

Ўзбекистон республикаси Олий ва ўтра махсус таълим вазирлиги

Қарши муҳандислик - иқтисодиёт институти

Магистратура бўлими

Қўлёзма ҳуқуқида

УДК 644.084.117

ЭШОНҚУЛОВ ЗОХИД ЗИЁДУЛЛАЕВИЧ

**«Сильвинитни комплекс қайта ишлаб калий карбонат олиш
технологиясини ишлаб чиқиш».**

Мутахассислик: 5A522404-Минерал ўғитлар кимёвий технологияси

Магистр

академик даражасини олиш учун ёзилган

диссертация

Илмий раҳбар

_____ доц. З.Т.Рўзиев

«_____» 2019 йил

Қарши – 2019

«ТАСДИҚЛАЙМАН»
«Кимёвий технология» кафедрa мудири
_____ **доц.О. Х.Панжиев**
«_____» _____ **2019 йил**

**МАГИСТРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИНИ ЁЗИШ БЎЙИЧА
РЕЖА –ТОПШИРИҚЛАР**

Қарши муҳандислик – иқтисодиёт институти Магистратура Кенгашининг 2016 йил “___” _____ – сонли қарори билан тасдиқланган «Кимёвий технология» кафедраси бўйича “Сильвинитни комплекс қайта ишлаб калий карбонат олиш технологиясини ишлаб чиқиш мавзусидаги магистрлик диссертацияси, илмий раҳбар т.ф.н. доц. З.Т.Рўзиева бошчилигида Эшонқулов Зоҳид Зиёдуллаевич томонидан тугалланган ҳолда 1) 2019 йил март ойида ва 2) 2019 йил май 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. Адабиётлар шарҳи – 2018 йил май-июнь

2 - боб. Тажриба объекти ва усуллари – 2018 йил август - сентябрь

3 - боб. Сильвинитни комплекс бойитиш – 2018 йил декабрь – 2019 йил январь

Диссертацияни «Кимёвий технология» кафедрасида 2019 йил «___» _____ да ўтган дастлабки ҳимоясида илмий раҳбар томонидан берилган топшириқлар:

Топшириқлар қабул қилинди: _____

МУНДАРИЖА

КИРИШ.....	4
I-БОБ. АДАБИЁТЛАР ШАРХИ.....	8
1.1.Калийли рудаларнинг ҳарактеристикаси.....	8
1.2. Флотация жараёнининг асосий аҳамияти.....	10
1.3. Калий хлорид ишлаб чиқаришнинг муаммолари ва ютуқлари.	13
1.4. Калийли рудаларни қайта ишлаш усуллари.....	14
1.5. Калий корбонат (поташ).....	19
1.6.Калий карбонатни ишлаб чиқариш усуллари.....	20
1-боб бўйича хулоса	39
II - БОБ. ТАЖРИБА ОБЪЕКТИ ВА УСУЛЛАРИ.....	40
2.1. Бошланғич компонентларнинг тавсифи.....	40
2.2.Эритма ва қаттиқ фазаларнинг физик – кимёвий тадқиқот қилиш усуллари.....	42
2-боб бўйича хулоса.....	46
III - БОБ. КАЛИЙ КАРБОНАТ (ПОТАШ) ИШЛАБ ЧИҚАРИШ.....	47
3.1.Сильвинитни бикарбонат аммоний билан карбонизация қилиш тадқиқотлари.....	47
3.2. $K_2SO_4 + Ca(OH)_2 \leftrightarrow 2KOH + CaSO_4$ системаси ва уни каустиклаш усули билан калий гидрооксид олишда қўлланилиши.....	48
3.3. Бошланғич ва охириги маҳсулотларни физик-кимёвий тадқиқоти.....	54
3.4. Калий карбонат (поташ) олишнинг технологик схемаси тавсифи.....	62
Хулоса ва таклифлар	66
Фойдаланилган адабиётлар рўйхати	67

Кириш

Мавзунинг долзарблиги. Жаҳон молия-иқтисодий инқироз шароитларида биринчи навбатда ишлаб чиқаришни модернизациялаш, корхоналарнинг техникавий ва технологик қайта қуролланиши ва замонавий технологияларни жорий қилиш ишларини амалга ошириш лозим. Бу биринчи навбатда иқтисодиётнинг базавий соҳаларига тегишлидир, улар экспортга йўналтирилган бўлиши керак ва ишлаб чиқаришлар локализация қилиниши зарур [1].

Шунингдек, Президентимиз томонидан янги иновацион лойиҳалар, ишлаб чиқаришни модернизация қилиш йўллари тўғрисида тўхталди. Бозор шароитида ишловчи ҳар қандай ишлаб чиқариш саноати фаолиятида хизматларни сотиш ва максимал даражада фойдага эга бўлиш муҳим мақсад ҳисобланади. Кимё саноати ишлаб чиқариш хизмат соҳаларини кенгайтириш, бозорни эгаллаш натижасида олинadиган фойдани кўпайтириш ҳисобланади [2].

Мазкур мақсадга эришишнинг воситаси бўлиб арзон маҳаллий хом ашёдан фойдаланиб харидоргир, рақобатбардош маҳсулот ишлаб чиқариш муҳим аҳамиятини касб этади.

Сифатли маҳсулот ишлаб чиқариш, маҳсулот олишни ташкил этиш, бошқариш, таҳлил қилиш ва назорат қилиш демакдир. Бунда соҳа фаолияти ва ишлаб чиқариш соҳасида банд бўлган ходимларни самарали бошқариш муҳим аҳамиятни касб этади.

Ҳозирги пайтда Ўзбекистонда кимё саноатининг мавжудлиги, ривожланганлиги ва маҳсулотларни ишлаб чиқариш соҳасида рақобатнинг пайдо бўлганлиги ҳамда юртимизда ишлаб чиқариладиган маҳсулотларга бўлган талабларининг ошганлигини алоҳида таъкидлаш мумкин.

Сўнги йилларда Республикамизда маҳаллий хом ашёлардан оқилона фойдаланиш, арзон, сифатли маҳсулот ишлаб чиқариш натижасида рақобатнинг кучайганлиги, ишлаб чиқариш соҳалари ўртасидаги

муносабатларнинг яхшиланганлиги натижасида саноат фаолиятининг мазмуни ва мақсади тубдан ўзгарди.

Ушбу шароитларда кўпгина ишлаб чиқариш соҳаларининг олдида турган асосий муаммо маҳсулот рақобатбардошлигини таъминлашдир. Бу ишлаб чиқариш стратегиясини ишлаб чиқиш, замонавий технологияларни тадбиқ этишни ўз ичига олади.

Бундан келиб чиқадики ишлаб чиқаришни рақобатбардошлигини ошириш иқтисодни мустаҳкам режимда олиб бориш, ишлаб чиқариш харажатларини ва маҳсулот таннархини пасайтириш билан эришилади.

Ҳозирги кунда Ўзбекистон ҳудудида калий карбонат ишлаб чиқариш бўйича ҳеч қандай корхона мавжуд эмас. Бу маҳсулот ҳозиргача чет элдан, асосан РФ дан сотиб олинади.

Натижада калий карбонат кўпгина ишлаб чиқариш корхоналарида асосий хом ашё бўлганлиги сабабли олинadиган маҳсулотнинг таннархини ошиб кетишига олиб келади. Бундай корхоналарга оптик шиша ишлаб чиқариш, ювувчи воситалар ишлаб чиқариш, тери маҳсулотлари ишлаб чиқарувчи корхоналар киради [19].

Ўзбекистонда калий карбонатга бўлган талаб юқори бўлганлиги сабабли кўп тоннали ишлаб чиқаришни жорий этиш лозим бўлмоқда.

Бундан келиб чиқиб шуни айтиш мумкинки, поташни ишлаб чиқариш учун асосий хом ашё базаси бўлиб Деҳқонобод сильвинит кони хисобланади [3].

Бундан ташқари хом ашё сифатида сильвинитдан ташқари азот ишлаб чиқариш “Навоиазот”, “Фарғоназот”, “Максамчирчик” корхоналаридан чиқадиган аммоний карбонат ҳам мисол бўла олади [6].

Деҳқонобод калий заводида калий карбонат ишлаб чиқаришни йўлга қўйилса Республикада бу маҳсулотга бўлган талаб қондирилиб, иқтисодий самарадорлик оширилган бўлади.

Мавзунинг аҳамияти. Республикамизда анъанавий усуллар билан калий карбонат ишлаб чиқаришни йўлга қўйиш бир оз мушкул. Мисол учун

неффелен усули билан калий карбонат ишлаб чиқаришни амалга ошириб бўлмайди, сабаби Республикамиз ҳудудида нефелин мавжуд эмас [8, 31].

Электролитик усул кўп энергия сарфланганлиги сабабли ва қурилмани кучли коррозияланишига олиб келинганлиги сабабли жуда қиммат [18].

Сильвинитни органик эритувчиларда карбонлаш жараёни ҳам қийин, органик реагентларнинг таннархи юқори [18, 9].

Шундай қилиб, калий карбонатни конверсия усул билан олишда калий бирикмаларини оҳак сути билан каустиклаш, кучсиз шелоқни буғлатиш ва поташ шелоқи ҳосил бўлгунча карбонлаш.

Берилган ишнинг мақсадидан қуйидаги тажриба учун масалалар келиб чиқади:

- жараёни оптимал параметрларда олиб бориш шароитини аниқлаш;
- бошланғич маҳсулотнинг ўзаро таъсири ва концентрациясини аниқлаш;
- чиқиндисиз технологияни ишлаб чиқиш

Берилаётган ишда Тيوبегатан сильвинитларини ва гипсни комплекс қайта ишлаш усули келтирилган

Тيوبегатан сильвинит кони хом ашё базасида поташ ишлаб чиқариш имконияти халқ хўжалик ва ишлаб чиқариш аҳамиятига эгадир.

Калий карбонат жуда аҳамиятга эга бўлган маҳсулот ҳисобланади, калий карбонатдан оптик шиша ишлаб чиқариш, ювувчи воситалар ишлаб чиқариш, тери маҳсулотлари ишлаб чиқаришда кенг фойдаланилади [19].

Калий карбонатнинг нархини қимматлилиги уни ишлаб чиқаришга қизиқиш уйғотади. Ҳозирги кунда калий карбонат Республикамизга яқин давлатлардан, асосан Россиядан жуда оз миқдорда сотиб олинмоқда. Бу эса ички бозор талабларини қондирмаяпти.

Илмий янгилик. Ҳимояга тақдим этилаётган диссертация ишининг илмий янгиликлари калий карбонат ишлаб чиқаришга таълуқли, биринчи марта калийли бирикмалардан бошқа ҳеч қайерда қўлланилмаган калий карбонат олишнинг химизими ва технологик аспекти берилган.

Тажриба предмети. Сильвинит, аммоний карбонат тузи, поташ, гипс.

Тажриба объекти. Диссертация ишининг объекти сифатида Дехқонобод калий заводи танланди.

Амалий аҳамияти. Тажриба натижалари Дехқонобод калий заводида калий карбонат ишлаб чиқариш жараёнда қўлланилади.

Диссертация иши, кириш, 3 та боб, хулоса ва фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан иборат.

Ишнинг ҳажми ва структураси: Диссертация ишининг биринчи бобида калий карбонат бўйича характеристика, олиш усуллари ташкил қилишнинг назарий асослари тадқиқ этилган ва илмий хулосалар шакллантирилган.

Тадқиқотнинг иккинчи бобида бошланғич маҳсулотларга характеристика берилиб, тажриба усуллари ва объекти таҳлил қилинган ҳамда илмий-амалий хулосалар ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг учинчи бобида эса тажриба натижаларини аниқлаш, поташ ишлаб чиқариш жараёнига параметрларнинг таъсири, самарадорлигини ошириш муаммолари ва ушбу муаммоларни ҳал этиш асосида самарали усулларидан фойдаланиш амалиётини такомиллаштириш йўллари кўрсатиб ўтилган.

1-БОБ. АДАБИЁТЛАР ТАҲЛИЛИ

1.1. Калийли рудаларнинг характеристикаси

Сильвинит рудаларидан калий хлорни ажратиш олишда бизга маълум бойитиш усулларида энг асосийси флотация усули бўлиб, ҳозирда бутун дунё бўйича рудаларни бойитишда шу усулдан фойдаланилади (ингилиз тилидан олинган бўлиб, flotation- қалқиб чиқиш деган маънони билдиради).

Флотация жараёнинг ташқи кўрсаткичлари бўйича аниқланганда шу намоён бўлдики, ажратиш вақтида бир минерал юзага қалқиб чиқади, бошқаси эса чўкмага тушиб пулпада қолади. Ваҳоланки бундан кўринадики бу флотация жараёнининг ташқи кўриниши бўлиб, бу асосий мақсадни кўрсатмайди. Бундан ташқари шундай флотация жараёнлари борки, унда зарраларнинг қалқиб чиқиш ва чўкиши содир бўлмайди. Бунга қарамай оддий флотацияланиш жараёнидек боради. Шунинг учун улар флотацияланиш жараёнига тўғри келади. Ҳар қандай шароитда ҳам юза фазаларининг ажралиши содир бўлиб, “флотация” тушунчасини аниқлаб олиш лозим. Флотация- бойитиш усули бўлиб, суюқ муҳитда майдаланган руда зарраларининг ажралиш даврида фазалар ажралиши чегарасига келишидир [8].

Флотация уч асосий турга бўлинади: плёнкали, ёғли ва кўпикли. Плёнкали флотацияда минералларнинг ажралиши сув-ҳаво фазаларининг текис сиртида содир бўлади. Бунда ажратиш учун майдаланган руда сув сиртига баландликдан сепилади [9]. Намланмаган зарралар сув сиртига қолади, намланган зарралар эса сув фазасига чўқади. Бу усул самарадорлиги паст бўлганлиги сабабли кенг қўлланилмайди. Аммо плёнкали флотациялаш флотогравитацияли усули билан йирик заррали калий хлорни ажартиш олишда қўлланилади.

Ёғли флотация усулида минерал зарраларини танлаб суюқ ёғ билан сувда намлаш жарёни боради. Бунда ёғли қобикда зарралар йиғилиб, пулпа сиртига қалқиб чиқишига асосланган. Натижада ёғ томчиларининг озгина

кўтариш кучига қараб оз миқдорда зарра олиб чиқади, аммо жуда кўп миқдорда ёғ сарф бўлади [10]. Шунинг учун ёғли флотация усули ишлаб чиқариш аҳмиятига эга бўлмай, ҳозирда қўлланилмайди.

Кўпикли флотацияда пулпа газ билан тўйиниб қолади. Флотацияланадиган (гидрофоб) зарралар кўпик сиртига ёпишиб, пулпа сиртига қалқиб чиқади ва минералланган кўпик ҳосил қилади. Пулпа газ билан тўйинган усулига қараб, кўпикли флотация қуйидаги турларга бўлинади: оддий кўпикли флотация, вакуум флотация, кимёвий флотация, қайнайдиган флотация ва бошқалар [11].

Оддий кўпикли флотацияда газ сифатида хаводан фойдаланилади, пулпадаги сиқилган газни махсус механик аэроторлар ёки газпуфлагич ёрдамида ҳаво берилади. Вакуумли флотация усулида пулпани аэрациялаш (Генри қонунига асосан) эритмадан хавони ажратиб олиш ҳисобига амалга оширилади. Флотация жараёнида ҳосил бўладиган кимёвий ёки газли пуфаклар кимёвий таъсирлашиши натижасида содир бўлади. Мисол учун таркибида кальций ёки магнитит бўлган рудага сульфат кислота ёки шўр туз кўшилади. Натижада ажралиб чиқадиган корбанат ангидритли пуфак устига намланмаган минерал ёпишади [12].

Қайнаш жараёни билан борадиган флотацияда пуфаклар буғ ҳисобига ёки эриган газ ҳисобига ҳосил бўлади. Бу жараён билан графит рудалари бойитилади. Флотация амалгациялашда, эмульсиялаш жараёнларида ҳам содир бўлади.

1.2. Флотация жараёнининг асосий аҳамияти

Флотация жараёнининг бошқа бойитиш усуллари билан фарқли энг асосий аҳамиятларидан бири шундаки, флотациядан фойдаланиб минералларни ажратишда асосий чегара мавжуд эмас. Гравитация жараёни билан минералларни бир хил ўлчамда ажратиб бўлмайди, магнитли сепация жараёни билан рудани бойитиб бўлмайди, сабаби минералда мавжуд моддалар магнитга сезгирлиги бўлади. Флотация жараёнини барча минералларни бойитишда

ишлатилади. Флотация жараёнинг бу универсаллик хусусияти икки сабаб билан тушунтирилади.

1. Минерал юзасининг солиштирма энергияси унинг кимёвий таркибига ва минерал панжараси тузилишига боғлиқ. Минераллар бир-биридан таркиби, панжара тузилиши билан фарқ қилиши зарур, бундан ташқари минерал суюқ ва газ фазасида ажралиш чегарасида юзанинг энергия катталиги билан ҳам фарқ қилиши зарур.

2. Минералларни ажратишда юзанинг солиштирма энергияси фарқи етарли таъсир қилмаса, унинг таъсирини реагентлар ёрдамида минерал сиртига юпка қоплама қоплаш билан оширилади. Мисол учун, сульфид зарраларининг сиртини ксентогенатнинг молкуляр қатлами плёнкаси билан 15-30% қопланганда, унинг юза энергияси ўзгаради.

Амалиёт кўрсатадики флотация усули билан барча минералларни таркибидаги моддаларни ажратиш олиш мумкин.

Флотация жараёнинг иккинчи асосий хусусияти шундаки, потенциал энергияси юза энергиясидан кичик бўлган майда заррачаларни ажратади. Оддий кўпикли флотация усули билан зичлиги 5гр/см^3 фойдали минералларни 0,2-0,3 мм катталиқдаги зарраларни амалда флотацияламайди. Кичик зичликдаги, зарраларининг йириклиги 0,6 мм бўлган минераллар флотацияланади. Калийли сильвинит рудаларини флотацияли бойитишда зарраларни 0,3 дан 0,8 мм гача йирикликда майдаланади [8].

Сильвинит рудаларини ўртача таркиби, %

1.1.1. жадвал

№	Руда кони	KCl	NaCl	MgCl ₂	CaSO ₄	H ₂ O
1.	Юқорикаменск	25,5	68,0	0,3	1,9	2,3
2.	Старобинск	22,2	67,8	1,4	1,6	6,7

Шуни маълум қилишимиз мумкинки, алоҳида участкалардаги рудаларнинг таркиби, ранги ва қиймати берилган маълумотлардан фарқ қилади. Калийли руданинг сильвин KCl оқ, сариқ ёки тўқ-қизил рангда

бўлади [13]. Магний хлорид сильвинит рудаларининг карналлит таркибига киради. Карналлит кристаллари сарик рангдан то тўқ-қизил ранггача бўлади. Эримайдиган қолдиқ полидесперс системаларга тўғри келиб, унинг қўп (40-60%) қисми 0,01-0,001 мм фракциядан, 13-20% 0,001 мм ўлчамдаги заррачали фракциялардан иборат [10]. Минералнинг қолдиғи таркибини карбонатлар, доломитлар ва кум, бундан ташқари кальций бўлади.

Эримайдиган қолдиқ таркиби, %	1.1.2. жадвал
1. SiO ₂	38,5 - 45,0
2. Al ₂ O ₃	10,5 - 12,5
3. Fe ₂ O ₃	4,4 - 4,9
4. TiO ₂	0,7 – 0,9
5. CaO	9,0 - 19,1
6. MgO	6,5 - 9,1
7. SO ₃	0,1 - 3,5
8. CO ₂	13,0 – 17,8

Кейинги ҳисобларда Юқори каменск кони рудалари тўғрисидаги маълумотлардан фойдаланамиз.

Бром- барча туз конларининг доимий элементи ҳисобланади, бундан ташқари денгиз сувида ва унинг концентрацияли эритмасида ва чўкмага тушадиган қатламда мавжуд. Бром минералда изоморф равишда хлор ўрнида бўла олади. Юқорикаменск сильвинит рудалари таркибида бром миқдори 0,04 дан 0,08 % гача бўлади. Руда таркибида 1,1 (10,4-5,5) (10-3%) гача миқдорда литий бўлади.

Калийли рудаларда газлар (водород, метан, айрим тўйинган углеводородлар, водород сульфид, углерод (II)-оксиди, азот ва бошқалар) икки хил формада бўлади: микро- газ ташувчи, туз кристалларида бўладиган газ ва макро-газ ташувчи, ҳар – хил турдаги туз рудаларида ва макро тирқишларда мавжуд катта миқдордаги газ билан боғлиқ.

Калий хлоридни бойитиш усули билан олишда сильвинит рудасининг бошқа хусусиятлари эътиборга олинади:

1. Рудаларнинг ҳажмий оғирлиги $2,10 \text{ т/м}^3$;
2. Чайқатиш коэффиценти: бошланғич 1,3-1,45.
3. Бўлакларнинг максимал катталиги 150 мм гача;
4. Майдалангандан сўнг руданинг оғирлиги $1,4-1,6 \text{ т/м}^3$.

