

Қ.И. СӘТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ
ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ



ХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ
ТЕХНОЛОГИЯЛАР ИНСТИТУТЫ

БЕЙОРГАНИКАЛЫҚ ЗАТТАРДЫҢ
ХИМИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯСЫ КАФЕДРАСЫ



«Қорғауға жіберілді»
БЗХТ кафедра меңгерушісі
Н.М. Жунусбекова
«16» мамыр 2019 ж

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: «БАЛҚАШ МЫС ҚОРЫТУ ЗАУЫТЫНАН ШЫҚҚАН
ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ГАЗДАН ӨНІМДІЛІГІ 100 МЫҢ Т/ЖЫЛ КҮКІРТ
ҚЫШҚЫЛЫН ӨНДІРУ ЦЕХЫН ЖОБАЛАУ»

5В072000 – «Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы» оқу
бағдарламасы бойынша

Орындаған

А.О.Білісбек

Ғылыми жетекшісі

Т.ғ.к.,
ассис.профессор
Б.К.Мустахимов

Норма бақылау

Ш.У.Мырзабекова

Алматы 2019

РЕФЕРАТ

«Балқаш мыс қорыту зауытынан шыққан технологиялық газдан өнімділігі 100 мың т/жыл күкірт қышқылын өндіру цехын жобалау» атты дипломдық жобада, күкірт қышқылын алу өндірістерінің негіздері мен технологиялық сызба-нұсқалары, оларды алудың әртүрлі жолдары қарастырылған. Яғни, күкірт қышқылын алудың әдеби шолуы және технологиялық сызбалары мен күкірт қышқылын алудың технологиялық есептеулері көрсетілген.

Дипломдық жоба 31 бет, 18-кесте және 4-қосымшадан тұрады

РЕФЕРАТ

В дипломном проекте " проектирование цеха по производству серной кислоты производительностью 100 тыс.т/год от технологического газа Балхашского медеплавильного завода» предусмотрены основы и технологические схемы производства серной кислоты, различные способы их получения. То есть представлен литературный обзор и технологические схемы получения серной кислоты и технологические расчеты получения серной кислоты.

Дипломный проект состоит из 31 страниц, 18-таблицы и 4-приложении.

ABSTRACT

The thesis project "design of a workshop for production of sulfuric acid by capacity of 100 thousand t/year from the process gas of the Balkhash copper-smelting plant" provides a framework and the technological scheme of production of sulfuric acid, various methods for their preparation. That is, a literature review and technological schemes for the production of sulfuric acid and technological calculations for the production of sulfuric acid are presented.

The diploma project consists of 31 pages, 18-table and 4-Annex.

МАЗМҰНЫ

	КІРІСПЕ	6
1	Күкірт қышқылы туралы жалпы мәлімет	7
1.1	Күкірт қышқылының қасиеттері	7
1.2	Күкірт қышқылы өндірісі шикізаттары	9
1.3	Күкірт қышқылының сорттары	10
1.4	Күкірт қышқылын алу әдістері	11
2	Бас жоспар	12
3	Технологиялық бөлім	13
3.1	Өндірістің жалпы сипаттамасы	13
3.2	Технологиялық есептеулер	14
3.2.1	Шаю бөлімінің материалдық балансы	18
3.2.2	Кептіру бөлімінің материалдық балансы	22
3.2.3	Жанасу бөлімінің материалдық балансы	25
3.4	Негізгі аппаратты таңдау және есептеу	28
	ҚОРЫТЫНДЫ	30
	ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	31
	ҚОСЫМШАЛАР	32

КІРІСПЕ

Дипломдық жоба Балқаш қаласындағы мыс балқыту зауытынан шыққан металлургиялық газдардан жанасу әдісі арқылы күкірт қышқылын алу цехын жобалауға негізделген.

Күкірт қышқылы химия өндірісіндегі қажетті өнімдердің бірі болып табылады, себебі ол көптеген заттарды синтездеуге қатысады.

Күкірт қышқылы халық шаруашылығының әр түрлі салаларында: мұнай өнімдерін тазартуда, органикалық синтездеу, бояғыштар, жарылғыш заттар, минералды тыңайтқыштар, түрлі минералды тұздар және қышқылдар алуда кеңінен пайдаланылады.

Күкірт қышқылы минералдық тыңайтқыштар (суперфосфат, аммоний сульфаты) өндірістерінде де қолданылады.

Күкірт диоксидін керекті көп мөлшерде кесекті күкіртті тікелей жағу арқылы, күкірт колчеданын өртегенде, не түсті металдар сульфидтерін күйдіру арқылы алады. Алынған күкірт диоксидін әртүрлі қоспалардан тазартатын, күкірт үшоксидіне жанасу аппаратында катализатор қатысында тотықтырады. Одан кейін күкірт ангидридін абсорбциялап олеум алады.

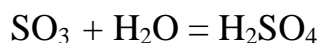
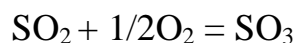
Күкірт қышқылын өндіретін зауыттар Қазақстанның әр түрлі аймақтарында орналасқан. Соңғы уақытта күкірт қышқылы өндірісін дамытуда әр түрлі химиялық өндірістердің қалдықтарын пайдалану мақсаты алға қойылып отыр. Мысалы, түсті металдардың сульфидін күйдіргенде түзілетін күкірт тотығын және тас көмірді кокстегенде немесе кейбір табиғи газдарды өңдегенде бөлініп шығатын күкіртсутекті пайдаланады. Қазіргі уақытта жанасу әдісімен концентрлі күкірт қышқылы, олеум, және күкіртті ангидрид алынады.

1 Күкірт қышқылы туралы жалпы мәлімет

1.1 Күкірт қышқылының қасиеттері

Күкірт қышқылы химия өндірісінің өте маңызды өнімдерінің бірі. Ол көп мөлшерде басқа қышқылдар, негіздер, тұздар, сода, минералдық тыңайтқыштар, хлор өндіруге, уран өндірісінде шаймалағыш қышқыл ретінде, және мұнай өнімдерін тазартуға, қопарғыш заттар жасауға, жасанды талшықтар, бояулар алуға, сонымен қатар органикалық синтездерде тағы басқа жерлерде қолданылады. Химиялық өнеркәсіпте күкірт қышқылындай көп өндірілетін бірде бір зат жоқ. Күкірт қышқылысыз ешбір химиялық, металлургиялық өнеркәсіптер және бірде бір химиялық лаборатория жұмыс істей алмайды. Күкірт қышқылы көбінесе үрдістерде ылғал сіңіргіш, құрғатқыш зат ретінде, металдарды жұмсартуда, нейтрализация процесінде және тағы басқа мақсаттарға қолданылады.

Күкірт қышқылы өндірісінің шикізаты ретінде әртүрлі өнеркәсіптен шыққан күкіртті газдар қолданылады. Күкіртті газды күкірт қышқылына өңдеу үшін оны оттегімен тотықтырады және түзілген күкірт үштотығын қышқыл қатысында суландырады. Бұл процесс төмендегідей екі реакция негізінде жүреді:



Күкіртті газдан күкірт қышқылын алу процесінде жылдамдығы өте аз. Сол себепті бұл реакциялар катализатор қатысында жүреді. Қазіргі уақытта жанасу әдісі бойынша концентрленген күкірт қышқылын, олеум және 100 пайыздық күкіртті ангидрид алады [1].

Күкірт қышқылы түссіз, май тәрізді ауыр сұйық зат. Күкірт қышқылының күкірт үштотығының бір молекуласы күкірт қышқылының ангидридін мен судың бір молекуласының қосылысы қажет. Демек, сусыз күкірт қышқылының құрамында 81,63 пайыз SO_3 және 18,37 пайыз H_2O бар.

