

Қ.И. СӘТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ  
ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ  
УНИВЕРСИТЕТІ



ХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ  
ТЕХНОЛОГИЯЛАР ИНСТИТУТЫ

БЕЙОРГАНИКАЛЫҚ ЗАТТАРДЫҢ  
ХИМИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯСЫ КАФЕДРАСЫ




«Қорғауға жіберілді»  
ІЗХТ кафедрасы меңгерушісі  
Ш.М. Жунусбекова  
«17» мамыр 2019

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА


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

5B072000 – «Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы» оқу бағдарламасы бойынша


Орындаған

 Д.К. Мұратбеков

Ғылыми жетекшісі

 т.ғ.к. ассис. профессор  
Б.К. Мустахимов

Норма бақылау

 Ш.У. Мырзабекова

Алматы 2019

## РЕФЕРАТ

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

Дипломдық жоба 30 бет, 8-кесте, 5-сурет және 4-қосымшадан тұрады

## РЕФЕРАТ

В дипломной работе "проектирование цеха по производству соляной кислоты производительностью 45 тыс. т/год в условиях АК Каустика" 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.

Дипломный проект состоит из 30 страниц, 8-таблицы, 5-рисунки и 4-приложении.

## **ABSTRACT**

The thesis "design of the plant for the production of hydrochloric acid with a capacity of 45 thousand tons/year in the conditions of AK 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.

The diploma project consists of 30 pages, 8-table, 5-figure and 4-Annex.

## МАЗМҰНЫ

	КІРІСПЕ	6
1	ТҰЗ ҚЫШҚЫЛЫНЫҢ ӨНДІРІСІ	7
1.1	Тұз қышқылының өндірісі және қолданылуы	7
1.2	Натрий хлоридінің электролизі негізі	7
1.3	Синтетикалық тұз қышқылын өндіру	11
1.4	Реактивтік тұз қышқылын өндіру	17
2	БАС ЖОСПАР	20
3	ӨНДІРІСТІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМІ	21
3.1	Технологиялық есептеулер	22
	ҚОРЫТЫНДЫ	28
	ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	29
	ҚОСЫМШАЛАР	30

## КІРІСПЕ

Қазіргі кезде хлор сутектің әртүрлі концентрациядағы су ерітінділерін тұз қышқылы деп атайды. Бұрын тұз қышқылын ас тұзды күкірт қышқылымен әрекеттестіріп алған, сол кезінен бастап оны «тұз» қышқылы деп аталған. Ұзақ уақыт бойы бұл өндіріу тәсілі жалғыз болған және оған сульфаттық әдіс атауын берген. Осыдан кейін электрохимиялық үрдістер даму барысында өнеркәсіпте хлор мен сутектен синтетикалық хлорлы сутек алу әдісі енгізілген. Органикалық синтездің дамуы барысында, органикалық заттарды хлорлау кезінде қосалқы өнім ретінде көп көлемде хлорлы сутек бөлінген. Бұл бөлінген хлорлы сутек пайдаланудың және тұз қышқылы алудың жаңа жолдарын қажет етті. Осыған байланысты, тұз қышқылы өндірістің белгілі даму кезеңде осы екі тәсілдің маңызы жоғалды. Органикалық қосылыстардың хлорлау өнімдерінен хлорлы сутекті бөліп алу әдісі кең пайдаланбаған, өйткені хлорлы сутек және одан алынатын тұз қышқылы өте ласты болған. Сол себепті, қазіргі уақытта хлорлы сутектің барлық атақ тәсілдерінен тәжірибеде тікелей синтездеу әдісі қолданылады.

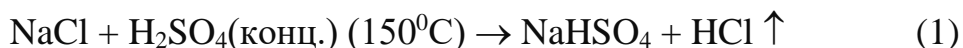
Өндірістегі көлемі мен қолданылуы бойынша тұз қышқылы күкірт пен азот қышқылынан кейін үшінші орынды алады. Тұз қышқылы мырыш, кальций, барий, аммоний хлоридтерін және мынадай органикалық заттар: анилин, дифениламин, синтетикалық каучук (хлоропрен), бояулар сияқты алу үшін, майларды және тоң майларды сабындау үшін көп қолданылады. Ол гидролитикалық процестерде (целлюлоза, крахмал гидролизі); гидрометаллургиялық үрдістерде; гальванопластикада; мұнай алуда скважина дебитін көтеруде; қант, желатин және желім, активирленген көмір өндірісінде; мата-тері илеуінде және бояуларында көп пайдаланылады. органикалық синтезінде ацетиленнен, синтетикалық камфордан және т.б. заттардан  $C_2H_5Cl$ ,  $CH_2CHCl$ - ды алу мақсатында әртүрлі органикалық қосылыстарды гидрохлорлау үрдістерінде сұйық және газ тәрізді хлорлы сутек кең қолданылады. Метал өндіруде де тұз қышқылы қолданылады.

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

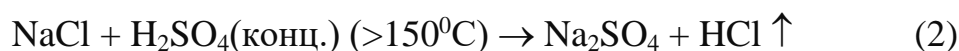
# 1 ТҰЗ ҚЫШҚЫЛЫНЫҢ ӨНДІРІСІ

## 1.1 Тұз қышқылының өндірісі және қолданылуы

Тұз қышқылын газтәрізді хлорлы сутектерді суда еріту арқылы алынады. Хлорлы сутекті хлорда сутекті жағумен алады. Зертханалық жағдайларда алхимиктермен құрастырылған әдіс қолданылады, яғни асқын тұзға күкірт қышқылымен әсер ету.



550<sup>0</sup>С температурада және асқын тұздың артық мөлшері болған жағдайда



Хлорлы сутек суда жақсы ериді. Себебі 0<sup>0</sup>С судың 1 көлемі 507 HCl көлемін жұта алады, бұл концентрациясы 45% қышқылға сәйкес келеді. Бірақ бөлме температурасында HCl ерігіштігі төмен, сондықтан да тәжірибеде 36 пайыздық тұз қышқылын жиі қолданылады.

Гидрометалургия және гальванопластикада қалайылау кезінде метал беттерін тазарту үшін, хлоридтерді, марганец, темір және басқа да металдарды алуда қолданылады. ПАВ-мен біріккен қоспаларда қыш және метал бұйымдарды ластанудан тазарту үшін және дезинфекциялауда қолданылады.

Тамақ өнеркәсібінде E507 тамақ қоспасында қышқылдықты реттегіш ретінде қолданылады. Сонымен содалы суды дайындауда қолданылады.

Асқазан шырынының құрамдық бөліктерінде: айырылысқан тұз қышқылын асқазанда қышқылдық жеткіліксіз болған жағдайда қолданылған.

Тұз қышқылы – улы зат, теріге түскенде қатты күйдіруге алып келеді. Әсіресе көзге түскенде өте қауіпті. Тұз қышқылы бар ыдыстарды ашу кезінде тұман және хлорлы сутек булары түзіледі, олар сілекейлі қабықшаларды және тыныс алу жолдарын тітіркендіреді.

## 1.2 Натрий хлоридінің электролизі негізі

Электролиз дегеніміз өнім алу реакциялары электр энергиясының астында өтетін үрдіс. Бұл реакциялардың басқа реакцияларымен салыстырғанда көп артықшылығы бар: алынатын өнім тазалығы, қоспаларды бөлу қасиеті, қатар бірнеше бағалы өнім алуға мүмкіндік береді, онымен қатар оның кемшіліктері: қымбат, электроэнергиясының көп шығындалуы, электрохимиялық үрдістер арқылы-хлор, сілті, сутегі, неорганикалық қышқылдар, металдар алынады.

