

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Қ. Тұрысов атындағы геология және мұнай-газ ісі институты

Химиялық процестер және өнеркәсіптік экология кафедрасы

Айтақын Жұлдыз Нұрбақытқызы

АҚ «Каустик» жағдайында өнімділігі 45 мың т/жыл тұз қышқылын өндіру  
цехын жобалау

**ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА**

Мамандығы: 5В072000– «Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы»

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Қ. Тұрысов атындағы геология және мұнай-газ ісі институты

Химиялық процестер және өнеркәсіптік экология кафедрасы

**КОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

Химиялық процестер және  
өнеркәсіптік экология  
кафедра меңгерушісі

Кубекова Ш.Н.

2022 ж.



Дипломдық жобаға  
**ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА**

Тақырыбы: «Ақ «Каустик» жағдайында өнімділігі 45 мың т/жыл тұз қышқылын өндіру цехын жобалау»

Мамандығы 5B072000 – «Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы»

Орындаған

Айтақын Ж.Н.

Пікір беруші  
физикалық химия, катализ және  
мұнайхимия кафедрасының  
аға оқытушысы, техн.ғыл.канд

Батырбаева А.А.

«20» 05 2022 ж.

Ғылыми жетекші  
тех. ғыл. канд., доцент,  
ассистент-профессор  
 Мустахимов Б.К.

«18» 05 2022 ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Қ. Тұрысов атындағы геология және мұнай-газ ісі институты

Химиялық процестер және өнеркәсіптік экология кафедрасы

5В072000 – «Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы»

**БЕКІТЕМІН**

Химиялық процестер және  
өнеркәсіптік экология  
кафедра меңгерушісі

Кубекова Ш.Н.

2022 ж.



**Дипломдық жоба орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Айтақын Жұлдыз

Тақырыбы: АҚ «Каустик» жағдайында өнімділігі 45 мың т/жыл тұз қышқылын өндіру цехын жобалау

Университет Ректорының 2021 жылғы "24" желтоқсан №«489-П/Ө» бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: 27.05.2022 жыл.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

- а) Тұз қышқылын алу технологиясының әдебиеттік шолуы;
- ә) Тұз қышқылын алу өндірісінің бас жоспары;
- б) Тұз қышқылын алу өндірісінің технологиялық есептеулері;
- в) Тұз қышқылын алу өндірісінің қорытынды тұжырымдары.

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі керек)

Сызбалық материалдар слайдпен көрсетілген


Ұсынылатын негізгі әдебиет

1. Тойбаев Ы.К., Жұбанов Қ.А. Химиялық технология негіздері. А. : Дәуір, 2011, 296 б.
2. Крашенинников С.А. Технология соды. М.: Химия, 1988. 271 с.
3. Бесков В.С. Химическая технология.-М. : Акадетика, 2005, 452с.


Дипломдық жобаны дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлім атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімі	Ескерту
Тұз қышқылын алу технологиясының әдебиеттік шолуы	31.02.2022	
Тұз қышқылын алу өндірісінің бас жоспары мен технологиялық есептеулері	01.03.2022	
Тұз қышқылын алу өндірісінің қорытынды тұжырымдары	29.04.2022	

Дипломдық жоба бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушысының аяқталған жобаға қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолтаңба
Нормалық бақылаушы	Далбанбай А., сениор-лектор, магистр	11.05.2022	

Ғылыми жетекші  Б.К. Мустахимов

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  Ж.Н. Айтақын

Күні «13» 05 2022 ж.

## АҢДАТПА

«АҚ «Каустик» жағдайында өнімділігі 45 мың т/жыл тұз қышқылын өндіру цехын жобалау» атты дипломдық жобада, тұз қышқылын алу өндірістерінің теориялық негіздері мен технологиялық схемалары, оларды алудың әртүрлі жолдары қарастырылған. Атап айтқанда, синтетикалық тұз қышқын алудың әдебишолуы және технологиялық сызбалары, тұз қышқылын алудың технологиялық есептеулері көрсетілген.

## **АННОТАЦИЯ**

В дипломной работе "Проектирование цеха по производству соляной кислоты производительностью 45 тыс. т/год в условиях АО «Каустик»" предусмотрены теоретические основы и технологические схемы производства соляной кислоты, различные способы их получения. В частности, представлены литературные обзоры и технологические схемы получения синтетической соляной кислоты, технологические расчеты получения соляной кислоты.

## **ANNOTATION**

The thesis "Design of the plant for the production of hydrochloric acid with a capacity of 45 thousand tons/year in the conditions of JSC «Caustic»" provides theoretical foundations and technological schemes of hydrochloric acid production, various methods for their production. In particular, the literature reviews and technological schemes of obtaining synthetic hydrochloric acid, technological calculations of obtaining hydrochloric acid are presented.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Тұз қышқылының өндірісі	10
1.1 Тұз қышқылын өндіру және қолданылу	10
1.2 Натрий хлоридінің электролизі негізі	10
1.3 Синтетикалық тұз қышқылын өндіру	14
1.4 Реактивтік тұз қышқылын өндіру	20
2 Бас жоспар	23
3 Өндірістің технологиялық бөлімі	24
3.1 Технологиялық есептеулер	25
Қорытынды	30
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	31



## КІРІСПЕ

Қазіргі кезде хлорсутек газының су негізіндегі немесе сулы ерітіндісін тұз қышқылы депатайды. Бұрын тұз қышқылын ас тұзына күкірт қышқылын қосу үдерісі арқылы алған, сол уақыттан бастап оны «тұз» қышқылы деп атаған. Көп уақыт бойы бұл өндіру әдісі жалғыз болған және оған сульфаттық әдіс деген атау берілген. Осыдан кейін электрохимиялық процестер өсу барысында өнеркәсіпте хлор және сутектен синтетикалық хлорлы сутек алу әдісін қолданған. Органикалық синтездің дамуы барысында, органикалық заттарды хлорлау үдерісінде қосалқы өнім ретінде ауқымды көлемде хлорлы сутек бөлініп шыққан. Осы бөлінген хлорлы сутек пайдалануда және тұз қышқылы алудың жаңа әдістерін қажететті. Осыған әдіске байланысты, тұз қышқылы өндірістің белгілі даму кезеңде осы екіүрдістің маңызы жоғалды. Органикалық қосылыстардың хлорлау өнімдерінен тұз қышқылын бөліп алу әдісі кең қолданбағанан, өйткені хлорлы сутек және одан алынатын HCl көп мөлшерде ласты болған. Сол себепті, қазіргі таңда тұз қышқылының барлық атақ әдістерінен практикада тікелей синтездеу үрдісі қолданылады

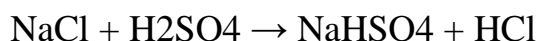
Өндірісте көлемі мен қолданылуы жағынан тұз қышқылы күкірт пен азот қышқылынан кейін үшінші орынды алады. Тұз қышқылы мырыш, кальций, барий, аммоний хлоридтері мен мынадай органикалық заттарды : синтетикалық каучук (хлоропрен), дифениламин, анилин, бояулар сияқты заттар алу үшін, майлар мен тоң майларды сабындау кезінде көп қолданылады. Ол гидролитикалық үдерістерде (крахмал, целлюлоза гидролизі); гидрометаллуркиялық үрдістерінде; гальванопластикада; мұнай алу үдерісінде, скважина дебитін жоғарлатуда; желім және желатин, қант, активирленген көмір өндіруде; мата мен тері илеуде және бояуларында кең қолданылады . Органикалық синтезінде ацетиленнен, синтетикалық камфордан және т.б. заттардан  $C_2H_5Cl$ ,  $CH_2CHCl$ - ды алу мақсатында әртүрлі органикалық қосылыстарды гидрохлорлау тәсілдерін де сұйық және газ тәрізді хлорлы сутек кең пайдаланылады. Тұз қышқылы сонымен қатар көптеген басқа химиялық заттарды жасауда және дезинфекциялаушы және слимицид ретінде, қағаз қорында шламның өсуіне жол бермейтін химиялық қосылыс ретінде қолданылады

Дипломдық жобада «АҚ Каустик жағдайында өнімділігі 45 мың т/жыл тұз қышқылын өндіру цехын жобалау» қарастырылған.

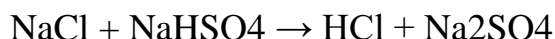
# 1 ТҰЗ ҚЫШҚЫЛЫНЫҢ ӨНДІРІС

## 1.1 Тұз қышқылының өндірісі және қолданылуы

Тұз қышқылын газ тәрізді хлорлы сутектерді суда еріту арқылы алынады. Хлорлы сутекті хлорда сутекті жағумен алады. Зертханалық жағдайларда Джабир ибн Хайян (латын: Гебер) мен парсы дәрігері және алхимигі Абу Бакр әл-Разиһ құрастырылған үрдіс қолданылады, яғни HCl күкірт қышқылының натрий хлоридімен әрекеттесуі арқылы түзілуі мүмкін:



Бұл реакция бөлме температурасында жүреді. Генераторда NaCl қалса және ол 200 °C-тан жоғары қыздырылса, реакция одан әрі жалғасады:



Мұндай генераторлар жұмыс істеуі үшін реагенттер құрғақ болуы керек.