Техникада күкірт қышқылы ретінде күкірт үштотығының сумен кез - келген қоспасын түзеді. Егер күкірт үштотығының 1 молине судың 1 молинен көбірегі келетін болса, онда бұл күкірт ангидридін күкірт қышқылындағы ерітіндісі, оларды олеум немесе түтіндейтін күкірт қышқылы деп атайды. Күкірт қышқылының судағы ерітінділерінің құрамы H_2SO_4 немесе SO_3 (пайыздық) мөлшерімен сипатталады.

Күкірт қышқылы - ең қарқынды бейорганикалық қышқылдардың бірі. Шоғырлы күкірт қышқылы активтік қатарында сутектен бұрын да, кейін де тұрған металдардың көпшілігімен әрекеттеседі. Ол барлық дерлік металдармен және олардың тотықтарымен әрекеттесіп, алмасу ыдырау реакцияларына түседі, сумен өте қарқынды қосылады. Тотықтырғыш және басқа да маңызды

химиялық қасиеттері бар. Күкірт қышқылының жоғары химиялық белсенділігі оның өнеркәсіптің түрлі салаларына кеңінен қолданылуына жағдай жасайды. Сусыз күкірт қышқылы 20°C түссіз майлы сұйықтық түрінде болады, 10,37°C кристалданады.

Сумен және күкірт ұштотығымен күкірт қышқылы кез – келген қатынаста араласа береді. Осы кезде түрлі кристалдану температурасы және басқа да кейбір қасиеттері бар қосылыстар пайда болады. Күкірт қышқылының сулы ерітінділері мен олеум 1.1 - кестеде келтірілген қосылыстардың қоспасы болып шығады. Мысалы, 80 пайыздық күкірт қышқылы - бұл $H_2SO_4 \cdot 4H_2O$ және $H_2SO_4 \cdot H_2O$ қосылыстарының қоспасы. Құрамында 20 пайыз SO_3 (бос) бар кәдімгі тауарлы олеум H_2SO_4 және $H_2SO_4 \cdot SO_3$ қосылыстарының қоспасы болып табылады.

Кесте 1.1

Сумен және күкірт ұштотығымен күкірт қышқылының кристалдану температурасы. ($T_{кр}$)

Қоспа	Шоғыры, %			$T_{кр}^{\circ}C$
	H_2SO_4	SO_3	$SO_{3бос}$	
$H_2SO_4 \cdot 4H_2O$	57,6	46,9	-	-23,36
$H_2SO_4 \cdot 2H_2O$	73,2	59,8	-	-39,6
$H_2SO_4 \cdot H_2O$	84,5	69,0	-	8,46
- H_2SO_4	100,0	81,6	-	10,37
$H_2SO_4 \cdot SO_3$	110,1	89,9	44,95	33,15
$H_2SO_4 \cdot 2SO_3$	113,9	113,9	93,0	1,2

Күкірт қышқылының сулы ерітіндісінің шоғыры жоғарлаған сайын олардың қайнау температурасы жоғарылап, 98,3 пайыз H_2SO_4 болғанда ең жоғары мәніне (3363,5°C) жетіп, кейін төмендейді. Олеумнің қайнау температурасы бос SO_3 мөлшері жоғарылаған температурасы күкірт қышқылының қайнау температурасы күкірт қышқылының қайнау температурасының шоғырына тәуелді.

Күкірт қышқылының судағы ерітінділерінің шоғыры жоғарылаған кезде ерітінді үстіндегі бу қысымы төмендеп, күкірт қышқылы 98,3 пайызға жеткенде өзінің минимумына жетеді. Олеумнің шоғыры жоғарылаған сайын оның үстіндегі жалпы бу қысымы да жоғарылайды.

H_2SO_4 мөлшері жоғарылаған сайын күкірт қышқылының судағы ерітінділерінің тығыздығы көбейіп, 98,3 пайыз H_2SO_4 жоғары мәніне жетеді, содан соң төмендеп және 20°C және 100 пайыз H_2SO_4 үшін 1,8305 г/см² тең.

Күкірт қышқылының ерітінділерінің шоғыры көбейген сайын олардың жылу сыйымдылығы төмендейді және сусыз күкірт қышқылы үшін ең аз мәнін 1,42 Дж/(гК) немесе 0,388 ккал/(г°C) қабылдайды. Олеумнің жылу сыйымдылығы SO_3 (бос) мөлшері жоғарылаған сайын өседі. Күкірт қышқылының судағы ерітінділерінің және олеумнің жылу сыйымдылығы

температураның өсуіне байланысты біраз жоғарылайды.

Шоғыры жоғарылап және температура төмендеген сайын күкірт қышқылының жылуөткізгіштігі λ азаяды.

Күкірт қышқылының құбырлар мен астау арқылы аққан кезіндегі гидравликалық кедергісіне, күкірт қышқылын қыздырып және суытқан кезде жылу өту үрдісінің жылдамдығына едәуір ықпал етеді, сондықтан оны көптеген техникалық есептеулерде ескеру қажет.

Күкірт қышқылының шоғыры жоғарылаған сайын оның беттік керілісі бастапқыда өседі және оның шоғыры 40 пайыз H_2SO_4 болғанда ең жоғары мәніне ие болады да, содан кейін төмендейді. Температура жоғарылағанда күкірт қышқылының беттік керілісі азаяды [2].

1.2 Күкірт қышқылы өндірісі шикізаттары

Күкірт қышқылы өндірісінде негізгі шикізаттар ретінде қарапайым күкірті бар әр түрлі қосылыстар - темір колчеданы FeS_2 , ғаныш $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, түсті металдардың сульфидтері Cu_2S , ZnS , RbS , күкіртсутек H_2S , түсті металлургияның шығарынды газдары қолданылады. Қазақстанда күкірт қышқылын Өскеменде, Балқашда, Шымкентте, Таразда шығарынды газдардан алады.

Күкірт қышқылын өндіру үшін өнеркәсіпте, алдымен күкірт диоксидін алады, содан кейін оны күкірт диоксидіне тотықтырады, ары қарай күкірт үшөксидін күкірт қышқылына айналдырады. Күкірт қышқылын өндіру үшін шикізат ретінде элементарлық күкірт немесе элементті күкіртті бөліп алуға болмаса күкірт қос тотығын бөліп алуға болатын құрамында күкірті бар заттар қолданылады. Тума күкірттің табиғи кендері өте сирек кездеседі, негізінен табиғатта күкірт темірмен, мырышпен, мыспен, қорғасынмен және т.б. металдармен қосылыс түрінде кездеседі. Кейбір минералдарда күкірт екі металмен қосылыс түрінде кездеседі, мысалы, мыс колчеданы (халькопирит) күкірттің темір және мыс қосылысы болып табылады. Табиғатта күкірт сульфаттар түрінеде кездеседі, мысалы, гипс (кальций сульфаты), мирабилит (натрий сульфаты), глауберит (натрий мен кальций сульфаты) және т.б. Жер қыртысындағы күкірттің жалпы мөлшері 0,1 пайыз. Сонымен бірге күкірт мұнайда, тас көмірде, жолайы және табиғи газдарда да болады.

Мыс, мырыш, қорғасын кендері мен концентраттарын, сонымен бірге құрамында басқа да түсті металдар бар кендерін күйдіру процесі кезінде тастанды газдар және түсті металдарды айырып алу үшін қайта өңделетін қатты балқынды қалдықтар түзіледі. Түсті металлургияның тастанды газдарын пайдаланудың үлкен экономикалық маңызы бар, өйткені мыстың әр тоннасына құрамында күкірті бар шикізатты күйдіру үшін арнайы шығынсыз 10 тоннадан астам күкірт қышқылын алуға мүмкіндік береді. Осыған орай тастанды газдардан күкірт қос тотығын айырып алу металлургиялық зауыттар орналасқан аудандарда экологиялық жағдайын

едәуір жақсартады.