Айрим минералларнинг қаттиқлиги 1.1.3 жадвалда кўрсатилган.

1.1.3-жадвал

Минерал	Шкала бўйича номер	Минерал	Шкала бўйича номер
Тальк	1	Апатит	5
Сильвин	1,5-2	Пирит	6-6,5
Карналлит	2-3	Корунд	9
Кальцит	3	Олмос	10

Сўнггида айрим тоғ жинси ва минералларнинг мустаҳкамлиги кўрсатилган, бундан ташқари сильвинит рудаларини ташкил этувчилар учун мустаҳкамлик чегараси белгиланган [14].

Сильвинит рудаларини бойитишда жараённинг охириги маҳсулот калий хлорид ҳисобланади ва босқичнинг асосий талаби бир хил ўлчамдаги заррачага майдалаш. Бу масалани стерженли тегирмонларда амалга оширилади [15].

1.3. Калий хлорид ишлаб чиқаришнинг муаммолари ва ютуқлари

Калийли ўғит саноати учун ҳозирги кунда сильвинит рудалари хом ашё сифатида қўлланилади. Бу рудаларининг минералогик асосини сильвинит ва галит, қўшимча сифатида карналлит, кумли сувда эримайдиган қолдиқ, шу билан бирга бром, йод, рубидий, мис, рух ва бошқалар ташкил этади [18].

Калийли ўғитлар икки асосий гуруҳга бўлинади: хом ашё ва концентрациялаш.

Калий тузларининг хом ашёси табиий калий минераллари – сильвинит, карналлит, лангбейнит, каинит, полигалитларни шахтага яқин жойда механик майдалаб олинади. Асосан юқори концентрланган пластлар ишлатилади, кам концентрланганлари кимёвий қайта ишлашга жўнатилади [19].

Концентрланган ўғитлардан фойдаланишга қисбатан хом калийли ўғитлардан фойдаланиш самаралироқдир. Бундан шуни айтиш мумкинки, айрим конларнинг хом ашёлари микроэлементларга бой бўлиб, улар рудани бойитиш даврида йўқолади.

Ваҳоланки, концентрланган калийли ўғитларнинг миқдори кундан кунга ортиб бормоқда: KCl , K_2SO_4 , шенит ($K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$). Калий ўғитларининг асосий формаси (94% умумий ҳажмда) калий хлорид бўлиб, зарраларининг катталигига қараб икки хил формада ишлаб чиқарилади: KCl стандарт ёки майда кристалли кўринишда ва катта заррали кристаллар гранула кўринишида ишлаб чиқарилади. Стандарт маҳсулот таркибида 60-62% K_2O (ишлаб чиқариш усулига боғлиқ равишда), гранулаланган маҳсулот таркибида 50-60 % K_2O бўлади.

Майда кристалли калий хлорид тез бир-бирига ёпишувчан бўлганлиги сабабли ерга солишдан олдин яхшилаб майдаланади. Қишлоқ хўжалигида калийли ўғитларнинг бир-бирига ёпишмайдиган турлари керак, бундай турларга таркибида аминли қўшимчалари бўлган калийли ўғитлар киради. Гидроциклон усули билан олинган калий хлорид яхши физик-кимёвий ва товарлик ҳусусияти билан фарқ қилади.

Бундай усул билан олинган ўғит узок муддат сақланишига қарамай бир-бирига ёпишиб қолмайди ва енгил сепилади: кичиклиги- 1мм-17,45 %, 1-4мм- 77,3 %, 4-6 мм – 5,25 % катта кристалли (1-4 мм катталиқда) ўғитлар яхши физиологик ҳусусияти билан оддий калий хлориддан ажралиб туради. Бундай формадаги ўғитни йирик кристалли калий хлорид деб номланади.

Худди шу турдаги ўғитларни ҳар-хил таркибли флотореагентлар қўллаб флотация усули билан ҳам олиш мумкин.

Сўнги йилларда хлорсиз калийли ўғитларга талаб ошиб бормокда, асосан калий сульфатга, бу ўғитни ишлаб чиқариш ҳажми 6% ни ташкил қилади. Саноат калий сульфат таркибида 92,5-98,5 % K_2SO_4 ва эквивалент миқдорда 50,0-53,2 % K_2O бўлиб, қишлоқ хўжаликда фойдаланилади.

Калий сульфатни лангбейнитдан ($K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$), каинитдан ($K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$), шаинитдан ($K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$) ва сульфатли минералларни калий хлоридлар билан конверсиялаб олинади. Айрим ҳолларда оз миқдорда KCl ни H_2SO_4 билан таъсирлаштириб олинади.

Ҳозирда ҳар-хил давлатларда хлорсиз калийли ўғитлар олиш усуллари мунтазам равишда изламоқдалар, бу нафақат калий хлор ўрнини босар эди, балки қиммат турувчи калий сульфат ўрнини ҳам босар эди. Шундай ўғитларга калий селитраси (калий нитрат), калий метафосфат ва таркибида калий сақловчи комплекс ўғитлар- аммофоска, хакфос, нитрофоскалар киради [20,21].

1.4. Калийли рудаларни қайта ишлаш усуллари

Калийли хом ашёларни кимёвий усуллар билан қайта ишлаш мураккаб ва ҳар-хил минералогик хусусияти ва калий тузлари хом ашёсининг кимёвий таркибига боғлиқ бўлиб, бу ишлаб чиқариш корхоналарида сезиларли ўзгариш бўлиб, кўп ҳолларда бу технологик жараёндан бурилишга ва жиддий издан чиқишига олиб келади. Шунга қарамай, ишлаб чиқаришда калийли хом ашёларни эрувчанлик усули билан қайта ишлашда технологик жараённинг давомийлигига ва улар қурилмаларни расмийлаштиришга таъсир қилади.

Сильвинит рудаларини эрувчанлик усули билан қайта ишлаш.

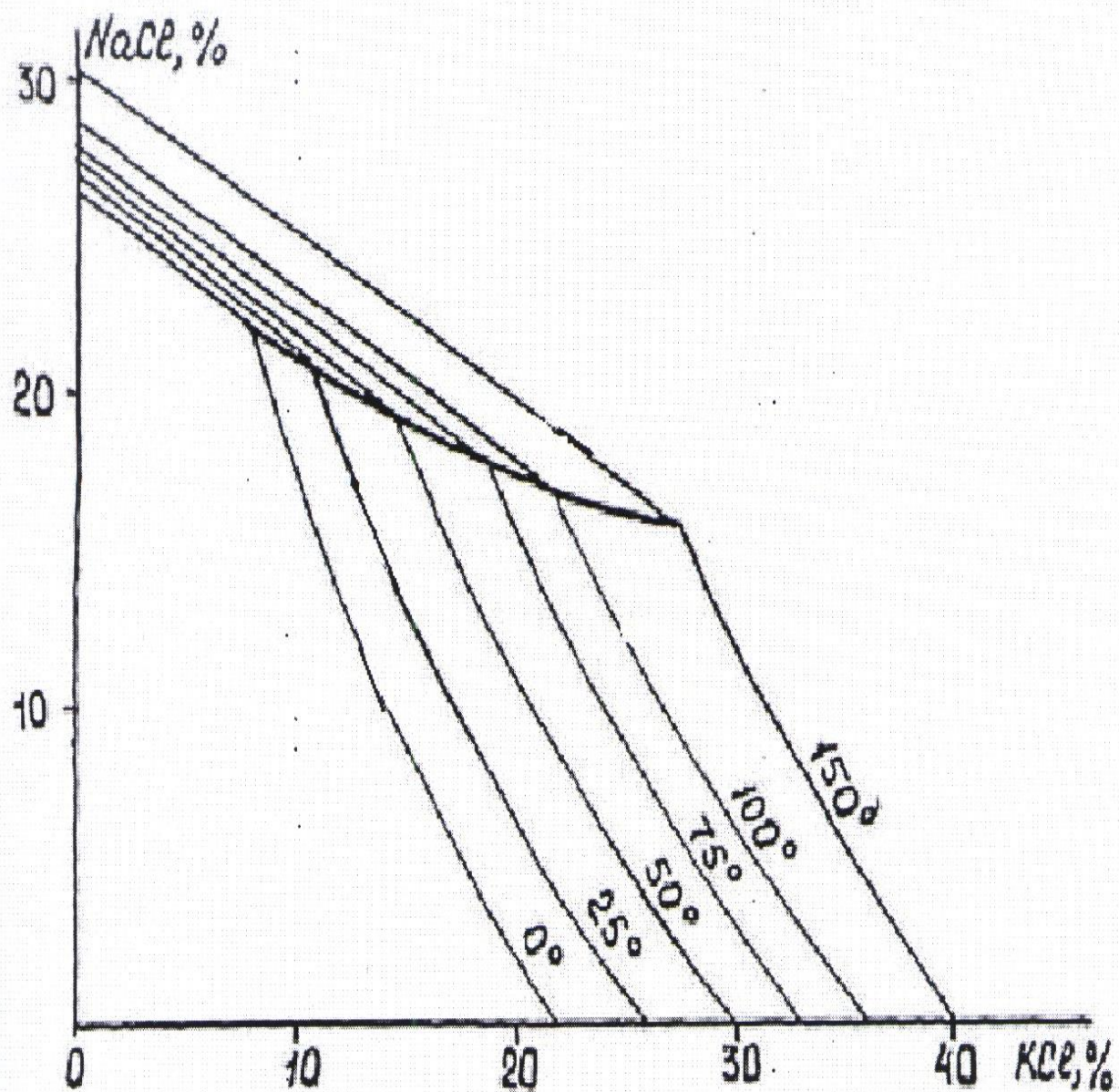
Сильвинитни қайта ишлаш жараёнида асосий компонент KCl ва $NaCl$ ларни бир – биридан ажратиш. Ажратиш усулида асосан тузни сувда эрувчанлик ҳарорат коэффиценти билан фарқ қилади [22,23,24].

Натрий хлорнинг эрувчанлиги ўзгармайди, калий хлорники эса ҳарорат кўтарилиши билан эрувчанлиги ошади. Шундай қилиб, натрий хлорнинг

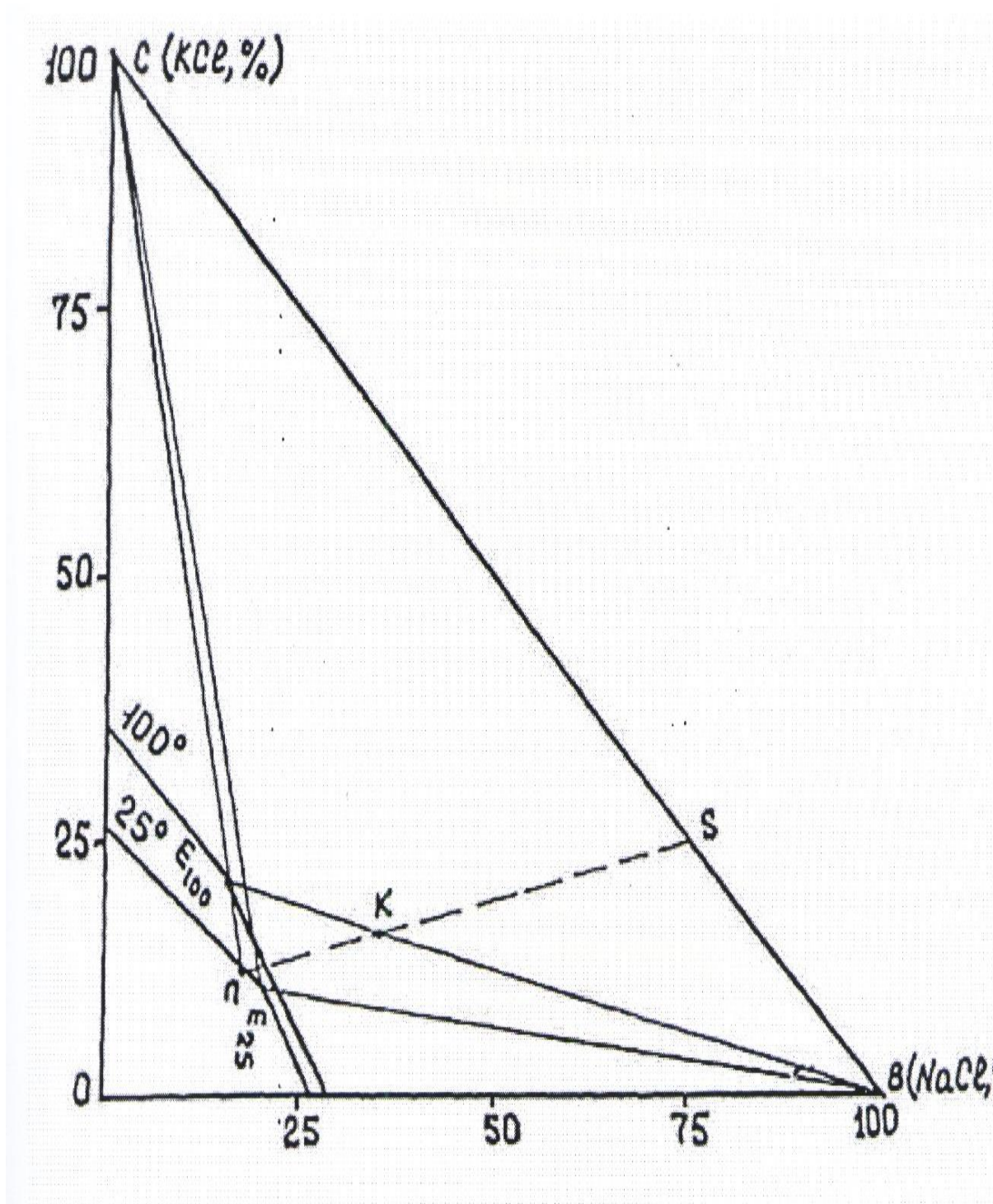
эрувчанлиги 20°C ҳароратда 36,0 г туз эрийди (100 г сувга), 100°C ҳароратда –39,18 г туз эрийди. Калий хлорнинг эрувчанлиги эса ҳарорат кўтарилиши билан ошади, 20°C ҳароратда 34 г туз эрийди (100 г сувга), 100°C ҳароратда 56,7 г туз эрийди. Улар биргаликда эрувчанлик нисбати ўзгаради (1.1.1.).

KCl ва NaCl биргаликдаги эрувчанлик тезлиги бир хил ва улар бир хил вақтда мувозанатда бўладилар. Бинобарин катта миқдорда бир туз қаттиқ фазада (сильвинитда калий хлорга нисбатан натрий хлор 2-3 марта кўп) бўлса, кўп миқдорда эритмага ўтишдан олдин мувозанатдаги эритмага нисбатан икки фазада ҳам тўйиниш содир бўлади. Кейинчалик KCl ни суюқланиш даврида NaCl майда шлам кўринишида чўкмага тушади. Биргаликда иккала компонентнинг юқори ҳароратда NaCl эрувчанлиги пасаяди, KCl нинг эрувчанлиги эса сезиларли тарзда ошади. Сильвинит ва галитнинг кинетик эрувчанлиги бўйича тажриба материаллари йиғилган [23,24]. Бу иш шуни кўрсатадики тузларнинг табиати эрувчанликка таъсир қилмайди.

Табиий оқ рангли сильвин ва шафоф сильвин иккаласининг ҳам эрувчанлик тезлиги бир хил. Соликамск, Артемовск ва Баскунчак кўлларининг тош тузлари ҳам эрувчанлик тезлиги бир хил. Ўткир қизил рангли сильвиннинг эрувчанлик тезлиги паст. Бу кўрсаткичлардан шу маълум бўлдики эриётган кристалл сиртида коллоид плёнка ҳосил бўлиб, эришни олдини олади. Бу плёнка калций тузи зарралари, силикатлар ва Al ва Fe гидроксидлари иштирокида ҳосил бўлади.



1.1.1.- расм. NaCl- KCl-H₂O системасининг эрувчанлик политермик диаграммаси.



1.1.2- расм. NaCl- KCl-H₂O системанинг 25 ва 100 °C ҳароратда эрувчанлиги.

1.1.2- расмда, NaCl- KCl-H₂O системанинг 25 ва 100 °C ҳароратда эрувчанлик изотермик диаграммаси кўрсатилган. Системанинг 100°C ҳароратдаги фигуратив нўқта (E₁₀₀) си эвтоник эритмага тўғри келади, совитилганда

кристаллизация фазасида KCl бўлади. $NaCl$ ва KCl тузларнинг тўйинган эритмаси совитилганда KCl чўкмага тушади, эритманинг таркиби кристалланишнинг нурлари бўйича S_n E_{100} дан n гача ўзгаради.

Агар эритмада чўкма KCl ажралгандан сўнг “ n ” нўктасида яна ҳарорат $100^{\circ}C$ гача кўтарилади, совитганда эса KCl жуда тўйинади, $NaCl$ эса оз тўйинади. Агар иссиқ эритма билан 25% KCl ва 75% $NaCl$ (S нўқтада) асосан KCl суёқланади. Смес нуктаси n S линиясида жойлашган. Бундай смес эритма E_{100} ва қаттиқ $NaCl$ га бўлинади. Бундай шароитга K смес таркиби тўғри келади. Бу n S ва $E_{100}B$ линиясида жойлашган.

Руданинг тўлиқ эритмага ўтиши учун n эритманинг шундай миқдори керакки, бошланғич эритма ва руда ($n:S$) нисбати $SK:Kn$ бўлакларга тўғри келади. $NaCl$ қолдиғини ажратиб олингандан сўнг, иссиқ (E_{100}) эвтоник эритма олинади, уни совитганда KCl ажралади. Бундай циклик жараён ёрдамида сильвинитдан KCl ва $NaCl$ ларни ажратиб олишга эришилади.

1.5. Калий корбонат (поташ)

Поташ – қадимий тузлардан бири бўлиб, инсонларга қадимдан маълум бўлган. Поташ ҳар хил аралашмалар билан ифлосланганлиги учун тоза – оқ рангли эмас. XX асргача Европада поташ асосий ишлаб чиқариш маҳсулоти ҳисобланган. Поташни ўсимлик золларидан сувли экстракциялаш йўли билан кейинчалик керакли даражагача тозалаб олинган [4]. Ишлаб чиқариш Европанинг ўрмонга бой ҳудудларида олиб борилиб, асосан Россия ва Шимолий Америкада, олинган поташ асосан совун олишда ишлатилган [30].

Поташ (K_2CO_3) рангсиз кристалл. Поташ қурилиш маҳсулотларига совуқга чидамлилигини ошириш учун қўшимча сифатида, шиша саноатида, синтетик ювувчи воситалар ишлаб чиқаришда, тери ишлаб чиқаришда, краска, бўёқ саноатида, юқори сифатли шиша ишлаб чиқаришда, фарфор маҳсулотлари ишлаб чиқаришда, фарфор маҳсулотларини бўёвчи бўёқлар ва пигментлар тайёрлашда фойдаланилади.

Калий корбонат ўсимлик золларида мавжуд бўлиб асосан кунга боқар ўсимлигида -36,3%, калий оксиди -3,2 %, торф таркибида калий оз миқдорда бўлади.

Поташ (сувчмз) реагентининг характеристикаси;

- K_2CO_3 модда миқдори - 98%
- Na_2CO_3 модда миқдори - 0,6%
- Cl модда миқдори - 0,05%
- SO_4^{-2} тузларининг модда миқдори - 0,4%
- Fe_2O_3 модда миқдори – 0,001 %
- Al_2O_3 модда миқдори -0,25 %
- Сувда эримайдиган қолдиқнинг модда миқдори - 0,05%
- 500^0C ҳароратда қуйдиришда йўқолган модда миқдори - 5 %

K_2CO_3 рангсиз кристалл кўпқиррали сингонин ($a=0,564$ нм, $\delta= 0,980$ нм, $c= 0,688$ нм, $\delta= 98,8^0$, $z=4$, $P21/c$ гуруҳ); 420^0C ҳароратда зичлиги $2,44$ г/см³ га тенг, (425^0C $a=0,571$ нм, $c= 0,717$ нм, зичлиги $2,27$ г/см³); т.пл 891^0C , $30,5$ кДж/мол, ДНО обр Ч $1151,5$ кДж/мол, сувда эрувчанлик (100 г да г); $105,5$ (0^0C), $110,5$ (20^0C), $155,7$ (100^0C); $d=425$ 10%, 20%, 30%, 40% ва 50% ли сувли эритмалари $1,0904$, $1,1898$, $1,2756$, $1,4141$ ва $1,5404$ га тенг. 5, 1,5 ва 0,5 сув молекулали гидратлари ҳосил бўлади. Бу гидратлари $150-160^0C$ да сувчизлантирилади. Сувли эритмаларга CO_2 , $KHCO_3$, SO_2 таъсирчан бўлиб, $KHSO_3$ ва CO_2 ҳосил бўлади.

Гипс- табиий тош бўлиб, 110-120 миллион йил олдин қадимги океанларни буғланишидан ҳосил бўлган. Ер бағрида гипс ҳар хил кўринишдаги тош шаклда бўлади. Унинг таркиби майда заррали структурали, бетартиб жойлашган крсталлар кўринишида, нинасимон кристаллар шаклида, ялтироқликка эга бўлган кристалл холида бўлади. Табиий ранги – оқ, сарғиш, оч-кул ранг бўлиб, қандай манбадан олинганлигига боғлиқ бўлади.

