

СӘТБАЕВ
УНИВЕРСИТЕТІ



Қ.И. СӘТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ
УНИВЕРСИТЕТІ

ХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ИНСТИТУТЫ

ХИМИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕР ЖӘНЕ ӨНЕРКӘСІПТІК ЭКОЛОГИЯ
КАФЕДРАСЫ

Қуатбекова Жансая Саятқызы

“КАЗАЗОТ” ЖАҒДАЙЫНДА ЖЫЛДЫҚ ӨНІМДІЛІГІ 60000 Т АЗОТ
ҚЫШҚЫЛЫН ӨНДІРУ ЦЕХЫН ЖОБАЛАУ

Дипломдық жоба

5B072000 – «Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы»

мамандығы

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ
ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТІРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

СӘТБАЕВ
УНИВЕРСИТЕТІ



ХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ
ТЕХНОЛОГИЯЛАР ИНСТИТУТЫ

ХИМИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕР ЖӘНЕ
ӨНЕРКӘСІПТІК ЭКОЛОГИЯ
КАФЕДРАСЫ

«Қорғауға жіберілді»
ХПЖӨЭ кафедрасы меңгерушісі
тех.ғыл.канд., доцент

 Ш.Н. Кубекова
«31» мамыр 2021 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: «“Казазот” жағдайында жылдық өнімділігі 60000 т азот
қышқылын өндіру цехын жобалау»

5B072000 – «Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы» мамандығы

Орындаған



Қуатбекова Ж.С.

Ғылыми жетекші,



Мустахимов Б.К.

тех.ғыл.канд., доцент

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТІРЛІГІ

Сәтбаев университеті

Химиялық және биологиялық технологиялар институты

Химиялық процестер және өнеркәсіптік экология кафедрасы

5B072000- Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы

БЕКІТЕМІН

ХПЖӨЭ кафедрасы меңгерушісі

тех.ғыл.канд., доцент



Ш.Н. Кубекова

«31» мамыр 2021 ж.

**Дипломдық жобаға берілген
ТАПСЫРМА**

Студент Қуатбекова Жансая Саятқызы

Тақырыбы «Казазот» жағдайында жылдық өнімділігі 60000 т азот қышқылын өндіру цехын жобалау

Университет ректорының «24» қараша 2020 ж. «2131-б» бұйрығымен бекітілген Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі « 04 » маусым 2021ж.

Дипломдық жобаның бастапқы берілістері Технологиялық регламент, өндірістік тәжірибе нәтижелері, әдебиеттер.

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі

а) Әдебиеттік технологиялық шолу.

б) Негізгі бөлім: таңдап алынған технологиялық жобаны ашып жазу. Материалдық баланстар. Негізгі аппараттар мен қондырғыларды таңдау.

в). Өндірістегі негізгі аппараты толығымен есептеп жобалау

Сызбалық материалдардың тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

Технологиялық жоба; негізгі аппарат құрылысы.

Ұсынылған негізгі әдебиеттер:

1. Ю.И.Дытнерский «Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию». Москва, Химия, 1991г.

2. Технология фосфорных и комплексных удобрений /под. ред. С. Д. Эвенчика, А. А. Бродского. –М.: Химия, 1987. - 464с.

3. Технология неорганических веществ и минеральных удобрений. –М.: Химия, 1983. - 432 с.

Дипломдық жобаны дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Әдебиеттік технологиялық шолу	Қаңтар	Орындалды
Негізгі бөлім. Қажетті технологиялық сызба-нұсқаны тандап, үдерістерді айқындау	Наурыз	Орындалды
Негізгі аппаратты тандап, есептеу жобалау жұмыстарын жүргізу	Сәуір	Орындалды

Дипломдық жоба бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының
аяқталған жобаға қойған
қолтаңбалары

Бөлім	Кеңесші (ғылыми дәрежесі, атағы)	Мерзімі	Қолы
Дипломдық жобаның 1-3 бөлімдері	Б. К. Мустахимов, ассисент-профессор, ассист.- профессор	02.06.2021	
Нормоконтролер	Ш.У. Мырзабекова, тьютор	02.06.2021	

Ғылыми жетекші  Б.К. Мустахимов

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  Ж.С. Қуатбекова

Күні

«24» қараша 2020 ж.

АНДАТПА

Дипломдық жобада КазАзот жағдайында жылдық өнімділігі 60000 т/жыл азот қышқылын өндіру цехын жобалау қарастырылған. Азот қышқылы туралы жалпы мәлімет және оның алыну жолдарына әдеби шолу жасалынды. Технологиялық бөлімде үрдістің технологиялық сызбасы мен қолданылатын негізгі аппарат сипатталған. Сонымен қатар технологиялық есептеулер жүргізілді, ол бөлім үрдістің материалдық балансын, жылулық балансын және негізгі аппараттың негізгі өлшемдерін қамтиды.

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект предусматривает проектирование цеха по производству 60 000 т/год азотной кислоты в условиях «КазАзот». Общий обзор азотной кислоты и литературный обзор ее производства. В технологическом разделе описана технологическая схема процесса и используемое основное оборудование. Кроме того, были выполнены технологические расчеты, включающие материальный баланс процесса, тепловой баланс и основные размеры основного аппарата.

ANNOTATION

The diploma project provides for the design of a workshop for the production of 60,000 tons / year of nitric acid in the conditions of "KazAzot". General overview of nitric acid and literature review of its production. The technological section describes the process flow diagram and the main equipment used. In addition, technological calculations were performed, including the material balance of the process, the heat balance and the main dimensions of the main apparatus.

МАЗМҰНЫ

	КІРІСПЕ	7
1	ӘДЕБИЕТТІК ШОЛУ	8
1.1	Азот қышқылының алынуы. Тарихы	8
1.2	Азот оксидтерін сұйық азот қышқылына өңдеу	10
1.3	Сұйытылған азот қышқылының алыну өндірісі	11
1.3.1	Жоғарғы қысымдағы жүйелер	12
1.3.2	Атмосфералық қысым астында алу	13
1.3.3	Кюльман әдісі	14
1.4	Азот қышқылын концентрлеу	16
2	ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ	18
3.1	Сұйытылған азот қышқылының технологиясы	18
3.2	Азот қышқылы өндірісіндегі негізгі аппарат	19
3	ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЕСЕПТЕУЛЕР	21
3.1	Үрдістің материалдық балансы	21
3.2	Жылулық балансы	23
3.3	Жанасу аппаратының негізгі өлшемдері	26
	ҚОРЫТЫНДЫ	28
	ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	29

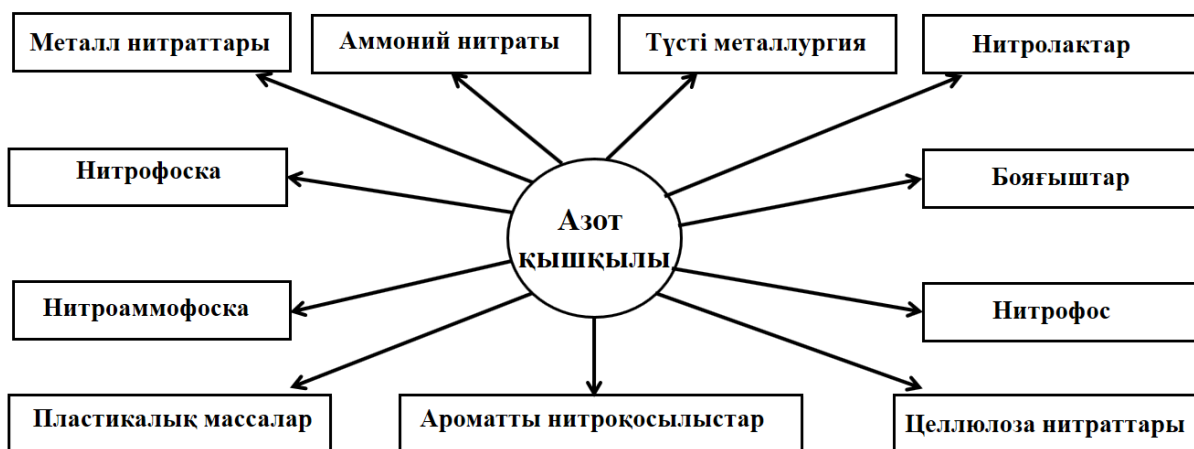
КІРІСПЕ

Азот қышқылы барлық қышқылдардың арасында күкірт қышқылынан кейінгі екінші орынға орналасады. Азот қышқылы өндірісінің көлемі қазіргі уақытқа дейін тоқтаусыз өсуінің себебі HNO_3 және оның тұздарының халық шаруашылығы саласында маңызды рөл атқаруымен түсіндіріледі.

Азот қышқылы – көптеген азот құрамды заттарды өндірудің бастапқы өнімдерінің бірі болып келеді. Оның 70-80 %-ы минералды тыңайтқыштар алуға жұмсалады. Сонымен қатар азот қышқылы әртүрлі типтегі жарылғыш заттарды, нитраттарды және басқа да бірқатар техникалық тұздарды алу үшін пайдаланылады; органикалық синтез индустриясында; ракеталық техникада, әртүрлі процестерде қолданыс табады.

Өнеркәсіпте азот қышқылының 97-98%-дық концентрацияланған және 45-60%-дық сұйылтылған түрі шығарылады. Ал жоғары тазалықтағы реактивті және таза азот қышқылы аз мөлшерде өндіріледі. Негізінен концентрацияланған азот қышқылы толуол, уротропин, ксилол, нафтаген және басқа органикалық өнімдерді нитрлеу арқылы жарылғыш заттарды өндіруде қолданылады. Сұйылтылған азот қышқылы болса әдетте, тыңайтқыштарды алу үшін қолданылады.

