

**NAVOIY DAVLAT KONCHILIK VA TEXNOLOGIYALAR  
UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI  
DSc.17/04.06.2021.T.06.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI  
NAVOIY BO‘LIMI**

**MIRZAYEV BAHOVUDDIN ABDURAZZAQOVICH**

**VAUSH KONI DOLOMITLARINI BOYITISH VA QAYTA ISHLASH  
ASOSIDA MAGNIY OKSIDI OLIH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB  
CHIQISH**

**04.00.14 – Foydali qazilmalarni boyitish**

**TEXNIKA FANLARI bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi  
AVTOREFERATI**

**Navoiy – 2025**

**Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiya avtoreferati  
mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по  
техническим наукам**

**Content of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) of technical  
sciences**

**Mirzayev Bahovuddin Abdurazzaqovich**

Vaush koni dolomitlarini boyitish va qayta ishlash asosida magniy oksidi olish  
texnologiyasini ishlab chiqish.....3

**Мирзаев Баховуддин Абдураззакович**

Разработка технологии получения оксида магния на основе обогащения и  
переработки доломита месторождения Вауш .....21

**Mirzaev Bakhovuddin Abdurazzoqovich**

Development of a technology for obtaining magnesium oxide based on enrichment  
and processing of dolomite from the Vaush mine.....41

**E‘lon qilingan ishlar ro‘yxati**

Список опубликованных работ

List of published works.....44

**NAVOIY DAVLAT KONCHILIK VA TEXNOLOGIYALAR  
UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI  
DSc.17/04.06.2021.T.06.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI  
NAVOIY BO‘LIMI**

**MIRZAYEV BAHOVUDDIN ABDURAZZAQOVICH**

**VAUSH KONI DOLOMITLARINI BOYITISH VA QAYTA ISHLASH  
ASOSIDA MAGNIY OKSIDI OLIH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB  
CHIQISH**

**04.00.14 – Foydali qazilmalarni boyitish**

**TEXNIKA FANLARI bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi  
AVTOREFERATI**

Navoiy – 2025

**Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida № B2023.4.PhD/T4158 raqam bilan ro‘yxatga olingan.**

Doktorlik dissertatsiyasi O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Navoiy bo‘limida bajarilgan. Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengashning veb-sahifasida ([www.nsumt.uz](http://www.nsumt.uz)) va «Ziyonet» Axborot ta’lim portalida ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)) joylashtirilgan.

**Ilmiy rahbar:**

**Xujakulov Nurmurod Botirovich**  
texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent

**Rasmiy opponentlar:**

**Muxiddinov Baxodir Faxriddinovich**  
Kimyo fanlari doktori, professor

**Badalov Feruz Amirovich**  
texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, katta ilmiy xodim

**Yetakchi tashkilot:**

**Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti**

Dissertatsiya himoyasi Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti huzuridagi DSc.17.04.06.2021.T.06.01 raqamli Ilmiy kengashning 2025-yil 25-dekabr soat 14<sup>00</sup> dagi majlisida bo‘lib o‘tadi. (Manzil: 210100, Navoiy shahri, G‘alaba shoh ko‘chasi, 76v-uy. Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti majlislar zali. Tel.: (79) 223-23-32; faks: (79) 223-49-66; e-mail: [info@nsumt.uz](mailto:info@nsumt.uz). [www.nsumt.uz](http://www.nsumt.uz)).

Dissertatsiya bilan Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (245-raqam bilan ro‘yxatga olingan). (Manzil: 210100, Navoiy shahri, G‘alaba shoh ko‘chasi, 76v-uy, Tel.: (79) 223-23-32; faks: (79) 223-49-66.)

Dissertatsiya avtoreferati 2025 yil «12» dekabr kuni tarqatildi.  
(2025yil «12» dekabrda 29-raqamli reestr bayonnomasi)



  
**K.S. Sanakulov**  
Ilmiy darajalar beruvchi  
Ilmiy kengash raisi, t.f.d., professor

  
**O.U. Fuzaylov**  
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy  
kengash ilmiy kotibi, t.f.f.d. (PhD)

  
**A.U. Samadov**  
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash qoshidagi  
Ilmiy seminar raisi, t.f.d., professor

## **KIRISH (Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasining annotatsiyasi)**

**Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati.** Jahonda bugungi kunda magniy oksidi ishlab chiqarish sanoat korxonalarining ajralmas qismi bo'lib, olovbardosh materiallar olishda hamda turli xildagi magniyli mineral o'g'itlar ishlab chiqarishda muhim xomashyo sifatida foydalaniladi. Sanoat korxonalarining yuqori suratlarda bilan rivojlanishi natijasida magniy oksidi MgO ga bo'lgan ehtiyoj tobora ortmoqda. Shu sababli sanoat korxonalarining ehtiyoji uchun energotejamkor va samarali usullarini ishlab chiqish va bunda mahalliy xomashyolardan tayyorlangan arzon narxdagi magniy oksidi olish texnologiyalarni ishlab chiqishga e'tibor qaratish muhim ahamiyatga ega.

Bugungi kunda respublikamizning kimyo sanoati va metallurgiya sohalari magniyli birikmalarga muhtojligi va magnezit konlarining mavjud emasligi magnezit, bishofitlarni import qilishni talab qilmoqda. Shu sabab mahalliy xomashyolaridan olingan import o'rnini bosuvchi va eksportga yo'naltirilgan magniyli mahsulotlarini ishlab chiqarish bo'yicha maqsadli va izchil ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Bu borada mahalliy magniy tarkibli tabiiy minerallar, shu jumladan dolomitlarni kompleks qayta ishlab ulardan magniy oksidi, magnezit kabi tovar shaklidagi sanoat uchun zarur bo'lgan magniy birikmalarini ajratib olish va respublikamizning iqtisodiyotiga import o'rnini bosuvchi mahsulot ishlab chiqarish texnologiyalarini yaratishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Respublikamizda keng miqyosda amalga oshirilgan chora-tadbirlar natijasida yangi konlarni o'zlashtirish va qayta ishlash sohasida muayyan natijalarga erishilmoqda. O'zbekiston Respublikasining 2017-2021 yillarga mo'ljallangan Harakatlar strategiyasining uchinchi yo'nalishida "...sanoatni yuqori texnologiyali qayta ishlash tarmoqlarini, eng avvalo, mahalliy xomashyo resurslarini chuqur qayta ishlash asosida yuqori qo'shimcha qiymatli tayyor mahsulot ishlab chiqarish..."<sup>1</sup> kabi muhim vazifalar belgilangan. Ushbu vazifalardan kelib chiqqan holda, Vaush koni dolomitidan magniy oksidi olish texnologiyasini ishlab chiqish va ilmiy asoslash, shuningdek, ushbu yo'nalishga qaratilgan tadqiqotlar yurtimizdagi bir qancha sanoat tarmoqlari uchun katta ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son «2022-2026 yillarda yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida»gi Farmonida "Ilmiy-tadqiqot va innovatsion faoliyatni rag'batlantirish, innovatsion yutuqlarni amaliyotga joriy etishning samarali mexanizmlarini yaratish, ishlab chiqarishga energiya va resurs tejaydigan texnologiyalarni keng joriy etish" bo'yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Shu munosabat bilan, mahalliy xomashyolarni qayta ishlab, boyitib tayyor mahsulot olishni takomillashtirish va rivojlantirish muammolarini hal qilish bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Bu borada O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 12 avgustdagi PQ-4805-son "Kimyo va biologiya yo'nalishlarida uzluksiz ta'lim sifatini va ilm-fan natijadorligini oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi qarori 7-ilova 30-bandida

---

<sup>1</sup> O'zbekiston Respublikasi Prezidentining «2017-2021 yillarda O'zbekiston Respublikasini rivojlantirishning beshta ustuvor yo'nalishi bo'yicha Harakatlar strategiyasi» to'g'risidagi Farmoni

“Vaush koni dolomitini kompleks qayta ishlash yo‘li bilan magniy oksidi (magnezit) olish” topshirig‘ini hamda O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 6-iyuldagi PQ-307 son “2022-2026-yillarda O‘zbekiston Respublikasining innovatsion rivojlanish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi qarori 6-ilova 91-bandida “Dolomitni kompleks qayta ishlash yo‘li bilan laboratoriya sharoitida magnezit olish usulini ishlab chiqish”. 6a-ilova 9-bandida “Vaush konidagi mavjud noma’dan foydali qazilmalar: dolomit, kvars qumi va bentonit gillarini kompleks o‘rganish orqali ikkilamchi tayyor mahsulot ishlab chiqarish” bo‘yicha berilgan topshiriqlarni hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni bajarishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti ma‘lum darajada xizmat qiladi.

**Tadqiqotning Respublika ilm-fan va texnologiyalar rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga muvofiqligi.** Mazkur tadqiqot ishi Respublika fan va texnologiyalarni rivojlantirishning VII. “Yer to‘g‘risidagi fanlar (geologiya, geofizika, seysmologiya va mineral xomashyolarni qayta ishlash)” ustuvor yo‘nalishlariga muvofiq bajarilgan.

**Muammoning o‘rganilganlik darajasi.** Jahon amaliyotida foydali qazilmalarni boyitishga va qayta ishlashga, ular asosida magniyli mahsulotlar olish bo‘yicha ilmiy izlanishlarga: Nosov A.V., Wanzhong Yin, Gonglun Chen, Iwasaki I., Kropanev S.I., Nekrasova G.N., Dormeshkin O.B., Ketov A.A., Kuzmenkov D.M., Dmitrevskiy B.A. va boshqa olimlar katta hissa qo‘shgan. Umuman mamlakatimiz foydali qazilmalarni boyitish sanoatining shakllanishiga Sanaqulov Q.S., Ergashev U.A., Samadov A.U., Mustakimov O.M., Yusupxodjaev A.A., Yakubov M.M., Xasanov A.S., Sattarov G.S., Doniyarov N.A., Xujakulov N.B., Xo‘jamov U.U., Badalov.F.A. va boshqa olimlar katta hissa qo‘shganlar. Bundan tashqari dolomitlardan magniyli mahsulotlar olish bo‘yicha yurtimiz olimlaridan: Adilov D.K., Mirzayev A.U., Chiniqulov X., Mixliyev O.A., Tojimatova M.Y., Dadaxodjayev A.T, Tursunov A.S., Ergashev D.A., Xamrakulov Z.A., Saydullayeva G. A., Eshpulatova M.B., Ergashev D.A. kabi olimlar tadqiqotlar olib borishgan.

Ushbu dissertatsiya ishi bugungi kunda Respublikamiz hududlaridagi sanoat korxonalarini uchun zarur hisoblangan magnezit, brusit va periklaz mahsulotlari chetdan import qilib olib kelinayotgan  $MgCO_3$ ,  $Mg(OH)_2$  va  $MgO$  larning o‘rnini bosuvchi, arzon mahalliy xomashyolar (dolomit, serpentinit va h.k.) dan magniyli mahsulotlar ishlab chiqish texnologiyasini yaratish va amaliyotga tadbiiq qilishga bag‘ishlangan.

**Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan oliy ta‘lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi.** Dissertatsiya tadqiqoti O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Navoiy bo‘limining ilmiy-tadqiqot ishlari rejasi doirasida O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 12 avgustdagi PQ-4805-son “Kimyo va biologiya yo‘nalishlarida uzluksiz ta‘lim sifatini va ilm-fan natijadorligini oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarori 7-ilova 30-bandida “Vaush koni dolomitini kompleks qayta ishlash yo‘li bilan magniy oksidi (magnezit) olish” topshirig‘ini hamda O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 6-iyuldagi PQ-307 son “2022-2026-yillarda O‘zbekiston Respublikasining innovatsion rivojlanish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi

qarori 6-ilova 91-bandida “Dolomitni kompleks qayta ishlash yo‘li bilan laboratoriya sharoitida magnezit olish usulini ishlab chiqish”. 6a-ilova 9-bandida “Vaush konidagi mavjud noma’dan foydali qazilmalar: dolomit, kvars qumi va bentonit gillarini kompleks o‘rganish orqali ikkilamchi tayyor mahsulot ishlab chiqarish” mavzusidagi amaliy loyihalar doirasida bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi** Vaush koni dolomitlarini boyitish va qayta ishlash asosida magniy oksidi olish texnologiyasini ishlab chiqishdan iborat.

**Tadqiqotlar vazifalari:**

Vaush koni dolomit namunalarining kimyoviy va mineralogik tarkibini turli tahlillar asosida o‘rganish;

Vaush koni dolomitini flotatsiya usulida boyitishning reagent rejimi va texnologik parametrlarini tadqiq qilish;

termik ishlov berish asosida kaustik dolomit olishga ta’sir qiluvchi parametrlarni aniqlash;

kaustik dolomitni tanlab eritishda ammoniy karbonatning optimal nisbatini aniqlash;

tanlab eritishdan olingan eritmani qizdirish haroratining optimal parametrlarini aniqlash;

magniy oksidi olishda termik ishlov berish haroratini optimal parametrlarini aniqlash;

tadqiqotlar asosida Vaush koni dolomitlarini boyitish va qayta ishlash asosida magniy oksidi olish texnologiyasini ishlab chiqish;

**Tadqiqotning obyekti** sifatida Navoiy viloyati Navbahor tumanidagi Vaush koni dolomiti olingan.

**Tadqiqotning predmetini** Vaush koni dolomit tarkibini hamda boyitishning optimal sharoitlarini aniqlash asosida dolomitdan magniy oksidi olish texnologiyasini ishlab chiqishni tashkil etgan.

**Tadqiqotning usullari.** Dissertatsiya ishini bajarishda Vaush koni dolomiti tarkibini elementar analiziga asoslangan mass-spektrometrik tahlil usuli, kimyoviy, mineralogik tahlillar, IQ-spektroskopiya usuli, termogravimetrik tahlil, rentgen tahlili va element tahlil usullari qo‘llanilgan, laboratoriya tajribalari va tajriba sinov ishlaridan keng foydalanilgan.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi** quyidagilardan iborat:

Vaush koni dolomitini flotatsiya usulida boyitishda ilk marotaba alkilbenzolsulfokislota (ABSK) reagentidan foydalanilgan, natijada dolomitning boyitmaga ajralishi 96,03% ga, boyitmadagi dolomit miqdori 93,8% ga oshishi aniqlangan;

boyitilgan dolomitni termik ishlov berishda dekarbonizatsiya jarayonini faollashtirish maqsadida NaClning optimal miqdori aniqlangan;

boyitilgan dolomitni dekarbonizatsiyalash natijasida kaustik dolomit olishning optimal harorati aniqlangan;

ilk bor Vaush koni dolomitini boyitish va qayta ishlash orqali turli sanoat tarmoqlari uchun magniy oksidi va magniyli mahsulotlar hamda kalsiy karbonati olish texnologiyasi ishlab chiqilgan.

### **Tadqiqotning amaliy natijalari** quyidagilardan iborat:

Vaush koni dolomitlarini flotatsiya usulida boyitishda maqbul flotoreagent sifatida alkilbenzolsulfokislota tanlangan hamda ABSK reagentining maqbul sarfi asosiy flotatsiya uchun 210,6 g/t ni va nazorat flotatsiya uchun 166,2 g/t ni tashkil etishi asoslangan;

olib borilgan tadqiqot natijasida dolomit boyitmasini termik ishlov berishda dekarbonizatsiyani faollashtirish maqsadida NaCl ning eng maqbul miqdori 0,5% ni tashkil etishi aniqlangan;

NaCl eritmasi yordamida tayyorlangan dolomitli shixtani dekarbonizatsiyalash jarayonida 650°C haroratda 1 soat davomida termik ishlov berish orqali kaustik dolomit olishning eng maqbul sharoiti aniqlangan;

tanlab eritish jarayonida kaustik dolomitga ammoniy karbonat eritmasini ta'sir ettirish orqali  $Mg_2(OH)_2CO_3$  olishning maqbul ko'rsatgichlari aniqlangan;

tanlab eritish natijasida olingan  $Mg_2(OH)_2CO_3$  ga termik ishlov berish orqali MgO olishning maqbul harorati 850°C va davomiyligi 1 soatni tashkil etishi asoslangan

**Tadqiqot natijalarining ishonchliligi.** Tadqiqot natijalarining ishonchliligi izlanishlarning zamonaviy uslub va vositalardan foydalangan holda o'tkazilganligi, laboratoriya va yarim sanoat sinovlarining salmoqli hajmi, dolomitni boyitish orqali boyitilgan dolomit olish bo'yicha ishlarning asosiy maqsadga mos kelishi va miqdoriy tasdiqlanishi, dolomitni alohida termik qayta ishlash usullari natijalari, Vaush koni dolomitini boyitish va qayta ishlash orqali magniy oksidi olishda sezilarli ijobiy natijalarga erishilgan, shuningdek, ijobiy laboratoriya va yarim sanoat sinov ma'lumotnomalari bilan tasdiqlangan.

