



Oybek MIXLIYEV,
Qarshi davlat texnika universiteti, DSc
E-mail: mixlievo@mail.ru

QarDTU Kimyo muhandisligi va biotexnologiya kafedra dotsenti F.Nazarov taqrizi asosida

ПОЛУЧЕНИЕ ХЛОРИДА МАГНИЯ РАЗЛОЖЕНИЕМ ДОЛОМИТА ДЕХКАНАБАДСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА СЕРНУЮ И СОЛЯНУЮ КИСЛОТЫ

Аннотация

Исследован процесс разложения доломита Дехканабадского месторождения серной кислотой и соляной кислотой. Процесс вспенивания устраняется нанесением поверхностно-активного вещества. Показал, что чем выше кислотный критерий, тем ниже скорость перехода компонентов в жидкую фазу. Исследован процесс разложения доломита Дехканабадского месторождения серной кислотой и соляной кислотой. Процесс вспенивания устраняется нанесением поверхностно-активного вещества. Показал, что чем выше кислотный критерий, тем ниже скорость перехода компонентов в жидкую фазу. Учитывая расход кислоты, скорость разложения и концентрацию сульфата магния и хлорида магния в жидкой фазе, критерий кислотного оптимума можно принять за 100-110% от Стехиометрии. При этом скорость разложения карбонатов кальция и магния находится в пределах 90-93,5%. Осадок, состоящий из сульфата кальция и минерала доломита, который не разлагается, рекомендуется для осаждения в качестве строительного материала. Из жидкой фазы суспензии кристаллизацией получают хлорид магния, двухводный сульфат кальция (гипс) и строительный аллибастр. Разработана блок-схема получения хлорида магния циклическим способом.

Ключевые слова: доломит, серная кислота, степень переход, состав твердой и жидкой фаз, осадок гипса, раствор сульфат магния, хлорид магния, блок-схема.

PRODUCTION OF MAGNESIUM CHLORIDE BY DECOMPOSITION OF DOLOMITE FROM THE DEHKANABAD DEPOSIT INTO SULFURIC AND HYDROCHLORIC ACIDS

Annotation

The decomposition process of dolomite from the Dehkanabad deposit by sulfuric acid and hydrochloric acid has been investigated. The foaming process is eliminated by applying a surfactant. He showed that the higher the acid criterion, the lower the rate of transition of the components to the liquid phase. The decomposition process of dolomite from the Dehkanabad deposit by sulfuric acid and hydrochloric acid has been investigated. The foaming process is eliminated by applying a surfactant. It has shown that the higher the acid criterion, the lower the rate of transition of the components to the liquid phase. Taking into account the acid consumption, the decomposition rate, and the concentration of magnesium sulfate and magnesium chloride in the liquid phase, the acid optimum criterion can be taken as 100-110% of the Stoichiometry. At the same time, the decomposition rate of calcium and magnesium carbonates is in the range of 90-93.5%. A precipitate consisting of calcium sulfate and the mineral dolomite, which does not decompose, is recommended for deposition as a building material. Magnesium chloride, dihydrous calcium sulfate (gypsum), and building alabaster are obtained by crystallization from the liquid phase of the suspension. A block diagram for the production of magnesium chloride in a cyclic manner has been developed.

Keywords: dolomite, sulfuric acid, degree of transition, composition of solid and liquid phases, gypsum sediment, magnesium sulfate solution, magnesium chloride, block-scheme.