Хлор сутек күшті коррозиялық қасиеттерге ие, күшті, тітіркендіргіш иісі бар және түссізден ақшыл сарыға дейін.

Тамақ өнеркәсібінде тұз қышқылы дәмді жақсартуға және бұзылуды азайтуға көмектесетін соустарда, көкөніс шырындарында және консервілерде қышқылдандырғыш ретінде қолданылады.

Тұз қышқылы – улы зат болып табылады. Ауыз қуысына, тамаққа, өңешке және асқазанға түскен жағдайда ауыр зақым келтіруі мүмкін. Теріге түскенде қатты күйдіруге алып келеді Тұз қышқылымен жұмыс істегенде бумен респираторлар, резеңке қолғаптар, шашыратқыш көзілдірік және бет қалқандары сияқты жеке қорғаныс құралдарын (ЖҚК) пайдалану керек.

Металдан жасалған ыдыстар коррозиялық қасиетіне байланысты тұз қышқылын сақтауда жарамсыз келеді. Пластикалық ыдыстарды, мысалы, ПВХ-дан алынған ыдыстарды, әдетте, тұз қышқылын сақтауда қолдануға болады.

## 1.2 Натрий хлоридінің электролизі негізі

Электролиз - бұл балқытылған немесе қолайлы еріткіште еріген иондық зат арқылы тұрақты электр тогының өтуі. Бұл электродтардағы химиялық реакцияларға және материалдардың бөлінуіне әкеледі

Артықшылықтары: алынатын өнімнің тазалығы, қоспаларды бөлу қасиеті, бірнеше бағалы өнім алуға мүмкіндік туғызады. Сонымен қатар кемшіліктері: қымбат, электро энергиясының көп мөлшерде шығындалуы, электрохимиялық үрдістер арқылы- неорганикалық қышқылдар, хлор, сутегі, сілті ,металдар алынады.

Электролиздің негізгі процесі деп токтың әсерінен электрондарды алу не болмас қосу арқылы атомдар мен иондардың алмасуын атайды. Қажетті электролиз өнімдері көбінесе электролиттен басқа физикалық күйде болады және физикалық процестермен (мысалы, электрод үстінде газды жинау немесе электролиттен өнімді тұндыру арқылы) жойылуы мүмкін. Электрохимиялық реакциялар-электролизер деген аппараттарда өтеді. Онда электролиттің көмегімен, ток бірқалыпты анодтан катодқа беріліп отырады. Анодта қышқылдану үрдісі, катодта қалпына келтіру үрдісі жүреді.

Электрохимиялық реакция өте күрделі процесс болып табылады. Олардың бағытталуы температурасымен, электрод құрлысымен, потенциалдық көлемімен анықталынады. Электролиз барысында ең алдымен потенциалы төмен иондарға разрядталады. Тең дәрежелі электродтың потенциалы келесі реакцияға тән және электрод құрамына тәуелсіз болады. Өндіріс жағдайында бұл реакцияларды, тек қана электр энергиясын қажет ететін жұмыстар кезінде қолданады.

Электрдің шығыны потенциал секірісіне тәуелді болып келеді. Осындай секірістер электрод пен электролит шекарасында пайда болады. Егер де электродтық реакция қайтымды тепе - теңдіктегі жағдайда өтетін болса, электрод - электролит аралығындағы потенциал секірісі тепе-теңдік потенциалы деп аталынады. Тепе-теңдік потенциалы реакцияның басталуына мүмкіндік туғызатын секірісті орындайды. Реакцияға түсетін реактің әр қайсысының активтігі бірге тең деп алсақ, онда тепе-теңдік потенциалын стандартты потенциал деп атаймыз. Жалпы жағдайларды ескеріп, Нерст теңдеуін қолдану арқылы, анықтамалықтан стандартты потенциал мәнін алсақ, тепе теңдік потенциалын анықтай аламыз.

Анод пен катодтағы тепе-теңдік потенциал мәнін ыдырау кернеуі деп атаймыз. Дәл осы процесте, яғни ток нөлге дейін жақындағанда электролиз үрдісі жүреді. Кернеудегі электролиздің жүруіне қажет ең кіші мән, анод пен катод потенциалдарының айырмашылығымен анықталады. Бірақ өндірістік жағдайда одан жоғары потенциалдарда процесс жүреді. Электрод потенциалынан тепе-теңдік мәні төмен болса, ол дегеніміз электрод потенциалы. Электролит пен электрод потенциалдарының айырмашылығын практикалық жүзінде анықтай алмаймыз, тек оны берілген стандарт потенциал мен потенциалды салыстырып анықтайды. Тепе-теңдіктегі потенциалы мен электролит потенциал айырмашылықтарын кернеудің артық мәні арқылы анықтауға болады.  $\Delta E = \varphi - \varphi_P$ . Көлемі электрод жасалған материалдарға тікелей байланысты. Температура көтерілген жағдайда, артық кернеу мәні кемиді. Температурасы жоғары болғанда, кернеудің артық мөлшері артады. Реакцияны жүргізу үшін ол қажетті энергияға тура пропорционалды.

Электролиз реакциясының жүру кезеңдері:

- электродқа реакцияға түсуші реагенттерді беру арқылы, өнімді бөліп алу;
- электродтағы электрод пен ион арасындағы орын ауыстыруы;
- электродта жүретін екіншілік реакциялар.

Реакцияның бір қалыпты жылдамдықпен жүруі үшін әр кезеңде қажет мөлшерде электр энергиясын беру керек. Бірінші кезеңде ол полиризация концентрациясына тура пропорционалды. Бір өнімді алуға кететін энергия шығыны – өнімді алу үшін қажет электролиз кернеуіне кері пропорционал емес.

Мысал ретінде хлор мен сілтінің және сутектің біріктіре алынуындағы электрохимиялық үдерісті қарастырайық:

– Балқытылған NaCl электролизи

Егер натрий хлориді балқытылған болса (801 °С жоғары), балқымаға екі электрод салынып, балқытылған тұз арқылы электр тогы өткізілсе, онда электродтарда химиялық реакциялар жүреді.

Балқытылған натрий хлоридіне арналған электролиздік ұяшық. Балқытылған NaCl-ден металдық натрий мен хлор газын алуға арналған коммерциялық электролиздік ұяшық. Сұйық натрий катодтың үстіндегі балқыманың жоғарғы жағына қалқып шығады және сақтау резервуарына ағызылады. Анод үстіндегі балқымадан хлор газы көпіршіктері шығады.

Натрий иондары катодқа ауысады, онда электрондар балқымаға еніп, натрий металына дейін тотықсызданады. Хлорид иондары басқа жолмен, анодқа қарай жылжиды. Олар электрондарын анодқа беріп, хлор газына дейін тотығады.

Жалпы реакция натрий хлоридінің оның элементтеріне ыдырауы болып табылады:  $2\text{NaCl} \rightarrow 2\text{Na(s)} + \text{Cl}_2(\text{g})$

Натрий хлоридтерінің электролизи кезінде хлорды, калий гидроксидін, натрий гидроксидін және сутегін алуға болады. Осы заттардың барлығы да шаруашылыққа қажетті, құнды өнімдер болып табылады. Бейорганикалық өнімдердің ішінде каустикалық сода өндіру төртінші орында болса, хлорды өндіру бесінші орынды орналасқан. 1 тонна хлор алуда қосымша тағы 1,126 тонна натрий гидроксидін және 0,0276 тонна сутегін алады. Бұл сандардың мәні көрсетілгендей, хлор электролизінің өндірісі дамуы түрде хлор мен сілтінің қамтылуымен байланысты болады. Келесідегідей баланс табылған. Электрохимиялық үрдіс арқылы 98% хлор және 97% каустикалық сода алуға болады.

Өндірісте натрий гидроксиді, хлор және сутегі алудың екі үрдісін қолданады: диафрагмалы-электролизердің қатты болатта катод пен кеуекті асбесті диафрагмалар қолданылады. Нәтиже бойынша 42-50% натрий гидроксиді ерітіндісінің тауарлы өнімі түзіледі. Құрылымында 2-4% NaCl бар, одан натрий гидроксидінің ерітіндісі, тауарлық концентрациясы 42-50% және сынапты электролизерден қозғалмалы сынапты катод пен қоспасыз натрий хлоридінің өнімі алынады.