Электрохимиялық реакциялар-электролизер атты аппараттарда өтеді. Онда электролит көмегімен, ток бірқалыпты анодтан катодқа өтіп отырады. Анодта қышқылдану, катодта қалпына келтіру реакциялары өтеді. Электрохимиялық реакциялар өте күрделі процесс болып табылады. Олардың бағытталуы температурамен, электрод құрамымен, потенциал көлемімен анықталады. Электролиз кезінде ең бірінші потенциалы төмен иондар разрядталады. Тең дәрежелі электрод потенциалы келсі реакцияға тән және электрод құрамына тәуелді болмайды.

Өндірістік жағдайда бұл реакцияларды, тек электр энергиясын қажет ететін жұмыстарда қолданады. Электр шығыны потенциал секірісіне тәуелді болады. Ондай секірістер электрод-электролит шекарасында пайда болады. Егер электродты реакция қайтымды тепе - теңдіктегі жағдайда жүрсе, онда электрод пен электролит арасындағы потенциал секірісі- тепе-теңдік потенциал деп аталады. Тепе-теңдік потенциалы реакция басталуына мүмкіндік беретін секірісті орындайды. Реакцияға түсуші реактің әр қайсысының активтігі бірге тең болса, онда тепе-теңдік потенциалы – стандартты потенциал деп аталады. Жағдайларды ескере отырып, Нернст теңдеуін қолданып, анықтамадан стандартты потенциал мәнін білсек, тепе-теңдік потенциалын анықтауға болады.

Анод пен катодтағы тепе-теңдік потенциал мәні – ыдырау кернеуі деп аталады. Дәл осы жағдайда, яғни тоқ нөлге жақындағанда электролиз жүреді. Кернеудің электролиз жүруге қажет ең кіші мәні, анод пен катод потенциалының айырмашылығымен анықталады. Бірақ өндірістік жағдайларда одан жоғары потенциалдарда үрдіс өтеді. Тепе-теңдік электрод потенциалынан мәні жоғары болса, онда ол электрод потенциалы. Электролит пен электрод потенциалдарының айырмашылығын тәжірибе жүзінде анықтауға болмайды, онда оны тек берілген потенциал мен стандарт потенциалды салыстырып анықтауға болады. Электрод потенциалы мен тепе-теңдіктегі потенциал айырмашылығын кернеудің артық мәнімен анықтайды.  $\Delta E = \varphi - \varphi_P$ . Көлемдері электрод жасалған материалға тікелей байланысты. Температура жоғарыласа, артық кернеу мәні кемиді, тығыздық жоғары болса, кернеудің артық мәні артады. Ол – реакцияны жүргізу үшін қажет энергияға тура пропорционалды.

Электро реакцияның жүру сатылары:

- электродқа реакцияға түсуші реагенттер беріп, өнімді бөліп алу;
- электронның электрод пен ион арасындағы орын ауыстыруы;
- электродтағы екіншілік реакциялар.

Реакция бір қалыпты жылдамдықпен өтуі үшін әр сатыға керек мөлшерде электр энергиясы берілуі қажет. Бірінші сатыда ол полиризация концентрациясына тура пропорционал. Бір өнім алу үшін кететін энергия шығыны – өнім алу үшін қажетті электролиз кернеуіне тура пропорционал.

Мысал ретінде хлордың, сілтінің және сутектің біріктіре алынуының электрохимиялық процесін қарастырайық:



Натрий хлоридтерінің электролизін хлорды, натрий гидроксиді және калий гидроксиді және сутегі алынады. Бұл заттардың барлығы шаруашылыққа қажетті, бағалы өнімдер болып табылады. Бейорганикалық өнімдер ішінде каустикалық сода өндірісі төртінші орында болса, хлор бесінші орынды алады. 1 тонна хлор алғанда қосымша 1,126 тонна натрий гидроксиді және 0,0276 тонна сутегі алынады. Бұл сандарды көрсетілгендей, хлор электролизі өндірісінің дамуы түрде хлор және сілтінің қамтылуынан байланысты болып келеді. Келесідей баланс табылған. Электрохимиялық әдіспен 97% каустикалық сода және 98% хлор алынады.

Өндірісте хлор, натрий гидроксиді және сутегі алудың екі әдісі қолданылады: диафрагмалы-электролизердегі қатты болатты катод және кеуекті асбестті диафрагма қолданылады, оның нәтижесінде 42-50% натрий гидроксидінің ерітіндісі тауарлы өнімі алынады. Оның құрамында 2-4% натрий хлориді бар, сынапты электролизерден қозғалалы сынапты катодпен, одан натрий гидроксидінің ерітіндісі, тауарлық концентрациясы 42-50% және натрий хлоридінің қоспасыз өнімі алынады.

Екі өндірістің хлор және сутегінің сапасы бірдей, ал каустикалық соданыкі өзгеше болады. Диафрагмалы электролизде сілті тұзбен, сульфатпен және басқа қоспалармен бірге алынады, ал табиғи шикізат құрамында болады. Мұндай өнім барлық өндіріске жарай бермейді. Сынапты электролиз кезінде жоғары сапалы каустикалық сода алынады. Бірақ бұл әдіс диафрагмалы әдіспен салыстырғанда экономикалық тиімсіз, үлкен капиталды шығынды қажет етеді және экологиялық жағынан да әсер болады. Өйткені сынаптың көп мөлшері жоғалады.

Сондықтан қазіргі кезде бірінші әдіс дамытылуда, мембраналық немесе конселективті электролиз. Бұл әдіс қатты катодпен электролиздің барлық қасиетін сақтайды, бірақ диафрагма қолданылады, бұл каустикалық соданың алынуы жоғары сапалы болады.

Қалыпты жағдайдағы хлор сары жасыл түсті, өткір иісті газ, тығыздығы  $3,21 \text{ кг/м}^3$ , қайнау температурасы  $-33,6^\circ\text{C}$ , қату температурасы  $-101,5^\circ\text{C}$ . Хлор суда, органикалық еріткіштерде ериді және жоғары химиялық активті болып келеді.

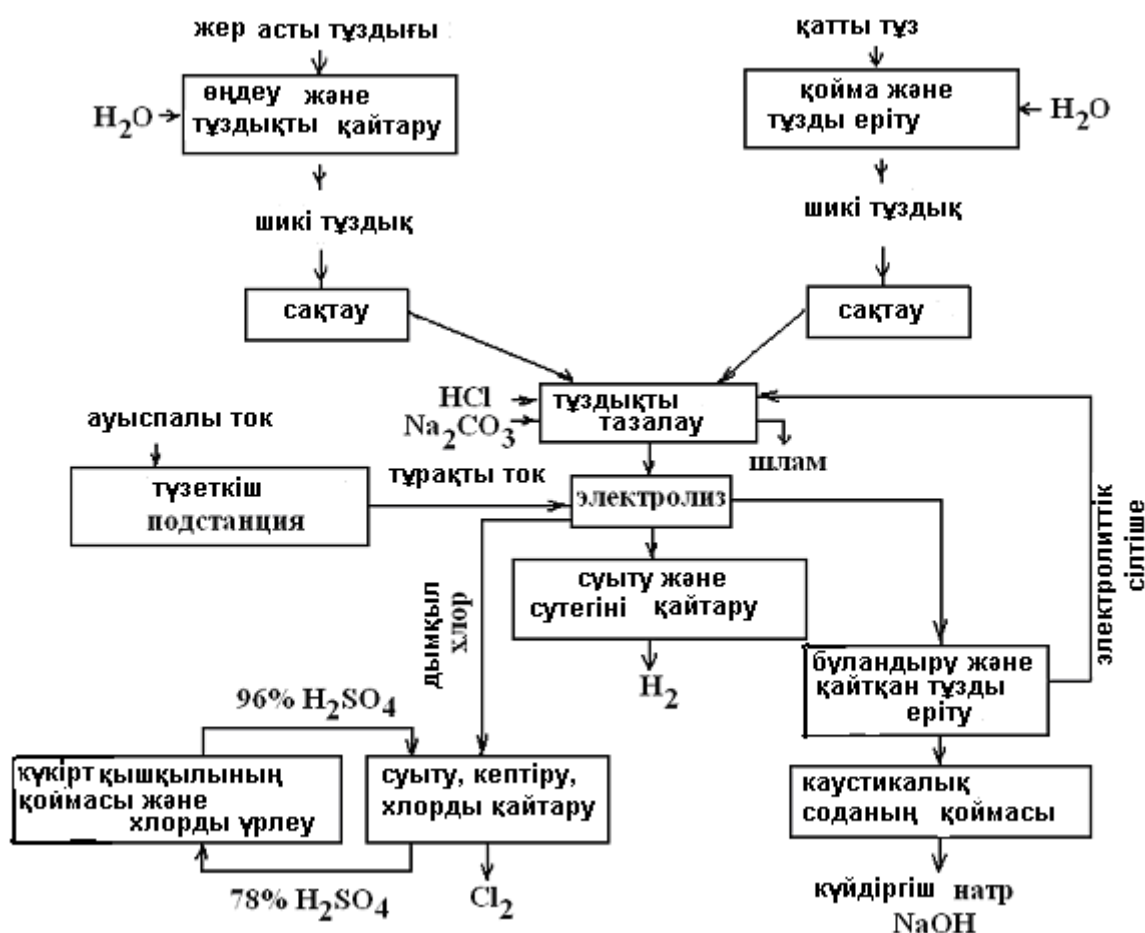
Тұтынушыларға хлорды сұйық күйінде баллондарда немесе цистерналарда тасымалдайды, ол 16 атм қысымға есептелген.