Түрлі-түсті металлургия кендері күйдіруі конверторлы шағылдырғыш пештерде, қайнау қабаты пештерінде іске асырылады. Осыдан түзілетін газдарда сәйкесінше күйдіру конверторлы және тағы басқа газдар деп атайды. Күйдіру газдары мен қайнау қабаты пештерінің газдары құрамы бойынша күкіртті колчеданды күйдіргенде түзілетін газдардан айырмашылы шамалы, сондықтан оларды тікелей күкірт қышқылын өндіру үшін пайдалануға болады. Шикізатты күйдіру пештерін қарқындату және алынатын жартылай өнім - балқынды қалдықтың сапасын жақсарту үшін түрлі-түсті металлургияда пешке үрілетін ауадағы мөлшері 30 - 35 пайыз O_2 жететін оттегіні қолданады немесе күйдіру үрдісін технологиялық оттегі (95 пайыз O_2) ортасында жүреді. Газды күкіртті түрлі-түсті металлургияның тастанды газдарынан, жолайы мұнай және табиғи газдардан бөліп алады. Түрлі-түсті металлургия газдарынан алынатын газды күкірттің құрамында мышьяк және басқа да зиянды қоспалар мөлшері көп болады, сондықтан газды күкіртті жаққанда түзілетін күкірт қос тотығын жанасу күкірт қышқылы өндірісінде каталлизаторға жіберер алдында мұқият тазалау қажет.

1.3 Күкірт қышқылының сорттары

Күкірт қышқылының түрлі сорттарының сапасына қойылатын талаптар стандарттарымен регламенттелінеді және жүйелі түрде қышқылды өндіру техникасының, оны тұтынушылардың мұқтаждықтарының өзгеруіне сәйкес қайта қарастырылады. Яғни, тағам өнімдеріне арналған купорос майы, аккумуляторлық қышқыл, реактивтік қышқыл.

Күкірт қышқылының тасымалдау және сақтау кезінде кристалдану мүмкіндігін азайту күкірт қышқылының тауарлы сорттарына оның шоғырларының ең төмен кристалдану температураларына сәйкес стандарттар бекітілген және ол 1.2 - кестеде келтірілген.

Кесте 1.2

Күкірт қышқылының тауарлы сорттарына оның шоғырларының ең төмен кристалдану температуралары

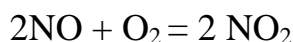
Аталуы	% H_2SO_4	% SO_3	$T_{крст}, ^\circ C$
Мұнара қышқылы	75	–	– 29,5
Контактілі қышқыл	92,5	–	22,0
Олеум	104,5	20	+ 2
Жоғары процентті олеум	114,5	65	- 0,35

Күкірт қышқылының техникалық сорттарының кристалдану температурасы таза күкірт қышқылының кристалдану температурасынан біршама төмен және қоспалардың мөлшері жоғарылаған сайын бұл

айырмашылық ұлғаяды.

1.4 Күкірт қышқылын алу әдістері

Нитроздық әдіс XVIII ғасырдың ортасынан қолданылып келеді, ол екі химиялық реакцияға негізделген:



Бірінші реакцияда күкірт диоксидін тотықтырушы азот (IV) оксиді, ол өзі тотықсызданып азот (II) оксидіне айналады. Екінші реакция бойынша азот (II) оксиді қайтадан азот диоксидіне айналады. Сонымен, бұл реакцияда азот оксиді оттегі тасушы, яғни күкірт диоксидін тотықтыру реакциясының катализаторы болып табылады.

Нитроздық әдіспен өтетін реакцияларды бұрын қорғасын камераларында жасайтын (камералық әдіс). Бірақ жиырмамыншы жылдардан бері арнаулы мұнараларда жүргізеді, ал қазір бұл әдіс мүлдем аз қолданылады.

Қоспалардың құрамы мен мөлшері де күкірт қышқылын алу әдісіне байланысты. Мысалы, мұнаралы күкірт қышқылын алу кезінде, оған күйдіру газында қалатын шаң бөлшектері түседі, оны құрғақ электрсүзгіштерде тазартса да. Сондай-ақ, мұнаралық қышқылдың құрамында еріген азот тотықтары болады. Күкірт қышқылы сонымен қатар H_2SO_4 еритін, аппараттың коррозиясы өнімдерімен ластануы мүмкін.

Күкірт қышқылын жанасу әдісімен өндіру кезінде күйдіру газын шаңнан тазартқаннан кейін оны мұқият арнайы тазартуға ұшыратады. Сондықтан жанасу күкірт қышқылының құрамында коррозияның ерігіш өнімдері болады. Коррозияға материалдардан дайындалған аппаратты қолдану, жоғарғы тазалықты жанасу күкірт қышқылын алуға болады.

2 Бас жоспар

Балқаш мыс балқыту зауыты «Қазақмыс» корпорациясы Балқаш қаласының оңтүстік шығысында 1,6 км тұрғын үйлерден қашықтықта, өндірістік зонада орналасқан.

Жобаланған цех ашық алаңда орналасқан. Цехтың жобалануы бойынша қалаға қатынасы жел жағынан орналасқан. Ғимараттардың барлық корпусы бір – біріне санитарлы нормаларға сай орналасады. Цехтың орналасуы технологиялық талаптарға сай келуі керек.

Цех шу және шаң сияқты зиянды заттардың көзі болғандықтан зауыт пен тұрғылықты орындардың арасы орман егістіктермен санитарлы – қорғаныс зоналары қарастырылады, зонаның қашықтығы шамамен 500 м.

Зауыттың өндірістік алаңында келесі нысаналар жобаланған:

- Зауыттың бас ғимараты, тұрмыстық ғимараттарымен және тұрмыстық аялдамаларымен;
- Жанасу бөлімі;
- Әкімшілік ғимарат, химиялық зертханасымен;
- Жөндеу шеберханасы;
- Асхана.

Жабдықтардың орналасу схемасы сатылы. Бас ғимаратта жабдықтарды бейтараптайтын бөлімде көп этажды ғимараттар каскадты түрде орналасқан. Жобадағы ғимараттардың корпусы тікбұрышты пішінде. Зауыт территориясында темір жолдар жүргізілген. Қойма мен өндірістік корпустар бөлімі арасы авто жолдар жүйесі арқылы байланысқан. Зауыт территориясында автожолдар мен темір жолдар қиылысы бар. Жаяу жүргінші жолдардың ені 1,5 – 2 м.

Тратуарлар, автожолдар және негізгі корпустардың маңайына жабайы ағаштар, бұталар өсірілген.

3 Технологиялық бөлім

3.1 Өндірістің жалпы сипаттамасы

Күкірт қышқылы цехы «Қазақмыс» корпорациясының мыс балқыту зауытының құрамына кіреді.

Күкірт қышқылы цехының құрылымдық бөлімдеріне:

– құрғақ электрсүзгілері бар шаң ұстау бөлімі кіреді;
– жуу, кептіргіш – абсорбциялық, контактілі – компрессорлы бөлімдері мен дайын өнім қоймасы кіреді.

Шаң ұстау бөлімінің пайдаланылуға берілген уақыты 1973 жыл.

Күкірт қышқылы бөлімі төрт кезең бойынша мына жүйе бойынша жұмыс жасауды бастаған.