Азот қышқылының қолданылу саласы

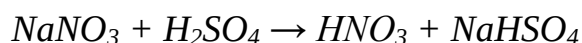


Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите в
настройку "Панель задач"

1 ӘДЕБИЕТТІК ШОЛУ

1.1 Азот қышқылының алынуы. Тарихы

Азот қышқылын алу әдісінің бастамасы 8-ші ғасырда ойлап табылған. Тарихқа сүйенсек аталған қышқыл селитра қоспасы мен темір купорасының немесе кварцтың өзара әрекеттесуімен алынған. Кейінірек селитра мен күкірт қышқылының химиялық реакцияласуы нәтижесінде де азот қышқылы пайда болатыны белгілі болған. Бұл әрекеттесуді келесі химиялық өрнекпен бейнелесе болады:



HNO_3 маңызды минералды қышқылдардың бірі болып табылады. Азот қышқылы тұншықтырғыш, түссіз сұйық зат, $t_{\text{қайнау}} = 470^\circ\text{C}$; $t_{\text{қату}} = 860^\circ\text{C}$.

Өндірісте сұйытылған азот қышқылының үш сорты, ал концентрленген азот қышқылының екі сорты өндіріледі.

1-кесте

Сұйытылған және концентрленген HNO_3 стандарттары

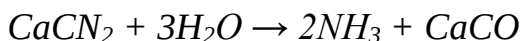
Азот қышқылы	Азот қышқылы құрамы, %	Азот қышқылы	Азот қышқылы құрамы, %
Сұйытылған		Концентрленген	
Сорт			
1	≥55	1	98
2	≥47	2	97
3	≥45		

1809 жылы ашылып, 1825 жылы өндірісі бастау алған Чилидегі қуатты натрий селитрасын өндірудің кенорындары ашылғаннан кейін 19 ғасырдың бастапқы жылдарынан бастап азот қышқылы сұранысқа кең ие бола бастады. Атап айтар болсақ нитроздық әдіспен күкірт қышқылын алу үшін, ал кейінірек органикалық қосылыстар алу өндірісінде шикізат ретінде пайдаланылды. Чилиден әкелінетін селитра бірінші дүниежүзілік соғысқа дейін азот қышқылының өндірісіндегі негізгі шикізат көзі болып келді.

Бірінші дүниежүзілік соғыс уақытына дейін азот қышқылының өндірісі үшін доға тәсілімен істейтін жұмыс қондырғысы өндіріске енгізілді, алайда аталған әдіс кең қолданылмады, соның нәтижесінде 20 жылдары тоқтау алды. Аммиакты синтездеу әдісінің өндірісі бұрын азот қышқылын өндіру мақсатында кокс газынан шығатын аммиактың тотығуы үшін тәжірибелік-өндірістік қондырғылар қолданылды.

Бірінші дүниежүзілік соғыстың уақытында аммиактың су буымен және кальций цианамидінің қатысында алынуы жүзеге асырылды. Бұл әдістің ойлап табылуына негіз болған кокстық аммиактың өндірістегі тапшылығы. Аталған

әдіс арқылы азот қышқылы өндірісінің бірінші сатысында су буы кальций цианамидімен жоғары қысымда реакцияласу барысында жүзеге асады:

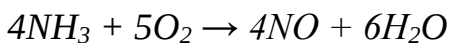


Соғыстың аяқталуынан кейін азот қышқылының цианамидтен өндірілуі тоқтады.

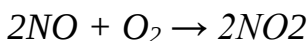
И.И.Андреев синтетикалық азот қышқылының өндірісінің негізін қалаушы болатын, ол 1914 жылы азот қышқылын кокстеу нәтижесінде пештерден шығатын аммиактың суларынан өндіруге ұсыныс жасаған. Азот қышқылының өндірісіне қажетті селитраны Ресей аумағына Чилидің алыс шығыс порттары арқылы тасымалдаған, сол уақытта азот қышқылының сұранысы жоғары еді. Сол үшін бұл өте актуалды мәселе болды.

Сұйылтылған HNO_3 өндірісі 2 сатыдан тұрады.

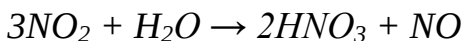
Үрдістің бірінші сатысында аммиак азот (IV) оксидіне дейін тотығады:



Ал екінші сатысында екі үрдіс жүзеге асады:
біріншісінде азот оксиді тотығады



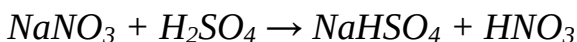
екіншісінде алынған азот (IV) оксиді сумен әрекеттеседі



Нәтижесінде алынған азот оксидін қайтадан тотықтыру арқылы азот қышқылы алынады. [1]

Азот қышқылы өндірісінің негізгі бірнеше әдістері бар. Оларды тарихи реті бойынша қарастырайық.

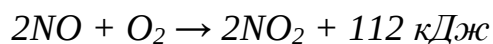
Глаубер әдісі (Селитрадан алу) Бұл әдіс XVII ғасырдың ортасынан бастап, XX ғасырдың басына дейінгі уақытта қолданылған.



Ауадан алу. Азот оттегімен 1200 °C температурада реакцияға түсе бастайды, ал температура 3000 °C-қа келгенде тепе-теңдік оңға қарай ығысады.



Реакция нәтижесінде түзілген азот оксиді оттегіні өзіне оңай қосып алады да, азот диоксидіне айналады:



Ары қарай азот диоксиді сумен реакцияға түсіп, азот қышқылын түзеді:



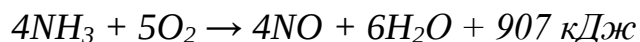
Бұл әдісте электр энергиясының шығымы көп болғандықтан, өндірісте кең қолданыс таппады.

Азот қышқылының аммиактан алынуын негіздеген И. И. Андреев инженер 1914 жылы Донбаста көмірді кокстеу нәтижесінде аммиакты шығатын тотықтыру нәтижесінде, азот қышқылының алынатындығын дәлелдеген. Сол дәлелдеу нәтижесінде 1917 жылы зауыт алғаш Донбаста салынды.

Азот қышқылын алуда 35%-ы синтетикалық әдіс арқылы алынатын аммиак жұмсалады. Өндірісте негізінен азот қышқылын сұйытылған өндіреді.

Азот қышқылының аммиактан өндірілуі келесі сатылардан тұрады:

1. Катализатор қатысында аммиакты азот оксидіне дейін тотықтыру:



2. Азот оксидін диоксидке дейін тотықтыру:

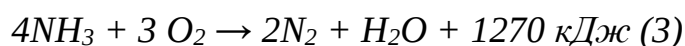
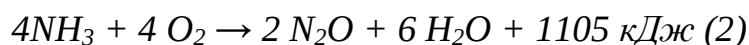
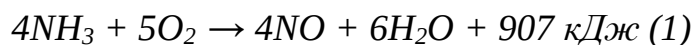


3. Азот диоксидінің сумен абсорбциялануы:



Алынған азоттың оксиді диоксидке дейін тотығады да, қайтадан абсорбцияланады.

Аммиакты катализатор қатысында тотықтыру. Бұл экзотермиялық үрдіс. Жүру жағдайы бойынша аммиак пен оттектің арасында келесі реакциялар жүзеге асады:

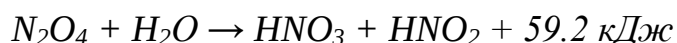
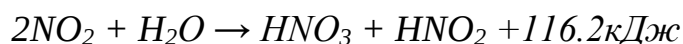


Іс жүзінде реакциялар қайтымсыз, сол үшін бағыты үрдістің реакцияның жылдамдық қатынасы арқылы анықталады. [3]

1.2 Азот оксидтерін сұйық азот қышқылына өңдеу

Төменгі температурада NH_3 тотықтырған кезде бөлінетін NO_2 оксидін азоттың жоғарғы оксидіне дейін тотықтырып, нәтижесінде алынатын газдық фазаны өте сұйық азот қышқылының ерітіндісімен немесе сумен жұтқызып HNO_3 алады.

Газдық фазада салқындату мен тотығу жағдайына байланысты әртүрлі тотығу дәрежесін көрсететін азот оксиді болуы мүмкін. Олардың барлығы сумен әрекеттеседі:



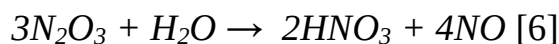
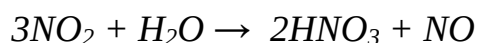
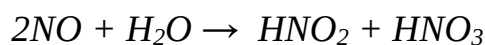
Эквимолекулярлық мөлшерде азоттың II және IV оксиді бірдей азот және азотты қышқылын түзеді. Азотты қышқыл азот оксидтерінің жұтылуы кезінде түзіледі. Түзілген азотты қышқыл азот қышқылы мен азот оксидіне ыдыраап кетеді, өйткені ол өте тұрақсыз қосылыс.

Сұйық азот қышқылының түзілу барысы:

- 1) Азот оксидінің газ фазадан сұйық фазаға өтуі;
- 2) Азот оксидтерінің H_2O - мен әрекеттесіп азотты және HNO_3 қышқылын түзуі;
- 3) Азотты қышқылдардың ыдырауы нәтижесінде пайда болған азот оксидін қайтадан газ фазасына қайтару [2].

Газдардың сұйық фазаға өтуі - азот оксидтерін жұту жылдамдығын анықтайды, себебі ол ең жай жүретін процесс. Өйткені бұл үрдіске газдық фазада азот оксиді H_2O буымен әрекеттескенде түзілетін қышқылдық тұман кедергі жасайды.

HNO_3 түзілуінің жалпы теңдеуі:



1.3 Сұйытылған азот қышқылының алыну өндірісі

Қазіргі кезде 45 – 72% концентрациялы азот қышқылының өндірісі 3 негізгі әдіс бойынша жүреді:

1. Жоғарғы қысымдағы жүйелер
2. Атмосфералық қысым астында өндіру
3. Аралас әдіспен алу (Кюльман әдісі)

1.3.1 Жоғарғы қысымдағы жүйелер

Жоғары қысымда астында жұмыс жасайтын жүйеде атмосфералық қысым астында жұмыс істейтін жүйеге қарағанда аммиактың тотығуы мен нитрозды газдардың азот қышқылына өңделуінде 4-9 атм пайдаланылады.

