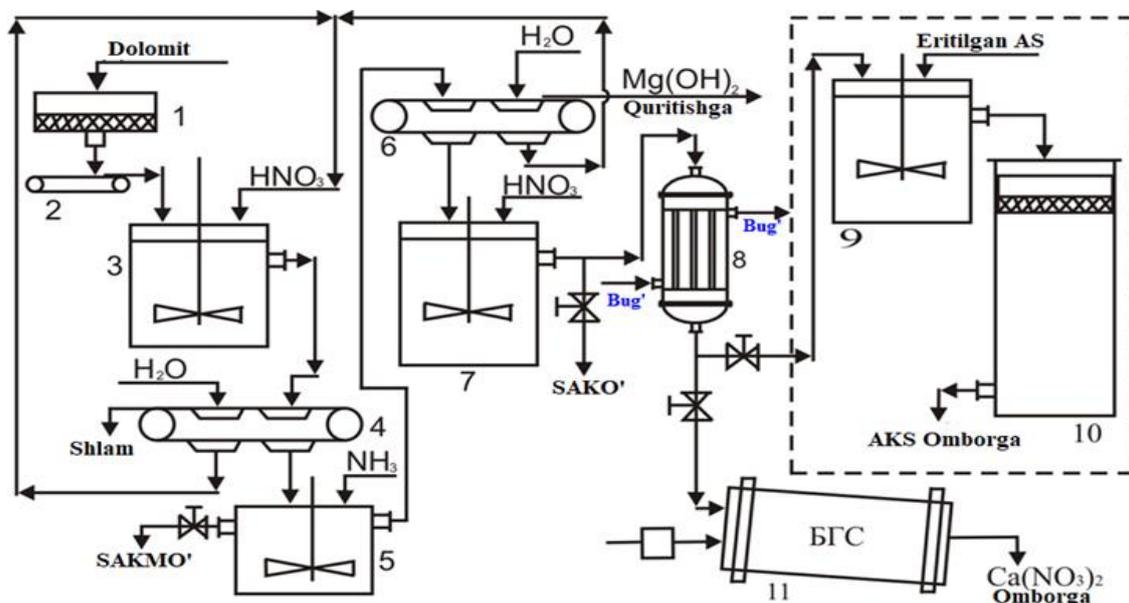


Рис. 2. Основная гибкая, комплексная технологическая схема переработки доломита: 1 – бункер; 2 – дозатор; 3, 5 и 7 – реактор; 4, 6 – фильтры; 8 – испаритель; 9 – мешалка; 10 – парадная башня, 11 – БДК.

Проведенные технико-экономические расчеты свидетельствуют о том, что производство гидроксида магния и жидких азотно-кальциевых удобрений путем комплексной переработки доломита Дехканабадского рудника является высокоэкономичным. При комплексной переработке доломита получается 10 тысяч тонн гидроксида магния и жидких азотно-кальциевых удобрений (172 тысячи тонн жидких удобрений) в год, общая экономическая производительность составляет 39,78 миллиарда долларов. это сум. Оптовая цена гидроксида магния составляет 100 долларов США за тонну.

Диссертация «Исследования по переработке доломита сернокислотным разложением на сульфаты кальция, магния, калия и хлорид магния» В четвертой главе местное доломитовое сырье. H_2SO_4 с концентрациями 20, 30 и 40 % и стандартами 100, 105 и 110 %. При температуре 50 °C и времени 40 минут комплексная переработка Комплексная, научно обоснованная и эффективная технология получения соединений магния - солей $MgSO_4$, $MgCl_2$ и K_2SO_4 и строительного гипса, а также жидких и гранулированных азотно-кальциевых и магниевых удобрений одновременно. Установлены оптимальные условия, оптимальные технологические параметры получения сернокалийных удобрений методом конверсии из раствора $MgSO_4 \cdot 4H_2O$ и флационирования KCl , а также принципиальная технологическая схема производства и расчеты

материального баланса.

Также изучено влияние ППВ (“ПАА-гель и Структол СБ 2195”) на скорость пенообразования и скорость фильтрации, концентрацию кислоты и температуру на процесс разделения кислых пульпы на твердую и жидкую фазы и влияние на реологические свойства пульпы. определяли жидкую фазу. В результате достигнуто увеличение скорости фильтрации и снижение скорости пенообразования (скорости пенообразования).

Дехканабадский рудник проанализирован химический состав жидкой и твердой фаз, разделенных фильтрованием пульпы, полученной при сбраживании доломитового сырья с H_2SO_4 с концентрацией 20, 30 и 40 %, и определены оптимальные условия (5 и 6-таблицы).

5 – Таблица

Химический состав жидкой фазы разложения доломита серной кислотой

№	H_2SO_4 норма.	H_2SO_4 конц.	жидкой фазы химико-минералогический состав., масс. %						
			CaO	MgO	Fe_2O_3	Al_2O_3	SO_4	$CaSO_4$	$MgSO_4$
1	100	20	0,13	3.20	0,044	0,072	11.00	0,32	9,61
2		30	0,18	4.21	0,056	0,096	14.03	0,43	12.63
3		40	0,26	5,97	0,079	0,135	19.33	1,68	17.90
4	105	20	0,14	3.29	0,045	0,074	11.32	0,33	9,88
5		30	0,19	4.34	0,058	0,099	14.52	0,44	13.00
6		40	0,27	6.16	0,081	0,140	19.90	1.17	18.42
7	110	20	0,14	3.38	0,046	0,076	11.63	0,34	10,15
8		30	0,19	4.45	0,060	0,101	14.84	0,46	13.36
9		40	0,27	6.31	0,082	0,143	20.46	0,66	18.93

Из полученных результатов можно сделать вывод, что оптимальные условия отделения MgO от компонентов доломита в жидкую фазу составляют не менее 98 %, концентрация доломитовой серной кислоты 35-40 %, норма 110. %, время процесса разложения 40 минут, температура 55 °С, что подтверждено химическим анализом в лабораторных условиях.

6 – Таблица

Химический состав твердой фазы, полученной при разложении доломита серной кислотой

№	H_2SO_4 норма	H_2SO_4 Конц.	Твердой фазы химико-минералогический состав., масс. %						
			CaO	MgO	Fe_2O_3	Al_2O_3	SO_4	$CaSO_4$	$MgSO_4$
1	100	20	19.84	2,56	0,031	0,051	38,29	48,99	7.29
2		30	25.02	2,77	0,037	0,055	48.30	60,76	8.27
3		40	34.04	3.33	0,046	0,066	65,65	82,68	9,94
4	105	20	18.77	1,74	0,021	0,034	34,43	45,56	5.01
5		30	23.97	1,83	0,025	0,036	43,99	58,21	5.33
6		40	32.15	1,91	0,030	0,037	59.04	78.08	5,70
7	110	20	21.00	1.16	0,015	0,023	36,61	51.10	3,47
8		30	26.60	1.00	0,016	0,019	46.30	64,60	3.00
9		40	36,18	0,73	0,019	0,012	62,95	87,86	2.18

Плотность пены доломитового сырья Дехонабадского месторождения с концентрацией 20 и 40 %, стандарта 110 % H_2SO_4 при температуре 50 °С и

соотношении твердой и жидкой фаз $q:s = 1:3,5$ и $1,8$. Влияние ППВ («ПАА-гель и Структол СБ 2195»), а результаты получены с помощью физико-химических анализов. 3, 4, 5 и 6-показано на картинках. Определено влияние СЗМ на частоту и высоту образования пены при разложении доломита концентрацией 20 и 40 % серной кислоты при 110 % в течение 90 минут.

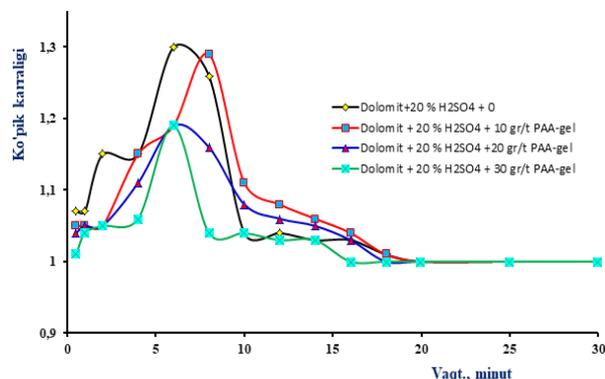


Рис. 3. 20% доломит H_2SO_4 Диаграмма уровня влияния 10, 20 и 30 г/т ППВ («ПАА-гель») на 1 т доломита на пену и плотность пены при обработке

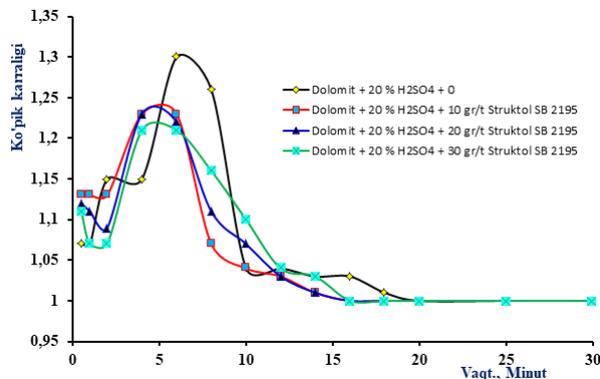


Рис. 4. Диаграмма уровня влияния 10, 20 и 30 г/т ППВ (Структол СБ 2195) на 1 тонну доломита на пену и плотность пены при обработке доломита 20% H_2SO_4 .

