

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**



**ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК - ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ
МАГИСТРАТУРА БЎЛИМИ**

**Қўлёзма ҳуқуқида
УДК 666.9.002.68:661.152.3'14'3'4**

Жумаева Анора Адҳам қизи

**« Доломит рўдалари чиқиндиси асосида магний хлорид
олиш технологиясини ишлаб чиқиш »**

**Мутахассислик: 5A320401-Ноорганик моддалар
(минерал ўғитлар кимёвий технологияси)**

**Магистр
академик даражасини олиш учун ёзилган
диссертация**

**Илмий раҳбар
_____ доц. Ю.Х.Хидирова
« _____ » _____ 2019 й**

Қарши – 2019

**« Доломит рўдалари чиқиндиси асосида магний хлорид
олиш технологиясини ишлаб чиқиш »
МАГИСТРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСINI ЁЗИШ БЎЙИЧА
РЕЖА –ТОПШИРИҚЛАР**

Қарши муҳандислик – иқтисодиёт институти Ректорнинг 2017 йил «25» ноябрдаги 691/Т – сонли буйруғи билан тасдиқланган «Кимёвий технология» кафедраси бўйича

« Доломит рўдалари чиқиндиси асосида магний хлорид олиш технологиясини ишлаб чиқиш » мавзусидаги магистрлик диссертацияси, илмий раҳбар доц. Ю.Х.Хидирова бошчилигида Жўмаева Анора Аҳмад қизи томонидан тугалланган ҳолда 1) 2019 йил май ойида ва 2) 2019 йил июнь ойида «Кимёвий технология» кафедрасига дастлабки ҳимоя учун тақдим этилсин. Тадқиқот ишида корхонанинг бир неча йиллик ҳисоботлари, статистик маълумотлари, ҳуқуқи ва меъёрий ҳужжатларидан фойдаланилади.

Ишда ҳисоблаш жадваллари, шаклий схемалар ва чизмалар берилиши кўзда тутилади

Магистрлик диссертациясининг дастлабки нусхасини тугаллаш жадвали

1- боб. Магний хлор олиш усуллари ва уларни технологик таҳлили – 2019 йил феврал - июнь

2 - боб. Жараённинг параметрларини назарий асослаш – 2018 йил сентябр - декабр

3 - боб. Тажрибавий текширишлар натижалари – 2019 йил январ - март

Диссертацияни «Кимёвий технология» кафедрасида 2019 йил « 28 » майда ўтган дастлабки ҳимоясида илмий раҳбар томонидан берилган топшириқлар:

Топшириқлар қабул қилинди: _____

М У Н Д А Р И Ж А

КИРИШ	4
1-БОБ. МАГНИЙ ХЛОР ОЛИШ УСУЛЛАРИ ВА УЛАРНИ ТЕХНОЛОГИК ТАҲЛИЛИ	9
1.1. Хом ашё манбаи, маҳсулот сифати ва унга бўлган талаб.....	9
1.2. Магний хлор ишлаб чиқариш.....	15
1.3. Магний хлор олишнинг ўрганилган физик-кимёвий системалари.....	21
... 1.4. Тадқиқотлар хулосаси.....	35
1-боб бўйича хулосалар.....	36
2 - БОБ. ЖАРАЁННИНГ ПАРАМЕТРЛАРИНИ НАЗАРИЙ АСОСЛАШ	37
2.1. Буғлатиш қурилмаси мукаммал ҳисоби.....	37
2.2. Магний хлор олишда қўлланиладиган буғлатиш қурилмасини танлаш.....	49
2-боб бўйича хулосалар.....	54
3-БОБ. ТАЖРИБАВИЙ ТЕКШИРИШЛАР НАТИЖАЛАРИ	55
3.1. Тажрибалар дастури.....	55
3.2. Тажрибавий текширишлар ўтказишнинг услуби ва шароитлари.....	56
3.1. Тажрибавий текширишлар ўтказишнинг услуби.....	63
3.2. Руданинг физик-механик ва технологик хоссалари.....	65
3.3. Руда таркибидаги моддаларнинг физик-кимёвий хоссалари.....	67
3.3. Магний хлорнинг физик-кимёвий хоссалари.....	75
3-боб бўйича хулосалар.....	76
Хулоса ва таклифлар	78
Адабиётлар руйхати	80
Иловалар	

КИРИШ

Маҳаллий ва хорижий бозорларда талаб юқори бўлган маҳсулотлар ишлаб чиқариш учун саноатда кооперация алоқаларини ривожлантириш, хўжалик юритувчи субъектлар ўртасида ўзаро ҳамкорлик учун қулай шарт-шароитлар яратиш мамлакатимиз иқтисодиётини жадал ривожлантиришнинг энг муҳим шартлари ҳисобланади.

Ички бозордаги эҳтиёжлар ҳажмларининг таҳлили давлат томонидан қўллаб-қувватлашнинг самарали механизмларини амалга ошириш орқали саноат кооперациясини ва талаб юқори бўлган товарларнинг алоҳида турларини ишлаб чиқаришни кенгайтириш учун фойдаланилмаётган имкониятлар мавжудлигини кўрсатмоқда.

Саноат маҳсулотлари ишлаб чиқаришни янада кенгайтириш, кичик бизнес субъектларини саноат фаолиятига кенг жалб этиш, саноат кооперациясини мустаҳкамлаш ва ривожлантириш, ишлаб чиқарилаётган маҳсулотлар таннархини камайтириш борасида кўпгина ишлар олиб борилмоқда.

Иқтисодий ривожланишда энг асосий йўналишлардан бири маҳаллий хом ашёлардан комплекс фойдаланиш ва рақобатбардош импорт маҳсулотларни ўрнини боса олдиган маҳсулот ишлаб чиқариш технологиясини яратиш. Узоқ муддатли истиқболга мўлжалланган, мамлакатимизнинг салоҳияти, қудрати ва иқтисодиётимизнинг рақобатбардошлигини оширишда ҳал қилувчи аҳамият касб этадиган навбатдаги муҳим устувор йўналиши – бу асосий етакчи соҳаларни модернизация қилиш, техник ва технологик янгилаш, транспорт ва инфратузилма коммуникацияларини ривожлантиришга қаратилган стратегик аҳамиятга молик лойиҳаларни амалга ошириш учун фаол инвестиция сиёсатини олиб боришдан иборат [1].

Мавзунинг долзарблиги. Ривожланиб бораётган Ўзбекистон Республикаси иқтисодиётининг минерал ресурслар, жумладан магний хлоридга бўлган талаб кундан-кунга ошиб бормоқда. Магний хлорид кимё саноатида турли хилдаги дефолиантлар олишда, енгил ва энергетика соҳасида, қурилиш (цемент тайёрлашда), медицинада, магнит метали олишга хом ашё сифатида, яъни турли қотишмалар олишда, шунингдек, титан ва кремнийни термик тиклашда қўлланилади. Тўқимачилик саноатида аппаратура сифатида, ёғоч конструкцияли маҳсулотларни оловга бардошлигини ошириш учун уларга шимдиришда, унинг эритмалари антифриз сифатида, темир йул стрелкаларини музлаб қолишдан сақлаш мақсадларида ишлатилади.

Қишлоқ хўжалиги ривожланаётган мамлакатлар бишофит (магний хлорид гексагидрати) лар асосида арзон бўлган дефолиантларни қўлланиши пахта хом ашёси ишлаб чиқариш таннархини сезиларли даражада пасайишига олиб келади.

Қурилиш материаллари ишлаб чиқариш индустрияси ҳам магнезиал цемент ишлаб чиқаришда кўплаб миқдорда бишофитлар қўллашни талаб этади.

Ўзбекистон Республикаси хўжалигида магний хлорид, натрий хлоридга бўлган талаб юқори бўлиб, тармоқлараро характерга эгадир: кимё, металлургия, энергетика, фармацевтика ва саноатнинг бошқа тармоқлари бу хом ашёга нисбатан талаб жуда юқори.

Ҳозирги вақтда бу маҳсулотга бўлган талаб фақатгина импорт ҳисобига ва жуда катта харажатлар ҳисобига қондирилмоқда. Шунга ўхшаш бошқа харажатлар оқибатида тайёр маҳсулотнинг бозор нархи ошиб кетишига олиб келмоқда. Маҳсулотнинг қимматлиги уни нафақат ички бозорда, балки ташқи бозорда ҳам рақобатга бардошсиз қилади. Ҳозирги кунда республикада магний хлорид ишлаб чиқарилмайди, чунончи, саноат учун аҳамиятли бўлган заҳиралар ҳам мавжуд.

Караумбет ва Борсакелмас кўллари рапаси магний хлорид ишлаб чиқариш учун муҳим манба бўлиб хизмат қилади. Караумбет кўлининг захарли 3365 минг тонна NaCl , 2181 минг тонна Na_2SO_4 , 700 минг тонна MgCl_2 деб ҳисобланмоқда.

Йўл-йўлакай олинадиган натрий хлорид хомашё сифатида Қўнғирот сода заводида юборилади, бу эса магний хлорид ишлаб чиқариш таннархини камайтиришга олиб келади.

Шундай қилиб, Караумбет ва Борсакелмас кўллари рапасини комплекс қайта ишлаб, кальций сульфат дигидратини, натрий хлорид ва магний хлорид гексагидратини олиш технологиясини ишлаб чиқиш шу кўннинг долзарб муаммоларидан ҳисобланади.

Шу кўнга йиғилиб қолган маълумотлар шуни кўрсатадики, сульфат - хлорид типидagi рапани қайта ишлаш учун ягона энергия тежовчи технологик схема ишлаб чиқиш имконияти йўқ. Бу хом ашё манбаларининг таркиби бўйича бир-биридан фарқ қилиши билан боғлиқдир. Масалан, хом ашё таркибидаги натрий хлорид миқдорининг юқори даражада бўлиши уни рапа таркибидан ажратиб олишнинг тежамкор усуллари топишни талаб қилади. Туз миқдорининг кам бўлиши рапа концентрациясини оширишни талаб этади.

Рапани қайта ишлашнинг турли усуллари мавжуд. Масалан, океан сувидан бишофитни ажратиб олиш мумкин, бунда магний ионларини чўктириш оҳак орқали амалга оширилади, ҳосил бўлган чўкма суспензияси сув билан карбонлаштирилади. Карбонлаш жараёнида $\text{Mg}(\text{OH})_2$ суспензиясидаги магний эритма таркибига ўтиб, магний гидрокарбонатга айланади. У магний хлорид иштирокида конверсияга учраб, натрий бикарбонат ва магний хлорид эритмаси ҳосил бўлади.

MgHCO_3 чўкмаси кальцинацияланиб сода олинади, магний хлорид эритмаси эса бишофит олишга ишлатилади. Шундай бўлсада, бу усулнинг камчилиги реагентлар (CaO ва CO_2) олиш учун кўп миқдорда оҳак керак

бўлса, иккинчидан, эритмани буғлатиш талаб этилади. Бу усул таркибида сульфат ионлари сақловчи тузли эритмаларни қайта ишлашга яроқсиз ҳисобланади.

Бундан ташқари, ош тузи (натрий хлорид) олиш усуллари, яъни, концентрланган магний хлорид эритмаси ва тузли эритмалардан тоза ҳолдаги магний оксиди олиш усуллари ҳам мавжуд. Жараён ўз ичига HCl ни оҳак билан ўзаро таъсир натижасида кальций хлорид олишни, тузли эритмани кальций хлорид билан сульфатсизлаштиришни, қуёш ванналарида сувни табиий буғлатиш йўли билан натрий хлорид олишни, табиий буғлатиш натижасида ҳосил бўлган тузли эритмани қайта ишлаб концентрланган магний хлорид олиш, охирги эритмани қуриштириб ва уни қуйдириш натижасида юқори сифатли магний оксид ва HCl кислотаси олиш, жараён бошидаги кальций хлорид олишларни ўз ичига олади. Шунинг билан биргаликда, бу усулнинг камчилиги, ютуқ томонларидан кўпроқдир: технологик жараённинг мураккаблиги, яъни бир қанча алоҳида босқичлардан иборат, қурилмаларнинг мураккаб тузилишини талаб этади, улар қимматбаҳо, коррозияга чидамли материаллардан тайёрланган; кўпбосқичли ва технологик жараёнлар узок давом этади, айниқса табиий буғлатиш ва тузли эритмани буғлатиб натрий хлорид ва карналлитни чўктириш жараёнлари, шунингдек охирги тузли эритма олишда ҳам HCl нинг юқори даражадаги коррозия фаоллиги.

Шундай қилиб, Караумбет ва Борсакелмас кўллари рапасини қишки ва ёзги чўктириш мақсадида қайта ишлаб дистиллиланган суюқлик билан сульфатсизлантириш ва икки босқичли буғлантириш ишларни фаол даражада олиб боришни ва уни амалда қўллашни талаб этади.

Диссертация ишининг мақсад ва вазифалари. Доломит рудалари таркибидан ажратиб олинган галит чиқиндиси билан сувнинг доимий қаттиқлиги бўлган магний сульфатдан фойдаланиб, магний хлор ишлаб

чиқариш технологиясини ишлаб чиқиш ва 2-босқичли буғлатгични ҳисобини бажариб магний хлорни буғлатиш бўлимини такомиллаштириш.

Ишлаб чиқариладиган маҳсулот, унинг хусусиятлари ва унга қўйиладиган техник-эксплуатацион талаблар;

-технологик жиҳозларни танлаш ва уларнинг характеристикалари, тузилиши ва ишлаш тартиби;

-технологик ва ёрдамчи жиҳозларнинг иш унумини ва зарурий сонини ҳисоблаш;

-объектнинг режаси;

-ишлаб чиқилган технологик жараён баёни;

-энергетик ҳисоботлар;

-асосий жиҳозлар ҳисоби.

Илмий янгилиги. Магний хлор тузини буғлатиш жараёнида эритмадаги қаттиқ фазани кристалланишига ўтиши ва материал таркибидаги намликни йўқотиш. Қуруқ ҳолда ўтишида технологик параметрларни аҳамиятини ўрганиши, маҳсулотнинг бир қатор технологик хусусиятлари ўрганилиб, магний хлорид ишлаб чиқариш учун қўлланиладиган технологияни такомиллаштирилди ва 2-корпусли буғлатиш қурилмаси ўрнатилиши оқибатида янада кўпроқ маҳсулот олишга эришилади. Бу эса иқтисодий жиҳатдан яхши самара беради, маҳсулот сифати талаб даражасида бўлади.

Амалий аҳамияти. Тадқиқотлар натижасига асосан руда таркибидаги магний хлорнинг эрувчанлик ҳарорати, физик-кимёвий ҳоссаси, флотацион машинанинг турлари, фильтр қурилмалари билан бирга буғлатиш жараёнининг оптимал шароитини танлаш. Олинган тузни буғлатишда қўлланиладиган 2 корпусли буғлаткичнинг асосий ўрни ва аҳамиятини ўрганиш.

Тадқиқот предмети. Доломит кони рудасидан бишофит олиш усулида магний хлорид ишлаб чиқариш технологик схемаси.

Дехқонобод калийли ўғитлар заводи бўғлатиш бўлимидаги асбоб ва қурилмалар.

Тадқиқот объекти. Дехқонобод “Калийли ўғитлар” заводи. Доломит кони магний сульфати, кальций карбонат, магний карбонат магний хлорид, натрий хлорид, магний хлорид суспензиялари.

Диссертациянинг тузилиши. Диссертация учта боб, хулоса ва фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан иборат. Иш 93 бетдан иборат, компьютерли текстда келтирилган, 7 та расм ва 21 та жадвал мавжуд.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати 79 та номдан иборат.

1-БОБ. МАГНИЙ ХЛОР ОЛИШ УСУЛЛАРИ ВА УЛАРНИ ТЕХНОЛОГИК ТАҲЛИЛИ

1.1. Хом ашё манбаи, маҳсулот сифати ва унга бўлган талаб

Борсакелмас ва Караумбет минерал тузларининг кони Қорақалпоғистон Республикаси Қўнғирот туманидан 45-80 км узоқликда жойлашган. Ушбу кон 1992-1993 йилларда чуқур изланган бўлиб, Ўзбекистан Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 1992 йил 6 мартдаги 75-ф сонли фармойиши бўйича НТО «Тошкентгеология» «Химгеонеруд» экспедицияси томонидан республикада сода ишлаб чиқаришни йўлга қўйиш мақсадида олиб борилган.

Фойдали ва қазилма бойликларни қазиб чиқариш Давлат комиссияси ва геология ҳамда минерал ресурслар Давлат комиссияси томонидан 1994 йил 1 январда (баённома ГКЗ № 20.004.1994 й.) рудани очиқ усулда қазиб олишга рухсат этилди.

1. Қаттиқ фазадаги Борсакелмас кони минерал тузларининг заҳиралари А+В+С1 категория бўйича жойлашган бўлиб, НС1 нинг 96,32% миқдоридagi заҳарли 1331053 минг тонна кальцинацияланган сода ишлаб чиқариш учун, ош тузи ишлаб чиқариш учун 121202 минг тонна заҳира ва озуқа тузлари ишлаб чиқариш учун эса 9846 минг тонна заҳирага эга.

2. Қаттиқ фазадаги Караумбет кони минерал тузларининг заҳарлилиги

2.1. Таркибида ўртача 95, 64% НС1, ВВ+С Р бўлган галит заҳиралари 2032 минг тонна.

2.2. Натрий сульфат олиш учун аралаш хомашё (ГОСТ 6318-77 бўйича) ва бишофит учун (ГОСТ 7759-73 бўйича):

Тузнинг ҳажмий масса миқдори:

Борсакелмас - 1,4 т/м³

Караумбет - 1,5 т/м³

1.1.1-жадвал

Борсакелмас кони минерал тузларининг захиралари A+B+C₁ категория бўйича жойлашиши

Категория	Туз	NaCl	Ўртача сода, %	Na ₂ SO ₄	Ўртача сода, %	MgCl ₂	Ўртача сода, %
B	1196	201	16,82	746	62,35	194	16,18
C ₁	2813	553	19,64	1706	60,60	419	14,90
B+C ₁	4009	754	18,8	2452	61,15	613	15,28

Рапалар:

Борсакелмас - 1,22 т/м³

Караумбет - 1,26 т/м³

Геологлар томонидан олиб борилган тадқиқотлар натижасида шу нарса маълум бўлдики, Караумбет кони минерал тузларидан ош тузи ва бишофит олиш имкониятлари мавжуд экан.

1992-1993 йилларда олиб борилган геологик разведка ишлари билан таққосланганда ва олдиндан амалга оширилган қидирув - баҳолаш 30 йил мобайнида Борсакелмас конидаги тузнинг таркиби натрий хлорид миқдорининг ошиши томонига ўзгарган. Қаттиқ фазадаги NaCl миқдори 10% дан ошган, бу умумий миқдордаги эримайдиган чўкма ва кальций сульфатнинг камайишига (3-4 марта) олиб келган.

Буларнинг барчаси табиий иқлимнинг ўзгариши атмосферадаги чўкмаларнинг камайиши, шунингдек, буғланиш интенсивлигининг ошиши натижасида кўл ва бассейнлардаги сувнинг минераллашиши ошиб, ҳозирги вақтда рапада туз миқдори ошиб бориш, галитли тузлар чўкишига сабаб бўлмоқда.

Галитли тузлашнинг сифати яхшиланган, NaCl миқдори 8,4%га, SO_4 2/4 2,5% га, Ca 0,16% га, Mg 0,42%, сув таркибида 2,89% га ошган.

Аралаш тузлардан натрий хлорид миқдори (NaCl миқдори 42,8 % дан 44,7 % га) камайиб, рапада сульфат-магнийли ва калийли тузлар кўпайган. SO_4 2/4 миқдори 33,8-39,4 %га, Mg-2 3,17%га; K-0,18-0,26%га ошган. 1993-2001 йиллар оралиғида Караумбет кони рапаси таркиби ҳам ўзгарган. Натрий хлорид миқдори 19-20 дан 17% гача камайган, магнийнинг хлоридли ва сульфатли бирикмалари миқдори эса 4,5-6,5 дан 8% гача ошган. Рапанинг pH миқдори 7,4-7,6 атрофида сақланган, зичлиги эса 1,240-1,250 г/см³ ни ташкил этади.

Караумбет кони лойиҳавий контурасидаги саноат захарли В+С категорияси бўйича минг тоннани ташкил қилади:

- галитли тузлар - 2032, 57 (NaCl - 1943,93);
- аралаш тузлар - 4008, 93 (NaCl - 753,8; натрий сульфат - 2451, 59 ва магний хлорид-612,55)

Геологик ҳисоботлардаги маълумотлар бўйича Караумбет рапаси таркибида асосий компонентларнинг миқдори (%да);

MgSO_4 - 5,46; MgCl_2 - 5,45; NaCl - 18,36; H_2O =70 Рапа таркибининг MgCl_2 захиралари: $(1506,3 \times 5,45): 100=87,5$ минг тонна.