Турбокомпрессордың алғашқы сатысында тазартылған ауа 3,53 атм. қысымға дейін сығылып, этижесінде 175 С-ге дейін қызады. Содан кейін ауа салқындатқышта 40-45 С-ге дейін салқындайды да, ары қарай келесі сатыда аяққы қысымға дейін (7,3атм) сығылады және температурасы 135-125 С-ге дейін жоғарылайды.

Содан кейін сығылған ауа азот қышқылынан азот оксидтерін үрлеу үшін қышқыл сіңіру процесіне қосылатын аммиакты жағуға, сондай-ақ табиғи газды пешке жағуға қолданылады. Алдын ала тазартылған газ тәрізді аммиак 10-12 атм. Қысыммен жұмыс істейтін аппараттағы температура 150 ° С-қа жеткенде, оны қыздырады және араластырғышқа жібереді. Ауа жылу алмастырғышқа және араластырғышқа 270 ° С дейін қыздырылған азот газдарымен бірге енгізіледі. Ауадағы 10% аммиак ерітіндісі қайта сүзіліп, конвертер катализаторына оралады.

Аммиак 800-900 °С-да азот оксидінің шығымдық коэффициенті 96%-ке жеткенше конверсияланады. Аммиактың тотығуы теңдеуінің жылуы температурасы котел-утилизаторда 230 °С-қа, ал қысымы 13 атм.- да қыздырылған буды алу мақсатында пайдаланылады. Нитрозды газдар ол жерде 170 °С-ке дейін суытылуы қажет. Алайда қысымды көтерген кезде, азот оксиді NO₂-ге дейін тотығып, газдың котелдан шығар алдындағы қызуы 260 °С-ден кем емес.

Содан кейін азотты газдар құрамындағы платинаны шығару үшін тотығу ыдысының жоғарғы жағына салынған сүзгіден өтеді. Олар тотықтырғыш қондырғысында болған уақыт аралығында NO₂ дейін тотығады және жалпы тотығу дәрежесі қондырғыдан шыққан кезде шамамен 80% дейін артады. Тотыққан NO газының температурасы 300-310 ° С-қа жетеді, содан кейін жылу жылу алмастырғыштағы ауаны жылытуға жұмсалады. Азот газдарының температурасы 175 ° С дейін салқындатылады, ал ауа 110-дан 270 ° С-қа дейін қызады, содан кейін азот газдары тоңазытқышта 50-55 ° С дейін салқындатылады, өйткені олардың барлық қызуы оңтайлы емес қайта пайдалану.

Азот диоксиді аз мөлшерде бумен және оның конденсатымен реакцияласып, азот қышқылы бөлінеді және тоңазытқышта нитрозды газдар суытылады. Салдарынан барлық өнімнің 50 %-тей мөлшері 52 %- ті азот қышқылы кейпінде конденсаттан шығады. Қышқыл суытқыштан бөлінген газдардан ажырап абсорбциялық бағанға барады. Абсорбциялық бағанның астыңғы бөлігіне газ енгізіліп, су мен азот қышқылының қоспасымен жұтылады.

Қалдық газдары абсорбциялық аппараттан соң азот оксидтерінен тазаланады. Сондықтан оларды ошақта табиғи газды оттегімен аэрекеттестіргенде бөлінетін жылумен 370-420 °C-ге дейін қыздырады (3). Содан соң $\text{CH}_4 : \text{O}_2$ қатынасының 0,62-0,66 болуы үшін қоспаға табиғи газды енгізеді.

Метанмен $\text{NO}_2 + \text{NO}$ -нің реакцияласу үрдісінің басталуы үшін температурасын катализатордың түріне байланысты қоспаны жану деңгейіне дейін жеткізіп қыздыру керек.

Температурасы 730°C және қысымы 5,5-5,8 атм. болатын құрамында азот оксидтерінің бөліну өнімдері бар қалдық газдарына сығылған ауаның кішкен мөлшерін қосқанда 700°C-ге дейін суытылып газ турбинасына беріледі де ауаны сығатын трубокомпрессорды қозғалтады. Яғни, қалдық газдарын тазалауда пайдаланылатын агрегатта табиғи газды жаққанда бөлінетін жылу, ауа трубокомпрессорында энергияның негізгі көзі болып есептеледі.

Турбинадағы газдың температурасы негізінен 700°C-ге тең болады. Егер газдардың температурасы көтерілуі қажет болған жағдайда ыстыққа төзімді металлдар қолданылады.

Соңында турбинада газдардың температурасы 700-ден 390-410°C-ге суытылады, ал қысымы 5,5- тен 1,06 атм.ға дейін кемиді. Қалдық жылуы котел-утилизатор және суытқышта температурасы 230°C және қысымы 13 атм болатын ыстық бу алу мақсатында қолданылады. Нәтижесінде газдар 180°C-ге дейін салқындатылып атмосфераға таза күйінде шығарылады. [1]

1.3.2 Атмосфералық қысым астында алу

Үрдістің алғашқы сатысында аммиак-ауа газ қоспасын дайындайды. Газ күйіндегі аммиакты жеке газольдерге жинайды. Процесске қолданар алдында май булары және механикалық қоспалардан тазалау үшін газды сүзгіден болмаса сұйық аммиактан өткізу керек. Ауаны негізінен арнайы қондырғыда сілтілік ерітіндімен болмаса сумен жуып, қышқыл газдардан тазартады. Ауаны құрамындағы механикалық құрастырушылардан айыру мақсатында мата тәрізді сүзгілерден өткізеді.

Тазаланған аммиак және ауа сорғыш арқылы жүйеге беріледі. Газдар сорғышта араласады.

Катализаторларға барар алдында газдың қоспасы тағы да картон немесе мата тәріздес сүзгіден өтеді.

Қоршаған ортаға жылу шығыны азаяды, өйткені конвертер қазандыққа тікелей қосылады, ол түзу сызықта жұмыс істейді, мысалы, селектор ретінде. Су

бу-су қоспасына дейін қызады, содан кейін сепараторға беріледі. Бөлінген конденсаттың бір бөлігі қазандыққа қайтарылады, ал екінші бөлігі қазанды тазалауға арналған. Сепаратор жүйесінен шыққан бу қазандықтың жоғарғы жағында орналасқан селектор жылытқышқа түсіп, содан кейін қондырғының жалпы желісіне жіберіледі. Барлық азотты газдардың жылуын пайдалану үшін экономайзер қазандыққа бір немесе екі жолмен қосылады. Нәтижесінде азотты газдардың температурасы 800-ден 160 С-қа дейін төмендейді. Газ кейіннен бір жолды салқындатқышта салқындатылады. Жылдам салқындату нәтижесінде азотты газдардан 40 ° С температурада 2-3% HNO_3 болатын конденсат бөлінеді. Азотты газдардағы азот оксиді салқындатқыштан шыққанға дейін тотықтырылады және газдардың температурасы көтеріледі. Демек, газ екінші салқындатқыштан өткен кезде салқындатылады. Содан кейін құрамында 25-30% HNO_3 бар конденсатты бөледі.

Нитрозды газдарды абсорбциялық колоннаға жіберетін сорғыштың жанында екінші салқындатқыш орын алады.

Салқындатқыштан шыққаннан кейін азотты газдар 6-8 бірлік жылдамдықпен белгілі бір концентрациядағы қышқылдармен суланған сіңіру бағанына бағытталады. Соңғы кезеңде су жүйеге азотты газдарға қарсы бағытта бағытталады. Сорғы арқылы қышқыл су салқындатқышқа қайтарылады. Өнімдегі қышқылдың концентрациясы процестің температурасы мен сіңіру жүйесінің көлемінің 45-50% жоғарылауымен жоғарылайды.

Абсорбциялық колоннада азот оксидінің қышқыл жұтуы 92-94 % -ке артады. Ал сілтілік колоннада қалдық азот оксидтерін тұрақтайды. Қышқылдың желіден шығардағы нитроздық дәрежесі температуралық жағдай және абсорбциялық қабаттың саны бойынша 20-25 % аралығында болады. Сілтілік және қышқылдық колонналардың кеңістігінде тотықтырғыш мұнарасы орналасқаны дұрыс, өйткені NO -ны 50 % -ке тотықтыру қажет. NO_2 -нің NO -ға сілтілік абсорбция процессіндегі тиімді қатынасы 1. Бұл аймақта тотығудан бөлек газдың құрамындағы азот оксидтері және су буының әрекеттесуі нәтижесінде азот қышқылының түзілуі орын алады.[2]

1.3.3 Кюльман әдісі

Азот қышқылын кюльман әдісімен алуда өндірістің жаңа тәсілі түсіндіріледі. Қарастырылып отырған әдісте атмосфералық қысымда аммиактың тотыуы жүреді, ал қышқылға нитрозды газдарды өңдеу 4 атм. қысымға дейінгі шамада жүзеге асады.

Фильтрда таза ауа мен тазалықтан өткен газ тәріздес аммиак ауамен араластыру қажеттілігімен желдеткіш арқылы араластырғышқа жіберіледі. Ауа ағныны екі желіге ажырайды. Негізгі ауа бөлігі жылуалмастырғышта нитрозды газдардан бөлінетін жылудың есебінен қыздырылып, аммиакпен араластыру үшін аппаратқа қайтарылады. HNO_3 ерітіндісіндегі азот оксидтерін үрлеп бөлінуі мақсатында ауаның қосымша бөлігі пайдаланылады.