Негізгі каустикалық соданың шығарылуы 42-50% түрде бес марка бойынша шығарылады: А, Б, В, Г, Д.

Қатты күйдіргіш натр екі маркалы түрде шығарылады: А және Б. Қатты каустикалық болат барабандарда ұзақ уақыт сақталады және оның сапасы жақсы сақталады.

Сутегі – түссіз, иіссіз газ, тығыздығы  $0,0898 \text{ кг/м}^3$ , балқу температурасы  $252,8^\circ\text{C}$ , критикалық температурасы  $239,9^\circ\text{C}$ , критикалық қысымы  $12,8 \text{ атм}$ .

Сығылған сутегі болат баллондарда сақталады. Өндірістің жалпы сұлбасы. 1 суретте ұқсас электрохимиялық өндірістің сұлбасы көрсетілген.



1- сурет. Электрохимиялық өндірістің сұлбасы

Натрий гидроксидінің, хлордың өндірісі натрий хлоридінің сулы ерітіндісінен жалпы біртекті кешенді өндіріс, ол өзіне келесі үрдістерді қосады:

-Тұздықты тазалау және дайындау. Бұл сатыда қатты тұзды ерітеді және кальций мен магний катиондарынан тұздықты тазалайды. Дайындалған тұздықты электрлизге жібереді.

- Электролиттік сілтіні буландыру. Бұл сатыда күйдіргіш натр мен натрий хлоридінің әлсіз ерітінділерін электролиз кезінде алынған, буландырып тауарлы концентрациясына дейін жеткізеді. Бөлінген тұзды ерітіндіден бөліп алып, суда ерітіп оны басқа жаңа дайындалған тұздыққа қосады.

- Сульфаттың түзілуі. Бұл сатыда натрий хлориді түзіледі, ол құрамында жоғары мөлшерде болған сульфаттарды электролиттік буландыруынан алынады. Тұздан натрий сульфатын алады. Тазаланған тұз ерітіндісін келесі тұздық дайындай бөліміне жібереді.

- Хлорды суыту және кептіру
- Сутегіні суыту және кептіру.

Шикізатты қолдану және оны дайындау әдістерінің нақты сұлбасы, тікелей негізгі өндіру сұлбасына байланысты- электролиз, электролизерлерді темір немесе сынапты катодтапен жүргізуіне тиісті болып келеді.

Жерасты тұздықты скважиналардан алынатын, арнайы жинақтардан тазалауға тасымалданады. Тауарлы қатты тұзды қоймада сақтайды, ол жерде оны ерітіп және тұздықты да тазалайды.

Электролиз цехынан электролиттік сілтіні буландыру цехына тасымалдайды және оны 42-50% түрдегі ерітіндіні қоймаға жібереді. Электролиздегі сулы хлор кептіру бөліміне жіберіліп, сосын компрессор көмегімен цех тұтынушыларға тасымалданады. Процестің қосымша өнімі сутегі суытылғаннан кейін су күйінде тұтынуға беріледі. Тұрақты ток электролизге арналған электролизерлерге жинақталады, сол өндірістің аумағында орналасқан олар айналдыру подстанцияларымен бірге болады.

### 1.3 Синтетикалық тұз қышқылын өндіру

Синтетикалық тұз қышқылын алуда шикізат ретінде сутегі, хлор және су қолданылады. Сутекті каустикті сода мен хлор өндірісінде диафрагмендік, сынапты және жарғақты (мембраналы) әдіспен алынады. Техникалық өнім құрамындағы сутек мөлшері 98% құрайды. Оттегі құрамы 0,3-0,5% деңгейде. Сынаптық әдіспен натрий хлоридін электролиздеу арқылы алынған сутегіні қолдануда, ондағы сынап мөлшері 0,01 мг/м<sup>3</sup> аспауы керек.

Синтетикалық тұз қышқылын алуда конденсация кезеңіндегі абгазды газды, электролиттік хлор, сонымен бірге буланған хлор қолданылады, олардың құрамы келесі кестеде берілген.

1.1-Кесте  
Хлор құрамы

Хлор	Cl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Білгал 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 (%)

Хлорлы сутек абсорбциясы үшін тұзсызданған су қолданылады, ал төмен сортты қышқылдар өндірісінде өнеркәсіптік сулар қолданылады.

Синтетикалық тұз қышқылын өндіру келесі кезеңдерден тұрады: 1) хлорлы сутекті синтездеу; 2) сутекті компримирлеу; 3) хлорлы сутекті салқындату; 4) хлорлы сутектің абсорбция жолымен тұз қышқылын алу және оларды цистерналарға, полиэтилендік бөтелкелерге, бөшкелерге құю.

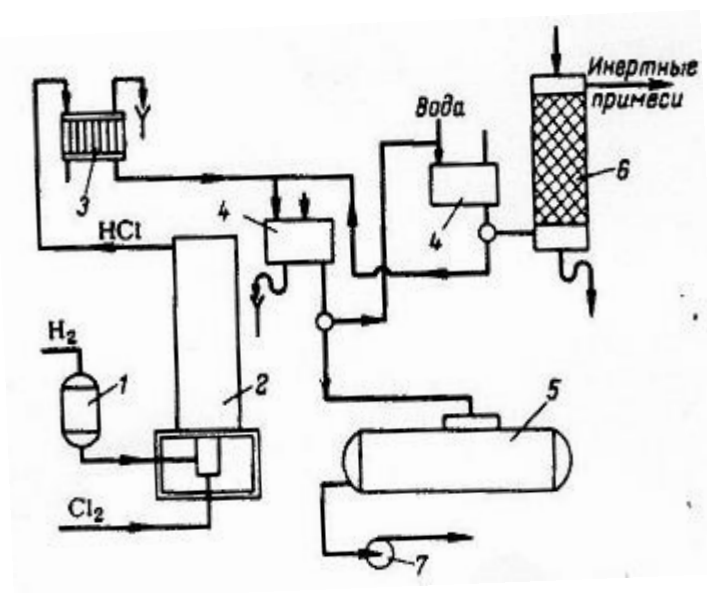
Хлор мен сутектен хлорлы сутекті синтездеуді синтездеу пешінде – тік 1X18H9T тоттанбайтын болаттан жасалған цилиндрлі құралғыда орындалады. Пеш арнайы шілтерден, тіректік құралымнан, тұтандыру және бақылау лючкалардан және қарастырғыш жүктесіктерден тұрады. Пеш түбі диабазамен футерован. Пеш диаметрі 2м және биіктігі 10 м болғанда пештің өнімділігі 20т/сағ.

