

**NAVOIY DAVLAT KONCHILIK VA TEXNOLOGIYALAR
UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.17/7.06.2024.K/T.06.03 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**NAVOIY DAVLAT KONCHILIK VA TEXNOLOGIYALAR
UNIVERSITETI**

PIRNAZAROV FERUZ GULOMOVICH

**MAHALLIY SAPONIT MINERALI ASOSIDA MAGNIY XLORID
VA MAGNIY XLORATLARINI OLIQSH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB
CHIQISH**

02.00.13 – Noorganik moddalar va ular asosidagi materiallar texnologiyasi

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
AVTOREFERATI**

Navoiy- 2025

**Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati
mundarijasi**
**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
по техническим наукам**
**Contents of dissertation abstract of doctor philosophy (PhD) on technical
sciences**

Pirnazarov Feruz Gulomovich

Mahalliy saponit minerali asosida magniy xlorid va xloratlarini olish
texnologiyasini ishlab chiqish..... 3

Пирназаров Феруз Гуломович

Разработка технологии получения хлорида магния и хлората магния на
основе местного сапонитового минерала..... 21

Pirnazarov Feruz

development of technology for producing magnesium chloride and magnesium
chlorate based on local saponite mineral..... 39

E‘lon qilingan ishlar ro‘yxati

Список опубликованных работ
List of published works 42

**NAVOIY DAVLAT KONCHILIK VA TEXNOLOGIYALAR
UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI**

DSc.17/7.06.2024.K/T.06.03 RAQAMLI ILMIY KENGASH

**NAVOIY DAVLAT KONCHILIK VA TEXNOLOGIYALAR
UNIVERSITETI**

PIRNAZAROV FERUZ GULOMOVICH

**MAHALLIY SAPONIT MINERALI ASOSIDA MAGNIY XLORID VA
MAGNIY XLORATLARINI OLISH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB
CHIQISH**

02.00.13 – Noorganik moddalar va ular asosidagi materiallar texnologiyasi

**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 B2025.1.PHD/T5235 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb sahifasida (www.nsumt.uz) va «Ziyonet» Axborot ta'lim portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Umirov Farhod Ergashovich
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Temirov O'ktam Shavkatovich
texnika fanlari doktori, professor

Ergashev Dilmurod Adiljonovich
texnika fanlari doktori, dotsent

Yetakchi tashkilot:

Samarqand davlat universiteti

Dissertatsiya himoyasi Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti huzuridagi DSc.17/7.06.2024.K/T.06.03 raqamli Ilmiy kengashning 2025 yil «04» 12 soat 13⁰⁰ dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 210100, Navoiy shahri, G'alabashoh ko'chasi, 76v-uy. Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universitetining majlislar zali. Tel.: 0 (436) 223-23-32; faks: 0 (436) 223-49-66; (e-mail: info@nsumt.uz).

Dissertatsiya bilan Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (238 raqam bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 210100, Navoiy shahri, G'alabashoh ko'chasi ko'chasi, 76v-uy. Tel.: 0 (436) 223-23-32; faks: 0 (436) 223-49-66.

Dissertatsiya avtoreferati 2025 yil «18» 11 kuni tarqatildi.
(2025 yil «18» 11 dagi 20 raqamli reestr bayonnomasi).



B.F. Muxiddinov
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy
kengash raisi, k.f.d., professor

S.Sh. Sharipov
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy
kengash ilmiy kotibi, PhD., dotsent

O'.Sh. Temirov
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy
kengash qoshidagi Ilmiy seminar
raisi o'rinbosari, t.f.d., professor

KIRISH (Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasining annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Dunyoda osonlik bilan qayta ishlanadigan bishofit konlari zahiralarning kamayishi sababli ushbu xomashyo va undan olinadigan mahsulotlarga bo'lgan ehtiyoj hamda narxning o'sishi natijasida import hisobidan valyutani tejash maqsadida yangi turdagi magniyli birikmalar uchun istiqbolli hududlarni aniqlash va texnologik izlanishlar asosida ularni sanoatga joriy etish orqali sanoat tarmoqlarini mahalliy xomashyo bilan ta'minlash va resurs bazasini kengaytirish masalalarini yechishga alohida e'tibor qaratish muhim ahamiyatga ega.

Hozirgi davrda magniy birikmalarining asosiy manbalari sifatida magnezit, bishofit, serpentinit, dolomit, brusit hamda dengiz suvlari xizmat qilmoqda. Magnezit konlari mavjud bo'lmagan AQSH, Buyuk Britaniya, Yaponiya va qator boshqa mamlakatlarda magniyni dengiz suvidan ajratib olish texnologiyalarini takomillashtirishga qaratilgan ilmiy-amaliy tadqiqotlar olib borilmoqda. Bu borada, magniy oksidi asosidagi xomashyodan metallurgiya sanoatida olovbardosh materiallar yaratishga, magniy metalli ishlab chiqarishga, kimyo sanoatida, tibbiyotda, va qishloq xo'jaligida qollaniladigan mahsulotlar olishga, magniy va alyuminiy qotishmalarining mustahkam, yengil va sovuqqa chidamli xususiyatlari tufayli ular avtomobil va aviasozlik sohalarida dvigatel qismlari, o'rindiq asoslari, g'ildirak disklari, transmissiya va boshqa ehtiyot qismlarida keng foydalanishga alohida e'tibor berilmoqda.

Respublikamizda so'ngi yillarda xlor saqlagan tuzlarni ishlov berish orqali tarkibida xlorat saqlagan defoliantlarni sintez qilish uchun mahalliy xomashyolar foydalanish bo'yicha ilg'or ilmiy asoslangan chora-tadbirlarni joriy qilib, bir qator ilmiy-amaliy natijalarga erishilmoqda. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmonida "Energiya tejovchi va ekologik toza texnologiyalarni yaratish va ishlab chiqarishga joriy etish bo'yicha ilmiy-tadqiqot ishlarini kengaytirish..."¹ kabi muhim vazifalar belgilangan. Ushbu vazifalardan kelib chiqqan holda, mahalliy xomashyolarni qayta ishlash orqali magniy xlorat defoliantini olish, mahsulotlarning fizik-kimyoviy xususiyatlarini o'rganish, texnologik ishlab chiqarishning mahalliyashtirish imkoniyatlarini asoslash, shuningdek xloratli defoliantlar olishning texnologiyasini ishlab chiqish bo'yicha bajariladigan tadqiqotlar katta ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 23-maydagi PQ-4335-sonli "Qurilish materiallari sanoatini jadal rivojlantirishga oid qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida", 2020-yil 28-dekabrda PQ-4937-sonli "O'zbekiston Respublikasining 2021–2023-yillarga mo'ljallangan investitsiya dasturini amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida", 2022-yil 2-martdagi PQ-154-sonli "O'zbekiston Respublikasi Davlat geologiya va mineral resurslar qo'mitasi tizimidagi Geologiya fanlari universiteti faoliyatini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida" hamda 2022-yil 3-avgustdagi PQ-343-sonli "Mahalliy mineral xomashyo resurslari asosida yuqori texnologik metallar ishlab chiqarishni tashkillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi Qarorlarda mamlakat mineral-xomashyo resurslaridan oqilona foydalanish, yuqori qo'shimcha qiymatga ega mahsulotlar ishlab chiqarishni

¹ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-son "2022 — 2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi Farmoni

kengaytirish va sohaga ilmiy yondashuvni kuchaytirish bo'yicha muhim vazifalar belgilangan.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalarini rivojlantirishning asosiy ustuvor yo'nalishlarga mosligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining VII. "Kimyoviy texnologiyalar va nanotexnologiyalar" ustuvor yo'nalishiga muvofiq bajarilgan.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Dunyo amaliyotida turli xil defoliantlarni olish va tarkibida magniy saqlagan mineral xomashyoni qayta ishlash asoslarini rivojlantirishga olimlardan J.C. Suttle, F.R.H. Katterman, M. Labor, M.A. Shand, D.A. Kramer, A.N. Gabdullin, I.I. Kalinichenko, Yo Gan, N.S. Kurnakov, S.F. Zhemchuzhny, A.G. Bergman, A.I. Jeyms Cost, Loston Rove, J. Dan Smit, Ch.S. Wilyams, Dzens-Litovskiy, V.V.Teterin, E.M. Ioffe, R.G. Frejdlina, I.D. Sokolov, V. Martinac, O.S. Baygenjenov, S.A. Sagarunyan, W.C. Hall, L.C. Brown, C.L. Rhyne, N.L. Najarova va boshqalar katta hissa qo'shganlar. Respublikamizda M.N. Nabiyev, B.S. Zokirov, S. To'xtayev, X. Ko'charov, S.Sh. Rashidova, Z. Isabayev, A.S. Tog'asharov, Sh.Sh. Hamdamova, F.E. Umirov, B.X. Ko'charov, S.N. Abdullaev, J.S. Shukurov va boshqa olimlar kalsiy va magniy saqlagan mineral resurslar asosida defoliantlarni olish, ularning xususiyatlarini aniqlash va amaliyotga joriy etish bo'yicha keng ko'lamli ilmiy-tadqiqot ishlarini olib borishgan.

Mavjud ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, saponit asosida magniy xlorid va magniy xloratlarni olish bo'yicha ayrim ilmiy izlanishlar olib borilgan bo'lsa-da, ularning texnologik, ekologik va iqtisodiy jihatlari yetarli darajada tadqiq etilmagan. Xususan, saponitni xlorid kislota, shuningdek xlorid kislota va natriy gipoxlorit ishtirokida kompleks qayta ishlash natijasida hosil bo'ladigan alyuminiy va kremniy qoldiq birikmalarini o'z ichiga olgan konsentratlarga oid ilmiy ma'lumotlar cheklangan. Shu bilan birga, saponitni kalsiy xlorid ishtirokida termik qayta ishlash jarayonlari hamda hosil bo'lgan mahsulotlarning fizik-kimyoviy va agrokimyoviy xususiyatlari bo'yicha ilmiy tadqiqotlar yetarlicha yoritilmagan.

Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan Oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqotlari Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universitetining ilmiy-tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq "Mahalliy xomashyodan glinozyom olish imkoniyatlarini tadqiq qilish va o'rganish" mavzusidagi №08/2023-KII xo'jalik shartnomasi doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi Vaush koni saponit minerallarini kimyoviy ishlov berish va magniy saqlovchi mahsulotlar olish texnologiyasini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

Vaush koni saponit mineralining element, kimyoviy va mineralogik tarkibini turli tahlillar asosida tadqiq qilish (mineralogik, kimyoviy, spektral, optik-emission spektral, rentgenodifraksiyon, granulometrik, texnik tahlillar);

dastlabki Vaush koni saponitni issiqlik bilan ishlov berish jarayoniga texnologik omillarning ta'sirini o'rganish;

saponit mineralini termik ishlov berish usullarini qo'llab tadqiqot-tajribalarini o'tkazish;

saponit mineralini xlorid kislotasi bilan ishlov berish orqali magniyli birikmalarni eritmaga o'tishiga ta'sir qiluvchi parametrlarni aniqlash;

saponit mineralini sulfat kislotasi bilan ishlov berish orqali magniyli birikmalarni eritmaga o'tishiga ta'sir qiluvchi parametrlarni aniqlash;

eritma tarkibiga magniy xloridni qoldirib boshqa birikmalarni cho'ktirish sharoitlarini aniqlash;

ajratib olingan magniy xlorid eritmasini natriy gipoxloridi bilan bug'latib va bug'latmasdan konversiya qilish bo'yicha sinovlar olib borish;

zamonaviy fizik-kimyoviy tahlil usullarini qo'llagan holda asosiy va qo'shimcha mahsulotlarning element, kimyoviy, mineralogik va tovar xususiyatlarini aniqlash;

tadqiqotlar asosida saponit mineralidan magniy xloratni sintezlab olishning moddiy balansini tuzish va agrokimyoviy sinovlardan o'tkazish, hamda iqtisodiy samaradorligini hisoblash;

“Elektrokimyozavod” AJ-QK tajriba qurilmasida magniy xlorat olish texnologiyasining texnologik parametrlarini sinash va ishlab chiqish.

Tadqiqotning obyekti sifatida Navoiy viloyati Navbahor tumanida joylashgan Vaush koni saponit minerali tanlangan.

Tadqiqotning predmeti saponit ma'danining moddiy tarkibini aniqlash, xlorid kislotasi bilan ishlov berishning optimal sharoitlarini aniqlash asosida qayta ishlashning texnologik sxemasini ishlab chiqish va magniy xloratni sintez qilishning optimal sxemasini yaratish hisoblanadi.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqotlar jarayonida kimyoviy, mineralogik tahlillar, analitik va grafik-analitik usullardan foydalangan holda nazariy tadqiqotlar singari murakkab tadqiqot usullaridan, laboratoriya tajribalari va keng ko'lamlil laboratoriya sinovlari, eksperimental ma'lumotlarni qayta ishlashning matematik usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

Vaush koni saponit mineralini fizik-kimyoviy tahlil usullari natijasida mineral tarkibi (massa ulushi %): MgO-23,5; CaO-32,4; SiO₂-22,1; Fe₂O₃-8,8; Al₂O₃-5,11; va boshqa oksidlar-5,51 tashkil etishi aniqlangan va magniy xloridi – xloratni olishda foydalanish imkoniyatlari yaratilgan;

saponit mineralini xlorid kislotasi bilan parchalanish jarayonida eritmadagi magniy va temir ionlari konsentratsiyasiga, shuningdek xlorid kislotasining konsentratsiyasi ta'siri aniqlangan va ularning o'zaro bog'liqligi ilmiy asoslangan;

saponit mineralini sulfat kislotasi bilan qayta ishlashning konsentratsiyasi ta'siri aniqlangan va qulay sharoitlari asoslangan;

saponit mineralini turli haroratlarda termik ishlov berish jarayoni va CaCl₂ ishtirokida termik ishlov berish jarayoni natijasida saponit mineralini tarkibidagi magniy birikmasidan foydalanish imkoniyatlari oshganligi aniqlangan;

saponit mineralini kompleks qayta ishlash asosida magniy xloridi – xloratni sintezlab olishning moddiy balansini tuzilgan va optimal texnologik sxemasi ishlab chiqilgan;

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

Vaush koni saponit mineralining tarkibi o'rganildi, unda kimyoviy tahlil natijasida saponit tarkibida MgO-23,5%; CaO-32,4%; SiO₂-22,1%; Fe₂O₃-8,8; Al₂O₃-5,11%; va boshqa oksidlar-5,51% mavjudligi aniqlangan;

Vaush koni saponit mineralining xlorid kislotasi bilan ishlov berish jarayonida magniy ionlarining eritmaga o'tishiga ta'sir etuvchi omillarning optimal sharoitlari aniqlangan;

xlorid kislota yordamida ishlov berilganda hosil bo'lgan filtrat tarkibidagi qo'shimcha komponentlarni cho'ktirish parametrlari ishlab chiqilgan;

magniy xlorid eritmasi bilan natriy gipoxlorit eritmasini ta'sirlashuviga ta'sir etuvchi omillarning optimal parametrlari aniqlangan;

saponit mineralidan magniy xlorid olish va magniy xloriddan natriy gipoxloriti ta'sirida magniy xlorat olishning texnologiyasi ishlab chiqilgan.