Аммиак тотығуынан шыққан жылу, қыздырылған ауаның жылуымен бірге, катализатор температурасын 810°C аралығында тұрақтандыруға мүмкіндік береді, өйткені аммиак ауа қоспасында аммиактың 11% сақтайды. Бұл температурада платинаның жоғалуы $0,04\text{ г / т HNO}_3$ аспайды. Аммиак тотығуынан пайда болатын жылу қазандықта бу шығару үшін қолданылады. Удың көп бөлігі бу турбинасына жіберіледі, бұл турбокомпрессордың қозғалуына көмектеседі. Азот газдарының қалдық жылуы жылу алмастырғышта ауаны жылытуға, содан кейін жылытқыштағы конденсатқа бағытталады, содан кейін бұл газдар тоңазытқышта сумен салқындатылады. Мұнда аммиактың жануынан шыққан су буы конденсацияланған. Азот қышқылы абсорбциялық мұнараның жоғарғы жағына айдалады. [6]

4 атм турбоагрегаттағы тоңазытқыштан азот газдары кішірейеді. Азот оксидтерін сығу және тотықтыру нәтижесінде пайда болатын жылу бірінші қазандыққа берілетін конденсатты жылуалмастырғышты қайта қыздыруға, содан кейін жылуалмастырғыштағы пайдаланылған газдарды жылытуға жұмсалады.

Қышқыл конденсат қайнаған мембраналық салқындатқыштан азотты газдар шығарады. Азот газы салқындатқышқа қосылып қана қоймайды, сонымен қатар бірқатар тотығу процестерінен өтеді. Шиналар кіріктірілген азот пен азотты сіңіру мұнарасын өңдеу үшін қолданылады.

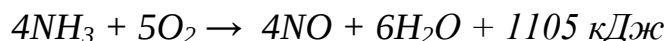
Салқындатқыштан конденсаттағы қышқылдың концентрациясы абсорбция қондырғысының ортасындағы конденсатқа ұқсас табаққа ауысады. Абсорбциялық қондырғыдан кейін 60% HNO_3 жылу алмастырғышта бу арқылы қыздырады және қондырғыда еріген азот оксидтерін кетіру үшін ауамен үрлейді. Шығарылған газдар турбоагрегатқа қайта өңдеу үшін қайтарылады, ал дайын өнім қоймаға жіберіледі.

Азот қышқылын аммиактан өндірудің принципіалдық сызбанұсқасы негізгі алты операциядан тұрады.

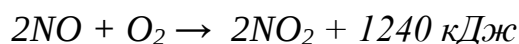


1-сурет. Азот қышқылын өндірудің принципіалдық сызбанұсқасы: 1 – ауа мен аммиакты тазарту, 2 – катализаторда аммиакты тотықтыру, 3, 4 – нитрозды газдарды суыту, 5 – азот оксидін тотықтыру және азот қышқылының түзілуі, 6 – газдарды тазарту.

Бірінші сатыда NH_3 ауамен араласып, сүзгіден өтеді. Екіншісінде NH_3 -тің тотығу реакциясы жүреді:

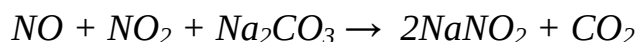


Реакция нәтижесінде бөлінетін жылу газ қоспасын қызадырады, сондықтан (3) және (4)-ке салқындқышқа жіберіледі, бұл жерде жартылай азот оксиді NO_2 -ге дейін тотығады:



NO соңына дейін тотығу процессі азот қышқылының алынуымен жүреді. Нәтижесінде таза азот қышқылы пайда болады. Алынған газдар (6) -де тазартылып, атмосфераға шығарылады.

Тотықтырғыш мұнарадан алынған қоспалар (NO , NO_2 , N_2O , N_2O_4 , O_2 , N_2 және су буы) атмосфераға шығар алдында азот оксидтерімен сода ерітіндісінде сіңіп, нитрит-нитрат сілтісіне айналады және түбінен шығарылады. Натрий ерітіндісі әдетте сода немесе гидратталған әк орнына қолданылады:



Шыққан натрий нитритімен және нитратын әрі қарай өңдеуге жібереді. [3]

1.4 Азот қышқылын концентрлеу

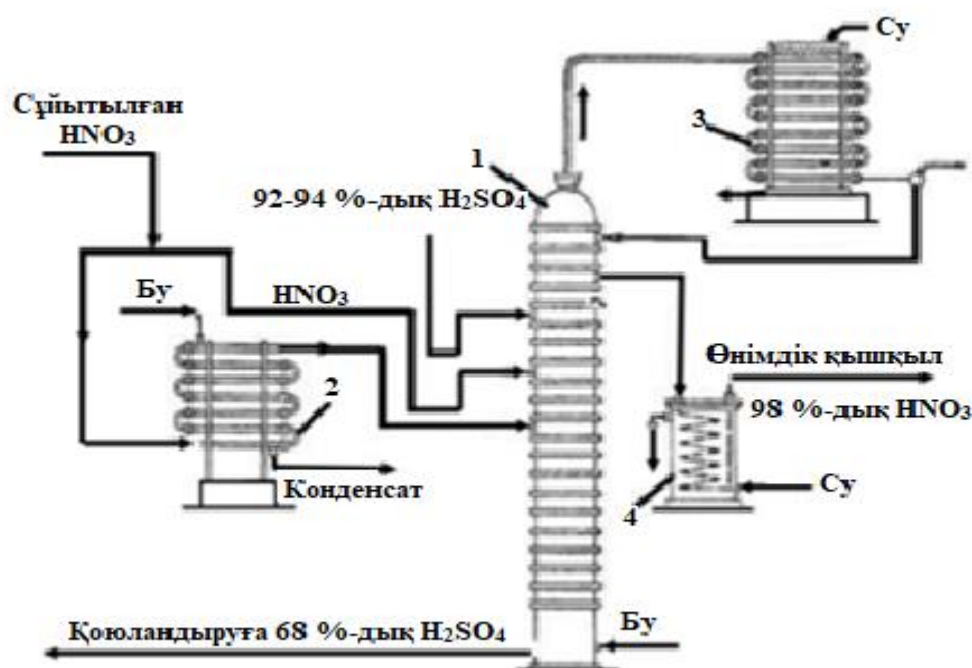
Сұйытылған HNO_3 ерітіндісін буландыру нәтижесінде 68,4%-дық азот қышқылының ерітіндісін алуға болады. Сондықтан сұйытылған HNO_3 -ті концентрлеу суды жақсы жұтатын концентрлі күкірт қышқылының қатысында тарелка тәрізді барботаждау колоннасында жүргізіледі.

Күкірт қышқылы сұйылтылған азот қышқылындағы суды байланыстырады, 100% азот қышқылынан қайнап жатқан күкірт қышқылы гидраты түзіледі.

Сондықтан азот пен күкірт қышқылдарының қоспасын қыздырғанда бу қоспасына азот қышқылы ғана бөлінеді.

Бағандағы сұйылтылған азот қышқылының концентрациясы екіге бөлінді. Бір бұлт (2) күнгірттенеді, ал екіншісі (1). 92-94% концентрациясында жоғарғы бағанда күкірт қышқылы өндіріледі. Аусыл 2500 ° С температурада қыздырылды және қараңғыланды.

Су буы мен азот қышқылының ыдырауы кезінде аз мөлшерде азот қышқылдарының булары мен азот оксидтері жүйеден (3) тоңазытқыш

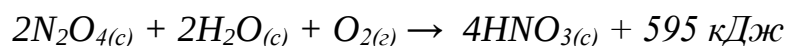


конденсаторына түседі, мұнда газ конденсацияланып, азот қышқылы қоймаға жіберіледі.

2-сурет. Сұйытылған азот қышқылын концентрлейтін қондырғы: 1 – концентрациялық колонна; 2 – сұйытылған азот қышқылын буландырғыш; 3 – тоңазтқыш конденсатор; 4 – концентрлі азот қышқылын тоңазтқыш.

Концентрацияланған азот (4) суытудың нәтижесінде алынады. Бағанының түбінен қолданылған 68% конденсацияланған тұзды ерітіндінің түзетулері алынады, қазған бумен күйдіріліп, концентрациясы 92-94% түзетіледі. Концентраттағы 3-4 тонна күкірт қышқылына тонна азот қосылады.

Қазіргі уақытта концентрлі азот қышқылын тура синтездеу әдісі арқылы жүреді:



Бұл операция автоклавты режимде 900 С температурада және 5МПа қысым астында жүреді нәтижесінде 97-99% HNO₃ алынады. Бұл реакцияның ең маңызды қиындылығы азоттың сұйық оксидін(димерді) алу болып табылады. [8]

2 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ

2.1 Сұйытылған азот қышқылының технологиясы

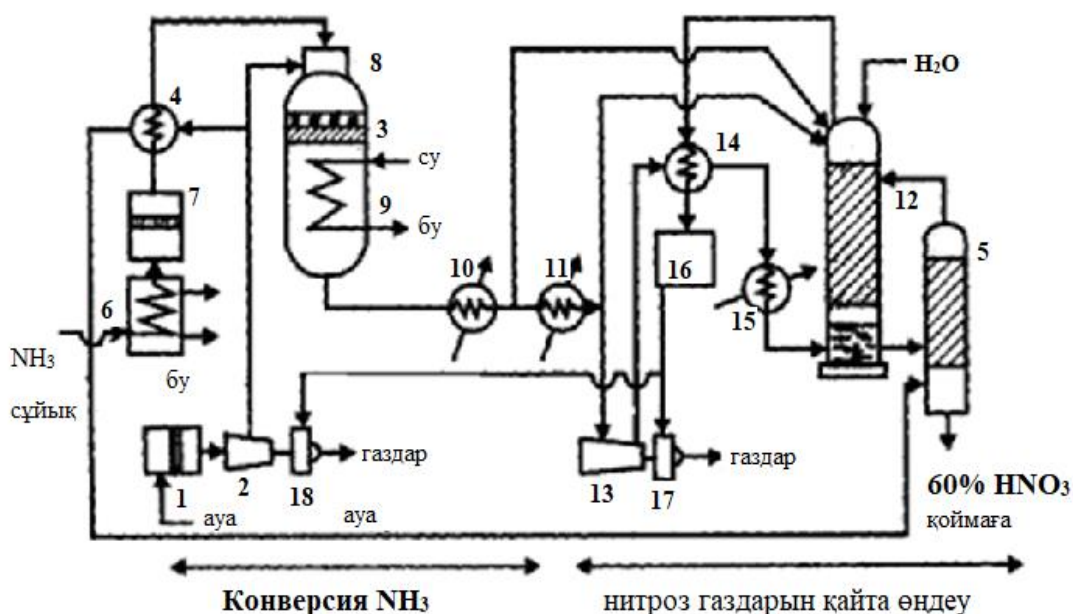
Бұл схеманың негізінде екі негізгі үрдіс жатыр:

Біріншісі аммиактың екі сатылы конверсиясы,

Екіншісі нитроза газдарын өңдеу. Азот қышқылын өндіру өнеркәсібінің технологиялық схемасының негізгі мақсаты:

- қышқылды 60%-тік өнім түрінде шығару;
- аммиак пен ауаны мұқият тазартудан өткізу;
- бөлінген газдарды каталиткалық тазартудан өткізу;
- екіншілік энергетикалық ресурстарды қайта пайдалану, яғни жылуды қолдану – бөлінген газдарды каталиткалық тазартпас бұрын қыздыру.