Екі өндірістегі сутегі мен хлордың қасиеті бірдей, брақ каустикалық соданың қасиеті басқаша болады. Диафрагмалық электролиз кезінде сілті сульфатпен, тұзбен және тағы басқа қоспалар арқылы алынады, ол табиғи шикізаттың құрамында болады. Бұндай өнімдер барлық жердегі өндіріске жарамайды. Жоғары сапалы каустикалық сода сынапты электролиздің барысын да алынады. Бірақта осы әдіс диафрагмалы әдістермен салыстырғасқ

экономикалық жағынан тиімді емес, экологиялық жағынан және үлкен капиталды шығынды қажет етеді. Себебі сынаптың көптеген мөлшері шығындалады.

Сол себепті кәзіргі таңда бірінші әдіс дамытылып жатыр. Мембраналық немесе конселективті электролиз. Бұл тәсіл қатты катодпен электролиздің барлық қасиетерін сақтайды, бірақ диафрагма пайдаланылады. Бұл каустикалық соданың түзілуі жоғары сапалырақ болады.

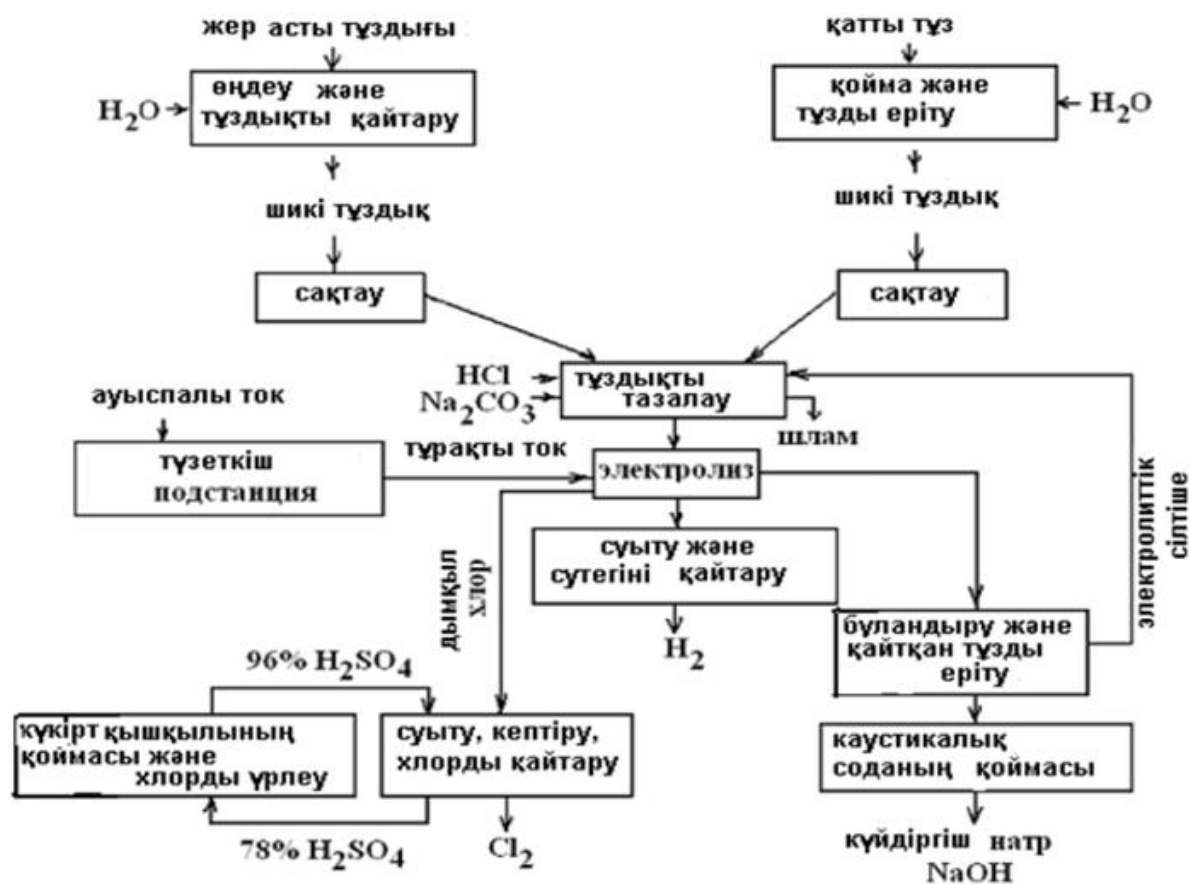
Қалыпты ортада (Cl) хлор өткір иісті, сары жасыл түсті газ. Тығыздығы 4,21 кг/м<sup>3</sup>, қайнау температурасы -34,1°С, қату температурасы-102,0 °С. Хлор органикалық еріткіштерде және суда ериді және жоғары химиялық активті болып табылады.

Каустикалық соданың негізгі шығарылуы 43,5-49% түрде бес марка бойынша шығарылады: А, Б, В, Г, Д.

Қатты күйдіргіш натр екі түрде шығарылады: А және Б. Қатты каустикалық болат барабандарда көп уақыт сақталынады және оның сапасы жақсы болады.

Сутегі – түссіз, иіссіз газ. Тығыздығы 0,0889кг/м<sup>3</sup>,балқу температурасы 242,9 °С, критикалық температурасы 339,9°С, критикалық қысым шамасы 13,1 атм-ға тең.

Сығылып алынған сутегі болаттан жасалған ыдыста сақталады. Өндіру аппаратының схемасы 1 суретте ұқсас электрохимиялық өндірістің сұлбасы көрсетілген.



1 сурет - Электрохимиялық өндірістің сұлбасы

Натрий гидроксиді мен хлордың өндірісі, натрий хлоридінің сулы ерітіндісінен жалпы біртект кешенді өндіріс, ол өзіне келесі үрдістерді қосады:

- Тұздықты дайындау мен тазалау. Бұл кезеңде қатты тұзды ерітіп және магний мен кальций катиондарынан тұздықты бөліп алады. Дайындалған тұздықты электрлизге жібереді;

- Электрлитті сілтінің булануы. Бұл кезеңде күйдіргіш натр, натрий хлоридінің әлсіз ерітінділерін электролиз барысында алынған, буландырдыру арқылы тауарлы концентрациясыға дейін жеткізеді. Бөлініп шыққан тұзды ерітіндіден бөліп, суда ерітіп сосын келесі жаңа дайындалған тұздыққа қосады;

- Сульфаттың бөлінуі. Бұл кезеңде натрий хлориді бөлінеді және құрамында жоғары массада болған сульфаттарды электролиттік буландырудан алынады. Натрий сульфатын тұздан алады. Тазаланып алынған тұз ерітіндісін келесі тұздық дайындау үдерісіне жібереді;

- Хлорлы ерітіндіні суытып және кептіріп алу;

- Сутегіні суытып алып және кептіріп алу.

Жалпы шикізаттың қолданылу және оны дайындалу әдістерінің нақты сұлбасы, тікелей негізгі өндіруде схемасына байланысты- электролиз, электролизерлерді темір немесе сынапты катодтапен жүргізуіге міндетті болып келеді.

Жер асты тұздық қоспаларын скважиналардан алынып, арнайы жинақтардан тазалау үрдісіне тасымалдайды. Қатты тұзды тауар ретінде қоймада ұстайды. Сол жерде оны ерітіп алып, тұздықтарын да тазалайды.

Электролиздік цехтан электролиттік сілтіні буландыру цехына дейін Тасымалданады кейін оны 39-50% түрде алып ерітіндіге қоймаға жіберледі. Электролиз әдісінде сулы хлорды кептіру бөліміне жіберіп, кейін компрессор арқылы цех тұтынушыларға дейін тасымалданылады. Үрдіс қосымша өнімнің сутегі суытылғаннан кейін су күйінде тұтынуға жіберледі. Тұрақты ток электролиз үшін арналған. Электролизерлерге жинақталаынып өндірістің аумағында орналасқан олар айналдырылып подстанцияларымен бірге болады.

### **1.3 Синтетикалық тұз қышқылының өндірісі**

Синтетикалық тұз қышқылын процесінде шикізат ретінде хлор мен сутегі және су пайдаланылады. Сутекті каустикті сода мен хлор өндірісі үрдісінде диафрагмендік, сынапты немесе жарғақты (мембраналы) тәсілмен алады. Техникалық өнімнің құрамындағы сутек көлемі 99 пайызды құраса, оттегінің құрамы 0,2-0,6% мөлшерде. Сынаптық үрдіспен натрий хлоридін электролиз үдерісі арқылы алынған сутегіні қолданып келеді, сонда сынаптың көлемі 0,01мг/м<sup>3</sup> артық болмауы керек.

Синетикалық тұз қышқылын алуда конденсация кезеңіндегі абгазды газды, электролиттік хлор, сонымен бірге буланған хлор қолданылады, жалпы құрамы келесі 1-кестеде көрсетілген.