DEHQONOBOD KONI DOLOMITINI SULFAT KISLOTA VA XLORID KISLOTASIDA PARCHALASH ORQALI MAGNIY XLORID OLISH

Annotatsiya

Dehqonobod koni dolomitini sulfat kislotasi va xlorid kislotasi bilan parchalash jarayoni tadqiq etilgan. Ko'piklanish jarayoni sirtfaol moddasi qo'llash orqali bartaraf etilgan. Ko'rsatganki, kislotasi meyorini qancha yuqori bo'lsa, komponentlarning suyuq faza o'tish darajasi shuncha past bo'ladi. Kislotasi sarfi, parchalanish darajasi va suyuq fazadagi magniy sulfati va magniy xlorid konsentratsiyasini inobatga olgan holda kislotasi maqbul meyorini stexiometriyatdan 100-110 % deb qabul qilish mumkin. Bunda kalsiy va magniy karbonatlari parchalanish darajasi 90-93,5 % oralig'ida bo'ladi. Kalsiy sulfati va parchalanmay qolgan dolomit mineralidan tashkil topgan cho'kmalarni qurilish materiallari sifatida qullashga tavsiya etiladi. Suspenziyaning suyuq fazasidan kristallash yo'li bilan magniy xloridi, ikki suvli kalsiy sulfat (gips) va qurilish alibaster olinadi. Siklik usulda magniy xlorid olishning blok-sxemasi ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: dolomit, sulfat kislotasi, o'tish darajasi, qattiq va suyuq fazalarning tarkibi, gips cho'kmasi, magniy sulfati eritmasi, magniy xlorid, blok-sxema.

Kirish. Magniy sulfati qishloq xo'jaligida magniy va oltingugurt saqlovchi o'g'it sifatida qo'llaniladi: u hosildorlikni oshiradi, mevalarda kraxmal va vitaminlar miqdorini oshirish orqali kartoshka va sabzavotlarning ta'mini yaxshilaydi

Ayozdan oldingi davrda paxta xomashyosini muvaffaqiyatli va sifatli terib olish shartlaridan biri g'ozga defoliatsiyasi hisoblanadi. Defoliatsiyani sifatli o'tkazish paxta hosilini qisqa muddatda to'liq terib olish imkonini beradi. Bu g'allani erta ekish, kuz-qish tadbirlarini o'tkazish, kelgusi yilda mo'l hosil olish uchun sharoit yaratmoqda. [1, 2].

Magniy birikmalari reagent sifatida sanoat tarmoqlarida keng tarqalgan. Qurilish sanoatida - magniy sementga qo'shimcha sifatida qo'llaniladi, magnezit ($MgCO_3$ ni $700^\circ C$ haroratida MgO shaklida yoqish mahsuloti). Magniy tuzlari, tabiatda asosan $MgCl_2$ va $MgSO_4$ dan tashkil topgan. $MgSO_4$ ning suvli eritmaları ko'pincha "quyuqlashtiruvchi moddalar" deb ataladi. Ularsiz suv bilan aralashirilgan kaustik magnezit asta sekin qattiqlashadi. Pulpa va qog'oz sanoatida xlor o'z ichiga olgan oqartirgichlardan foydalanganda, shuningdek, yong'inga chidamli qog'oz mahsulotlarini ishlab chiqarishda qog'ozning fizik-mexanik xususiyatlarini yaxshilashga imkon beruvchi plomba va komponent sifatida ishlatiladi.

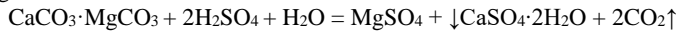
Paxta xomashyosini o'z vaqtida va sifatli yig'ib olish maqsadida paxta terimidan oldin g'ozga barglarini defoliantlar deb ataladigan kimyoviy vositalar yordamida quritish zarur. Defoliatsiya muhim agrotexnik tadbir bo'lib, bu siz paxtachilikda muvaffaqiyatga erishib bo'lmaydi [3].

Mavzuga oid adabiyotlar tahlil. Keyingi yillarda O'zbekistonda g'ozga defoliatsiyasi asosan mahalliy defoliantlar: "Super HMD", "UzDef" va "Polydef" tomonidan amalga oshirilmoqda [4,5]. Ammo bu kimyoviy vositalarni ishlab chiqarish uchun asosiy xomashyo "Farg'onaaot" AJga xorijdan valyuta hisobiga olib kelinadi. Bunda Ushbu kimyoviy vosita magniy xlorat ishlab chiqarishdagi asosiy xomashyo bishofit hisoblanadi [6]. Bu ishlab chiqarilgan mahsulotlarning yuqori narxining asosiy sababidir.

