

СӘТБАЕВ
УНИВЕРСИТЕТІ



Қ.И. СӘТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ
УНИВЕРСИТЕТІ

ХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ИНСТИТУТЫ

ХИМИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕР ЖӘНЕ ӨНЕРКӘСІПТІК ЭКОЛОГИЯ
КАФЕДРАСЫ

Джиеналиев Қобланды Даулеталыұлы

“КАЗАЗОТ” ЖАҒДАЙЫНДА ЖЫЛДЫҚ ӨНІМДІЛІГІ 50000 Т АММИАК
ӨНДІРУ ЦЕХЫН ЖОБАЛАУ

Дипломдық жоба

5В072000 – «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 50000 т аммиак
өндіру цехын жобалау»

5B072000 – «Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы» мамандығы

Орындаған



Джиеналиев Қ.Д.

Ғылыми жетекші,
тех.ғыл.канд., доцент



Мустахимов Б.К.

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТІРЛІГІ

Сәтбаев университеті

Химиялық және биологиялық технологиялар институты

Химиялық процестер және өнеркәсіптік экология кафедрасы

5В072000 - Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы

БЕКІТЕМІН

ХПЖӨЭ кафедрасы меңгерушісі
тех.ғыл.канд., доцент

 Ш.Н. Кубекова
«31» мамыр 2021 ж.

**Дипломдық жобаға берілген
ТАПСЫРМА**

Студент Джиеналиев Қобланды Даулеталыұлы

Тақырыбы «Казазот» жағдайында жылдық өнімділігі 50000 т аммиак өндіру цехын жобалау

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

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 АЗ; негізгі аппарат құрылысы АЗ.

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.

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 таңдап, үдерістерді айқындау	Наурыз	Орындалды
Негізгі аппаратты таңдап, 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, ассистент-профессор, ассоц.профессор	02.06.2021	
Нормоконтролер	Ш.У. Мырзабекова, тьютор	02.06.2021	

Ғылыми жетекші  _____ Б.К. Мустахимов

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  _____ Қ.Д. Жиеналиев

Күні

« 24» қараша 2020ж.

АНДАТПА

Дипломдық жоба «Казазот» жағдайы бойынша қуаты жылына 50000 тонна аммиак өндіретін зауыттың жобасын қарастырады.

Жобада аммиак өндірудің әдістері мен құралдарына шолу, сондай-ақ технологиялық есептеулер берілген. Сонымен қатар, технологиялық, негізгі жабдықтар және сызбалары жасалды.

Дипломда 30 бет, 7-кесте, 3-сурет бар.

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект предусматривает проект завода мощностью 50 тысяч тонн аммиака в год на условиях «Казазот». В проекте представлен обзор методов и средств производства аммиака, а также технологические расчеты. Кроме того, были разработаны технологические чертежи, основное оборудование и чертежи.

Диплом содержит 30 страниц, 7-таблиц, 3-рисунок.

ANNOTATION

The diploma project provides for a project of a plant with a capacity of 50 thousand tons of ammonia per year on Kazazot terms. The project provides an overview of methods and means for the production of ammonia, as well as technological calculations. In addition, process drawings, basic equipment and construction drawings were developed.

The diploma contains 30 pages, 7-table, 3-figure.

МАЗМҰНЫ

	КІРІСПЕ	7
1	Әдеби шолу	8
1.1	Аммиак және оның қасиеттері	8
1.2	Аммиактың қолданылуы	9
1.3	Аммиак синтезінің негіздері	11
1.4	Қолданылатын катализатор	13
2	ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ	17
2.1	Технологиялық сызба нұсқа	17
2.2	Аммиак өндірісіндегі негізгі аппарат	19
2.3	Аммиакты синтездеу материалдық балансы	21
2.4	Аммиакты синтездеу колоннасының жылулық балансы	29
	ҚОРЫТЫНДЫ	33
	ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	34

КІРІСПЕ

Аммиак өндірісінің шикізаттық базасы үнемі өзгеріп отырады, ал қазір аммиактың 90% -дан астамы табиғи газдан алынады. Осыған байланысты тезис өзекті болып табылады: аммиак - химия өнеркәсібі үшін кең таралған шикізат. Себебі аммиак өнеркәсібі - химия өнеркәсібінің қуатты саласы. Ол күрделі тыңайтқыштар мен азотты тыңайтқыштар өндірісінде, жарылғыш заттар, пластмассалар, дәрі-дәрмектер өндірісінде және басқа көп салаларда қолданылады.

Аммиак – ол көптеген азотты қосылыстар үшін маңызды шикізат. Ол өнеркәсіпте, тұрмыста және ауыл шаруашылығында кеңінен қолданылады. Қазіргі кезде барлық азотты қосылыстар негізінен аммиак негізінде өндіріледі. Оның өнімдері немесе органикалық және бейорганикалық технологиялармен өңделген жартылай фабрикаттар кеңінен қолданылады.

Бұл дипломдық жоба Ақтау қаласы үшін қуаттылығы жылына 50000 тонна аммиак өндіретін цехтың жобасын қарастырады.

1 Әдеби шолу

1.1 Аммиак және оның қасиеттері

Аммиак NH_3 – азот пен сутегінің қарапайым қосылысы. Мүсәтір спиртіне ұқсас түссіз, өткір иісі бар газ. Судағы NH_3 өте жоғары ерігіш - су көлемінде шамамен 1200 көлемде (0°C) немесе 700 көлемде (20°C).

Аммиак молекуласы кеңістікте жоғарғы жағында азот атомы бар тригональды пирамида түрінде болады. Азот атомының үш жұпталмаған р-электрондары үш сутегі атомының 1s электрондарымен полярлы коваленттік байланыс түзуге қатысады (N-H байланысы), сыртқы электрондардың төртінші жұбы жалғыз, ол сутегі ионымен донорлық-акцепторлық байланысып NH_4 аммоний ионын құрай алады. Байланыспаған екі электронды бұлт кеңістікте қатаң бағдарланғандықтан, аммиак молекуласы жоғары полярлыққа ие. Бұл аммиактың суда жақсы ерігіштігіне әкеледі.

Сұйық NH_3 молекулалар бір-бірімен сутектік байланыс арқылы байланысады. Сұйық аммиактың қайнау ($t_{\text{қайн}}$ - $33,35^\circ\text{C}$) және балқу температуралары ($t_{\text{балқ}}$ - $77,70^\circ\text{C}$) судың көрсеткіштерінен төмен болып табылады. Қалыпты жағдайда меншікті салмағы $0,771\text{ г/л}$ құрайды, яғни ауадан әлдеқайда жеңіл. Оттегі мен ауада жанып, азот пен су түзіледі. Аммиактың тұтқырлығы су тұтқырлығынан жеті есе аз болып келеді. Бұл қасиеттері сұйық аммиактағы байланыстардың беріктігінің төмендігімен түсіндіріледі. Өйткені, аммиак молекуласында бір ғана жалғыз электрондар жұбы болғандықтан, бұл бірнеше молекулалар арасында сутектік байланыстардың тармақталған торының пайда болуына жол бермейді. Қатты аммиак-түссіз текше кристалдар.

Аммиактың ауамен құрғақ қоспасы жарылуға қабілетті, 16-20 % аммиактың жарылыс болу температурасы 18°C құрайды. Өзінен-өзі тұтану температурасы 649°C . Сұйық аммиак - жақсы еріткіш. [1]

Жалпы азот қосылыстары адам тірішілігінде маңызды рөл атқарады (пластмасса, бояғыштар, химиялық талшықтар, оқдәрі және жарылғыш заттар, дәрі-дәрмек өндірісі). Азоттың жоғары инерттігіне байланысты оны ұзақ уақыт бойы қосылыс түріне аудару тәсілдерін табу мүмкін болмады. XX ғасырдың басында азотты байланыстырудың үш тәсілі ашылған болатын:

- электродоғалы (азот пен оттегіні жоғары температурада байланыстыру);
- цианамидті (кальций карбид пен азоттың реакцияласуы);
- аммиактық (азот пен сутегінің байланысуы).

Таза аммиакты 1774 жылы ағылшын химигі және философы Джозеф Пристли алды. Аммиак өндірісінің өнеркәсіптік технологиясын 1913 жылы неміс химиктері Фриц Хабер мен Карл Бош ойлап тапты. Зерттеулері үшін бұл екеуі Нобель сыйлығын алған. [2]

Мақсатына қарай сұйылтылған сусыз аммиактың үш маркасы шығарылады:

- А - азот қышқылын өндіру үшін, азоттау үшін, хладагент ретінде, қорғаныс атмосферасын құру үшін;

- Ак - экспортқа жеткізу үшін және тыңайтқыштарға қайта өңдеу үшін және ауыл шаруашылығында азот тыңайтқышы ретінде пайдалану үшін магистральдық аммиак құбыры бойынша тасымалдау үшін;
- Б - тыңайтқыштарға өңдеу үшін және ауыл шаруашылығында азот тыңайтқышы ретінде пайдалану үшін.

Сұйытылған сусыз аммиак физикалық-химиялық параметрлері бойынша 1-кестеде көрсетілген стандарттарға сәйкес келуі керек.[4]

1-кесте– МЕСТ 6221-90 талаптары

Көрсеткіш	Норма		
	А	Ак	Б
1. Аммиактың массалық үлесі, %, кем емес	99,9	99,6	99,6
2. Азоттың массалық үлесі, %, кем емес	-	82	82
3. Судың мөлшері (буландыру қалдығы), % көп емес	-	0,2-0,4	0,2-0,4
4. Майлардың массалық үлесі, мг/дм ³ , көп емес	2	2	8
5. Темірдің мөлшері, мг/дм ³ , көп емес	1	1	2

1.2 Аммиактың қолданылуы

Аммиак - химия өнеркәсібіндегі маңызды өнімдердің бірі. Өнеркәсіпте өндірілетін аммиактың көп бөлігі азот қышқылын, азот тыңайтқыштарын (аммоний нитраты және сульфаты) және бояғыштарды дайындауға жұмсалады. Аммиак жарылғыш заттарды өндіру үшін де қолданылады. Аммиактың сулы ерітінділері кең қолданылады. Әлсіз ұшпа база ретінде ол химиялық зертханаларда және өндірістерде қолданылады. Аммиак көмегімен ас содасы да өндіріледі.



1 – сурет

Медицинада аммиактың 10 % сулы ерітіндісі мүсәтір спирті деп аталады. Аммиактың өткір иісі мұрын шырышты қабығының нақты рецепторларын тітіркендіреді және тыныс алу және тамыр қозғалтқыш орталықтарын қоздырады, сондықтан есінен тану немесе алкогольмен улану кезінде жәбірленушіге аммиак буларын жұтуға рұқсат етіледі.

Металлдарды дәнекерлеу кезінде аммоний хлориді - NH_4Cl қолданылады. Жоғары температурада хлорид ыдырап аммиак түзеді, ол дәнекерленген темірдің және дәнекерленген өнімнің беттерін металл оксидтерінен тазартады.

Сұйық аммиак буланған кезде жылу көп мөлшерде сіңеді, сондықтан оны тоңазытқыш қондырғыларында агент (R717) ретінде қолданады.

Аммиак Халықаралық ғарыш станциясының электр қуатымен қамтамасыз ететін электр желілерін салқындату үшін қолданылады. Станцияда салқындатудың бір-біріне тәуелсіз аммиактық екі контуры бар, бірі станцияның ішкі жабдықтарын суытатын жылуалмастырғышты суытса, екіншісі сыртқы бетіне орнатылған электр құрылғыларынан жылуды кетіреді. [5]

Сұйық аммиак терінің қатты күйіп қалуын тудырады, сондықтан оны әдетте болаттан жасалған баллондарда (сары түске боялған, қара түсті «Аммиак» деген жазуы бар), теміржол және автомобиль цистерналарында, су арқылы - арнайы цистерналарда, сондай-ақ құбырлар арқылы тасымалдайды.