MgCl_2 ни рапа таркибида йиғилган миқдори ва аралаш тузлар таркибидаги миқдори:

$$612,5 + 87,5 = 700 \text{ минг тонна}$$

Рапа юзасидан сувни буғланиши давомида NaCl чўкмага тушади. Шунинг билан биргаликда қаттиқ, ҳолдаги туз қатламлари билан қопланган кўлнинг юзасига кўпинча рападан буғланаётган сув интенсивлиги таъсир этади.

1.1.2-жадвал

Караумбет конининг минерал тузларини қайта ишлашдаги асосий техник-иқтисодий кўрсаткичлари

Кўрсаткичларнинг номи	Ўлчов бирлиги	NaCl ишлаб чиқариш	NaCl, Na ₂ SO ₄ ва MgCl ₂ ишлаб чиқиш
В+С ₁ категориялари бўйича захиралар: - натрий хлорид - магний хлорид	Минг тонна Минг тонна	2523 -	3392 552
Ўртача миқдори: - натрий хлорид - магний хлорид - натрий сульфат	% мас. % мас. % мас.	94,4-94,5 -	- 14,3-15,0 54,8-60,6
Йўқотишлар	%	1,0	1,0
Саноат захиралари: - натрий хлорид - магний хлорид	Минг тонна Минг тонна	2498	3365 546
Йиллик чиқариш: - натрий хлорид - магний хлорид	Минг тонна Минг тонна	62,5	82,5 12,5
Йиллик маҳсулот ишлаб чиқариш унумдорлиги: - ош тузи - бишофит бўйича	Минг тонна Минг тонна	50,0	50,0 20,0
Корхонани таъминлаш муддати: - натрий хлорид - магний хлорид	Йил Йил	40,0 -	40,0 43,6

1.1.3-жадвал

Борсакелмас кони рапаси тузининг таркиби

Қазиб чиқариш №	Компонентлар микдори, %									Тузлар йиғиндиси	Нисбий оғирлик, г/см³
	Ca(HCO ₃) ₂	CaSO ₄	MgSO ₄	MgCl ₂	KCl	NaCl	NaNO ₃	NH ₄ NO ₃			
Блок IА 33 намуна таҳлилнинг ўртачаси	0,22	0,014	2,94	4,15	0,19	22,95	0,066	0,02	30,33	1,22	
Блок IIВ 10 намуна таҳлилнинг ўртачаси	0,02	0,03	2,31	3,79	0,15	24,37	0,05	0,04	30,77	1,22	
Блок IIIБ 7 намуна таҳлилнинг ўртачаси	0,02	0,03	2,53	4,38	0,16	24,19	0,05	0,04	31,41	1,22	
Блок IV С 27 намуна таҳлилнинг ўртачаси	0,02	0,04	2,30	4,16	0,14	22,40	0,06	0,04	29,16	1,22	
Ўртача	0,02	0,03	2,54	4Д3	0,17	23,05	0,06	0,03	30,07	1,22	

Шундай қилиб, геологик тадқиқотлар натижасидаги материаллар анализида қуйидагилар аниқланди: (1.1.3-жадвал)

1. Борсакелмас кони қаттиқ фазаси асосан NaCl нинг ўртача миқдори 96,32 % бўлган ош тузидан иборат. Қаттиқ фазадаги MgCl_2 эса йўқ. Ушбу кондаги рапа таркибида бошқа компонентлар билан биргаликда ўртача миқдори 4,13% бўлган MgCl_2 ҳам бор.

2. Караумбет кони қаттиқ фазаси 2 турдаги тузлардан ташкил топган:

- 95,64 % дан иборат бўлган галитли тузлар;
- таркибида 18,8 % NaCl ; 61,15% Na_2SO_4 ва 15,28% MgCl_2 бўлган аралаш тузлар.

Караумбет кони рапаси ҳам ўртача таркиби 6,2-8,3 % бўлган MgCl_2 дан иборат бўлиб, умумий миқдори 87,5 минг тоннани ташкил этади.

MgCl_2 нинг саноат заҳарли қаттиқ фазада 612,5 минг тоннани ташкил этади.

Жами: $612,5 + 87,5 = 700$ минг тонна.

Бу эса лойиҳаланаётган кувватга, яъни йилига 10,5 минг тонна MgCl_2 ишлаб чиқаришга етади, 10% йўқотишлар ҳисобга олиниб, 60,6 йилга етади.

3. Караумбет кони рапаси концентрланиш тенденциясига эга бўлиб, сувни кўл устида буғланиб чўкма ҳосил бўлишидан далолат беради.

4. Геологлар томонидан Караумбет кони тузларини магний хлорид, натрий сульфат ва натрий хлорид ишлаб чиқариш учун хомашё базаси деб эътироф этилган.

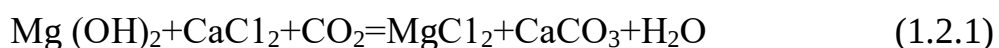
Ўзининг заҳарлиглига кўра, концентрланган параметр ва Қўнғирот сода заводига яқин жойлашганлиги учун MgCl_2 эритмасини Караумбет туз кони базасида ташкил этиш мақсадга мувофиқдир:

- биринчи босқичда (7-8 йил) NaCl ва MgCl_2 (эритма) олишда кристалсимон рапани хом ашё сифатида ишлатиш;
- иккинчи босқичда аралаш тузларни NaCl , Na_2SO_4 ва MgCl_2 эритмасини олишда фойдаланиш

1.2. Магний хлорид ишлаб чиқариш

Магний хлоридни денгиз сувидан уни олдиндан концентрламасдан ва NaCl ни чўкмага туширмасдан, бевосита магний гидрооксидни оҳакли сув билан тиндириш йўли билан ва уни HCl кислотасида эритиб олинади. 25% ли Mg (OH)₂ чўкмаси суюлтирилган MgCl₂ эритмаси билан аралаштирилади ва HCl билан нейтралланади. Таркибида 15 % MgCl₂ бўлган эритма буғлатилади. Бу усул Mg (OH)₂ олиш имкониятини беради, сўнгга бор бирикмалардан холи бўлган магний хлорид олишда ишлатилади. Магний металига айлантириладиган магний хлорид таркибидаги бор миқдори 0,001% дан ошмаслиги керак.

Хлор манбаи бўлиб Mg (OH)₂ суспензиясини MgCl₂ га айлантириш учун CaCl₂ эритмаси хизмат қилиши мумкин. CaCl₂ эса сода ишлаб чиқаришда ҳосил бўладиган арзон чиқиндидир. CaCl₂ эритмасидаги Mg(OH)₂ суспензияси 76 карбонлашга учратилади:



Чўкма ажратиб олингандан сўнг таркибида 10% MgCl₂ ва NaCl нинг бир оз миқдори бўлган эритма олинади.

Эритмани буғлатиш натижасида 35% гача MgCl₂ ва асосий қисмда кристалл ҳолатда ажралади.

Денгиз суви, кўл рапаси ва лиманлардан магний хлорид (MgCl₂ -6H₂O) ишлаб чиқариш тузларни тиндириб ва бромни ажратиб сўнг олинади [1,2].

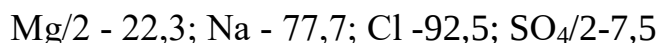
Денгиз суви ва денгиз типидagi тузли кўллар рапасини буғлатиш жараёнини диаграммадаги 25°C ли сувли системалар изотермаларида кузатиш мумкин [3-10].



Бу система жуда мураккаб бўлиб, қаттиқ, фаза миқдори бўйига ҳам, метастабил ҳолатда кристалланишга мойил бўлади.

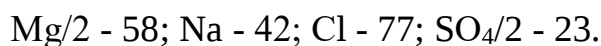
Мирабилит, тенардит, галит ва эпсомитларнинг метастабил қисмлари астраханитнинг ички майдонига ёпишишга ҳаракат қилади (пунктр чизиқлар

билан чегараланган). Олинган денгиз суви ва тузли эритмалари туз массасининг таркибини 1 нуктада %да ион-эквивалент ҳисобида ифодалаш мумкин:



Бу эритманинг изотермик буғланишда биринчи бўлиб қаттиқ фаза ош тузи ажралиб чиқади.

Натрий хлорнинг кристалланиш жараёнида эритманинг таркиби нур бўйича 1 -2 кристалланишда ўзгаради, эритманинг таркиби 2 нуктада:



Кристалланиш жараёни босқичларида буғланадиган сув миқдорини сув диаграммасидан аниқлаш мумкин.

Агар стабил фазаларгина кристалланса, унда сувни яна буғлатиш давомида эритма таркиби эгри чизиқнинг 2-3 нукталарида ўзгаради, бунда галит ва астраханит эриб, NaCl ва $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ аралаш чўкмаси ҳосил бўлиши мумкин.

Шунингдек, бу табиий шароитда узоқ давом этадиган ва барқарор муҳим мувозанат ҳосил бўлишига олиб келади.

Кўпчилик кўлларда денгиз сувининг буғланиши оқибатида астраханит чўкмасдан, балки унинг ўрнига NaCl ва $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ кристаллана бошлайди.

Бу аралашманинг таркиби магний хлорид концентрациясининг ошишига қараб ўзгаради.

Учлик нукта $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ бирлашганда магний хлорид 1 молекула сув йўқотиб, $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ га айланади.

Тузли эритма концентрациясининг янада ошириб борсак, у Е нуктадаги суюқ фазанинг эвтоник нуктасига етади (молекула 1000 моль сув); MgCl_2 - 101,0; MgSO_4 - 9,5; 2NaCl - 1,1; натрий хлорид ва $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ажрала бошлайди ва тузли эритма тўлиқ қуригунча таркиби ўзгармайди. Бундай таркиб плюс бир қанча калий ва бром тузлари миқдори «қуёшли» магний хлоридга эга бўлиб, у рапани 25°C да табиий буғланиши натижасида ҳосил

бўлади. 0°C да ундаги MgSO_4 миқдори тахминан 2,5 баробар камаяди. 0°C даги изотерма [10] (65°C да ва қуйидаги концентрациялар диапазонида 7,88-6,79 % MgSO_4 ; 7,71-0,9% MgCl_2) 21,14-21-82% NaCl кристалланиб, қўш сульфат $9\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4$ [8] ҳосил бўлади. Рапа одатда завод шароитида интенсив равишда буғланилади, қуёш иссиқлигидан фақатгина табиий сув концентрациясини 20% гача бошланғич жараёнида фойдаланилади.

Магний хлор шўроба карналлитини парчалаш усулидан қатъий назар кристалланишдан сўнгги сунъий карналлит 6 молекула сувли магний хлорид ва уни сувсизлантириш учун буғлантирилади. Шунга ўхшаш шўробалар таркибида MgCl_2 миқдори 28-31% ни ташкил этади. Ишда [10] карналлитли системалар учун 25°C даги изотермалари ўрганилган. Кристалланишнинг энг кўп юзасини NaCl ва KCl майдонлари эгаллайди. Кўпроқ эрувчан карналлитнинг майдони кўпроқ бўлиб, бишофит майдони эса жуда кам.

Бу барча тўрт майдон қўшалок икки нуқтада бирлашади. Биринчи нуқтада -карналлитли тўйинган эритма қуйидаги таркибга эга (мас.% да): MgCl_2 - 25,54 NaCl -2,36, KCl - 3,2 мувозанат ҳолатда 3 та қаттиқ, фаза мавжуд: NaCl , KCl ва $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Икки учталиқ нуқтада эса бишофитли қуйидаги таркиб мавжуд: MgCl_2 -35,56; NaCl - 0,32 KCl - 0,12. бу нуқтада мувозанатдаги тўйинган эритмада $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ва KCl мавжуд.

Карналлитли ва бишофитли нуқталарни бирлаштирувчи чизик турли усуллар билан карналлитни қайта ишлаб олинган якуний магний хлорли шўроба миқдорига мос келади.

Магний хлорли шўробани буғлатиш жараёнида концентрация қанча кўп бўлса, улар шунча кам бўлади. Одатда бу тузлар эритма таркибида MgCl_2 миқдори 35% қолгунча буғланилади. Сўнггра жараён 2,4 ва 6 молекула сув тутган магний хлорид олиш учун давом эттирилади.

Магний хлорли карналлит шўробасини NaCl KCl дан тозалаш учун газсимон KCl билан ишлов берилади. KCl NaCl га нисбатан осон ишланади.

КС1 концентрация кам бўлса ҳам карналлит чўкмага туша бошлайди. КС1 концентрацияси катта (300 г/л) бўлса, юқори даражадаги тоза $MgCl_2 \cdot 6 H_2O$ олинади. Эритмани ҳаво билан пуркаш орқали амалий жиҳатдан сувсиз КС1 ни регенерация қилиш мумкин [10].

Бу усуллар билан тоза маҳсулотлар олиш КС1 ни ион алмашиниш жараёнларида яхши натижалар олиш имкониятини беради.

Таркибида $MgCl_2$ ва турли хил аралашмалар бўлган шўробани қайси усул билан олинганидан қатъий назар, у буғлатилади. Буғлатилган шўроба идишга қуйилади ва у совигандан сўнг кристалланиб, қаттиқ, массага $MgCl \cdot 6H_2O$ га айланади. Юқори концентрациягача буғлатиш юқори ҳароратда эритмани қайнатиш билан боғлиқ. Атмосфера босими 160 дан юқори бўлса $MgCl_2$ амалий жиҳатдан гидролизга учраб, КС1 ажрата бошлайди.

Магний хлорли шўробаларни буғлатиш учун вакуум-буғлатгич аппаратлари қўлланилади [12,13]. Ёниш жараёнигача буғлатадиган аппарат чўян ёки пўлатдан тайёрланган бўлиб, унда футерланган цилиндр ва горелка ўрнатилган бўлади.

Эритмадан сувни буғлатиш ҳарорати буғ-газ аралашмасидаги тўйинган буғ парциал босимига мос келади. Бу бутун қиздирилаётган юзадан ўтадиган ҳароратга қараганда пастдир. Чиқариб юборилаётган газларнинг ҳарорати қайнаётган эритма ҳароратидан 1-2°C юқори бўлиши мумкин. Фойдали иссиқлик коэффициенти жуда юқори (95%). Буғлатиш батареясида 3-4 дан кетма-кет қўшилган (суёқлик бўйича) магний хлор солинган аппаратлар $MgCl_2$ нинг концентрацияси 34-35% бўлгунча буғлатилади.

$MgCl_2$ концентрациясини 45-57% гача етказиш учун ҳосил бўлаётган тузларни ажратишдан сўнг (агар талаб этилса) ва эритмани кальцийдан тозалаб (унга $MgSO_4$ эритмаси қўшилади), 25-30 атмосфера остида қиздирилган буғ билан ишлов берилади.

Буғлатилган шўробани бевосита идишга қўйишда темирдан килинган барабаннинг майдони совуш учун катта бўлиши керак. Бундан ташқари

совиган массани идишдан чиқариб олиш қийинчилик туғдиради, идиш эса тез коррозияга учрайди, яъни магний хлорид таъсирида.

Бу ноқулайликлар магний хлоридни шағалчалар (чешуя) шаклида олиш йўли билан бартараф этилади. Бундай ҳолатда эса идиш сифатида фанерли яшик ва бочкалар ёки кўп қаватли кравцеллюлозали қоплардан фойдаланиш мумкин. Шўробани буғлатиб, донатор магний хлорид олишда у айланувчи пўлат барабанда (зичлиги $1,56 \text{ г/см}^3$) кристалланади ва ичкарида сув билан совутилади.

Доломитдан магний хлорид олишда тўлиқ ёндирилган доломит $95-100^\circ\text{C}$ да сув билан ўчирилади. 11% қаттиқ, фазадан иборат бўлган олинган пульпа $60-40^\circ\text{C}$ да карбонлашга учратилади. Бунда фақат нордон кальцийга айланадиган кальций гидрооксид карбонланади [15].

Карбонланган пульпа $\text{pH}=7-8$ If CaCO_3 ни эриб кетишини олдини олиш мақсадида KCl секинлик билан қуйилиб, OH нинг нейтралланиш тезлиги $\text{Mg}(\text{OH})_2$ нинг миқдори 16% қолади. Бу эритманинг бир қисми тиндирилади ва буғлатилади.

40°C дан паст ҳароратда доломитли сувнинг суспензияси кальций сульфат ва ишқорий металл хлориди ($\text{MgO} : \text{CaSO}_4 : \text{MgCl}_2 = 1:1:1$ моляр нисбатларда) карбонлашга тавсия этилган [16]. Суспензияни карбонлаш сўнгида қайнагунча қиздирилади. Ҳосил бўлган CaCO_3 эритмадан ажратилади. Сўнг ундан ишқорий металл сульфати кристаллантирилади, MgCl_2 бўлган асосий эритма эса буғлатилади.

Таркибида CaCl_2 бўлмаган MgCl_2 ни олиш учун ёнаётган доломитни NH_4Cl эритмаси билан ўчиришда олинган доломитли сувни карбонлаш [16] тавсия этилган.

Карбонлаш жараёнида чўкмага қўш туз CaCO_3 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ тушади, эритмада эса MgCl_2 қолади. Чўкма NH_4Cl билан $\text{Mg}(\text{OH})_2$ MgCl_2 айланиш учун ишланади.

Сода ишлаб чиқаришда аммиакни регенерация қилиш учун оҳак суви ўрнига доломит суви ишлатиш мумкин, бунда $MgCl_2$ ҳосил бўлади. [17]

Дистилляция иссиқлик алмашилиш суюқлигини доломит суви билан ишлашда NH_4Cl $Ca(OH)_2$ билан таъсирланади.

$Mg(OH)_2$ иккинчи бўлиб реакцияга киришиб, 95 градусда аммиак чиқиб кетгандан сўнг таъсирланади.

NH_3 чиқиб кетмаса, $Mg(OH)_2$ ва NH_4Cl ўртасидаги реакция фақат 45-50 % бориб, магний оксидининг фаоллигига боғлиқ равишда реакция жуда секин боради.

K_2SO_4 ишлаб чиқаришда ташлаб юбориладиган шўроба таркибида: 2,9-3.2 % K^+ ; 5,5-6,5% Mg^+ ; 17-18% Cl^- ; 5-125 SO_4^{2-} бор бўлиб, уни куйидагича усуллар билан қайта ишлаш таклиф этилган [16].

Бошда шўроба буғлатилади ва лангбейнит кристалланиб, 80% гача SO_4^{2-} чиқиб кетади. Қолдиқ SO_4^{2-} кальций хлорид билан чўктирилади. SO_4^{2-} ажратиб олинади. Эритма буғлатилиб, ундан карналлит ва галит кристалланади. Олинган магний хлорид эритмаси буғлатишга юборилади.

АҚШда сода ишлаб чиқариш бўйича сувсиз $MgCl_2$ олиш учун MgO ни аммоний хлорид билан қиздириш усули қўлланилади. “Dow chemical Co” фирмасининг бир қанча мамлакатларда юқори сифатли $MgCl_2$ ни узлуксиз равишда (99,5 % $MgCl_2$) олишда $MgCl_2$ ни сувли эритмасини NH_4Cl иштирокида аммиак билан ишлаб олиш усуллари патентлаштирган. Ажралаётган магний хлорид гексааммиакати ажратиб олиниб, аммиакни регенерация қилиш орқали термик парчаланишга учратилади. Реакцияон аралашма таркибидаги аммиак концентрацияси $-20\text{ }^{\circ}C$ дан $+10\text{ }^{\circ}C$ гача ҳароратда 36-65% бўлгунча ушлаб турилади. Жараён икки босқичли схема бўйича узлуксиз ишлайдиган реакторлар системасида амалга оширилади.

Магний хлорид гексааммиакатининг чиқиши 70% ни ташкил этади. Ювилган ва фильтрланган чўкма 4 соат давомида ва $400\text{ }^{\circ}C$ да куйдирилади.

Маълум бўлган бошқа вариантлар ҳам мавжуд, масалан, $\text{MgCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ни газсимон аммиак билан 2 атм. босим ва 200°C да қайнаб турган қатламда сувсизлантириш; ҳосил бўлган аммиакат аппаратнинг 2-зонасида 1 атм босим ва 400°C ҳароратда MgCl_2 ва NH_3 га айлантириш учун парчаланади [23].

1.3. Магний хлор олишнинг ўрганилган физик-кимёвий системалари

Магний оксиди ва магнезиянинг бошқа турларини ишлаб чиқаришнинг кўплаб усуллари мавжуд (26,27). Оғир турлари магнит сульфатини термик парчалаб ва магнит хлоридни гидролизлаб, магнезит ва доломитни куйдириш орқали олинади. Турли фаоллик даражасидаги магнезия олиш $\text{Mg}(\text{OH})_2$ эритмаси ва асосий магний карбонатларини чўктириб, сўнга уларни термик ишлов йўли билан амалга оширилади.

