

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

Даукенов Ердаулет Әзімбайұлы

«Триполифосфат натрийді өндіру технологиясы» тақырыбына

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070200 - Автоматтандыру және басқару мамандығы

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы



ҚОРҒАУҒА РҮҚСАТ

Кафедра меңгерушісі
физ-мат. ғыл. кандидаты,
қауымдастырылған профессор

Н.У.Алдияров

«16» мамыр 2022 ж.

«Триполифосфат натрийді өндіру технологиясы» тақырыбына

дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070200 - Автоматтандыру және басқару мамандығы

Орындаған
Пікір беруші
Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ
Жылуфизика және техникалық
физика кафедрасының
ассистент-оқытушысы
Т.Г.К., доцент

«16» мамыр 2022 ж.
Т.Г.К. Т.Г.К.
ТЕХНИКАЛЫҚ
ФАКУЛЬТЕТІ

Даукенов Е.Ә.
Ғылыми жетекші
Т.Г.К. доцент

«16» мамыр 2022 ж.
Орынбет М.М.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

5B070200 - Автоматтандыру және басқару



БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

физ-мат. ғыл. кандидаты,

қауымдастырылған профессор

Н.У.Алдияров

«16» мамыр 2022 ж.

**Дипломдық жобаны дайындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Даукенов Ердаулет Азимбайұлы

Жобаның тақырыбы: «Триполифосфат натрийді өндіру технологиясы»

Университеттің «24» желтоқсан 2022 жылғы ғылыми кеңесінің № 489-П/Ө шешімімен бекітілген.

Орындалған жұмыстың өткізу мерзім «17» мамыр 2022 ж.

Түсініктеме жазбаның талқылауға берілген сұрақтарының тізімі мен қысқаша диплом жұмысының мазмұны:

а) кіріспе;

б) технологиялық бөлім, арнайы бөлім;

в) экономикалық бөлім, еңбек қорғау бөлімі;

Графикалық материалдардың тізімі (міндетті түрде қажет сызбалар көрсетілген): автоматтандыру сұлбасы, принципиалдық сұлбасы, құрылымдық сұлба

Ұсынылған негізгі әдебиеттер: [1] Ахметова Т.Г. Химическая технология неорганических веществ: Учеб. пособие: В 2 кн. / М.: Высш. шк., 2002. [2] Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. С - П.: Профессия., 2004. - 752с.

Дипломдық жобаны даярлау
КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, дайындалатын сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Технологиялық бөлім	24.03.2022	
Арнайы бөлім	14.04.2022	

Аяқталған дипломдық жобаның және оларға
қатысты диплом жобасы бөлімдерінің кеңесшілері мен нормалық
бақылаушының қолтаңбалары

Бөлімдердің атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Есептік бөлім	Ассистент профессор, Канд техн. наук Орынбет М.М.	06.05.2022	
Нормалық бақылаушы	Н.С.Сәрсенбаев техн.ғыл.кандидаты, ассистент профессор	11.05.2022	

Ғылыми жетекшісі  Орынбет М.М.
Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы  Даукенов Е.Ə.
Күні «16» мамыр 2022 ж.

АҢДАТПА

Берілген дипломдық жобада триполифосфат натрий өндіру үрдісін оптимальді басқару сұрақтары қарастырылған.

Технологиялық бөлімде ТПФН алу үрдісі: бейтарапталу, кептірілу және қыздырылу (кальцинациялану) технологиясы қарастырылған. Кептіру мұнарасы және оның қазіргі автоматизация күйі толық сипатталған.

Арнайы бөлімде кептіру мұнарасын басқару объектісі ретінде қарастырған, басқару есебінің қойылымы келтірілген. Сонымен қатар кептіру үрдісіне материалдық және жылу балансы құрылып, математикалық модель мен ПИД реттеуішінің тиімді коэффициенттері есептелген және ол адекваттылыққа тексерілген.

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте рассмотрены вопросы оптимального управления процесса получения триполифосфата натрия.

В технологической части рассмотрены процесс получения ТПФН: технология нейтрализации, сушки и прокали (кальцинации), описаны сушильная башня и его современное состояние автоматизации.

В специальной части рассмотрена сушильная башня как объект управления, приведена постановка задачи управления. А также разработаны тепловой и материальный баланс на процессе сушки, и рассчитаны оптимальные коэффициенты математических моделей и ПИД регулятора и был проверен на адекватность.

ABSTRACTION

In given degree project are considered questions optimum governing the process reception threepoliphosphat sodium.

In technological part are considered process reception TPPS: technology to neutralizations and drying, is described dry tower and its modern condition to automations.

Dry tower is considered In special part as object management, is brought a statement of the problem of management. As well as is designed heat and material balance on process of the drying, and is calculated optimum factors of the mathematical models and PID regulator and was checked on adequacy.

МАЗМҰНЫ

<i>КІРІСПЕ</i>	10
<i>І ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ</i>	11
1.1 Триполифосфат натрийді өндіру технологиясы	11
1.1.1 Триполифосфат натрийді алудың теориялық негіздері	11
1.1.2 Триполифосфат натрийдің физика-химиялық қасиеттері	14
1.1.3 Триполифосфат натрий өндірісінің технологиясының сипаттамасы	15
1.2 Қолдану аймағы	19
1.3 Ортофосфат натрийді кептіру үрдісін автоматтандырудың қазіргі күйі	19
<i>2 АРНАЙЫ БӨЛІМ</i>	22
2.1 Кептіру үрдісінің басқару объектісі ретіндегі сипаттамасы	22
2.2 Дипломдық жоба есебінің қойылымы	23
2.3 Есептің қойылымы бойынша кептіргіш мұнараға автоматты реттеу жүйесін құру	24
2.4 Автоматты реттеу жүйесінің синтезі	26
2.5 Технологиялық үрдістің математикалық моделі	33
2.5.1 Математикалық модель туралы жалпы мәліметтер	33
2.5.2 Математикалық модельдер классификациясы	33
2.5.3 Кептіру үрдісінің математикалық моделін құру	34
2.6 Автоматтандырудың функционалдық сызба сипаттамасы	37
2.7 ТПФН кептіру және қыздыру үрдісіне ТҰАБЖ құру	38
2.7.1 ТҰАБЖ ақпараттық қамтамасыздандырылуы	38
2.7.2 Ұйымдастырушылық қамтамасыздандыруды	40
2.7.3 ТҰАБЖ техникалық қамтамасыздандыру	41
 <i>ҚОРЫТЫНДЫ</i>	
<i>ҚЫСҚАРТУЛАР ТІЗІМІ</i>	
<i>ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ</i>	
<i>ҚОСЫМШАЛАР</i>	
Қосымша А Технологиялық және автоматтандыру сұлбасы	
Қосымша Б ТҚК құрылымдық сұлбасы	

КІРІСПЕ

Қазіргі кезде химиялық өнеркәсіптегі технологиялық үрдісті автоматты басқару жүйесі маңызды рөл атқарады. Фосфор құрамды шикізат химиялық өнеркәсіпте көптеп қолданылады. Солардың бірі – триполифосфат натрий.

Жобаның максаты: Триполифосфат натрийді өндіру технологиясын зерттеу

Жобаның міндеті:

- Автоматтандырудың математикалық моделін құру;
- Натрий триполифосфатының өндіру технологиясына шолу жасау;
- Натрий триполифосфаты өндірісін автоматтандыру жүйелерінің талдауын жүргізу;

- ТПФН кептіру және қыздыру процесінде технологиялық үрдісінің автоматтық басқару жүйесін құру.

Жобаның өзектілігі: Қазіргі уақытта технологиялық процестерді автоматтандыруды қолдану өзекті мәселе болып табылады. Қазақстан да автоматтандыру үрдісінсіз өткен жоқ және автоматтандыру еліміздің одан әрі дамуы үшін маңызды рөл атқарады.

Триполифосфат натрий:

- тоқыма және былғары өнеркәсібінде (мақталарды ағартуға, жүн жууға т.с.с.),

- кендерді флотациялау үшін,
- бояу үшін активті диспергатор ретінде, сонымен қатар көмірқышқыл кальций, магнийдің т.с.с. суспензиясы ретінде,
- электролиздік үрдістерде,
- синтетикалық каучук өндірісінде,
- тұнбаның түсуін ескерту мақсатында күштік және өнеркәсіптік қондырғыларда суды жұмсарту үшін,
- пергидроль ерітіндісінде тұрақтандыратын құрал ретінде,
- мұнай скважинасын бұрғылау кезінде,
- пульпаларды ағарту үшін қағаз өндірісінде,
- цемент өндірісінде және басқа да өндірістерде қолданылады.

Ас триполифосфат натрийді ерітілген сыр өндірісінде тұз еріткіш ретінде, шұжық және сүрленген өнімдер өндірістерінде қолданылады.

Сапалы ТПФН-дың ылғалдылығы 1%-ке дейін болуы керек. Сапалы ТПФН алу үшін кептіру үрдісінің маңызы зор.

Дипломдық жобаның мақсаты – минимальді отынмен сапалы ТПФН алу, шығынын төмендету және тиімді басқару жүйесін өңдеу.

1.1 Триполифосфат натрийді өндіру технологиясы

1.1.1 Триполифосфат натрийді алудың теориялық негіздері

Триполифосфат натрий фосфор қышқылын кальцинирленген содамен бейтараптау нәтижесінде алынған моно- және динатрийфосфаттың кептірілген қоспаларын қыздыру кезінде пайда болады.

Бейтараптау үрдісі келесі реакциялар бойынша $5\text{Na}_2\text{O}:3\text{P}_2\text{O}_5$ қатынастағы ертінді, яғни металдық титрі 1,667 болғанға дейін орындалады:



Қосынды реакция:



МЕСТ 13493-86 талаптарына сәйкес дайын триполифосфат натрийін алу үшін ертіндінің металдық титрі 1,695 – 1,705 шектерін ұстап тұруы керек.

Сілтісі көп ортаға өткен кезде соңғы өнімде керексіз $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ (пирофосфат натрий) құрамы өседі, ал бейтараптаудың төменгі дәрежесінде ерімейтін метафосфат натрийі (Мадрелл тұзы) түзеледі, ол екі түрде болады: жоғарғы температуралы - NaPO_3 II (300 - 400 °C) және төменгі температуралы - NaPO_3 III (230-300 °C) [1].

Мадрелл тұзы өнімнің еруін қиындатады, ал пирофосфат және триметафосфат кальций иондарына қатысты байланысу қасиетін және өнімді қолдану мүмкіндіктерін төмендетеді [1].

Бейтараптау үрдісі 80-90 °C температурада екі сатылы, екі тізбектей орналасқан реакторларда үздіксіз жүреді.

Үрдісті екі реакторда жүргізу қажеттілігі пайда болатын ортофосфаттар ертіндісінде соданың еру жылдамдығымен анықталады – фосфаттың концентрациясы мен ортаның рН жоғары болған сайын соданың еру жылдамдығы төмен болады. Мононатрийфосфаттың динатрийфосфатқа мольдік қатынасы 1:2 болғанға дейін реакцияның толық өту уақыты 2-2,5 сағат.

Бейтараптау реакциясы экзотермиялық, бірақ реакция жылуы жеткіліксіз, сондықтан реакторлардағы ертіндінің температурасын берілген шектерде ұстап тұру үшін реактордың ирек түтіктеріне бу беріледі. Бейтараптау үрдісін жақсырақ жүргізу үшін реакторлардағы ертіндіні араластырғыш арқылы араластырады. Бейтараптандырылған ертіндінің тығыздығы 1,52 - 1,54 г/см³, ал ертіндінің рН-ы 6,56-6,65 шектерде болуы керек.

Дайын ертінді бумен жылытатын жиынтыққа келіп түседі, одан ерімейтін қоспалардан тазарту үшін фильтрге жіберіледі. Тығыздығы 1,52-1,54 г/см³ және температурасы 80-90 °C фильтрленген ертінді жоғары қысымды

насосар арқылы 9-15МПа қысыммен кептіргіш мұнараның тозаңдатқыш коллекторына жіберіледі.

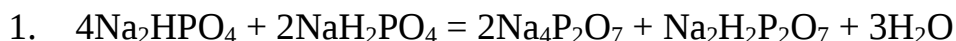
Ортофосфат ерітіндісін кептіру кептіргіш мұнарада 300 - 480 °С температурада жүзеге асады. Ортофосфат ерітіндісі қысыммен мұнараның жоғарғы бөлігіне 450-580 °С температурамен түсетін ыстық газдар ағымында форсункалар болып шашылады. Ортофосфат натрийдің кептірілген қоспасында 1 % кристаллданған су бар, және кальцинацияға (қыздыруға) түседі. Ортофосфат натрийін дегидратациялау триполифосфат натрийдің түзілуі арқылы жүреді. Фосфат қоспаларының кальцинаторда болу уақыты 70-90 минут құрайды.

Триполифосфат натрий келесі реакция бойынша, құрамы $5\text{Na}_2\text{O} : 3\text{P}_2\text{O}_5$ қатынастағы ортофосфат натрий қоспаларын қыздыру арқылы алынады:

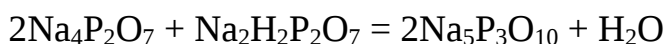


Триполифосфат натрийдің түзілуі қатты күйде өтеді, сондықтан реакцияның толық өтуі үшін бастапқы тұздардың Na_2HPO_4 және NaH_2PO_4 -ға бөлінуіне жол бермеу үшін тез кептіру маңызды болып табылады [2].

Триполифосфат натрий алу кезінде қоспаны дегидратациялаудың бірнеше механизмі ұсынылған.



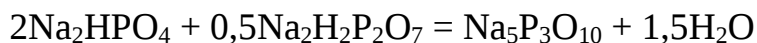
Үрдістің келесі сатысында тетра- және динатрийпирофосфаттары триполифосфат түзу кезінде қатты күйде реакцияға түседі:



1 кесте-Өнімде 150 мин аралығында әр түрлі қыздыру температуралары кезінде 1 % NH_4NO_3 қоспасы бар және қоспасы жоқ триполифосфат натрийінің (%) құрамы.