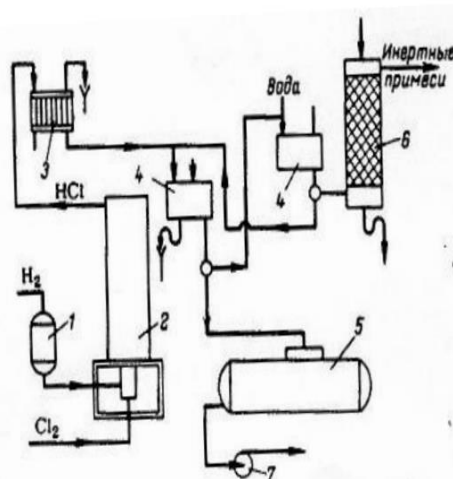
Хлор мен сутектен хлорлы сутекті синтездеуді синтездеу пешінде – тік 1X18Н9Т тоттанбайтын болаттан жасалынған цилиндр аппаратта жүзеге асады. Пеш шілтерден, арнайы тіректік құралымнан, тұтандыру және бақылау лючкаларынан және қарастырғыш жүктесіктерден құралған. Пештің түбі диабазамен футерован. Пештің жалпы диаметрі 2м және биіктігі шамамен 9 м болғанда пештің өнімділік көлемі 20т/сағ.

1 Кесте - Хлор құрамы

Хлор	Cl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Ылғал мөлшері
Абгазды	40-90	4	-	-
Электролиттік (диафрагменді электролиз)	95	0,4	1,5	0,035
Электролиттік (сынапты электролиз)	85	1,8	1,5	0,012
Буланған	99,8	-	-	0,05 (%)

Бақылау жүктесіктері алау түсін қадағалауға арналған болса, тұтандырғыштар – пешті тұтандыру үшін арналған. Бұл сутекті коллекторға резеңше шлангамен жалғанған шілтерлер арқылы жүзеге асырылады. Сутегі жанғаннан соң пештің негізгі шілтерлеріне хлор жіберіледі.

Хлорлы сутекті синтездеу үрдісінде жылу бөлінеді және жарқырауық алау түзіледі. Синтездеуші пештердің барлығы сутектік режимде жұмыс атқарады. Cl<sub>2</sub>:H<sub>2</sub>= 1:(1,03-1,1) тең. Пеш қысымы жоғары (2.9×10<sup>5</sup> Па) болады, бұл деген ауаның ену мүмкіндігін туғызбайды, демек осының арқасында жарылыс қаупі бар пеште сутегі және оттегінің бөлінуін жүргізбейді.



1) отты бөгеттеуіш, 2) HCl синтездеу пеші, 3) тоңазытқыш, 4) изотермиялық абсорберлер, 5) тұз қышқылы сыйымдылығы, 6) санитарлық мұнара, 7) сорғы

2 сурет - Синтетикалық тұз қышқылын өндіру схемасы

Пешті іске қосар алдын да және сутекті коммуникацияларды азотпен үрленеді. Дыбыстық сигнализациялар сутегі мен хлордың қысым азайған кезде ойнайды. Синтездеу пешінің алдында хлор және сутегі линияларында диафрагмалар құрастырылады. Хлор мен сутектің шығын ДПМК100 типтік аспаптары көмегімен өлшенеді. Жарылыстық жарғақтар (мембрана) мырышталған паронитті төсемелі темірден жасалады.

Электролиттік немесе абгазды хлордың көлемі  $15.9 \times 10^5$  Па аз емес қысым әсерінен синтездеу пештерінің құбыр өткізгіштеріне келіп түседі. Сутегі алдын ала компримирленеді және  $15,6 \times 10^5$  Па аз емес қысым мөлшерінде тізбектеліп ерітінді ажыратқышқа, содан кейін суды жоятын конденсаторға өтеді және от бөгеттеуіш арқылы синтездеу пешіне барып түседі. Сықағыштық коллектор сутегіні соратын коллекторларды жалғайтын мойындар арқылы реттегіш клапан жалғанған, ол сықағыштың желідегі артық сутегін сору үшін компрессорларына қалдырады, осы арқылы берілістік желідегі сутегінің бірқалыпты қысымы ұсталынып отырады.

Синтездеу пеші арқылы  $450^\circ\text{C}$  температура да хлорлы сутегі бөлінеді, өзінің қоршаған ортасына табиғи жылу берілістік есеп көмегімен құбырөткізгіште мұздатылаып, әр пеш арқылы бір-бірден орнатылған мұздатқыштарға бағытталады. Мұздатқыштарда газ  $30-45^\circ\text{C}$  температураға жеткенше өнеркәсіптік сулармен мұздатылады. Оны ары қарай құбырөткізгіш бойымен изотермиялық абсорберлерге  $4_1$  және  $4_2$  қарай бағытталады.

Жалғастықтардың бірі арқылы  $4_2$  изотермиялық абсорберлерге тұзсызданған ерітінді жіберіледі, екіншісінің көмегімен – абсорберді қышқылы  $350-400^\circ\text{C}$  температура мөлшерінде және 32% концентрацияда ерітінді жіктегішке барады. Ары қарай әрі қышқыл жалпы қышқылдық коллекторға және қоймалық сыйымдылыққа қарай бағытталады, ал газдар  $4_{II}$  абсорберге бағытталады. Мұнда сұйытылған тұз қышқылы түзіледі. Қышқыл  $4_1$  абсорберді ылғалдандыруға берілген болма, газ – сағалық мұнараға апарылады, мұнда газды хлорлы сутектен тазалау үшін жуу әдісі жасалынады.

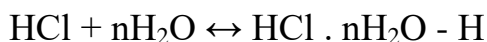
$0,09-0,29\%$  HCl құрамы бар ақаба суларды қышқылдық канализацияларға құйылады. Ары қарай бұлар қышқыл ағындардан бейтараптандыру станцияларына дейін бағытталады. Инертті газдар, яғни азот, сутегі, көміртек дикосиді атмосфераға жіберледі. Қоймалық-сыйымдылықтан хлорсутек өзіндік ағуымен құйылмалы құбырларға келеді және бөтелкелерге полиэтилендік ыдыстарға, бөшкелерге құйылады. Тұз қышқылына арналған ыдыстар төмендегідей өңдеулерден өтеді: оларды ең алдымен табандықтарға орнатылып, сумен жуылады, бумен қыздырылып, содан кейін қаптамалау үдерісіне түседі де, олар тұз қышқылын алу бөліміне бағытталады.

Қосымша қондырғылар төменгідей сипаттамаларға ие. Отқа қарсы бөгеттегіш–сфералы түбі және бұрандалы қақпағы, болат цилиндрлі аппарат. Өлшем бірліктері 2-4мм қиыршықталған қиыршық тастан құрастырылған саптамалармен толтырылған. Мұздатқыш қарсты тоқты және пластинкалы. Жылу алмастыру бетінің көлемі  $10-22\text{м}^2$ . Изотермиялық мұздатқыш – графиттен құрастырылады. Сағалық тірек – диабазалық бетті тақталармен



қоршалған цилиндрлік жабдық. Тұз қышқылына арналған сыйымдылықтар (50м<sup>3</sup>) -сфералық түп және бұрандалы алынатын бет, болат цилиндр орналасады.

Хлорлы сутектің абсорбциясы үдерісінің физика-химиялық негіздері. Хлорлы сутектің судағы абсорбциясы хлорлы сутектің гидратының бөлінуінің және олардың суда еруінің гетерогенді қайтымды экзотермиялық үдерісімен сипатталады.



Хлор сутек абсорбциясының (ерігіштігі) жылулық эффектісі  $n$  нің шамасына бағынышты, демек HCl дың бөлінуі концентрацияға бағынышты немесе көлемі жоқ сұйылтуда 74,9 кДж/моль болады.

Абсорбция үрдісінің тепе-теңдіктегі жағдайы абсорбцияланатын газдағы HCl-дың концентрациясыға және температураға туәелсіз емес. Бірінші сызбаға сай, абсорбцияның дәрежесі газдағы HCl-дың концентрациясының жоғарылауымен көтеріледі және бөлінетін тұз қышқылдарының концентрациясы жоғарлайды. Сол себепті абсорбцияның құрамында 90%-дан жоғары емес хлорлы сутегі бар газды бағыттап береді.

Абсорбция үрдісі кезінде жүйе арқылы жылу бөлінусіз тұз қышқылының концентрациясын аеотропқа тең (20,2%) концентрациядан үлкен бола алмайды (2 сурет). Жоғары концентрациядағы қышқылды бөлу үшін абсорбцияның артық шамасындағы жылуы жүйеден бөлінуі қажет. Ол үрдіс екі сатымен жүреді :

- жылудың қоршаған ортаға шығарылуымен (изотермия процесі);
- үрдісті адиабаттық кезде жүруімен, демек жүйе ішіндегі жылудың суды буландыруға және қышқыл концентрациясын арттыру қолданылатын жағдайда (адиабаттық абсорбциясы).