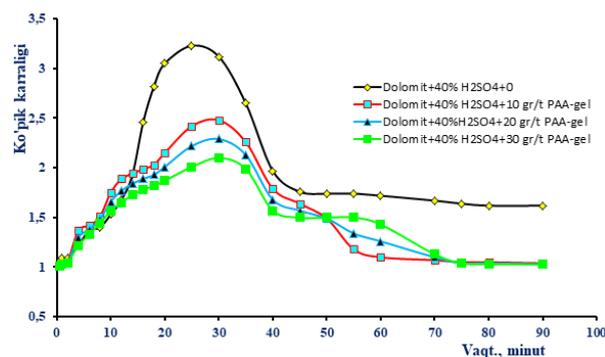


Рисунок 5. 40% доломит H_2SO_4 Диаграмма влияния 10, 20 и 30 г/т ППВ («ПАА-гель») на 1 т доломита на пену и плотность пены при обработке

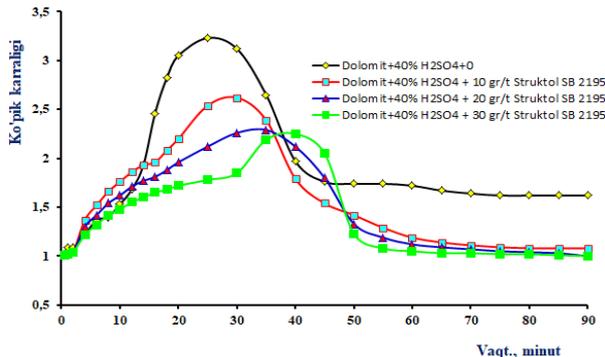


Рисунок 6. 40% доломит H_2SO_4 Диаграмма влияния 10, 20 и 30 г/т ППВ «Структол СБ 2195» на 1 тонну доломита на пену и плотность пены при обработке

Таким образом, по результатам, полученным в результате анализа эксперимента, проведенного на экспериментальной модели устройства в лабораторных условиях, было установлено, что в Дехконабаде добывают доломитовое сырье с концентрацией 20 и 40 % H_2SO_4 для определения плотности и высоты пены в процессе «ПАА-гель и Структол СБ 2195» тот факт, что коэффициент вспенивания ППВ по сравнению с 10 г/т снизился в 1,00 и 1,06 раза, а также в 1,3 и 1,23 раза и снизился до 1,09 и 1,10 раза и 1,41 раза в 20 г/т. При 30 г/т он снизился до в 1,09 и 1,04 раза, это определено на основании влияния технологических параметров и химического анализа.

По результатам исследования с увеличением концентрации кислоты коэффициент разложения доломита также увеличивался и соотношение твердой и жидкой фаз уменьшалось, например: при 100 и 110 % - ном стандарте кислоты соотношение $q:s$ составляло от 1:4,95 до 2,48 и

Определено влияние температуры от 10 до 70 °С и продолжительности времени от 1 до 40 минут на коэффициент разложения, который снизился с 1:3,5 до 1,8 по отношению к общему количеству MgO + CaO.

При этом коэффициент разложения компонентов доломита в расчете на 100-110 % серной кислоты составляет 98,02-99,78 %, что является оптимальным показателем технологии. Дальнейшее увеличение нормы серной кислоты приводит к необоснованному перерасходу кислотного реагента.

Таким образом, из представленных выше данных и диаграммы на рисунке 7 видно, что влияние уровня кислоты и времени на скорость осаждения крупной фракции в каше, где доломит разлагался при 100 и 110 % серной кислоте, определены скорости седиментации крупной фракции и нерастворимого остатка, где скорость седиментации крупной фракции со временем от 1 до 40 минут при 100 % кислотном стандарте составляет 9,66 увеличилась до 93,33 % и составила. Установлено, что в 110 % кислоте она увеличивается до 10,06-97,22 %.

Также определяли скорость разложения кислой пульпы, которую разлагали в течение 40 минут 110 % серной кислотой, 30 % концентрацией доломитового сырья Дехканабадского рудника (рис. 8). Прокисшую пульпу помещали до отметки в стакан с мерной отметкой 100 см³ и определяли процентное содержание путем сравнения высоты покоящейся части каши с высотой опускающейся части каждый час с помощью секундомера.

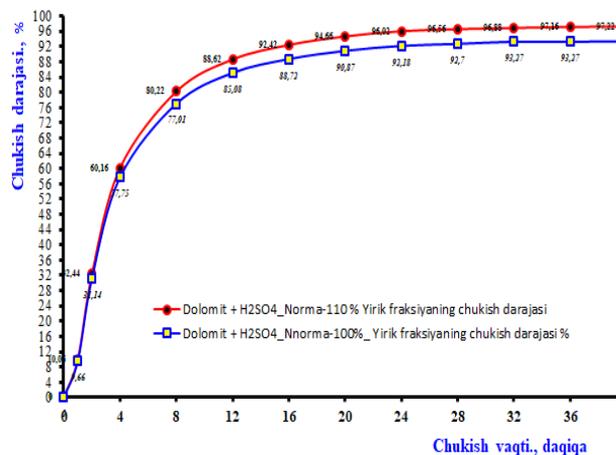


Рис. 7. Степень осаждения крупной фракции в пульпе, где доломит разлагается серной кислотой. (N_{H₂SO₄} – 100 и 110 %; C_{H₂SO₄} – 30 %).

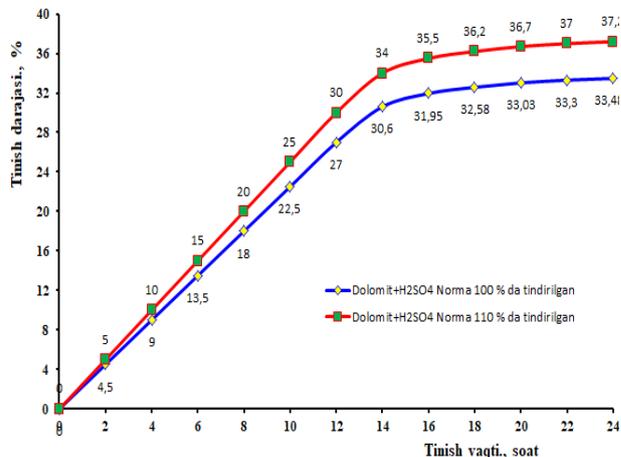


Рис. 8. Доломит расщепляется серной кислотой. (N_{H₂SO₄} – 100 и 110 %; C_{H₂SO₄} – 30 %).

При обработке доломитового сырья серной кислотой концентрация кислоты 20, 30 и 40 %, норма 110 %, соотношения твердой и жидкой фаз 1:3,5, 1:2,8, 1:2,3, 1:2,0 и 1. Определено влияние ППВ (ПАА-гель и Структол СБ-2195) и концентрации кислоты на скорость фильтрации пульпы, полученной в результате сбразивания при температурах 1,8 и 50 °С. Технологические параметры фильтрации кислой пульпы, полученной при обработке доломита серной кислотой при температуре 50 °С и давлении 0,06

МПа или 450 мм.см.ст. 10, 20 и 30 г/т доломитового сырья для процесса фильтрации на фильтровальной бумаге марки синяя лента-ТУ 2642-001-05015242-07 Определено действие «ПАА-гель и Структол СБ-2195».

Таким образом, «ПАА-гель и Структол СБ 2195» Скорость фильтрации ППВ по сравнению с 10-30 г/т увеличилась в 1,51 – 1,66 раза и в 1,55 – 1,58 раза для пульпы, скорость фильтрации в 30 % H₂SO₄ увеличилась в 1,24 – 1,72 раза и в 1,31 – 1,38 раза и 1,01 – 1,83 раза и 1,01 – 1,83 раза в 40 % H₂SO₄. Установлено, что она увеличилась до 10 – 1,21 раза.