Температура, °С	300	350	400	450	500	550	580
$\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ құрамы %, қоспасыз:	60,8	66,1	74,2	76,5	78,2	85,8	93,1
$\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ құрамы %, қоспамен:	85,3	98,1	82,7	83,2	82,7	98,3	-

2. Дегидратациялаудың бастапқы реакциясы ерте кезеңде бітеді, ол Na_2HPO_4 және $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ қоспаларының түзілуіне дейін жүреді, ол қоспа келесі теңдеу бойынша реакцияға түседі



3. Аммиакты селитраның қатысуында ортофосфат натрийін қыздыру кезінде алдымен бастапқы тұздар ыдырап, пиро- және метафосфат натрийін түзеді, ал олар келесі теңдеу бойынша реакцияға түседі:



Триполифосфат натрий түзілу температурасы өте үлкен шектерде орналасқан - 250-600 °С.

615° С дейін температуралар режимінде кальцинациялау үрдісін бақылауды жүргізу кезінде келесілер тіркелген:

а. 170 °С-дан төмен температурада P_2O_5 барлығы бірнеше күн сақталатын ортофосфаттар түрінде болады;

ә. Температурасы 175-дан 250 °С-ға дейін ары қарай суыту кезінде ортофосфаттардың жартысы кристаллды күйде болады, сақтауды жалғастырсақ, толық өзгеру байқалады;

б. 200 °С-қа жақын температурада тетрапирофосфат түзіле бастайды, ол бірнеше минутта өтуді қамтамасыз етеді;

в. 350-400 °С температуралар аралығында триполифосфаттың көп бөлігі II формада болады,

г. Температурасы 450-ден 615 °С-қа дейін болатын ортада қоспаны қыздыру кезінде және оны ары қарай суыту кезінде 450-500 °С аралықта II форманың I формаға тез өтуі байқалады. Әдетте бұл өту соңына дейін жүрмейді, II форма 5-30 % құрайды.

Құрамында минималды I формасы бар триполифосфат натрийін алуды қамтамасыз ететін негізгі фактор фосфат натрийінің бастапқы қоспасының кальцинациясының 350-400 °С шектегі температурасы болу керек.

Кіші температураларда I форманың түзілуі бөлшектердің өлшеміне тәуелді, бастапқы ортофосфатты материалдың бөлшектері үлкен болған сайын I форма тезірек құрылады. Өнім қатты ұсатылған күйде болған кезде I форманың II формаға өтуі ақырын жүреді, сондықтан барлық I форма түзілетін жағдайда ортофосфат қоспасын дегидратациялау кезінде суытылған өнімде өзгеріссіз қалады [2].

Кальцинация табиғи газдың жану кезінде пайда болатын газ жылуының есебінен жүреді. Кальцинаторға газдар 500- 580 °С температурамен түсіп, 240-300°С температурамен шығады. Біркелкі қыздыру үшін кальцинатордағы фосфаттарға қырғыштар мен айналатын карусельдердің көмегімен тарелдердің арасында бағытталған қозғалыс беріледі. Кальцинатордың ішіндегі температуралық өрісті түзеу үшін айналатын турбина арқылы жылутасығыштың ағымдарын араластыру жүреді. Триполифосфат натрий кальцинатордан 260- 320 °С температурамен шығып, шнектер жүйесінен және ұсақтау торабы арқылы өтіп, құбырмен қысылған ауа арқылы дайын өнімнің қоймасына жеткізіледі.

1.1.2 Триполифосфат натрийдің физика-химиялық қасиеттері

Эмпирикалық формуласы $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$.

Триполифосфат натрий – ақ түсті порошок, жанбайды, усыз.

Молекулалық салмағы 368.

Меншікті салмағы 2500 кг/м^3 .

Табиғи еңіс бұрышы 45° .

Балқу температурасы 622°C , таза күйде балу температурасына дейін жеткілікті тұрақты, температураны ары қарай арттырғанда мета- және пирофосфатқа ыдырайды.

Триполифосфат натрий суда жақсы ериді. 20°C температура, 100 мл суда 50 г –ға дейін ериді (форма II).

2 Кесте-Триполифосфат натрийдің температура артқан сайын ерігіштік қасиеті арту кестесі

T °C	25	50	75
100 г судағы ерітіндінің ерігіштігі, грамм	16,68	17,18	23,25

Еріген кезде гидролизға түседі, аз сілтілі орта құрайды (1 %-ті сулы ерітіндінің рН-ы $9,7 \pm 0,3$).

Қышқыл және сілті қатысқанда температураны 80°C -дан арттырғанда гидролиз үрдісінің жылдамдығы артады.

Триполифосфат натрий азгигроскопты, суды сіңірген кезде 6- және 10-сулы гидрат түзеді [3].

3 кесте-Триполифосфат натрийдің ылғалды сіңіру жылдамдығы

Сақтау күнінің саны	2	3	4	5	6	7	8	9	11
Салмақ өсімі, %	1,9	3,2	5,5	6,3	7,5	8,4	9,2	9,9	11,5
Сақтау күнінің саны	13	14	15	18	19				
Салмақ өсімі, %	12,5	12,5	12,7	13,9	14,5				

Триполифосфат натрий алюминий, қалайы, мыс қорытпалары, мырыш және темірге корродирлейтін әсер береді, кальций және магниймен суда еритін комплексті байланыстар құрайды.

Триполифосфат натрийдің екі изомерлі кристалдық формасы бар. $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ - I – жорғарғы температуралы форма, $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ - II – төменгі температуралы форма.

4 кесте-Триполифосфат натрийдің екі формасының тұрақтылық шарттары

T °C	Na ₅ P ₃ O ₁₀ - I	Na ₅ P ₃ O ₁₀ - II
250-ге дейін	тұрақты емес	тұрақты
300-450	тұрақты емес	тұрақты
450-600	тұрақты	тұрақты емес
625-дан жоғары	тұрақты емес	тұрақты емес

Екі форма да бірдей сулы ерітінді және Na₅P₃O₁₀*6H₂O кристаллогидраттарын түзеді, рН көрсеткіштері, химиялық қасиеттері және гидролиз жылдамдығы бірдей. Сусыз I және II формалары жылу бөле отырып қайтымсыз ериді.

Изимерлер келесі көрсеткіштер арқылы ажыратылады:

- рентгенограмма;
- гидратация жылуы (I форма -13000 ккал/кг), (II форма - 1000 ккал/кг);
- гигроскоптығы (II форма I формаға қарағанда жай гидратталады, екі форма да гексагидратқа (Na₅P₃O₁₀*6H₂O) өтеді);
- II форма I формаға қарағанда сумен оңай әрекеттеседі.

I және II формалар натрий атомдарының координациясымен ерекшеленеді: II формада натрий атомдары оттектің бұзылған октаэдрлі атомдарымен қоршалған, ал I формада натрий атомдарының бөлігі тетраэдрлік координацияға ие. I форма натрий атомдарының бисимметриялы координациясына байланысты аз тұрақты және тез ерігіш болып табылады. Сондықтан құрамында I формасы көп триполифосфат натрийінің еру кезінде аса қаныққан ерітінді түзіледі, одан гексагидраттың тез кристаллдануы жүреді және түйіршіктер түзіледі. Жай еритін II форманы суға араластырмай кіргізе берсе болады [3].

Екі сусыз формалардың еру қасиеттерінің айырмашылығы триполифосфат натрийін тәжірибеде қолдану кезінде маңызды.

1.1.3 Триполифосфат натрий өндірісінің технологиясының сипаттамасы

Триполифосфат натрий өндірісі. Триполифосфат натрийді алудың әдістері оларды өнеркәсіптік масштабда қолдану әдістері сияқты көп. Триметафосфаттың сілтілі гидролизін төменгі үйме салмақты триполифосфат натрийді өндіру үшін қолданылатыны туралы жоғарыда айтылды. Қатқан ерітіндіні термиялық өңдеу тек бірнеше зауыттарда ғана қолданылды. Бұл әдіс ыңғайсыз деп саналды және кең көлемде қолданылмады. Триполифосфат натрийдің негізгі бөлігін түрлі фосфаттардың қоспаларының дегидратациясы, көбінесе жоғарғы балқу температурасында қыздырылмаған ортофосфат қоспасының дегидратациясы алады.

Бұл әдістің жеткілікті көп нұсқалары бар, бір жағынан, түрлі технологиялық сұлбаларды жүзеге асыруға мүмкіндік беретін фактор реакциясына әсер етуінің әр түрлілігімен түсіндірілсе, және екінші жағынан, тауар өніміне ұсынылған талаптардың әр түрлілігімен түсіндіріледі (қоспаның төменгі мазмұны, I және II формалардың арасындағы берілген қатынасы, қолайлы физикалық қасиеттер және т.б.).

Триполифосфат натрийді алудың өнеркәсіптік тәсілдері Ван Везердің, Ваггаманның, Позиннің еңбектерінде және техникалық химия энциклопедиясында қысқаша қарастырылған. Бұл сұрақтар тағы да Гарре және Губердің, Гаффордтың, Макджилвердің еңбектерінде сипатталған.

Лобделл бойынша ЖЖФЗ-дағы өндіріске жақынырағы натрий хлорид қоспасын немесе басқа сілтілі металды фосфор қышқылымен екі сатылы қыздыру арқылы ерітінді алу болып табылады

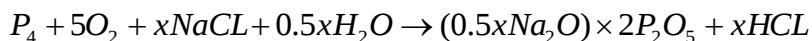


Бірінші сатыда 10,6% хлорлы натрийдан тұратын өнім алынады. Екінші сатыда бұл қалдықтың толық айналуы үшін $\text{H}_2\text{O} : \text{NaCl} = 0.5$ қатынастағы табиғи газ және су буының жанған өнімін ерітінді арқылы жібереді.

Қалдық газдардан хлор сутегін ұстайды және соның барысында қойытылған тұз қышқылын алады.

Жоғарғы балку температурасында қыздырумен байланысты емес әдісті қолданған кезде, бастапқы қоспаны дайындау, қатқан ерітінділерді термиялық өңдеуге қарағанда, жоғары талап қояды. Бұл жағдайда оларды ортофосфатты немесе фосфат қоспаларының өзара әрекеттесуінен пайда болатын $\text{Na}_2\text{O} : \text{P}_2\text{O}_5 = 5:3$ қатынастағы басқа компоненттерді (мысалы фосфор қышқылын сілтімен, содамен және т.б.) араластыру арқылы дайындайды. Сол сияқты бастапқы өнімдер фосфор ангидридин ди- және тринатрийортофосфатпен араластыру арқылы алынады. Эдвардс динатрийортофосфат және тринатрийпирфосфаттың гидраттарының ұсатылған қоспаларын $200-250^\circ\text{C}$ -та қыздыра отырып, триполифосфат натрийдың жоғары температуралы формасын алды. Фосфаттың бастапқы ерітінділерін дайындау үшін кейде жарты фосфор қышқылдары және шыны тәрізді фосфаттар қолданылады. Гаррисон бойынша, содасы бар орто- және пирофосфорлы қышқылдар қоспасынан қышқыл триполифосфат $\text{NaH}_4\text{P}_3\text{O}_{10}$ алуға болады.

Триполифосфат натрийді фосфорды жағуға арналған камерада тікелей алуға болады, ол фосфат қоспасының бастапқы ерітіндісін дайындау және оның булану операциясының өтуі арқылы жүзеге асады. Оттек, ауа немесе сулы бу тогында ыдыраған сілтілі металдардың хлоридтері сұйық фосфорды жағу үшін тікелей пешке жіберіледі. 600° температурада пеште $\text{Na}_2\text{O} : \text{P}_2\text{O}_5$ 1:1-дан 1:2-ге дейін (соның ішінде 5:3 те болуы мүмкін) қатынастағы қатты өнім пайда болады.



кайта кристалдануға алып келеді. Құрамында 0,02-0,05% хлорлы натрий бар полифосфаттың шығуы 99,5%. Галогенидтерден басқа жұқа майдаланылған карбонаттар мен сілтілі металдардың нитраттары да қолданылады. Криббс, Гарниш және Кремер натрийдың қатысуымен ерітілген фосфордың жануы кезіндегі триполифосфат натрийдің алынуын сипаттады.

Тұтынушылардың талабын есепке ала отырып, триполифосфат натрийді берілген құраммен және берілген қасиетпен алу әдістерінің түрлі нұсқалары пайда болды. Төменгі үйме салмақты триполифосфат 400 градус температурада ыдырайтын 1-7% карбонатты қосымшасы бар ортофосфат қоспасын ыдыратып кептіру арқылы алынады. Осылайша алынған жеңіл өнім жуғыш заттарды дайындауда қолданылады.

Дипломдық жоба тапсырмасы кептіру және қыздыру үрдісін автоматтандыру болып табылады.

Кептіргіш мұнарада ортофосфат тұздарының ерітіндісін 1% ылғалдылыққа дейін кептіру жүргізіледі.

Кептіргіш мұнара вертикальді цилиндрлік аппарат, төмен қарай конус тәрізді. Мұнара жоғарғы бөлігінде жарғыш (взрывной) клапанмен және біріншісі – турбокальцинатордан, екіншісі – табиғи газдың жануының жоғарғы оттығынан келетін екі жылу тасымалдағыш ағынын араластыратын екі араластырғыш қалқамен жабдықталған.

Араластырғыш камерадан төменде мұнараның сыртқы жағында жоғарғы қысым коллекторы орналасқан. Ол ортофосфат ерітіндісін ыдыратуға арналған, саңылауының диаметрі 0,8 мм болатын 32 форсункадан тұрады. Коллектор бу спутнигі арқылы жылынады. Форсункалар мұнара корпусының саңылауларында қондырылған. Цилиндрден конусқа өткен жерде қалдық газдарды кетіретін ішкі сеператор орналасқан. Ерітіндіні ыдырату дәрежесінде саңылау орнатылған. Ол салқындату торабынан және дайын өнім сеператорынан келетін триполифосфат-ауа қоспасын мұнараға беру үшін қажет. Қоспа құрамындағы триполифосфат натрий кептіру үрдісінде құрғақ ортофосфатпен қосылып, кальцинаторға түсу кезінде кальцинация кезіндегі триполифосфат натрийдің пайда болуы үшін шүрпі (затравка) қызметін атқарады.

Ортофосфат натрий тұзының ерітіндісі 85-90 °C температурамен жоғарғы қысымды насос поз.175 арқылы кептірілу үшін мұнараға поз.201 жіберіледі. Мұнара коллекторындағы қысым 9-15 МПа.

Ерітіндінің кебуі турбокальцинатордан поз.205 келген қалдық газдардың ($T_2 = 280-380\text{ }^{\circ}\text{C}$) және оттықта поз.209 табиғи газдың жану үрдісінен алынған түтіндік газдардың қоспасынан алынады.

Қоспа температурасы $T_3 = 340-400\text{ }^{\circ}\text{C}$ мұнараның жоғарғы конустық бөлігінде бақыланады. Ортофосфат натрийдің құрғақ қоспасы 1 %-ке дейінгі ылғалдылықпен және 100°C шамадағы температурамен ұяшықты коректендіргіш поз.202 арқылы кальцинаторға поз.205 келіп түседі.

Турбокальцинатор – болаттан жасалған вертикальді цилиндрлік аппарат. Түтіндік газдар кіретін алты терезесі, қақпағында қалдық газдар шығатын үш саңылауы, екі бүйір есігі (люк) және бір тиеуші ойығы бар.

Ұяшықты коректендіргіш поз.202 ағын арқылы құрғақ тұздарды кальцинатордың жоғарғы тареліне артады. Кальцинатордың тарельдерінің формасы әткеншекті сегмент сияқты және 4-8 минутта 1 айналым жасайтындай айнымалы жылдамдықпен жетек арқылы қозғалысқа келеді. Фосфат қоспасы тарельдің жоғарғы қатарына түсіп, кальцинаторда толық айналым жасайды және қырғыштардың көмегімен келесі қатарға түсіріледі және солай реттілікпен 17 қатардан өтеді. Кальцинаторда оттықта поз.207 табиғи газдың жануынан пайда болған жылудың есебінен қыздырылады. Фосфат қоспасының кальцинаторда болу уақыты 70-90 минут.

Түтіндік газдар кальцинатордың кеңістігіне кіретін алты кірісі бар бөліп тарататын коллектор арқылы кальцинаторға түседі. Кальцинатордың ішіндегі температуралық жазықтықты теңестіру үшін әрбір кірісіне дистанциялық басқарылатын жапқыш орнатылған.

Кептіру және кальцинация (қыздыру) үшін жылу тасымалдағышты дайындау сәйкесінше поз.207 және поз.209 оттықтарда жүзеге асады. Жылудың пайда болуы үшін отын ретінде газды-ауалы калориферде (ГАЗ) поз.207А және 209А жанатын табиғи газ қолданылады.

Ауа жануға және араластыруға желдеткіштер поз.208 және поз.210 арқылы беріледі. ГАЗ-дегі біріншілік және екіншілік ауа жапқыштарын қашықтықтан басқару алдын-ала қарастырылған.

Бүкіл кептіру және қыздыру үрдісі бір-бірімен көлем бойынша байланысқан сиретудің бірыңғай режимінде өтеді, бұл ортақ түтінсорғыш вентиляторды поз.214 қолдануға мүмкіндік береді. Олардың сууына су өндірістік су желісінен жіберіледі.

Кептіргіш мұнарадан поз.201 шыққан құрамында ортофосфат шандары бар қалдық газдар үшсатылы тазартуға жіберіледі: бірінші сатыда – кебу күйінде циклондар тобына поз.211, екінші сатыда – сулы (дымқыл) күйінде суландырылмайтын жылжымалы қондырмасы бар инерциялы-турбулентті аппаратқа (ЖҚИТ) поз.213, үшінші сатыда – шапшаң абсорберге поз.215А, ал содан кейін атмосфераға шығарылады.

Циклондарда жиналған шаң бункерде поз.212 жиналады және ары қарай винтті конвейермен поз.206 турбокальцинатордың тиеуші ағынына поз.205 беріледі. Жарым-жартылай тазартылған газ ЖҚИТ аппаратына поз.213 түседі.

Газ тамшы ұстап алғыштан соң шапшаң абсорберге поз.215А түседі, онда шашыраған ерітіндіні және ұсақ дисперсті шаң фракцияларын қосымша ұстап қалу жүзеге асады, одан кейін тазаланған газ құбыр поз.252 арқылы атмосфераға шығарылады.

Абсорбердің қабырғасын шаю үшін сұйықтық жіберілетін коллектор қарастырылған. Ұстап қалынған сұйықтық келте құбыр арқылы ЖҚИТ аппаратының төменгі бөлігіне түседі.

Шаң ұстағыш ерітінді ретінде ыстық судың магистральді тасығышынан жинаққа поз.222 түсетін жұмсартылған су қолданылады. Артық су жинаққа поз.162 ауыстырылып құйылады. Суландыратын ерітінді $1,08-1,15 \text{ т/м}^3$ тығыздықпен поз.261 насосың көмегімен поз.222 жинақтан немесе поз.163 насосың көмегімен поз.162 жинақтан $5-6 \text{ м}^3/\text{с}$ мөлшерде ЖҚИТ аппаратының төменгі бөлігіне жіберіледі және периодты түрде абсорберге шаюға жіберіледі. Суландыратын ерітінді $1,3-1,34 \text{ т/м}^3$ тығыздыққа жеткен кезде поз.222 бактен поз.162 жинаққа құйылады.

1.2 Қолдану аймағы

Триполифосфат натрийдің негізгі бөлігі синтетикалық жуғыш заттар өндірісіне жұмсалады.

Триполифосфат натрий:

- тоқыма және былғары өнеркәсібінде (мақталарды ағартуға, жүн жууға т.с.с.),
- кендерді флотациялау үшін,
- бояу үшін активті диспергатор ретінде, сонымен қатар көмірқышқыл кальций, магнийдің т.с.с. суспензиясы ретінде,
- электролиздік үрдістерде,
- синтетикалық каучук өндірісінде,
- тұнбаның түсуін ескерту мақсатында күштік және өнеркәсіптік қондырғыларда суды жұмсарту үшін,
- пергидроль ерітіндісінде тұрақтандыратын құрал ретінде,
- мұнай скважинасын бұрғылау кезінде,
- пульпаларды ағарту үшін қағаз өндірісінде,
- цемент өндірісінде және басқа да өндірістерде қолданылады.

Ас триполифосфат натрийді ерітілген сыр өндірісінде тұз еріткіш ретінде, шұжық және сүрленген өнімдер өндірістерінде қолданылады [4].

1.3 Ортофосфат натрийді кептіру үрдісін автоматтандырудың қазіргі күйі

Ортофосфат натрий тұзының ерітіндісі $85-90 \text{ }^\circ\text{C}$ температурамен жоғарғы қысымды поз.175 насос арқылы кептірілу үшін поз.201 мұнараға жіберіледі. Мұнара коллекторындағы қысым $9-15 \text{ МПа}$ – поз.К-386 аспабымен, ерітінді температурасы – поз.К-174 және поз.К-172б аспаптарымен бақыланады.

Ерітіндінің кебуі турбокальцинатордан поз.205 келген қалдық газдардың ($T_2 = 280-380 \text{ }^\circ\text{C}$) және оттықта поз.209 табиғи газдың жану үрдісінен алынған түтіндік газдардың қоспасынан алынады.

Қоспа температурасы $T_3 = 340-400 \text{ }^\circ\text{C}$ мұнараның жоғарғы конусты бөлігінде поз.К-177 және поз.К-172б аспаптарымен бақыланады.

Кептіру үрдісі қалдық газдардың температурасы бойынша поз.К-172а аспаппен бақыланады, $T_5 = 125-150\text{ }^{\circ}\text{C}$, және поз.209 оттықтағы газ шығыны поз.К-173г,д аспаппен қашықтықтан реттеледі.

Ортофосфат натрийдің құрғақ қоспасы 1 %-ке дейінгі ылғалдылықпен және $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ шамадағы температурамен ұяшықты қоректендіргіш поз.202 арқылы кальцинаторға поз.205 келіп түседі.

Турбокальцинатор – болаттан жасалған вертикальді цилиндрлік аппарат. Түтіндік газдар кіретін алты терезесі, қақпағында қалдық газдар шығатын үш саңылауы, екі бүйір есігі (люк) және бір тиеуші ойығы бар.

Ұяшықты қоректендіргіш поз.202 ағын арқылы құрғақ тұздарды кальцинатордың жоғарғы тареліне артады. Кальцинатордың тарельдерінің формасы әткеншекті сегмент сияқты және 4-8 минутта 1 айналым жасайтындай айнымалы жылдамдықпен жетек арқылы қозғалысқа келеді. Фосфат қоспасы тарельдің жоғарғы қатарына түсіп, кальцинаторда толық айналым жасайды және қырғыштардың көмегімен келесі қатарға түсіріледі және солай реттілікпен 17 қатардан өтеді. Кальцинаторда оттықта поз.207 табиғи газдың жануынан пайда болған жылудың есебінен қыздырылады. Фосфат қоспасының кальцинаторда болу уақыты 70-90 минут.

Турбокальцинатордың карусельдерінің (қырғыштарының) жұмысын бақылау поз.К-970 аспаппен, тоқтағанда сигнал беру арқылы жүргізіледі.

Түтіндік газдар кальцинатордың кеңістігіне кіретін алты кірісі бар бөліп тарататын коллектор арқылы кальцинаторға түседі. Кальцинатордың ішіндегі температуралық жазықтықты теңестіру үшін әрбір кірісіне дистанциялық басқарылатын жапқыш орнатылған.

Барлық кірісте температура $490-590^{\circ}\text{C}$ поз.К-171^{а,д,ж,и}₁₋₆, К-180б аспаптарымен өлшенеді және реттеледі. Температураның мәндерінің арасындағы айырмашылық $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ -тан аспауы керек. Кальцинатордың кірісіндегі температураны көрсетілген нүктелер температураларының мәндерінің арасындағы орташасы ретінде анықтайды.

Кальцинация үрдісі қалдық газдар температурасы бойынша поз.К-170^а, 170^б, К-179^а₁₋₃, К-172^б аспаптарымен бақыланады және поз.207 оттықтағы газ шығынының өзгерісі бойынша поз.К-170в,г,д аспаптарымен қашықтықтан реттеледі.

Кальцинатордың жоғарғы бөлігіндегі температуралық жазықтықты теңестіріп отыру үшін оның әрбір үшінші қалдық газ ағынына поз.К-179^{б,в}₁₋₃ аспабымен қашықтықтан басқарылатын жапқыш поз.255 орналастырылған. Температура мәндерінің арасындағы айырмашылық $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ -тан аспауы керек.

Кептіру және кальцинация (қыздыру) үшін жылу тасымалдағышты дайындау сәйкесінше поз.207 және поз.209 оттықтарда жүзеге асады. Жылудың пайда болуы үшін отын ретінде газды-ауалы калориферде (ГАЗ) поз.207А және 209А жанатын табиғи газ қолданылады. Оттықтың шығысындағы газдың температурасы поз.К-171^а, 180^б и К-173^{а,б} аспаптарымен бақыланады және екіншілік ауа шығыны поз.К-171^{б,в,г} и К-173^{в,г,д} аспаптарымен қашықтықтан реттеледі.

Ауа жануға және араластыруға желдеткіштер поз.208 және поз.210 арқылы беріледі. ГАК-дегі біріншілік және екіншілік ауа жапқыштарын қашықтықтан басқару алдын-ала қарастырылған.

Ауа шығыны поз.К-573, К-572^б, К-575, К-574^б аспаптарымен бақыланады.

Ауа қысымы поз.К-361 және поз.К-381 аспаптарымен бақыланады.

ГАК-дегі табиғи газ шығыны поз.К-572^{а,б}, К-574^{а,б} аспаптарымен бақыланады.

Қауіпсіздік және қызмет көрсету ыңғайлылығы мақсатында поз.К-390, К-391 аспаптарында жарықтық және дыбыстық сигнализация болған жағдайда ГАК-ке табиғи газ беруді автоматты түрде тоқтату қарастырылған. Ол мына жағдайларда болуы мүмкін:

газ қысымының 300 Па-ға дейін төмендеуі	аспап поз.К-362, К-383
газ қысымының 5000 Па-қа дейін көтерілуі	аспап поз.К-362, К-383
ауа қысымының 500 Па-ға дейін төмендеуі	аспап поз.К-361, К-381
оттықтағы сиретудің +10 Па-ға дейін құлауы	аспап поз.К-363, К-382
оттың өшіп қалуы	аспап поз.К-390, К-391

Бүкіл кептіру және қыздыру үрдісі бір-бірімен көлем бойынша байланысқан сиретудің бірыңғай режимінде өтеді, бұл ортақ түтінсорғыш вентиляторды поз.214 қолдануға мүмкіндік береді. Бұл жерде температураны бақылайтын поз.К-188а, К-172б аспаптры орналасқан. Олардың сууына су өндірістік су желісінен жіберіледі. Су тармақтарын бақылайтын жарықтық және дыбыстық сигнализациясы бар поз.К-576 аспабы қарастырылған.

Кептіргіш мұнарадан поз.201 шыққан құрамында ортофосфат шандары бар қалдық газдар үшсатылы тазартуға жіберіледі: бірінші сатыда – кебу күйінде циклондар тобына поз.211, екінші сатыда – сулы (дымқыл) күйінде суландырылмайтын жылжымалы қондырмасы бар инерциялы-турбулентті аппаратқа поз.213, үшінші сатыда – шапшаң абсорберге поз.215А, ал содан кейін атмосфераға шығарылады.

2 АРНАЙЫ БӨЛІМ

2.1 Кептіру үрдісінің басқару объектісі ретіндегі сипаттамасы

Қазіргі кезде ЖЖФЗ-дағы ортофосфор қышқылын кептіруді басқару тәжірибе негізінде және бақылау-өлшегіш аспаптарының (БӨА) көрсетілімдерін (қысым және ауа, оттегі және газбен жабдықтау жүйесіндегі шығындар және суытатын агент температурасы мен шығындары және т.б) субъективті талдау, көзбен бақылау мәліметтері, үлкен кешігу уақытымен түсетін химиялық талдаулар нәтижесі және технологиялық процестің әрбір күйі туралы қызмет көрсететін тұлғалардың басқа көрсетілімдер беретіні, сонымен бірге материалды және жылу балансын алдын ала есептеу негізінде келіп түскетін нәтижелер негізінде ауысым ұстасымен немесе оператормен іске асады.