– бірінші жіпше – маусым айы 1973 ж;

– екінші жіпше – желтоқсан 1974 ж;

– үшінші жіпше – желтоқсан 1976 ж;

– төртінші жіпше – желтоқсан 1977 ж.

Конвертерде мысты Штейнді үрлеу кезінде және мысты концентратты балқыту кезінде түзілетін металлургиялық газдар дайын өнім алу үшін шаң ұстау бөлімінде шикізат ретінде қолданылады. Газдың құрамындағы күкіртті ангидридтің құрамы 3,5 пайыздан 6 пайызға дейін болса, шаңның құрамы 6 мг/м³ - 12 мг/м³ дейін ауытқиды.

Шаңұстау бөлімінде шаңнан тазалынатын металлургиялық газдар (3.1 - кесте) жанасу әдісі бойынша алынатын күкірт қышқылы өндірісінде шикізат ретінде қолданылады.

Кесте 3.1

Күкірт қышқылы өндірісіне келетін металлургиялық газдардың сипаттамасы

Материал атауы	Пайыздық құрамы					Шаң, г/м ³
	SO ₂	SO ₃	O ₂	Басқа да инертті газдар	H ₂ O	
Металлургиялық өндірістегі газдар	2,0 ÷ 6,0	0,05 ÷ 0,10	12,2 ÷ 16,0	78,2	3,5	0,2 дейін

Күкіртті ангидридті күкірт ангидридіне тотықтыру үшін катализатор ретінде келесідей контактілі массалар қолданылады, олар: түйіршіктелген және сақина тәріздес силикагельді сульфовонатад және катализ институтының контактілік массасы. Стандартты жағдайда силикагельді сульфовонатадты контактілі массаның каталитикалық активтілігі 420⁰С кезінде 48 пайыз, ал 485⁰С 86 пайыз болса, катализ институтының каталитикалық активтілігі 485⁰С кезінде 86 пайызды құрайды.

Технологиялық қажеттіліктер үшін және тоңазытқыштарды суландыру үшін сумен жабдықтау жүйесіндегі 20⁰С жоғары емес су қолданылады.

Қышқылға төзімді кірпіш – газғағндарды шегендеу кезінде және кептіру – абсорбциялық бөлімінің мұнараларында қолданылады.

Шамотты кірпіш – контактілі аппарат пен жылытқыштарды шегендеу үшін қолданылады.

Рольді қорғасын – тұндырғыштарды, жинағыштарды, жуғыш мұнараларды, ылғал электрсүзгіштерді шегендеу үшін қолданылады.

Керамикалық сақиналар – моногидратты абсорбер мен кептіргіш мұнараларды қондырмалау үшін қолданылады.

Антегмитті сақиналар – екінші жуу мұнараларын қондырмалау үшін қолданылады.

Үлбіреуік әгі – шламды бейтараптау үшін қолданылады.

3.2 Технологиялық есептеулер

1. Өндіріс өнімділігі – 100000 т/жыл

2. Моногидрат бойынша сағ.аттық шығыны

$$G_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{100000 \cdot 1000}{24 \cdot 330} = 44192 \text{ кг./сағ.}$$

3. Осындай моногидрат алу үшін керекті күкірттің мөлшері

$$m_s = \frac{44192 \cdot 32}{98 \cdot 0,995 \cdot 0,997} = 14546 \text{ кг./сағ.}$$

4. Мыс өндіру цехынан келетін газдың жалпы мөлшері 76276 м³/сағ.

$$V_{\text{SO}_2} = 76276 \cdot 0,1235 = 9420 \text{ м}^3/\text{сағ.}$$

мұндағы – 12,35 % күйдірінді газдағы SO₂ мөлшері немесе

$$m_{\text{SO}_2} = \frac{64 \cdot 9420}{22,4} = 26914 \text{ кг./сағ.}$$

5. SO₂ күкірттің мөлшері

$$m_s = \frac{26914 \cdot 32}{64} = 13457 \text{ кг./сағ.}$$

6. Мыс өндіру цехынан келетін SO₃ мөлшері

$$V_{SO_2} = 76276 \cdot 0,0074 = 564,44 \text{ м}^3/\text{сағ.}$$

мұндағы – 0,074 % күйдірінді газдағы SO₃ мөлшері немесе

$$m_{SO_2} = \frac{64 \cdot 564,44}{22,4} = 1612,68 \text{ кг./сағ.}$$

7. SO₃ күкірттің мөлшері

$$m_{SO_2} = \frac{1612,68 \cdot 32}{64} = 806,34 \text{ кг./сағ.}$$

8. Мыс өндіру цехынан барлығы түскен күкірттің мөлшері

$$m_S = 13457 + 806,34 = 14263 \text{ кг./сағ.}$$

9. Мыс өндіру цехынан шығатын газдардың мөлшері

$$V_{O_2} = \frac{7,6 \cdot 76276}{100} = 9420 \text{ м}^3/\text{сағ.}$$

$$V_{CO_2} = \frac{2,01 \cdot 76276}{100} = 1533 \text{ м}^3/\text{сағ.}$$

$$V_{N_2} = \frac{69,5 \cdot 76276}{100} = 1533 \text{ м}^3/\text{сағ.}$$

$$V_{H_2O} = \frac{7,6 \cdot 76276}{100} = 5949,53 \text{ м}^3/\text{сағ.}$$

немесе

$$m_{O_2} = \frac{32 \cdot 9420}{22,4} = 13457 \text{ кг./сағ.}$$

$$m_{CO_2} = \frac{44 \cdot 1533}{22,4} = 3011,25 \text{ кг./сағ.}$$

$$m_{N_2} = \frac{28 \cdot 53012}{22,4} = 66265 \text{ кг./сағ.}$$

$$m_{H_2O} = \frac{18 \cdot 5949,53}{22,4} = 4780,87 \text{ кг./сағ.}$$

Кесте 3.2

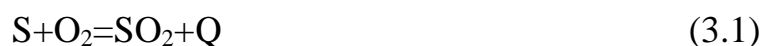
Мыс өндіру цехынан шығатын газ құрамы

Газдың құрамы	көл %	Көлем м ³ /сағ.
SO ₂	12,35	9420
SO ₃	0,74	564,44
O ₂	7,6	5796,97
N ₂	69,5	53012
H ₂ O	7,8	5949,53
CO ₂	2,01	1533
Барлығы	100	76276

10. Бастапқы моногидрат алу үшін жағатын күкірттің мөлшері

$$m_S = 14546 - 2714,28 = 11831,72 \text{ кг./сағ.}$$

11. Жағу үшін циклонды пештер қолданылады. Жағу кезінде



Жағу процесі ауаның артық мөлшерімен жүреді.