7 – Таблица

Пульпа, полученная при разложении доломита серной кислотой, Влияние ППВ на скорость фильтрации(N=110 %; t=50 °С и t=40 мин)

Конст. H ₂ SO ₄ %	ППВ, гр/тонна	Скорость фильтрации каши, кг/м ² ·с (0,06 МПа)			
		По пульпе	По фильтрату (кислая жидкая фаза).	По твердой фазе	по СаО+MgO
20	0	2025.50	1418.30	607,20	162,80
	ПАА-гель				
	10	3066,40	2330.55	735,85	246,50
	20	3210,90	2440,38	770,52	258,10
	30	3355,40	2550.20	805,20	269,70
	«Структол СБ 2195»				
	10	3152,50	2404,80	747,70	253,40
	20	3173,25	2419,85	753,40	255.05
	30	3194,00	2434,90	759,10	256,70
	30	0	2184.00	1386,65	797,35
ПАА-гель					
10		2712.00	1672,17	1039,83	276,89
20		3229,30	1917,72	1311,58	332,71
30		3746,60	2163,27	1583,33	388,52
«Структол СБ 2195»					
10		2861,96	1806,83	1055,13	292,15
20		2936.11	1844,34	1091,77	299,75
30		3010.25	1881,84	1128,41	307,34
40		0	2342,50	1355,00	987,50
	ПАА-гель				
	10	2357,60	1013,80	1343,80	330.06
	20	3328,40	1452,73	1875,67	465,97
	30	4299,20	1891,65	2407,55	601,88
	«Структол СБ 2195»				
	10	2571,43	1208,87	1362,56	360.00
	20	2698,97	1268,83	1430.14	377,85
	30	2826,51	1328,78	1497,73	395,70

В табл. 8 приведен химический состав кристаллитов MgSO₄·4H₂O, полученных конденсацией жидкой фазы, отделенной фильтрованием кислой каши, разложенной серной кислотой при соотношениях 100, 105, 110 % в экспериментальной модельной установке.

В экспериментальной модельной установке доломитовое сырье разлагали в серной кислоте при скорости 105 % и концентрации 30 % кислой пульпы, полученной упариванием жидкой фазы, отделенной упариванием насыщенных растворов солей $MgSO_4 \cdot 4H_2O$ и KCl , выпариванием пульпа и фил кристаллические, разделенные растиранием (Двойная соль $K_2SO_4 + MgSO_4 \cdot 4H_2O$) с 15 %-ным раствором K_2SO_4 в две стадии твердая:жидкая фазы (твердая фаза-двойная соль и жидкая фаза 15 % - ный раствор K_2SO_4) в соотношении 1:1,5 и 1:1,0. Таблица 8 приведен химический и солевой состав сернокислого калия, промытого в соотношении 1:1,0 и высушенного при 105-110 °С в течение 180 минут, и сернокислого калия, содержащего частичный сульфат магния.

8 – Таблица

Химический солевой состав $MgSO_4 \cdot 2H_2O$, разложенного и кристаллизованного доломита серной кислотой ($t=50$ °С, $t=40$ мин)

Нет	H_2SO_4 норма	H_2SO_4 конц.	Кристаллизованный $MgSO_4 \cdot 2H_2O$ химико-минералогический состав, масс. %						
			CaO	MgO	Fe_2O_3	Al_2O_3	SO_4	$CaSO_4$	$MgSO_4$
1	100	20	0,62	15,23	0,21	0,34	52,38	1,52	45,76
3		30	0,77	18,09	0,25	0,41	60,10	3,60	54,28
5		40	0,91	20,95	0,28	0,47	67,82	5,68	62,80
6	105	20	0,65	15,92	0,22	0,36	57,74	1,59	47,82
8		30	0,67	16,26	0,24	0,37	57,42	1,62	48,85
10		40	0,93	21,24	0,28	0,48	68,62	4,03	63,52
11	110	20	0,68	16,60	0,26	0,38	57,09	1,65	49,88
13		30	0,80	19,00	0,27	0,44	63,22	2,00	57,03
15		40	0,92	21,39	0,28	0,49	69,35	2,34	64,17

По результатам, представленным в приведенных таблицах, химический состав кристаллического удобрения K_2SO_4 , полученного на экспериментальном модельном устройстве в лабораторных условиях, показывает снижение общей формы CaO с 0,071 до 0,40 %, общей формы MgO с 2,97 до 3,31 %, общая форма SO_4 от 48,38 до 49,86 %, общая форма Cl от 0,90 до 0,98 %, общая форма Na от 0,024 до 0,045 %, общая форма $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ от 0,21 до 0,44 %, общая форма $MgSO_4 \cdot 4H_2O$ увеличилось с 8,06 до 8,94 %, а общая форма K_2SO_4 с 80,35 до 83,32 %, определялась химическим анализом (табл. 9).

Так, по результатам научных исследований, проведенных в экспериментальной модельной установке, за счет испарения из суспензии, насыщаемой упариванием четырехводного раствора сульфата магния и конвертируемой насыщенным раствором KCl , было уменьшено 24 % воды. разделяют на твердую и жидкую фазы путем растирания. Отделенная твердая фаза (Определены оптимальные технологические параметры и химико-солевой состав сернокалийного удобрения, полученного промывкой соли $K_2SO_4 + MgSO_4 \cdot 4H_2O$) 15 % раствором K_2SO_4 в две стадии и ее сушкой.

Химический и солевой состав сульфата калия, конвертированного в присутствии раствора $MgSO_4 \cdot 4H_2O$ и KCl , разложенного серной кислотой доломита

№	Норма H_2SO_4	Конц. H_2SO_4	Химический и солевой состав сульфата калия, преобразуемого в присутствии раствора $MgSO_4 \cdot 4H_2O$ и KCl в мольном соотношении 1:1, %							
			CaO	MgO	SO_4	Cl	Na	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	$MgSO_4 \cdot 4H_2O$	K_2SO_4
1	100	30	0,071	2,97	48,38	0,90	0,024	0,21	8,06	80,35
2		35	0,064	3,21	44,85	0,93	0,041	0,21	8,77	81,10
3	105	30	0,047	3,04	49,12	0,93	0,024	0,43	8,24	81,53
4		35	0,043	2,83	49,28	0,95	0,043	0,38	7,67	82,38
5	110	30	0,047	3,15	49,22	0,99	0,024	0,43	8,52	81,60
6		35	0,040	3,31	49,86	0,98	0,045	0,44	8,94	83,32

Дехканабадский рудник путем разложения доломитового сырья минеральными кислотами наиболее оптимальными технологическими условиями получения сернокалийного удобрения является доломит с концентрацией серной кислоты 30 % и стехиометрическим соотношением 105 % по уравнению химической реакции и временем разложения фазы 30-40 минут. (раствор $MgSO_4 \cdot 4H_2O$) конвертировали насыщенным раствором KCl в мольном соотношении 1:1 и выделенную фильтрованием концентрированной суспензии твердую фазу (двойную соль) обрабатывали в два приема 15 %-ным раствором K_2SO_4 . На основании лабораторно-экспериментального анализа установлены наиболее оптимальные условия отбора проб сернокислого калия путем промывки (по количеству твердой и жидкой фаз на первой стадии и на второй стадии в соотношении 1:1,5 и 1:1,0) являются наиболее оптимальными условиями. Исследования, проведенные на экспериментальном макете установки в лабораторных условиях, являются основой для разработки технологической схемы производства K_2SO_4 .