Бірінші тәсілді қамтамасыз ету деген аса қиын, оның себебі ол коррозияда активті сұйықпен біріге жұмыс жасайтын, үлкен суыта алатын ауданы бар жылу кезектесу аппаратурасын міндеттейді. Сол себепті А.М. Гаспарянның өндірген адиабаттық абсорбция үрдісі кең қолданады. Бұл үрдіс арқылы шикізат қоры ретінде 75%-ды хлор мен 94,8%-ды сутекті пайдалану арқылы концентрациясы 32,8%-ке шамалас бола алатын тұз қышқылын бөліп алуға болады.

Изотермиялық абсорбция үрдісін жоғары концентрацияланған шектелген масштабтарына (39-40%) хлор сутекті түзу үшін пайдаланады.

Абсорбция үрдісін өткізу үшін аппаратураларға арналған материалдар түрінде шайыр, сіңірілген ағаш, жаратынды қышқылға шыдамды тастар түрлері гранит, песчаник пен эмаль, балқытылған кварц, керамика, графолит, графит және графиттен және фенол- формальдегид жылуөткізгішті материал шайырыдан тұратын және пластикадан жасалған массаның түрлері найлон, винипласт, полиэтилендер, фаолит, фторопласттар. Олардан құрастырылған абсорбердің кіші габариттерінен және жеңілдігінен айшықталады. Тірек құралдарды, қышқылдық өткізгіштерді, насостарды арқаруға темір мен кремний балқыма ретінде пайдаланылады.

Мұздату арқылы өтетін хлор сутектің абсорбциясы. Хлор сутекті ылғалдандыру үшін абсорбциялық қондырғылар гидратациялық үдерісі (1) жылудың барлығын бұруды қамтамасыз ете алу қажет.

Әдетте бірінші үдерісте газдың ұзындау өткізгіш арқылы және керамикадан жасалған мұздатқышта мұздатылады. Мұздатуды газды кептірумен біріктіреді, яғни жоғары жағдайдағы концентрациялы тұз қышқылын қорытып алуға мүмкіндік туғызады. Кептіру үдерісі насадқалы қондырғыларда өткізеді, күкірт қышқылының ылғал конденсацияланады және буы сонымен бірге сульфат өндіретін пештер арқылы түзілетін сульфат шандары ұсталынынады. Басқа орталарда мұнара ішіндегі газдың концентрленген күкірт қышқылы арқылы құрғатып алады.

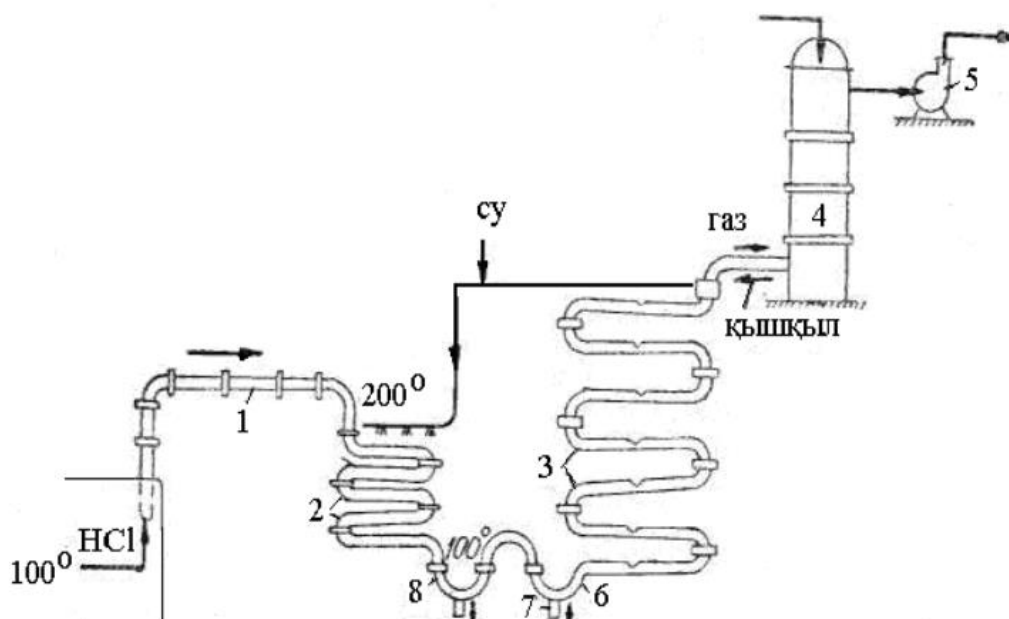
Синтездеу пеші арқылы бөлінген синтетикалық тұз қышқылы графолидтенген немесе кварцтанған қондырғыдан жасалған мұздатқыштар ішінде суыту үрдісі жүреді. 38-40<sup>0</sup> С-қа жеткенше мұздатылады да 36%-ды хлорлы сутек – конденсат түзіліп шығады. Салқын газ су арқылы абсорбция үрдісіне беріледі. Газ абсорбциясының насадқалы фаолитті және керамикалық, футерленген болатты қондырғыларда өткізіледі. Газ кезек- кезек екі мұнара ішінен өтеді. Екінші қондырғыны сумен ылғалдандырып біріншісі арқылы дайын хлор сутегін бөліп алады. Соңғы сатыдан түзілген газ керамикалық желдеткіштен атмосфераға жайылады. Сульфатты пештерден түзілген газ өзіне сіңірген уақытта оның құрамында кездесетін күкірт қышқылды тұман барлық сатылар арқылы жүреді және толық емес конденсация үрдісі жүреді. Әр қондырғыда қышқылдық ортадан тепкіш керамикалық насостар арқылы араластырылады. Абсорбция үрдісінде түзілетін жылу қондырғысында төмен орналасқан. Графолидті мұздатқыштар немесе керамикалық жыланиректтер арқылы шығарылады, ол жерде қышқылдың айналу үрдісі өтеді. Ұзын түтіктерден ағым мұздай су бар резервуарларға жіберілген. Басқа да елдерде тұз қышқылы ылғалдандыру үшін кварц пен графолидті мұздатқыштармен абсорберлермен қамтамасыз етілген қондырғылар көптеп таралған.

Кварцты мұздатқыштар өлшемі 2 м, ішкі диаметрі 0,2 м болып келетін S-өлшемді мұналардан тұрады (екінші атауы «интегралдар»). Мұздатқыштар кезектесе қарама-қарсы бетке біріктіріледі және жоғары жағынан сумен ылғалдандырады. Абсорберлер де мұздатқыштар да біріктіріледі және тағы да сырттан сумен ылғалдандырады. Үстіңгі абсорберге төмендегі абсорберге ағатын су (әлсіз хлор сутек) өткізіледі.

Абсорбердің төгінді басында баспалдақ бар. Ал ол абсорбер үдерісі ішіндегі сұйықтың шамасын көрсетеді. Бөлінген газ астыңғы абсорберге беріледі де, сұйықтыққа қарама-қарсы ағын арқылы қозғалады. Абсорбер мұнарасының жоғары жағында пережим арқылы газ сұйықпен жақсы араласуға мүмкіндік туғызады. Бұлар графолидтен жасалынған.

3 суретте синтетикалық тұз қышқылын мұздату және абсорбцияға арналған қондырғының сұлбасы көрсетілген. 1000<sup>0</sup>С температурасы арқылы газ синтез пешінен газ өткізгіш 1 арқылы жүреді, ~200<sup>0</sup>С температураға жеткенше мұздатылады және жоғары жағынан мұздатқыштардың секциясына 2

жіберіледі. Мұнда газ мөлшерінде  $100^{\circ}$  температурасымен абсорберлер секциясы қондырғысына барады, одан әрі ол саптама бар керамикалық сатыда 4 сумен шайылады. Мұздатқыш ішіндегі конденсат, оның құрамында 22-25% HCl кездеседі, бөлінген өнім мен қышқыл өзара араластырады.



1) газ өткізгіш; 2) мұздатқыш; 3) абсорбер; 4) соңғы мұнара; 5) желдеткіш; 6) төккіш құбыр; 7) қышқыл үшін төккіш штуцер; 8) конденсат үшін төккіш құбыр.

3 сурет - Тұз қышқылы мұздату мен абсорбциялау мұнарасының сұлба нұсқасы

Графолитті және кварцты абсорбциялық мұнаралардың үлкен ерекшелігі олардың қарқынды мұздатуға байланысты қолайлы болып келеді. Осы жағдайға сәйкес, керамикалық абсорберлерден артықшылығы, кварцтан жасалған абсорберлерде керамикадан шығатын, мысалы болат қоспалармен араласпаған таза қышқыл алуға болады. Мұнда кемшілік қондырғының бағалы болғаны және механиканың аз тұрақтылығы.