Магнезит ва доломитдан оғир формадаги юқори сифатли магнезия олишда нисбатан юқори бўлмаган (700°C) ҳароратда олинади. «Каустик магнезит» деб номланган магнезия цемент тайёрлаш ва қурилиш материаллари тайёрлашда ишлатилади. Магнезитни юқори ҳароратда ($1500\text{--}1800^\circ\text{C}$) куйдириш йўли билан магний оксидининг фаол бўлмаган турлари олинади. У металлургия кукуни деб номланиб, оловбардош материаллар ишлаб чиқаришда қўлланилади. Куйдириш жараёни шахтада, айланувчи печларда, шунингек муаллақ қатламли печларда амалга оширилади. Металлургия кукунини олиш учун магнезиал материаллар - брусит, доломит ёки магнезитли аралашмалар (MgO ёки CaO) ни айланувчи печларда $1500\text{--}1800^\circ\text{C}$ ҳароратда куйдириш тавсия этилади.

"Kaiser Refractories" (AKШ) фирмасининг заводида донадор доломит қум аралашмаларидан сепараторда тозаланади, майдаланган ферросилицит ва магнезит билан тўлган зичлиги $2,72\text{--}2,76 \text{ г/см}^3$, доломитники $2,85 \text{ г/см}^3$, шунинг учун ҳам у идиш тубига тушиб, ажратиб олинади, қум ва бошқа енгил аралашмалар материалнинг юқори қисмида қолиб, сепараторни

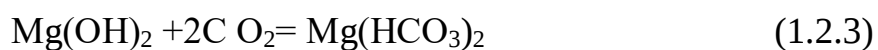
тўлдиради. Виброкамерада ушлаб колинган заррачалардан ферросилицит ва магnezит тозаланади ва ювилади. Сўнгга у узунлиги 91м бўлган айланувчи барабанларда куйдирилади.

5% темир оксиди қўшиб 1800 °C да куйдириш орқали юқори зичликга эга бўлган «куйдирилган доломит» олинади, у майдаланиб ва 80 °C ҳароратда гидратация жараёнини тўхтатиш мақсадида нефтли битум билан ишланади. Бу материал металлургия флюслари сифатида ишлатилади. Магний оксиди олишга мўлжалланган доломит 1100 °C дан ошмаган ҳароратда куйдирилади. Шунингдек, силикат ва кренезем билан ифлосланган доломит қайнаб турган қатламда кальцинацияланиб, бир вақтнинг ўзида сепарация қилинади. Ҳосил бўлган магний оксидининг кукуни ўлчами 0,25 мм бўлиб, йиғичда газ оқими билан пуркалади, ўлчамлари каттароқ бўлган аралашмалар идиш тубига чўкади ва куйдириш зонасидан чиқариб олинади [35].

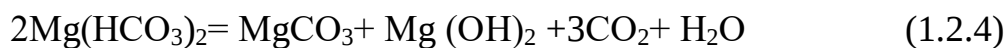
Каустик магnezит олишда аралашмадан SO₂ ни ажратиш ҳам куйдириш жараёнида амалга ошади.

Магnezит аралашмасини 600-800 °C гача тез киздириб, 575 °C да кварцнинг р-модификацияси а-модификацияга айланади, у майда кукун ҳолида бўлиб, печлардан осонгина газ билан чиқариб олинади [36].

Магnezит ва доломит маҳсулотларини кимёвий ишлашни давом эттирсак, улардан магnezиянинг енгил формаларини олиш мумкин. Шундай усуллардан бири кам фаол бўлган магний оксидини магний бикарбонат эритмаси олиш мумкин. Магnezитни куйдириш натижасида олинган магний оксиди майдаланади ва сув билан ўчирилади. Ҳосил бўлган супензия магnezиял сув 5 атм осим остида автоклавда углерод турт оксиди билан карбонланади. Натижада магний бикарбонат эритмаси ҳосил бўлади:



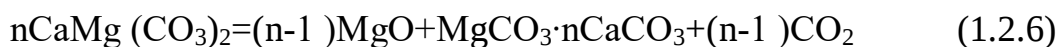
У қаттиқ, аралашмалардан тозалангандан сўнг, қайнатилиб гидролитик парчаланади:



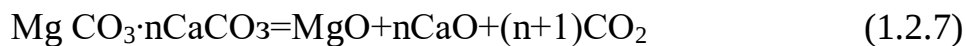
Ҳосил бўлган чўкма ажратиб олинади ва қуритилгандан сўнг майда кукун ҳолидаги альфа магнезия олинади. Шунга ўхшаш усул билан доломитдан магнезия олинади. Куйдиришда доломит икки босқичда диссоцияланади:



MgCO_3 нинг парчаланиши 730°C да содир бўлади, яъни доломит магнезитнинг парчаланишидан 80°C юқори. Бу $\text{CaMg}(\text{CO}_3)$ ҳосил бўлиш иссиқлик эффекти билан боғлиқ. Тажриба йўли билан доломитнинг олдиндан парчаланиши аниқланган [37]. 730°C да доломит парчаланиб, MgO ва қаттиқ; карбонатлар эритмаси ҳосил бўлади (38):



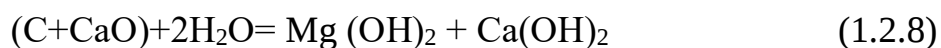
ҳарорат 910°C га етганда қаттиқ, эритманинг диссоциацияланиши давом этади:



Доломитнинг диссоциацияланиш тезлиги магнезитникига қараганда кам; 1% фторид ёки натрий хлорид иштирокида тезлашади [38, 39, 40]. Доломитни куйдириш олинаятган маҳсулотни нима мақсадда ишлатилишига қараб $700-800^\circ\text{C}$ ёки $110-1250^\circ\text{C}$ да олиб борилади.

Доломит тўлиқ куйдирилмаганда фақат MgCO_3 парчаланаяди ва чала ёнган доломит ҳосил бўлади. Уни қисман доломитни тез ёқишда, яъни ёпиқ айланиб турувчи печда $750-800^\circ\text{C}$, атмосферада 15 минут давомида ва кейин 30 минут ичида 500°C гача совутиб олинаяди [41].

Тўлиқ ёнган доломитни сув билан ўчириб магний ва кальций гидрооксидининг суспензияси ҳосил бўлади:



MgO нинг гидратланиш тезлиги куйдириш ҳарорати ошиши билан камаяди, айниқса 1300°C дан ошганда; CaO , SiO_2 , Al_2O_3 аралашмалари бўлиши ва магний оксиди заррачаларининг ўлчамларига боғлиқ равишда камайиши ҳам мумкин [42]. Суспензия тинганда магний гидрооксид юқори

қатламда бўлади, бу уни дағал аралашмалардан ажратиб олишни осонлаштиради.

$MgCl_2$ дан озгина қўшилса ҳам гидратлаш жараёни тезлашади, лекин бунда хлор оксидлари бўлиши мумкин [43].

Суспензиядаги нисбатан йирик $Mg(OH)_2$ кристалларини олиш учун уни сув билан ўчириш $95-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ дан таркибида 17% қаттиқ фаза бўлган пульпани қиздириб, қайноқ, буғ билан олинади. Магний ва кальций гидрооксидларини ажратиб олиш учун қаттиқ фаза 11% бўлгунча пульпа қўшилади ва $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ гача совутилади ҳамда карбонланади.

Бунда $Ca(OH)_2$ га айланади, $Mg(OH)_2$ эса ўзгаришсиз қолади:



$40-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ҳарорат оралиғида кальций гидрооксидини карбонлаш максимал тезлик билан боради.. $CaCO_3$ нинг чўкиши пўлат аппаратларда, уларга таркибида 40% гача CO_2 гази бўлган ёниш печларининг газини турбогазпуркагичлар орқали газ берилади. Карбонлаш жараёни тугаганлигини пульпани электр ўтказувчанлигини аниқлаб билиш мумкин. $Ca(OH)_2$ ни карбонлаш тугаганда электр ўтказувчанлик тезда ошиб кетади [28]. Олинган пульпа яна карбонлашга жўнатилади ва магний бикарбонат эритмаси ҳосил бўлади.

Карбонлаш натижасида магний бикарбонат чўкмага тушмаслиги учун ҳарорат $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ дан оширилмайди.

Шлам ($CaCO_3$, SiO_2 ва бошқалар) дан ажратиб олинган бикарбонатли эритма $45-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ да қиздирилиб, парчаланади. Бунда асосий магний карбонат $MgSO_3 \cdot Mg(OH)_2$ ҳосил бўлади, улар қуритилиб, енгил магнезия сифатида сотилади.

Эритмани темир ва марганец бирикмаларидан тозалаш унга гидратланган магний карбонат қўшиш йўли билан амалга оширилади [44].

Суви суспензияни карбонлашда $Mg(OH)_2$ нинг эрувчанлик тезлигини аниқлаш эрувчанлик жараёнларини тезлиги ва CO_2 гидратланиш тезлиги

билан аниқланади [45]. Амалда магний гидроксидини карбонлаш тезлиги газдаги CO_2 нинг парциал босими ва суспензияни аралаштириш интенсивлигига боғлиқ бўлади. CO_2 нинг оптимал босими 2,5-3 атм. Бундай босимда 80-90 % $\text{Mg}(\text{OH})_2$ эрийди ва тўйинган бикарбонат стабиллигини оширади [46]. Магний гидрооксид эрувчанлигининг ўртача тезлиги ва концентрацияси ошиши билан камаяди. Эритманинг туйиниш даражасига магнийли хом ашёни куйдириш шароитига боғлиқ равишда ҳосил бўладиган магний гидроксиди заррачаларининг ўлчамлари кучли таъсир қилади [47]. Ярим куйдирилган доломитларни карбонлашда магний бикарбонатнинг эрувчанлиги кузатилади, лекин жараённинг чўзилиши давомида унинг миқдори эритма таркибида камаяди, чўкмага эса доломитнинг эримайдиган таркибий қисмлари билан аралаш бўлган $\text{Mg}(\text{OH})_2$ тузи тушади [48]. CO_2 ни босим остида қайта ишлашда куйдирилган доломит суспензиясида $2\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ MgCO_3 қўш тузи ҳосил бўлади; 16 атм босим остида қаттиқ, фазада $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ бўлади, эритмада эса $2\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ бўлади, 60 атм босимда чўкмага тушади, эритмадаги магний миқдори эса 24г/л ($\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ нисбатан ҳисоблаганда) бўлади [49].

Асосий туз олишда магний бикарбонат эритмасини декарбонлаш жараёни ундан ҳаво ўтказилгач тезлашади. Шундай бўлсада, бу ҳаво жараёнида концентрациясини камайишига олиб келади, бу эса уни карбонлашга қайтаришни қийинлаштиради. Шунинг учун ҳам эритманинг парчаланиши механик аралаштириш йўли билан, ҳосил бўлган газдан фойдаланиб амалга оширилади. $\text{Mg}(\text{OH})_2$ концентрациясининг 4 г/л гача камайтиргандан сўнг эритма орқали ҳаво пуркалади, ҳосил бўлган газ атмосферага чиқариб юборилади. Асосий магний карбонатини олишда бикарбонатли эритмани парчалаш 45 °C дан юқори ҳароратда олиб борилади, шунинг учун ҳам 25 °C да туйинган метастабил эритмадан асосий туз эмас, балки $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (ромб шаклидаги кристаллар ситемаси) ажралади; 10 °C да эса $\text{MgCO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (моноклинли системаларнинг кристаллари); $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

ни $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ га айланиши $13,9^\circ\text{C}$ да амалга ошади [47, 50-62]. Бикарбонат эритмасини парчалаш, уни 100°C гача киздириб «лаҳзада» амалга оширилади. Бунда инъекцион буг оқими реакцион камерага берилиб, майда эритма томчиларида ўлчами 2 мк бўлган $4\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCO}_3$ заррачалари ҳосил бўлади [50].

Бундан ташқари, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ эритмасини $80-90^\circ\text{C}$ да 2-5 % ли ишқор ёки канифолли совун билан қайта ишлаш таклиф этилган. Бунинг натижасида асосий тузнинг $\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2$ чўкмаси ҳосил бўлади, доначалар совун билан ўралган бўлиб, резина аралашмалари учун тўлдиргич сифатида ишлатиш тавсия этилади.

Таркиби $\text{Mg}(\text{OH})_2$ бўлган суспензияни карбонлаш ва $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ кейинчалик парчалаш техник магний оксиди ва гидроксидларини тозалаш жараёнларида фойдаланиш мумкин.

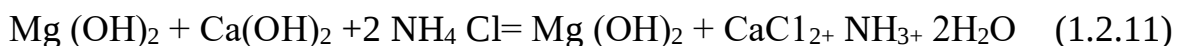
Бундай ҳолатларда эритмадаги аралашмалардан $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ажратиб олиб, қуригилади ва куйдирилиб ундан магнезиялар олинади. Магний бикарбонат эритмасини 50°C дан паст ҳароратда магний гидрооксиднинг сувли суспензияси билан яхшилаб аралаштириб магний карбонат олиш мумкин:



Фаолликни ошириш учун уни 27°C дан паст ҳароратда ушлаб туриш тавсия этилади (55).

Магнезия олишнинг аммиакли усуллари. Пейсвиллада (Охайо, АКШ) таркибида 20% MgO бўлган, доломитдан магний оксиди ишлаб чиқарадиган йирик корхона кальцинацияланган сода ишлаб чиқариш билан комбинацияланган. Доломитни шахта печларида ёқиб, таркибида 40% CO_2 бўлган газ сода ишлаб чиқариш ва магний гидроксидини қайта ишлашда фойдаланилади. Доломитли сув сода заводининг дистилляция станциясига юборилади, у ерда аммоний хлорид эритмаси билан реакцияга (филтрдан ўтган суюқлик билан) киришади. Етарли миқдордаги доломит суви CaO ва

NH_4Cl нинг эквивалент нисбатини таъминлайди, магний гидроксид реакцияга киришмай, ўзгармасдан қолади, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ эса CaCl_2 га айланади:



Суспензиядан чиқариб юборилгач эритмадаги $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ва CaCl_2 зичлашади, магний гидроксиди филтрланиб, ювилади ва магний оксидига айланиши учун куйдирилади [57].

Бундай усул билан олинган магний оксидининг 2-синф металлургия кукуни стандарт талабларига жавоб беради [58].

Бошқа вариант бўйича олинган дистиллят суюқлиги, яъни доломитли сувнинг филтрланган суюқлиги карбонланади, натижада CaCO_3 чўкади, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ эса MgCl_2 га айланади

Сўнгра олинган магний хлорид эритмаси қайта ишланиб магнезия олинади. Магний гидроксиди бир вақтнинг ўзида MgCO_3 эритмасини аммиак билан ишлов бериб, аммоний сульфат ҳам олиш мумкин [59-62].

Магнезия олишнинг оҳакли усули. Бу усул оҳакли магний хлорид эритмасидан магний гидроксидини чўктиришга асосланган. $\text{Mg}(\text{OH})_2$ нинг эрувчанлиги $\text{Ca}(\text{OH})_2$ га қараганда анча кам (25°C да 1,6 г/л), реакцияси:



Магний гидроксиди филтрланиб, яхшилаб сув билан ювилади ва унчалик юқори бўлмаган ҳароратда куйдирилади.

Чўктириш режими ва куйдиришга боғлиқ равишда магнезиянинг турли хилдаги навлари олинади.

Денгиз сувини бевосита оҳак билан қайта ишлашда CaSO_4 нинг нисбатан юқори эрувчанлиги сабабли чўкмайди ва чўкмада фақат тоза ҳолдаги магний гидроксиди ажралади, лекин унинг концентрацияси 3 г/л га тенг бўлади. Тиндиришдан сўнг куйилиш концентрацияси 100 г/л гача ошади, вакуум филтрлаш ёрдамида у 350 г/л гача бориши мумкин [63].

Бу усул билан магний гидроксиди олишнинг қийинчилик томони шундаки, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ни чўктиришнинг махсус шартлари бажарилмаса, у

коллоид формага ўтади, бу эса уни чўктиришни, филтрлаш ва ювишни қийинлаштиради. Осон филтрланадиган чўкмани олиш учун секин-асталик билан тўйиниб, кристалланадиган шароит яратиш талаб этилади. $Mg(OH)_2$ кристалланишини секинлаштириш учун кам фаол бўлган қуруқ ҳолдаги оҳак қўлланилади (ГФР). $Mg(OH)_2$ ни чўктириш учун кам фаолли оҳак ва бошқа гидромеханик усуллар билан олинган қаттиқ аралашмалар қўлланилади [64-66].

Зичлиги юқори ва 5-7 марта кальций оксиди билан кам ифлосланган, $Mg(OH)_2$ ни $MgCl_2$ эритмасига қўшиш таклиф этилади, қўшимчалар сифатида 0,03 % (Na_2PO_3)б ёки формалин қўшилади [68].

Денгиз сувини HCl билан нордонлаштириш $pH=4$ гача ва ундан чиқариш учун ҳаво билан пуркаш ҳам йирик кристаллар олишни ва CO_2 ни енгил чўкмага тушишини таъминлайди [69].

Маҳсулотни осон чўкмага тушишига ёрдам берадиган омиллар реакцияга киришадиган эритмаларни турбулент равишда аралаштиришни талаб этади. Натижада оҳакли сув 15-20 минут ичида $pH=10,7-11,3$ га тенг бўлганда чиқариб юборилади ва чўкиш тезлиги 250 см/соат бўлган тезлик билан чўкади [70].

Суюлтирилган эритмалардаги магний гидроксидини чўктиришда, масалан, денгиз сувидан $Mg(OH)_2$ кристалларини етказиб бериш, бунда биринчи тиндиришдан сўнг гель шаклидаги чўкма қолади ва у яна эритмага тиндириш учун солинади. Бир неча циклдан сўнг донсимон тузилишга эга бўлган чўкма олинади. Цикл сони ошиши билан филтрланаётган чўкма яхшиланади ва уларда ушланиб қоладиган суюқ фаза камаяди. Амалий жиҳатдан чўкма тайёрлаш учун 3-4 операцияли цикл эритмага $MgCl_2$ қўшиш учун етарли ҳисобланади. Сўнг енгил тинадиган магний гидрооксидини қайта ишлаб маҳсулот олиш учун ажралган суспензиянинг бир қисмини, бир қисмини эса эритманинг янги порциясини тайёрлашда фойдаланиш мумкин.

Бу усул билан олинган енгил магнезиянинг тўкилиш зичлиги 200-300 кг/м³ ни ташкил этади. Бу усул MgCl₂ нинг юқори концентрацияси тузли эритмаларини тайёрлаш учун яроқсиздир [71,72].

Магнезияни чўктириш учун ишлатиладиган магний хлорид эритмаси ҳам доломитдан олинади. 800-900 °С да қуйдирилган доломит майдаланиб, сув билан ишланади. Олинган доломитли сув қуйдириш печидан чиқаётган газ билан карбонланади. Карбонлашда доломитга қараганда фаолроқ бўлган магний ва кальций карбонатларининг аралашмаси олинади. Бу аралашма 4 атм босим остида автоклавда қиздирилиб, кальций хлорид эритмаси билан қайта ишланади, натижада MgCO₃ MgCl₂ га айланади:



Олинган магний хлорид эритмаси CaCO₃ чўкмасидан тозаланиб оҳакли сув билан тиндирилади ва магнезияга айлантирилади. Магний хлорид эритмасидан магнезия тиндириш Ca(OH)₂ бўлган доломитни сув билан амалга ошириш мумкин:



Таркибида кальций хлорид бўлган ээритмадан магний гидроксиди ажратиб олинган сўнг, у доломитли сувни қайта ишлаб MgCl₂ ҳосил қилиш учун ишлатилади. Долломитдан магний оксиди олиш жараёни ва сода ишлаб чиқариш учун таркибида CaCl₂ бўлган шўробалар ўрганилган [81]. Оҳакли усул билан магнезия олишнинг камчилиги: олинган маҳсулотни кальций оксиди билан сезиларли миқдорда ифлосланишидир. Таркибида CaO миқдори камроқ бўлган Mg(OH)₂ олишда паст ҳароратда тайёрланган суюлтирилган оҳакли сувдан фойдаланилади, шунингдек, рапа ва сувдан - CO₂ чиқариб юборилади.

Суюлтирилган рапа ва доломитли сувни концентрацияси 100% бўлган каттик фаза билан реакцияси натижасида таркиби 40-5 % CaO дан иборат Mg(OH)₂ олинади. CaOнинг бундай миқдори оҳакли сув билан олинган Mg(OH)₂ -га қараганда 2-3 марта камдир. Магнезиал клинкерлар ўтга

чидамли бўлган асосий магнезиялар учун яроқлидир. Таркибида 1-2 % CaO бўлган магнезиални рапа таркибидан SO_4^{2-} -ионларини чиқариб юбориб, доломитли сув билан қайта ишланиб олиш мумкин [82].

Йирик ҳолдагиси эса CaO ва SiO_2 миқдори 30-40 % бўлади, шламга қараганда [83]. Суспензиядаги магний гидрооксидини дағал моддалардан тозалашда (реакцияга киришмаган оҳак) узлуксиз ишлайдиган классификатордан фойдаланиш мумкин, тиндиргичда суспензияни 7-9 марта куйилтириш мумкин. Бунинг натижасида ювиш учун кўп миқдорда сув сарф бўлади, яъни 150-200 м³/т қаттиқ, фазага нисбатан. Сув сарфини 40-90 м³/т га тушириш учун уни тиндирувчи ёки фильтрловчи центрифугада олдиндан куйилтириб олинади [84].