Тұндырғыштағы температура, ерітіндінің және скруббердің шығысындағы газ өтетін желідегі газ және газ өтетін желідегі басқа нүктелеріндегі температура, газ өтетін желінің түрлі нүктелерінен қалдық газдар қысым, жүктелетін заттың ылғалдылығын бақылау, қысыммен берілетін ортофосфат рН деңгейін өлшеу, сонымен бірге кептіргіш мұнарасындағы сиретілуді реттеу үрдісінің маңызды режимді параметрлерін тұрақтандыру жүйесі, газ өтетін желі торабының түрлі нүктесіндегі қалдық газдар санын реттеу, шығынды реттеу сияқты бірнеше айнымалыларды автоматты бақылау жүйесі бар.

Басқару объектісі – натрий ортофосфатын кептіру үшін өнеркәсіптік қондырғы.



2.1 Сурет - Триполифосфат натрийді өндіру үрдісін басқару жүйесінің құрылымы. X1 – келіп түсетін ортофасфат натрийінің t -сы $80-90^{\circ}$; X2 – табиғи газ шығыны; X3 – ауа шығыны; X4 – қысым 9-15МПа; Y1 – ортофосфат натрийінің ылғалдылығы; Y2 – ортофосфат натрийінің t -сы.

Кіріс және шығыс айнымалыларын анализдеу оларды келесі параметрлерге классификациялауға мүмкіндік береді:

Басқарылатын кіріс параметрлері – X_2, X_3 ;

Басқарылмайтын параметрлер – X_1, X_4 ;

Реттелетін параметрлер – X_2, X_3, U_1, U_2 ;

Реттелмейтін параметрлер – X_1, X_4 .

Кептіргіш мұнара – төменгі жағы конусқа ауысатын тік цилиндрлік аппарат болып келеді. Мұнараның жоғарғы бөлігі жарылғыш клапанмен және екі жылу ағыны: біріншісі – турбокальцинатордан келетін, екіншісі – жоғарғы от жағатын оттықта табиғи газдың жануы нәтижесінде пайда болатын екі ағынды араластыратын екі араластырғыш қалқалармен жабдықталған.

Ең алдымен, кептіру және қыздыру бөлімшесіндегі ешбір қондарығыда әлі күнге дейін үрдісті оптималды басқару жүйесі жоқ, бұл берілген процестердің адекватты математикалық моделдің жоқтығымен тығыз байланысты екенін атап өткен дұрыс.

Ортофосфаттар кептіргіш мұнарасындағы материалдың қайта өңдеу үрдісін талдау нәтижесінде басқару объектісін келесідей мінездемесі бар өзара тығыз байланысқан технологиялық үрдіс ретінде қарастырмыз деп қорытындылауға болады:

- объекті үздіксіз класына жатқызуға болады (фосфордың үздіксіз берілуі), негізгі түрленудің үздіксіздігі (материалдардың қыздыру, балқыту, тотығу, қалпына келтіру, масса және жылу алмасу) және үздіксіз фосфор шығарылымы;

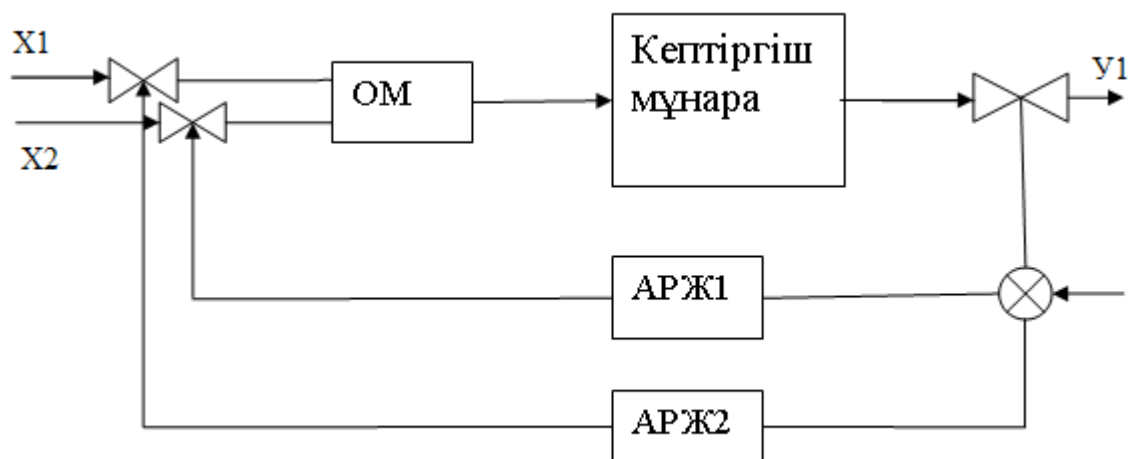
- кіріс және шығыс айнымалыларының санының көптігімен сипатталатын технологиялық процестің көп;

- мәліметтің толықсыздығы (бақыланбайтын параметрлердің бар болуы, сонымен бірге объекте және өлшеу каналдарында кешігулердің болуы, соңында бөгеуіл дәрежесінің жоғары болуы және т.б.).

2.2 Дипломдық жоба есебінің қойылымы

Триполифосфат натрий өндіру үрдісіне кептіргіш мұнараға оптималды басқару жүйесін енгізгенде ТПФН сапасы 10-15%-ға артады. Және үрдіс отынның минимальді шығынымен және дайын өнімнің төменгі шығынымен жүзеге асады.

Есеп қойылымы бойынша басқарудың құрылымдық сұлбасы келесідей түрде болады (2-сурет).



2.2 Сурет - Басқару жүйесінің құрылымдық сұлбасы

Кептіргіш мұнараға 80° - 90° С температурамен (X1) және 9-14 МПа қысыммен (X4) ортофосфат натрий келіп түседі. Мұнарада ортофосфат табиғи газдың (X2) жануы арқылы 300° - 480° С-та қыздырылады. Кептірілген ортофосфаттың ылғалдылығы (Y1) 1%-ке дейін болуы керек. Кептірілген ортофосфат 100° С температурамен (Y2) кальцинацияға жіберіледі.

Осылайша, үрдісті оптималды басқару есебінің қойылымы мына түрде болады: «Температура мен қысымды басқара отырып, ортофосфат натрий сапасын жоғарылату және шығынын төмендету».

Қойылған тапсырманы шешу үшін біз ЖЖФЗ-ның жұмысшы-эксперттерінің білімі мен кеңестеріне жүгіндік.

2.3 Есептің қойылымы бойынша кептіргіш мұнараға автоматты реттеу жүйесін құру

Есептің қойылымы бойынша ортофосфатты кептіру үрдісін автоматты реттеудің сызбасы төмендегідей болады (3-сурет).

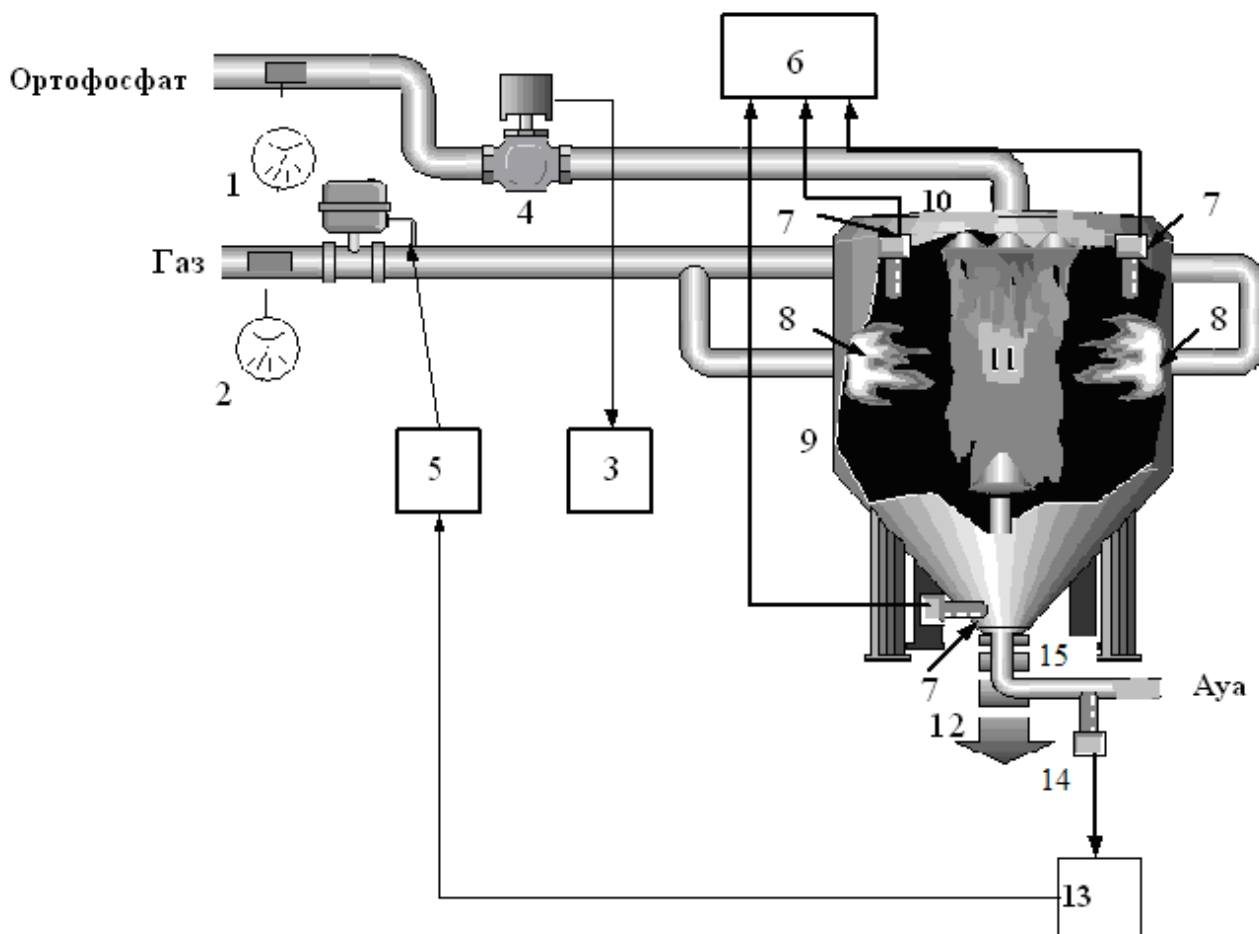
Шикізатты кептіруде түрлі қондырғылар қолданылады, әсіресе таратып кептіргіш мұнаралар кең таралған болып саналады.

Таратып кептіргіш мұнаралар ортофосфат натрийді кептіру үшін қолданылады және ылғалдылығын 1%-ке дейін төмендетуге арналған.

Кептіргіш мұнара (9) вертикальді цилиндрлік аппарат, төмен қарай конус тәрізді. Мұнара жоғарғы бөлігінде жарғыш (взрывной) клапанмен және біріншісі – турбокальцинатордан, екіншісі – табиғи газдың жануының жоғарғы оттығынан келетін екі жылу тасымалдағыш ағынын араластыратын екі араластырғыш қалқамен жабдықталған.

Араластырғыш камерадан төменде мұнараның сыртқы жағында жоғарғы қысым коллекторы орналасқан. Ол ортофосфат ерітіндісін ыдыратуға арналған, саңылауының диаметрі 0,8 мм болатын 32 форсункадан (10) тұрады.

Форсункада құбыр жетек арқылы ортофосфат 9-15МПа қысыммен таратылып шашылады. Мұнарада инжекциялық оттықтар (8) орналасқан. Таратылған ортофосфат оттықта газдың жануы арқылы кептіріледі. Кептірілген ортофосфат ылғалынан айырылып, порошок күйінде кептіргіш мұнараның төмен жағына түседі. Одан тікелей (12) турбокальцинаторға жіберіледі.



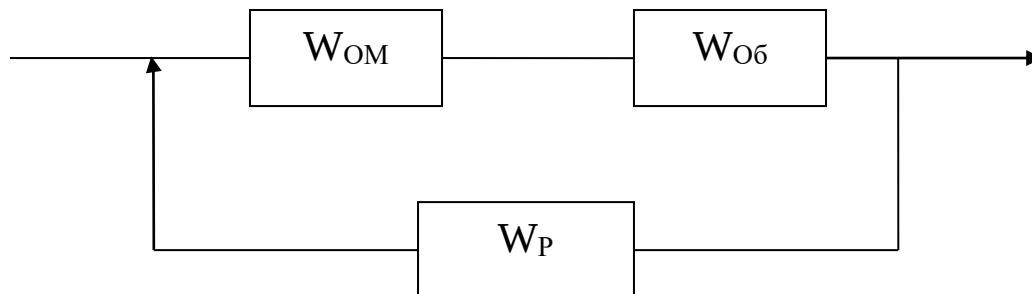
2.3 Сурет- Ортофосфатты кептіру үрдісін автоматты реттеудің сызбасы

Газ бен ортофосфат қысымын бақылау 1 және 2 манометрлері арқылы жүзеге асады. Температураны бақылау мұнараның түрлі нүктелерінде орналасқан көрсеткіштері көп нүктелі автоматты потенциометрде (6) жазылатын терможұптар (7) арқылы жүзеге асады. Ортофосфат шығыны датчиктен (4) және өлшегіш блоктан (3) тұратын индукциялы шығын өлшегішпен өлшенеді.

Үрдісті автоматты басқару жүйесі келесідей жүзеге асады: ылғал өлшегіш кептірілген ортофосфаттың ылғалдылығын өлшеп тұрады. Ылғалдылығы 1%-тен төмен болса, ылғал өлшегіш реттеуішке (13) сигнал жібереді. Ол өз ретінде орындаушы механизмге сигнал жібереді.

2.4 Автоматты реттеу жүйесінің синтезі

Дипломдық жоба тапсырмасы бойынша технологиялық үрдісті басқарудың құрылымдық сұлбасы келесідей болады:



2.4 Сурет - ТҮАБЖ құрылымдық сұлбасы. W_{OM} – орындаушы механизмнің беріліс функциясы; W_{Ob} – объектінің беріліс функциясы; W_P – реттеуіштің беріліс функциясы

Жоғарыда келтірілген ТҮАБЖ сұлбасын құрайтын бөліктеріне берілген сипаттама:

1. Орындаушы механизм – МЭО. Автоматты реттеу жүйесінде күшейткіштен түскен сигналға сәйкес реттегіш органды айналдыратын құрылғы орындаушы механизм деп аталады. Орындаушы механизмдер реттегіш органды айналдыру үшін үдемелі немесе айналмалы қозғалыс жасайды. Оларға келесі конструктивті және эксплуатациялық талаптар қойылады: конструкциясының қарапайымдылығы, минимальді өлшемі және салмағы, жоғарғы сенімділігі және сыртқы орта әсеріне төзімділігі; пайдалануының қауіпсіздігі және жұмыста орнықтылығы; реттегіш органды сынудан және бұзылудан сақтау үшін қорғаныштың болуы және басқару схемасы бұзылған немесе электрмен қамтамасыз ету бұзылған жағдайда қолмен басқарудың мүмкіндігі, сонымен қатар реттегіш органның жағдайын қашықтықтан бақылау.