Vaush koni saponit mineralini kompleks qayta ishlash asosida - "Elektrokimyozavod" AJ-QK tajriba qurilmasida magniy xlorat defoliantini texnologik parametrlarini sinovdan o'tkazilgan va 100 l hajmda ishlab chiqarilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi keng miqyosda o'tkazilgan laboratoriya tadqiqotlari va ko'p miqdordagi laboratoriya sinovlari bilan tasdiqlandi. Tadqiqot jarayonida mahalliy ishlab chiqarishda mavjud bo'lgan arzon kislotalar va reagentlardan foydalanish asosida qayta ishlashning texnologik sxemasini ishlab chiqish taklif etildi. Mazkur yondashuv nazariy hisob-kitoblar bilan asoslangan bo'lib, keng ko'lamlı tajribaviy tadqiqotlarning ijobiy natijalari ushbu sxemaning samaradorligini tasdiqlab berdi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati saponit mineralini xlorid va sulfat kislotali qayta ishlash usullarini qo'llab magniy xloridini olish hamda eritma tarkibidagi temir va alyuminiy kationlarini cho'ktirish va olingan magniy xlorid eritmasini natriy gipoxloriti bilan ishlov berish natijasida magniy xlorati olishning texnologiyasi yaratilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati saponit mineralidan magniy xloridini ajratib olish va olingan magniy xloridni natriy gipoxloriti bilan konversiya qilish texnologiyasi yaratilishi asosida saponit konlarini sanoatda o'zlashtirish, import hisobiga chetga chiqib ketayotgan valyutani tejash va ishlab chiqarishni mahalliyashtirish vazifalarini bajarishda xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Vaush koni saponit mineralini ishlov berish va magniy saqlovchi mahsulotlar olish texnologiyasini ishlab chiqish bo'yicha olingan ilmiy tadqiqotlar asosida:

saponit mineralini xlorid kislotali qayta ishlash asosida magniy xloridini ishlab chiqarish texnologiyasi "Elektrokimyozavod" AJ-QKning "2025-2027 yillarda amaliyotga joriy etish bo'yicha istiqbolli ishlanmalari ro'yxati"ga kiritilgan ("Elektrokimyozavod" QK-AJning 2023-yil 21-iyuldagi 083-son ma'lumotnomasi). Natijada, magniy saqlagan mahalliy xomashyo saponit minerali asosida 93,15% unum bilan magniy xloridini olish imkonini beradi;

saponit minerali, xlorid kislota va natriy gipoxlorit asosida suyuq magniy xlorat defoliantini olish texnologiyasi "Elektrokimyozavod" QK-AJning "2025-2027

yillarda amaliyotga joriy etish bo'yicha istiqbolli ishlanmalari ro'yxati"ga kiritilgan ("Elektrokimyozavod" AJ-QKning 2023-yil 21-iyuldagi 083-son ma'lumotnomasi). Natijada, ushbu turdagi defoliantdan foydalanish suyuq UzDEF defoliantiga nisbatan paxta barglarini to'kilishida 4-5% ga samarali ta'sir etish imkonini beradi.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Mazkur tadqiqotning natijalari 3 ta respublika va 4 ta xalqaro ilmiy-amaliy anjumanlarda aprobatsiyadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 15 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining doktorlik dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 8 ta maqola, jumladan, Respublika nashrlarida 4 ta va xorijiy jurnallarda 4 ta maqola nashr etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 102 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

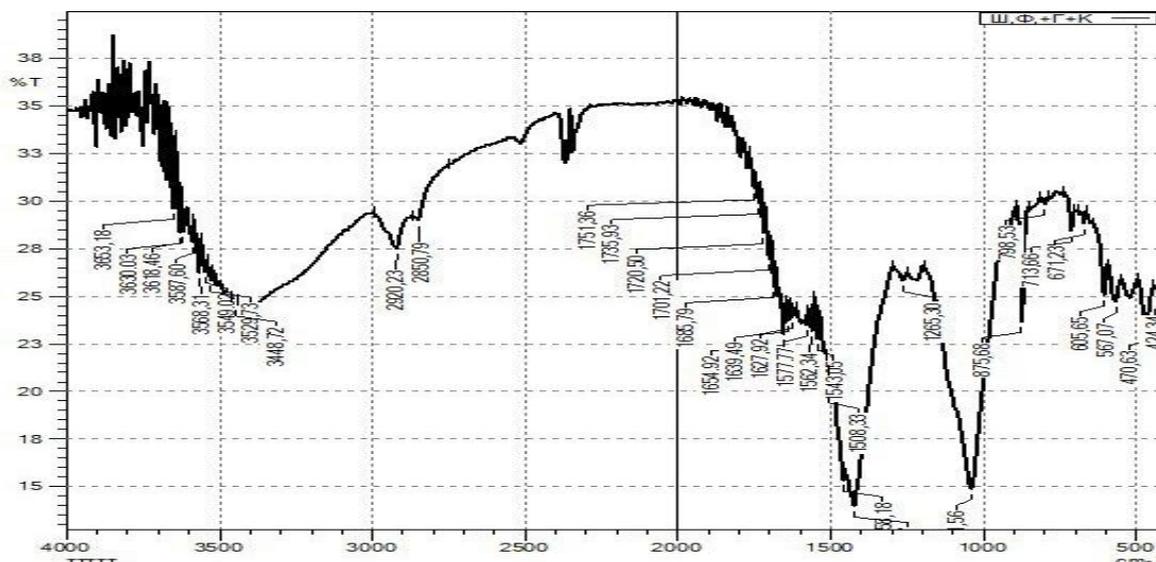
Kirish qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati, tadqiqotning maqsadi va vazifalari asoslangan, obyekt va mavzu tavsiflangan, tadqiqotning respublika fan va texnologiyasini rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlariga muvofiqligi, tadqiqot natijalarining ilmiy yangiligi va amaliy ahamiyati, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy etish, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi to'g'risidagi ma'lumotlar keltirilgan.

"G'o'za barglarini to'kishda ishlatiladigan defolianlarni maxalliy xom ashyolardan olish usullari va xossalari" deb nomlangan dissertatsiyaning birinchi bobida adabiy sharh, noorganik va organik birikmalar asosida defoliantlar olish va umumiy xususiyatlari hamda ularning qishloq xo'jaligidagi ahamiyati keltirilgan. Mavjud defoliantlardan foydalanish muammolarining turli jihatlari ko'rib chiqilgan. Adabiyotlar tahlili, shuni ko'rsatadiki Vaush koni xloritlari asosida defoliantlarni olish va tuproq va atrof-muhitga zarar yetkazmaydigan va qishloq xo'jaligida kompleks ta'sirga va foydalanish zarurati bilan samarali ahamiyatga ega texnologiyalarni ishlab chiqish zarurligini ko'rsatadi. Saponitlardan magniy birikmalarini ajratib olish va uni kompleks qayta ishlash, metall konsentratlari va kremniyli qoldiqni olish jarayonlari takomillashtirilmoqda.

Dissertatsiyaning **"Tadqiqot o'tkazish usullari va obyektlarining xususiyatlari"** deb nomlangan ikkinchi bobida dastlabki moddalarning fizik-kimyoviy tavsiflari, hamda tadqiqot usullari keltirib o'tilgan. Vaush konining kimyoviy, mineralogik tarkibini zamonaviy kimyoviy, fizikaviy va fizik-kimyoviy analiz usullaridan foydalanilgan holatda o'rganilgan. Saponitlarning asosiy minerallari lizardit, talk, magnetit, xlorit va boshqalardan iboratdir. Yuqoridagi minerallardan har xil turdagi magniy birikmalari va metall konsentratlari birikmalarini va kremniy birikmalarini olish uchun foydalanish imkoniyatlari taklif etilgan.

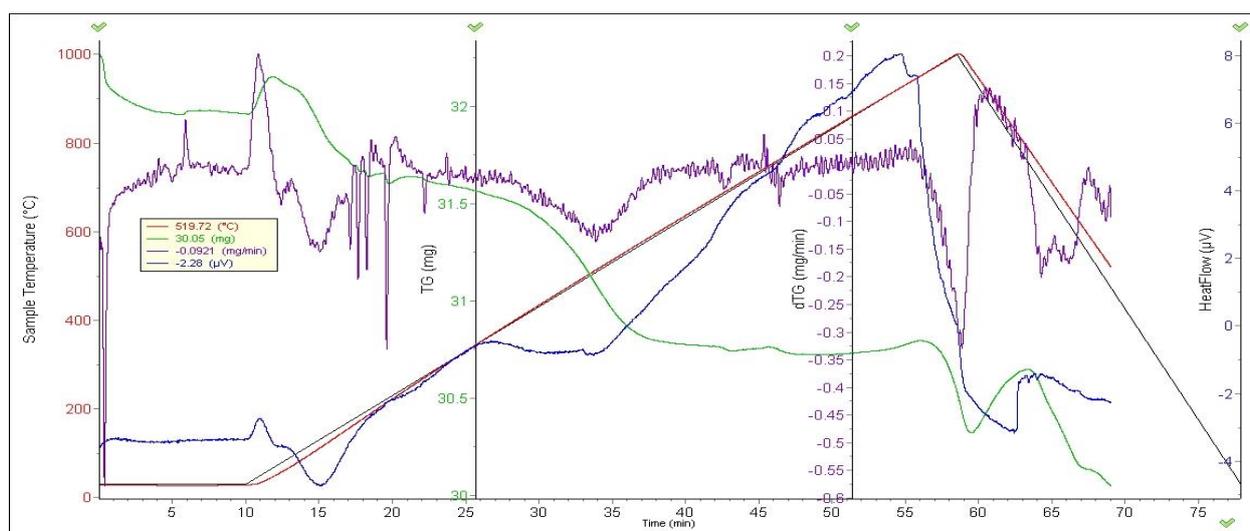
Vaush koni saponit minerali uchun o'tkazilgan rengenofazali tahlilining natijalarini shuni ko'rsatadi, unda kuzatilgan barcha cho'qqilar aniqlangan. Rengenofazali tahlil natijalari oldin e'lon qilingan kimyoviy tahlil ma'lumotlari bilan

mos keladi, ammo ba'zi farqlar mavjud. Masalan, temirning signal kuchi past bo'lgani sababli uning ishonchli tahlilini amalga oshirish qiyin, va bu yerda temir aniqlanmagan. Boshqa usullarda esa temirning izlari qayd etilgan.



1-rasm. Vaush koni minerallarining IQ spektri

Saponitdagi kremniy (Si) atomlari kislorod (O) atomlari bilan tetraedrik ravishda bog'langan bo'lib, Si-O-Si va Si-O-Al bog'lanmalarini hosil qiladi. Tetraedrik va oktaedrik qatlamlar orasida esa (Al, Fe, Mg)-O-Si bog'lanmalari mavjud. Si bog'lanish energiyasi 102,75 eV bo'lib, kvarts (α -SiO₂) ga nisbatan sezilarli ravishda siljigan. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, Si⁴⁺ ning Al³⁺ bilan tetraedrik almashinuvi yoki Mg²⁺ ning Li⁺ bilan oktaedrik almashinuvi SiO₄ ning elektrmanfiyligini oshiradi va kuzatilgan bog'lanish energiyasini pasaytiradi. Si/Al nisbatining ortishi va bog'lanish energiyasidagi ijobiy o'zgarish oksid bog'larining ion xarakteriga bog'liqdir.



2-rasm. Vaush koni saponit mineralining derivatogrammasi

Saponitda alyuminiy (Al) tetraedrik qatlamda Si o'rnini bosuvchi sifatida yoki oktaedrik holatda bo'lishi mumkin. Har bir Al atrofida 3 ta kremniy atomlari yoki boshqa metall atomlari (masalan, Mg, Fe, Li) joylashgan. Tahlil shuni ko'rsatadiki,

saponit mineralida alyuminiy asosan tetraedrik koordinatsiyaga ega (90%) va faqat kichik qismi oktaedrik koordinatsiyaga ega (10%).

Mg saponit va boshqa silikatlardagi asosiy ikki valentli metall bo‘ladi. 1303 eV cho‘qqisi Mg ning oktaedrik qatlamdagi holatiga, 1304 eV esa qatlamlararo Mg²⁺ ga tegishli.

Olingan kimyoviy tahlil natijalari bo‘yicha yuqori qatlamdagi saponit mineralining tarkibida CaO- 32,4 %; MgO- 23,5 %; SiO₂-22,1 %; K₂O-3,4 % va Fe₂O₃-8,8 % to‘g‘ri kelishi va pastki qatlamdagi saponit mineralining tarkibida CaO- 31,3 %; MgO- 23,4 %; SiO₂-21,2 %; K₂O-3,28 % va Fe₂O₃-9,1 % mos kelishi aniqlandi.

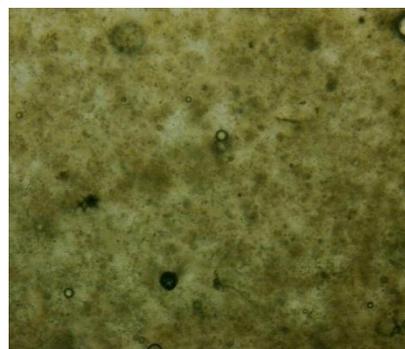
1-jadval

SEM skanerlovchi elektron mikroskop tahlili o‘tkazildi va quyidagi natijalar olindi

№	Saponit minerali	Saponit mineralining element tarkibi, %									
		Mg	Ca	Fe	Al	Mn	K	Si	C	O	Bosh qa
1.	Namuna №1 (yuqori qatlam)	11,8	8,7	2,7	2,7	0,08	0,01	3,6	12,1	55,2	3,11
2.	Namuna №2 (pastki qatlam)	11,6	8,1	2,8	2,5	0,1	0,02	3,5	12,2	56,4	2,78

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki kimyoviy taxlil natijalari va rentgenoflyuoressent tahlil natijalari o‘xshashligi mavjudligini ko‘rishimiz mumkun.

Ushbu saponit mineralining mavjud namunalar zamonaviy fizik-kimyoviy tahlil usullari Rentgenofazali taxlil, IQ-spektri va derivatogrammasi olindi (1-rasm). Rentgenofazali spektrida saponit va dolomit minerali birga uchrashi, dolomitning miqdori ko‘proq bo‘lishini ko‘rsatadi.



3-rasm. Saponit mineralining mikroskopdagi ko‘rinishi

Ushbu olingan kimyoviy tahlil, fizik-kimyoviy tahlilning zamonaviy usullari va mikroskopik tahlil natijalari saponit mineraliga tegishli ekanligi, dolomit minerali bilan birga saponit minerali ikki qavatli qatlam holida, ya’ni saponit qatlami 10-15sm (40-60%ni tashkil etadi), ba’zi joylarda 15-20 sm och qizg‘ish rangli qatlam holida (20-40% ni tashkil etadi) uchrashini ilmiy asoslandi.