Қышқылдың су мен абсорбция арасындағы жылдамдығы жоғары болғандықтан, абсорбционды мұнарасын біріктіретін абсорбердің мәні, HCl гидратациядағы жылуын толыққанды алу (бұру) жағдайынан анықтайды. Күніне 7 тонна тұз қышқылын өндіруге 12,6 кварцты мұздатқыш және 11 абсорберден тұратын сіңіру мұнарасы жетеді.  $320^{\circ}\text{C}$  температураға шейін хлор сутегіне шыдамды тантал және ниобий тұрады. Осы құралдар жылуды жақсы тасмалдайды және механикалық өзгеріске жеңіл келеді. Сумен мұздату үшін болаттан жасалған дорбаға жіберген, диаметрі 1.5м және биіктігі 2 метр қарама-қарсы құбырда абсорберде 1сағатта 225 кг артық HCl-ды жұтуға болады. Ал тантал мұнда өте қымбат метал, сол себепті танталды абсорберге хлорлы сутек санаулы қызмет көрсету орталықтары қолданылады. Танталды абсорбер қондырғыларының құрылысы қарапайым болуы және үдерістің ұзақ жүруі 1кг 100%-ды тұз қышқылын алуға жұмсалатын шығындар басқа

құралдардан құралған абсорберлерге қарағанда біршама артық емес . Кей бөлшектері кварцтан жасалынған абсорбері бар синтетикалық HCl дан тұз қышқылын алуға аз қуатты құралдар көрсетілген. Синтез пеші арқылы алынған хлорлы сутекті басында темір трубаларда ауа арқылы, ары қарай фенолдық шайырмен сіңірілген графитті турбаларда мұздатады. Үдерістен кейін бу гуммирленген болатты труба көмегімен екі кезеңді абсорберге барып түседі (6 сурет).

Абсорбер үрдісінің бірінші кезеңі болат қаптамаға жіберілген, өте жұқа гофрирленген Танталдық беттен жасалған труба болып келеді Газ, екінші кезеңге баратын, күшті емес хлор сутекпен бірге тікелей үрдіс бойынша өткізіледі. Алғашқы кезең де сіңірілуден қалып қойған газдың қшламы екінші кезеңге, яғни керамикалық абсорберге жеткізіледі, онда сулы мұздату және сабы бар тантал қондырғымен қамтамасыз етілген.

#### 1.4 Реактивтік тұз қышқылының өндірісі

Белгісі «ч», «чда», «хч», тұрақтылық мөлшері 36-39% реактивтік тұз қышқылдары ауыл шаруашылығында көп қолданысқа ие.. Реактивті тұз қышқылын бөліп алуға буланған хлор арқылы алынған HCl ды және графиттен жасалған қондырғыларды корбондық абсорбциялар арқылы тазартылған суды изотермиялық абсорбциялау кезінде бөлінген электролиттік сутекті пайдалануға кеңес айтылады.

Буланған хлордағы три хлорид азоттың құрамы 0,005 пайыз.

Электролиттің құрамында 97,5% сутегі бар, ылғалдық көлемі қаныққан ауадағы 35<sup>0</sup>С температураға сәйкес қысымына тең болуы керек. Дистилденген су арқылы бұрыштық сүзгілер ішінде майлардан бөлінген булы конденсатор бөлінеді. Дистилденген сулар құрамындағы қоспалар мөлшері(мг/л ) келесідей:

Құрғақ қалдық	
буландырғаннан кейін .....	5
тесуден кейін.....	1
Аммиак және аммонилік тұздар (NH <sub>4</sub> ) .....	0,02
Нитраттар (NO <sub>2</sub> ) .....	0,2
Сульфаттар (SO <sub>4</sub> ).....	0,5
Хлоридтер (HCl) .....	0,02
Алюминий (Al) .....	0,05
Темір (Fe).....	0,05
Кальций (Ca) .....	0,8
Мыс (Cu).....	0,02
Қорғасын (Pb) .....	0,2
Мырыш (Zn).....	0,08
Қалпына келтіру заттары (KMNO <sub>4</sub> ) .....	0,08

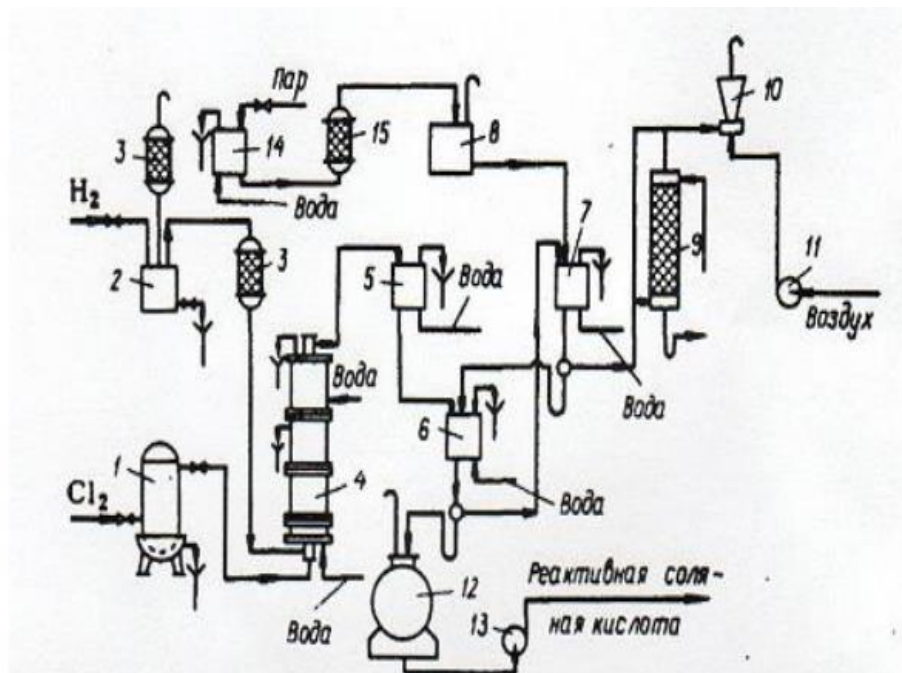
Судың меншікті электр өткізгіштігі 20<sup>0</sup>С температурада 5 10<sup>-4</sup> Ом<sup>-1</sup> см, рН=5,4-6,6.

Хлор мен сутектегі және тазаланып алынған судағы ерітінділер реактивті хлор сутек қасиетіне қойылған қатаң шарттарға байланысты сапалы регламенттеледі

2 Кесте - Реактивтік тұз қышқылдарының сапасы

Құрамы, % есебімен	Маркалары		
	ХЧ	ЧДА	Ч
Тұз қышқылы (HCl)	35-38	35-38	35-38
Тесуден кейін қалдықтар(сульфаттар түріндегі)			
Сульфиттер (SO <sub>3</sub> <sup>2+</sup> )	0.001	0.0005	0.001
Сульфаттар (SO <sub>4</sub> <sup>2+</sup> )	0.0005	0.0005	0.001
Бос хлор	0.0002	0.00005	0.0001
Амонийлік тұздар	0.00005	0.0003	0.0001
Темір	0.0003	0.0001	0.0003
Күшән	0.00005	0.00001	0.0005
Ауыр металдар	0.000005	0.0001	0.00002
	0.0001		0.0002

Реактивтелген хлор сутегінің өндірістегі процесінің технологиялық схемасы 4- суретте берілген. Сұлба екі бөлімнен тұрады: хлорлы сутекті синтездеп алу және де 35-38% тұз қышқылын алу үрдісінде дистелденген суды абсорбциялау бөлімі.



4 сурет - Реактивтелген хлор сутегінің өндірістегі процесінің технологиялық схемасы

Буландырылған хлор аралым 1 арқылы, жинақтағыш клапан арқылы  $(1,4-1,6)10^5$  Па қысым шамасын ұстап тұра алады, синтездейтін пештің шілтерлеріне түседі. Жинақтағыш клапанның ұсталынған қысымның әсері сутегі ылғалды ажыртқыштан, отты қалқан арқылы жүріп, синтездеу пешінің ішіне түседі. Тұз қышқылының синтездеуі графиттік қондырғыда өткізіледі. Пештен  $201-240$  °C және  $75-88,5\%$  тұрақтылығы тұз қышқылы коробондық жылу алмастару үрдісіне жеткізіледі, ары қарай  $40$  °C қа дейінгі қысымдағы сумен тоңазытқышта мұздатылады, одан әрі I және II сатылы тізбек арқылы біріктірілген графитті изотермиялық абсорберге жеткізіледі, ода қысымдық тараптан түсетін сумен абсорбциялау үрдісі өткізіледі.

Хлор сутек мұздатуда бөлінген мұздатқыштың астыңғы жағындағы тұз қышқылы конденсат арқылы абсорбердің үстіңгі бөлігіне қарай өткізеді. Осы сатыда абсорберге мұздатылған хлорлы сутек барып түседі. Ары қарай, абсорбердің 6 үстіңгі жағында 7 абсорберінен  $36-40$  °C температура көлемінде сұйық ерітінді тұз қышқылы ағып жүреді.

