

**NAVOIY DAVLAT KONCHILIK VA TEXNOLOGIYALAR  
UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI  
PhD.17/30.07.2022.T.06.03 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**NAVOIY DAVLAT KONCHILIK VA TEXNOLOGIYALAR  
UNIVERSITETI**

**SHODIQULOV JO'RABEK MEHRIQULOVICH**

**TARKIBIDA MAGNIY SAQLAGAN SERPENTINIT MINERALI  
ASOSIDA KOMPLEKS TA'SIR ETUVCHI XLORATLI DEFOLIANTLAR  
OLISH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH**

**02.00.13 – Noorganik moddalar va ular asosidagi materiallar texnologiyasi**

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

**Navoiy- 2023**

**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**

**Shodiqulov Jo‘rabek Mehriqulovich**

Tarkibida magniy saqlagan serpentinit minerali asosida kompleks ta’sir etuvchi xloratli defoliantlar olish texnologiyasini ishlab chiqish..... 3

**Шодикулов Журабек Мехрикулович**

Разработка технологии получения комплексных хлоратсодержащих дефолиантов, на основе магнийсодержащего минерала серпентинита..... 21

**Shodiqulov Jurabek Mehriqulovich**

Development of technology for obtaining complex chlorine-containing defoliant based on magnesium-containing mineral serpentinite ..... 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**

**PhD.17/30.07.2022.T.06.03 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**NAVOIY DAVLAT KONCHILIK VA TEXNOLOGIYALAR  
UNIVERSITETI**

**SHODIQULOV JO'RABEK MEHRIQULOVICH**

**TARKIBIDA MAGNIY SAQLAGAN SERPENTINIT MINERALI  
ASOSIDA KOMPLEKS TA'SIR ETUVCHI XLORATLI DEFOLIANTLAR  
OLISH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH**

**02.00.13 – Noorganik moddalar va ular asosidagi materiallar texnologiyasi**

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

**Navoiy- 2023**

**Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2021.1.PhD/T2184 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.ndki.uz) va «Ziyonet» Axborot ta’lim portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

**Ilmiy rahbar:**

**Umirov Farhod Ergashovich**  
texnika fanlari doktori, professor

**Rasmiy opponentlar:**

**Usanbayev Najimuddin Xalmurzayevich**  
texnika fanlari doktori, katta ilmiy xodim

**Ergashev Dilmurod Adiljonovich**  
texnika fanlari doktori, dotsent

**Yetakchi tashkilot:**

**Buxoro muhandislik-texnologiya instituti**

Dissertatsiya himoyasi Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti huzuridagi PhD.17/30.07.2022.T.06.03 raqamli Ilmiy kengashning 2023 yil 19 04 soat 10<sup>00</sup> dagi majlisida bo‘lib o‘tadi. (Manzil: 210100, Navoiy shahri, Maxmud Tarobiy ko‘chasi, 72-uy. Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universitetining majlislar zali. Tel.: 0 (436) 223-23-32; faks: 0 (436) 223-49-66; (e-mail: info@ndki.uz).

Dissertatsiya bilan Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (132 raqam bilan ro‘yxatga olingan). Manzil: 210100, Navoiy shahri, Maxmud Tarobiy ko‘chasi, 72-uy. Tel.: 0 (436) 223-23-32; faks: 0 (436) 223-49-66.

Dissertatsiya avtoreferati 2023 yil 5.04 kuni tarqatildi.  
(2023 yil « 5 » 04 dagi 4 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

**H.M. Vapoyev**

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

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

**Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati.** Jahonda iqtisodiyotning rivojlanishi va ekologik vaziyatning yaxshilanishi shuni ko'rsatadiki, qishloq xo'jaligida yuqori samaradorlikka ega bo'lgan vositalardan foydalanish va sanoatda ikkilamchi resurslardan oqilona foydalanib, ularni har tomonlama mineral xomashyolarni chiqindisiz qayta ishlashga jalb qilish muhim ahamiyatga egadir. Paxta barglarining tushishini faollashtirishga va shu bilan birga ko'saklarni ochishga imkon beradigan defoliantlarning yangi turlarini olish va ulardan foydalanish, shuningdek, g'o'za tayyorlashda foydalanish qishloq xo'jaligi mahsuldorligini oshirish imkonini beradi. Bu borada ikkilamchi va chiqindi xom ashyolardan foydalangan holda magniy saqlagan mineral resurslarni kompleks qayta ishlash orqali qishloq xo'jaligida qo'llaniladigan yuqori samarali defoliantlar va oraliq mahsulotlarni ishlab chiqarish texnologiyalarini yaratish va joriy etish muhim ahamiyatga kasb etadi.

Dunyoda tarkibida magniy va kalsiy bo'lgan mineral resurslarni mineral kislotalar va sanoat chiqindilaridan foydalangan holda qayta ishlash, tarkibida turli xil ozuqaviy va fiziologik faol moddalar bo'lgan defoliantlarga aylantirish va ularning xossalarini o'rganish bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Bu borada, serpentinitni qayta ishlash jarayonida magniy birikmalarining ajralish unumini oshirishga; serpentinitni mineral kislotalar va ammoniy gidroksididan foydalangan holda qayta ishlash jarayonida yuqori sof magniy birikmalarini, tarkibida temir va alyuminiy bo'lgan kontsentratlarni, shuningdek kremniy dioksidi qoldig'ini olishning optimal shartlarini aniqlashga; magniy birikmalari asosida defoliatsiya faolligi yuqori bo'lgan moddalarning suvli eritmalarining fizik-kimyoviy xossalarini aniqlashga; barglarning tushishi va ko'saklarning ochilishini faollashtiradigan preparatlarni olishga; magniy xlorid, natriy gipoxlorit suvli tizimlarining keng konsentratsiya va harorat oralig'ida o'zaro ta'siri asosida samarali paxta defoliatsiyasini ta'minlovchi yangi mahsulotlar olishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Respublikamizda ishqoriy va ishqoriy tuproq metallari xloratlari, karbamid, geterotsiklik birikmalar, mahalliy va ikkilamchi xom ashyolarning suv tizimini o'rganish asosida paxta defoliatsiyasi uchun samarali mahsulotlar ishlab chiqarish va qo'llash bo'yicha ilg'or ilmiy asoslangan chora-tadbirlarni joriy qilib, bir qator ilmiy amaliy natijalarga erishilmoqda. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmonining<sup>1</sup> 2022 - 2026-yillarga mo'ljallangan yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasining uchinchi yo'nalishida «...milliy iqtisodiyot barqarorligini ta'minlashga qaratilgan sanoat siyosatini amalga oshirishni davom ettirish, yalpi ichki mahsulotda sanoatning ulushini oshirish va sanoat ishlab chiqarish hajmini 1,4 barobarga oshirish...» kabi vazifalar belgilangan. Ushbu vazifalardan kelib chiqqan holda mahalliy minerallar va kimyo sanoatining qo'shimcha mahsulotlari: natriy gipoxloriti, xlorid kislota, kalsiy xloridi, serpentinit minerallari asosida yangi turdagi defoliantlarni ishlab chiqarish uchun samarali texnologiyalarni yaratishga qaratilgan ishlanmalar katta ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

---

<sup>1</sup> O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60 son «2022-2026-yillarda Yangi O'zbekistonni taraqqiyot strategiyasi to'g'risida»gi Farmoni

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, 2019-yil 23-oktyabrdagi PF-5853-son «O‘zbekiston respublikasi qishloq xo‘jaligini rivojlantirishning 2020-2030 yillarga mo‘ljallangan strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida»gi, 2019-yil 3-apreldagi PQ-4265-son «Kimyo sanoatini yanada isloh qilish va uning investitsiyaviy jozibadorligini oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi hamda 2018-yil 25-oktyabrdagi PQ-3983-son «O‘zbekiston Respublikasida kimyo sanoatini jadal rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi Qarorlari, shuningdek mazkur faoliyatga tegishli me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni bajarishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

**Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalarini 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 bo‘lgan mineral xom ashyoni qayta ishlash asoslarini rivojlantirishga olimlardan Jeyms Cost, Loston Rove, J. Dan Smit, Ch.S. Wilyams, J.C. Suttle, F.R.H. Katterman, W.C.Hall, L.C. Brown, C.L. Rhyne, Yo Gan, N.S. Kurnakov, S.F. Zhemchuzhny, A.G. Bergman, A.I. Dzents-Litovskiy, I.D. Sokolov, V. Martinac, M. Labor, M.A. Shand, D.A. Kramer, A.N. Gabdullin, I.I. Kalinichenko, O.S. Baygenjenov, S.A. Sagarunyan, N.L. Najarova, V.V.Teterin, E.M. Ioffe, R.G. Frejdlina va boshqalar katta hissa qo‘shganlar. Respublikamizda M. N. Nabiyeu, B. S. Zokirov, S. Tuxtayev, X. Kucherov, S. Sh.Rashidova, Z. Isabayev, A. S. Togasharov, Sh.Sh. Hamdamova, F. E. Umirov, J. N. Abdullaev, S. N. Abdullaev, S. N. Abdullaev, Sh. 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.

Shu bilan birga, texnologik, ekologik va iqtisodiy jihatlarni o‘rganishda magniy xlorid va xloratlarni, serpentinitni xlorid kislota, xlorid kislota bilan natriy gipoxlorit ishtirokida kompleks qayta ishlash orqali alyuminiy va kremniy qoldig‘ining birikmalarini o‘z ichiga olgan konsentrat, shuningdek, serpentinitni kalsiy xlorid ishtirokida termik qayta ishlash va fizik-kimyoviy va agrokimyoviy moddalarni xususiyatlari aniqlash to‘g‘risida ma‘lumotlar keltirilmagan.

**Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan oliy ta‘lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi.** Dissertatsiya tadqiqoti Navoiy davlat konchilik-texnologiyalar universiteti va O‘zbekiston Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo institutining ilmiy-tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq PZ-20170926386 «Qishloq xo‘jaligi ekinlarining pishib yetishini tezlashtiradigan va ko‘p funktsional ta‘sirga ega bo‘lgan xlorat saqlovchi defoliantlarni ishlab chiqarish tarkibi va texnologiyasini yaratish» mavzudagi amaliy loyihalar doirasida bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi** Arvaten serpentinit va Karmana xlorit minerallarini xlorid kislota, xlorid kislota bilan natriy gipoxloriti ishtirokida va kalsiy xlorid ishtirokida termik ishlov berish orqali samarali va kompleks ta'sir qiluvchi defoliantlar olish texnologiyasini ishlab chiqishdan iborat.

**Tadqiqotning vazifalari:**

Arvaten koni serpentiniti va Karmana koni xloritining minerologik va kimyoviy tarkibini aniqlash;

serpentinitlarning xlorid kislota bilan natriy gipoxloriti ishtirokida ishlov berish jarayonini tadqiq qilish;

serpentinitlarning kalsiy xloridi ishtirokida termik ishlov berish jarayonini tadqiq qilish

kislotali va termik qayta ishlangan mahsulotlardan kremniyli qoldiqni, tarkibida temir va alyuminiy gidroksidlari bo'lgan konsentratni, magniy xlorid eritmasini olish jarayonlarini tadqiq qilish;

keng harorat oralig'ida defoliantlar hosil bo'lish jarayonini asoslovchi magniy xlorid va natriy gipoxlorit asosidagi eruvchanlik diagrammalarini tadqiq qilish;

serpentinit, xlorid kislota va natriy gipoxlorit minerali asosida suyuq defoliant olishning optimal parametrlarini aniqlash va texnologik sxemalarini ishlab chiqish;

tavsiya etilayotgan defoliantlarni olishning texnologik rejimlarini laboratoriya va sanoat ishlab chiqarish sinovlarini o'tkazish.

olingan defoliantlarning fizik-kimyoviy xossalarini o'rganish, paxta dalalari sharoitida agrokimyoviy sinovlarni o'tkazish va iqtisodiy samaradorligini aniqlash.

**Tadqiqotning obyekti** sifatida serpentinit, serpentinitni xlorid kislota bilan natriy gipoxloriti ishtirokida qayta ishlash mahsulotlari, kalsiy xlorid ishtirokida termik qayta ishlangan serpentinit, kremniyli qoldiq, temir va alyuminiy saqlovchi konsentrat, magniy xlorid va xlorat eritmalari olingan.

**Tadqiqotning predmeti** serpentinit minerali, xlorid kislota va natriy gipoxlorit asosida kompleks ta'sir etuvchi xloratli defoliantlar olish texnologiyasini yaratish hisoblanadi.

**Tadqiqotning usullari.** Dissertatsiya ishida kimyoviy (fotokolorimetrik, titrometrik, kompleksometrik, gravimetrik) va fizik-kimyoviy (IQ spektroskopiyasi, rentgenografik, mass-spektroskopik, termik) tahlil usullaridan foydalanilgan.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi** quyidagilardan iborat:

serpentinitni xlorid kislota eritmasi hamda oksidlovchi vosita - natriy gipoxlorit ishtirokida qayta ishlash jarayonida xlorid kislota bilan ishlov berish bilan solishtirganda serpentinitning parchalanish darajasining 1,2 baravar oshishi va magniy eritmaga o'tishi aniqlangan;

kalsiy xlorid ishtirokida serpentinitni termik ishlov berish jarayonida serpentinitning moddiy tarkibining o'zgarishi va undan magniy xloridning suvli eritmasiga o'tish shartlari aniqlangan;

magniy xlorid va natriy gipoxloritdan tashkil topgan suvli tizimlarning politermik eruvchanlik diagrammalari chizilgan va geterogen fazaning muvozanat rejimlari aniqlangan;

kimyoviy va IQ-spektroskopik, mass-spektroskopik va rentgen fazali tahlil usullaridan foydalangan holda cho'kma va mahsulotlarning tarkibi aniqlangan, xloratli birikmalarining hosil bo'lishi isbotlangan;

serpentinit mineralini xlorid kislotasi bilan natriy gipoxlorit ishtirokida kompleks ishlov berish asosida kompleks defoliatsiya ta'siriga ega bo'lgan magniy xlorat olish texnologiyalari ishlab chiqilgan.

**Tadqiqotning amaliy natijalari** quyidagilardan iborat:

serpentinit minerali, magniy xloridi, xlorid kislotasi va natriy gipoxlorit asosida kompleks ta'sir etuvchi defoliant olish texnologiyasi ishlab chiqilgan;

yangi xloratli defoliantlar ishlab chiqarish jarayonlarining optimal texnologik parametrlari va ishlab chiqarishning moddiy balansi taklif etilgan;

«Elektrokimyozavod» QK-AO tajriba-sinov qurilmasida magniy xlorid va magniy xlorat tajriba namunasi ishlab chiqarilgan, kichik maydonlarda agrokimyoviy sinovlardan o'tkazilgan, natriy xlorat defoliantga nisbatan yangi defoliant paxta barglarini to'kilishini 4-5% ga, hosildorlikni 2-3% ga oshirishi aniqlangan.

**Tadqiqot natijalarining ishonchliligi** tadqiqotlarda olib borilgan sezilarli hajmdagi tajriba, agrokimyoviy va sanoat miqyosida o'tkazilgan eksperimentlarning natijalarini qoniqarli mutanosibligi, ISP-mass-spektroskopiya, IQ- spektroskopiya, rentgenografiya, termogravimetrik tahlil usuli va boshqalar kabi zamonaviy fizik-kimyoviy tahlil usullari yordamida magniy saqlagan xloratli defoliantlar olish natijalarining mos kelishi bilan isbotlangan.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.**

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati magniy xlorid va xlorat, kremniyli qoldiq, tarkibida temir va alyuminiy konsentratlarini olishda tizimlashtirilgan kimyoviy, fizik-kimyoviy va texnologik tadqiqotlar olib borishga asos bo'ladi. serpentinitlarning xlorid kislotasi, xlorid kislotasi bilan natriy gipoxlorit ishtirokida va termik ishlov berish jarayonida yuzaga keladigan o'zgarishlarni aniqlash imkonini berishi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati magniy xloridi va xlorati, kremniyli qoldiq, temir va alyuminiy birikmalarini o'z ichiga olgan konsentratni ishlab chiqarish texnologiyasini yaratishga, serpentinitni xlorid kislotasi, xlorid kislotasi bilan natriy gipoxlorit ishtirokida qayta ishlashga va kalsiy xlorid ishtirokida serpentinitga termik ishlov berishga, texnologik chiqindilarni kamaytirish va defoliantlardan foydalanganda paxta hosildorligini oshirishga xizmat qiladi.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** Tarkibida magniy saqlagan serpentinit minerali asosida kompleks ta'sir etuvchi xloratli defoliantlar olish texnologiyasini ishlab chiqish bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

serpentinit mineralini xlorid kislotasi bilan qayta ishlash asosida magniy xloridini ishlab chiqarish texnologiyasi «Elektrokimyozavod» AJ-QKning "2024-2026 yillarda amaliyotga joriy etish bo'yicha istiqbolli ishlanmalari ro'yxati"ga

kiritilgan («Elektrokimyozavod» AJ-QKning 2022-yil 8-sentyabrdagi 038-son ma'lumotnomasi). Natijada, magniy saqlagan mahalliy xomashyo serpentinit minerali asosida 93,15% unum bilan magniy xloridini olish imkonini beradi;

serpentinit minerali, xlorid kislota va natriy gipoxlorid asosida suyuq magniy xlorat defoliantini olish texnologiyasi «Elektrokimyozavod» AJ-QKning "2024-2026 yillarda amaliyotga joriy etish bo'yicha istiqbolli ishlanmalari ro'yxati"ga kiritilgan («Elektrokimyozavod» AJ-QKning 2022-yil 8-sentyabrdagi 038-son ma'lumotnomasi). Natijada, ushbu turdagi defoliantdan foydalanish suyuq natriy xlorat defoliantga nisbatan paxta barglarini to'kilishida 4-5% ga samarali ta'sir etishini imkonini beradi.