Бақылау жүктесіктері алау түсін қадағалауға арналса, ал тұтандырғыштар – пешті тұтандыру үшін арналған, ол сутекті коллекторға резеңше шлангамен жалғанған шілтерлер арқылы жүзеге асырылады. Сутегінің жануынан кейін пештің негізгі шілтерлеріне хлор беріледі.

Хлорлы сутектің синтездеуде жылу бөлінеді және жарқырауық алау түзіледі. Синтездеуші барлық пештер сутектік режімде жұмыс істейді.  $Cl_2:H_2 = 1:1,03-1,1$  тең. Пеш жоғары қысымды ( $3 \cdot 10^5$  Па) болады, бұл ауаның енуіне мүмкіндік бермейді, яғни соның арқасында пеште жарылыс қаупі бар сутегі және оттегінің түзілуін болдырмайды.

Іске қосу алдында пешті және сутекті коммуникацияларды азотпен үрленеді. Сутегі мен хлордың қысым төмендегенде дыбыстық сигнализациялар ойнайды. Синтездеу пештерінің алдына хлор және сутегі линияларында диафрагмалар орнатылады. Хлор мен сутектің шығын ДПМК-100 типтік аспаптары көмегімен өлшенеді. Жарылыстық жарғақтар (мембрана) мырышталған паронитті төсемелі темірден жасалады.

Синтетикалық тұз қышқылын алу сұлбасы 2 суретте берілген.



1-от бөгеттеуіш, 2- $HCl$  синтездеу пеші, 3-тоңазытқыш, 4-изотермиялық абсорберлер, 5-тұз қышқылы сыйымдылығы, 6-санитарлық мұнара, 7-сорғы  
2-сурет. Синтетикалық тұз қышқылын алу сұлбасы

Электролиттік немесе абгазды хлор  $1,6 \cdot 10^5$  Па кем емес қысым әсерінен синтездеу пештерінің құбырөткізгіштеріне түседі. Сутегі алдын ала компримирленеді және  $1,6 \cdot 10^5$  Па кем емес қысымда тізбектеліп су

ажыратқышқа, ары қарай суды жоятын конденсаторға өтеді және от бөгеттеуіш арқылы синтездеу пешіне түседі. Сықағыштық коллектор мен сутегіні соратын коллекторларды жалғайтын мойындарға реттегіш клапан орнатылған, ол сықағыштың желідегі артық сутегінің сору компрессорларына тастайды, сол арқылы берілістік желідегі сутегінің тұрақты қысымы ұсталып тұрады.

Синтездеу пешінде  $450^{\circ}\text{C}$  температурада хлорлы сутегі шығады, ол қоршаған ортаға табиғи жылу берілістік есебі арқылы құбырөткізгіште салқындатылады және әр пешке бір-бірден орнатылған тоңазытқыштарға бағытталады. Тоңазытқышта газ  $30-45^{\circ}\text{C}$  температураға дейін өнеркәсіптік сулармен салқындатылады, және ары қарай құбырөткізгіш бойымен изотермиялық абсорберлерге  $4_1$  және  $4_{II}$  қарай бағытталады.

Жалғастықтардың бірі арқылы арқылы  $4_{II}$  изотермиялық абсорберлерге тұзсыздандырылған су беріледі, екіншісі арқылы – абсорберді салқындатуға арналған су беріледі.  $4_1$  изотермиялық абсорберден газ және тұз қышқылы  $20-40^{\circ}\text{C}$  температурада және 31% концентрацияда фаза жіктегішке түседі, одан әрі қышқыл жалпы қышқылдық коллекторға және қоймалық-сыйымдылықтар қарай бағытталады, ал газдар  $4_{II}$  абсорберге бағытталады, мұнда сұйытылған тұз қышқылы түзіледі. Бұл қышқыл  $4_1$  абсорберді суландыруға берілсе, газ – сағалық мұнараға кетеді, мұнда газды хлорлы сутектен тазарту үшін жуу үрдісі жүргізіледі.

0,1-0,3% HCl құрамы бар ақаба суларды қышқылдық кәріздерге (канализацияларға) құйылады, ары қарай олар – қышқылдық ағындардан бейтараптандыру станцияларына бағытталады. Инертті газдар (азот, сутегі, көміртек диксиді) атмосфераға тасталады. Қоймалық-сыйымдылықтардан тұз қышқылы өзіндік ағуымен құйылмалы құбырларға түседі және бөтелкелергеғ полиэтилендік бөшкелерге және басқа да ыдыстарға құйылады. Тұз қышқылына арналған бөтелкелер келесідей өңдеулерден өтеді: алдымен оларды табандықтарға орнатылып, сумен шайылады, бумен қыздырылып, содан кейін қаптамалау бөліміне түседі, ары қарай олар тұз қышқылын құю бөліміне бағытталады.

Көмекші жабдықтар келесідей сипаттамаларға ие. Отты бөгеттеуіш – сфералы түптік және бұрандалы алынатын қақпақты, болатты цилиндрлік құралғы. Өлшемдері 3-4мм қиыршықты қиыршықтастан жасалған саптамалармен толтырылған. Тоңазытқыш қарсты токты және пластинкалы. Жылу алмастыру беті  $10-22\text{m}^2$ . Изотермиялық тоңазытқыш – графиттен орындалады. Сағалық мұнара – диабазалық тақталармен қорғалған цилиндрлік құралғы. Тұз қышқылы үшін арналған сыйымдылықтар ( $50\text{m}^3$ ) - сфералы түптік және бұрандалы алынатын қақпақты, болатты цилиндрден тұрады.

Хлорлы сутектің абсорбциясы процесінің физика-химиялық негіздері Хлорлы сутектің сумен абсорбциясы хлорлы сутектің гидраттарының түзілуінің және олардың суда еруінің гетерогенді қайтымды экзотермиялық процесімен сипатталады.



Хлорлы сутек абсорбциясының (еруі) жылулық эффектісі  $n$ -нің мәніне тәуелді, яғни тұз қышқылының түзілу концентрациясына тәуелді және шексіз сұйылтуда 75,1 кДж/мольді құрайды.

Абсорбция процесінің тепе-теңдік жағдайы абсорбцияланатын газдағы HCl-дың концентрациясына және температураға тәуелді. 1-ші суретке сәйкес, абсорбция дәрежесі газдағы HCl-дың концентрациясының артуымен өседі және түзілетін тұз қышқылының концентрациясы артады. Сондықтан абсорбцияға құрамында 90%-дан кем емес хлорлы сутек бар газды бағытып жібереді.

Абсорбция кезінде жүйеден жылу шығарылусыз тұз қышқылының концентрациясын азеотропқа сәйкес (20,2%) концентрациядан жоғары болмайды (2 сурет). Жоғары концентрациялы қышқыл алу үшін абсорбцияның артық мөлшердегі жылуы жүйеден шығарылуы керек. Оны екі жолымен жүзуге асады :

- жылуды қоршаған ортаға шығаруымен (изотермиялық абсорбциясы);
- процесті адиабаттық жағдайда өткізуімен, яғни жүйе ішінде жылу суды буға айналдыру және қышқыл концентрациясын арттыру үшін қолданылатын кезде (адиабаттық абсорбциясы).

Бірінші әдісті қамтамасыздандыруы өте қиын, өйткені ол коррозиямен активті сұйықпен байланыса жұмыс істейтін, үлкен суыту беті бар жылу алмасу аппаратурасын талап етіледі. Сондықтан А.М. Гаспарянмен өндірілген адиабаттық абсорбция әдісі кең таралған. Бұл әдіспен шикізат ретінде 75%-ды хлор және 95%-ды сутекті қолдану арқылы концентрациясы 33%-ға жуық болатын тұз қышқылын алуға болады.

Изотермиялық абсорбция әдісін шектелген масштабтарында жоғары концентрациялы (39-40%) тұз қышқылын алу үшін қолданады.

Абсорбция жүргізуге арналған аппаратуралар үшін материалдар ретінде шайырмен сіңірілген ағаш, жаратынды қышқылға төзімді тастар (гранит, песчаник) мен керамика, эмаль, балқытылған кварц, графит, графолит және антегмит (АТМ-1, графиттен және фенол-формальдегид шайырынан тұратын жылуөткізгішті материал), пластикалық массалардың кейбір түрлері (фаолит, винипласт, полиэтилендер, фторопласттар, найлон және т.б.). Олардан жасалған абсорберлер кіші габариттерімен және жеңілдікпен ерекшелінеді. Қышқыл өткізгіштерді, тіреу құралдарды, насостарды жасау үшін теміркремниймолибденді балқыма (антихлор, МФ-15) қолданылады.

Суытумен жүретін хлор сутектің абсорбциясы Хлор сутекті сумен сіңіруге арналаған абсорбциялық қондырғылар гидратация реакциясының (1) жылуды толық бұрып жіберуді қамтамасыз ету керек.

Әдетте алғашында газды ұзын өткізгіш және керамикалық тоңазытқыштарда салқындатады. Салқындатуды газды құрғатумен біріктіреді, бұл жоғары концентрациялы тұз қышқылын алуға мүмкіндік береді. Құрғатуды насадкалы мұнараларда жүргізеді, мұнда  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -тің буы

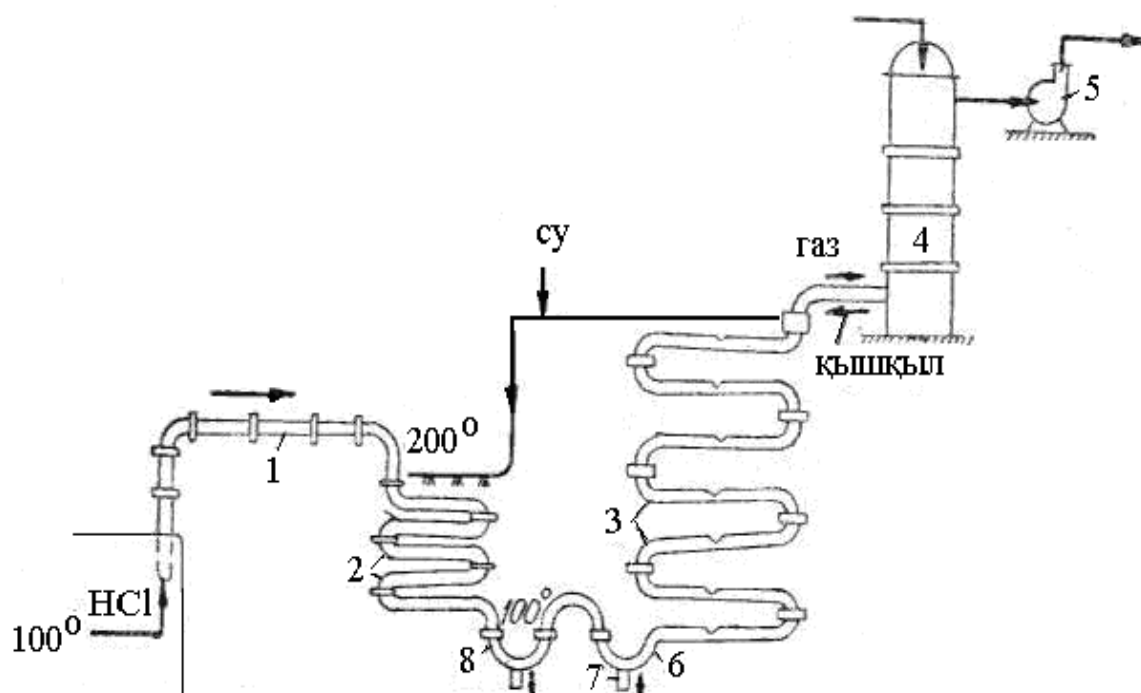
мен ылғал конденсацияланады, сонымен қатар сульфатты пештерінен келетін сульфат шаңдары ұсталып қалады. Басқа жағдайларда мұнарадағы газды концентрленген күкірт қышқылымен құрғатады.

Синтез пешінен шыққан синтетикалық хлорлы сутек графолитті немесе кварцты құбырлардан жасалған тоңазытқыштарда салқындатады. 38-40<sup>0</sup>С-қа дейін салқындатқанда 36%-ды тұз қышқылы – конденсат түзіледі. Салқындатылған газ сумен абсорбцияға жіберіледі. Газ абсорбциясын насадкалы фаолитті, керамикалық немесе футерленген болатты мұнараларында жүргізеді. Газ кезекпен екі мұнарадан өтеді. Екінші мұнараны сумен суарады, ал біріншіден дайын тұз қышқылын алады. Соңғы мұнарадан шыққан газ керамикалық желдеткіш арқылы атмосфераға шығарылады. Сульфатты пештерінен шыққан газ сіңірген кезде құрамында болатын күкіртқышқылды тұман барлық қондырғылар арқылы өтеді және жартылай конденсацияланады. Әр мұнарада қышқыл орталықтан тепкіш керамикалық насостар көмегімен айналады. Абсорбция кезінде бөлінетін жылу мұнаралардың астында орналасқан керамикалық жыланиректтер немесе графолитті тоңазытқыштар арқылы шығарылады, олардың ішінде қышқылдың айналуы жүреді. Жылан түтіктер ағымды салқын су бар резервуарларға түсірілген. Шет елдерде хлор сутекті сумен сіңіру үшін кварцты және графолитті тоңазытқыштармен және абсорберлермен жабдықталған қондырғылар кең таралған.

Кварцты тоңазытқыштар ұзындығы 2 м, ішкі диаметрі 200 мм болып келетін S-пішінді құбырлардан тұрады (оларды кейде «интегралдар» деп атайды). Тоңазытқыштар кезектесе вертикаль жазықтықта жалғанады және үстінгі жағынан (сырттан) сумен суарылады. Абсорберлер де тоңазытқыштар сияқты жалғанады және солай да сырттан сумен суарылады. Үстінгі абсорберге оның астындағы абсорберге ағатын су (әлсіз тұз қышқылы) беріледі.

Абсорбердің төгетін ұшында табалдырақ бар, ол абсорбер ішіндегі сұйықтың деңгейін анықтайды. Газ төменгі абсорберге жіберіледі және сұйыққа қарсы ағынмен қозғалады. Абсорбердің жоғары бетінде пережим бар, ол газ сұйықпен жақсы жанасуға мүмкіндігін туғызады. Олар да графолиттен жасалынады.

3-суретте синтетикалық хлор сутекті суыту және абсорбцияға арналған қондырғының сұлбасы көрсетілген. 1000<sup>0</sup>С температурасымен газ синтез пешінен газ өткізгіш 1 арқылы өтіп, ~200<sup>0</sup> температураға дейін суытылады және жоғары жағынан тоңазытқыштардың секциясына 2 кіреді. Мұнда газ шамасында 100<sup>0</sup> температурасымен абсорберлердің секциясына 3 барады, ары қарай ол саптама бар керамикалық мұнарада 4 сумен жуылады. Тоңазытқыштардағы конденсат, құрамында 32-35% HCl бар, өнімді қышқылымен араластырады.



1 – газөткізгіш; 2 – тоңазытқыш; 3 – абсорбер; 4 – соңғы мұнара; 5 – желдеткіш; 6 – төккіш құбыр; 7 – қышқыл үшін төккіш штуцер; 8 – конденсат үшін төккіш құбыр.