Тиндириш ва центрифугалаб тиндиришни таққослаганда анча самарали натижалар олиш мумкин. Суспензиянинг бошланғич нисбатлари С:К -10:1 бўлса, центрифуганинг нисбий тиндириш иш унумдорлиги 386 кг/(с.м.) бўлади, ажратиш даражаси 97%, ва тиндирилган чўкманинг намлиги 50% ни ташкил этади. Центрифуганинг нисбий иш унумдорлиги барабанли фильтрга қараганда 4 марта юқори [85].

Магний гидрооксидини олишнинг гидросульфидли усули
Магнезияни олишда BaS дан BaCl_2 ишлаб чиқариш билан биргаликда фойдаланиш мумкин.

BaS ни – эритмаси билан қайта ишлаб BaCl_2 ва барий гидросульфид олиш мумкин:



BaCl_2 ва $\text{Ba}(\text{HS})_2$ эритмаси ундан $\text{Ca}(\text{OH})_2$ чўкмаси ажратиб олингандан сўнг MgCl_2 эритмаси билан ишланади:

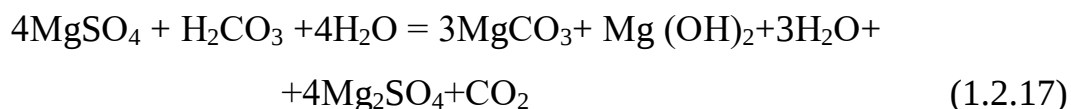


Фильтрланган ва ювилган $\text{Mg}(\text{OH})_2$ чўкмаси куйдириш орқали магнезияга айлантирилади.

BaS олиш учун Mg (OH)₂ чўкмаси эритмадан осонгина ажратиб олинади, эритма H₂S билан туйинтирилиб, унинг pH миқдори камаяди.

Енгил магнезия олишнинг содали усули. Бу усул анчагина эски бўлиб, эрувчан магний тузларини (MgSO₄, Mg(HCO₃)₂ ва MgCl₂) сода билан ишлов бериб, асосий магний карбонатни чўктириб олишдан иборатдир. Хомашё сифатида табиий ва магнийли тузларнинг саноат эритмалари, шунингдек магнезитлардан фойдаланилади.

Магнезия шарли тегирмонда заррачалар ўлчам 0,2-0,1 мм бўлгунча майдаланади ва 28% ли H₂SO₄ билан суюлтирилиб, қайнаш ҳароратигача қайноқ, буг билан қиздирилади. Ҳосил бўлган магний сульфати хлорли оҳак билан темир Fe⁺², Fe⁺³ ионларидан тозаланади ва Fe(OH)₃ шаклида тиндирилади. Тозаланган MgSO₄ эритмаси 10-12 % ли сода билан ишланади. Асосий магний бикарбонат чўкмага тушган суспензия қайноқ буг билан ишлов берилади, шундан сўнг қуйидаги бирикиш реакцияси амалга ошиши мумкин:



Чўкма филтрланади, ювилади ва қурилади - енгил оқ кукун - магнезия альфа олинади. Бу усул кўл тузли эритмасидан магнезия олишда ҳам фойдаланилади [56].

Магний хлорид эритмалари ва карналлитдан асосий магний карбонат олиш қуйидагича амалга оширилади.

Пўлат реакторда буғли барботёр ва аралаштиргич жойлаштирилган бўлиб, унга концентрацияси 130-140 г/л бўлган содали эритма солинади. Эритма аралаштирилиб, қайнаш нуқтасигача қиздирилади ва унга камрок миқдорда магний хлорли шўроба ёки карналлит эритмаси (150-160г/л MgCl₂) солинади. Ҳарорат 90 °C дан юқорида ушлаб турилади, ҳарорат пасайса ёки эритма тез қуйилса ёмон филтрланадиган чўкма ҳосил бўлади. Суюқ фазада Mg²⁺ иони бўлмаганда ва реакция массада Na₂CO₃ миқдори 5 г/л дан

ошмаган ҳолда идишга $MgCl_2$ қуйиш тўхтатилади. Сўнгра суспензия 15 минут давомида ва бикарбонатларни парчалаш мақсадида қайнатилади, чўкма филтрланади ва филтрда ювилади. Паста таркибида 25 мг/л Cl ва 30 мг/л SO_4^{2-} ионлари бўлган ва 50-60 °C гача қиздирилган сув билан ювилади. Ювилган паста 30% $MgCO_3$ (15% MgO), 0,055% Cl ва Na_2CO_3 дан иборат бўлади.

Альба магнезиясини қуритиш алюминийли қуритиш камераларида олиб борилади. Қуритишнинг такомиллашган усули лентали типдаги қуритгичлардир. Нам $MgCO_3$, $Mg(OH)_2$, 3 H_2O филтрлардан шнеклар ёрдамида турларининг ўлчами 10 мм бўлган ленталарга берилади. 16 та барабан ёрдамида лента 8 марта юқорига кўтарилади ва қуритиш камерасининг пастига тушади, сўнг қуритгичнинг пастки қисмидан горизонтал ҳолатда ҳаракатланади. Магнезия ҳаракат давомида иссиқ ҳаво оқимида қурийдиган ва махсус механизм ёрдамида турдан бункерга туширилади.

Қуритиш жараёни намлик 0,5 % қолгунча давом эттирилади. Сўнг магнезия тегирмонда майдаланиб, қадоқланади. $MgCl_2$ нинг чиқиши 60-70 %, унинг таркибидаги $MgCO_3$ миқдори 50% дан кам бўлмаслиги керак.

1 тонна маҳсулот ишлаб чиқариш учун 1,47-1,74 т $MgCl_2$ (100%) 1,73 тонна кальцинацияланган сода (95%), 1,75 тонна шартли ёнилғи, 6,2 Мкал буғ, 230 кВт с электроэнергия, 25 м³ сув сарфланади.

Магнезияни қуйдириш натижасида унинг таркибидан CO_2 ва сув чиқиб, енгил сиқилган магнезия навлари олинади (MgO). Асосий магний карбонатдан гидратланган сув 320 °C да чиқиб кетади, 430 °C да эса карбонат диссоцияланади. Магний гидроксидини дегидратацияси ҳам 400-420 °C да содир бўлади. 500 °C ҳарорат $Mg(OH)_2$ диссоцияланиш билан бирга унинг- CO_2 билан карбонланиши бошланади. Натижада MgO ва $MgCO_3$ аралашмаси ҳосил бўлади [27]. (агар жараён юқори босим остида, масалан, 50 атм ва 500 °C да олиб борилса, $MgCO_3$ ҳосил бўлади).

Кам фаол бўлган магний оксиди (нисбий юзаси 100 м²/г) асосий магний карбонатни ва магний гидроксидни 500-600 °С да куйдириб олинади. Иккала ҳолатда ҳам маҳсулотларнинг фаоллик даражаси бир ҳил бўлади.

Агар куйдириш жараёнини 500 °С дан паст ва 600 °С дан юқорида олиб борилса, магнезиянинг фаоллиги магний гидроксидига қараганда юқори бўлади (айниқса 1000 °С дан юқори ҳароратда). Ишлаб чиқариш шароитида асосий магний карбонатни куйдириш 700-800 °С да механик печларда олиб борилади. Уларга материал тепа қисмидан солиниб, пастки қисмидан олинади. Қурилманинг юқори қисми чўян плитадан тайёрланиб, материални олдиндан қуритишга мўлжалланган. Ички қисмида гребкалар айланиб, металлни ҳаво билан совутишга хизмат қилади. Юқори қисмидаги - пастасининг миқдори 26-32 дан 36-40 % гача олиш боради.

Иккинчи киришда MgO миқдори материал таркибида 36-40 % гача ошади. Яқунловчи парчаланиш тўртинчи киришда амалга ошиб, у ердан магнезия шнекга келиб тушади ва омборхонага жўнатилади. Газ билан чикиб кетадиган магнезиал чанг таркибида 60-70% MgO бўлади, у энгли фильтрда электрофилтрларда ёки бошқа аппаратларда тутиб қолиниб, куйдиришга қайтарилади. MgCl₂ эритмаси ёки карналлитдан 1 т сиқилган магнезия ишлаб чиқариш учун: 2,55 т MgCl₂ (100%); 3,05 т сода (95%); 2 т шартли ёкилги; 6,4 Мкал буғ; 335 кВт.с. электроэнергия; 65 м³ сув сарф этилади.

Магнезитдан содали усул билан магний оксиди олишда сарфланиш коэффициентлари жуда юқори:

1 т MgO ишлаб чиқариш учун 4 т га яқин - HCl ва 4 т га яқин сода, яъни у ташлаб юбориладиган натрий сульфатига айланади. Бу усул билан фақат юқори даражадаги тоза магний оксиди ишлаб чиқаришда фойдаланиш мумкин.

Табиий сувдан олинган магний карбонат чўкмалар натрий ва калий хлоридлари аралашмалари билан ифлосланади.

Булардан тозалаш учун магний карбонатлари [16] NH_4Cl нинг 5% ли эритмаси билан ювилади; сўнг адсорбирланган натрий ва калий хлоридлари эритма таркибига ўтади. Жараёни давоми сифатида магний карбонатларини куйдирганимизда NH_4Cl учиб кетади ва тайёр маҳсулот таркибида ҳаммаси бўлиб 0,03% хлор қолади. Бунда ювишда ишлатиладиган сувнинг сарфи 50-60% га камаяди.

Ташланадиган магний сульфат эритмасидан содали усул билан сиқилган магнезия олишда ҳосил бўлган бор кислотасини эритмадан каустик магнезит билан борат магнийларини ҳосил қилиб чўктириш талаб этилади [58].

1.4. Тадқиқотлар хулосаси

Енгил магнезия аралаш ўғитлар билан биргаликда денгиз рапасидан олиниши мумкин, зичлиги $1,32 \text{ г/см}^3$. KCl кристалланишидан кейинги қолган MgSO_4 , MgCl_2 сақловчи кам миқдордаги NaCl ва KCl аралашмалари қолади [77]. Рапа бир вақтнинг ўзида аммиак ва CO_2 билан 50°C да кетма-кет учта реакторда қайта ишланади. Ҳар бир реактордан оқаётган суспензия филтрланади, сув билан ювилиб, аммонийли тузлардан тозаланади. Филтрат ва ювишда ишлатилган сув навбатдаги реакторга юборилади. Баъзан ортикча аммоний карбонат ҳосил бўлганда рападан магнийни чиқариш 90-95% га ($0,32 \text{ кг 1л рападан}$) етади.

Қуритилган $\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 3 \text{ H}_2\text{O}$ маҳсулотнинг тўкилиш зичлиги 180 кг/м^3 ни ташкил этади. Бу маҳсулотни $600-700^\circ\text{C}$ да куйдириб, зичлиги 80 кг/м^3 бўлган енгил магнезиялар олинади. 3-реактордан олинган филтрат гипс билан қайта ишланади, CaCO_3 ажратиб олингандан сўнг, минерал угит олиш мумкин, унинг таркиби эса MgO , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, KCl дан иборат бўлиб, 21-22% N ва 3% K_2O ташкил топган. 1 л рападан 0, 7 кг минерал угит олинади. Магний оксиди олиш учун кучсиз куйдирилган MgO инерт органик муҳитда атомлар сони $C \leq 20$ бўлган аминлар билан аралаштирилади, сўнгра филтрланиб, инерт учувчан эритувчилар билан ювилади, $65-100^\circ\text{C}$ да

курителиб, майдаланади. Маҳсулот таркибида 1-25% органик моддалар бўлади [74].

1-боб бўйича хулоса

Ривожланиб бораётган Ўзбекистон Республикаси иқтисодиётининг минерал ресурслар, жумладан магний хлоридга бўлган талаб кундан - кунга ошиб бормоқда, Магний хлорид кимё саноатида турли хилдаги дифолиантлар олишда, енгил ва энергетика соҳасида, қурилиш (цемент тайёрлашда) медицинада магний метали олишда хом ашё сифатида қўлланилади.

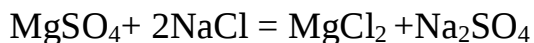
Бишофит ишлаб чиқариш учун асосий хом ашё базаси бўлиб Қорақалпоғистон Республикасидаги Борсакелмас ва Қараумбет кўллари ҳисобланади. Бишофитнинг асосан қуйидаги таркибдан топган бўлиб, NaCl - 3365 минг тонна, NaSO₄ – 2181 минг тонна, MgCl₂ - 700 минг тоннани ташкил қилади.

Бундан ташқари MgCl₂ учун хом ашё Деҳқонобод туманида мавжуд бўлган туз манбаи таркибида мавжуд.

Жумладан, доломитни қайта ишлаб магний сульфат олинади. Долomitнинг таркиби 5000 минг тонна кальций карбонат, 6000 минг тонна магний карбонатни ташкил қилади.



Доломитдан MgSO₄ ни ажратиб олиб, флотация усулида олинган галит чиқиндиси бўлган NaCl нинг конверсиялаб, MgCl₂ шлаб чиқилади.



2 - БОБ. ЖАРАЁННИНГ ПАРАМЕТРЛАРИНИ НАЗАРИЙ АСОСЛАШ

2.1. Буғлатиш қурилмаси мукаммал ҳисоби

Суюлтирилган эритмалар концентрациясини ошириш ёки улардан эриган моддаларни кристаллаш усулида ажратиб олиш учун буғлатиш жараёни қўлланилади.

Кимё ва бошқа саноатларда буғлатиш жараёнидан кенг қўламда фойдаланилади.

Бу жараёнлар буғлатиш қурилмаси деб номланадиган қурилмаларда амалга оширилади. Маълумки, узлуксиз ва узлукли буғлатиш жараёнларини ташкил этиш мумкин. Узлукли ишлайдиган қурилмалар, одатда кам миқдорда маҳсулот ишлаб чиқарадиган технологияларда қўлланилади.

Йирик саноат корхоналарида узлуксиз ишлайдиган буғлатиш қурилмаларидан фойдаланилади ва уларнинг иссиқлик алмашилиш юзалари 600...1000 м² бўлади. Бундай қурилмаларнинг тежамлилигини аникловчи асосий омил бўлиб, ундаги буғ ва сув сарфи ҳисобланади.

Буғлатиш вакуум, атмосфера ва юқори босим остида олиб борилиши мумкин.

Вакуум остида буғлатиш пайтида иккиламчи буғни махсус конденсаторда конденсациялаш йўли билан қурилмада вакуум ҳосил қилинади ва насос ёрдамида конденсацияланмаган газлар сўриб олинади. Бу усулда жараён олиб борилса, эритманинг қайнаш ҳароратини пасайтиришга эришса бўлади. Натижада юқори ҳароратга ўта таъсирчан маҳсулотлар сифатини сақлаб қолиш имконияти туғилади. Ундан ташқари, вакуумни жараёнда қўллаш, ҳаракатга келтирувчи куч миқдорини оширади ва буғлатиш қурилмасининг иссиқлик алмашилиш юзасини, ҳамда металл сарфини камайтириш имконини беради.

Вакуум остида буғлатишнинг яна бир афзаллиги шундаки, паст ҳарорат ва босимли иссиқлик элткичлардан фойдаланиш мумкин. Бу

усулда буғлатилганда, ҳосил бўлган иккиламчи буғи, кейинги корпусда бирламчи буғ сифатида қўллаш мумкин[62].

Юқори босим остида буғлатиш жараёнида ҳосил бўлган иккиламчи буғ қайтадан буғлатиш жараёнида, ҳамда бошқа мақсадлар учун ҳам ишлатиш мумкин. Бу усулда жараён юқори босимда олиб борилгани учун, эритмаларнинг қайнаш ҳарорати анча кўтарилади.

Буғлатиш жараёнида эритмаларнинг концентрацияси ортади ва натижада унинг физик ва иссиқлик хоссалари ўзгаради.

Буғлатиш қурилмаларини ҳисоблаш, лойиҳалаш ва эксплуатация қилиш учун муҳим бўлган эритмаларнинг баъзи бир хоссаларини кўриб чиқамиз.

Ҳарорат депрессияси $-\Delta'$. Эритма T_0 ва эритувчилар T қайнаш ҳароратлари ўртасидаги фарқдир, яъни $\Delta t = T_0 - T$ ҳарорат депрессияси деб номланади. Эритмалар назариясидан маълумки, бир хил T ҳароратда тоза эритувчи устидаги буғларининг босими p , эритма устидаги буғларнинг босими p_0 дан ҳар доим кўп бўлади. Ёки бир хил босимда тоза эритувчининг қайнаш ҳарорати эритманинг қайнаш ҳароратидан паст бўлади.

Эритмаларнинг ҳарорат депрессияси эритувчи ва эриган моддалар хоссаларига боғлиқдир. Босим ва концентрация ортиши билан ҳарорат депрессияси ошади. Кўпинча ушбу кўрсаткич тажрибавий йўл билан аниқланади.

Маълумки, буғлаткичларда иссиқлик йўқотилиши оқибатида ҳароратларнинг пасайиш ҳодисаси юз беради. Натижада ҳароратлар фарқи камаяди ва жараён интенсивлиги сусаяди. Ҳароратлар йўқотилиши Δ , ҳарорат депрессияси Δ' гидростатик Δ'' ва гидравлик депрессия Δ''' лар йиғиндисига тенг, яъни:

$$\Delta = \Delta' + \Delta'' + \Delta''' \quad (2.1.1)$$

Агар, эритманинг атмосфера босимдаги ҳарорат депрессияси $\Delta'_{атм}$ маълум бўлса, исталган бошқа босимлардаги депрессия Тишенконинг тахминий формуласидан ҳисоблаб аниқлаш мумкин:

$$\Delta' = 1,62 \cdot 10^{-2} \frac{T^2}{r} \Delta'_{атм} \quad (2.1.2)$$

Бунда T - маълум босимдаги тоза эритувчининг қайнаш ҳарорат, К; r - маълум босимдаги тоза эритувчининг буғлатиш иссиқлиги, кЖ/кг; $\Delta'_{атм}$ - атмосфера босимидаги ҳарорат депрессияси, $^{\circ}\text{C}$.

Агар, $\Delta'_{атм}$. катталиги буйича тажрибавий маълумотлар йўқ бўлса, уни бир нечта усул билан тахминан ҳисоблаб топиш мумкин. Бирор босимда эритманинг битта қайнаш ҳарорат маълум бўлса - Бабо, иккита ҳарорат маълум бўлганда эса - Дюринг ёки Киреев қоидасига биноан аниқлаш имкони бор.

Бабо қоидасига биноан, бирор концентрацияли эритма устидаги буғ босимининг пасайиши $(p_1 - p_2)/p_1$ ёки P_2/P_1 ҳароратга боғлиқ, эмас ва ўзгармас қийматга тенгдир:

$$\frac{p_2}{p_1} = K = const \quad (2.1.3)$$

бунда p_1 ва p_2 - эритувчи ва эритма буғларининг босимлари.

Гидростатик депрессия - Δ'' . Буғлаткич қайнаш трубаларининг бир қисми билан тўлиб турган булади ва унинг устида буғ - суюқликдан иборат эмульсия қатламида юқорига қараб кўтарилган сари буғнинг миқдори ошиб боради.

Агар, қайнаш трубасидаги суюқлик ва эмульсияни шартли равишда суюқлик деб номласак, унда гидростатик босимлар фарқи ҳисобига трубанинг пастки қисмидаги суюқликнинг қайнаш ҳарорати тепа қисминикидан юқори бўлади.

Гидростатик эффект ҳисобига эритма қайнаш ҳароратининг ортиши гидростатик депрессия деб аталади.

Буғлатиш жараёни вакуум остида олиб борилганда, гидростатик депрессия салмоқли бўлади.

Тўйинган сув буғи t_c ва иккиламчи буғ- ҳарорат T лари орасидаги фарк гидростатик депрессияни беради:

$$\Delta'' = t_c - T'' \quad (2.1.4)$$

Ушбу тенглик эритма ҳаракатини инобатга олмагани учун унинг хатолиги катта. Шунинг учун Δ'' нинг қийматлари тажрибавий усулда топилади.

Вертикал буғлаткичда интенсив ҳаракатланаётган эритмалар учун Δ'' миқдори $1...3^\circ\text{C}$ оралиқда қабул қилиниши мумкин.

Гидравлик депрессия - Δ''' . Ушбу депрессия иккиламчи буғнинг сепаратор ва қувурлар орқали ҳаракати даврида ишқаланиш ва маҳаллий қаршиликларни енгиши туфайли вужудга келадиган ҳарорат йуқотилишлар.

Демак, гидравлик қаршиликлар туфайли эритма қайнаш ҳароратнинг кўпайиши гидравлик депрессия деб номланади. Одатда Δ''' нинг қиймати $...1,5^\circ\text{C}$ оралиғида бўлади

Юқорида қайд этилган депрессияларни ҳисобга олсак, эритманинг қайнаш ҳарорати қуйидагича ҳисобланади:

$$t_k = T' + \Delta' + \Delta'' \quad (2.1.5)$$

бунда T' - иккиламчи буғ ҳарорати, К.