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Mazkur tadqiqotning natijalari 3 ta xalqaro va 10 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarda muhokama qilingan.

**Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi.** Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 19 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining doktorlik dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 5 ta, jumladan Respublika nashrlarida 2 ta va xorijiy jurnallarda 3 ta maqola nashr etilgan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiya tarkibi kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiya hajmi 120 betni tashkil etgan.

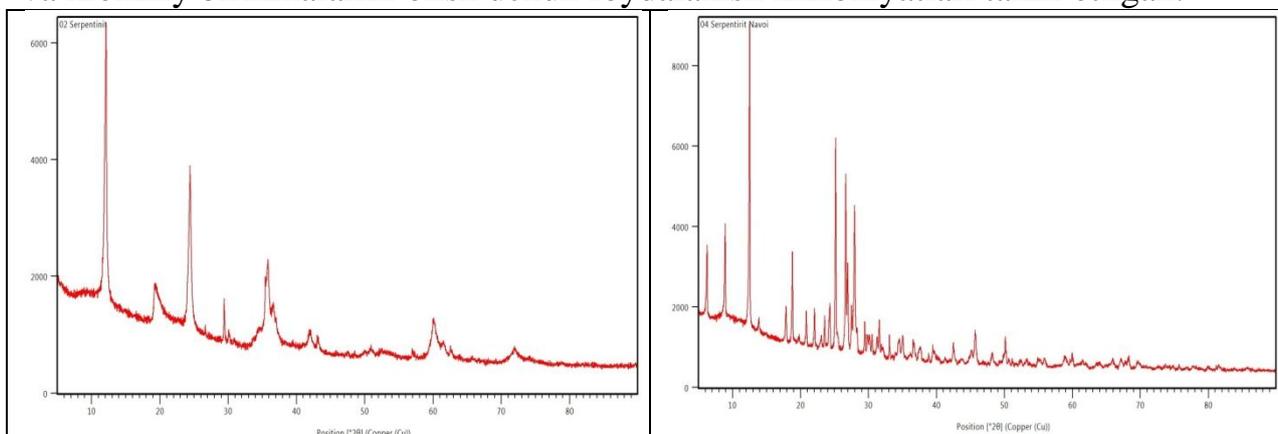
## DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

**Kirish qismida** dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati dolzarbligi, tadqiqotning maqsadi va vazifalari asoslangan, ob'ekt 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.

**«Mahalliy xomashyo asosida magniy xlorid va xlorat ishlab chiqarishning hozirgi holati»** 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 Arvaten koni serpentiniti va Karmana 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. Serpentinitlardan magniy birikmalarini ajratib olish va uni kompleks qayta ishlash, metall konsentratini va kremniyli qoldiqni olish jarayonlari takomillashtirilmoqda.

Dissertatsiyaning **«Arvaten koni serpentiniti va Karmana koni xloritini xlorid kislota bilan qayta ishlash jarayonini o'rganish»** deb nomlangan ikkinchi bobida dastlabki moddalarning fizik-kimyoviy tavsiflari, hamda tadqiqot usullari keltirib o'tilgan. Arvaten serpentiniti va Karmana xloritining kimyoviy,

mineralogik tarkibini zamonaviy kimyoviy, fizikaviy va fizik-kimyoviy analiz usullaridan foydalanilgan holatda o'rganilgan. Serpentinitlarning asosiy minerallari lizardit, talk, magnetit, xlorit va boshqalardan iboratdir. Yuqoridagi minerallardan har xil turdagi magniy birikmalari va metal konsentrati birikmalarini va kremniy birikmalarini olish uchun foydalanish imkoniyatlari taklif etilgan.



**1-rasm. Arvaten va Karmana koni minerallarining rentgenogrammasi**

Serpentinitlarning rentgenogrammasida lizardit-xrizotil va antigorit 7,249 va 3,633 Å, magnetitga 2,149 Å, antigoritga 1,539; 1,532; 2,52 Å, forsteritga 3,312 Å xos bo'lgan diffraksiya maksimumlari mavjud. 4,585, 7,249, 3,633, 2,52 kengliklardagi masofalar xlorit va antigoritga tegishli. Tekshirilayotgan serpentinit namunalaridagi barcha qiymatlar antigorit mineralining mo'l miqdorda ekanligini ko'rsatadi va nisbatan katta qiymatlar ushbu faza tarkibining ko'payishini ko'rsatadi. Chunki, antigorit va lizardit fazalarining reflekslari yaqin pozitsiyalarga ega va bir-birining ustiga chiqishi mumkin, ammo 1,532-1,539 Å sohadagi refleks faqat antigoritda mavjud hisoblanadi (1-rasm).

Karmana va Arvaten koni minerallari deyarli teng miqdorda magniy oksidi va kremniy (IV) oksidini o'z tarkibida saqlaydi (1-jad.), bu esa o'z navbatida ushbu minerallarni magniy birikmalarini olish uchun tadqiqotlarda qo'llash mumkin ekanligini asoslaydi.

1-jadval

**Karmana va Arvaten koni minerallarining kimyoviy tarkibi  
(mass. %)**

№	Konlar nomi	Komponenti						
		MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	NiO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1.	Arvaten	39,7	2,20	42,9	4,76	0,0182	0,296	7,02
2.	Karmana	37,3	2,31	43,5	4,27	0,0251	0,124	5,16

Namunalarning kimyoviy tarkibini tahlil qilish CPM 20 va S-115 spektrometrida o'tkazildi. Mass-spektrometrik (ICP-MS) tahlil natijalari, shuningdek, serpentinitlar xalq xo'jaligining turli tarmoqlari uchun zarur bo'lgan bir qator elementlarni o'z ichiga olganligini tasdiqlaydi

Serpentinit mineralini xlorid kislota parchalanishi 100°C temperaturada 95 dan 110% gacha bo'lgan xlorid kislota sarf normasi o'rganildi. Ularning natijalari 2-3jadvallarda keltirilgan.

2-jadvaldan ko‘rinib turibdiki birinchi cho‘kindi tarkibida xlorid kislotaning normasi ortishi bilan SiO<sub>2</sub> ning miqdori 70,90 % dan (95% me’yorda) mos ravishda 73,31% gacha (110% me’yorda) ortib boradi, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO va MgO miqdorlari esa mos ravishda 0,27 dan 0,17 gacha; 0,93 dan 0,74 gacha; 0,35 dan 0,25 gacha; 2,94 dan 2,15 % gacha kamayadi.

2-jadval

Arvaten va Karmana konlarining parchalangan serpentinitidan xlorid kislotasi bilan har xil normada olingan cho‘kmalarning tarkibi

Xlorid kislota normalari	Birinchi cho‘kmaning quruq og‘irligi bo‘yicha komponentlarning tarkibi, %													
	SiO <sub>2</sub>		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		CaO		MgO		Cl <sup>-</sup>		qo‘shimcha	
	Arv	Kar	Arv	Kar	Arv	Kar	Arv	Kar	Arv	Kar	Arv	Kar	Arv	Kar
95%	81,91	70,90	0,72	0,27	0,83	0,93	0,55	0,35	2,34	2,94	3,97	4,79	9,68	19,82
100%	82,62	71,62	0,42	0,24	0,78	0,88	0,52	0,32	2,11	2,61	3,72	4,62	9,83	19,71
102,5%	82,97	71,97	0,32	0,22	0,76	0,86	0,50	0,30	2,08	2,48	3,45	4,54	9,92	19,63
105%	83,38	72,38	0,21	0,21	0,74	0,84	0,49	0,29	1,74	2,34	3,37	4,37	10,07	19,57
107,5%	83,91	72,91	0,16	0,18	0,69	0,79	0,47	0,27	1,47	2,27	3,16	4,16	10,14	19,42
110%	84,31	73,31	0,14	0,17	0,64	0,74	0,45	0,25	1,15	2,15	3,08	4,08	10,23	19,30
Ikkinchi cho‘kmaning quruq og‘irligi bo‘yicha komponentlarning tarkibi, %														
95%	6,52	8,25	6,24	4,42	17,92	16,29	8,64	8,04	3,09	3,79	4,71	6,07	52,88	53,14
100%	5,57	7,75	6,45	4,54	18,67	16,67	8,38	7,78	2,72	3,02	4,35	5,35	53,56	54,89
102,5%	5,42	7,45	6,68	4,64	18,83	16,83	8,11	7,61	2,56	2,56	4,07	5,07	54,33	55,84
105%	3,81	5,08	6,73	4,73	19,09	17,09	8,06	7,56	1,92	2,29	3,75	4,75	56,64	58,50
107,5%	2,14	4,41	6,84	4,84	19,24	17,24	7,92	7,32	1,48	1,88	3,37	4,37	59,01	59,94
110%	1,46	4,64	6,93	4,93	19,51	17,51	7,85	7,25	1,08	1,68	2,91	3,91	60,26	60,08

3-jadval

Arvaten va Karmana konlarining parchalangan serpentinitidan xlorid kislotasi bilan har xil normada olingan filtratning tarkibi

Xlorid kislota normalari	Uchinchi cho‘kmaning quruq og‘irligi bo‘yicha komponentlarning tarkibi, %													
	SiO <sub>2</sub>		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		CaO		MgO		Cl <sup>-</sup>		qo‘shimcha	
	Arv	Kar	Arv	Kar	Arv	Kar	Arv	Kar	Arv	Kar	Arv	Kar	Arv	Kar
95%	-	-	0,028	0,038	0,13	0,23	0,047	0,057	9,15	7,51	19,49	17,94	71,15	74,22
100%	-	-	0,022	0,032	0,10	0,20	0,067	0,087	9,26	7,62	20,02	18,02	70,53	74,04
102,5%	-	-	0,015	0,025	0,08	0,18	0,077	0,097	9,28	7,68	20,11	18,11	70,43	73,90
105%	-	-	0,009	0,019	0,07	0,17	0,09	0,11	9,47	7,74	20,17	18,17	70,19	73,79
107,5%	-	-	0,007	0,012	0,04	0,14	0,12	0,22	9,64	7,76	20,44	18,24	69,75	73,62
110%	-	-	0,005	0,005	0,03	0,13	0,23	0,43	9,11	7,81	20,92	18,29	69,70	73,33

3-jadvaldan ko‘rinib turibdiki filtrat asosini magniy xlorat tashkil etadi. Kislota normasi va eritmaning konsentratsiya ortishi bilan magniy oksidining miqdori sezilarli darajada kamayadi. Ushbu ma’lumotlardan ko‘rinib turibdiki, xlorid kislotasidan foydalanish magniy oksidi va boshqa metallarni to‘liq ajratib olish imkonini beradi. Kislotalarning optimal miqdorini 105% stixiometriyada deb hisoblash mumkin. 105% kislota normasi tanlanishining asosiy sababi ushbu miqdor kamayganda serpentinitning parchalanish darajasi va shu bilan birga

magniyning eritmaga o'tishi kamayadi. Kislotaning miqdoriga qarab MgO eritmaga o'tish darajasi 93,26-98,34% oralig'ini hisoblanadi.

Serpentinitlarning 100°C temperaturada HCl konsentratsiyasi 7-25% va vaqt davomiyligi 10-120 minut oraligida xlorid kislotali parchalanishi natijalari 4-jadvalda keltirilgan.

4-jadvaldagi natijalardan shuni aniqlash mumkinki, Arvaten koni serpentinitining parchalanishi paytida xlorid kislota konsentratsiyasining 7 dan 25% gacha ortib borishi, 120 daqiqa ichida MgCl<sub>2</sub> va FeCl<sub>3</sub> konsentratsiyalari mos ravishda 17,62 dan 19,3 gacha va 2,83 dan 3,17% gacha ortadi.

4-jadval

Serpentinitni xlorid kislota bilan 100 °C temperaturada ishlov berish natijalari

C% HCl	Karmana koni xloriti						Arvaten koni serpentiniti					
	t, min	ρ, gr/s m <sup>3</sup>	Eritma tarkibi				t, min	ρ, gr/s m <sup>3</sup>	Eritma tarkibi			
			MgCl <sub>2</sub> , %		FeCl <sub>3</sub> , %				MgCl <sub>2</sub> , %		FeCl <sub>3</sub> , %	
			C	η	C	η			C	η	C	η
7	10	1,14	10,88	50,2	1,33	30,5	10	1,14	9,79	45,2	1,64	35,1
	30	1,15	14,48	66,8	2,07	47,5	20	1,14	12,73	58,8	2,49	53,3
	60	1,16	16,32	75,3	2,61	59,9	60	1,15	15,01	69,3	3,2	68,5
	120	1,18	17,62	81,3	2,83	64,9	120	1,16	17,42	80,4	3,59	76,8
13	10	1,14	11,09	51,2	1,38	31,6	10	1,15	10,14	46,8	1,73	37,0
	30	1,16	14,78	68,2	2,15	49,3	20	1,16	13,28	61,3	2,61	55,9
	60	1,18	16,97	78,3	2,69	61,7	60	1,17	15,8	72,9	3,32	71,1
	120	1,19	18,09	83,5	2,96	67,9	120	1,17	17,97	83,0	3,66	78,3
20	10	1,16	11,31	52,2	1,4	32,1	10	1,15	10,53	48,6	1,72	36,8
	30	1,17	15,12	69,8	2,28	52,3	20	1,17	14,03	64,8	2,73	58,4
	60	1,19	17,29	79,8	2,85	65,4	60	1,18	16,54	76,4	3,4	72,8
	120	1,21	18,46	85,2	3,15	72,2	120	1,19	18,91	87,3	3,76	80,5
25	10	1,17	11,74	54,2	1,43	32,8	10	1,17	10,68	49,3	1,73	37,0
	30	1,19	15,56	66,7	2,35	53,9	20	1,19	14,65	67,6	2,79	59,7
	60	1,22	17,57	81,1	2,94	67,4	60	1,2	16,79	77,5	3,51	75,1
	120	1,23	19,13	88,3	3,17	72,7	120	1,21	19,13	88,3	3,84	82,2

Arvaten koni serpentinitining parchalanish jarayonining davomiyligi 10 dan 120 minutgacha oshishi bilan xlorid kislotaning 19% konsentratsiyasida eritmalardagi MgCl<sub>2</sub> va FeCl<sub>3</sub> konsentratsiyasi mos ravishda 11,31 dan 18,46 gacha va 1,4 dan 3,15% gacha ortib bordi.

Dissertatsiyaning «Magniy xlorid va gipoxlorit natriy asosida suv-tuzlar tizimlarining fizik-kimyoviy taxlili» deb nomlangan uchinchi bobida Karmana xlorit va Arvaten serpentinit minerallari va natriy gipoxlorit eritmasini qo'llagan holda magniy xloridni olish jarayoni o'rganilgan. Tajribalar natriy gipoxlorit eritmasi va xlorid kislota eritmasining 100:5 dan 75:30 gacha bo'lgan turli xil nisbatlarida 25 °C da o'tkazilgan.