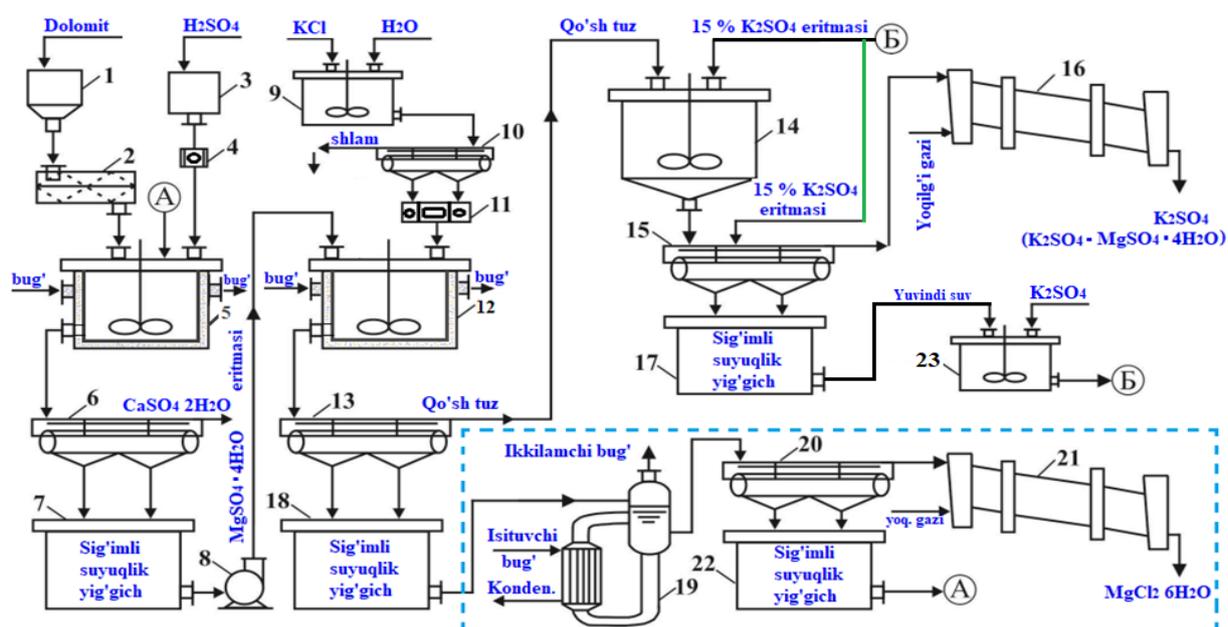


Рисунок 9. Принципиальная технологическая схема получения сульфата калия конверсией раствора $MgSO_4 \cdot 6H_2O$, разложенного серной кислотой, в плоский КСІ: 1-й бункер; 2-й винт; 3-бак, 4-расходомер, 5, 9, 12, 14, 23-реакторы, 6, 10, 13, 15, 20-фильтры; 7, 11, 17, 18, 22-емкостные коллекторы жидкости, 8-насосные; 16, 21-барабанная сушилка; 19 – вакуумный испаритель.

Таким образом, технология соответствует требованиям ГОСТ 4145-74.

Так, обработка доломита Дехханабадского рудника серной кислотой Удобрение K_2SO_4 , бишофит сушеный ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) кристаллы доказана эффективность обработки до и алибастеров. При этом экономическая эффективность достигнута до 7 710 318 сумов или 611,93 долларов США на тонну сернокислого калия.

Диссертация «Исследование процесса переработки доломита в сульфат кальция и нитрат магния путем постепенного расщепления его серной и азотной кислотами.» в пятой главе импортозамещающая ценная химическая продукция - ускорение разложения местного доломита с помощью HNO_3 и H_2SO_4 и превращение его в гипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), $Mg(NO_3)_2$ и жидкие и гранулированные магниевые удобрения. Это объясняется созданием научной базы производства. Определено влияние ППВ «ПАА-гель и Структол СБ 2195» на скорость пенообразования и скорость фильтрации, а также влияние концентрации кислоты и температуры на разделение кислой суспензии на твердую и жидкую фазы и реологические свойства. В результате под воздействием «ПАА-гель и Структол СБ 2195» ППВ достигнуто увеличение скорости фильтрации и снижение скорости пенообразования.

Таблица 10

Химический и солевой состав кристаллов $Mg(NO_3)_2$, полученных упариванием и сушкой гипсо отделенного фильтрата ($t=50\text{ }^\circ\text{C}$ и $N=110\%$)

№	$H_2SO_4+HNO_3$		Химический и солевой состав нитрата магния кристаллизованного., масс. %							
	Нор м	конц	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SO ₄	NO ₃	CaSO ₄ ·2H ₂ O	Mg(NO ₃) ₂ ·2H ₂ O
1	100	20	0,90	19,93	0,20	0,36	1,29	62,15	1,74	90,97
2		30	0,96	20,03	0,24	0,38	1,39	62,55	1,87	91,51
3		40	1,02	20,12	0,28	0,42	1,49	62,94	2,00	92,04
4	105	20	0,89	20,07	0,23	0,40	1,31	62,79	1,82	91,84
5		30	0,95	20,21	0,25	0,42	1,40	63,20	1,89	92,42
6		40	1,01	20,34	0,27	0,46	1,48	63,60	1,96	93,01
7	110	20	1,01	20,34	0,28	0,42	1,48	63,60	1,96	93,01
8		30	1,06	20,45	0,31	0,46	1,53	63,90	2,03	93,51
9		40	1,09	20,55	0,34	0,48	1,58	64,20	2,10	94,01

Доломит в устройстве экспериментальной модели HNO_3 и H_2SO_4 В табл. 10 приведен химический состав кристаллитов $Mg(NO_3)_2$, полученных путем сушки жидкой фазы (фильтрата), отделенной фильтрованием кислой пульпы

с кристаллиты $Mg(NO_3)_2$, полученные упариванием и сушкой жидких фаз, выделенных из кислых пульп, полученных разложением доломитового сырья с концентрацией 20-40 % и соотношением 100, 105 и 110 % H_2SO_4 при температуре $50\text{ }^\circ\text{C}$ и в течение 40 минут приводят химический состав.

Таким образом, оптимальными условиями, выбранными для гибкой технологии получения кристаллов нитрата магния в научных исследованиях, проводимых в экспериментальной модельной установке, являются доломит, отделенный фильтрацией от пульпы, постепенно разлагающейся серной и азотной кислотами с концентрацией 30 % и соотношением. Были выбраны кристаллы 105 % $Mg(NO_3)_2$, полученные закалкой и сушкой жидкой фазы. Количество воды в кристаллах нитрата магния зависит от процесса сушки и температуры.

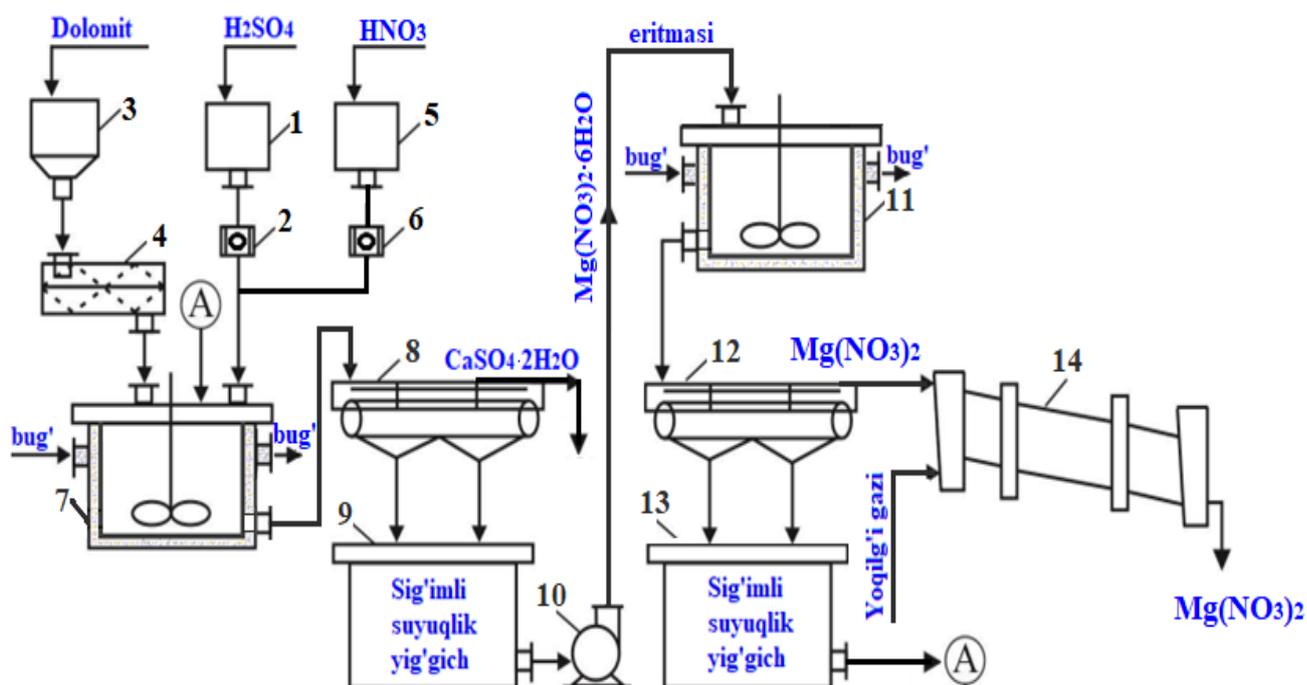


Рисунок 10. Принципиальная технологическая схема получения кристаллизованного $Mg(NO_3)_2$ · удобрения путем разложения доломита серной и азотной кислотами: 1, 5 – бак; 2, 6 – расодамер; 3- бункер; 4 – винт; 7, 11 – реакторы; 8, 12 – фильтры; 9, 13 – емкостные коллекторы жидкости; 10 – насос; 14 – барабанная сушилка.