12. Күкіртті жағу үшін қажетті ауа мөлшері

$$m_{O_2} = 283 \text{ кг./сағ.}$$

$$m_{O_2} = 1,5 \cdot 283 = 424,5 \text{ кг./сағ.}$$

$$V_{O_2} = \frac{22,4 \cdot 424,5}{32} = 297 \text{ м}^3/\text{сағ.}$$

Оттегінің бұл мөлшерімен ауа түседі (O₂ ауаға массасы бойынша қатынасы 23%)

$$m_{ауа} = \frac{424,5}{0,23} = 1845,65 \text{ кг./сағ.}$$

Ауаның құрамындағы азоттың мөлшері

$$m_{N_2} = 1845,65 - 424,5 = 1421,15 \text{ кг./сағ.}$$

немесе

$$V_{N_2} = \frac{22,4 \cdot 1421,15}{28} = 1136,92 \text{ м}^3/\text{сағ.}$$

13. Құрғақ ауаның жалпы мөлшері

$$V_{\text{ауа}} = V_{O_2} + V_{N_2} = 297 + 1136,92 = 1433,92 \text{ м}^3/\text{сағ.}$$

14. Ауадағы ылғал мөлшері

$$m_{\text{ыл}} = 1433,92 \cdot \frac{17,29 \cdot 0,5}{760 - 17,29 \cdot 0,5} = 16,49 \text{ кг./сағ.}$$

немесе

$$V_{\text{ыл}} = \frac{22,4 \cdot 16,49}{18} = 20,52 \text{ м}^3/\text{сағ.}$$

15. Күкіртті жағудан кейінгі газдың құрамы

$$m_{SO_2} = \frac{64 \cdot 283}{32} = 566 \text{ кг./сағ.}$$

немесе

$$V_{SO_2} = \frac{22,4 \cdot 566}{64} = 198 \text{ м}^3/\text{сағ.}$$

16. Күкіртті жағудан кейінгі оттегі мөлшері

$$m_{O_2} = 424,5 - 283 = 141,5 \text{ кг./сағ.}$$

немесе

$$V_{O_2} = \frac{22,4 \cdot 141,5}{32} = 99 \text{ м}^3/\text{сағ.}$$

Кесте 3.3

Күкіртті жағудан кейінгі газдың құрамы

Газдың құрамы	көл %	м ³ /сағ.
SO ₂	12	198
O ₂	17,97	297
N ₂	68,8	1136,92
H ₂ O	1,2	20,52
Барлығы	100	16525,44

Кесте 3.4

Мыс өндіру цехынан және күкіртті жағудан кейінгі араласқан газ құрамы

Газдың құрамы	көл %	Көлем 1 м ³ /сағ.	Көлем 2 м ³ /сағ.	Жалпы көлем
SO ₂	12,34	9420	198	9618
SO ₃	0,72	564,44		564,44
O ₂	7,82	5796,97	297	6093,97
N ₂	69,5	53012	1136,92	54148,92
H ₂ O	7,66	5949,53	20,52	5970
CO ₂	1,96	1533		1533
Барлығы	100	76276	1652,44	77928,33

3.2.1 Шаю бөлімінің материалдық балансы

Күкірт қышқылы цехына келетін технологиялық газдың құрамы 3.5–кестеде келтірілген.

Кесте 3.5

Бірінші жуу мұнарасына келетін газ құрамы

Газдың құрамы	көл %	Көлем м ³ /сағ.
SO ₂	12,34	9618
SO ₃	0,72	564,44
O ₂	7,82	6093,97
N ₂	69,5	54148,92
H ₂ O	7,66	5970
CO ₂	1,96	1533
Барлығы	100	77928,33

Шаюға берілетін 20 – 40 пайыз әлсіз күкірт қышқылы температурасы 60°C газ құрамындағы күкірт ангидридін 60 пайызға сіңіріп 25 пайызды қышқыл түзеді және зиянды заттарды жартылай алып кетеді.

Түзілген қышқылдың жарты бөлігі насадкалы мұнараға әкетіліп, қайта 5 пайыз қышқыл ретінде қайтарылады. Газ мұнарадан 50°C температурамен кетеді.

Мұнарадан газбен бірге кететін ылғал көлемін суаратын қышқыл мен кететін газдың орташа температурасы арқылы есептейді.

$$t_{opt} = \frac{60 + 50}{2} = 55^{\circ}C$$

20 пайыз H_2SO_4 үстіндегі су буының қысымы осы орташа температурада 14491,4 Па тең.

2. Осыдан бірінші жуу мұнарасынан газбен кететін ылғал

$$V_{\text{жур}} = 9618 + 564,44 + 6093,97 + 54148,92 + 1533 = 71958,33 \text{ м}^3/\text{сағ.}$$

$$V_{\text{ыл}} = \frac{71958,33 \cdot 14491,4}{101323,20 - 14491,4} = 12009,16 \text{ м}^3/\text{сағ.}$$

$$m_{\text{ыл}} = 9650 \text{ кг./сағ.}$$

3. Бірінші жуу мұнарасынан шығатын 20 пайыз H_2SO_4 мөлшері

$$m_{H_2SO_4} = \frac{564,44 \cdot 80 \cdot 0,4 \cdot 98}{80 \cdot 0,25 \cdot 22,4} = 3951 \text{ кг./сағ.}$$

мұндағы – 98 H_2SO_4 молекулалық массасы

– 80 SO_3 молекулалық массасы

Қышқылдағы судың мөлшері

$$m_{H_2O} = 2292,5 - \frac{262 \cdot 0,4}{22,4} = 2287,8 \text{ кг./сағ.}$$

3. Екінші жуу мұнараға тамшылармен түсетін 25 пайыз H_2SO_4 мөлшері

$$m_{H_2SO_4} = 0,5 \cdot 3144,66 = 1572,33 \text{ кг./сағ.}$$

$$m_{SO_3} = \frac{1572,33 \cdot 0,25 \cdot 80}{98} = 349,4 \text{ кг./сағ.}$$

$$m_{H_2O} = 1572,33 - 349,4 = 1222,93 \text{ кг./сағ.}$$

4. Бұл қышқыл қондырмалы мұнарада 5 пайызға дейін араласып қайта жуу мұнарасына H_2SO_4 түрінде келеді

$$m_{SO_3} = 349,4 \text{ кг./сағ.}$$

$$m_{H_2O} = \frac{1572,33 \cdot 0,25}{0,05} = 7861,65 \text{ кг./сағ.}$$

Бірінші жуу мұнарасынан шыққан газ жартылай тазаланып оның

құрамындағы улы заттар ұсталып, ары қарай туманұстағышқа жылжып онда қышқыл булары ұсталады, содан кейін газ екінші мұнараға 3.1.2 – кестеде келтірілген құрамымен түседі.

Кесте 3.6

Екінші жуу мұнарасына келетін газ құрамы

Газдың құрамы	көл %	Көлем м ³ /сағ.
SO ₂	11.4	9618
SO ₃	0,4	338.6
O ₂	7,28	6093.97
N ₂	64.66	54148.92
H ₂ O	14,3	12009.16
CO ₂	1,83	1533
Барлығы	100	83741.65

Шаюға берілетін 5 пайыз әлсіз күкірт қышқылы температурасы 50 ° C газ құрамындағы күкірт ангидридін сіңіріп 5 пайыз қышқыл түзеді және зиянды заттарды жартылай алып кетеді.

Түзілген қышқылдың жарты бөлігі әкетіліп, қайта 3 % қышқыл ретінде қайтарылады. Газ мұнарадан 40 ° C температурамен кетеді.

Мұнарадан газбен бірге кететін ылғал көлемін суаратын қышқыл мен кететін газдың орташа температурасы арқылы есептейді.

$$t_{opt} = \frac{50 + 40}{2} = 45^{\circ} C$$

5 пайыз H₂SO₄ үстіндегі су буының қысымы осы орташа температурада 5145,9Па (38,6мм . сын.бағ) тең.