## 2 БАС ЖОСПАР

"Каустик" АҚ Павлодар қаласында, солтүстік өнеркәсіптік бөлігінде орналасқан. Химиялық қауіпті АХО бар өндіріске жатқызылады. "Каустик" АҚ каустикалық сода және хлор өндіріп ала-алатын объект.

"Каустик" АҚ ауданы жоспар бойынша шығыстан батысқа қарай бағытталған тікбұрыш көлемді, жалпы ауданы 1,69 Га құрайды. Өнеркәсіптің алатын аумағы биіктігі 2,2м темірбетон қоршаумен қапталған.

"Каустик" АҚ-ның автожолдардың сыртқы желісіне байланысы Павлодар қаласынан ПМХЗ және ЖЭО - 3 жанынан қазіргі кірме автожолға жанасатын кірме автожолдар бойынша батыс жаққа Павлодар-Омбы автожолына шығу жүзеге асырылады.

"Каустик" АҚ аумағына оңтүстік жағынан екі автомобиль жолы және жылжымалы құрам үшін Бір кіру (Т/Ж көлігі) бар:

- басты кіру-аумақтың оңтүстік жағынан №4 БӨП ауданында;
- оңтүстік жағынан резервтік кіру-басқару және орталық ауданында.

"Каустик" АҚ аумағында ғимараттар мен құрылыстарға кіреберістермен айналма схема бойынша автомобиль жолдарының қолданыстағы желісі технологиялық байланысты және өртке қарсы қызмет көрсетуді қамтамасыз етеді. №115 бас корпусының айналасында ені 5 м айналмалы айналым қарастырылған.

"Каустик" АҚ аумағында № 115 корпус (хлор және каустикалық тұз өндірісі), шикі тұздың ашық қоймасы, № 100 корпус-ЦРП-1, № 36 корпус хлорды шағын ыдысқа құю үшін, № 108 корпус-КИП және А қызметі, №125 корпус-бас энергетика қызметі, №101 корпус-ЦРП-2, №102 корпус-азототтегі цехы, 110 корпус (аэрофлоттар өндірісі), №117 корпус-қойма, 128-гумирлеу цехы орналасқан.

### 3 ӨНДІРІСТІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМІ

Бұрыннан айтылып келгендей, тұз қышқылын екі үрдіс арқылы, яғни адиабаттық және изотермиялық абсорбция сатысымен. 1-ші суретте тұз қышқылы мен хлорлы сутектің адиабаттық абсорбция арқылы өндірісінің технологиялық схемасы берілген.

Құрғату қондырғысынан хлормен қоса күкірт қышқылы алынып кетеді, кейін оны бөліп алу үшін, хлорлы буферлі сыйымдылыққа 1 жіберіледі. Ары қарай хлор мен сутек, сутектің артық көлемін қанағаттандыратын қатынаста, от жарылғыш бөгеттен 2 пеш жанарғысына 3 түседі. Пештен бөлінген газ сумен ылғалдандырылатын газ мұздатқышында 4 мұздатылады және екі бөлімге ажыратылады. Алғашқы ағым (тұз қышқылының желісі) абсорбциялық колонның көмегімен 5 түсіп, ол да сұйықпен суартылады. Абсорбцияның температурасы  $80-85^{\circ}\text{C}$  қа тең. Колоннаға түсетін су буымен жөнделед. Бөлінген тұз қышқылын жинағышқа 6 жинайды, ал құрамында хлорлы сутек, азот, сутек және су буы бар сіңірілмеген газдар сумен суаратын санитарлық құралға 7 бағытталады, 8 эжектор арқылы атмосфераға бөлінеді.

Бөлінген газ екінші ағым бойынша (ерітінді хлорлы сутек) тантал және графит арқылы жасалған тұздық мұздатқышында 9 мұздатылады және концентрлі күкірт қышқылы арқылы суаратын бөлімге 10 құрғатуға жіберіледі. Кептірілген хлорлы сутек конденсатор көмегімен 11, компрессормен 12 10 МПа қысымға шейін қысылады, ары қарай сұйық жинақтағышқа 13 барып, бөшекелер мен арнайы ыдыстарға 14 құйылады.

Температурасы  $150-200^{\circ}\text{C}$  арнайы пештен түзілген газ хлорлы сутек (2 сурет), абсорбция мұнарасына 2 суарылуға келетін әлсіз HCl сумен мұздатылатын графиттелген абсорберге 1 барып түседі. 1 түзілген өнім тұз қышқылы абсорберден қышқыл жинағышқа 3 жиналады. Ары қарай қоймаға өтеді. Абсорберден 1 газдық қондырғыға 2 беріледі, мұнда сіңірілмей қалған (HCl) хлорлы сутек су көмегімен абсорбцияланады және әлсіз тұз қышқылы түзіледі. Қалдық газдар мұнараадан 2 тазартту үшін санитарлық бөлімге 4 жіберіледі, кейін атмосфераға шығарылады.

Тұз қышқылы және хлорлы сутек өндірудегі басты қондырғы синтездеу пеші (жану пеші). Құрлысы болат беттен, жоғары қысым жағдайында жарылудан қорғайтын жанарғыдан және мембранадан тұрады. Жанарғы екі вертикаль орналасқан цилиндр түрінде құрастырылған, цилиндр құбырдың ішкі бөлігінен хлор, ал сыртқы бөлігінен сутегі өткізіледі. Осындай конструкциясы қоспалардың жақсы араласуын және жарылысты болдырмау қамтамасыз ете алады.

Жоғары коррозиялы тұз қышқылының активтілігі мен хлорлы сутектің сулылығы қондырғының конструкциялық құралдарына жоғары талап жүктеледі. Аппаратты дайындауға тантал, керамика (колоннадағы саптамалар), графит, фенол-формальдегидті, шәйір мен сіңірілген (мұздатқыштыры) мен кварц пайдаланылады.



### 3.1 Технологиялық есептеулер

Синтетикалық тұз қышқылын өндіру үшін материалдық балансын есептеу  
Есептеуге берілген деректер:

- 10 тонна 35% (HCl) тұз қышқылына есеп жүргізу
- хлорлы сутегінің барлығы сумен сіңеді деп есептеу
- 5% хлор сутегін еріту үшін су газға айналады деп санау
- хлордың айналу дәрежесі 100 ге %
- 5 артық мөлшерде сутегі берілгенін ескеру %
- сутегінің 100 тазалықпен пешке беріледі деп қарау %
- хлордың 95 таза пешке жіберіледі деп ескеру %

Абсорберден тұз қышқылы ағынындағы таза хлор сутегінің массасын есептеу:

$$m_{HCl} = m_{\text{соляная кислота}} \cdot w_{HCl} = 10^4 \cdot 0,35 = 3500 \text{ кг}$$

Пештен түсетін хлор сутегін абсорбциялау үшін қажетті су массасын есептеу:

$$m_{\text{теор}}^{H_2O} = \frac{m_{HCl}}{w_{HCl}} - m_{HCl} = \frac{3500}{0,35} - 3500 = 6500 \text{ кг}$$

Артық (буланатын су) есебімен су массасын есептеу:

$$m_{\text{пр}}^{H_2O} = m_{H_2O}^{\text{теор}} \cdot 1,05 = 6500 \cdot 1,05 = 6825 \text{ кг}$$

Пешке түсетін хлор массасын есептеу:

Хлордың теориялық массасын есептеу:

$$m_{Cl_2}^{\text{теор}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{m_{HCl}}{M_{HCl}} \cdot M_{Cl_2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{3500}{36,5} \cdot 71 = 3404,1 \text{ кг}$$

Хлордың практикалық массасын есептеу (бастапқы ағындағы хлордың пайыздық құрамын ескере отырып):

$$m_{Cl_2}^{\text{пр}} = \frac{m_{Cl_2}^{\text{теор}}}{\omega_{Cl_2}} = \frac{3404,1}{0,95} = 3583,3 \text{ кг}$$

Хлор ағынындағы қоспалардың массасын есептеу:

$$m_{\text{примесей}} = m_{\text{пр}}^{Cl_2} - m^{\text{теор}}_{Cl_2} = 3583,3 - 3404,1 = 178,9 \text{ кг}$$

Хлор ағынында Cl<sub>2</sub> көлемін есептеу:

$$V_{Cl_2} = \frac{m^{\text{теор}}_{Cl_2}}{M_{Cl_2}} \cdot V_m = \frac{3404,1}{71} \cdot 22,4 = 2933,4 \text{ м}^3$$

Пешке түсетін сутегі массасын есептеу:  
 Сутегінің теориялық массасын есептеу (берілетін артықты есепке алмағанда)

$$m^{теор} H_2 = \frac{m^{пр} Cl_2}{M_{Cl_2}} \cdot M_{H_2} = \frac{3404,1}{71} \cdot 2 = 95,9 кг$$