3-сурет. Хлор сутектің суыту мен абсорбциялау қондырғысының схемасы

Кварцты және графолитті абсорбионды қондырғылардың үлкен артықшылығы олардың қарқынды суытумен байланысты ықшамдылығы болып табылады. Осыған орай, керамикалық абсорберлерге қарағанда, кварцты абсорберлерде керамикадан шығатын, мысалы темір, қоспалармен ластанбаған таза қышқыл алынады. Ал кемшілігі олардың қымбаттылығы және механикалық аз беріктілігі. HCl-дың сумен абсорбциясының жылдамдығы үлкен болғандықтан, абсорбионды қондырғыларды құрастыратын абсорберлердің саны, HCl гидратациясының жылуын толық шығару (бұру) жағдайынан анықтайды. Тәулігіне 7 т тұз қышқылын өндіру үшін 13 кварцты тоңазытқыш және 11 абсорберден тұратын сіңіру қондырғысы жеткілікте.

3300С-қа дейін тұз қышқылына төзімді тантал мен ниобий болады. Бұл металдар жылуды жақсы өткізеді және механикалық өңдеуге жеңіл түседі. Сумен суытуға арналған болатты қаптамаға салынған, диаметрі 150 мм және биіктігі 2 м вертикальды құбырдан тұратын абсорберде сағатына 225 кг артық HCl-ды сіңіруге (жұтуға) болады. Бірақ тантал (ниобий сияқты) өте қымбат метал, сондықтан танталды абсорберлер хлорлы сутек үшін санаулы мекемелерде қолданылады. Танталды абсорберлердің құрылысының қарапайымдылығының және олардың қызметінің ұзақтылығының арқасында



1 кг 100%-ды хлорлы сутек алу үшін кететін шығындар басқа материалдан жасалған абсорберлерге қарағанда аз болады. Кейбір бөлшектері танталдан жасалған абсорберлері бар синтетикалық хлор сутектен тұз қышқылын алу үшін аз қуатты қондырғылар бейнеленген. Синтез пешінен шыққан хлорлы сутекті алғашында болат құбырларда ауамен, сосын фенолды шайырмен сіңірілген графитті құбырларда салқындатады. Осыдан кейін газ гуммирленген болатты құбыр арқылы екі сатылы абсорберге түседі (6 сурет).

Абсорбердің бірінші сатысы болат қаптамаға салынған, жұқа гофрирленген тантал бетінен жасалған құбыр болып табылады. Газ, екінші сатыдан түсетін, әлсіз тұз қышқылымен бірге тікелей ағын бойынша жүреді. Бірінші сатыда сіңірілмей қалған газ қалдығы екінші сатыға – керамикалық абсорберге түседі, ол да сулы салқындату және саптамасы бар танталды құбырымен жабдықталған.

#### 1.4 Реактивтік тұз қышқылын өндіру

Маркасы «ч», «чда», «хч», концентрациясы 35-38% реактивтік тұз қышқылдары халық шаруашылығының көптеген салаларында кеңінен қолданылады. Реактивті тұз қышқылын алу үшін буланған хлордан алынған хлорлы сутекті және графиттік пештердегі корбондық абсорбциялардағы дистелденген суды изотермиялық абсорбциялау арқылы алынған электролиттік сутектерді қолдануға кеңес беріледі.

Буланған хлордағы трихлорид азоттың құрамы 0,005масса.%.

Электролиттік сутегі құрамында 97,5%  $H_2$  бар, ылғал мөлшері қаныққан булардағы 35<sup>0</sup>С температурадағы қысымына сәйкес болуы тиіс.

Дистилденген суды бұрыштық сүзгілерде майлардан тазартылған булы конденсаттан алынады. Дистилденген сулар құрамындағы қоспалар мөлшері (мг/л ) келесідей:

Құрғақ қалдық	
буландырудан кейін .....	5
тесуден кейін.....	1
Аммиак және аммонилік тұздар ( $NH_4$ ) .....	0,02
Нитраттар ( $NO_2$ ) .....	0,2
Сульфаттар ( $SO_4$ ).....	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 ( $KMNO_4$ ) .....	0,08

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

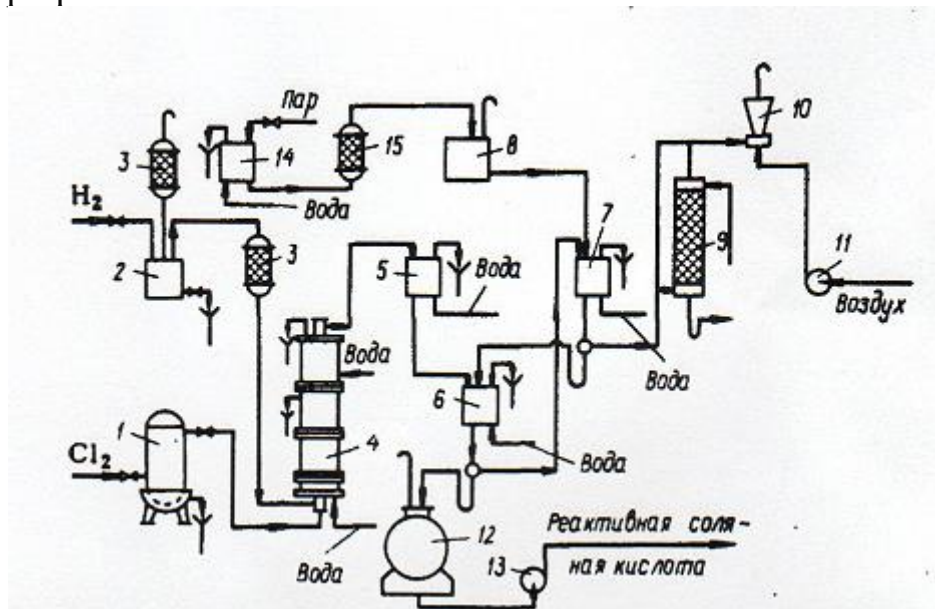
Хлордағы, сутектегі және дистилденген судағы қоспалар реактивтік тұз қышқылы сапасына қойылған қатаң талаптарға байланысты қатаң регламенттеледі.

## 1.2-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

Реактивтік тұз қышқылының өндіріс үрдісінің технологиялық сұлбасы 4- суретте берілген. Сұлба екі түйіннен тұрады: хлорлы сутекті синтездеу түйіні және 35-38% тұз қышқыл алу үшін дистилденген суды абсорбциялар түйіні.



1- аралым, 2-ылғал ажыратқыш, 3-отқа бөгеттеуіш, 4-синтездеу пеші, 5,14 – жылу алмастырғыш, 6,7 – абсорберлер, 8-қысымдық шанап, 9-санитарлық мұнара, 10-эжектор, 11,13 – сорғылар, 12-реактивтік қышқыл жинақтағыш, 13-бұрыштық сүзгі.

4- сурет. Реактивтік тұз қышқылын алу сұлбасы

Буланған хлор аралым 1 арқылы, реттегіш клапан көмегімен  $(1,3-1,5) \cdot 10^5$  Па қысымды ұстап тұрады, синтездеу пешінің шілтерлеріне түседі. Реттегіш клапанның ұстап тұрған қысым әсерінен сутегі ылғал ажыртқыш, отты бөгеттеуіш арқылы өтіп, синтездеу пешінің шілтеріне түседі. Хлорлы сутектің синтезі графиттік пеште жүргізіледі. Пештен  $200-230^{\circ}\text{C}$  және  $75-88,5\%$  концентрациялы хлорлы сутек қоробондық жылу алмастырғышқа түседі, онда ол  $40^{\circ}\text{C}$  дейінгі температуралы сумен салқындатылады, ары қарай I және II сатылы тізбектеліп жалғанған графитті изотермиялық абсорберлерге түседі, онда қысымдық шанаптан келетін сумен абсорбциялау жүреді.

Хлорлы сутекті салқындатуда түзілген тоңазытқыштың төменгі бөлігіндегі тұз қышқылы конденсаты абсорбердің жоғарғы бөлігіне қарай жүреді. Сол жолмен абсорберге салқындатылған хлорлы сутек түседі. Сонымен қатар, абсорбердің 6 жоғарғы бөлігінде 7 абсорберден  $35-40^{\circ}\text{C}$  температурада сұйытылған тұз қышқылы ағып өтеді.