Аммиак газы улы қосылыс. Оның жұмыс аймағының ауасындағы концентрациясы шамамен 350 мг/куб. м болғанда (текше метрге миллиграмм) және одан жоғары болса, жұмысты тоқтату керек және адамдарды қауіпті аймақтан шығару керек. Жұмыс аймағының ауасындағы аммиактың шекті рұқсат етілген концентрациясы - 20 мг/куб. м.

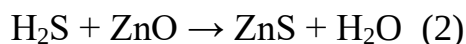
1.3 Аммиак синтезінің негіздері

Әдетте заманауи аммиак зауыты шикізат ретінде табиғи газ, мұнай газы немесе мұнай нафтасы қолданылады. Табиғи газ ең көп қолданылады, әдетте алдымен табиғи газды сутегі газына айналдырады. Көмірсутектерден сутегіні алу процесі булы риформинг деп аталады. Содан кейін сутегі азотпен реакцияластырып, Хабер-Бош процесін қолданып аммиак алады.

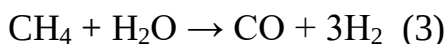
Процестің бірінші сатысы табиғи газ құрамындағы күкірт қосылыстарынан айырылу болып табылады. Өйткені күкірт келесі сатыларда қолданылатын катализаторларды улайды. Күкірттен айырылу шикізаттағы күкірт қосылыстарын күкіртті сутек газына айналдыру үшін каталитикалық гидрлеуді қажет етеді:



Содан кейін газ тәрізді күкіртті сутек адсорбцияланады және оны мырыш оксидінің қабаттары арқылы өткізіп, қатты цинк сульфидіне айналады:

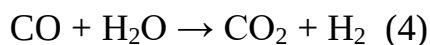


Содан кейін күкіртсіз табиғи газдан каталитикалық риформинг процесі нәтижесінде сутегі мен көміртегі оксидін алынады:



Іс жүзінде бұл процесс 2 сатыда жүзеге асырылады. Метанды конверсиясы никельді катализаторлар қатысында жүреді. Егер де табиғи газ құрамында күкірт қосылыстары болса, катализатор беткі қабатында никельдің сульфиді түзіледі. Күкірт қосылыстарының шекті концентрациясы $0,5 \text{ мг/м}^3$ аспау қажет. [7]

Келесі қадамда көміртегі оксидін көмірқышқыл газына және одан да көп сутекке айналдыру үшін су буымен конверсия қолданылады:



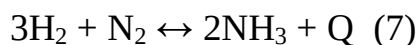
Кейін көміртегі диоксиді су этаноламинді ерітінділерде сіңірілу арқылы немесе қатты адсорбциялық ортаны қолдана отырып, қысыммен қозғалатын адсорберлерде (PSA) адсорбция арқылы жойылады.

Сутегі өндірісінің соңғы сатысы - сутегінен көміртегі оксиді немесе көмірқышқыл газының қалдық мөлшерін алып тастау үшін каталитикалық метандау қолдану:





Газ тәрізді азот пен сутектен аммиак синтезінің реакциясы қайтымды және келесі теңдеу бойынша жүреді:



Белгілі бір мезетте тікелей және кері процестер арасында тепе-теңдік күйі орын алып, реакция тоқтайды. Нәтижесінде газ қоспасындағы аммиак концентрациясын одан әрі арттыру мүмкін емес жағдай орнайды. Іс жүзінде реакция тепе-теңдігін азот пен сутектен аммиак түзілу жағы, оңға қарай ауысатын жағдайлар жасалады. Төмендегі кестеде 1 аммиактың 300 атм қысым жағдайындағы тепе-теңдік концентрациялары келтірілген. [9]

Кесте 2 – Аммиактың тепе-теңдік концентрациясының температураға тәуелділігі

Температура, °C	Тепе-теңдік концентрациясы, мол. %	Температура, °C	Тепе-теңдік концентрациясы, мол. %
300	70,96	500	26,44
350	59,72	550	19,13
400	47,00	600	13,77
450	35,82		

Аммиак синтезінің реакциясы газ қоспасы көлемінің екі есе азаюмен жүретіндіктен, тепе-теңдікті оңға ығыстыру үшін, Ле-Шателье қағидасына сәйкес, процесс жоғары қысыммен жүргізілуі керек. Өнеркәсіпте синтетикалық аммиак өндірісіне арналған қондырғылар 300-900 атм қысыммен жұмыс жасайды.

Синтез реакциясы жылу бөлінуімен жүреді. Сондықтан Ле Шателье принципі бойынша температураның жоғарылауымен реакция тепе-теңдігі солға ығысады, яғни температура жоғарылаған сайын азот пен сутек реакцияға аз түседі. Төмен температурада аммиак синтезі реакциясы толығымен жүреді. [8]

Алайда температураның төмендеуімен химиялық реакциялардың көпшілігінің жылдамдығы, оның ішінде аммиак синтезі реакциясының жылдамдығы төмендейді. Сондықтан аммиак түзілуінің айтарлықтай жылдамдығын қамтамасыз ету үшін реакцияны жеткілікті жоғары температурада жүргізу керек. Іс жүзінде аммиак синтезі 450-500 °C температурада жүзеге асырылады, онда реакция тез жүреді және газ қоспасындағы аммиак мөлшері салыстырмалы түрде жоғары болады.

Массаның сақталу заңы бойынша аммиак синтезі реакциясының тепе-теңдігін оңға жылжыту үшін тепе-теңдік газ қоспасындағы азот пен сутектің концентрациясын жоғарылату немесе аммиак концентрациясын төмендету қажет. Тәжірибе жүзінде реактордан аммиак алынып отырылады. Азот пен

сутектен аммиактың белгілі бір мөлшері пайда болғаннан кейін, газ қоспасы синтез бағанынан алынып, аммиактан толығымен немесе ішінара босатылады. Содан кейін газ қоспасына жаңа азот пен сутек қосылады және қайтадан синтез бағанынан өтеді. Бұл процесті үздіксіз қайталай отырып, азот-сутегі қоспасын толықтай дерлік пайдалануға қол жеткізіледі. [9]

Түзілген аммиак газ қоспасынан оны конденсациялау арқылы шығарылады. Газ тәрізді аммиактың сұйықтыққа айналуы, яғни конденсация процесі газ қоспасын сумен салқындату және аммиакты буландыру арқылы жүзеге асырылады. 300 атм және одан төмен қысыммен жұмыс істейтін аммиакты синтездеу жүйелерінде газ қоспасы екі сатыда салқындатылады: жылдам тоңазытқыштардағы сумен және аммиак буландырғыштарындағы буланған сұйық аммиак.

Синтез бағанынан шығатын жердегі газ қоспасындағы аммиак мөлшері колоннадағы көлемдік жылдамдығына да байланысты. Соңғысы неғұрлым үлкен болса, газ қоспасы катализатормен толтырылған аммиак синтезі бағанасында аз уақыт болады. Колоннадағы көлемдік жылдамдығының жоғарылауымен газ қоспасындағы аммиак мөлшері азаяды.

Жүйенің қысымына байланысты газ қоспасының оңтайлы көлемдік жылдамдығы сәйкес келеді. Оңтайлы жылдамдық катализатордың максималды қолданылуын және аммиак синтезі жүйесіне кіретін барлық құрылғылардың максималды өнімділігін қамтамасыз етеді.

Азот-сутегі қоспасының қысымына байланысты аммиак синтезі жүйелері үш түрге бөлінеді:

1. Төмен қысымды (90-100 атм).
2. Орташа қысымды (200-350 атм).
3. Жоғары қысымда жұмыс істейтін жүйелер (500-1000 атм).

Орта қысыммен жұмыс істейтін аммиак синтездеу жүйелері бұрынғы Кеңес Одағы елдерінде кеңінен таралған. Төмен қысымды жүйелер күрделілігіне байланысты өндірісте сирек қолданылады. Заманауи жүйелердің барлығы дерлік жоғары қысымда жұмыс жасайды. [2]

1.4 Қолданылатын катализатор

Метан конверсиясының катализаторлары. Метан және оның гомологтарының су буы мен көміртегі оксидімен реакцияласу жылдамдығы катализаторсыз өте төмен болады. Көмірсутектердің каталитикалық конверсиясы гетерогенді процесс болып табылады. Бұл процесс қатты (катализатор) және газ тәріздес (метан, су буы) фазаларының шекарасында жүреді. Катализатордың беткі қабатында метан және су буы адсорбциланған соң химиялық реакцияласу басталады.

Көмірсутектер мен су буының реакцияласу үрдісінде ең жоғарғы каталитикалық белсенділікке құрамында никель бар катализаторлар ие. Катализатордың құрамында никельдің концентрациясы 3-40 % құрайды.

Метанды құбырлы конверсия үрдісінің катализаторларының жұмыс жасау ұзақтығы 3 жылды құрайды. Күкірт қосылыстарымен уланған никель катализаторларын қайтадан белсендіру үшін 800-900 °С температурада қайта өңдеу қажет.

Көміртегі оксиді конверсиясының катализаторлары. Конверсияның бірінші сатысында әдетте темірхромды катализаторлар қолданылады. Екінші сатысында төментемпературлы мыс құрамдас қосылыстар қолданылады. ТМД елдері аумағында Ресейде өндірілетін катализаторлар кең таралған. Олардың арасында СТК, НТК-8, К-СО және тағы басқалары бар.

Аммиак синтезінің катализаторы белгілі бір жағдайларда ұзақ уақыт белсенді болып, уларға төзімді болуы керек. Көптеген металдар аммиак синтезінің реакциясына қатысты каталитикалық қасиетке ие. Ең үлкен өнеркәсіптік қолданысқа темір катализаторлары ие, олар басқалармен салыстырғанда өндірісі өте арзан және белсенділігі қымбат катализаторлармен салыстыруға келеді.

Темір металы каталитикалық белсенділікті арнайы шарттарда темір оксидтерін тотықсыздандыру арқылы дайындаған жағдайда ғана алады.

Катализатордың бүкіл массасы емес, оның белсенді бөліктері деп аталатын оның кейбір бөлімдері ғана белсенді қасиеттерге ие. Катализатор бөлшектерінің өлшемі неғұрлым аз болса, оның меншікті беттік ауданы жоғарылап, соғұрлым катализатор белсенді болады.[6]

Темір катализаторларына алюминий Al_2O_3 және калий K_2O тотықтары қосылады, олар катализатордың активаторы болып табылады. Активаторлар аммиак синтезінің реакциясын тездетпейді, бірақ катализатордың физикалық құрылымын жақсартады, оның тұрақтылығын жоғарылатады және белсенді орталықтардың санын көбейтеді. Алюминий оксиді темір кристалдарын темір атомдарының өзара әрекеттесуіне және кристалдардың өсуіне кедергі келтіретін жұқа қабыршақпен қаптайды. Алайда алюминий оксиді адсорбциялау қасиетіне ие, яғни түзілген аммиакты оның бетінде ұстап қалады, бұл өте жағымсыз. Глиноземнің адсорбциялық белсенділігін басу үшін катализаторға екінші активатор K_2O енгізіледі. Екі рет промоторланған (құрамында екі активатор бар) катализаторларда Al_2O_3 және K_2O мөлшерінің қатынасы 2:1-ге жақын болуы керек.

Катализаторларды өндіруге арналған шикізат – темір және магнитті темір кені. Катализаторды дайындау процесі екі кезеңнен тұрады: темір оксидтерін алу және оларды сутекпен металды темірге дейін қалпына келтіру.

Темір рудасынан аммиак синтезінің катализаторын алудың техникалық процесі келесідей жүзеге асырылады: концентрат үш рет сепарацияға ұшырап, индукциялық пештерде сутегі мен электр балқытудың көмегімен пеште тотықсыздандыруға ұшырайды, содан кейін балқыманы тотықтырады, салқындатып және ұсақталады. Дайын катализатор сұрыпталады.

Аммиак синтезі катализаторына (СА-1) 1967 жылдың маусымынан бастап алғашқы мемлекеттік стандарт (МЕСТ 12411-66) талаптары қабылданды. Көрсетілген талаптарға сәйкес промоутерлік және қоспалық компоненттердің

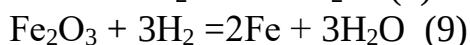
құрамы шектеулі. Катализатордағы глиноземнің мөлшері 3-4 % шегінде болуы керек. Катализаторда 2 % Al_2O_3 болған кезде оның тұрақтылығы күрт төмендейді, ал 6 % Al_2O_3 болған кезде катализатордың белсенділігі айтарлықтай төмендейді. K_2O -дің оңтайлы мазмұны 0,7-1 % құрайды.

Катализатор құрамында SiO_2 - 0,7 % дейін (шикізат қоспасы) және MgO - 0,7 % дейін (магнезиттік тигельдерде балқу кезінде кіретін қоспалар) болуына рұқсат етілген. Зиянды қоспалардың мөлшері (Cu, Ni, S) минималды болуы керек.

Катализатордың механикалық беріктігін арттыру үшін катализатордың балқымасының тотығу деңгейінің төмен болуы (FeO -29-36 %) және түйіршікті катализаторды өлшемі 3 мм аспау қажет.

Катализатор дайындаудың екінші кезеңі - темір оксидтерін элементті темірге дейін сутегімен тотықсыздандыру - көп жағдайда аммиак синтезі колонналарында жүзеге асырылады.[4]

Катализатордың тотықсыздану процесі келесі теңдеулерге сай жүзеге асады:



Cu буы конденсаторларда конденсацияланып, газ қоспасынан сепараторларда және конденсация колоннасында бөлінеді. Темір оксидтерінің тотықсыздану реакциялары эндотермиялық сипатқа ие және қыздырылған кезде ғана жүреді, ол электр жылытқыштың көмегімен жүзеге асырылады.

Темір оксидтерін тотықсыздандыру температура мен қысымның біртіндеп жоғарылауымен жүзеге асырылады. Катализаторды тотықсыздандыру кезіндегі сутектің көлемдік жылдамдығы сағатына 1 м³ катализаторға кем дегенде 10000 м³ болуы керек. Катализаторды тотықсыздандыру режимі сепараторларда бөлінетін судың сағаттық мөлшерімен бақыланады. Аммиак синтезі бағанындағы катализаторды тотықсыздандыру процесі 5-6 күнге созылады.

Катализатордың дайындығы босатылған реакциялық судың мөлшері мен ондағы аммиак құрамына байланысты бағаланады. 1 м³ катализатордың толық тотықсыздануы босатылған аммиак суының жалпы мөлшері 0,6-0,8 м³ сәйкес болуы керек. Судағы аммиак салмағы бойынша 80-90 % құрайды.

Соңғы уақыттарда аммиак синтезі катализаторын тікелей катализатор дайындау цехтарында тотықсыздандыру әдісі қолданылады. Тотықсыздану процесі сағатына 1 м³ катализаторға 2000-3000 м³ сутектің көлемдік жылдамдығымен 10-15 атм қысыммен жүзеге асырылады. Катализатордың тотықсыздануы температураның 380-ден 500 °C-қа дейін жоғарылауымен (әр 12 сағат сайын - 25 °C) 4 күнге созылады. Редукциядан кейін катализаторды 200 °C температурада азоттайды және пассивтейді, содан кейін оның беткі тотығуы газдағы 0,2 % оттегі құрамында жүзеге асырылады.

Жұмыс кезінде катализатор түрлі қоспалармен улануы орын алуы мүмкін, нәтижесінде оның белсенділігі төмендейді немесе толығымен жоғалады.

Катализатормен улану уақытша және тұрақты болатыны белгілі. Оттегі, көміртегі тотығы, көмірқышқыл газы және су буы сияқты заттар катализаторды уақытша улайды. Катализатор осы заттардың әсерінен өз белсенділігін жоғалтады және таза азот-сутегі қоспасын қайта өткізгенде белсенділігі қалпына келтіреді. Катализатордың тұрақты улануы қайтымсыз. Бұл мышьяк, фосфор және күкірт қосылыстарының әсерінен пайда болады. Таза азот-сутегі қоспасын өткізу арқылы осы заттармен уланған кезде катализатордың белсенділігін қалпына келтіру мүмкін емес.

Су буы катализаторға енген кезде металдық темір тотықтырылып, өзінің белсенділігін жоғалтады. Құрамында су буы жоқ азот-сутегі қоспасы катализатор арқылы өткенде оксидтердің тотықсыздануының кері процесі жүреді. Түзілген су буы катализатордың темірімен жоғарыдағыдай әрекеттеседі. Азот-сутегі қоспасындағы көміртегі оксидінің мөлшері - 0,002 %, көмірқышқыл газы - 0,0001 % аспауы керек.

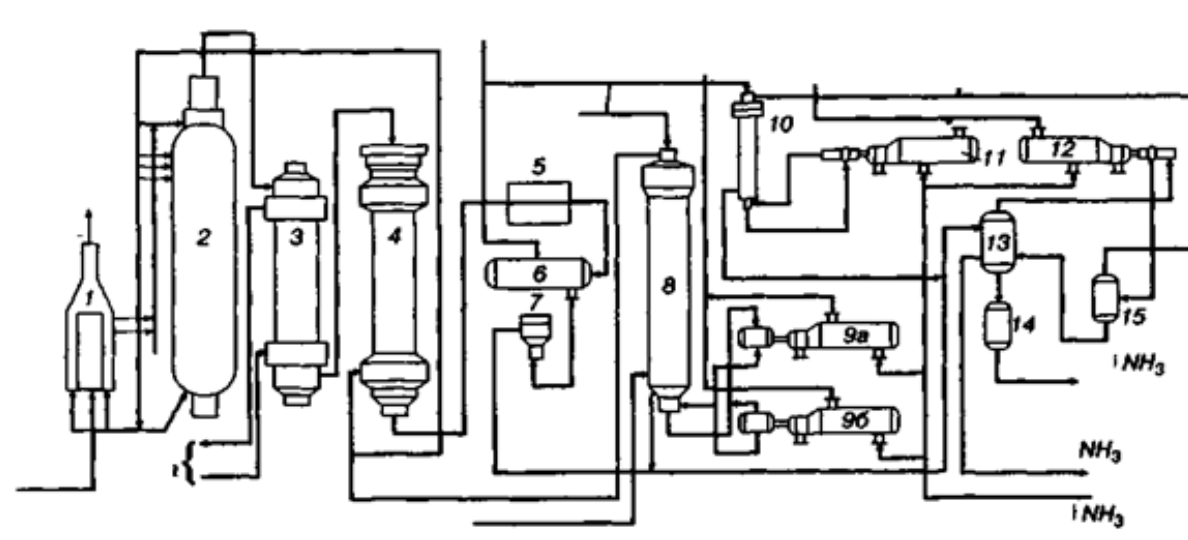
Жоғары қысымды компрессорлардан азот-сутегі қоспасы мен поршенді циркуляциялық сорғылардан шығатын циркуляциялық газ әкететін майлар да катализатордың жұмысына кері әсер етеді. Сондықтан поршеньді машиналарда сығылғаннан кейінгі газды май тамшыларынан мұқият тазарту қажет.

Синтез колоннасының үздіксіз жұмыс істеу кезеңі бірқатар факторларға байланысты: азот-сутегі қоспасының катализатор уларынан тазару дәрежесі, катализатордың қалпына келу режимі және колонна орамының күйі. Катализатор екі жылда бір рет ауыстырылады. Алайда, іс жүзінде бағанның үздіксіз жұмыс істеу мерзімі үш жылдан асатын жағдайлар жиі кездеседі. [12]

2 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ

2.1 Технологиялық сызба нұсқа

2-суретте аммиакты синтездеу агрегатының сызба-нұсқасы.



1 - газ жылытқыш, 2 - аммиак синтезінің бағанасы, 3 - су жылытқыш, 4 - сыртқы жылу алмастырғыш, 5 - ауаны салқындату қондырғысы, 6 - сұйық аммиак сепараторы, 7 - магнитті сүзгі, 8 - конденсация колоннасы, 9 - аммиак бағанасы, аммиак конденсациялық колонна, 11 - аммиак желісіндегі сұйық аммиак буландырғышы, 12 - негізгі газ қоймасындағы сұйық аммиак буландырғышы, 13 - сұйық аммиак жинаушы, 14 - тесілген ыдыс, 15 - сепаратор.

2-сурет- Аммиак синтездеу агрегатының сызбасы.

Бұл сызба-нұсқада шығындалған азотты сутекті қоспа, II-шілік орталық компрессорда 32 МПа қысымға дейін қысым астында қысылады, ауа бар суытқышта салқындағаннан кейін (сызбада берілмеген) төменгі 8 конденсациялық бағанаға қалдықты көміртек диоксиді мен судан тазартылуға жіберіледі. Тазалану газдың көпіршігі арқылы қоюландырылған сұйық аммиак қабатынан жүзеге асырылады..

Азотты сутекті қоспа, сұйық аммиак қабаты арқылы өту барысында 3-5 % NH_3 қанығып және айналымдағы газбен араласады. Пайда болған қоспа жылуалмастырғыш канденсациондық колонаның құбырлары арқылы өтеді де, 4 жылуалмастырғыштың құбырлардан тұратын кеңістікке жіберіледі, бұл жерде газдың жылуы бойынша 195 °C дейін қыздырылып 2 синтез колоннасынан шығып да 2-ші циркуляцияланған газ жылуалмастырғыштан синтез колоннасына бағытталады.

Төменнен жоғарыға сақиналы шел арқылы, колона корпусының арасымен және насадка қаптамасынан өтеді, содан кейін корпус колоннасының үстіндегі мойындығына бекітілген ішкі жылуалмастырғыштық құбырлар кеңістігіне өтеді.

Газ жылуалмастырғышта 400 - 440 °C-ға дейін қызады, катализатор қорабынан шыққан газдың жылуының есебіне, содан соң аммиак синтезі жүретін төрт катализатор қабаты арқылы өтеді. Температуралық режим әр қабаттың келесі қабатқа газдың дұрыс жіберілуін қамтамасыз етеді. Газ бағанның алдындағы ағыннан температурасы 190 °C дейін алынады. Төртінші (астындағы) катализатор қабатынан өтіп, азотсутекті - аммиакты қоспа құрамында 15 % аммиак және 500 - 515 °C температурада орталық құбыр арқылы жоғарыға көтеріледі, жылуалмастырғыштың ішкі құбырына кіреді де 330 °C-ға дейін салқындап, синтездеу колоннасынан шығады.