### **Tadqiqotning ilmiy va amaliy ahamiyati.**

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati Vaush koni dolomitini boyitish orqali boyitilgan toza dolomit olish va alohida qayta ishlashni maqsadga muvofiqligini nazariy asoslash, dolomitga termik ishlov berish va tadqiqotlar yordamida termik ishlov berish jarayonining optimal haroratini o'rnatish bilan izohlanadi;

Tadqiqot natijalarning amaliy ahamiyati Vaush koni dolomitlarini boyitish va qayta ishlash asosida magniy oksidi olish texnologik sxemasini ishlab chiqish, shu jumladan bir qancha sanoat tarmoqlari uchun magniy oksidi va magniyli birikmalar olishga yordam beradi. Xususan, tabiiy resurslardan oqilona foydalanish, chiqindisiz yoki kam chiqindili ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish, shuningdek, ekologik toza va iqtisodiy jihatdan samarali magniy oksidi olishga xizmat qiladi.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** Vaush koni dolomitlarini boyitish va qayta ishlash asosida magniy oksidi olish texnologiyasini ishlab chiqishda olingan ilmiy natijalar asosida:

Vaush koni dolomitlarini flotatsiyali boyitish usuli "Navoiy kon-metallurgiya kombinati" aksiyadorlik jamiyati Markaziy ilmiy tadqiqot laboratoriyasida joriy qilingan ("Navoiy kon-metallurgiya kombinati" aksiyadorlik jamiyatining 2025-yil 29-oktabrdagi 02-07/02/11137-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, dastlabki mahsulot tarkibidagi dolomitning boyitmaga ajralishini 96,03% ga va dolomitning boyitmadagi miqdorini 93,8% ga oshirish imkonini bergan;

dolomit boyitmasini NaCl qo‘shib dekarbonizatsiyalanish jarayoni “Navoiy kon-metallurgiya kombinati” aksiyadorlik jamiyati Markaziy ilmiy tadqiqot laboratoriyasida joriy etilgan (“Navoiy kon-metallurgiya kombinati” aksiyadorlik jamiyatining 2025-yil 29-oktabrdagi 02-07/02/11137-sonli ma’lumotnomasi). Natijada dekarbonizatsiyalash jarayonidan keyingi tanlab eritishda 92.7% li magniy oksidi olish imkonini bergan.

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Mazkur tadqiqot natijalari 9 ta xalqaro va 5 ta mahalliy ilmiy-amaliy anjumanlarda muhokama qilingan.

**Tadqiqot natijalarining e’lon qilinishi.** Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha jami 21 ta ilmiy ish chop etilgan, shundan O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining doktorlik dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 7 ta maqola, jumladan, 4 tasi respublika va 3 tasi xorijiy jurnallarda nashr etilgan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiya tarkibi kirish, to‘rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 112 betni tashkil etadi.

## DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

**Kirish** qismida olib borilgan tadqiqot ishining dolzarbligi va zarurati asoslangan, maqsad va vazifalari, obyekt va predmeti aniqlangan, tadqiqot ishining Respublikada fan va texnologiyalarni rivojlantirishning ustuvor yo‘nalishlariga mosligi ko‘rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari ochib berilgan, tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy etilishi bo‘yicha tavsiyalar, e’lon qilingan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo‘yicha ma’lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning “**Magniy tarkibli noruda foydali qazilmalarini boyitishning zamonaviy usullari va qayta ishlashning texnologiyalari**” deb nomlangan birinchi bobida magniy tarkibli foydali qazilmalarning turlari, tarkibi va asosan dolomitlarning boyitish va qayta ishlashning zamonaviy usullari tahlil qilingan. Jahon tajribasini o‘rganish natijasida magniy asosan magnezit va brusit minerallaridan olinishi hamda bu minerallarning O‘zbekiston hududida juda kam miqdorda uchrashi kuzatilgan. Buning natijasida olinadigan mahsulotning tannarxi oshib ketishi o‘rganilgan. Tadqiqot ishida magniy oksidi tannarxini pasaytirish va O‘zbekiston hududida katta zaxiraga ega bo‘lgan dolomitlardan oqilona foydalanish uchun xomashyo sifatida dolomit olingan. Hozirda mamlakatimizda magniy oksidi ishlab chiqarish jarayoni xomashyo bazasining yetarli darajada rivojlanmaganligi, ishlab chiqarish hajmining kichikligi, joriy etilayotgan texnologiyalar samaradorligining past darajasi kabi ko‘pgina kamchiliklar mavjud. Shuningdek, dolomitni boyitish va qayta ishlash natijasida magniy oksidi va magniyli mahsulotlar olishning zamonaviy va samarali texnologiyalarini o‘rganishga bag‘ishlangan.

Dissertatsiyaning “**Vaush koni dolomitlarini boyitish va qayta ishlash usullarini tadqiq qilish metodikasi va obyekt**” deb nomlangan ikkinchi bobida tadqiqot obyekt sifatida tanlangan Vaush koni dolomitining kimyoviy va mineralogik tarkiblari, termografik va infraqizil spektroskopik tahlil natijalari

o‘rganilgan hamda tadqiqot o‘tkazish usullari keltirilgan va laboratoriya tajribalari olib borilganligi ta’riflangan.

Tadqiqot obyekti sifatida olingan Vaush koni dolomitlari har xil gorizontidan olingan namunalar “chorak bo‘laklarga ajratish bilan namunani qisqartirish” (kvartovaniye) usuli yordamida saralab olingan. Qisqartib olingan namunalarning mineralogik va kimyoviy tahlili amalga oshirilgan. Olingan namunalarni rentgen-difraktometrik tahlillari yordamida mineralogik tarkibi aniqlangan bo‘lib, tahlil natijalariga ko‘ra dolomit ma’dan tarkibida dolomit 64,2%, kvars 26,3%, gips – 1,8%, paligorskit – 1,3%, albit-1,0%, dala shpati-3,9% va galit – 1,5% ni tashkil etgan va Vaush dolomitlari asosan dolomit mineralidan va qo‘shimcha sifatida kvars minerallaridan iborat ekanligi aniqlangan. Olingan natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

Vaush koni Dolomit namunalarining rentgen difraktometrik tahlil natijalari,%

№	Nomlanishi	Minerologik tarkibi, %																
		Gilsimon					Karbonatlar			Boshqalar					Jami			
		Slyuda	SGM	Kaolinit	Xlorit	Paligorskit	Kalsit	Dolomit	Siderit	Kvars	KDSh	Albit	Pirit	Gips	Galit	Gilsimon	Karbonatlar	Boshqalar
1	Dolomit	0	0	0	0	1,3	0	64,2	0	26,3	3,9	1,0	0	1,8	1,5	1,3	64,2	34,5

**Izoh:**

GSM - gidroslyuda-montmorillionitning aralash qatlamli shakllanishi;

KDSh – kaliyli dala shpati;

Qisqartib olingan namunalarning alohida kimyoviy tahlili ham olib borilgan. Kimyoviy tahlil natijalari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval.

Vaush koni dolomitining alohida gorizontlar bo‘yicha kimyoviy tahlil natijalari %

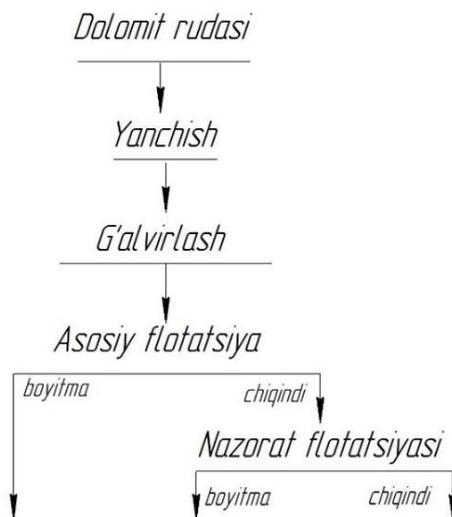
Komponentlar miqdori, %							KYM	yig‘indi
CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>		
20,27	14,36	1,3	28,8	0,76	0,38	1,04	32,99	99,99

Kimyoviy tahlil ma’lumotlaridan dolomit ma’dani namunalari tarkibida CaO-20,27%, MgO-14,36%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-1,3%; SiO<sub>2</sub>-28,8%; Na<sub>2</sub>O-0,76%; K<sub>2</sub>O-0,38; SO<sub>3</sub>-1,04; KYM-32,99% dan tashkil topganligini ko‘rish mumkin. Tahlil natijalaridan ko‘rinadiki, dolomit tarkibida SiO<sub>2</sub>-28,8% mavjudligi va shu sababdan Vaush koni dolomitini boyitish zarurati aniqlangan.

Dissertatsiyaning “**Vaush koni dolomitlarini boyitish va qayta ishlashning texnologik parametrlarini tadqiq qilish va aniqlash**” deb nomlangan uchinchi bobida dolomitni boyitish jarayoni, reagent sarfi, dolomitli shixtani termik ishlov berish jarayonida optimal sharoitlarni aniqlagan holda dekarbonizatsiya jarayoni, tanlab ertish jarayonining maqbul sharoitlari va ko‘rsatkichlari hamda olingan

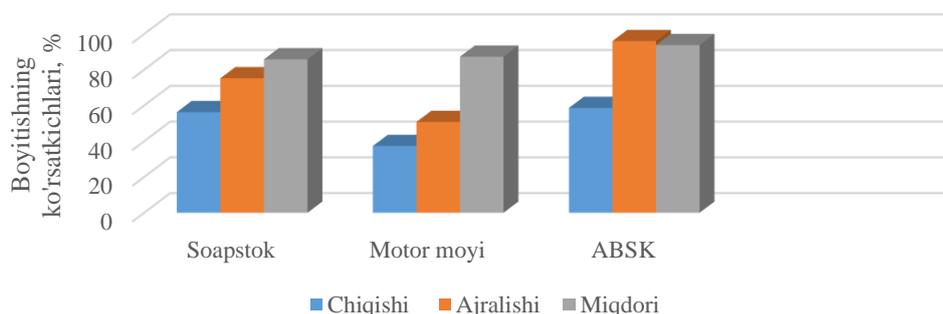
mahsulotlarning rentgen, elementar tarkibi va optik-emission tahlil natijalari taqdim etilgan.

Dunyo amaliyotida dolomitni boyitish asosan flotatsiya usulida amalga oshirilmoqda. Quyidagi keltirilgan 1–rasmdagi sxema bo‘yicha dastlabki tajriba tadqiqotlari o‘tkazilgan. Bunda tadqiqotlar uch xil: soapstok, ishlatilgan motor moyi va ABSK flotoreagentlari bilan amalga oshirilgan. Flotatsiya usulida boyitish tadqiqotlari dastlab soapstok flotoreagentini qo‘shish orqali amalga oshirilgan.



**1–rasm. Dolomitni flotatsiya usulida boyitishning texnologik sxemasi**

Bunda FML 3 (295 FL) flotatsiya mashinasiga suv solinib, 330 g dolomit rudasi boyitilgan. Tadqiqotlarda asosiy flotatsiyaga 0,21 g, nazorat flotatsiya jarayoniga 0,114 g soapstok flotoreagent sifatida qo‘llanilgan. Soapstok bilan flotatsiya amalga oshirilganda asosiy flotatsiya jarayonidan olingan boyitma tarkibidagi dolomitning miqdori 85,8% ni, nazorat flotatsiya chiqindisi tarkibidagi dolomitning miqdori esa 26,92% tashkil etgan.

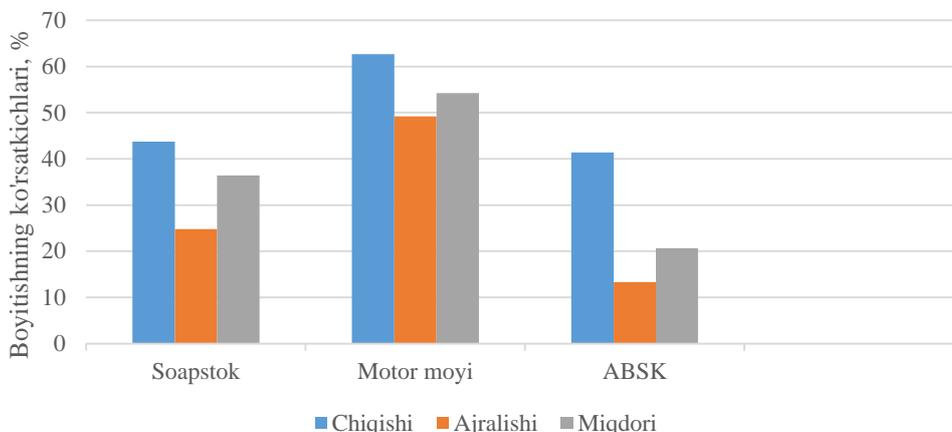


**2-rasm. Turli flotoreagentlar qo‘llanilganda asosiy flotatsiya jarayonida dolomitning boyitmaga ajralishi, chiqishi va miqdori**

Navbatdagi tadqiqotda flotoreagent sifatida ishlatilgan motor moyidan foydalanilgan. Tadqiqotlarda asosiy flotatsiyaga 0,95 g, nazorat flotatsiya jarayoniga 0,515 g ishlatilgan motor moyi flotoreagenti qo‘llanilgan. Ishlatilgan motor moyi bilan flotatsiya amalga oshirilganda asosiy flotatsiya jarayonidan olingan boyitma

tarkibidagi dolomitning miqdori 87,3% ni, chiqindi tarkibidagi dolomitning miqdori esa 36,27 % tashkil etgan.

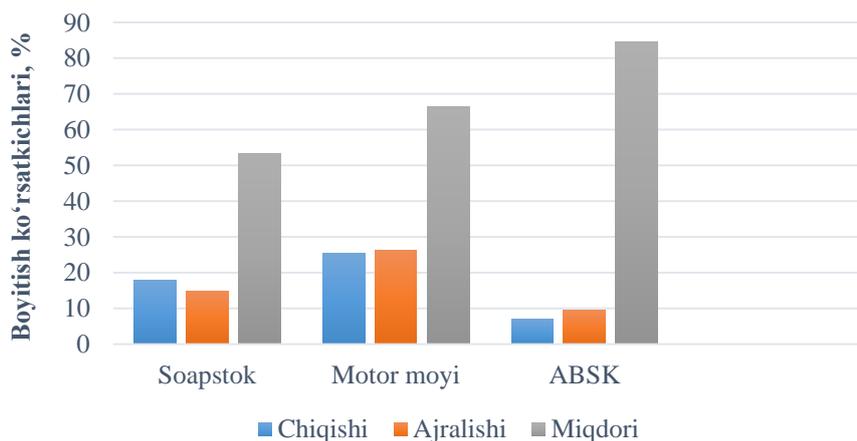
Keyingi tadqiqotlarda flotoreagent sifatida ABSK dan foydalanilgan. Tadqiqotlarda asosiy flotatsiyaga 0,0702 g, nazorat flotatsiya jarayoniga 0,0554 g ABSK flotoreagenti qo‘llanilgan. Olingan natijalar 2 va 3-rasmlarda keltirilgan.



### 3-rasm. Turli flotoreagentlar qo‘llanilganda asosiy flotatsiya jarayonida dolomitning chiqindiga ajralishi, chiqishi va miqdori

Yuqoridagi 2 va 3–rasmdan ko‘rinib turibdiki, ABSK flotoreagenti bilan flotatsiya jarayoni amalga oshirilganda asosiy flotatsiya jarayonida olingan boyitma tarkibidagi dolomitning miqdori 93,8% ni, chiqindi tarkibidagi dolomitning miqdori esa 20,67% tashkil etgan. Asosiy flotatsiya jarayonida turli flotoreagentlardan foydalanilganda eng yaxshi natijaga ABSK flotoreagenti orqali erishilgan.

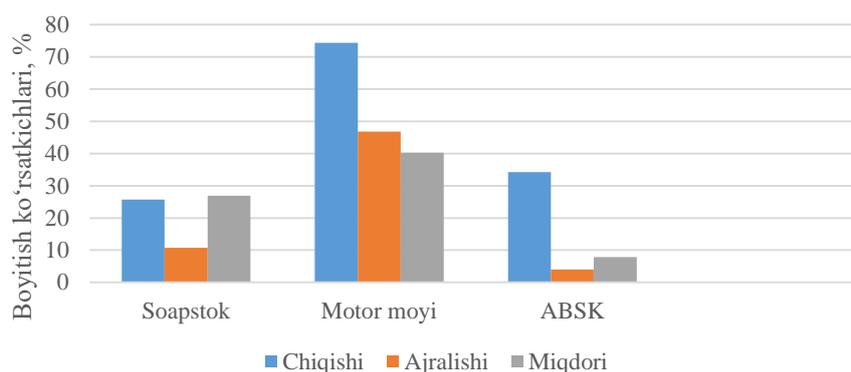
Nazorat flotatsiyasida ham soapstok, ishlatilgan motor moyi va ABSK flotoreagentlaridan foydalangan holda dolomitning boyitmaga chiqishi, ajralishi va miqdori aniqlangan. Natijalar quyidagi 4–rasmda keltirilgan.