## 2 БАС ЖОСПАР

"Каустик" АҚ Павлодар қаласының солтүстік өнеркәсіптік ауданында орналасқан, АХО бар химиялық қауіпті объектілерге жатады. "Каустик" АҚ хлор және каустикалық сода өндіретін объект болып табылады.

"Каустик" АҚ аумағы жоспарда шығыстан батысқа созылған тікбұрыш пішінді, жалпы ауданы 1,7 Га құрайды. Өнеркәсіптік алаңның аумағы 2,2 м биіктіктегі темірбетон қоршаумен қоршалған.

"Каустик" АҚ-ның автожолдардың сыртқы желісімен 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-азот-оттегі цехы, 110 корпус (аэрофлоттар өндірісі), №117 корпус-қойма, 128-гумирлеу цехы орналасқан.

### 3 ӨНДІРІСТІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМІ

Ертеректен айтылып келгендей, хлорлы сутекті екі әдіс бойынша адиабаттық және изотермиялық абсорбция арқылы алады. 1-ші суретте тұз қышқылы мен хлорлы сутектің адиабаттық абсорбция арқылы өндірістің технологиялық сызбасы көрсетілген.

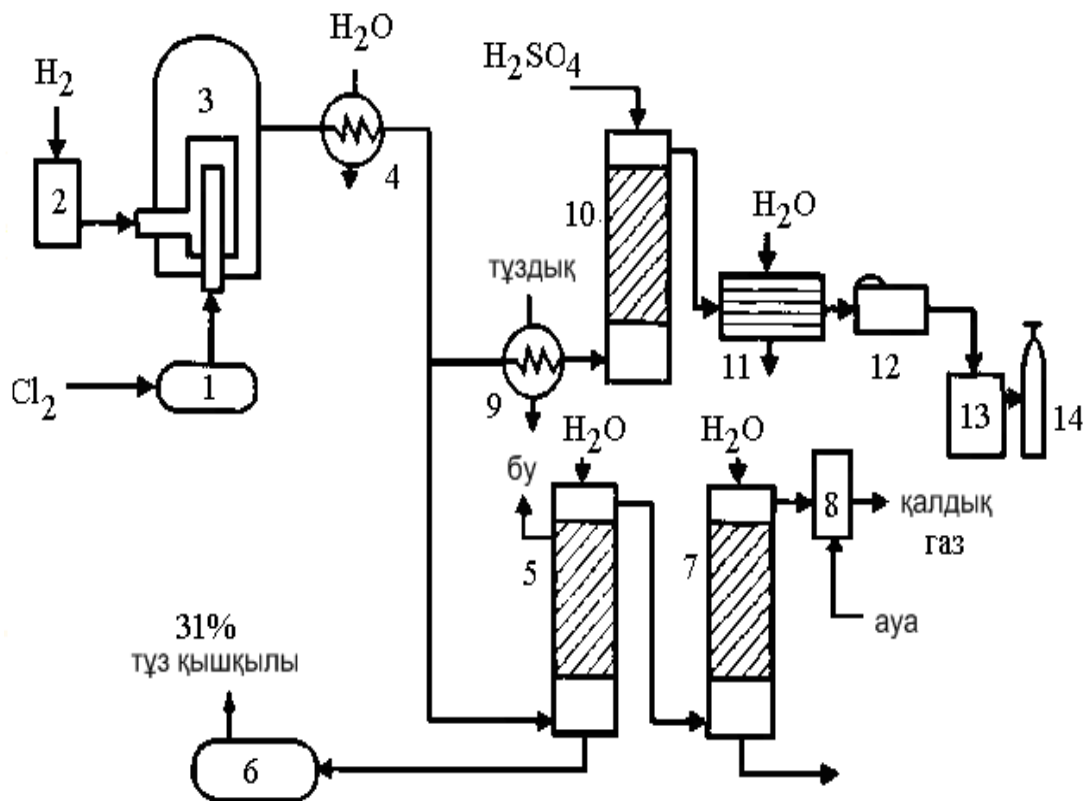
Кептіргіш мұнарасынан хлормен бірге күкірт қышқылы тартып кетеді, сондықтан оны бөлу үшін, хлор буферлі сыйымдылыққа 1 беріледі. Одан әрі хлор мен сутек, сутектің артық мөлшерін қамтамасыз ететін қатынаста, от жарылғыш бөгет 2 арқылы пеш жанарғысына 3 беріледі. Пештен шыққан газ сумен суаратын газ тоңазытқышында 4 салқындатылады және екі ағымға бөлінеді. Бір ағым (тұз қышқылының желісі) абсорбциялық колоннаға 5 түседі, ол да сумен суарады. Абсорбция температурасы 80-85<sup>0</sup>С құрайды және колоннаға берілетін су буымен реттеледі. Өнімдік тұз қышқылын жинағышта 6 жинайды, ал құрамында хлорлы сутек, сутек, азот және су буы бар сіңірілмеген газдар сумен суаратын санитарлық мұнараға 7 бағытталып, эжектор 8 арқылы атмосфераға тасталынады.

Газдың екінші ағымы (сұйық хлорлы сутектің желісі) тантал мен графиттен жасалған тұздық тоңазытқышында 9 қосымша салқындатылады және концентрленген күкірт қышқылымен суаратын мұнараға 10 құрғатуға бағытталады. Құрғақ хлорлы сутек конденсатор 11 арқылы өтіп, компрессормен 12 10 МПа қысымға дейін қысылады және сұйық өнім жинақтағышқа 13 түсіп, сол жерде баллондар мен танкілерге құйылады.

150-200<sup>0</sup>С температурада пештен шыққан газ тәрізді хлорлы сутек (2 сурет), сонымен қатар абсорбция мұнарасынан 2 суарылу үшін келетін әлсіз тұз қышқылы сумен салқындатылатын графитті абсорберге 1 түседі. Абсорберде 1 түзілген өнімдік тұз қышқылы жинақтағышқа 3 жиналады және сол жерден қоймаға кетеді. Абсорберден 1 газдар мұнараға 2 беріледі, мұнда сіңірілмеген қалған хлорлы сутек сумен абсорбцияланып әлсіз тұз қышқылын түзеді. Қалдықты газдар мұнарадан 2 тазартылу үшін санитарлық мұнараға 4 бағытталады, содан соң атмосфераға тасталынады.

Тұз қышқылы мен хлорлы сутек өндірісіндегі негізгі аппарат синтез пеші (жану пеші) болып табылады. Ол болат корпустан, жоғары қысымда жарылудан сақтайтын мембранадан және жанарғыдан тұрады. Жанарғы екі центрлес орналасқан құбыр түрінде жасалынған, ішкі құбыр арқылы хлор, ал сыртқы құбыр бойынша – сутек жүргізіледі. Мұндай конструкциясы компоненттердің жақсы араласуын, сонымен қатар жарылысты болдырмауды қамтамасыз етеді.

Тұз қышқылының жоғары коррозиялық белсенділігі және хлорлы сутектің ылғалдығы аппараттың конструкциялық материалына жоғары талабын қойылады. Оны дайындау үшін керамика (колоннадағы саптамалар), тантал және графит, фенолформальдегидті шәйірмен сіңірілген (тоңазытқыштары) және кварц қолданылады.



1 – буферлі сыйымдылық; 2 – от жарылғыш бөгет; 3 – пеш; 4 – газ тоңазытқыш; 5 – абсорбциялық колоннасы; 6 – қышқыл жинақтағыш; 7 – санитарлық мұнара; 8 – эжектор; 9 – тұздық тоңазытқыш; 10 – кептіргіш мұнара; 11 – конденсатор; 12 – компрессор; 13 – HCl (сұйық.) жинағыш; 14 – баллон (танк).