Орындаушы механизмдер тұтынатын энергия түріне байланысты электрлік, пневматикалық, гидравликалық және серіппелі болып бөлінеді.

Электрлік орындаушы механизмдер басқару және әсер ету радиусы шектелмеген, олар қоршаған ортаның төмен температурасында да қолданыла береді.

Бұл схемада тұрақты жылдамдықты электрлі бір айналымды орындаушы механизм (МЭО) қолданылады.

Механизмнің жұмыс принципі реттеуіштен түскен электрлік сигналды шығыс біліктің айналым қозғалысына түрлендіруден тұрады. Бұл жұмыста МЭО-250/25-0,25К механизмі қолданылады, ол келесідей сипаттамаға ие:

- шығыс біліктегі номинальді айналым моменті, $250\text{Н}\cdot\text{м}$;

- шығыс білігінің толық айналымының номинальді уақыты, 25с;
- шығыс білігінің номинальді толық айналымы, 0,25об;
- механизм салмағы, 25кг-нан көп емес.



2.5 Сурет- МЭО-250

Механизмдердің қорғаныш дәрежесі МЕСТ 14254-96 бойынша IP54. Олар қоршаған ортада шаң мен су шашырандысы қатысқан кезде де жұмыс істей алады. Механизмдер синусоидалы дірілі бар әсерлерге төзімді және орнықты. МЭО Механизмдері қалпына және жөндеуге келетін құрылғы болып табылады.

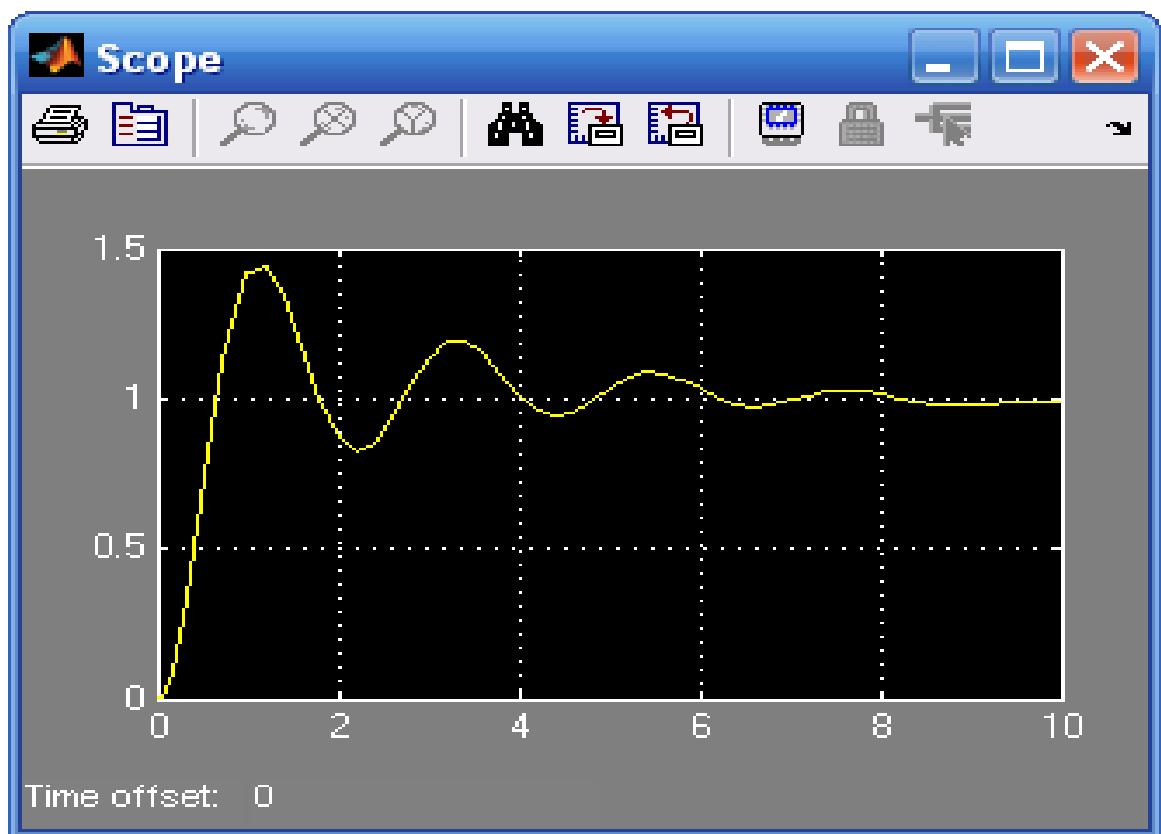
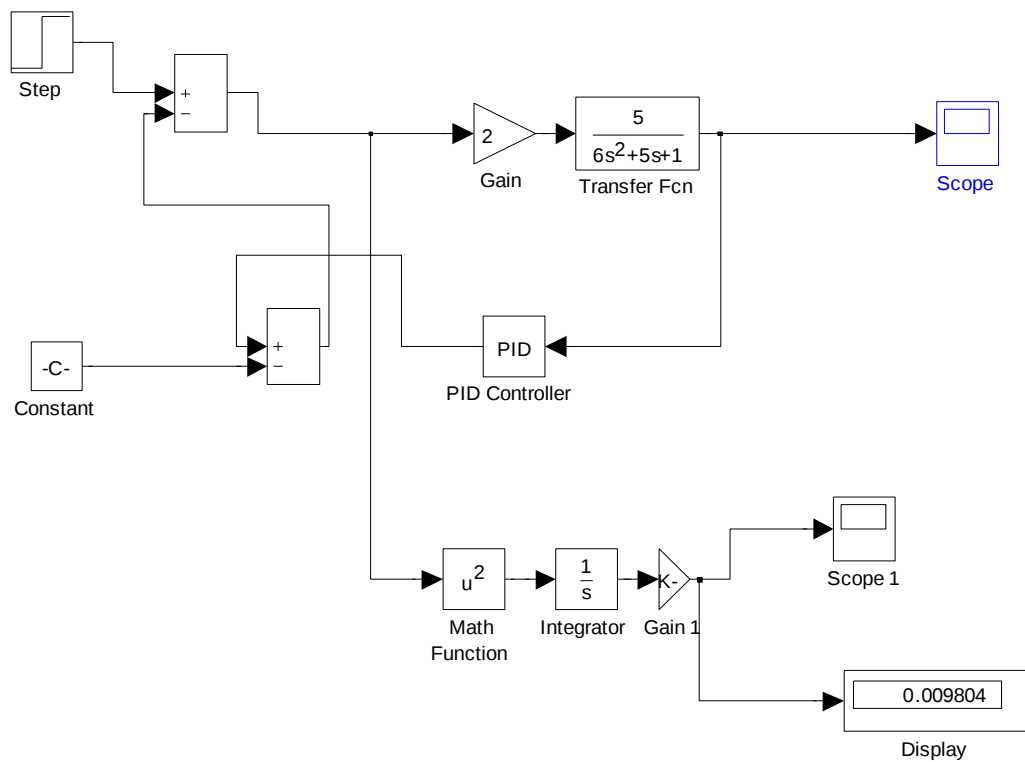
2. Дипломдық жобада объект ретінде кептіргіш мұнара қарастырылды. Объектінің беріліс функциясы екінші ретті апериодты үзбе теңдеуімен берілді. Бұл үзбе екінші ретті дифференциалды теңдеумен өрнектеледі:

$$W_o(s) = \frac{1}{6s^2 + 5s + 1} \quad (1)$$

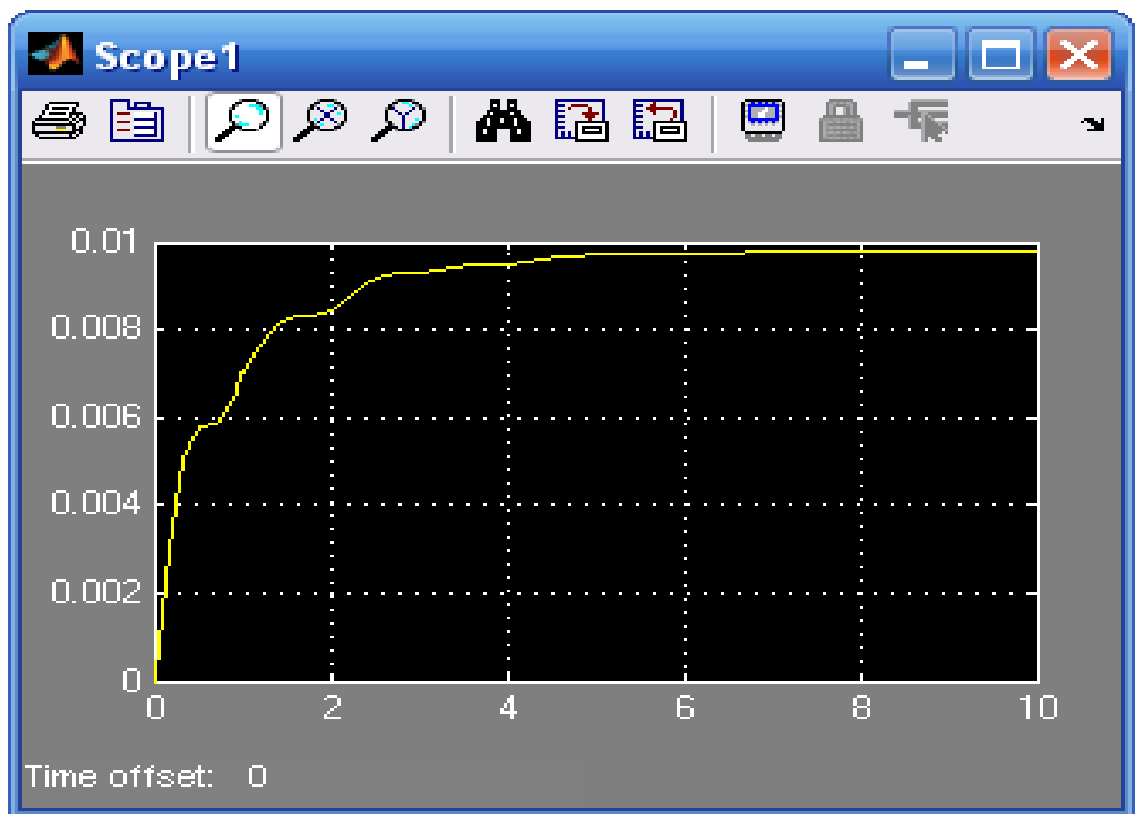
3. Жобалаушының реттегіш типін таңдау кезіндегі тапсырмасы минималды бағада және максималды сенімділікте реттегіштің сапалы тапсырмасын қамтамасыз етуі керек. Жобалаушы релелік, үздіксіз немесе дискретті (сандық) реттегіш типін таңдауы мүмкін.

Реттегіштің типін таңдау үшін және икемділігін анықтау үшін мыналарды білу керек:

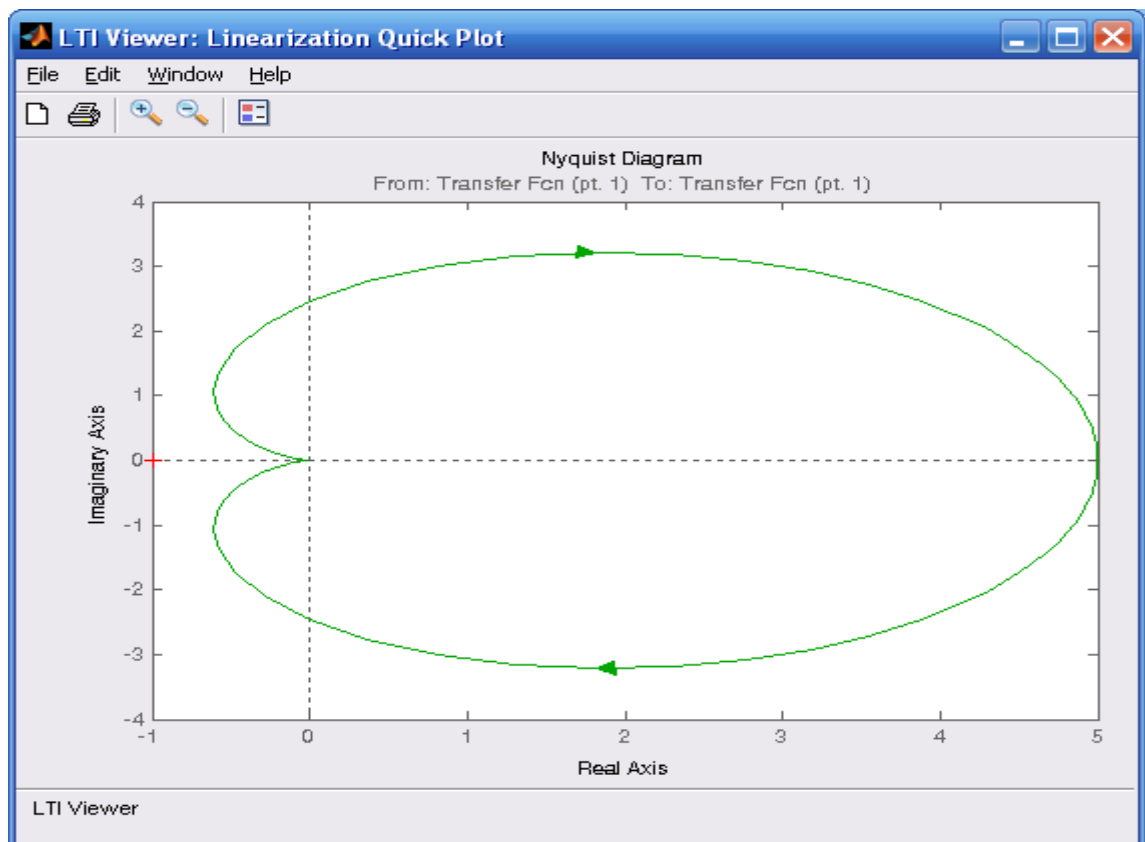
1. Басқару объектінің статикалық және динамикалық сипаттамасын
2. Реттеу сапасы процесінің талабын
3. Сериялық реттегіштер үшін реттегіштің сапасының көрсеткіші
4. Реттеу процесіне әсер ететін қоздыру сипаты