### 4-rasm. Turli flotoreagentlar qo‘llanilganda nazorat flotatsiya jarayonida dolomitning boyitmaga ajralishi, chiqishi va miqdori

Yuqoridagi 4–rasmda keltirilgan natijalar shuni ko‘rsatadiki, nazorat flotatsiyasida ABSK flotoreagentidan foydalanilganda dolomitning boyitma tarkibidagi miqdori 84,66% ni tashkil etgan. Shu bilan birga nazorat flotatsiyasida

dolomitning chiqindiga chiqishi, ajralishi va miqdori aniqlangan va natijalar 5-rasmda keltirilgan.



### 5-rasm. Turli flotoreagentlar qo'llanilganda nazorat flotatsiya jarayonida dolomitning chiqindiga chiqishi, ajralishi va miqdori.

4 va 5-rasmda keltirilgan natijalar bo'yicha nazorat flotatsiyasida eng yaxshi ko'rsatkichga ABSK flotoreagentidan foylanilganda erishilgan. Bunda chiqindi tarkibidagi dolomitning miqdori 7,44% tashkil etgan.

Quyidagi 4-jadvalda ABSK flotoreagentidan foydalanib o'tkazilgan flotatsiya natijalari keltirilgan.

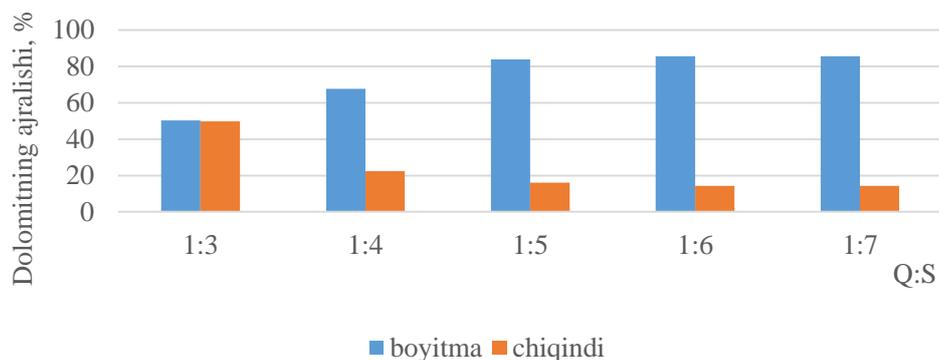
4-jadval

ABSK flotoreagenti orqali amalga oshirilgan flotatsiya tadqiqoti natijalari

Boyitishning texnologik ko'rsatkichlari	Asosiy flotatsiya			Nazorat flotatsiya	
	Mahsulotlarning nomi				
	dastlabki xomashyo	boyitma	chiqindi	boyitma	chiqindi
<b>Mahsulot og'irligi Q, g</b>	330	216,91	136,49	23,39	113,09
<b>Mahsulot chiqishi <math>\gamma</math>, %</b>	100	65,73	41,36	7,09	34,27
<b>Ajralishi <math>\epsilon</math>, %</b>	100	96,03	13,32	9,35	3,97
<b>dolomitning miqdori <math>\beta</math>, %</b>	64,2	<b>93,8</b>	20,67	84,66	<b>7,44</b>
<b>Tajriba sharoitlari</b>	t=9 min Q:S=1:6 yiriklik sinfi -0,125 mm			t=4 min Q:S=1:5 yiriklik sinfi -0,125 mm	

Yuqorida keltirilgan jadval va diagrammalardan shuni xulosa qilish mumkinki, soapstok, ishlatilgan motor moyi hamda ABSK qo'llanilib flotatsiya jarayoni amalga oshirilganda, olingan natijalar asosida, ABSK flotoreagenti asosiy flotoreagent sifatida tanlangan hamda keyingi tadqiqotlar aynan ushbu reagentni qo'llab, boyitishning maqbul parametrlari aniqlangan. Bunda dastlab reagent sarfi va Q:S nisbat ko'rsatkichga bog'liqligi o'rganilib, tajriba usulida maqbul ko'rsatkichlarni aniqlash amalga oshirilgan.

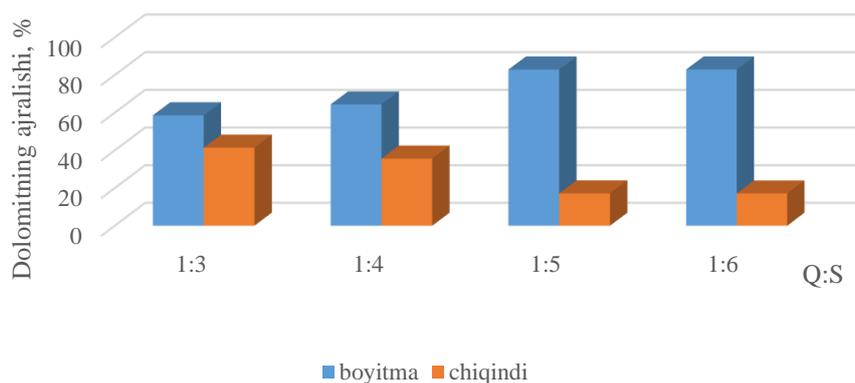
Asosiy flotatsiya jarayonini turli Q:S nisbatlarda amalga oshirilganda dolomitning ajralishi quyidagi 6-rasmda keltirilgan.



**6-rasm. Asosiy flotatsiya jarayonida ABSK flotoreagenti qo‘llanilganda dolomitning boyitma va chiqindiga ajralishining Q:S nisbatga bog‘liqligi**

Yuqorida keltirilgan tadqiqotlar natijasida ko‘rishimiz mumkinki, asosiy flotatsiya jarayonida Q:S nisbat 1:6 bo‘lganda dolomitning boyitmaga ajralishi eng yuqori ko‘rsatkichni tashkil etgan va maqbul Q:S nisbat 1:6 nisbati tanlangan.

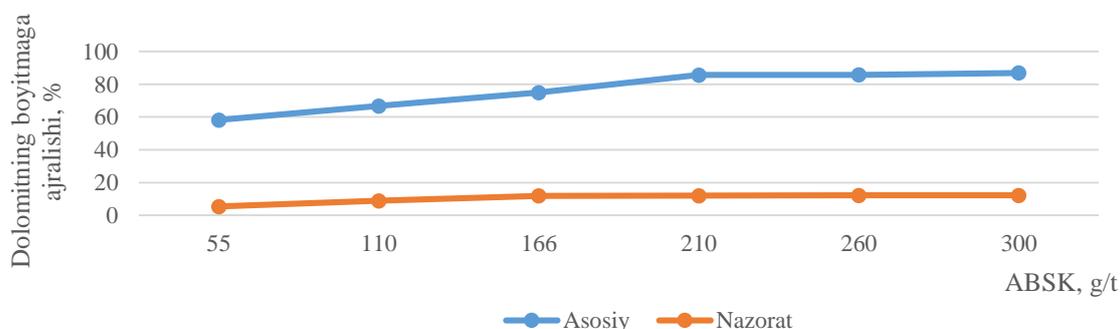
Nazorat flotatsiya jarayonida maqbul texnologik ko‘rsatkichlarni aniqlash maqsadida turli Q:S nisbatlarda tadqiqotlar olib borilgan va boyitmaga dolomitning ajralishi natijalari quyidagi 7-rasmda keltirilgan.



**7-rasm. Nazorat flotatsiya jarayonida ABSK flotoreagenti qo‘llanilganda dolomitning boyitma va chiqindiga ajralishining Q:S nisbatga bog‘liqligi**

Yuqoridagi keltirilgan 7-rasmdan shuni xulosa qilishimiz mumkinki, nazorat flotatsiyasida maqbul Q:S nisbati esa 1:5 nisbatni tashkil etgan.

Asosiy va nazorat flotatsiyalarida dolomitning ajralishini reagent sarfiga bog‘liqligi quyidagi 8-rasmda keltirilgan.



**8-rasm. Asosiy va nazorat flotatsiya jarayonlarida ABSK flotoreagenti qo‘llanilganda dolomitni boyitmaga ajralishining reagent sarfiga bog‘liqligi**

Yuqoridagi keltirilgan 8–rasmdan shuni xulosa qilish mumkinki, ABSK flotoreagentidan foydalanilganda dolomitning ajralishi bo‘yicha asosiy flotatsiya jarayoni uchun 210,6 g/t, nazorat flotatsiyasi uchun 166,2 g/t sarflanishi aniqlangan.

Keyingi jarayonda dolomit namunasini kaustik dolomitga o‘tishini pastroq haroratda amalga oshirish maqsadida dolomitga 0,3%, 0,5%, 0,75% va 1% *NaCl* tuzining eritmasini ta’sir ettirish orqali kaustik dolomit olishda tadqiqot ishlari olib borilgan. Bunda termik parchalashda maqbul eritma sifatida *NaCl* tuzi 0,5% eritmasi tanlangan. Olingan natijalari 5–jadvalda keltirilgan.

5-jadval.

Dolomitli shixta va qo‘shimchalarsiz dolomitni termik parchalashda massa yo‘qotilishining haroratga bog‘liqligi, %

Xom ashyo nomi	Harorat, °C												
	400	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	800
	massa yo‘qotilishi, %												
Dolomit	2,85	3,15	3,45	4,25	5,0	5,45	6,35	8,25	11,6	16,4	18,9	<b>20,9</b>	25,5
Dolomit 0,3% <i>NaCl</i>	2,85	5,4	8,2	10,9	13,1	15,6	17,9	19,3	20,6	21,3	23,4	24,6	27,3
Dolomit 0,5% <i>NaCl</i>	3,1	8,9	12,75	14,15	15,65	16,7	18,96	<b>20,35</b>	21,35	21,6	24,3	24,8	30,0
Dolomit 0,75% <i>NaCl</i>	3,4	9,7	12,82	14,33	15,96	16,91	19,14	20,8	21,52	21,8	24,5	24,9	30,3
Dolomit 1,0% <i>NaCl</i>	4	11	13,6	14,85	16,3	17,2	19,5	20,8	21,7	22,1	24,8	25,2	30,6

Shuningdek kaustik dolomitning parchalanishi eng maqbul harorati 650° C ekanligi aniqlangan.

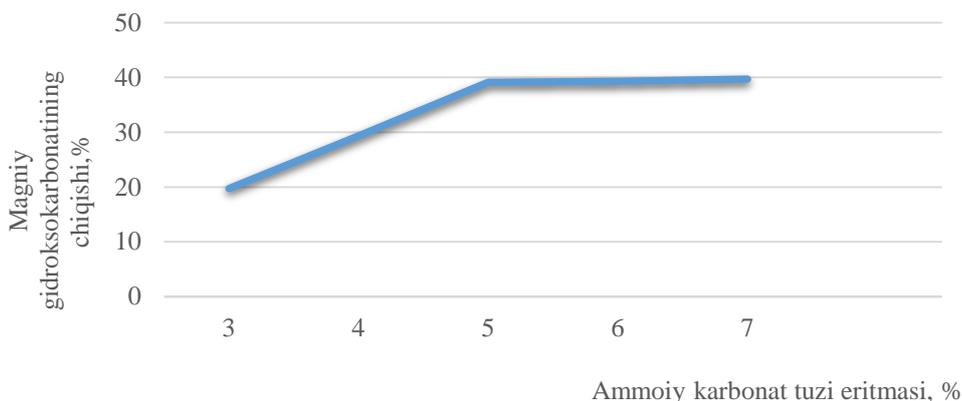
Termik ishlov berish jarayonining texnologik sxemasi quyidagi 9–rasmda keltirilgan.



**9-rasm. Vaush koni dolomitini termik ishlov berish yo‘li bilan kaustik dolomit olishning texnologik sxemasi**

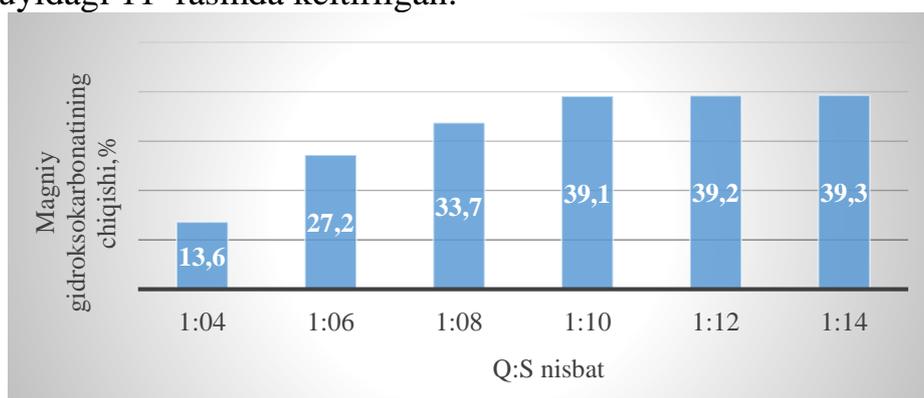
Tadqiqot ishida olingan kaustik dolomitini tanlab eritish jarayonida asosiy reagent sifatida  $(NH_4)_2CO_3$  ammoniy karbonat tuzining 3-7% li eritmasidan

foydalanilgan. Tanlab eritish jarayonida magniy oksidining eritma tarkibiga o'tishining ammoniy karbonati miqdoriga bog'liqligi bo'yicha amalga oshirilgan tadqiqot natijalari quyidagi 10–rasmda keltirilgan.



**10-rasm. Tanlab eritish jarayonida magniy oksidining eritma tarkibiga o'tishida eritma tarkibidagi ammoniy karbonatining miqdoriga bog'liqligi**

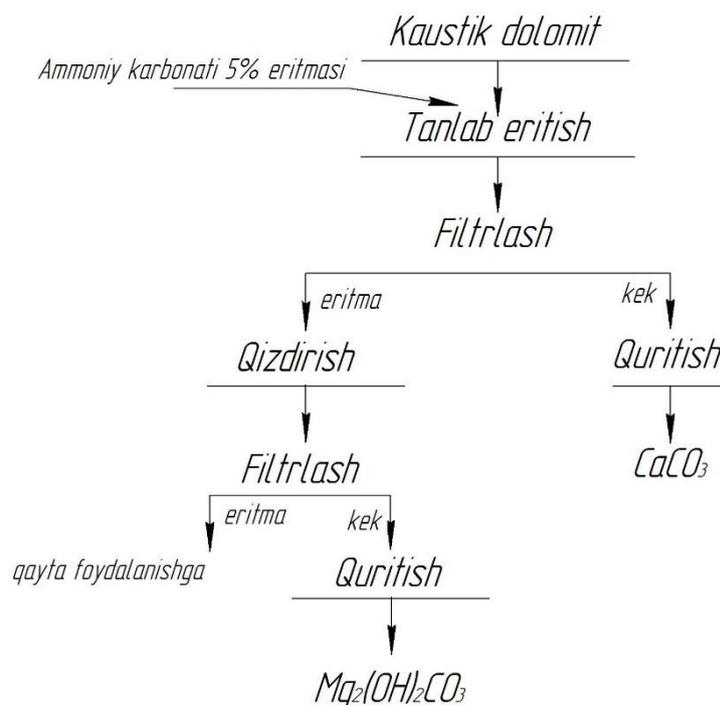
Olingan natijalar asosida tanlab eritish jarayonida magniy oksidining eritma tarkibiga o'tishida ammoniy karbonatining 5%li maqbul ko'rsatkich sifatida tanlangan va tanlab eritish jarayoni turli Q:S nisbatlarda amalga oshirilgan. Olingan natijalar quyidagi 11–rasmda keltirilgan.



**11-rasm. Tanlab eritish jarayonida ammoniy karbonatini qo'llaganda magniy oksidining eritma tarkibiga o'tishining turli Q:S nisbatiga bog'liqligi**

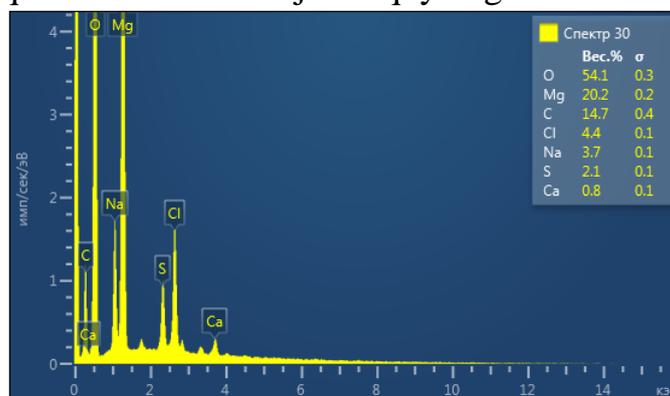
Yuqorida keltirilgan rasmdan shuni xulosa qilish mumkinki, tanlab eritish jarayonida Q:S nisbatlarida eng yaxshi natijani 1:10 nisbati ko'rsatgan hamda maqbul nisbat sifatida 1:10 tanlangan.

Tanlab eritish jarayonining texnologik sxemasi quyidagi 12–rasmda keltirilgan.