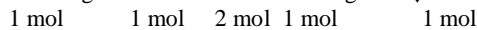
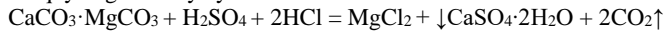
Ushbu muammoni hal qilishda mahalliy dolomit mineralini xlorid kislotasi bilan parchalash orqali olingan mahsulotlarini import qilingan "bishofit" o'rni xomashyo sifatida ishlatish dolzarb muammolardan biridir.

O'zbekistonda, xususan, Toshkent, Buxoro, Samarqand, Farg'ona, Namangan, Navoiy, Qashqadaryo viloyatlarida dolomit konlari aniqlangan.

Dolomit xomashyosini sulfat kislotasi bilan parchalaganda uning tarkibidagi komponentlar va qo'shimchalar reaksiyaga kirishganda suvli eritmaga asosan $MgSO_4$ o'tadi, chunki kalsiy sulfat yomon eriydigan modda bo'lib, cho'kmada asosan $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ qoladi. Dolomit xomashyosini sulfat kislotada parchalashda sodir bo'ladigan kimyoviy reaksiyalar tenglamasi quyidagicha:



Reaksiya suyuqlashtirilgan sulfat kislotada amalga oshirilishi kerak, chunki suv qisman bog'lanadi hamda ikki suvli gipsga aylanadi va eritma quyuqlashadi. Tabiiy dolomitni 1:2 molyar nisbatda sulfat va xlorid kislotalar aralashmasi bilan ishlov berilganda quyidagi reaksiya yuz beradi:

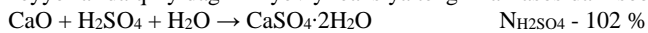


Magniyli eritmadagi magniyni ajratishda ishqoriy reagentlar qo'shib, pH = 10,6-12,0 gacha ko'tarish uchun Ca, Na, K gidroksidlari, ammiak yoki natriy karbonat (Na_2CO_3), natriy bikarbonat ($NaHCO_3$) yoki kaliy (K_2CO_3) lardan foydalaniladi. pH 10,6 da Mg gidroksidning cho'kishi boshlanadi va pH=12 da tugaydi. Mg gidroksid cho'kmasi suv bilan yuviladi, sentrafuga qilinadi yoki filtrli pressda siqib suspenziyadan qattiq faza ajratiladi va quruq kukun shakliga kelgunga qadar bug'latiladi. Mg gidroksidi $500-750^\circ C$ haroratda kuydiriladi va o'yuvchi magnezit (MgO) olinadi shuningdek $760-1500^\circ C$ haroratda ko'durish orqali metallurgiyaga o'tga chidamli MgO kukuni olinadi.

Kimyoviy tahlillar shuni ko'rsatganki, bu eritma tarkibida 22,5 g magniy xlorid (9%) va 2,5 g kalsiy xlorid (1 %) mavjud bo'lib, bu ham umumiy tuz konsentratsiyasining 10 % (massa ulushida) ga to'g'ri keladi. Magniy xlorid uchun reaksiya unumi 0,26 mol, ya'ni. 87,3 % nazariy tashkil qilgan.

Tadqiqot metodologiyasi. Dehqonobod koni dolomit xomashyosini konsentratsiyasi 20, 25 va 30 % sulfat-xlorid kislotalari aralashmasi bilan kimyoviy reaksiya tengliklari asosida $NH_2SO_4 + HCl - 105\%$ kislotalar aralashmasi meyyorida parchalash jarayonlari o'rganilgan.

Tanlangan dolomit xomashyosining tarkibida asosan CaO - 33,06 % va MgO - 16,82 % ni tashkil etadi. Kislotalar sarfi hisobi dolomit tarkibidagi CaO miqdorlariga nisbatan sulfat kislotasining 102 % va MgO miqdoriga nisbatan xlorid kislotasining 103 % meyyorlarida qo'yidagi kimyoviy reaksiya tengliklari asosida hisoblangan.