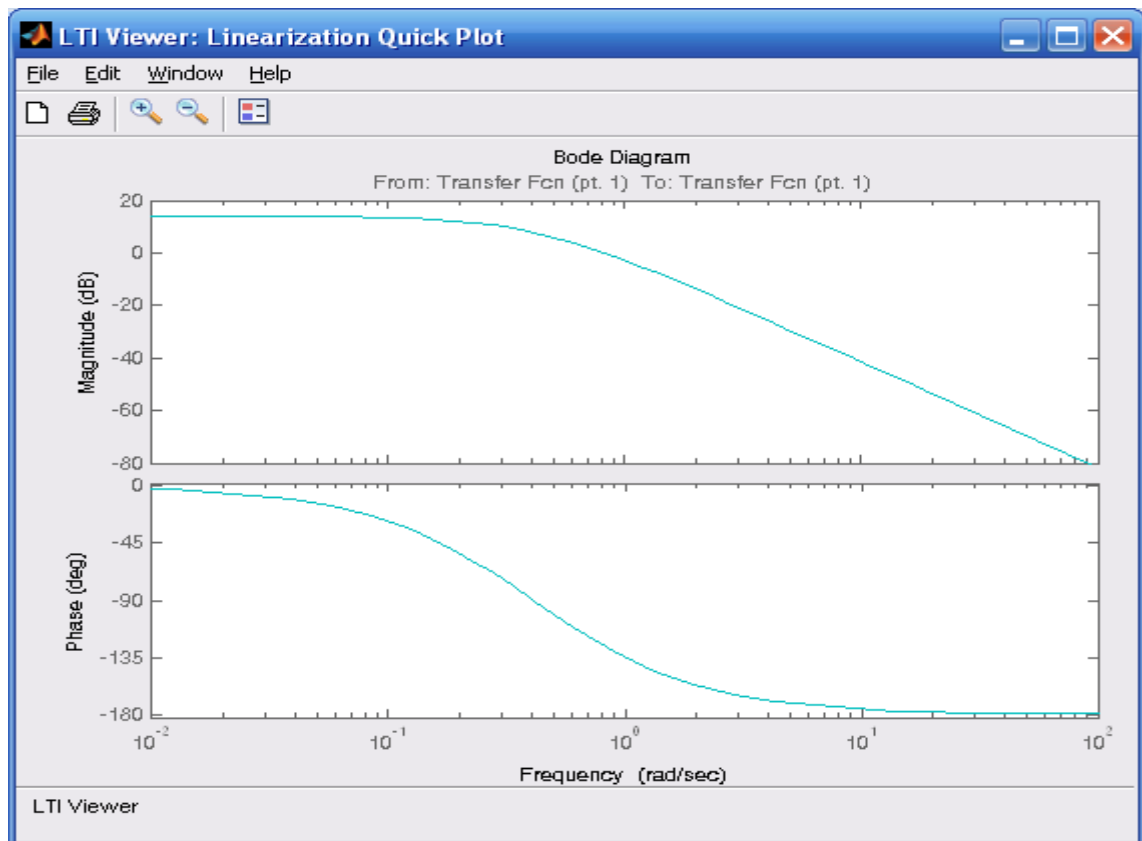
2.6 Сурет- АРЖ графигі



2.7 сурет- Қателіктің графигі



2.8 Сурет- АРЖ Найквист критерийі бойынша бейнесі



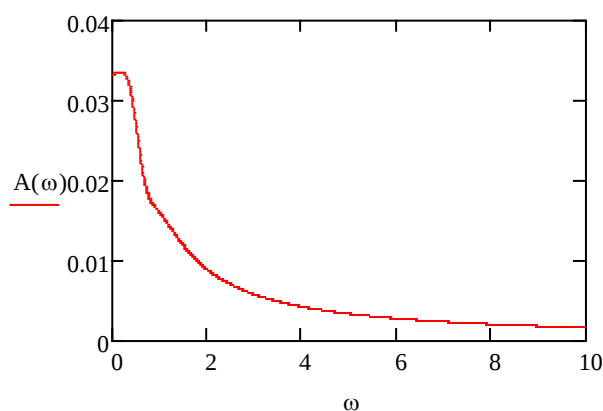
2.9 Сурет- Үрдістің лагориғмдік жиіліктік сипаттамалары

Амплитудалық жиіліктік, фазалық жиіліктік және комплекстік жиіліктік сипаттамалары:

$$P(\omega) := \frac{0.55 \cdot \omega^2}{36 \cdot \omega^4 - 5.75 \cdot \omega^2 + 9}$$

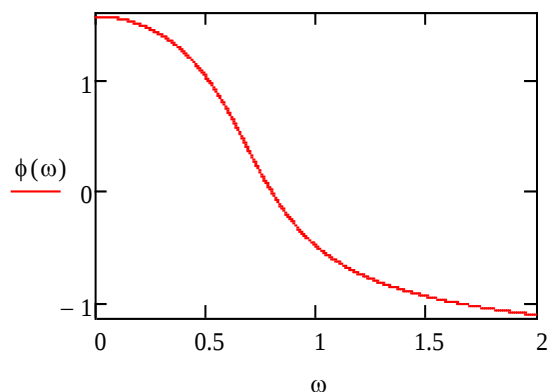
$$Q(\omega) := \frac{0.3 - 0.6 \cdot \omega^3}{36 \cdot \omega^4 - 5.75 \cdot \omega^2 + 9}$$

$$A(\omega) := \sqrt{(P(\omega))^2 + (Q(\omega))^2}$$



2.10 Сурет-Амплитудалық жиіліктік сипаттама

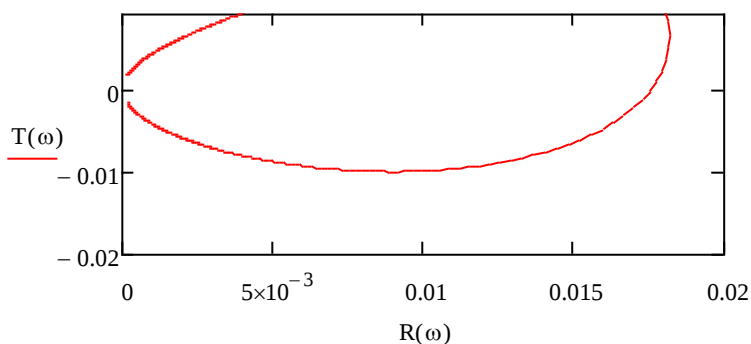
$$\phi(\omega) := \operatorname{atan}\left(\frac{Q(\omega)}{P(\omega)}\right)$$



2.11 Сурет- Фазалық жиіліктік сипаттама

$$R(\omega) := A(\omega) \cdot \cos(\phi(\omega))$$

$$T(\omega) := A(\omega) \cdot \sin(\phi(\omega))$$



2.12 Сурет- Комплексті жиіліктік сипаттама

Гурвиц критерийі бойынша орнықтылықты анықтау [8].

Гурвиц критерийі: АБЖ орнықты болуы үшін Гурвиц анықтаушының барлық n диагональді минорлары оң таңбалы болуы қажетті және жеткілікті. Бұл минорлар Гурвиц анықтауыштары деп аталады.

Гурвиц критерийін қолдану мысалдарын қарастырайық:

1) $n = 1 \Rightarrow$ динамикалық теңдеуі: $a_0 p + a_1 = 0$. $a_0 > 0$ кезінде Гурвиц анықтаушы: $\Delta = \Delta_1 = a_1 > 0$, яғни орнықтылық шарты: $a_0 > 0$, $a_1 > 0$;

2) $n = 2 \Rightarrow$: $a_0 p^2 + a_1 p + a_2 = 0$. Гурвиц анықтаушы: $\Delta_1 = a_1 > 0$, $D_2 = a_1 a_2 - a_0 a_3 = a_1 a_2 > 0$, болғандықтан $a_3 = 0$, яғни орнықтылық шарты: $a_0 > 0$, $a_1 > 0$, $a_2 > 0$;

3) $n = 3 \Rightarrow$ динамикалық теңдеуі: $a_0 p^3 + a_1 p^2 + a_2 p + a_3 = 0$. Гурвиц анықтаушы: $\Delta_1 = a_1 > 0$, $\Delta_2 = a_1 a_2 - a_0 a_3 > 0$, $\Delta_3 = a_3 \Delta_2 > 0$, орнықтылық шарты: $a_0 > 0$, $a_1 > 0$, $a_2 > 0$, $a_3 > 0$, $a_1 a_2 - a_0 a_3 > 0$.

Гурвиц критерийі функциясы: бойынша жүйені орнықтылыққа зерттейміз.
Объектінің беріліс функциясы:

$$W_o(s) = \frac{1}{6s^2 + 5s + 1} \quad (3)$$

ПИД реттеуішінің беріліс функциясы:

$$W_p(s) = k_f + \frac{1}{k_E s} + k_A s \quad (4)$$

Орындаушы механизмнің беріліс функциясы:

$$W_{\hat{n}}(s) = k_{\hat{n}} \quad (5)$$

Кері байланыс бойынша есептегенде соңғы эквивалентті беріліс функциясы мынадай болады:

$$W_{\Sigma}(s) = \frac{0.1s}{6s^2 + 5.5s + 3}$$

$n = 2$ орнықтылық шарты: $a_0 > 0$, $a_1 > 0$, $a_2 > 0$.

Гурвиц критерийі бойынша жүйе орнықты.

2.5 Технологиялық үрдістің математикалық моделі

2.5.1 Математикалық модель туралы жалпы мәліметтер

Басқару объектісінің математикалық моделі мына теңдеулер жүйесімен сипатталады:

$$f(x, u, a) = 0 \quad (6)$$

мұндағы u – басқарудың кіріс координаталар векторы; x – шығыс координаталар векторы; a – параметрлер векторы.

Кей кездері ММ теңдеу түрінде емес, a және u анық болғанда x есептеулер алгоритмі түрінде беріледі.

Басқару объектісі ММ-не қатар талаптар қойылады (оның объектіге сәйкестілігі, құрылуының және a параметрінің анықталуының қарапайымдылығы; қолдану қолайлылығы; объект қасиетін сипаттаудың толықтығы және т.б.). Осы талаптардың кейбіреуі құрылуға қарама-қарсы немесе мүлде қолданылмайды, ал басқалары ММ қолданылатын тапсырма шартымен ұсынылады және жеке мінезге ие. Осы аталғандардың ішінде ең жалпыланғаны ММ-дің объектіге сәйкестілік талаптары болып табылады.

() теңдеуде a^* векторы белгілі және $x(u, a^*)$ шешімі табылған болсын. ММ x бойынша объектіге сәйкес деп есептелінеді, егер u^0 -дың туынды мәні үшін $x(u^0, a^*)$ мен $u=u^0$ кезінде объектіде алынған $x(u^0)$ векторының ара қашықтығы берілген Δ санынан аз болса, яғни

$$\rho[x(u^0, a^*), x(u^0)] < \Delta \quad (7)$$

мұндағы Δ – модельдің жіберген қателігін сипаттайтын мән. ρ ретінде көбінесе қателіктің орта квадраты қолданылады [10].

2.5.2 Математикалық модельдер классификациясы

Басқару объектісінің типіне және оның қасиеті туралы біздің болжауымызға байланысты ММ нақтырақ түр қабылдайды.

Аппараттың немесе технологиялық үрдістің (ТУ), өндірістің, кәсіпорын және саланың ММ-дері туралы айтуға болады. Бұл модельдер басқаларынан есебінің толықтығымен және объекте түрлі үрдістерді сипаттау тереңдігімен, сонымен қатар x, u, a, f векторларының түрлі өлшемділігімен ерекшеленеді. Ереже бойынша, объектінің «масштабы» артса, осы векторлардың өлшемділігі артады, ал бұл ММ құрылымын оңайлатады. Егер мысалы, аппараттың ММ-і 10-15-тен көп емес теңдеуден тұратын болса, онда кәсіпорын мен сала ММ-дері ондаған немесе жүздеген теңдеуден тұрады. Көп жағдайда кәсіпорынның ММ-ін жоғарғы өлшемділікті жүйемен емес, көбейткіштер алгоритмімен беру ыңғайлы болады. Мұндай алгоритмдік ММ-дер табиғаты стохастикалық объектілерді сипаттау үшін қолданылады.

ММ-дердің ерекшеліктері олардың тағайындалуымен ескертіледі. Жеке жағдайда, аппараттың ММ-дері кең көлемде қолданылады: оларды оптимальды құрастыру үшін қолданылады, автоматты реттеу жүйесін құруға, жұмыстың орнықты және өтпелі режимін тиімділегенде, басқарудың тиімділігінде. Өндіріс және өнеркәсіп модельдері көбінесе басқарудың оптимальді есебін шешу үшін қолданылады, осының нәтижесінде олар әр түрлі факторлар және құбылыстардың едәуір кіші сандарын есепке алады. Сондықтан өндіріс және өнеркәсіптің ММ-дер құрылымдары аппараттың ММ-деріне қарағанда қарапайымдырақ болады.

Математикалық модельдер объекттердің әртүрлі жұмыс режимдерін сипаттайды, бұл оларды динамикалық және статикалық ММ деп классификациялауға мүмкіндік береді [10].

Динамикалық ММ-дер объекттің орнықтаған, өтпелі режимінің жұмыс жасауын сипаттайды. Динамика теңдеуінің құрылымы және түрі объектінің қасиетіне байланысты болады. Динамикалық ММ-дер келесі теңдеумен сипатталады:

$$f\left[\frac{dx}{dt}, x(t), u(t)\right]=0 \quad (8)$$

бұл көбінесе дифференциалдық теңдеулер жүйесі түрінде қалыпты формада жазылады

$$\frac{dx}{dt}=f[x(t), u(t), a]. \quad (9)$$

Объекттің орнықтаған (статикалық) режимі статикалық ММ-дермен сипатталады:

$$f(x, u, a)=0 \quad (10)$$

Ол кейде х-ке қатысты мынадай болады:

$$x=f(u, a) \quad (11)$$

2.5.3 Кептіру үрісінің математикалық моделін құру

1. Кептіргіш мұнарадағы жылу балансының динамикалық теңдеуі:

$$\rho_{ca} \cdot V_{ca} \cdot c_{pca} \cdot \frac{d\theta_{\theta}}{dt} = G_{ca}^{\theta x} \cdot c_{pca} \cdot \theta_{ca}^{\theta x} + G_{\theta m} \cdot c_{p\theta m} \cdot \theta_{\theta m} - G_{ca}^{\theta bx} \cdot c_{pca} \cdot \theta_{ca}^{\theta bx} - G_{cm} \cdot c_{p\theta m} \cdot \theta_{cm} -$$

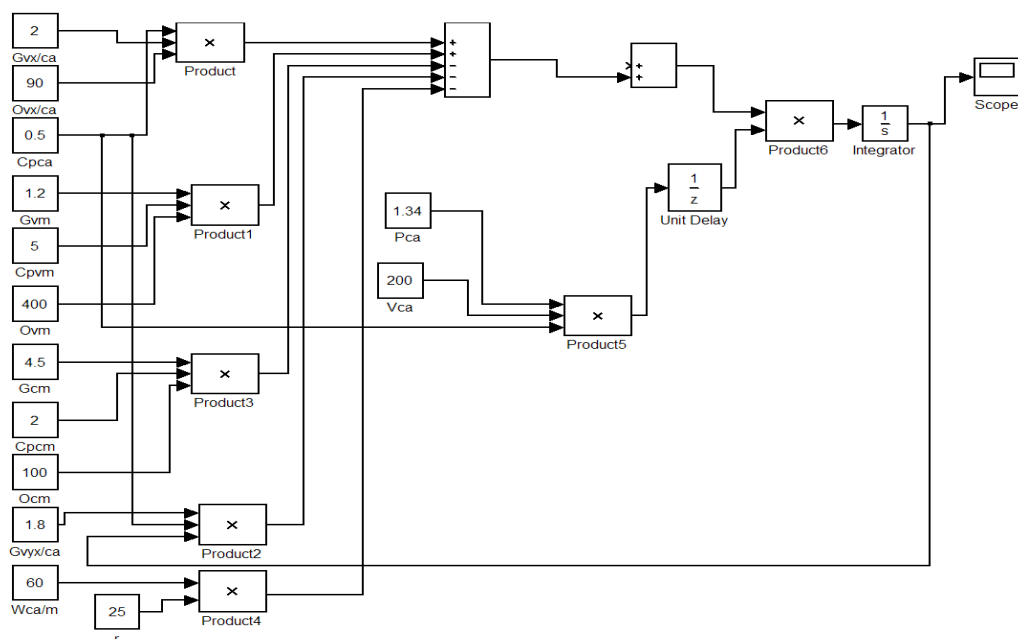
$$W_m^{ca} \cdot r$$

мұндағы V_{ca} – объект көлемі;

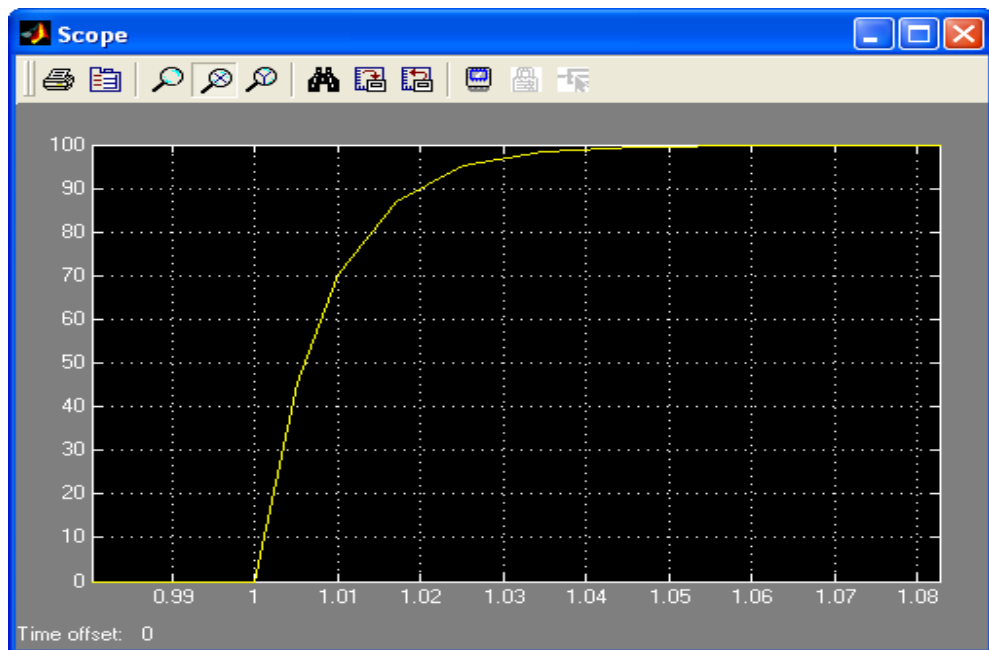
$c_{pca}, c_{p\theta m}, c_{p\theta m}$ – концентрациялар;

$G_{ca}^{\theta x}, G_{\theta m}, G_{ca}^{\theta bx}, G_{cm}$ – шығындар;

$\theta_{ca}^{\theta x}, \theta_{\theta m}, \theta_{ca}^{\theta bx}, \theta_{cm}, \theta_{\theta}$ – температуралар.



2.13 Сурет- Жылу балансының динамикалық теңдеуінің Simulink-те жиналуы

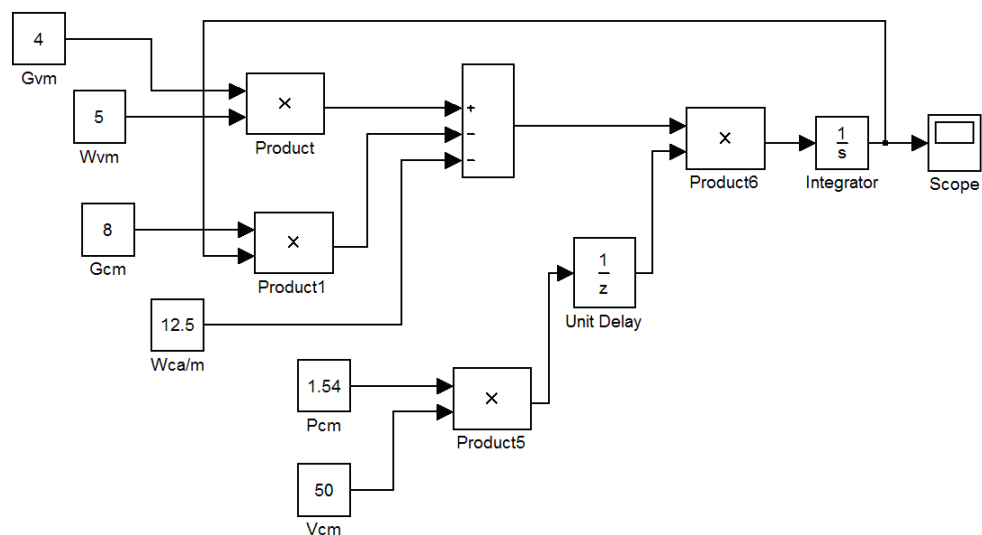


2.14 Сурет- Жылу балансының динамикалық теңдеуінің графигі

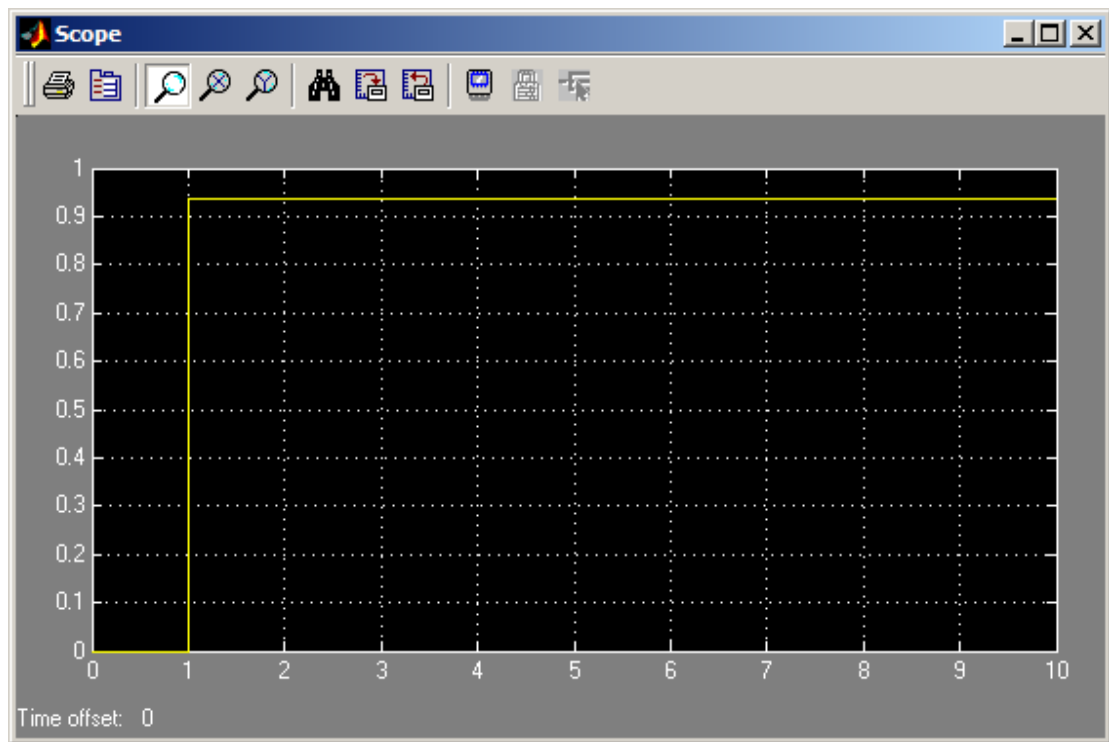
2. Өнімдегі ылғалдылық мөлшеріне байланысты материалдық баланстың динамикалық теңдеуі:

$$\rho_{cm} \cdot V_{cm} \cdot \frac{d\omega_{cm}}{dt} = G_{BM} \cdot \omega_{BM} - G_{cm} \cdot \omega_{cm} - W_m^{ca}$$

мұндағы ω_{cm} , ω_{BM} - материал ылғалдылығы.



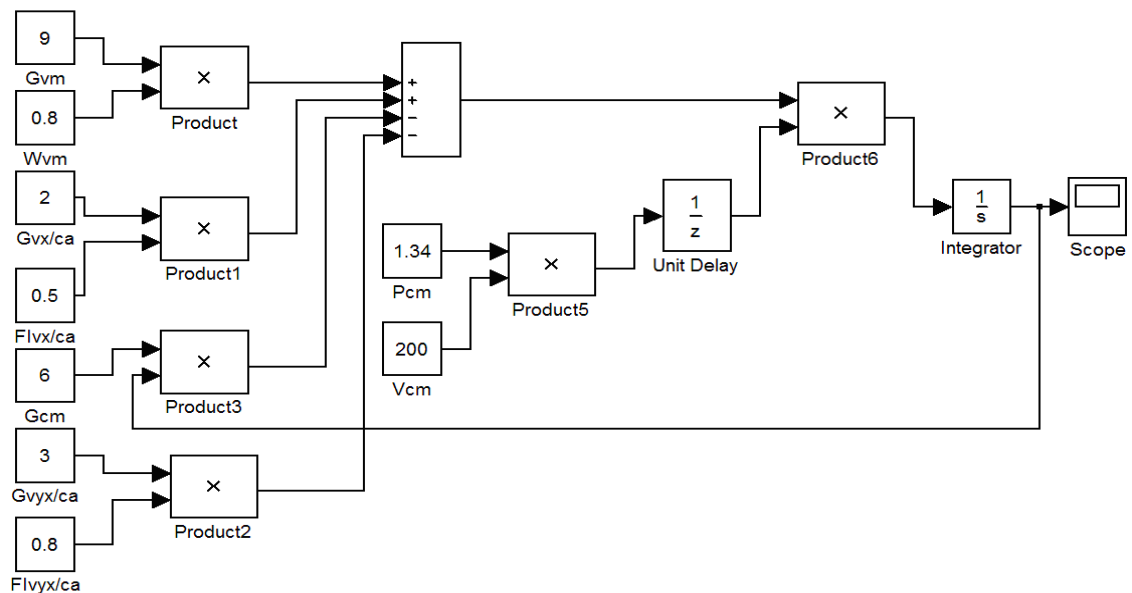
2.15 Сурет- Материалдық баланстың динамикалық теңдеуінің Simulink-те жиналуы



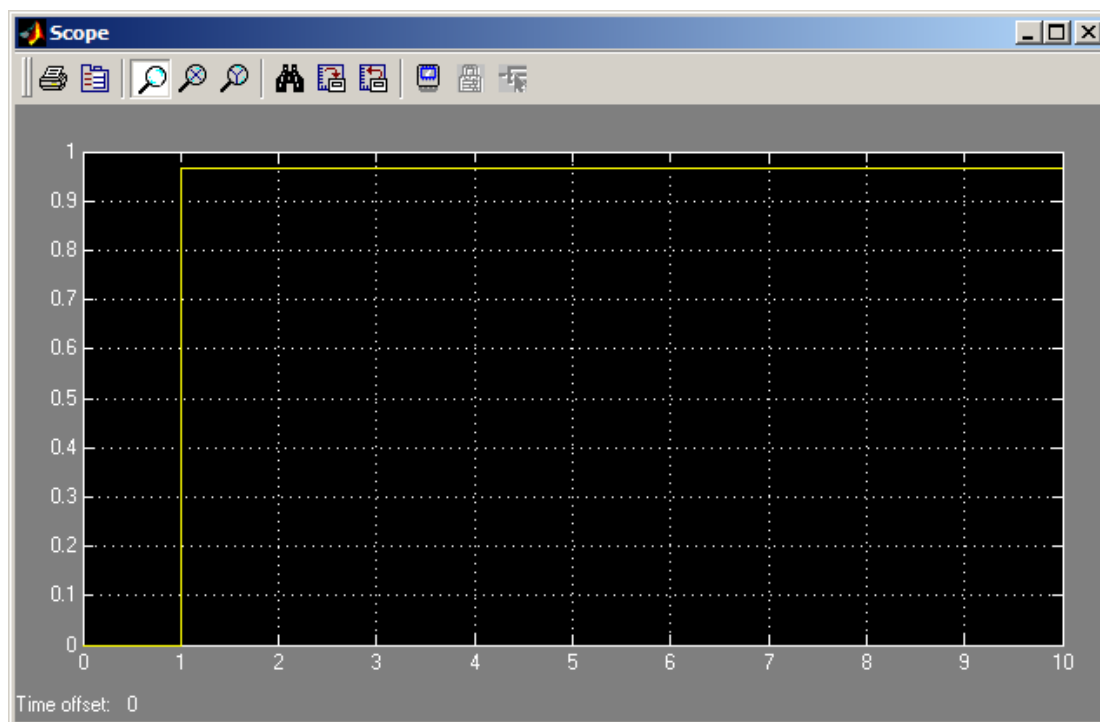
2.16 Сурет- Материалдық баланстың динамикалық теңдеуінің графигі

2. Кептіру үрдісіндегі материалдық баланстың динамикалық теңдеуі:

$$\rho_{cm} \cdot V_{cm} \cdot \frac{d\omega_{cm}}{dt} = G_{BM} \cdot \omega_{BM} + G_{ca}^{\theta X} \cdot \varphi_{ca}^{\theta X} - G_{cm} \cdot \omega_{cm} - G_{ca}^{\theta BX} \cdot \varphi_{ca}^{\theta BX}$$



2.17 Сурет- Материалдық баланстың динамикалық теңдеуінің Simulink-те жиналуы



2.18 Сурет- Материалдық баланстың динамикалық теңдеуінің графигі

2.6 Автоматтандырудың функционалдық сызба сипаттамасы

Кептіргіш мұнарадағы ерітінді температурасын өлшеу үшін термоэлектрлік термометр ТХК-0515 (поз.5) орналасқан, ол контроллерға аналогты сигнал түрінде кіреді. Өлшеу шектері 223-873К. Қателігі $\pm 2,6$ К.