**12-rasm. Kaustik dolomitni tanlab eritish orqali magniy gidroksokarbonatini olishning texnologik sxemasi**

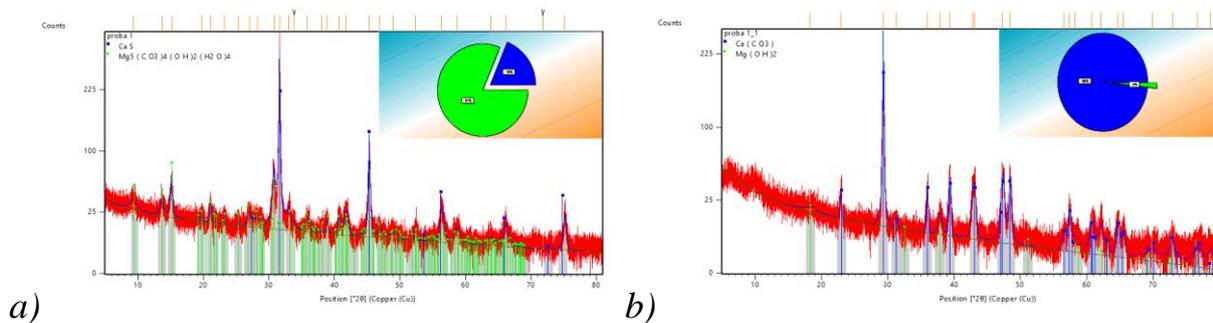
Tanlab eritish jarayonidan olingan magniy gidroksokarbonati elektron mikroskopik tahlil qilindi va tahlil natijalari quyidagi 13–rasmda keltirilgan.



**13-rasm. Tanlab eritish jarayonidan olingan magniy gidroksokarbonatining kimyoviy va elementar tarkibi**

Shuni ta’kidlash kerakki, o’rganilayotgan  $Mg_2(OH)_2CO_3$  namunalarning ba’zi nuqtalarida Ca ning eng past miqdori qayd etilgan: Ca - 0,8%; S - 2,1%; Na – 3,7%; Cl – 4,7%; O - 54,1%; C - 14,7%.

Tadqiqot natijalariga ko’ra, tanlab eritish jarayonidan olingan magniy gidroksokarbonati va kalsiy karbonatining rentgen tasvirlari Shimadzu EDX-7000/8000 modelidagi yuqori aniqlikdagi rentgen nurli lyuminetsent energiyani tarqatuvchi apparat yordamida olingan. Tahlil natijalari quyidagi 14–rasmda keltirilgan.



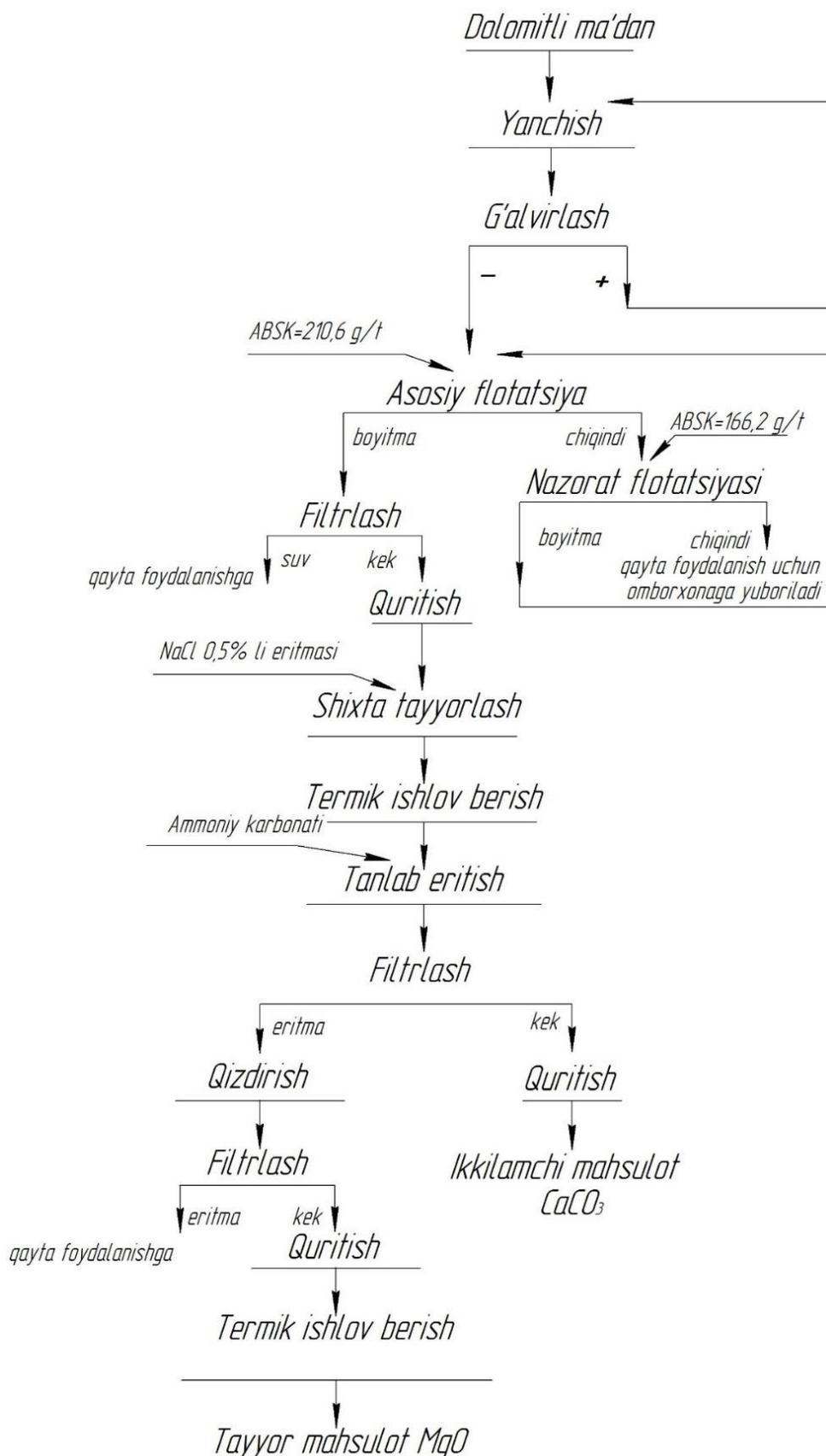
**14-rasm. Tadqiqot ishidan olingan magniy gidroksokarbonati va kalsiy karbonatining rentgen tasvirlari: a) Magniy gidroksokarbonatining rentgen tahlili. b) Kalsiy karbonatining rentgen tahlili**

Rentgen tahlil natijalaridan ko‘rishimiz mumkinki, tanlab eritish jarayonidan olingan magniy gidroksokarbonatining tahlil natijasiga ko‘ra ( $Mg_2(OH)_2CO_3$ ) 81% va  $CaS$  19% ni tashkil etgan. Bundan tashqari tanlab eritish jarayonida qoldiq mahsulot sifatida olingan kalsiy karbonatining tarkibida  $CaCO_3$  98% va  $Mg(OH)_2$  2% ni tashkil etgan. Bundan ko‘rinib turibdiki, tanlab eritish jarayonida qoldiq mahsulot sifatida 98% toza  $CaCO_3$  olish mumkinligi aniqlangan.

Dissertatsiyaning “**Vaush koni dolomitlarini boyitish va qayta ishlash asosida magniy oksidi olish texnologiyasini ishlab chiqish va sanoatda foydalanishning iqtisodiy samaradorligi**” deb nomlangan to‘rtinchi bobida Vaush koni dolomitlarini boyitish va qayta ishlash asosida magniy oksidi olishning texnologik sxemasi va apparatlar zanjir sxemasi ishlab chiqilgan.

Taklif etilayotgan texnologik sxema bo‘yicha tadqiqot sinov ishlari quyidagicha amalga oshirilgan. Dastlab kondan olingan namunalarni -0,125 mm yiriklikkacha yanchish jarayoni amalga oshirilgan. Yanchish jarayonidan chiqqan mahsulot flotatsiya jarayoniga yuborilgan va flotatsiya jarayonida asosiy flotatsiya Q:S 1:6 nisbatda nazorat flotatsiya Q:S 1:5 nisbatda olib borilgan. Asosiy va nazorat flotatsiya jarayonida ham ABSK flotoreagentidan foydalanilgan. Flotatsiya jarayonida boyitma sifatida dolomitli mahsulot hamda chiqindi sifatida kvarts qumi aralashmasi olingan. Keyingi jarayonda boyitmaga 0,5% NaCl eritmasi qo‘shish orqali shixta tayyorlanib, termik ishlov berish jarayoniga yuborilgan. 650° C da termik ishlov berish natijasida kaustik dolomit olingan va tanlab eritish jarayoniga yuborilgan. Tanlab eritish jarayonida kaustik dolomit tarkibidagi magniy oksidini 5%li ammoniy karbonati eritmasi yordamida pH=10 ishqoriy muhitda eritmaga o‘tkazilgan va hosil bo‘lgan  $Mg_2(OH)_2CO_3 + (NH_4)_2CO_3 + CaCO_3$  mahsulot filtrlangan. Kek mahsuloti  $CaCO_3$  va filtrate esa  $Mg_2(OH)_2CO_3 + (NH_4)_2CO_3$  tarkibli ekanligi aniqlangan. Olingan filtratni qizdirish yo‘li bilan tarkibidagi  $Mg(OH)_2 * MgCO_3 * H_2O \downarrow + 2NH_3 \uparrow + CO_2 \uparrow$  ammiak va karbonat angidrid gazlarining uchishi evaziga  $Mg_2(OH)_2CO_3$  tarkibli mahsulot hosil bo‘lgan. Ushbu  $Mg_2(OH)_2CO_3$  mahsulotga termik ishlov berish yo‘li bilan MgO olingan.

Yuqoridagi ma’lumotlar asosida taklif etilayotgan texnologik sxema quyidagi 15–rasmda keltirilgan.



**15-rasm. Vaush koni dolomitlarini boyitish va qayta ishlash asosida magniy oksidi olishning taklif etilayotgan texnologik sxemasi**

O'tkazilgan tajriba-laboratoriyali va yarim sanoatli sinovlar natijasiga asoslangan holda tavsiya etilayotgan texnologiyaning kutilayotgan iqtisodiy samaradorligi yiliga 1,53 mln \$ ni tashkil qiladi.

## XULOSA

Dissertatsiya ishi bo'yicha olib borilgan nazariy va tajribaviy tadqiqotlar asosida quyidagi xulosalar qilindi:

1. Vaush koni dolomitining kimyoviy va mineralogik tarkibini aniqlash bo'yicha o'tkazilgan tahlil natijalari asosida namuna tarkibida CaO-15,54-29,84%, MgO-11,2-20,81%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-0,13-0,35%; SiO<sub>2</sub>-0,58-37,94%; Na<sub>2</sub>O-0,83-1,13%; K<sub>2</sub>O-0,02-0,03%; SO<sub>3</sub>-0,8-1,49%; KYM-33,01-46,3% miqdorlarda mavjudligi, shu bilan birga dolomit – 51,2-94,9%; kvars – 0,3-36,5%; gips – 0-3,2%; paligorskit – 0-2,2%; albit – 0-1,6%; kaliyli dala shpati -0-7,4% va galit – 0-2,7% minerallaridan tashkil topganligi aniqlangan.

2. Vaush koni dolomitini flotatsiya usulida boyitishda ilk marotaba alkilbenzolsulfokislota (ABSK) reagentidan foydalanilgan, natijada asosiy va nazorat flotatsiya jarayonining davomiyligi, Q:S nisbati hamda reagent sarflarining optimal ko'rsatkichlari aniqlangan.

3. Termik parchalash jarayonida dolomitga NaCl eritmasining ta'siri bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar asosida NaCl eritmasi dolomitni dekarbonizatsiyalanishini tezlashtirgan va 650°C haroratda kaustik dolomit olingan. Termik parchalash jarayonida NaCl eritmasining optimal miqdori 0,5%, termik parchalash davomiyligi 60 daqiqani tashkil etgan.

4. Kaustik dolomitni tanlab eritish jarayonida magniy oksidini eritmaga o'tishi ammoniy karbonat eritmasining 5%li miqdorida yaxshi natijaga erishilgan, bunda eritma harorati 14-15°C va magniy oksidini eritmaga o'tish davomiyligi 20 daqiqani tashkil etgan.

5. Tanlab eritishdan olingan eritmani 70°C haroratda qizdirish natijasida, eritma tarkibidagi magniy oq rangli tuz ko'rinishida hosil bo'lgan. Natijada eritmada hosil bo'lgan mahsulotni filtrlash orqali eritmada magniy gidroksokarbonat ajratib olingan.

6. Olingan magniy gidroksokarbonatni termik ishlov berish orqali magniy oksidi olish bo'yicha o'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, 850°C haroratda magniy gidroksokarbonati tarkibidagi CO<sub>2</sub> va boshqa uchuvchan moddalar yo'qotishga erishilgan, hamda termik ishlov berish jarayonining davomiyligi 60 daqiqani tashkil etgan.

7. Vaush koni dolomitlarini boyitish va qayta ishlash asosida magniy oksidi olish uchun dastlabki namuna flotatsiya usulida boyitilib, boyitmani termik qayta ishlash, tanlab eritish va olingan magniy gidroksokarbonatini termik ishlov berish orqali tarkibi 92,7%li - MgO olish texnologiyasi ishlab chiqilgan.

8. Tadqiqot natijasida olingan magniy oksidi tegishli GOST 14832-79, GOST 1216-87, GOST 5381-93 va GOST 10360-85 talablariga javob berishi aniqlangan.

9. Tavsiya etilayotgan Vaush koni dolomitlarini boyitish va qayta ishlash asosida magniy oksidi olish texnologiyasidan kutilayotgan iqtisodiy samaradorlik yiliga 1,53 mln \$ ni tashkil qiladi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.17/04.06.2021.Т.06.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАВОЙСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ  
ГОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

---

**НАВОЙСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**МИРЗАЕВ БАХОВУДДИН АБДУРАЗЗАКОВИЧ**

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ОКСИДА МАГНИЯ НА  
ОСНОВЕ ОБОГАЩЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ДОЛОМИТОВ  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВАУШ**

**04.00.14 – Обогащение полезных ископаемых**

**АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации доктора философии (PhD) по ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**Навои-2025**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за № B2023.4.PhD/T4158.**

Диссертация выполнена в Навоийском отделении Академии наук Республики Узбекистан.  
Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета по адресу ([www.nsumt.uz](http://www.nsumt.uz)) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу ([www.ziyo.net](http://www.ziyo.net)).

**Научный руководитель:** **Хужакулов Нурмурод Ботирович**  
доктор философии (PhD) по техническим наукам,  
доцент

**Официальные оппоненты:** **Мухиддинов Баходир Фахриддинович**  
Доктор химических наук, профессор

**Бадалов Феруз Амирович**  
доктор философии (PhD) по техническим наукам,  
старший научный сотрудник

**Ведущая организация:** **Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова**

Защита диссертации состоится 25 декабря 2025 года в 14<sup>00</sup> часов на заседании Научного Совета DSc.17/04.06.2021.T.06.01 (Адрес: 210100, г. Навои, пр-т. Галаба, 76в. Зал заседаний Навоийского государственного горно-технологического университета. Тел.: (79) 223-23-32; факс: (79) 223-49-66; e-mail: [info@nsumt.uz](mailto:info@nsumt.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Навоийского государственного горно-технологического университета (зарегистрирован за №245). (Адрес: 210100, г. Навои, пр-т. Галаба, 76в, Тел.: (79) 223-23-32; факс: (79) 223-49-66.)

Автореферат диссертации разослан 12 декабря 2025 года.  
(реестр протокола рассылки №29 от 12 декабря 2025 года.)



**К.С.Санакулов**  
Председатель Научного совета по присуждению  
ученых степеней, д.т.н., профессор

**О.У.Фузайлов**  
Ученый секретарь Научного совета по  
присуждению ученых степеней, д.ф.т.н. (PhD)

**А.У.Самадов**  
Председатель Научного семинара при Научном  
совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В современном мире производство оксида магния является неотъемлемой частью промышленных предприятий и используется в качестве важного сырья при получении огнеупорных материалов и производстве различных видов магниевых минеральных удобрений. В результате стремительного развития промышленных предприятий потребность в оксиде магния (MgO) постоянно растет. Поэтому актуально сосредоточиться на разработке энергосберегающих и эффективных методик для нужд промышленных предприятий и разработке технологий получения недорогого оксида магния из местного сырья.

В связи с потребностью химической промышленности и металлургии республики в соединениях магния и существует преимущественный спрос импорта магнезита, бишофитов. В этой связи проводятся целенаправленные и последовательные научные исследования по производству импортозамещающей и экспортоориентированной магниевой продукции, полученной из местного сырья. В следствие этого особое внимание уделяется комплексной переработке местных магнийсодержащих природных минералов, в том числе доломитов, извлечению из них соединений магния, необходимых для промышленности в товарной форме, таких как оксид магния, магнезит, и созданию технологий производства импортозамещающей продукции для экономики нашей республики.