Dehqonobod koni dolomit xomashyosini sulfat va xlorid kislotalari bilan bosqichma-bosqich parchalash jarayonlaridan hosil bo'lgan kislotali nordon bo'tqaning va uni filtrlash orqali ajratilgan suyuq va qattiq fazalar hamda qattiq fazani 1:1,5 nisbatda bir marta yuvib filtrlash orqali ajratilgan yuvindi suvlarning kimyoviy va tuz tarkiblari kimyoviy eksperiment tahlillari asosida aniqlangan.

Tahlil va natijalar. Dehqonobod koni dolomitini sulfat va xlorid kislotasi meyyoriga bog'liq ravishda parchalashda dolomit komponentlarining suyuq va qattiq fazaga o'tish darajasi 1-jadvalda keltirilgan.

Dehqonobod koni dolomit xomashyosi namunasini konsentratsiyasi 20, 25 va 30 % - li sulfat - xlorid kislotalar aralashmasi bilan (1-bosqichda dolomitni sulfat kislotasi bilan va 2-bosqichda xlorid kislotasi bilan bosqichma-bosqich parchalangan) $50^\circ C$ haroratda 40 minut davomida parchalashdan hosil bo'lgan bo'tqa, suyuq faza, qattiq faza va yuvindi suvlarning kimyoviy va tuz tarkiblari qo'yidagi 1-jadvalda keltirilgan.

1 - Jadval

Dolomitni sulfat va xlorid kislotalari bilan bosqichma-bosqich parchalab olingan bo'tqa, suyuq va qattiq fazalarning kimyoviy va tuz tarkibi

№	Konst. H_2SO_4 va HCl %	Q:S	Kimyoviy va tuz tarkibi, mass. %							
			CaO	MgO	Fe_2O_3	Al_2O_3	SO_4	Cl ₂	$CaSO_4 \cdot H_2O$	$MgCl_2$
Butqaning kimyoviy tarkibi, mass. %										
1	20	1:4,48	6,56	3,34	0,04	0,07	11,47	5,90	15,93	7,92
2	25	1:3,74	7,94	4,04	0,05	0,08	13,88	7,14	19,27	9,59
3	30	1:2,99	9,31	4,74	0,06	0,10	16,28	8,38	22,61	11,25
Suyuq fazaning kimyoviy tarkibi, mass. %										
4	20	1:4,48	0,26	3,66	0,02	0,03	0,47	6,35	0,24	8,52

5	25	1:3,74	0,32	4,39	0,02	0,04	0,56	7,62	0,52	10,22
6	30	1:2,99	0,37	5,12	0,03	0,05	0,66	8,89	0,72	11,93
Qurilmagan qattiq fazaning kimyoviy tarkibi, mass. %										
7	20	1:4,48	23,02	0,24	0,06	0,12	40,23	0,10	56,99	0,18
8	25	1:3,74	27,84	0,32	0,07	0,15	48,70	0,18	68,38	0,29
9	30	1:2,99	32,65	0,41	0,08	0,17	57,17	0,25	79,77	0,39
Yuvilgan suvning kimyoviy tarkibi, mass. %										
10	20	1:4,48	0,54	1,47	0,03	0,04	0,95	2,96	1,32	3,97
11	25	1:3,74	0,68	1,81	0,03	0,05	1,17	3,65	1,62	4,88
12	30	1:2,99	0,80	2,15	0,04	0,06	1,39	4,33	1,93	5,80

Yuqorida keltirilgan 1- jadvaldan ko'rishimiz mumkinki, bo'tqa, suyuq faza, qattiq faza va yuvindi suvlarning kimyoviy va tuz tarkiblari mos ravishda CaO ning umumiy shakli 6,56 dan 9,31 % gacha, 0,26 dan 0,37 % gacha, 23,02 dan 32,65 % gacha va 0,54 dan 0,80 % gacha ortishi, MgO ning umumiy shakli 3,34 dan 4,74 % gacha, 3,66 dan 5,12 % gacha, 0,24 dan 0,41 % gacha va 1,47 dan 2,15 % gacha ortishi, Fe₂O₃ ning umumiy shakli 0,04 dan 0,06 % gacha, 0,02 dan 0,03 % gacha, 0,06 dan 0,08 % gacha va 0,03 dan 0,04 % gacha ortishi, Al₂O₃ ning umumiy shakli 0,07 dan 0,10 % gacha, 0,03 dan 0,05 % gacha, 0,12 dan 0,17 % gacha va 0,04 dan 0,06 % gacha ortishi, SO₄ ionining umumiy shakli 11,47 dan 16,28 % gacha, 0,47 dan 0,66 % gacha, 40,23 dan 57,17 % gacha va 0,95 dan 1,39 % gacha ortishi, Cl₂ ionining umumiy shakli 5,90 dan 8,38 % gacha, 6,35 dan 8,89 % gacha, 0,10 dan 0,25 % gacha va 2,96 dan 4,33 % gacha ortishi, CaSO₄ ning umumiy shakli 15,93 dan 22,61 % gacha, 0,24 dan 0,42 % gacha, 56,99 dan 79,77 % gacha va 1,32 dan 1,93 % gacha ortishi hamda MgCl₂ ning umumiy shakli 7,92 dan 11,25 % gacha, 8,52 dan 11,93 % gacha, 0,18 dan 0,39 % gacha gacha va 3,97 dan 5,80 % gacha ortishi kimyoviy tahlillar va hisoblashlar asosida aniqlandi.

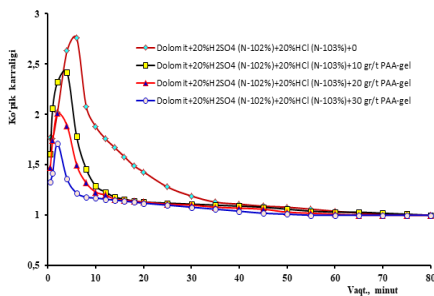
Dolomitni konsentratsiyasi 20-30 % gacha va kimyoviy reaksiya tengligi bo'yicha meyyori 105 % da sulfat va xlorid kislotalar bilan qattiq:suyuq fazalar 1: 4,48-2,99 nisbatlarda olingan bo'tqa va suyuq faza (filtrat) larning reologik hossalari (zichligi va qovushqoqligi) ga kislotalar konsentratsiyasi va haroratlarining ta'sirlari o'rganilgan bo'lib, bunda harorat 20 dan 80 °C gacha va kislota konsentratsiyasi 20 % da bo'tqa va suyuq faza (filtrat) ning zichliklari mos ravishda 1,146 - 1,087 va 1,102 - 1,045 g/sm³ va qovushqoqligi 1,802 - 0,643 va 1,139 - 0,608 sPa·s gacha, kislotalar konsentratsiyasi 25 % da zichligi 1,177 - 1,063 va 1,132 - 1,022 g/sm³ va qovushqoqligi 1,534 - 0,659 va 1,381 - 0,593 sPa·s gacha va kislotalar konsentratsiyasi 30 % da zichligi 1,194 - 1,072 va 1,148 - 1,031 g/sm³ va qovushqoqligi 1,266 - 0,675 va 1,139 - 0,608 sPa·s gacha texnologik parametrlar ta'sirida kamayishi aniqlangan (2 - Jadval).

2 - Jadval

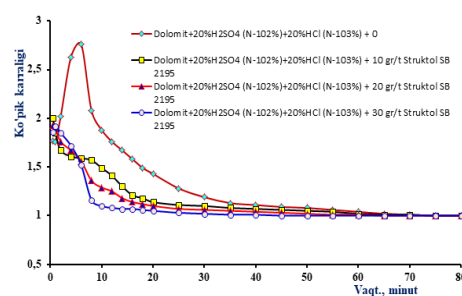
Dolomitni sulfat va xlorid kislotalari bilan parchalab olingan bo'tqa, suyuq va qattiq fazalarning reologik hossalari
(N=105 %; t=50 °C va τ=40 min)