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, NaClO ning massa ulushi 5 dan 30% gacha ortib borishi bilan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ning suyuq fazaga o'tish darajasi 96,51 dan 99,81% gacha, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 96,34 dan 99,44% gacha, CaO 97,11 dan 99,46% gacha va MgO 87,94 dan 90,36% gacha o'sib boradi. Qurtilgan cho'kmaning tarkibi quyidagicha

5- jadval

Arvaten va Karmana koni minerallarini xlorid kislota bilan natriy gipoxloriti ishtirokida parchalashda hosil bo'lgan cho'kma tarkibi

HCl: NaClO norma nisbatlari, %	Birinci cho'kmaning quruq massasiga nisbatan komponentlar tarkibi. %															
	SiO <sub>2</sub>		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		CaO		MgO		Na <sub>2</sub> O		Cl <sup>-</sup>		qo'shimcha	
	Arv	Kar	Arv	Kar	Arv	Kar	Arv	Kar	Arv	Kar	Arv	Kar	Arv	Kar	Arv	Kar
100:5	91,19	80,90	0,08	0,07	0,09	0,13	0,25	0,25	1,43	1,49	1,06	1,14	1,79	1,79	5,90	14,23
95:10	92,26	81,62	0,06	0,06	0,08	0,08	0,22	0,22	1,11	1,16	1,17	1,36	1,29	1,62	5,17	13,88
90:15	92,79	81,97	0,05	0,04	0,06	0,06	0,20	0,20	1,08	1,08	1,28	1,56	1,05	1,54	3,49	13,55
85:20	93,83	82,38	0,04	0,03	0,04	0,04	0,19	0,19	0,47	1,04	1,34	1,72	0,73	1,37	3,36	13,23
80:25	94,19	82,91	0,03	0,02	0,02	0,03	0,17	0,17	0,37	0,89	1,46	1,91	0,61	1,16	3,15	12,91
75:30	94,91	83,31	0,01	0,01	0,01	0,02	0,15	0,15	0,15	0,65	1,61	2,21	0,48	1,08	2,68	12,57
	Ikkinchi cho'kmaning quruq massasiga nisbatan komponentlar tarkibi. %															
100:5	5,25	6,52	8,24	6,42	19,92	17,29	8,46	7,04	2,09	2,79	3,05	4,15	4,17	7,07	48,82	48,72
95:10	4,75	5,57	8,45	6,54	20,67	17,67	9,38	7,78	1,72	2,02	3,18	4,36	5,35	7,53	46,49	48,53
90:15	4,24	4,54	8,68	6,64	20,83	17,83	10,11	8,41	1,56	1,56	3,26	4,54	6,07	8,07	45,25	48,41
85:20	3,81	3,08	8,73	6,73	21,09	18,09	11,06	9,06	0,92	1,29	3,38	4,76	7,75	8,57	43,26	48,42
80:25	2,41	2,41	8,84	6,84	21,24	18,24	12,92	10,32	0,48	0,88	3,49	4,98	8,37	9,37	42,25	46,96
75:30	1,64	1,64	8,93	6,93	21,51	19,51	13,85	10,52	0,08	0,68	3,64	5,24	9,91	9,91	40,44	45,57

6- jadval

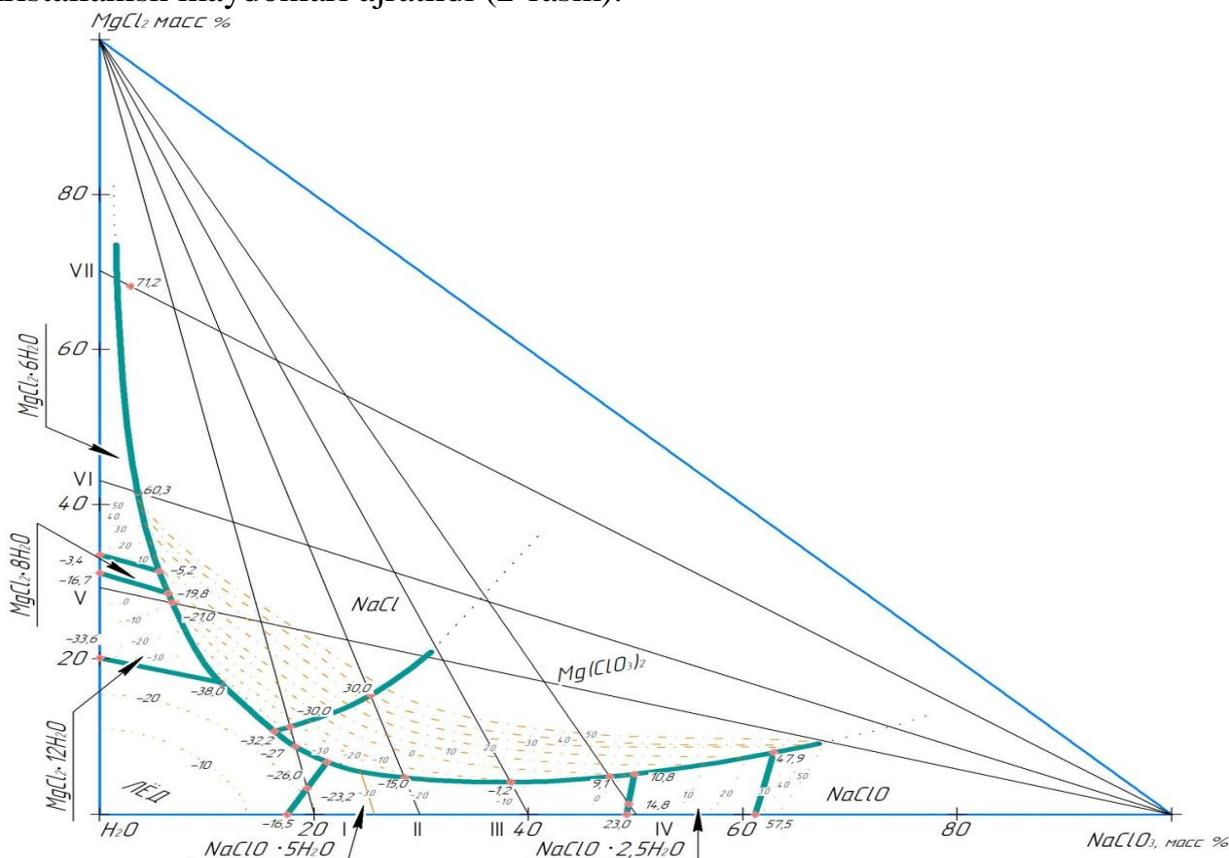
Arvaten va Karmana koni minerallarini xlorid kislota bilan natriy gipoxloriti ishtirokida parchalashda hosil bo'lgan filtratning tarkibi

HCl: NaClO norma nisbatlari, %	Filtratning quruq massasiga nisbatan komponentlar tarkibi. %															
	SiO <sub>2</sub>		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		CaO		MgO		Na <sub>2</sub> O		Cl <sup>-</sup>		qo'shimcha	
	Arv	Kar	Arv	Kar	Arv	Kar	Arv	Kar	Arv	Kar	Arv	Kar	Arv	Kar	Arv	Kar
100:5	-	-	0,018	0,008	0,03	0,13	0,007	0,007	11,15	9,51	-	-	18,94	15,94	69,792	74,405
95:10	-	-	0,012	0,002	0,01	0,10	0,006	0,005	11,26	9,62	-	-	18,02	17,02	70,692	73,253
90:15	-	-	0,005	0,005	0,008	0,08	0,005	0,003	11,28	9,68	-	-	17,11	17,11	71,592	73,122
85:20	-	-	-	-	0,007	0,07	-	-	11,47	9,74	-	-	16,17	17,17	72,353	73,015
80:25	-	-	-	-	-	0,04	-	-	11,64	9,76	0,005	0,014	15,44	17,24	72,915	72,946
75:30	-	-	-	-	-	0,03	-	-	11,11	9,81	0,012	0,027	13,92	17,29	74,958	72,843

(5-jad.) SiO<sub>2</sub> 91,19 dan 94,91% gacha, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,08 dan 0,01% gacha, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,09 dan 0,01% gacha, CaO 0,25 dan 0,15% gacha, MgO 1,43 dan 0,15% gacha, Cl 1,79 dan 0,48% gacha va 5,90 dan 2,68% gacha o'zgaradi. Filtratda SiO<sub>2</sub> tarkibi deyarli yo'q (6-jad.). Shuni ta'kidlash kerakki, yuqoridagi tarkibiy qismlarning eruvchanligi o'sishi tufayli birinchi cho'kma tarkibidagi ularning miqdori kamayib boradi.

Serpentinitlarni xlorid kislotasi bilan qayta ishlashdan tashqari, kalsiy xlorid yordamida termik bilan ishlov berish bo'yicha tajribalar o'tkazildi. Kalsiy xlorid ishtirokida serpentinitni termik qayta ishlash 100-500 °C temperature oralig'ida amalga oshirildi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, cho'kma tarkibidagi kalsiy xlorid miqdori oshgani sayin SiO<sub>2</sub> miqdori 35,75% dan (serpentinit nisbati:CaCl<sub>2</sub>=100:90) 31,78% gacha (serpentinit nisbati:CaCl<sub>2</sub>= 100:120) kamayadi, shuningdek Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> va MgO miqdori ham 1,83 dan 1,62 gacha, 6,02 dan 5,33 gacha, 29,67 dan 23,70% kamayadi; 100<sup>0</sup>C ni qayta ishlashda CaO tarkibi mos ravishda 4,17 dan 18,52% gacha gacha oshib boradi.

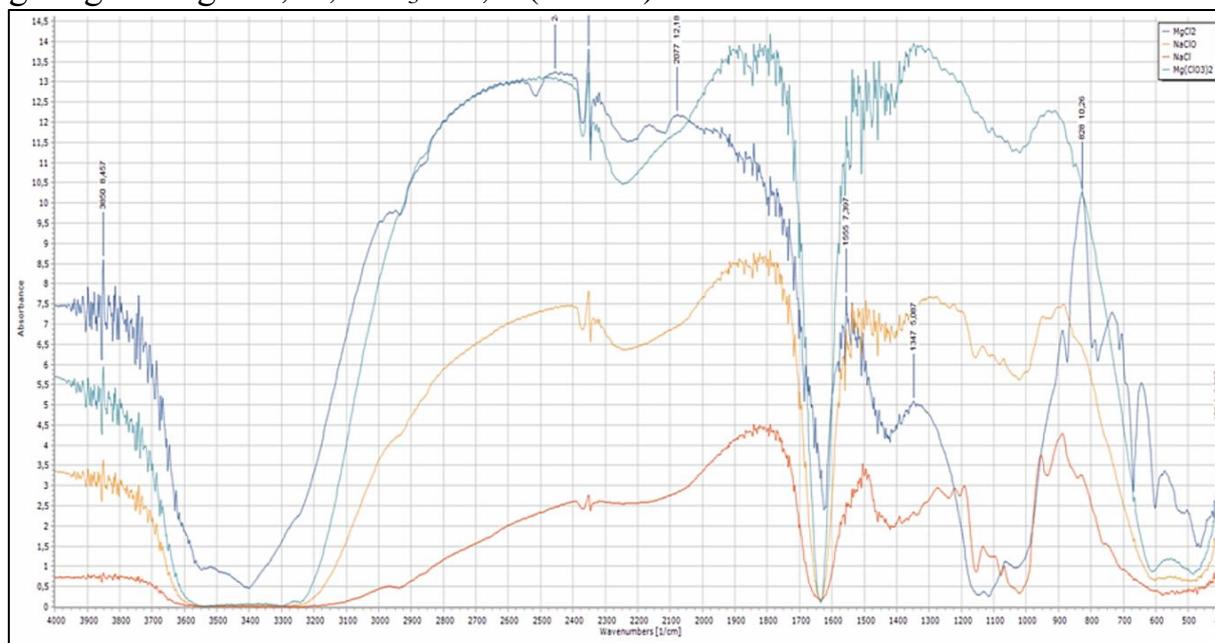
Dissertatsiyaning uchinchi bobi ikkinchi qismida NaCl-MgCl-H<sub>2</sub>O tizimida -38,0÷71,2 °C keng harorat oralig'ida vizual-politermik usulda eruvchanligi o'rganildi. Ikki komponentli tizimlar va ichki kesmalar asosida magniy xlorid - natriy gipoxlorit - suv tizimining politermik eruvchanlik diagrammasi tuzildi va unda muzning, natriy xloridning NaCl·2H<sub>2</sub>O kristallohidratlari, suvli natriy xloridsiz NaCl; NaClO·5H<sub>2</sub>O; NaClO·2,5H<sub>2</sub>O, suvsiz NaCl ning kristallogidratlari, shuningdek, ushbu tizim uchun yangi birikmalar tizimlarining-Mg(ClO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> kristallanish maydonlari ajratildi (2-rasm).



**2-rasm. Magniy xlorid-natriy gipoxlorit - suv tizimining eruvchanlik diagrammasi**

Olingan yangi birikma kimyoviy va fizik-kimyoviy usullar asosida aniqlangan kristall shaklida ajratilgan.

Magniy xloratning  $Mg(ClO_3)_2$  nazariy tarkibi mass.%:  $Mg^+$ -22;  $ClO_3^-$ -76,6;  $Cl^-$ 1,14 borligi; Olingan magniy xloratning amaliy tarkibi  $Mg(ClO_3)_2$ , aniqlangan og'irligi%:  $Mg^+$ -21,60;  $ClO_3^-$ -78,4. (3-rasm).



**3-rasm. Boshlang'ich  $MgCl_2$ ,  $NaClO$  va hosil bo'lgan  $NaCl$ ,  $Mg(ClO_3)_2$  tuzlarining IQ-spektrlari**

3-rasmdan ko'rinib turibdiki, tizim oltita uchlamchi nonvariant nuqtalardan va to'rtta ikkilamchi qattiq fazadan iborat. Xlorat ionlari  $[ClO_3]^-$  IQ-spektrlarida  $3200-3500\text{ cm}^{-1}$  sohada kristallanish suviga tegishli yutilish chiziqlari kuzatiladi.

7- jadval

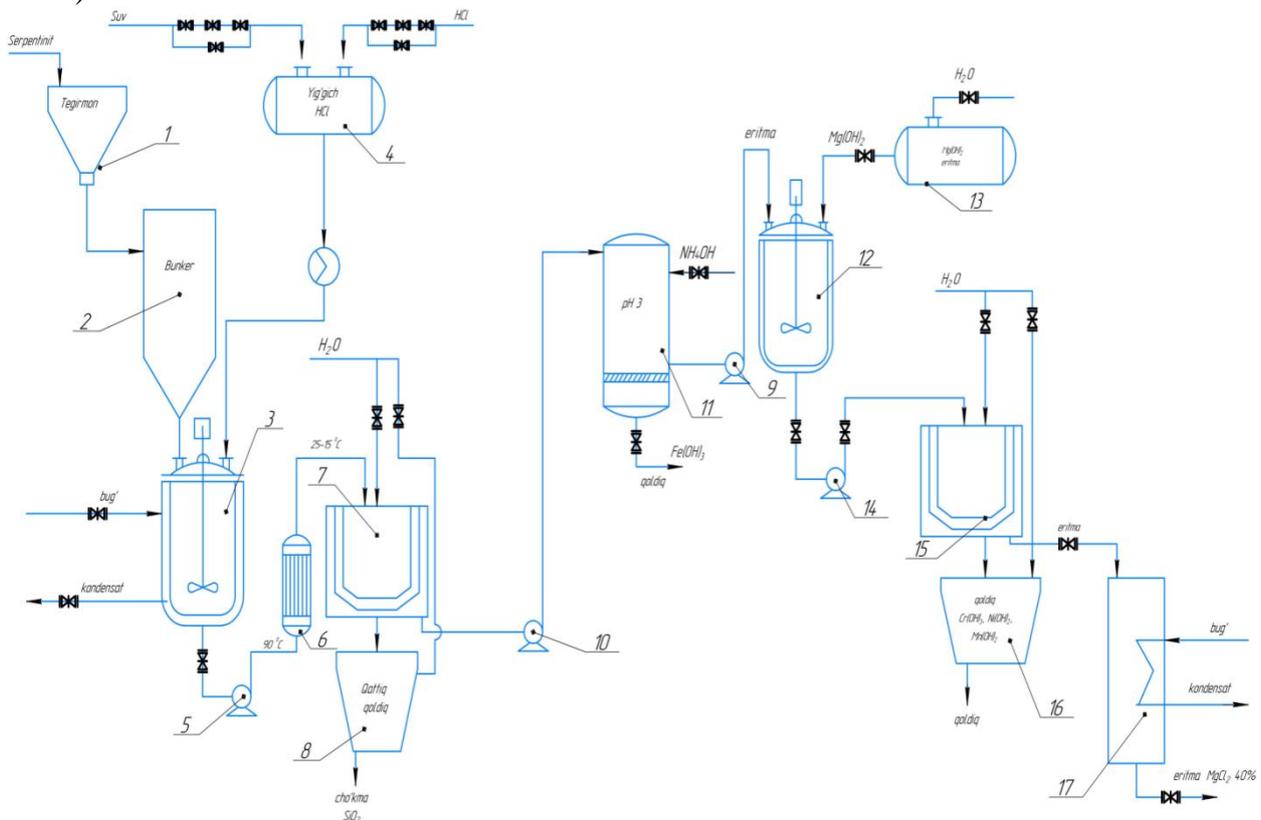
Bug'latilmasdan olib borilgan konversiya jarayonida tezlik konstantasi va konversiya darajasining vaqtga va temperaturaga bog'liqligi

Tem-ra, °C	Vaqt, ( $\tau$ ), min.	Suyuq fazadagi $Mg(ClO_3)_2$ ning miqdori, %	Konversiya darajasi, ( $\eta$ )%	Tezlik konstantasi, $K \cdot 10^{-2}, \tau^{-1}$	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					

Keyingi bosqichda magniy xloratini olish va asoslash uchun Karmana va Arvaten konlarining minerallari asosida olingan magniy xlorid va natriy gipoxloritni konversiya qilish jarayoni o'rganildi, tajribalar 70-90 °C haroratda, bug'latish bilan 20-80 daqiqa davomida olib borildi (7-jad.).