В результате широкомасштабных мер, реализуемых в нашей республике, достигаются определенные результаты в области освоения и переработки новых месторождений. В третьем направлении Стратегии действий Республики Узбекистан на 2017-2021 годы определены такие важные задачи, как «...производство готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на основе глубокой переработки высокотехнологичных обрабатывающих отраслей промышленности, прежде всего местных сырьевых ресурсов...»<sup>2</sup> Исходя из этих задач, разработка и научное обоснование технологии получения оксида магния из доломита месторождения Вауш, а также исследования, направленные в этом направлении, имеют практическое значение для ряда отраслей промышленности нашей страны.

В Указе Президента Республики Узбекистан №УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы» от 28 января 2022 года определены важные задачи по «стимулированию научно-исследовательской и инновационной деятельности, созданию эффективных механизмов внедрения инновационных достижений в практику, широкому внедрению в производство энерго- и ресурсосберегающих технологий». В соответствии с этим проводятся научные исследования по решению проблем совершенствования и развития производства готовой продукции путем переработки и обогащения

---

<sup>2</sup> O'zbekiston Respublikasi Prezidentining «2017-2021 yillarda O'zbekiston Respublikasini rivojlantirishning beshta ustuvor yo'nalishi bo'yicha Harakatlar strategiyasi» to'g'risidagi Farmoni

местного сырья. Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в пункте 30 Приложения №7 к Постановлению Президента Республики Узбекистан № ПП-4805 «О мерах по повышению качества непрерывного образования и результативности науки по направлениям химия и биология» от 12 августа 2020 года («Получение оксида магния (магнезита) путём комплексной переработки доломита месторождения Вауш»), пункте 91 Приложения №6 к Постановлению Президента Республики Узбекистан № ПП-307 «Об организационных мерах по реализации Стратегии инновационного развития Республики Узбекистан на 2022-2026 годы» от 6 июля 2022 года («Разработка метода получения магнезита в лабораторных условиях путём комплексной переработки доломита»), пункте 9 Приложения №6а к этому же ПП-307 («Производство вторичной готовой продукции путем комплексного изучения имеющихся нерудных полезных ископаемых: доломита, кварцевого песка и бентонитовых глин месторождения Вауш»), а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Республики VII. «Науки о земле (геология, геофизика, сейсмология и переработка минерального сырья)».

**Степень изученности проблемы.** В мире большой вклад в научные исследования по обогащению и переработке полезных ископаемых, получению магниевых продуктов на их основе внесли: Носов А.В., Wanzhong Yin, Gonglun Chen, Iwasaki I., Кропанев С.И., Некрасова Г.Н., Дормешкин О.Б., Кетов А.А., Кузьменков Д.М., Дмитревский Б.А. и другие ученые.

В целом, Санакулов К.С., Самадов А.У., Мустакимов О.М., Юсупходжаев А.А., Якубов М.М., Хасанов А.С., Саттаров Г.С., Донияров Н.А., Хужакулов Н.Б., Хужамов У.У. и другие ученые внесли большой вклад в формирование промышленности обогащения полезных ископаемых нашей страны.

Кроме того, ученые нашей страны: Адиллов Д.К., Мирзаев А.У., Чиникулов Х., Михлиев О.А., Тожимаматова М.Ю, Дадаходжаев А.Т, Турсунов А.С., Эргашев Д.А., Хамракулов З.А., Сайдуллаева Г. А., Эшпулатова М.Б., Эргашев Д.А. и другие достигли значительных успехов в получении магниевых продуктов из доломитов.

Данная диссертационная работа посвящена созданию и внедрению в практику технологии производства магниевых продуктов из дешевого местного сырья (доломита, серпентинита и т.д.), которые на сегодняшний день являются необходимыми для промышленных предприятий регионов нашей Республики и заменяют на 100% импортируемые  $MgCO_3$ ,  $Mg(OH)_2$  и  $MgO$ .

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках научно-исследовательского плана Навоийского отделения Академии наук Республики Узбекистан, а также проектов, выполненных в соответствии

с Постановлением Президента Республики Узбекистан № ПП-4805 «О мерах по повышению качества непрерывного образования и результативности науки по направлениям химия и биология» от 12 августа 2020 года с заданием «Получение оксида магния (магнезита) путём комплексной переработки доломита месторождения Вауш» (приложение 7, пункт 30), и Постановлением Президента Республики Узбекистан № ПП-307 «Об организационных мерах по реализации Стратегии инновационного развития Республики Узбекистан на 2022–2026 годы» от 6 июля 2022 года с заданиями «Разработка метода получения магнезита в лабораторных условиях путём комплексной переработки доломита» (приложение 6, пункт 91) и «Производство вторичной готовой продукции путем комплексного изучения имеющихся нерудных полезных ископаемых: доломита, кварцевого песка и бентонитовых глин месторождения Вауш» (приложение 6а, пункт 9).

**Целью исследования** Разработка технологии получения оксида магния на основе обогащения и переработки доломитов месторождения Вауш.

**Задачи исследования:**

изучение химического и минералогического состава образцов доломита месторождения Вауш на основе разных анализов;

исследование реагентного режима и технологических параметров флотационного обогащения доломитов месторождения Вауш;

определение параметров, влияющих на получение каустического доломита на основе термической обработки;

определение оптимального соотношения карбоната аммония при выщелачивании каустического доломита;

определение оптимальных параметров температуры термической обработки при получении оксида магния;

разработка технологии получения оксида магния на основе обогащения и переработки доломитов месторождения Вауш;

применение MgO, полученного на основе результатов исследований, на крупных предприятиях республики и повышение технико-экономических показателей их применения.

**Объектом исследования** является доломит месторождения Вауш в Навбахорском районе Навоийской области.

**Предметом исследования** является разработка технологии получения оксида магния из доломита месторождения Вауш на основе определения состава доломита и оптимальных условий обогащения.

**Методы исследования.** При выполнении диссертационной работы были использованы методы масс-спектрометрического анализа, химический, минералогический анализы, ИК-спектроскопия, термогравиметрический анализ, рентгеновский анализ и элементный анализ, основанные на элементном анализе состава доломита Ваушского месторождения, широко использовались лабораторные эксперименты и экспериментальные испытания.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

при флотационном обогащении доломита месторождения Вауш впервые был использован реагент алкилбензолсульфокислота (АБСК), в результате чего извлечения доломита в концентрат увеличилось на 96,03%, а содержание доломита в концентрате - на 93,8%;

определено оптимальное количество NaCl для активации процесса декарбонизации при термической обработке обогащенного доломита;

определена оптимальная температура получения каустического доломита в результате декарбонизации обогащенного доломита;

впервые разработана технология получения оксида магния и магниевых продуктов, а также карбоната кальция для различных отраслей промышленности путем обогащения и переработки доломита месторождения Вауш.

**Практические результаты исследования** заключается в следующем:

выбран алкилбензолсульфокислота в качестве оптимального флотореагента для флотационного обогащения доломитов Ваушского месторождения и обосновано, что оптимальный расход реагента АБСК составляет 210,6 г/т для основной флотации и 166,2 г/т для контрольной флотации;

в результате проведенных исследований установлено, что наиболее оптимальное количество NaCl для активации декарбонизации при термической обработке доломитового концентрата составляет 0,5%;

в процессе декарбонизации доломитовой шихты, приготовленной с использованием раствора NaCl, определены оптимальные условия получения каустического доломита путем термической обработки при температуре 650°C в течение 1 часа;

определены оптимальные показатели получения  $Mg_2(OH)_2CO_3$  путем воздействия раствора карбоната аммония на каустический доломит в процессе выщелачивания;

обосновано, оптимальная температура получения MgO путем термической обработки полученного в результате выщелачивания  $Mg_2(OH)_2CO_3$  составляет 850°C и продолжительность 1 час.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность результатов исследования обосновывается проведением исследований с использованием современных методов и средств, значительным объемом лабораторных и полупромышленных испытаний, совместимостью и количественным подтверждением основных целей работ по получению обогащенного доломита путем обогащения доломита, результатами отдельных методов термической переработки доломита, достигнуты значительные положительные результаты по получению оксида магния путем обогащения и переработки доломита месторождения Вауш, а также подтверждением положительными лабораторными и полупромышленными испытательными справочниками.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования объясняется теоретическим обоснованием целесообразности получения обогащенного

чистого доломита путем обогащения доломита месторождения Вауш и его отдельной переработки, определением оптимальной температуры процесса термической обработки доломита с помощью исследований.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке технологической схемы получения оксида магния на основе обогащения и переработки доломитов месторождения Вауш, в том числе для получения оксида магния и магниевых соединений для ряда отраслей промышленности. В частности, рациональное использование природных ресурсов, налаживание безотходного или малоотходного производства, а также получение экологически чистого и экономически эффективного оксида магния.

**Внедрение результатов исследования.** На основе научных результатов, полученных при разработке технологии получения оксида магния на основе обогащения и переработки доломитов месторождения Вауш:

Метод флотационного обогащения доломитов месторождения Вауш внедрен в Центральной научно-исследовательской лаборатории акционерного общества «Навоийский горно-металлургический комбинат» (справка № 02-07/02/11137 от 29 октября 2025 года акционерного общества «Навоийский горно-металлургический комбинат»). В результате удалось увеличить извлечение доломита из исходного продукта в концентрат на 96,03% и содержание доломита в концентрате на 93,8%;

Процесс декарбонизации концентрата доломита с добавлением NaCl внедрен в Центральной научно-исследовательской лаборатории акционерного общества «Навоийский горно-металлургический комбинат» (справка № 02-07/02/11137 от 29 октября 2025 года акционерного общества «Навоийский горно-металлургический комбинат»). В результате удалось получить 92,7% оксида магния при выщелачивании после процесса декарбонизации.

**Апробация результатов исследования.** Результаты данного исследования были обсуждены на 9 международных и 5 местных научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 21 научная работа, из них 7 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, в том числе 4 в республиканских и 3 в зарубежных журналах.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, список использованных литератур и приложений. Объем диссертации составляет 112 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обоснованы актуальность и востребованность проведенного исследования, определены цель и задачи, объект и предмет исследования, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, раскрыты научная новизна и практические

результаты исследования, приведены рекомендации по внедрению результатов исследования в практику, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Современные методы обогащения и технологии переработки магнийсодержащих нерудных полезных ископаемых**» проанализированы виды, состав магнийсодержащих полезных ископаемых и современные методы обогащения и переработки доломитов. В результате изучения мирового опыта было отмечено, что магниевое сырье получают в основном из минералов магнезита и брусита, и эти минералы встречаются в очень малых количествах на территории Узбекистана. Изучено, что в результате этого увеличивается себестоимость получаемой продукции. В исследовательской работе в качестве сырья для снижения себестоимости оксида магния и рационального использования доломитов с большими запасами на территории Узбекистана был получен доломит. В настоящее время в нашей стране имеется множество недостатков, таких как недостаточно развитая сырьевая база процесса производства оксида магния, малые объемы производства, низкий уровень эффективности внедряемых технологий. Также посвящена обогащению доломита, его практическому значению и изучению современных и эффективных технологий получения оксида магния и магниевых продуктов в результате обогащения и переработки.

Во второй главе диссертации «**Методика и объект исследования методов обогащения и переработки доломитов месторождения Вауш**» изучены химический и минералогический составы, результаты термографического и инфракрасного спектроскопического анализа доломитов месторождения Вауш, выбранных в качестве объекта исследования, а также приведены методы исследования и описаны лабораторные эксперименты.

Таблица 1

Результаты рентгенодифрактометрического анализа образцов доломита месторождения Вауш

Описание образца	Содержание основных породообразующих минералов, %																
	Глинистые				Карбонаты			Другие						Всего			
	Слюда	СГМ	Каолинит	Хлорит	Пальгорскит	Кальцит	Доломит	Сидерит	Кварц	КДШ	Альбит	Пирит	Гипс	Галит	Глинистые	Карбонаты	Другие
Доломиты	0	0	0	0	1,3	0	64,2	0	26,3	3,9	1,0	0	1,8	1,5	1,3	64,2	34,5

**Примечание:**

СГМ - смешанно-слоистое формирование гидрослюда-монтмориллонита;  
КДШ - калиевый полевой шпат;

Образцы различных горизонтов доломитов месторождения Вауш, взятые в качестве объекта исследования, были отобраны методом «сокращения пробы с четвертным разделением» (квартование). Проведен минералогический и

химический анализ сокращенных образцов. С помощью рентгено-дифрактометрического анализа полученных образцов был определен минералогический состав, по результатам анализа доломитовая руда состояла из доломита 64,2%, кварца 26,3%, гипса - 1,8%, палыгорскита - 1,3%, альбита - 1,0%, полевого шпата - 3,9% и галита - 1,5%, а доломиты Вауша в основном состояли из минерала доломита и в качестве добавки кварцевых минералов. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Также был проведен отдельный химический анализ сокращенных образцов. Результаты химического анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты химического анализа доломита Месторождения Вауш по отдельным горизонтам

Содержание компонентов, %							п.п.п %	итого %
CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>		
20,27	14,36	1,3	28,8	0,76	0,38	1,04	32,99	99,99

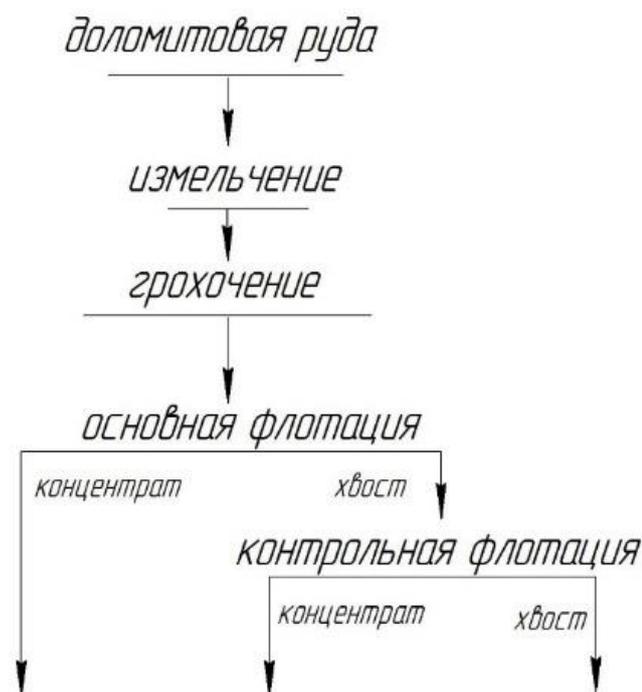
По данным химического анализа образцы доломитовой руды содержат CaO-20,27%, MgO-14,36%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 1,3%; SiO<sub>2</sub>-28,8%; Na<sub>2</sub>O - 0,76%; K<sub>2</sub>O-0,38%; SO<sub>3</sub> - 1,04%;

Видно, что потеря при прокаливании составляет 32,99%. Результаты анализа показывают, что доломит содержит SiO<sub>2</sub>-28,8%, что указывает на необходимость обогащения доломита месторождения Вауш.

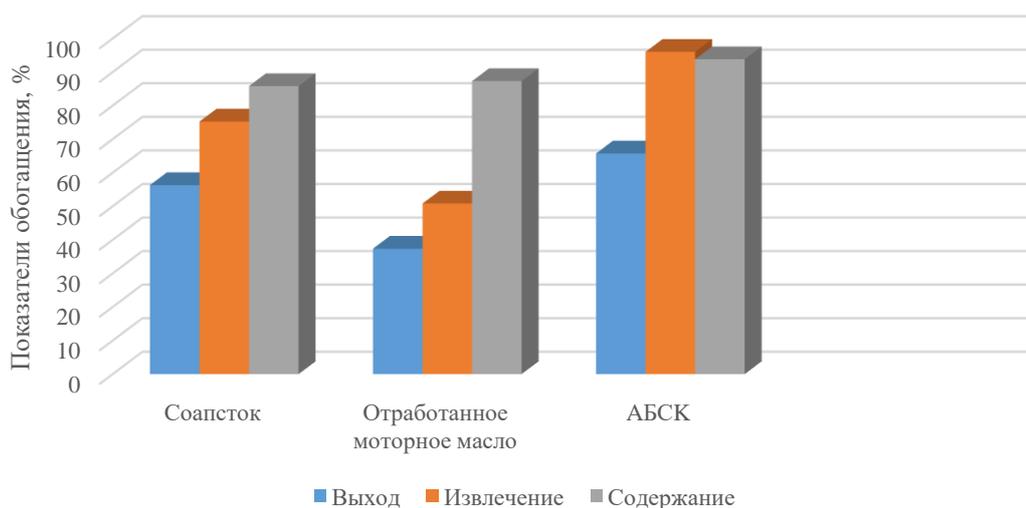
В третьей главе диссертации **«Исследование и определение технологических параметров обогащения и переработки доломитов месторождения Вауш»** представлены процесс обогащения доломитов, расход реагента, процесс декарбонизации с определением оптимальных условий термообработки доломитовой шихты, оптимальные условия и показатели процесса выщелачивания, а также результаты рентгеновского, элементного состава и оптико-эмиссионного анализа полученных продуктов.

В мировой практике обогащение доломита осуществляется в основном методом флотации. Предварительные экспериментальные исследования были проведены по схеме, представленной на рисунке 1 ниже. Исследования проводились с использованием трех видов флотореагентов: соапсток, отработанное моторное масло и АБСК. Исследования флотационного обогащения сначала проводились путем добавления соапстокового флотационного реагента.

При этом в флотационную машину FML 3 (295 FL) заливали воду и обогащали 330 г доломитовой руды. В исследованиях в качестве флотореагента использовали 0,21 г соапстока для основной флотации и 0,114 г для контрольной флотации. При флотации с соапстоком содержание доломита в концентрате, полученном из основного процесса флотации, составило 85,8%, а содержание доломита в хвост контрольной флотации - 26,92%.



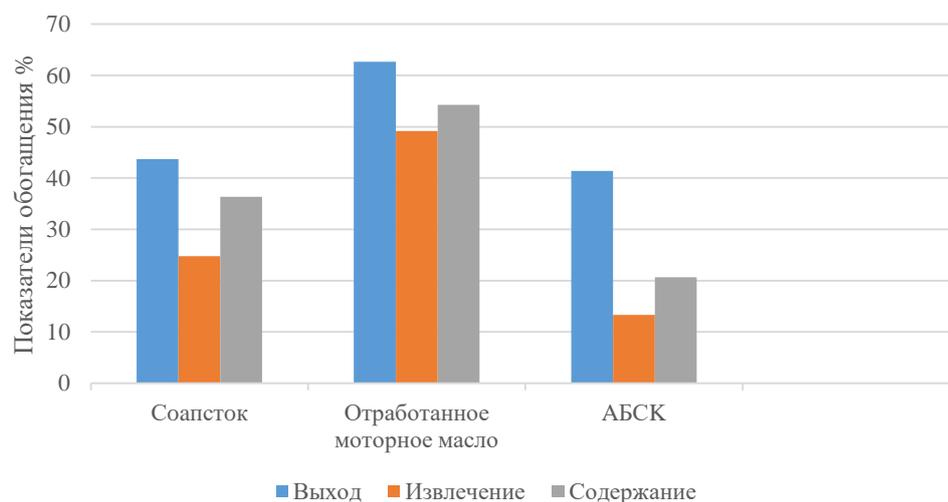
**Рис. 1. Технологическая схема флотационного обогащения доломита**



**Рис. 2. Извлечение, выход и содержание доломита в концентрат при использовании различных флотационных реагентов в процессе основной флотации**

В следующем исследовании в качестве флотореагента использовалось моторное масло. В исследованиях использовали 0,95 г флотореагента моторного масла для основной флотации и 0,515 г для контрольной флотации. При флотации с отработанным моторным маслом содержание доломита в концентрате, полученном в процессе основной флотации, составило 87,3%, а содержание доломита в хвост - 36,27%.

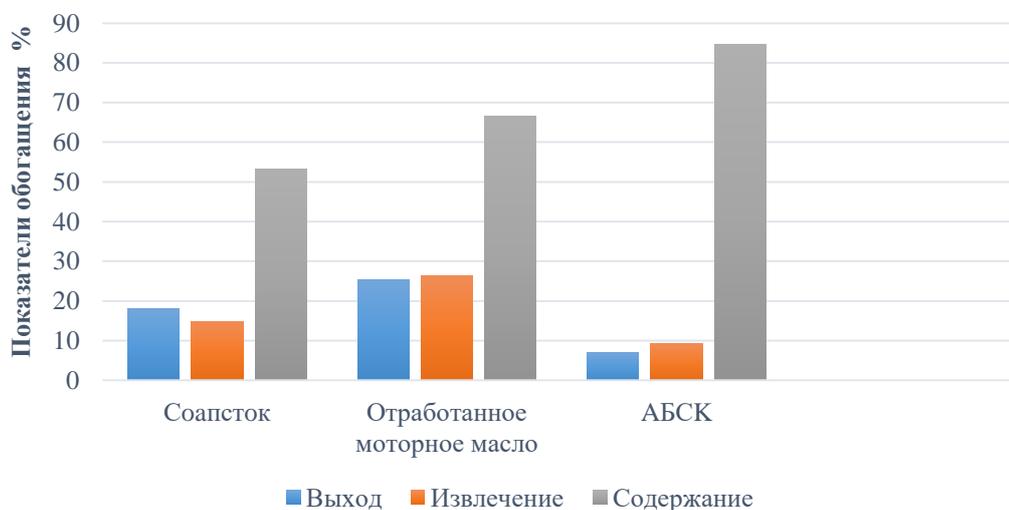
В последующих исследованиях в качестве флотационного реагента использовали АБСК. В исследованиях использовали 0,0702 г флотационного реагента АБСК для основной флотации и 0,0554 г для контрольной флотации. Полученные результаты представлены на рисунках 2 и 3.



**Рис. 3. Извлечение, выход и содержание доломита в хвост при основной флотации с применением различных флотационных реагентов**

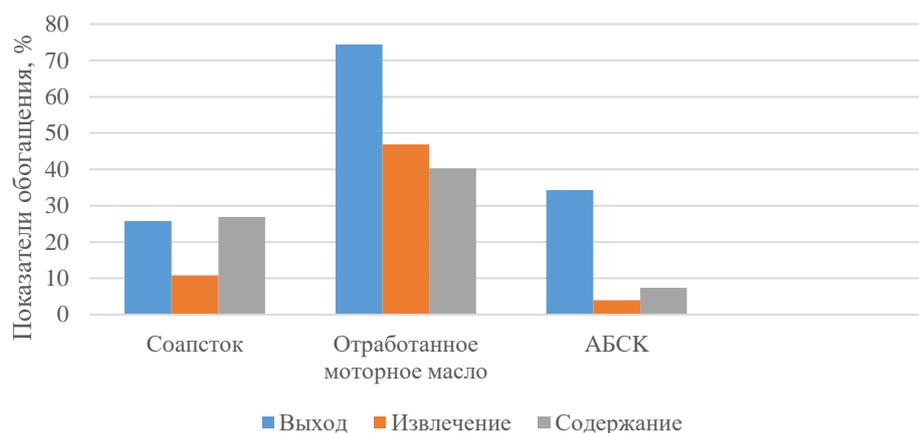
Как видно из рисунка 3 выше, при использовании различных флотационных реагентов в процессе основной флотации наилучший результат по содержанию доломита в хвост был достигнут при использовании флотационного реагента АБСК.

В контрольной флотации также определяли выход, Извлечение и содержание доломитового концентрата в концентрат с использованием соапстока, отработанного моторного масла и флотационных реагентов АБСК. Результаты представлены на рисунке 4.



**Рис. 4. Извлечение, выход и содержание доломита в концентрат при контрольной флотации с применением различных флотационных реагентов**

Результаты, представленные на рисунке 4, показывают, что при использовании флотационного реагента АБСК в контрольной флотации содержание доломита составило 84,66%. При этом были определены выход, Извлечение и содержание доломитового концентрата в хвост при контрольной флотации и результаты представлены на рисунке 5.



**Рис. 5. Содержание, извлечение и выход доломита в хвост при контрольной флотации с применением различных флотационных реагентов**

Согласно результатам, представленным на рисунках 4 и 5, наилучшие показатели контрольной флотации были достигнуты при использовании флотационного реагента АБСК. При этом содержание доломитового в хвост составило 7,44%.

В таблице 4 ниже приведены результаты флотации с использованием флотационного реагента АБСК.

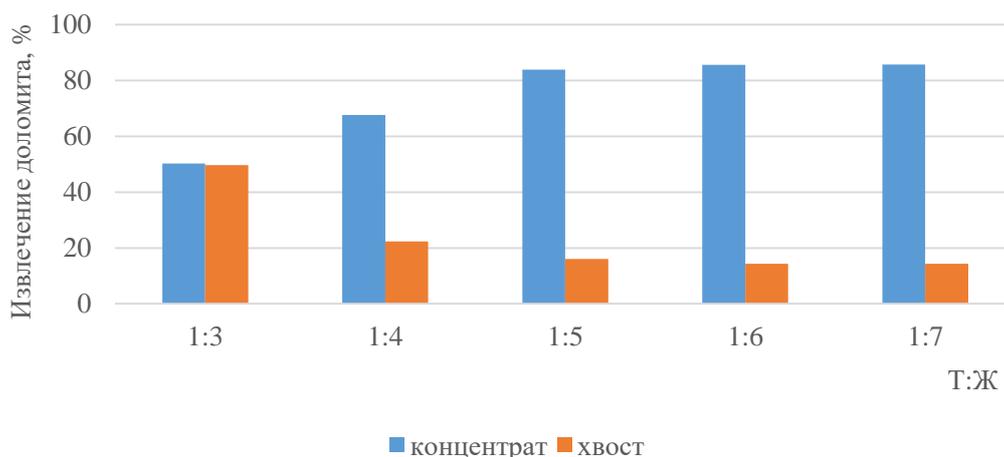
Таблица 4

**Результаты исследования флотации с использованием АБСК**

Технологические параметры обогащения	Основная флотация			Контрольная флотация	
	Название продукта				
	исходное сырьё	Концентрат	хвост	концентрат	хвост
Масса, Q, г	330	216,91	136,49	23,39	113,09
Выход $\gamma$ , %	100	65,73	41,36	7,09	34,27
Извлечение $\varepsilon$ , %	100	96,03	13,32	9,35	3,97
Содержание $\beta$ , %	64,2	<b>93,8</b>	20,67	84,66	<b>7,44</b>
Условия опыта	t=9 мин Т:Ж=1:6 Класс крупности -0,125 мм			t=4 мин Т:Ж=1:5 Класс крупности -0,125 мм	

Из приведенных выше таблиц и диаграмм можно сделать вывод, что при проведении флотационного процесса с использованием соапстока, отработанного моторного масла и АБСК, на основании полученных результатов в качестве основного флотационного реагента был выбран флотационный реагент АБСК, а дальнейшие исследования были проведены с использованием этого реагента для определения оптимальных параметров обогащения. При этом сначала была изучена зависимость расхода реагента и соотношения Т:Ж от показателя, а также определены оптимальные показатели экспериментальным методом.

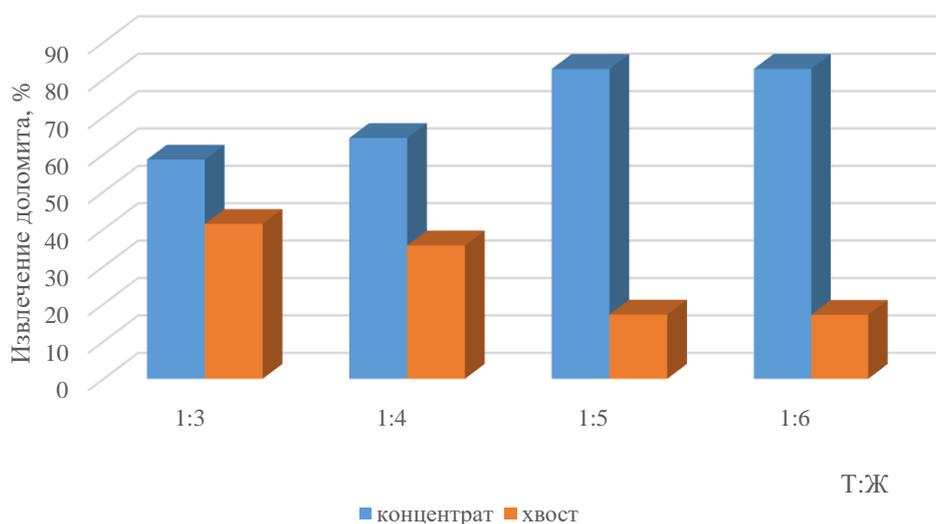
Извлечение доломита при проведении основного процесса флотации при различных соотношениях Т:Ж приведено на рис. 6.



**Рис. 6. Зависимость извлечения доломита в концентрат и хвост от соотношения Т:Ж при использовании флотационного реагента АБСК в процессе основной флотации**

В результате приведенных выше исследований видно, что в процессе основной флотации при соотношении 1:6 извлечение доломита в концентрат было самым высоким, и было выбрано оптимальное соотношение Т:Ж как 1:6.

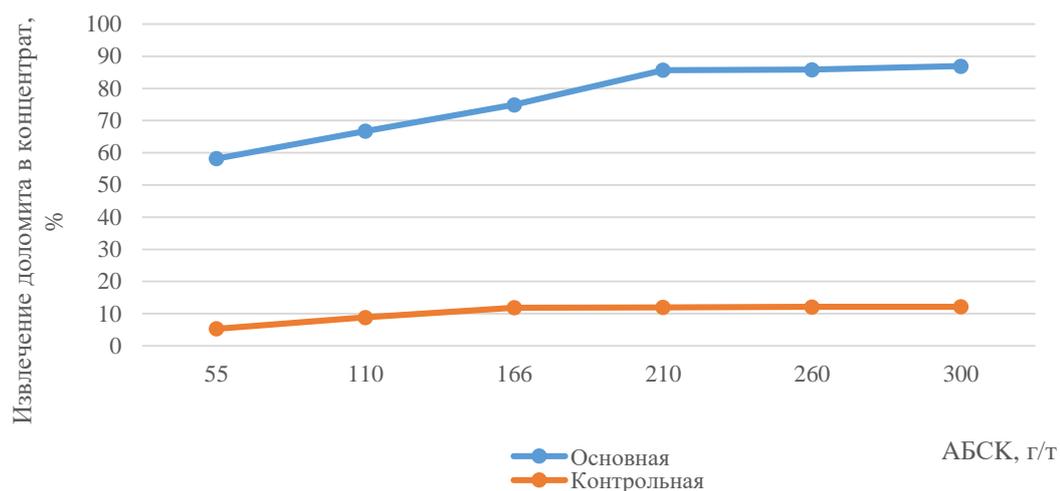
С целью определения оптимальных технологических показателей в процессе контрольной флотации были проведены исследования при различных соотношениях Т:Ж, результаты отделения доломита в концентрат представлены на рис. 7.



**Рис. 7. Зависимость извлечение доломита в концентрат и хвост от соотношения Ж:Т при использовании флотационного реагента АБСК в процессе контрольной флотации**

Из приведенного выше рисунка 7 можно сделать вывод, что оптимальное соотношение Ж:Т в контрольной флотации составляло 1:5.

Зависимость извлечения доломита при основной и контрольной флотациях от расхода реагента представлена на рис. 8.



**Рис. 8. Зависимость извлечения доломита в концентрат от расхода реагента при использовании флотационного реагента АБСК в основных и контрольных процессах флотации**

Из приведенного выше рисунка 8 можно сделать вывод, что при использовании флотационного реагента АБСК для основного процесса флотации по отделению доломита расход составляет 210,6 г/т, а для контрольной флотации - 166,2 г/т.

В следующем процессе были проведены исследования по получению каустического доломита путем воздействия на доломит 0,3%, 0,5%, 0,75% и 1% раствора соли NaCl с целью перехода образца доломита в каустический доломит при более низкой температуре. При этом в качестве оптимального раствора при термическом разложении был выбран 0,5% раствор соли NaCl. Полученные результаты представлены в таблице 5.

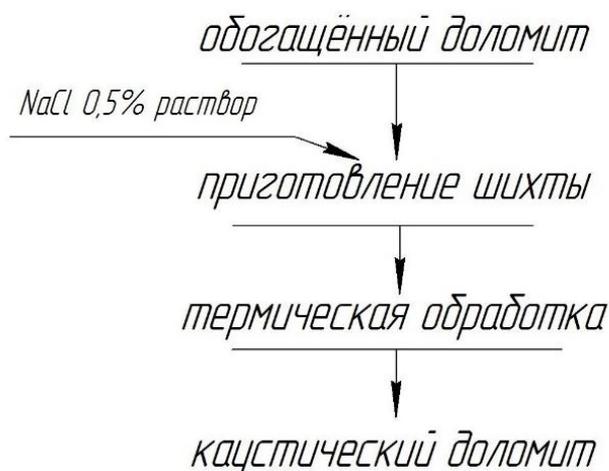
Таблица 5.