Гипс ажойиб хоссага эга бўлиб, қиздирилганда, кимёвий кристал боғларидаги сув ажралиб чиқиб, ярим сувли гипс ҳосил бўлади. Бундай гипс

осон кукунга айлантиради. Аксинча сув қўшилса яна кристалли ўз ҳолига қайтади.

Гипс – қадимий қурилиш маҳсулотларидан бири ҳисобланади. Унинг оқ ранги сув билан бирикиб мустаҳкам бирикма ҳосил қилиб хоҳлаган шаклни бериш мумкин. Унинг бирданига мустаҳкамлик ва керакли формани эгаллай олиш хоссасига ва экологик тозалигига кўра медицинада кенг қўлланилади.

Гипс хом ва куйдирилган ҳолда фойдаланилади. 120-140⁰С ҳароратда $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$ ярим гидрат ҳолига келади (ярим куйдирилган гипс ёки алебастр), юқори ҳароратда эса куйдирилган гипс (қурилиш гипс) олинади. Куйдирилган гипс ёпиштириш ишларида архетиктурада, медицинада, цемент ва қоғоз саноатида қўлланилади.

Хом гипс портландцемент ишлаб чиқаришда, толали гипс-селенит гипскартон ишлаб чиқаришда қўлланилади.

Гипсининг тиббиёт учун хусусиятлари суякни ўсишида, пай чўзилганда, қўл – оёқ бўғинлардан чиққанда ёки жароҳат олганда, позвоночникда туберкулёз олинганда (гипсли тушаклар) остеомиеолитда (зарарланган органи фиксация қилиш) да қўлланилади.

Гипс кукуни хаддан ташқари терлашни олдини олади, бу минерал кукунидан, сувдан ва ўсимлик ёғидан тайёрланган аралашма терини яхшиловчи ниқоб сифатида фойдаланилади.

1.6.Калий карбонатни ишлаб чиқариш усуллари

Поташ ишлаб чиқаришнинг айрим усулларигина амалиётга жорий этилган. Қадимий усуллардан бири – бу симлик золларидан поташни ажратиб олиш. Бу усул иқтисодий самарадорлиги паст бўлганлиги сабабли ҳозирги кунда қўлланилмайди. Кўпгина давлатлар (ГДР, Чехословвакия, Польша, Италия) да бардьянли кўмир (покли-спиртли бардларда кокслашдан олинган) дан поташ ишлаб чиқарилади. Бардьянли кўмир таркибида 60% K_2CO_3 бўлиб, бундан ташқари сода, калий сульфат ва калий хлор бўлади.

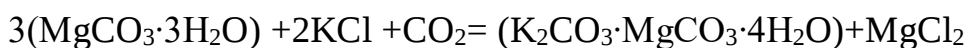
Поташ потокли*-спиртли бардаларни тўлиқ ёндирилганда ва бўғлатилиб олинади. Ўсимлик золларидан, бардьянли кўмрдан поташ олиш ҳозирги кунда маҳаллий ҳисобланади [31].

Ҳозирги кунда поташ минерал ҳам ашёлардан ишлаб чиқарилмоқда. Россияда нефеленларни комплекс қайта ишлаб поташ ишлаб чиқарилади.

Оралиқ маҳсулот сифатида гилтупроқ, цемент ва содапоташли эритма, содагача қайта ишланади ва поташ олинади [32].

Чет мамлакатларда кенг тарқалган усуллардан бири калий хлориддан поташ олиш. Бу усул –калий хлоридни электролиз қилиб олинган калий гидрооксидни карбонлаб олинади [53]. Бундан ташқари аммиакли усул бўлиб, бунда ҳар хил аммин бирикмалари билан сода олиш. Бу усулларнинг ҳаммаси қиммат, олинган маҳсулотнинг таннархи ҳам юқори бўлганлиги учун поташ оз миқдорда ишлаб чиқарилади.

Энгел-Прехт усули бўйича калий хлоридни магний корбонат билан карбонатлаш орқали поташ олиш. Бу усулда 5-18 атм босим остида фаол магний карбонат суспензиясини калий хлорид эритмасига таъсирлаштириш



Ҳосил бўлган Энгелнинг иккиламчи тузи, маточний эритмадан ажратилган бўлиб, қиздирилганда сувдан ажратилиб қаттиқ ҳолда поташ ва магнизия олинади. Олинган магний корбонат жараёнга қайтарилади.

Бу усул билан оза ҳолда поташ олишга эришилади, аммо ҳозирги кунда бу усулнинг мураккаблиги ва магний корбонатни боғлаш жараёнининг мураккаблиги сабаби ишлаб чиқаришга жорий этиш қийин.

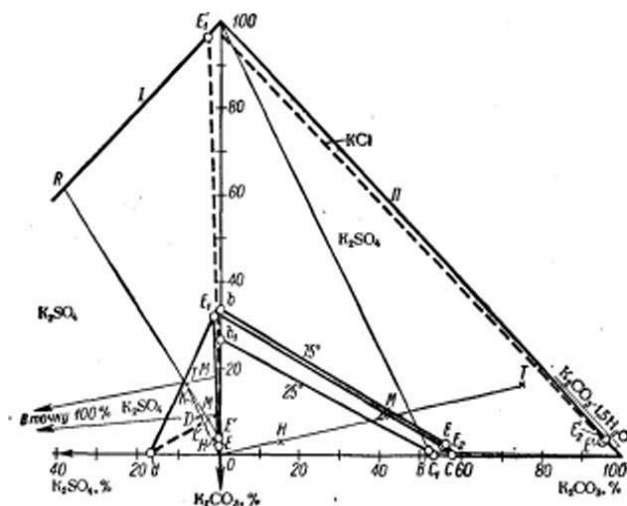
Осон филтирланадиган Энгел тузини олиш учун тўлиқ магний карбонатга эришиш учун калий хлор ўрнига натрий корбонат олишни тавсия этадилар. Калий хлор ўрнига содапоташли шелоқдан фойдаланиб, $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ иштирокида кобонлантирилади [33, 52, 53].

Калий хлориддан поташни керемнефторид калий ва бир вақтда натрий фториддан фойдаланиб олинади.

Формиат усули билан поташни табиий калий сульфатдан [51, 22] олинади. Поташ олишнинг бошқа усуллари ҳам мавжуд бўлиб, мисол учун Леблан усули, цианамид усули, барийли усул (сульфат калийдан олинади) бу усуллар амалда қўлланилмайди [40].

Кунгабоқар золини қайта ишлаш

Кунгабоқар золининг эритма қисмида 15 % дан 35% гача K_2CO_3 , 3,5-4,1 % K_2SO_4 ва 3,8-5,1% KCl бўлади. Сувда эримайдиган қисми 40 дан 0,1 % ни ташкил этади. Кунгабоқар золининг ишқорлаш жараёни 10 т зол сиғадиган пулатли ёмкостларда олиб борилади. Жараёнда 4 та ишқорловчи қурилма ишлатилади. Жараённи потивоток принципи бўйича олиб борилади. Биринчи қурилма янги зол билан тўлдирилади, унга иккинчи қурилмадан олинган ишқорли эритма солинади, кейинги қурилмага кенгисидан солинади. Охирги қурилмага иссиқ сув солинади. Ҳар бир қурилмага эритмани 3-4 марталаб қўйилади. 1т зол учун 0,7-1 л сув сарф бўлади. Ишқорлаш жараёни қурук золда 1,2 % миқдорда K_2CO_3 ажратиб олинади. Шундай қилиб, ажратиб олиш даражаси 95 % ни ташкил қилади. Концентрланган эритма зичлиги 1,19 г/см³, ўртача таркиби K_2CO_3 -15%, KCl -3,3%, K_2SO_4 -1,7 % ҳосил бўлади. Бу эритмани тиндириш учун қўйилади.



1.6.1 –расм. K_2CO_3 - KCl - K_2SO_4 - H_2O системасининг 75⁰С ҳароратда эрувчанлик диаграммаси. K_2CO_3 - KCl - H_2O системасининг 25⁰С ҳароратда эрувчанлик диаграммаси.

Диаграммада K_2CO_3 - KCl - K_2SO_4 - H_2O системасининг $75^{\circ}C$ ҳароратда ишқорланишдан сўнг эрувчанлик нуқтаси Н иккиламчи зонада K_2SO_4 ни кристалланиш онасида ётибди. Бу эритмани тўйинмаганлигини билдиради. Буғлатиш жараёнида бу эритма биринчи ОТ кристалланиш зонасида K_2SO_4 , буғлатишнинг иккинчи ДК кристалланиши K_2SO_4 ва KCl бир вақтда боришини кўрсатади. К нуқтаси буғлатиш жараёнини тўхтатишни кўрсатади. Бунда $K_2CO_3 \cdot H_2O$ ҳосил бўлиб қолади.

Бу шароитда уюқ фазани £ нуқтаси билан аниқланади. Бу нуқта учта каттик фаза билан тўйинганликни кўрсатади. Буғлатиш жараёни $75-85^{\circ}C$ ҳароратда 0,2-0,1 атм босим остида $1,57-1,60 \text{ г/см}^3$ зичликка эришгунга қадар давом этади.

Янада тоза K_2SO_4 (калий хлор аралашмасиз) ни зичлиги $1,40-1,45 \text{ г/см}^3$ гача буғлатиб олинади. Амалда буғлатиш эритмаси таркибида K_2CO_3 – 80,04-50,6%, KCl -3,5-4,4%, K_2SO_4 - 0,64-1% бўлади. Ишлаб чиқариш шароитида буғлатиш жараёнида уч нуқта иблан ифодаланиб, эришилади.

K_2CO_3 - KCl - H_2O системасининг $25^{\circ}C$ ҳароратда эрувчанлик иккиламчи Н нуқтасида KCl эрувчанлиги 0,97 % ни ташкил қилади. Расмдан кўриниб турибдики, буғлатилувчи эритманинг таркибини билдирувчи нуқта KCl нинг кристаллари ёнида, бу аралашма KCl ва $K_2CO_3 \cdot 1,5H_2O$ ҳосил бўлишини кўрсатади. K_2SO_4 нинг эрувчанлиги пасайиши билан тўрт компонентли системада, совитилганда кристалга бошқа тузлар билан бирга бу туз ҳам тушади. Кристалланувчи тузлар аралашмасини K_2CO_3 ортиқча исроф бўлишини олдини олиш мақсадида ювиб турилади. Ювилгандан сўнг таркибида K_2CO_3 – 5-7%, KCl -65-70%, K_2SO_4 -20-30% ни ташкил қилади.

Амалда поташ $25-30^{\circ}C$ ҳароратгача совитилганда ва кристалланганда ўртача таркиби K_2SO_4 -1,0%, K_2CO_3 – 50,6%, KCl -2,2%, зичлиги $1,56 \text{ г/см}^3$ ни ташкил қилади. Эритма қиздирилиб, буғлатилиб зичлиги $1,60-1,64 \text{ г/см}^3$ эришилади, сўнгра қуритишга юборилади.

Золни қайта ишлашда 1 т поташ ишлаб чиқаришда K_2CO_3 – 20%, KCl -4%, K_2SO_4 -2% сарф бўлади. Бундан ташқари 5,125 г зол, 4,5 т буғ, 0,24 т

иссиқлик, 75 кВт/с электрэнергия, 10 м³ сув сарф бўлади. Шу билан бирга калий хлор 65-70% 0,2 т, калий сульфат 94%0,1 т ҳосил бўлади.

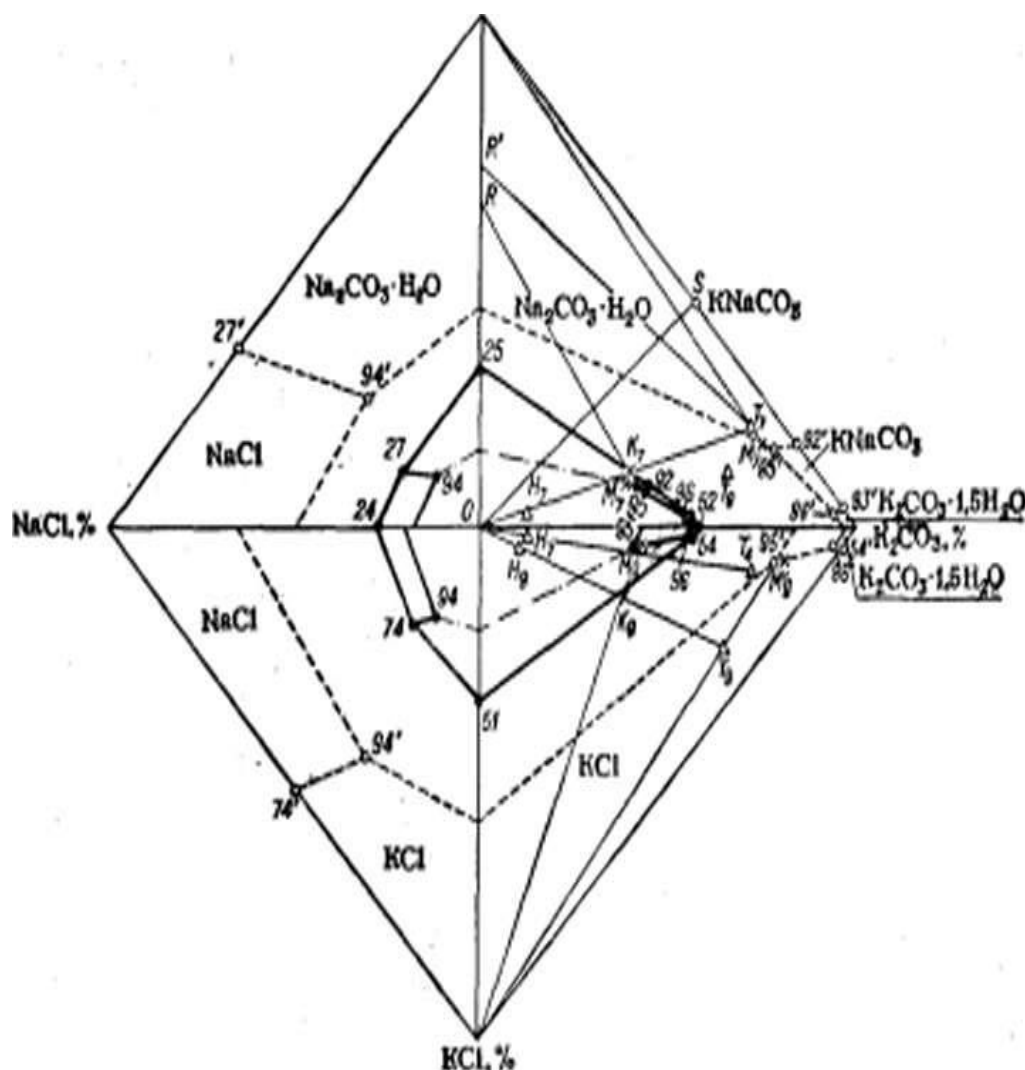
Бардянли кўмир ва золни қайта ишлаш

Шакар лавлагидан шакар ишлаб чиқариш заводларида ва спирт ишлаб чиқаришда чиқадиган чиқинди бардларни тўлиқ ёки ярим куйдириш усули билан поташ олинади. Бардли зол таркибида K_2CO_3 , KCl , K_2SO_4 дан ташқари Na_2CO_3 бўлади ва бу қайта ишлашни қийинлаштиради. Бардянли кўмир ва зол таркибидаги моддаларнинг ўзаро турлича нисбатда бириккан. 30 дан 80% Na_2CO_3 : K_2CO_3 нисбатда бўлиб, 0,03-0,50% KCl : K_2CO_3 , 0,06 - 0,67: K_2SO_4 : K_2CO_3 0.07- 0,63.

Бардянли қурилмада кўмирни майдалаб, сув билан 80⁰С ҳароратда ишқорланади. Ажратиб олинган шламни ювиб, тозаланиб олинган эритманинг зичлиги 19—1,22 г/см³ токи зичлиги 1.39—1,45 г/см³а етгунча буғлатилади. Маточний эритмани 22-25⁰С ҳароратгача KCl кристаллангунча совитилади. Шу билан бирга қуруқ фазанинг таркиби 1 % K_2CO_3 . 2,5% K_2SO_4 6.4% KCl ва 10% Na_2CO_3 ни ташкил қилади. Бундай эритма қуритилган сифати паст 80% калий карбонат олишга эришилади [50].

Юқори сифатли поташ олиш учун KCl ажратиб олинган иккиламчи тузни ажратиб олиш учун K_2CO_3 Na_2CO_3 ни яна қайта совитилади. 96% поташ олиш учун эритма 0⁰С ҳароратда, 5-6⁰С ҳароратда тайёр маҳсулот совитилиб 90% K_2CO_3 олишга эришилади.

Қўш туз ажратиб олинган эритма яна буғлатишга зичлиги 1.69 г/см³ бўлгунча буғлатилади ва кристал ҳолидаги K_2CO_3 олинади.



1.6.2.-расм. $K_2CO_3 - NaCl - Na_2CO_3 - KCl$ сувли системасининг диаграммаси.

Буғлатиш сўнгида қайнаш ҳарорати $140^{\circ}C$ ҳарортга етқарилади. Калий карбонат кристаллари мавжуд бўлган концентрланган эритмани $96^{\circ}C$ ҳароратгача совилади ва натижада қўшимча равишда поташ кристаллари ажралади. Сўнгра центрифугадан ўтказилади ва қурилади. Зичлиги $1,58—1,60 \text{ г/см}^3$ бўлган маточний эритма иккинчи буғлатгичга боровчи эритмага аралаштирилади. Бу аралашмага бошқа бегона тузларнинг йиғилиб қолиши натижасида циклдан чиқарилиб, қуйдирувчи печга сифати паст поташ олиш учун юборилади. Берилган усул бўйича юқори сифатли поташнинг таркиби $96\% K_2CO_3$, $0,5\% Na_2CO_3$, $0,5\% K_2SO_4$ и $1\% KCl$ дан иборат бўлади. Ажралиб

чиққан қўш туз эса паст сифатли 75% сода ва паст сифатли 90% поташ олиш учун қайта ишлаш учун жўнатилади.

$\text{NaCl} - \text{KCl} - \text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{K}_2\text{SO}_4 - \text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{K}_2\text{CO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ системасида мавжуд мувозанат тўғрисида маълумот шуни кўрсатадики, берилан жараёнда 25-80°C ҳароратда суюқ фазада K_2SO_4 жуда оз миқдорда эканлиги маълум бўлди. Буғлатиш жараёнида биринчи бўлиб калий сульфат тўлиқ ажралиб чиқади. Шундай қилиб 75°C ҳароратда $\text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{NaCl} - \text{Na}_2\text{CO}_3 - 2\text{KCl}$ системасининг тажрибасини тўхтатиш мумкин.

Барядли кўмир ва зол таркибини кўрсатувчи барча нукталар туз компонентлари турли туманлиги ва нисбатан таркиблигига қарамасдан диаграмманинг ўнг қисмида жойлашган.

Бошланғич эритмани 75°C ҳароратда буғлатиш биринчи ажралувчи фаза $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ бўлади, сўнгра қўш туз ажралади. Буғлатиш ҳарорати 75°C ҳарорати танлаб олинади ва бу шароитда ундан паст ҳарорат тузлар кристаллга тушмайди. Қўш туз ҳосил бўлиш 95 (95') нукталари олдида тузларни кристаллга ўтиши бошланади ва шунинг учун бошланғич эритманинг нуқтаси Н КСІ кристалланиш майдонида ётади.

Шундай қилиб, буғлатиш жараёнининг биринчи босқичи суюқ фазани 95 (95') нуқтага етиб келиши билан тўхтади ва қаттиқ фаза ажратиб олинади. Кейинги босқич 75°C ҳароратда қўш тузни КСІ билан аралашмаси ҳосил бўлгунча буғлатилади. 95 (95') нуқтада $\text{KNaCO}_3 + \text{KCl}$ кристаллари ҳосил бўлиши билан буғлатиш тўхтатилади ва қўш туз ажратиб олинади. Бу жараён учун ҳам 75° С ҳарорат оптимал исобланиб, маточний эритма таркибида оз миқдорда туз бирикмалари бўлади.

95 (95') нукталари 75°C ҳароратда охириги маточний эритма таркибини аниқлаб, КСІ тузини кристалланиш зонасида ётади. 25°C ҳароратда совитилган (оз миқдорда сув қўшилган) эритма таркибида КСІ миқдорини камайтиришга эришилади. КСІ тузини қўшимча ажратиш натижасида суюқ фазанинг таркиби 95.5% K_2CO_3 2.85% Na_2CO_3 ва 1.65% КСІ бўлади.

Бундан ташқари бардьян золини қайта ишлашда натрий фторид ҳосил бўлиши аниқланган. Берилган комплекс схема бўйича бардьян золини бошланғич эритмаси буғлатилганда K_2SO_4 ва KCl тузларини тўлиқ ажралиб чиқишига эришилади. тузларни ажратиб олинган бошланғич эритмани калий фторид эритмаси билан аралаштириб, поташ билан кремнефторид калий ҳосил бўлади. натрий фторидни филтрлаб, филтратни иккиламчи буғлатишга эритмада қолган натрий фторидни тўлиқ ажратиш учун юборилади. Сўнгра поташни кристаллаш масаласи бўлиб, бу буғлатишнинг учинчи босқичи бўлади.