Атмосфералық ауа сүзгіде (1) құрамындағы артық шаң тозаңдардан тазаланып, ауалық компрессорда (2) 0,42 МПа қысым астында сығылып, екі желіге бөлінеді. Бірінші бөлігі жанасу аппаратына (3) берілсе, екінші бөлігі қыздырғышқа (4) барып, келесі кезекте үрлегіш мұнараға (5) жіберіледі. Сұйық аммиак буландырғыштың (6) бойымен тазарту сүзгісіне (7) еніп, ол жерде тазартудан өтіп, ары қарай қыздырғышта (4) ыстық ауамен 80-120°C-қа дейін қыздырылады. Тазаланудан кейінгі аммиак пен ауа жанасу аппаратының жоғарғы бөлігінде орналасқан араластырғыш камерасына (8) келіп түседі. Түзілген аммиак-ауалы қоспа жанасу аппаратында орналасқан керамикалық сүзгіде мұқият тазарту процесі жүргізіледі. Келесі кезекте платиналы тордан және оксидті қабаттарды қаатамасыз ететін екісатылы катализатордан өтеді. Ары қарай нитроза газдары котел-утилизатордан (9) өтіп, алдымен эконмайзерге (10) барады, содан кейін тоңазытқышта (11) 55°C дейін суытылады. Нитроза газдарын суыту барысында су буларының конденсациялану процесі жүзеге асады, нәтижесінде әртүрлі концентрациялы азот қышқылдары пайда болады. Сонымен ол абсорбциялық колоннаға (12) жіберіледі. Нитрозды газдар нитрозды компрессор қондырғысында (13) 0,11 МПа қысымға дейін сығылып, бөлінген газдар қыздырғышта (14) 230°C-қа дейін ысыды. Содан кейін тоңазытқыш-конденсаторда (15) 40-60°C-қа дейін суытылады да, ары қарай абсорбциялық колоннаға (12) жіберіледі. Абсорбциялық қондырғының төменгі жағынан 60 % - ті HNO_3 үрлегіш колоннаға (5) беріледі. Ол жерде ауамен үрлеу арқылы еріген азот оксидтерінен ажыратады. Үрлеу газдары абсорбциялық колоннаға (12) келіп өңдеуге қайтарылады, ал дайын өнім қоймаға жіберіледі. Абсорбциялық колоннаға келген үрлеу газдары құрамындағы артық құрастырушылардан тазаланып бөлінген газдар қыздырғышқа (14) барады да, ары қарай каталиткалық тазартудан (16) өтеді. Содан кейін рекуперационды газды құбырлар (17,18) арқылы атмосфераға шығарылады. [7]

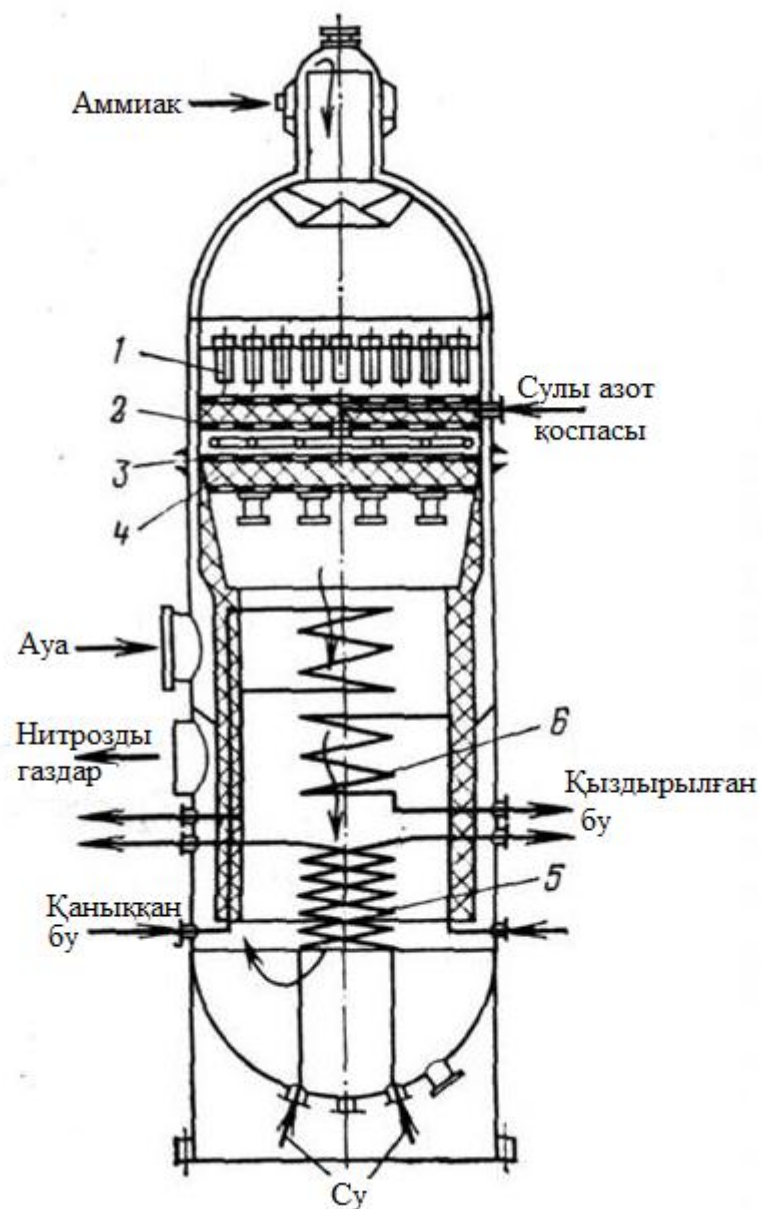


3-сурет. Сұйытылған азот қышқылын өндірудің технологиялық сызбасы

1 – тазартуға арналған сүзгі; 2 – ауалық компрессор; 3 – жанасу аппараты; 4 – қыздырғыш; 5 – үрлегіш колонна; 6 – буландырғыш; 7 – тазарту сүзгісі; 8 – жанасу аппаратының араластырғыш камерасы; 9 – котел-утилизатор; 10 – экономайзер; 11 – тоңазытқыш; 12 – абсорбциялық колонна; 13 – нитроздық-компрессор; 14 – қыздырғыш; 15 – тоңазытқыш-кондесатор; 16 – каталитикалық тазарту; 17,18 – рекуперационды газды құбырлар.

2.2 Азот қышқылы өндірісіндегі негізгі аппарат

Азот қышқылы жүйесінің жанасу аппараты цилиндрлік формада диматері 4 м және биіктігі 5,6 м болып келеді. Сығылған ауа аппаратқа беріліп, реакциялық бөліктің ішкі корпусы мен аппараттың қуат корпусы арасындағы сақиналық саңылау арқылы өтіп, жоғарғы бөлігінде орналасқан араластырғышқа түседі, онда ауа аммиакпен араласады. Конустық тарату арқылы аммиак-ауалы қоспасы орталық тарамдық құбыр арқылы аммиак-ауалы қоспасының сүзгісіне еніп, одан кейін жалын сөндіргіш шүмегіне ары қарай платиноидты катализатор торларына түседі. Түзілген температурасы 850°C дейінгі нитрозды газдар қалдық жылу қазандығының қыздырғыш және буландырғыш котел-утилизаторы арқылы өтеді және реактордан қазан корпусы мен аппарат арасындағы саңылау арқылы 300-350°C температурада шығарылады. [5]



4-сурет. Жанасу аппараты:

1 – сүзгі; 2 – жалын сөндіргіш шүмегі; 3,4 – платиноидты катализаторлы торлары; 5 – котел-утилизатор; 6 – бу қыздырғыш.

3 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЕСЕПТЕУЛЕР

3.1 Үрдістің материалдық балансы

Аммиактың тотығуы

Жанасу аппаратының материалдық есептеуі.

Есептеу үшін бастапқы деректер:

ННО ₃ моногидрат агрегатының өнімділігі (кг/сағ).....	7500
Аммиактың тотығу шығымы η_k	0,975
Абсорбция шығымы η_a	0,985
Жалпы шығымы $\eta = \eta_k \cdot \eta_a$	$0,975 \cdot 0,985 = 0,96$
Аммиак-ауа қоспасындағы аммиактың мөлшері (көлемдік %).....	11,0
Көбік ауа шайғышынан өту нәтижесінде ауа 31°C-та су буымен қаныққан.	
Ауа шайғышындағы қысым (н/м ²).....	2500

Қалдық қысым

$$101,325 - 2500 = 98825 \text{ н/м}^2$$

Мұндағы 101,325 – нормальды барометрлік қысым, н/м².

31°C-та және 100%-дық қаныққан ауаның құрамындағы сулы будың серпімділігі (н/м²).....4520

Сәйкесінше

$$c_{H_2O} = \frac{100 \cdot 4520}{98825} = 4.57\%$$

1) Аммиак шығымы

$$m_{NH_3} = \frac{M_{NH_3} \cdot 7500}{M_{HNO_3} \cdot \eta} = \frac{17 \cdot 7500}{63 \cdot 0,96} = 2108,1 \text{ кг/сағ}$$

$$v_{NH_3} = \frac{m_{NH_3} \cdot 22,4}{M_{NH_3}} = \frac{2108,1 \cdot 22,4}{17} = 2777,8 \text{ м}^3/\text{сағ}$$

2) Тотығуға кететін аммиак-ауа қоспасының мөлшері

$$c_{NH_3+ауа} = \frac{v_{NH_3} \cdot 100}{c_{NH_3}} = \frac{2777,8 \cdot 100}{11} = 25252,4 \text{ нм}^3/\text{сағ}$$

Аммиак-ауа қоспасының осы мөлшеріндегі ауа

$$v_{ауа} = v_{NH_3+ауа} - v_{NH_3} = 25252,5 - 2777,8 = 22474,2 \text{ нм}^3/\text{сағ}$$

3) Аммиакты тотықтыруға кететін ауаның құрамы:

а) сулы будың мөлшері

$$v_{H_2O} = \frac{v_{\text{ауа}} \cdot c_{H_2O}}{100} = \frac{22474,8 \cdot 4,57}{100} = 1027,1 \text{ нм}^3/\text{сағ}$$

б) оттегінің мөлшері

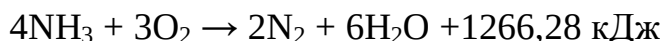
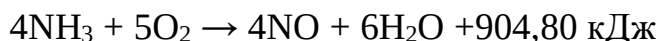
$$v_{O_2} = (v_{\text{ауа}} - v_{H_2O}) \cdot a_{O_2} = (22474,8 - 1027,1) \cdot 0,209 = 4482,6 \text{ нм}^3/\text{сағ}$$

Мұндағы a_{O_2} -оттегінің атмосфералық ауадағы мөлшері, 0,209 көлемдік үлеске тең;

в) азоттың мөлшері

$$v_{N_2} = v_{\text{ауа}} - (v_{H_2O} + v_{O_2}) = 22474,8 - (1027,1 + 4482,6) = 16965,1 \text{ нм}^3/\text{сағ}$$

4) Аммиактың тотығуы нәтижесінде пайда болатын нитрозды газдардың құрамы. Жанасу аппаратында жүретін негізгі реакциялар:



Шарт бойынша бірінші реакцияда 97,5% NH_3 тотығады, ал екіншіде 2,5%. Нитрозды газдардың құрамы мына реакциялардың стехиометриялық теңдігінен анықталады:

а) бірінші реакция бойынша түзілген азот тотығының мөлшері

$$v_{NO} = v_{NH_3} \cdot \eta_k = 2777,8 \cdot 0,975 = 2708,3 \text{ нм}^3/\text{сағ};$$

б) екінші реакция бойынша түзілген азот мөлшері

$$v_{N_2} = 0,5 \cdot v_{NH_3} \cdot (1 - \eta_k) = 0,5 \cdot 2777,8 \cdot (1 - 0,975) = 34,7 \text{ нм}^3/\text{сағ}$$

Нитрозды газдардағы барлық азот

$$16965,1 + 34,7 = 16999,8 \text{ нм}^3/\text{сағ}$$

в) бірінші және екінші реакциялар бойынша түзілген сулы будың мөлшері

$$v_{H_2O} = \frac{6}{4} \cdot v_{NH_3} = 1,5 \cdot 2777,8 = 4166,7 \text{ нм}^3/\text{сағ}$$

Нитрозды газдағы барлық сулы бу болады

$$1027,1 + 4166,7 = 5193,8 \text{ нм}^3/\text{сағ}$$

г) оттегінің шығымы
бірінші реакция бойынша

$$v_{O_2}^1 = \frac{5}{4} \cdot v_{NH_3} \cdot \eta_k = 0,75 \cdot 2777,8 \cdot 0,975 = 3385,4 \text{ нм}^3/\text{сағ}$$

екінші реакция бойынша

$$v_{O_2}^2 = \frac{3}{4} \cdot v_{NH_3} (1 - \eta_k) = 0,75 \cdot 2777,8 \cdot 0,025 = 52,1 \text{ нм}^3/\text{сағ}$$

Нитрозды газдағы қалған барлық оттегі

$$4482,6 - (3385,4 + 52,1) = 1045,1 \text{ нм}^3/\text{сағ}. [4]$$

3.1-кесте

Аммиак тотығуының біріктірілген материалдық балансы

Кіріс			Шығыс		
Берілгені	кг/сағ	нм ³ /сағ		кг/сағ	нм ³ /сағ
Аммиак . . .	2108,1	2777,8	Азотоксиді		
Ауа			. . .	3243,2	2708,3
оттегі	4780,7	4482,6	Оттегі . . .	1113,8	779,5
азот	15827,3	16965,1	Азот	15859,8	16999,8
су буы	616,0	1027,1	Су буы . . .	3115,3	5193,8
Жалпы			Барлығы	23332,1	25681,4
ылғал ауа	21224,0	22474,8			
Барлығы	23332,1	25252,6			

3.2 Жылулық балансы

Жанасу аппаратының жылулық балансы

Бастапқы деректер:

Жанатын аммиактың мөлшері m_{NH_3} (кг/сағ).....2108,1
 Ауаның мөлшері $m_{ауа}$ (кг/сағ).....21224,8
 Аммиактың жылу сыйымдылығы c_{NH_3} (кДж/кг·град).....2,160
 Ауаның жылу сыйымдылығы $c_{ауа}$ (кДж/кг·град).....1,008

Бірінші реакция бойынша аммиактың тотығуы кезінде бөлінетін жылу

$$Q_1 = \frac{904800 \cdot \eta_k \cdot m_{NH_3}}{4 \cdot 17,032} = \frac{904800 \cdot 0,975 \cdot 2108,1}{4 \cdot 17,032} = 27300000 \text{ кДж/сағ}$$

мұндағы 904800 кДж/кмоль – бірінші реакцияның жылуы

$$Q_2 = \frac{1266280 \cdot (1 - \eta_k) \cdot m_{NH_3}}{4 \cdot 17,032} = \frac{1266280 \cdot (1 - 0,975) \cdot 2108,1}{4 \cdot 17,032} = 979000 \text{ кДж/сағ}$$

мұндағы 1266280 кДж/кмоль – екінші реакцияның жылуы

Бөлінетін жылудың жалпы мөлшері

$$\sum Q = 27300000 + 979000 = 28279000 \text{ кДж/сағ}$$

Сеткадағы теориялық температура

$$t = \frac{\sum Q + \sum q}{m_{н.о.} \cdot c_{н.о.}}$$

мұндағы $\sum q$ – аммиак-ауалықоспамен келетін жылу, кДж/сағ;

$m_{н.о.}$ – 22797,6 кг/сағ тең нитрозды газдардың мөлшері;

$c_{н.о.}$ – жеке компоненттердің жылу сыйымдылығынан есептелген, 0-800°C интервалындағы нитрозды газдардың орташа жылу сыйымдылығы, ол 1,223 кДж/кг·град тең.

$$q_{NH_3} = m_{NH_3} \cdot c_{NH_3} \cdot t_{см} = 2108,1 \cdot 2,160 \cdot 70 = 319000 \text{ кДж/сағ}$$

$$q_{ауа} = m_{ауа} \cdot c_{ауа} \cdot t_{см} = 21224 \cdot 1,008 \cdot 70 = 1490000 \text{ кДж/сағ}$$

$$\sum q = q_{NH_3} + q_{ауа} = 319000 + 1490000 = 1808000 \text{ кДж/сағ}$$

Аммиак-ауалы қоспаның 70°C бастапқы температурасындағы сеткадағы теориялық температурасы мынаған тең

$$t = \frac{28279000 + 1808000}{22797,6 \cdot 1,223} = 1079^\circ\text{C}$$

Газдың жанасу аппаратынан шығар кездегі температурасы

$$\frac{(28279000 + 1808000) \cdot (1,00 - 0,03)}{22797,6 \cdot 1,223} = 1047^\circ\text{C}$$

Жылудың 3% қоршаған ортаға кетеді деп қабылданады.

Котел-утилизаторға түсетін будың мөлшері. Температурасы 1047°C болатын жанасу аппаратынан нитрозды газдар котел-утилизаторға түседі, онда нитрозды газдардың жылуы есебінен қысымы $25 \cdot 10^5$ н/м² болатын бу пайда болады. Сонымен қатар нитрозды газдар 250°C-қа дейін суытылады.

Котел-утилизаторға нитрозды газдармен түсетін жылудың мөлшері

$$Q_1 = m_{\text{н.г.}} \cdot c_{\text{н.о.}} \cdot t$$

мұндағы $m_{\text{н.о.}}$ - 22797,6 кг/сағ тең нитрозды газдардың мөлшері;

$c_{\text{н.о.}}$ – жеке компоненттердің жылу сыйымдылығынан есептелген, 0-800°C интервалындағы нитрозды газдардың орташа жылу сыйымдылығы:

$$c_{\text{н.г.}} = \frac{m_{\text{NO}} \cdot c_{\text{NO}} + m_{\text{O}_2} \cdot c_{\text{O}_2} + m_{\text{N}_2} \cdot c_{\text{N}_2} + m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot c_{\text{H}_2\text{O}}}{m_{\text{н.г.}}}$$

$$c_{\text{н.г.}} = \frac{3243,2 \cdot 1,062 + 1113,8 \cdot 1,017 + 15859,8 \cdot 1,100 + 3115,3 \cdot 2,064}{23332,1}$$

$$= 1,220 \text{ кДж/кг} \cdot \text{град};$$

$$Q_1 = 23332,1 \cdot 1,223 \cdot 794 = 22657000 \text{ кДж/сағ}$$

Нитрозды газдармен кететін жылудың мөлшері

$$Q_2 = m_{\text{н.г.}} \cdot c_{\text{н.о.}} \cdot t$$

Котел-утилизатордан кететін нитрозды газдардың орташа жылу сыйымдылығы 250°C температураға есептеледі:

$$c_{\text{н.г.}} = \frac{3243,2 \cdot 1,004 + 1113,8 \cdot 0,914 + 15859,8 \cdot 1,049 + 3115,3 \cdot 1,900}{23332,1}$$

$$= 1,150 \text{ кДж/кг} \cdot \text{град};$$

$$Q_2 = 23332,1 \cdot 1,150 \cdot 250 = 5072000$$

Будың түзілуіне кететін жылудың мөлшері

$$Q_3 = Q_1 - Q_2 = 22657000 - 5072000 = 17585000 \text{ кДж/сағ}$$

$25 \cdot 10^5$ н/м² қысыммен 250°C-та қыздырылған бу пайда болады

$$m_{6y} = \frac{17585000}{2880-86} = 6290 \text{ кг/сағ}$$

мұндағы 2880 – будың энтальпиясы, кДж/кг;

86 – қоректендіргіш судың энтальпиясы, кДж/кг.