Газ қоспасы қоректік су 3 жылытқышының түтік кеңістігінен өтіп, 215 °C дейін салқындатылады. Сыртқы жылу алмастырғыштың түтік кеңістігінен өткеннен кейін оны келіп түскен циркуляциялық газбен 65 °C-ға дейін салқындатады. 65 °C тан 40 °C дейін газ ауа салқындатқыш аппаратында 5 (біріншілік конденсация түйіні) салқындатылады, бұл жерде газдан аммиак конденсацияланады. Газдан конденсацияланған аммиак сепараторда 15 бөлінеді, ал 10-12 % NH_3 бар газды қоспа азотсутекті компрессорға жіберіледі де 32 МПа – ға дейін қысылады

Температурасы 50 °C болатын циркуляциялық газ 8 конденсация колоннасынан және сұйық аммиак буландырғыштардан 9 тұратын екіншілік конденсация жүйесіне түседі. Газ конденсация бағанына жоғарыдан жіберіледі, жылу алмастырғыштың қабығы жағынан өтіп, түтіктер арқылы өтетін газ арқылы 18 °C дейін салқындатылады. Әрі қарай, газ сұйық аммиак буландырғышқа түседі, мұндағы U-тәрізді жоғары қысымды түтіктерден өтіп, буландырғыштың қабық жағында - 10 °C температурада қайнап жатқан аммиак есебінен - 5 °C дейін салқындатылады. Буландырғыштың қабық жағынан газ тәрізді аммиак аммиакты сұйылту үшін тоңазытқыш қондырғысына жіберіледі және буландырғыштарға оралады.

Буландырғыштың кеңістігінен шыққан және суытылып конденсацияланған газды қоспа, конденсацияланған аммиак конденсациялау бағанасының сепарация бөліміне түсті, онда сұйық аммиак газдан айырылады. Бұл жерде жаңа газ циркуляциялық газбен араласа отырады. Содан кейін газ қоспасы сақиналармен толтырылған фарфор себетінен өтеді, онда ол сұйық аммиак тамшысынан бөлініп, конденсация колоннасының жылу алмастырғышының түтіктері арқылы көтеріліп, жылуалмастырғыштың сыртқы түтігіне бағытталады, содан кейін аммиак синтезі бағанына жіберіледі. Осылайша, айналым циклі тұйықталады.

Сұйық аммиак біріншілік сепаратордан кейін 40 °C -та, 7 магниттік фильтрлерден өте катализатор шаңынан тазаланады, Ол 2 МПа қысымға дейін көтеріліп, сұйық аммиак жинағышқа 13 түседі, ал аммиак 2 МПа қысыммен конденсация колоннасынан шығарылады. Сұйық аммиакты жоғары қысымнан 2 МПа қысымға дейін дроссельдегенде, сұйық аммиакта ерітілген H_2 , N_2 , Ar, CH_4 газдары бөлінеді. Бөлінген танктік деп аталатын газдар құрамында 16 % - дай NH_3 бар. Аммиакты танктік газдардан утильдеу үшін минус 20 °C мен минус 25

°C-ге дейінгі температурада танктік газ желісіндегі буландырғышта 12 конденсация арқылы жүзеге асырылады.

Буландырғыштан танктік газдар мен конденсацияланған аммиак 15 сепараторға барады, онда сұйық аммиак бөлінеді де 13 сұйық аммиак жинағышыдысқа бағытталады. Циркуляциялық газда 14–18 % инертті қоспаларды тежеу мақсатында біріншілік конденсациядан кейін газдың бөлшегін бірқалыпты бөлініп алынып отырлады. Үрлейтін газдардың сандық мөлшері бастапқы газдағы инертті қоспалар мөлшеріне, синтез системасындағы қысымдарға, катализатор активтілігіне байланысты болады да 3000 – 8000 м³ интервалында жатады. Мақсатты өнім (NH₃) (-25) ÷ (-30) °C температура интервалында 10 конденсация бағанында, 11 буландырғышта үрлейтін газдан ажыратылады. Танктік және үрлейтін газдардың қоспасынан аммиакты, аргонды, сутегіні және гелийді бөліген соң жанармайлы газ ретінде пайдаланады, сол себепті ол метан риформингісі бөліміне жағуға бағыт алады. [13]

2.2 Аммиак өндірісіндегі негізгі аппарат

Аммиак өндірісінде маңызды аппарат синтез бағана (3-сурет), синтез бағанында газ қоспасы реакция басталғанға дейін қызады және қажетті температура режимінде катализатор қабатынан өтеді. Колоннада реакциялық аймақ (катализатор қорабы) мен жылу алмасу бөлігін бөлуге болады.

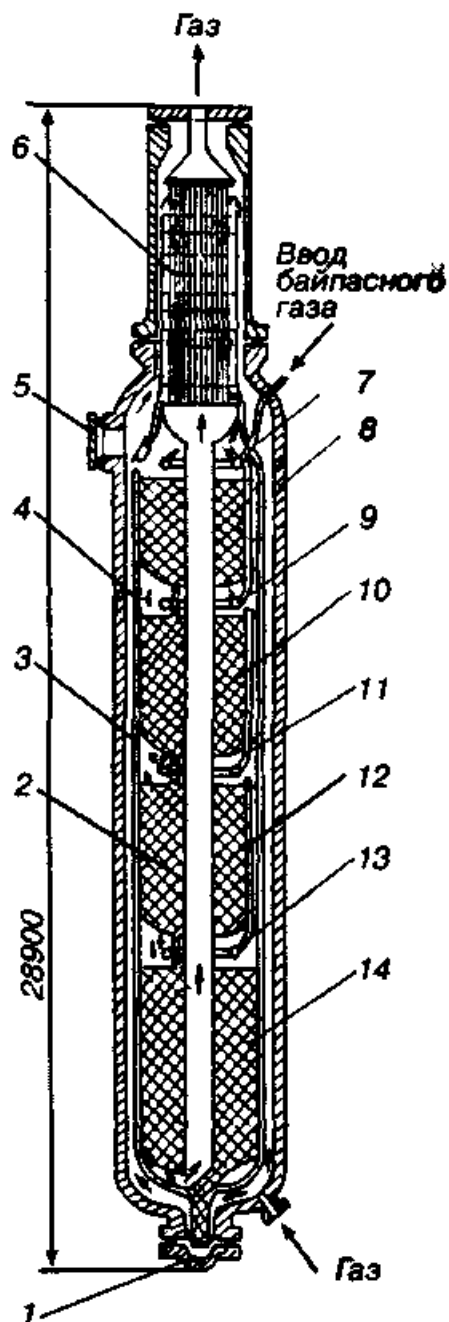
Колоннаның күрделі құрылымын және күрделі жұмыс жағдайларын (жоғары қысым мен температура, ортада сутегі бар) ескере отырып, баған құрылымдық жағынан екі тәуелсіз элементтерге бөлінеді: корпус және процестің толық қысымына есептелген жоғары қысымды бөлшектер, және бағанның кірісі мен шығысы арасындағы газ ағынының дифференциалды қысымына ғана арналған ішкі бөлік (қаптама).

Синтез колонналарының ішкі бөліктерін әзірлеу кезінде катализ аймағында қажетті температуралық режимді қамтамасыз етуге үлкен көңіл бөлінеді. Егер процесті оптималды режимде жүргізу мүмкіндігі болса, катализатордың қажетті көлемі минималды болады. Процестің оңтайлы температурасы катализатор аймағында тұрақты емес және газ қоспасының құрамы өзгерген сайын өзгереді. Процестің басында, газда аммиак аз болған кезде, процесті жоғары температурада жүргізу тиімдірек болады.

Әр түрлі конструкцияларда катализ аймағынан жылуды кетіру мәселелері әр түрлі жолмен шешіледі: кейбір жағдайларда жылу жойылады (содан кейін жылу шығаратын түтіктер катализатор қабатынан өтеді), ал басқа жағдайларда дискретті түрде жасалады

Синтез колонна 4 бағаннан тұрады. Колонна катализаторды түсіру және тиеу үшін сәйкесінше 1 және 5 люктерімен жабдықталған. Бағаннаның жоғарғы бөлігінде 6 жылу алмастырғыш орнатылған. Колонна корпусының ішінде катализатор қораптарының 3 корпусына орнатылған төрт катализаторлық қабат 8, 10, 12 және 14 бар. Колонна корпусы арқылы айналмалы газбен қамтамасыз ету үшін 7, 9, 11 және 13 салалық құбырлар орнатылған. Сыртта орнатылған

жылу алмастырғыштан шығатын циркуляциялық газ колоннаға 2 орталық құбыр арқылы түседі. [11]



1 - катализатордың шығатын люгі, 2 - орталық құбыр, 3 - каталитикалық бөлімнің корпусы, 4 - бағаналы корпус, 5 - тиеу люгі, 6 - жылу алмастырғыш, 7, 9, 11, 13 - байпас газ айдау, 8, 10, 12, 14 - катализаторлар.

3 – сурет - Аммиак синтездеу колоннасы

2.3 Аммиакты синтездеу материалдық балансы

Есептеуге қажетті мәліметтер

Параметрлер	Мәндері
Өнімділігі	150 т/тәулік
Бағандағы қоспаның көлемдік сыйымдылығы	25 000 нм ³ /м ³ сағ
Синтез бағанасындағы қысым	300 атм
Синтездеу температурасы	500 °С
Бағанадағы катализатордың көлемі	4,8 м ³
Синтез бағанасынан шығатын аммиактың мөлшері (газдағы)	16 %
Метан және аргонның мөлшері (газдағы)	0,2 %
Синтез бағанасынан шығатын метан және аргонның мөлшері (айналма газдағы)	2,5 %
Біріншілік конденсацияның температурасы	28 °С
Екіншілік конденсацияның температурасы	0 °С

1) агрегаттың бір сағаттық өнімділігі

$$150000/24=6250 \text{ кг/сағ.}$$

Есептеуді онан ары сағаттық өнімділікке есептейміз

2) 1 м³ катализатордың 1 сағаттағы пайдалы өнімділігі

$$6250/4,8=13,08 \text{ кг/сағ } 1 \text{ м}^3 \text{ катализаторға.}$$

3) Кіріс кеңістігінің жылдамдығы м³ катализаторына 25000 нм³/сағ болған кезде, шығыс кеңістігінің жылдамдығы м³ катализаторына 22000 нм³/сағ құрайды. Зертханалық жағдайда 500 °С және 300 атм газдағы аммиак мөлшері 22 % құрайды.

4) Синтез бағанына түсетін газдағы аммиак мөлшері екінші конденсация шарттары арқылы анықталады, ол 0 °С - та 280 атмдағы аммиактың концентрациясы Ларсон мен Блэкан формуласы бойынша анықталады:

$$\lg C_{\text{NH}_3} = 4,18560 + 5,9878790 / (280^2 - 1099,544 / 273,15) = 0.5$$
$$C_{\text{NH}_3} = 3,16 \%$$

5) Бағандағы тиімді қысым келесі теңдеу бойынша табылады:

$$P_{эф} = 300 \cdot (1-0,025) \cdot (1-0,0316) = 283 \text{ атм.}$$

6) 300 атм. және 500 °C NH_3 - тің тепе - теңдік концентрациясы 26,44 %, ал 283 атм. 25 % - ға тең.

7) Тиімді қысымның түсуіне сәйкес келетін түзету коэффициенті
 $-25/26,44 = 0,946$.

8) Түзету коэффициентін ескере отыра бағанның шығысында аммиак концентрациясы:

$$C_{\text{NH}_3} = 0,946 \cdot 22 = 20,8 \text{ \%}$$

9) Катализатордың сыйымдылығы - 1 м³. Катализатор газ қоспасының әр кубтық метріне W нм³/сағ түседі.

Бағанада түзілген аммиактың мөлшерін анықтайтын формула келесідей.

$$(C_{\text{NH}_3} - 4 C_{\text{NH}_3}) \cdot 0,7710/100 + 1,03 \cdot 6 C_{\text{NH}_3} \text{ (кг)}$$

Осы жерден W нм³/сағ. Газ түскенде катализатордың өнімділігі

$$(20,8 - 3,16) \cdot 25000 \cdot 0,7710/100 + 1,03 \cdot 20,8 = 2808 \text{ кг/сағ.}$$

10) 6250 кг аммиак алу үшін бағанға енуі керек газ тәрізді қоспаның мөлшері.

$$V = 6250 \cdot (100 + 1,03 \cdot 20,8)/(20,8 - 3,16) \cdot 0,7710 = 33169,6 \text{ нм}^3$$

11) Кіретін газ қоспасының құрамы. Әдетте синтез бағанына түсетін газда 2,5% Ar және CH_4 болады.

Егер аргон = 1,05 және метан = 1,45

Аммиак концентрациясы 3,16 % құрайды. онда сутегі мен азоттың мөлшері:

$$100 - (1,05 + 1,45 + 3,16) = 94,3 \text{ \%}$$

Кірістегі сутегі мен азоттың бағанға қатынасы стехиометриялық талаптарға сәйкес келеді, ал азотпен салыстырғанда сутектің бірнеше үлкен шығындарын ескере отырып, азот концентрациясы 3,007 : 1 болады.

$$\text{N}_2 = 94,3/3,007 + 1 = 23,7 \text{ \%}$$

Сутектің концентрациясы

$$\text{H}_2 = 94,3 - 23,7 = 70,6 \text{ \%}$$

Түсетін газдың құрамы:

$$\text{Аммиак } 4v_{\text{NH}_3} = 4v \cdot 4C_{\text{NH}_3} = 33169,6 \cdot 0,0316 = 1048,16 \text{ нм}^3, \text{ немесе } 808,1 \text{ кг}$$

Сутегі ${}^4v_{H_2} = {}^4v \cdot {}^4c_{H_2} = 33169,6 \cdot 0,706 = 23417,74 \text{ нм}^3$, немесе 2104,8 кг,
 Азот ${}^4v_{N_2} = {}^4v \cdot {}^4c_{N_2} = 33169,6 \cdot 0,237 = 7861,2 \text{ нм}^3$, немесе 9830,8 кг,
 Аргон ${}^4v_{Ar} = {}^4v \cdot {}^4c_{Ar} = 33169,6 \cdot 0,0105 = 348,28 \text{ нм}^3$, немесе 621,2 кг,
 Метан ${}^4v_{CH_4} = {}^4v \cdot {}^4c_{CH_4} = 33169,6 \cdot 0,0145 = 480,96 \text{ нм}^3$, немесе 344,75 кг,
 Жалпы массасы 13709,65 кг.

12) Синтез бағанан кейінгі газ қоспасының құрамы. Әдетте синтез бағанында 6250 кг немесе 8106,32 нм³ аммиак түзілмек, содан кейін реакцияға сәйкес:

$$\begin{array}{ccc} x & y & 6250 \\ N_2 + 3H_2 & \rightarrow & 2NH_3 \quad (10) \end{array}$$

$X = 28 \cdot 6250 / 2 \cdot 17 = 5147,06 \text{ кг}$ - немесе 4117,4 нм³ азот.
 $Y = 6250 \cdot 3 \cdot 2 / 2 \cdot 17 = 1102,9 \text{ кг}$ - немесе 12385,5 нм³ сутек болады

Бағанадан шыққан газды қоспада болады:

Аммиак $808,1 + 6250 = 7058,1 \text{ кг}$ немесе $1048,18 + 8106,32 = 9154,5 \text{ нм}^3$,
 Сутегі $2104,8 - 1102,9 = 1001,9 \text{ кг}$ немесе $23417,74 - 12385,5 = 11032,24 \text{ нм}^3$,
 Азот $9830,8 - 5147,06 = 4683,74 \text{ кг}$ немесе $7861,2 - 4117,4 = 3743,8 \text{ нм}^3$,
 Аргон 621,2 кг немесе 348,28 нм³,
 Метан 344,75 кг немесе 480,96 нм³,
 Газ қоспасының жалпы көлемі 24759,8 нм³.

13) Су тоңазытқышта конденсацияланған аммиактың мөлшері және ерітілген газ мөлшері. Газ қоспасында, 28 °C температурада, 290 атм қысымда шығынын ескере отырсақ, 7,66 NH₃ болмақ.

Аммиактан басқа газдар көлемі:

$$24759,8 - 9154,5 = 15605,28 \text{ нм}^3.$$

Аммиак газының көлемі

$$15605,28 \cdot 7,66 / 100 - 7,66 = 119536,445 / 92,35 = 1294,5 \text{ нм}^3.$$

Конденсатты NH₃

$$9154,5 - 1294,5 = 7860 \text{ нм}^3, \text{ немесе } 6059,8 \text{ кг}.$$

Конденсацияланбайтын газдар көлемі:

$$15605,28 + 1294,5 = 16899,8 \text{ нм}^3.$$

Газдар қоспасының парциалдық қысымдары (атм):

H ₂	$290 \cdot 11032,24 / 16899,8 = 18,9;$
N ₂	$290 \cdot 3743,8 / 16899,815 = 6,4;$
Ar	$290 \cdot 348,28 / 16899,8 = 0,6;$
CH ₄	$290 \cdot 480,96 / 16899,8 = 0,82.$

28 °C және сәйкесінше есептелген парциалды қысымда 1000 кг аммиакта 1,92 нм³ сутегі 0,62 нм³ азот 0,093 нм³ аргон 0,24 нм³ метан еріп кетеді.

Сонда 6059,8 кг аммиакта еріп кетеді:

Сутегі $6059,8 \cdot 1,92 / 1000 = 11,63$ нм³,
 Аргон $6059,8 \cdot 0,62 / 1000 = 3,75$ нм³,
 Азот $6059,8 \cdot 0,093 / 1000 = 0,56$ нм³,
 Метан $6059,8 \cdot 0,24 / 100 = 1,45$ нм³.

Газ тәрізді күйде қалатын:

H₂ $11032,24 - 11,63 = 11020,61$ нм³,
 N₂ $3743,8 - 0,56 = 3743,24$ нм³,
 Ar $348,28 - 3,75 = 344,53$ нм³,
 CH₄ $480,96 - 1,45 = 479,51$ нм³.

Газдар қоспының көлемі -15587,89 нм³
 Аммиактың газ күйіндегі көлемі

$$15587,89 \cdot 7,66 / 100 - 7,66 = 1293,08 \text{ нм}^3 \text{ немесе } 995,7 \text{ кг.}$$

Конденсацияланған аммиак:

$$9154,5 - 1293,08 = 7861,42 \text{ нм}^3 \text{ немесе } 5283,45 \text{ кг.}$$

Газдар көлемінің қосындысы:

$$15587,89 + 1293,08 = 16880,97 \text{ нм}^3.$$

Газдардың ішінара қысымы (атм):

Сутек	$290 \cdot 11020,61 / 16880,97 = 189,32$
Азот	$290 \cdot 3743,24 / 16880,97 = 64,3$
Аргон	$290 \cdot 344,53 / 16880,97 = 5,91$
Метан	$290 \cdot 479,51 / 16880,97 = 8,23$

Сондықтан суды салқындатқаннан кейін бу-сұйық қоспасының құрамы келесідей болады:

Компонент	Сұйық		Газ		
	кг	нм ³	кг	нм ³	% көлеммен
Аммиак	5283,45	7861,42	995,7	1293,08	7,66
Сутегі	1,03	11,63	980,9	11020,61	66,5
Азот	0,7	0,56	469	3743,24	22,4
Аргон		3,75	613,30	344,53	1,4
Метан	1,06	1,45	343,69	479,51	2,04
Барлығы	5286,24	7878,81	29439,5	67151,6	100

14) Екінші қайта конденсация кезінде сұйық аммиакта еріген газдардың мөлшері. Біз қабылдаймыз, $6250 - 5283,45 = 966,55$ кг 92,5% аммиакты бөліп, системадан буландырғышқа сұйық күйінде жіберу керек. Осы болжам бойынша $966,55 \cdot 0,925 = 894,05$ кг аммиак сұйық күйінде өндіріледі.

Жалпы алғанда, аммиактың бірдей мөлшері $17 \text{ нм}^3 \text{ H}_2$, $6 \text{ нм}^3 \text{ N}_2$, $1 \text{ нм}^3 \text{ Ar}$, $3 \text{ нм}^3 \text{ CH}_4$ ериді деп есептеуге болады.

15) Үрленген газдар мөлшері. 6250 кг ал аммиакты алуға $12385,5 \text{ нм}^3 \text{ H}_2$ тағы $4117,4 \text{ нм}^3 \text{ N}_2$ керек. Барлығы $16502,9 \text{ нм}^3 \text{ H}_2$ және N_2 қоспа газдары немесе $16502,9 \cdot 100 / 74,29 + 24,75 = 16662,8 \text{ нм}^3$ сутегі қоспасы керек.

x деп резервтің көлемін белгілейік. Содан кейін қоспаның жалпы көлемі $16662,8 + x$, мұнда:

$$\begin{aligned} \text{H}_2 & 12385,5 + x \text{ нм}^3, \\ \text{N}_2 & 4117,4 + x \text{ нм}^3, \\ \text{Ar} & 104 + x \text{ нм}^3, \\ \text{CH}_4 & 162 + x \text{ нм}^3, \end{aligned}$$

Жалпы алғанда $21046,2 + x$.

Осы мөлшерден аммиак синтезделіп, еріген газдармен жойылады.:

$$\begin{aligned} 12385,5 + 11,63 + 17 &= 12414,13 \text{ нм}^3 \text{ H}_2, \\ 4117,4 + 0,56 + 6 &= 4123,96 \text{ нм}^3 \text{ N}_2, \\ 3,75 + 1 &= 4,75 \text{ нм}^3 \text{ Ar}, \\ 1,45 + 3 &= 4,45 \text{ нм}^3 \text{ CH}_4. \end{aligned}$$

Үрлеу барысында алып тастау керек:

$$\begin{aligned} 12385,5 + x \cdot 0,7429 \text{ нм}^3 - 12414,13 &= x \cdot 0,7429 - 190 \text{ нм}^3 \text{ H}_2, \\ 4117,4 + x \text{ нм}^3 \cdot 0,2475 - 4123,96 &= x \cdot 0,2475 - 58,2 \text{ нм}^3 \text{ N}_2, \\ 104 + x \text{ нм}^3 \cdot 0,0038 - 4,75 &= x \cdot 0,0038 + 97,35 \text{ нм}^3 \text{ Ar}, \\ 162 + x \text{ нм}^3 \cdot 0,0098 - 4,45 &= x \cdot 0,0098 + 144 \text{ нм}^3 \text{ CH}_4. \end{aligned}$$

Үрленетін газдардың жалпы көлемін u деп белгілейік. Содан кейін алынған газдардың мөлшері:

$$\begin{aligned}\text{NH}_3 & y \cdot 0,0766 \text{ нм}^3, \\ \text{H}_2 & y \cdot 0,665 \text{ нм}^3, \\ \text{N}_2 & y \cdot 0,224 \text{ нм}^3, \\ \text{Ar} & y \cdot 0,014 \text{ нм}^3.\end{aligned}$$

Біз үрленген газдардың x пен y белгісімен теңестіреміз.

$$\begin{aligned}\text{Сутегі} & x \cdot 0,7429 - 190 = y \cdot 0,665 \text{ нм}^3, \\ \text{Азот} & x \cdot 0,2475 - 58,2 = y \cdot 0,224 \text{ нм}^3, \\ \text{Аргон} & x \cdot 0,0038 + 97,35 = y \cdot 0,014 \text{ нм}^3, \\ \text{Метан} & x \cdot 0,0058 + 144 = y \cdot 0,0204 \text{ нм}^3.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}x \cdot 0,7429 - 190 &= y \cdot 0,665 & x \cdot 0,2475 - 58,2 \text{ нм}^3 &= y \cdot 0,224 \\ x \cdot 0,0038 + 97,35 &= y \cdot 0,014 & x \cdot 0,0058 + 144 \text{ нм}^3 &= y \cdot 0,0204 \\ y &= 9275 \text{ нм}^3 & y_1 &= 9563 \text{ нм}^3 \\ x &= 8558 \text{ нм}^3 & x_1 &= 8890 \text{ нм}^3 \\ x &= 8724 \text{ нм}^3 \text{ орташа мәні} \\ y &= 9419 \text{ нм}^3.\end{aligned}$$

Көлемі 9419 нм^3 болады

$$\begin{aligned}\text{Аммиак} & 0,0766 \cdot 9419 = 721 \text{ нм}^3 \text{ немесе } 555,5 \text{ кг}, \\ \text{Сутегі} & 0,665 \cdot 9419 = 6263 \text{ нм}^3 \text{ немесе } 557,4 \text{ кг}, \\ \text{Азот} & 0,224 \cdot 9419 = 21709 \text{ нм}^3 \text{ немесе } 2637 \text{ кг}, \\ \text{Аргон} & 0,014 \cdot 9419 = 131 \text{ нм}^3 \text{ немесе } 234 \text{ кг}, \\ \text{Метан} & 0,0204 \cdot 9419 = 192 \text{ нм}^3 \text{ немесе } 137,7 \text{ кг}\end{aligned}$$

Айналымдағы газдар мөлшері:

$$\begin{aligned}\text{NH}_3 & 5144 - 721 = 4423 \text{ нм}^3 \text{ немесе } 3961 - 555,5 = 3405,5 \text{ кг}, \\ \text{H}_2 & 44649 - 6263 = 38386 \text{ нм}^3 \text{ немесе } 3974 - 557,4 = 3416,6 \text{ кг}, \\ \text{N}_2 & 15061,2 - 2109 = 1295,2 \text{ нм}^3 \text{ немесе } 18826,5 - 5637 = 16189,5 \text{ кг}, \\ \text{Ar} & 967,35 - 131 = 833,35 \text{ нм}^3 \text{ немесе } 1722 - 234 = 1488 \text{ кг}, \\ \text{CH}_4 & 1329,6 - 192 = 1137,6 \text{ нм}^3 \text{ немесе } 953 - 137,7 = 815,3 \text{ кг}.\end{aligned}$$

16) Синтездеуге арналған таза азотсутекті қоспа мөлшері.

Жалпы көлемі:

$$21046,2 + 8874 = 29920,2 \text{ нм}^3.$$

Сонда:

$$\begin{aligned}\text{Сутек} & 0,7429 \cdot 29920,2 = 22227,7 \text{ нм}^3 \text{ немесе } 1977,7 \text{ кг}, \\ \text{Азот} & 0,2475 \cdot 29920,2 = 7405,25 \text{ нм}^3 \text{ немесе } 9255,9 \text{ кг},\end{aligned}$$

Аргон $0,038 \cdot 29920,2 = 1136,96 \text{ нм}^3$ немесе $2068,5 \text{ кг}$,
 Метан $0,0058 \cdot 29920,2 = 173,53 \text{ нм}^3$ немесе $124,41 \text{ кг}$.
 $8000 \text{ нм}^3 - 1 \text{ кг H}_2\text{O}$
 $29920,2 \text{ нм}^3 - x \text{ кг H}_2\text{O}$
 $x = 29920,2 \cdot 1/8000 = 3,74$ немесе $4,98 \text{ нм}^3 \text{ H}_{2(\text{газ})}$

17) Циркуляциядағы газдар мен жаңа газды қосқаннан кейін алынған сутегі қоспасының мөлшері:

Аммиак 4423 нм^3 немесе 3405 кг ,
 Сутек $38386 + 22227,7 = 60613,7 \text{ нм}^3$ немесе $3416,6 + 1977,7 = 5394 \text{ кг}$,
 Азот $12952,2 + 7405,25 = 20357,45 \text{ нм}^3$ немесе $16189,5 + 9255,9 = 25445,4 \text{ кг}$,
 Аргон $836,35 + 1136,96 = 1973,31 \text{ нм}^3$ немесе $246,9 + 2068,5 = 2315,1 \text{ кг}$,
 Метан $1137,6 + 173,53 = 1311,13 \text{ нм}^3$ немесе $815,3 + 124,41 = 939,71 \text{ кг}$.
 Барлығы – $86255,59 \text{ нм}^3$

18) Бағандағы аммиак конденсациясының мөлшерін біле отырып, аммиаксыз газдардың көлемін ескере отырып, газ тәрізді күйдегі аммиактың көлемін табамыз $86255,59 - 4423 = 81832,59 \text{ нм}^3$:

$$81832,59 \cdot 3,16/100 - 3,16 = 2670,23 \text{ нм}^3$$

Сұйықтықтағы конденсат

$$4423 - 2670,23 = 1752,7 \text{ нм}^3 \text{ немесе } 1349,5 \text{ кг NH}_3$$

Газдың қалған көлемі

$$86255,59 - 1752,7 = 84505,89 \text{ нм}^3$$

Газдар қоспасының парциалдық қысымдары (атм):

H_2 $280 \cdot 60613,7/84505,89 = 200,8$
 N_2 $280 \cdot 20357,45/84505,89 = 67,45$
 Ar $280 \cdot 1973,31/84505,89 = 6,53$
 CH_4 $280 \cdot 1311,13/84505,89 = 4,34$

Ерігіштік (нм^3 сұйық аммиактың 1000 кг саналады) сутектікі $11,99$ N_2 , $4,96$ Ar , $1,27$ CH_4 , $2,60$ ал $1349,5 \text{ кг}$ сұйық аммиакта болса 17 нм^3 сутегі, 6 нм^3 азот, 1 нм^3 аргон, 3 нм^3 метан - те ериді.

Сұйық аммиакта ерітілген аммиаксыз газдар мен газдардың көлемі:

$$81832,59 - (17 + 6 + 1 + 3) = 81805,59 \text{ нм}^3.$$

Газ күйіндегі аммиактың көлемі

$$81805,59 \cdot 3,16 / 100 - 3,16 = 2669,41 \text{ нм}^3.$$

Конденсацияланған $4423 - 2669,41 = 1753,59 \text{ нм}^3$ немесе 1350 кг аммиак.

Нәтижесінде 1350 кг аммиак сұйық күйінде бөлініп шығады, мұнда $1,7 \text{ кг}$ сутек, $7,5$ азот, 2 аргон және 2 метан ериді. Сонымен қатар, сұйық аммиактағы барлық су буы ериді.

19) Синтез бағанына түсетін газ қоспасының мөлшері:

NH_3 $2250,55 - 1350 = 900,55 \text{ кг/сағ}$, немесе $693,42 \text{ нм}^3/\text{сағ}$,

H_2 $5394 - 1,7 = 5392,3 \text{ кг/сағ}$ немесе $60609,8 - 17 = 60592,8 \text{ нм}^3/\text{сағ}$,

N_2 $25445,4 - 7,5 = 25437,9 \text{ кг/сағ}$ немесе $19587,2 - 6 = 19581,2 \text{ нм}^3/\text{сағ}$,

Ar $2315,1 - 2 = 2312,1 \text{ кг/сағ}$ немесе $1300,9 - 1 = 1299,1 \text{ нм}^3/\text{сағ}$,

CH_4 $939,71 - 2 = 937,71 \text{ кг/сағ}$ немесе $1311 - 3 = 1308 \text{ нм}^3/\text{сағ}$.

20) Тауарлы аммиактың жалпы мөлшері. Су тоңазтқышынан шығатыны $5283,45 \text{ кг}$, үрлеу газынан 66 кг , буландырғыш $900,55 \text{ кг}$. Жалпы 6250 кг/сағ .

21) Іс жүзінде синтез бағанына газ қоспасының $33169,6 \text{ нм}^3/\text{сағ}$, ал колоннадан $24759,8 \text{ нм}^3/\text{сағ}$ кетеді. [10]

6–Кесте

Аммиакты синтездеудің қысқаша материалдық балансы

Компонент	Синтез колнасына түседі		Синтез колоннасында (+) түзіледі немесе (-) шығындалады		Тоңазтқышқа түседі	
	кг	нм ³	кг	нм ³	кг	нм ³
1	2	3	4	5	6	7
Аммиак.....	808,1	1048,16	+6250	+8107	7058,1	9154,5
Сутегі.....	2104,8	23417,74	-1103	-12268	1001,8	11032,24
Азот.....	9830,8	7861,2	-5147	-4115	4684	3744
Аргон.....	621,2	348,28	-	-	621,2	348,28
Метан.....	480,96	344,75	-	-	344,75	480,96
Барлығы.....	13709,65	33020,13	0	-8276	13709,65	24759,8

Компонент	Сұйық аммиак жинағышқа	Үрлеуге жіберілетін газдар
-----------	------------------------	----------------------------

	кг	нм ³	кг	нм ³
1	2	3	4	5
Аммиак	5283,45	7861,42	995,7	1293,08
Сутегі	1,03	11,63	980,9	11020,61
Азот	0,7	0,56	469	3743,24
Аргон	6,56	3,75	613,30	344,53
Метан	1,06	1,45	343,69	479,51
Барлығы	5292,8	7878,81	29439,5	67151,6

2.4 Аммиак синтезі бағанының жылу балансы

Бастапқы мәліметтер:

Бағанаға кірердегі газдың температурасы (36 °С)

Катализатор қабатына кіретін жердегі газ температурасы (440 °С)

Катализатор қабатынан шығатын газдың температурасы (480 °С)

Бағанадан шығардағы газдың температурасы (90 °С)

Бағанаға берілетін судың температурасы (220 °С)

Бағанадан шыққатын су температурасы (280 °С)

Су қысымы (н/м²) $100 \cdot 10^5$

Құрамында 3,08 аммиак бар газ температурасы 36 °С болған кезде энтальпиясы $i_1 = 41600$ кДж/кг құрайды.

Газ баған қабырғасы мен катализатор камерасы арасындағы кеңістік арқылы түскенде 8 - 10 градусқа дейін қызады. Яғни, газ 9 град дейін қызып, температурасы 45 °С-қа көтерілді деп есептейміз. Сол кезде $i_2 = 41900$ кДж/кг. Олай болса, әр килограмм газ қоспасының энтальпиясы $i_2 - i_1 = 4190 - 4160 = 30$ кДж көбейеді. Осынша жылу мөлшерін әр килограмм қоспа үшін катализатор қорабы беріп отыр.

Газ бағана қабырғасы мен катализатор камерасы арасындағы кеңістіктен түскенде қосымша тағы қызады. Сонымен бірге оны жылу алмастырғышта салқындата бастайтын ыстық газдп қыздырады. Содан кейін ол 6-8 градусқа дейін қызады. Сонда, газ 7 градусқа дейін қызды және оның температурасы 52 °С-қа көтерілді деп есептейміз. Содан кейін $i_2 = 42100$ кДж / кг.