2. Осыдан екінші жуу мұнарадан газбен кететін ылғал

$$V_{газ} = 9618 + 338,6 + 6093,97 + 54148,92 + 1533 = 71732,49 \text{ м}^3/\text{сағ.}$$

$$V_{ыл} = \frac{71732,49 \cdot 5145,9}{1013232 - 5145,9} = 3838 \text{ м}^3/\text{сағ.}$$

3. Екінші жуу мұнарадан шығатын 5 пайыз H₂SO₄ мөлшері

$$m_{H_2SO_4} = \frac{338,6 \cdot 80 \cdot 98}{80 \cdot 0,05 \cdot 22,4} = 29627,5 \text{ кг./сағ.}$$

Қышқылдағы судың мөлшері

$$m_{H_2O} = 29627,5 - \frac{338,6 \cdot 80}{22,4} = 28418,22 \text{ кг./сағ.}$$

3. Электрсүзгіштерге тамшылармен түсетін 5 пайыз H_2SO_4 мөлшері

$$m_{H_2SO_4} = 0,5 \cdot 29627,5 = 14813,75 \text{ кг./сағ.}$$

$$m_{SO_3} = \frac{14813,75 \cdot 0,05 \cdot 80}{98} = 604,64 \text{ кг./сағ.}$$

$$m_{H_2O} = 14813,75 - 604,64 = 14209 \text{ кг./сағ.}$$

4. Бұл қышқыл электрсүзгіштерде 3 пайызға дейін араласып қайта екінші жуу мұнараға H_2SO_4 түрінде келеді

$$m_{SO_3} = 604,64 \text{ кг./сағ.}$$

$$m_{H_2O} = \frac{14209 \cdot 0,05}{0,03} - 604,64 = 23681,67 \text{ кг./сағ.}$$

Кесте 3.7

Бірінші жуу мұнарасының су бойынша балансы

Кіріс	кг.	Шығыс	кг.
Газбен Қондырмалы мұнарадан 5 % H_2SO_4 түрінде	4797,32	Газбен қондырмалы мұнараға Тамшылармен 25 % H_2SO_4 түрінде	9650 1222,93
Су қосу (кіріс пен шығыс айырымы бойынша)	7861,65 1358,62	25 % H_2SO_4 түрінде	3144,66
Барлығы	14017,59	Барлығы	14017,59

Кесте 3.8

Екінші жуу мұнараның су бойынша балансы

Кіріс	кг.	Шығыс	кг.
Газбен Қондырмалы мұнарадан 5 % H_2SO_4 түрінде	9650 23681,67	Газбен Электрсүзгіштерге тамшылармен 5 % H_2SO_4 түрінде	3003,75 14209
Су қосу (кіріс пен шығыс айырымы бойынша)	12299,3	5 % H_2SO_4 түрінде	28418,22
Барлығы	45630,97	Барлығы	45630,97

3.2.2 Кептіру бөлімінің материалдық балансы

Кесте 3.9

Кептіру мұнараға келетін газ құрамы

Газдың құрамы	көл %	көлем м ³ /сағ.	масса кг.
SO ₂	12,8	9618	27480
O ₂	8,11	6093,97	8705,67
N ₂	72	54148,92	67686,15
H ₂ O	5	3738	3003,75
CO ₂	2	1533	3011,25
Барлығы	100	75131,89	109886,82

Газдағы су буы 3738 м³ немесе 3003,75 кг..

Газ ауамен 7,6 пайыз дейін SO₂ сұйытылады. Су буы 94 пайыз H₂SO₄ сіңіріледі бұл кезде қышқыл 93,5 пайыз H₂SO₄ дейін сұйылтылады. Кептіру бөлімінен кететін газдың құрамында 0,2 г/м³ H₂O бар.

Құрғақ газдың ауамен сұйылтқаннан кейінгі көлемі

$$V_{\text{кур}} = \frac{V_{\text{SO}_2} \cdot 100}{7,6} = \frac{9618 \cdot 100}{7,6} = 126552,63 \text{ м}^3/\text{сағ.}$$

2. Газға қосуға қажетті құрғақ ауаның көлемі

$$V_{\text{ауа}} = 126552,63 - (9618 + 6093,97 + 54148,92 + 1533) = 55158,74 \text{ м}^3/\text{сағ.}$$

Ауаның қатысты ылғалдылығын 50% және ауаның температурасын 23°C деп қабылдаймыз. Бұл температураға қаныққан су буының қысымы 2786,4 Па (20,9 мм сын.бағ) сәйкес келеді.

3. Ауамен әкетілетін ылғалдың көлемі

$$V_{\text{ыл}} = \frac{55158,74 \cdot 2786,4 \cdot 0,5}{101323,2 - 2786,4 \cdot 0,5} = 769 \text{ м}^3/\text{сағ.}$$

4. Ауамен мөлшері

$$V_{\text{N}_2} = 0,79 \cdot 55158,74 = 4355,4 \text{ м}^3/\text{сағ.}$$

$$V_{\text{O}_2} = 0,21 \cdot 55158,74 = 11583,34 \text{ м}^3/\text{сағ.}$$

Кесте 3.10
Ауаның құрамы

Ауаның құрамы	Көлемі (м ³)	Массасы(кг.)
N ₂	43575,4	54469,25
O ₂	11583,34	16547,62
H ₂ O	769	617,94

4. Ауамен және газбен әкетілетін ылғалдың жалпы мөлшері:

$$m_{\text{ылғал}} = m_{\text{газыл}} + m_{\text{ауаыл}} = 3003,75 + 617,64 = 3621,69 \text{ кг.}$$

5. Кептіру бөлімінен шығатын газдағы ылғалдың мөлшері:

$$m_{\text{ыл}} = \frac{V_{\text{кур}} \cdot 0,2}{1000} = \frac{126552,63 \cdot 0,2}{1000} = 25,3 \text{ кг}$$

6. Қышқылмен сіңірілетін ылғалдың мөлшері:

$$m_{\text{ыл}} = m_{\text{ыл}} - m_{\text{ыл}} = 3621,69 - 25,3 = 3596,39 \text{ кг.}$$

Газды кептіру үшін қажетті қышқылдың мөлшерін x , келетін және кететін қышқылдың баланс теңдеуінен анықтаймыз:

$$x \cdot 0,94 = (x + 3596,39) \cdot 0,935$$

$$x \cdot 0,94 = x \cdot 0,935 + 3362,62$$

$$x \cdot 0,005 = 3362,62$$

$$x = 672524 \text{ кг}$$

1800 кг./м³ тығыздық кезіндегі қышқылдың көлемі:

$$V_{\text{кыш}} = \frac{772860}{1800} = 373,6 \text{ м}^3$$

0,3 пайыз SO₂ күкірт қышқылында еріп, газдан шығарылады деп қабылдаймыз. Қышқылда еріген күкірт қостотығының мөлшері және массасы:

$$V_{\text{SO}_2} = 0,003 \cdot 9618 = 28,85 \text{ м}^3$$

$$m_{\text{SO}_2} = 0,003 \cdot 27480 = 82,44 \text{ кг.}$$

7. Кептіру бөлімінен шығатын газдың мөлшері

$$V_{SO_2} = 9618 - 28,85 = 9589,15 \text{ м}^3$$

$$V_{O_2} = 6093,97 + 11583,34 = 17677,31 \text{ м}^3$$

$$V_{N_2} = 43575,4 + 54148,92 = 97724,32 \text{ м}^3$$

$$V_{CO_2} = 1533 \text{ м}^3 \quad V_{H_2O} = 31,48 \text{ м}^3$$

8. Кептіру бөлімінен шығатын қышқылдың мөлшері:

$$m_{H_2SO_4} = 672524 + 82,44 + 3596,39 = 676202,83 \text{ кг./сағ.}$$

Бұл қышқылдағы H_2SO_4 концентрациясы:

$$C_{H_2SO_4} = \frac{672524 \cdot 0,94}{676202,83} \cdot 100 = 93,5 \text{ м}^3$$

Кесте 3.11

Кептіру бөлімінің материалдық балансы

Кіріс	м ³	кг.	ШЫҒЫС	м ³	кг.
Газ			Газ		
SO ₂	9618	27480	SO ₂	9589,15	27397,57
O ₂	6093,97	8705,67	O ₂	17677,31	25253,32
N ₂	54148,92	67686,15	N ₂	97724,32	122155,4
CO ₂	1533	3011,25	CO ₂	1533	3011,25
H ₂ O	3738	3003,75	H ₂ O	31,48	25,3
Ауа			Күкірт		
O ₂		16547,62	қышқылы		676202,83
N ₂		54469,25	(93,5 %)		
H ₂ O		617,94			
Күкірт					
қышқылы		672524			
(94 %)					
Барлығы	75131,89	854045,67	Барлығы	126555,26	854045,67

3.3.3 Жанасу бөлімінің материалдық балансы

Жанасу бөліміне келіп түсетін газдардың құрамдары 3.12–кестеде келтірілген.