Тажриба натижалари шуни кўрсатадики бу усул билан юқори сифатли 96% поташ олиш билан бирга 97% натрий фторид (NaF) ҳам олинади.

Сода-поташ эритмасидан гилтупроқ ишлаб чиқариш билан поташ олиш

Нефелендан гилтупроқ олиш [28, 31, 18, 5] да оралиқ зичлиги 1.15—1.18 г/см³ бўлган маҳсулотлар ҳосил бўлади: Na_2CO_3 —157 г/л; K_2CO_3 — 62; г/л K_2SO_4 —16 г/л. Бу эритмалар сода-поташ аралашмаси қайта ишлаб поташ олиш учун қўлланилади. Бошланғич эритма қисман бикарбонат натрий ва калий (7 г/л $NaHCO_3$), пўлатдан ясалган қурилмаларни коррозияга учратиб, темир оксидлари поташни ифлослантиради. $NaOH$ ишқор билан нейтралланган қурилманинг коррозияланишни олди олинди ва поташ таркибидаги темир миқдори 0,06—0,14% дан 0,001- 0,002% гача камаяди. Сода-поташли шелоқдан поташни қуйидаги қисқартирилган схема бўйича олинади.

Шелокни қайта концентрациялаш билан Кастнер вакуум буғлатгичли қурилмаларда тузнинг миқдори 400-440 г/л зичлиги 1,29—1.33 г/см³ бўлгунча буғлатилади. Сўнгра 130-132⁰С ҳароратда иккинчи марта Na_2CO_3 , K_2SO_4 ва $KNaCO_3$ тўйинган тузлар эритмаларининг (туз эритмаларининг концентрацияси 750 г/л, зичлиги 1,51-1,53 г/см³) бўлгунча буғлатилади. Иккинчи буғлатиш жараёнида содадан ва калий сулфатдан

ажратилган аралашма центрифугада ажратиб олиниб, қуритилади. Бу аралашманинг анализ қилинганда 79,06% Na_2CO_3 , 11,27% K_2CO_3 , 9,28% K_2SO_4 , 0,001% Fe_2O_3 ва 0,31% иборат эканлиги аниқланиб, қуйдириш вақтида йўқолган [56,60].

Буғлатиш қурилмасини ҳисоблаш даврида таркибида K_2CO_3 бўлган сувли эритманинг босимини этиборга олиш лозим. Na_2CO_3 ва K_2SO_4 оғирлиги 5 % аралашмасидаги буғнинг босими K_2CO_3 эритмасидаги босим билан тенг, учала тузнинг концентрацияси ўзаро тенг.

Иккинчи буғлатишдан сўнг бошланғич эритмани $\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$ кристалланган сўнг аралаштирилади ва 105-112°C ҳароратда тўйинган тузлар нуқтаси K_2SO_4 , KNa_2CO_3 ва $\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$ (учинчи буғлатгич). Бундай эритма зичлиги 1,64 г/см³ таркиби 1060 г/л K_2CO_3 28,8 г/л Na_2CO_3 ва 6,8 г/л K_2SO_4 бўлгунча буғлатилади.

Учинчи буғлатиш жараёнида KNa_2CO_3 ва K_2SO_4 таркиби 26,2% Na_2CO_3 , 64,6% K_2CO_3 , 3,41% K_2SO_4) таркибли аралашма чўкмага тушади. Чўкма филтрда ажратиб олиниб, конденсатда эритилиб, бошланғич шелокага аралаштириш учун юборилади.

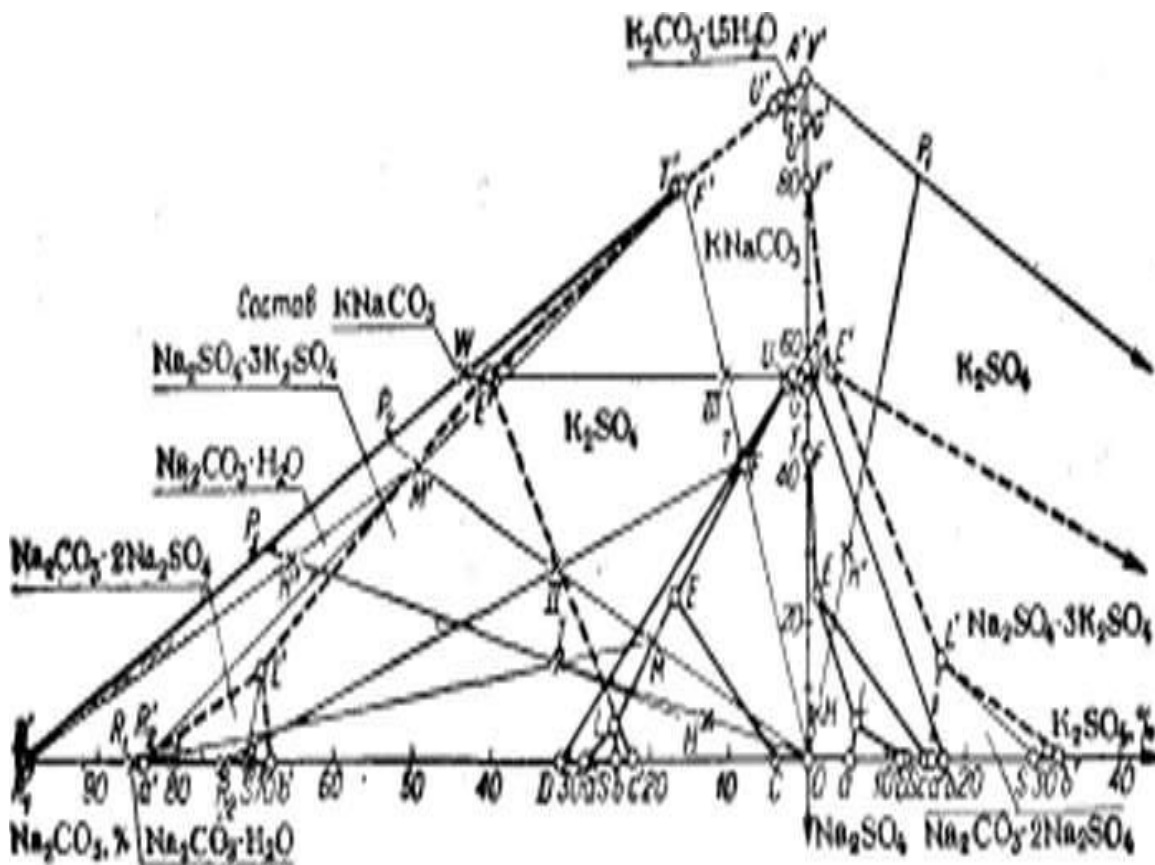
Учинчи буғлатишдан сўнг поташ эритмаси $\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$ ҳосил бўлгунча 45-50°C ҳароратгача совитилади. Поташни центрифугада сиқилиб истеъмолчига қуритмасдан берилади, бошланғич аралашмаган эритмани яна учинчи буғлатгичга юборилади.

Калий карбонатни таркибида 5-6% намлик билан тарелкали грануляторда $\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 1,5 \text{H}_2\text{O}$ аралашма бериб турган ҳолда донадорлаш усуллари ишлаб чиқилган. K_2CO_3 грануласини майдалангандан сўнг сув билан қуйидаги нисбатда 1: 0,45- 0,8:0,12-0,2 олинади ва барабанли қуритгичда қуритилади.

Циркуляциядаги эритмада ҳар доим хлор ионлари билан бирга оксидланмаган олтингугурт бирикмалари бўлади. Хлорли эритмадан поташни ажратиб олиш учун 45°C ҳароратгача совитилади ва натижада (1%) хлор билан ифлосланган поташ ажралади. Филтрда ажратилган ва

тозаланган филтрат учинчи буғлатгичга юборилади. Берилган схема бўйича поташни оксидланмаган олтингутурт билан камроқ ифлосланишини олдини олиш учун конденсат билан ювиб турилади.

Анализ натижалари шуни кўрсатмоқдаки калий карбонатни олтингутурт бирикмалари билан ифлосланиш даражаси 22% ни ташкил қилади.



1.6.3-расм. K_2CO_3 - Na_2SO_4 - Na_2CO_3 - K_2SO_4 сувли системани иккиламчи буғлатиш диаграммаси

Эритмаларни карбонлаш билан сода – поташли шелоқларни ажратиш жараёнининг бир неча усуллари ўрганилди. Бу усулларни амалга ошириш учун коррозияланмайдиган пўлатдан ясалган қурилмалар талаб этилади. Ажратишнинг бошқа усуллари анализ қилинганда K_2CO_3 - Na_2SO_4 - Na_2CO_3 + K_2SO_4 системани 25°C, 35°C, 50°C, 75°C, 100°C ва 150°C ҳароратларда амалга ошириш мумкинлиги аниқланган. Бундан ташқари кўш тузларнинг KNa_2CO_3 K_2CO_3 — Na_2CO_3 — H_2O системада 100°C ҳароратдан юқорида ажралиши кузатилган. Берилган системанинг мувозанати 75°C да

(1.6.3-расм) да кўрсатилган диаграммада схема бўйича тузларнинг кетма кет ажралиб чиқиши кузатилган. Диаграммада бошланғич эритмадаги натрий ишқорининг нуқтаси тузларни кристалланиш зонасида ётибди. Бундан кўринадикки натрий ишқори биринчи бўлиб қаттиқ ҳолга ўтади, изотермик буғлатиш жараёнида чўкмага тушади. Натижада сода бу босқичда (80% дан юқори) миқдорда 150°C ҳароратда тўлиқ ажралади [45,51].

Буғлатишни кейинги босқичларида суюқ фазанинг таркибини кўрсатувчи изотерма нуқталар M (M') дан токи нуқта ξ (ξ^*) гача ва сўнгра нуқта F (F') гача ўзгаради. Бу йўлда қаттиқ фазада сода аралашмаси билан глазерит ажралади. Нуқта E (ξ') глазерит K_2CO_3 билан ўзаро муносабатда бўлади Na_2CO_3 ва K_2SO_4 га айланади. F (F') нуқтада тўйинган сода эритмаси, калий сульфат ва қўш туз ҳосил бўлади.

Учинчи буғлатишда ажралган чўкма қўш туз, калий сульфат билан ифлосланганлиги учун ундан ажратилади ва жараёнга қайтарилади. Кейинги жараёнда бошланғич эритмани асосий қўшимчалардан хлор ионлари ва оксидланмаган олтингугурт бирикмаларидан тозаланади. Агар жараён ёпиқ ҳолда олиб борилса, бу бирикмалар осон суюланадиган ва жараёни охиригача эритма таркибида товар маҳсулотда йиғилиб қолади.

Юқори сифатли поташни олиш учун калий корбонат кристалга тушгач бошланғич эритмани жараёндан чиқариб туриш лозим бўлади (очиқ ишлаб чиқариш циклида). Бошланғич эритмани олтингугурт бирикмалари билан ифлосланган поташни ажратиш учун қуриштилади. Бошланғич эритмани учинчи марта буғлатгандан сўнг, қўш туз ажратилиб, $75\text{—}100^{\circ}\text{C}$ ҳароратда қўшимча тарзда буғлатилади.

Натижада қисман $\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$ ажралади. Иккала чўкманинг аралашмаси кристал ҳолдаги поташни, поташнинг тўйинган эритмаси билан ювилади. Ювиш жараёни мунтазам аралаштириб турган ҳолда амалга оширилади.

Иккиламчи ювишни филтрлаш жараёнида ёки центрифугада амалга оширилади. Бу схема билан олинган кристал ҳолидаги поташ таркибида

K_2CO_3 —99,0, Na_2CO_3 -0.3, K_2SO_4 —0,2, тузланган бирикмалар бўлади. Юқори сифатли калий карбонатни олишнинг иккинчи имконияти бу олтингугурт бирикмаларини тузлантиришдир. Тузлантириш маҳсулотларни тажриба қилинганда (водород пероксид, персульфатлар, катализатор иштирокида оксидланувчи бирикмалар) энг самаралиси поташ бирикмаларини оксидлаш. Поташ бирикмаларини оксидлаш берилган бўлиб, то учламчи буғлатиш ва қўш тузни ажратишгача бошқа вариантлар билан бир хил, сўнгра эритмани куригилади ва 3 соат давомида $600^{\circ}C$ ҳароратда ҳаво бериб турган ҳолда қуйдирилади.

Бу шароитда олтингугурт бирикмаларини калий сульфатгача тузлантириш 96-98% ни ташкил қилади. Қуйдирилган поташни $25^{\circ}C$ ҳароратда сувда эритилади. Чунки ҳосил бўлган калий сульфат суюлишга улгурмасин. Охирги бирикмалар филтрланиб, эритма $75^{\circ}C$ ҳароратда буғлатилиб, $25^{\circ}C$ гача совитилади. Кристалл ҳолдаги поташ ювилгач тайёр маҳсулот ҳисобланади. Бошланғич эритма жараёнга қайтарилади.

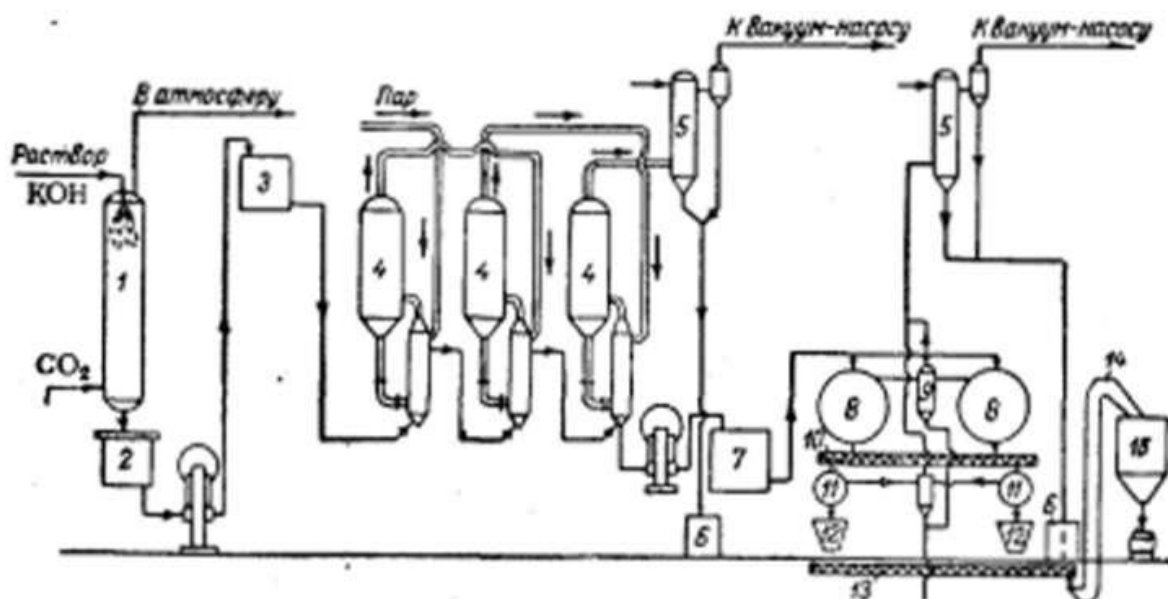
Олинган поташнинг таркиби (қуруқ модда учун %) қуйидагича: K_2CO_3 -99,4, Na_2CO_3 - 0,2, K_2SO_4 -0.05 бўлади. Бундай таркибли калий карбонат хрустал маҳсулотлари ишлаб чиқариш учун қўлланилади.

Калий гидрооксид эритмасини карбонлаш билан калий карбонат ишлаб чиқариш

Диафрагменнлаш усули билан калий хлоридни электролиз қилишда ҳосил бўлган эритма таркиби 145 г/л КОН ва 180 г/л KCl бўлади. Калий хлорни ажратиш учун эритма 44,6-47,1% КОН (зичлиги $1,47-1,50 \text{ г/см}^3$) гача концентрланади ва совитилади. $20-30^{\circ}C$ ҳароратда эритма таркибида 1% KCl бўлади. Эритмадан KCl ни ажратиб олингач КОН концентрацияси 30% (плотность $1,3 \text{ г/см}^3$) бўлгунча суюлтирилади ва ёкламика ҳалқалари ўрнатилган насадкали колоннада карбонлаштирилади. Симоб катодли

электролиз ваннасида калий хлорид электролиз қилиш даврида КОН ҳосил бўлади. Таркибида оз миқдорда клий хлорид бўлиб уни қайта тозаламаган ҳолда карбонлашга берилади [60]. 30% концентрланган КОН эритмасини икки босқичли карбонлаш усули [62] патентга эга. Бундан ташқари CO_2 газидан тўлиқ фойдаланилади. Биринчи босқичда абсорберда CO_2 газидан карбонлашда эритмалар КОН ва K_2CO_3 аралашмаси циркуляцияга учратилади. Оқувчи эритмага КОН эритмасидан қўшилади ва 90% ли шу эритма абсорбенти абсорберга қайтарилади. 10% и эса иккинчи босқичда қўлланилади. Бу босқичда КОН ни K_2CO_3 гача тўлиқ нейтралланиши кузатилади. Биринчи босқичда K_2CO_3 кристалга тушиб қолмаслиги учун 40-100°C ҳароратда КОН : K_2CO_3 эритмалари 1:1 нисбатда абсорберга бериб турилади, натижада 90% КОН канбонланади.

Эоритмани карбонлаш жараёни технологик схемаси қуйидаги расида берилган. Калий карбонат эритмасини уч корпусли вакуум буғлатгичда буғлатилади. Концентрланган эритмани узлуксиз ишловчи буғ билан иситилувчи вакуум- вальцларда қурилади. Қурилган маҳсулотни буғ рубашкали (буғ босими 12 ат) ли иситгич билан ўралган даврий ишловчи вакуум барабанли қуригичда қурилади. Бу усул билан 98% K_2CO_3 таркибида 1% KCl бўлган поташ олишга эришилади. Янада тоза поташ ишлаб чиқариш учун қайта кристаллаб, тозаланади [67].



1.6.4.-расм. КОН эритмасини карбонлаш билан поташ олиш схемаси

Германияда [52] поташ КОН ва K_2CO_3 аралашмали эритмалардан (бихромат калий ва бошқа бирикмали ишлаб чиқариш чиқиндилари) олинади. Эритмалар цилиндрли идишларда карбонланади ва Келли филтрларида бошқа бирикмалардан тозаланади. Тозаланган эритма $K_2CO_3 \cdot 1,5H_2O$ кристали ажралгунча буғлатилади. Туз йиғгичдан бошланғич эритма жараёнга қайтарилади.

Кристаллар туз йиғгичдан хом эритма билан ювилиб, пулпани насос ёрдамида центрифугага юборилади. Поташ газ билан иситилувчи куйдириш барабанига юборилади. Барабандаги газлар циклон билан тозаланади ва кокос жойлаштирилган башня сув билан суғорилади. Куйдирилган поташ ташқи томондан сув билан совитилувчи барабанда совитилади ва дезинтегратор билан майдаланади.

Калий карбонат олишнинг формиат усули

Бу усул [51, 53, 54, 18] оҳак сутини калий карбонат табиий ювилган K_2SO_4 иштирокида каустиклашдан иборат. Углерод оксиди калийнинг чумоли кислотаси бирикмаси ҳосил бўлишига ёрдам беради.



Реакция аралаштиргичли автоклавда 200^0 ҳароратда (32 ат буғ босими билан иситилади) олиб борилади. H_2S , SO_2 ва CO_2 лардан тозаланган генератор газы 30 ат босим билан автоклавга берилади. Реакция вақти 45 минут. Навбатма – навбат иккита автоклав ишлайди. Реакция натижасида ҳосил бўлган пульпа резервуар-экспанзерга берилади. Бу ерда буғ ажратилиб, автоклавга келаётган аралашмани иситиш учун қўлланилади.

Сўнгра эритма декантирланади, таркибида $CaSO_4$ чўкмаси бўлган қуюқ пулпа филтрланади ва вакуум-филтрли барабанларда ювилади. Тиндирилган эритма таркибида (г/л да) $HCOOK$ 165-175, CaO 6-8, K_2SO_4 9-11

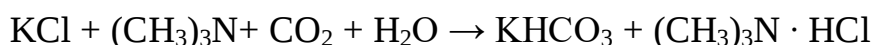
бўлади. СаО ажратиш учун эритмага K_2CO_3 қўшилади ва ҳосил бўлган калций карбонат филтпрессда ажратилади. Эритма зичлиги $1,55 \text{ г/см}^3$ бўлгунча тўрт корпусли буғлатгичда концентрланади ва K_2SO_4 ажралгунча 20°C ҳароратда совитилади. Эритмани змеевикли иситгич билан иситилувчи буғлатгичда 190° ҳароратда буғлатилади. Натижада қуйидаги таркибли маҳсулот олинади: HCOOK -90; KCl -0,4; K_2CO_3 -2,5; K_2SO_4 0,1. Иссиқ маҳсулотни 160°C дан паст ҳароратда оралиқ идишларда сақланади ва у ердан калцийлаш учун айтанувчи печга берилади. Калий карбонатни ҳосил бўлиш реакцияси қуйидагича



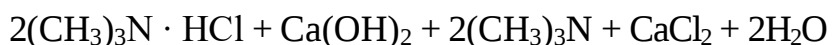
K_2CO_3 махсус скребка куракчалари билан печдан чиқарилади. Тайёр маҳсулот қуйидаги таркибга эга бўлади (% да): K_2CO_3 - 98; KCl - 0,25; K_2SO_4 - 0,2; Na_2CO_3 -0,3.