Konversiya jarayoni bug'latish bilan amalga oshirilganda (8-jad.), haroratga qarab konversiya tezligi oshganligi aniqlandi. Dastlabki 60 daqiqada 70, 80 va 90 °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 gipoxlorit miqdori yuqoridagi haroratlarda 80 daqiqadan so'ng mos ravishda 12,91%, 33,08% va 36,74% ni tashkil etdi. Buning sababi shundaki, ta'sirlashuvning 80 minut davomiyligidan so'ng, reaksiyaga muvofiq yetarli miqdordagi natriy xlorid hosil bo'ladi, natijada hosil bo'lgan natriy xlorid keyinchalik bu reaksiyaning borishiga salbiy ta'sir qiladi.

Dissertatsiyaning to'rtinchi bobi “Serpentinit, xlorid kislota va natriy gipoxlorit asosida magniy xlorid va xlorat olish texnologiyalarini ishlab chiqish” sinov qurilmasida magniy xlorid eritmasini ishlab chiqarish texnologiyasini sinovdan o'tkazish asosida olib borilgan tadqiqotlar natijalari keltirilgan, jarayonning asosiy texnologik parametrlari aniqlangan, ishlab chiqarishning moddiy balanslari va prinsipial texnologik sxemasi tuzilgan (4-rasm).



**4-rasm. Serpentinitni xlorid kislota bilan qayta ishlash asosida magniy xlorid olishning texnologik sxemasi:**1-tegirmon 2-bunker 3,12-reaktor 4,13-yig'gich 5,9,10,14-germetik nasos 6-issiqlik almashinuv qurilmasi 7,15-sentrifuga 8,16-tindirgich 11-ressiver 17-bug'latish qurilmasi

Serpentinitlar va xlorid kislotaga asoslangan magniy xloridni olishning texnologik jarayoni quyidagi asosiy bosqichlardan iborat: serpentinitni xlorid kislotasi bilan parchalash; parchalanish mahsulotlarini erimaydigan qoldiq-kremnezem va qarama-qarshi yuvish qoldig'ini filtrlash; eritmani pH=7,5 bo'lguncha neytrallab, Ca, Fe, Al, Ni, Cr va boshqalar metall gidroksidlarini cho'ktirish; qo'shimcha metallari cho'kmasi va qarama-qarshi yuvish eritmasini ajratish bilan neytrallangan pulpani filtrlash; magniy xlorid eritmasini bug'latish.

Sinov uchun Arvaten konining serpentiniti va "Navoiyazot" AJ tomonidan ishlab chiqarilgan GOST 857-95 texnik xlorid kislotasi boshlang'ich xomashyo material sifatida ishlatilgan, serpentinitning kislotali parchalanish mahsulotlarini neytrallash uchun magniy gidroksidining 25% suspenziyasi ishlatilgan.

Tadqiqot natijalariga ko'ra, serpentinitning parchalanish mahsulotlaridan suyuq magniy xlorat defoliantini ishlab chiqarishning asosiy texnologik sxemasi magniy xloridni natriy gipoxlorit bilan konversiya qilish orqali taklif qilingan.

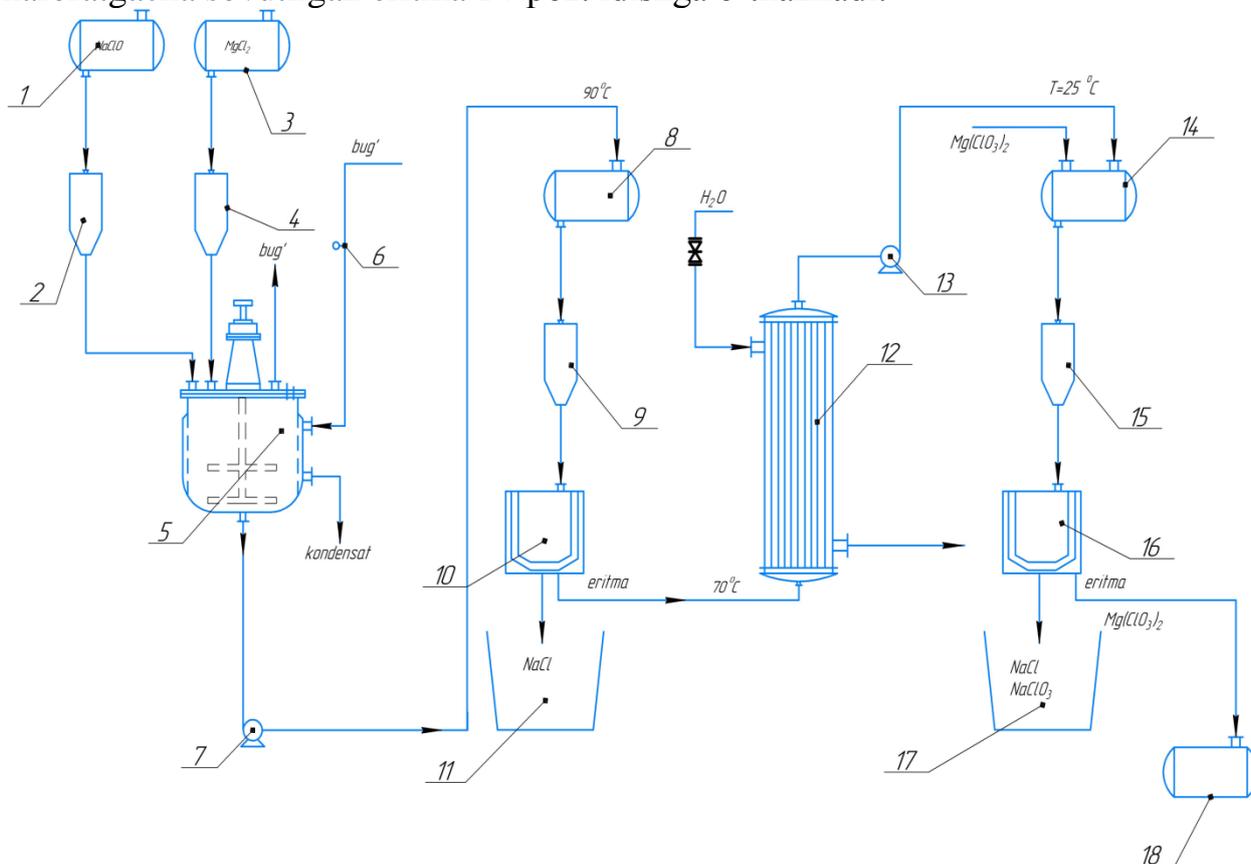
Magniy xlorid va natriy gipoxloritning konversiyasiga asoslangan magniy xloratini olish jarayoni oldingi bo'limlarda tasvirlangan. Jarayon eritmalarni bug'latish va bug'latmasdan 70°-90°C temperatura oralig'ida va 20-80 daq. davomiylikda olib borilgan. Bunda konversiya darajasi temperatura ortib borishi bilan ortib borgan, ya'ni 70°C, 80°C, 90°C haroratda bug'latishsiz olib borilgan maksimal konversiya o'zgarish darajasi mos ravishda 8,41%, 43,34% va 63,13% ni tashkil qilgan. Agar konversiya jarayoni 70°C, 80°C, 90°C haroratda bug'latish bilan amalga oshirilsa, konversiya darajasi mos ravishda 29,63%, 75,93% va 84,33% orasida o'zgaradi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, konversiya jarayonini magniy xlorid eritmalarini natriy gipoxlorit bilan 1:6 molyar nisbatda nisbatda 90°C haroratda 80 daqiqa davomida bug'latish orqali amalga oshirish maqsadga muvofiqdir, chunki aynan shu holat bilan konversiyaning eng yuqori ko'rsatkichlari kuzatiladi.

Olingan natijalar magniy xlorat defoliantini ishlab chiqarish texnologik sxemasini yaratish uchun asos bo'lib xizmat qildi (5-rasm).

Magniy xlorat defoliantini olish bir necha bosqichlarni o'z ichiga oladi: magniy xlorid eritmasini tayyorlash ( $MgCl_2$  40%); natriy gipoxlorit eritmasini tayyorlash 20%; magniy xloratni olish uchun natriy gipoxloritning magniy xlorid bilan reaksiyasi; kristalli natriy xloridni filtrlash; natriy xlorid va xloratni kristallash uchun birinchi filtrlashdan keyin filtratni sovutish; kristalli natriy xloridi va xloratini filtrlash; magniy xlorat defoliantini 60 dm<sup>3</sup> lanistrlarga quyish.

1-poz. yig'ichdan NaClO eritmasi 2-poz. nasos orqali 5-poz. reaktorga beriladi. Bir vaqtning o'zida  $MgCl_2$  eritmasi 3-poz. yig'ichdan 4-poz. nasos yordamida 5-poz. reaktorga beriladi. 5-poz. reaktor qurilmasi eritmaning belgilangan haroratini saqlab turish uchun zmeyevik issiqlik almashtirgich bilan jihozlangan. 5-poz. reaktor ichidagi harorat va sathni boshqarish uchun termopara va sath o'lchagich o'rnatilgan. 5-poz. reaktoridagi eritmaning haroratini nazorat qilish uchun markaziy tizimdan 90 °C haroratda bug ' beriladi va harorat 6-poz. klapan orqali boshqariladi. Harorati 90 °C ga yetgan eritma 5-poz. reaktorda 80 daqiqa davomida aralashtiriladi, keyin 7-poz. nasos orqali yuboriladi 8-poz.

idishga va undan 9-poz. dozator orqali 10-poz. sentrifugaga yuboriladi. 10-poz. sentrifuga eritmasining qattiq qismi 11-poz. bunkeriga yig'iladi, bu yerda NaCl qattiq cho'kma sifatida ajraladi. 10-poz. sentrifugadan keyin hosil bo'lgan eritma 12-poz. issiqlik almashinuv qurilmasiga yuboriladi. 13-poz. nasos orqali 25 °C haroratgacha sovutilgan eritma 14-poz. idishga o'tkaziladi.



**5-rasm. Magniy xlorat defolianti ishlab chiqarishning prinsipial texnologik sxemasi.** 1,3,18-yig'gich; 2,4,9,15- dozator; 5-bug'latuvchi kristallovchi reaktor (PБК); 6-klapan, 7,13- markazdan qochma nasos; 8,14-oraliq yig'gich; 10-sentrifuga; 11,17-bunker;12-issiqlik almashinuv qurilmasi;

Mg(ClO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ning 14-poz. dozatorga kristallanish tezlashtirish uchun zatravka sifatida kristall shaklidagi Mg(ClO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> qo'shiladi va hosil bo'lgan eritma 15-poz. dozator orqali qo'shiladi 16-poz. sentrifugaga yuboriladi. 16-poz. sentrifuga eritmaning qattiq qismi NaCl+NaClO<sub>3</sub> 17--poz. bunkerga yig'iladi. Suyuq fazasi tayyor mahsulot 60 dm<sup>3</sup> sig'imli kanistrlarga quyiladi. Mahsulotning fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari aniqlandi va jarayonning moddiy balansi tuzildi va iqtisodiyoti 1 tonna tayyor mahsulot uchun hisoblab chiqildi. Tovar mahsulotida magniy xloratning massa ulushi 36 – 37,0 % ni tashkil etadi.

Serpentinit mineralidan magniy xloratini olish texnologiyasi “Elektrokimyo zavod” QK AJda sinovdan o'tkazildi, 2022 yilda 100 kg miqdorida defoliantning sinov partiyasi ishlab chiqarildi.

Tayyor magniy xlorat defoliantining fizik-kimyoviy tadqiqotlari, shuningdek agrokimyoviy sinov natijalari dissertatsiyaning to'rtinchi bobi ikkinchi qismida keltirilgan.

Olingan barcha defoliantlarning ishchi eritmalarning zichligi past bo'lib, uning ko'rsatkichlari 1008,4-1038,9 kg/m<sup>3</sup> oralig'ida bo'ladi. 20°C haroratda olingan defoliantlarning ishchi eritmaları qovushqoqligi 1,063-1,879 mm<sup>2</sup>/s oralig'ida bo'ladi. Defoliatsiya faolligi bo'yicha 2020-2022 yillarda Navoiy viloyati fermer xo'jaliklari dalalarida "Buxoro-102", "Oq daryo" paxtasining o'rta tolali navlarida o'tkazilgan agrokimyoviy sinovlar bo'yicha taklif etilayotgan defoliantlar yuqori defoliatsiya faolligiga ega ekanligi va ular o'simliklarga "yumshoq" ta'sir ko'rsatishi aniqlandi. Bunda barglarning tushishi 83,8-87,4% ni tashkil etdi, 12 kundan keyin bu ko'rsatkich 85,3-90,5% ga yetdi, shuningdek pishib yetilishning tezlashishi va ko'saklarning to'liq ochilishi kuzatildi.

1 gektar paxta ekinlarini taklif etilayotgan defoliantlar bilan qayta ishlash qiymati bo'yicha iqtisodiy samarasi suyuq magniy xlorat defoliantiga nisbatan 42480 so'mga arzonroq ekanligi aniqlandi.

## XULOSA

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi «Tarkibida magniy saqlagan serpentinit minerali asosida kompleks ta'sir etuvchi xloratli defoliantlar olish texnologiyasini ishlab chiqish» yuzasidan olingan ilmiy va amaliy natijalar quydagilar hisoblanadi:

1. Serpentinitlarni xlorid kislota bilan qayta ishlash jarayonlari o'rganildi. Jarayonning maqbul sharoitlari sifatida quyidagilar aniqlandi: stexiometrik nisbatga ko'ra xlorid kislotaning sarfi 105%; temperatura 95-100°C, HCl kislotasining konsentratsiyasi 19-20%; jarayon davomiyligi 120 daqiqa.

2. Birinchi marta vizual politermik usul bilan magniy xlorid – natriy gipoxlorit - suv tizimining eruvchanlik diagrammalari keng -38,0÷71,2°C temperatura va konsentratsiya intervalida o'rganildi va magniy xlorat hosil bo'lish sohalari chegaralandi. Magniy xlorat hosil bo'lishi zamonaviy fizik-kimyoviy tahlil usullari bilan tasdiqlandi.

3. Magniy xloridni natriy gipoxlorit bilan 1:6 nisbatda, 70, 80, 90 °C temperaturada, tajribalarning 20, 40, 60, 80 daqiqa davomiyligida, bug'latmasdan va vakuum ostida qoldiq 610-640 mm simob ustuni bosimida bug'latish orqali konversiya qilish jarayoni o'rganildi. Magniy xloratning 84,33% konversiya darajasi uchun maqbul sharoit sifatida bug'latilmaganda temperatura 90 °C, davomiylilik 80 daqiqa, bug'latish orqali esa temperatura 80 °C, davomiylilik 80 daqiqa ekanligi aniqlandi.

4. Ilk bor serpentinit mineralining xlorid kislota bilan natriy gipoxlorit ishtirokida parchalanish jarayoni o'rganildi. Xlorid kislotaning natriy gipoxloritga nisbati 85:20 bo'lganda magniy xloridning eritmaga o'tish unumi maksimal darajada 86,90 % ekanligi aniqlandi;

5. Ilk bor kalsiy xlorid ishtirokida serpentinit mineralining termik parchalanish jarayoni o'rganildi. Serpentinitning kalsiy xloridga nisbati 100:120 bo'lganda magniy xloridning eritmaga o'tish unumi maksimal darajada 11,26% ekanligi aniqlandi;

6. Serpentin mineralini xlorid kislotasi va gipoxlorit natriyi bilan qayta ishlash asosida magniy xlorat defoliantini olish texnologiyasi taklif qilindi va u «Elektrokimyozavod» AJ-QKda sinov partiya chiqarildi.

7. Agrokimyoviy sinovlar natijasida hosil bo'lgan yangi defoliant paxta barglarini amaldagi suyuq magniy xlorat defoliantiga nisbatan 4-5%dan ko'proq tushirishi aniqlandi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.17/30.07.2022.Т.06.03 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАВОЙСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ  
ГОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

---

**НАВОЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ШОДИКУЛОВ ЖУРАБЕК МЕХРИКУЛОВИЧ**

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ  
ХЛОРАТНЫХ ДЕФОЛИАНТОВ, НА ОСНОВЕ  
МАГНИЙСОДЕРЖАЩЕГО МИНЕРАЛА СЕРПЕНТИНИТА**

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

**АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам**

**Навои – 2023**



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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире развитие экономики и улучшение экологической ситуации показывают, что использование высокоэффективных средств в сельском хозяйстве и комплексная безотходная переработка минеральных ресурсов в промышленности, вовлечение вторичных отходов в их переработку имеют важное значение. Получение и применение новых видов дефолиантов, позволяющих активировать опадение листьев хлопчатника и одновременно раскрытие коробочек, также использование при выращивании хлопчатника дает возможность повысить продуктивность сельского хозяйства. В этом аспекте важное значение имеет разработка и внедрение технологий получения высокоэффективных дефолиантов и полупродуктов, используемых в строительстве и металлургии путем комплексной переработки магнийсодержащих минеральных ресурсов с использованием вторичного и отработанного сырья.

В мире проводятся научные исследования по переработке магний и кальцийсодержащих минеральных ресурсов с использованием минеральных кислот и техногенных отходов в дефолианты содержащие различные питательные и физиологически активные вещества и изучению их свойств. В этом аспекте отдельное внимание уделяется повышению выхода извлечения соединений магния при переработке серпентинита; определению оптимальных условий получения соединений магния высокой чистоты, концентратов содержащих железа и алюминия, а также кремнеземистого остатка при переработке серпентинита с использованием минеральных кислот и сульфата аммония; определению физико-химических свойств водных растворов-веществ с дефолиационной активностью на основе соединений магния; получению средств, активизирующих опадение листьев и раскрытие коробочек хлопчатника; получению новых продуктов, обеспечивающих эффективную дефолиацию хлопка на основе взаимодействия водных систем хлорида магния, гипохлорита натрия в широком диапазоне концентраций и температур.

В Республике на основе изучения водной системы щелочных и щелочноземельных металлов хлоратов, мочевины, гетероциклических соединений, местного и вторичного сырья внедряются передовые научно-обоснованные меры по разработке и применению эффективных средств для дефолиации хлопка, достигается ряд научно-практических результатов. В Постановлении Президента Республики Узбекистан<sup>1</sup> в третьем направлении новой стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы «...продолжение реализации промышленной политики, направленной на обеспечение устойчивости национальной экономики, увеличение доли промышленности в ВВП и увеличение объемов промышленного производства в 1,4 раза... поставлены такие задачи, как". В связи с этим, большое научное и

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № ПФ-60 «о новой стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы»

практическое значение приобретают разработки, направленные на создание эффективных технологий производства новых видов дефолиантов на основе отечественных минералов и побочных продуктов химической промышленности: гипохлорита натрия, соляной кислоты, хлорида кальция, минералов серпентинита.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан ПФ-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы» и УП-5853 от 23 октября 2019 года «Об утверждении Стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы» и Постановлении Президента Республики Узбекистан № ПП-3983 от 25 октября 2018 года «О мерах по ускоренному развитию химической промышленности Республики Узбекистан», № ПП-4265 от 3 апреля 2019 года «О мерах по дальнейшему реформированию и повышению инвестиционной привлекательности химической промышленности», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

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

**Степень изученности проблемы.** В мировой практике значительный вклад в развитие основ получения различных дефолиантов и переработки минеральных сырьевых ресурсов, содержащего соединения магния, кальция с использованием минеральных кислот, по получению сульфата, нитрата магния, оксид магния, концентрата содержащего соединения железа, алюминия, кремниевого остатка в качестве добавки к производству цемента, переработкой серпентинитов с помощью серной, азотной, соляной кислоты занимались многие зарубежные ученые такие как: Jeym Cost, Loston Rove, J. Dan Smit, Ch.S. Wilyams, J.C. Suttle, F.R.H. Katterman, W.C.Hall, L.C. Brown, C.L. Rhyne, Yo Gan, H.C. Курнаков, С.Ф. Жемчужный, А.Г. Бергман, А.И. Дзенс-Литовский, И.Д. Соколов, V. Martinac, M. Labor, M.A. Shand, D.A. Kramer, А.Н. Габдуллин, И.И. Калиниченко, О.С. Байгенженов, С.А. Сагарунян, Н.Л. Нажарова, В.В.Тетерин, Е.М. Иоффе, Р.Г. Фрейдлина и ряд других ученых. В нашей республике М.Н. Набиев, Б.С. Закиров, С. Тухтаев, Х. Кучаров, С.Ш. Рашидова, З. Исабаев, А.С. Тогашаров, Ш.Ш. Хамдамова, Ф.Э. Умиров, Дж.С. Шукуров и другие ученые провели масштабную научно-исследовательскую работу по получению дефолиантов на основе минеральных ресурсов, содержащих соединения кальция и магния, определению их свойств и по внедрению в практику.

Наряду с этим, при изучении технологических, экологических и экономических аспектов отсутствуют сведения о получении хлорида и хлората магния, концентрата содержащего соединения железа, алюминия и

кремниевого остатка, комплексной переработкой серпентинита соляной кислотой, соляной кислотой в присутствии гипохлорита натрия, а также термической обработкой серпентинита в присутствии хлористого кальция и по определению физико-химических и агрохимических свойств.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана прикладных научно-исследовательских работ Навоийского государственного горно-технологического университета и Института общей и неорганической химии АН РУз на тему: ПЗ-20170926386 «Разработка состава и технологии получения хлоратсодержащих дефолиантов, ускоряющих созревание урожая сельскохозяйственных культур и обладающих многофункциональным действием».

**Целью исследования** является разработка технологии получения эффективных и комплексно действующих дефолиантов на основе переработки серпентинита Арветена и хлорита Карманы соляной кислотой, соляной кислотой в присутствии гипохлорита натрия и термической обработкой в присутствии хлористого кальция.

**Задачи исследования:**

определение химического и минералогического состава минералов Карманинского и Арватенского месторождения;

исследование процессов разложения серпентинитов в соляной кислоте, в соляной кислоте в присутствии гипохлорита натрия;

исследование процессов термической обработки серпентинитов в присутствии хлорида кальция;

исследование процессов извлечения кремнистого остатка, концентрата, содержащего гидроокиси железа и алюминия, раствора хлорида магния из продуктов кислотной и термической переработки серпентинитов;

исследование диаграмм растворимости систем на основе хлорида магния и гипохлорита натрия, обосновывающих процесс получения дефолиантов в широком диапазоне температур;

определение оптимальных параметров и разработка технологических схем получения жидкого дефолианта на основе минерала серпентинита, соляной кислоты и гипохлорита натрия;

проведение лабораторных и промышленно-производственных испытаний технологических режимов получения предлагаемых дефолиантов;

изучение физико-химических свойств полученных дефолиантов, проведение агрохимических испытаний на хлопчатнике в полевых условиях и определение экономической эффективности.

**Объектами исследования** являются серпентинит, продукты серпентинита, переработанные в соляной кислоте, в соляной кислоте в присутствии гипохлорита натрия, термически обработанный серпентинит в присутствии хлористого кальция, кремнистый остаток, концентрат,

содержащий соединения железа и алюминия, растворы хлорида магния и хлората.

**Предметом исследования** является создание технологии получения комплексных хлоратсодержащих дефолиантов на основе серпентинита, соляной кислоты и гипохлорита натрия.

**Методы исследований.** В диссертационной работе использованы химические (фотоколориметрический, титрометрический, комплексометрический, гравиметрический) и физико-химические (ИК-спектроскопический, рентгенографический, масс-спектроскопический и термический) методы анализа.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

определено увеличение степени разложения серпентинита до 1,2 раза и переход в раствор магния при переработке серпентинита раствором соляной кислоты в присутствии окислителя - гипохлорита натрия, по сравнению с обработкой соляной кислотой;

определены изменения вещественного состава серпентинита при термической обработке серпентинита с участием хлорида кальция и условия перехода хлорида магния из неё в водный раствор;

построены диаграммы политермической растворимости водных систем, состоящих из хлорида магния, а также гипохлорита натрия и обоснованы режимы равновесия гетерогенной фазы;

определены составы осадков и продуктов, доказано образование хлоратных соединений с помощью химических и ИК-спектроскопических, масс-спектроскопических и рентгенофазовых методов анализа;

разработана технология получения хлората магния, обладающего свойством комплексного действия по дефолиации на основе комплексной обработки минерала серпентинита соляной кислотой в присутствии гипохлорита натрия

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработана технология получения хлорида магния и дефолианта комплексного действия на основе минерала серпентинита, соляной кислоты, гипохлорита натрия и хлорида кальция;

предложены оптимальные технологические параметры производственных процессов и рассчитан материальный баланс производства новых хлоратных дефолиантов;

на опытно-промышленной установке СП-АО «Elektrokimyozavod» произведены опытные партии хлористого магния и хлората магния, проведены агрохимические испытания в полевых условиях, определено, что по сравнению с дефолиантом хлората натрия, новый дефолиант увеличивает опадание листьев хлопчатника на 4-5%, а урожайность на 2-3%.

**Достоверность результатов исследований** доказано проведением значительных объемов лабораторных, агрохимических и промышленных экспериментов с удовлетворительной сходимостью и результатов получения магнийсодержащих хлоратных дефолиантов с использованием

современных физико-химических методов анализа, таких как ISP-масс-спектрометрия, ИК-спектрометрия, рентгенография, метод термогравиметрического анализа и др.

#### **Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования обусловлена определением основ для проведения систематизированных химических, физико-химических и технологических исследований при получении хлорида и хлората магния, кремнезистого остатка, концентрата содержащий соединения железа и алюминия на основе переработки серпентинитов соляной кислотой, соляной кислотой в присутствии гипохлорита натрия и установлением происходящих изменений при кислотной и термической обработке серпентинитов.

Практическая значимость результатов исследования характеризуется разработкой технологии получения хлорида и хлората магния, кремнистого остатка, концентрата, содержащего соединения железа и алюминия на основе переработки серпентинита соляной кислотой, соляной кислотой в присутствии гипохлорита натрия и термической обработкой серпентинита в присутствии хлористого кальция, сокращением техногенных отходов и увеличением урожайности хлопчатника при применении дефолиантов.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных результатов по разработке технологии получения комплексных хлоратсодержащих дефолиантов из магнийсодержащего минерала серпентинита:

технология производства хлорида магния на основе солянокислой переработки минерала серпентинита включена в перечень перспективных разработок по внедрению в практику СП-АО «Elektrokimyozavod» в 2024-2026 годы (Справка СП-АО «Elektrokimyozavod» № 038 от 8 сентября 2022 года). В результате местное сырье, содержащее магний, позволило получить хлорид магния с выходом 93,15% на основе минерала серпентинита.

технология получения жидкого хлорат магниевого дефолианта на основе серпентинита, соляной кислоты и гипохлорита натрия включена в перечень перспективных разработок по внедрению в практику СП-АО «Elektrokimyozavod» в 2024-2026 годы (Справка СП-АО «Elektrokimyozavod» № 038 от 8 сентября 2022 года). В результате определено, что использование данного вида дефолианта эффективно влияет на опадение листьев хлопчатника 4-5% по сравнению с дефолиантом жидкого хлората натрия.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования доложены и обсуждены на 10 республиканских и 3 международных научно-технических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликованы всего 19 научных работ, из них 5 статей в научных изданиях, рекомендованных для издания основных результатов диссертаций Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, в том числе 2 из которых в республиканских и 3 в зарубежных журналах.

**Структура и объем диссертации.** Структура диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объем диссертации составляет 120 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

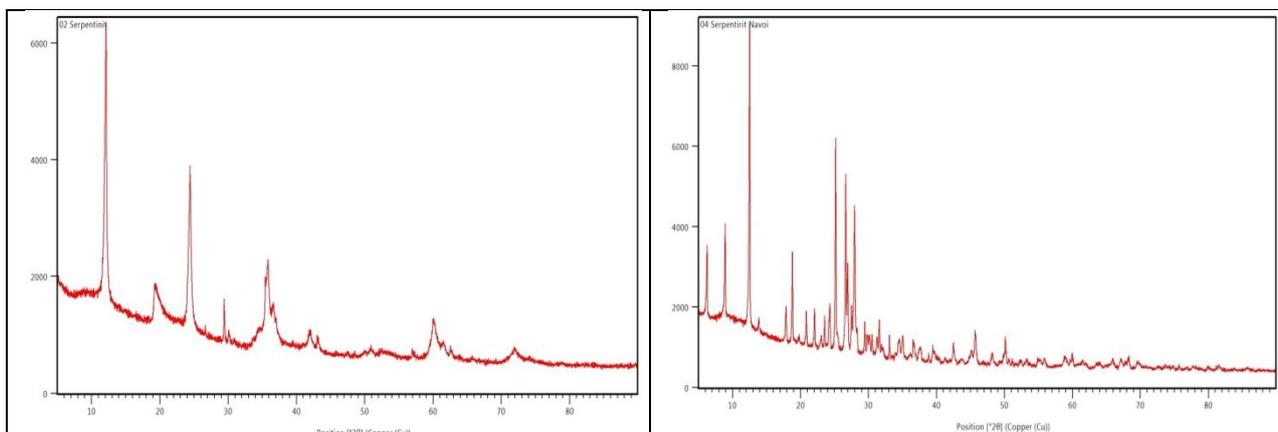
**Во введении** обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, цель и задачи исследования, характеризуется объект и предмет, приводится соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии республики, изложены научная новизна и практическая значимость результатов исследования, внедрение в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

Первая глава диссертации **«Современное состояние получения и применения дефолиантов и переработки серпентинитов»** приводится литературный обзор, общая характеристика и получение дефолиантов на основе неорганических и органических соединений и их значение в сельском хозяйстве. Рассмотрены различные аспекты проблем использования имеющихся дефолиантов. Анализ литературы свидетельствует о необходимости разработки технологии получения дефолиантов на основе минералов Карманинского и Арватенской месторождения и не наносящих вреда почве и окружающей среде и имеющих эффективного действия с комплексным влиянием и необходимостью применения в сельском хозяйстве. Совершенствуются процессы извлечения соединений магния из серпентинитов и её комплексная переработка с получением концентрат металлов и кремнезистого остатка.

Во второй главе диссертации **«Изучение процессов переработки серпентинитов Арватенского и Кармининского месторождения соляной кислотой»**, приведены физико-химические характеристики исходных материалов, а также методы исследования. Определены химические, минералогические составы и свойства серпентинитов Арватенского и Карманинского месторождения с использованием современных химических, физических и физико-химических методов анализа. Установлены, что основными минералами серпентинитов являются антигорит, хризотил, форстерт, лизардит, тальк, магнетит и др. Предложена возможность использования вышеуказанных серпентинитов для получения различных видов соединений магния и концентратов соединений металлов и кремния.

На рентгенограмме серпентинитов имеются дифракционные максимумы 7,249 и 3,633 Å, которые характерны для лизардита-хризотила и антигорита, 2,149 Å магнетита, 1,539; 1,532; 2,52Å антигорита, 3,312Å форстерита. Межплоскостные расстояния 4,585, 7,249, 3,633, 2,52 Å относятся к хлориту и антигориту. Все величины в исследуемых образцах серпентинитов показывает о преимущественном содержании антигоритового минерала, причем большие величины отношения указывают на увеличение содержания данной фазы. Дело в том, что рефлексы антигоритовой и

лизардитовой фазы имеют близкие положения и накладываются друг на друга, но рефлекс в области 1,532-1,539Å имеется только у антигорита (рис.1)



**Рис. 1 Рентгенограммы минералов Арватенского и Карманинского месторождения.**

Изучено химический состав минералы Карманинского и Арветенского месторождение (табл.1) содержит примерно равные количество минералов антигорит и тальк, поэтому эти минералы можно использовать для исследования получения магниевых соединений.

Таблица 1

**Химический состав минералов Арватенского и Карманинского месторождения по данным элементного анализа (масс.%)**

№	Месторождение	Компоненты						
		MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	NiO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1.	Арватен	39,7	2,20	42,9	4,76	0,0182	0,296	7,02
2.	Кармана	37,3	2,31	43,5	4,27	0,0251	0,124	5,16

Анализ химического состава образцов проводился на спектрометрах СРМ 20 и S-115. Результаты масс-спектрометрического (ICP-MS) анализа также подтверждают, что серпентиниты содержат в своем составе целый ряд элементов необходимых для различных отраслей народного хозяйства.

Изучено солянокислотная разложения минерала серпентинита и определены нормы расхода соляной кислоты в пределах от 95 до 110% при 100<sup>0</sup>С. Результаты которых представлены в в табл. 2-3.

Таблица 2

**Состав осадков полученных из разложенного минерала Арветенского и Карманинского месторождения соляной кислотой при различных нормах**

Норма соляной кислоты,	Содержание компонентов на сухую массу первого осадка, вес. %													
	SiO <sub>2</sub>		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		CaO		MgO		Cl <sup>-</sup>		п.п.п.	
	Арв	Кар	Арв	Кар	Арв	Кар	Арв	Кар	Арв	Кар	Арв	Кар	Арв	Кар
95%	81,91	70,90	0,72	0,27	0,83	0,93	0,55	0,35	2,34	2,94	3,97	4,79	9,68	19,82
100%	82,62	71,62	0,42	0,24	0,78	0,88	0,52	0,32	2,11	2,61	3,72	4,62	9,83	19,71
102,5%	82,97	71,97	0,32	0,22	0,76	0,86	0,50	0,30	2,08	2,48	3,45	4,54	9,92	19,63
105%	83,38	72,38	0,21	0,21	0,74	0,84	0,49	0,29	1,74	2,34	3,37	4,37	10,07	19,57
107,5%	83,91	72,91	0,16	0,18	0,69	0,79	0,47	0,27	1,47	2,27	3,16	4,16	10,14	19,42
110%	84,31	73,31	0,14	0,17	0,64	0,74	0,45	0,25	1,15	2,15	3,08	4,08	10,23	19,30

Содержание компонентов на сухую массу второго осадка, вес. %														
95%	6,52	8,25	6,24	4,42	17,92	16,29	8,64	8,04	3,09	3,79	4,71	6,07	52,88	53,14
100%	5,57	7,75	6,45	4,54	18,67	16,67	8,38	7,78	2,72	3,02	4,35	5,35	53,56	54,89
102,5%	5,42	7,45	6,68	4,64	18,83	16,83	8,11	7,61	2,56	2,56	4,07	5,07	54,33	55,84
105%	3,81	5,08	6,73	4,73	19,09	17,09	8,06	7,56	1,92	2,29	3,75	4,75	56,64	58,50
107,5%	2,14	4,41	6,84	4,84	19,24	17,24	7,92	7,32	1,48	1,88	3,37	4,37	59,01	59,94
110%	1,46	4,64	6,93	4,93	19,51	17,51	7,85	7,25	1,08	1,68	2,91	3,91	60,26	60,08

Из табл. 2 видно, что по мере увеличения нормы соляной кислоты в первом осадке содержание  $\text{SiO}_2$  увеличивается от 70,90 % (при норме 95 %) до 73,31 % (при норме 110 %), а содержание  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$  и  $\text{MgO}$  снижается от 0,27 до 0,17; от 0,93 до 0,74; от 0,35 до 0,25; от 2,94 до 2,15 % соответственно.

Таблица 3

Состав фильтрата разложенного серпентинита Арветенского и хлорита Карманинского месторождения соляной кислотой при различных нормах

Норма соляной кислоты,	Содержание компонентов на сухую массу третьего осадка, вес. %													
	$\text{SiO}_2$		$\text{Al}_2\text{O}_3$		$\text{Fe}_2\text{O}_3$		$\text{CaO}$		$\text{MgO}$		$\text{Cl}$		п.п.п.	
	Арв	Кар	Арв	Кар	Арв	Кар	Арв	Кар	Арв	Кар	Арв	Кар	Арв	Кар
95%	-	-	0,028	0,038	0,13	0,23	0,047	0,057	9,15	7,51	19,49	17,94	71,15	74,22
100%	-	-	0,022	0,032	0,10	0,20	0,067	0,087	9,26	7,62	20,02	18,02	70,53	74,04
102,5%	-	-	0,015	0,025	0,08	0,18	0,077	0,097	9,28	7,68	20,11	18,11	70,43	73,90
105%	-	-	0,009	0,019	0,07	0,17	0,09	0,11	9,47	7,74	20,17	18,17	70,19	73,79
107,5%	-	-	0,007	0,012	0,04	0,14	0,12	0,22	9,64	7,76	20,44	18,24	69,75	73,62
110%	-	-	0,005	0,005	0,03	0,13	0,23	0,43	9,11	7,81	20,92	18,29	69,70	73,33

Из табл. 3 видно, что фильтрат состоит в основном из хлористого магния. С увеличением нормы кислоты концентрация раствора и содержания оксида магния незначительно снижается. Из этих данных видно, что использования соляной кислоты позволил наиболее полно извлечь оксид магния и другие металлы. Оптимальной нормой кислоты можно считать 105 % от стехиометрии. Выбор 105 %-ной нормы кислоты вызвано также тем, что при её уменьшении снижается степень разложения серпентинита и тем самым переход в раствор магния уменьшается. В зависимости от нормы кислоты степень перехода  $\text{MgO}$  находятся в пределах 93,26-98,34 %.

Результаты солянокислотного разложения серпентинитов при 100°C в пределах концентрации  $\text{HCl}$  7-25% и продолжительности времени 10-120мин показаны в табл.4.

Из данных табл. 4 можно определить что, с увеличением концентрации соляной кислоты от 7 до 25% при разложении серпентинита Арветенского месторождения в течение 120 мин. концентрации  $\text{MgCl}_2$  и  $\text{FeCl}_3$  в растворах увеличивается от 17,62 до 19,3 и 2,83 до 3,17% соответственно. При концентрации соляной кислоты 19% с увеличением длительности процесса разложения серпентинита Арветенского месторождения от 10 до 120 мин концентрации  $\text{MgCl}_2$  и  $\text{FeCl}_3$  в растворах увеличивается от 11,31 до 18,46 и 1,4 до 3,15% соответственно.

## Результаты солянокислотного разложения серпентинита в 100°C

С% HCl	Хлорит Карманинского месторождение						Серпентинит Арветинского месторождение					
	Т, мин	ρ, гр/с м <sup>3</sup>	Состав раствора				Т, мин	ρ, гр/с м <sup>3</sup>	Состав раствора			
			MgCl <sub>2</sub> , %		FeCl <sub>3</sub> , %				MgCl <sub>2</sub> , %		FeCl <sub>3</sub> , %	
			С	η	С	η			С	η	С	η
7	10	1,14	10,88	50,2	1,33	30,5	10	1,14	9,79	45,2	1,64	35,1
	30	1,15	14,48	66,8	2,07	47,5	20	1,14	12,73	58,8	2,49	53,3
	60	1,16	16,32	75,3	2,61	59,9	60	1,15	15,01	69,3	3,2	68,5
	120	1,18	17,62	81,3	2,83	64,9	120	1,16	17,42	80,4	3,59	76,8
13	10	1,14	11,09	51,2	1,38	31,6	10	1,15	10,14	46,8	1,73	37,0
	30	1,16	14,78	68,2	2,15	49,3	20	1,16	13,28	61,3	2,61	55,9
	60	1,18	16,97	78,3	2,69	61,7	60	1,17	15,8	72,9	3,32	71,1
	120	1,19	18,09	83,5	2,96	67,9	120	1,17	17,97	83,0	3,66	78,3
20	10	1,16	11,31	52,2	1,4	32,1	10	1,15	10,53	48,6	1,72	36,8
	30	1,17	15,12	69,8	2,28	52,3	20	1,17	14,03	64,8	2,73	58,4
	60	1,19	17,29	79,8	2,85	65,4	60	1,18	16,54	76,4	3,4	72,8
	120	1,21	18,46	85,2	3,15	72,2	120	1,19	18,91	87,3	3,76	80,5
25	10	1,17	11,74	54,2	1,43	32,8	10	1,17	10,68	49,3	1,73	37,0
	30	1,19	15,56	66,7	2,35	53,9	20	1,19	14,65	67,6	2,79	59,7
	60	1,22	17,57	81,1	2,94	67,4	60	1,2	16,79	77,5	3,51	75,1
	120	1,23	19,13	88,3	3,17	72,7	120	1,21	19,13	88,3	3,84	82,2

В третьей главе диссертации «**Солянокислотная переработка серпентинита Арватенского и хлорита Карманинского месторождения в присутствии гипохлорита натрия**» изучен процесс получения хлорида магния с использованием раствор гипохлорита натрия и минералов Карманинского и Арветинского месторождения. Опыты проводили в разных соотношении раствора соляной кислоты и гипохлорита натрия от 100:5 до 75:30 и при 25 °С (таб. 6).

Из полученных результатов видно, что с увеличением массовой доли NaClO, от 5 до 30% степень перехода Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в жидкую фазу увеличивается от 96,51 до 99,81%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> от 96,34 до 99,44%, CaO от 97,11 до 99,46% и MgO от 87,94 до 90,36%. Состав высушенных осадков меняется следующим образом ( табл. 5). SiO<sub>2</sub> от 91,19 до 94,91%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> от 0,08 до 0,01%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> от 0,09 до 0,01%, CaO от 0,25 до 0,15%, MgO от 1,43 до 0,15%, Cl от 1,79 до 0,48% и от 5,90 до 2,68% п.п.п. Содержания SiO<sub>2</sub> в фильтрате практически отсутствует (табл. 6). Необходимо отметить, что за счет увеличения растворимости вышеприведённых компонентов в составе первого осадка их содержания снижается.

Кроме солянокислотной переработки серпентинитов, были выполнены опыты по термической обработки с применением хлорида кальция. Термическая обработка серпентинита в присутствии хлористого кальция проводилась от 100 – 500 °С температуре. Полученные результаты показывает что по мере увеличения количества хлористого кальция в осадке содержания SiO<sub>2</sub> снижается от 35,75 % (соотношения серпентинит: CaCl<sub>2</sub> = 100:90) до 31,78 % (соотношения серпентинит: CaCl<sub>2</sub> = 100:120), также содержания Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, и MgO снижается от 1,83 до 1,62; от 6,02 до 5,33; от

Таблица 5

Состав осадков полученных из разложенного серпентинита Арветенского и хлорита Карманинского месторождения соляной кислотой в присутствии гипохлорита натрия

Соотношение норм HCl: NaClO, %	Содержание компонентов на сухую массу первого осадка, вес. %															
	SiO <sub>2</sub>		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		CaO		MgO		Na <sub>2</sub> O		Cl		п.п.п.	
	Арв	Кар	Арв	Кар	Арв	Кар	Арв	Кар	Арв	Кар	Арв	Кар	Арв	Кар	Арв	Кар
100:5	91,19	80,90	0,08	0,07	0,09	0,13	0,25	0,25	1,43	1,49	1,06	1,14	1,79	1,79	5,90	14,23
95:10	92,26	81,62	0,06	0,06	0,08	0,08	0,22	0,22	1,11	1,16	1,17	1,36	1,29	1,62	5,17	13,88
90:15	92,79	81,97	0,05	0,04	0,06	0,06	0,20	0,20	1,08	1,08	1,28	1,56	1,05	1,54	3,49	13,55
85:20	93,83	82,38	0,04	0,03	0,04	0,04	0,19	0,19	0,47	1,04	1,34	1,72	0,73	1,37	3,36	13,23
80:25	94,19	82,91	0,03	0,02	0,02	0,03	0,17	0,17	0,37	0,89	1,46	1,91	0,61	1,16	3,15	12,91
75:30	94,91	83,31	0,01	0,01	0,01	0,02	0,15	0,15	0,15	0,65	1,61	2,21	0,48	1,08	2,68	12,57
	Содержание компонентов на сухую массу второго осадка, вес. %															
100:5	5,25	6,52	8,24	6,42	19,92	17,29	8,46	7,04	2,09	2,79	3,05	4,15	4,17	7,07	48,82	48,72
95:10	4,75	5,57	8,45	6,54	20,67	17,67	9,38	7,78	1,72	2,02	3,18	4,36	5,35	7,53	46,49	48,53
90:15	4,24	4,54	8,68	6,64	20,83	17,83	10,11	8,41	1,56	1,56	3,26	4,54	6,07	8,07	45,25	48,41
85:20	3,81	3,08	8,73	6,73	21,09	18,09	11,06	9,06	0,92	1,29	3,38	4,76	7,75	8,57	43,26	48,42
80:25	2,41	2,41	8,84	6,84	21,24	18,24	12,92	10,32	0,48	0,88	3,49	4,98	8,37	9,37	42,25	46,96
75:30	1,64	1,64	8,93	6,93	21,51	19,51	13,85	10,52	0,08	0,68	3,64	5,24	9,91	9,91	40,44	45,57

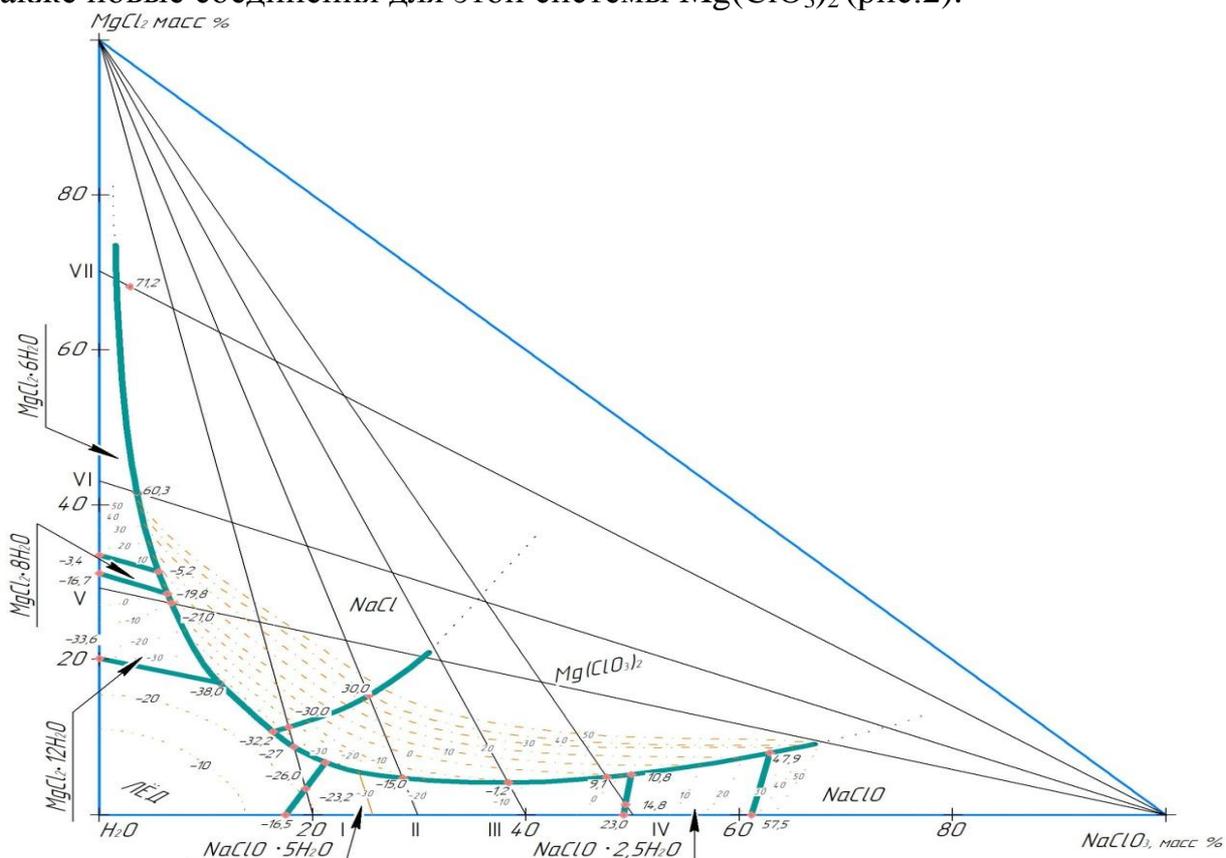
Таблица 6

Состав фильтрата разложенного серпентинита Арветенского месторождения соляной кислотой в присутствии гипохлорита натрия

Соотношение норм HCl: NaClO, %	Содержание компонентов на сухую массу фильтрата, вес. %															
	SiO <sub>2</sub>		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		CaO		MgO		Na <sub>2</sub> O		Cl		п.п.п.	
	Арв	Кар	Арв	Кар	Арв	Кар	Арв	Кар	Арв	Кар	Арв	Кар	Арв	Кар	Арв	Кар
100:5	-	-	0,018	0,008	0,03	0,13	0,007	0,007	11,15	9,51	-	-	18,94	15,94	69,792	74,405
95:10	-	-	0,012	0,002	0,01	0,10	0,006	0,005	11,26	9,62	-	-	18,02	17,02	70,692	73,253
90:15	-	-	0,005	0,005	0,008	0,08	0,005	0,003	11,28	9,68	-	-	17,11	17,11	71,592	73,122
85:20	-	-	-	-	0,007	0,07	-	-	11,47	9,74	-	-	16,17	17,17	72,353	73,015
80:25	-	-	-	-	-	0,04	-	-	11,64	9,76	0,005	0,014	15,44	17,24	72,915	72,946
75:30	-	-	-	-	-	0,03	-	-	11,11	9,81	0,012	0,027	13,92	17,29	74,958	72,843

29,67 до 23,70 % соответственно при обработке 100<sup>0</sup>С а содержания СаО увеличивается от 4,17 до 18,52%.

В второй части третьей главы диссертации **изучена растворимость в системе NaClO-MgCl-H<sub>2</sub>O в визуальном - политермическом методом** в широком интервале температур -38,0÷71,2<sup>0</sup>С. На основании двухкомпонентных систем и внутренних разрезов построена политермическая диаграмма растворимости системы хлорид магния-гипохлорит натрия - вода, на которой разграничены поля кристаллизации льда, NaCl·2H<sub>2</sub>O кристаллогидраты хлорида натрия, NaCl без водного хлорида натрия; NaClO·5H<sub>2</sub>O; NaClO·2,5H<sub>2</sub>O-кристаллогидраты безводного NaClO, а также новые соединения для этой системы Mg(ClO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (рис.2).

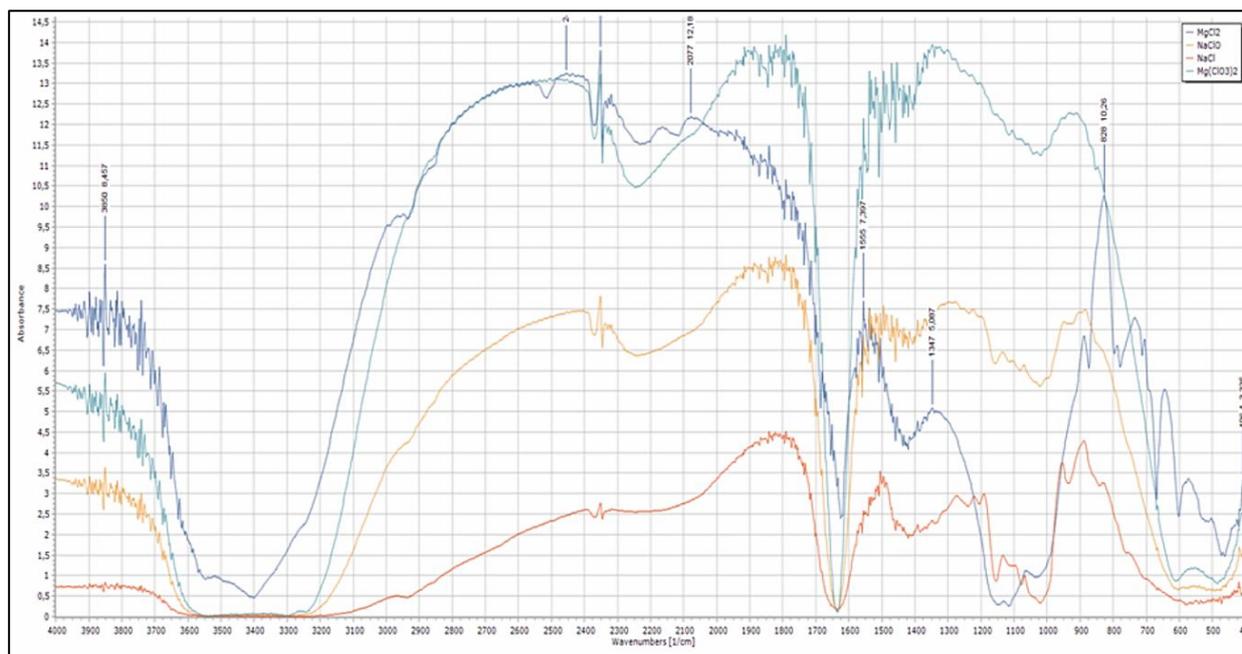


**Рис.2. Диаграмма растворимости системы хлорида магния-гипохлорита натрия-воды**

Образовавшийся новое соединение выделено кристаллическим виде, идентифицировано на основе химических и физико - химических методов.

Теоретический состав Mg(ClO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>: определено, масс. %: Mg<sup>+</sup>-22; ClO<sub>3</sub><sup>-</sup>-76.6; Cl<sup>-</sup>-1.14. Практический состав полученного хлората магния Mg(ClO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, определено масс%: Mg<sup>+</sup>-21,60; ClO<sub>3</sub><sup>-</sup>-78,4. (рис.3).

Как видно из рис.2., что система состоит из шести тройных невариантных точек и четырех двойных твердых фаз. В ИК-спектрах для хлорат [ClO<sub>3</sub>]<sup>-</sup> ионов наблюдаются полосы поглощения, относящиеся к кристаллизационной воде. К областям 3200-3500 см<sup>-1</sup>.



**Рис.3. ИК-спектры исходные солей  $MgCl_2$ ,  $NaClO$  и полученные солей  $NaCl$  и  $Mg(ClO_3)_2$**

Для обоснования и получения хлората магния изучен процесс конверсии гипохлорита натрия и хлорида магния полученного на основе серпентинита Арветинского и хлорита Карманинского месторождения, опыты выполнены при температуре  $70-90^{\circ}C$  с продолжительностями 20-80 минут с выпариваниям (табл.7).

Таблица 7

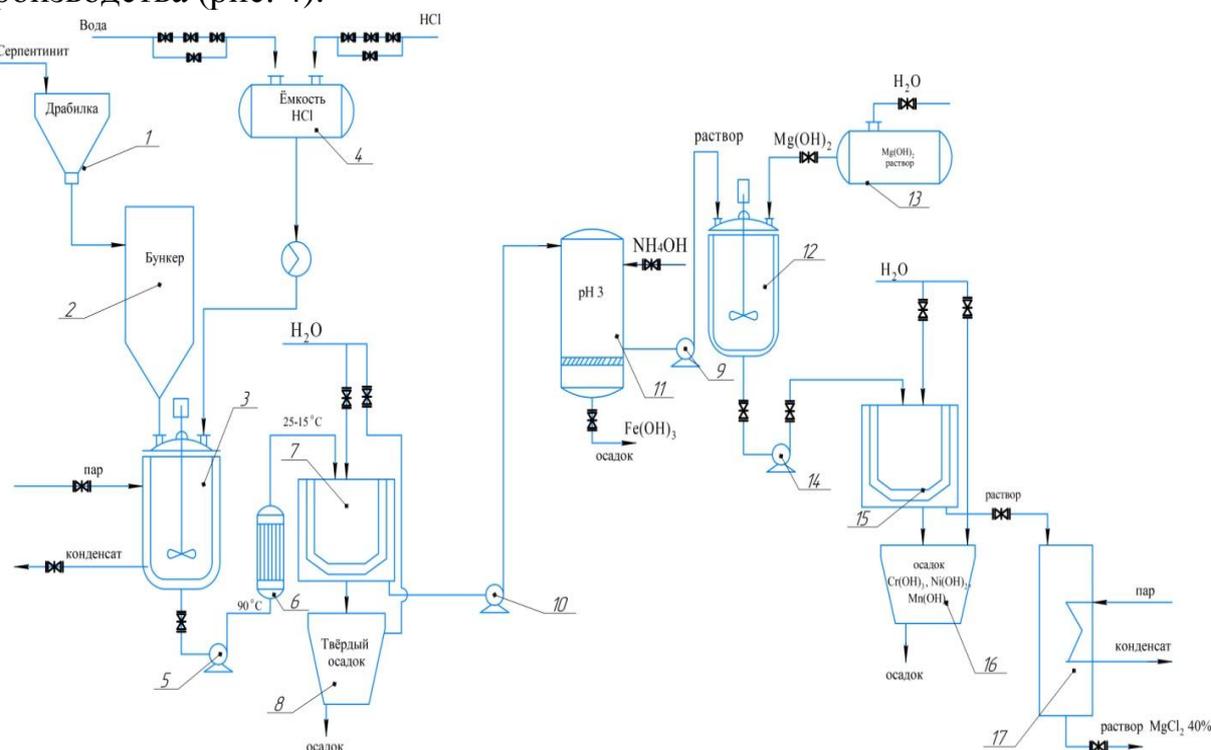
Зависимость константы скорости и коэффициента конверсии, осуществляемой с выпариваниям, от температуры и продолжительности процесса

Темп-ра, $^{\circ}C$	Время, ( $\tau$ ), мин.	Содержание $Mg(ClO_3)_2$ в жидкой фазе,	Степень конверсии, ( $\eta$ )%	Константа скорости, $K \cdot 10^{-2}, \tau^{-1}$	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	- //-
среднее 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	- //-
среднее 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	- //-
среднее 0,669					

Когда процесс конверсии осуществляли с выпаривания (табл.7), было обнаружено, что скорость конверсии увеличивалась в зависимости от

температуры. В течение первых 60 минут при температуры 70, 80 и 90°C коэффициент конверсии составил 22,24%, 31,21% и 36,31%, соответственно. Через 80 минут коэффициент конверсии вырос до 28,84%, 36,31% и 41,78% соответственно при вышеуказанных температурах. Количество гипохлорита магния в жидкой фазе составляло 12,91%, 33,08% и 36,74% соответственно через 80 минут при вышеуказанных температурах. Это объясняется тем, что после 80 минут продолжительности превращения, в соответствии с реакцией образуется достаточный уровень хлорида натрия, полученный хлорид натрия впоследствии отрицательно влияет на ход этой реакции.

Четвертая глава диссертации «**Разработка технологии получения хлорида и хлората магния на основе серпентинита, соляной кислоты и гипохлорита натрия**» приведены результаты исследований на основании апробации технологии получения раствора хлористого магния на опытной установке, определены основные технологические параметры процесса, составлены материальные потоки и принципиальная технологическая схема производства (рис. 4).



**Рис. 4. Технологическая схема получения хлорида магния на основе солянокислотной переработки серпентинита: 1-дробилка 2-бункер 3,12-реактор 4,13-сборник 5,9,10,14-герметичный насос 6-теплообменник 7,15-центрифуга 8,16-отстойник 11-рессивер 17-выпарная установка.**

Технологический процесс получения хлорида магния на основе серпентинитов и соляной кислоты состоит из следующих основных стадий: разложение серпентинита раствором соляной кислоты; фильтрование продукта разложения с разделением нерастворимого остатка – кремнезема и противоточная промывка осадка; нейтрализация раствора до pH=7,5 с осаждением гидроксидов металлов Ca, Fe, Al, Ni, Cr и др; фильтрование

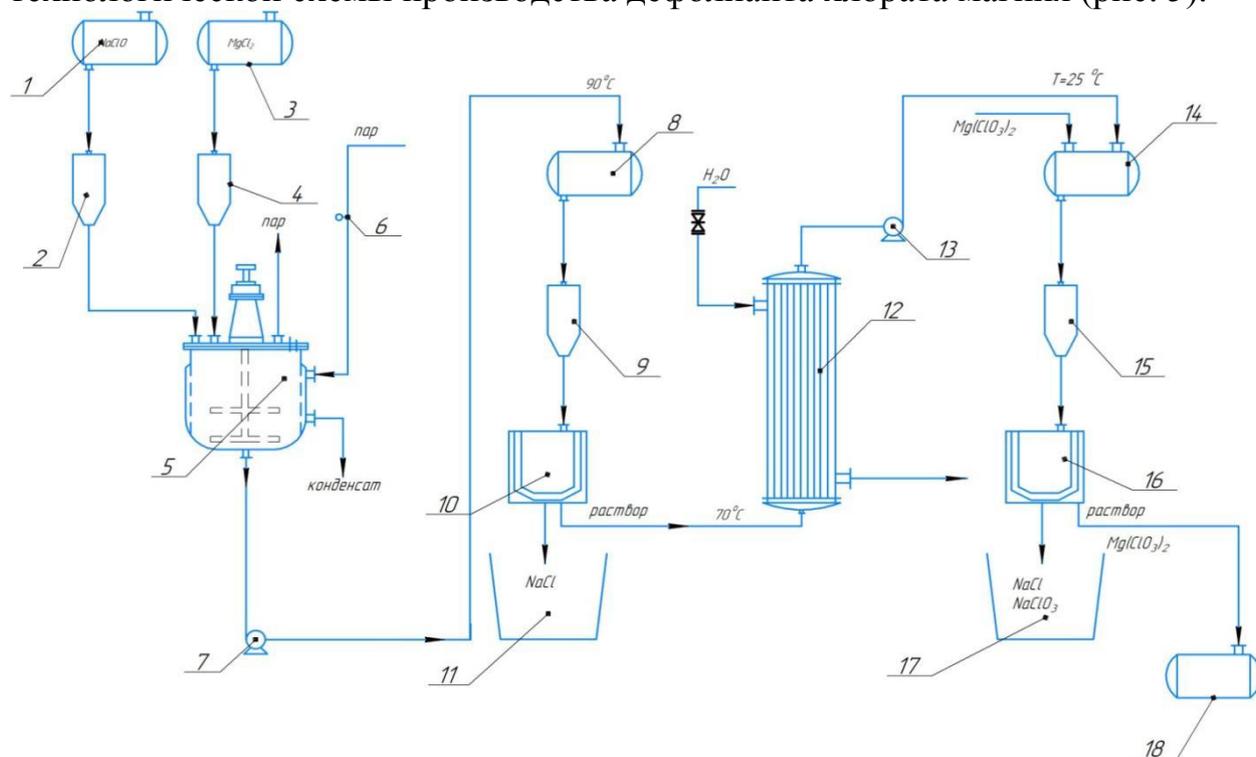
нейтрализованной пульпы с разделением осадка примесных металлов и раствора противоточной промывки; упарка раствора хлористого магния.

Для испытаний в качестве исходного материала использовали серпентинит Арватенского месторождения и соляная кислота техническая 31,5% ГОСТ 857-95 производства АО Навоийазот, для нейтрализации продуктов кислотного разложения серпентинита применяли 25%-ную суспензию гидроксида магния.

Процесс получения хлората магния на основе конверсии хлорид магния и гипохлорита натрия описано в предыдущем разделе. Процесс проведен с выпариванием и без выпаривания раствора в интервале температур 70-90°C и с продолжительностью процесса 20-80 мин.

При этом степень превращения также возрастала с повышением температуры, то есть максимальная степень превращения при температурах 70°C, 80°C, 90°C без выпаривания составляет соответственно 8,41%, 43,34% и 63,13 при 90°C. Если провести процесс конверсии с выпариванием при температурах 70°C, 80°C, 90°C степень конверсии изменяется в пределах 29,63%, 75,93% и 84,33% соответственно. По результатам исследований определено, что процесс конверсии целесообразно проводить выпариванием растворов хлорида магния с гипохлоритом натрия в мольном соотношении 1:6 при температуре 90°C в течение 80 минут, так как именно при таком условии наблюдается самые высокие показатели степени конверсии.

Полученные результаты послужили основанием для создания технологической схемы производства дефолианта хлората магния (рис. 5).



**Рис.5. Принципиальная технологическая схема производства дефолианта хлората магния.** 1,3,18-емкость-хранилище; 2,4,9,15- дозатор; 5-реактор-испаритель-кристаллизатор (РБК); 6-клапан, 7,13- центробежные насосы; 8,14-промежуточная емкость; 10-центрифуга; 11,17-бункер; 12-теплообменник;

Из сборника поз. 1 раствор  $\text{NaClO}$  подается через насос поз.2 в реактор поз.5. Одновременно раствор  $\text{MgCl}_2$  из сборника поз.3 с помощью насоса поз.4 подаётся тоже в реактор 5. Реакторная установка поз. 5 оснащена змеевиком теплообменником для поддержания заданной температуры раствора. Для контроля температуры и уровня внутри реактора поз.5 установлены термомпара и измеритель уровня. Для поддержания температуры раствора в реакторе поз.5 подается пар с температурой  $90^\circ\text{C}$  из центральной линии, а температура контролируется через клапан поз. 6. Раствор, температура которого достигает  $90^\circ\text{C}$ , перемешивают в реакторе поз.5 в течение 80 мин, затем с его направляют через насос поз.7 направляют в ёмкость поз.8, а из него через дозатор поз.9-в центрифугу поз.10.

Твердая часть раствора из центрифуги поз.10 собирается в бункер поз.11, где в качестве твердого осадка собирается  $\text{NaCl}$ . Раствор, образующийся после центрифуги поз.10, направляется в теплообменную установку поз.12. Охлажденный до температуры  $25^\circ\text{C}$  раствор через насос поз.13 подается в сборник 14. Для ускорения осаждения  $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2$  в дозатор поз. 14 в качестве затравки добавляют кристаллообразный  $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2$  и полученная система раствора через дозатор поз.15 подается в центрифугу поз.16. Из центрифуги поз.16 твердая часть раствора  $\text{NaCl}+\text{NaClO}_3$  собирается в бункер поз.17. Жидкая фаза готовый продукт сливается в канистры  $60\text{ дм}^3$ . Определены физико-химические показатели продукта и составлен материальный баланс и рассчитан экономика процесса на 1 т. готового продукта. В товарном продукте массовая доля хлорат магния составляет 36 – 37,0 %.