1 кг қоспаның катализатор ыдысындағы реакциясы нәтижесінде бөлінетін жылуды катализатор қабатына енген газдың энтальпиясы және одан шығуының айырмашылығы деп түсіну керек. Бұл $i_7 - i_9$ кДж/кг жылуы. Екіншіден, барлық жылуды қыздырылған газдар сіңіруі керек.

Катализатор қабаты жылу берілуіне байланысты газ екі мәрте қызады: бірінші жағдайда ол қорапқа, екіншісінде орталық құбыр арқылы түседі. Бірінші жағдайда газдар $i_2 - i_1$, екіншісінде - $i_7 - i_4$ жылу алады. Осылайша, катализаторы бар камера үшін жылу балансының теңдеуі i_7 дейін азаяды:

$$i_4 = i_9 + i_2 - i_1.$$

Энтальпияны яғни i_9 i - t диаграммадан табалады, себебі катализатор қабғынын кейін шығардағы газдың температурасы 480 °C болады, аммиактың мөлшері 18,4 % жетеді. Энтальпиясы $i_9=5000$ кДж/кг болады. Ал энтальпиясы:

$$i_4 = 5000 + (4190 - 4160) = 5030 \text{ кДж/кг.}$$

Жылуалмастырғыштан соң шыққандағы немесе катализатор қорабындағы орталық құбыры арқылы кіргендегі газдың температурасы i - t диаграммасы арқылы 284 °C қа тең екені белгілі болды. Катализатор қорапшасына кіретін газдың энтальпиясы 440 °C - та және 3,08 % аммиагы болғанда 5580 кДж/кг тең болады. Демек, реакция кезінде газ катализатор қабатында бөлінеді:

$$i_7 - i_9 = 5580 - 5000 = 580 \text{ кДж/кг.}$$

Кеңістікте қыздырғанда 30 кДж/кг жылу алады және орталық құбыр бойымен қозғалғанда $5580 - 5000 = 580$ кДж/кг жылу алынады.

Демек жоғарыда көрсетілгендей жылуалмастырғышқа 52 °C температурада, $i_3 = 4210$ кДж/кг түседі, ал керісінше жылуалмастырғыштан 284 °C пен, энтальпия 5030 кДж/кг болып кетеді. Содан кейін газ жылу алмастырғышқа түседі.

$$i_4 - i_3 = 5030 - 4210 = 820 \text{ кДж/кг.}$$

Содан кейін газ жылу алмастырғышқа түседі:

$$i_3 - i_2 = 4210 - 4190 = 20 \text{ кДж/кг.}$$

Осылайша, жылу газын жылу алмастырғышта салқындатқанда, салқын газ сіңеді:

$$i_4 - i_2 = 5030 - 4190 = 840 \text{ кДж/кг.}$$

Ал мнанша жылуды ыстық газдан алады:

$$i_4 - i_2 = i_{10} - i_{11} = 840 \text{ кДж/кг.}$$

Бағанадан шығатын газ температурасы тағы құрамын біле отыра тапқанда, $i_{11} = 3680$ кДж/кг болады. Сол кезде жылуалмастырғышқа түскен ыстық газдар үшін:

$$i_{10} = i_{11} + 840 = 3680 + 840 = 4520 \text{ кДж/кг.}$$

Катализатор қабатнан шыққан газ $i_9=5000$ кДж/кг болады, сонда жылуалмастырғышқа түсетін газ үшін 4520 кДж/кг.

Ал жылу айырмашылығы:

$$i_9 - i_{10} = 5000 - 4520 = 480 \text{ кДж/кг.}$$

Салқындатушы құрылғыда жылуды су жылытуға жұмсайды. Су жылытуға жұмсалатын жылу мөлшерін келесі теңдеу табады:

$$Q_{13} - Q_{12} = m_{12} \cdot (i_{13} - i_{12}) = Q_9 - Q_{10} = m_9 \cdot (i_9 - i_{10}) = 37591 \cdot 480 = 18 \cdot 10^6 \text{ кДж/сағ}$$

Температурасы 280 °С судың энтальпиясы $i_{13} = 1234,5 \text{ кДж/кг}$, сонда 220 °С кезінде $i_{12} = 945,8 \text{ кДж/кг}$. Сонда суды 220 °С тан 280 °С дейін қыздырғанда энтальпия ұлғаяды:

$$i_{13} - i_{12} = 1234,5 - 945,8 = 288,7 \text{ кДж/кг.}$$

Қыздырылатын судың массасы:

$$m_{12} = (Q_{13} - Q_{12}) / (i_{13} - i_{12}) = 18000000 / 288,7 = 62350 \text{ кг/сағ.}$$

Газдың жылуы кез-келген нүктеде газ массасының және энтальпиясының көбейтіндісіне тең:

$$Q_2 = m_2 i_2 = 37591 \cdot 41900 = 157800000 \text{ кДж} = 157500 \text{ МДж/сағ.}$$

Есептеу кезінде кез келген нүктедегі газдың массасы тұрақты шама болады. [10]

7-кесте
Синтез бағананың жылу балансы

Кіріс		Шығыс	
Өлшем бірлігі	МДж/сағ	Өлшем бірлігі	МДж/сағ
Катализатор қорабы			
Газбен бағанға (Q_1). Газбен катализатор қорабына (Q_4).....	156400 189100	Катализатор қорабынан жылуалмастырғышқа өту деңгейінде (Q_2)... Газбен салқындатқыш құрылғыға (Q_{10}).....	157500 188000
Барлығы.....	345500	Барлығы.....	345000
Жылуалмастыру аппараты			
Катализатор қорабынан жылуалмастырғышқа өту деңгейінде(Q_2)..... Газбен бірге жылуалмастырғышқа кіретін (Q_3)..... Газбен салқындатқыш құрылғыға (Q_{10}).....	157500 158300 170000	Газбен бірге жылуалмастырғышқа кіртін (Q_3)..... Газбен катализатор қорабына (Q_4)..... Газбен бағанадан шығарда(Q_{11}).....	158300 189100 138400
Барлығы.....	485000	Барлығы.....	485500
Жылу әкетуші құрлығы			
Газбен катализатор қорабынан (Q_9)..... Сумен бағанаға (Q_{12})..	188000 59000	Газбен бірге жылуалмастырғышқа Q_{10}).. Сумен бағанадан (Q_{13}).....	170000 77000
Барлығы.....	247000	Барлығы.....	247000
Бағананың жалпы жылу балансы			
Газбен бағанаға (Q_1). Сумен бағанаға (Q_{12})..	156400 59000	Газбен бағанадан (Q_{11})..... Сумен бағанадан (Q_{13}).....	138400 77 000
Барлығы.....	215400	Барлығы.....	215400

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жобада «Қазазот» жағдайында жылдық өнімділігі 50000 т/ж аммиак өндіру цехын жобалау қарастырылды. Жобаның негізінде келесідей қорытынды жасауға болады:

Жобада аммиак өндірісіне әдебиеттік шолу жасалынды. Әдебиеттік шолуда аммиак өндірісіндегі бастапқы шикізаттар және аммиактың алынуы туралы мазмұндалды.

Аммиак өндіру цехының орны қарастырылды.

Аммиак өндіріп алушы өндіріс орнының технологиялық сызбасы-нұсқасы сызылды және осы схема негізінде үрдістің жылулық, материалдық баланстары есептелді және негізгі аппарат синтез бағанасы қарастырылды.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДБИЕТТЕР ТІЗІМІ

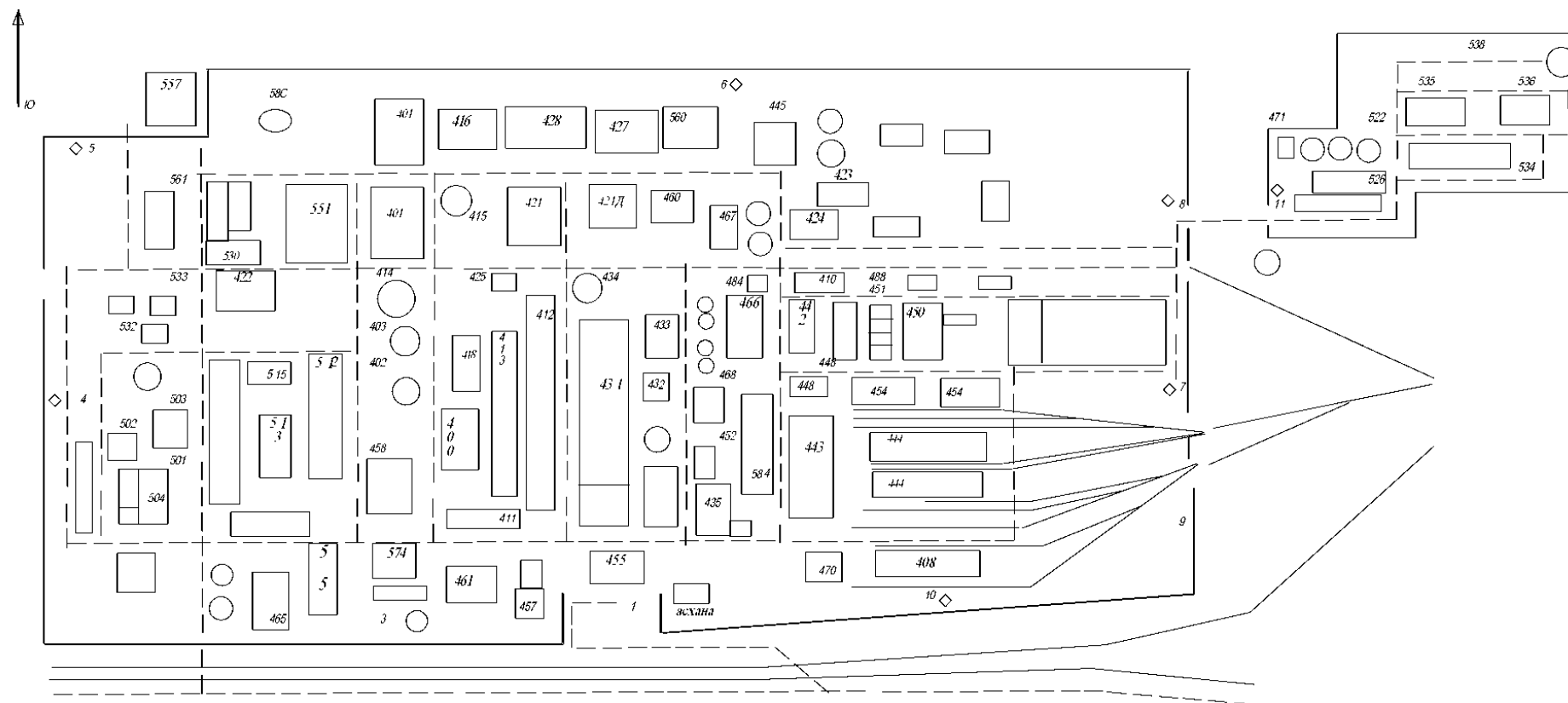
1. Атрощенко В.И., Каргин С.И. Технология азотной кислоты. –М.: Химия, 1970. –320 с.
2. Справочник азотника. –М.: Химия, 1989. Т.2. –460 с.
3. Андреев Ф.А. Технология связанного азота.–Л.: Химия, 1974. –270 с.
4. Корякин Ю.В., Ангелов И.И. Чистые химические вещества.–М.:Химия, 1974. –130 с.
5. Дохолова А. Н., Кармышов В. Ф. , Сидорина Л. В. Производство и применение фосфатов аммония. –М.:Химия, 1986. –260 с.
6. Постников Н. Н. Термическая фосфорная кислота, соли и удобрения на ее основе. –М.: Химия, 1976. -336с.
7. Фурмер И.Э. Общая химическая технология. –М: Высшая школа, 1977. –427 с.
8. Позин М.Е. Расчеты по технологии неорганических веществ. –Л.: Химия, 1977. –496 с.
9. Мухленов И.П., Авербух А.Я., Кузнецов Д.А, Амелин А.Г. и др. Общая химическая технология. Ч.2, –М.: Высшая школа, 1977. –310 с.
10. Дыбина П.В., Соловьева А. С., Вишняк Ю. И. Расчеты по технологии неорганических веществ. –М.: Выс.школа, 1967. –570 с.
11. Тетеревков А. И., Печковский А. В., Новосельская Л. В. Оборудование заводов неорганических веществ. – Минск, Выш. школа, 1984. –196 с.
12. Мельников Е. Я., Салтанова В. П., Наумова А. М., Блинова Ж. С. Технология неорганических веществ и минеральных удобрений. –М.: Химия, 1983. –432 с.
13. Гринберг Я. И. Проектирование химических производств. –М.: Химия, 1970. –269 с.
14. Краткий химический справочник. –Санкт-Петербург, Химия, 1994. –432 с.