Температурная зависимость потери массы при термическом разложении доломитовой шихты и доломита без добавок, %

Название сырья	температура, °С												
	400	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	800
	потери массы, %												
Доломит	2,85	3,15	3,45	4,25	5,0	5,45	6,35	8,25	11,6	16,42	18,95	<b>20,9</b>	25,5
ДОЛОМИТ 0,3% NaCl	2,85	5,4	8,2	10,9	13,1	15,6	17,9	19,3	20,6	21,3	23,4	24,6	27,3
ДОЛОМИТ 0,5% NaCl	3,1	8,9	12,75	14,15	15,65	16,7	18,96	<b>20,35</b>	21,35	21,6	24,35	24,8	30,0
ДОЛОМИТ 0,75% NaCl	3,4	9,7	12,82	14,33	15,96	16,91	19,14	20,87	21,52	21,8	24,54	24,91	30,3
ДОЛОМИТ 1,0% NaCl	4	11	13,6	14,85	16,3	17,2	19,5	20,8	21,7	22,1	24,8	25,2	30,6

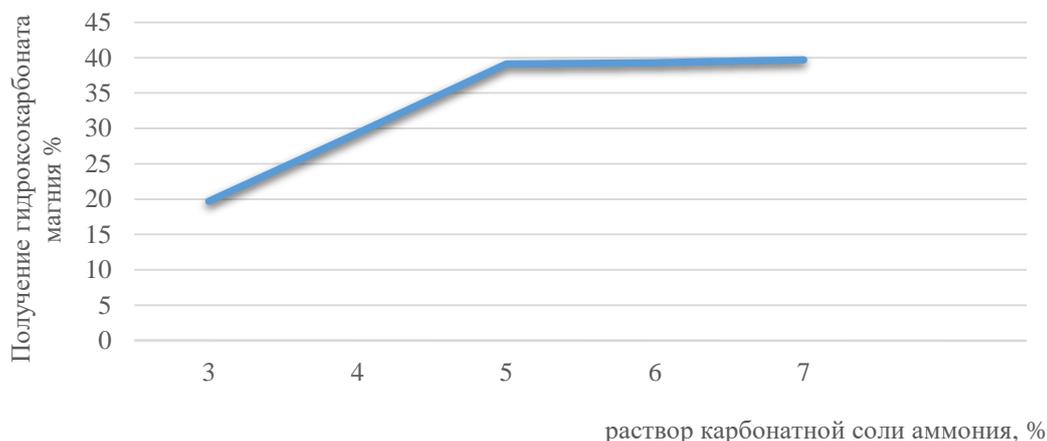
Также установлено, что оптимальная температура разложения каустического доломита составляет 650°C.

Технологическая схема процесса термической обработки представлена на рисунке 9.



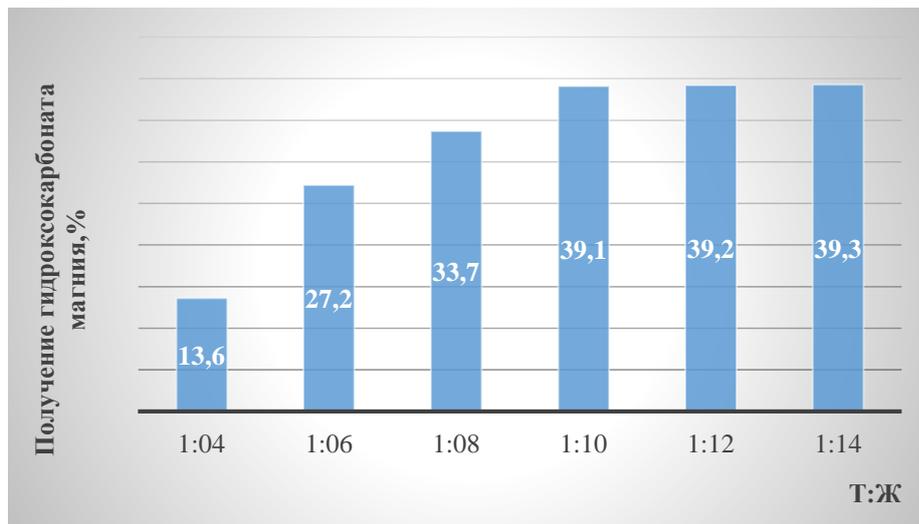
**Рис. 9. Технологическая схема получения каустического доломита путем термической обработки доломита месторождения Вауш**

В процессе выщелачивания каустического доломита, полученного в исследовательской работе, в качестве основного реагента использовали раствор карбоната аммония с концентрацией 3-7%. Результаты исследования количества карбоната аммония в растворе при переходе оксида магния в раствор при выщелачивании представлены на рисунке 10 ниже.



**Рис. 10. Зависимость получение оксида магния в раствор в процессе выщелачивания от содержания карбоната аммония в растворе**

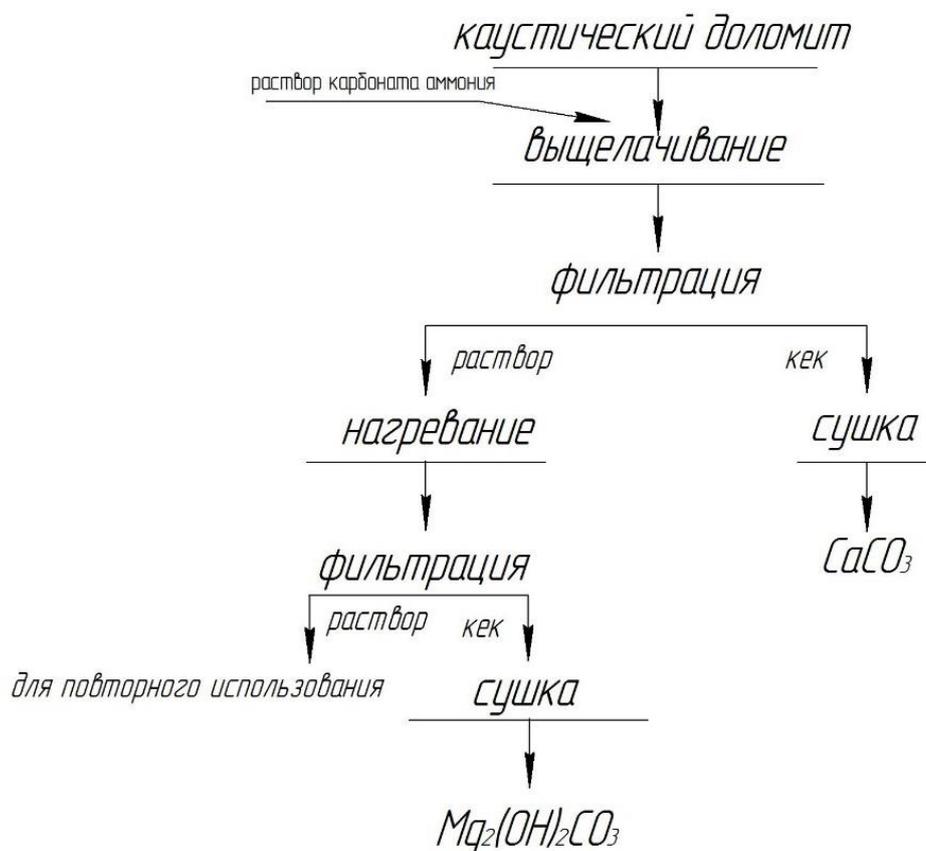
На основании полученных результатов при переходе оксида магния в раствор в процессе выщелачивания в качестве оптимального количества карбоната аммония в растворе был выбран 5% карбоната аммония, и процесс выщелачивания проводился при различных соотношениях Т:Ж. Полученные результаты представлены на рисунке 11 ниже.



**Рис. 11. Зависимость получения оксида магния в раствор при использовании карбоната аммония в процессе выщелачивания от различных соотношений Ж:Т**

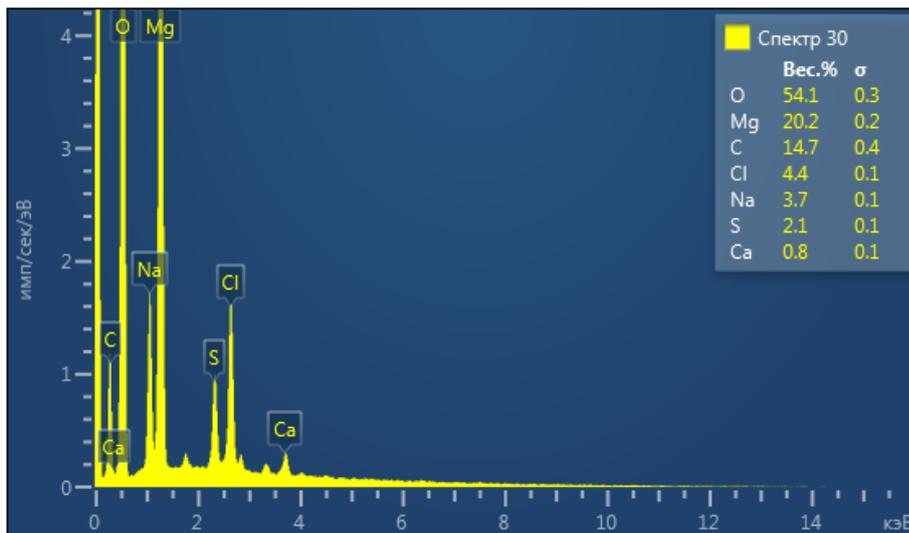
Из приведенного выше рисунка можно сделать вывод, что в процессе выщелачивания наилучший результат при соотношении Ж:Т показал соотношение 1:10 и в качестве оптимального соотношения было выбрано соотношение 1:10.

Технологическая схема процесса выщелачивания представлена на рисунке 12 ниже.



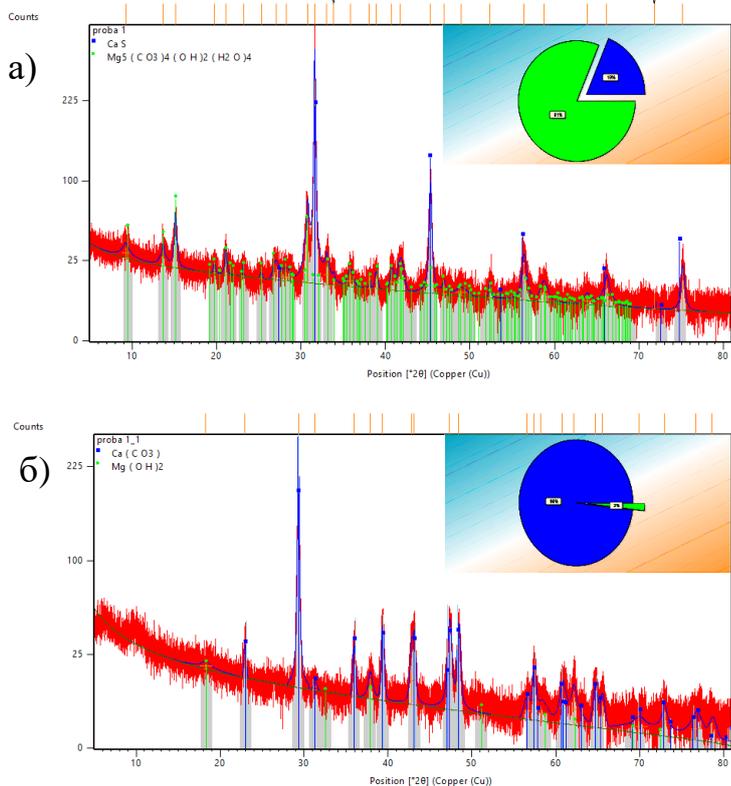
**Рис. 12. Технологическая схема получения гидрокарбоната магния выщелачиванием каустического доломита**

Гидрокарбонат магния, полученный в процессе выщелачивания, был подвергнут электронно-микроскопическому анализу, и результаты анализа представлены на рисунке 13 ниже.



**Рис. 13. Химический и элементный состав гидрокарбоната магния, полученного в процессе выщелачивания**

Следует отметить, что в некоторых точках исследуемых образцов  $Mg_2(OH)_2 \cdot CO_3$  отмечено наименьшее содержание Ca - 0,8%; C - 2,1%; Na - 3,7%; Cl - 4,7%; O - 54,1%; C - 14,7% обнаружены в различных точках.



**Рис. 14. Рентгеновские изображения гидрокарбоната магния и карбоната кальция, полученные из исследовательской работы:**

- а) Рентгеновский анализ гидрокарбоната магния;
- б) Рентгеновский анализ карбоната кальция

Согласно результатам исследования, рентгеновские изображения гидрокарбоната магния и карбоната кальция, полученные в процессе выщелачивания, были получены с помощью высокоточного рентгеновского люминесцентного энергорассеивающего аппарата модели Shimadzu EDX-7000/8000. Результаты анализа представлены на рисунке 14 ниже.

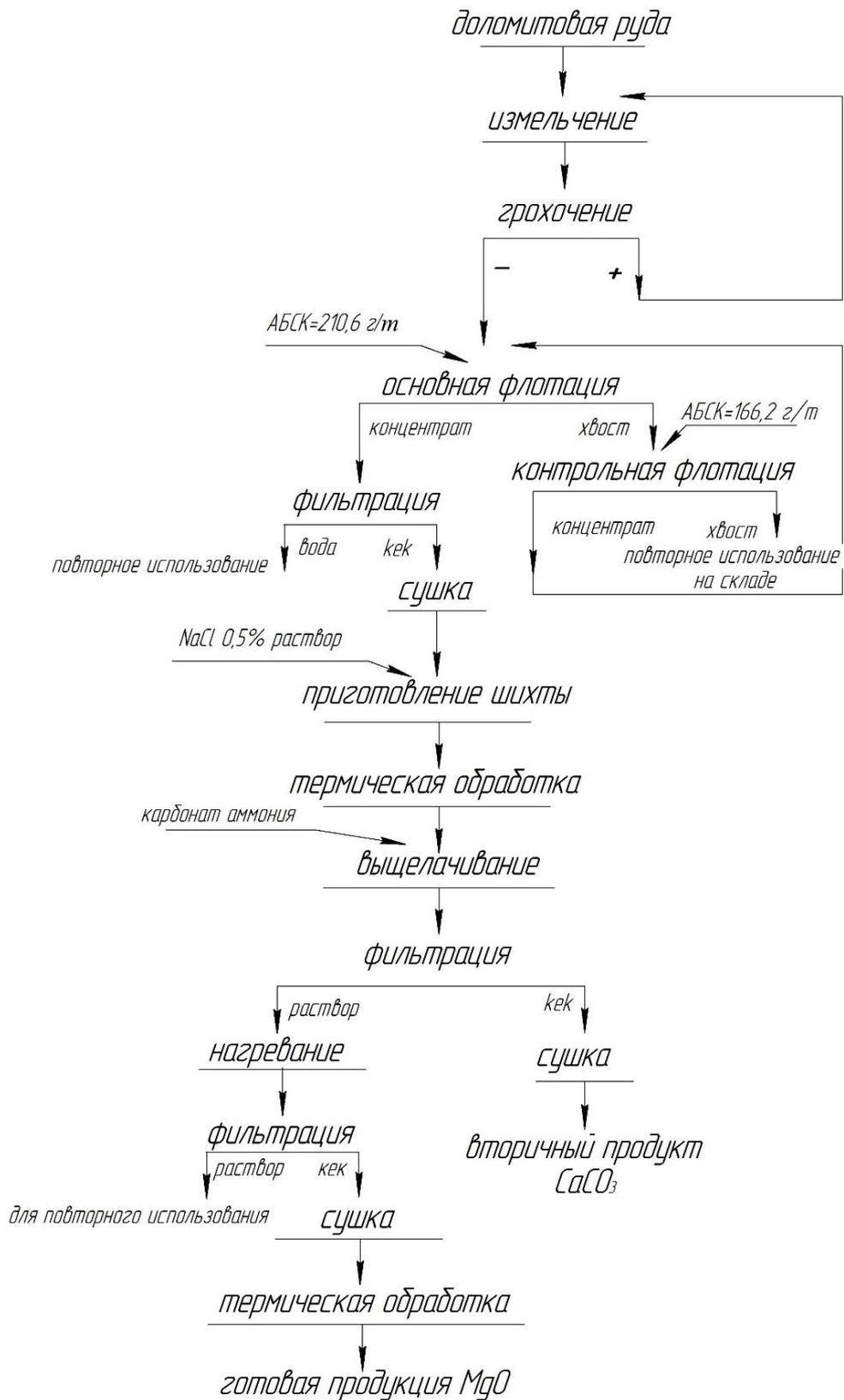
Из результатов рентгенографического

анализа видно, что по результатам анализа гидрокарбоната магния, полученного в процессе выщелачивания ( $Mg_2(OH)_2CO_3$ ) составляет 81%, а CaS - 19%. Кроме того, содержание карбоната кальция, полученного в качестве остаточного продукта в процессе селективного растворения, составило  $CaCO_3$  98% и  $Mg(OH)_2$  2%. Из этого видно, что в процессе выщелачивания в качестве остаточного продукта можно получить 98% чистого  $CaCO_3$ .

В четвертой главе диссертации «**Разработка технологии получения оксида магния на основе обогащения и переработки доломитов Месторождения Вауш и экономическая эффективность промышленного использования**» разработана технологическая схема и схема цепи аппаратов получения оксида магния на основе обогащения и переработки доломитов месторождения Вауш.