Триметиламин усули билан калий карбонат олиш

Бу усул [18, 60, 64] калий хлорид эритмасини (1 қисм) ва триметиламин (4 қисм) ни аралаштириб ва босим остида углерод (II)-оксиди билан қайта ишлаш билан боради:



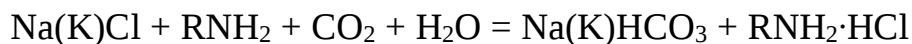
Совитилганда бикарбонат калий кристаллга тушади ва триметил-амин хлориддан осонгина ажралади. Охирги модда яна эркин триметиламинга айланади.



Бикарбонат калийни куйдирилганда карбонатга айланади. Гексаметиленамин [9, 18, 70, 71] (гексаметилендиамин ишлаб чиқаришда чиқадиган чиқинди) ни қўллаш усуллари таклиф этилди. Гексаметиленамин сувли эритмасининг концентрацияси 42-50%. $20\text{-}40^\circ\text{C}$ ҳароратда олиб борилган реакцияда KCl дан фойдаланиш 70-90% ни ташкил қилади.

Бикарбонат калийни ажратиб олингач эритмага оҳак қўшилиб, 93-95⁰С ҳароратда гексаметиленамин билан регинирация қилиб ҳайдалади.

Бу усул билан на фақат тоза сильвиндан балки, сильвинитдан ҳам поташ олиш мумкин. Бу жараёни қуйидаги умумий реакция билан ифодалаш мумкин.



Биринчи ишнинг [60, 64] автори немис олимлари бўлиб, триметиламиндан фойдаланиб CO₂ ташувчигина эмас балки –HCO₃ ионларини йиғувчи ҳам эканлигини кўрсатди.

Бундан ташқари бошқа алифатик аминлардан метиламин, пропиламин ва бутиламинлар [62] дан ҳам фойдаланиш мумкинлигини кўрсатдилар.

Na⁺, K⁺ ларни фойдаланиш даражаси органик компонентлар билан регенерациялашни энг юқори кўрсаткичлари, бу усулнинг самарадорлигидан ташқари бир қатор камчиликлари ҳам мавжуд: бу унинг қимматлиги, юқори учувчанлиги ва захарлигидир. Шу билан бирга қиммат аминнинг исроф бўлиши олинган маҳсулотнинг таннархига ҳам таъсир қилади.

Бундан келиб чиқиб, америка олимлар поташ ва сода олиш учун, учувчанлиги паст аминларни топишда бир қатор катта ишлар олиб бордилар [63]. Бундай аминларнинг қайнаш ҳарорати атмосфера босим остида 100-360⁰С бўлади. Бу талабларга триметиламин, моноэтанолламин, диэтанолламин, этилендиаминлар жавоб бера олади.

Сода олишда моно – ва диэтанолламинни қўлланганда қуйидагилар аниқланди: NaCl - R-NH₂ - CO₂ - H₂O системасининг эрувчанлиги NH₄Cl аммоний хлорид эрувчанлигини 2,5 марта оширади. Бу системада энг кам эрувчанликка эга бўлган туз (NaHCO₃) бикарбонат натрий ҳисобланади, эвтоник нуктага эга бўлиб, 0,4% ни ташкил қилади.

Авторлар томонидан натрийдан фойдаланишнинг энг юқори даражасида 94% моноэтанолламиндан фойдаланиш ва 96% диэтанолламиндан фойдаланиш [67] билан эришилганлиги тушунтирилган.

Бундан ташқари, 100% маҳсулот чиқишига эришишда системада натрий хлоридга аминларнинг ижобий таъсири кўрсатилган.

KHCO_3 ни триметиламин ёрдамида олиш жараёни [60, 64] ва [63,72] Америка Қўшма Штатлари олимларнинг олиб борган катта ишларида ўрганилган.

ФРГ нинг патентида [60] KHCO_3 ни олишнинг икки босқичда амалга оширишни таклиф қилинган;

- 80% -ли бикарбонат триэтиламин эритмасини триэтиламин карбонизация қилиб олиш;
- KCl ни 80%- сувли эритмасини бикарбонат триэтиламин эритмаси билан аралашмасини 50°C ҳароратда KHCO_3 ни чўкмага тушади. Бу шароитда KHCO_3 ни чиқиши 96% ташкил қилади.

Берилган усул бўйича KHCO_3 ни олиш жараёнини узлуксиз олиб боришда карбонизациялашнинг икки йўли таклиф этилади [60, 64].

Биринчи усулда [60] колоннага, уч зонага бўлинган ҳолда юқори қисмдан KCl суспензияси берилади, ўрта қисмдан триэтиламин ва пастки қисмдан CO_2 берилади. Триэтиламинни карбонизациялашда охириги модда суспензиядан енгил бўлиб, юқorigа суспензия оқимиға қарши ҳаракатланиб алмашилиш реакцияси боради. Шундай қилиб, қаттиқ фазага бикарбонат калий (KHCO_3) ажралади, колоннанинг юқори қисмдан таъсирлашмаган триэтиламин чиқариб олиниб, яна жараёнға қайтарилади.

Иккинчи усулда триэтиламин ва углерод (IV)- оксиди биргаликда колоннанинг пастки қисмдан берилиб, юқори қисмдан KCl нинг сувли суспензияси берилади. Сўнг жараён биринчи усул бўйича боради. Бу усул бўйича KHCO_3 нинг чиқиш 80% ни ташкил қилади.

Бу ишда NaCl нинг сувли эритмасидан натрийдан 89% фойдаланган ҳолда NaHCO_3 олиш жараёнини принципиал имкониятлари кўрсатилган.

NaHCO_3 ни 90% миқдорда чиқиши йўллари немиш олимлари [64] томонидан 50°C ҳароратда олишнинг аналогик жараёнларини ишлаб чиққанлар. Авторлар томонидан, триэтиламинни натрий хлор билан

таъсирлашишини 1,1-1,5 нисбатда мувозанатлашини ва натрийдан 99% фойдаланишга эришиш имкониятлари ўрганилган.

Сильвинитдан органик эритувчилар ёрдамида сода ва поташ олиш жараёни юқори самарадорликка эришилган бўлса ҳам бир қатор қуйидаги камчиликларга эга; - кўп миқдордаги сарф, юқори учувчанлик, қимматлилиги ва захарлилиги. Шу билан бирга, яна бир органик эритувчи гексаметиленаминни қўллаш усули ишлаб чиқилган. Бу эритувчи бошқа органик эритувчиларга нисбатан арзон бўлиб, оралиқ маҳсулот сифатида капролактама ҳосил бўлиб, бу модда паст учувчанлик ва паст захарлилик хоссасига эга [9].

Новиков В.Н томонидан бикарбонат калийни калий хлориддан ГМИ ёрдамида олиш жараёни ўрганилган. Автор томонидан сильвинитдан калий бикорбонатни олишнинг принципиал имкониятлари кўрсатилган.

Греф Т.С ва Барыбинларнинг [68, 69] ишлари шу масалаларни ечимини топишга бағишланган. Авторлар томонидан, сильвинит эритмасинини бошланғич ва оралиқ маҳсулотлар эритмалари таркибида бўлувчи гексаметиленаминни хлорид билан аниқ нисбатда икки босқичли карбонизациялаш натижасида биринчи босқичда тоза ҳолда натрий бикорбонат ажралади, иккинчи босқичда эса натрий бикорбонатни ажратилгач, калий бикорбонат чўкмага тушади. Шу билан бирга ҳам ашёдан фойдаланиш даражаси ва олинадиган маҳсулот сифати, 20⁰С ҳароратда сильвинит эритмасининг оптимал таркиби аниқланган. Биринчи босқичда калцийланган соданинг биринчи сорти, иккинчи босқичда эса калцийланган поташнинг иккинчи сорти олиниши аниқланди.

Шу маълумки, ишлаб чиқаришнинг технологик шароитида, у ёки бу маҳсулотни олишнинг кимёвий усуллари асосий аҳамият касб қилганидек, жараён кинетикасига таъсир этувчи факторлар ҳам аҳамиятга эга. Бундай ҳолат технологик жараёнларни автоматлаштириш вақтида этиборга олинади. Шундай қилиб, абсорбция колонналарида сувли муҳитда ($2\text{KOH} + \text{CO}_2 = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$) CO_2 тутунли газ иштирокида карбонизациялаш натижасида

калийли шелоқни поташли шелоқка айланиш жараёнини автоматлаштик бошқариш усуллари таклиф этилади [22].

Усул бошқа усуллардан бошқарувчи параметрлар сифатида карбонизацияланаётган эритманинг рН катталиги билан бирга эритма ҳарорати ва зичлик аниқланади. рН электродларни ҳароратга тўғрилаб $+0,005$ гача аниқликда ўлчанади. Бошқарувчи параметрларни абсорбция колоннасидан чиқишда ўлчанади.

Сувли муҳитда калий хлорид ва аммоний сульфатдан калий сульфат олиш усулига патент олинган. Усул [21] да, калий хлорид суспензиясини аммоний сульфат билан ўзаро таъсирлашиши натижасида қўш туз калий сульфат ва аммоний сульфат ҳосил бўлади. Бу қўш туз суёқ фазада қайта ишланиб олиниб, бошқалардан эритмани қайта қиздириш натижасида эришни давоб эттиради ва эримайдиган чўкма қолгунча тиндирилади. Совитилганда қаттиқ фазага маҳсулот тўлиқ тушишига эришилиб, эритмадан ажратилади ва қурилади. Эритмани калий хлорид ёки аммоний сульфат эритмаларини тайёрлаш учун, қолган қисмини қиздириб қўш тузга яна эритиш учун юборилади. Қайтарилган эритма $95-105^{\circ}$ ҳароратгача қиздирилади. Тиндирилган эритма эса $25-35^{\circ}$ С ҳароратгача совитилади. Совитилган эритмани суёқ фазада қўш туз ҳосил бўлгунча аммоний сульфатни калий хлорид суспензия таъсирлаш учун юборилади. Калий хлорид суспензиясини ва аммоний сульфати ажратиб олиш учун $70-90^{\circ}$ С ҳароратда совитилган эритмани олиш мақсадга мувофиқ деб ҳисобланади.

Бу усул билан таркибида K_2O миқдори кўп бўлган, хлорид иони эса $0-0,1\%$ гача бўлган тайёр маҳсулот олишга эришилади ва маҳсулотдан эримайдиган бирикма кристалл ҳолдаги оқ рангли калий сульфат олинади.

1- боб бўйича хулоса

Олиб борилган адабиёт шарҳи шуни кўрсатадики, поташ қурилишда (совукга чидамли қўшимча сифатида), шиша саноатида (оптик шиша ишлаб чиқаришда), электровакуум, кимёвий ва ишлаб чиқаришнинг бошқа соҳаларида қўлланилади; бундан ташқари ювувчи воситалар ишлаб чиқаришда, тери саноатида, краска ишлаб чиқаришда юқори сифатли шиша ишлаб чиқаришда, оптик линзалар тайёрлашда, рангли телевизорлар учун флуоресцент лампалари тайёрлашда қўлланилади.

Фосфорлар ва бўёвчи пигментлар ишлаб чиқаришда қўлланилади. Бундан ташқари поташ республикамизнинг қишлоқ хўжалик экинлари асосан пахта етиштиришда энг асосий ўғитлардан бири ҳисобланади.

Поташ ишлаб чиқаришнинг ўрганилган ҳар хил усуллари шуни кўрсатадики, олинган маҳсулот кўп энергия сарфланганлиги сабабли таннархи юқори ва органик аралашмалар билан ифлосланган ҳолда олинади.

Шундай қилиб, юқорида кўрсатиб ўтилган кимёвий ишлаб чиқариш соҳаларида қўлланиладиган тоза ҳолдаги поташ ишлаб чиқариш технологиясини ишлаб чиқишда технологиянинг рентабеллиги, кам сарфлилиги ва маҳаллий хом ашёларнинг мавжудлиги эътиборга олинади.

II - БОБ. ТАЖРИБА ОБЪЕКТИ ВА УСУЛЛАРИ

2.1. Бошланғич компонентлар тўғрисида характеристика

Поташ ишлаб чиқаришда бошланғич хом ашё сифатида калий рудаларини бойитиш натижасида олинган калий хлор ҳисобланади. Маҳаллий хом ашё сифатида Дехқонобод конидан олинган сильвинитдан олинган калий хлордан фойдаланилади.

Сильвинит бўлаклари – шаффоф, бинафша ранг, қизил, тўқ-қизил, каттик, мустаҳкамлик даражаси Моос шкаласи бўйича 1-1,5 га тенг.

Кондан шахта усули билан олинган сильвинит намуналари кимёвий таркиби қуйидагича:

KCl.....	31,93 %
NaCl.....	63,37 %
MgCl ₂	0,51 %
CaSO ₄	1,25 %
н.о.....	3,25 %
сув.....	1,69 %

Калий хлорид (сильвин)- сильвинитни флотация ёки галлургик бойитиш орқали олинган маҳсулот бўлиб, эркин ҳолда ранги –оқ (рангсиз), руданинг таркиби бинафшадан тўқ-қизил рангда бўлиб, сувда эрийди, суяқ аммиакда ёмон эрийди, қайнаш ҳарорати 1407⁰С, суяқланиш ҳарорати 770⁰С.

Калий хлорид ўғит сифатида ёки бошқа калийли хлорсиз бирикмаларини конверсия усули билан олиш учун қўлланилади.

Натрий хлор, ош тузи, тош туз, галит (NaCl) – махсус шароитда – кўк рангли, яшил кристалл, оддий шароитда шаффоф кристалл, эриш ҳарорати 801⁰С, қайнаш ҳарорати 1465⁰С, сувда эрийди (25⁰С да -2,4%) суяқ аммиакда, метанолда, этиленгликолда ва чумоли кислотасида эрийди. Табиатда галит минерали денгиз суви ва тузли кўл сувлари таркибида бўлади.

Консерваловчи махсулот сифатида ва озиқ- овқат истеъмол қилишда инсон учун физиологик аҳамиятга эга бўлган махсулот ҳисобланади. Бундан ташқари Cl_2 , Na_2CO_3 , NaOH ишлаб чиқаришда кенг қўлланилади.

Газ ҳолдаги аммиак (NH_3)- ёқимсиз ўткир хидли бўлиб, суюқланиш ҳарорати – 80°C , қайнаш ҳарорати -36°C , сувда, спиртта, эфирларда эриб, геми- ва моногидратлар ҳосил қилади. Ўз-ўзидан ёниш ҳарорати 650°C , КПВ 15-28 %, портлаш ҳавфининг юқори босим 0,6 МПа.

Суюқ аммиакнинг зичлиги $0,6814 \text{ г/см}^3$ га тенг. Аммиак кўзни ёшлантиради, бўғувчи ва бошни айлантириб, ошқозонда оғриқни кучайтиувчи модда (ПДК) = 20мг/м^3 [51].

Газ ҳолидаги CO_2 ни 20°C ҳароратда 5,11 мПа босим остида сиқилади, алангаланиш ҳарорати $78,5^\circ\text{C}$.

Олиниши. Охактошни куйдиришда, кокс ёқилганда, спиртли ачитишда, аммиак ишлаб чиқаришда чиқадиган конгазни тозалашда ПДК 30мг/м^3 олинади.

Аммоний карбонат $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ кристаллари 20°C ҳароратда NH_3 ва NH_4HCO_3 ларни ҳосил қилиб парчалана бошлайди. Сувда эрийди. Карбонат ангидрид билан тўйинган аммиакнинг тўйинган суви эритмаси ҳосил бўлади.

Аммоний карбонат тузлари – таркибида ҳар-хил аммоний асосан аммоний иккикарбонат компонентлари (75-88%) ва (6-12%) аммоний карбонат компонентлари бўлади.

Аммоний карбонат тузлари [21] ҳавода чидамсиз бўлиб, аммиак билан карбонат ангидридга парчаланади.

Уларнинг захарлилиги ва портлаш ҳавфлилиги таркибидаги бирикмаларнинг парчаланиши оқибатида содир бўлади.

$0,1\text{мг/дм}^3$ ли концентрацияли аммиакнинг захарлилиги юқори нафас олиш йўллари яллиғлантиради.

Углерод (IV) оксиди газ наркотик хусусиятга эга бўлиб нафас йўллари бўғиши ҳам мумкин. Оз миқдори кўзғатувчи хусусиятига эга.

2.2.Эритма ва қаттиқ фазаларнинг физик – кимёвий тадқиқот қилиш усуллари

Сильвинит таркибидаги KCl ва NaCl [12,13,60] анализ қилиш усуллари.

Қўлланиш соҳасини аниқлаш.

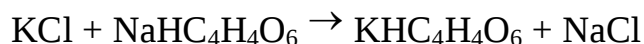
Сильвинит таркибидаги галит ва сильвинни миқдорий концентрациясини аниқлаш усуллари.

Анализ усули – тортма.

K⁺ ионларини аниқлаш. Калий ионларини аниқлаш учун бир қатор анализлардан фойдаланилади:

- винокислотаси ва унинг Na-ли тузи.

Калий гидротартрат натрий гидротартрат га нисбатан кам эрувчан бўлиб, K⁺ ионларини аниқлашда кенг фойдаланилади.



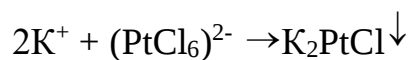
-натрий кобалтонитрит билан.

Натрий кобалтонитрит калий тузларига K₂Na(Co(NO₂)₆). Хос бўлган сариқ ранг беради. Реагент кобалт (III) комплекс тузларига тўғри келувчи калийли тузлар:



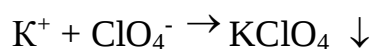
-платинахлоридводород кислотаси.

Платинахлоридводород кислотаси H₂(PtCl₆) калий тузларининг концентрланган эритмасига сариқ рангли кристалл ҳолдаги калий хлорплатини чўкмага туширади.



- хлорид кислота билан.

Хлорид кислота калий перхлорат HClO₄ оқ чўкма беради:



-микрористаллоскопик ва томчи реакциялари билан.

Тажриба ойнасига томчи ҳолда калий тузлари эритмаси томизилади ва электроплиткада ёки микроиситгичда қуруқ ҳолга келгунча қуригилади. Совиган қуруқ қолдиқни $\text{Na}_2\text{PbCu}(\text{NO}_2)_6$ формула билан ифодаланувчи таркибли модда билан K^+ реагентида ишлов берилади ва 1 минутдан сўнг тушган кристалларни микроскоп орқали текширилади. Характерли равишда куб ҳолидаги нитритнинг уч компонент таркибли $\text{K}_2\text{PbCu}(\text{NO}_2)_6$ қора ёки малла рангли кристалларини кўриш мумкин.

-оловга ранг бериш реакцияси билан.

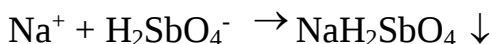
Шиша таёқчани олиб, платина сими уланган бўлиб, таёқчани иккинчи учуни рангсиз ёнаётган олов учуига киргизилади. Агар олов рангланса симни HCl эритмаси билан намлантирилади ва оловга токи ранг йўқолгунча тутилади.

Шундан сўнг таёқчани KCl тузи қукунига тегизилади. Тузга ботирилган шиша таёқчани яна оловга тутилади, шунда оловни очиқ-сиёҳрангга кирганлигини кўрамиз. Тажрибамизга натрий тузлари ҳалақит қилади, чунки натрий тузлари оловни сариқ рангга бўяйди. Шунинг учун натрий тузлари иштирок этганда махсус кўк рангли шишадан ясалган призмалардан фойдаланилади.

Na^+ ионларини аниқлаш. Натрий ионларини аниқлашда қуйидагилардан фойдаланилади:

- дигидроанимонат калий билан.

Дигидроанимонат калий KH_2SbO_4 (ортосурьма кислотасининг H_3SbO_4 калийли тузи) бўлиб, натрий тузи эритмаларига оқ рангли кристалл чўкмаси дигидроантимонат натрийни беради:



Реакцияни бажариш учун 2-3 томчи натрий тузи эритмасидан томизиб, реагент эритмасини миқдорини керакли ҳажмга етказиб, шиша таёқча билан пробирка девори артиради. Чўкма кристаллигига $(\text{NaH}_2\text{SbO}_4)$ ишонч ҳосил қилиш лозим. Бунинг учун эритмани чўкма керакли формага эга бўлиши

учун тиндириб қўйилади, пробиркани оғзини пробка билан бекитилади ва пробиркани айлантириб турилади. Пробирканинг деворларида куб кўринишдаги кристаллар сеила бошлайди.

- оловни ранга бўёвчи реакция.

Натрийнинг учувчи тузи оловни ўткир-сарик ранга бўййди. Бу реакция жуда характерли бўлиб, уни калийни аниқлашда ҳам қўлланилади.

Сўнгра калий ва натрий тузлари эритмаларини аралаштириб, яна оловга ранг берилиши кузатилади.

Шуни назарда тутиш лозимки, натрий тузлари билан оловга ранг бериш реакцияси жуда таъсирчан реакция бўлиб, аниқланиш минимум 0,0001 мкг тенг.

Cl^- - ионлари [12,13,14] ни аниқлаш. Cl^- - ионларини аниқлаш учун қуйидаги моддалардан фойдаланилади: кумуш нитрат, концентранган сульфат кислота ва калий бихромат.

Кумуш нитрат– AgNO_3 Cl^- - ионларига оқ тварогсимон чўкма беради. Ёруғликда чўкма серо-фиолет рангга кириб, сўнгра қораяди.

CO_3^{2-} - ионларини аниқлаш. CO_3^{2-} - ионларини аниқлаш учун қуйидаги моддалардан фойдаланилади: барий хлорид, кумуш нитрат.

Барий хлорид BaCl_2 эса CO_3^{2-} - ионлари билан оқ чўкма ҳосил қилади ва бу минерал кислоталарда эрийди, ҳатто CO_2 ни ажратиб уксус кислотада эрийди.

Кумуш нитрат AgNO_3 оқ рангли чўкма ҳосил Ag_2CO_3 бўлади ва у кислотада эрийди.

SO_4^{2-} - ионлари [12,13,14] ни аниқлаш. SO_4^{2-} - ионларини аниқлаш учун яхши эрийдиган барий, стронций, кўрғошин ва кумуш тузларидан фойдаланилади. Бу тузлар сульфат иони билан ҳосил қилган чўкмалари ҳатто энг кучли эритувчида ҳам эримайди.

OH^- - ионлари [12,13,14] ни аниқлаш. OH^- - ионларини аниқлаш учун 0,1 н хлорид кислота эритмаси билан титрлаб амалга оширилади. Шундай қилиб 100 мл ҳажмли колбага 1 г аниқланадиган эритмадан солиб, колбанинг

белгисигача дистилланган сув қўшилади. Тайёрланган эритмадан 20 мл намуна олиб, унга 1-2 томчи фенол-фталейн эритмасидан бинафша ранга киргунча томизилади ва 0,1 н хлорид кислота билан ранги йўқолгунча титрланади. Ишқорнинг миқдорини қуйидаги формулага қўйиб топилади.

$$m_{\text{KOH}} = 0,0056 \cdot V_{\text{HCl}} \cdot V_1 / V_2, \text{ бу ерда}$$

V_1 – титрлаш учун олинган эритма ҳажми

V_2 – намуна ҳажми

V_{HCl} – титрлаш учун сарф бўлган (0,1н) хлорид кислота ҳажми

0,056 – KOH.ни ҳсоблаш коэффиценти

Каустиклаш жараёнида чўкмага тушган қаттиқ фазани ИК усули – спектроскопия ва рентгено-фазовий анализ усуллари билан аниқланади.

II- боб бўйича хулоса

Тажриба натижалари шуни кўрсатадики калий карбонат ишлаб чиқаришда бошланғич хом ашё таркиби, яроқлилиги, физик – кимёвий хоссаси, консерваловчи махсулот сифатида ва озиқ- овқат истеъмол қилишда инсон учун физиологик аҳамиятга эга бўлган махсулотлар таркиби, каустиклаш жараёнида чўкмага тушган қаттиқ фаза таркиби, жараёнда иштирок этувчи компонентлар ўрганилди.

Бундан ташқари барча анализлар ИК усули –спектроскопия ва рентгено- фазовий анализ усуллари билан натижалар олишга эришилди.

III - БОБ. КАЛИЙ КАРБОНАТ (ПОТАШ) ИШЛАБ ЧИҚАРИШ

3.1. Сильвинитни бикарбонат аммоний билан карбонизация қилиш тадқиқотлари

Илмий тадқиқот ишини олиб боришда поташ олишнинг ҳар-хил усуллари амалга оширишга ҳаракат қилинди. Бинобарин, энг кўп қизиқиш “Сильвинитни комплекс ажратиш” унинг эритмасини кўп маротаба аммоний бикарбонатнинг тўйинган эритмаси билан карбонизациялаш ва оҳак сутини K_2SO_4 билан каустиклаш усулларига қаратилди. Лаборатория тажрибалари термостат, аралаштиргич ўрнатилган идиш ва термометрдан иборат модел курилмада олиб борилди. Биринчи жараёни тажрибасини олиб бориш учун (жадвал 3.1.1.) да берилган сильвинит $NaCl \cdot KCl : NH_4HCO_3$ ўзаро 1:1, 1,3:1, 1,66:1 нисбатда таъсирлашиши ўрганилган. Шу билан бирга 30 г таркибли сильвинитнинг тўйинган эритмасини тайёрлаш ва унга 30г, 40г, 50г, миқдорда ўлчаб олинган аммоний бикарбонат қўшилади. Барча ҳолатларда ҳарорат $40^{\circ}C$ жараёнинг давомийлиги 20 минутни ташкил қилади.

Ҳар бир олиб борилган жараёнда катта миқдорда натрий бикарбонатдан иборат чўкма ҳосил бўлиши кузатилди. Таркибида калий бикарбонат ва калий хлорид тузларининг миқдори кўп бўлишига эришиш учун уч маротаба карбонизацияланди. Қаттиқ чўкмани ($NaHCO_3$) ажратиб олингач, филтратни сильвинит билан қайта ишланди. Охирги маҳсулотни $35^{\circ}C$ ҳароратда филтрланди ва тиниқ филтрат совитилганда қуйқа ҳосил бўлди. $10^{\circ}C$ ҳароратда совитилганда 15 г массали чўкма ҳосил бўлди. Шундай қилиб, ҳар бир этапда қўшимча 23г, 27г, 33г натрий бикарбонат чўкмаси ҳосил бўлди.

3.1.1- жадвал

№	Сильвинит	NH_4HCO_3	ҳарорат ($^{\circ}C$)	Жараёнинг давомийлиги (мин)	$NaHCO_3$ (г) чўкма	Филтрат билан чўкма.(г)
1	30	30	30	20	23	-
2	30	40	30	20	27	-

3	30	40	30	20	33	15
---	----	----	----	----	----	----

3.2. $K_2SO_4 + Ca(OH)_2 \leftrightarrow 2KOH + CaSO_4$ системаси ва уни каустиклаш усули билан калий гидрооксид олишда қўлланилиши

Реакция $K_2SO_4 + Ca(OH)_2 \leftrightarrow 2KOH + CaSO_4$ калий гидрооксидни каустиклаш усули билан олишнинг асоси ҳисобланади.

Каустииклаш жараёни билан олинган эритма мураккаб система бўлиб, таркибида қуйидаги бирикмалар эритмаларидан иборат: K_2SO_4 , $Ca(OH)_2$, KOH , $CaSO_4$, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, $K_2SO_4 \cdot CaSO_4 \cdot H_2O$, $K_2SO_4 \cdot 5CaSO_4 \cdot H_2O$, кейинги учтаси чўкма ҳисобланади.

Жараённи ўрганишда кўп компонентли мураккаб системани эрувчанлигини ўрганиш зарур бўлди: $K_2SO_4 - Ca(OH)_2 - KOH - CaSO_4 - H_2O$.

Калий гидрооксидни ҳосил бўлиш шароити, мувозанат ҳолатини ўрганиш учун тўрт компонентли системанинг эрувчанлиги K_2SO_4 , $Ca(OH)_2$, KOH , $CaSO_4$ ва адабиётлардан олинган маълумотлар [74] бўйича бир жуфт тузларнинг сувда эрувчанлик хусусиятлари ўрганилди.

Олинган натижалар (3.2.1.-расм) диаграммада ифодаланган. Бу диаграммада горизонталь жойлашган политерманинг проекцияси $K_2SO_4 + Ca(OH)_2 \leftrightarrow 2KOH + CaSO_4$ Инеке бўйича қурилган. Диаграммада $70^{\circ}C$ ҳароратда изотерма берилган. Бир жуфт тузлар $K_2SO_4 + Ca(OH)_2$ ва $2KOH + CaSO_4$ алмашилини реакцияси билан ўзаро боғланган бўлиб, 1000 мол сувда $70^{\circ}C$ ҳароратда тўрт тузнинг эрувчанлиги берилган.

3.2.1.-жадвал

Компонент	K_2SO_4	$Ca(OH)_2$	$2KOH$	$CaSO_4$
С%	22,085	0,523	266,72	0,144

Ҳар бир жуфт тузлар учун эрувчанлик ҳолат ўрганилди.

$K_2SO_4 \cdot Ca(OH)_2$ 11,62

$2KOH + CaSO_4$ 38,41

Бу системаларнинг жуфт тузларнинг эрувчанлиги солиштирилганда, $2\text{KOH} + \text{CaSO}_4$ тузларининг эрувчанлиги юқори, $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$ тузларининг эса эрувчанлиги пастлиги аниқланди. Шунинг учун бошланғич жуфт тузлар $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$ ҳар қандай шароитда биргаликда бу тузлар қаттиқ фазада мустаҳкам ўринда бўлишлари аниқланди.

Жадвалда 70°C ҳароратда берилган маълумотлар бўйича изотермалар тайёрланган.

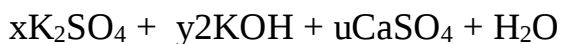
Эритма учта нуктада P_1 тузларнинг $\text{KOH} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, K_2SO_4 ва $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ мувозанатида ва суюқ фазада P_1 конгруэнтно тўйинган бўлади.

Эритма учта нуктада P_2 ва P_3 тузлар билан $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 5\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}(P_2)$, $\text{KOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$, K_2SO_4 , $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}(P_3)$ мувозанатда бўладилар.

Диаграмма (3.2.1. расм) дан кўриниб турибдики, кристаллизация майдони $\text{KOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ва $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ учала нуктада кесишади P_1 , бу кристалланиш майдонида эса $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ва $\text{Ca}(\text{OH})_2$ учламчи нукта P_2 билан кесишган, энг кам эрувчанлик 70°C ҳароратда $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Ca}(\text{OH})_2$ бу системада, шунинг учун бу диаграммада дигидрат сульфат кальций ва гидроокиси кальцийнинг кристаллизация майдони кичик жойни эгаллаган: у $4,7/10$ ва $6,3/10$ диаграмма майдонига тенг. Диаграммдан кўриниб турибдики, тузларнинг кристаллизация майдони K_2SO_4 ва $\text{Ca}(\text{OH})_2$ бир-бири билан кесишмайди, чунки бу жуфт тузлар беқарор.

Эритмадаги суюқ ва қаттиқ фазалар таркиби P_2 бир хил эмас чунки $2\text{KOH} + \text{CaSO}_4$ жуфт тузлар, $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2$ жуфт тузларга айланади, шу билан бирга кейинги икки туз чўкмада бирга бўла олмайдилар, K_2SO_4 эритмага ўтади, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ эса қаттиқ фазага тушади.

Бу жараёни қуйидаги тенгламалар билан ифодалаш мумкин:



$$2\text{K}^+ \quad x + 2y = 0,98;$$

$$\text{Ca}^{2+} \quad u = 0,02$$

$$\text{SO}_4^{2-} \cdot x + u = 0,12$$

$$\text{OH}^- \cdot y = 0,88$$

$$\text{H}_2\text{O} = 3,811, \text{ бу ерда } x = 0,1.$$

Охирги эритманинг таркибини аниқлашда, бошланғич реагентларнинг бошланғич эритма билан таъсири a, b ва бошқалар, шу билан бирга K^+ ва OH^- ларнинг чиқиш коэффициенти ҳисобга олинади.

Аввал $3 - \text{P}_2 - 8$ диаганал бўйича эритма таркибининг ўзгариши, бу $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ва K_2SO_4 ўзаро таъсири узгариши билан юз беради; $\text{K}_2\text{SO}_4 / \text{Ca}(\text{OH})_2$ тузларнинг таъсирлашиш интервали $1/0,1$ дан, то $0,18/0,72$ гача ўзгариб, охирги эритманинг таркиби ўзгармайди.

KOH чиқиши ва u_{K^+} ва u_{OH^-} булар қайси зонанинг линиясида бўлишига қараб ўзгаради ва $3 - \text{P}_2 - 8$ охирги эритманинг таркибидаги нуқталарда бўлади.

3.2.2. – жадвалда диаграмма бўйича ҳисоблар, усул бўйича тузилган тенгламалар, $\text{K}_2\text{SO}_4 : \text{Ca}(\text{OH})_2$ ҳар-хил нисбатлар инобатга олинган эритма таркиби, шу билан бирга калийдан фойдаланиш коэффициенлар берилган. Ҳисоблаш орқали K^+ нинг чиқиши 70°C ҳароратда иккита охирги нуқтада P_2 .

Жараённинг умумий тенгламаси



(3.2.2-жадвалдан)

$$2\text{K}^+ = 0,98$$

$$2\text{K}^+ ; x = 0,98$$

$$\text{Ca}^{2+} = 0,02$$

$$\text{Ca}^{2+} ; y = u + 0,02$$

$$\text{SO}_4^{2-} = 0,12$$

$$\text{SO}_4^{2-} ; x = u + 0,12$$

$$2\text{OH}^- = 0,88$$

$$2\text{OH}^- ; y = 0,88$$

$$\text{H}_2\text{O} = 27,867$$

$$\text{H}_2\text{O} ; n = 2u + 27,867$$

$$\text{Бу ердан } u = 0,88 - 0,02 = 0,86$$

$$n = 2 \cdot 0,86 + 27,867 = 29,587$$

аралаштирилганда $0,98 \text{ K}_2\text{SO}_4 + 0,88 \text{ Ca}(\text{OH})_2 + 29,587 \text{ H}_2\text{O}$ 70°C ҳароратда $0,86 \text{ CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ чўкма ҳосил бўлади ва P_2 нуқтада ётади.

Бундай эритма a_1 нуқтага тўғри келиб, 80,69 диаганал квадрат билан кесишувчи сув молларида ётади.

Бу эритмада берилган миқдорда аралаштирилганда $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ҳолда чўкма ҳосил бўлади, бу вақтда эритма таркиби p_2 нуқтага тўғри келади.

2K^+ ва 2OH^- бўйича чиқишни аниқлаймиз

$$2\text{K}^+ \cdot U_{\text{K}^+} = 100(2\text{K}^+ - \text{SO}_4^{2-}) / \text{K}^+ = 100(0,98 - 0,12) / 0,98 = 87,76 \text{ бўйича}$$

Бошланғич реагентлар қуйидаги нисбатда олинади:

$$\text{K}_2\text{SO}_4 : \text{Ca}(\text{OH})_2 = 0,98 : 0,88 = 1,14$$

Микдор (%)					М / 1000 М сув				Индекс			Қаттиқ фаза
№	K ₂ SO ₄	2KOH	Ca(OH) ₂	CaSO ₄	K ₂ SO ₄	2KOH	Ca(OH) ₂	CaSO ₄	H ₂ O	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	
1	17,6	-	-	-	22,085	-	-	-	4,528	1	-	K ₂ SO ₄
2	-	62,4	-	-	-	266,72	-	-	3,749	-	-	KOH · 2H ₂ O
3	-	-	0,213	-	-	-	0,5231	-	1911,7	-	1	Ca(OH) ₂
4	-	-	-	0,105	-	-	-	0,1442	6934,8	1	-	CaSO ₄ · 2H ₂ O
5	19,32	-	-	0,026	24,77	-	-	0,045	40,298	1	0,0018	K ₂ SO ₄ +K ₂ SO ₄ · CaSO ₄ 2H ₂ O
6	10,62	-	-	0,066	12,294	-	-	0,1008	80,691	1	0,008	K ₂ SO ₄ · CaSO ₄ H ₂ O + K ₂ SO ₄ · 5CaSO ₄ H ₂ O
7	1,3	-	-	0,136	1,145	-	-	0,1822	751,7		0,138	CaSO ₄ H ₂ O + K ₂ SO ₄ ·5CaSO ₄ H ₂ O
8	-	-	0,162	0,994	-	-	0,4151	0,1263	1847,1	0,234	1	Ca(OH) ₂ + CaSO ₄
9	0,10	59,5	-	-	0,2678	237,05	-	-		1	-	KOH · H ₂ O
10	-	61,9	0,112	-	-	261,895	0,758		3,807	-	0,289	Ca(OH) ₂
11	0,352	61,15	0,002	0,002	9,35	253,2	0,009	0,005	3,809	0,02	0,02	KOH · H ₂ O+Ca(OH) ₂ + K ₂ SO ₄ · CaSO ₄ H ₂ O
12	15,48	7,49	0,003	0,003	20,29	15,579	0,009	0,005	27,867	0,12	0,02	K ₂ SO ₄ · CaSO ₄ H ₂ O+K ₂ SO ₄ + Ca(OH) ₂
13	98,5	98,5	1,5	1,5								KOH · H ₂ O+ K ₂ SO ₄ +K ₂ SO ₄ · CaSO ₄ H ₂ O

3.2.2.-жадвал

70⁰С ҳароратда 2K⁺, Ca²⁺ // 2OH, SO₄²⁻ - H₂O системанинг изотермик эрувчанлиги

3.2.3. –жадвал

№	K ₂ SO ₄ (г)	CaO (г)	H ₂ O (г)	Таркиби KOH(%)		Жараё н вақти (мин)	Фильтрлаш вақти (сек)		Чўкма нинг намли ги. (%)	Зичл иги (г/м л)	Қов ушқ оқли ги	Ҳарор ат (°C)
				и/ч гача	и/ч сўнг		и/ч гача	и/ч сўн г				
1	21,9	6,37	34,1			30	60	134	7,1			60
2	19,75	6,37	35,24			30	78	137	6,6			60
3	17,96	6,37	36,31			30	65	131	6,0			60
4	31,35	9,08	27,58			30	73	142	7,0			80
5	28,22	9,08	5			30	76	136	6,7			80
6	25,65	9,08	28,92			30	62	134	5,6			80
7	8,8	3	30,01			30	53	85	3,5			60
8	4,0	1,5	88,2			30	45	60	2,4			60
9	2,0	1	94,5			30	40	53	2,2			60
10	20	7	97			30	62	110	7,3			100
11	20	10	23			30	78	124	7,0			100
			20									

3.2.3. –жадвал ва 3.2.1.- расмда K₂SO₄ нинг КОН га айланиш даражасига бошланғич тузларнинг ўзаро нисбатлари таъсир қилади. 70°C ҳароратда K⁺ дан фойдаланиш максимум р₂ нуктага етади, бунда қиймат 70°C ҳароратда U_{K+} 87,6 % га тенг бўлади.

Юқорида берилган ҳисоблар лаборатория тажрибалари асосида, яъни (60 – 100°C) ҳароратлардаги каустификация жараёни параметрлари, бошланғич компонентлар 100°C ҳароратда K₂SO₄:Ca(OH)₂ = 2,9:1, 2,6:1, 2,3:1, 2,1:1 нинг ўзаро нисбатлари, 60 ва 80°C ҳароратларда ўта тўйинган ва жуда суюлтирилган эритмалар учун сув миқдори, 100°C ҳароратда ўта

тўйинган эритмалар инобатга олиниб бажарилган. Барча ҳолатлар учун жараённинг давомийлиги 30 минут.

3.3. Бошланғич ва охири маҳсулотларни физик-кимёвий тадқиқоти

Ишлаб чиқилган технология бўйича ҳар-хил босқичларда таркиблардан физик-кимёвий анализ учун 4 намуна олинди. Анализларни 2.2. пунктда берилган усуллар бўйича олиб борилди.

Олинган намуналарни $4000\text{--}400\text{ см}^{-1}$ частота бўйича 3.3.1-расмда берилган ИК – спектр анализи бажарилди. Олинган намуна ИК – спектр анализига олинган қийматлари берилган.

ИК – спектроскопия учун намуналар калий бромид 250 мг дан (1 мг) пресслаб тайёрланди. 4000 дан 400 см^{-1} гача диапазон волт сонларда олиб борилди.

Ўрганилаётган намуналарнинг спектрида 10–15 асосий линиялар интерпретирланган ҳолда ютилган.

Ўрганилаётган намуналарнинг ИК – спектрлари натижага қуйидагича: ИК – спектрда (1) намуна Td : $1114, 77\text{ см}^{-1}(\nu_3)$ ва $617, 84\text{ см}^{-1}(\nu_4)$ симметрик линия SO_4^{2-} характерловчи спектр линиясига тегишли $450,18\text{ см}^{-1}(\nu_2)$ ва $982,36\text{ см}^{-1}(\nu_1)$.

ИК – спектроскопияда калий сульфат топилмади. Бинобарин ($1120, 985, 622\text{ см}^{-1}$) линиялари $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ характерловчи спектрларини билдирувчи линияларга туташган.

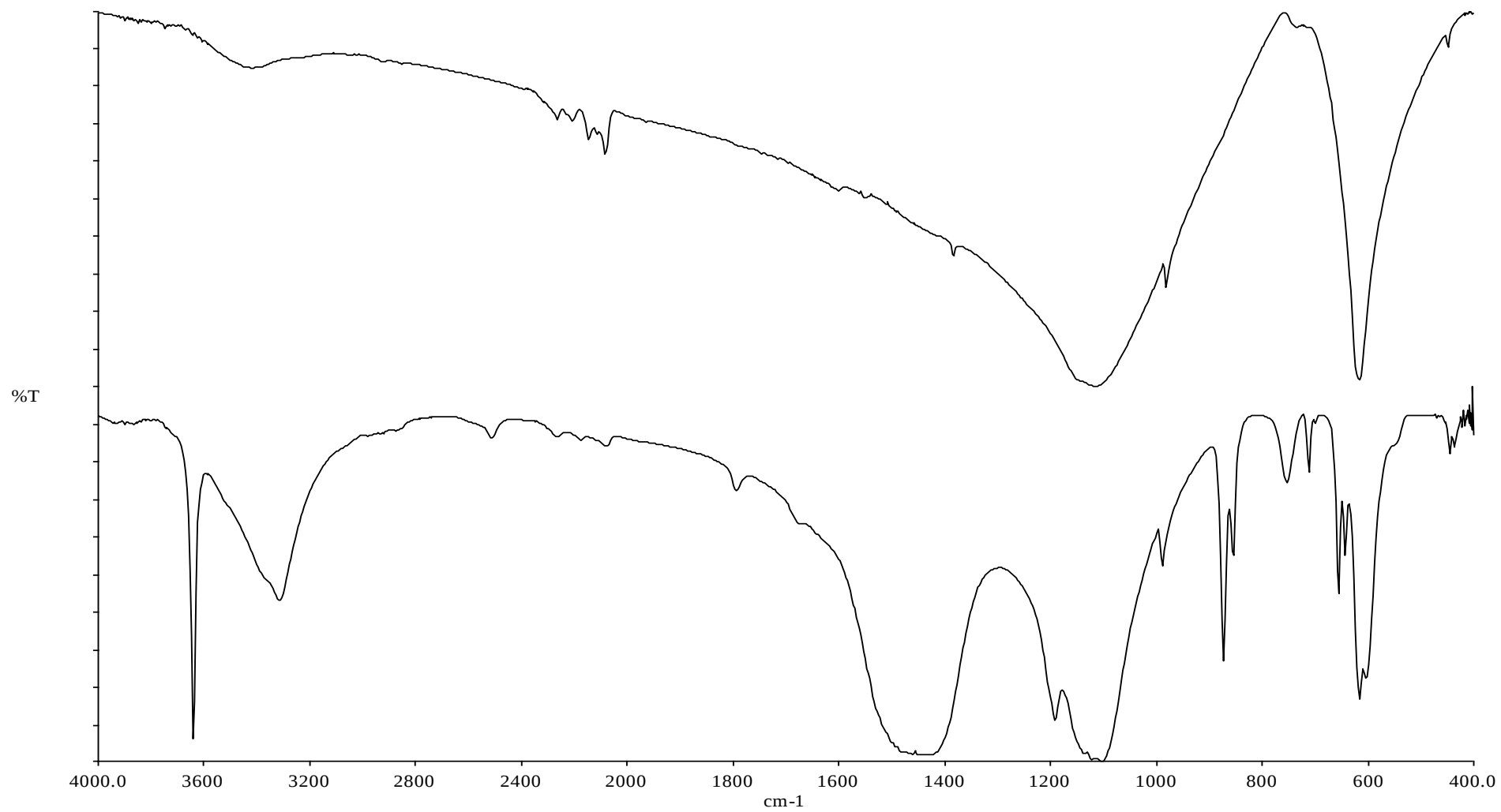
ИК – спектрда (2) намуна $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$ га тегишли инияда жойлашган. $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ спектр линияси $604,69 ; 1124,47 ; 1135,66\text{ см}^{-1}$ га тегишли.

Гидрооркил группасининг водородли боғланишга боғлиқ ҳолда валент зонада 3000 дан 3643 см^{-1} гача интервалда линияси жойлашган.

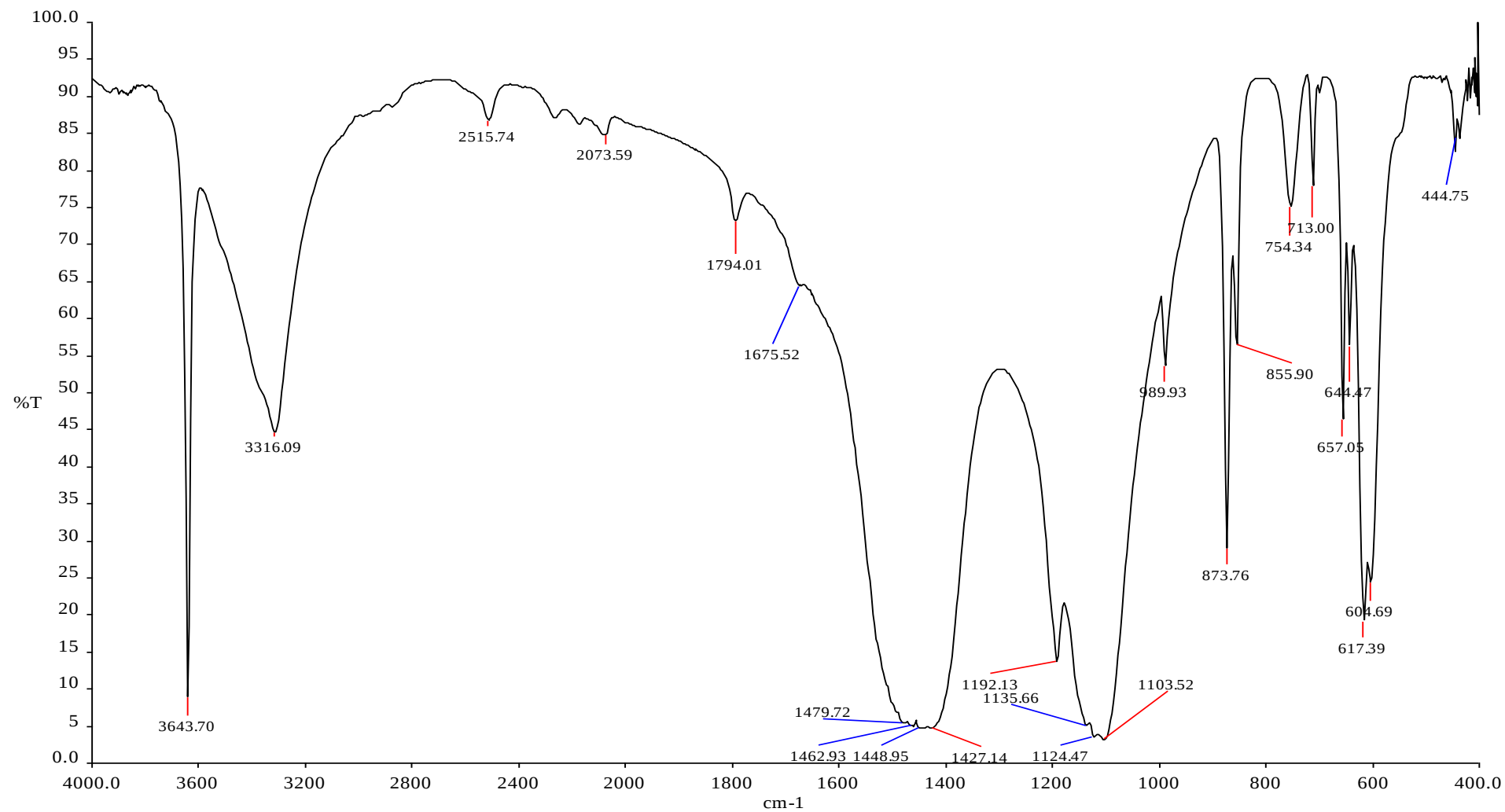
Биринчи ва иккинчи намуналарнинг рентгенограмма анализига (3.3.2 ва 3.3.3.-расмларда) линиялар оралиғида масофа : $2,84 ; 2,07 ; 1,99$ ва $4,9 ; 4,13 ;$

3,00 жойлашган бўлиб, бу $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ва K_2SO_4 учун характерли хисобланади.

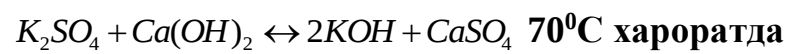
Шундай қилиб, ИК – спектроскопия ва рентгенографик анализлар натижалари (3.3.1., 3.3.2., 3.3.3.- расмларда) конверсиялаш натижасида калий гидрооксид ва калий сульфат тузларини ҳосил бўлишини исботлади.

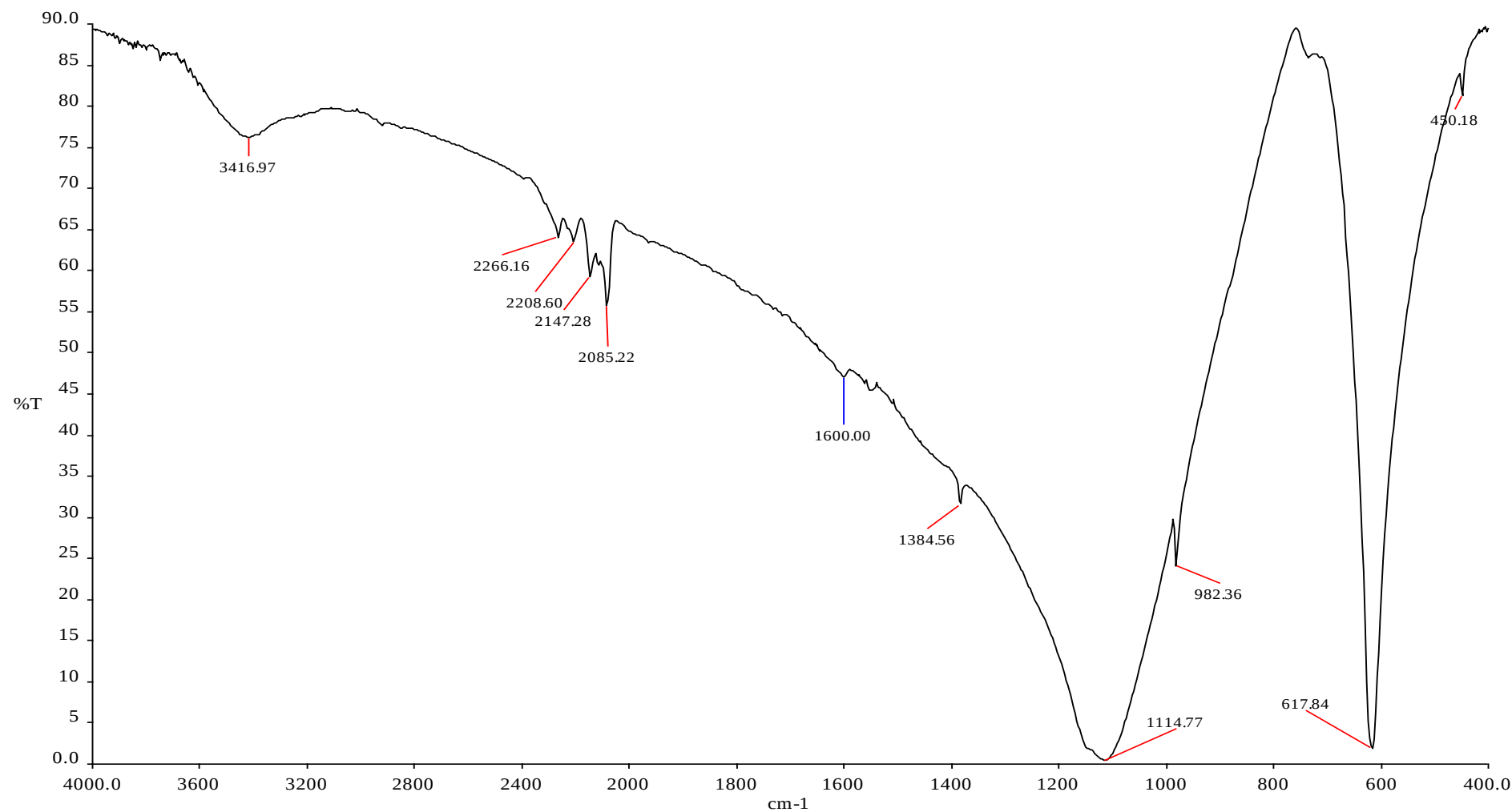


3.3.1. –расм. ИК – спектрлар намуналари. 1 – калий сульфат чўкмаси; 2 – гипсли чўкма.



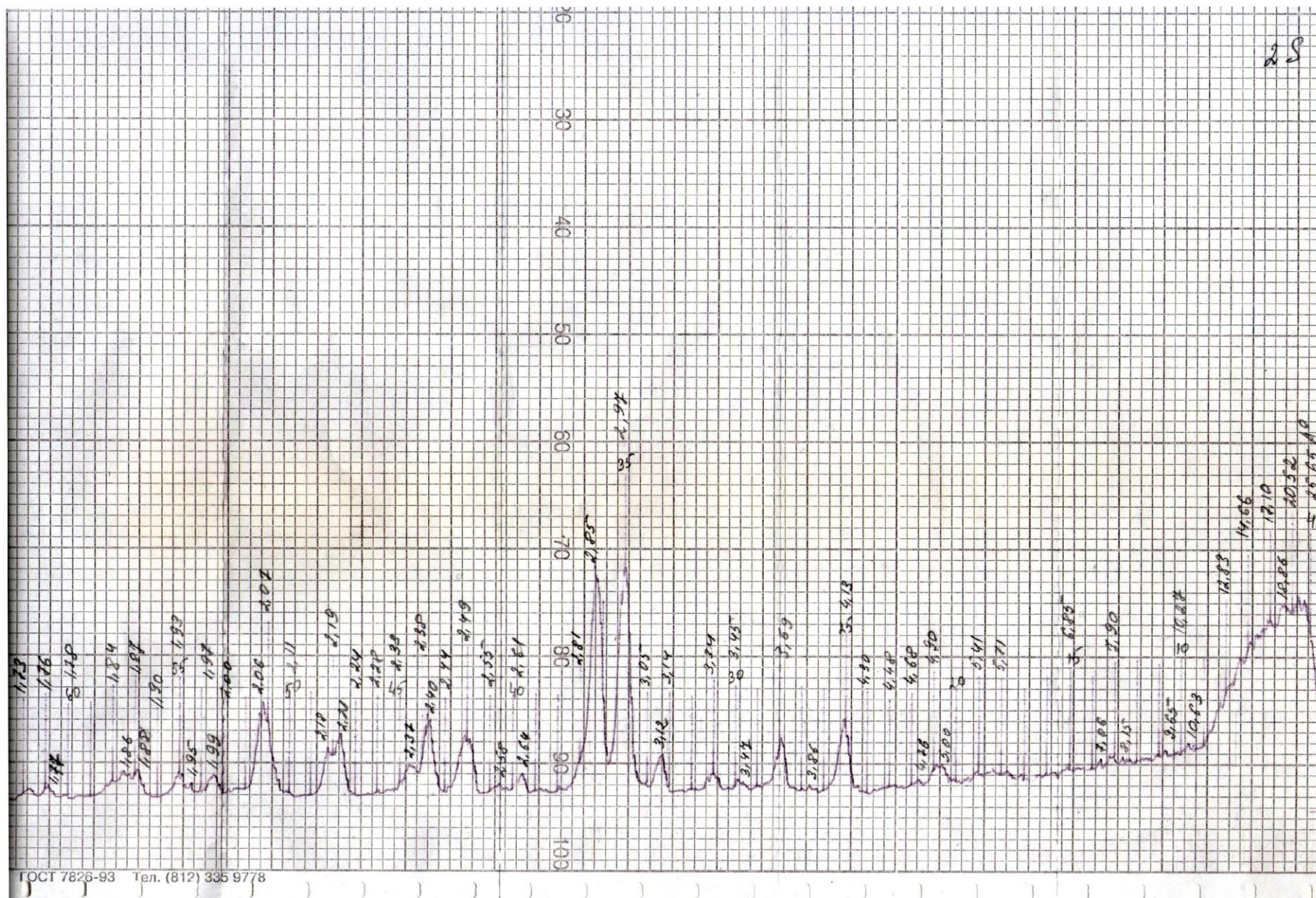
3.3.2. Каустиклаш усули билан олинган натижалар диаграммаси



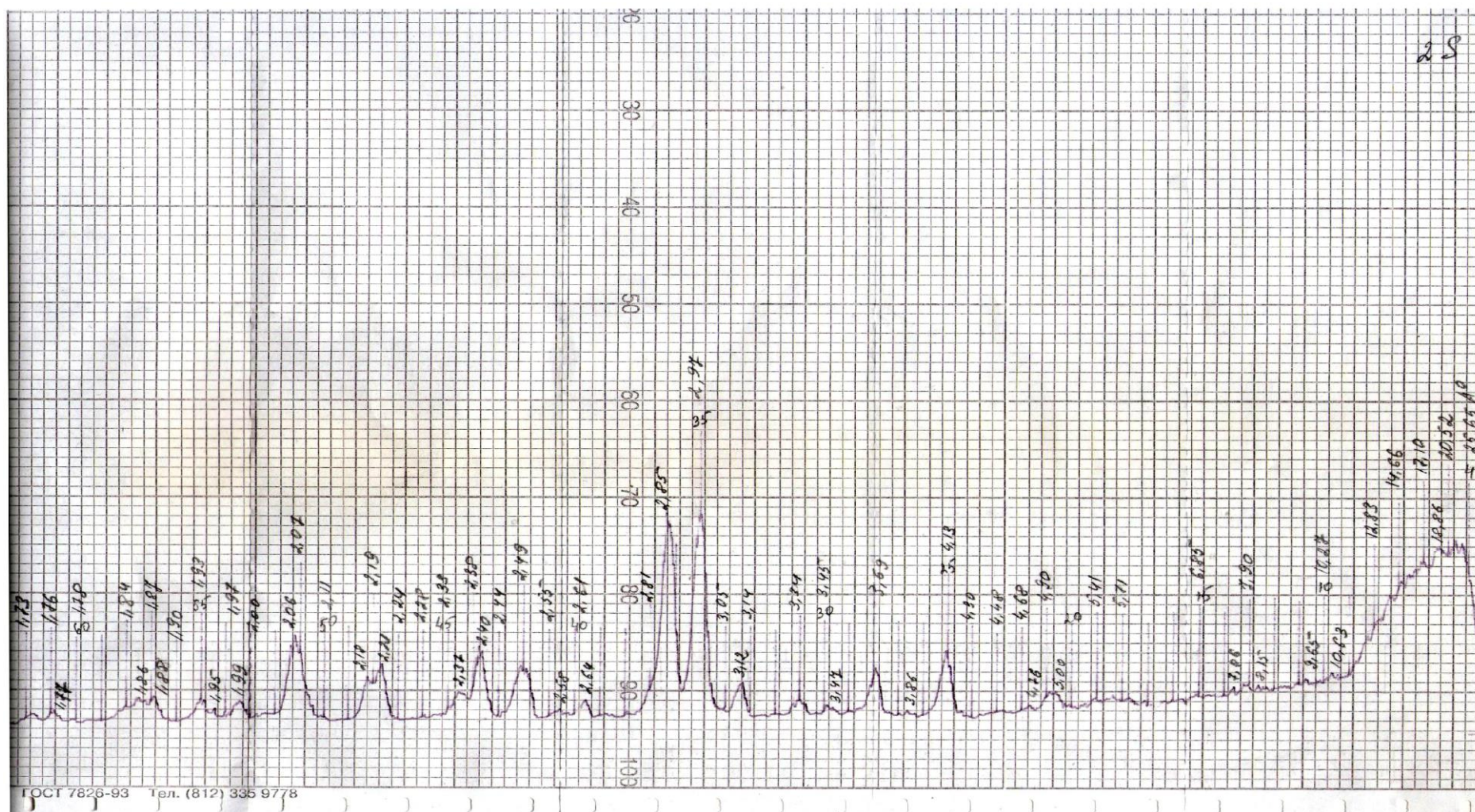


3.3.3. $K_2SO_4 : CaOH$ 70° С хароратида нисбатида олинган эритма диаграммасы

3.3.4.-расм. Биринчи намуналарни рентгенограмма анализи



3.3.4.-расм. Иккинчи намуналарни рентгенограмма анализи



3.4. Калий карбонат олишнинг технологик схемаси тавсифи

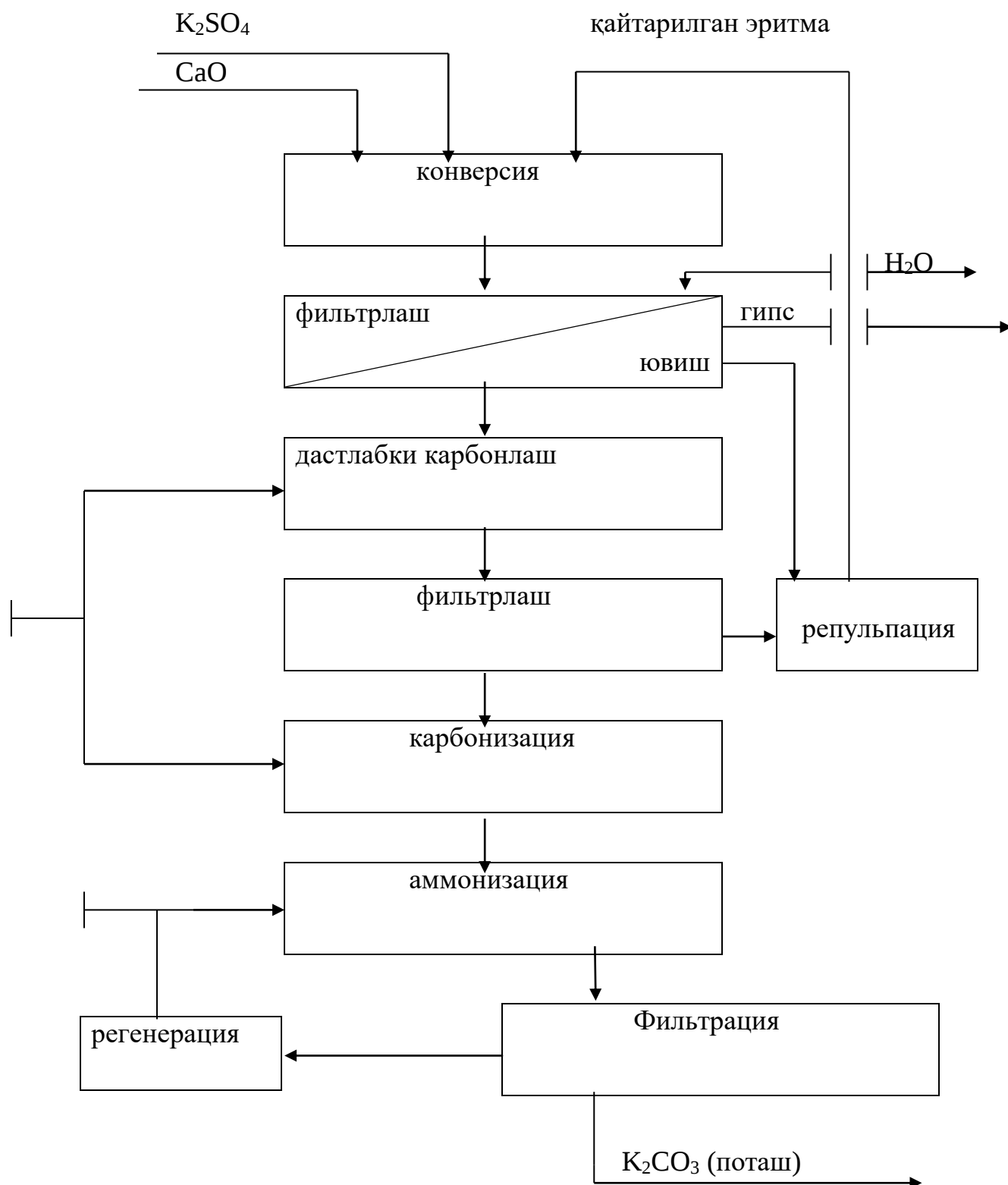
Таклиф қилинаётган технологик схема ва материал оқим 3.4.1. ва 3.4.2.-расмларда ифодаланган.

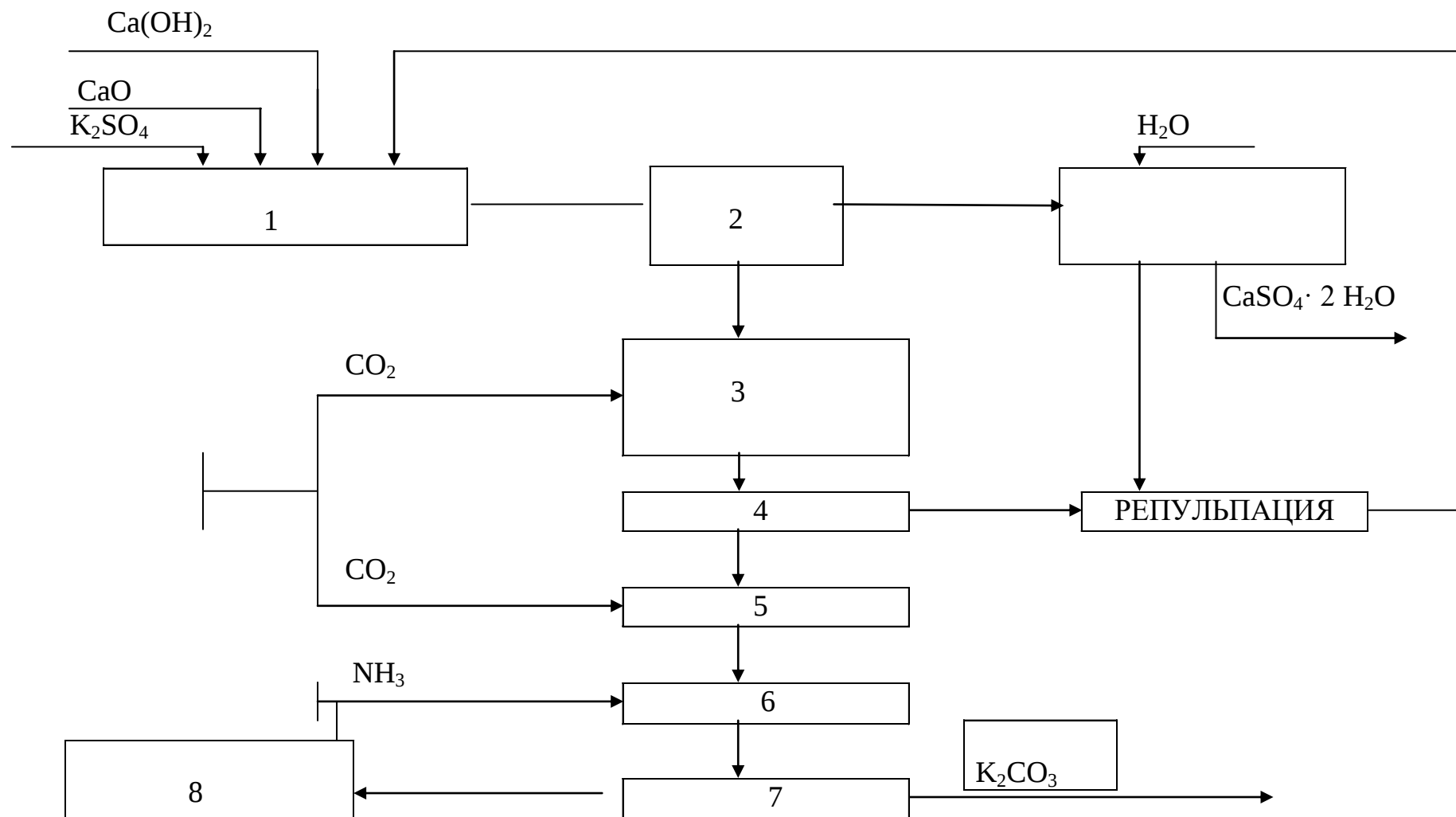
Реактор поз.1 га калий сульфат, калий гидрооксид ва қайтарилган эритма берилади. Жараён $70 - 90^{\circ}\text{C}$ ҳароратда 30 – 40 минут давом этади. при температуре, где происходит конверсия сульфата калия с гидроокисью кальция. За счёт протекания реакции конверсии образуется пульпа, состоящая из кристаллов дигидрата сульфата кальция и раствор, состоящий из сульфата и гидроокиси калия. Образующаяся пульпа поступает в поз.2, где отделяется твердая фаза – сульфата кальция и нереагирующей гидроокиси кальция от жидкой фазы. Твёрдая фаза после промывки используется в качестве строительного гипса.

Фильтрат, содержащий 15,49 % K_2SO_4 , 7,49 % KOH, 0,02 % CaSO_4 и 0,02 % $\text{Ca}(\text{OH})_2$ направляется в поз.3. Здесь производится предварительная карбонизация, в результате чего образуется осадок, состоящий из сульфата кальция калия и карбоната кальция. Данная суспензия поступает на барабанную вакуум – фильтрацию. Выделенный осадок, после репульпации промывной водой, поступающей из поз.2, направляется в реактор конверсии поз.1. Фильтрат, содержащий KOH – 3,5 % , K_2SO_4 – 2,5 % , K_2CO_3 – 4,36 % поступает в карбонизатор поз.5, где карбонизируется до 40 % - ой степени карбонизации. Полученный раствор, содержащий 8,67 % K_2CO_3 , 2 % K_2SO_4 поступает в аммонизатор поз.6, где аммонизируется под давлением до содержания 30 % аммиака. В результате образуется суспензия, твёрдая фаза которой состоит из K_2CO_3 (поташа).

Из суспензии в поз.7 отделяется осадок путём фильтрации, с дальнейшей сушкой конечного продукта поташа. Аммиак из жидкой фазы регенерируют снижением давления и путём барботирования воздуха через маточный раствор. Образующийся раствор циркулирует на стадии предварительной карбонизации. Продувной аммиак направляется на стадию аммонизации.

3.4.1.расм. Материал оқим схемаси.





3.4.2. расм Поташ олишнинг принципиал технологик схемаси

1 – конвертор, 2 – лентли фильтр, 3 – карбонизатор 1, 4 – лентали фильтр, 5 – карбонизатор 2, 6 – аммонизатор, 7 – фильтр, 8 – десорбер.

Хулоса ва таклифлар.

Бажарилган магистрлик диссертация иши поташни охак сути билан калий сульфатни каустиклаш усули билан олишга асосланган.

1. 70°C ҳароратда тўрт компонентли 2K^+ , Ca^{2+} // SO_4^{2-} , 2OH^- - H_2O ва KOH – CO_2 – H_2O системанинг эрувчанлик диаграммаси тузилган, бу шу система асосида поташ ва калий гидрооксид ҳосил бўлишини илмий жиҳатдан асослайди.

Қаттиқ фазаларни характерловчи : K_2SO_4 , $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ диаграмма тузилиб, физик кимёвий анализ усуллари ишботлайди.

2. Калий сульфат ва кальций гидрооксидни конверсиялаш ва калий ишқорини карбонизациялаб поташ олиш технологияси ишлаб чиқилди. $\text{K}_2\text{SO}_4 / \text{Ca}(\text{OH})_2 = 1,14$ нисбатда, жараённинг ҳарорати 70°C ва конверсияланиш вақти 35 – 40 мин давом этади.

3. Ҳосил бўлган чўкманинг филтраниши ва унинг таркибини замонавий физик-кимёвий анализ усуллари билан ўрганилди.

Бошланғич компонентларнинг ўзаро нисбати ўрганилганда $\text{K}_2\text{SO}_4 / \text{Ca}(\text{OH})_2$ нисбатлар 0,09 / 1 гача ошиши билан филтрланиш тезлиги ҳам ошади.

4. Биринчи марта каустиклаш усули билан калий сульфат ва кальций гидрооксид конверсияланиб, ҳосил бўлган калий гидрооксид карбонизацияланди ва поташ ҳосил қилинди.

5. Технологик схема ва моддий баланс ишлаб чиқилган.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. “Мирзиёев Ш.М. Буюк келажакимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамыз. 488 б. Т. “Ўзбекистон”, 2017 й.
2. Мирзиёев Ш.М. Қонун устиворлиги ва инсон манфаатларининг таъминлаш- юрт таққийети ва халқ фаровонлигининг гарови 48 б, Т. “Ўзбекистон”, 2017 й.
3. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамыз. -56 б. Т. “Ўзбекистон”, 2017 й.
4. Каримов И.А. “Жаҳон молиявий - иқтисодий инкирози Ўзбекистон шароитида уни бартараф этишнинг йўллари ва чоралари. Т.: "Ўзбекистон", 2009.
5. Каттаев Н. Кимёвий технология. Ўқув қўлланма. –Т., Янгийўл полиграфия сервис. 2008 й. 432 б.
6. Ismatov A.A., Otakuziev T.A., Mirzaev F.M., «Noorganik moddalar kimyoviy texnologiyasi» O'zbekiston. 2002 y
7. Otaqo'ziev T.A., Yakubov Sh.A., Noorrganik moddalar kimyoviy texnologiyasi. Toshkent. 2008 y.
8. Комилов Х.М., Пўлатова Ф.О. «Умумий кимёвий технология». Ўқув дарслик. 2009й.
9. Гофуров К. «Кимёвий технологиянинг назарий асослари».Тошкент 2007й.
10. Позин М.Е. «Технология минеральных удобрений», издание пятое переработанное, Санкт-Петербург, «Химия», 1983.
11. Эркаев А.У. «методическое пособие по производству калийных удобрений из сильвинитов Дехканабадского месторождения», Т., Химико-технологический институт. 2010 г.
12. Шокин И.Н., Крашенинников С.А. «Технология соды», М., «Химия» 1975 г.
13. Крашенинников С.А. «Технология соды», учебное пособие для ВУЗов, М., «Химия», 1988 г

14. Атрощенко В.И., «Технология связанного азота», М., 1981 г
15. Алексеевский Е.В., «Количественный анализ», М., «Химия», 1973
16. Алексеевский Е.В., «Качественный анализ», М., «Химия», 1973
17. Муини М.А., «Исследование процесса карбонизации сильвинита в присутствии ГМИ», Туркмения 1980 г.
18. Шарипова А.Ш., «Получение каустической соды химическим методом», Ташкент, 2009 г.
19. Справочник химика , том третий, С-П, «Химия», 1965 г.
20. «Количественный анализ», Высшая школа, М., 1968 г.
21. Золотов Ю.А., «Основы аналитической химии», М., 1999 г, том первый.
22. Золотов Ю.А., «Основы аналитической химии», М., 1999 г, том второй.
23. В.П. Васильев, «Аналитическая химия», аналитический и гравиметрический анализ, М., Высшая школа, 1989 г.
24. «Синтез аммиака», под редакцией Кузнецова, М., 1982 г.
25. «Справочник по растворимости», том третий, издание четвертое переработанное, М., 1969 г.
26. Позин М.Е., «Технология минеральных солей», часть первая, издание четвертое исправленное., Л., 1974 г.
27. Я.А. Школьников, «Технология стекольного производства», М., 1990 г.
28. Verfahren zur Volentomatischen Regelung der Karbonisierung von Kalilauge und Ammoniumlauge. Германия. Honigshmidt – Crossich R, Schmittenberger P., Hülls A.G., РЖ 53/2000/4-1, РАН.
29. Пат 2166480. Россия. Сафрыгин Ю.С., Осипова Г.П., Букша Ю.З., Тимофеев В.И., Черепанова Т.И., Поликша А.М. и др. «Способ получения сульфата калия».
30. Пат 2123888, Россия, Поликша А.М., «Способ получения калийных удобрений из калийных руд».

31. «Расчёт фазовых равновесий в многокомпонентных системах» А.И. Казаков, В.А.Мокрицкий, М., 1987 г.
32. «Графические расчеты в технологии неорганических веществ», М.М. Виктор, «Химия» 1972 г.
33. Александров А.А., Трахтенгерц М.С., «Теплофизические свойства воды при атмосферном давлении». М., 1977 г.
34. Под редакцией В.Н. Юнга, «Технология вяжущих веществ», М., Госстройиздат, 1980 г.
35. А.Ф. Зозуля, И.Д. Зайцев, В.А. Телитченко, «Исследование кинетики гидратации извести», НИОХИМ, Харьков, 1980 г.
36. Позина М.Б., Балабанович, Я.К., «Технология глинозёма и щелочей», Л., Сев-Зап, политехнический институт, 1978 г.
37. Stankovic Mirjana S., Pezo Lato L., «Повышение производительности выпарной установки.»
38. «Технология калийных удобрений», под редакцией Печковского, Минск, 1978 г.
39. М.Л. Варламов, С.В. Беньковский, Е.Л. Беньковский, Е.Л. Кричевская и др., «производство соды и поташа при комплексной переработке нефелинового сырья», М., «Химия», 1977 г.
40. Бойнтон Р.С., «Химия и технология извести», М., Стройиздат, 1972 г.
41. Насыров Т.З., Немец Н.В., Беликов Е.А., Исаков Е.А., Кузнецов А.А., Кузьмин А.А., Лазарев В.Г. и др. «Способ переработки содо-поташного раствора».
42. Овечкин Е.К., Волова Е.М., Черная А.Е., «Исследования в области неорганической технологии», Л., Наука, 1972 г.
43. Под редакцией Е.А. Томилова. «Прикладная электрохимия», М., «Химия» 1985 г.
44. В.И. Быстрой, «Гидратация извести и аппаратура для её осуществления», НИИТЭХИМ, 1975, М.

45. Дрейпер Н., Сиш Г., Прикладной регрессионный анализ., перевод с английского, М., Статистика, 1973 г.

46. Ткач Г.А., «Исследование в области химической технологии», Пермь, пермский политехнический институт, 1972 г.

47. Момот В.М., Легеза Н.В., Бобух А.А., Михайлов В.Ф., «Автоматизация и механизация производств основной химической промышленности», Харьков, 1977 г.

48. Островский Г.М., Волин Ю.М., «Моделирование сложных химико-технологических систем», М., «Химия», 1975 г.

49. «Справочник экспериментальных данных по растворимости многокомпонентных солевых систем », Т. 2, Четырехкомпонентные и более сложные системы. 1975 г., М., «Химия».

50. Сажин В.С., «Новые гидрохимические способы получения глинозёма», Киев, «Наукова думка», 1979 г.

51. Лайнер А.И., Ерёмин Н.И., Лайнер Ю.А., «Производство глинозёма», М., Металлургия, 1978 г.

52. <http://www.vak.uz>

53. <http://www.muktr.ru>

54. <http://www.mitht.ru>

55. <http://www.tcti.uz>

56. <http://www.ziyo.uz>

57. <http://www.fihs.ru>

58. <http://www.prometey.org>

59. <http://www.wikipediya.ru>.

60. <http://www.xumuk.ru>.

61. <http://www.alchemist.ru>.

62. Герасимова В.В., Седлецкий В.И., «Калийные соли Юга Средней Азии», Ростов, 1969 г.

63. «Совершенствование технологии подземного выщелачивания», под общей редакцией Романова В.С., Тр. ВНИИГ, Л., 1977 г.

64. Кошкарров О.Д., Соколов И.Д., «Технология калийных удобрений», Л., Химия, 1978 г.

65. Мадраимов И., «Калийные удобрения в хлопководстве», Ташкент, 1972 г.

66. Mrisic T., Khim. Ind., @New method for regeneration of ammonia in the production of soda ash by the Solvay method, Chem Abstr. 1979 y, vol 90, #20, 154177 h.

67. Hron Frantisek, Akademik Radislav, «Переработка аммиачным методом маточных растворов производства карбоната натрия», Пат. 126269, 1970 г.

68. 60.Пат.5786, Германия, опублик. 07.7.1978, Verfahren zurDarstellung der kohsenauen alkalieuvermittelt trimethylamins.

69. 61. Пат 179910, Австрия, 25.6.1954 Verfahren zur Herstellung von alkalicarbonat.

70. 62. Пат 1113686, ФРГ, 22.03.62, Verfahren zur Herstellung von kaliumbicarbonat durch umsetzung von kaliumchlorid mit kohlendioxyd in Gegenvarst eines athylamins.

71. 63. Пат 2837404. США, 03.6.1958, Follows: Manufacture of potassium bicarbonate and carbonate.

72. 64. Пат 9376, Германия, 09.9.1979. Verfahren zurDarstellung der kohsenauen alkalieu vermittelt trimethylamins.

73. Пат 673948, Германия, 16.03.1979, Verfahren zur Herstellung von natriumbicarbonate.

74. Рашковская Е.А., Божарова Т.В., Усенко Л.Т., Исследование системы $\text{NaCl-NH}_2\text{-CO}_2\text{-H}_2\text{O}$ при 25 °С, Украина, Хим.журн.1962 г.

75. T Wasay, T Wasag, Zastosowanir etanolamin w produsji sody zmodifikowana metoda Solvaya, karbonizacja wodnich rostworow chlorky sodowego dosyacyanych etanolaminame. Chemia, Stisiwana, 1968.

76. Греф Т.С., Крашенинников С.А., «Исследование получения соды и поташа из сильвинита», РЖХ, 1976 г.

77. Барыбин В.Н. «Получение соды и поташа из сильвинита», М., 1976 г.
78. Крашенинников С.А., Греф, Т.С., Муини М.А., «Получение соды и поташа из сильвинитов Карлюкского месторождения», РЖХ, 1979 г.
79. Пат 4010243, США, 1.3.1977, Thomas Ian M, Preparation for potassium bicarbonate from potassium chloride.
80. Пат 1117260, Франция, 22.5.1956, Lafou. Procédé de séparation des ions K et Na dans un mélange de chlorures de sodium et de potassium avec obtention directe de bicarbonate de sodium.
81. Справочник по растворимости солевых систем, том первый, ГОСХИМИЗДАТ, 1969 г.
82. Справочник по растворимости солевых систем, том второй, ГОСХИМИЗДАТ, 1971 г.
83. Справочник по растворимости солевых систем, том второй, ГОСХИМИЗДАТ, 1973 г.