1000 кг HNO₃ моногидратына шығатын будың мөлшері

$$\frac{6290 \cdot 1000}{7500} = 839 \text{ кг. [4]}$$

3.3 Жанасу аппаратының негізгі өлшемдері

Жанасу аппаратының қимасының ауданы мына теңдеу арқылы анықталады

$$S = \frac{10^5 \cdot \tau \cdot v_0 \cdot T_k}{1,1 \cdot m d \cdot P_k \cdot 273 \cdot (1 - 1,57 \cdot d \cdot \sqrt{n})}$$

мұндағы τ – жанасу уақыты (сек), оны төмендегі теңдеуден табуға болады

$$\lg \tau = -0,107 \eta_k + 7,02 \cdot 10^{-6} \cdot \eta_k^3$$

(η_k - аммиактың тотығуы бойынша % шығым); аммиактың тотығуы 97,5% болғанда, байланыс уақыты мынаған тең болады

$$\lg \tau = -0,107 \cdot 97,5 + 7,02 \cdot 10^{-6} \cdot 97,5^3 = -3,9260 = 4,0740$$

осыдан

$$\lg \tau = 1,186 \cdot 10^{-4} \text{ сек}$$

v_0 – аммиак-ауалы қоспаның көлемі, нм³/сек:

$$v_0 = \frac{18847,4}{3600 \cdot 2} = 2,62 \text{ нм}^3/\text{сек}$$

(2 – бір агрегатта орналасатын жанасу аппараттарының саны);

T_k – белгіленген жанасу температурасы (794+273=1067K);

m – катализаторлық торлардың саны (3 дана);

d - торлардың сым диаметрі $9 \cdot 10^{-5}$ м;

P_k – жанасу аппаратындағы қысым $1 \cdot 10^5$ н/м²;

n – 1м² -қа торлы тоқыма саны $1024 \cdot 10^4$.

Формулаға сандық мәндерді қойып, жанасу аппаратының қажетті қимасының ауданын табамыз

$$S = \frac{10^5 \cdot 1,186 \cdot 10^{-4} \cdot 2,62 \cdot 1067}{1,1 \cdot 3 \cdot 9 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot 10^5 \cdot 273 \cdot (1 - 1,57 \cdot 9 \cdot 10^{-5} \cdot \sqrt{1024 \cdot 10^4})} = 7,5 \text{ м}^2$$

Жанасу аппаратының диаметрін мына теңдеуден анықтаймыз

$$S = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 7,5}{3,14}} = 3,1 \text{ м}$$

1 м² қима ауданының жіптің 9 · 10⁻⁵ м қалыңдығы кезіндегі активті бет 1,809 м²-қа тең. Үш қиманың жалпы активті беті

$$F_{\text{акт}} = 1,809 \cdot 3 \cdot 7,5 = 40,7 \text{ м}^2$$

Бір жанасу аппаратында тәулігіне жанатын аммиактың мөлшері

$$\frac{1573,6 \cdot 24}{2} = 18900 \text{ кг/тәулік}$$

Катализатордың кернеуі

$$\frac{18900}{40,7} = 464 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{тәулік. [4]}$$

ҚОРЫТЫНДЫ

Мен дипломдық жобамда КазАзот жағдайындағы жылдық өнімділігі 60000 т/жыл болатын азот қышқылын өндіру цехын жобалауды қарастырдым. Жобаның негізінде төмендегідей қорытындылар жасадым:

Азот қышқылы жайында жалпы әдебиеттік шолу жүргізілді сонымен қатар оның өндірілуінің бірнеше әдістері қарастырылды.

Технологиялық бөлімі қарастырылды, онда азот қышқылын өндірудің технологиялық сызбасы және өндірістегі негізгі аппаратының сызбасы, материалдық баланс, жылулық балансы сонымен бірге жанасу аппаратының негізгі өлшемдері бар.

Өндіріс үшін КазАзот жағдайының таңдап алыну себептері:

1. Өндіріс технологиясы жыл сайын жетілдіріліп отырады. Компания өнім сапасын жақсартуға және өндіріс орындарын дамытуға бағытталған зерттеулер жүргізеді.

2. Өзінің меншікті газ өндірісінің бар болуы өнімнің өзіндік құнын төмендетеді. Қазіргі уақытта зауытта бүкіл өндірістік циклды өз энергиясымен қамтамасыз ететін өзінің электр станциясы бар.

3. Қоршаған ортаға химиялық әсер етуді қатаң бақылау жүзеге асырылады. Жаңа технологиялар табиғат пен адамдар үшін химиялық өндіріс қауіпсіздігін арттыруға арналған.

4. Кәсіпорын қызметкерлерінің еңбегін қорғауға қойылатын талаптар қатаң түрде орындалады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

Оқулықтар мен монографиялар тізімі

1. Меңлібаев Ә., Шайдарбекова Ж.К., Әлиев Н.Ә., Меңлібаева Д.Ә. Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы (Аммиак және азот қышқылы өндірісі). Алматы, 2003.
2. Ильин А.П., Кунин А.В. Производство азотной кислоты. М.: Лань, 2013. – 256 с.
3. Жалпы химиялық технология: Оқулық. / Ж. К. Қайырбеков, Е. А. Әубәкіров, Ж. К. Мылтықбаева. – Алматы, 2014. – 280 б.
4. Позин М.Е. Расчеты по технологии неорганических веществ. –Л.:Химия, 1977. – 496 с.
5. Ильин А.П., Кунин А.В., Ильин А.А. Производство азотной кислоты
6. Ададуров И.Е. Производство азотной кислоты. Часть 1.
7. Чехов О.С. Хитерер Р.З. Техника производства азотной кислоты в агрегате АК-72: Учебное пособие.
8. Мельников Е.Я. Справочник азотчика.
9. https://pnu.edu.ru/media/ejournal/articles-2017/TGU_8_18.pdf