5-сурет. Адиабаттық абсорбция әдіспен алынатын тұз қышқылы мен HCl өндірістің технологиялық сызбасы

Өндірісте тауарлы өнімдер ретінде құрамында 27,5 және 31% HCl бар тұз қышқылы, ингибирленген тұз қышқылы және құрамында 99,5% HCl бар сұйық хлорлы сутек болып табылады.

### 3.1 Технологиялық есептеулер

Синтетикалық тұз қышқылы өндірісінің материалдық балансын есептеу  
Есептеуге арналған деректер:

- 10т 35% тұз қышқылына есеп жүргізу
- хлорлы сутегі толығымен сорбентпен (сумен) сіңеді деп есептеу)
- 5% хлор сутегін ерітуге арналған су буланады деп саналсын
- хлор бойынша айналу дәрежесі 100-ге тең деп санау%
- 5 артық сутегі берілетінін ескеру%
- сутегі 100 тазалығы бар пешке беріледі деп санау%
- хлор 95 таза пешке беріледі деп санау%

Абсорберден тұз қышқылы ағынындағы таза хлор сутегінің массасын есептеу:

$$m_{HCl} = m_{\text{соляной\_кислоты}} \cdot \omega_{HCl} = 10^4 \cdot 0,35 = 3500 \text{ кг}$$

Пештен түсетін хлор сутегін абсорбциялау үшін қажетті су массасын есептеу:

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

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 (бастапқы ағындағы хлордың пайыздық құрамын есепке алмағанда)

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

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  $Cl_2$  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)

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

Сутегінің практикалық массасын есептеу (берілетін артықты ескере отырып)

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

Артық сутегі массасын есептеу

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

5 - 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	3683,7	2263,2	3500	2147	94,91
2. кір			178,9	61,5	2,71	2. кір			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

Жылу балансын есептеу (абсорбердегі хлор сутегінің абсорбция сатылары, пеште бастапқы газдарды жағудан кейін)

Есептеуге арналған деректер:

- Алынатын тұз қышқылының массасы (мс.к) 10000 кг тең;
- Хлор сутегі массасы, сіңіру (mHCl) 3500 кг-ға тең;
- Хлор сутегін (су) ерітуге арналған су салмағы 6500 кг тең;
- Судың 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·°С) тең);
- Хлор сутегі абсорбциясының жылу әсері (қабсорбция) 72,5 кДж/моль тең;
  - Абсорбция процесіндегі температура 100°С тең және 100°С кезіндегі судың бу түзілуінің меншікті жылуы 2256 кДж/кг тең;
  - 20 °С кезіндегі тұз қышқылының 35% меншікті жылу сыйымдылығы (Сс.к. р) 2,48 кДж/(кг·°С) тең);
  - Тұз қышқылының шығысындағы Температура 25 °С тең;
  - Жылу шығындары (Q<sub>пот</sub> ) жылу физикалық кірісінен 5% тең деп қабылдау.

б - кесте

Абсорберге кіретін және одан шығатын ағындардың материалдық балансы

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

Абсорбердегі хлор сутегін абсорбциялау процесінің жылу балансының теңдеуі

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

Абсорбцияның жылу балансының теңдеуін құраушылар

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

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

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

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

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

7-кесте

Хлор сутегінің абсорбция сатысының жылу балансы

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:

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

Хлор бойынша практикалық Шығыс коэффициентін есептеу:

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

Сутегі бойынша теориялық шығын коэффициентін есептеу:

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

Сутегі бойынша практикалық шығын коэффициентін есептеу:

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

Су бойынша теориялық шығын коэффициентін есептеу:

$$\beta_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{теор}} = \frac{m^{\text{теор}}_{\text{H}_2\text{O}}}{m_{\text{С.К.}}} = \frac{6500}{10000} = 0,65$$

Су бойынша практикалық шығын коэффициентін есептеу:

$$\beta_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{np}} = \frac{m^{\text{np}}_{\text{H}_2\text{O}}}{m_{\text{С.К.}}} = \frac{6863,3}{10000} = 0,68633$$

Жылу бойынша теориялық шығын коэффициентін есептеу:

$$\beta_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{теор}} = \frac{Q^{\text{теор}}}{m_{\text{С.К.}}} = \frac{1182752}{10000} = 118,270 \text{кДж/кг}$$

Жылу бойынша практикалық шығын коэффициентін есептеу:

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

8 - кесте

Синтетикалық әдіспен 35% тұз қышқылын өндіру кезіндегі 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

Бұл дипломдық жұмыста тұз қышқылына жалпы жақтан сипаттама берілді. Мұнда тұз қышқылын алу әдістері, тұз қышқылының тұздары, тұз қышқылының өндірісі және тұз қышқылының күнделікті өмірде қолданылуы сияқты өзекті мәселелер қозғалды. Сонымен қатар тұз қышқылының физика-химиялық қасиеттері де келтірілді.

Тұз қышқылын алатын зауыттың орналасу жағдайы, бас жоспары қарастырылды.

Тұз қышқылын өндірудің технологиялық сызба-нұсқасы жасалынды және осы сызба-нұсқа негізінде үдерістің материалдық, жылулық баланстары мен технологиялық есептеулері орындалды.

Тұз қышқылын өндіруде қолданылатын негізгі қондырғылардың есептеулері жасалынды.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

### Оқулықтар мен монографиялар тізімі

1. Позин М.Е. Технология минеральных солей. Ч. I и II-Л. :1974, 155бс.
2. Здановский А.Б. и другие. Справочник по растворимости водно-солевых систем –Л. : Химия, 1975. Том I и II, 741с.
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. Позин М.Е. Зинюк Р.Ю. физико-химические основы ехнологии неорганических веществ.-Л. : Химия, 1985, 384с.
6. Руководство к практическим занятиям по технологии неорганических веществ // Под ред. М.Е. Позина Л.: Химия, 1980.
7. Расчеты по технологии неорганических веществ // Под общ.ред. М.Е. Позина. М.-Л.: Химия, 1986. 455 с.
8. Соколов Р.С. Общая химическая технология. Часть 1. М.: Химия, 1980. 241 с.
9. Крашенинников С.А. Технология соды. М.: Химия, 1988. 271 с.
10. Мухленов И.П. Общая химическая технология. М.: Химия, 1985. 326 с.

## Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Мұратбеков Д.К.

Название: АК «КАУСТИК» ЖАҒДАЙЫНДА ӨНІМДІЛІГІ 45 МЫҢ ТӘЖІЛ ТҮЗ ҚЫШҚЫЛЫН ӨНДІРУ ЦЕХЫН ЖОБАЛАУ

Координатор: Бекежан Мустахимов

Коэффициент подобия 1:8,8

Коэффициент подобия 2:4,1

Тревога:30

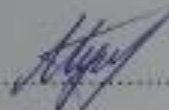
После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствии самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обстоятельства:

Дипломной проект выполнен самостоятельно  
и к защите допускаю.

08.05.2019



Дата

Подпись Научного руководителя

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Мұратбек Д.К.

Название: АҚ «КАУСТИК» ЖАҒДАЙЫНДА ӨНІМДІЛІГІ 45 МЫНТ/ЖЫЛ ТҮЗ ҚЫПҚЫЛЫН ӨНДІРУ ЦЕХЫН ЖОБАЛАУ

Координатор: Бекежан Мустахимов

Коэффициент подобия 1:8,8

Коэффициент подобия 2:4,1

Тревога:30

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- ✓ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

Коэффициенты подобия не превышают допустимых норм в связи с этим диссертационный проект допускается к защите.

08.05.2019

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

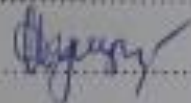
начальника структурного подразделения



Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

Обнаруженное заимствование в реферате и  
просьбе студента Ч.г.а. Мураталиева Р.б.  
не обладают признаками плагиата и  
поэтому допускаются к защите

08.05.2019



Дата

Подпись ведущего кафедрой /

начальника структурного подразделения