Буғлатиш қурилмаларининг таснифи

Саноатда мавжуд технологияларда асосан қуйидаги буғлатиш усулларида фойдаланилади:

- оддий буғлатиш (узлукли ва узлуксиз);
- кўп корпусли қурилмаларда буғлатиш (фақат узлуксиз);
- иссиқлик насосларини қўллаб буғлатиш.

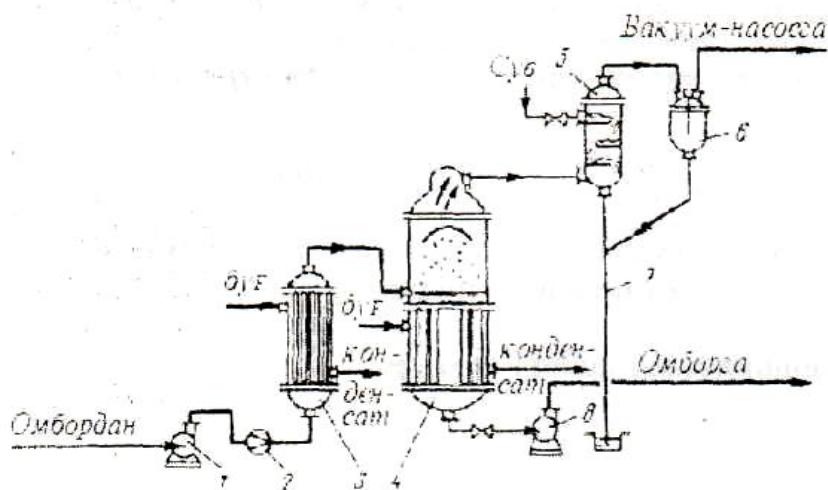
Эритмалар ва иситувчи буғ хоссаларига қараб, ҳамма 3 та буғлатиш усуллари вакуум ва босим остида ўтказилиши мумкин. Иссиқлик элткич сифатида, деярли, ҳар доим тўйинган сув буғи ишлатилади. Камдан - кам ҳолларда эритмалар электр токи ёки оралик иссиқлик элткичлари ёрдамида иситилади.

Оддий буғлатиш. Иссиқлик тежалиши катта аҳамиятга эга бўлмаган ва унумдорлиги кичик бўлган қурилмаларда оддий буғлатишдан фойдаланилади. Ундан ташқари, ҳарорат депрессияси юқори эритмалардагина узлукли ишлайдиган, бир корпусли буғлатиш қурилмасида амалга ошириш иқтисодий жиҳатдан турли ва мақсадга мувофиқдир.

Узлукли буғлатишни икки хил йул билан олиб бориш мумкин: бошланғич эритмани даставвал юклаш ва оз-оз миқдорда буғлатиш.

Бошланғич концентрацияли эритма насос 1 ёрдамида сарф ўлчагич 2 орқали иситкич 3 га узатилади. У ерда эритма қайнаш ҳароратигача иситилади ва сўнг буғлаткич 4 га буғлатиш учун юборилади. Қурилма 4 нинг пастки қисмида эритма сув буғи ёрдамида иситилади, натижада эритувчи буғланади. Ҳосил бўлган иккиламчи буғ қурилма 4 нинг юқори қисми бўлмиш сепарацион бўлимида майда томчилардан ажратилади ва барометрик конденсатор 5 га йўналтирилади. Ундан иккиламчи буғ конденсацияланади.

Конденсацияланмаган инерт газлар ушлагич 6 орқали вакуум - насос 8 ёрдамида сўриб олинади. Совутувчи сув билан ҳосил бўлган конденсат барометрик труба 7 орқали йиғгичга тушурилади. Қуюқлантирилган эритма насос 8 ёрдамида тайёр маҳсулот омборига узатилади.



2.1.1-расм. Бир корпусли, узлуксиз ишлайдиган буғлатиш қурилмасининг схемаси.

1, 8 - насослар; 2 - сарф ўлчагич; 3 - иситкич; 4-буғлаткич 5— барометрик конденсатор 6 - ушлагич; 7 - барометрик труба.

Буғлаткичлар тузилиши ва ишлаш принциплари. Буғлатиш қурилмаларини классификациялаш усуллари кўп. Лекин, буғлатиш қурилмаларини ишлаш интенсивлигини характерловчи эритма циркуляциясининг тури ва қарралиги классификациялашнинг асосий белгилари деб ҳисоблаш мумкин. Кимё ва бошқа саноатларда уч хил буғлатиш қурилмалари кенг тарқалган:

1. Эркин (табiiй) циркуляцияли буғлатиш қурилмалари;
2. Мажбурий циркуляцияли буғлатиш қурилмалари;
3. Юпқа қатламли (плёнкали) буғлатиш қурилмалари.

Замонавий буғлатиш қурилмаларининг иситиш юзалари 10... 1800 м². Буғлаткичлар конструкцияларини танлашда эритмаларнинг физик ва иссиқлик хоссалари, кристалланишга мойиллиги, юқори ҳароратларга чидамлигига ҳар бир корпусдаги фойдали ҳароратлар фарқи, иссиқлик алмашиниш қурилмасининг юзаси, технологик хусусиятлари ҳисобга олиниши зарур [64]. Буғлатиш

қурилмалари углеродли, легируланган ва икки қатламли пўлатлардан тайёрланади.

Магний хлорид ишлаб чиқаришда эритманинг танланган 2 босқичли буғлатиш қурилмаси ёрдамида буғлатиш иш унумдорлиги ҳисоби 50 т/соат

Йўқотилган NaCl 1000 кг, MgCl₂ учун 2,2 кг, 1000 кг MgCl₂ учун йўқотилган MgSO₄ 7,2кг, NaCl эритмаси 40 %.



1) Қуйидаги нейтралаш сарфи келиб чиққан ҳолда 1 тонна NaCl ва Mg SO₄ олиш учун назарий сарф ҳисоби.

$$A = \frac{1000 \cdot 117}{95} = 123,16 \text{ кг}$$

$$A_1 = \frac{1000 \cdot 120}{95} = 126,14 \text{ кг}$$

2) Йўқотишлари ҳисобга олган ҳолда NaCl ва MgSO₄ сарфи, назарий сарфлардан йўқотилади.

$$123,16 + 2,2 = 125,36 \text{ кг NaCl}$$

$$126,14 + 7,2 = 133,34 \text{ кг MgSO}_4 \text{ 5000 тонна/соат миқдорини}$$

3) 50 тонна/соат миқдорини топамиз.

$$50 \cdot 125,36 = 6268 \text{ кг/соат NaCl}$$

$$50 \cdot 133,34 = 6667 \text{ кг/соат MgSO}_4$$

4) Кўрсатилган ишлаб чиқариш вақтидаги йўқотишларни ҳисоблаймиз.

$$6268 - 123,16 \cdot 50 = 110 \text{ кг/соат NaCl}$$

$$6667 - 126,14 \cdot 50 = 360 \text{ кг/соат MgSO}_4$$

5) 40 % ли NaCl сарфи.

$$\frac{6268}{0,40} = 15670 \text{ кг/соат}$$

6) Бу эритмалар таркибидаги сувнинг миқдори

$$15670 - 6268 = 9402 \text{ кг/соат}$$

7) Шундай қилиб нейтрализациялаш қурилмасига киради, реагентлар миқдори

$$6268 + 6667 = 12935 \text{ кг/соат}$$

8) Аппаратдаги MgCl ни эритма таркибидаги сувнинг буғлатиш ҳисобига олинмаган ҳолда миқдори

$$\frac{50000 \cdot 100}{12935 \cdot 10} = 386,55\%$$

9) MgCl₂ ни ишлаб чиқаришда таркибидаги сувни нейтралланишидаги ҳосил бўлган иссиқликни фойдаланилганлигини ҳисобга олиб аппаратдан чиқишини 64 % деб белгиламиз.

$$\frac{50000}{0,64} = 78125 \text{ кг/соат}$$

$$10) 78125 - 50000 = 28125 \text{ кг/соат}$$

11) Шундай қилиб нейтраллаш жараёнида аппаратдан эритма билан ажралган буғлатилган сувни миқдори.

$$28125 - 9402 = 18123$$

12) Эритмадан ажратиб олинган Na₂SO₄ ни ҳисоблаймиз.

$$78523,6 - 41060 = 37463,6$$

2.1.1-жадвал

Ҳисоблаш жадвали

Кириш		Чиқим	
	кг		кг
NaCl	6268	MgCl ₂ эритма таркиби	78125
MgSO ₄	6667	Йукотилган NaCl	38,6
Сувнинг харорати	28125	MgSO ₄	360
Эритмадаги Na ₂ SO ₄	37463,6		
Жами	78523,6	Жами	78523,6

Изох. MgCl₂ ишлаб чиқаришда NaCl ва MgSO₄ эритмалари камайиб бориши шартли равишда бутунлай нейтраллаштириш жараёнига тенглаштирилган.

Нейтралланишнинг иссиқлик ҳисоби

Иссиқлик ҳисоби шарбатли буғлатишдаги ва нейтраллаштириш реакцияси иссиқлиги ҳисобидаги стабиллашган иссиқлик шарбатини таъминлайди ва MgCl₂ суюқлигини сўнгги фойда концентрациясини белгилайди.

Иссиқлик баланси

Асосий эритма миқдори

NaCl (0,40)

MgSO₄ - харорати 40 °C

Харорат NaCl 70 °C

NaCl	6268
MgSO ₄	37463,6
MgCl ₂ массаси	78125
MgCl ₂ эритмасининг эритмада концентрацияси %	64
Буғланган сув миқдори (кг/с)	18723
Босим доимийси (н/м ²)	1,2 · 10 ⁵

Иссиқлик кириши

1) Эритма ҳолатдаги натрий хлориднинг иссиқлиги

$$Q_1 = 6268 \cdot 2,156 \cdot 70 = 945966,56 \text{ кж/соат}$$

бунда NaCl=2156 иссиқлик сиғими 70 °C даги

2) MgSO₄ орқали иссиқлик

$$Q_2 = 37463,6 \cdot 3,457 \cdot 40 = 5180466,6 \text{ кж/соат}$$

бунда 3,457 40 °C MgSO₄ нинг иссиқлик сиғими

3) MgCl₂ иссиқлик реакциясини тузиш учун NaCl (040) даги эритмадан MgSO₄ миқдорини кўриб чиқамиз. 1 кг MgCl₂ уларни асослаймиз.

$$6667 - 6268 = 399 \text{ кж/соат}$$

4) Иссиқлик ажралиш қисми

$$5000 \cdot 399 = 19950000 \text{ кж/соат}$$

5) Умумий иссиқлик

$$945966,56 + 5180466,6 + 19950000 = 26076433,2 \text{ кж/соат}$$

6) Иссиқлик сарфи.

MgCl₂ ни иссиқликни олиб кетиши

$$Q_1 = (78523,6 + 240) \cdot 2,76 = 217387,536$$

бунда 785236 MgCl_2 эритмасининг массаси кг/соат 240 MgSO_4 va NaCl ни йўқотишлари, 2,76 иссиқлик сиғими MgCl ни қайнаш ҳарорати

$$Ct = 115,2 - 100 = 15,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

7) қайнаш ҳарорат $15,2 \text{ } ^\circ\text{C}$ деб олинади

8) MgCl_2 эритмасини қайнаш ҳароратини қуйидаги формула билан аниқланади.

$$T_{\text{қайн}} = t_{\text{тўй.буғ}} + \Delta t_2 = 103 + 15,2 = 118,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

9) Бунда $t_{\text{тўй.буғ}}$ - ҳар қандай босимдаги ҳарорат депрессия коэффиценти, бунда $103 \text{ } ^\circ\text{C} = 103$

$t_{\text{тўй.буғ}}$ -коэффиценти шароитга қараб тўйинган буғ ҳароратлари жадвалидан кўрилади.

10) MgCl_2 эритмаси иссиқликни олиб кетиш

$$Q_1 = 78125 \cdot 2,76 \cdot 95 = 20484375$$

11) Эритмада сарфланган сув буғланиш иссиқлиги

$$Q = 18723 \cdot 18682 = 349783086$$

бунда 18723 буғ шарбатини ҳосил бўлган миқдори, кг/соат 18682 қуруқ буғ энтальпияси $1,2 \cdot 10^5$

12) Аппаратдаги ўртача иссиқлик

$$Q = 20484375 + 26076433,2 = 303222278 \text{ Кж/соат}$$

Кириш ва чиқиш иссиқлик миқдори

Кириш		Чиқим	
Босқич	Кж	Босқич	Кж
NaCl	945966,56	MgCl ₂	20484375
MgSO ₄ билан	5180466,6	Буғ шарбати билан	118,7
Нейтралаш реакцияси иссиқлиги	199500000	Ўртача йўқотиш буғ	5591939,5
Жами:	26076433,2	Жами:	26076433,2

Иқтисодий ўсишни ишлаб чиқариш самарадорлигини оширишни асосий ҳаракатлантирувчи кучи фан техника тараққиётини жадаллаштириш негизида интенсивлаш бўлиб қолиш керак.

Иқтисодий ўсишни таъминлаш учун бошқариш, режалаштириш ва меҳнат конвективини ахборотлаштириш усуллари тубдан такомиллаштиришни таъминлаш талаб қилади.

2.2. Магний хлор олишда қўлланиладиган буғлатиш қурилмасини танлаш

Рапа таркибидаги кўп миқдордаги натрий хлорид миқдорини ҳисобига олиб, уни икки босқичли буғлаткичда оралиқ маҳсулот натрий хлорид чўкмага тушиши билан борадиган буғлатиш жараёни таклиф этилди.

Тозаланган рапани концентрлаш кўрсаткичлари (жумладан, буғлатилган рапани зичлиги, буғланган сув миқдори, суюқ фаза таркиби ва С:К нисбати) 3.8-жадвалда берилган.

2.2.1-жадвал

Тозаланган эритмани концентрлашнинг биринчи босқичи

№	Дастлабки эритма, кг	Зичлик, г/см ³	Буғланган сув, кг	Пульпа, Кг	Суюқ фаза таркиби				С:К
					MgCl ₂	NaCl	CaCl	MgSO ₄	
1	1000	1,25	0	1000	9.124	15.49	0.667	0.228	-
2	1000	1.271	301.00	699.00	дек.21	18.52	0.594	0.206	35.63
3	1000	1.279	315.32	684.68	13.18	17.67	0.55	0.20	24.сен
4	1000	1.286	326.14	673.86	13.90	17.авг	0.51	0.20	18.68
5	1000	1.292	335.11	664.89	14.54	16.54	0.49	0.19	16.15
6	1000	1.308	359.15	640.85	16.авг	15.ноя	0.46	0.18	дек.30
7	1000	1.332	386.91	613.09	18.июн	13.65	0.41	0.15	авг.40
8	1000	1.347	400.26	599.74	19.18	дек. 5 8	0.40	0.14	июн.69
9	1000	1.373	425.62	574.38	21.апр	окт.62	0.36	0.12	апр.83
10	1000	1.422	457.75	542.25	24.янв	08.янв	0.32	0.11	мар.86

2.2.1-жадвалда кўриниб турганидек, буғланган сувнинг максимал миқдори 1 т рапага 425-450 кг дан ошмаслиги керак.

Бу натрий ва магний хлоридлари эритмаларидаги натрий хлорид суспензияси хоссалари билан тушунтирилади.

Биринчи босқичда сув буғлари миқдорини ошиб бориши натижасида С:К таркиб 3,7 дан кам бўлиб, бу буғлатиш аппаратидаги тузли эритма циркуляциясини қийинлаштиради, уни трубалар орқали транспортлаш, филтрлаш ва чўкмани ювишни қийинлаштиради.

Бундай ҳолатда эритма таркибидаги магний хлорид концентрацияси 21-24 % гача ошади, натрий хлорид концентрацияси эса 8-10,5% гача камаяди.

Фильтрлаш орқали - ажратиб олингандан сўнг эритма концентрлашнинг иккинчи босқичига юборилади.

Бунда магний ва натрий хлорид олинади.

Рапани концентрлашнинг иккинчи босқичи кўрсаткичлари 2.2.2-жадвалда келтирилган.

2.2.2-жадвал

Тозаланган эритмани концентрлашнинг иккинчи босқичи

№	Дастлабки эритма, кг	Буғланган сув, кг	Эритма, кг	Суюқ фаза таркиби, %				С:К
				MgCl ₂	NaCl	CaCl	MgSO ₄	
1	1000	0	1000	24,01	8,01	0,32	0,11	-
2	1000	191,78	808,22	25,53	7,42	0,29	0,1	28,97
3	1000	383,56	616,44	32,14	3,67	0,21	0,08	11,41
4	1000	421,23	578,77	34,26	2,61	0,18	0,07	8,91
5	1000	458,9	541,1	37,28	1,55	0,14	0,06	7,39
6	1000	489,73	510,28	40,05	0,9	ОД	0,05	6,45
7	1000	520,55	479,45	43,1	0,25	0,05	0,04	5,69

2.2.2-жадвалдан кўриниб турибдики, буғлатилган сув миқдори 1 тонна эритмага (биринчи босқичли буғлатиш) 520-550 кг ни ташкил этади. Бунда суюқ фазадаги магний хлорид концентрацияси натрий хлорид ажратиб олингандан сўнг 43-45% ни ташкил этади. Бу эса бишофит миқдорига ҳам мос келади. Натрий хлорид концентрацияси 0,1-0,25% гача тушиб кетади, бу ҳам Давлат стандарти талабларига жавоб беради.

Йирик ўлчамли кристаллар ҳосил бўлишини ҳисобга олиб, натрий хлорид ажратиб олишнинг энг мақбул усули фильтрлаш ҳисобланади. Фильтрлаш

жараёнида пульпани қаттиқ ва суёқ фазаларга ажралиши филтрланиш билан характерланади ва «Ф» билан белгиланади. Пульпанинг филтрланиш хусусияти, чўкмага тушиши ташқи муҳитларга боғлиқ бўлмай, балки қаттиқ ва суёқ, фазаларнинг филтрлаш вақтидаги физик ҳолатига боғлиқ бўлади.

Филтрланиш қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$\Phi = \frac{V_{\phi} \cdot h_{\text{чўкм}}}{\Delta P \cdot S \cdot T} \quad (2.2.1)$$

бунда Φ - филтрланиш, $h_{\text{чўкм}}$ -соат; V_{ϕ} - филтрат ҳажми, м^3 , $h_{\text{чўкм}}$ - филтрдаги чўкма қатламининг қалинлиги, М; ΔP - босимлар фарқи, Н/м ; S - филтрат майдони, м^2 ; T - филтрлаш давомийлиги, соат.

Рапани буғлатиш жараёнида ҳосил бўладиган пульпани филтрлаш (қолдиқ босим 84 кПа ва филтр майдони $63,59 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$) тажрибаларини ўрганиш натижалари 2.2.3 ва 2.2.4-жадвалларда берилган.

Келтирилган кўрсаткичларга асосан иккала пульпанинг филтрланиши ва филтрланиш тезликлари $S:Q$ нисбатларининг ошиши билан кўпаяди. Биринчи босқичдан кейинги пульпанинг филтрланиш иш унумдорлиги иккинчи босқичдан кейинги пульпанинг филтрланиш унумдорлигидан юқорироқдир. Каттиқ ва суёқ фазаларнинг филтрланиш тезлиги қаттиқ чўкманинг қалинлигига боғлиқ бўлади. Филтрдаги қаттиқ чўкманинг қалинлиги қанча кам бўлса, пульпадаги қаттиқ ва суёқ фазаларнинг филтрланиш унумдорлиги шунча юқори бўлади.

2.2.3-жадвал

**Биринчи босқичдан сўнг - чўкмага тушиши билан борадиган
пульпанинг филтрланиши**

С:Қ	Каттик чўкма қалинлиги (h), мм	Филтрланиш, ($\phi \cdot 10^{-5}$) м⁴/Н соат	Филтрланиш тезлиги, кг/м²с		
			Пульпа бўйича	Чўкма бўйича	Филтрат бўйича
3,5:1	21,7	0,851	3,192	1,063	2,124
	14,6	0,651	3,629	1,21	2,419
	7,3	0,352	3,931	1,31	2,621
4,0:1	15,8	1,021	4,688	1,172	3,516
	10,06	0,766	5,542	1,386	4,156
	5,3	0,384	5,898	1,475	4,423
4,5:1	12,9	1,111	5,86	1,18	4,68
	8,7	0,862	6,74	1,35	5,39
	4,3	0,497	7,863	1,573	6,29

2.2.4-жадвал

Иккинчи босқичдан сўнг - чўкма тушиши билан борадиган пульпанинг
филтрланиши

С:К	Қаттиқ чўкма қалинлиги, (h), мм	Филтрланиш, ($\phi \cdot 10^{-5}$) м ⁴ /Н соат	Филтр	филтрланиш тезлиги, кг/м ² с	
			Пульпа бўйича	Чўкма бўйича	Филтрат бўйича
5,0:1	10,1	0,259	2,009	0,502	1,507
	6,8	0,205	2,359	0,59	1,769
	3,5	0,117	2,621	0,655	1,966
5,5:1	8,1	0,287	2,604	0,521	2,083
	5,5	0,235	3,195	0,629	2,516
	2,8	0,128	3,37	0,674	2,696
6,0:1	7,5	0,32	3,196	0,576	2,62
	5,1	0,268	3,932	0,709	3,223
	2,6	0,164	4,718	0,851	3,867

2-боб бўйича хулоса

Технологик жараёнлардан асосий қурилма ажратиб олинди. Жараёнда асосий қурилма бўлган 2 босқичли буғлатиш қурилмаси моддий ва иссиқлик баланси тенгламалари ишлаб чиқилди.

Танланган махсус буғлатиш қурилмаси $MgCl_2$ таркибидаги намликни тўлиқ сиқиб чиқаришга эришилди. Натижада уни сочилувчанлиги ортди.

Маҳсулотни сақлаш ва ташишда бир мунча қулайликларга эришилди.

1. Лойиҳанинг график қисмида бош режа компоновка, технологик схема, асосий қурилма чизмалари бажарилди.

2. Лойиҳанинг бажарилишида илғор техника, оптимал иқтисодиёт, реаллик ва барқарорлик қоидаларига риоя қилинди.

3. Лойиҳада жиҳозлар ва материалларнинг миқдорлари ва турлари бўйича маълумотлар келтирилди.

4. Чиқиндилар чиқишининг ҳажми максимал равишда қисқартирилган ва улардан комплекс фойдаланиш масалалари ҳал қилинди.

3 - БОБ. ТАЖРИБАВИЙ ТЕКШИРИШЛАР НАТИЖАЛАРИ

3.1. Тажрибалар дастури.

Дастлабки хом ашё ва олинган маҳсулотларни қуйидаги компонентлар бўйича анализ қилинди: кальций, магний, олтингугурт, хлор, карбонатлар, эримайдиган чўкма ва сув.

Кальций ва магний комплексонометрик усул билан [76] аниқланади. Бу усул индикатор қоғози рангининг кальций ва магний ионларини ўзаро трилон Б билан таъсири натижасида ўзгаришига асосланган.

Сульфатлар тарозида тортиш усули билан аниқланади [76]. Улар нордон муҳитда барий хлорид билан сульфатларни чўктириш ва чўкмани тарозида тортишга асосланган.

Хлорни ҳажмий аргентометрик усул билан аниқладик [77]. Усул кумуш хлорид чўкмаси суспензияси рангини ўзаришига асосланган бўлиб, кумуш ионлари калий бихромат билан ўзаро таъсирлашади.

Қаттиқ, намуналардан сув миқдори уларни қуритиш шкафларида 100-105 °С да доимий массагача қуритилади [75].

Оралиқ ва якуний маҳсулотлар тавсифи уларнинг баъзи бир физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш орқали аниқланди: зичлик ва қовушоқлик.

Эритма ва пульпанинг зичлигини ПЖ-2 пикнометри ёрдамида аниқланди [79]. Эритма ва пульпанинг кинематик қовушоқлиги ВПЖ-1 ва ВПЖ-2 маркали шиша капиллярли вискозиметрларида аниқланди [78].

Дастлабки ва оралиқ моддалар, тайёр ва ярим тайёр маҳсулотларнинг таркиби ва хоссаларининг идентификацияси кимёвий анализ билан бирга физик хоссаларини аниқлашда рентгенофаззали [79], ИК-спектроскопик ва термик анализ [85] лардан фойдаланилди. Рентгенограммалар таҳлили «The American Mineralogist crystal structure database) [46], [48] базаси курсаткичлари асосида амалга оширилди.

Дастлабки хом ашёнинг рентгенофаззали анализи Дрон-3 дифрактометрида олиб борилди. Унда филтрланган мисли нурланиш, 40 кВ

кучланиш, 20 мА ток кучи, ҳисоблагичнинг ҳаракат тезлиги -2 град/мин кўрсатди. Олинган маҳсулотларнинг рентгенофазали анализи Дрон-2 дифрактометрида кобальтти аноддан фойдаланиб, 30 кВ кучланиш, 20 мА ток кучи, детектор ҳаракатининг тезлиги 2 град/мин, диаграммали лентанинг тезлиги 600 мм/соат, ҳисоблаш тезлигини ўлчаш - $1 \cdot 10^3$, доимий вақт К.8-2,0 секунд, тирқиш 4x6x1.

ИК-спектроскопик анализ бирикмалар компонентларининг ўзаро бири бири билан таъсирлашув характерини билиш учун олиб борилди. Тадқиқ қилинаётган бирикмаларнинг ИК- спектрларини ютиш SPECORD-751K қурилмасида частотанинг 400-4000 см қисмида намоён бўлди.

Намуналарни прессланган таблетка КВг билан тайёрланди [56].

Тадқиқ қилинаётган бирикмаларнинг термик анализи Паулик-Эрдей системасидаги дериватографда [78] қиздириш тезлиги 10-12 грд/мин, модданинг оғирлиги 150-200 мг, гальванометрларнинг сезувчанлиги ДТА-1/1, ДТГ-1/50, ТГ-250, 20-500 °С ҳарорат интервалида олиб борилди.

Изоляция қилинган платинали термопаралардан фойдаланилди. Анализ қопқоқли платинали тигелларда олиб борилди. Эталон - қуйдирилган алюмин оксиди.

3.2. Тажрибавий текширишлар ўтказишнинг услуби ва шароитлари

Ушбу ҳисоботда Карумбет кўли рапасини КСЗ дистиллер суюқлиги чиқиндисидан фойдаланган ҳолда қайта ишлаш тадқиқ қилинган. Дистиллер суюқлиги кўп тоннали чиқинди бўлиб, 1 т кальцинацияланган сода ишлаб чиқаришда ўртача $9-10 \text{ м}^3$ ҳосил бўлади. КСЗ ишга тушганидан 2 йил кейин 1,8 млн т дистиллер суюқлиги ҳосил бўлган.

Караумбет ва Борсакелмас кўллари рапасини қайта ишлаш жараёнидаги тажриба қурилмасида қуйидаги таркибдаги хомашёдан фойдаланилди (3.2.1-жадвал):

3.2.1-жадвал

Тадқиқот учун фойдаланилган Караумбет кўли рапаси ва дистиллер суюқлигининг кимёвий таркиби

Таркиб	Ионли таркиб, масс. %					Тузли таркиб, масс. %			
Рапа 1	7,21	3,36	0,009	18,07	3,26	10,07	18,34	0,02	4,08
Рапа 2	8,01	3,25	0,02	17,53	6,66	6,28	20,37	0,05	8,33
Рапа3	8,82	2,73	0,01	18,22	4,14	6,71	22,43	0,03	5,18
Дистиллер суюқлиги	2,18	0,007	3,03	8,74	0,03	0,00	5,54	8,41	0,04

Бишофит олишда, дефолиант ХМФ ишлаб чиқариш учун ярокли бўлган дистиллер суюқлигини сульфат ионларидан тозалаш талаб этилади. Шунинг учун ҳам биз КСЗ чиқиндисини дистиллер суюқлиги билан сульфатсизлантириш жараёнини ўрганишни жазм этдик. Дистиллер суюқлиги сарфланиш меъёрини $\text{SO}_4^{2-}\text{Ca}^{2+}$ нисбатдан келиб чиқиб ҳисобладик. Тадқиқот натижалари кальций ионлари меъёри ва жараён хароратининг Караумбет кўли рапасини сульфатсизлантириш жараёнига таъсири, шунингдек сульфатсизланиш даражалари 3.2.1-3.2.2-жадвалларда келтирилган (аралаштириш давомийлиги 30 минут).

3.2.1.-жадвал кўрсаткичларини таҳлили шу нарсани кўрсатадики, сульфатсизлантиришида дистиллер суюқлиги меъёрини 75% дан 100% гача оширилганда сульфатсизланиш 39,9% га ошади, меъёрни янада оширсак, яъни 100 дан 150 % гача сульфатсизланиш даражаси бор йўғи 5,76 % га ошади. Бундан ташқари дистиллер суюқлиги меъёрини 100% га оширсак рапа суюқ, фазасидаги - ионлари миқдорини сезиларли ошганини кузатиш мумкин, кальций хлорид миқдори ошади.

Бундай қонуният -сульфатсизланиш даражасини ўзгариши ва - ионлари миқдорини ошиши ва бошқалар рапа билан қилинган эксперимент натижаларида сақланиб туради (3.2.1 ва 3.2.2-жадваллар).

3.2.1 ва 3.2.2-жадваллардан кўриниб турганидек, ҳароратнинг ошиши билан магний сульфат эрувчанлиги ошиши ҳисобига сульфатсизланиш даражаси камаяди.

3.2.2-жадвал

Рапа 1 нинг таркибига дистиллер суюқлиги меъёри ва ҳароратнинг таъсири

Меъёр %	Суюқ фазанинг ионли таркиби, масс. %					Суюқ фазанинг туз таркиби, масс. %				γ SO_4^{2-} нисб. %
	Na^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	MgCl_2	NaCl	CaCl_2	MgSO_4	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сульфатсизланиш ҳарорати 20 °C										
75	6,88	1,93	0,3	15,49	1,46	6,18	17,5	0,84	1,83	51,06
100	6,56	1,78	0,13	15,13	0,3	6,76	16,69	0,35	0,37	89,28
105	6,49	1,75	0,15	15,02	0,22	6,72	16,5	0,42	0,28	91,84
ПО	6,41	1,72	0,19	14,91	0,2	6,62	16,3	0,54	0,24	92,69
Сульфатсизланиш ҳарорати 40 °C										
75	6,87	1,93	0,33	15,47	1,53	6,11	17,48	0,92	1,92	48,65
100	6,54	1,78	0,19	15,08	0,45	6,59	16,64	0,53	0,56	83,68
105	6,47	1,75	0,2	14,99	0,35	6,57	16,46	0,57	0,44	87,03
ПО	6,4	1,72	0,24	14,88	0,32	6,48	16,27	0,68	0,4	88,06
Сульфатсизланиш ҳарорати 60 °C										

3.2.2-жадвал давоми

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
75	6,87	1,92	0,34	15,46	1,56	6,07	17,47	0,96	1,95	47,64
100	6,52	1,77	0,26	15,04	0,61	6,41	16,59	0,71	0,76	77,84
105	6,45	1,74	0,27	14,95	0,51	6,4	16,41	0,74	0,63	81,3
ПО	6,38	1,71	0,31	14,84	0,47	6,32	16,22	0,85	0,58	88,45

3.2.3-жадвал

Рапа 2 таркибига дистиллер суюқлиги меъёри ва ҳароратнинг таъсири

Меъёр %	Суюқ фазанинг ионли таркиби, масс. %					Суюқ фазанинг туз таркиби, масс. %				γ SO ₄ ²⁻ нисб.%
	Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	MgCl ₂	NaCl	CaCl	MgSO ₄	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сульфатсизланиш ҳарорати 20 °C										
75	5,8	1,99	0,15	14,36	1,37	6,51	14,8	0,4	1,71	67,1
100	5,43	1,77	0,12	13,86	0,29	6,72	13,82	0,34	0,36	92,3
ПО	5,36	1,73	0,15	13,75	0,18	6,66	13,63	0,43	0,23	95
Сульфатсизланиш ҳарорати 40 °C										
75	5,77	1,98	0,25	14,29	1,6	6,24	14,69	0,68	2,01	61,24
100	5,41	1,76	0,23	13,8	0,55	6,42	13,75	0,65	0,68	85,14
105	5,34	1,72	0,25	13,7	0,42	6,39	13,57	0,71	0,53	88,4
ПО	5,26	1,68	0,31	13,58	0,38	6,27	13,39	0,86	0,48	89,18

3.2.3-жадвал давоми

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сульфатсизланиш ҳарорати 60 °C										
75	5,75	1,97	0,35	14,23	1,86	5,95	14,62	0,98	2,32	54,91
100	5,38	1,75	0,36	13,72	0,85	6,09	13,68	0,65	0,68	85,14
105	5,31	1,71	0,37	13,63	0,7	6,08	13,5	1,03	0,88	80,34
ПО	5,24	1,67	0,41	13,52	0,64	5,99	13,32	1,15	0,8	81,83

3.2.3- расмда дистиллер суюқлиги меъёри ва ҳароратни рапани 100% ли дистиллер суюқлиги меъёри билан сульфатсизлантириш даражасини синиш чизиғига таъсири аниқ кўриниб турибди.

3.2.4-жадвал

Рапа 3 таркибига дистиллер суюқлиги меъёри ва ҳароратнинг таъсири

Меъёр %	Суюқ фазанинг ионли таркиби, масс. %					Суюқ фазанинг туз таркиби, масс. %				γ SO_4^{2-} нисб.%
	Na^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	MgCl_2	NaCl	CaCl_2	MgSO_4	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сульфатсизланиш ҳарорати 20 °C										
75	6,88	1,93	0,3	15,5	1,46	6,18	17,5	0,84	1,83	51,1
100	6,56	1,78	0,13	15,1	0,3	6,76	16,7	0,35	0,37	89,3
105	6,49	1,75	0,15	15	0,22	6,72	16,5	0,42	0,28	91,8
ПО	6,41	1,72	0,19	14,9	0,2	6,62	16,3	0,54	0,24	92,7
Сульфатсизланиш ҳарорати 40 °C										

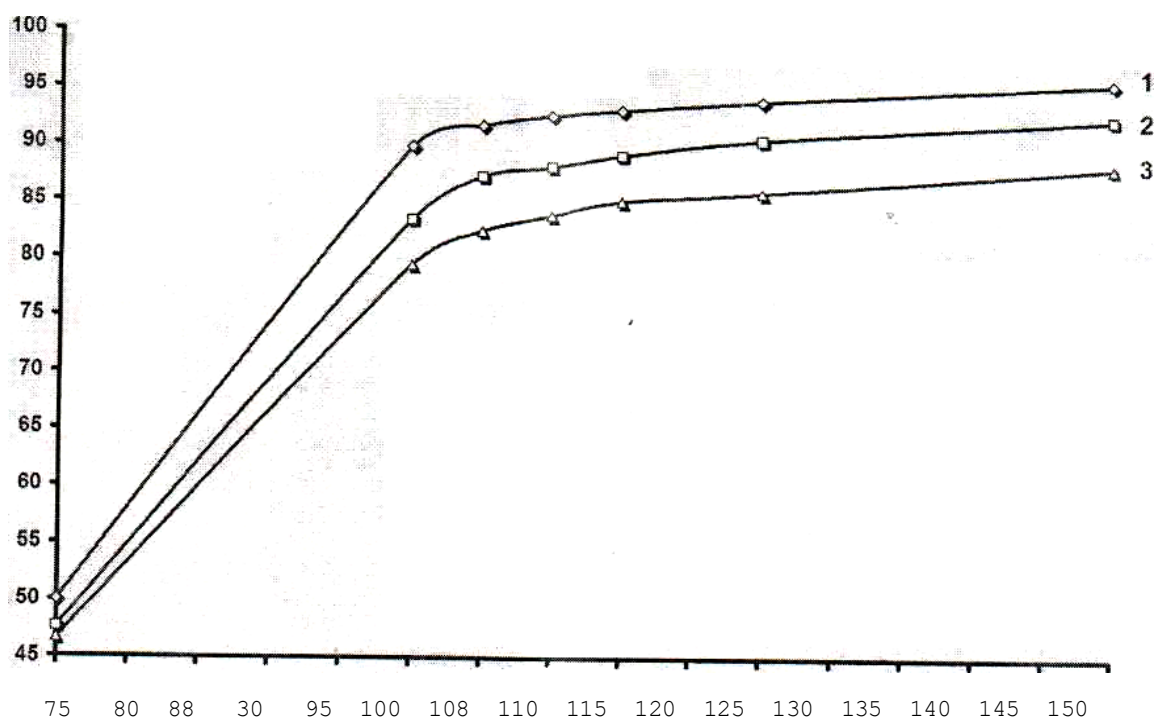
3.2.4-жадвал давоми

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
75	6,87	1,93	0,33	15,5	1,53	6,11	17,5	0,92	1,92	48,7
100	6,54	1,78	0,19	15,1	0,45	6,59	16,6	0,53	0,56	83,7
105	6,47	1,75	0,2	15	0,35	6,57	16,5	0,57	0,44	87
ПО	6,4	1,72	0,24	14,9	0,32	6,48	16,3	0,68	0,4	88,1
Сульфатсизланиш ҳарорати 60 °C										
75	6,87	1,92	0,34	15,5	1,56	6,07	17,5	0,96	1,95	47,6
100	6,52	1,77	0,26	15	0,61	6,41	16,6	0,71	0,76	77,8
105	6,45	1,74	0,27	15	0,51	6,4	16,4	0,74	0,63	81,3
110	6,38	1,71	0,31	14,8	0,47	6,32	16,2	0,85	0,58	88,5

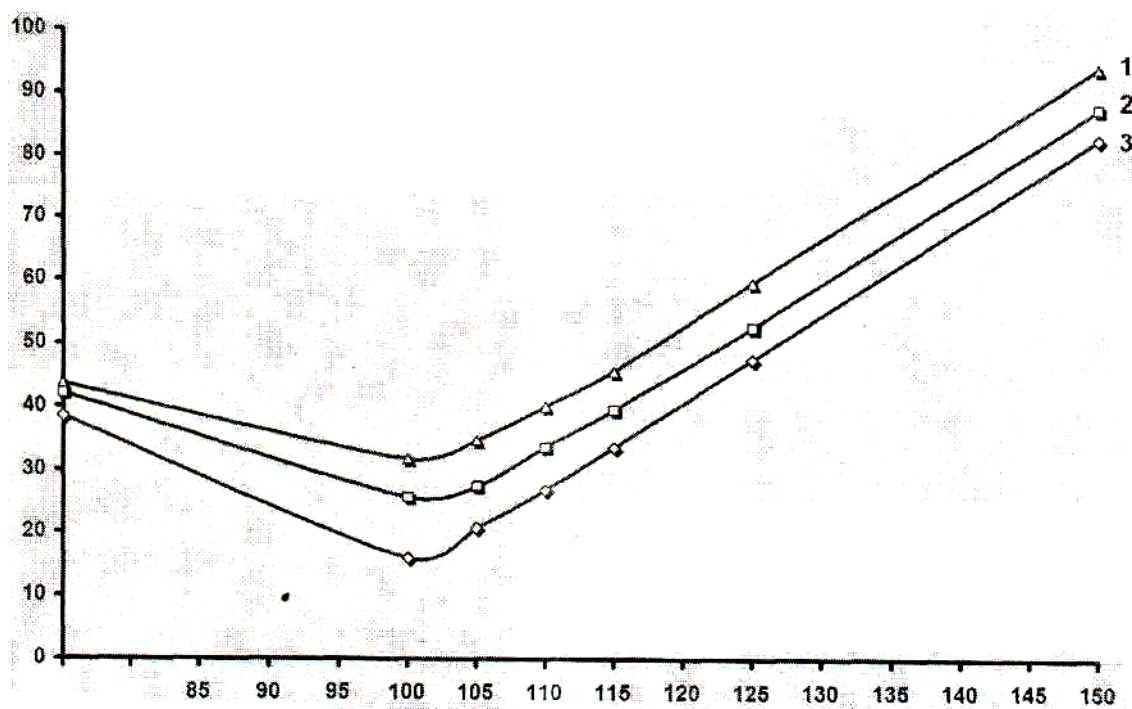
3.2.5-жадвал**Тиниқлашиш тезлиги, м/соат**

Ҳарорат,	Вақт интервали, мин			
°C	05.окт	окт. 15	15-20	20-30
20	0,58	0,62	0,47	0,09
40	0,97	0,65	0,24	0,02
60	1,44	0,41	0,1	0

Дистиллер суюқли меъёри ва ҳароратни сульфатсизланиш даражаси ва фазадаги кальций микдорини ўсишига таъсири 3.2.1 ва 3.2.2-расмларда келтирилган.



3.2.1-расм. Дистиллер суюқлиги меъёри ва ҳароратдаги рапанинг сульфатсизлантириш даражасига таъсири



3.2.2-расм. Дистиллер суюқлиги меъёри ва ҳароратини 1-20 °C, 2-40 °C, 3-60 °C ҳароратларда рападаги кальцийнинг нисбий миқдорига таъсири.

Караумбет кўли рапасини дистиллер суюқлиги билан сульфатсизлантириш жараёни учун реакция давомийлиги оптимал шароитлари 20-30 минут ва жараён 20-30 °С. Шунингдек, биз суюқ фаза реологик хоссаларини реакция давомийлиги ва ҳароратга (3.2.5-жадвал) боғлиқ томонларини ҳам ўргандик.

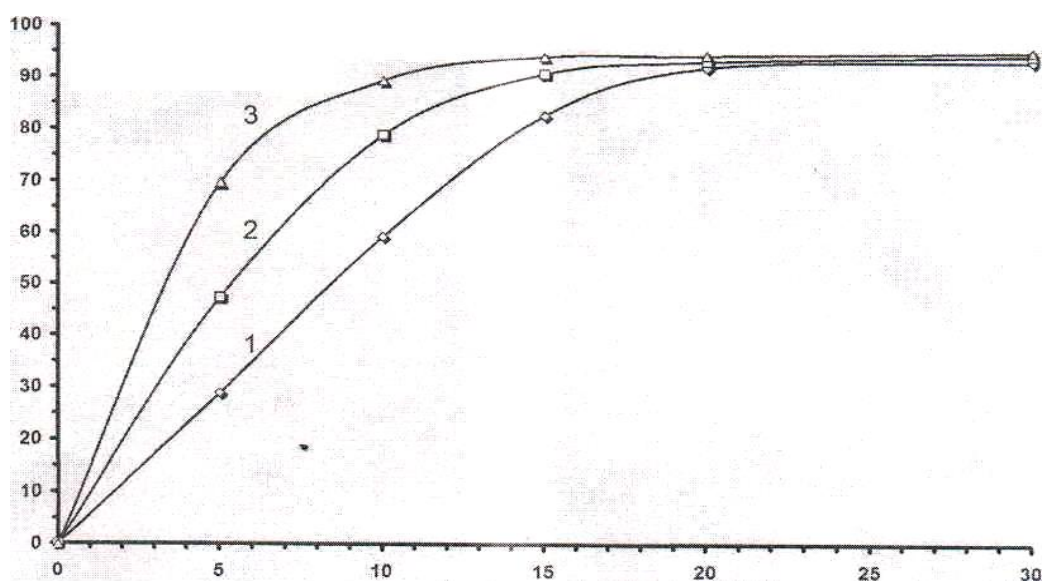
3.2.5-жадвал таҳлили шуни кўрсатдики, реакция давомийлиги ва ҳароратнинг ошиши билан суюқ фаза зичлиги жуда кам миқдорда камаяди.

3.2.1. Тажрибавий текширишлар ўтказишнинг услуби

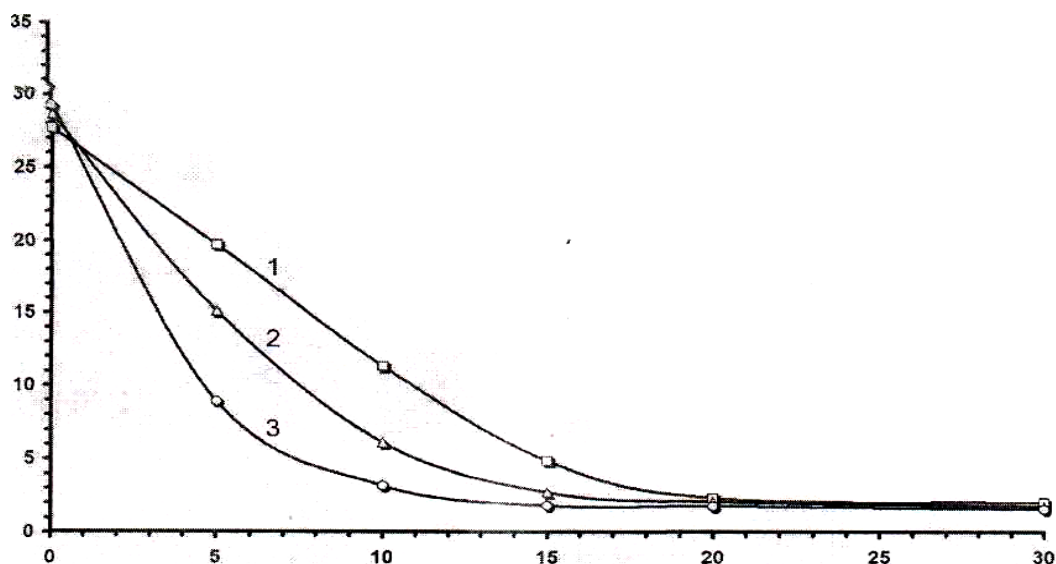
Шундай қилиб, тузли эритмаларнинг реологик хоссаларини ўрганиш шу нарсани кўрсатдики, унинг оқувчанлиги жуда юқори бўлиб, насослар билан ҳеч қандай чегарасиз транспортировка қилиниши мумкин.

Ҳосил бўлган суспензия осонлик билан ажратилади. 3.2.1.1-жадвалда сульфатсизлантирилган рапани тиниқлашиш тезлигини ҳисоблаш натижалари берилган.

Шу нарсани ҳисобга олиш керакки, тиниш жараёнининг ошиши билан тиниқлашиш тезлиги секинлашади.



3.2.1.1-расм. Рапани дистиллерланган суюқлик билан сульфатсизлантирилганда олинган суспензиянинг тиниқлашиш даражаси



3.2.1.2-расм. Рапани дистиллер суюқлиги билан 100% меъёр: 1-20°C, 2-40°C, 3-60°C билан сульфатсизлантиришда олинган суспензиянинг куйилтирилган қисмидаги СК фазалар нисбатлари
Эксперимент натижалари 3.2.1.1-жадвалда келтирилган.

3.2.1.1-жадвал

Натрий карбонат меъёрларини тузли эритмаларни сульфатсизлантириш таркибига таъсири

№	Масса, кг		Меъёр, %	Суюқ. фаза таркиби, %				Масса, кг	
	рапа	Na ₂ CO ₃		MgCl ₂	NaCl	CaCl ₂	MgSO ₄	эритма	буғ
1	1000	7,52	75	9,151	15,223	0,869	0,228	995,31	7,33
2	1000	9,02	90	9,138	15,356	0,738	0,228	994,85	8,5
3	1000	9,52	95	9,133	15,4	0,708	0,228	994,89	8,78
4	1000	10,02	100	9,129	15,445	0,683	0,228	995,02	9
5	1000	10,52	105	9,124	15,489	0,667	0,228	995,29	9,14
6	1000	11,02	110	9,119	15,533	0,661	0,227	995,7	9,2
7	1000	11,52	115	9,115	15,577	0,657	0,227	996,14	9,23
8	1000	12,02	120	9,11	15,621	0,656	0,227	996,62	9,24
9	1000	12,53	125	9,106	15,665	0,655	0,227	997,11	9,25

Рапани кальций ионларидан тозаланиш даражаси унинг кимёвий таркиби бўйича олинган натижалари 3.2.1.2-расмда келтирилган. 3.2.1.2-расмдан кўриниб турибдики, натрий карбонат меъёри 105% га кўтарилганда кальций ионларидан тозаланиш даражаси тез ошади.

3.2.2. Руданинг физик-механик ва технологик хоссалари

Рапани қайта ишлаб бишофит ва галит олиш кўп миқдордаги электроэнергияни талаб этганлиги сабабли магний гидрооксид олиш усули таклиф этилади. Бунда таркибида натрий ва магнийнинг хлорид ва сульфатлари ҳамда бошқа аралашмалар бўлган табиий тузли эритмаларни қайта ишлаб магний гидрооксиди олиш мумкин. Таклиф этилган усул оддий бўлиб, катта сарф-харажатлар талаб этмайди, самарали ҳисобланиб, узлуксиз ишлайди, жараёни интенсификация қилишга имкон беради, бирлик маҳсулотга сарфланадиган энергия сарфи камаяди, кам чиқинди чиқади, усул хлорид-сульфатли типдаги рапани комплекс қайта ишлашга мўлжалланган. Технология ёпиқ занжирли бўлиб, битта технологик схема бўйича хлорид-сульфат типдаги рапани комплекс қайта ишлаб, юқори даражада тоза бўлган алоҳида компонентларни Давлат стандартлари талаблари даражасида олиш имкониятини беради. Дистиллер суюқлигини сульфатсизлантирилган реагент сифатида фойдаланиш, яъни кальцинацияланган сода ишлаб чиқариш чиқиндисидан фойдаланиш (1 т кальцияланган сода ишлаб чиқариш учун 9-10 м³ дистиллер суюқлиги ҳосил бўлади) уни сақлайдиган махсус шламонакомителлар талаб этади, улар корхона худуди атрофидагилар учун экологик хавф туғдириш мумкин.

Шунинг учун ҳам атроф-муҳит муҳофазасига алоқадор бўлган муаммоларни ечиб, олинадиган кимёвий маҳсулотларнинг таннархини камайтириш талаб этилади.

Усул қуйидаги кетма-кетликда бартараф этилади:

1. Табиий тузли сув - Караумбет ёки Борсакелмас кўллари рапасини (таркибида натрий ва магний хлорид ва сульфатлари бўлган) дистиллер суюқлиги билан сульфатсизлантириш. Кальций сульфати (гипс) чўкмага тушади.

2. Гипс кристаллари чўкмага тушгандан сўнг суюқ фазадан ажратиб олинади.

3. Гипс чўкмаси филтрланади, ҳосил бўлган филтрат 2 босқичдаги суюқ, фаза билан бирикади.

4. Ҳосил бўлган суюқ, фаза натрий гидрооксиди ёки кальций гидрооксиди билан ишланади.

5. Ҳосил бўлган магний гидрооксид чўкмаси суюқ, фазадан ажратиб олинади.

6. Магний гидроксид чўкмаси ажратиб олиниб, қуригилади ва 600-800 °С да қуйдирилади, магний оксиди ҳосил бўлади.

7. Магний гидрооксиди чўкмаси ажратиб олингандан сўнг қолган суюқ фаза кальцинацияланган сода ишлаб чиқаришга берилади. Бу усул Сольве услуби бўйича олиб борилади. Жараён охирида қолган эритма дастлабки тузли эритмани сульфатсизлантириш мақсадида жараёнга қайтарилади.

Қуйидаги реакция мисолида магний ионларини чўктириб, натрий гидроксид миқдорини аниқладик:



Магний ионларини чўктириш 25 °С да олиб борилади. Магний гидроксидини натрий гидроксиди билан чўктириш кўрсаткичлари 3.12 жадвалда келтирилган.

3.2.2.1-жадвал

Магний гидроксидини натрий гидроксиди билан чўктириш кўрсаткичлари

Масса, кг		Нисбий стехиом- метрик миқдори, , %	Суюқ фаза таркиби, %					γ SO_4^{2-} нис- бий, %	Масса $\text{Mg}(\text{OH})_2$ кг
рапа	NaOH		Na^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}		
1000	75,22	95	9,73	0,37	0,57	15,88	0,18	75,12	43,12
1000	79,18	100	10,04	0,37	0,04	16,03	0,18	98,16	56,35
1000	83,13	105	10,23	0,37	0,01	15,98	0,18	99,41	57,06
1000	87,09	ПО	10,42	0,37	0,01	15,92	0,18	99,53	57,13

зарядли қўшимчалар билан узаро бирикиб, эрмайдиган коллоид чўкмаларни ҳосил қилиш имконини беради.

Филтрлаш кўп ҳолларда тиндириш жараёнидан сўнг олиб борилади. Бунда сув суспензиялардан қумли филтрлар ва бошқа филтрлар орқали тозаланади.

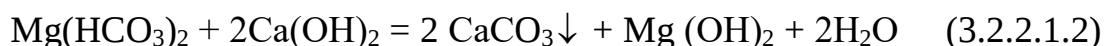
3.2.2.1. Руда таркибидаги моддаларнинг физик-кимёвий хоссалари

Кимёвий усуллар ёрдамида калций ва магний тузларини йўқотиш билан сувни юмшоқлигини таъминлаш мумкин. Бу усулда эрмайдиган, чўкмага тушадиган калций ва магнийнинг тузларини ҳосил қилувчи реагентлар сувга

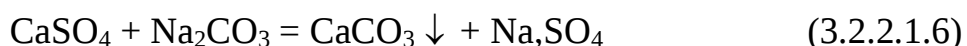
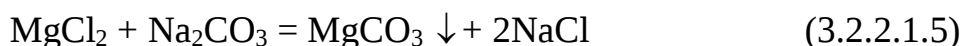
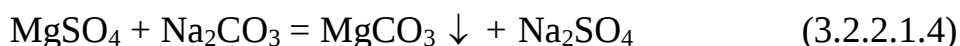
кўшилади. Қўлланилаётган реагентга қараб: сўндирилган оҳак, сода фосфат (тринатрийфосфат), натрон (ўювчи натрий) усулларига бўлиш мумкин.

Жараён давомида қуйидаги реакциялар боради:

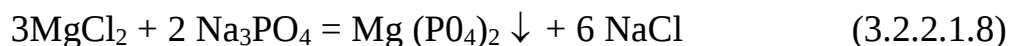
1. Сўндирилган оҳак ёрдамида ишлаш (вақтинчалик қаттиқликни йўқотишда)



2. Сода билан ишланганда (сувни доимий қаттиқлигини йўқотишда)



3. Тринатрийфосфат билан ишланганда (Ca^{2+} ва Mg^{2+} катионлари 0,03мг экв/дм³ гача миқдорда чўктирилади).



Кальций ва магний фосфатларнинг эрувчанлиги ниҳоятда кичкина бўлганлиги фосфат усулини юқори самарадорлигини белгилайди.

Бишофит олишда рапани қайта ишлаш. Рапа Караумбет кўлидан насос орқали (01) рапани йиғувчи ҳажмли идишга (1) ҳайдалади. Дистиллирланган суюқлик «оқ денгиз» насос (03) орқали дистиллирланган суюқликни йиғувчи ҳажмли идиш (3) га ҳайдалади.

Дистиллирланган суюқликдаги кальций гидроксид миқдорига боғлиқ ҳолда, ёруғ (тиник) қисмини ажратиш зарур бўлади. Рапада эримайдиган аралашмалар бўлиши мумкин, қайсики улар йиғувчи ҳажмий идишда чўкиб қолади.

Йиғилувчи ҳажмий идишдан (1) рапа марказга интилувчи насос орқали (2) сульфатсизлантирувчи реактор (5) га ҳайдалади. Ушбу реактор ҳажмий идиш типига бўлиб, аралаштиргич билан жиҳозланади.

Худи шу ерга (5) марказга интилувчи насос (4) ёрдамида ҳажмий идишдан (3) дистиллирланган суюқлик ҳайдалади. Реакторда рапанинг сульфатсизлантириш жараёни кечади, яъни сульфат ионлари гипс қуринишида чўктирилади. Реакция дастлабки реагентлар ҳароратида боради, иситиш талаб этилмайди.

Дастлабки компонентлар 100-105% ли нормадаги дистиллирланган суюқликдаги кальций ионларининг рападаги сульфат ионларига тўғри келувчи нисбатда аралаштирилади. Кўрсатилган интервал нисбатидаги норманинг камайиши сульфатсизлантириш даражасининг пасайишига олиб келади, кўпайиши эса эритманинг кальций ионлари билан ифлосланишига олиб келади. Сульфатсизлантириш реакцияси етарли даражада тез ўтади.

Максималга нисбатан олганда 15 минутда сульфатсизлантириш 90% ли даражага етади. Амалда сульфатсизлантириш реакцияси 30 минутда тулиқ амалга ошади. Ҳароратга ва нормага боғлиқ ҳолда сульфатсизлантириш даражаси 80-90 % га етади.

Сульфатсизлантирувчи реактор (5) дан суспензия ўз ҳолича конуссимон типигаги тиндиргич-қуюлтиргичга йўналтирилади (6). Қуюлтиргичга кириш жойида С:Қ суспензия (27:30): 1 ни ташкил қилади. Гипс кристаллари ҳосил бўлиш жараёни етарли даражада тез ўтади. Тиниклашиш максимал даражаси 20 минутда содир бўлади, яъни 92% дан юқори.

Қуюқ қисмдаги С:Қ (2,5-3,5): 1 ни ташкил қилади. Тиниқ қисмнинг зичлиги $1,187-1,195 \text{ г/см}^3$ ни ташкил этади. Тиниклаштирилган рапа тозалагичгача бўлган реактор (. 12) га йўналтирилади.

Гипс суспензияси конуссимон тиндиргич- қуюлтиргич (6) нинг қуйи қисмидан ўз ҳолича тасмали вакуум-фильтр (7)га йўналтирилади ва шу ерда

фазаларга ажралиш жараёни содир бўлади. Суспензия яхши филтрланади, курук чўкма бўйича филтрлаш тезлиги $600-800 \text{ кг/м}^2\text{с}$ ни ташкил этади.

Асосий филтрат асосий филтратни йиғувчи йиғгич (8)да йиғилади. Сўнгра гипс филтрда сок буғи конденсати (38)нинг гипс (мутлақо курук модда) : сув =1:1 нисбатда ювилади. Ювилган сувлар филтрлашдан кейин ювилган сувларни йиғувчи (9) идишда йиғилади.

Асосий филтрат асосий филтратни йиғувчи йиғгич (9) дан марказга интилувчи насос (10) ва ювилган сувлар ювилган сувларни йиғувчи идишдан(9) марказга интилувчи насос (11) ёрдамида тозалагич реактор (12) га юборилади. Худди шу реакторга тиндиргич-сгуситель (6) даги рапанинг тиндирилган қисми ҳам юборилади. Тозалагич реакторнинг конструкцияси сульфатсизлантирувчи реакторнинг конструкциясига сув мувофиқ келади.

Тозалагич реакторда (12) рапа таркибидаги кальций ионлари кальцинирланган сода билан кальций карбонат кўринишида чўктириш йўли орқали тозаланади. Реакция тез ўтади, 30 минут давомида максимал даражага эришилади. Сўнг суспензия ўз ҳолича тиндиргич-сгуситель (13)га келиб тушади. Қуюқлашиш жараёни бир мунча секин кечади. Қуюқлашиш учун 2 соатдан кам бўлмаган вақт талаб этилади. С:Қ қуюқлашиш қисмидан (3;):1 ни ташкил этади. Тозаланган рапа натрий ва магний хлоридлари (16) эритмаларига юборилади.

Карбонатли шлам конуссимон тиндиргич- қуюлтиргичнинг қуйи қисмидан тасмали вакуум-филтр (14)га юборилади ва шу ер да фазаларга ажралиш содир бўлади. Суспензия етарли даражада яхши филтрланади, курук чўкма бўйича филтрлаш тезлиги $400-600 \text{ кг/м}^2\text{с}$ ни ташкил этади.

Асосий филтрат асосий филтратни йиғувчи йиғгич (15)га йиғилади.

Карбонатли шлам пастга йўналтирилади. Асосий филтрат ўз йўли орқали натрий хлорид ва магний хлорид эритмалари (16) йиғгичига юборилади.

Натрий хлорид ва магний хлорид эритмаларини йиғувчи йиғгичдан эритма марказга интилувчи насос (17) орқали буғлатгич аппарати (18)га буғлатиш учун йўналтирилади ва шу аппаратда циркуляцияланган (19) ҳамда иситиш камераси (20) га эга бўлади. Буғлатгич аппаратида эритма дастлабки массага нисбатан (зичлик 1,37-1,45 г/см³) 55,0-57,5% гача концентрацияланади. Ушбу ҳолат С:Қ (3,8-4,8): 1 ни ташкил этади ва бу бўйича эритманинг концентрацияси 32-34%ни ташкил этади.

Натрий хлорид ва магний хлорид эритмасидаги натрий хлориднинг суспензиясин биринчи босқичли буғлатишдан кейин у ўз холича тасмали вакуум-филтрга (21) юборилади ва шу ерда фазаларга ажратилади, қурук чўкма бўйича филтрланиш тезлиги 1000-1200 кг/м²с ни ташкил қилади.

Асосий филтрат асосий филтратни йиғувчи йиғгич (22) да йиғилади. Сўнгра натрий хлорид сок у буғи кондесати билан натрий хлорид-сув 1:1 нисбатида ювилади. Ювилган сувлар ювилган сувларни йиғувчи идишда (22) йиғилади. Ювилган сувлар ўзидан қуйилган натрий хлорид эритмасини ва магний хлорид аралашмасини тутати ва ушбу эритма марказга интилувчи насос (25) орқали буғлатгич аппарати (18) га буғлатиш учун юборилади.

Асосий филтрат йиғгич (22) дан марказга интилувчи насос (24) ёрдамида иккинчи босқичли буғлатгич аппарати (26) га буғлатиш учун юборилади. Ушбу мослама конструкцияси бўйича буғлатгич аппарати (18)га мос келади.

Буғлатиш дастлабки массага нисбатан 47,5-50,0 %гача буғлатилади, эритманинг концентрацияси 92-94% ни ташкил этади. Бунда натрий хлорид амалий жиҳатдан тўлиқ чўкмага тушади. Олинган суспензия С:Қ=5,7-6,2 ҳолатида филтрга (29) юборилади ва шу ерда натрий хлорид бишофит суюқланмасидан ажратиб олинади.

Буғлатгич аппаратидан сок буғи ажратиб олиниб, у биринчи буғлатгичнинг иссиқлик алмашилиши (20) ини иситишда фойдаланилади.