Исследования проведены на экспериментальном макете устройства в лабораторных условиях. $Mg(NO_3)_2$ послужило основой для разработки технологической схемы получения.

Так, 1000 кг доломита Дехканабадского рудника обрабатывается серной кислотой. Удобрение $Mg(NO_3)_2$ и 1250 кг строительный алебастр ($CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$) эффективность обработки доказана. При этом экономическая эффективность достигнута до 9 590 704 сумов или 761,16 долларов США на тонну нитрата магния.

Диссертация «Исследование процесса переработки доломита из дигидрата сульфата кальция в полигидрат и хлориты магния путем ступенчатого разложения доломита серной и соляной кислотами» в шестой главе исследование процесса постепенного разложения местного доломитового сырья серной и хлорной кислотами и получения его от гипса ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) до строительного алебастра ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$) и бишофита ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) установлены технологические параметры процессов переработки, разработаны принцип и схемы материального баланса производства.

Также влияние «ПАА-гель и Структол СБ 2195» ППВ на скорость пенообразования и скорость фильтрации, а также разделение кислой пульпы на твердую и жидкую фазы фильтрованием, реологические свойства кислой пульпы и выделяемой из нее жидкой фазы (плотность и вязкость). «ПАА-гель и Структол СБ 2195» ППВ применяли в количестве 10, 20 и 30 г/т в расчете на 1 (одну) тонну доломита с целью снижения пены, образующейся при разложении доломита серной и хлорной кислотами. что приводит к увеличению скорости фильтрации и снижению скорости пенообразования. В этом при постепенном разложении доломитового сырья серной и соляной кислотами ППВ («ПАА-гель и Структол СБ 2195») было изучено, и полученные результаты представлены на рисунках 11 и 12.

Таким образом, ППВ, по сравнению с результатами, полученными при разложении, кратность пены в процессе разложения составляет 10 г/т «ПАА-гель» на тонну доломита и «Структол СБ 2195». По сравнению с уровнем пенообразования при разложении с добавкой установлено, что под действием ППВ содержания коэффициент пенообразования снижается в 1,93 и 1,63 раза.

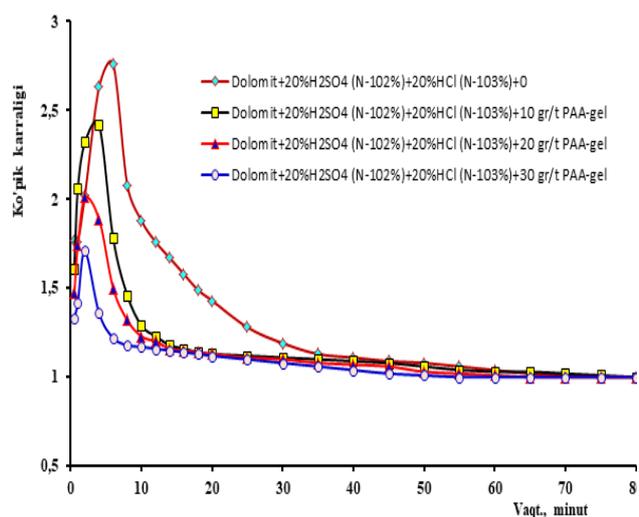


Рис. 11. Влияние 10, 20 и 30 г/т взвеси «ПАА-гель» на 1 тонну доломита на пену и плотность пены при обработке доломита 20% ($\text{H}_2\text{SO}_4+\text{HCl}$) диаграмма

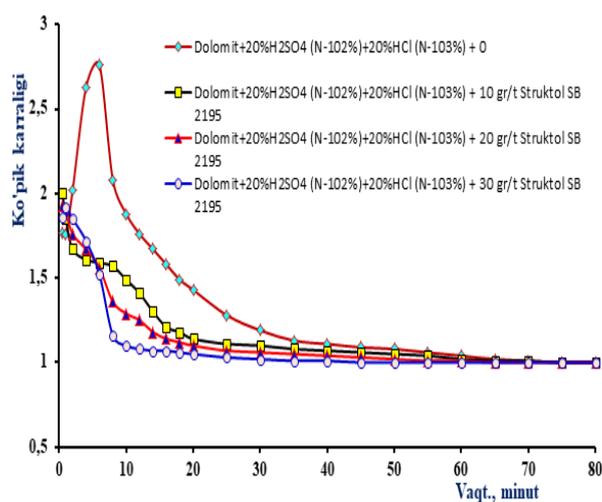


Рисунок 12. Диаграмма влияния 10, 20 и 30 г/т ППВ «Структол СБ 2195» на 1 тонну доломита на пену и плотность пены при обработке доломита 20% ($\text{H}_2\text{SO}_4+\text{HCl}$)

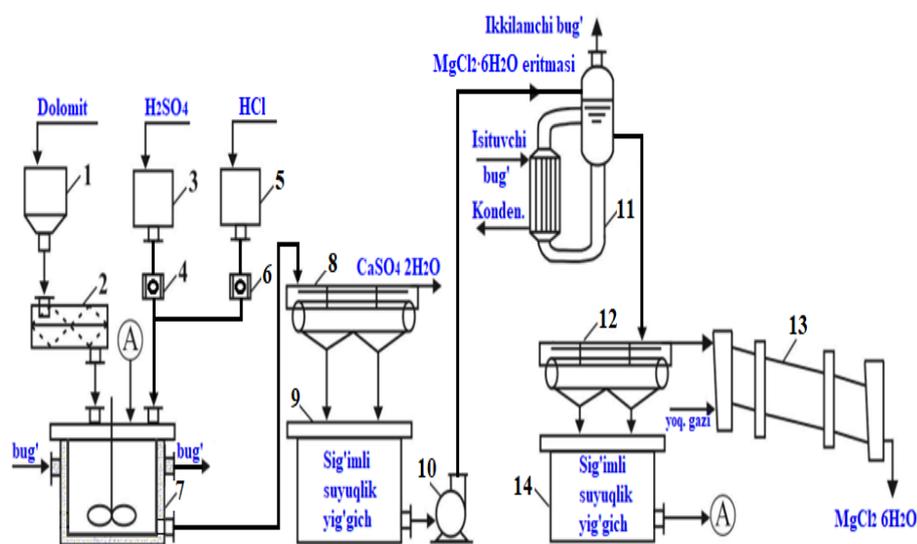


Рисунок 13. Принципиальная технологическая схема получения кристаллизованного бишофита расщеплением доломита серной и соляной кислотами: 1 - бункер; 3, 5 - бак; 2, 4, 6 - расодамер; 2 - винт; 7 - реактор; 8, 12 - фильтры; 9, 14 - емкостные коллекторы жидкости; 10 - насос; 13 - барабанная сушилка.

Аналогичным образом проведены исследования на экспериментальной модели устройства в лабораторных условиях бишофита ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) послужило основой для разработки технологической схемы производства.

Так, обработка доломита Дехканабадского рудника серной и соляной кислотами 1000 кг $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ соль и 940 кг строительный алебастр ($CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$) эффективность обработки доказана. При этом экономическая эффективность достигнута до 6 713 280 сумов или 532,80 долларов США на тонну хлористого магния.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения диссертации получен ряд фундаментальных и прикладных положений:

1. Изучены процессы разложения доломита азотной кислотой и определены оптимальные технологические параметры процесса: в данном случае концентрация азотной кислоты составляет 40 %, стехиометрическое соотношение - 100 %, температура при разложении доломита - 40 °С, продолжительность процесса 30 минут, степень превращения магния в раствор составила 99,81-99,98 %.

2. Влияние состава твердой фазы и степень разделения компонентов доломита в раствор исследовали в условиях 40 % концентрации азотной кислоты и 110 % стандарта. В результате объясняется, что температура 20-60 °С и продолжительность процесса разложения 10-60 минут существенно не влияют на высвобождение кальция и магния.

3. Исследования по отделению нерастворимых частей в пульпах азотнокислого экстракта отстаиванием показали, что крупные частицы доломита оседают достаточно быстро и уже через 3 минуты скорость осаждения достигает 100 %. Степень прекращения действия суспензии очень медленная и через 120 минут составляет 83-86 %. Скорость фильтрации

увеличивается с 770,75 кг/м²·с до 1190,79 кг/м²·с при повышении температуры с 20 °С до 60 °С на дне, влажном осадке и фильтрате.

4. Показано, что степень размагничивания составляет 7,03 % при доведении рН среды до 8 газообразным аммиаком. При повышении рН среды до 10 выпадает в осадок 85 % магния, а при рН 10,5-11 - практически 100 % выпадает в осадок. Это объясняется процессами выделения гидроксида магния из растворов азотнокислого разложения доломита.

5. Изучено влияние степени аммонификации на состав жидкой фазы до и после выделения Mg(OH)₂ и на качество показателей, пригодных к использованию жидких азотно-кальциевых и азотно-кальциево-магниевых удобрений. Удобрение с рН 7-8 содержит (мас.%): N - 15,4; CaO - 9,53; MgO - 3,35 и рН 10,5-11 после отделения гидроксида магния (мас.%): N - 20,5% 4; CaO - 9,32; MgO составляло 0,13 %.

6. Разработаны способы получения Mg(OH)₂ в виде различных видов жидких и гранулированных удобрений путем переработки оборотных растворов. Внесение аммиачной селитры в количестве 20-50 % увеличивает количество азота в жидких удобрениях с 10,41 до 18,61 %, а содержание N - 16,09-18,61 %; CaO - 4,17-4,81 %; MgO - 1,34-1,55 % удобрений имеется.

7. Разработаны способы переработки оборотного раствора с получением аммиачно-кальциевой селитры на основе жидкой аммиачной селитры и оборотного раствора. Содержание общего азота снижается с 34,0 % до 31,32% при добавлении аммиачной селитры в соотношении 1:1 к оборотным растворам с рН-8. Для получения аммиачно-кальциевой селитры с общим содержанием азота 27 % необходимо получить соотношение аммиачной селитры:кальциевой селитры 2:1. По сравнению с аммиачной селитрой аммиачно-кальциевая селитра обладает улучшенными пожаро-, взрывоопасностью и свойствами продукта.

8. Разработаны технологическая схема, материалотехнологическая схема и материальные балансы получения гидроксида магния путем разложения доломита Дехханабадского рудника азотной кислотой. Путем переработки оборотных растворов и продуктов разложения доломита получены жидкие и гранулированные азотно-кальциевые, азотно-кальциево-магниевые удобрения, аммиачно-кальциевые селитры.

9. Разработан временный технологический регламент на опытно-промышленное оборудование для получения гидроксида магния и жидких азотно-кальциевых удобрений из доломита. Технико-экономическая база делает невозможной высокую эффективность комплексной переработки доломита на гидроксид магния, жидкие и гранулированные азотно-кальциевые и азотно-кальциево-магниевые удобрения.

10. Путем разложения местного доломитового сырья серной кислотой, разработана технология получения MgSO₄, CaSO₄·2H₂O, K₂SO₄, MgCl₂·6H₂O, жидких и гранулированных магниевых удобрений. При этом были разработаны оптимальные условия, оптимальные технологические параметры, принципиальная технологическая схема производства и расчеты материального баланса для ускорения процесса разложения местного

доломитового сырья Дехканабадского рудника серной кислотой и получения сернокалийных удобрений конверсионным методом. из раствора $MgSO_4 \cdot 4H_2O$ и флотацион КСІ.

11. Дехканабадский рудник с концентрацией доломитового сырья с концентрацией H_2SO_4 20-40 % для определения плотности и высоты пены в процессе «ПАА-гель и Struktol SB 2195» Тот факт, что коэффициент вспенивания ППВ по сравнению с 10 г/т снизился в 1,00 и 1,06 раза, а также в 1,3 и 1,23 раза и снизился до 1,09 и 1,10 раза и 1,41 раза в 20 г/т. При 30 г/т он снизился до в 1,09 и 1,04 раза, это определено на основании влияния технологических параметров и химического анализа.

12. Ускорение процесса постепенного разложения местного доломитового сырья серной и азотной кислотами и его жидкой и кристаллической формой $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, $Mg(NO_3)_2$, $(NH_4)_2Mg(NO_3)_2$, $(NH_4)_2Mg(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ Оптимум установлены условия и технологические параметры переработки, жидких и гранулированных магниевых удобрений.

13. «ПАА-гель и Struktol SB 2195» по сравнению с 10, 20 и 30 г/т взвеси скорость фильтрации увеличилась в 1,06 – 1,10 раза, а для пульпы в 1,10 – 1,12 раза, скорость фильтрации в 30 % H_2SO_4 увеличилась в 1,14 – 1,21 раза и в 1,10 – 1,26 раза. под воздействием ППВ увеличилось в 1,28 – 1,40 раза и 1,28 – 1,40 раза в 40 % H_2SO_4 1,09 – до 1,51 раза.

14. Исследование процесса по этапного разложения местного доломитового сырья серной и хлорной кислотами и превращения его в бишофит ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) и гипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) Установлены технологические параметры технологических процессов и разработаны принцип и схемы материального баланса производства. Определено влияние «ПАА-гель и Struktol SB 2195» ППВ на кратность пены и скорость фильтрации.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.02/05.05.2023.K/T.35.02 AT INSTITUTE OF GENERAL AND
INORGANIK CHEMISTRY**

TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE

MIKHLIYEV OYBEK AVLOYOROVICH

**DEVELOPMENT OF A COMPREHENSIVE TECHNOLOGY FOR
PROCESSING DOLOMITES WITH MINERAL ACIDS INTO
MAGNESIUM COMPOUNDS, LIQUID AND GRANULAR FERTILIZERS**

02.00.13 - Technology of inorganic substances and materials on their basis

**DISSERTATION ABSTRACT FOR THE DOCTOR (DSc)
TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2024

The title of the doctoral dissertation (DSc) has been registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan with registration numbers of B2024.4.DSc/T776.

The dissertation was completed at the Tashkent Chemical-Technological Institute.
Abstract of dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (summary)) is posted on the web page of the Scientific Seminar (www.ionx.uz) and the Information and Educational Portal "Ziyonet" (www.ziyonet.uz)

Scientific consultant:	Mirzakulov Kholtura Doctor of Technical Sciences, Professor
Official opponents:	Kucharov Bakhrom Khairievich doctor of technical sciences Turaev Zokirjon doctor of technical sciences, associate professor Umirov Farhod Ergashovich doctor of technical sciences, professor
Leading organization:	Fergana Polytechnic Institute

The defense will take place "15" january 2025 at 10⁰⁰ o'clock at the meeting of scientific council №. DSc.02/05.05.2023.K/T.35.02 at institute of General and Inorganic Chemistry (Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulugbek district, Mirzo Ulugbek street, 77-a. Tel.: (+99871) 262-56-60, fax: (+99871) 262-79-90, e-mail: ionxanruz@mail.ru).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the General and Inorganic Chemistry, (is registered under № 48). (Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulugbek street, 77-a. Tel./fax: (+99871) 262-56-60, (+99871) 262-79-90).

Abstract of dissertation sent out on "26" december 2024 y.

(mailing report № 48 from "26" december 2024 y.).



N.Kh. Usanbaev
Chairman of the Scientific Council for the Award of academic degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor

J.S. Shukurov
Scientific Secretary of the Scientific Council for the Award of academic degree, Doctor of Technical Sciences, Professor

Sh.S. Namazov
Chairman of the scientific seminar at the scientific council upon awarding an academic degree, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician.

INTRODUCTION (abstract of DSc dissertation)

The research aims to develop a technology for processing Dehqonobod dolomite raw materials using mineral acids to obtain magnesium-containing compounds and to produce liquid and granular nitrogen-calcium and nitrogen-calcium-magnesium fertilizers.

The object of the research work is Dehqonobod dolomite, nitric acid, sulfuric acid, hydrochloric acid, "PAA-gel and Struktol SB 2195" additives, recycled solutions from magnesium hydroxide production, magnesium nitrate, magnesium sulfate, potassium sulfate, and construction gypsum.

The scientific novelty of the dissertation research is that a flexible and efficient technology for processing Dehqonobod dolomite using mineral acids has been developed.

Magnesium hydroxide was isolated by decomposing dolomite with nitric acid and ammoniation using gaseous ammonia.

A comprehensive processing technology for Dehqonobod dolomite with HNO_3 has been developed to obtain $\text{Mg}(\text{OH})_2$ while utilizing recycled solutions to produce liquid and granular nitrogen-calcium and magnesium fertilizers.

A method for obtaining magnesium hydroxide and liquid/granular nitrogen-calcium-magnesium fertilizers from Dehqonobod dolomite raw materials has been proposed for saline soils.

The effects of surface-active agents ("PAA-gel" and "Struktol SB 2195") on foam formation and filtration rates during the acid decomposition of dolomite were determined.

The influence of technological parameters on the sulfuric acid decomposition of dolomite, including the filtration rates of acidic slurries and the chemical and salt compositions of separated solid and liquid phases, was studied.

A technological scheme was developed for the conversion of magnesium sulfate solution and potassium chloride to produce potassium sulfate and magnesium chloride.

The decomposition of dolomite using mixed acids (sulfuric-nitric and sulfuric-hydrochloric) was optimized to produce liquid and crystalline magnesium compounds and construction gypsum. The effects of technological parameters on the filtration rates of acid slurries and the compositions of the resulting phases were analyzed.

Implementation of the research results. Based on the scientific results obtained, a technology has been developed for the production of liquid nitrogen-calcium and nitrogen-calcium-magnesium and granular nitrogen-calcium fertilizers from the complex processing of dolomite from the Dehkanabad mine with mineral acids, magnesium compounds, K_2SO_4 salt, gypsum, alabaster and the resulting recycled solution;

Complex processing of dolomite raw materials in the presence of nitric acid to produce magnesium hydroxide and liquid and granular nitrogen-calcium and magnesium fertilizers implemented in practice at JSC Dehkanabad Potash Plant is included in the list of promising developments for implementation in practice for 2024-2030 (reference No. 02-1/3450 dated July 26, 2024 JSC Dehkanabad Potash

Plant"). As a result, the complex processing of dolomites made it possible to obtain products containing magnesium hydroxide and nitrate, the amount of which is at least 98.2 %;

The technology of obtaining potassium sulfate and magnesium chloride by processing dolomite in the presence of sulfuric acid into a solution of magnesium sulfate and chemically precipitated gypsum, a concentrated solution of magnesium sulfate by evaporation and crystallization of magnesium sulfate salts, as well as by processing a solution of magnesium sulfate into the presence of potassium chloride introduced in the central laboratory of JSC Dehkanabad Potash Plant is included in the list of promising developments for implementation in practice for 2024-2030 (Reference No. 02-1/3450 dated July 26, 2024, Dehkanabad Potash Plant JSC). As a result, it is possible to obtain $MgSO_4$, $MgCl_2$ and K_2SO_4 salts and gypsum for agriculture and construction;

The complex stepwise treatment of dolomite with nitric and sulfate, hydrochloric and sulfuric acids to obtain a solution of magnesium nitrate, magnesium chloride and chemically precipitated gypsum was tested in the central laboratory of JSC Dehkanabad Potash Plant and included in the list of promising developments for implementation in practice for 2024-2030 (Reference No. 02-1/3450 dated July 26, 2024 JSC Dehkanabad Potash Plant"). As a result, effective magnesium nitrate, magnesium sulfate, fertilizers, defoliant and building gypsum for agricultural saline lands can be obtained.

The structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, five chapters, a conclusion, a list of references and an appendix. The volume of the dissertation is 200 pages.

EʼLON QILINGAN ISHLAR ROʻYXATI

Список опубликованных работ

List of published works

I boʻlim (I част; part I)

Ilmiy maqolalar (научные статьи, scientific articles)

1. О.А.Михлиев., Х.Ч.Мирзакулов., А.П.Сейтназаров., Р.Ч.Ёрбобоев. Исследование процесса пенообразования при сернокислотном разложении доломитового сырья. *Узбекский химический журнал*, 2024. №2 - с. 40-47. (02.00.00; №1).

2. О.А.Михлиев. Obtaining Magnesium Hydroxide From Dolomite Of The Dekhkanabad Deposit. *International Journal Of Progressive Sciences and Technologies*. ISSN: 2509-0119. Vol. 29 No. 1 October 2021, pp.500-504.

3. О.А.Михлиев., Ф.Ш.Худайназарова., А.Суюнов., Г.Хамракулова. Изучение процесса отделения нерастворимого остатка и реологических свойств продуктов разложения доломита азотнокислого. *Universum: технические науки*. – Москва, 2021 - №3(3) – с. 53-57. (02.00.00; №84).

4. О.А.Михлиев., Ш. З. Мусиров., Х. Ч. Мирзакулов., А. А.М.Реймов., А.Р.Сейтназаров. Гидроксид магния и жидкие азотнокальциевые удобрения на основе азотнокислотной переработки доломита дехканабадского месторождения. *Химическая промышленность*. - Санкт-Петербург, т. 99, № 1, Россия-2022. - №1. с.19-22.

5. О.А.Михлиев., Ш. З. Мусиров., Х. Ч. Мирзакулов., А. А.М.Реймов., А.Р.Сейтназаров. Технология получения гидроксида магния и жидких азотнокальциевых удобрений путем азотнокислотной переработки доломитовой муки. *Universum: технические науки*. – Москва, 2022. - №3(8) – с.37-42. (02.00.00; №1).

6. О.А.Михлиев., Х.Ч.Мирзакулов., А.Р.Сейтназаров. Изучение процесса сернокислотного разложения доломитовой муки дехканабадского месторождения. *Oʻzbekiston milliy universiteti xabarлари. Kimyo. Toshkent-2024*. №3(1) - с. 416-418. (02.00.00; №1).

7. О.А.Михлиев., Ш. З. Мусиров., Х. Ч. Мирзакулов., А. А.М.Реймов., А.Р.Сейтназаров. Технология получения гидроксида магния, жидкого азотнокальциевого удобрения и известково-аммиачной селитры на базе комплексной переработки доломитовой муки. *Universum: технические науки*. – Москва, 2022. - №2(8) – с. 31-36. (02.00.00; №1).

8. О.А.Михлиев., Х.Ч.Мирзакулов., А.Р.Сейтназаров. Изучение реологических свойств и фильтруемость продуктов сернокислотного разложения доломита. *Oʻzbekiston milliy universiteti xabarлари. Kimyo. Toshkent-2024*. №3(1) - с. 412-415. (02.00.00; №1).

9. О.А.Михлиев., Х.Ч.Мирзакулов., Р.Ч.Ёрбобоев., Ш.М.Олмурова. Исследование процесса пенообразования при сульфат и азотнокислотном разложении доломитового сырья. *Universum: технические науки*. – Москва, 2024. - №5 – с.44-49. (02.00.00; №12).

10. O.A.Mixliyev., X.Ch. Mirzaqulov., R.Ch.Yorboboyev. Dolomit xomashyosini azot kislotali parchalash jarayonida hosil bo'lgan ko'piklanishni bartaraf etish tadqiqoti. Kompozitsion materiallar Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali. Toshkent-2024. №1 - с. 266-269. (05.00.00).

11. O.A.Михлиев. Dehqonobod koni dolomitini sulfat kislotasida parchalash orqali magniy sulfatini olish. O'zbekiston milliy universiteti xabarlari. Kimyo. Toshkent-2024. №3(1) - с. 352-355. (02.00.00; №1).

12. O.A.Mixliyev., X.Ch.Mirzaqulov., R.Ch.Yorboboyev., Sh.M.Olmurova. Dolomit xomashyosini azot kislotali parchalashda ko'piklanish jarayonini tadqiq etish. Kimyo va kimyo texnologiyasi. ТКТИ-2024. №2 - с.15-22. (05.00.00; №3).

13. O.A.Михлиев., X.Ч.Мирзакулов., Р.Ч.Ёрбобоев. Изучение реологических свойств и скорости фильтрации пульпы образующихся при разложения доломита. Universum: технические науки. – Москва, 2024. - №6 – с.10-15. (02.00.00).

II bo`lim (II часть, part II)

14. O.A.Mixliyev., X.Ch. Mirzaqulov Sh.K.Qo'chqorova. Dehqonobod konidagi dolomitning nitrat kislota bilan parchalanishining kinetik xususiyatlarini o'rganish. O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi umumiy va noorganik kimyo instituti «Kimyo va kimyoviy texnologiya yo'nalishidagi dolzarb muammolar», Respublika miqyosidagi yosh olimlar uchun tashkil etilayotgan onlayn ilmiy va ilmiy-amaliy anjumani, Toshkent, ИОНХ АН РУз., 20-21 dekabr. 2021 yil. - с.109-111.

15. O.A.Mixliyev., X.Ch. Mirzaqulov Sh.K.Qo'chqorova. Dolomitni nitrat kislotasi bilan parchalashda erimaydigan qoldiqni ajratish jarayonlarini o'rganish. Сборник трудов Республиканской конференции с зарубежным участием «Инновационные технологии в химической и строительной отраслях промышленности и решение актуальных экологических проблем». 23-24 ноября, ТКТИ, Ташкент -2021. - с. 36-37.

16. O.A.Михлиев., Ш. З. Мусиров., X.Ч.Мирзакулов., А.М.Реймов. Исследование процесса разложения доломита серной кислотой. Сборник трудов Республиканской конференции с зарубежным участием «Инновационные технологии в химической и строительной отраслях промышленности и решение актуальных экологических проблем». 23-24 ноября, ТКТИ, Ташкент -2021. - с. 46-47.

17. O.A.Михлиев., Ш. З. Мусиров., X. Ч. Мирзакулов., А. Р. Сейтназаров., Ш. К. Кўчкарова. Доломит в качестве сырья для магниевых соединений. International Conference on Research Identity, Value and Ethics Hosted from USA, April 30th 2022 yil. - с. 326-328.

18. O.A.Михлиев., З.О.Жахонова. Жидкие азотно-кальциевые удобрения. «Kimyo va kimyoviy texnologiya yo'nalishidagi dolzarb muommolar». Ilmiy va amaliy anjuman. 20-21 dekabr.Toshkent 2021 yil. - с. 271-272.

19. O.A.Mixliyev., A.M.Reymov., X.Ch.Mirzaqulov., A.P.Seytnazarov. Dolomitni nitrat kislotasi bilan parchalanish jarayonini o'rganish. Kimyo va kimyoviy yexnologiya sohasidagi innovatsion ishlanmalarni amalda joriy etish

muommolari, yechimlari va istiqbollari. Mavzusida respublika miqyosidagi ilmiy-amaliy anjumani. Maqolalar to'plami. 26-27 aprel. Qarshi 2023 yil. - c. 163-164.

20. O.A.Mixliyev., A.M.Reymov., X.Ch.Mirzaqulov., A.P.Seytnazarov. Dolomitni mineralni nitrat kislotasi yordamida magniy gidroksidi va suyuq azot kalsiyli o'g'itga qayta ishlash. Kimyo va kimyoviy yexnologiya sohasidagi innovatsion ishlanmalarni amalda joriy etish muommolari, yechimlari va istiqbollari. Mavzusida respublika miqyosidagi ilmiy-amaliy anjumani. Maqolalar to'plami. 26-27 aprel. Qarshi 2023 yil. - c. 161-163.

21. O.A.Mixliyev., A.M.Reymov., X.Ch.Mirzaqulov., A.P.Seytnazarov. Dehqonobod koni dalomitidan natriy xlorati bilan kalsiy-magniy xloridlarini konversiyalash jarayonini kinetikasini o'rganish. Kimyo va kimyoviy yexnologiya sohasidagi innovatsion ishlanmalarni amalda joriy etish muommolari, yechimlari va istiqbollari. Mavzusida respublika miqyosidagi ilmiy-amaliy anjumani. Maqolalar to'plami. 26-27 aprel. Qarshi 2023 yil. - c. 67-68.

22. O.A.Mixliyev., X.Ch.Mirzaqulov. Dolomitni sulfat kislota bilan parchalanish jarayonini tadqiq qilish. Toshkent kimyo-texnologiya instituti "globallashuv sharoitida noorganik moddalar va materiallar ishlab chiqarishda innovatsion texnologiyalarni rivojlantirish istiqbollari" Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi maqolalar to'plami (chet el olimlari ishtirokida) 9-10 noyabr 2023 yil. - c. 108.

23. O.A.Mixliyev., X.Ch.Mirzaqulov. Prospects of obtaining magnesium compounds from dolomite mineral. Toshkent kimyo-texnologiya instituti "globallashuv sharoitida noorganik moddalar va materiallar ishlab chiqarishda innovatsion texnologiyalarni rivojlantirish istiqbollari" Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi maqolalar to'plami (chet el olimlari ishtirokida) 9-10 noyabr 2023 yil. - c. 221-222.

24. O.A.Mixliyev., X.Ch.Mirzaqulov. Hydration of dolomite thermolysis products. Toshkent kimyo-texnologiya instituti "globallashuv sharoitida noorganik moddalar va materiallar ishlab chiqarishda innovatsion texnologiyalarni rivojlantirish istiqbollari" Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi maqolalar to'plami (chet el olimlari ishtirokida) 9-10 noyabr 2023 yil. - c. 12.

25. O.A.Mixliyev., X.Ch.Mirzaqulov., A.P.Seytnazarov., R.Ch.Yorboboyev. Dehqonobod koni dolomitini nitrat kislotada parchalash jarayonida hosil bo'lgan ko'piklanishni bartaraf etish tadqiqoti. «Umidli kimyogarlar-2024» XXXIII ilmiy-texnikaviy anjumanining maqolalar to'plami. 24-26-aprel. TKTI 2024-yil. - c.59-62.

26. O.A.Mixliyev., X.Ch.Mirzaqulov. Dolomit xomashyosini azot kislotali parchalash jarayonida hosil bo'lgan ko'piklanishni bartaraf etish tadqiqoti. "Iqlimning global o'zgarishi sharoitida oziq-ovqat xavfsizligi Muammolari va ilmiy-amaliy yechimlari". Respublika miqyosidagi ilmiy-amaliy anjumani. Maqolalar va tezislar to'plami. 4-5 aprel. Qarshi- 2024 - yil 1-tom. - c. 438-442.

27. O.A.Mixliyev., X.Ch.Mirzaqulov. Mahalliy dolomit xomashyosini azot kislotali qayta ishlash va fazalarning kimyoviy tarkiblari tadqiqoti. "Iqlimning global o'zgarishi sharoitida oziq-ovqat xavfsizligi Muammolari va ilmiy-amaliy

yechimlari”. Respublika miqyosdagi ilmiy-amaliy anjumani. Maqolalar va tezislar to‘plami. 4-5 aprel. Qarshi- 2024 - yil 2-tom. - s. 601-604.

28. O.A.Mixliyev., X.Ch.Mirzaqulov., R.Ch.Yorboboyev., Sh.M.Olmurova. Mahalliy dolomit xomashyosini nitrat kislotasi bilan parchalashda ko‘piklanish jarayonini o‘rganish. Международная научная неделя «Устойчивое развитие и зеленая экономика». 20-25 мая. Ташкент-2024 года. - с. 160-161.

29. O.A.Mixliyev., X.Ch.Mirzaqulov., R.Ch.Yorboboyev., Sh.M.Olmurova. Dolomit xomashyosini azot kislotali parchalashdagi qoldiq qattiq fazaning fizik-kimyoviy tahlili. Международная научная неделя «Устойчивое развитие и зеленая экономика». 20-25 мая. Ташкент-2024 года. - с. 162-163.

30. O.A.Mixliyev., X.Ch.Mirzaqulov., R.Ch.Yorboboyev., Sh.M.Olmurova. Mahalliy dolomit xomashyosini azot kislotasi ishtirokida parchalash jarayonida hosil bo‘lgan quyqaning geologik hossalarni o‘rganish. Международная научная неделя «Устойчивое развитие и зеленая экономика». 20-25 мая. Ташкент-2024 года. - с. 164-165.

31. O.A.Mixliyev., X.Ch.Mirzaqulov., R.Ch.Yorboboyev., Sh.M.Olmurova.. Studying the composition of the pulp, liquid and solid phases obtained from the products of decomposition of the raw materials of the dehkhanabad mine dolomite with sulfuric acid. Innovative developments and Research in education International scientific-online conference. Part 28.April 23rd. Colletions Of Scientific Works. Canada 2024 yil. c. 467-469.

32. O.A.Mixliyev., X.Ch.Mirzaqulov., R.Ch.Yorboboyev., Sh.M.Olmurova.. The study of rheological properties of dolomite raw materials during the processing of sulfuric acid into magnesium sulfate and gypsum. Innovative developments and Research in education International scientific-online conference. Part 28.April 23rd. Colletions Of Scientific Works. Canada 2024 yil. c. 470-472.

33. O.A.Mixliyev., X.Ch.Mirzaqulov., R.Ch.Yorboboyev. Investigation of the foaming process during decomposition of local dolomite gaiters and in sulfuric acid. Ethiopian in international journal of multidisciplinary research. May. Hindiston-2024 yil. - с. 610-611.

34. O.A.Mixliyev., X.Ch.Mirzaqulov., R.Ch.Yorboboyev. Dehqonobod koni dolomit xomashyosi nitrat va sulfat kislota. bilan parchalanish jarayonida ko‘piklanish jarayonini o‘rganish. Ilm fan xabarnomasi. Ilmiy elektron jurnal. 2-tom.Andijon-2024-yil. - с.462-464.