№	Konst. H ₂ SO ₄ va HCl %	Q:S	Zichlik, g/sm ³				Qovushqoqlik, sPa·s			
			20°C	40°C	60°C	80°C	20°C	40°C	60°C	80°C
Nordon bo'tqa										
1	20	1:4,48	1,146	1,128	1,102	1,087	1,802	1,158	0,869	0,643
2	25	1:3,74	1,177	1,160	1,094	1,063	1,534	1,279	0,933	0,659
3	30	1:2,99	1,194	1,177	1,113	1,072	1,266	1,399	0,997	0,675
suyuq faza (Filtrat)										
4	20	1:4,48	1,102	1,085	1,060	1,045	1,699	1,037	0,782	0,579
5	25	1:3,74	1,132	1,115	1,052	1,022	1,381	1,151	0,840	0,593
6	30	1:2,99	1,148	1,132	1,070	1,031	1,139	1,259	0,897	0,608

Shunday qilib, Dehqonobod koni dolomitini H₂SO₄ va HCl bilan bosqichma-bosqich parchalab olingan nordon bo'tqa va uni filtrlash orqali ajratilgan suyuq faza (filtrat) ning reologik hossalari (zichlik va qovushqoqliklari) harorat ortishi bilan kamayishi va kislota konsentratsiyasining ortishi bilan esa uning ortishi eksperimental tahlillar asosida Viskozimetr VPJ-4 bilan aniqlangan.



1-rasm. Dolomitni 20 % li (H₂SO₄+HCl) bilan qayta ishlash jarayonida hosil bo'ladigan ko'pik va ko'pik karraligiga 1 tonna dolomitga nisbatan 10, 20 va 30 g/t SPM ("PAA-gel")ning ta'sir darajalari diagrammasi

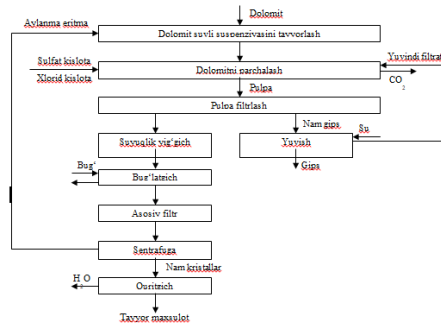


2-rasm. Dolomitni 20 % li (H₂SO₄+HCl) bilan qayta ishlash jarayonida hosil bo'ladigan ko'pik va ko'pik karraligiga 1 tonna dolomitga nisbatan 10, 20 va 30 g/t SPM "Struktol SB 2195" ning ta'sir darajasini diagrammasi

Dolomit xomashyosini konsentratsiyasi 20, 25 va 30 %, meyyori 105 % - li sulfat va xlorid kislotalari bilan bosqichma-bosqich 50 °C haroratda parchalab olingan bo'tqaning fil'trlanish tezligiga sirt passiv moddalar (PAA - gel va Struktol SB-2195) va kislota konsentratsiyalarining ta'sirlari aniqlangan.

Dehqonobod koni dolomit xomashyosini konsentratsiyasi 20 % li H₂SO₄ va HCl bilan bosqichma-bosqich parchalashdan olingan nordon bo'tqani "PAA-gel" va "Struktol SB 2195" sirt faol moddalarining 10-30 gr/tonnagacha qo'shilganiga nisbatan solishtirganimizdagi fil'trlanish tezligi bo'tqa bo'yicha 1,09 – 1,56 martaga va 1,41 – 1,59 martagacha ortganligi, 25 % li H₂SO₄ va HCl da fil'trlanish tezligi bo'tqa bo'yicha 1,09 – 1,16 martaga va 1,10 – 1,24 martagacha ortganligi va 30 % li H₂SO₄ va HCl larda fil'trlanish tezligi bo'tqa bo'yicha 1,09 – 1,56 martaga va 1,41 – 1,59 martagacha sirt passiv moddalar ta'sirida nordon bo'tqaning fil'trlanish tezligi ortganligi aniqlangan.

O'tkazilgan tadqiqotlar bishofit (MgCl₂·6H₂O) ishlab chiqarishning blok sxemasini ishlab chiqish uchun asos bo'ladi (1-rasm).



1-rasm. Dolomitni sulfat va xlorid kislotalari bilan parchalab kristallangan bishofit olishning blok sxemasi

Magniy xlorid tuzini ishlab chiqarish jarayoni quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi [7]:

- aylanma eritma qo'shish orqali dolomit suspenziyasini tayyorlash;
- gipsni yuvishda hosil bo'lgan yuvindi filtrati ishtirokida dolomitni sulfat va xlorid kislotasi bilan parchalash;
- cho'kindi gipsni filtrlash va 60 °C haroratdagi suv bilan uch karralik yuvish;
- asosiy filtratdan magniy sulfat kristallizator reaktorida 20–25 °C gacha sovutish va kristallash;
- sentrifugada filtrlash yo'li bilan magniy sulfati kristallarini ajratib olish;
- beshofetni issiq havo bilan bug'latish;
- bug'latilgan suspenziya vakkum filtrda filtrlab ajratilgan kristall ko'rinishdagi MgCl₂ tuzini olish;
- Barabanli quritgichda quritish.

Xulosa va takliflar. Dehqonobod koni dolomitini sulfat va xlorid kislotalari bilan bosqichma - bosqich parchalash jarayonlari, parchalash jarayonlariga kislotalar meyyori va konsentratsiyasi, harorati va jarayonning davomiyligiga qarab H₂SO₄ va HCl bilan bosqichma-bosqich parchalash jarayonlari o'rganilgan. Aniqlanishicha, kislota konsentratsiyasining oshishi bilan ko'pikning miqdori ortadi. Jarayonda haroratning ortishi bilan esa ko'pik barqarorligining kamayishi ko'zatilgan.

Magniy xlorid olishning blok-sxemasi ishlab chiqildi. Shunday qilib, laboratoriya tadqiqotlari mahalliy dolomit asosida qishloq xo'jaligi issiqonalarida samarali qo'llaniladigan magniy xlorid sanoat miqyosida ishlab chiqarish mumkinligini tasdiqlaydi.

ADABIYOTLAR

1. Дадаходжаев А.Т. Разработка и внедрение технологических процессов переработки доломита. // Узбекский химический журнал. -2015. -№2. Часть 1. - С.69-74.
2. Ахмедов М.Э., Дадаходжаев А.Т., Гуро В.П. Обработка доломита серной кислотой с получением сульфата магния. //Международная научно-техническая конференция «Достижения, проблемы и современные тенденции развития горно-металлургического комплекса» НГГИ. Узбекистан. 12-14 июня 2017г. - С.463.
3. Закиров Б.С. Дефолиация и урожай // Наука и жизнь Узбекистана. - 2014. - № 3 (4). - С. 14-15.
4. Хамракулов З.А., Азизова У.Х. Кинетика разложения доломита соляной кислотой // Universum: Технические науки : электрон. научн. журн. 2019. № 7(64). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/7671>.
5. Патент IAP 04447 Республики Узбекистан. Состав для дефолиации хлопчатника / С. Тухтаев, А.А. Абдуллаев, А.Т.Салижанов и др. (Узбекистан). - Заявл. 15.03.2010, опубл. 30.12.2011 // Расмий ахборотнома. - 2011. - № 12. - С. 40-41.
6. Патент IAP 0503 Республики Узбекистан. Состав дефолианта / С.Ш. Рашидова, А.А. Сарымсаков, М.А. Хайдаров и др. (Узбекистан). - Заявл. 15.10.2010, опубл. 30.11.2010 // Расмий ахборотнома. - 2010. - № 11. - С. 6.
7. О.Б. Дормешкин, А.Н. Гаврилюк, Н.И. Воробьев, Г.Х. Черчес. Получение водорастворимого удобрения – сульфата магния из доломита. // Труды БГТУ.- Минск, 2016. - № 3. – С. 6-8.