Конденсат иссиқлик алмашгичдан кейин конденсатни йиғувчи йиғгич (38)га юборилади ва шу ердан гипс (7), натрий хлорид (21 ва 29) ларни ювиш учун юборилади.

Фильтрда натрий хлорид сок буғи конденсати (38) билан ювилади. Ювилган сувлар уни йиғувчи йиғгич (31)да йиғилади ва шу ердан насос (39) билан иккинчи босқичли буғлатишга (26) келиб тушади.

Бишофит суюқланмаси ҳажмли идиш (30)да йиғилади, у ердан насос ёрдамида кристаллизатор (34)га юборилади. Худди шу ерда бишофит қуюқлантирилиб маълум формага келтирилади.

Формага келтирилган бишофит транспортер (35) ёрдамида қадоқловчи машина бункери (36) га келиб тушади. Шу ердан қадоқланиб конвейр (37) орқали омборга юборилади.

3.2.2.1.1-жадвал

Ишлаб чиқаришнинг моддий баланси

Схема бўйича оқим №	Оқимлар номи	Миқдори
1	2	3
1.	Рапа кўли	8,864
2.	Дистиллерланган суюқлик	4,192
3.	Гипс суспензияси	13,056
4.	Гипснинг қуюқлашган суспензияси	1,824
5.	Оч рангга келтирилган рапа	11,232

3.2.2.2.1-жадвал давом

6.	Филтрланган рапа	0,912
7.	Ювиш учун гипс чўкмаси	0,912
8.	Ювиш учун конденсат	0,456
9.	Ювилган сувлар	0,717
10.	Куритувчи гипс	0,651
11.	Тозалашгача бўлган рапа	12,861

12.	Кальцинациланган сода	0,129
13.	Бур суспензияси	12,990
14.	Бурнинг қуюқлаштирилган суспензияси	0,636
15.	Оч рангга келтирилган рапа	12,354
16.	Филтрланган рапа	0,485
17.	Бўр шлами	0,151
18.	Буғлаш учун тозаланган рапа	12,839
19.	Натрий хлорид суспензияси	7,908
20.	Буғ	6,471
21.	Ювилувчи натрий хлорид чўкмаси	2,176
22.	Буғлатишгача бўлган рапа	5,732
23.	Ювиш учун сув	1,309
24.	Куритиш учун натрий хлорид	1,945
25.	Ювиш учун сув	1,540
26.	Натрий хлорид суспензияси	2,681
27.	Буғ	3,567
28.	Ювилувчи натрий хлорид чўкмаси	0,525
29.	Кристалланувчи бишофит эритмаси	2,056
30.	Ювиш учун сув	0,518
31.	Куритилувчи натрий хлор	0,527
32.	Ювилган сувлар	0,516

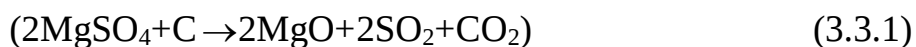
3.3. Магний хлорнинг физик-кимёвий хоссалари

Сувда эрувчанлиги (1000 гр да)-52,8 (0 °C), 54,5 (24 °C), 73,0 (100 °C), жуда гигроскопик қайнатилган эритмаларда (таркибида 50,7 ва 8565 г MgCl_2 100 г сувда бўлса) 14265 ва 158 °C; d^{25} 14 %-20 % ва 32 % ли сувли эритмаларда 161198 ж 1,1757 ва 1,2979⁰ C қайнайди. Қаттиқ, зичлиги (26гр Mg Cl_2 :100гр сувда)-33,6⁰C. 160⁰дан (Mg Cl_2) юқори бўлса , қисман сувда гидролизланади. Охирги сувли эритма (Mg Cl_2), MgO . эритади, олинган эритмалдан $\text{MgCl}_2 \cdot m\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, кристалланади, бунда $m=2-9$, $n=2-8$. бу бирикмалар магнезиал цементлар таркибига киради.

MgCl табиатда бишофит минерали кўринишида $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, учради, карналлит. $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, хлоромангнит MgCl_2 денгиз сувида таркибида булади. Тузли қўлларда, ер ости чуқурларда бўлади.

$\text{Mg}(\text{OH})_2$. рангсиз кристал бўлади зичлиги-2,36 г/см³, C_p^{0p} 77,11 D ж(мол/к)350⁰C дан юқори t^0 да MgO ва сувга парчаланади. CO_2 ни, H_2O ни хаводан ютиб MgCO_2 ҳосил булади. Сувда эрувчанлиги қийин ($2 \cdot 10^{-4}$ мол/л) (20⁰C) да кучсиз асос қайноқ ишқорли концентрацияси юқори, эритмаси билан гидроксомагнезиат ҳосил қилади.

MgSO_4 . рангсиз кристал, сувда эрувчанлиги 100гр.сувда 35,5 (20⁰C)68,3 (100⁰C), қайнатилган тўйинган эртма (75g MgSO_4 100gr сувда)108⁰C гидратлари 320-330⁰C да тўлиқ сувсизланади. Хона ҳароратида сувли эритмаларида гектагидрат кристалланмайди, 48⁰C да юқори ҳароратдан бўлса гексагидрат, 67,5⁰C дан юқори бўлса моногидрат, бу гидратлар 320-330 °C да тўлиқ сувсизланади. Сувсиз MgSO_4 1100-1200⁰C → MgO , SO_2 ва O_2 га кристалланади. 700-900⁰C да C билан реакцияга киришиб,



MgSO_4 ва NaCl нинг сувли эритмаларида паст ҳароратларда $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ кристалланади.

3-боб буйича хулоса

Сульфатлар тарозида тортиш усули билан аниқланади. Улар нордон муҳитда барий хлорид билан сульфатларни чўктириш ва чўкмани тарозида тортишга асосланган

Хлорни хажмий аргентометрик усул билан аниқланди. Усул кумуш хлорид чўкмаси суспензияси рангини ўзаришига асосланганлиги, кумуш ионлари калий бихромат билан ўзаро таъсирлашди.

Қаттиқ, намуналардан сув миқдори уларни қуритиш шкафларида 100-105 °С да доимий массагача қуритилди.

Оралиқ ва якуний маҳсулотлар тавсифи уларнинг баъзи бир физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш орқали аниқланди

Эритма ва пульпанинг зичлигини ПЖ-2 пикнометри ёрдамида аниқланди. Эритма ва пульпанинг кинематик қовушоқлиги ВПЖ-1 ва ВПЖ-2 маркали шиша капиллярли вискозиметрларида аниқланди.

Дастлабки ва оралиқ моддалар, тайёр ва ярим тайёр маҳсулотларнинг таркиби ва хоссаларининг идентификацияси кимёвий анализ билан бирга физик хоссаларини аниқлашда рентгенофаза, ИК-спектроскопик ва термик анализлардан фойдаланилди. Рентгенограммалар таҳлили «The American Mineralogist crystal structure database) базаси курсаткичлари асосида амалга оширилди.

Дастлабки хом ашёнинг рентгенофаза анализи Дрон-3 дифрактометрида олиб борилди. Унда филтрланган мисли нурланиш, 40 кВ кучланиш, 20 мА ток кучи, ҳисоблагичнинг ҳаракат тезлиги -2 град/мин кўрсатди. Олинган маҳсулотларнинг рентгенофаза анализи Дрон-2 дифрактометрида кобальтти аноддан фойдаланиди.

ИК-спектроскопик анализ бирикмалар компонентларининг ўзаро бири-бири билан таъсирлашув характерини билиш учун олиб борилди. Тадқиқ

қилинаётган бирикмаларнинг ИК- спектрларини ютиш SPECORD-751K қурилмасида частотанинг 400-4000 см қисмида намоён бўлди.

Тадқиқ қилинаётган бирикмаларнинг термик анализи Паулик-Эрдей системасидаги дериватографда қиздириш тезлиги 10-12 грд/мин, модданинг оғирлиги 150-200 мг, гальванометрларнинг сезувчанлиги ДТА-1/1, ДТГ-1/50, ТГ-250, 20-500 °С ҳарорат интервалида олиб борилди.

Изоляция қилинган платинали термопаралардан фойдаланилди. Анализ қопқоқли платинали тигелларда олиб борилди.

ХУЛОСА ВА ТАКЛИФЛАР

Бажарилган тадқиқотлар бўйича эришилган асосий илмий ва амалий натижалар қуйидагича:

1. Рапани қайта ишлаш бўйича доломит, сульфат кислота, галит ва бишофит олишнинг тажриба синов қурилмаси ҳосил килинди.
 2. $MgCl_2$ учун хом ашё Деҳқонобод туманида мавжуд бўлган туз манбаи таркибида мавжуд.
 3. Жумладан доломитни қайта ишлаб магний сульфат олинади. Доломитнинг таркиби 5000 минг тонна кальций карбонат, 6000 минг тонна магний карбонатни ташкил қилади.
 4. Доломитдан $MgSO_4$ ни ажратиб олиб, флотация усулида олинган галит чиқиндиси бўлган $NaCl$ нинг конверсиялаб, $MgCl_2$ и шлаб чиқилди.
 5. Ушбу технологиялар асосида олинаётган $MgCl_2$ нинг таннархи 50% арзонлашди.
 6. Технологик жараёнлардан асосий қурилма ажратиб олинди. Жараёнда асосий қурилма бўлаган 2 босқичли буғлатиш қурилмаси моддий ва иссиқлик баланси тенгламалари ишлаб чиқилди.
 7. Танланган махсус буғлатиш қурилмаси $MgCl_2$ таркибидаги намликни тўлиқ сиқиб чиқаришга эришилди. Натижада уни сочилувчанлиги ортди.
 8. Маҳсулотни сақлаш ва ташиш бир мунча қулайликларга эришилди.
 9. Тажрибавий текширишлар ўтказишда усул ва шароитлари. Руданинг физик-механик ва технологик хоссалари шу жумладан хом ашё тайёр маҳсулот калий хлорнинг физик кимёвий хоссалари ва буғлатгич қурилмалари ёрдамида буғлатиш бўлимини лойиҳалаш кўрсатиб ўтилди.
 10. Тадқиқотлар натижалари бир қанча физик кимёвий анализ усулларида фойдаланилаган ҳолда аниқланди.
- Лойиҳанинг график қисмида бош режа компоновка , технологик схема асосий қурилма чизмалари бажарилди.

- Лойиҳанинг бажарилишида илғор техника, реаллик ва барқарорлик қоидаларига риоя қилинди.

- Лойиҳада жиҳозлар ва материалларнинг миқдорлари ва турлари бўйича маълумотлар келтирилди.

- Чиқиндилар чиқишининг ҳажми максимал равишда қисқартирилган ва улардан комплекс фойдаланиш масалалари ҳал қилинди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РУЙХАТИ

1. Шавкат Мирзиёев “Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қондаси бўлиши керак”. Тошкент: «Ўзбекистон», 2017. - 104 б.
2. Каримов И.А. Жаҳон молиявий иқтисодий инқирози, Ўзбекистон шароитида уни бартараф этишнинг йўллари ва чоралари. Т,: “Ўзбекистон”, 2009.- 25 б.
3. Янатъева О.К, Рапопорт Г.С., Рассонская И.С., Устинова М.Б. // ЖПХ, 1961. Т. 34. С. 2347.
4. Позин М. Е. Технология минеральных удобрений. Л. Химия. 1989.
- Салимов. З. “Кимёвий технологиянинг асосий жараёнлари ва қурилмалари” Т,: “Ўқитувчи” 1995 й 322 б.
5. Л.З.Альперт « Основы проектирование химических установок » Москва Химия 1970 г - 485 с
6. Н.Р.Юсуфбеков ва бошқалар “Кимё ва озиқ-овқат саноатларининг асосий жараёнлари ва қурилмалари” Тошкент Ўқитувчи -2000 й 406 б.
7. Гофуров. Қ. “Минерал ўғитлар ва тузлар кимёвий технологияси” Т,: “Ўқитувчи” 2009 й 280 б
8. Печковский В,В Технология калийных удобрений. Минск. «Высшая школа».1978.-3с.
9. Щегров Л.Н., Скроботун В.Н., Рядченко А.Г. // Сб. «Исследования в области химии и технологии минеральных солей и окислов». - Наука, 1965. С. 59.
10. Lallemant M, Watelle-Marion G. // Compt. rend. 1967. Vol. 265. No. 12. P. 627.
11. Стрелец Х.Л., Тайц А.Ю., Гуляницкий В.С. Металлургия магния. -Госметаллургиздат, 1960.
12. Кашкаров О.Д. Расчеты испарения морской воды в промышленных бассейнах. // Сб. Технология переработки природных солей и рассолов. - М.-Л.: Химия. 1964. с. 67-75.

12. Ксензенко В.И., Стасиневич А.С. Технология брома и иода. - М.: Госхимиздат. 1960.-304 с.
13. Кашкаров О.Д. Графические расчеты солевых систем. - Л.: Госхимиздат. 1960. -439с.
14. Викторов В.В. Графические методы расчета в технологии неорганических веществ. - Л.: Химия. 1972. - 462 с.
15. Справочник по растворимости. В 3-х т. / В.Б. Коган, С.К. Огородников, В.В. Кафаров; под ред. В.В. Кафарова. - Л.: Наука. 1969. Т. 3. Кн. 2. - 1171 с.
16. А. № 234243. Способ очистки сульфатных сточных вод. / Чередников А.В., Солодовников В.В., Стрелецка И.Н., Головков А.Е., Кудряшов А.И., Резников И.Г., Тягун В.П., Воронов Г.И. (Всесоюзный научно-исследовательский и проектный институт синтетических жирозаменителей). Заявл. 09.10.1967. Оpubл. 24.12.1968
17. Спирин Н.С., Бедюх М.А. // Сб. «Вопросы производства калийных удобрений». 1964. С. 42.
18. Kurmeter H. // Chem. Ingr. Techn. 1966. Vol. 38. No. 4. P. 484.
19. Матийко Л.Н., Лопаченок Л.В. // Сб. «Вопросы добычи и переработки галургического сырья». -Химия, 1966. С. 17.
20. Дзенс-Литовский А.И. Кара-Богаз-Гол. - Л.: Недра. 1967. - 95 с.
21. Патент 3201208 США / Hems M., Strauss B. - 1963.
22. Патент 1183485 ФРГ / Christensen V. J., Egleson G.C., Carlson E.H. - 1963.
23. Пуха И.К. / Сб. «Технология переработки природных солей и рассолов». - Изд.
24. Стрелец Х.Л., Тайц А.Ю., Гуляницкий Б.С. Металлургия магния. -Госметаллургиздат, 1960
25. Патент 2636809 США / Schoenlaub R.A. - 1963.
26. Арав Р.И., Чубарь Е.Г. / Сб. «Исследования в области химии и технологии минеральных солей и окислов». - Изд. Наука, 1965. - С. 24.

27. Патент 965081 Великобритания / Trube P.W., Boyack J.B. - 1960.
28. Eng. a. Mining J. - 1967. -V. 168. - № 3. - Р. 104.
29. Weyermuller G.H., Kitchen R.R. // Chem. Process. - 1968. - V. 31. - № 11. - р. 39.
30. Козин Я.Д., Данильченко П.Т., Поиизовский А.М. // Вестник АН. - 1954. -№ 11.-С. 63.
31. Нагаи, Есидзаки, Накаяма // J. Ceram. Assoc. Japan. - 1954. - V. 62. - № 694. - Р. 248.
32. Патент 2703273 США / Robertson J.A., Miles CB., Linton D.C. - 1955.
33. Пуха И.К., Тархова В.В., Грязина Е.Я., Седнева Н.Ф. / Сб. «Технология переработки природных солей и рассолов». - Изд. «Химия», 1964. - С. 104.
34. Патент 972323 Великобритания / Patton R.A., Vaugh C. - 1962.
35. Авт. свид. 10319 Болгария / Стойнова В.С., Попов Г.Р., Моиев Г.С. - 1963.
36. Вайвад А.Я. и др. // Изв. АН ЛатвССР. Сер. хим. - 1962. - № 2. - С. 163.
37. Gregg, Packer, Wheatley // J. Chem. Soc. - 1965. - № 1. - Р. 46.
38. Суслейменов А.С. Труды 1 совещания по термографии. - Изд. АН 1955. -С. 200.
39. Авт. свид. 183724 / Пуха И.К., Натинская Р.Э. - 1964.
40. Патент 3211567 США /PattonR.A. -1962.
41. Коснырев Г.Т., Савинкова Е.И., Рассохина В.Н. / Сб. «Физическая химия расплавленных солей». - Изд. «Металлургия», 1965. - С. 331.
42. Савинкова Е.И., Коснырев Г.Т., Партина Г.А. // Цветные металлы. - 1966. - № 4.-С. 56.
43. 108. Коснырев Г.Т., Савинкова Е.И., Вильнянский Я.Е. // Изв. вўзов. Цветн. металлург. - 1966. - № 5. - С. 58.
44. Резников И.Л. // ЖПХ. - 1950. - Т. 23. - № 9. - С. 897.
45. Норре П., Maurer B. // Chem. Techn. - 1966. - V. 18. - № 5. - Р. 257.

46. Патент 3251650 США / Bengtson K.B., Johanson L.N., Almond J.C. - 1963.
47. ГОСТ 6318-77. Натрий сернокислый технический. Технические условия. — М.: Изд-во стандартов, 1989. - 23 с.
48. 117. ГОСТ 7759-73 Магний хлористый технический (бишофит). Технические условия. - М.: Изд-во стандартов, 1986.-10с.
49. ГОСТ Р 51574-2000. Соль поваренная пищевая. Технические условия. - М.: Стандартиформ, 2005. - 12 с.
50. 119. ГОСТ 18995.1-73. Продукты химические жидкие. Методы определения плотности. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. - 4 с.
51. 120. ГОСТ 10028-81. Вискозиметры капиллярные стеклянные. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2005. - 13 с.
52. Agarwal B.K. X-ray spectroscopy. - Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1991. -419p.
53. Handbook of X-ray spectrometry. / Eds. Van Grieken R.E., Markowicz A. A. - New York: Marcel Dekker Inc., 1993. - 984 p.
54. Zschornack G. Handbook of X-ray data. - Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2007.-969 p.
55. Shukla B.K. // Salt. Res. a. Ind. - 1968. - V. 5. - № 2. - P. 34.
56. Гиллер Я.Л. Таблицы межплоскостных расстояний. В 2-х т. - М.: Недра, 1966. -330с.
57. Недома И. Расшифровка рентгенограмм порошков. - М.: Металлургия, 1975. -423с.
58. Downs R.T., Hall-Wallace M. The American Mineralogist crystal structure database // American Mineralogist. - Washington, 2003. - Vol. 88. - P. 247-250.
59. Belkly A., Helderman M., Karen V.L., Ulkch P. New developments in the Inorganic Crystal Structure Database (ICSD): Accessibility in support of materials research and design //Acta Crystallographica. Section B: Structural science. - Chester, 2002. -Vol.
60. Marcus D., Weiser J. // Rev. chim. - 1967. - V. 18. - № 2. - P. 114.

61. Miller F.A., Mayo D.W., Hannah R.W. Course notes on the interpretation of infrared and Raman spectra. - Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2003. - 567 p.
62. Смит А. Прикладная РЖ-спектроскопия. - М.: Мир, 1982. - 328 с.
63. Накамото, К. ИК-спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений. - М.: Мир. 1991.-412с.
64. ИК-спектроскопия в неорганической технологии. / Зинюк Р.Ю., Балыков А.Г., Гавриленко И.Б., Шевяков А.М. - Л.: Химия, 1983. - 160 с.
65. Haines P.J. Thermal methods of analysis: principles, applications and problems. -London: Blackie academic and professional, 1995. - 286 pp.
66. Speyer R.F. Thermal analysis of materials. - New York: Marcel Dekker, 1994. - 285 P-
67. Wunderlich B. Thermal analysis. - Boston: Academic Press, 1990. - 450 p.
68. Берг, Л.Г. Введение в термографию. - М.: Наука. 1969. - 395 с.
69. Практическое руководство по термографии / Берг Л.Г., Бурмистрова Н.П., Озерова М.И., Пуриков Г.Г. - Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1976. - 222 с.
70. Савинкова Е.И., Коснырев Г.Т., Партина Г.А. // Цветные металлы. - 1966. - № 4.-С. 56.
71. 108. Коснырев Г.Т., Савинкова Е.И., Вильнянский Я.Е. // Изв. вўзов. Цветн. металлург. - 1966. - № 5. - С. 58.
72. Резников И.Л. // ЖПХ. - 1950. - Т. 23. - № 9. - С. 897.
73. Норре П., Maurer B. // Chem. Techn. - 1966. - V. 18. - № 5. - P. 257.
74. Патент 3251650 США / Bengtson K.B., Johanson L.N., Almond J.C. - 1963.
75. ГОСТ Р 51574-2000. Соль поваренная пищевая. Технические условия. - М.: Стандартиформ, 2005. - 12 с.
76. <http://www.story-firms.ru/articles/153htm>
77. <http://urozhayna-gryadka.narjd.ry>
78. <http://www.mineraltrading.ru/content/view/5/>