Исследовательские испытания по предлагаемой технологической схеме проводились следующим образом. Первоначально проводился процесс измельчения проб, взятых из месторождения, до крупности 11 мм. Продукт измельчали до крупности -0,125 мм. Продукт, полученный в процессе измельчения, направлялся в процесс флотации, и в процессе флотации основная флотация проводилась при соотношении Т:Ж 1:6, контрольная флотация при соотношении Т:Ж 1:5. В процессе основной и контрольной флотации также использовался флотационный реагент АБСК. В процессе флотации была получена смесь доломитового продукта в качестве концентрата и кварцевого песка в качестве хвоста. В следующем процессе шихта была подготовлена путем добавления 0,5% раствора NaCl в концентрат и отправлена на процесс термической обработки. В результате термической обработки при 650°C был получен каустический доломит и направлен в процесс выщелачивания. В процессе выщелачивания оксид магния, содержащийся в каустическом доломите, переводили в раствор 5%-ным раствором карбоната аммония в щелочной среде pH=10, а полученный продукт  $Mg_2(OH)_2CO_3 + (NH_4)_2CO_3 + CaCO_3$  пропускали через фильтр. Установлено, что кековый продукт состоит из  $CaCO_3$  и фильтрат из  $Mg_2(OH)_2CO_3 + (NH_4)_2CO_3$ . Путем нагревания полученного фильтрата образуется продукт состава  $Mg(OH)_2 * MgCO_3 * H_2O \downarrow + 2NH_3 \uparrow + CO_2 \uparrow$  Улетучивание аммиака и углекислого газа привело к образованию продукта состава  $Mg_2(OH)_2CO_3$ . MgO был получен путем термической обработки продукта  $Mg_2(OH)_2CO_3$ .

Предлагаемая технологическая схема на основе приведенных выше данных представлена на рисунке 15 ниже.



**Рис. 15. Предлагаемая технологическая схема получения оксида магния на основе обогащения и переработки доломитов месторождения Вауш**

По результатам проведенных опытно-лабораторных и полупромышленных испытаний ожидаемая экономическая эффективность предлагаемой технологии составляет 1,53 млн. долларов США в год.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований по диссертационной работе сделаны следующие выводы:

1. По результатам анализа химического и минералогического состава доломита месторождения Вауш, установлено, что образец содержит CaO-15,54-29,84%, MgO-11,2-20,81%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-0,13-0,35%; SiO<sub>2</sub>-0,58-37,94%; Na<sub>2</sub>O - 0,83-1,13%; K<sub>2</sub>O-0,02-0,03%; SO<sub>3</sub>-0,8-1,49%; п.п.п -33,01-46,3%, при этом доломит - 51,2-94,9%; кварц - 0,3-36,5%; гипс - 0-3,2%; палыгорскит - 0-2,2%; альбит - 0-1,6%; калиевый полевой шпат -0-7,4% и галит - 0-2,7% минералов.

2. При флотационном обогащении доломита месторождения Вауш впервые был использован реагент алкилбензолсульфоокислота (АБСК), в результате которого были определены оптимальные показатели продолжительности основного и контрольного процесса флотации, соотношения Т:Ж и расхода реагента.

3. На основе проведенных исследований влияния раствора NaCl на доломит в процессе термического разложения раствор NaCl ускорил декарбонизацию доломита и был получен каустический доломит при температуре 650°C. Оптимальная концентрация раствора NaCl в процессе термического разложения составляет 0,5%, продолжительность термического разложения составляет 60 минут.

4. В процессе выщелачивания каустического доломита переход оксида магния в раствор был достигнут при 5% концентрации раствора карбоната аммония, при температуре раствора 14-15°C и продолжительности перехода оксида магния в раствор 20 минут.

5. В результате нагревания раствора, полученного выщелачиванием, при температуре 70°C, магний в растворе образовался в виде белой соли. В результате гидрокарбонат магния был выделен из раствора путем фильтрации продукта, образующегося в растворе.

6. Проведенные исследования по получению оксида магния путем термической обработки полученного гидрокарбоната магния показали, что при температуре 850°C удалось удалить CO<sub>2</sub> и другие летучие вещества из гидрокарбоната магния, а продолжительность процесса термической обработки составила 60 минут.

7. Для получения оксида магния на основе обогащения и переработки доломитов месторождения Вауш разработана технология получения 92,7% - MgO путем обогащения исходного образца флотационным методом с последующей термической обработкой концентрата, выщелачиванием и термической обработкой полученного гидрокарбоната магния.

8. В результате исследования установлено, что полученный оксид магния соответствует требованиям ГОСТ 14832-79, ГОСТ 1216-87, ГОСТ 5381-93 и ГОСТ 10360-85.

9. Ожидаемая экономическая эффективность от предлагаемой технологии получения оксида магния на основе обогащения и переработки доломитов Ваушского месторождения составляет 1,53 млн. \$ в год.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING SCIENTIFIC DEGREES  
DSc.17/04.06.2021.T.06.01 AT NAVOI STATE UNIVERSITY OF MINING  
AND TECHNOLOGIES**

---

**ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN  
NAVOIY BRANCH**

**MIRZAEV BAKHOVUDDIN ABDURAZZOKOVICH**

**DEVELOPMENT OF A TECHNOLOGY FOR OBTAINING MAGNESIUM  
OXIDE BASED ON THE ENRICHMENT AND PROCESSING OF  
DOLOMITES FROM THE VAUSH DEPOSIT**

**04.00.14 - Mineral processing**

**DISSERTATION ABSTRACT  
for the Doctor of Philosophy (PhD) of TECHNICAL SCIENCES**

**Navoi –2025**

**The theme of the dissertation of the Doctor of Philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Ministry of higher education, science and innovations of the Republic of Uzbekistan under № B2023.4.PhD/T4158.**

The doctoral dissertation has been prepared at the Navoi branch of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Scientific Council ([www.nsumt.uz](http://www.nsumt.uz)) and on the information and educational portal «ZiyoNet» ([www.ziyo.net](http://www.ziyo.net)).

**Scientific supervisor:** **Xujakulov Nurmurod Botirovich**  
Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences

**Official opponents:** **Mukhiddinov Bakhodir Fakhriddinovich**  
doctor of technical sciences, professor

**Badalov Feruz Amirovich**  
Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences

**Leading organization:** **Tashkent State Technical University**  
**named after Islam Karimov**

The defense of the dissertation will be held on «25» December 2025 at 14<sup>00</sup> at the meeting of the Scientific Council DSc.17/04.06.2021.T.06.01 at the Navoi State University of Mining and technologies. (Address: 210100, Navoi, Galaba Shokh Street, 76v. Conference Hall of the Navoi State University of Mining and technologies Phone: (79) 223-23-32; fax: (79) 223-49-66; e-mail: [info@nsumt.uz](mailto:info@nsumt.uz), [www.nsumt.uz](http://www.nsumt.uz).)

The doctoral dissertation has been registered at the Information Resource Centre of the Navoi State University of Mining and technologies under № 245 (Address: 210100, Navoi, 76v Galaba Shokh St. Phone: (79) 223-23-32; fax: (79) 223-49-66.)

The abstract of the dissertation is distributed on « 12 » december 2025.  
(Protocol at the register № 29\_ dated « 12 » december 2025.)



**K.S. Sanakulov**  
Chairman of the Scientific Council  
for awarding the scientific degrees,  
Doctor of Technical Sciences, Professor

**O.U. Fuzaylov**  
Scientific Secretary of the Scientific Council  
for awarding the scientific degrees,  
Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences

**A.U. Samadov**  
Chairman of the Scientific Seminar under the Scientific  
Council for awarding scientific degrees,  
Doctor of Technical Sciences, Professor

## INTRODUCTION (abstract of the dissertation of Doctor of Philosophy (PhD))

**The aim of the research** Development of a technology for obtaining magnesium oxide based on the enrichment and processing of dolomites of the Vaush deposit.

**The object of the research** is the dolomite of the Vaush deposit in the Navbakhor district of the Navoi region.

**The scientific novelty of the research** is as follows:

for the first time, an alkylbenzenesulfonic acid (ABSK) reagent was used in the flotation enrichment of dolomite from the Vaush deposit, as a result of which the extraction of dolomite into the concentrate increased by 96.03%, and the content of dolomite in the concentrate increased by 93.8%.

the optimal amount of NaCl was determined to activate the decarbonization process during the heat treatment of enriched dolomite;

the optimal temperature for obtaining caustic dolomite as a result of decarbonization of enriched dolomite was determined;

for the first time, a technology for obtaining magnesium oxide and magnesium products, as well as calcium carbonate for various industries, has been developed through the enrichment and processing of dolomite from the Vaush deposit.

**Implementation of research results.** Based on the scientific results obtained in the development of a technology for obtaining magnesium oxide based on the enrichment and processing of dolomites from the Vaush deposit:

the method of flotation enrichment of dolomites of the Vaush deposit has been introduced in the Central Research Laboratory of the joint-stock company “Navoi Mining and Metallurgical Combine” (certificate of the joint-stock company “Navoi Mining and Metallurgical Combine” № 02-07/02/11137 dated October 29, 2025). As a result, it was possible to increase the extraction of dolomite from the initial product into the concentrate by 96.03% and the content of dolomite in the concentrate by 93.8%;

the process of decarbonization of dolomite concentrate with the addition of NaCl was introduced in the Central Research Laboratory of the joint-stock company “Navoi Mining and Metallurgical Combine” (certificate of the joint-stock company “Navoi Mining and Metallurgical Combine” № 02-07/02/11137 dated October 29, 2025). As a result, it was possible to obtain 92.7% magnesium oxide during leaching after the decarbonization process.

**The structure and volume of the dissertation:** The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation is 112 pages.

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

**I bo'lim (I часть, part I)**

1. Мирзаев Б.А., Шарипов Ш.Ф., Истаблаев Ф.Ф. Перспективы привлечения иностранных инвестиций для разработки нерудных полезных ископаемых в комплексе на примере месторождения Вауш // Горный вестник Узбекистана, – Навоий, –2020, - 3(82). - С. 82-87. (04.00.00; №3)

2. Мирзаев Б.А., Сабиров Б.Т., Исследование химико-минералогического состава доломита Ваушского месторождения // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. – Москва, 2021. – №12(93). – С. 94-98 (02.00.00; №4).

3. Сабиров Б.Т., Мирзаев Б.А., Эргашева Ш.А., Перспективы использования магнезиального сырья и технологии их термохимической обработки доломита Ваушского месторождения // Central Asian journal of theoretical and applied sciences: электрон. Научн. Журн. – 2022. - №3(10). – С. 43-49. <https://cajotas.centralaslanstudies.org>

4. Xujakulov N.B., Mirzayev B.A., Nasirova N.R., Dolomite enrichment of waush mine by flotation method // Science and innovation international scientific journal. 2022. - №2(12). – P. 88-91. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10360869>

5. A.Madatov, B.T.Sabirov, B.A.Mirzaev, N.B. Khujhakulov Prospects for use of vaush deposit dolomite in the composition of hardening stocking mixtures // International bulletin of applied science and technology. 2023, - №3(7). - P. 116-122. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8146146>

6. Xo'jakulov N.B., Mirzayev B.A., Nasirova N.R., Vaush koni dolomit rudasini kimyoviy tarkibini va termik parchalanishini tadqiq etish // Journal of advances in engineering technology. 2023, - №3(7). – P. 71-76.

7. Ubaydullayev M.M., Xujakulov N.B., Mirzayev B.A. Tursunova D.R., O'zbekistondagi dolomit konlari va dolomit rudasini Vaush koni misolida tadqiq etish // Scientific and technical journal namangan institute of engineering and technology, Namangan - 2023, - maxsus son №1(8). – B.113-120.

**II bo'lim (II часть, part II)**

8. Mirzayev B.A., Istablayev F.F., Sharipov Sh.F., Qo'yliyeva Sh.J. Vaush koni misolida noruda foydali qazilmalarni kompleks o'zlashtirish // Fan va ta'limni rivojlantirishda yoshlarning o'rni. Toshkent - 2020 y. 45-47.

9. Adilov D.K., Mirzayev B.A., Sharipov Sh.F., Dolomitning parchalanishiga turli tuzlarning ta'siri // “Geolog-olim, akademik Ibrohim Hamroboev tavalludining 100-yilligiga bag'ishlangan ilmiy konferensiya” materiallari to'plami. Navoiy - 2020, B. 18-21.

10. Mirzayev B.A., Sabirov B.T., Vaush koni dolomitining kimyoviy-mineralogik tarkibi va uni sanoatda magniy tarkibli xom ashyo sifatida foydalanish istiqbollari // «Kimyo va kimyoviy texnologiya yo'nalishidagi dolzarb muammolar»

Respublika miqyosidagi yosh olimlar uchun tashkil etilayotgan onlayn ilmiy va ilmiy-amaliy anjumani. Toshkent - 2021, B. 358-359.

11. Mirzayev B.A., Sabirov B.T., Tosh qog'oz uchun tabiiy mineral resurslardan foydalanish // Xorijiy olimlar ishtirokida "Silikat materiallar kimyoviy texnologiyasining innovatsion ishlanmalari va rivojlanish istiqbollari" mavzusidagi II-Respublika ilmiy-amaliy anjumanida ma'ruzalar qilingan. Toshkent - 2022-yil, B. 479-481.

12. Mirzayev B.A., Sabirov B.T., Vaush koni dolomitini kombinatsiyalangan usulda magnezit va kalsiy karbonatga parchalash // Xorijiy olimlar ishtirokidagi "Silikat materiallar kimyoviy texnologiyasining innovatsion ishlanmalari va rivojlanish istiqbollari" mavzusidagi II-Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi. Toshkent - 2022-yil, B. 128-129.

13. Mirzayev B.A., Sabirov B.T., Vaush dolomit konining geologik tuzilishi va undan magniy oksidi olish istiqbollari // "O'rta Osiyo geologiyasi: o'rganilganlik holati va rivojlanish istiqbollari" mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya. Navoiy - 2022-yil, B. 378-382.

14. Sabirov B.T., Mirzayev B.A., Vaush koni dolomitini iqtisodiy asosida o'rganish // O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Navoiy bo'limi tashkil etilganligining 5-yilligiga bag'ishlangan "Fan, ta'lim va ishlab chiqarish integratsiyasi - taraqqiyot va farovonlik garovi" mavzuidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya. Navoiy - 2022-yil, B. 269-271.

15. Mirzayev B.A., Sabirov B.T., Karbonatli tabiiy jinslar tarkibida dolomit mineralini uchrashini Vaush koni misolida tadqiq etish // O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Navoiy bo'limi tashkil etilganligining 5-yilligiga bag'ishlangan "Fan, ta'lim va ishlab chiqarish integratsiyasi - taraqqiyot va farovonlik garovi" mavzuidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya. Navoiy - 2022-yil, B. 184-187.

16. Mirzayev B.A., O'zbekiston sanoat tarmoqlarida magniy oksidiga bo'lgan ehtiyojni mahalliy mineral resurslarni qayta ishlash texnologiyalarini joriy etish yo'li bilan qondirish istiqbollari // O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Navoiy bo'limi tashkil etilganligining 5-yilligiga bag'ishlangan "Fan, ta'lim va ishlab chiqarish integratsiyasi - taraqqiyot va farovonlik garovi" mavzuidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya. Navoiy - 2022-yil, B. 187-189.

17. Mirzayev B.A., Sabirov B.T., Dolomitni termokimyoviy parchalash yo'li bilan magniy oksidi va kalsiy karbonati olish usuli // "Kimyo, metallurgiya, neft-kimyo tarmoqlarining mineral va texnogen xomashyolarini qayta ishlash va qurilish materiallari ishlab chiqarishning innovatsion texnologiyalari." Toshkent - 2022-yil, B. 320-321.

18. Сабиров Б.Т., Мирзаев Б.А., Влияние различных добавок-интенсификаторов на процесс термического разложения доломита // "Международная научно-практическая конференция Достижения, проблемы и перспективы комплексного инновационного развития Зарафшанского". Навоий – 2022, С. 505-511.

19. Mirzayev B.A., Yuldoshev S.M., Vaush maydonidagi dolomitning qo'llanish istiqbollari // Geologiya va geofizika instituti tashkil etilganligining 85

yilligi va akademik X.M.Abdullayev tavalludining 110 yilligiga bag‘ishlangan Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi. Toshkent – 2022, B. 40-42.

20. Xujakulov N.B., Mirzayev B.A., Vaush koni dolomitini flotatsiya usulida boyitish // Navoiy kon-metallurgiya kombinatining 65 yilligiga bag‘ishlangan “Zarafshon vohasini kompleks innovatsion rivojlantirish yutuqlari, muammolari va istiqbollari iv-xalqaro ilmiy-amaliy anjumani”. Navoiy – 2023, B. 302-303.

21. Xujakulov N.B., Mirzayev B.A., Vaush koni noruda foydali qazilmalarini kompleks qayta ishlash yo‘li bilan magniy gidrokarbonatini ajratib olish texnologiyasini tadqiq etish // Konchilik va metallurgiya fanining dolzarb masalalari mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy anjumani tezislar to‘plami. Toshkent – 2023, B. 190-192.

Avtoreferat “O‘zbekiston konchilik xabarnomasi” jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazilib, o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlar o‘zaro muvofiqlashtirildi.

Bichimi 60x84<sub>1/16</sub>. Ofis qog‘ozi. Raqamli bosma usulida chop etildi. Times New Roman garniturası. Shartli bosma tabog‘i: 2,75. Adadi 60. Buyurtma № 50. Guvohnoma № 021683 “SARMISH NASHR” MCHJ bosmaxonasida chop etilgan. Bosmaxona manzili: Navoiy sh., G‘alaba shox ko‘chasi, 84a-uy.