Кесте 3.12
Жанасу бөліміне түсетін газдардың құрамы

Газдың құрамы	көл %	м ³	кг.
SO ₂	7,57	9589,15	27397,57
O ₂	13,97	17677,31	25253,32
N ₂	77,24	97724,32	122155,4
CO ₂	1,21	1533	3011,25
Барлығы	100	126523,78	177817,54

Бірінші қабаттың есептелінілуі:

1. Айналу дәрежесі 65 пайызға тең, түзілетін күкірт ангидридiнiң мөлшері

$$m_{SO_3} = \frac{27397,57 \cdot 0,65 \cdot 80}{64} = 22260,52 \text{ кг.}$$

2. Жұмсалған оттегiнiң мөлшері

$$m_{O_2} = \frac{27397,57 \cdot 0,65 \cdot 0,5 \cdot 32}{64} = 4452 \text{ кг.}$$

3. Газда қалды

$$m_{SO_2} = 27397,57 \cdot 0,35 = 9589,15 \text{ кг.}$$

$$m_{O_2} = 25253,32 - 4452 = 20801,31 \text{ кг.}$$

Кесте 3.13
Бірінші қабаттан кейінгі материалдық баланс

Кіріс	кг.	көл %	Шығыс	кг.	м ³	көл %
SO ₂	27397,57	7,57	SO ₂	9589,15	3356,21	2,72
O ₂	25253,32	13,97	SO ₃	22260,52	6232,94	5
N ₂	122155,4	77,24	O ₂	20801,31	14560,92	11,79
CO ₂	3011,25	0,21	N ₂	122155,4	97724,32	79,2
			CO ₂	3011,25	1533	1,25
Барлығы	177817,54	100	Барлығы	177817,54	123437,39	100

Екінші қабаттың есептелінілуі:

1. Айналу дәрежесі 89 пайызға тең, түзілетін күкірт ангидридiнiң мөлшері

$$m_{SO_3} = \frac{27397,57 \cdot 0,89 \cdot 80}{64} = 30479,79 \text{ кг.}$$

2. Жұмсалған оттегінің мөлшері

$$m_{O_2} = \frac{27397,57 \cdot 0,89 \cdot 0,5 \cdot 32}{64} = 6096 \text{ кг.}$$

3. Газда қалды

$$m_{SO_2} = 27397,57 \cdot 0,11 = 821,93 \text{ кг.}$$

$$m_{O_2} = 25253,32 - 6096 = 19157,32 \text{ кг.}$$

Кесте 3.14

Екінші қабаттың материалдық балансы

Кіріс	кг.	көл %	ШЫҒЫС	кг.	м ³	көл %
SO ₂	9589,15	2,72	SO ₂	3013,73	1054,81	0,86
SO ₃	22260,52	5	SO ₃	30479,8	8534,34	6,98
O ₂	20801,31	11,79	O ₂	19157,32	13410,12	10,97
N ₂	122155,4	79,2	N ₂	122155,4	97724,32	79,93
CO ₂	3011,25	1,25	CO ₂	3011,25	1533	1,25
Барлығы	177817,54	100	Барлығы	177817,5	122256,59	100

Үшінші қабаттың есептелінуі:

1. Айналу дәрежесі 97 пайызға тең, түзілетін күкірт ангидридiнiң мөлшерi

$$m_{SO_3} = \frac{27397,57 \cdot 0,97 \cdot 80}{64} = 33219,55 \text{ кг.}$$

2. Жұмсалған оттегінің мөлшері

$$m_{O_2} = \frac{27397,57 \cdot 0,97 \cdot 0,5 \cdot 32}{64} = 6643,91 \text{ кг.}$$

3. Газда қалды

$$m_{SO_2} = 27397,57 \cdot 0,33 = 821,93 \text{ кг.}$$

$$m_{O_2} = 25253,32 - 6643,91 = 18609,41 \text{ кг.}$$

Кесте 3.15

Үшінші қабаттан кейінгі материалдық баланс

Кіріс	кг.	көл %	ШЫҒЫС	кг.	м ³	көл %
SO ₂	3013,73	0,86	SO ₂	821,93	287,67	0,24
SO ₃	30479,8	6,98	SO ₃	33219,55	9301,47	7,63
O ₂	19157,32	10,97	O ₂	18609,41	13026,58	10,67
N ₂	122155,4	79,93	N ₂	122155,4	97724,32	80
CO ₂	3011,25	1,25	CO ₂	3011,25	1533	1,26
Барлығы	177817,5	100	Барлығы	177817,54	121873,04	100

Үшінші қабаттан кейін конверсия 98 пайызды құрайды, тепе-теңдікті SO₂ бағытына ығыстыру үшін газдан SO₃ алу керек. Бұл мақсатта газ аралық абсорберге барады, онда оның құрамынан SO₃ толығымен күкірт қышқылымен сіңіріледі. Содан кейін газ төртінші қабатқа түседі.

Төртінші қабаттың есептелінілуі

1. Айналу дәрежесі 99,6 пайызға тең, түзілетін күкірт ангидридінiң мөлшері

$$m_{SO_3} = \frac{27397,57 \cdot 0,996 \cdot 80}{64} = 34109,97 \text{ кг.}$$

$$m_{SO_3} = 34109,97 - 33219,55 = 890,42 \text{ кг.}$$

2. Жұмсалған оттегінің мөлшері

$$m_{O_2} = \frac{27397,57 \cdot 0,996 \cdot 0,5 \cdot 32}{64} = 6822 \text{ кг.}$$

3. Газда қалды

$$m_{SO_2} = 27397,57 \cdot 0,004 = 109,59 \text{ кг.}$$

$$m_{O_2} = 2525332 - 6822 = 1843132 \text{ кг.}$$

Кесте 3.16

Төртінші қабаттан кейінгі материалдық баланс

Кіріс	кг.	көл %	ШЫҒЫС	кг.	м ³	көл %
SO ₂	821,93	0,26	SO ₂	109,59	38,36	0,03
O ₂	18609,41	11,57	SO ₃	890,42	249,32	0,22
N ₂	122155,4	86,8	O ₂	18431,32	12901,92	11,47
CO ₂	3011,25	1,36	N ₂	122155,4	97724,32	86,9
			CO ₂	3011,25	1533	1,36
Барлығы	144597,99	100	Барлығы	144597,98	112446,92	100

3.4 Негізгі аппаратты таңдау және оны есептеу

Есептеу үшін берілген мәндер:

44192 кг./сағ. өнімділіктегі кептіру мұнарасының өлшемін есептеу. Газдағы SO₂ концентрациясы 0,108%, кептіру мұнарасына кірген газдың температурасы 30°C; Кептіру мұнарасын суландыратын қышқылдың концентрациясы 96% H₂SO₄. Мұнараға кіретін қышқылдың температурасы 40°C. Газдың құрамында мұнарадан шыққан кезде 0,01% болатын су буы бар. Мұнараға түскен газдың жанастыртыру дәрежесі $x = 98\%$ абсорберде SO₃ – пен жанасып өту коэффициенті 99,97%. Мұнараға кірердегі газдағы су буының қысымы, P₁' – 35,6 мм.сын.бағ. Мұнарадан шығардағы газдағы су буының қысымы, P₁'' – 0,076 мм.сын.бағ. Жүйедегі қысым, P_ж – 22 мм.сын.бағ.