Технология получения хлората магния из серпентинитового минерала была опробовано на СП АО «Elektrokimyozavod», в 2022 году изготовлена опытная партия дефолианта в количестве 100 кг (документы прилагаются).

Результаты физико-химических исследований готовых хлорат магниевых дефолиантов, а также агрохимических испытаний приведены во второй части четвертой главе диссертации.

Плотность рабочих растворов, полученных всех дефолиантов невысок, они находится в пределах  $1008,4-1038,9\text{ кг/м}^3$ . Вязкость рабочих растворов, полученных дефолиантов при температуре  $20^\circ\text{C}$  находится в пределах  $1,063-1,879\text{ мм}^2/\text{с}$ . Показатели рН значения рабочих растворов дефолиантов препарата хлората магния 7,0-7,78. Агрохимические испытания на дефолирующую активность предложенных дефолиантов, проведенные в 2020-2022 годах на полях фермерских хозяйств Навоийской области на средневолокнистых сортах хлопчатника «Бухара-102», «Окдаря», показали высокую дефолирующую активность и «мягкость» действия их на растения. При этом, опадение листьев составило 83,8-87,4%, после 12-й дней этот показатель достигал 85,3-90,5%, а также наблюдалось ускорение созревания и полноценное раскрытие коробочек.

Экономический эффект по стоимости обработки 1 га посевов хлопчатника предложенными дефолиантами дешевле на 42480 сумов по сравнению с жидким хлорат магниевым дефолиантом.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований по диссертационной работе доктора философии (PhD) на тему «Разработка технологии получения комплексных хлоратных дефолиантов, на основе магнийсодержащего минерала серпентинита» сделаны следующие заключения, имеющие теоретическую и практическую значимость:

1. Изучены процессы переработки серпентинитов соляной кислотой. Установлено, что оптимальными условиями процесса являются: норма расхода соляной кислоты 105% от стехиометрии; температура 95-100°C, концентрация HCl 19-20%; продолжительность процесса 120 минут.

2. Впервые изучены визуально - политермическим методом водные системы включающие хлорид магния-гипохлорит натрия – воду в широком температурном и концентрационном интервале температур -38,0÷71,2°C и ограничены области появления хлората магния. Образование хлората магния идентифицировано современными физико-химическими методами анализа.

3. Исследован процесс конверсии хлорида магния с гипохлоритом натрия в соотношении 1:6, при температуре 70, 80, 90°C и продолжительности опытов 20, 40, 60, 80 минут без выпарки и с выпаркой под вакуумом при остаточном давлении 610-640 мм. рт. ст. Установлено, что оптимальным условием при степени конверсии 84,33 %-ого хлората магния составляет температура 90°C с продолжительностью 80 минут процесса без выпарки, а при выпаривании 80°C с продолжительностью 80 минут;

4. Впервые изучен процесс разложения минерала серпентинита с соляной кислотой в присутствии гипохлорита натрия. Определено, что максимальный степень перехода хлорида магния в раствор достигается при соотношении соляной кислоты на гипохлорит натрия-85:20 соответственно, и выход целевого продукта составляет 86,90%;

5. Впервые изучен процесс термического разложения минерала серпентинита в присутствии хлорида кальция. Определено, что максимальный степень перехода хлорида магния в раствор достигается при соотношении серпентинита на хлорид кальция-100:120 соответственно, и выход целевого продукта составляет 11,26%;

6. На основе солянокислотной и гипохлорит натриевой переработки предложена технология получения хлората магниевый дефолианта, и она внедрена в практику на АО-СП «Elektrokimyozavod».

7. В результате агрохимических испытаний было установлено, что полученный новый дефолиант опадает хлопковые листья на 4-5% больше, по сравнению с действующим жидким дефолиантом хлората магния.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING SCIENTIFIC DEGREES  
PhD.17/30.07.2022.T.06.03 AT THE NAVOI STATE UNIVERSITY OF  
MINING AND TECHNOLOGIES**

---

**NAVOI STATE UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGIES**

**SHODIQULOV JURABEK MEHRIQULOVICH**

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF  
COMPLEX CHLORATE DEFOLIANTS BASED ON THE  
MAGNESIUM-CONTAINING MINERAL SERPENTINITE**

**02.00.13-Technology of inorganic substances and materials based on them**

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

**The topic of the dissertation for the degree of the Doctor of Philosophy in technical sciences is registered in the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher education, science and innovations of the Republic of Uzbekistan № B2021.1.PhD/T2184.**

The dissertation was completed at the Navoi state university of mining and technologies.

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

**Scientific Consultant:** **Umirov Farhod Ergashovich**  
doctor of technical sciences, professor

**Official opponents:** **Usanbaev Najimuddin Xalmurzaevich**  
doctor of technical sciences, senior researcher

**Ergashev Dilmurod Adiljonovich**  
doctor of technical sciences, associate professor

**Leading organization** **Bukhara institute of engineering and technology**

The defence of the dissertation will be held on «19» 04 2023 at 10<sup>00</sup> at the meeting of the Scientific council of scientific degrees PhD.17/30.07.2022.T.06.03 at the Navoi state university of mining and technologies. Address: 210100, Navoi, Makhmud Tarobiy street, 72. Conference Hall of the Navoi state university of mining and technologies. Phone: 0 (436) 223-23-32; fax: 0 (436) 223-49-66; e-mail: info@ndki.uz. nsmi@gmail.com.

The doctoral dissertation has been registered at the Information Resource Centre of the Navoi state university of mining and technologies under No 132 Address: 210100, Navoi, Makhmud Tarobiy street, 72. Phone: 0 (436) 223-56-90; fax: 0 (436) 223-49-66.

The abstract of the dissertation is distributed on 5.042023.  
Protocol at the register No 4 dated 5.042023.



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

**S.Sh. Sharipov**  
Scientific Secretary of the Scientific Council for  
awarding the scientific degrees,  
PhD., associate professor

**H.M. Vapoev**  
Chairman of the Scientific Seminar at the Scientific  
Council for the award of the scientific degrees,  
Doctor of Technical Sciences, associate professor

## INTRODUCTION (abstract of the PhD dissertation)

**The aim of the study** is to develop a technology for obtaining effective and complex acting defoliant based on the processing of Arveten serpentinite and Karmana chlorite with hydrochloric acid and hydrochloric acid in the presence of sodium hypochlorite and heat treatment in the presence of calcium chloride.

**The objects of study are** serpentinite, serpentinite products processed in hydrochloric acid and hydrochloric acid in the presence of sodium hypochlorite, thermally treated serpentinite in the presence of calcium chloride, siliceous residue, concentrate containing iron and aluminum compounds, solutions of magnesium chloride and chlorate.

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

an increase in the degree of decomposition of serpentinite up to 1,2 times and a transition to a magnesium solution were determined during the processing of serpentinite with a solution of hydrochloric acid in the presence of an oxidizing agent - sodium hypochlorite compared with treatment with hydrochloric acid;

the change in the material composition of serpentinite during the heat treatment of serpentinite with the participation of calcium chloride and the conditions for the transition of magnesium chloride from it into an aqueous solution are determined;

diagrams of polythermal solubility of water systems consisting of magnesium chloride, as well as sodium hypochlorite have been plotted, and the modes of equilibrium of the heterogeneous phase have been substantiated;

the compositions of precipitates and products were determined, the formation of chlorate compounds was proved using chemical and IR spectroscopic, mass spectroscopic and X-ray phase methods of analysis;

a technology has been developed for the production of magnesium chlorate, which has the property of a complex action on defoliation based on the complex treatment of the mineral serpentinite with hydrochloric acid in the presence of sodium hypochlorite.

**Implementation of the research results.** Based on the results obtained on the development of technology for the production of complex chlorate-containing defoliant from the magnesium-containing mineral serpentinite:

the technology of production of magnesium chloride based on hydrochloric acid processing of the serpentinite mineral is included in the list of promising developments for the introduction into the practice of JV-JSC "Elektrokimyo zavod" in 2024-2026 (Reference JV-JSC "Elektrokimyo zavod" No.038 dated September 8, 2022). As a result, the local raw materials containing magnesium made it possible to obtain magnesium chloride with a yield of 93.15% based on the mineral serpentinite.

the technology of obtaining liquid magnesium chlorate defoliant based on serpentinite, hydrochloric acid and sodium hypochlorite is included in the list of promising developments for implementation into practice of JV-JSC "Elektrokimyo zavod" in 2024-2026 (Reference JV-JSC "Elektrokimyo zavod" No.038 dated September 8, 2022). As a result, it was determined that the use of

this type of defoliant effectively affects the fall of cotton leaves by 4-5% compared to the defoliant of liquid sodium chlorate.

**The structure and volume of the dissertation.** The structure of the dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and an appendix. The volume of the dissertation is 120 pages.

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

**I bo'lim (I часть; part I)**

1. Умиров Ф.Э., Номозова Г.Р., Шодикулов Ж.М. Физико-химические свойства и агрохимическая эффективность новых дефолиантов на основе хлоратов натрия, магния и кальция, содержащих ПАВ // *Universum: Химия и Биология Россия – Москва*, 2021. – №1(79) – С. 33-35 (02.00.00; №2).

2. Umirov F.E., Nomozova G.R., Shodiqulov J.M., Qurbonova Sh.R., Vahobov J.V. Study of solvability of the quaternary system Of NaClO<sub>3</sub>-MgCl<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O // *Natural volatiles and essential oils. – Anadolu*, 2021. – Vol. 8, Issue 4. – P. 4743-4752. (Online ISSN: 2148-9637).

3. Умиров Ф.Э., Шодикулов Ж.М. Научно-технологические принципы комплексного использования серпентинита Карманинского месторождения // *Обогащение руд Россия – Санкт-Петербург*, 2022. – №1(397) – С. 41-46. (ISSN 0202-3776) (04.00.00; №24).

4. Умиров Ф.Э., Шодикулов Ж.М., Шарипов С.Ш., Салимжонов Ш.Х. Натрий гипохлорити ва магний хлориди асосида магний гипохлорити ва хлоратини олиш // *Наманган муҳандислик-технология институти илмий-техника журнали Ўзбекистон – Наманган*, 2022. – №6 – 79-83 б. (05.00.00; №33).

5. Umirov F.E., Shodiqulov J.M. Extracting magnesium chloride from magnesium bearing the Karmana serpentinite deposit // *Chemical Technology, Control and Management Uzbekistan – Tashkent*, 2022. – №2(104). – P. 5-11. (02.00.00; №10).

**II bo'lim (II часть; part II)**

6. Умиров Ф.Э., Шодикулов Ж.М., Умиров У.Ф. Исследование процессов получения хлорат-магниевевого дефолианта на основе серпентинита Арветенского месторождения // *Путь науки Россия – Волгоград*, 2020. – №10(80) – С. 19-22.

7. Умиров Ф.Э., Шодикулов Ж.М., Умиров У.Ф. Определение химического и минерального состава серпентинита Арветенского месторождения // Научно-практической онлайн конференции в сфере Министерство Высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан «Инновационные подходы к развитию науки и технологии материалы». – Навои, 20 ноября 2020 г. – С. 17-19.

8. Умиров Ф.Э., Шодикулов Ж.М., Бекназаров З.З. Минералогический состав и физико-химические параметры минерала серпентинита Арветенского месторождения // Проф. Махсумов А. Г. таваллудининг 85 йиллиги бағишланган “Кимё-технология фанларининг долзарб муаммолари”

мавзусидаги Халқаро олимлар иштирокидаги Республика илмий – амалий анжумани. – Тошкент, 10-11 март 2021 й. – 617-619 б.

9. Умиров Ф.Э., Номозова Г.Р., Шодикулов Ж.М., Сайфуллаева Н.Ф. Хлоратли дефолиантларни олишнинг янги усуллари // Проф. Қуанишбай Ўтениязовнинг 80 йиллик юбилейига бағишланган «Қорақалпоғистон Республикасида кимё ва кимёвий технология соҳалари ривожининг долзарб масалалари» мавзусидаги илмий-амалий конференция материаллари тўплами. – Нукус, – 24 март 2021 й. – 244-245 б.

10. Умиров Ф.Э., Шодикулов Ж.М., Бекназаров З.З. Серпентинит минерали асосида магний хлорат дефолиантини олиш // Материалы Международной конференции по теме «Роль современной химии и инноваций в развитии национальной экономики». – Фергана, – 27-29 мая 2021 г. – С. 261-262.

11. Умиров Ф.Э., Шодикулов Ж.М., Салимжанова Ш. Получения хлорида магния на основе минерала серпентинита Карманинского месторождения // Материалы Республиканская научно-практическая онлайн-конференция по теме «проблемы использования природных ресурсов и их инновационные решение на основе интеграции науки и образования». – Нукус, 12 ноябр 2021 й. – С. 134-138.

12. Умиров Ф.Э., Шодикулов Ж.М., Салимжонова Ш.Х. Изучение элементарного состава минерала серпентинита Карманинского месторождения // Научно –образовательный электронный журнал. Образование и наука в XXI веке. Россия – Кемерово, 2021. – №20(том 4) – С. 1347-1350.

13. Умиров Ф.Э., Шодикулов Ж.М., Аймбетова А.Қ., Аҳмадова Ю.А. Таркибида магний сақлаган Кармана серпентинити минералининг кимёвий ва рентгенографик таҳлиллари // Академик А.Ғ.Ғаниев ва академик Н.А.Парпиев хотирасига бағишланган “Комплекс бирикмалар кимёси ва аналитик кимё фанларининг долзарб муаммолари” Республика илмий-амалий конференцияси. – Термиз, 19-21 май 2022 й. – 273-275 б.

14. Шодикулов Ж.М., Умиров Ф.Э., Тробов Х.Т., Номозова Г.Р., Болтаев Ш., Салимжонова Ш.Х. Изучение процесса разложение серпентинита с гипохлоритом натрия // Zarafshon vohasini kompleks innovatsion rivojlantirish yutuqlari, muammolari va istiqbollari xalqaro ilmiy-amaliy anjumani materiallari. Navoi 27-28 октябрь, 2022 г. 491-495 с.

15. Салимжонова Ш.Х., Умиров Ф.Э., Шодикулов Ж.М. Исследование процессов промывки кремнеземистого остатка в процессе солянокислотного переработки серпентинита Карманинского и Арватенского месторождение // Fan va texnika taraqqiyotida yoshlar. Iqtidorli talabalar va magistrantlarning respublika ilmiy-amaliy anjumani. – Navoiy, 8 noyabr 2022 y. – 241-245 б.

16. Шодикулов Ж.М., Умиров Ф.Э., Тробов Х.Т., Номозова Г.Р., Аслонов А.Б. Кинетика процесса конверсии гипохлорита натрия и хлорида магния // Республиканской научно-практической конференции «Инновационные технологии производства одинарных, комплексных и органоминеральных

удобрений» посвященная 80-летию акад. Намозова Ш.С. Институт общей и неорганической химии АН Руз. – Ташкент 12-14 декабрь 2022 г. – С. 310-317.

17. Умиров Ф.Э., Шодикулов Ж.М. Исследование основных минералогических составов серпентинита Карманинского месторождения // Academic research in modern science. International scientific-online conference. – USA, – 11 february, 2023 y. – pp. 13-17.

18. Умиров Ф.Э., Шодикулов Ж.М. Исследование возможностей термической переработки серпентинита карманинского месторождения // Models and methods in modern science. International scientific-online conference. – France, – 11 february, 2023 y. – pp. 101-106.

19. Умиров Ф.Э., Шодикулов Ж. М., Намозова Г.Р., Қодиров С.М., Болтаев Ш.А. Серпентинит минералидан магний хлорид олиш ва ундан ноорганик моддалар ишлаб чиқаришда фойдаланиш // 18.06.2021yildagi №DGU 2021 2101 talabnoma bo'yicha № DGU 12161 EHM uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro'yxatdan o'tkazilganligi to'g'risidagi guvohnoma O'zbekiston Respublikasi Dasturiy mahsulotlar davlat reestrda 17.08.2021 yilda ro'yxatdan o'tgan.

Avtoreferat «O‘zbekiston konchilik xabarnomasi» jurnalidan tahririyatida tahrirdan o‘tkazilib, o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlar o‘zaro muvofiqlashtirildi.

Bosishga ruxsat etildi: 04.04.2023 yil  
Bichimi 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>, «Times New Roman»  
garniturada raqamli bosma usulida bosildi.  
Shartli bosma tabog‘i: 3. Adadi 100. Buyurtma № 10.  
Tel (93) 955-25-25.

Guvohnoma № 021683  
«HUMO PRINT 2020» MCHJ bosmaxonasida chop etildi.  
Bosmaxona manzili: Navoiy sh. Guliston - 3 massivi.