ҚОСЫМША

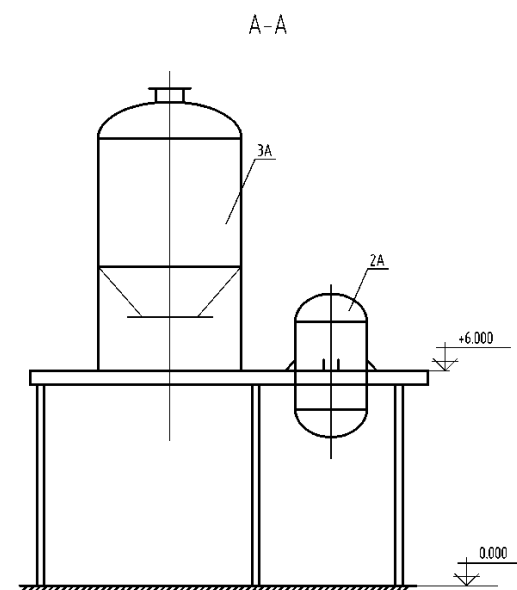
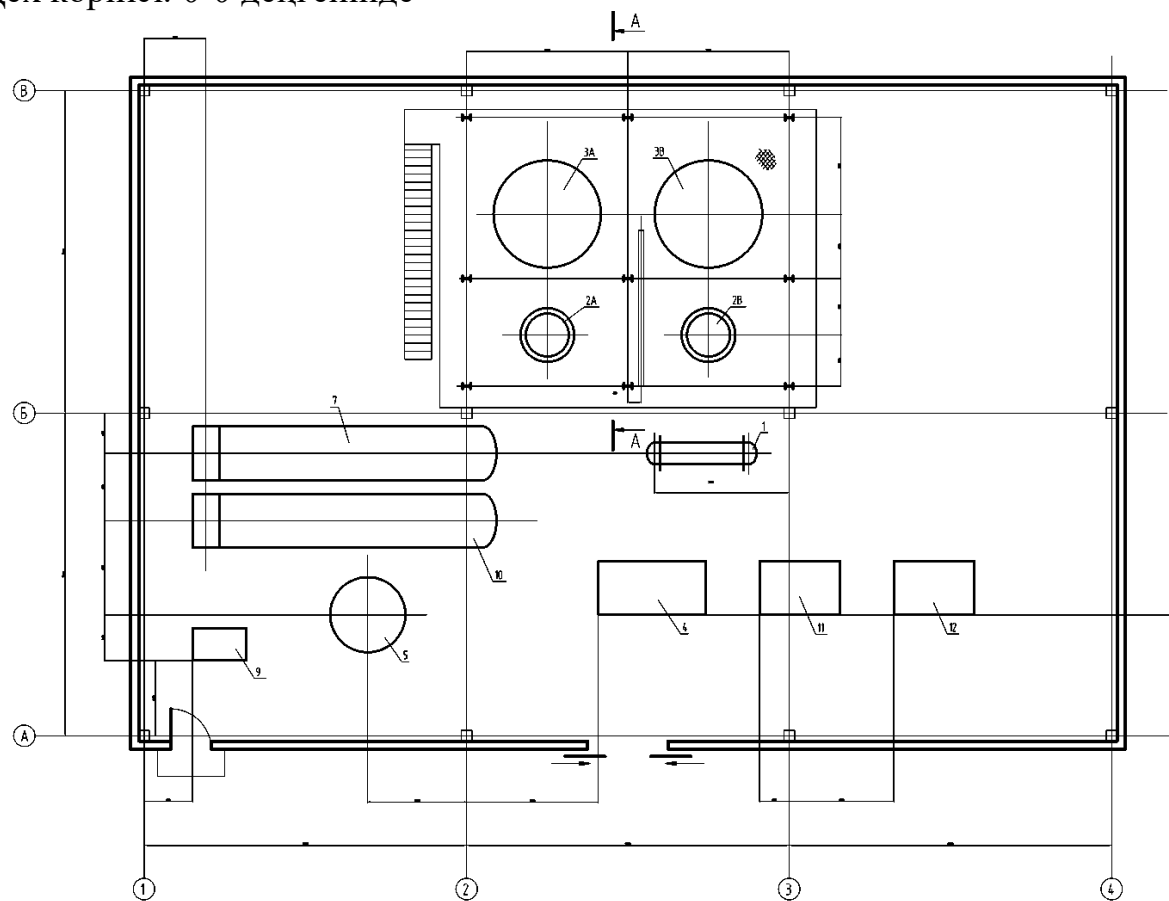
А.1- кесте

Орн.	Белгіленуі			Аталуы		Саны	Ескерту			
1	511			администрация корпусы		1				
2	512			аммиак өндiргiс						

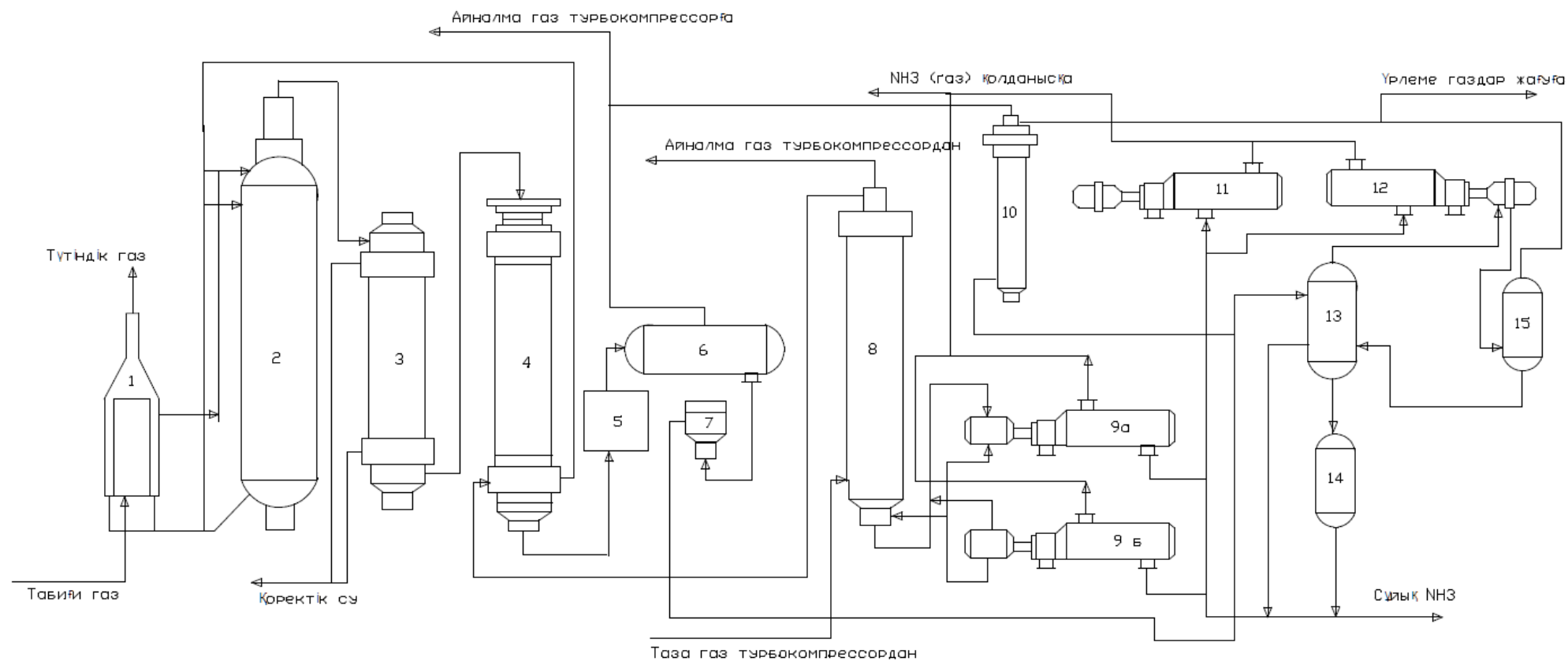
Бас жоспар



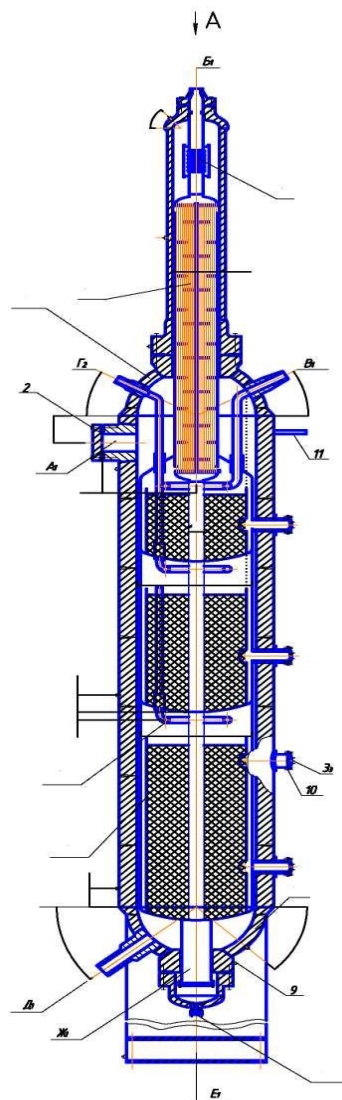
Цех көрнісі. 0-0 деңгейінде



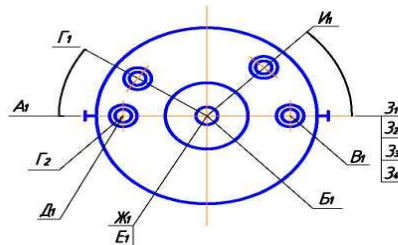
Технологиялық сызба



Негізгі аппарат



штуцерлердің орналасуы



Штуцерлер кестесі

Штуцер нөмірі	Ата-алуы	Мол.	Олар арқылы өтетін P _ж , MPa
А ₁	Лық технологиялық синтез газ кіруі	-	-
Б ₁		-	-
Г ₁₋₂		-	-
Д ₁	АВС кіруі	-	-
Е ₁	конденсат кетуі	-	-
Ж ₁	Технологиялық газ	-	-
З ₁₋₄	Лық қарауға	-	-
И ₁	термопара үшін	-	-