Dissertatsiyaning **“Saponit mineralini termik, kislotali qayta ishlash va boyitish”** deb nomlangan uchinchi bobida saponit mineralini termik qayta ishlash va kislotali qayta ishlash parametrlari keltirilgan. Kalsiy xlorid ishtirokida saponit mineralini termik ishlov berish quyidagicha amalga oshirildi. Saponit minerali va kalsiy xlorid alohida-alohida 2 mm dan katta bo‘lmagan fraksiya hajmiga ezilgan. Keyin ular saponit tarkibidagi MgO ning stexiometriyasining 90-120% oralig‘ida

standartlarga mos keladigan turli vazn nisbatlarida yaxshilab aralashiriladi. Olingan aralashma avtoklavda 100°C dan 500°C gacha bo'lgan haroratda suv bug'i ishtirokida 2 soat davomida saqlanadi. Temir, alyuminiy va boshqa metallarni o'z ichiga olgan maydalangan aralashma issiqlik bilan ishlov berilgan va 600°C haroratda suv bilan ishlov berilgan. Eritish jarayoni oxirida suspenziya vakuum filtrlash orqali suyuq va qattiq fazalarga ajratildi. Qattiq faza distillangan suvning kichik qismi bilan uch marta yuviladi (100 ml suspenziya uchun 10 ml) va 105°C haroratda doimiy og'irlikda (cho'kma) quritiladi. Suyuq faza va barcha yuvish eritmaları birgalikda yig'ildi, so'ngra kalsiy xlorid va saponitdan iborat aralashmani issiqlik bilan ishlov berish natijasida olingan cho'kindi va filtratlarning kimyoviy tarkibi aniqlandi.

Tabiiy saponit mineralini kislota bilan ishlov berish ularning o'ziga xos sirt maydoni va adsorbsion qobiliyatini oshirish uchun amalga oshirildi. Xlorid kislota faollashtiruvchi vosita sifatida ishlatilgan. Xlorid kislotasi bilan ishlov berishning optimal parametrlari eksperimental tarzda o'rnatildi. Kislota faollashuvi 20 % HCl bilan 4 soat davomida, kislota va gil nisbatining 3:1 bo'lgan sharoitida amalga oshirildi. 20% dan ortiq konsentratsiyali xlorid kislotasi bilan ishlov berish loy minerallarini to'liq yo'q qilishga olib keladi. 20% dan past konsentratsiyadagi HCl eritmasi bilan ishlov berish zarur parametrlarni ta'minlamaydi.

Shu sababli, tajribada ezilgan saponit mineraliga 20% li xlorid kislota qo'llanildi. Kislota va saponit massaviy nisbatda 3:1 miqdorda aralashtirildi. Hosil bo'lgan aralashma suv hammomida 95–98°C haroratda, doimiy aralashtirish sharoitida 4 soat davomida ushlab turildi. Ishlov berish jarayoni tugagach, hosil bo'lgan massa distillangan suv bilan yaxshilab yuvildi. So'ngra yuvilgan namuna 110–120°C haroratda pechda 6–7 soat davomida quritildi.

Saponit mineralini HCl kislota bilan ishlov berish eritmalarining turli konsentratsiyasi bilan amalga oshirildi. Tabiiy saponit minerali xona haroratida va 90°C da turli kislota/gil nisbatlarida kislota faollashuvi amalga oshirilib, mahsulotlar kukun difraksiyasi, infraqizil spektroskopiya va termogravimetriya usullari bilan tavsiflandi.

Haroratning reaksiya jarayoniga ta'siri 30°C dan 100°C gacha bo'lgan haroratlarda o'rganildi. Tajribalar natijasida saponit minerali 30–45°C haroratda allaqachon ochilib keta boshlagani aniqlandi. Dastlabki ruda namunasi 1 soat davomida 20% li xlorid kislota bilan ishlov berildi. 30–95°C harorat oralig'ida oksidlarning xlorid kislota yordamida ekstraksiyasi quyidagi qiymatlarni ko'rsatdi: Al₂O₃ ni ajratib olish darajasi 14,05–28,08%, MgO uchun esa 5,3–9,28% ni tashkil etdi (3-jadval,). Ayniqsa, 80–95°C harorat oralig'ida ekstraksiya eng samarali kechadi, bunda oksidlarning parchalanish darajasi maksimal qiymatlarga yetadi.

Olingan natijalar asosida saponit mineralini xlorid kislota bilan parchalash uchun quyidagi optimal sharoitlar tavsiya etildi: parchalanish harorati–9°C, kislota konsentratsiyasi–20 %, jarayon davomiyligi–60 daqiqa.

2-jadval

Vaush koni saponit mineralini kalsiy xlorid ishtirokida termik ishlov berish natijasida olingan filtrat tarkibi

Saponitga nisbati:CaCl ₂ (g)	Filtrning tarkibi, vazni. %						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Cl ⁻	Namlik
100°C							
100:90	-	-	-	30,02	0,68	18,04	51,26
100:100	-	-	-	32,14	1,34	20,57	45,95
100:110	-	-	-	35,22	2,05	23,38	39,35
100:120	-	-	-	38,33	2,64	28,60	30,43
200°C							
100:90	-	-	-	25,06	1,25	21,71	51,98
100:100	-	-	-	28,13	2,54	25,66	43,67
100:110	-	-	-	31,25	3,75	29,62	35,38
100:120	-	-	-	32,84	5,12	31,60	30,44
300°C							
100:90	-	-	3,14	27,14	2,71	13,73	53,28
100:100	-	-	3,26	28,04	3,43	15,36	49,91
100:110	-	-	3,34	29,86	4,57	18,98	43,25
100:120	-	-	3,48	30,71	5,71	12,60	37,50
400°C							
100:90	-	-	2,61	13,81	3,24	23,71	54,63
100:100	-	-	2,78	12,51	5,41	27,13	52,17
100:110	-	-	2,86	11,14	6,76	30,56	48,68
100:120	-	-	2,94	10,92	8,11	33,99	44,04
500°C							
100:90	-	0,54	1,42	5,12	8,22	26,34	58,36
100:100	-	0,64	1,54	4,54	9,52	29,53	54,23
100:110	-	0,73	1,64	2,52	10,55	32,68	51,88
100:120	-	0,82	1,82	1,56	11,26	37,85	43,87

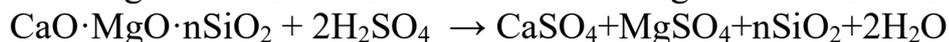
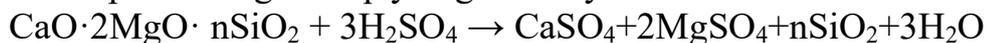
Oldindan kalsiylangan saponit menirali xlorid kislotasi bilan parchalashda kislotaning miqdori rudadagi alyuminiy, temir, magniy va kalsiy oksidlarining xloridlarga aylanishini hisobga olgan holda hisoblab chiqilgan. Tajriba natijalariga ko'ra, 95°C dan past bo'lmagan haroratda, ruda zarralari o'lchami 2 mm dan oshmaganda va jarayon davomiyligi 50–60 daqiqani tashkil etganda, taxminan 53 % MgO magniy xlorid shaklida eritmaga o'tishi kuzatildi.

Haroratning ta'siri. Haroratning reaksiya jarayoniga ta'siri 30°C dan 100°C gacha bo'lgan diapazonda o'rganilgan. Aniqlanishicha, 30-45°C haroratda allaqachon saponit menirali ochiladi. Rudaga 1 soat davomida 20% li xlorid kislotasi bilan ishlov berildi. Haroratning oshishi bilan komponentlarni eritmaga o'tish darajasi oshadi va 95°C da (%): Fe₂O₃- 42,2; CaO - 64,7; MgO - 53,2 va Al₂O₃- 24,5. Haroratning 100°C ga ko'tarilishi bilan MgO va CaO ning ekstraktsiya darajasi pasayishni boshlaydi.

Saponit mineralini H₂SO₄ bilan ishlov berish eritmalarining turli konsentratsiyasi bilan amalga oshirildi. Kremniy dioksidi sulfat kislotasi bilan reaksiyaga kirishmaydi, shuning uchun jarayonning boshida silikat va boshqa sulfatlarni tanlab ajratish mumkin. Parchalanishdan oldin mineral 2 mm o'lchamdagi kattalikda maydalanib, saponit minerali va uning tarkibiy qismlariga sulfat kislotasi ta'sir ettiriladi.

Sulfat kislotani tanlash bir qator omillar bilan asoslanadi, jumladan:
uning nisbatan arzon narxi;
xom ashyoning fizik-kimyoviy tabiati;
kislotaning selektiv ta'siri;
shuningdek, komponentlarning uskuna korroziyasiga ta'siri.

Rudaning mineralga nisbatan selektiv ta'siri esa asosan quyidagi omillarga bog'liq: harorat, kislota konsentratsiyasi va jarayon davomiyligi. Saponit minerali sulfat kislota bilan parchalanganda quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



O'tkazilgan tajribalar natijalariga asoslanib, saponit mineralini sulfat kislota bilan parchalash uchun quyidagi optimal sharoitlar tavsiya qilinadi: harorat – 80–90°C; jarayon davomiyligi – 60 daqiqa; sulfat kislota konsentratsiyasi – 40–50%. Sulfat kislotaning saponit minerali bilan reaksiyasi 30 dan 100°C gacha bo'lgan harorat oralig'ida 5-70% li H₂SO₄ konsentratsiyasida o'rganildi. Saponit minerali 15-90 daqiqa davomida sulfat kislota bilan aralashtirildi.

Haroratning 30°C dan 100°C gacha ko'tarilishi bilan magniy, alyuminiy va temir oksidlarining eritmaga o'tishi asta-sekin o'sib boradi. 30°C haroratda oksidni eritmaga o'tish darajasi (%): Al₂O₃-8,63; Fe₂O₃-13,56 va MgO-2,65. Harorat 95°C ga ko'tarilganda, oksidni olish darajasi sezilarli darajada oshadi, bu (%): Al₂O₃-17,65; Fe₂O₃-23,57 va MgO-6,5. Haroratning yanada oshishi bilan saponit minerali oksidlarining parchalanish darajasi oshmaydi.

Keyingi tajribalarda saponit minerali tarkibiga kiruvchi Al₂O₃, Fe₂O₃ va MgO oksidlarini olish darajasiga jarayon davomiyligining ta'siri o'rganildi. Jarayonning davomiyligi 30 daqiqa bo'lsa, ekstraktsiya darajasi (%): Al₂O₃-13,57, Fe₂O₃-19,45 va MgO-4,6. Kislota miqdori stexiometrik miqdorning 100% ni tashkil etdi. Jarayon davomiyligi 90 daqiqaga ko'tarilganda, oksidning ekstraktsiya darajasi oshadi: Al₂O₃-17,6%, Fe₂O₃-23,6% va MgO-6,5%.

H₂SO₄ konsentratsiyasining ta'siri. Kislota konsentratsiyasining optimal sharoitlarini topish va ruda tarkibidagi oksidlarni - saponitdan to'liq parchalanish maqsadida oksidlarning parchalanish darajasining sulfat kislota konsentratsiyasiga bog'liqligi o'rganildi. Sulfat kislota konsentratsiyasi 5% dan 70% gacha o'zgarib turadi. Ma'lumotlarga ko'ra, 95°C haroratda 90 daqiqa davomida saponit minerali 40–45% li sulfat kislota muhitida to'liq va nisbatan oson parchalanadi. Ushbu sharoitda oksidlarning parchalanish darajasi maksimal qiymatlarga yetadi (%): Al₂O₃-17,6; Fe₂O₃-23,6; MgO-6,5.

Sulfat kislota konsentratsiyasining bundan ortishi saponitning parchalanish tezligiga sezilarli ta'sir ko'rsatmaydi. Aksincha, H₂SO₄ konsentratsiyasi 70% gacha oshirilganda komponentlarning parchalanish darajasi pasayishi kuzatiladi.

Keyingi bosqichda magniy xloratini olish uchun saponit minerali asosida olingan magniy xlorid va natriy gipoxloritni konversiya qilish jarayoni o'rganildi, tajribalar 70-90°C haroratda, bug'latish bilan va bug'latilmasdan 20-80 daqiqa davomida olib borildi (3-jadval).

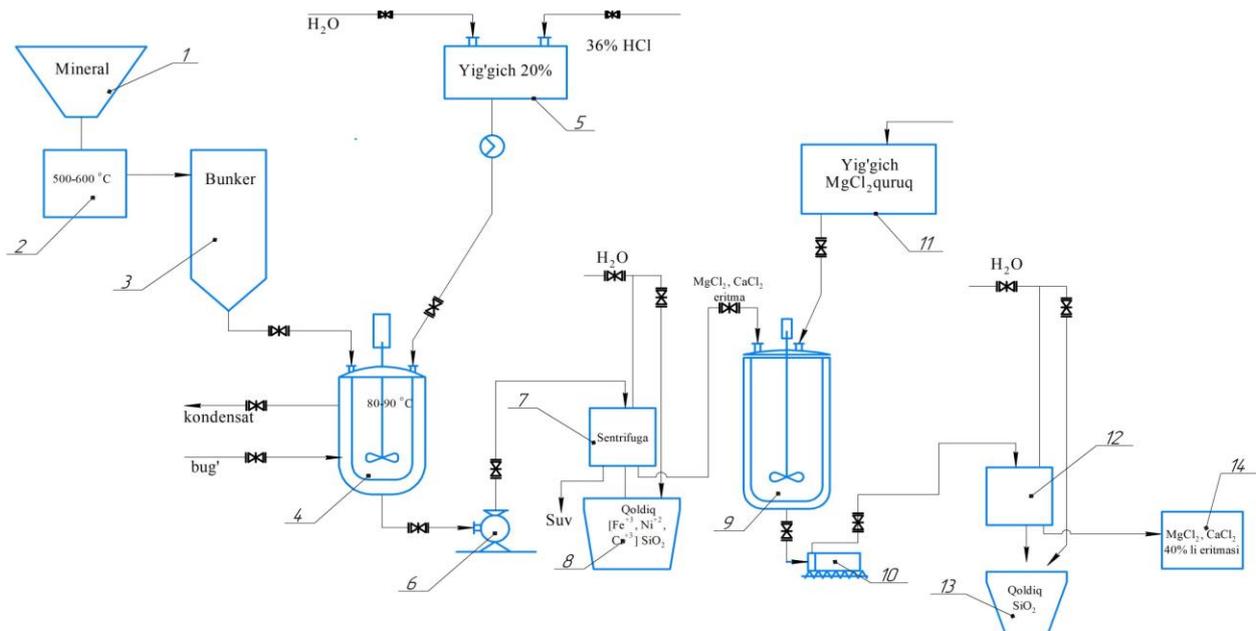
3- jadval

Saponit asosidagi konversiya jarayonida kinetik ko'rsatkichlarning vaqt va haroratga bog'liqligi

Tem-ra, °C	Vaqt, (τ), min.	Suyuq fazadagi Mg(ClO ₃) ₂ ning miqdori, %	Konversiya darajasi, (η)%	Tezlik konstantasi, K·10 ⁻² , τ ⁻¹	Aktivlanish energiyasi, (E), kJ/mol
70	20	4,78	10,97	0,257	19,741
	40	7,46	17,12	0,259	- //-
	60	10,68	24,51	0,262	- //-
	80	12,91	29,63	0,267	- //-
o'rtacha 0,262					
80	20	15,15	34,77	0,455	19,741
	40	22,09	50,70	0,459	- //-
	60	28,97	66,49	0,467	- //-
	80	33,08	75,93	0,464	- //-
o'rtacha 0,461					
90	20	18,81	43,17	0,671	19,741
	40	25,42	58,35	0,667	- //-
	60	32,82	75,33	0,670	- //-
	80	36,74	84,33	0,668	- //-
o'rtacha 0,669					

Konversiya jarayoni bug'lanishsiz amalga oshirilganda (3-jadval), konversiya tezligi harorat ortishi bilan muntazam ravishda oshib borishi aniqlangan. Dastlabki 60 daqiqada 70°C haroratda konversiya darajasi mos ravishda 24,51%, 66,49% va 75,33% ni tashkil etdi. 80 daqiqadan so'ng esa, yuqoridagi haroratlarda konversiya darajasi mos ravishda 29,63%, 75,93% va 84,33% gacha oshib bordi. Suyuq fazadagi magniy xlorat miqdori yuqoridagi haroratlarda 80 daqiqadan so'ng mos ravishda 12,91%, 33,08% va 36,74% ni tashkil etdi. Ta'sirlashuv 80 daqiqa davomida olib borilganda reaksiyaga muvofiq miqdordagi natriy xlorid hosil bo'lishi sababli hosil bo'lgan natriy xlorid keyinchalik bu reaksiyaning borishiga salbiy ta'sir qiladi.