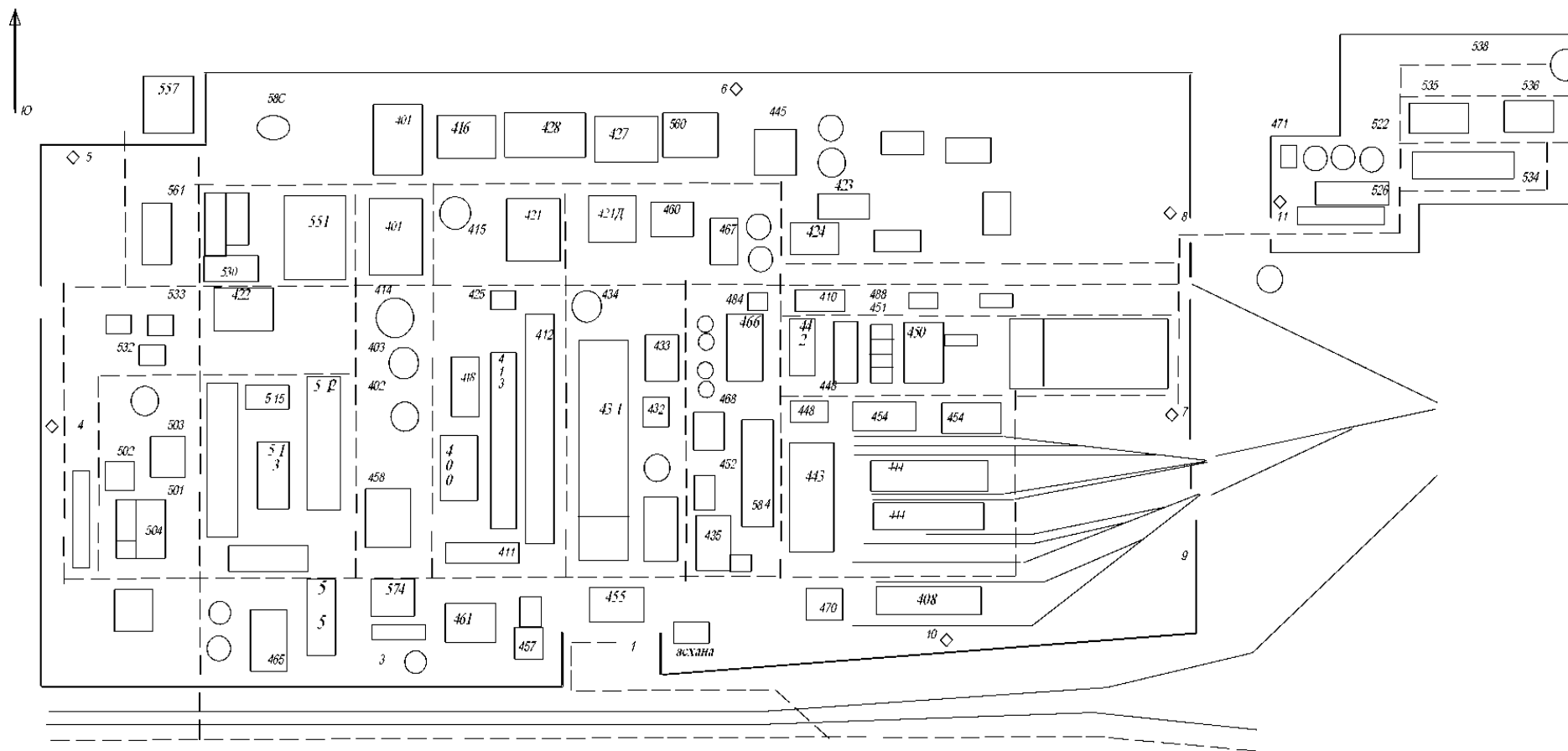
ҚОСЫМША

А.1- кесте

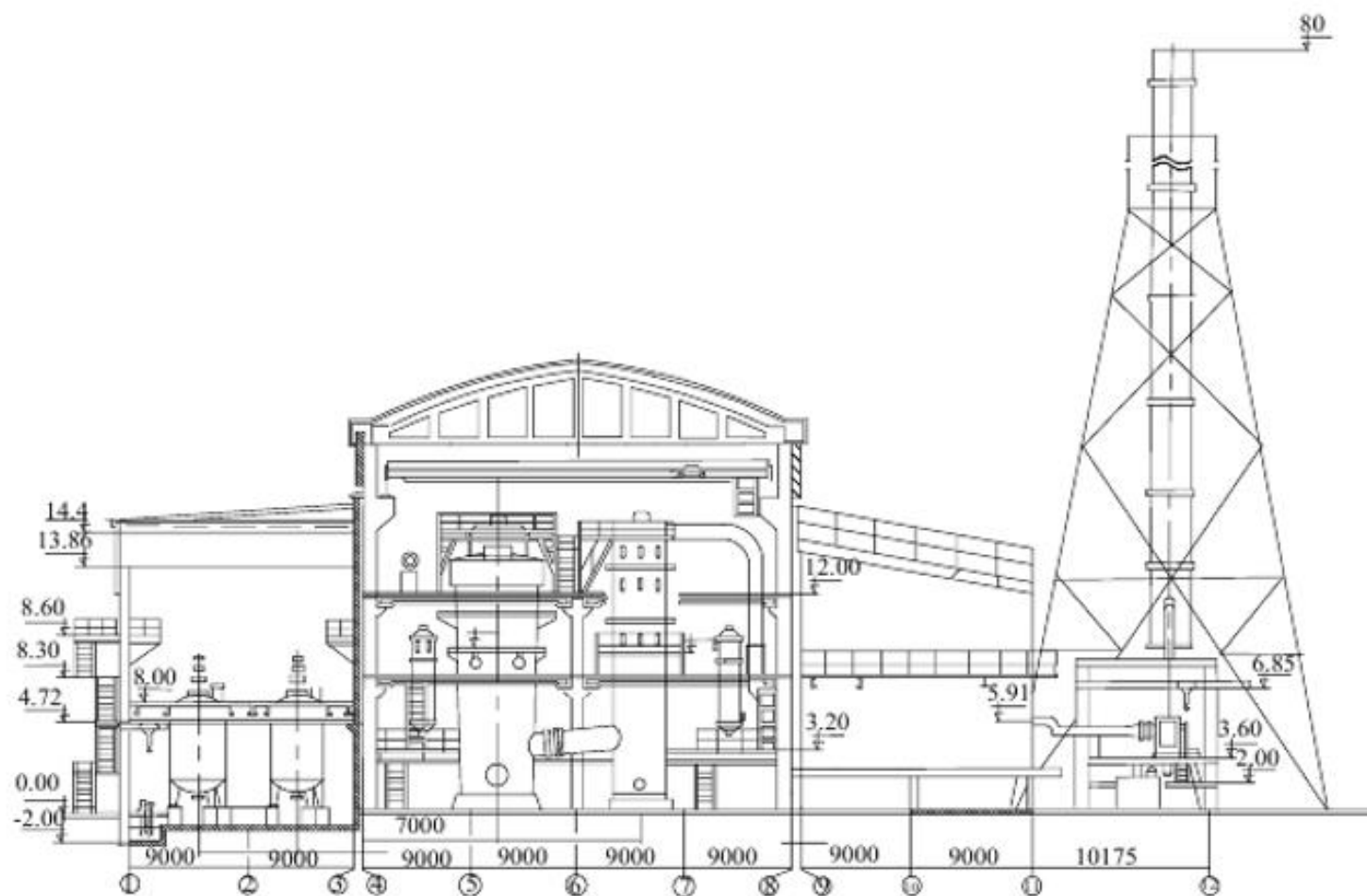
Орн.	Белгіленуі	Аталуы	Саны	Ескерту
1	511	администрация корпусы	1	
2	512	аммиак өндiргiсi цехы	1	
3	551	сығылған ауаның компрессорлы станциясы	1	
4	512	компрессия ДПЧ	1	
5	513	насосы қондырғы	1	
6	403	азот газгольдері	1	
7	421	сұйық аммиакты беру қоймасы	1	
8	421a	сұйық аммиактың буферлі қоймасы	1	
9	403	азот газгольдері	1	
10	526	аммиак қоймасы тұрмыстық корпус	1	
11	522	изотермиялық қойма	1	
12	530	ауа газгольдері	1	
13	430	турбоком. абсорб. тұрмыстық корпусы	1	
14	431	аммиакты селитра алу цехы	1	
15	402	шығару құбыры	1	
16	433	қышқылды сақтау насос	1	
17	434	аммиак газгольдері	1	
18	435	аммиакты тоназыту қондырғысы	1	
19	452	аммиакты буландыру станциясы	1	
20	468	бейтараптандыру станциясы	1	
21	408	асхана	1	
22	504	өндірістік жай	1	
23	411	буландыру туширжестеу тұрмыстық корпус	1	
24	441a	аммонизация бөлімі	1	

					ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА							
Өзг.	Бет	Құжат	Қолы	Күні	«Қазатот» жағдайында жылдық өнімділігі 60000 т азот қышқылын өндіру цехын жобалау	Әдебиет			Масса	Масштаб		
												1:40
Орындаған		Қуатбекова Ж.										
Тексерген		Мустахимов Б.										
Кеңесші		Мырзахметова						бет 1 беттер 4				
ПШР беру		Мустахимов			Бас жоспар			Қ-Сәтбаев ат. ҚазҰТУ БЗХТ				

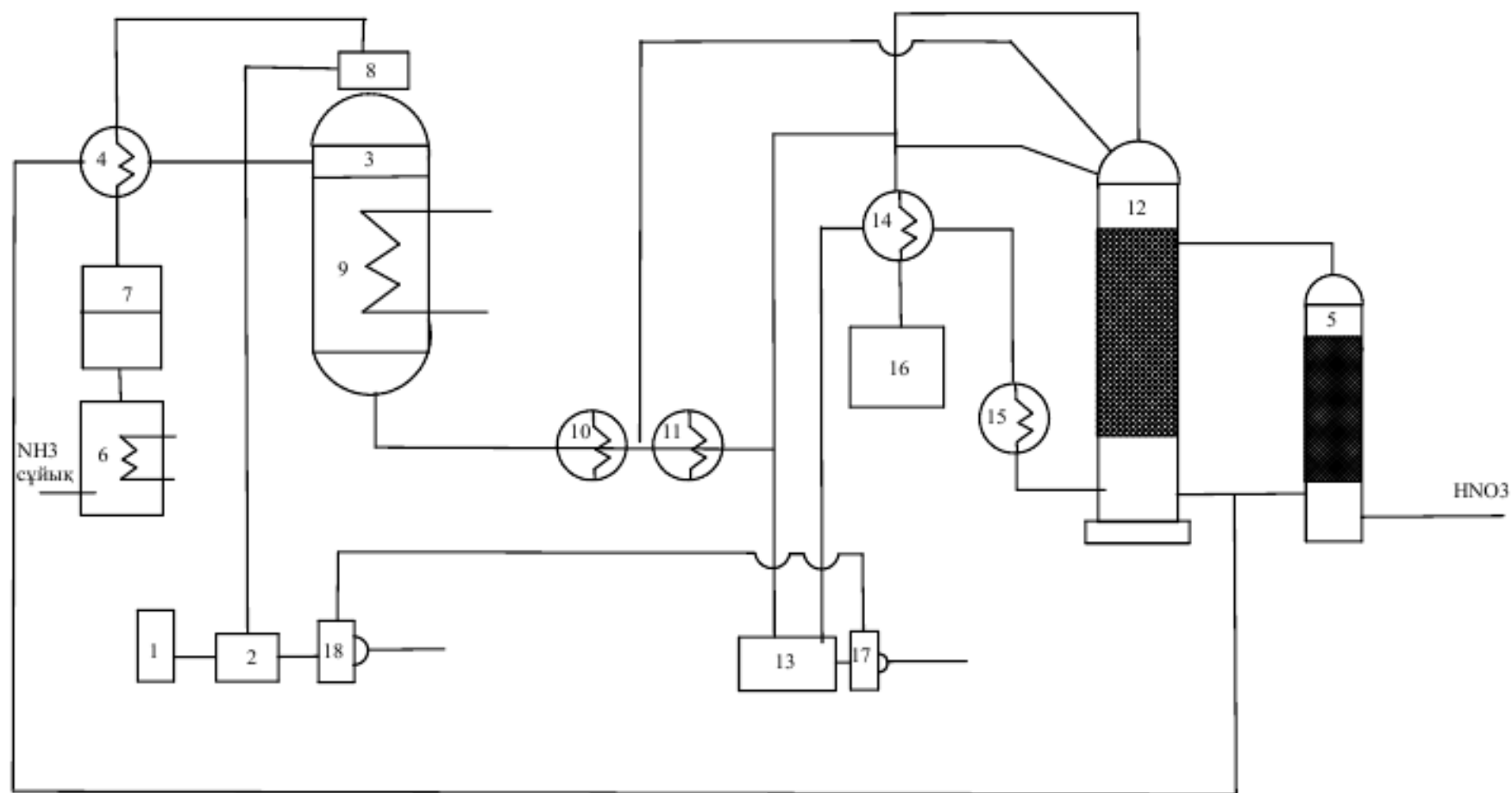
Бас жоспар



Цехтың көрінісі



Технологиялық сызба нұсқасы



Негізгі аппарат