Сутегінің практикалық массасын есептеу (берілетін артықты ескере отырып)

$$m^{пр} H_2 = m^{теор} H_2 \cdot (1 + 0,05) = 95,9 \cdot 1,05 = 100,7 кг$$

Артық сутегі массасын есептеу

$$m_{H_2}^{изб} = m_{H_2}^{теор} - m_{H_2}^{пр} = 100,7 - 95,9 = 4,8 кг$$

3 Кесте - Пешке кіретін және шығатын ағындарға арналған материалдық баланс

Кіріс						Шығыс					
статья кірісі	мөлшері					статья шығысы	мөлшері				
	ағын		компонент				ағын		компонент		
	кг	м <sup>3</sup>	кг	м <sup>3</sup>	% об.		кг	м <sup>3</sup>	кг	м <sup>3</sup>	% об.
1. Cl <sub>2</sub>	3583,3	1135,5	3404,1	1074	47,45	1. HCl			3500	2147	94,91
2. кір	100,7	1127,8	178,9	61,5	2,71	2. кір	3683,7	2263,2	178,9	61,5	2,72
3. H <sub>2</sub>			100,7	1127	49,83	3. артық H <sub>2</sub>			4,8	53,76	2,37
Бәрі	3684	2263,3	3684	2263	99,99	Бәрі	3683,7	2263,2	3683,7	2263	100

Өнімнің жылу баланс мөлшерін есептеу (абсорбер үрдісіндегі хлор сутегінің абсорбция кезеңдері, пештегі бастапқы газдарды жаққаннан кейін)

Есептеу үшін берілген деректер:

- Бөлініп алынатын тұз қышқылы массасы (мс.к) 10000 кг тең;
- Хлор сутегінің массасы, сіңіру (mHCl) 3500 кг-ға тең;
- Хлор сутегін еріту үшін кететін су салмағы 6500 кг тең;
- Судың алынатын жылу сыйымдылығы (Cp су) 4,2 кДж / (кг \* °C);
- Кіре берістегі су температурасы (Твх Су) 25 °C тең;
- Абсорбцияға баратын хлор сутегі ағынының температурасы (Твх) 200°C тең.;
- 200°C (Cp HCl) кезінде хлорлы сутегі жылу сыйымдылығы 29,5 Дж/(моль°C) тең;
- Хлор сутегі абсорбциясының жылу әсері (qабсорбция) 72,5 кДж/моль тең;
- Абсорбция процесіндегі температура 100°C тең және 100°C кезіндегі

судың бу түзілуінің меншікті жылуы 2256 кДж/кг тең;  
 - 20 °С кезіндегі тұз қышқылының 35% меншікті жылу сыйымдылығы (-  
 Тұз қышқылының шығысындағы Температура 25 °С тең;  
 - Жылу шығындары ( $Q_{пот}$ ) жылу физикалық кірісінен 5% тең деп қабылдау.

4 Кесте - Абсорберге кіріп шығатын ағындардың материалдық баланс көрсеткіштері

Кіріс						Шығыс					
статья кірісі	мөлшері					статья кірісі	мөлшері				
	ағын					ағын			Компонент		
	кг	м <sup>3</sup>	кг	м <sup>3</sup>	% об.		кг	м <sup>3</sup>	Кг	м <sup>3</sup>	% об.
1. HCl	3683,7	2263	3500	2147	94,91	1. HCl	10000		3500	61,5	53,76
2. кір	6863,3		178,9	61,5	2,72	су	547		6500	53,76	46,24
3. арт			4,8	53,76	2,37	2.			178,9		
H <sub>2</sub>			6863,3			кету газы			4,8		
4. H <sub>2</sub> O						3. кір			363,3		
						4. арт					
						H <sub>2</sub> су					
Бәрі	10547	2263	10547	2263,2	100	бәрі	10547		10547	115,26	100

Абсорбер үрдісіндегі хлор сутегін абсорбциялау үрдісінің жылу баланс өрнегі:

$$Q_{прих}^{физ} + Q_{абсорбции} = Q_{исп. воды} + Q_{расх}^{\phi} + Q_{потерь}$$

Абсорбция сатысының жылу баланс теңдеуін құраушылар

$$Q_{прих}^{физ} = m_{HCl} \cdot C_p^{HCl} \cdot T^{вх}$$

$$Q_{абсорбции} = q_{абсорбции} \cdot m_{HCl}$$

$$Q_{исп. воды} = r_{воды} \cdot m_{воды}$$

$$Q_{расх}^{\phi} = m_{с.к.} \cdot C_p^{с.к.} \cdot T^{вых}$$

$$Q_{потерь} = 0,05 \cdot Q_{прих}^{\phi}$$

5 Кесте - Хлор сутегі абсорбциясының жылу баланс көрсеткіштері

Кіріс			Шығыс		
Статья кірісі	Q, МДж	%	Статья шығысы	Q, МДж	%
1. HCl газ	565,75	37,67	1. HCl	620,0	41,30
2. H <sub>2</sub> O	682,50	45,44	2 H <sub>2</sub> O бу	818,60	54,54
3. абсорбция жылуы	253,75	16,89	3. жоғалған жылу	62,41	4,16
Бәрі	1502	100	Бәрі	1501	100

Теориялық және практикалық шығын коэффициенттерін есептеу  
Хлор бойынша теориялық шығын коэффициентін есептеу:

$$\beta_{Cl_2}^{теор} = \frac{m^{теор} Cl_2}{m_{C.K.}} = \frac{3404,1}{10000} = 0,34041$$

Хлор бойынша практикалық Шығыс коэффициентін есептеу:

$$\beta_{Cl_2}^{np} = \frac{m^{теор} Cl_2}{m_{C.K.}} = \frac{3583,3}{10000} = 0,35833$$

Сутегі бойынша теориялық шығын коэффициентін есептеу:

$$\beta_{H_2}^{теор} = \frac{m^{теор} H_2}{m_{C.K.}} = \frac{95,9}{10000} = 0,00959$$

Сутегі бойынша практикалық шығын коэффициентін есептеу

$$\beta_{H_2}^{np} = \frac{m^{np} H_2}{m_{C.K.}} = \frac{100,7}{10000} = 0,01007$$

Су бойынша теориялық шығын коэффициентін есептеу:

$$\beta_{H_2O}^{теор} = \frac{m^{теор} H_2O}{m_{C.K.}} = \frac{6500}{10000} = 0,65$$

Су бойынша практикалық шығын коэффициентін есептеу:

$$\beta_{H_2O}^{np} = \frac{m^{np} H_2O}{m_{C.K.}} = \frac{6863,3}{10000} = 0,68633$$

Жылу бойынша теориялық шығын коэффициентін есептеу

$$\beta_{H_2O}^{теор} = \frac{Q^{теор}}{m_{C.K.}} = \frac{1182752}{10000} = 118,270 \text{кДж/кг}$$

Жылу бойынша практикалық шығын коэффициентін есептеу

$$\beta_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{np}} = \frac{Q^{\text{np}}}{m_{\text{C.К.}}} = \frac{1245003}{10000} = 124,500 \text{кДж/кг}$$

6 Кесте - Синтетикалық үрдіспен 35% тұз қышқылын өндірудегі теориялық және практикалық шығын коэффициенттері

Бастапқы шикізат	Шығын коэффициенті	
	Теориялық	Практикалық
1. Хлор, кг	0,3404	0,35833
2. Сутегі, кг	0,00959	0,01007
3. Су, кг	0,65	0,58633
4. Жылу, кДж	118,270 кДж/кг	124,500 кДж/кг

## ҚОРЫТЫНДЫ

1) Бұл дипломдық жобада тұз қышқылын алу технологиясының әдебиеттік шолуы келтірілді. Тұз қышқылын бөліп алу жолдары, тұз қышқылының әртүрлі тұздары, тұз қышқылының өндірісі, оның өмірде қолданылуы туралы өзекті мәселелер қозғалды. Сонымен қатар тұз қышқылының физика-химиялық қасиеттері де келтірілді.

2) Тұз қышқылын өндіретін зауыттың орналасу ауданы, бас жоспар, цех бөлімдері, негізгі қолданылатын қондырғылар мен жабдықтар қарастырылды.

3) Тұз қышқылын өндірудің технологиялық сызба-нұсқасы жасалынды. Сызба-нұсқа негізінде тұз қышқылын өндірісте алудың материалдық, жылулық баланстары, басқа да технологиялық есептеулер жүргізілді, сонымен қатар әрбір есептеулерге кестелер дайындалып келтірілді.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Тойбаев Ы.Қ., Жұбанов Қ.А. Химиялық технология негіздері. А. : Дәуір, 2011, 296 б.
- 2 Крашенинников С.А. Технология соды. М.: Химия, 1988, 271 с.
- 3 Сонолов Р.С. химическая технология.-М. : Владос Т. I и II 2000, 815с.
- 4 Бесков В.С. Химическая технология.-М. : Акадетика, 2005, 452с.
- 5 <https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-9/documents/hydrochloric-acid.pdf>
- 6 <https://www.chemicalsafetyfacts.org/hydrochloric-acid>