Барометрлік қысым, P – 760 мм.сын.бағ. Қондырмадағы газдың жылдамдығы, w = 0,8 м/сек тең. Қалыпты жағдайға келтірілген құрғақ газдың көлемі, м³/сағ.

$$V_{SO_2} = \frac{44192 \cdot 22,4}{98 \cdot 0,108 \cdot 0,98 \cdot 0,97} = 98990 \text{ м}^3/\text{сағ.}$$

Мұнарадағы насадканың беттік қабаты төмендегідей формуламен есептелінеді:

$$F = \frac{G}{K \Delta P_{op}} \quad (3.6.1)$$

Газдан су буының жұтылу мөлшерін мына теңдеумен анықтаймыз, кг./сағ.

$$Q = \frac{V(P_1' - P_2'')M_{H_2O}}{(P - P_1' - P_p)RT} \quad (3.6.2)$$

осыдан

$$Q = \frac{98990 \cdot (35,6 - 0,076) \cdot 18}{(760 - 22 - 35,6) \cdot 22,4} = 4023,22 \text{ кг./сағ.}$$

Көбінесе су буының жылдамдық коэффициенті K төмендегі формула бойынша табылады: [6]

$$K = K_0 \cdot w^{0,8} \quad (3.6.3)$$

Температураның өзгеруіне байланысты K₀ мәні өзгеріп тұрады және оны анықтамалық таблицалардан алуға болады. Мұнарадағы газдың жылдамдығы W = 0,8 м/сек; сонда:

$$K = 0,037 \cdot 0,8^{0,8} = 0,031 \text{ кг./}(m^2 \cdot \text{сағ.} \cdot \text{мм с.б.)}$$

Мұнаның жоғарғы және төменгі жағындағы қышқылдың концентрациясы мен температурасын бірдей деп алуға болады, яғни $p'_p = p''_p$. 96% H_2SO_4 концентрациядағы және $40^\circ C$ температурадағы қышқыл үшін $p'_p = p''_p = 0,002$ мм с.б.

$$\Delta P_{op} = \frac{(35,6 - 0,002) - (0,076 - 0,002)}{2,31g \frac{(35,6 - 0,002)}{0,076 - 0,002}} = 5,8 \text{ мм.с.б.}$$

Қондырманың беті мынаған тең болады:

$$F = \frac{4023,22}{0,031 \cdot 5,8} = 22376 \text{ м}^2$$

Пайдалану тәжірибесінен белгілі, мұнара насадкасы толығымен қолданылмайды, сондықтан қор коэффициенті 1,3 енгіземіз. Содан кептіргіш мұнара насадкасының беті мынаған тең:

$$F' = 22376 \cdot 1,3 = 29089 \text{ м}^2$$

Егер насадкада өлшемі 50×50 мм сақиналар дұрыс орналасса, онда (1 м^3 насадканың беті 110 м^2 тең), насадканың жалпы көлемі мынаған тең:

$$V_H = \frac{F'}{110} = \frac{29089}{110} = 264 \text{ м}^3$$

Мұнаның көлденең қимасының ауданы $3,6$ м/сек жылдамдықта төмендегідей болады:

$$S = \frac{98990}{3600 \cdot 0,8} = 34,3 \text{ м}^2$$

Қондырма қабатының биіктігі:

$$H = \frac{264}{34,3} = 8 \text{ м}$$

Мұнаның жалпы биіктігі $11,5$ м. Мұнаның диаметрі тең болады:

$$D = \sqrt{0,785 \cdot 34,3} = 5 \text{ м}^3$$

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жобада Балқаш мыс қорыту зауытынан шыққан технологиялық газдан өнімділігі 100 мың т/жыл күкірт қышқылын өндіру цехын жобалау қарастырылған.

Бас жоспарда өндіріс жайларының орналасуы қарастырылды. Технологиялық сызба және оның сипаттамасы бойынша үрдістің материалдық, жылулық баланстары есептелген.

Негізгі аппарат ретінде жанасу мұнарасы алынған және оның есептеулері жасалынып, өлшемдері есептелінген.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТ ТІЗІМІ

Оқулықтар мен монографиялар тізімі

1. Жантасов Қ.Т., Молдабеков Ш., Алтеев Т., Айбалаева К.Д., Анарбаев А.А. Күкірт қышқылының технологиясы. Шымкент, 2001.
2. Осмулькевич В.А. Производство серной кислоты из технологических газов предприятий цветной металлургии. М.: Металлургия, 1997.
3. Амелин А.Г. Производство серной кислоты. М.: Химия, 1997.
4. Производство серной кислоты. Технологическая инструкция ТИ 35 18 РК 40438373 - 48 - 03. Жезказганский медеплавильный завод.
5. Позин М.Е. и др. Расчеты по технологии неорганических веществ. Л., Химия, 1994.
6. Справочник сернокислотчика/ Под ред. К.М. Малина, 2-е изд М., Химия, 1991.
7. Шувалов В.В., Голубятников В.А. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. М.: Химия, 1985.
8. Санитарные правила и нормы по гигиене труда в промышленности. Часть 2. Под ред. проф. Козловского В.А. Омск., ИПК «ОМИЧ», 1995.
9. Злобинский Б.М. Охрана труда в металлургии. М.: «Металлургия», 1975.
10. Ғимараттардың өрт қауіпсіздігі ҚР ҚН ж Е. 2.02 – 05 - 2002. Ресми басылым Астана, 2003
11. Хакимжанов Т.Е. Сборник задач по охране труда и безопасности жизнедеятельности. Алматы, 2007.
12. Бесков С.Д. Общая химическая технология и основы промышленной экологии. М.: 2002.
13. Осипова Г.М. Экономикалық теория негіздері. Алматы, 2002.
14. Қазақша – орысша, орысша – қазақша терминологиялық сөздік: Химия / жалпы редакциясын басқарған п.ғ.д., профессор А.Қ. Құсайынов – Алматы: Республикалық мемлекеттік «Рауан» баспасы, 2000.

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: Билгобек А.О.

Название: Балқаш мұс қорыту зауытынан шыққан технологиялық газдан өнімділігі 100 мың т/жыл күкірт қышқылын өндіру цехына жобалау

Координатор: Бекежан Мустахимов

Коэффициент подобия 1:10,1

Коэффициент подобия 2:0

Тревога:7

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 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, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

Обнаруженные в работе замечательные знания
забрасываемыми, и не благодаря приложению
плазмента. В связи с тем работа продолжается и
защита

13.05.2019 г.

Дата



Подпись Научного руководителя

Протокол анализа Отчета подобия

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: Билісбек А.О.

Название: Балкаш мыс корыту зургытыша шыккан технологиялык газдан өнімділігі 100 мың т/жыл күкірт қышқылымен өндіру цехын жобалау

Координатор: Бекежан Мустахимов

Коэффициент подобия 1:10,1

Коэффициент подобия 2:0

Тревога:7

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:

Обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем работа допускается к защите.

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

Враженко в работе защитившаяся в области
дисциплины, не имеет претензий
к ее работе, поэтому рекомендуется
и допустить к защите.

.....

Враженко

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения