

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК-ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ

Қўлёзма ҳуқуқида
УДК 661.185

Мардонов Жамшид Ҳамроқулович

**Калий хлорид асосида калий гидроксид олиш технологиясини
ишлаб чиқиш (Дехқонобод калийли ўғитлар заводи мисолида)**

Мутахассислик 5A522401 - "Ноорганик моддалар кимёвий
технологияси"

ДИССЕРТАЦИЯ

Ноорганик моддалар кимёвий технологияси бўйича
магистрлик академик даражасини олиш учун

Илмий раҳбар:

к. ф.н. Х.Б.Рахматов

Кимёвий технология кафедраси

«__»____2013 йил__сонли

мажлисининг қарорига асосан

ҳимояга тавсия қилинди:

Кафедра мудири:

т.ф.н., доц. Г.Х.Жўраева

Ҳимояга рухсат этилди:

«__»____2013 й.

Магистратура бўлими бошлиғи:

т.ф.н., доц. Б.Холбаев

Қарши - 2013
МУНДАРИЖА

Кириш	.....
I боб. Эрувчан тузларни флотация қилишнинг физик-кимёвий асослари	.....
1. Калий гидроксиднинг кимёвий хоссалари	.....
2. Калий маъданларини флотация қилиш	.....
3. Эрувчан тузларни флотация қилишнинг физик-кимёвий асослари	.....
4. Сильвин ва шламни флотациялаш реагентлари	.....
I боб бўйича хулоса	.....
II боб. Тадқиқот объекти ва усуллари	.....
1. Калий гидроксиддан хлорсиз калийли ўғити олиш кинетик тадқиқотлари	.....
2. Калий гидроксид олишнинг лаборатория усуллари	.....
3. Калий гидроксид (KOH) ни олиш технологик схемаси	.....
II боб бўйича хулоса	.....
III боб. Калий гидроксид ишлаб чиқариш технологияси	.....
1. Калий гидроксид ишлаб чиқариш усуллари	.....
2. Калий гидроксид олишнинг амальгамали усули	.....
3. Калий гидроксид олишнинг диафрагмали усули	.....
4. Калий гидроксид олишнинг мембранали усули	.....
5. Калий гидроксид эритмасидаги хлорид ионларини электромембранали тозалаш	.....
6. Калийли ўғитлар ишлаб чиқиш саноати чиқиндиларини утилизация қилиш	.....
III боб бўйича хулоса	.....
Хулоса	.....
Фойдаланилган адабиётлар рўйхати	.....
Илова	.....

КИРИШ

Ўзбекистон республикаси халқ хўжалиги бир қатор тармоқларнинг интенсив равишда ривожланиши маҳаллий табиий ресурслардан кенг миқёсда фойдаланиш имкониятларини яратишга боғлиқдир.

Жаҳон молиявий-иқтисодий инқирози шароитида иқтисодиётнинг реал сектори корхоналарини қўллаб-қувватлаш бўйича, биринчи навбатда, ишлаб чиқаришни модернизация қилиш, кооперация алоқаларини кенгайтириш, мустаҳкам ҳамкорликни йўлга қўйиш, мамлакатимизда ишлаб чиқарилган маҳсулотларга ички талабни рағбатлантириш масалалари алоҳида ўрин тутди.

Давлат томонидан қўллаб-қувватлаш мақсадида 50 та корхонанинг бюджет ва бюджетдан ташқари жамғармаларга тўловлар бўйича муддати ўтган ҳамда жорий кредитор қарздорлиги қайта кўриб чиқилди. Бу мазкур корхоналар тасарруфида 350 миллиард сўмдан ортиқ маблағни қолдириш, уларнинг ишлаб чиқариш фаолиятини ривожлантириш имконини берди.

Ҳисобот даврида саноат тармоқларида ишлаб чиқарилаётган маҳсулот таннари 18 фоизга, Олмалиқ конметаллургия комбинати, «Ўзметкомбинат» акциядорлик ишлаб чиқариш бирлашмаси, «Ўзэлтехсаноат» уюшмаси, «Ўзқурилишматериаллари» компанияси сингари ва бошқа корхона ҳамда тармоқларда 20-25 фоизга камайди.

Маълумки, паст рентабелли ва иқтисодий ночор корхоналарни тугатиш ва бу жараёнга тижорат банкларини жалб қилишга қаратилган ишлар корхоналарнинг молиявий барқарорлигини оширишда муҳим роль ўйнайди.

Мамлакатимиз бўйича, йирик корхоналарни ҳам қўшганда, жами 240 та корхона банкрот деб эълон қилинди. Айти пайтда уларнинг 154 таси янги мулкдорларга сотилди, 86 таси эса тижорат банклари балансига ўтказидди.

Бугунги кунда тижорат банклари балансига ўтказилган 70 та иқтисодий ночор корхонада ишлаб чиқариш тўлиқ қайта тикланиб, истиқболли сармоядорларга сотилди, қолганларида молиявий соғломлаштириш ишлари олиб борилмоқда.

Бу борада кўрилган чора-тадбирлар мамлакатимиз иқтисодиётини ортиқча юкдан халос қилиш, бюджет ва иш ҳақи бўйича умумий миқдори 1 триллион сўм кредиторлик қарзини узиш, банкрот корхоналар негизида 100 дан ортиқ янги турдаги ишлаб чиқариш қувватларини ташкил этиш, кўшимча равишда 17 мингдан ортиқ иш ўрни яратиш имконини берди.

Кенг кўламли ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштириш дастури доирасида ўтган йили 840 дан ортиқ лойиҳа амалга оширилди ва бу маҳаллий-лаштирилган маҳсулот ишлаб чиқариш ҳажмини 2008 йилга нисбатан 2,3 баробар оширишни таъминлади.

Нефт-газ ускуналари, кимё саноати маҳсулотлари, автомобиль саноати учун бутловчи қисмлар ва бошқа 120 дан ортиқ янги турдаги маҳсулот ишлаб чиқариш йўлга қўйилиб, 2 мингга яқин янги иш ўрни яратилди.

Инқирозга қарши чоралар дастури доирасида амалга оширилган яна бир йуналиш мамлакатимиздаги маҳсулот экспорт қиладиган корхоналарни қўллаб-қувватлаш ва рағбатлантириш, экспорт салоҳият мустаҳкамлаш бўйича қабул қилинган амалий чоралар муҳим аҳамиятга эга бўлди.

Бундай корхоналарнинг барқарор ишлашини таъминлаш, ташқи бозорларда рақобатдошлигини ошириш учун уларни қўллаб-қувватлаш мақсадида қатъий чоралар кўрилди.

Маҳсулот экспорт қиладиган корхоналарни қўллаб-қувватлаш бўйича кўрилган чора-тадбирлар натижасида уларнинг барқарор ишлашини таъминлашга, 2009 йилда экспорт ҳажмини 2,4 фоиз оширишга эришдик.

Бу ўтган йили ташқи савдо айланмасини 2,3 миллиард доллардан кўпроқ ижобий савдо билан якунлаш имконини берди. Бундай натижа, ўз навбатида, мамлакатимизнинг тўлов балансининг ишончлилиги ва иқтисодийтимиз барқарорлигини янада мустаҳкамлашга имкон берди.

Дастур доирасида амалга оширган яна бир муҳим тадбиримиз — солиқ юкини енгиллаштириш, солиққа тортиш тизимини соддалаштириш ва унификация қилиш бўйича хўжалик тузилмаларини қўллаб-қувватлаш мақсадида қўшимча чоралар кўрилганидир.

Ўтган йили мамлакатимиз хўжалик субъектларига кенг қўламли қўшимча солиқ ва божхона имтиёзлари берилди.

Енгил ва озиқ-овқат саноатининг истеъмол товарлари ишлаб чиқаришга ихтисослашган корхоналари, шунингдек, ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштириш дастурида иштирок этаётган корхоналар учун даромад солиғи ва ягона солиқ тўлови бўйича имтиёзлар яратилди [1].

Диссертация ишининг мақсади. Калий хлорид асосида калий гидроксид олиш технологиясини ишлаб чиқиш (Дехқонобод калийли ўғитлар заводи мисолида).

Диссертация ишининг вазифаси.

- Калий гидроксид олишнинг оптимал параметрларини аниқлаш;
- Калий гидроксид олишнинг амальгамали усулини ўрганиш;
- Калий гидроксид олишнинг диафрагмали усулини ўрганиш;
- Калий гидроксид олишнинг мембранали усулини ўрганиш;
- Калий гидроксид эритмасидаги хлорид ионларини электромембранали тозалаш усулини ўрганиш;

Ишнинг амалий аҳамияти. Калий гидроксидини Дехқонобод калийли ўғитлар заводи мисолида KCl табиий тузларининг сувдаги эритмаларини электролиз қилиб олиш ва ундан фойдаланиш амалий жиҳатдан катта аҳамиятга эга.

Ишнинг янгилиги. Биринчи марта Дехқонобод калийли ўғитлар заводида KCl табиий тузларининг сувдаги эритмаларини электролиз қилиш усулидан фойдаланиб калий гидроксиди олинди.

Тадқиқот объекти. Тадқиқод объекти Дехқонобод калийли ўғитлар заводи ҳисобланади.

Тадқиқот предмети. Тадқиқот предмети сифатида Дехқонобод калийли ўғитлар заводининг KCl табиий тузларининг сувдаги эритмалари ҳисобланади.

Диссертациянинг тузилиши. Иш компютерда ёзилган 75 варақдан иборат бўлиб, кириш, эрувчан тузларни флотация қилишнинг физик-кимёвий асослари, тадқиқот объекти ва усуллари, калий гидроксид ишлаб чиқариш технологияси каби қисмлардан иборат.

Тадқиқот объекти сифатида Дехқонобод калийли ўғитлар заводи олинган. Тадқиқот усуллари батафсил баён қилинган. Ишда 7 та жадвал 14 та расм ҳамда фойдаланилган адабиётлар рўйхати келтирилган.

I. 606. ЭРУВЧАН ТУЗЛАРНИ ФЛОТАЦИЯ ҚИЛИШНИНГ ФИЗИК-КИМЁВИЙ АСОСЛАРИ

Республикамиз иқтисодий самарадорлигини ошириш халқ хўжалик эҳтиёжларини қондириш учун зарур бўладиган маҳсулотларни ишлаб чиқариш ҳозирги куннинг долзарб муоммоларидан бири ҳисобланади. Шундай маҳсулотлардан бири калий тузлари ҳисобланади. Бу тузларни Республикамизнинг Қашқадарё вилояти Деҳқонобод туманида мавжуд бўлган сильвинит рудаларидан ажратиб олинади.

Тобора ривожланиб бораётган мамлакатимизда деҳқончилик, қишлоқ хўжалиги экинларини етиштириш муҳим жараёнлардан бири ҳисобланади. Азот, фосфор, калий минераллари эса қишлоқ хўжалиги экинлари учун зарур озуқа манбаидир. Қашқадарё вилояти Деҳқонобод тумани ҳудудида калий маъданларини аниқланиши ва калий ўғитлар ишлаб чиқаришни йўлга қўйиш мазкур минерал ўғитни четдан валюта ҳисобига сотиб олиш муаммосини ҳал этади. Аммо бу билан барча муоммо ўз ечимини топа олмайди. Энди қаршимизда бунданда жиддий муоммо, бу хом-ашёдан қандай қилиб сифатли, жаҳон талабларига жавоб бера оладиган маҳсулот олиш шунингдек, ортиқча ишчи кучи ва электр қуввати сарфламасдан, чиқиндиларсиз натижага эришиш муоммоси турибди.

Мамлакатимиз раҳбари И.А.Каримов айтганидек, “Маҳсулот рақобатбардошлигини таъминлаш учун ишлаб чиқаришни техник ва технологик янгилаш бўйича катта ва кичик лойиҳаларни излаш, бунинг учун зарур маблағ ва манбаларни топиш - бу ҳар бир корхона раҳбари ва муҳандис-техник ходимларнинг биринчи навбатидаги энг муҳим вазифаси ва мажбурияти бўлмоғи керак”.

Ҳозирги кунда технологик жараёнларнинг кўпгина қисми сувли эритмаларда олиб борилади. Эритмалар структурасининг ҳароратга (ҳажм ва фазалар чегарасида / қаттиқ жисм ва қўш электр қатламда), эриган моддалар концентрациясига ва турли хил физик таъсирлар майдонига боғлиқ равишда қилинган ишлар соҳасида катта қадам қўйилди. Эритмалар структурасини

Ўзгариши кимёвий жараёнларнинг боришига таъсири ўрганилиб, оптимал технологик параметрларни белгилашда ва уларни бошқаришда муҳим рол ўйнайди [30].

Бунда металл юзасида кечадиган анодли жараёнлар амалий жиҳатдан муҳим аҳамиятга эга бўлиб, айниқса саноатнинг электрокимёвий технология соҳалари бўлган: гальванотехника, гидрометаллургия, электрокимёвий ўлчамли қайта ишлаш, кимёвий ток манбаларини тайёрлаш ва конденсаторлар ишлаб чиқаришда ривожланиб бормоқда. Бу соҳаларда кўпинча мис метали ишлатилмоқда, чунки у металллар ичида ўзининг юқори электр ва иссиқлик ўтказувчанлиги, пластиклиги, арзонлиги, шунингдек кўпгина тажаввузкор муҳитларга нисбатан коррозияга чидамлилиги билан ажралиб туради. Бу эса унга на фақат саноатда, балки илмий, жумладан электрокимёвий тадқиқотларда кенг қўлланилиш имкониятларини бери [31].

Вольтамперометрия усулида турли хил тузилишга эга бўлган мис электродлари ишлатилади. Ишлатилаётган электродларнинг ичида келажаги порлоқ бўлгани микроэлектродлардир. Улар ўзларининг тезкорлик билан стационар қўш электр майдони ҳосил қилишлари билан бошқа одатдаги электродлардан фарқ қилишади [32].

Ҳозирги пайтда микроэлектроника, хемотроника, оптоэлектроника, акустоэлектроника каби соҳалар шиддат билан ривожланмоқда. Буларнинг барчаси нозик металл буюмлари (микро ва наноўлчамлар) ни тадқиқ қилиш, олиш ва улардан фойдаланиш каби муаммолар билан ўзвий боғлиқ бўлиб, долзарб масалалардан бири ҳисобланади, жумладан юқоридаги объектларнинг электрокимёвий ҳолатларини аниқлашда ҳам муҳим омиллардан бири бўлиб хизмат қилади.

Россияда кейинги йилларда калий супероксидини ишлаб чиқариш бўйича экологик хавфсиз бўлган янги технологиялар ишлаб чиқилган бўлиб, улар бир неча ўн йиллардан бери қўлланиб келинмоқда.

Бу шу нарса билан боғлиқки, калий супероксиди олишнинг амалдаги технологиясида калий метали ёқилади. Бунинг эса бир қанча ўзига хос камчиликлари бор – кўпгина кимёвий – технологик жараёнлар босқичларида ёнғин ва портловчанлик хоссаларини намоён қилади, қўшимча тозалаш тизимлари ва химоя воситаларини талаб қиладиган экологик хавфли чиқиндилар ҳосил қилади, дастлабки хом-ашёнинг нархи баланд ва ишлаб чиқариш катта миқдордаги электроэнергия талаб қилади.

Ушбу ишда синтез қилишнинг барча усуллари келтирилган бўлиб, улар асосида янги саноат технологиялари ишлаб чиқарилиши мумкин. Бу усулларнинг барчаси лаборатория шароитларида синаб кўрилган. Олинган лаборатория натижалари асосида пурковчи аппаратда водород пероксиди ва калий гидроксидидан калий супероксиди олиш учун қулай усулларни танлаш имкониятларни пайдо бўлди.

Ҳозирги вақтда технологик жараёнларнинг анчагина қисми сувли эритмаларда амалга оширилади. Эритмаларнинг структурасини ҳарорат, суюлтирилган моддалар концентрацияси, турли хил физик майдонларга боғлиқлигини ўрганиш учун (ҳажмда ва фазалар ажралиб турган жойга яқин суюқ/қаттиқ қисмда, жумладан иккиламчи электр майдонида) катта қадам қўйилди. Эритмалар структурасини кимёвий жараёнларга таъсирини ўрганиш билан бирга моддалар таркиби ва ташқи шароитларни бошқара туриб, жараёнлар кечадиган технологик параметрларни оптималлаштириш мумкин [...].

Бунда амалий жиҳатдан металл юзасида кетадиган анодли жараёнларнинг, яъни саноатнинг электрокимёвий технологиялари: гальванотехника, гидрометаллургия, электрокимёвий ўлчамли қайта ишлаш, конденсатор ва кимёвий ток манбаларини тайёрлаш каби соҳалар учун аҳамияти жуда каттадир

Металлар қаторида олдин мис тайёрланади, у ўзининг юқори даражада электр токини ўтказиши, пластиклиги, шунингдек кўпгина тажоввузкор муҳитларга нисбатан коррозияга чидамлилиги билан ажралиб туради. Мис

бошқа металлларга қараганда нисбатан арзон бўлиб, бу унинг на фақат саноатда, балки илмий соҳаларда кенг қўлланилишини таъминлади [...].

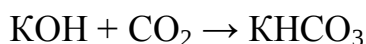
Вольтамперметрик усулда турли хил конструкциядаги мис электродлари ишлатилади. Уларни ичида истикболи порлоқ бўлгани одатдаги электродларга қараганда тезкор иккиламчи электр қатлами ҳосил қиладиган ва бошқа ютуқларга эга бўлган микроэлектродлардир [...].

Бундан ташқари, микроэлектроника, хемотроника, оптоэлектроника, акустоэлектроника соҳалари тезлик билан ривожланиб, нозик металл буюмлари (микро ва наноўлчамли) ни тадқиқ қилиш, олиш ва улардан фойдаланиш каби муаммолар билан ўзвий боғлиқ бўлиб, ҳозиги куннинг долзарб масалалардан бири ҳисобланади, жумладан юқоридаги объектларнинг электрокимёвий ҳолатларини аниқлашда ҳам муҳим омиллардан бири бўлиб хизмат қилади.

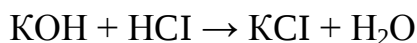
1. Калий гидроксиднинг кимёвий хоссалари

Калий гидроксид – рангсиз, ҳидсиз, кристалл модда бўлиб, кучли гигроскопик хусусиятга эга. Кристаллар ҳаводаги намликни тортиб олиб эриши мумкин. Сувда (0^0 С ҳароратда 49,4 % масса бирлигида эриганда катта миқдорда иссиқлик ажралади), метил спиртида (28^0 ҳароратда 35,5 % масса бирлигида), этанолда (28^0 ҳароратда 27,9 % масса бирлигида) яхши эрийди. Моно-, ди- ва тетрагидратлар ҳосил қилади.

Калий гидроксид кучли асос бўлиб, ишқорлар синфига мансуб. Минерал кислота ангидридлари билан (SO_2 , CO_2 , NO_2 ва б.) осонликча реакцияга киришиб, тузлар ҳосил қилади ва ҳаводан углерод турт оксидини ютиб, гидрокарбонатларга айланади:



Шунингдек, KOH бошқа нордон газлар, масалан, галогенводородлар ва олтингутуртли водородлар билан осон реакцияга киришади:



Калий гидроксид ва унинг кристаллогидратлари

Кўрсаткич	КОН	КОН·4Н ₂ О	КОН·2Н ₂ О	КОН·Н ₂ О
$T_{\text{эр}}, ^\circ\text{C}$	405	-33,5	33	150
$C_p^0, \text{Дж}/(\text{моль}\cdot\text{К})$	64,9*	-	125,5	96,2
$\Delta H_{\text{эр}}^0, \text{Дж}/\text{моль}$	9,4	26,3	-	9,6
$\Delta H_{\text{хос}}^0, \text{кДж}/\text{моль}$	-424,7	-	-1052,0	-753,5
$S_{298}^0, \text{Дж}/(\text{моль}\cdot\text{К})$	78,9	-	159	117

*Куб шаклидаги модификация учун: $C_p^0 = 49,4 \text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{К})$; $\Delta H_{\text{возг}}^0 = 197,1 \text{ кДж}/\text{моль}$

Калий гидроксид HF билан реакцияга киришиб, KF аралашмаси, калий бифторид KHF_2 ва KN_2F_3 ҳосил қилади. Углерод оксиди CO билан эса калий формиат HCOOK ҳосил қилади. Калий гидроксид минерал ва органик кислоталар билан нейтралланиш реакцияларига киришиб, тузлар ҳосил қилади.

Сувсиз калий гидроксид хлор ва бром билан фақат 600°C ҳароратдагина реакцияга киришади.

Эриган калий гидроксид алюминий, рух, галлий, бериллий, қалай, сурьма, кўрғошинлар билан реакцияга киришиб, уларнинг оксометаллатлари KGaO_2 , KSnO_2 ва бошқаларни ҳосил қилади.

Сувли эритмаларда калий гидроксид ионларга диссоциацияланади. Калий гидроксидининг сувдаги эритмаси кремний, германий, бор, шунингдек, уларнинг оксидлари ва кислоталари билан реакцияга киришиб, тузлар ҳосил қилади.

Калий метали табиатда кўпинча минераллар шаклида учрайди: сильвин KCl , сильвинит $\text{NaCl}\cdot\text{KCl}$, карналлит $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, каинит $\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Калий – оқ-кумуш рангдаги кристалл панжарали (худди

Li va Na каби) металл бўлиб, унинг зичлиги сувникидан кам, яъни $0,85 \text{ г/см}^3$. Бу металл жуда юмшоқ, пичоқ билан енгилгина кесилади. Калий ҳаддан ташқари реакцияга киришишга мойил. Ҳавода калий шиддат билан оксидланади. Суюқ бром билан эса реакцияга киришиб, портлайди. Калий ёпик идишларда, масалан керосин ичида сақланиши мумкин. Қуйидаги расмда калийни кўриниши акс эттирилган:



1- расм. Калий метали

Калийнинг гидратли оксидлари баъзи бир пластик шаклидаги, резина ва полимерларга нисбатан тажаввузкор ҳисобланади. Сувли эритмалар шиша, сопол қотишмаларини парчалайди. Тоза ҳолатдаги КОН ёнмайди ва портламайди, инсон организмига таъсир қилиш даражаси бўйича 2 синфга мансуб.

Ишқорий модда кўзга тушса ёки териға тушса оғир кимёвий куйиш содир қилиб, сурункали тери касалликлари (дерматит) ни келтириб чиқаради.

Калий гидроксиди инсон ҳаводан нафас олганда аэрозоллар шаклида тушиб, упка касалликларини келтириб чиқариши мумкин. Ҳаво ҳарорати 20°C бўлганда жуда кам буғлансада, унинг заррачалари ҳавода хавфли концентрациялар ҳосил қилиши мумкин. Рухсат этилган чегаравий концентрация эса 2 мг/м^3 ни ташкил қилади.

Калий гидроксиди универсал амалий жиҳатдан универсал кимёвий бирикма ҳисобланади. Уни саноатда ишлатилишининг энг муҳим томони юмшоқ совунлар ишлаб чиқаришдир. Калий ва натрийли совун аралашмаларидан суюқ совунлар, ювувчи воситалар, шампунлар, сокол олишда қўлланиладиган кремлар, оқартирувчилар ва баъзи бир дори-дармон препаратлари олишда қўлланилади.

Уни яна бошқа соҳада асосий қўлланиладиган томони – калийнинг турли хил тузларини олишдир. Масалан, калий перманганати марганец икки оксидини каустик поташ билан биргаликда эритиш йўли билан олишдир. Бунда электролиз камерасида ўз навбатида калий манганати оксидланади.

Калий гидроксиди каустик сода билан биргаликда кўплаб бўёвчи моддалар ва бошқа органик бирикмалар, шунингдек газ адсорбентлари, дегидратловчи агент, эримайдиган металл гидроксидларини тиндирувчи сифатида ҳам ишлатилади. Бундан ташқари, калий гидроксиди оқова сувларни зарарсизлантиришда, ёғларни рафинациялашда, азот ишлаб чиқариш саноатида газларни қуритишда, резинотехника саноатида каучук доналарини ёпишиб қолиш ҳолатларини олдини олиш учун “калийли совун” сифатида, никель-кадмийли аккумуляторлар учун электролит сифатида, флотореагент – ксантогенатлар синтез қилиш учун спиртли эритма сифатида, шунингдек хирургияда куйдирувчи восита сифатида ишлатилади.

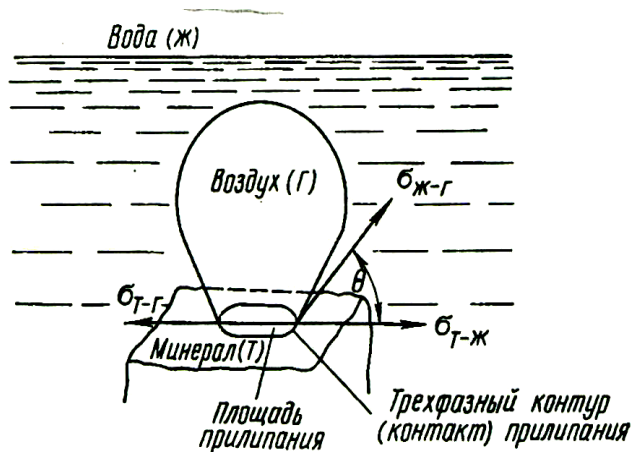
2. Калий маъданларини флотация қилиш

Флотация - бу рудаларни бойитишда энг кўп қўлланилаётган усуллардан биридир. Бу усул ҳар хил саноатларда кенг қўлланилади: тоғ-кон, биохимия ва озиқ овқат саноатларида. Ҳозирги кунда флотация усули эритмалардан ионларни ва молекулаларни ажратиш учун ҳам қўлланилмоқда.

Флотация жараёни бойитилаётган маъданнинг таркибидан айрим минералларни сув ёки тўйинган тузлар эритмаси билан намланишга асосланган. Намланиш бурчаги θ минерал юзасининг гидрофоб ёки гидрофиллигини кўрсатади ва куйидаги формула бўйича аниқланади.

$$\cos \theta = \frac{\sigma_{\kappa-\text{г}} - \sigma_{\kappa-\text{с}}}{\sigma_{\text{с}-\text{г}}} \quad (1)$$

бу ерда: $\sigma_{\kappa-\text{г}}$, $\sigma_{\kappa-\text{с}}$, $\sigma_{\text{с}-\text{г}}$ қаттиқ-газ, қаттиқ-суюқ, суюқ-газ фазаларнинг сирт таранглик кучи.



Назарий томондан намланиш бурчаги 0^0 дан ўзгаради, агарда минералнинг юзаси сув билан намланганида (тулиқ гидрофил), 180^0 гача, агарда минералнинг юзаси сув билан намланмаганида (гидрофоблик чегараси).

Флотация жараёнида бойитилаётган маъдан суспензиясига ҳаво ёки газ пуфланса, минералнинг намланмаган заррачалари пуфакчаларга ёпишиб қуйқанинг юзасига чиқади ва унинг юзасидан минералланган кўпик ажратиб олинади. Минералнинг ҳўл бўлган заррачалари чўкмага тушади. Шундай йўл билан бойитилаётган маъдан таркибий минералларга ажратилади. Бу усул бўйича минерал флотацияланиб бойитилади. Флотация жараёни айрим заррачаларни хавонинг ёки газнинг пуфакчаларига танлаб ёпишишига асосланган. Бу жараён термодинамиканинг 2-чи қонунига асосланган ҳолда ўз-ўзидан кетади, бу қонунга асосан бундай жараёнлар системани энергияси камайиши билан ўтади. Энергияни камайиши ΔF қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\Delta F = \sigma_{\text{с}-\text{г}} (1 - \cos \Theta) \quad (2)$$

бу ерда $\sigma_{\text{с}-\text{г}}$ суюқ-газ фазаларининг бирлик ажралиш юзасининг сирт эркин энергияси.

Бу коэффициент системани қаттиқ модданинг бирлик сирт юзасидан суюқликни сиқиб чиқариши учун бажарган максимал ишини ифодалаб, флотацияланишни кўрсатади. Агарда $\theta > 0$ бўлса, $\Delta F > 0$ бўлади ва заррачалар газ ёки

ҳаво пуфакчаларига ёпишиши мумкин. (1) тенгламага асосан ҳўлланиш бурчаги ошиши билан эркин энергиянинг камайиш миқдори ошади. Минералнинг гидрофоблик хусусияти ошиши билан унинг ҳавонинг пуфакчаларига ёпишқоқлик хусусияти ошади.

Айрим минералларгина табиий гидрофоблик хусусиятига эгадир: олтингугурт, графит, бор кислотаси, тальк, молибденит (намланиш бурчаги $70-90^0$). Бу минераллар табиий флотацияланиш хусусиятига эгадир. Лекин минералларнинг кўпи сув билан яхши ҳўллангани учун бойитиш жараёнида флотореагентлар қўлланиши шарт, буларнинг таъсирида у ёки бу минералнинг ҳўлланиш даражаси ошади (танланган минералнинг ҳўлланиш даражасини оширади ёки камайтиради) яъни у билан флотация жараёни бошқарилади.

Бундай жараёнга минерал юзасини гидрофобизациялаш деб айтилади. Калийли тузларни флотацион бойитиш учун махсус флотореагентлар қўлланилади.

3. Эрувчан тузларни флотация қилишнинг физик-кимёвий асослари

1932 йилда сильвинитли чиқиндидан галитни (NaCl) ажратиб олиш учун АҚШда илк бор табиий эрувчан тузларни флотацион усули билан бойитиш қўлланилган. 1934 йилда калийли маъдандан галитни флотациялаш учун биринчи саноат қурилмалари қўлланилган. Бугунги кунда жаҳонда флотацион усули билан калийли ўғитларнинг 50% олинади.

Флотацион жараёни қуйидаги босқичлардан иборат: 1) эритувчининг диффузияси ва туз минералларига селектив адсорбция; 2) минерал заррачаларнинг қуйқада ҳаво пуфакчалари билан тўкнашиши; 3) пуфакчаларда заррачаларни мустаҳкамланиши; 4) минераллашган кўпик ҳосил бўлиш, заррачаларни кўпик билан концентрант шаклида юзага чиқариш.

Сильвинит маъданининг асосий компонентлари KCl ва NaCl ларнинг ион панжаралари бир хил кубик шаклида. Ҳозирги кунда керакли тузларни флотация усули билан ажратиш мумкинлигини аниқловчи, флотореагентларнинг туз минералларнинг юзаси билан селектив таъсир этиш табиати тўғрисида анча гипотезалар мавжуд. Илгари сурилган гипотезалар бир-бирини инкор этмасдан

аксинча бир-бирини тўлдиради. Ҳозирча улар эрувчан тузларни селектив ажратишни тушунтирувчи бир қонуният чиқаришга имконият бермайди аммо хусусий ҳолларни батафсил тушунтириб беради.

4. Сильвин ва шламни флотациялаш реагентлари

Сильвинитни бойитиш фабрикаларида флотация ва гидроциклонда бойитиш усуллари кенг қўлланилади. Сильвинитни электростатик, термик ва аммиакли усуллар билан бойитиш усули ҳам мавжуд. Лекин термик ва аммиакли усуллар саноатда қўлланилмайди.

Кўпикли, юпка қатламли ва мойли флотация усуллар мавжуд. Бу усуллар руданинг таркибидаги минералларнинг суюқлик билан ҳўлланиш хусусиятига асосланган.

Калийли ўғит ишлаб чиқаришда асосан кўпикли флотация қўлланилади. Бунинг учун қайта ишланадиган маъданнинг майда заррачаларидан иборат бўлган суспензияга ҳаво берилади. Ҳосил бўлган ҳаво пуфакчаларга баъзи минерал заррачалари ёпишиб пуфакчали маҳсулот ҳосил бўлади, бошқалари эса бундай хоссага эга бўлмайди, чўкмага тушиб-чиқиндини ҳосил қилади.

Карналит ва сильвинит маъданлардан калий хлорид олиш учун қуйидаги усуллар қўлланилади:

- маъданни механик бойитиш билан—бундаги асосий жараён флотация. Бу усул кенг қўлланилади;
- маъданнинг таркибидаги тузларнинг ҳар хил эрувчанлиги ва кристалланишига асосланган эритиш ва кристаллаш усули (бу усуллар иссиқлик, галлурик ёки кимёвий усул деб аталади); (галлургия-туз иши)
- флотацион бойитишни майда заррачаларни эритиш ва кристаллаш билан комбинирлаб ҳам бойитиш мумкин;
- маъданни ер остида эритиб қайта ишлаш билан.

Сульфатли калий тузлари ҳам шунга ўхшаш усуллар билан бойитилади.

Калий тузлари табиий тузлардан ва намоқоблардан тузнинг ёки эритманинг таркибида ва қазиб олиш усулига қараб ҳар хил усул билан ажратилади. Кўпик флотация жараёнида бойитиш учун ҳосил қилинган бўлса, яъни кўпик билан

керакли минерал ажратилса – флотация дейилади. Агарда кўпик билан кераксиз минераллар ажралиб чиқарилса – тескари флотация дейилади.

Флотация усули билан маъдан бойитишда ҳосил бўлган кўпик фақат флотация жараёнида яъни ҳаво пуфланган вақтидагина мустаҳкам бўлиши керак.

Маъданнинг таркибида сувда эрувчан тузлар мавжуд бўлса суспензиянинг суёқ фазаси сифатида шу тузларга нисбатан тўйинган эритмаси қўлланилади.

Флотация жараёни яхши натижа бериш учун маъдан яхши майдаланиб, унинг заррачалари бир -бири билан боғланган бўлмаслиги шарт. Масалан силвинит учун флотацияланаётган маъданнинг заррачалари 1-4 мм бўлиши шарт.

Флотореантлар вазифаси бўйича қуйдаги гуруҳларга бўлинади:

а) йиғувчилар ёки коллекторлар. Бу моддаларнинг молекулалари флотацияланадиган моддаларнинг юзасида адсобирланиш мумкин, (кутубсиз ёки турли кутубли моддалар бўлиши мумкин) уларнинг молекулалари ишлов берилаётган заррачанинг юзасига адсорбцияланади. Поляр бўлмаган қисми билан эса сувнинг ёки кўпикнинг юзасида ушланиб қолиши мумкин, бу уларни флотациялаш қобилиятидир.

б) депрессор ёки учирувчилар. Бу моддалар заррачаларининг юзасида адсорбцияни тўхтатади.

в) активаторлар. Бу моддалар йиғувчи моддаларни минераллар юзасида адсорбцияланиш қобилиятини кучайтиради.

г) кўпик ҳосил қилувчи моддалар.

д) регуляторлар, силвинитни флотация усули билан бойитиш жараёнида реагентларнинг таъсирини ўзгартиради. Натижада калий хлорид кўпикга ўтади.

Йиғувчилар – бу органик моддалардир. Булар минералларнинг юзасини гидрофобизациялаш ва ҳаво пуфакчаларига ёпиштириш учун қўлланадилар. Силвинитни флотациялашда йиғувчи сифатида катионактив моддалар ва кутбсиз реагентлар қўлланилади. Шламнинг флотациялашда эса анионактив моддалар.

Модификатор - реагентлар (активаторлар, депрессорлар, регуляторлар) бу моддалар йиғувчиларни ва кўпик ҳосил қилувчи моддаларни таъсирини

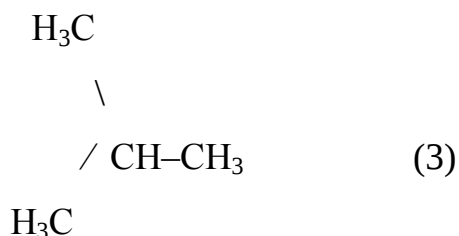
ўзгартириш натижасида флотация натижасини яхшилашда ёрдам берувчи моддалардир.

Кўпик ҳосил қилувчи реагентлар –булар ҳам органик моддалар бўлиб, суюқ фаза-ҳаво ва суюқ фаза минерал фазаларнинг юзасида адсорбцияланиб ҳавони дисперслаш ва минералларнинг юзасида қўшимча гидрофобизациялаш учун қўлланилади.

Йиғувчилар сифатида таркибида 16-22 та углерод атоми ($C_{16}-C_{22}$) бўлган бирламчи ёғ аминлари қўлланилади. Қутбсиз йиғувчи сифатида очиқ занжирли ва циклик углеводородлар қўлланилади.

Буларга қуйидагилар киради:

а) парафинли C_4H_{10} – бутан изобутан



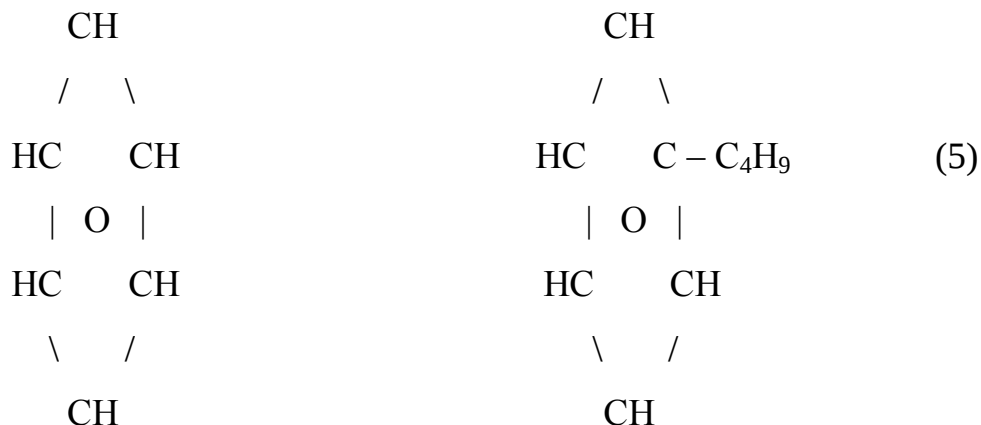
б) нафтенли



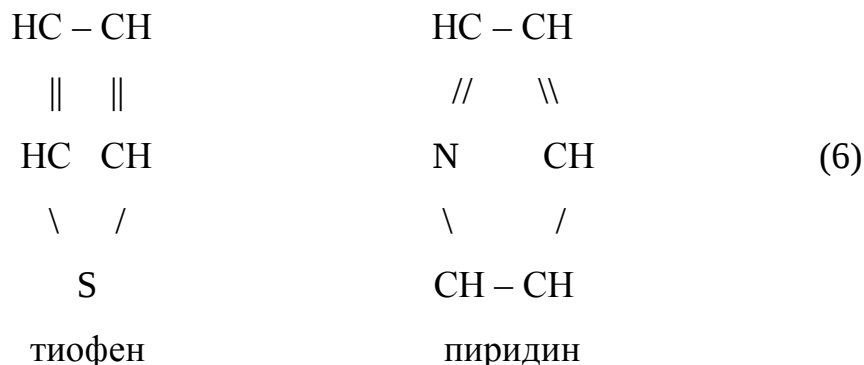
в) ароматик

бензол

бутилбензол

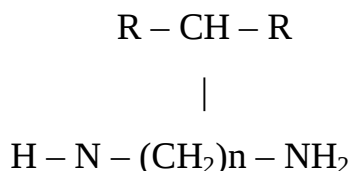


г) гетероциклик



Катионактив ва қутубсиз терувчиларни биргаликда қўллаш 3-4 мм ли силвинит хом-ашёларини бойитиш имкониятини берди. Фақат битта катионли терувчиларни қўллаш билан ўлчами 1 мм дан юқори бўлган маъданларни бойитиш имконияти йўқ. Бундай ҳолда қутубсиз терувчиларни активатор сифатида қараш мумкин.

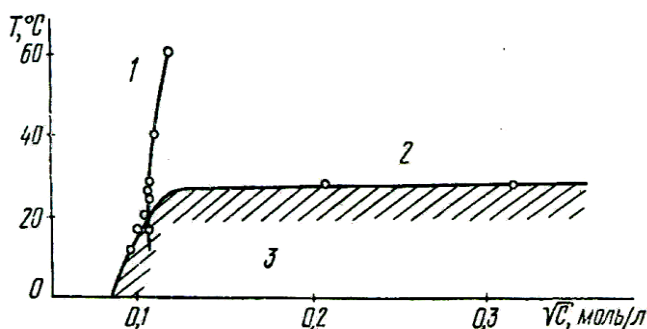
Аммо сильвинитни катионли ёки анионли эритувчилар билан тайёрланган суспензияси, флотация жараёнига юборилаётганда унга учламчи ёки туртламчи алкиламинлар, алкиламидлар, алкилнитриллар, триалкилэтаноламинлар қўшилса, флотациялиниши кескин камаяди ёки бутунлай сўнади. Шунингдек, суспензия таркибида магний хлориднинг миқдори 100 г/л дан ортиқ бўлса ҳам сильвиннинг ўтиш даражаси кескин камаяди.



типидаги диаминлар эса аксинча $[\text{R}-(\text{C}_7-\text{C}_{22})$ углерод атомли тўйинмаган алкил группалар] таркибида магний бўлган эритмалардан силвинни яхши йиғувчиси ҳисобланади.

Агарда, маъданнинг таркибида кизерит, карналлит ва полигалит ($\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) бўлса флотацияни юқори даражада ўтказиш учун йиғувчи сифатида молекуласи таркибида 16-18 та углерод атомли амин тузлари қўлланилади. Флотация жараёнида бирламчи аминлар хлорид кислотаси ёки сирка кислотаси тузлари сифатида қўлланилади. Булар фабрикада ёғ аминлари эритмасига кислоталарнинг бирини солиш йўли билан тайёрланади. Амалиётда ишлатилаётган терувчилар табиати ва молекуланинг гидрофил қисми

структурасига қараб ионоген (сувда ионга бўлинадиган), ноионоген ва амфотер моддаларга бўлинади.



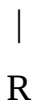
2-расм. Аминларни агрегат ҳолатини температура ва концентрацияга боғлиқлиги

1-берилган эритма, 2-коллоид мицелар эритмасы, 3- кристалл ҳолатдаги амин

Агарда углеводородли радикал анионнинг таркибида бўлса – бу ионоген анионактив модда, агарда – катионнинг таркибида бўлса-катион актив модда дейилади.

Амфотер сирт-актив моддалар (САМ) нордон эритмада катионактив хоссани, ишқорий муҳитда эса анионактив хоссани намоён қилади.

Анион актив йиғувчи моддалар карбоксил гуруҳли реагентлар, алкильсулфатлар, сульфонатлар, ксантогенатлар, дитиофосфатлар, меркаптанлар, катион актив моддаларга: бирламчи аминлар – $(\text{R}-\text{NH}_2)$ тузлари; иккиламчи аминлар $(\text{R}-\text{NH})$ тузлари;



ёки учламчи аминлар $(\text{R}-\text{N}-\text{R})$ тузлари шунингдек туртламчи асосли амин



тузлари киради.

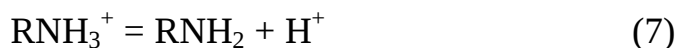
Ноионоген моддаларга аполяр реагентлар тегишли. Бу моддалар сувда ёмон эрувчан моддалар бўлиб ва ионларга диссоцияланмайди. Бу моддалар – суюқ

углеводородлардир. Булар нефтдан олинадиган суюқ углеводородлар бўлиб кам кимёвий ва сирт активлигига эгадирлар.

Катиоактив ва ноионоген йиғувчилар. Калийли тузларни флотациялашда катиоактив ва ноионоген йиғувчилар кенг қўлланилади.

Таркибида C_{10} - C_{18} атом бўлган алифатик аминлар тўйинган туз эритмаларда кристалл ҳолатда бўлиши мумкин, булар коллоид (мицелл) ёки эриган молекулалар ҳолатда ҳам бўлиши мумкин (2-расм).

Эритманинг pH-га қараб эритмада аминлар гидролизга учрайдилар.



Агарда $pH=8,5$ -бўлса, амин RNH_3^+ ҳолатда бўлади, агарда $pH>8,5$ -бўлса унинг концентрацияси камайиб эритмада фақат молекулалар бўлиши мумкин, буларнинг KCl билан адсорбцияланиш даражаси ионга нисбатан камдир.

Аминлар қуйидаги реакция бўйича кислоталар билан туз ҳосил этади.



Силвинни флотациялаш учун аминларнинг хлорид ёки ацетат тузлари кўп қўлланилади. Булар сув билан реакцияга киришиб чин эритмалар ҳосил қиладилар.



Тузнинг концентрацияси мицелла ҳосил қилиш критик концентрациядан юқори бўлса таркибида нейтрал мицелла ёки ион бўлган коллоид эритма ҳосил бўлади. Тўйинган тузлар эритмаларида амин тузларнинг эрувчанлиги нолгача пасаяди (2-жадвал).

Аминларнинг тўйинган тузлар эритмасида эрувчанлиги кам бўлишига қарамасдан уларнинг KCl юзасида адсорбцияси юқори.

Флотацияланган тузлар қуйқаларида мувозанат ҳолатда ионлар, молекулалар, нейтрал ва ион ҳолатда амин мицеллари ҳар хил структурада ва дисперс ҳолатда бўлиши мумкин, қуйқадаги лойли қўшимчалар KCl билан аминларни адсорбциясини мураккаблаштиради.

22,5⁰C да KCl ва NaCl билан тўйинган эритмаларида аминларнинг хлорид тузларини эрувчанлиги (мг/л)

C _N H _{2N+1} NH ₂ HCl-да углерод атомларининг сони	Эритмалар		
	KCl	NaCl	KCl+NaCl
C ₈	-	-	470,1
C ₁₀	82.10	13.10	8,4
C ₁₂	3.90	0.12	0,11
C ₁₄	0.14	Кам миқдорда	Эримади

Бу ҳолат САМ (ПАВ) нинг диссоциацияси ва САМ эритмасига ноорганик тузларини қўшимча берилиши билан критик концентрация мицелла ҳосил бўлиш (МКК) нинг кескин камайишига асосланган.

20⁰C да C₁₆ амин эритмаларининг МКК га KCl нинг таъсири қуйидагича:

KCl концентрацияси, моль/л	0,60	0,27	1,07	2,16	3,00
МКК, моль/л	6,6·10 ⁻⁴	4,9·10 ⁻⁵	3,8·10 ⁻⁵	3,0·10 ⁻⁵	7·10 ⁻⁶

Маъданнинг таркибида 0,3% лой қўшимча бўлганда KCl билан аминлар адсорбцияси 3 маротаба камаяди, лой қўшимчалар 1% бўлганда эса флотация жараёни тўхтайди, реагент-модификатор тузлари бўлмайди.

Флотация жараёнида аминнинг таъсир қилиш самарадорлигига амин эритмасининг ҳарорати таъсир этади. Унинг ҳарорати когуляцияланиш ҳароратидан (C₁₈ учун 55-60⁰C) юқори бўлиши шарт. Иситилганда аминнинг дисперслиги ошади ва йиғувчининг адсорбцион хусусияти яхшиланади. Аминнинг концентрацияси ва эрувчанлиги, қуйқанинг таркиби ва температура, поляр ва

аполяр қўшимча моддалар минералнинг юзасида аминнинг адсорбцияланишига таъсир этади.

3- жадвал

Амин концентрациясини силвиннинг юзасида адсорбцияланишига таъсири

Аминнинг концентрацияси, %	Аминнинг* адсорбцияланиши, γ , г	Ювилгандан кейин аминнинг десорбция- ланиши,		Тузнинг юзасида аминнинг қолгани, γ /г
		γ /г	%	
1,1	75,3	44,3	58,8	31,0
0,50	68,2	33,1	48,5	35,1
0,25	65,0	22,8	34,0	44,2
0,10	69,3	19,6	28,2	49,7
0,05	67,8	19,1	28,1	48,7

* - $1\gamma=10^{-6}$ г

Амининг концентрацияси камайиши билан адсорбцияланган амининг миқдори ошади чунки пас концентрацияда унинг катта қисми молекуляр ҳолатга ўтади ёки майда дисперсли мицелла ҳолатда бўлиши мумкин.

Лекин лой шлам кўп бўлганида ва ишлаб чиқариш корхонаси жойлашган жойда сув кам бўлганда пас концентрацияли амин эритмаларини тайёрлаш ва ишлатиш имконияти бўлмайди. Бундай ҳолларда 0,5-1% ли амин эртмаларини ишлатиш ва мицеллаларни диспергация ва стабилизация қилиш учун поляр моддалар (спертлар) қўллаш самаралидир.

KCl юзасида амининг адсорбцияси унинг занжир узунлиги ошиши билан ошади ва - C₁₆- C₁₈ радикалли аминлар учун қуйқанинг ҳарорати 30-35 °C бўлганда максимал даражага етади. NaCl юзасида pH>7.5 бўлганда адсорбция максимал даражага етади.

Саноатда калийли минералларнинг юзасида аминнинг адсорбцияси қуйидаги сабабларга кўра мураккаблашади; шламнинг – таъсири, тузли эритмаларида аминларнинг мицелла ҳосил қилиши ва йиғувчиларни анионоактив реагентлар билан ўзаро реакцияга кириши.

Йиғувчини адсорбцияланиши учун оптимал шароит яратиш (эритманинг температураси, концентрацияси, аполяр ва поляр қўшимчаларни қўллаш) KCl нинг турли ўлчамли заррачаларининг юзасида мустаҳкам адсорбцион юпқа қатлам ҳосил қилишига олиб келади. Аминнинг адсорбцияланиш даражаси ва унинг тезлиги йирик кристалларда (+1 мм) KCl нинг майда кристалларига нисбатан (-0,125+0,05 мм) 3-5 марта кам. Аполяр қўшимчалар йиғувчининг мустаҳкам адсорбцион қатлам ҳосил қилиш даражасини ва тезлигин 3-6 мартаба оширди.

МДХ гидаги калий фабрикаларида октадециламин, дистиллирланган аминлар ва феттаминлар SP (Германия) қўлланилади.

Шламлар учун йиғувчи реагентлар. Калий маъданларни йиғувчилар қўллаб, флотациялаш усули билан шламсизлантириш биринчи марта таркибида 2,8-3% лой қўшимчали минераллар бўлган Верхнекамск сильвинитини бойитиш учун ВНИИГда қўлланилди.

Маъданларни дастлабки шламдан флотация усулида тозалаш жараёни асосий ва қўшимча босқич сифатида бойитиш фабрикаларида кенг қўлланила бошлади. Олдиндан полиакриламид (ПАА) билан флокуляцияланган лой шламни флотациялаш учун ФР-2 реагентининг керосин ёки оксиэтилинланган ёғ кислоталар (ОЁК) аралашмаси ишлатилади.

ФР-2 реагенти – бу асидолнинг оксидланган уайт-спиртидаги (ФР-1) эритмаси. ФР-1 реагент карбон ва оксикарбон кислоталардан, оксидланмаган дастлабки углеводородлардан, эфиркислоталардан ва бошқа оксидланган моддалар аралашмасидан иборат. ФР-2 қимматбаҳо ва наёб реагентдир.

Аполяр реагентлар. Калий саноатида йирик заррачалик силвинит маъданини флотациялаш учун аминга қўшимча модда сифатида аполяр реагентлар қўшилади. Аполяр реагентларни қўллаш 3 мм ли заррачаларни максимал гидрофобизацияланишига олиб келади. Бу натижага фақат амин иштирокида эришиб бўлмайди. Аполяр реагентлар ионоген йиғувчиларга нисбатан қуйидаги афзалликга эга; арзон ва камёб эмаслиги, йирик ва майда заррачаларни флотациялаш хусусияти, юқори гидрофоблаш хусусияти (молекуласида гидратланадиган солидофил группаси йўқлиги).

Эримайдиган минералларни флотациялаш жараёнида йирик заррачаларни аполяр реагентлар асосида флотацияланиш даражасини ошишини сабаби – учфазали намланиш периметри бўйлаб аполяр йиғувчининг пленкаси ҳосил бўлишида пуфакчаларга минерал заррачаларни мустаҳкам ёпишиши ва уларнинг юзасини гидрофоблигини оширишидир. Охирги хосса минерал-пуфакча системанинг эластиклигини оширади, бу эса флотация машинасининг турбулент зонсида катта аҳамиятга эга.

Натижада минерал – пуфакча системани қовушқоқлиги ошади. Бу эса флотацион машиналарнинг юзасида катта аҳамиятга эга. Флотация жараёнга аполяр реагентларнинг эффективлиги, уларнинг физик-кимёвий хусусияти, минералларнинг кристалло-кимёвий структурасига боғлиқ. Шунингдек, ундаги анионактив йиғувчиларнинг таркиби, реагентларнинг ўзаро реакцияга киришиши, уларнинг тайёрланиши ва қуйқага бериш усули ҳам таъсир этади.

Аполяр реагентларнинг қовушқоқлиги ва уларнинг таркиби бу минералларнинг юзасини гидрофоблаш жараёнида - асосий омиллардан биридир. Шунингдек реагентларнинг кимёвий таркиби ҳам катта аҳамият касб этиши ҳақида фикрлар бор. Реагентлар режимини танлашда, эрувчан минералларни катион актив ва аполяр реагентлар аралашмаси билан гидрофоблаш қонуни катта аҳамиятга эга. Йирик заррачалик калийли маъданларни флотациялаш учун катионактив ва аполяр ёки кам поляр органик реагентлар аралашаси қўлланилади. KCl да селектив адсорбирланган аминлар сильвиннинг заррачаларини дастлабки гидрофоблигини таъминлайди. Аралашманинг таъсир этиш механизми шундаки, KCl га адсорбцияланган аминлар сильвинитни дастлабки гидрофобизацияланишини таъминлайди.

Аполяр реагентлар амин плёнкаси билан таъсирлашиб, юзанинг гидрофоблик даражасини оширади. Минералнинг юзасида ва эритмада бундай ўзаро таъсирда қатор органик моддалар амин мицеллаларида коллоид эриши туз яқинлигини инобатга олиниши шарт. Бу омил мицеллаларнинг дисперслигини ва стабиллигини оширади, аминнинг чўкишини тезлаштиради (4- жадвал)

Тўйинган туз эритмаси ва углеводлар аралашмасидан C_{18} аминини
чўктириш ва адсорбцияланишини солиштириш ва
углеводородларнинг амин мицеллаларга туз яқинлиги бўйича
маълумот

Аралашма таркиби (амин+углеводород)	Икки марта ювгандан кейин адсорбция, % берилганидан	Аминни чўктиргандан кейин эритмада қолгани, %	Углеводор одни туз яқинлиги, мг/мл 1 % ли амин эритмаси
Амин (қўшимчасиз)	20.3	13.6	-
Амин тўйинган углеводород аралашмалари билан			
Гептан (C_7)	14.0	15.2	$1.83 \cdot 10^{-2}$
Декан (C_{10})	37.8	17.2	$1.35 \cdot 10^{-2}$
Тетрадекан (C_{14})	67.1	13.3	$0.47 \cdot 10^{-2}$
Амин ароматик углеводородлар аралашмаси билан			
Бензол (C_6)	8.1	57.1	$2.64 \cdot 10^{-2}$
Толуол (C_7)	19.0	58.1	$2.75 \cdot 10^{-2}$
Тимол (C_{10})	22.4	40.6	$0.90 \cdot 10^{-2}$

Максимал туз яқинлик (солюбилизацияда) (бензол, толуол) асимметрик мицеллалар мураккаб формаси ўзгармайди, уларнинг чўкиши секинлашади, катионларга парчаланиш тезлиги минимал. Булар KCl нинг гидрофобизациясини камайтиради. Тўйинган углеводородлар гидрофоблаш таъсирини белгилашда KCl юзасидаги аминнинг юпқа қатламига углеводород молекуласи адсорбцияси катта аҳамиятга эга. Таркибида углеводород ва нефть маҳсулотлари бўлган аралашмадан аминнинг адсорбцияси KCl да (йириклиги $1.6+1$ ва $0.25 + 0.125$ мм) 5-жадвалда келтирилган

Углеводород иштирокида (октадециламиннинг сарфланиши 130 г/т маъданга) аминни ҳар хил йириклигидаги KCl заррачаларига адсорбцияси
(моль/м² · 10²)

Йириклиги, мм	Қўшилган углеводород	Сарфланиши, г/т						
		0	100	400	800	1200	400	
							% берилгандан	Мустаҳкам ёпишган, %
0,25 +0,125	Қўшимчасиз	1,33	-	-	-	-	87,2	39,0
	Бензол	1,34	1,34	1,32	1,33	1,32	-	-
	Ксилол	1,33	1,32	1,30	1,32	1,30	85,5	37,2
	Декан	1,34	1,36	1,37	1,37	1,37	90,1	43,6
1,6 +1	Циклогексан	1,38	1,31	1,33	1,34	1,34	87,4	46,6
	Қўшимчасиз	2,86	-	-	-	-	46,9	10,3
	Бензол	2,76	2,62	2,79	3,06	3,39	45,6	8,5
	Ксилол	2,84	3,34	4,14	4,24	4,40	68,0	14,8
	Декан	2,85	3,29	4,94	4,46	4,30	65,1	37,8
	Циклогексан	2,86	2,83	2,54	2,34	2,32	41,7	10,4
	Тетрадекан	2,86	4,02	4,97	4,30	4,96	81,5	64,4

Жадвалда кўрсатилганидек аминни майда дисперс заррачалар билан адсорбцияланишига углеводородлар таъсир этмайди. Йирик заррачалар юзасида углеводород иштирокида аминни адсорбцияланиши 1.1-1.8 маротаба ошади, мустаҳкам ёпишганининг миқдори эса 2-6,5 маротаба ошади.

Аполяр реагентлар учун асосий хом-ашё – нефть, нефть маҳсулотлари комплекс физик-кимёвий хусусиятларига эга. Бу хусусиятлар нефтьнинг турига, унинг ишлаб чиқариш усулига ва таркибида C₂₀-C₄₀ бўлган нефть дистиллятларни тозаланишига боғлиқ.

Қайнаш ҳарорати юқори бўлган тўйинган ва алкил ароматик углеводородлар яхши флотациялаш хусусиятига эга.

Калий саноатида аполяр реагент сифатида ковушқоқ мазутни қўллаш уларнинг камчилигини кўрсатади: танламаслиги (неселективность), кўп сарфланиши, қуритиш ва доналаштириш жараёнидаги салбий таъсири. Ҳозирги кунда булар қўлланилмайди.

Аполяр реагентларнинг физикавий омилларининг амин билан
аралашмасидаги йиғувчилик хусусиятига таъсири

Аполяр реагент	Зичлик, г/см ³	Қовушок лик γ^{50} , сСт	Нур синдириши, n^{20}_d	Икки марта ювгандан кейин адсорбция, % берилганда,	Флотация натижасида КСІ нинг ажралиши, %
Бензин Б-70	0,765	0,7	1,416	19,3	68,3
Керосин	0,787	3,3	1,440	50,5	86,0
Мой (ИС-20)	0,874	17,3	1,486	57,1	92,0
Мазут ФС-5	0,902	18,7	-	62,2	94,3
Компрессор мойи (М)	0,907	25,0	1,499	52,2	93,6
Машина мойи (СУ)	0,882	48,2	1,488	58,3	93,3
Гидрофобизатор ГФК-1	0,993	45-50	1,532	63,2	94,3

Аполяр реагент сифатида қўлланиладиган моддалар қуйдаги хусусиятга эга бўлиши шарт: юқори танлаш таъсири, углеводородлар ва аминларнинг коллоид эритмалари туз яқинлиги қулай даражада бўлиши, ҳароратни ўзгариши ва шламнинг борлиги таъсир этмаслиги. Аполяр реагентларнинг таркибида юқори ҳароратда қайнайдиган парафин моддалари, алкил ароматик углеводородлар, максимал гидрофобизация эффектини таъминлайдиган ПАВ лар бўлиши шарт.

Лой шламларни модификациялаш реагентлари. Калийли тузларни танлаб ажратишга майда дисперс лой шламлар салбий таъсир этади. Шламнинг салбий таъсирини йўқотиш ёки нейтраллаш – калийли маъданларни флотация усули билан бойитиш технологиясидаги асосий босқичлардандир. Калийли ўғитлар технологиясида лой шламни салбий таъсирини реагент-модификаторлар қўллаб йўқотишнинг қуйидаги усуллари мавжуд: пентизаторлар қўллаб механик усул билан бойитиш; флокуляцияланган шламни маъдандан флотациялаб ажратиш; лой шламларни депрессиялаш; чўктириш жараёнини тезлаштириш учун лой-туз қуйқани флокуляциялаш.

Натрий фосфат тузлари гексамитафосфат, ортофосфат, пирофосфат, синтанлар, лигносульфонатлар калийли маъданни шламдан ажратиш учун энг кулай пенизатор - реагентлардир.

Таркибида 1.5-3% лой бўлган маъдандаги сильвинни галитдан флотацион ажратишни фаоллаштиришни самарали усулларида бири лой шламларни депрессиялашдир. Ҳар хил органик ва ноорганик моддалар лой шламларни ва бошқа минералларни депрессиялаш хусусиятига эга.

Кремний кислотаси, айрим фосфатлар, Fe(III) тузлари, $AlCl_3$ лар қисман депрессиялаш хусусиятига эга.

Юқори молекулали органик бирикмалар (СAМ) лой шламини депрессиялаш учун 4 гуруҳга бўлинади:

- 1) $-OH$, $>CO$ гуруҳли ноионоген полимерлар (крахмал, оксиэтилцеллюлоза ва бошқа полимерлар);
- 2) $-COOH$, $-SO_3H$, $-OSO_3H$ гуруҳли анионли полимерлар (карбоксиметилцеллюлоза, лигносульфонатлар ва бошқа);
- 3) $-NH_2$; $=NH$ гуруҳли катионли полимерлар;
- 4) катион ва анион гуруҳли амфотер полимерлар (гидролизланган ПАА)

Ҳар бир гуруҳ реагентларининг лой тупроқ юзаси билан реакцияга кириш қобилияти ҳар хил.

Калийли тузларни ажратиш учун карбоксиметилцеллюлоза, полиакриламид моногалактан, мочевиноформальдегидли смоллар, сульфит-спиртли барда, техник крахмал ва улар аралашмаси катта аҳамиятга эга.

Калий маъданларини флотациялаш учун ишлатиладиган депрессор-реагентларнинг класссификацияланиши депрессиялаш таъсири механизмига асосланган. Депрессорнинг молекуляр оғирлиги, полимерланиш даражаси ва молекуладаги функционал гуруҳлар табиати катта аҳамиятга эга.

Бу критериялар бўйича депрессор-реагентлар қуйдаги гуруҳларга бўлинади:

- 1) Юқори молекулали синтетик реагент-флокулянтлар (молекуляр оғирлиги $(M > 150000)$ -ПАА, гидролизланган полиакрилнитриллар, полиакрилатлар;

- 2) Юқори молекулали коллоидлар ($M=80000-150000$) КМЦ, этансульфонатцеллюлоза, модификацияланган крахмал;
- 3) Ўрта молекуляр оғирликдаги моддалар ($M \sim 2000-80000$) - мочевиноформальдегид, монокорбоксилцеллюлоза, целлюлозани гидролиз махсулотлари;
- 4) Паст молекуляр оғирликдаги коллоид моддалар. Уларнинг молекуласи органик реагент–пептизаторлардан иборат ($M=250-1500$): гумин моддалар, сунил, слытан, сульфит-спиртли барда концентратлари; шунингдек ноорганик коллоидлар: кремний кислотаси, Fe^{+} , Al^{3+} , $Si^{+2(+4)}$ оксидлар гидратларини коллоид чўкмалари пирофосфат кислотанинг орто,-метатузлари.

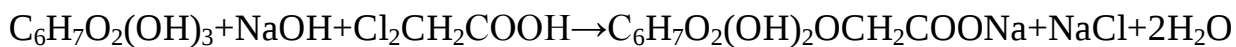
Биринчи гуруҳ реагентлари тупроқ шламини депрессиялаш хусусияти уларни флокуляциялаш ва гидрофиллаш хусусиятига эгалигидандир. Тупроқ заррачаларининг юзасига ПАА молекулалари адсорбцияланиш механизминини электростатик кучи таъсирида ва водород боғланиши ҳосил бўлиши ҳисобига юзага келади деб тушунтирилади.

ПАА флокулянтларини қўллаш жараёнининг танлаш хусусиятини пасайтиради, тупроқ флокуласини кўпик юзасига чиқиши флокуляланган тупроқ заррачаларини флотоактив хусусияти ва қисман полимерни гидрофобизациясига асосланган. Шунинг учун биринчи гуруҳ реагентлари мустақил қўлланилмайди.

Иккинчи гуруҳ реагентлари: карбоксиметилцеллюлозани натрийли тузлари ($NaKМЦ$), паст молекуляр оғирлиги бўлган целлюлоза эфирлари яхши танлаш хусусиятига эга. Шунинг учун $NaKМЦ$ нинг лой шламлар юзасига ёпишиши поляр корбоксил гуруҳ ва электростатик кучлар асосида юзага келади.

$NaKМЦ$ эритмаси билан тупроқ шламини депрессияси унинг юзасининг гидрофобланиш ва у ҳаво пуфакчаларини ёпишишига қаршилик қилувчи шароит яратишдан иборат. Тупроқ шламини $NaKМЦ$ эритмаси билан ишлаш аминни адсорбциясини 2 маротаба камайтиради. Бунга сабаб шламнинг юзаси $NaKМЦ$ қатлами билан ёпилади ва натижада унинг юзасида аминнинг диффузия тезлиги пасаяди. $NaKМЦ$ –оддий целлюлоза эфирлар гуруҳига тегишли. Бу мода

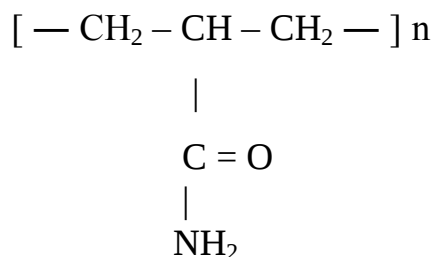
(монохлор уксус) монохлорсирка кислотасига ёғоч ёки пахта целлюлозаси таъсири натижасида ҳосил бўлади:



Таркибида кўп миқдорда гидроксил гуруҳ бўлган КМЦ катта депрессиялаш таъсирига эга.

Учинчи гуруҳ реагентлари – таркибида кам миқдорда тупроқ шлами бўлган (0,2%-1,2%) маъданларда кенг қўлланилади. Чет элларда калийли суспензия етарлича шламсизлантирилгандан сўнг бу гуруҳ реагентлари қўлланилади. Уларни КМЦ билан биргаликда қўлланилиши яхши натижа беради. Учинчи гуруҳ реагентларга мисол - крахмал – полисахаридлар аралашмаси. Бунинг молекуласи глюкозид боғлари билан боғланган глюкопираноза қолдиқларидан иборат. Крахмал занжир структуралари билан фарқ қиладиган икки фракциядан: амилоза- (15-25%) ва амилопектин (75-85%) лардан иборат.

Туртинчи гуруҳ реагентлари: сульфит–спиртли бардадан ташқари, ҳозирги кунда депрессорлар сифатида алоҳида қўлланилмайди. Сульфит–спиртли барда «Уралкалий» ИЧБ да турт маротаба шламсизлантиргандан сўнг шламсизлантириш депрессори сифатида қўллайди. Калий саноатида реагент – флокулянт сифатида юқори молекуляр полиакриламид (ПАА) қўлланилади.



ПАА ни қўлланилиши – тупроқ - тузли турли шламларни флокуляциялаш; маъданни қуйқасини тиндирганда ва флотацияли бойитилганда, айрим ҳолатда ПАА бошқа реагентлар аралашмаси билан депрессор сифатида қўлланилади.

Акриламидли флокулянтни заррачалар юзасига таъсири лой шлам минераллари юзасидаги гидроксил группа ва флокулянт молекуласининг амидли группаларининг ўзаро таъсири асосида водород боғлари ҳосил бўлишига боғлиқ.

ПАА билан ишланган заррачаларнинг юзаси гидрофил ёки гидрофоб бўлиши мумкин. Флокуляция назариясига асосан каттиқ модданинг заррачалари юзасида молекулалар ёрдамида ёки полимер молекуласининг асоцияти ёрдамида «кўприк» ҳосил бўлишига асосланган. Флокуляция жараёни ўтиши учун қуйидаги шароитлар шарт: суюқ фазада полимер занжирлари маълум миқдорда бўлиши, занжирлар узунлиги.

Суспензиялар флокуляциясининг асосий босқичлари-заррачалар юзасига реагентнинг адсорбцияси, заррачаларни агрегатиини ҳосил бўлиши.

Кўпик ҳосил қилувчи реагентлар. Флотацион кўпик хоссалари – муҳим омил калийли маъданни қайта ишлаш технологиясидаги турли босқичларни муваффақиятли амалга оширишдадир: флотация, қуюлтириш, шламни омборга узатиш, шламдан KCl ни ажратиш.

Тузли эритмаларнинг кўпик ҳосил қилувчи қўшмасдан ҳам кўпик ҳосил қилиш хусусиялари юқори. Лекин сильвинни флотацияси кўпик ҳосил қилувчи моддаларсиз юқори даражада ўтмайди. Кўпик ҳосил қилувчи реагентларининг асосий вазифаси - қуйқадаги ҳаво кўпигини дисперслигини ва мустаҳкамлигини ошириш. Кўпик ҳосил қилувчининг қўшимча вазифаси – туз минералларининг юзасини гидрофоблигини таъминлаш.

Кўпик ҳосил қилувчи реагент сифатида сосна мойи ва Т-66 қўлланилади.

Сосна мойи – терпен спиртлар аралашмаси, углеводородлар ва таркибида кислород бўлган моддалар (кетон, фенол).

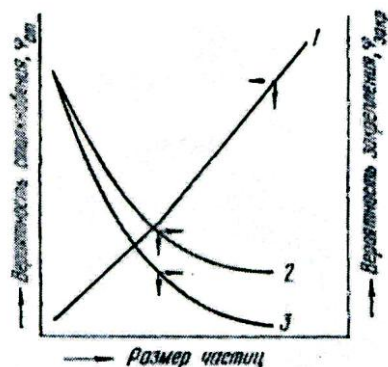
Т-66 -таркибида кислород бўлган бирикмалар аралашмаси. Уларнинг 95%-ни диоксан ва пиран қаторининг бир ва икки атоми спиртлари ташкил этади. Ишлаб чиқаришда ҳозиргача бошқа кўпик ҳосил қилувчилар қўлланилмайди.

Турли ўлчамдаги заррачаларни флотация қилиш усуллари

Маъданнинг минерал қисмининг умумий флотацияланиш эҳтимоллиги қуйидаги тенглама асосида аниқланади.

$$W=W_1 \cdot W_2 \cdot W_3 \quad (10)$$

бу ерда W_1, W_2, W_3 - қуйқадаги заррачаларни пуфакчалари билан тўқнашиш эҳтимоллиги, тўқнашган заррачаларни пуфакчаларга ёпишиш эҳтимоллиги,



заррачаларни кўпикда ушланиши. Қуйқада заррачаларни пуфакчалар билан тўқнашиши заррачаларнинг йириклигига, унинг зичлигига, пуфаклар сони ва йириклигига боғлиқ, флотацион машинанинг аралаштириш тезлигига ҳам боғлиқ.

3-расм. Заррачаларни йириклигини пуфакчалар билан тўқнашиш эҳтимоллигининг ўзгариш характери ва мустақкам ёпишқоқлигига таъсири.

1-тўқнашиш эҳтимоллиги; 2-йиғувчини кам миқорда сарфлаганда ёпишиш эҳтимоллиги, 3-йиғувчини кўп миқорда сарфлаганда ёпишиш эҳтимоллиги.

Флотацияланаётган заррачаларни пуфакчаларга ёпишиши заррачаларни ва пуфакни юзасидаги энергияни минимумгача камайишига асосланган.

Майда заррачаларни флотация тезлигини пасайиши уларнинг пуфакчалар билан тўқнашиши эҳтимоллигининг пастлигига боғлиқ, йирик заррачаларники эса ҳаво пуфакларига ёпишиш эҳтимоллигини ошириш мақсадида зич адсорбцион қатламни ҳосил қилиш зарурдир.

Шунингдек йирик заррачаларни флотация тезлигини пасайиши майда дисперс заррачалар пуфак юзасини ёпиб қўйиши яъни депрессор сифатида тасир этиши билан изоҳланади. Адсорбцион қатламни минимал зичлигида ўрта ўлчамли заррачалар энг флотаактив бўлади (3-расм).

Силвинит маъданлари йирик заррачалик маъданларга тегишли (силвин ва галитни эркин кристаллари йириклиги 1-5 мм). Сильвинни флотация қилинганда анионли йиғувчилар ишлатилганди заррачалар ўлчамининг чегараси 0,2 мм, аминлар қўлланилганда эса - 1 мм.

Калийли ўғитлар ишлаб чиқаришдаги флотациялаш жараёнида заррачаларни ўлчамини 3-4 мм ошириш катта техник-иқтисодий аҳамиятга эга.

Йирик заррачалик KCl ишлаб чиқариш схемасини техник афзалликлари қуйидагилардан иборат. Маъданни майдалаш ва грануляциялаш учун 30-40% га яқин энергия кам сарфланади; агрегатларнинг бирлик қуввати (дастлабки маъдан бўйича юклама 300 т/соат гача) ошади; шлам кам миқорда ҳосил бўлади,

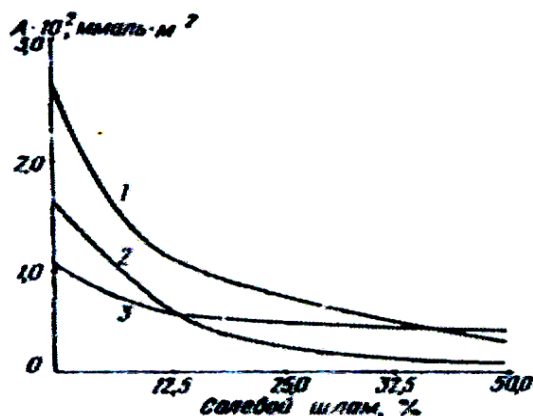
натижада ювиш учун ва омборда сақлаш учун кам энергия сарфланади, чиқиндининг ва шламни миқдори камайгани учун KCl –нинг чиқими ошади.

Лекин йирик заррачалик силвинни флотациялаш учун қуйидаги шароитлар бўлиши шарт: минералларни юзаси максимал даражада гидрофобланиши; кўп миқдорда аминлар ёки аполяр реагентлар билан биргаликда қўлланилиши, куйқани аралаштириш тезлигини ва унинг зичлигини пасайтириш, шламнинг салбий таъсирини реагент-модификаторлар қўллаб йўқотиш ёки нейтраллаш, кўпикни секин чўктириш зонаси мавжудлиги, юқори аэрация зарурлиги; кўпикни тез ажратиш, флотация жараёнини бир гуруҳ пуфакчалар орқали ўтказиш.

Йирик заррачали флотациялашнинг зарур шarti силвин доналарининг асосий қисмини 3-3,5мм гача майдалаш.

Калийли маъданлар флотациясига шламнинг таъсири

Технологик жараёнда тупроқли минераллар механик диспергациядан кейин заррачалари 30 мкм бўлган ҳолда бўлади. Уларнинг 40%- 1 мкм дан кам бўлади. Катионактив йиғувчи таъсир этадиган тупроқли шламнинг солиштирма юзаси 350-370 м²/г. Тузли шлам сильвиндан ва йириклиги <60мкм бўлган галитдан иборат. Булар қазиб олиш жараёнида минерални майдалашда, ташишда, маъданни флотацияга тайёрлашда ёки флотацион камерада ҳосил бўлади.



4-расм. Тузли шлам билан турли йирикликда бўлган KCl дан аминнинг десорбция изотермалари

1 – синф (-1,6+1); 2 – (-0,5+0,25); 3 – (-0,25+0,125).

Маъданни майдалашда тузли шлам чиқими 6-12% ташкил этади, шламсизлантирилган суспензияда эса, 3-5% дан кам эмас.

Калийли тузларни флотация қилиш жараёнида тупроқли шламни депрессиялаш, уларнинг юзасида катионактив йиғувчиларнинг кучли адсорбцияланишидир. Бу эса аминнинг поляр гуруҳи билан тупроқ минераллари юзасини таъсирига асосланган.

Полидисперс куйқада тузли ва тупроқли шламнинг миқдори маъдан массасининг 15-18% -ни ташкил этади. Калийли маъданни қайта ишлаганда шлам муаммосининг мураккаблиги бир неча омил билан характерланади.

4-расмда турли йирикликдаги KCl минералининг юзасини гидрофобланишига қўшилган тузли шламнинг таъсири кўрсатилган: йирик заррачаларга физикавий боғланган аминнинг асосий қисми 12% атрофида тузли шлам бўлганда десорбцияланади; аминни йирик заррачалар билан ёпишиш мустаҳкамлиги минимал.

Десорбция даражаси KCl –нинг йириклигига пропорционал.

1,5+1 мм заррачалар учун тузли шлам берилгандан кейин адсорбция ($A \cdot 10^2$) 10 маротаба камаяди, 0,25+1,25 мм да эса 2 маротаба, 1,5+1 мм заррачалар учун десорбциядан кейин адсорбцион қатламининг зичлиги 0,5 моноқатлам 0,25+0,125 фракция учун эса 1 моноқатламга тенг. Флотация жараёнида бундай зичликда KCl нинг ажралиши мувофиқ ҳолда 2 ва 93,5% ни ташкил этади.

Моноқатлам аминнинг адсорбцияланган қатламининг зичлиги n (моноқатламда ўлчанади) куйидаги формула бўйича аниқланади:

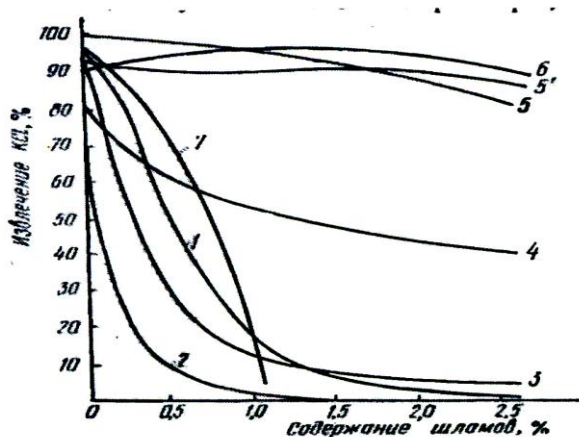
$$n = \frac{\Gamma N S_m}{S M} \quad (11)$$

бу ерда Γ -аминнинг сильвинга адсорбцияси, г/г; N -Авогадро сони ($6,023 \cdot 10^{23}$);

S_m –гидрохлорид аминнинг молекуласи майдони, см^2 ; S - фракциянинг юзаси, $\text{см}^2/\text{г}$; M - гидрохлорид аминнинг молекуляр оғирлиги.

Юқорида кўрсатилганидек, тупроқли шламнинг депрессияловчи таъсири турли йириклигидаги KCl нинг флотациясига бир хил эмас. Тузли минералларни депрессияси бўш адсорбирланган аминнинг десорбциясига асосланади.

Майда дисперсли тупроқ шлам кўшилганда десорбция изотермаси тузли шламнинг таъсир этиш эгри чизиқларига ўхшаш. Лекин тупроқли шламнинг солиштирма юзаси катта бўлгани учун KCl заррачаларида аминнинг адсорбциясини кескин камайиши тупроқли шламнинг концентрацияси - 0.4-0.6 % бўлганда кўзатилади яъни тузли шламнинг концентрациясига нисбатан 20 мартаба кам.



5-расс. Тупроқли шламни турли йириклигидаги KCl нинг флотациясига таъсири

1-(-2+1); 2-(-1+0.5); 3-(0.5+0.25); 4-(-0.125+0.125); 5-(-0.125+0.05); 6-(-0.05+0); 7-(-3+0.8) синфлар

Шламнинг флотациясига таъсирини аниқлаш учун қуйидаги омилларни инобатга олиш шарт: шламли қатлам ҳосил бўлиши; пуфакларнинг юзасини ёпилиши; жараённи танлаш хусусиятини ўзгариши; қуйқани зичлигини ўзгариши.

Аммо, тузли ва ососан тупроқли шламлардан иборат кўп дисперсли суспензияни флотациялашда KCl заррачаларини депрессияланишини аниқловчи фактор бу шламнинг юқори солиштима юзага эгалиги сабабли KCl ни юзасида аминнинг адсорбцияланишини камайиши ва уларнинг адсорбцион фаоллиги – булар KCl заррачаларини депрессияланиши асосий омилларидир.

5-расмда тупроқли шламни турли йириклигидаги заррачаларни флотациясига таъсири кўрсатилган.

1 – синф (-2+1);

4 – (-0,25+0,125);

2 – (-1+0,5);

5 – (-0,125+0,05);

3 – (0,5+0,25);

6 – (-0,05+0);

7 – (-3+0,8).

Келтирилган маълумотдан хулоса қилиш мумкинки: тупроқли шламни турли йириклигидаги KCl нинг адсорбцион ва флотацион хусусиятига таъсири: куйқадаги заррачаларнинг дисперслигига; уларнинг адсорбцион активлиги ва аминнинг улар юзасида ёпишиш мустахкамлигига боғлиқ. KCl ни йирик заррачаларини флотация қилиш учун катта зичликдаги адсорбцион қатлам кераклиги сабабли, ўз юзасида йиғувчини бўш боғлаб туради. Шунинг учун тупроқ шламнинг кам миқдори флотация жараёнини сўндиради. Бу эса йирик заррачаларни гидрофобизация жараёнида аминнинг на фақат кимёвий (RNH_3^+) балки физикавий адсорбциясининг ҳам катта аҳамиятга эгалигини кўрсатади, чунки амин қўшилган шлам юзасида адсорбцияланади.

Йириклиги <0.125 мм дан кичик бўлган KCl нинг флотациясига тупроқли шлам умуман таъсир этмайди.

I боб бўйича хулоса

Назарий манбаларни ўрганиш ва таҳлил қилиш натижасида ҳозирги кунда электролиз қилиш технологик жараёнларининг кўпгина қисми сувли эритмаларда олиб борилиши, эритмалар структурасининг ҳароратга (ҳажм ва фазалар чегарасида / қаттиқ жисм ва қўш электр қатламда), эриган моддалар концентрациясига ва турли хил физик таъсирлар майдонида боғлиқ равишда қилинган ишлар соҳасида катта қадам қўйилганлиги аниқланди. Эритмалар структурасини ўзгариши кимёвий жараёнларнинг боришига таъсир қилиши, оптимал технологик параметрларни белгилашда ва уларни бошқаришда муҳим рол ўйнаши эътиборга молик ҳисобланади.

КОН олиш жараёнида металл юзасида кечадиган анодли жараёнлар амалий жиҳатдан муҳим аҳамиятга эга бўлиб, айниқса саноатнинг электрокимёвий технология соҳалари бўлган: гальванотехника, гидрометаллургия, электрокимёвий ўлчамли қайта ишлаш, кимёвий ток манбаларини тайёрлаш ва конденсаторлар ишлаб чиқаришда ривожланиб бормоқда. Бу соҳаларда кўпинча мис метали ишлатилмоқда, чунки у металллар ичида ўзининг юқори электр ва иссиқлик ўтказувчанлиги, пластиклиги, арзонлиги, шунингдек кўпгина тажаввузкор муҳитларга нисбатан коррозияга чидамлилиги билан ажралиб туради. Бу эса унга на фақат саноатда, балки илмий, жумладан электрокимёвий тадқиқотларда кенг қўлланилиш имкониятларини беради.

II боб. ТАДҚИҚОТ ОБЪЕКТЛАРИ ВА УСУЛЛАРИ

1. Калий гидроксиддан хлорсиз калийли ўғити олиш кинетик тадқиқотлари

Калий хлорид калийли минерал ўғитлар ичида олдинги ўринларни эгаллайди. Лекин калий хлорид кўпгина ўсимликлар учун (картошка, гречка, чой, табака, цитрусли ўсимликлар учун) зарарлидир, у ҳосилни сифатини камайтиради. Бундай ўсимликлар учун калий гидроксид асосидаги хлорсиз калийли ўғитларнинг самараси кўпроқдир, буларга калий сулфат, калий магнезия, калий карбонат, калий нитрат ва калий фосфатлари киради.

Қишлоқ хўжалигида оз миқдорда поташ ишлатилади, унинг нархи юқори ва гигроскопиклиги катталиги билан ўзига хосдир. Калий нитратли ўғитларнинг афзаллиги шундаки, унда нитрат иони бор, ўсимликларнинг ўсишига яхши таъсир кўрсатади.

Хлорсиз калийли ўғитлар олиш учун хом-ашё сифатида калий гидроксид керак бўлади. Калий гидроксид олиш учун саноатда калий хлорид тузлари сувдаги эритмаларининг электролизи натижасида жуда тоза хлор ва муҳим маҳсулотлардан водород ва калий ишқори олинади. Калий хлориднинг сувдаги эритмасини электролизиёр асбоби натижасида калий гидроксид олинади. Калий гидроксид асосан суюқ совун, ювувчи воситалар, шампунлар, оқартирувчи воситалар ва фармоцевтика препаратлари ишлаб чиқаришда қўлланилади. Бундан ташқари КОН бўёқлар ишлаб чиқаришда, адсорбент сифатида, ишқорли аккумуляторларда қўлланилади. Биз калий ишқорига нитроза газлари таъсир эттириб калий нитрат мураккаб ўғитини олишни мақсад қилдик.

Нитроза газлари азотли ўғитлар корхоналарида чиқинди ҳолатда ажралиб чиқади. Калий гидроксидига нитроза газлари билан таъсирлаштириб калий нитрит олинди, олинган моддага нитрат кислота таъсир эттирилганда калий нитрат олиш тажриба қурилмасида синаб кўрилди

Олдин ортиқча усул билан кимёвий реакциянинг тартиби аниқланди. Шу мақсадда экспериментларнинг бир сериясида нитроза газларининг

ортиқчаси қўлланилган. Ортиқча шундай кўп бўлдики, ортиқча компонентнинг концентрацияси тажрибадан тажрибага деярли ўзгармади. Реакциянинг тартибини аниқлаш учун синовдан ўтаётган компонентнинг концентрацияси тажрибадан тажрибага бир неча марта баробар ўзгариб боради.

Калий нитрат синтезини ҳар хил давомийлик ва бошланғич газли компонентнинг концентрацияларида ўтказилган экспериментлар натижасида маҳсулотдаги азот проценти (C_{N_2}) ва вақтдан (τ) иборат координаталарда бир қатор чизиклар олинган.

Ундан кейин бошланғич тезликнинг логарифми-синовдан ўтаётган компонентнинг бошланғич концентрациясини логарифми координатларида чизик қурилди. Ҳосил бўлган чизик тўғри чизик бўлиб чиқди. Бу чизикнинг ўқга нисбатан бурчагининг тангенси синовдан ўтаётган компонент бўйича реакциянинг тартибини кўрсатган, яъни нитроза газлари бўйича реакциянинг хусусий тартибини.

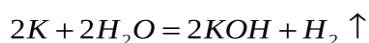
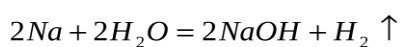
Маълумки, реакциянинг тартиби 0,1,2,3 ёки касрли бўлиши мумкин. Шунинг учун олинган экспериментал маълумотлар маълум тенгламалар ва диаграммалар бўйича текширилиб кўрилди. Натижалар уларнинг мувофиқ эмаслигини кўрсатди. Демак реакция назария нуқтаи назардан учмолекулярли эмаслиги аниқланди ва унинг тартиби калий нитрат ҳосил бўлиш реакциясини мураккаб механизми билан боғлиқ дейиш мумкин.

Реакциянинг аниқланган тартиблари нитроза газларидан калий нитрат олиш мураккаблигини кўрсатади. Аниқланган мураккаб жараён ўз ичига бир қатор поғоналарни олган. Шунинг учун умумий тезлик энг секин ўтадиган поғоннанинг тезлиги билан аниқланади.

Бизларнинг фикримиз бўйича чегаралайдиган поғонаси калий гидроксиднинг суяқ заррачасини юзасида ўтадиган кимёвий реакция бўлади.

2. Калий гидроксид олишнинг лаборатория усуллари

Лаборатория шароитида калий гидроксиди жуда кам миқдорда, 100-200 грамм олинади. Фаол металл гидроксидларини лаборатория шароитида кўп миқдорда олиш жуда хавфли ҳисобланади. Лаборатория шароитида ишқорий металл гидроксидларини олишнинг икки хил усулидан фойдаланилади. Биринчиси ва нисбатан қимматга тушадиган усул, бу ишқорий металлларни тўғридан – тўғри сув билан реакцияга киришиши ва натижада ишқор ҳосил бўлишидир. Бу усулдан NaOH, KOH, LiOH, Ca(OH)₂ ларни олишда фойдаланиш мумкин.



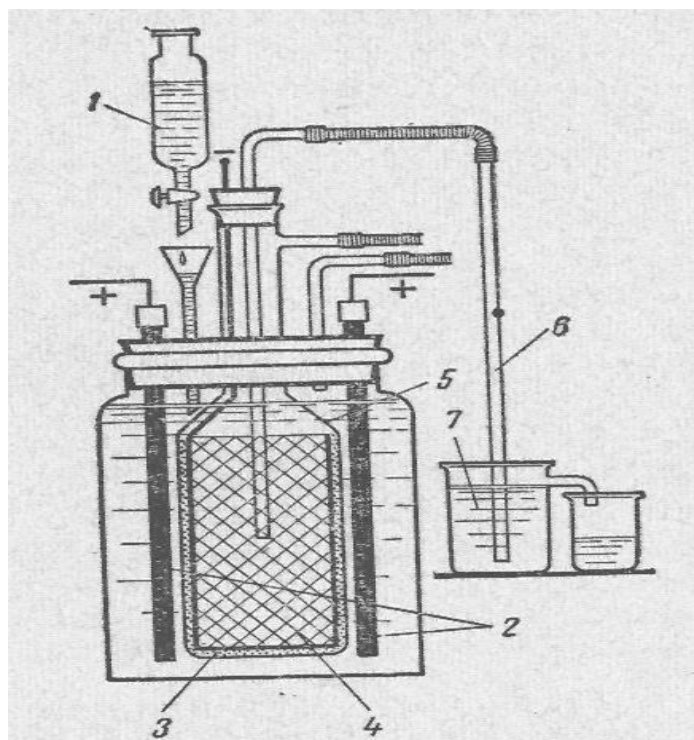
Бу реакция натрий, калий, литий каби фаол металллардан фойдаланишда етарли даражада жуда хавфли ҳисобланади. Бу реакцияларда кўп миқдордаги ишқорий металллардан фойдаланиш мумкин эмас, чунки улар сачраши ва ҳатто портлаши мумкин.

Лаборатория шароитида натрий гидроксиди олишнинг қулай ва содда усули топилди. Чунки у кимё ва саноатда барча гидроксидлар ичида энг кўп ишлатиладиган моддадир. Қуйидаги расмда ишқорий металл гидроксидлари олишнинг электролиз қурилмаси келтирилган:

Эритмалар устига келиб тушадиган графит анодларнинг охирини эритган парафин билан тўйинтириш керак, чунки электролит капиллярлар орқали юқорига кўтарилмаслиги ва мис билан контакт бузилмаслиги керак. Мис симларини графит аноди билан контакти анодга маҳкам ўрнатилган мис қалпоқчалари билан амалга оширилади. Катод сифатида темир ёки пўлат тўр хизмат қилади. У ўзининг юқори қисми билан шиша колоколга шундай кириши керакки, водород анодлар оралиғига тушмаслиги керак.

Олдиндан сув билан намланган асбест жуда кам миқдордаги силикат елими билан биргаликда темир тўр ташқарисига (қатлам қалинлиги 5 – 10мм) суртилади. Асбест қуригандан сўнг диафрагма мустаҳкамлиги сақланиб

қолиши учун енгилгина куйдирилади. Керакли тезлик ва миқдорда электролит бериш кран ўрнатилган ажратиш воронкаси орқали амалга оширилади (6-расм).

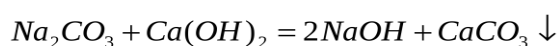


6 - расм. Электролиз қурилмаси

- 1 – ош тузи эритмаси солинган ажратиш воронкаси;
- 2 – графитдан тайёрланган анодлар;
- 3 – асбест картондан қилинган диафрагма;
- 4 – цилиндр кўринишидаги темир ёки пўлатдан қилинган тўр;
- 5 – шишали колокол;
- 6 – катодлар орасидан оқиб тушадиган эритма учун сифон;
- 7 – ишқор келиб тушадиган стакан.

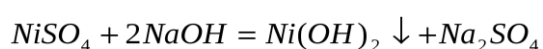
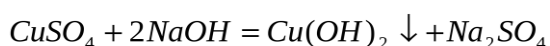
Хлор ва водороддан синтетик хлорид кислотаси ишлаб чиқаришда фойдаланиш мумкин. Шу мақсадда улар силикогел билан тўлдирилган тройник кўринишидаги горелкага берилади. Электролизёрдан томиб турган эритма сопол идишларда буғлатилади. Ош тузи эритмасини идишга куйишдан то уни буғлатиш жараёни тугагунча ҳарорат 500°C гача ошириб борилади. Сўнгра ишқор эритмаси совутилади, майдаланади ва ёпиқ шиша идишларда сақланади. 5°C гача бўлган ҳароратда мутлақо тоза 35 % ли техник натрий ишқор эритмасини олиш мумкин. Бунда $\text{NaOH} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ва $\text{NaOH} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ кристаллари тушади, улар эритмадан ажратилади ва куйдирилади. Бундай қурилмалар ёрдамида калий ва литий гидроксидларини олиш мумкин. Шунинг эътиборга олиш керакки, бундай қурилмада ишқор олишда хавфсизлик қондларига алоҳида эътибор қилиш керак бўлади, чунки электролиз маҳсулотларидан бири сифатида хлор ҳам ажралади.

Баъзан натрий гидроксиди олишда эски усул – сўндирилган оҳакни сода эритмаси билан қайнатиш усулларида ҳам фойдаланиб турилади:



Реакция тугагандан сўнг кальций карбонатли эритма буғлатилиб, натрий гидроксиди қотишмаси олинади.

Кўпинча лабораторияда тез-тез кимёвий реакциялар олиб боришда сувда эримайдиган мис, рух, кобальт, кадмий, никель гидроксидига ўхшаш гидроксидлар олиш керак бўлади. Уларни олиш учун бу металлларни эрувчан тузларини натрий гидроксиди билан реакцияга киритиш керак бўлади. Бу таъсирлашув реакциялари ўз характериға кўра ўрин алмашиниш реакцияларига мансубдир.

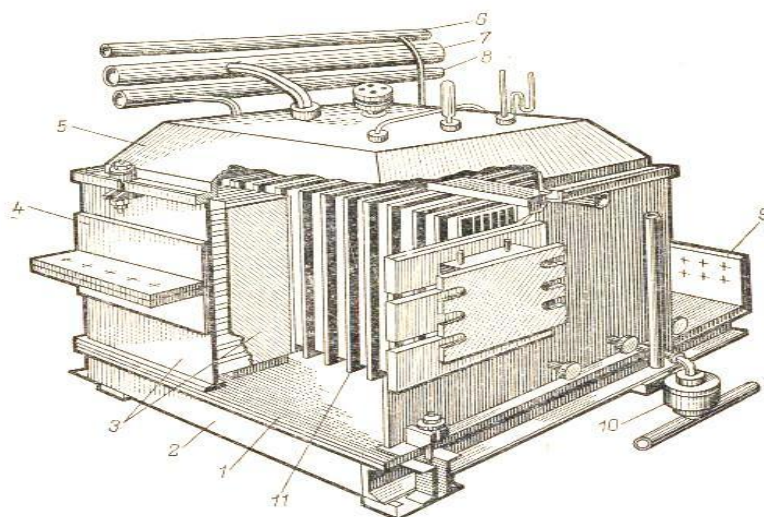


Мис гидроксиди (кўк рангли) ва никель гидроксиди (яшил-кўк рангли) чўкмага тушади. Эритмани филтрлаш ва чўкмани ювишдан сўнг ундан кимёвий жараёнларда фойдаланиш мумкин. Шу тарзда мис (II) гидроксиди,

рух, кобальт, кадмий, симоб, қалай, кўрғошин, марганец, титан, хром ва бошқа кўпгина металл гидроксидлари олинади.

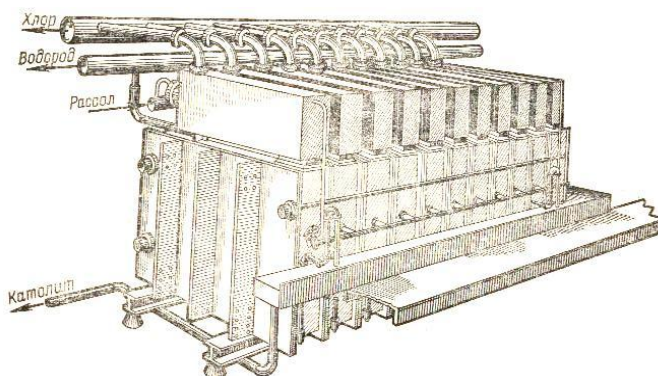
3. Калий гидроксид (KOH) ни олиш технологик схемаси

Ҳозирги пайтда KOH олиш жараёнлари металл анодли диафрагмали электролизёрларда амалга оширилади. Металл анодлари БГК-50/25, БГК-100 ва биполяр диафрагмали электролизёрлар, масалан ХБ1-50 ва ХБ1-75 лар қўлланилади. 7-расмда БГК-50/25 типигади металл анодли электролизёр келтирилган.



7 - расм. БГК-50 электролизёрни умумий кўриниши

1-қурилманинг туби; 2-рама; 3-катодли гребенканинг корпуси; 4-катод комплекти шинаси; 5-қопқоқ; 6-намакоп учун трубапровод; 7-хлор коллектори; 8-водород учун трубапровод; 9-анодли шина; 10-эритма оқиб чиқиши учун капельница.



8 - расм. Гленор типигади биполяр электролизёрни умумий кўриниши

Бу электролизёрга кам ишдан чиқадиган, махсус қопламали титан анод ўрнатилган. Электролизёрларнинг ташқи ўлчамлари бошқа кўпгина заводлардаги БГК-17/25 типдаги графит анодли қурилмалар кабидек. Кейинги пайтларда электролизёрларни сўнги модел БГК-50/25 билан алмаштириш натижасида хлор ва КОН олиш технологиясининг иш қуввати оширилди.

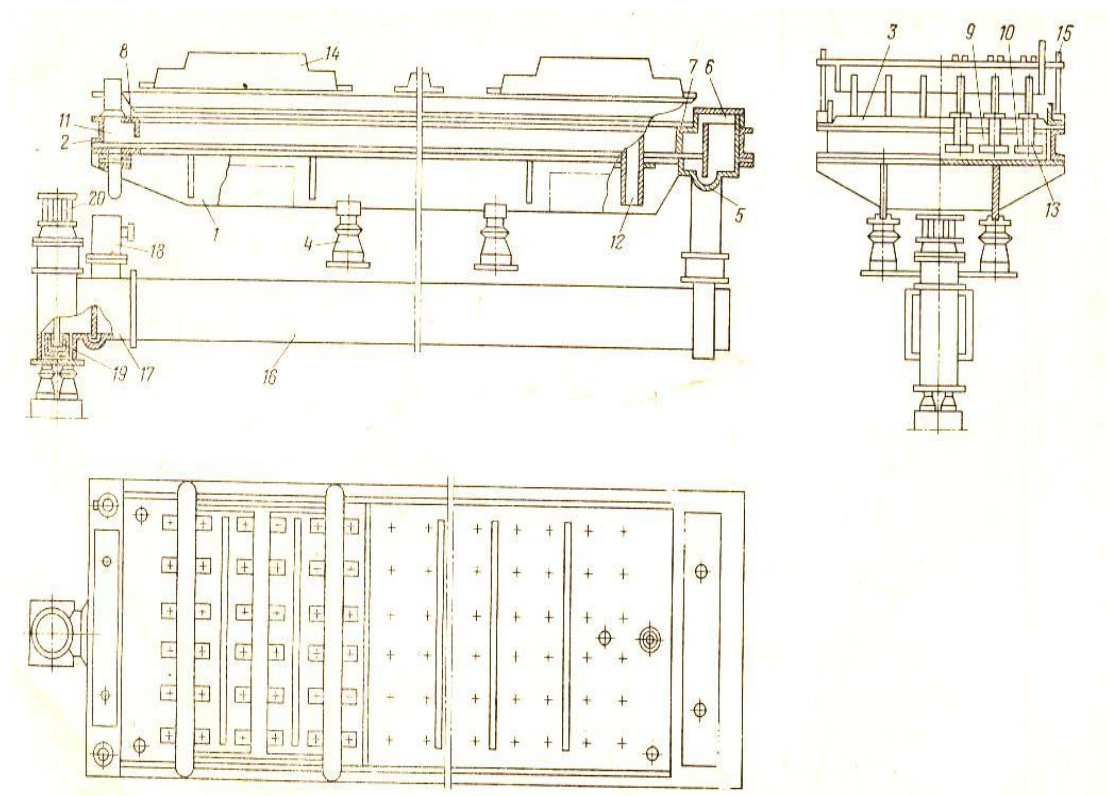
БГК-100 электролизёрлари ишлаб чиқариш қуввати йилига 200-300 минг тонна бўлган йирик корхоналарда ўрнатилади. БГК-50/25 ва БГК -100 электролизёрларини асосий техник-иқтисодий кўрсаткичлари қуйидагилар: юкланиш мос равишда 50 ва 100 кВ; хлор бўйича иш унумдорлиги 1,522 ва 3,044; ишқор бўйича 1,72 ва 3,44; водород бўйича 0,075 ва 0,09 т/сутка; ўртача кучланиш 3,4 ва 3,45 В; 1 т хлор ишлаб чиқариш учун сарфланадиган доимий ток миқдори 2680-2720 кВт·соат; 1 т ишқор учун 2380 ва 2380 кВт·соат; электролизёрдаги ишчи ҳароратлар бир хил 90-95⁰С ва ток бўйича 96% ни ташкил этади. Электролизёрга берилаётган намакоп олдиндан сода-каустик усул билан Ca^{+2} ва Mg^{+2} ионларидан тозаланган бўлиши керак.

ХБ1-50 ва ХБ1-75 биполяр электролизёрлар асбест диафрагма ва кам ишдан чиқадиган титан анодлардан ташкил топган. Улар катта миқдорда хлор ишлаб чиқариш учун мулжалланган. Биполяр электролизёрларнинг ютуқ томони монополяр электролизёрларга қараганда катта қувватли бўлиб, ячейкаларга ток тўғри тақсимланади.

ХБ1-50 ва ХБ1-75 биполяр электролизёрларнинг техник-иқтисодий кўрсаткичлари мос равишда: ячейкалардаги ток 50 ва 75 кА; ячейкалар сони 8 ва 12; битта ячейкадаги кучланиш 3,95 ва 3,55 В; ток зичлиги (анод) 1580 ва 1580 А/м²; токнинг чиқиши бўйича 96 ва 96%; хлор бўйича иш унумдорлик (т/сутка) 12,7 ва 27,39; КОН бўйича 13,76 ва 30,96; водород бўйича 0,36 ва 0,81; 1 т хлор учун электроэнергиянинг нисбий сарфланиши (кВт·соат) 2800 ва 2800; 1 т КОН учун 2480 ва 2480. Биполяр электролизёрлар нисбатан тоза маҳсулотлар олиш имкониятини беради: хлоргаз 07-99% (ҳажм бўйича), ишқор концентрацияли 120-140 г/л.

Биполяр электролизёрнинг иш жараёнига намакопнинг сифати фаол таъсир этади. Шунинг учун ҳам регламент бўйича уни тозалашда четга чиқишга йўл қўйилмайди.

БГК-Р-101-Н симоб катодли электролизёр (9-расм) концентрацияси 760 г/л гача бўлган тоза каустик сода олиш имкониятини беради.



9 - расм. БГК-Р-101-Н симоб катодли электролизёр

1-электролизёр туби; 2-рама; 3-анодли қопқоқ; 4-электролизёр таянчи; 5-чиқувчи чунтакнинг туби; 6-чиқувчи чунтак; 7,8- тўсиқлар; 9-электролитик ячейка; 10-анодлар; 11-кирувчи чунтак; 12-электролит ва хлорни чиқариб юборадиган штуцер; 13-ниппеллар; 14-ток ўтказувчи рамка; 15-таянч винти; 16-парчаловчи; 17-парчаловчи коробкаси; 18-совуткич; 19-насос; 20-электродвигатель.

“Симобли” каустик сода таркибида асосий модда 99,7% гача (масса бўйича), Na_2CO_3 0,3% гача бўлади. Шунинг учун ҳам бу электролизёр тозалик даражаси бўйича сунъий толалар ишлаб чиқариш учун жуда зарур ҳисобланади.

БГК-Р-101-И электролизёрнинг асосий техник-иқтисодий кўрсаткичлари қуйидагилардан иборат: кучланиш 100-125 кА, максимал миқдори эса 150 кА, катоддаги токнинг зичлиги 6700 А/м^2 , максимал миқдори эса 8000 А/м^2 , ўртача кучланиш 4,3 – 4,5 В, симобнинг йиғилиши 2200 кг, ток бўйича КОН нинг чиқиши 96%, хлоргаз таркибидаги водород миқдори 0,7%.

Мембранали монополяр электролизёр концентрацияси 20-40% бўлган тоза ҳолдаги КОН олиш имкониятини беради. Бу электролизёрнинг ютуқ томони системада симобнинг йўқлиги, юкланишларга нисбатан кам сезгирлиги ва нисбатан кам электроэнергия сарфланишидир. Электролизёрни йиғиш фильтр-прессни йиғиш принципига ўхшаш бўлиб, мембраналар билан ажратилган катод ва анод элементларидан ташкил топган. Ячейкалар сонига боғлиқ равишда электролизёр қуйидаги кучланиш билан ишлаши мумкин: 25, 50, 75 ва 100 кА. Мембранали монополяр электролизёрнинг асосий техник-иқтисодий кўрсаткичлари: электролизёрдаги ток 50000 А, токнинг зичлиги $2,5 \text{ кА/м}^2$, кучланиш 3,92 В, 1 т 100% ли КОН ишлаб чиқариш учун сарфланган электроэнергия сарфи 3120 кВт·соат, ток бўйича ишқорнинг чиқиши 85%, хлор бўйича 96%, водород бўйича 100%. Мембранали электролизёрларда титан асосидаги металлоксидли анодлар ва перфторуглеродли полимерлар асосидаги ионалмашинувчи мембраналардан фойдаланилади.

Мембранали монополяр электролизёрларнинг нормал ишлаши учун намакоп жуда яхши тозаланган бўлиши керак. Тозаланган намакоп таркибидаги Ca^{+2} ва Mg^{+2} ионларининг миқдорлари 0,005 г/л дан ошмаслиги керак.

II боб бўйича хулоса

Лаборатория шароитида ишқорий металл гидроксидларини олишнинг қуйидаги усулидан фойдаланилади. Бу нисбатан қимматга тушадиган усул бўлиб, ишқорий металлларни тўғридан – тўғри сув билан реакцияга киришиши ва натижада ишқор ҳосил бўлишидир. Бу усулдан NaOH, KOH, LiOH, Ca(OH)₂ ларни олишда фойдаланиш мумкинлиги аниқланди.

Ҳозирги пайтда KOH олиш жараёнлари металл анодди диафрагмали электролизёрларда амалга оширилиб, металл анодлари БГК-50/25, БГК-100 ва биполяр диафрагмали электролизёрлар, масалан ХБ1-50 ва ХБ1-75 лар қўлланиб келинмоқда.

Кейинги пайтларда электролизёрларни сўнги модел БГК-50/25 билан алмаштириш натижасида хлор ва KOH олиш технологиясининг иш қуввати янада оширилди.

БГК-100 электролизёрлари ишлаб чиқариш қуввати йилига 200-300 минг тонна бўлган йирик корхоналарда ўрнатиш кўзда тутилмоқда. БГК-50/25 ва БГК-100 электролизёрларини асосий техник-иқтисодий кўрсаткичлари қуйидагилар: юкланиш мос равишда 50 ва 100 кВ; хлор бўйича иш унумдорлиги 1,522 ва 3,044; ишқор бўйича 1,72 ва 3,44; водород бўйича 0,075 ва 0,09 т/сутка; ўртача кучланиш 3,4 ва 3,45 В; 1 т хлор ишлаб чиқариш учун сарфланадиган доимий ток миқдори 2680-2720 кВт·соат; 1 т ишқор учун 2380 ва 2380 кВт·соат; электролизёрдаги ишчи ҳароратлар бир хил 90-95⁰С ва ток бўйича 96% ни ташкил этади. Электролизёрга берилаётган намакоп сода-каустик усул билан олдиндан Ca⁺² ва Mg⁺² ионларидан тозаланган бўлиши керак.

Юқоридагиларга асосланган ҳолда ушбу усуллар билан калий гидроксид олиш нисбатан арзон бўлиши ва тоза маҳсулот олиш имкониятини бериши аниқланди.

III боб. КАЛИЙ ГИДРОКСИД ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ

1. Калий гидроксид ишлаб чиқариш усуллари

Калий бирикмаларидан, жумладан калий гидроксидини олиш амалда жуда кам ишлатилади. Шунинг учун ҳам унинг бошқа бирикмаларидан қимматлиги билан ажралиб туради. У фақат калий гидроксиди бирикмаларининг комплекс физик-кимёвий хоссаларни намоён қиладиган ҳолатлардагина қўлланилади.

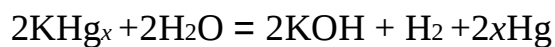
Калий гидроксидини саноатда олишнинг энг аҳамиятли усули KCl табиий тузларининг сувдаги эритмаларини электролиз қилиб олишдир. Ушбу жараён темир ёки симоб катодларидан ҳамда ионалмашиниш мембраналаридан фойдаланган ҳолда кетади. Симоб катоди билан борадиган жараён амальгамали усул деб номланиб, катод ва анод оралиғи эса диафрагмен ҳисобланади.

2. Калий гидроксид олишнинг амальгамали усули

Асосий технологик босқич – электролиз, асосий қурилма – электролизер, парчаловчи ва симоб насосидан ташкил топган электролит ваннасидан иборат.

Ушбу усулнинг моҳияти шундан иборатки, электролитик ваннада симоб насосининг 15 см/с таъсирида симоб ҳаракатга келиб, ёпиқ ҳолдаги даврий эгиладиган электролизёр ва парчалагичлар орқали ўтказилади. Электролизёрнинг катоди симоб оқими ҳисобланади. Платина метали оксидлари қатламлари билан ишлов берилган титан анодлари туширилган электролизёрда симоб билан бир қаторда узлуксиз равишда қайноқ KCl оқими ҳам ўтади (ҳарорат 60-80⁰C). Натижада анодда газсимон хлор ажралади. Ундан эса кимё саноатида турли хил мақсадлар учун фойдаланиш мумкин. Симоб катодида водород катионлари билан биргаликда калий ионлари K⁺ ҳам тўпланиб бориб, амальгама K₂Hg_x (0,2% гача) ҳосил бўлишига олиб келади.

Амальгамали симоб электролизёрнинг навбатдаги эгилишида парчаловига тушиб, у ерда қайноқ сув ва катализатор сифатида иштирок этаётган графит ёрдамида қуйидагича реакцияга киришади:



Халос бўлган симоб яна электролизёрга қайтади. Водород эса тозалашга юборилади. Электролизёрдан чиққан KCl эритмаси унинг таркибидаги эриган хлордан халос қилиниб, бошқа конструкцион материаллар ва аралашмалардан тозаланади, тўйинтирилади ҳамда анодлардан ювиб олинади. Шундан сўнг у электролизга қайтарилади.

Ушбу усул хлордан халос қилинган ва жуда тоза бўлган концентрланган калий гидроксид эритмаси олиш имкониятини беради.

3. Калий гидроксид олишнинг диафрагмали усули

Калий гидроксид олишнинг диафрагмали усули нисбатан арзон бўлиб, лекин калий гидроксиди таркибида озроқ миқдорда хлор бўлади.

Диафрагмали усул билан ишлайдиган электролизёрда қаттиқ ҳолдаги асбест ёки полимер аноди қўлланилади. Катод ва анод оралиғи ғоваксимон тўсиқ – диафрагма билан ажратилган бўлади. Бундан конструкцияли қурилма ишқорларни газсимон хлор билан реакция кетишига барҳам бериб, калий гипохлоридлари ҳосил бўлишини олдини олади ва бизга керакли бўлган калий гидроксиди олиш имконини беради:



Темир катодида водород ионлари H^+ тўпланиб, сув молекуласи таркибида $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2$ қўринишида бўлади. Катодда KCl нинг нейтрал эритмасида қуйидаги ярим реакция кетади: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

Ўз навбатида OH^- ионлари эритма таркибида қолади. Натижада калий гидроксидининг 12% ли эритмаси олинади, маҳсулотни қуриштириш давомида кристалл ҳолатдаги ортиқча KCl ажратиб олинади. Шундай бўлсада ушбу усул билан етарли даражада тоза ҳолдаги KOH олиб бўлмайди, лекин техник KOH олиш мумкин.

4. Калий гидроксид олишнинг мембранали усули

Калий гидроксид олишнинг мембранали усули ҳам диафрагмали усулга ўхшаш бўлиб, анод ва катодлар оралиғи катионалмашиниш мембраналари билан ажралиб туради.

Мембранали электролиз усули нисбатан тоза ҳолдаги маҳсулот олиш имкониятини беради. Электрохимёвий ишлаб чиқариш қаторидаги энг енгил, қулай усуллардан бири бу симобли катод билан электролиз қилишдир. Ушбу усул билан олинган калий гидроксиди диафрагмали усул билан олинган калий гидроксидига нисбатан сезиларли даражада тоза ҳисобланади. Баъзи бир ишлаб чиқариш турлари учун бу жуда муҳимдир. Яна шуни ҳам айтиш мумкинки, электролизнинг амальгамали усули атроф-муҳит учун ҳам жуда хавфли бўлиб, буғлатиш натижасида атроф-муҳитга симоб метали тарқалиши мумкин.

Мембранали электролиз усули энг самарали бўлгани билан жуда мураккаб ҳисобланади. Электролизнинг амальгамали ва симобли усуллари 1885 ва 1892 йиллардан маълум бўлса, мембранали усул эса фақат 1970 йиллардан пайдо бўла бошлади. Мембранали усулнинг экологик хавфсизлик томони шундан иборатки, ювиш учун ишлатилган оқова сувлар тозаланиб яна қайтадан ишлаб чиқаришга қайтарилади, канализацияга ташлаб юборилмайди.

Ушбу усулдан фойдаланишда қуйидаги вазифалар ҳал қилинади:

Хлорнинг сиқилиши ва буғланишига барҳам берилади, водород технологик буғ сифатида ишлатилади, хлор ва унинг бирикмаларини атмосферага газсимон модда сифатида чиқиб кетишига йўл қўйилмайди.

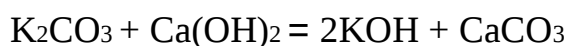
Мембранали электролиз усули бўйича маҳсулот олишда жаҳонда Япониянинг Asahi Kasei компанияси биринчи ўринда туради.

Жаҳонда калий гидроксиди ишлаб чиқариш асосий тенденциясига мембранали электролиз усулига ўтиш киради.

Россияда калий гидроксиди ишлаб чиқаришда асосан (ООО "Кирово-Чепецк полимер заводи", Киров обл.) симобли ва диафрагмали усуллардан фойдаланилади.

Калий ишқори каустик сода сингари хлор ишлаб чиқаришда қўшимча ажраладиган маҳсулот ҳисобланади. Электролиз жараёнида туз (калий хлорид) хлор ва калий ишқорига парчаланadi. Шунинг учун калий гидроксид ишлаб чиқариш технологиясининг аҳамиятли томони бир хилдаги электролиз қурилмасида ҳам калий гидроксиди (KOH), ҳам каустик сода (NaOH) ишлаб чиқариш мумкин. Бу ишлаб чиқариш корхоналарига каустик сода ўрнига ортиқча капитал маблағларсиз калий гидроксиди ишлаб чиқаришга ўтиш имкониятини беради ёки аксинча. Мисол қилиб Россиядаги ООО "КЧХК полимерлар заводи" ни келтириш мумкин. Бу завод 2006 йилда натрий гидроксидини сотишда қийинчиликлар бўлганлиги учун унинг ўрнига бешта электролизёрда калий гидроксиди ишлаб чиқаришга ўтди.

Шундай бўлсада, калий гидроксиди ишлаб чиқариш имкониятини берадиган яна бир қанча технологик жараёнлар мавжуд. Унга поташни (K_2CO_3) сўндирилган оҳакнинг ($Ca(OH)_2$) сувдаги эритмаси билан қайта ишлаш киради. Бу каустификациялаш усули дейилади.



Кальций карбонат чўкмаси филтрланади, филтрат эса никелли реакторларда буғлатилади. Калий гидроксидидаги намликни йўқотиш учун вакуум остида $360-400^{\circ}C$ да ушлаб турилади.

5. Калий гидроксид эритмасидаги хлорид ионларини электромембранали тозалаш

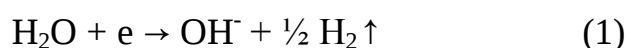
Калий гидроксидини диафрагменли маҳаллий ишлаб чиқариш - таркибида 0,5% дан кам Cl^-/KOH хлорид ионлари бўлган юқори сифатли концентрланган эритмалар ишлаб чиқариш муаммосини ҳал қилаолмайди [1, 2]. Диафрагменли ишқорни хлорид ионларидан чуқур тозалаш жуда мураккаб технологик муаммо бўлиб ҳисобланади [3]. Қўшимча сорбцион

хусусият берадиган жараёнлардан фойдаланиш диафрагменли электролизни KCl 5,43 г/л дан 0,005 г/л гача қўлагандан сўнг калий хлорид миқдорини 50% гача камайтириш имкониятини беради. Эритмаларни ҳар хил аралашмали ионлардан тозалашнинг мембранали электрохимий технологияси шу нарсани кўрсатадики, у сув таркибидаги эриган ва концентранган моддаларни ажратишда жуда яхши натижалар беради [4-11]. Бундан ташқари у анион ёки катионларнинг сорбцион танловчанлик хусусиятига асосланиб, градиент ток таъсирида бошқарувчи характерга эга бўлиб қолади, яъни масалан, анионалмашинувчи мембранали экстрагирлаш усулини қўллаб, католитдан анионларни аниқлаш ва уларни анолитга аралаштириб юбориш имкониятини беради.

Муаллифлар томонидан электродиализнинг мембранали ионалмашиниш усулини қўллаб, ишқор ва камёб металллар гидроксидларини олиш соҳасида кўпгина билим ва тажрибалар тўпланган [12]. Баъзи ҳолатларда катионларни мембрана орқали диффузияланиши концентранган моддага нисбатан $1 \cdot 10^{-3} \%$ дан ошмайди. Калий гидроксид эритмаси мембранали электролиз усули билан хлорид ионларидан тозалаш учун тадқиқот объекти бўлиб хизмат қилиши мумкин. Бу ердаги муаммо шундан иборатки, ҳали анъанага айланмаган мембранали анионалмашиниш усулини хлорид ионларини кучли ишқорий муҳитда католитдан анолитга электроэкстракция қилишдир. Муаммони ечими электролизнинг мембранали анионалмашиниш усулида хлорид ионларини мембранали анионалмашиниш орқали католитдан анолитга электроэкстрагирланиши ва ишқор эритмаси катод камераси орқали циркуляция қилиниб, узлуксиз тозаланиб туришидир. Анолит сифатида худди шунга ўхшаш КОН эритмасини қўллаш мумкин. Таклиф этиладиган схема қуйидаги кўринишда бўлиши мумкин:



Бунда ишқорли электролитда қуйидагича жараён кетади: катодда



Католитда калий хлорид аралашмасининг маҳсулоти диссоциацияланади:

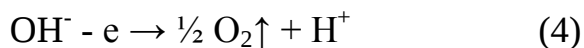


Хлорид ионлари доимий ток таъсирида анионалмашиниш мембранаси орқали миграцияга учрайди ва анод оралиғида ундан хлорли шаклда фойдаланилади. Жараён қуйидагича амалга ошади: хлорид ионлари анионитда (мембранали) ток таъсирида очилади ва анолитга миграцияланади, унинг ўрнини эса католитдаги хлорид ионлари эгаллайди ва ҳ.к.

Анодда хлорид ионлари оксидланиб, хлор молекулаларини ҳосил қилади:



Анода ишқорли муҳитда хлорид ионларини етишмаслиги ёки жуда кам миқдорда бўлиши туфайли ва гидроксид ионларини зарядланиши ҳисобига кислород ҳосил бўлиши мумкин:



Асосий жараён қуйидагича кечади:



катод католит анод

Шундай қилиб, платинада хлорни анодли ҳосил бўлиш кучланиши кислородникига қараганда паст [6], лекин унинг анолитдаги концентрацияси гидроксил гуруҳларникига қараганда 2 марта кам, шунинг учун реакция натижасида ажраладиган кислородни кутиш керак бўлади [4]. Бунда хлорид ионларини католитдан анолитга ўтиш миграциясида водород катионлари билан боғланиши мумкин:



катод католит анолит анод натижасида анолит эквивалент миқдорда нейтралланади. Кислород ва хлор ажралишининг аралаш жараёни кетиши мумкин.

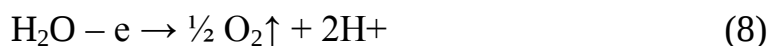


катод католит анод

Хлорни анодли ажратиш реакциясининг ривожланиши (3) эритма рН ини нейтрал ҳолатгача ёки кучсиз нордон анолит эритма сифатида пасайишига олиб келиши мумкин, масалан HCl.



Бундай ҳолатда анодда хлор (3) ёки кислород ажралиши мумкин:

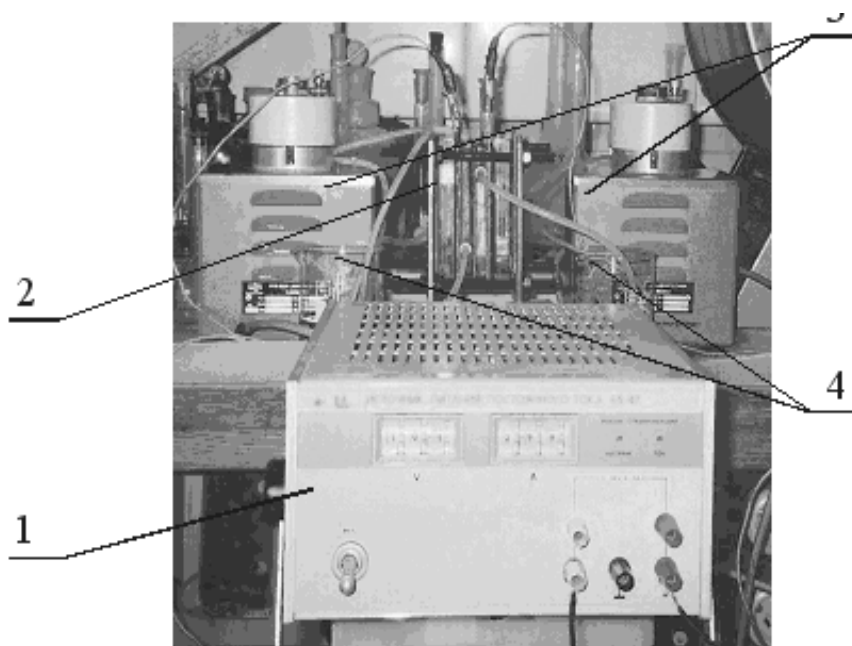


Анолитларни электр ўтказувчанлик қонуниятларини ўзгаришини ҳисобга олган ҳолда суялтирилган электролитлардан фойдаланиш давомида электроэнергия жуда кўп ортиқча сарф бўлади. Шунга боғлиқ равишда анолит таркиби ва концентрациясини аниқлаш талаб этилади.

Ишлаб чиқарилаётган анионалмашиниш мембраналари таркибида асосан 2 типдаги хлорид шаклида функционал гуруҳлар бор, улар диспергирланган ва полимер каркасига (полиэтилен билан) ковалент боғланган бўлади: туртламчи аммонийли асос $-\text{N}^+ \equiv \text{N} \equiv \text{N} =$ ёки юқори асосли гуруҳ $\text{R}-(\text{CH}_2)_3\text{N}^+$, буферли таъсир бензол ҳалқасини борлиги учун бўлиб, бу эса рН нинг барча интервалларида ишлаш имкониятини беради. Биринчи гуруҳга маҳаллий ишлаб чиқариш мембраналаридан МА-40, МА-100, МАЛ-1 маркалари, иккинчи гуруҳга эса МА-41, МАК-2, МАЛ-2 маркалари, шунингдек “MEGA” – АМН-PES ва АМНРАD фирмаларининг мембраналари киради. Мембраналарнинг турли-туманлиги углеводород матрицаларининг хоссаларига боғлиқдир. Мембраналарнинг механик мустаҳкамликларини ошириш учун капрон, лавсан ва полиамиддан (РАD) тайёрланган тола ёки полиэфир смолаларидан (PES) иборат тўрлардан армирловчи восита сифатида фойдаланилади. Тажаввузкор муҳитда армирланган материалларни эрувчанлиги мембраналарнинг кимёвий мустаҳкамлигига боғлиқ бўлади. Буларни ичида капрон нисбатан ишқорли эритмаларга, лавсан эса нордон муҳитга чидамли ҳисобланади [7-10]. Хлорид ионларини электроэкстракция қилиш учун энг мақбул мембрана полиамид толалари (капрон) билан армирланган МА-41 типдаги мембрана ҳисобланади.

Ишқорни хлордан тозалаш жараёнини тадқиқ қилиш лаборатория курилмасида олиб борилди (10-расм). У ўзгармас ток манбаси Б5-47 (1), фильтр-пресс типдаги икки камерали мембранали электролизёр (2), унда органик шиша ва ионалмашиниш мембранадан ташкил топган 2 та рамка,

DP-2-3 типдаги насос (3) ва электролитлар учун буфер идишлар (4) дан иборат.



10 - Расм. Электромембралли лаборатория қурилмаси

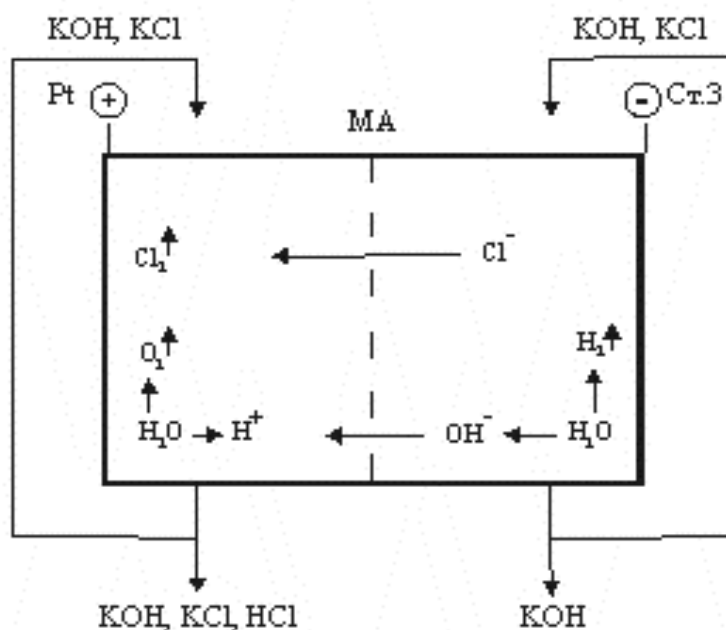
- 1 – энергия манбаси;
- 2 – мембранали электролизер;
- 3 – насослар;
- 4 - электролитлар учун буфер идишлар.

Мембрананинг ишчи юзаси $0,2 \text{ дм}^2$. Анод – платинали пластинкадан, катод эса Ст.3 дан тайёрланган. Системага ёт элементлар тушмаслиги керак, анолит ва католит сифатида ишқор эритмаларининг техник маркаларидан Давлат стандарти 9285-78 бўйича, «олий» навли «Эритма» 8212 [1], таркибида 840 г/л КОН ва 4,2 г/л Cl^- (0,5 % Cl^-/KOH) лар автоном контурларда циркуляция қилинди. Электролиз жараёни қуйидаги схема бўйича (11-расм) олиб борилди:



Алоҳида ҳолларда анолит сифатида 10 марта суюлтирилган ишқор эритмаси ёки таркибида 50 г/л HCl бўлган хлорид кислота эритмасидан фойдаланилди. Охирги ҳолатда эса электролиз қуйидаги схема бўйича олиб борилди:





11-расм. Калий гидроксид эритмасини хлорид ионларидан электромембранали тозалаш принципиал схемаси

Католит таркибидаги хлорид ионларини ток зичлиги ва фойдаланилаётган анионалмашиниш мембранаси типига боғлиқ равишда ўзгариш кинетикаси ўрганилди. Токнинг зичлиги 200 дан 800 А/м² гача ўзгартириб турилди.

Тадқиқотларда кучсиз асосли анионалмашинувчи мембраналарнинг хлорли шаклдаги МА-40, МА-100, МАЛ-1 маркалари ва кучли асосли МА-41, МАК-2, МАЛ-2, АМН-PES и АМНРАD маркаларидан фойдаланилди.

Электролиз жараёнида худди катоддагидек анод контурларида ҳам КОН ва хлорид ионларининг концентрацияси назорат қилиб турилди. Хлор концентрациясини ўзвий равишда аниқлаб туриш мақсадида намуналар олиниб, улар аргентометрик усул билан ёки хлор-селектив электродидан фойдаланган ҳолда потенциометрик усул билан аниқлаб турилди. Хлор католитдан ажратиб олингандан сўнг унинг миқдори (C , %), ток бўйича чиқиши (η , %) ва электроэнергиянинг шартли сарфланиши (W , кВт·ч/кгCl) қуйида қабул қилинган умумий формулалар орқали топилади:

$$C = (C^0 - C_i) \cdot 100 / C^0;$$

$$\eta = (C^0 - C_i) \cdot V \cdot 100 / (q \cdot I \cdot \tau);$$

$$W = I \cdot U \cdot \tau / (C^0 - C_i)$$

Бу ерда C^0 ва C_i – католитдаги дастлабки ва охирги хлорид ионларининг концентрацияси, г/л; V – католит ҳажми, л; q – хлорид ионининг электрохимёвий эквиваленти г/А·с; τ – электролиз вақти, с; I – ток кучи А; U – электролизёрдаги кучланиш, В.

Келтирилган параметрлар ишқор таркибидаги хлорнинг нисбий (Cl^- /КОН, %) тозаланиш самарадорлиги ҳисобланади.

Бу ердаги умумий қонуният хлорид ионларининг мембранадан анолитга максимал тезлик билан миграцияга учрашини таъминлайдиган ток кучининг борлигидир.

Эришилган натижаларга кўра, кучсиз ва кучли асосли анионалмашинувчи мембраналар ўртасидаги фарқлар аниқланди. (7-жадвал, 12-14 расм):

7-жадвал

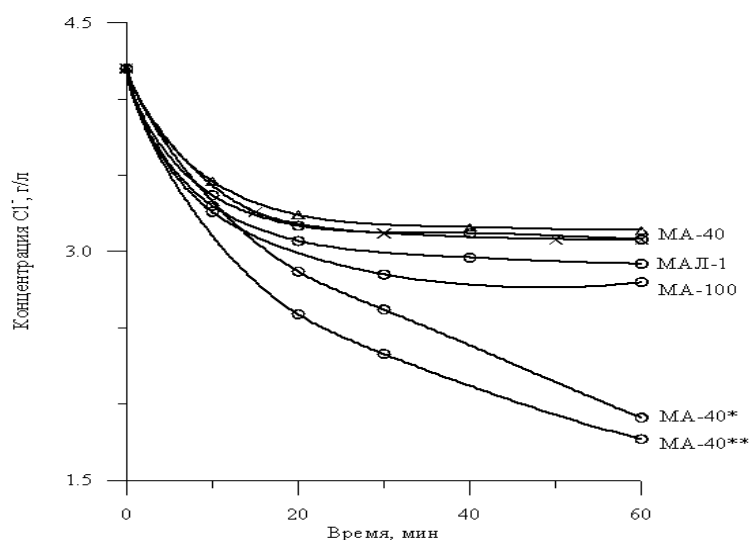
Хлорид ионларини 0,5% Cl^- /КОН билан 55% КОН бўлганда электроэкстракция қилишни анионалмашинувчи мембраналар ва ток зичлиги параметрларига боғлиқлиги

i , А/м ²	τ , соат	U , В	$[Cl^-]$, г/л	$[Cl^- /КОН]$, %	C , %	η , %	W , кВт·с/кг
Электролиз 1: МА – 40							
200	10	3,4	3,46	0,41	17,6	47,4	3,43
	20	3,4	3,24	0,39	22,9	31,6	5,15
	40	3,4	3,16	0,38	24,8	17,2	9,44
	60	3,4	3,14	0,37	25,2	11,7	13,9
Электролиз 2: МА – 40							
400	10	3,8	3,37	0,40	19,8	26,9	6,76
	20	3,8	3,17	0,38	24,5	17,0	10,7
	40	3,8	3,12	0,37	25,7	9,0	20,3
	60	3,9	3,08	0,37	26,7	6,2	30,0
Электролиз 3: МА – 40							
400*	20	4,3	2,59	0,31	38,3	28,9	7,12
	30	4,3	2,33	0,28	44,5	22,4	9,20
	40	4,3	1,77	0,21	57,9	14,5	14,2
Электролиз 4: МА – 40							

400**	20	4,6	2,87	0,34	31,7	23,9	9,22
	30	4,7	2,62	0,31	37,6	18,9	11,9
	60	4,7	1,91	0,23	54,5	13,7	16,4
Электролиз 5: МА – 40							
800	15	4,5	3,26	0,39	22,4	11,2	19,2
	30	4,5	3,12	0,37	25,7	6,5	33,3
	50	4,5	3,08	0,37	26,7	4,0	53,6
	60	4,5	3,08	0,37	26,7	3,3	64,3
Электролиз 6: МАЛ – 1							
400	10	5,2	3,30	0,39	21,4	32,3	7,70
	20	5,1	3,07	0,37	26,9	20,3	12,0
	40	5,1	2,96	0,35	29,5	11,1	21,9
	60	5,1	2,92	0,35	30,5	7,70	31,9
Электролиз 7: МА – 100							
400	10	5,7	3,26	0,39	22,4	33,7	8,09
	30	5,7	2,85	0,34	32,1	16,1	16,9
	60	5,7	2,80	0,33	33,1	8,4	32,6
Электролиз 8: МАЛ – 2							
500	20	7,6	1,76	0,21	58,1	35,0	10,4
	40	7,6	1,47	0,18	65,0	19,6	18,6
	60	7,6	1,42	0,17	66,2	13,3	27,3
Электролиз 9: МАК – 2							
	10	5,1	2,04	0,24	51,4	62,0	3,94
	20	5,1	1,64	0,20	61,0	36,7	6,64
	40	5,1	1,33	0,16	68,3	20,6	20,6
	60	5,1	1,24	0,15	70,5	14,2	14,2
Электролиз 10: МА – 41							
500	10	4,5	1,96	0,23	53,3	64,3	3,35
	20	4,5	1,48	0,18	64,8	39,0	5,51
	40	4,5	1,17	0,14	72,1	21,7	9,90
	60	4,5	1,11	0,13	73,6	14,8	14,6
Электролиз 11: АМН-PES							
500	15	4,5	1,50	0,16	64,3	51,7	4,17
	25	4,5	1,24	0,15	70,5	34,0	6,33
	35	4,5	1,10	0,13	73,8	25,4	8,47
	60	4,5	1,0	0,12	76,2	15,3	14,1
Электролиз 12: АМН-PAD							
500	20	4,5	1,36	0,16	67,6	40,8	5,28
	40	4,5	1,17	0,14	72,1	21,7	9,90
	60	4,5	0,98	0,12	76,7	15,4	14,0
Электролиз 13: АМН-PAD							
750	10	5,1	1,75	0,21	58,3	46,9	5,20
	20	5,1	1,37	0,16	67,4	27,3	9,01

	60	5,1	0,99	0,12	76,4	10,2	23,8
Электролиз 14: АМН-PAD 55% ли КОН эритмасида 1000 соат экспозициядан сўнг							
500	20	4,9	1,90	0,23	54,8	33,0	7,10
	40	4,9	1,64	0,20	61,0	18,4	12,8
	60	4,9	1,56	0,19	62,9	12,6	18,6

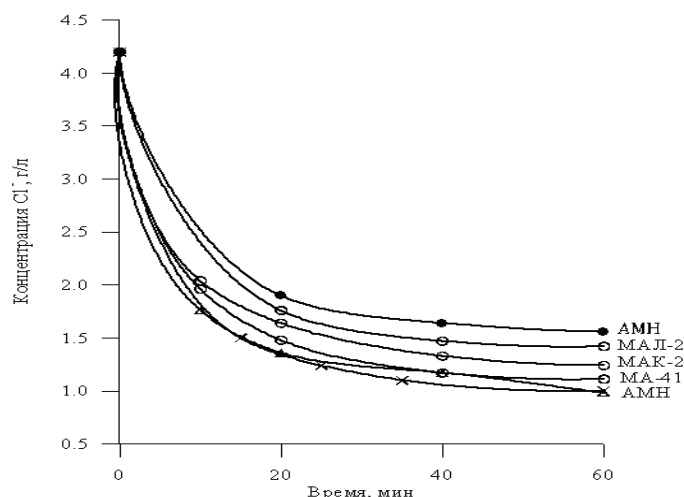
Изоҳ: * - анолит - 84 г/л КОН, ** - анолит - 50 г/л HCl



12-расм. Ишқор таркибидан анионалмашиниш мембраналарининг $-\text{N}^+\equiv\text{N}\equiv\text{N}-$ ионалмашинувчи гуруҳлари орқали католитдаги хлорид ионлари концентрациясини камайиш кинетикаси

Ток зичлиги, $\text{A}/\text{м}^2$: Δ - 200; $\circ$ - 400; $\times$ - 800

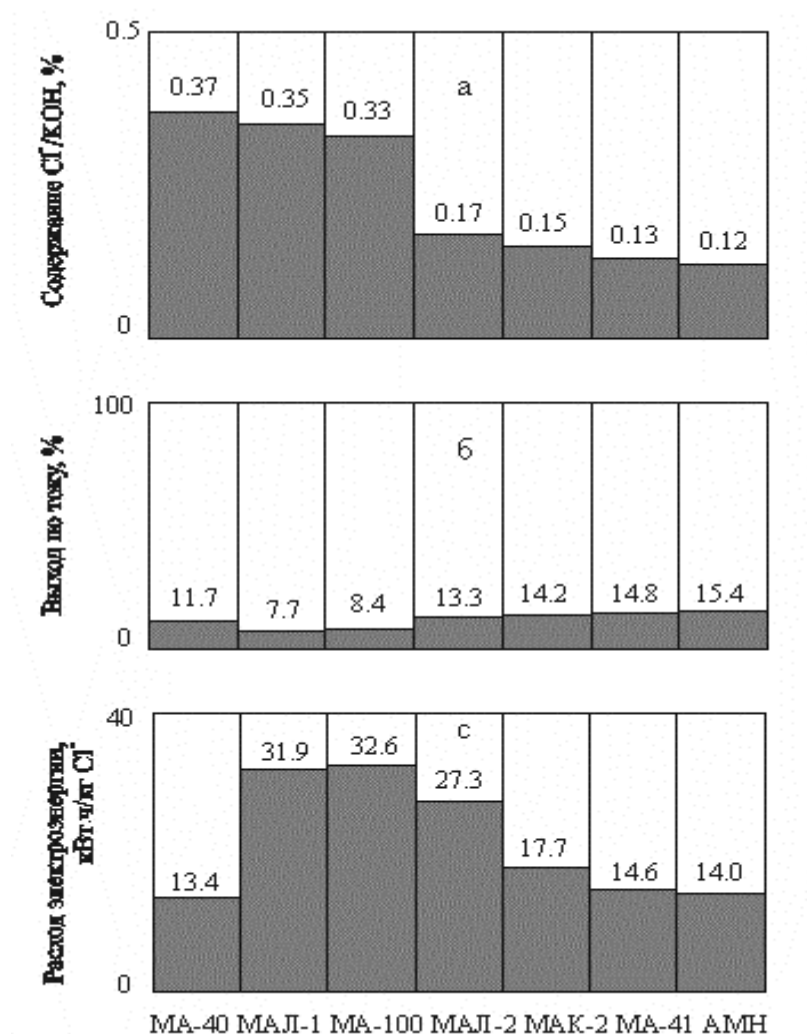
Анолит: МА-40* - 50 г/л HCl; МА-40** - 80 г/л КОН



13 - расм. Католитдаги хлорид ионлари концентрациясини анионалмашиниш мембраналарининг ионалмашинувчи $\text{R}-(\text{CN}_3)_3-\text{N}^+$ гуруҳлари орқали камайиш кинетикаси

Мембраналар: Δ - АМН-PAD; $\times$ - АМН-PES;

● - АМН-PAD 1000 соат электролиздан сўнг



14-расм. Калий гидроксиди эритмасини анионалмашинувчи мембраналар орқали электроэкстракциялашда қолдиқ хлорид ионларини (а) ток (б) ва шартли энергия сарфланишининг(с) диаграммаси

6. Калийли ўғитлар ишлаб чиқиш саноати чиқиндиларини утилизация қилиш

Турли калийли ўғитлар ишлаб чиқариш саноатида кўп миқдорда чиқиндилар ҳосил бўлади. Галургия ва флотация усуллари билан силвинитдан KCl олишда, саноат чиқиндилари-галит чиқиндилари, лой-тузли шламлар ва чанг-газ чиқиндилар ҳосил бўлади.

Силвинит ва карналит маъданларини галургия усули билан қайта ишлашда саноат чиқиндиларидан таркибида $MgCl_2$ ва $CaCl_2$ бўлган концентратияли шелоқ чиқади. Бу чиқиндилар сифатида муҳитни ифлослантирувчи мамба ҳисобланади.

Калий хлардан калий фосфати ва калий сулфант олишади чиқади сифатида водород хлорид ҳосил бўлади.

Баъзи бир калий нитрати ишлаб чиқариш схемаларида қўшимча маҳсулот сифатида хлор чиқади. Бу газлар иқтисодий ва санитария нуқтаи назаридан утилизация (фойдалинилади) қилинади.

Лойли шламлар

Калий корхоналарининг кўп тоннали чиқиндилари сильвинит маданларини бойтишида ҳосил бўладиган лой-тузли шламлардан иборатдир.

Шламнинг сувда эримайдиган қисми алюмосиликатлар, карбонатлар ва сульфатлардан ҳамда KCl ва $NaCl$ нинг нозик дисперс кристаллардан иборат.

Шламнинг суюқ фазаси таркибида 10-11% KCl ва 20-22% $NaCl$ бўлган намоқобдан ҳамда қолган қисми сув бўлиб ва баъзи бир аралашмалардан иборат. Шлам пульпасидаги с:қ нисбати 1,7-2,5 ни ташкил этади.

Суюқ фаза қатик фазадан қийин ажралади, чунки лойли шламлар нозик дисперсли бўлиб, намликни капиляр куч билан ушлаб туради.

Шламсақлагичлар маълум майдонларни эгалаб, ишчи карталар ва сунъий тиндириш тиндириш кўлидан иборат. Сунъий тиндириш кўлидан тиндирилган намақоб ишлаб чиқариш жараёнига қайтарилади.

Шундай қилиб, калий корхоналарининг галийли туз чиқиндилари қатламлари билан бир қаторда шламсақлагичларни ҳам атроф муҳитини ифлослантирувчи катта манба деб қараш лозим.

Ҳозирги вақда шламли чиқиндиларни утилизация муаммоларини ҳал қилиш куйидаги уч асосий йўналишда олиб борилади:

1) Шлам чиқиндилардан аралаш калийли туз олишда фойдаланиш:

Хом-нам бойитилмаган, ўзида калий тутувчи маъдан ўрнига товар ҳолатидаги калий хлорга шлам чиқиндиларини қўшиш таклиф этилади. Лойли шламлар торфли ва қумлоқ ерларда озуклантирувчи ва структура ҳосил қилувчи қўшимчалар сифатида озуклантирувчи ва структура ҳосил қилувчи қўшимчалар сифатида фойдаланиши мумкун.

2) Шламли чиқиндиларни қурилиш материаллари саноатида қўллаш. Бахтга қарши, шламларнинг мураккаб кимёвий таркиби ҳамда уларнинг таркибида хлоридларининг жуда кўплиги уларни қурилиш материаллари саноатида тўғридан-тўғри фойдаланишга имкон бермайди. Лекин, лойли шламларга иссиқлик билан ишлов берилса, қурилиш материалларидан қисман алгопорити, керамика ва ғишт олиш мумкан.

3) Лойли шламлардан буғлаш-қавлаш эритмаларини тайёрлашда фойдаланиш.

Лой ва тузли чиқиндилар биргаликда чиқинди туз йиғилмалари қатламига юборилса, шламсақлагични йўқ қилиш мумкин.

Чиқиндиларни омборгача бирга жойлаштиришнинг зарур шартларидан бири лой-тузли шламларни сувсизлантиришдир. Лой-тузли шламларни 10-12% намликда галит билан биргаликда бўшаган камираларни тўлғазишда фойдаланиш мумкун.

Газ-чангли чиқиндилар

Калий корхоналарининг газ-чангли чиқиндилари қуриштириш бўлимларининг таркибида зарарли компонентлардан KCl , водород хлорид чанги, флотореагентлар буғлари ҳамда аминлар бухлари бор тутунлардан ташкил топган.

Тутунлардан KCl ва $NaCl$ чангларини ҳўл тозалаш боқичида тутишда паст босимда ишлайдиган юқори самарали вентури скруббер аппарати ишлатилади. Унда юқори даражада минералаштирилган ишлаб чиқариш намоқоблари ишлатилади.

Сруббер аппаратларининг фойдали иш коффициенти (КПД) чанг тутишида 98% ни ташкил этса, HCl бўйича 97% дир. Қолган чанг-газлар атмосферанинг ерга яқин қайт чегаранган рухсат мамларига этилган коэффицентга риоя қилган ҳолатда чиқарилади.

Хлорсиз калий ўғитлари олишда калий хлорни кислота билан қайта ишлаш жараёнида сульфат хлоридли калий маъданларини гидротерлик қайта ишлашда қўшимча маҳсулот сифатида ўзида HCl сақлаган газлар, нитрат калий олишда эса Cl_2 ҳосил бўлади.

Чиқинди газлар таркибидаги HCl дан фойдаланишда мақсадга мувофиқ технологик тизим яратиш калий саноати учун муҳим аҳамият касб этади.

Ана шу чиқинди газлар таркибидаги 27,5% HCl сақлаган техник хлорат килотаси олинади.

III боб бўйича хулоса

Калий гидроксидини саноатда олишнинг энг аҳамиятли усули KCl табиий тузларининг сувдаги эритмаларини электролиз қилиб олишдир. Ушбу жараён темир ёки симоб катодларидан ҳамда ионалмашиниш мембраналаридан фойдаланган ҳолда кетади. Симоб катоди билан борадиган жараён амальгамали усул деб номланади.

Ушбу усул хлордан халос қилинган ва жуда тоза бўлган концентрланган калий гидроксид эритмаси олиш имкониятини берди.

Калий гидроксид олишнинг диафрагмали усули эса нисбатан арзон бўлиб, лекин калий гидроксиди таркибида озроқ миқдорда хлор қолиши ҳисобига тоза ҳолдаги маҳсулот олиш имконияти йўқлиги аниқланди.

Бундан ташқариш мембранали электролиз усули ҳам нисбатан тоза ҳолдаги маҳсулот олиш имкониятини берди. Электрохимёвий ишлаб чиқариш қаторидаги энг енгил, қулай усуллардан бири бу симобли катод билан электролиз қилишдир. Ушбу усул билан олинган калий гидроксиди диафрагмали усул билан олинган калий гидроксидига нисбатан сезиларли даражада тоза ҳисобланади.

Мембранали усулнинг экологик хавфсизлик томони шундан иборатки, ювиш учун ишлатилган оқова сувлар тозаланиб яна қайтадан ишлаб чиқаришга қайтарилади, канализацияга ташлаб юборилмайди.

Ушбу усулдан фойдаланишда қуйидаги вазифалар ҳал қилиниши аниқланди: Хлорнинг сиқилиши ва буғланишига барҳам берилади, водород технологик буғ сифатида ишлатилади, хлор ва унинг бирикмаларини атмосферага газсимон модда сифатида чиқиб кетишига йўл қўйилмайди.

УМУМИЙ ХУЛОСАЛАР

1. Таркибида 0,5% Cl⁻/KOH бўлган 55% ли калий гидроксид эритмаси хлорид ионларини икки камерали электролизёрда анионалмашинувчи мембраналар орқали ток кучи ва мембраналар морфологиясига боғлиқ бўлган электроэкстракция қилиш жараёни тадқиқ қилинди.
2. Ишқор эритмасидаги хлорид ионларининг электромиграцияси ток зичлиги 400 А/м² қийматга етганда максимал даражада самарали амалга ошиши аниқланди.
3. Шу нарса аниқландики, тадқиқ қилинган ионалмашинувчи мембраналарнинг хлорид ионларига нисбатан танловчанлиги АМН > МА-41 > МАК-2 > МАЛ-2 > МА-100 > МАЛ-1 > МА-40 лар учун камайиб боради.
4. Кучли асосли анионалмашинувчи АМН, МА-41, МАК-2 ва МАЛ-2 мембраналардан фойдаланилганда ишқорни 0,12 қолдиқ миқдор қолгунча тозалаш мумкинлиги, кучсиз асосли МА-100, МАЛ-1 ва МА-40 мембраналардан фойдаланилганда эса ишқорни қолдиқ миқдор 0,33% Cl⁻/KOH гача тозалаш мумкинлиги аниқланди.

АДАБИЁТЛАР

1. Калия гидрат окиси технический. ТУ ГОСТ 9285-78. – М.: Изд-во стандартов. 1984. 23 с.
2. Калия гидрат окиси технический марки «Раствор» 8212. Паспорт № 243 000 «СОДА-ХЛОРАТ». Березники, 2003.
3. Патент 3681214 США, МПК2 C01B 13/14. Process for producing high-purity alkali hydroxides. Teodor D. Ionescu et al.
4. Watking I.M., McLoney D.E., Nation (R) membranes the chloralkali industry // Symposium Chlorine Technology Venice, Oronzio de Nora, Milano, Italy. 1979. 191 p.
5. Первов Г.Г., Кирдун В.А., Джигитеков С.Ш. Разработка, изготовление и испытание высокоэффективного электродиализатора ЭДА-1500×1000 с широкоформатными мембранами // Современные высокоэффективные методы очистки воды. М., 1984. С.107-114.
6. Под редакцией А.П.Томилова. Прикладная электрохимия / М., 1984. 520 с.
7. Ромашин О.П., Рябов Э.Ф., Кубасов В.Л. Электролиз хлоридов с ионообменной мембраной // Химическая промышленность. 1976. Т5. С.353-356.
8. Бобринская Г.А., Калинина В.П., Лебединская Г.А. Электродиализная конверсия хлорида натрия различных концентраций в кислоту и щелочь // Химия и технология воды. 1989. Т. 11. №10. С.907-909.
9. Коробко В.В. Электродиализная установка для умягчения и деминерализации водопроводной воды // Мембраны и мембранная технология: Тез. докл. II Республик. конф. Киев, 1991. С. 186-187.
10. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Ласков Ю.М., Воронов Ю.В. Очистка производственных сточных вод. М.: Стройиздат, 1985. С.153-155.
11. Мулдер М. Введение в мембранную технологию. М.: Мир, 1999. 518 с.
12. Седнева Т.А., Маслобоев В.А. Электромембранные процессы в технологии титано-ниобатов и нефелина. Отчет о НИР / ИХТРЭМС КНЦ РАН (заключ.)// – ГР 02.960.007004, Апатиты. 1995 . С.159.

13. Ласкорин Б.Н. Ионообменные материалы для процессов гидрометаллургии, очистки сточных вод и водоподготовки. М.:ВНИИХТ, 1989. С.86-92.
14. Калия гидрат окиси технический. ТУ ГОСТ 9285-78. – М.: Изд-во стандартов. 1984. 23 с.
15. Калия гидрат окиси технический марки «Раствор» 8212. Паспорт № 243 000 «СОДА-ХЛОРАТ». Березники, 2003.
16. Watking I.M., McLoney D.E., Nation (R) membranes the chloralkali industry // Symposium Chlorine Technology Venice, Oronzio de Nora, Milano, Italy. 1979. 191 p.
17. Первов Г.Г., Кирдун В.А., Джигитеков С.Ш. Разработка, изготовление и испытание высокоэффективного электродиализатора ЭДА-1500×1000 с широкоформатными мембранами // Современные высокоэффективные методы очистки воды. М., 1984. С.107-114.
18. Прикладная электрохимия / Под редакцией А.П.Томилова. М.,1984. 520 с.
7. Ромашин О.П., Рябов Э.Ф., Кубасов В.Л. Электролиз хлоридов с ионообменной мембраной //Химическая промышленность. 1976. Т5. С.353-356.
19. Бобринская Г.А., Калинина В.П., Лебединская Г.А. Электродиализная конверсия хлорида натрия различных концентраций в кислоту и щелочь // Химия и технология воды. 1989. Т. 11. №10. С.907-909.
20. Железняк Н.И. Сольватация и межмолекулярные взаимодействия в растворах органических гетерофункциональных соединений: автореферат дис. докт. хим. наук Иваново, 2006.-38 с.<http://vavw.isc-ras.ru/dissert/avtoreferats/Geleznyak.pdf>
21. Будников Г.К., Майстренко В.Н., Муринов Ю.И. Вольтамперометрия с модифицированными и ультра-микроэлектродами М.: Наука, 1994.-239 с.
22. Семихина, Л.П. Низкочастотная диэлькометрия жидкостей в слабых вихревых электрических полях: автореферат дис. докт. физ.-мат. наук Тюмень, 2006. - 33 с.<http://213.170.69.26/avtoreferatsemihina.doc>

23. Третьяков Ю.М. Структура воды и теплофизические параметры / Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2006. -114 с.
24. Глебов А.Н., А.Р. Буданов Структурно-динамические свойства водных растворов электролитов // Соросовский образовательный журнал. -1996.-№. 9.
25. Маленков Г.Г. Структура и динамика жидкой воды // Журнал структурной химии. Приложение. 2006. - Т. 47. - С. 5-35.
26. Зеленин Ю.М. Двухкомпонентная модель структуры воды /
//Электронный журнал «Исследований России»
<http://www.ebiblioteka.lt/resursai/Uzsienio%20leidiniai/MFTI/2005/110.pdf>
27. Волошин В.П., Желиговская Е.А., Маленков Г.Г. , Наберухин Ю.И. Структуры сеток водородных связей и динамика молекул воды в конденсированных водных системах // Российский химический журнал. 2001. - Т. XLV. -№. 3. - С. 31-37.
28. Микин В.М., Каргаполов А.В. Изменение ИК-спектра воды при изменении температуры
/.<http://www.irikar.narod.ru/Articles/Our/ir4temperature.htm>
29. Ефимов Ю.Я. Асимметрия молекул H₂O в жидкой фазе и ее следствия // Журнал структурной химии. 2001. - Т. 42. -№ 6. -С. 1122-1132.
30. Назмутдинов Р.Р., Борисевич С.В. Квантово-химическое исследование взаимодействия молекул воды с поверхностью металлических электродов // Электрохимия. 1999 - Т. 35. - №. 10. - С. 1249-1259.
31. Кузнецов А.М. Адсорбция воды на металлических поверхностях / А.М. Кузнецов // Соросовский образовательный журнал. 2000. - Т. 6. -№.5.-С. 45-51.
32. Назмутдинов Р.Р., С.В. Борисевич Некоторые особенности структуры воды в плотной части двойного электрического слоя на ртутном электроде // Электрохимия. 1999. - Т. 35. - №. 10. - С. 1241-1248.
33. Санкин Г.Н., Тесленко В.С. Инерционность изменения электропроводности воды в слабых постоянных магнитных полях // Журнал технической физики. 2000. - Т. 70. - №. 3. - С. 64-65.

34. Акимова Г.П. Изучение анодных процессов в условиях интенсивной вынужденной конвекции: дис. канд. хим. наук / М., 1969. -148 с.
35. Робинсон Р., Стоке Р. Растворы электролитов / М.: Изд-во иностр. лит., 1963. С. 412.
36. Бутырская Е.В., Шапошник В.А., Бутырский А.М. Квантово-химический расчет гидратации солей щелочным металлов. Журнал структурной химии. 2002. - Т. 43. - № 2. - С. 163-166.
37. Крестов Г.А. , Новоселов Н.П., Перелыгин И.С. и др.; отв. ред. Крестов Г.А. Ионная сольватация / М.: «Наука», 1987. - 320 с.
38. Афанасьев В.Н., Зайцев А.А. Особенности структурного состояния растворителя в растворах электролитов // Журнал структурной химии. 2006. - Т. 47. - № 1. - С. 94-101.
39. Карякин А.В., Кривенцова Г.А. Состояние воды в органических и неорганических соединениях (по инфракрасным молекулярным спектрам поглощения). М.: Изд-во «Наука», 1973. - 176 с.
40. Ускова Н.Н. Изучение влияния состава водных растворов и внешних полей на ток заряжения ртутно-пленочного электрода / автореферат дис. канд. хим. наук. Барнаул, 2007. - 23 с.
41. Атанасянц А.Г. Анодное поведение металлов / М.: Metallurgy, 1989. - 150 с.
42. Кудрявцев Н.Т. Электролитические покрытия металлами / М.: Химия, 1979. - 352 с.
43. Зосимович Д.П. Образование поверхностных сплавов и сцепление металлов // Электродные процессы при электроосаждении и растворении металлов. 1978. - С. 58-61.
44. под ред. Дж. Бокриса Современные проблемы электрохимии / М.: Мир, 1971.-450 с.
45. Ваграмян А.Т., Петрова Ю.С. Физико-механические свойства электролитических осадков / М.: Изд-во акад. наук СССР, 1960.- 206 с.
46. под ред. Дж. Бокриса Современные аспекты электрохимии / М.: Мир, 1967.-509 с.

47. Ваграмян А.Т., Соловьева З.А. Методы исследования электроосаждения металлов / М.: Изд-во акад. наук СССР, 1960. - 448 с.
48. Ротинян А.Л., Тихонов К.И., Шошина И.А. Теоретическая электрохимия / Л.: Химия, 1981. - 424с.
49. Плохов В.А., Флеров В.Н. Электрохимическая активность закиси меди в щелочных растворах // Электрохимия. 1985 - Т. 21. - №. 5.- С. 1458-1462.
50. Мансуров Г.Н., Петрий О.А., Недошивин В.П., Блувштейн А.С. Метод резистометрии и электрохимия тонких пленок / ЦИОНТ ПИК ВИНТИ №3. С. 62-110.
51. Қўйиш керак Калий гидроксид ишлаб чиқариш усуллари

Ж.Ҳ.Мардонов, Х.Б.Рахматов, С.Ш.Лутфуллаев

52. Абдуллаев О., Мардонов Ж., Лутфуллаев С. Калий гидроксиддан хлорсиз калийли ўғити олиш кинетик тадқиқотлари. “Ишлаб чиқариш корхоналарининг долзарб муаммоларини ечишда инновацион технологияларнинг аҳамияти”. Республика илмий-техник анжумани. ҚарМИИ, 2013 й., 19-20 апрел. Б. 25.

ИЛОВАЛАР

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Реактивы
КАЛИЯ ГИДРООКСИДГОСТ
24363—80

Технические условия

Reagents. Potassium hydroxide.
SpecificationsМКС 71.040.30
ОКП 26 1142

Дата введения 01.12.80

Настоящий стандарт распространяется на реактив — гидроксид калия, который представляет собой белые чешуйки, гранулы чечевицеобразной формы или куски с кристаллической структурой на изломе; сильно гигроскопичен, хорошо растворим в воде и спирте; быстро поглощает из воздуха углекислоту и воду и постепенно переходит в углекислый калий.

Формула КОН.

Молекулярная масса (по международным атомным массам 1971 г.) — 56,11.

1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.1. Гидроксид калия должна соответствовать требованиям и нормам, указанным в таблице.

Наименование показателя	Норма		
	Химически чистый (х.ч.) ОКП 26 1142 0013	Чистый для анализа (ч.д.а.) СКП 26 1142 0012	Чистый (ч.) ОКП 26 1142 0011
1. Массовая доля гидроксида калия (KOH), %, не менее	86,0	85,0	84,5
2. Массовая доля углекислого калия (K_2CO_3), %, не более	0,6	1,0	1,5
3. Массовая доля хлоридов (Cl), %, не более	0,002	0,004	0,008
4. Массовая доля сульфатов (SO_4), %, не более	0,0005	0,002	0,003
5. Массовая доля кремниевой кислоты (SiO_2), %, не более	0,002	0,002	0,005
6. Массовая доля фосфатов (PO_4), %, не более	0,0002	0,0002	0,001
7. Массовая доля общего азота (N), %, не более	0,0005	0,0005	0,001
8. Массовая доля тяжелых металлов (Ag), %, не более	0,0005	0,0005	0,001
9. Массовая доля железа (Fe), %, не более	0,0005	0,0005	0,001
10. Массовая доля алюминия (Al), %, не более	0,0001	0,0001	0,001
11. Массовая доля кальция (Ca), %, не более	0,001	0,001	0,001

Издание официальное

Перепечатка воспрещена

© Издательство стандартов, 1980
© ИПК Издательство стандартов, 2003