Dissertatsiyaning to'rtinchi bobi **“Saponit menerali, xlorid kislotasi va natriy gipoxloridi asosida magniy xloridi va xlorat olish texnologiyasini ishlab chiqish”** sinov qurilmasida magniy xlorid eritmasini ishlab chiqarish texnologiyasini sinovdan o'tkazish asosida olib borilgan tadqiqotlar natijalari keltirilgan. Saponit menirali xlorid kislotasi bilan qayta ishlash jarayonlari o'rganilgan. Saponitning xlorid kislotasi bilan parchalanishi jarayonida haroratning ta'siri uchun optimal sharoitlar, xlorid kislotaning davomiyligi, konsentratsiyasi va tezligi, filtrlash koeffitsienti va qayta ishlashning turli bosqichlarida hosil bo'lgan saponit menirali suspenziyasining qattiq fazasining cho'ktiruvchanligi aniqlandi. Tanlangan optimal jarayon sharoitlari: xlorid kislotasi iste'mol qilish darajasi 105% stexiometriya, harorat 95-100°C, HCl konsentratsiyasi 19-20%. Tanlangan sharoitlarda jarayonning davomiyligi 120 daqiqagacha olinishi mumkin. Vaush konidan saponit menirali asosida optimal sharoitda olingan eritmaning tarkibi quyidagi tarkibga ega (massa ulushi %): MgO-9,47; Fe₂O₃-0,07; Al₂O₃-0,009; CaO-0,09; Cl-20,17; eritma konsentratsiyasi-70,19%.



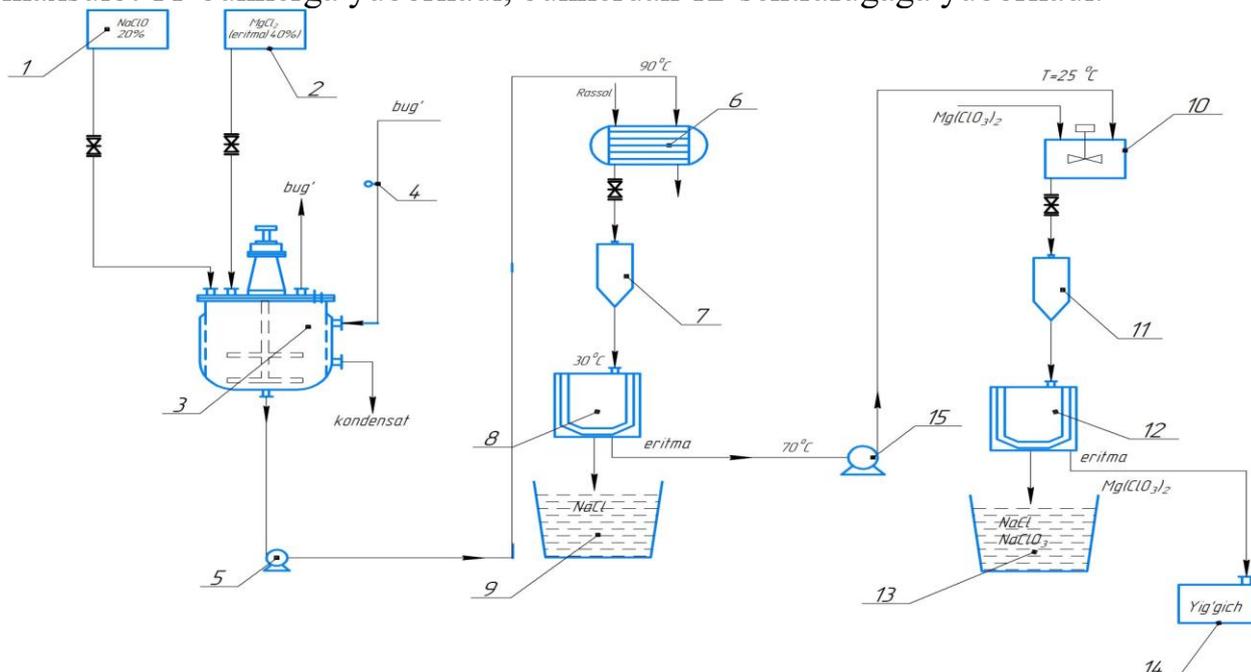
4-rasm. Saponit mineralini xlorid kislotasi bilan qayta ishlash asosida magniy xlorid olishning texnologik sxemasi: 1,5,11-yig'ich, 2-kuydirish pechi, 3-bunker 4-reaktor(rubashkali), 6,10-nasos, 7,12- sentrifuga, 8,13-qoldiq(xvost), 9-reaktor, 14-yarim tayyor mahsulot.

4-rasmda saponit mineralini xlorid kislotasi bilan qayta ishlashning asosiy texnologik sxemasi keltirilgan. Maydalash qurilmasida 1 saponit minerali eziladi, ezilgan modda 600°C haroratda 2 pechda kuydiriladi, keyin u 3. bunkerga beriladi. Bunkerdan va bir vaqtning o'zida 5 pozitsiyadagi xlorid kislotasi saqlagichdan 4 reaktorga saponit minerali va xlorid kislotasi beriladi. Xlorid kislotaning miqdori diafragma orqali nazorat qilinib reaktorga beriladi. Diafragma xlorid kislotaning konsentratsiyasi 20% tashkil etishi nazorat qilib turiladi. 4 pozitsiyadagi reaktorda saponit minerali xlorid kislotasi bilan parchalanadi.

Texnologik jarayonning kerakli harorat rejimini saqlab turish uchun reaktor rubashkasiga bug' berib boriladi. Keyin reaktordan eritma 6 nasos yordamida 7 sentrifugaga yuboriladi va kremniy qoldiqlarini reaksiya muhitidan ajratish jarayoni amalga oshiriladi. Asosiy eritma 7 sentrifugadan qabul qiluvchi 9 pozitsiyaga beriladi. Reaktorga 11 yig'ichdan $MgCl_2$ qo'shiladi, eritmalar suspenziyalar hosil qilish uchun aralashtiriladi. Shundan so'ng, suspenziya sentrifugaga quyiladi, suspenziya yuviladi va hosil bo'lgan qattiq qoldiqlar sentrifugadan tushiriladi. Eritmadagi magniy xlorid konsentratsiyasi 40% gacha yetadi. Olingan 40% li magniy xlorid eritmasi magniy xlorat olish uchun ishlatiladi.

5-rasmda magniy xlorat defoliantini ishlab chiqarishning texnologik sxemasi keltirilgan bo'lib, u quyidagi jarayonlarni o'z ichiga oladi, dastlab $NaClO$ eritmasi nasos yordamida 3-reaktorga yuklanadi, 2-xomashyo $MgCl_2$ ning 40% li eritmasi 2-bunkerdan 3-rubashkali reaktorga yuboriladi. 5-nasos orqali tayyorlangan eritma 6-issiqlik almashtirgich qurilmasiga beriladi. Sovutilgan $Mg(ClO_3)_2$ eritmasi 7-bunkerga yig'iladi. 30°C haroratli $Mg(ClO_3)_2$ 8-sentrafugaga $NaCl$ larni ajratish uchun beriladi. Cho'kkan $NaCl$ sentrafuganing pastki qismidan 9-qoldiq saqlagichga beriladi. Sentrafugadagi $Mg(ClO_3)_2$ 70°C bilan 15-nasos yordamida issiqlik almashtirish qurilmasi 10-kristallizatorga yuboriladi, kristallizator qurilmasida

$Mg(ClO_3)_2$ foizini ko‘tarish maqsadida quruq $Mg(ClO_3)_2$ qo‘shiladi. Keyingi maxsulot 11-bunkeriga yuboriladi, bunkerdan 12-sentrifugaga yuboriladi.



5-rasm. Magniy xlorat defoliantini ishlab chiqarishning texnologik sxemasi: 1, 2 - saqlash bunkerlar; 3-rubashkali bug‘latib konversiyalash qurilmasi; 4 – bug‘ nazorati; 6-issiqlik almashinish qurilmasi; 7,11-bunker; 8-sentrifuga; 9,13-qoldiq Sentrifuga hosil bo‘lgan qoldiq NaCl va NaClO₃ eritmasining qattiq qismi 13 bunkerda yig‘iladi. Hosil bo‘lgan suyuq defoliant fazasi Mg(ClO₃)₂ bo‘lib, sentrifugada ajratiladi. Ohirgi bosqich tayor magniy xlorat defoliantini 14 saqlash bunkerlar beriladi, defoliant eritmalari 60 litrli kanistrlarga quyiladi va tayyor mahsulotni saqlash uchun omborga yuboriladi.

4-jadval ma'lumotlaridan ko‘rinib turibdiki, tavsiya etilgan defoliantlarning ishchi eritmalarida xlorat ionining yo‘qolishi ularni tayyorlangandan keyin saqlash kuniga 0,42 dan 0,46% gacha o‘zgarib turadi. Ishchi eritmalar tayyorlangandan 15 kun o‘tgach, bu ma'lumotlar 0,91-1,03% ni tashkil qiladi, standart xloratli defoliantlarning ishchi eritmalarida ular tayyorlangandan 15 kun o‘tgach, xlorat ionining yo‘qolishi 0,67-1,34% ni tashkil qiladi.

Olingan ma'lumotlar tavsiya etilgan defoliantlarning ishchi eritmalarining etarli darajada barqarorligini ko‘rsatadi, chunki 15 kun ichida ulardagi xlorat ionining yo‘qolishi 1,03% dan oshmaydi.

Quyida 5-jadvalda suyuq magniy xlorat preparatiga nisbatan tavsiya etilgan defoliantlar bilan 1 gektar paxta ekinlarini defoliatsiya qilish xarajatlari haqida ma'lumotlar keltirilgan.

Magniy xlorid va natriy gipoxlorit asosida magniy xlorat olish jarayoni o‘rganildi. Suyuq magniy xlorat defoliantini ishlab chiqarishning asosiy texnologik sxemasi tuzildi, material balansi tuzildi, texnologik rejimlar normalari tuzildi, magniy xloratning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari aniqlandi.

4-jadval

Taklif etilayotgan defoliantlarning suvli ishchi eritmalarining fizik-kimyoviy xossalari

№	Defoliantlarning nomi	Defoliantlarning eritmadagi miqdori, kg, 200 dm ³	Xlorat ionining yo‘qolishi				eritmalar zichlik, kg/m ³	eritmalarining pH	eritmalar qovushqoqligi mPa ₀ C
			1 kunda	5 kunda	10 kunda	15 kunda			
1.	Sintezlangan magniy xlorat	6,5	0,46	0,61	0,76	1,03	1000,57	7,01	1,369
2.	Natriy xlorat	3,0	0,41	0,77	0,93	1,23	1000,35	7,35	1,316
3.	Magniy xlorat UzDEF	7,0	0,67	0,86	1,13	1,34	1021,10	6,93	1,429

5-jadval

1 gektar paxta ekinlarini qayta ishlash qiymati

№	Preparatlarning Nomlar	1 tonna defoliantlarning, narxi so‘m	Preparatning iste‘mol darajasi, l/ga, kg/ga	1 ga ekinlarni defoliatsiyalash qiymati so‘m/ga	Defoliantning iqtisodiy samarasi so‘m/ga
1.	Suyuq magniy xlorat defolianti (standart)	14 580 000	6,0	87480,0	22480
2.	Natriy xlorat (standart)	4 467 000	3,0	13401,0	-
3.	Magniy xlorat (sintezlangan)	7 115 307	6,0	65000,0	-

Vaush konidan saponit asosidagi yangi defoliantning tajriba partiyalari laboratoriya va ishlab chiqarish sharoitlarida olindi.

Olingan defoliant Karmana tumanidagi “Axmad” va “Ergash ota chorva” fermer xo‘jaliklari dalalarida 2023-2024-yillarda “Buxoro-102” navi o‘rta tolali g‘o‘zaga tavsiya etilgan defoliantlarning defoliatsiya faoliyati bo‘yicha agrokimyoviy sinovlar o‘tkazildi. Defoliatsiya davridagi ob-havo sharoiti, dalalar va g‘o‘zalarning umumiy holati qayd etildi. Defoliatsiya samaradorligi O‘zbekiston qishloq xo‘jaligi vazirligining Suv xo‘jaligi va dehqonchilik ilmiy-tadqiqot instituti metodologiyasiga muvofiq jarayondan oldin 6 va 12-kunlarda uch marta qo‘llash hisoblab chiqilgan.

Taklif etilayotgan defoliantlarning agrokimyoviy samaradorligi kichik va ishlab chiqarish tajribalarida amalga oshirildi.

Sinov natijalari shuni ko‘rsatdiki, defoliant magniy xlorat asosidagi yangi defoliantlar qo‘llanilgandan keyingi 12-kuni 6,5-0,2 l/ga sarf darajasida barglarning 81,9-84,7% gacha tushishiga hissa qo‘shgan. G‘o‘zaga yangi defoliantlar bilan ishlov berilganda pishishning tezlashishi va ko‘zalarning to‘liq ochilishi kuzatiladi, bu ochilgan ko‘zalar sonining ko‘payishidan dalolat beradi. Bundan tashqari, defoliantlarning o‘simliklarga “yumshoq” ta’siri kuzatiladi, chunki quruq barglar miqdori sezilarli darajada kamayadi.

Tahlil natijasiga ko'ra, 1 gektar paxta ekinlarini tavsiya etilgan preparatlar bilan ishlov berish suyuq magniy xlorat defoliantiga nisbatan 22 ming 480 so'mga arzonligi hisoblab chiqildi.

XULOSA

Falsafa fanlari doktori (PhD)ning "Mahalliy saponit minerali asosida magniy xlorid va xloratlarini olish texnologiyasini ishlab chiqish" mavzusidagi dissertatsiya ishi yuzasidan olib borilgan izlanishlar natijasida quyidagi nazariy va amaliy ahamiyatga ega xulosalar chiqarildi:

1. Vaush koni saponit mineralining mineralogik tarkibida dalomid, saponit, kvarslardan iborat ekanligi va kimyoviy tarkibida MgO-23,5%; CaO-32,4%; SiO₂-22,1%; Fe₂O₃-8,8; Al₂O₃-5,11%; va boshqa oksidlar-5,51% tashkil etishi aniqlangan va magniy xloridi – xloratini olishda foydalanish imkoniyatlari yaratilgan;

2. Saponit mineralini 2-16 mm o'lchamlarda maydalanib, 600-900°C xaroratda kuydirilgan va eng qulay sharoit deb 2-4 mm va 600°C MgO ko'p hosil bo'lishi aniqlangan;

3. Saponit mineralining termik parchalanish jarayoni va kalsiy xlorid ishtirokida termik parchalanish jarayonlari o'rganildi. Magniy xloridning eritmaga o'tishning maksimal darajasi saponitning kalsiy xloridga nisbati mos ravishda 100:120 va maqsadli mahsulotning unumi 11,26% bo'lganda erishilishi aniqlandi;

4. Saponit mineralining xlorid kislota bilan qayta ishlanish jarayonlari o'rganildi. Tadqiqotlar natijasida quyidagi optimal sharoitlar aniqlandi: harorat – 90 °C, HCl konsentratsiyasi-20 %, jarayon davomiyligi-60 daqiqa va mineral zarrachalarining o'lchami-0,1 mm.

5. Saponit mineralining sulfat kislota bilan qayta ishlanish jarayonlari o'rganildi. Tadqiqot natijalari asosida quyidagi optimal sharoitlar aniqlangan: harorat-90°C, sulfat kislota konsentratsiyasi-40%, jarayon davomiyligi-60 daqiqa va mineral zarrachalarining o'lchami-0,1 mm.

6. Magniy xloridni natriy gipoxlorit bilan 1:6 nisbatda, 70, 80, 90°C haroratda va bug'lantirmasdan va vakumda bug'langanda 20, 40, 60, 80 daqiqa tajriba davomiyligida konvertatsiya qilish jarayoni. 610-640 mm qoldiq bosimda o'rganildi. 84,33% li magniy xloratning konvertatsiya qilish darajasining optimal sharti 90°C haroratda jarayonning bug'lanmasdan 80 daqiqa davom etishi, 80°C bug'lanishi esa 80 daqiqa davom etishi;

7. Saponit mineralini termik ishlov berib, xlorid kislota bilan qayta ishlash asosida magniy xlorid ishlab chiqarish texnologiyasi ishlab chiqildi hamda "Elektrokimyozavod" AJ-QK da 200 litrlik tajriba-sanoat qurilmasida sinovdan o'tkazilib, amaliyotga joriy etildi.

8. Saponit mineralini termik ishlov berib xlorid kislota va natriy gipoxloritini qayta ishlash asosida magniy xlorat defoliant ishlab chiqarish texnologiyasi taklif etilib, "Elektrokimyozavod" AJ-QK da 100 l ishlab chiqilib amaliyotga joriy etildi;

9. Agrokimyoviy tekshirishlar natijasida hosil bo'lgan yangi defoliant hozirgi suyuq magniy xlorat defoliantga va natriy xloratga nisbatan 4-5% ko'proq g'o'za bargini to'kishi aniqlandi;

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.17/7.06.2024.К/Т.06.03 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАВОИЙСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ**

ГОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

**НАВОЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

ПИРНАЗАРОВ ФЕРУЗ ГУЛОМОВИЧ

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ХЛОРИДА МАГНИЯ И
ХЛОРАТА МАГНИЯ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО МИНЕРАЛА
САПОНИТА**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам

02.00.13 – Технология неорганических веществ и материалов на их основе

Навои – 2025

Тема диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан под номером B2025.1.PhD/T5235.

Диссертация выполнена в Навоийском государственном горно-технологическом университете.

Автореферат диссертации размещен на трех языках (узбекском, русском, английском (резюме)) на веб-сайте Научного совета (@-mail:info@nsumt.uz) и Информационно-образовательном портале "Ziyonet" (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель:	Умиров Фарход Эргашович доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Темиров Уктам Шавкатович доктор технических наук, профессор Эргашев Дилмурод Адилжонович доктор технических наук, доцент
Ведущая организация:	Самаркандский государственный университет

Защита диссертации состоится на заседании Научного совета DSc.17/7.06.2024.K/T.06.03 при Навоийском государственном горно-технологическом университете в «04» 12 2025. (Адрес: 210100, г. Навои, ул. Галабашох, 72-в. Зал заседаний Навоийского государственного горного и технологического университета. Тел.: 0 (436) 223-23-32; факс: 0 (436) 223-49-66; e-mail: info@nsumt.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Навоийского государственного горно-технологического университета (зарегистрирована под номером 238). Адрес: 210100, г. Навои, ул. Галабашох, 72-в. Тел.: (+99871) 223-23-32; факс: (+99871) 223-49-66.

Автореферат диссертации разослан "18" 11 2025 г.

(Регистрационный протокол No 20 от "18" 11 2025 г.).



Б.Ф. Мухиддинов
Председатель Научного совета
по присуждению ученых степеней,
д.х.н., профессор

С.Ш. Шарипов
Ученый секретарь Научного совета по присуждению
ученых степеней, PhD., доцент

У.Ш. Темиров
В.и.о. председателя Научного семинара при
Научном совете по присуждению
ученых степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и необходимость темы диссертации. В связи с сокращением запасов легко перерабатываемых месторождений бишофита в мире, в результате роста спроса и цен на это сырье и продукты из него, особое внимание следует уделить решению вопросов обеспечения отраслей промышленности местным сырьем и расширению ресурсной базы путем выявления перспективных территорий для новых видов соединений магния и их внедрения в промышленность на основе технологических исследований.

Сегодня соединения магния часто получают из магнезита, бишофита, серпентинита, доломита, брусита и морской воды. США, Великобритания, Япония и другие страны, не имеющие месторождений магнезита, проводят научно-практические исследования по совершенствованию технологий получения магния из морской воды. В мировой практике оксид магния широко используется в металлургической промышленности для создания огнеупорных материалов, в производстве металлического магния, в химической промышленности, медицине и сельском хозяйстве. Благодаря прочностным, легким и морозостойким свойствам магниевых и алюминиевых сплавов, особое внимание уделяется их широкому использованию в автомобильной и авиационной промышленности в качестве компонентов двигателей, оснований сидений, колесных дисков, трансмиссий и других запасных частей.

В последние годы в нашей республике внедряются передовые научно обоснованные меры по использованию местного сырья для синтеза хлоратсодержащих дефолиантов посредством переработки хлорсодержащих солей, что позволило достичь ряда научно-практических результатов. В Указе Президента Республики Узбекистан “Расширение научно-исследовательских работ по созданию и внедрению в производство энергосберегающих и экологически чистых технологий...”¹ определены важные задачи. Исходя из поставленных задач, исследования, направленные на получение магнийхлоратного дефолианта путём переработки местного сырья, изучение физико-химических свойств продукции, обоснование возможностей локализации технологического производства, а также разработку технологии получения хлоратных дефолиантов, имеют важное научное и практическое значение.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Постановлениях Президента Республики Узбекистан № ПП-4335 от 23 мая 2019 года “О дополнительных мерах по ускоренному развитию промышленности строительных материалов,” № ПП-4937 от 28 декабря 2020 года “О мерах по реализации Инвестиционной программы Республики Узбекистан на 2021-2023 годы,” № ПП-154 от 2 марта 2022 года “О мерах по дальнейшему совершенствованию деятельности Университета геологических наук в системе Государственного

¹ Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О новой стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы»

комитета Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам” и No ПП-343 от 3 августа 2022 года “О мерах по организации производства высокотехнологичных металлов на основе местных минерально-сырьевых ресурсов,” а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

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

Степень изученности проблемы. В мировой практике получение различных дефолиантов и переработка магнийсодержащего минерального сырья J.C. Suttle, F.R. Katterman, M. Labor, M.A. Shand, D.A. Kramer, A.N. Gabdullin, I.I. Kalinichenko, Yo Gan, N.S. Kurnakov, S.F. Zhemchuzhny, A.G. Bergman, A.I. James Cost, J. Dan Smith, Dzens-Litovsky, V.V.Teterin, E.M. Ioffe, I.D. Sokolov, V. Martinac, O.S. Baygenzhenov, S.A. Sagarunyan, W.C. Hall, L.C. Brown, C.L. Rhyne, N.L. Najarova и другие внесли значительный вклад в развитие фундаментальных исследований. В нашей республике такие ученые, как М.Н. Набиев, Б.С. Зокиров, С. Тухтаев, Х. Кучаров, С.Ш. Рашидова, З.Исабаев, А.С. Тогаширов, Ф.Э. Умиров, Б.Х. Кучаров, С.Н. Абдуллаев, Ж.С. Шукуров и другие ученые провели обширные научно-исследовательские работы по получению дефолиантов на основе кальций-и магнийсодержащих минеральных ресурсов, определению их свойств и внедрению их в практику.

Вместе с тем при изучении технологических, экологических и экономических аспектов не приведены сведения о соединениях алюминия и кремниевого остатка путем комплексной переработки хлорида и хлоратов магния, сапонита соляной кислотой, соляной кислотой в присутствии гипохлорита натрия, а также о термической переработке сапонита в присутствии хлорида кальция и физико-химических, агрохимических свойствах веществ.

Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках хозяйственного договора №08/2023-КП НГГТУ на тему «Исследование и изучение возможностей получения глинозема из местного сырья.»

Целью исследования является разработка технологии химической переработки минералов сапонита Ваушского месторождения и получения магнийсодержащих продуктов.

Задачи исследования:

исследование элементного, химического и минералогического состава минерала сапонита Ваушского месторождения на основе различных анализов (минералогический, химический, спектральный, оптико-эмиссионный спектральный, рентгенодифракционный, гранулометрический, технический анализы);

изучение влияния технологических факторов на процесс термообработки сапонита первичного месторождения Вауша;

проведение опытно-исследовательских работ с применением методов термической обработки минерала сапонита;

определение параметров, влияющих на переход соединений магния в раствор путем обработки минерала сапонита соляной кислотой;

определение параметров, влияющих на переход соединений магния в раствор путем обработки минерала сапонита серной кислотой;

определение условий осаждения других соединений, оставляя в растворе хлорид магния;

проведение испытаний по конверсии выделенного раствора хлорида магния гипохлоридом натрия с выпариванием и без выпаривания;

определение особенностей с применением современных методов физико-химического анализа элементные, химические, минералогические и товарные побочные продукты;

составление материального баланса синтеза хлората магния из минерала сапонита на основе исследований и проведение агрохимических испытаний, а также расчет экономической эффективности;

получение хлората магния на опытной установке СП-АО “Электрохимзавод” испытание и разработка технологических параметров технологии.

Объектом исследования является минерал сапонит месторождения Вауш, расположенного в Навбахорском районе Навоийской области.

Предметом исследования является определение вещественного состава сапонитовой руды, разработка технологической схемы переработки на основе определения оптимальных условий обработки соляной кислотой и создание оптимальной схемы синтеза хлората магния.

Методы исследования. В процессе исследований применялись химические и минералогические анализы, аналитические и графо-аналитические методы для проведения теоретических исследований, лабораторные эксперименты и широкомасштабные лабораторные испытания с использованием математических методов обработки экспериментальных данных.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

в результате физико-химических анализов сапонитового минерала Ваушского месторождения установлено, что его минеральный состав (в вес. %) составляет: MgO – 23,5 %; CaO – 32,4 %; SiO₂ – 22,1 %; Fe₂O₃ – 8,8 %; Al₂O₃ – 5,11 %; другие оксиды – 5,51 %. Определены возможности использования данного минерала для получения магний хлорида – хлората.

в процессе разложения сапонита соляной кислотой изучено влияние концентрации кислоты на содержание ионов магния и железа в растворе, а также установлена их взаимосвязь и научно обоснованы закономерности процесса.

исследовано влияние концентрации серной кислоты на процесс переработки сапонитового минерала и определены оптимальные условия.

изучены процессы термической обработки сапонита при различных температурах, а также при участии CaCl₂; установлено, что при этом

повышается степень использования магниевых соединений, содержащихся в минерале.

Составлен материальный баланс синтеза хлорида–хлората магния на основе комплексной переработки сапонитового минерала и разработана оптимальная технологическая схема.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

изучен состав сапонитового минерала Ваушского месторождения. В результате химического анализа установлено, что сапонит содержит (в вес. %): MgO – 23,5%; CaO – 32,4%; SiO₂ – 22,1%; Fe₂O₃ – 8,8%; Al₂O₃ – 5,11%; и другие оксиды – 5,51%.

в процессе обработки сапонитового минерала соляной кислотой определены оптимальные условия, влияющие на переход ионов магния в раствор. Установлено, что оптимальные параметры составляют: концентрация кислоты - 20%, температура раствора - 95 °С, продолжительность взаимодействия -60 минут.

разработаны параметры осаждения побочных компонентов, содержащихся в фильтрате, полученном после обработки сапонита соляной кислотой.

определены оптимальные параметры взаимодействия раствора хлорида магния с раствором гипохлорита натрия. Установлено, что оптимальными условиями процесса являются: концентрация гипохлорита натрия – 20%, температура конверсии – 85–90 °С, продолжительность реакции – 150 минут.

разработана технология получения хлорида магния из сапонитового минерала, а также синтеза магний хлората путём взаимодействия хлорида магния с гипохлоритом натрия.

на основе комплексной переработки сапонитового минерала Ваушского месторождения на опытной установке АО «Электрохимзавод» проведены испытания технологических параметров получения дефолианта - магний хлората, и осуществлено его опытное производство в объёме 100 литров.

Достоверность результатов исследования подтверждена широкомасштабными лабораторными исследованиями и большим количеством лабораторных испытаний. Основная идея работы по обоснованию технологической схемы переработки с использованием дешевых кислот и реагентов местного производства в исследованиях была предложена на основе соответствующих теоретических расчетов и положительных результатов масштабных исследований.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в создании технологии получения хлорида магния с использованием методов соляной и серноокислотной обработки минерала сапонита, а также осаждения катионов железа и алюминия в растворе и получения хлората магния в результате обработки полученного раствора хлорида магния гипохлоритом натрия.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке технологии извлечения хлорида магния из минерала сапонита и конверсии полученного хлорида магния с гипохлоритом натрия для

промышленного освоения сапонитовых месторождений, экономии иностранной валюты за счет импорта и локализации производства.

Внедрение результатов исследования. На основе проведенных научных исследований по разработке технологии переработки минерала сапонита Ваушского месторождения и получения магнийсодержащих продуктов:

Технология производства хлорида магния на основе солянокислотной переработки минерала сапонита включена в «Перечень перспективных разработок по внедрению в практику в 2025-2027 годах» СП-АО «Электрохимзавод» (справка СП - АО «Электрохимзавод» № 083 от 21 июля 2023 года). В результате, на основе местного сырья, содержащего магний, минерала сапонита, можно получить хлорид магния с выходом 93,15%.

Технология получения жидкого дефолианта хлората магния на основе минерала сапонита, соляной кислоты и гипохлорита натрия включена в «Перечень перспективных разработок по внедрению в практику в 2025-2027 годах» АО-СП «Электрохимзавод» (справка АО-СП «Электрохимзавод» №083 от 21 июля 2023 года). В результате использование этого вида дефолианта позволяет эффективно влиять на опадение листьев хлопчатника на 4-5% по сравнению с жидким хлорат-натриевым дефолиантом.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были апробированы на 3 республиканских и 4 международных научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 15 научных работ, из них 8 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, в том числе 4 статьи в республиканских и 4 статьи в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем диссертации составляет 102 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и востребованность темы диссертации, цель и задачи исследования, характеризуются объект и предмет, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов, внедрение в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием «**Методы получения и свойства дефолиантов для обработки хлопчатника на основе местного сырья**» представлен литературный обзор, в котором рассмотрены получение дефолиантов на основе неорганических и органических соединений, их общие свойства, а также значение в сельском хозяйстве. Освещены различные

аспекты проблем, связанных с использованием существующих дефолиантов. Анализ литературных источников показывает, что на основе хлоритов Ваушского месторождения необходимо разработать технологии получения дефолиантов, которые были бы экологически безопасными для почвы и окружающей среды, обладали бы комплексным воздействием в сельском хозяйстве и удовлетворяли бы потребность в эффективных препаратах. Совершенствуются процессы выделения магниевых соединений из сапонитов и их комплексной переработки с получением металлического концентрата и кремнийсодержащего остатка.

Во второй главе диссертации «**Характеристика объектов и методов проведения исследований**» приведены физико-химические характеристики исходных веществ, а также методы исследования. Химический, минералогический состав месторождения Вауша изучен с использованием современных химических, физических и физико-химических методов анализа. Основными минералами сапонитов являются лизардит, тальк, магнетит, хлорит и другие. Предложены возможности использования вышеуказанных минералов для получения различных видов соединений магния и соединений металлоконцентратов и соединений кремния.

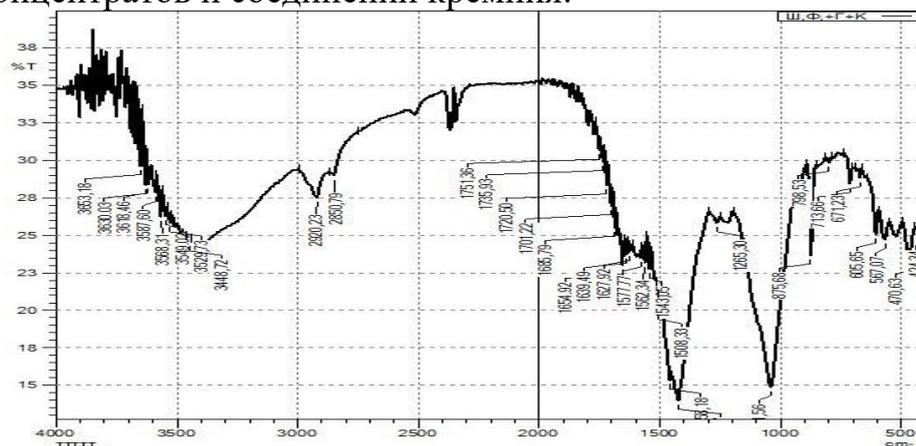


Рис. 1. ИК-спектр минералов месторождения Вауша

Рентгенофазовый анализ сапонитового минерала Ваушского месторождения показал наличие всех идентифицированных пиков. Результаты рентгенофазового анализа в целом соответствуют ранее опубликованным данным химического анализа, однако имеются некоторые различия. В частности, из-за низкой интенсивности сигнала железа его надёжное определение затруднено, и в данном исследовании железо не было выявлено. В то же время другими методами зафиксированы следовые количества железа.

Атомы кремния (Si) в сапоните тетраэдрически связаны с атомами кислорода (O), образуя связи Si–O–Si и Si–O–Al. Между тетраэдрическими и октаэдрическими слоями присутствуют связи (Al, Fe, Mg)–O–Si. Энергия связи Si составляет 102,75 эВ, что значительно смещено по сравнению с кварцем (α -SiO₂).

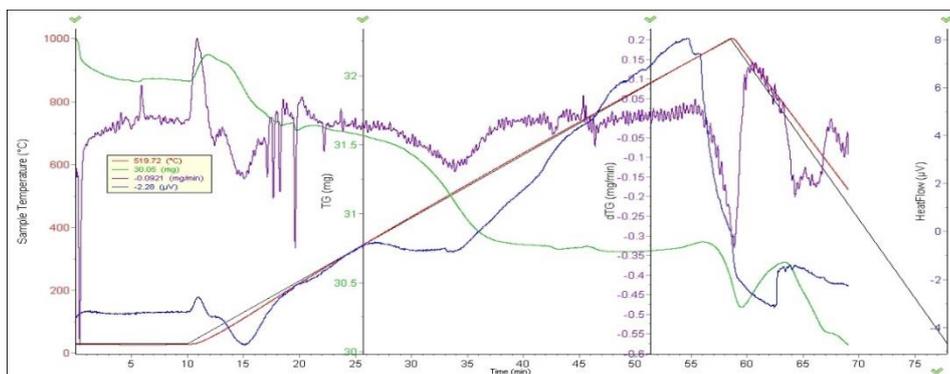


Рис 2. Дериватограмма минерала сапонита Ваушского месторождения

Исследования показывают, что тетраэдрический изоморфный замещением Si^{4+} на Al^{3+} или октаэдрический обмен Mg^{2+} на Li^+ увеличивает электроотрицательность SiO_4 и снижает наблюдаемую энергию связи. Увеличение соотношения Si/Al и положительные изменения энергии связи обусловлены ионным характером оксидных связей.

В сапоните алюминий (Al) может находиться либо в тетраэдрическом слое, замещая кремний (Si), либо в октаэдрическом положении. Вокруг каждого атома Al расположены три атома кремния или другие металлические атомы (например, Mg, Fe, Li). Анализ показал, что в сапонитовом минерале алюминий в основном находится в тетраэдрической координации (90%), и лишь незначительная его часть — в октаэдрической координации (10%).

Магний (Mg) в сапоните и других силикатах является основным двухвалентным металлом. Пик при 1303 эВ соответствует положению Mg в октаэдрическом слое, тогда как пик при 1304 эВ относится к межслоевому Mg^{2+} .

Таблица 1

Был проведён анализ с использованием сканирующего электронного микроскопа (SEM), в результате которого получены следующие данные.

№	Минерал сапонит	Химический состав минерала сапонита, %									
		Mg	Ca	Fe	Al	Mn	K	Si	C	O	Другие
1.	Образец №1 (верхний слой)	11,8	8,7	2,7	2,7	0,08	0,01	3,6	12,1	55,	3,11
2.	Образец №2 (нижний слой)	11,6	8,1	2,8	2,5	0,1	0,02	3,5	12,2	56,4	2,78

Согласно результатам проведённого химического анализа, установлено, что состав сапонитового минерала верхнего слоя соответствует: CaO -32,4%; MgO -23,5%; SiO_2 -22,1%; K_2O -3,4% и Fe_2O_3 -8,8%, тогда как состав сапонитового минерала нижнего слоя соответствует: CaO -31,3%; MgO -23,4%; SiO_2 -21,2%; K_2O -3,28% и Fe_2O_3 -9,1%.

Как видно из таблицы, результаты химического анализа и рентгенофлуоресцентного анализа демонстрируют сходство.

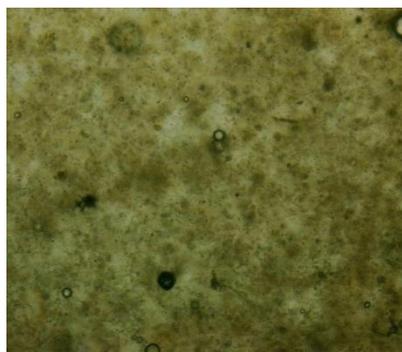
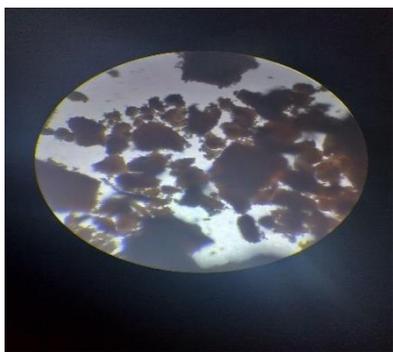


Рис. 3. Микроскопическое изображение минерала сапонита

Для имеющихся образцов данного сапонитового минерала были получены данные современными физико-химическими методами анализа: рентгенофазовым анализом, ИК-спектроскопией и дериватографией (рис. 1). На рентгенофазовом спектре выявлено совместное присутствие сапонита и доломита, при этом содержание доломита является преобладающим.

Научно обосновано, что сапонит встречается совместно с доломитом в виде двухслойных пластов: слой сапонита толщиной 10–15 см (составляющий 40–60%), а местами-15–20 см в виде светло-красноватого слоя (20–40%).

В третьей главе диссертации, озаглавленной **«Термическая, кислотная переработка и обогащение сапонитового минерала»**, приведены параметры термической и кислотной переработки сапонита. Термическая обработка сапонитового минерала в присутствии хлорида кальция осуществлялась следующим образом. Минерал сапонита и хлорид кальция предварительно измельчались до фракции размером не более 2 мм. Затем они тщательно смешивались в различных массовых соотношениях, соответствующих 90–120% стехиометрии MgO , содержащегося в сапоните. Полученная смесь выдерживалась в автоклаве при температуре от 100 до 500 °С в присутствии водяного пара в течение 2 часов. Измельчённая смесь, содержащая железо, алюминий и другие металлы, подвергалась термической обработке и обрабатывалась водой при 600 °С. По завершении процесса растворения суспензия разделялась на жидкую и твёрдую фазы методом вакуумной фильтрации. Твёрдая фаза промывалась дистиллированной водой трижды (в объёме 10 мл на 100 мл суспензии) и высушивалась при температуре 105 °С до постоянной массы (осадок). Кислотная обработка природного сапонитового минерала проводилась с целью увеличения его удельной поверхности и адсорбционной способности. В качестве активирующего агента использовалась соляная кислота. Оптимальные параметры обработки соляной кислотой были установлены экспериментально. Активация кислотой осуществлялась 20%-ным раствором HCl в течение 4 часов при соотношении кислота:глина=3:1. Обработка раствором соляной кислоты концентрацией выше 20% приводит к полному разрушению глинистых минералов, тогда как применение раствора HCl с концентрацией ниже 20% не обеспечивает достижение необходимых параметров.

Таблица 2

Состав фильтрата, полученного в результате термической обработки сапонита с участием хлорида кальция из месторождения Вауш

Отношение к сапониту:CaCl ₂	Состав и вес фильтра. %						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Cl ⁻	Влажность
100°C							
100:90	-	-	-	30,02	0,68	18,04	51,26
100:100	-	-	-	32,14	1,34	20,57	45,95
100:110	-	-	-	35,22	2,05	23,38	39,35
100:120	-	-	-	38,33	26,4	28,60	30,43
200°C							
100:90	-	-	-	25,06	1,25	21,71	51,98
100:100	-	-	-	28,13	2,54	25,66	43,67
100:110	-	-	-	31,25	3,75	29,62	35,38
100:120	-	-	-	32,84	5,12	31,60	30,44
300°C							
100:90	-	-	3,14	27,14	2,71	13,73	53,28
100:100	-	-	3,26	28,04	3,43	15,36	49,91
100:110	-	-	3,34	29,86	4,57	18,98	43,25
100:120	-	-	3,48	30,71	5,71	12,60	37,50
400°C							
100:90	-	-	2,61	13,81	3,24	23,71	54,63
100:100	-	-	2,78	12,51	5,41	27,13	52,17
100:110	-	-	2,86	11,14	6,76	30,56	48,68
100:120	-	-	2,94	10,92	8,11	33,99	44,04
500°C							
100:90	-	0,54	1,42	5,12	8,22	26,34	58,36
100:100	-	0,64	1,54	4,54	9,52	29,53	54,23
100:110	-	0,73	1,64	2,52	10,55	32,68	51,88
100:120	-	0,82	1,82	1,56	11,26	37,85	43,87

В связи с этим в эксперименте к измельчённому сапонитовому минералу применялся 20%-ный раствор соляной кислоты. Кислота и сапонит смешивались в массовом соотношении 3:1. Полученная смесь выдерживалась на водяной бане при температуре 95–98 °С в условиях постоянного перемешивания в течение 4 часов. По завершении обработки полученная масса тщательно промывалась дистиллированной водой. Затем промытый образец сушился в печи при температуре 110–120 °С в течение 6–7 часов.

Обработка сапонитового минерала растворами HCl различной концентрации проводилась при различных соотношениях кислота/глина при комнатной температуре и при 90 °С.

Влияние температуры на процесс реакции изучено в интервале от 30 до 100 °С. По результатам экспериментов установлено, что сапонитовый минерал начинает раскрываться уже при 30–45 °С. Исходный образец руды подвергался обработке в течение 1 часа 20%-ной соляной кислотой. В

температурном диапазоне 30–95 °С экстракция оксидов с помощью соляной кислоты показала следующие значения: степень извлечения Al_2O_3 составила 14,05–28,08 %, для MgO –5,3–9,28 % (табл. 2). Особенно эффективно экстракция протекает при 80–95 °С, когда степень разложения оксидов достигает максимальных значений.

На основе полученных результатов для разложения сапонитового минерала соляной кислотой были рекомендованы следующие оптимальные условия: температура разложения–95 °С, концентрация кислоты–20 %, продолжительность процесса–60 минут.

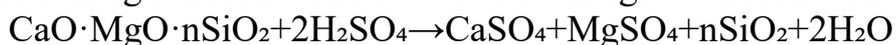
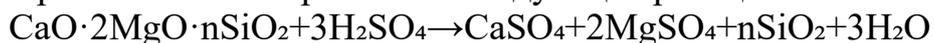
При разложении предварительно кальцинированного сапонитового минерала соляной кислотой доза кислоты рассчитывалась с учётом превращения оксидов алюминия, железа, магния и кальция, содержащихся в руде, в соответствующие хлориды. По результатам экспериментов установлено, что при температуре не ниже 95 °С, размере частиц руды не более 2 мм и продолжительности процесса 50–60 минут около 53 % MgO переходит в раствор в виде хлорида магния.

Влияние температуры. Влияние температуры на процесс реакции изучалось в диапазоне от 30 до 100 °С. Установлено, что уже при температуре 30–45 °С происходит вскрытие сапонитового минерала. Руда обрабатывалась 20%-ной соляной кислотой в течение 1 часа. С повышением температуры степень перехода компонентов в раствор увеличивается и при 95 °С достигает (%): – 42,2; CaO – 64,7; MgO – 53,2 и – 24,5. При дальнейшем повышении температуры до 100 °С степень извлечения MgO и CaO начинает снижаться.

Обработка сапонитового минерала серной кислотой проводилась с применением растворов различной концентрации. Перед разложением минерал измельчался до размера частиц около 2 мм, после чего на сапонит и его составляющие компоненты воздействовали серной кислотой.

Выбор серной кислоты обоснован рядом факторов, в том числе:
её сравнительно низкой стоимостью;
физико-химической природой исходного сырья;
селективным действием кислоты;
а также влиянием компонентов на коррозию оборудования.

Селективное воздействие кислоты на руду по отношению к минералу в основном зависит от следующих факторов: температуры, концентрации кислоты и продолжительности процесса. При разложении сапонитового минерала серной кислотой протекают следующие реакции:



На основании проведённых экспериментов для разложения сапонитового минерала серной кислотой были рекомендованы следующие оптимальные условия: температура–80–90 °С, продолжительность процесса–60 минут, концентрация серной кислоты–40–50 %.

Реакция сапонитового минерала с серной кислотой изучалась в интервале температур от 30 до 100 °С при концентрации H_2SO_4 от 5 до 70 %. Минерал перемешивался с серной кислотой в течение 15–90 минут.

С повышением температуры от 30 до 100 °С степень перехода оксидов магния, алюминия и железа в раствор постепенно возрастает. При температуре 30 °С степень извлечения оксидов составляла (%): Al_2O_3 -8,63; Fe_2O_3 -13,56; MgO -2,65. При повышении температуры до 95 °С показатели извлечения значительно увеличиваются и составляют (%): Al_2O_3 -17,65; Fe_2O_3 -23,57; MgO -6,5. Дальнейшее повышение температуры не приводит к увеличению степени разложения оксидов сапонитового минерала.

В последующих экспериментах было изучено влияние продолжительности процесса на степень извлечения оксидов Al_2O_3 , Fe_2O_3 и MgO , входящих в состав сапонитового минерала. При продолжительности процесса 30 минут степень извлечения составила (%): Al_2O_3 -13,57; Fe_2O_3 -19,45; MgO -4,6. Количество кислоты соответствовало 100 % стехиометрического количества.

Как видно из таблицы 3, при увеличении продолжительности процесса до 90 минут степень извлечения оксидов возрастает и составляет: Al_2O_3 -17,6 %; Fe_2O_3 -23,6 %; MgO -6,5 %.

Таблица 3

Зависимость кинетических показателей процесса конверсии на основе сапонита от времени и температуры.

Тем- ра, °С	Время, (τ), мин.	Жидкофазный Содержание $Mg(ClO_3)_2$, %	Уровень конверсии, (η) %	Константа скорости, К-10-2, τ-1	Энергия активации, (E), кДж/моль
70	20	4,78	10,97	0,257	19,741
	40	7,46	17,12	0,259	- //-
	60	10,68	24,51	0,262	- //-
	80	12,91	29,63	0,267	- //-
в среднем 0,262					
80	20	15,15	34,77	0,455	19,741
	40	22,09	50,70	0,459	- //-
	60	28,97	66,49	0,467	- //-
	80	33,08	75,93	0,464	- //-
в среднем 0,461					
90	20	18,81	43,17	0,671	19,741
	40	25,42	58,35	0,667	- //-
	60	32,82	75,33	0,670	- //-
	80	36,74	84,33	0,668	- //-
в среднем 0,669					

На следующем этапе было изучено протекание процесса конверсии хлорида магния, полученного на основе сапонитового минерала, с гипохлоритом натрия с целью получения хлората магния. Эксперименты проводились при температуре 70–90 °С, с выпариванием и без выпаривания, в течение 20–80 минут (табл. 3).

При проведении процесса конверсии без выпаривания (табл. 3) установлено, что скорость конверсии систематически увеличивается с повышением температуры. В первые 60 минут при температуре 70 °С степень конверсии составила соответственно 24,51, 66,49 и 75,33 %. По истечении 80 минут степень конверсии при указанных температурах возросла до 29,63,

75,93 и 84,33 %. Содержание хлората магния в жидкой фазе через 80 минут достигало соответственно 12,91, 33,08 и 36,74 %. Следует отметить, что при взаимодействии в течение 80 минут образуется эквимольное количество хлорида натрия, который в дальнейшем оказывает отрицательное влияние на протекание реакции.

Дальнейшее повышение концентрации серной кислоты не оказывает существенного влияния на скорость разложения сапонита. Напротив, при увеличении концентрации H_2SO_4 до 70 % наблюдается снижение степени разложения компонентов.

В четвертой главе диссертации **«Разработка технологии получения хлорида и хлората магния на основе сапонитового минерала, соляной кислоты и гипохлорита натрия»** приведены результаты исследований, выполненных на опытной установке по отработке технологии получения раствора хлорида магния. Изучены процессы переработки сапонитового минерала соляной кислотой. В ходе разложения сапонита соляной кислотой были определены оптимальные условия по влиянию температуры, продолжительности и концентрации кислоты, скорости процесса, коэффициенту фильтрации и осадкообразованию твёрдой фазы сапонитовой суспензии на различных стадиях переработки. Выбранные оптимальные условия процесса: расход соляной кислоты-105 % от стехиометрического количества, температура-95–100°C, концентрация HCl -19–20 %. При данных условиях продолжительность процесса может составлять до 120 минут. Состав раствора, полученного в оптимальных условиях на основе сапонитового минерала Ваушского месторождения, следующий (мас. %): MgO -9,47; Fe_2O_3 -0,07; Al_2O_3 -0,009; CaO -0,09; Cl^- -20,17; общая концентрация раствора-70,19 %.

На рисунке 4 представлена основная технологическая схема переработки сапонитового минерала соляной кислотой.

В дробильной установке (поз. 1) сапонитовый минерал измельчается, после чего измельчённый материал подвергается обжигу в печи (поз. 2) при температуре 600 °C и далее поступает в бункер (поз. 3). Из бункера одновременно с подачей соляной кислоты из ёмкости (поз. 5) сапонитовый минерал подаётся в реактор (поз. 4). Подача кислоты в реактор контролируется с помощью диафрагм, при этом концентрация HCl поддерживается на уровне 20 %. В реакторе (поз. 4) происходит разложение сапонитового минерала соляной кислотой. Для поддержания необходимого температурного режима технологического процесса в рубашку реактора подаётся пар. Далее раствор из реактора с помощью насоса (поз. 6) направляется в центрифугу (поз. 7), где осуществляется процесс отделения кремниевых остатков от реакционной среды. Основной раствор из центрифуги (поз. 7) поступает в приёмник (поз. 9). В реактор через сборник (поз. 11) подаётся $MgCl_2$, после чего растворы перемешиваются с образованием суспензии. Затем суспензия подаётся в центрифугу, промывается, и образовавшиеся твёрдые остатки удаляются. Концентрация хлорида магния в растворе достигает 40 %. Полученный 40%-ный раствор $MgCl_2$ используется для синтеза хлората магния.

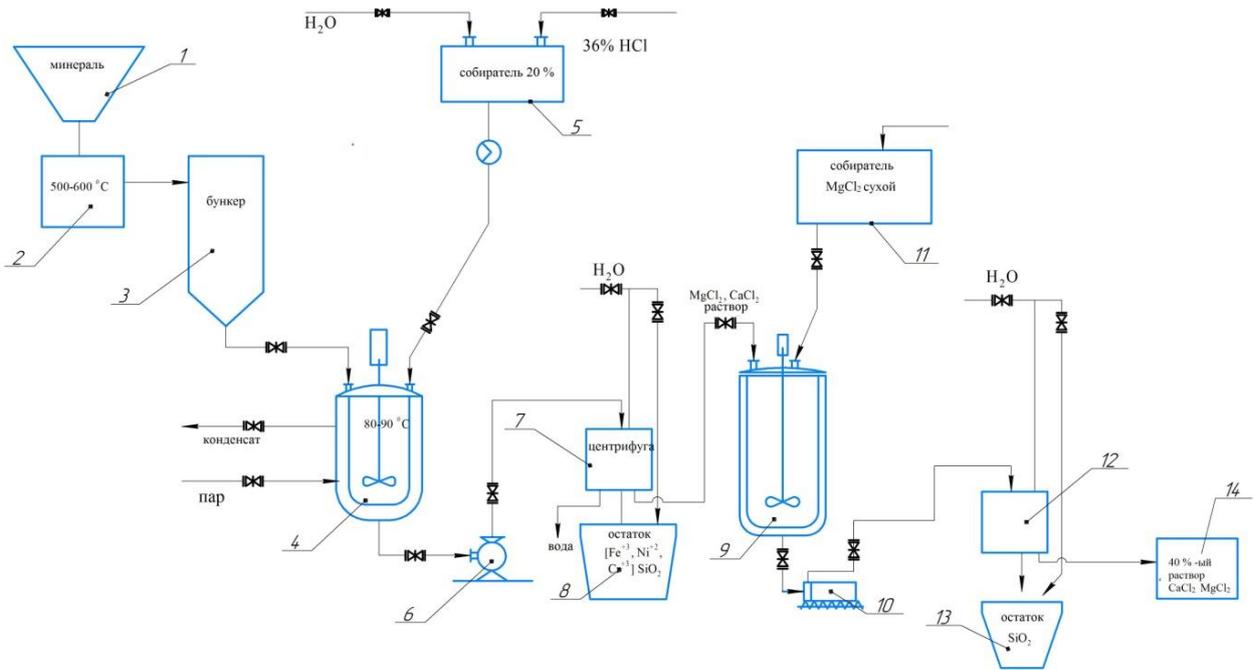


Рис. 4. Технологическая схема получения хлорида магния на основе переработки минерала сапонита соляной кислотой: 1,5,11-сборник, 2-обжиговая печь, 3-бункер, 4-реактор (с рубашкой), 6,10-насос, 7,12-центрифуга, 8,13-хвост, 9-реактор, 14-полуфабрикат.

На рисунке 5 представлена технологическая схема производства дефолианта-хлората магния, которая включает в себя следующие стадии.

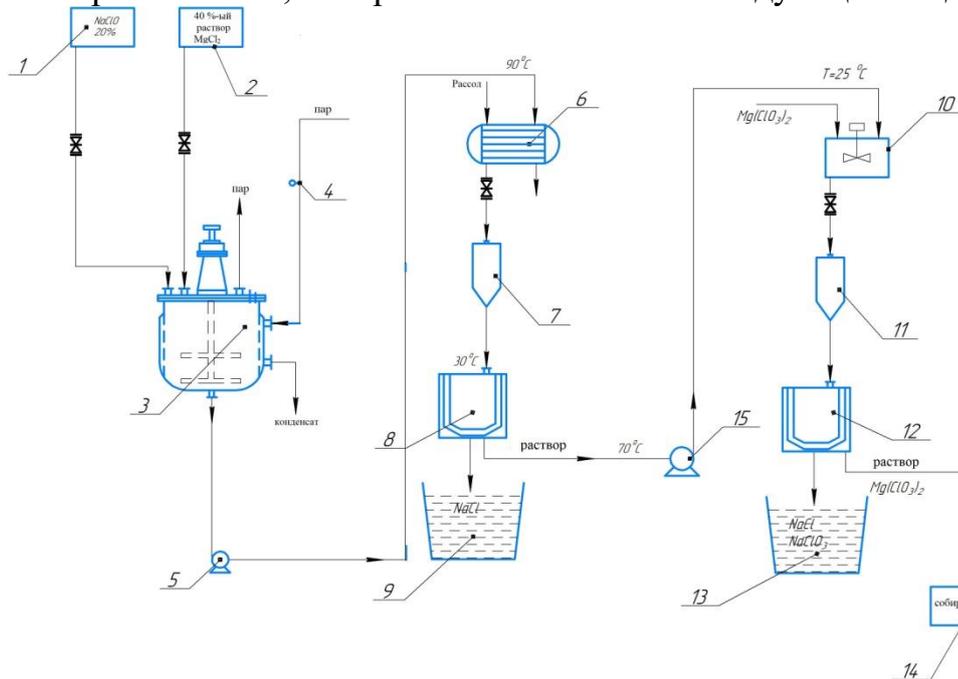


Рис.5. Технологическая схема производства дефолианта хлората магния: 1, 2-бункеры для хранения сырья; 3-рубашечный аппарат для выпаривания и конверсии; 4-контроль подачи пара; 6-теплообменное устройство; 7, 11-бункеры; 8-центрифуга; 9, 13-накопители остатков.

Сначала раствор NaClO с помощью насоса подаётся в реактор (поз.3), одновременно 40%-ный раствор MgCl_2 из бункера (поз.2) направляется в рубашечный реактор (поз.3). Приготовленный раствор через насос (поз. 5) поступает в теплообменное устройство (поз.6). Охлаждённый раствор

$Mg(ClO_3)_2$ собирается в бункере (поз.7). Далее раствор $Mg(ClO_3)_2$ при температуре 30 °С направляется в центрифугу (поз. 8) для отделения NaCl. Осадок NaCl из нижней части центрифуги выводится в накопитель остатков (поз. 9). Раствор $Mg(ClO_3)_2$ из центрифуги при температуре 70 °С с помощью насоса (поз.15) направляется через теплообменное устройство в кристаллизатор (поз.10), где для повышения концентрации $Mg(ClO_3)_2$ добавляется сухой $Mg(ClO_3)_2$. Полученный продукт поступает в бункер (поз.11), а затем в центрифугу (поз.12). Твёрдый остаток NaCl и твёрдая часть раствора $NaClO_3$, образующиеся после центрифугирования, собираются в бункере (поз. 13). Полученная жидкая дефолиантная фаза $Mg(ClO_3)_2$ отделяется в центрифуге. На заключительном этапе готовый раствор дефолианта-хлората магния направляется в бункеры для хранения (поз. 14). Далее растворы дефолианта разливаются в канистры объёмом 60 литров и направляются на склад для хранения готовой продукции.

Из данных таблицы 4 видно, что потеря хлорат-иона в рабочих растворах рекомендуемых дефолиантов при хранении после их приготовления составляет от 0,42 до 0,46 % в сутки. Через 15 дней после приготовления рабочих растворов этот показатель достигает 0,91–1,03 %. Для стандартных хлоратных дефолиантов потеря хлорат-иона в рабочих растворах через 15 дней после их приготовления составляет 0,67–1,34 %.

Таблица 4

Физико-химические свойства водных рабочих растворов предлагаемых дефолиантов

№	Наименование дефолиантов	Количество дефолиантов в растворе, кг, 200 дм ³	Потеря хлорат-иона				плотность растворов, кг/м ³	рН растворов	вязкость растворов мПаОС
			За 1 день	За 5 дней	За 10 дней	За 15 дней			
1.	Синтезированный хлорат магния	6,5	0,46	0,61	0,76	1,03	1000,57	7,01	1,369
2.	Хлорат натрия	3,0	0,41	0,77	0,93	1,23	1000,35	7,35	1,316
3.	Хлорат магния УзДЕФ	7,0	0,67	0,86	1,13	1,34	1021,10	6,93	1,429

Полученные данные свидетельствуют о достаточной стабильности рабочих растворов рекомендуемых дефолиантов, так как в течение 15 дней потеря хлорат-иона в них не превышает 1,03 %.

В таблице 9 приведены сведения о затратах на дефолиацию 1 гектара посевов хлопчатника рекомендуемыми дефолиантами по сравнению с жидким препаратом хлората магния.

Изучен процесс получения хлората магния на основе хлорида магния и гипохлорита натрия. Разработана основная технологическая схема производства жидкого дефолианта-хлората магния, составлен материальный баланс, определены нормы технологических режимов, установлены физико-химические показатели хлората магния.

Таблица 5

Стоимость переработки 1 га хлопчатника

№	Препаратов Имена	Цена 1 тонны дефолиантов, Сумма	Норма расхода препарата, л/га, кг/га	Стоимость дефолиации 1 га посевов сум/га	Экономический эффект от себестоимости потребления лекарств сум/га
1.	Жидкий хлорат магния дефолиант (стандартный)	14 580 000	6,0	87480,0	22480
2.	Хлорат натрия (стандарт)	4 467 000	3,0	13401,0	-
3.	Хлорат магния (синтезированный)	7 115 307	6,0	65000,0	-

Полученный дефолиант был испытан в агрохимических опытах по дефолиационной активности на посевах средневолокнистого хлопчатника сорта “Бухара-102” в фермерских хозяйствах “Ахмад” и “Эргаш ота чорва” Карманинского района в 2023–2024 годах. Были зафиксированы погодные условия в период дефолиации, общее состояние полей и растений хлопчатника. Эффективность дефолиации оценивалась в соответствии с методологией Научно-исследовательского института водного хозяйства и земледелия Министерства сельского хозяйства Республики Узбекистан, путём трёхкратных учётов: до обработки, на 6-й и 12-й дни после обработки.

Результаты испытаний показали, что на 12-й день после применения новых дефолиантов на основе хлората магния при расходе 6,5–0,2 л/га наблюдалось опадание листьев в пределах 81,9–84,7 %. При обработке хлопчатника новыми дефолиантами отмечено ускорение созревания и полное раскрытие коробочек, что подтверждается увеличением их числа. Кроме того, было установлено “мягкое” воздействие дефолиантов на растения, так как количество сухих листьев значительно снизилось.

Согласно проведённым расчётам, обработка 1 гектара посевов хлопчатника предлагаемыми препаратами обходится на 22 480 сум дешевле по сравнению с использованием жидкого дефолианта хлората магния.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведённых исследований по теме диссертационной работы на соискание учёной степени доктора философии (PhD) “Разработка технологии получения хлорида и хлората магния на основе местного сапонитового минерала” были сделаны следующие теоретически и практически значимые выводы:

1. Установлено, что минералогический состав сапонита Ваушского месторождения представлен доломитом, сапонитом и кварцем, а его химический состав характеризуется содержанием MgO-23,5 %, CaO-32,4 %, SiO₂-22,1 %, Fe₂O₃-8,8 %, Al₂O₃-5,11 % и других оксидов-5,51 %. Определены возможности его использования для получения хлорида и хлората магния.

2. Показано, что при измельчении сапонита до размера 2–16 мм и обжиге при 600–900 °С наиболее благоприятные условия обеспечиваются при размере

частиц 2–4 мм и температуре 600 °С, что способствует образованию наибольшего количества MgO.

3. Изучены процессы термического разложения сапонита и термического разложения в присутствии хлорида кальция. Установлено, что максимальный переход хлорида магния в раствор достигается при соотношении сапонита и хлорида кальция 100:120, при этом выход целевого продукта составляет 11,26 %.

4. Исследованы процессы переработки сапонита соляной кислотой. Оптимальными условиями определены: температура-90°С, концентрация HCl – 20 %, продолжительность -60 минут, размер частиц минерала-0,1 мм.

5. Изучены переработка сапонита серной кислотой. Оптимальными условиями установлены: температура-90 °С, концентрация H₂SO₄ – 40 %, продолжительность процесса-60 минут, размер частиц минерала-0,1 мм.

6. Изучен процесс конверсии хлорида магния с гипохлоритом натрия в соотношении 1:6 при температурах 70, 80 и 90 °С как без выпаривания, так и с выпариванием в вакууме при остаточном давлении 610–640 мм рт. ст. в течение 20, 40, 60 и 80 минут. Оптимальными условиями конверсии с достижением 84,33 % хлората магния являются: 90 °С и 80 минут (без выпаривания) либо 80 °С и 80 минут (с выпариванием).

7. Разработана технология производства хлорида магния на основе термически обработанного сапонита и соляной кислоты, которая прошла испытания на опытно-промышленной установке объёмом 200 л в АО «Электрохимзавод» и внедрена в производство.

8. Предложена технология получения дефолианта – хлората магния на основе термически обработанного сапонита, соляной кислоты и гипохлорита натрия. Технология прошла апробацию на установке объёмом 100 л в АО “Электрохимзавод” и внедрена в практику.

9. Агрохимические испытания показали, что новый дефолиант обеспечивает сбрасывание на 4–5 % большего количества листьев хлопчатника по сравнению с существующими жидкими дефолиантами на основе хлората магния и хлората натрия.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.17/7.06.2024.K/T.06.03 AT THE NAVOI STATE UNIVERSITY OF
MINING AND TECHNOLOGIES**

NAVOI STATE UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGIES

PIRNAZAROV FERUZ

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PRODUCING MAGNESIUM
CHLORIDE AND MAGNESIUM CHLORATE BASED ON LOCAL
SAPONITE MINERAL**

02.00.13-Technology of inorganic substances and materials based on them

**DISSERTATION ABSTRACT
OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PHD) ON TECHNICAL SCIENCES**

Navoi– 2025

The topic of the dissertation of Doctor of Philosophy (PhD) is registered in the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under the number B2025.1.PhD/T5235.

The dissertation was carried out at the Navoi State University of Mining and Technology.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Scientific Council (info@nsumt.uz) and on the website of "ZiyoNet" information and educational portal (www.ziynet.uz).

Research supervisors:	Umirov Farhod doctor of technical sciences, professor
Official opponents:	Temirov Uktam doctor of technical sciences, professor Ergashov Dilmurod doctor of technical sciences, associate professor
Leading organization:	Samarkand State University

The defense of the dissertation will be held at the meeting of the Scientific Council DSc.17/7.06.2024.K/T.06.03 at the Navoi State University of Mining and Technology on "04" 12 2025. (Address: 210100, Navoi city, Galabashoh street, 72-v. Conference hall of the Navoi State Mining and Technological University. Fax: 0 (436) 223-49-66; e-mail: info@nsumt.uz).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Center of the Navoi State University of Mining and Technology (registered under No 238). Address: 210100, Navoi city, Galabashoh street, house 72. Tel.: (+99871) 223-23-32; fax: (+99871) 223-49-66.

The abstract of the dissertation was distributed on "18" 11 2025.

(Protocol at the register No 20 dated "18" 11 2025).



B. Mukhiddinov
Chairman of the Scientific Council
for forwarding the scientific degrees,
Doctor of Chemical Sciences, Professor

S.Sharipov
Scientific Secretary of the Scientific
Council for forwarding the
scientific degrees, PhD., associate professor

U.Temirov
Chairman of the Scientific Seminar at the
Scientific Council for the award of the scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of the PhD dissertation)

Purpose of the study The study involves the chemical processing of Vaush deposit saponite minerals and the development of technology for obtaining magnesium-containing products.

The object of the study is the saponite mineral from the Vaush deposit, located in Navbahor district of Navoiy region.

The scientific novelty of the research is as follows:

The mineralogical composition of the saponite from the Vaush deposit was determined using physico-chemical analysis methods (wt%): MgO -23.5%; CaO-32.4%; SiO₂-22.1%; Fe₂O₃-8.8%; Al₂O₃-5.11%; other oxides-5.51%, creating opportunities for obtaining magnesium chloride and chlorate;

The effect of hydrochloric acid concentration on the concentrations of magnesium and iron ions in solution during the decomposition of saponite mineral was determined, and their interrelation was scientifically substantiated;

The effect of sulfuric acid concentration on the processing of saponite mineral was studied and the optimal conditions were established;

The possibilities of utilizing magnesium compounds from saponite mineral were studied during heat treatment at various temperatures and in the presence of CaCl₂;

Based on the complex processing of saponite mineral, the material balance for synthesizing magnesium chloride-chlorate was developed, an optimal technological scheme was created, agrochemical tests were conducted, and economic efficiency was calculated;

Implementation of research results. Based on the scientific research conducted on processing the Vaush deposit saponite mineral and obtaining magnesium-containing products:

The technology for producing magnesium chloride through hydrochloric acid treatment of saponite mineral has been included in the “Prospective Developments for Implementation in 2025–2027” list of Electrochemical Plant JSC (reference № 083, dated July 21, 2023). This technology allows obtaining magnesium chloride with a yield of 93.15% from local magnesium-containing saponite ore.

The technology for producing liquid magnesium chlorate defoliant based on saponite mineral, hydrochloric acid, and sodium hypochlorite has also been included in the same prospective developments list of Electrochemical Plant JSC (reference № 083, dated July 21, 2023). This type of defoliant demonstrates a 4–5% higher effectiveness in shedding cotton leaves compared to liquid sodium chlorate defoliants.

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 102 pages.

E'lon qilingan ishlar ro'yxati
Список опубликованных работ
List of publications

I bo'lim (I часть; I part)

1. Умиров Ф.Э., Пирназаров Ф.Г., Музаффаров А. М., Умиров У.Ф. Изучение химического состава и свойств минерала сопонита. Ўзбекистон кончилик хабарномаси № 3 (82) 2020. С.73-78.(05.00.00; №7)

2. Умиров Ф.Э., Пирназаров Ф.Г., Музаффаров А. М., Умиров У.Ф. Исследование минерального состава сапонитов учтутского месторождения. Вестник каракалпакского государственного университета бердаха № 3 (48) 2020. С.31-34. ISSN: 2010-9075.

3. Umirov F.E., Pirnazarov F.G., Fayzullayev N.I. Usanbayev N.K., Umarov U.F., Muzaffarov A.M. Mineralogical and technological evaluation of saponites of the uchhut residential place in the republic of Uzbekistan. International journal of control and automation vol. 13, no. 4, (2020), PP. 230-236 ISSN: 2207-6387.

4. Umirov F.E. Pirnazarov F.G., Nomozova G.R., Shodiqulov J.M., Aslonov A.B. Maxalliy xom ashyolar va ikkilamchi maxsulot asosida defoliantlar ishlab chiqarishning hozirgi kuni va kelajagi. O'zbekiston Kimyo jurnali maxsus soni. 2022 y. 168-176 b. ISSN: 0042-1707 (02.00.00.; №6)

5. Umirov F.E., Pirnazarov F.G.. Термическое обогащение минерала сапонита и получение соединений магния. International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences ISSN: 2181-144X. Vol.3(4) 2022.С.15-18. SJIF 4.57.

6. Umirov F.E., Pirnazarov F.G. "Studying the composition of local raw material saponite mineral rich in magnesium oxide and recovering chloride-chlorate from it". The American Journal of Engineering and Technology Volume05 Issue09 September 2023 ISSN: 2689-0984. PP.13-20. SJIF 7.038.

7. Umirov F.E., Pirnazarov F.G.. "Saponit minerali kompleks qayta ishlab magniy tuzlarini olish". International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences ISSN: 2181-144X DOI: 10.24412/2181-144X-2023-3. 49-55b. SJIF 4.57

8. Umirov F.E., Pirnazarov F.G, Qurbonov M.N.. "Saponit mineralini konversiya yo'li bilan qayta ishlash texnologiyasini ishlab chiqish". Sanoatda Raqamli Texnologiyalar: (E)ISSN: 3030-3214 Volume 2, № 2 June 2024. 74-79b.

II bo'lim (II часть; II part)

9. Умиров Ф.Э., Пирназаров Ф.Г. Термические и микроскопические исследование минерального состава сапонита. "Ўзбекистонда илмий-амалий тадқиқотлар" мавзусидаги республика. 22-Кўп тармоқли илмий масофавий онлайн конференция материаллари.187-188 б.

10. Umirov F.E., Boltayev.Sh.A, Umirov U.F., Pirnazarov F.G., Xujayev I.M. "Uchhut dolomite konidagi saponit mineralining tarkibini o'rganish va magniy xloridini olish". "KIMYO-TEKNOLOGIYA FANLARINING DOLZARB MUAMMOLARI" mavzusidagi Xalqaro olimlar ishtirokidagi Respublika ilmiy-amaliy anjumani 2021 yil 10-mart, Toshkent. 234-236b.

11. Umirov F.E., Pirnazarov F.G.. Термический и микроскопический

issledovaniy mineralnogo sostava saponita. “O‘zbekistonda ilmiy amaliy tadqiqotlar” mavzusidagi Respublika 22-ko‘p tarmoqli ilmiy masofaviy onlayn konferensiya materiallari. 78-79 b.

12. Умиров Ф.Э., Пирназаров Ф.Г., Болтаев Ш. А.. Получений хлоридов кальция И магния из учтутского сапонита. “Беларусский государственный технологический университет” 31 январь -12 февраль 2022.С. 136-137.

13. Umirov F.E., Pirnazarov F.G., Boltayev Sh. A..Mahalliy xomashyo saponit minerali asosida magniy xlorat defolianti olish. Комплексное инновационное развитие Зарафшанского рениона: достижение, проблемы и перспективы. III-международной конференции. Г. Навоий. Узбекистан 27-28ноября 2022года С.361-366.

14. Pirnazarov, F., & Umirov, F.E. (2024). Saponit mineralini qayta ishlash. В development and innovations in science (Т. 3, Выпуск 12,). Zenodo. С. 37–40

15. Pirnazarov, F.G., Umirov, F.E.. Konversiya yo‘li bilan saponit mineraliniqayta ishlash. European science international conference:Studying The Progress Of Science And Its Shortcomings. UO‘K (УДК, UDC) 66.02 С. 108-109.

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

Bichimi 60x84^{1/16}. Ofis qog‘ozi. Raqamli bosma usulida chop etildi. Times New Roman garniturasida. 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.