Мұнараның жоғарғы бөлігінің температурасын өлшеу үшін термоэлектрлік термометр ТХК-0515 (поз.6) орналасқан, ол контроллерға аналогты сигнал түрінде кіреді. Өлшеу шектері 223-873К. Қателігі $\pm 2,6$ К.

Фосфат ерітіндісінің қысымын бақылау үшін мембралы бөлгіш РМ-5322 (поз.50) орналасқан және сигналды контроллерге аналогты түрде жібереді. Өлшеу шектері 0-25МПа. Қателігі $\pm 0,38$ МПа.

Түтіндік газдар температурасын өлшеу үшін термоэлектрлік термометр ТХК-0515 (поз.20) орналасқан, ол контроллерға аналогты сигнал түрінде кіреді. Өлшеу шектері 223-873К. Қателігі $\pm 2,4$ К.

Труба жетектегі газ қысымын бақылау үшін ДН-600-11 реле напорының датчигі (поз.46) орналасқан, ол контроллерға аналогты сигнал түрінде кіреді. Өлшеу шектері 0,6-6,0кПа, қателігі $\pm 0,06$ кПа.

Вентилятор мойын тірегіндегі май температурасын өлшеу үшін термоэлектрлік термометр ТХК-0515 (поз.7) орналасқан, ол контроллерға аналогты сигнал түрінде кіреді. Өлшеу шектері 223-873К. Қателігі $\pm 2,4$ К.

Жұмсартылған су деңгейін өлшеу үшін ESP деңгей сигнализаторы (поз.65) орналасқан, ол контроллерға аналогты сигнал түрінде кіреді.

Насос камерасындағы ТПФН деңгейін өлшеу үшін гаммарелелі аспап ГР-8 (поз.65) орналасқан, ол контроллерға аналогты сигнал түрінде кіреді. Қателігі $\pm 0,05\text{м}$ [11].

2.7 ТПФН кептіру және қыздыру үрдісіне ТҰАБЖ құру

2.7.1 ТҰАБЖ ақпараттық қамтамасыздандырылуы

Жүйені ақпараттық қамтамасыздандырудың құрамы мен құрылымын таңдау есептеуіш техника құралдарын қолданумен технологиялық үрдіс мәліметтерін өңдеуге, классификацияның бірыңғай жүйесін құруға және бастапқы ақпаратты кодтауға негізделген.

Өңделетін жүйенің ақпараттық базасы машина ішіндегі және машина сыртындағы ақпараттық базалар жиынынан тұрады.

Машина ішіндегі база жартысы ОЕҚ-ға, жартысы СЕҚ-на сыйатын мәліметтер массивінің (файлдарының) жиыны болып табылады (ОЕҚ – оперативті есте сақтаушы құрылғы, СЕҚ – сыртқы есте сақтаушы құрылғы). Және оның құрамына мыналар кіреді:

- нормативті-анықтамалық файлдар техникалық дәлелді нормативтер және технологиялық үрдістің әрбір элементінің сандық өлшемін сипаттайтын анықтамалық мәліметтер жүйесіне ие нормативті база жиынтығын құрайды;
- оперативті ақпаратты жазу және сақтау үшін арналған ақпараттық файлдар;
- ЭЕМ-да мәліметтерді енгізу және өңдеу үшін формальді тіл болып табылатын ақпаратты кодтау жүйесі.

Машина сыртындағы ақпараттық база технологиялық үрдісті басқару есебін шешу барысында бастапқы мәліметтер жиынын сипаттайды. Және құрамына мыналар кіреді:

- ғылыми-техникалық ақпараттар (кітаптар, журналдар, мақалалар және т.б.);
- конструкторлық және технологиялық құжаттар;
- нормативті-технологиялық құжаттар (стандарттар, әдістемелік және нұсқаулық техникалық мәліметтер);
- нормативті-анықтамалық ақпараттар (материалды ағынның қасиеттері, технологиялық коэффициенттер, константтар және т.б.);
- тікелей қолмен өлшеу нәтижесінде және операторлық тұлғалардың ЭЕМ-ға енгізу дайындығында алынған кіріс ақпараттар;
- тапсырманы шешу барысында құралған және шығыс құжатнама үлгісінде баспа түрінде басып шығаратын шығыс ақпараттар.

Ақпараттық қамтамасыздандыруды құрудың негізгі мақсаты басқару объектісі күйінің мүмкін анализімен қамтамасыз ету және қалыпты және экспериментальді жағдайларда басқару шешімін қабылдау болып. Ақпараттық жүйені тағайындау бақыланатын параметрлердің мәндерін өлшеуден, бұл

ақпаратты өңдеу орнына жіберуден, оның біріншілік өңделуінен және технологиялық үрдісті басқару есебін шешу үшін сол орында ақпаратты қолдануды ұсынудан тұрады. Ақпараттық қамтамасыздандыру келесі талаптар қатарына жауап беруі керек:

- ақпарат жеткізілуінің уақытында болуы;
- берілістің анықтылығы (шығын мен байланыс арнасындағы және өңдеу кезіндегі бұрмаланудың болмауы);
- ақпараттық ішкі жүйенің функционалдануының сенімділігі;
- шығыс құжатнаманың формасын сәйкес датчик сұраныс уақытымен сәйкестендіріп шығару кезіндегі ақпарат тарату жүйесінің уақыт бірлігі;
- техникалық жүзеге асыру мүмкіндігі.

Одан басқа, ақпараттық қамтамасыздандырудың құрамы мен құрылымы келесілерді қамтуы керек:

- техникалық құралдарды бірқалыпты тиеуді қамтамасыз ететін ақпараттық ағынды реттеу, сонымен қатар ақпаратты қызмет көрсетуші және басқарушы тұлғаларға уақытында тапсыру;
- жаңа жүйе қосылуына және қазіргі күйінің кеңеюіне байланысты жүйенің кеңею мүмкіндігі;
- жағдайды сараптағанда және технологиялық үрдісті қалыпты жағдайда және авариялық жағдайда басқарғанда адамның қатысу ыңғайлылығы.

Ақпараттық қамтамасыздандыру құрамы жүйе классификациясы және кодтау, көрсеткіштер жүйесі (кіріс және шығыс сигналдар тізімі), басқару жүйесінде қолданылатын ақпараттар (файлдар) массиві құжатнама жүйесі жиынтықтарынан тұрады.

2.7.2 Ұйымдастырушылық қамтамасыздандыруды

ТҰАБЖ бөлімшесіндегі өндірістік тұлғалар жөндеу және эксплуатациялау қызметтерін атқарады, ол барлық дәрежедегі қызметтермен тығыз байланысқан иерархиялық түрде ұйымдасқан. Жөндеуші тұлғалар төменгі дәрежеде жеке жүйе аралық топта, жұмыс түрі және техникалық құралдар түрі бойынша, яғни жөндеу тобы, компьютерлік техника қызмет көрсету тобы және математикалық әдіс және бағдарламалау тобы сияқты ұйымдасады.

Эксплуатациялаушы тұлғалар ТҰАБЖ жүйесінің және ішкі жүйесінің жоғарғы бөлімшесінде технологиялық үрдісті басқару және бақылау бойынша ұйымдасқан. Және оның құрамына мыналар кіреді: компьютерлік техника операторы; БӨАЖА кезекші операторы; газ тазалау бөлімшесінің тобы; «оттекті станция» бөлімшесінің тобы; химиялық зертхана тұлғалары.

Ұйымдастырушылық құрылымның келесі дәрежесінде бастық, ауысым мастер-технологы, химиялық зертхана меңгерушісі орналасқан.

Жоғарғы екі деңгейде бір-бірімен және ғылыми-зерттеу бөлімімен (ҒЗБ) тығыз байланысқан ТҰАБЖ бөлімшесінің бастығы, цех бастығы, өндірістік-

техникалық бөлім (ӨТБ) бастығы және бас инженер орналасқан. ҒЗБ-нің әкімшілік иерархиясына дәрежесі бойынша мыналар кіреді: ҒЗБ бастығы, ТҰАБЖ бөлімшесінің және зертхана бастықтары, БӨАЖА ұстасы, жылутехника бөлімінің бастығы және ауысым бастығы.

Төменгі дәрежеде қол астында математикалық әдіс және бағдарламалау тобы, компьютерлік техника қызмет көрсетуші тобы, жөндеу тобы, компьютерлік техника операторы және БӨАЖА кезекші операторы бар компьютерлік техника бастығы орналасқан.

Оперативті басқару пункті. ТПФН ТҰАБЖ басқару пункті ақпараттық режимде жұмыс жасайды және мыналарды жүзеге асырады: орталықтандырылған жинақ; объектің технологиялық үрдісін оперативті басқаруды максималды жеңілдететін формада ақпаратты ұсыну және өңдеу; технологиялық параметрлерді орталықтандырылған үздіксіз бақылау; технологиялық үрдістің түріл бұзылуларын және берілген параметрлердің ауытқуларын тіркеу және сигнализация; жұмыстың ауысымды нәтижелерін орталықтандырылған үздіксіз бақылау; компанияның дамуы туралы ақпаратты құрастыру және оперативті баспа; зауыт басшылығының және ҒЗБ-нің оперативті ақпараттық қызмет көрсетуі.

Оперативті тұлғалардың міндеттік функциялары. Оператор әкімшілік тұрғыдан ауысым бастығына (инженер-зерттеушіге) бағынышты және ауысым ұстасымен, цех бастығымен және жылутехника бөлімінің меңгерушісімен оперативті түрде байланысты. Оператор келесі негізгі функцияларды атқарады: ауысым ұстасы тапсырған технологиялық режимді ұстап тұрады; жұмыс режимін қосуды, өшіруді және құрылғыларды тоқтатуды жүзеге асырады; өндірістік бағдарламаның орындалуын бақылайды; өзін қызықтыратын технологиялық ақпаратты шақыруды жүзеге асырады; ауысым ұстасының, ТПФН бөлімінің бастығының және ауысым бастығының нұсқауы бойынша технологиялық режимнің параметрлерінің жаңа мәндерін оператор пультінен компьютерлік техникаға енгізуді жүзеге асырады; технологиялық режимінің бұзылуын есепке алуды жүргізеді және бұзылудың себебін анықтайды; «тар жерлерді» анықтайды және оны тез арада жою үшін бөлімнің ауысым ұстасымен қосылып оперативті шараларды жасайды; сенімді есептік ақпаратты құрастырады және оның жоғарғы деңгейге жүйелі түрде жетуін қамтамасыз етеді.

Ауысым ұстасы – бұл ТПФН технологиясын жақсы білетін жоғарғы білікті маман. Цехтың қалыпты жұмыс істеуі үшін құрамы төрт адамнан тұратын ауысым ұсталары болуы керек. Ауысым ұстасы келесі негізгі функцияларды атқарады: аумақтағы қондырғылар жұмысын және цех қызметін координациялайды; ТПФН қондырғылары жұмысының сыртқы координациясын жүзеге асырады; цех аралық және цех ішкілік шикі зат пен материалды ұйымдастыруды қамтамасыз етеді; аумақтағы және жеке агрегаттағы жұмыс істеудің оптимальді режимін таңдау кезінде шешім қабылдайды; өндірістік бағдарламаның орындалуын бақылайды; ауысымды тәуліктік технологиялық тапсырманың орындалуын қамтамасыз етеді; ТПФН

басқару пунктiнiң жұмысы туралы сенiмдi ақпаратты құруды қамтамасыз етедi; жұмысшылардың цех басшылығының және ауысым бастығының жарлығын орындауын бақылайды; авария жағдайында бүкiл толық билiктi өз қолына алады.

Басқару пунктiнiң ауысым бастығы инженер-зерттеушi болып табылады. Инженер-зерттеушiнiң тiкелей әкiмшiлiк бастығы ТПФН зертханасының бастығы болып табылады. Ауысым бастығы өзiнiң әрекеттерiн цех бастығымен және ТПФН бөлiмiнiң меңгерушiсiмен ақылдасып шешiп отырады.

2.7.3 ТҰАБЖ техникалық қамтамасыздандыру

ТПФН-ды кептiру және қыздыру технологиялық үрдiсiн автоматты басқару жүйесiнде техникалық база ретiнде орталық процессор CPU 417-4 мен бағдарламаланатын логикалық контроллер Simatic S7-400 алынған. Осы жүйенiң төменгi деңгейiнде ақпарат жиынтығын қамтамасыз ететiн және осы ақпаратты контроллерге қолайлы түрге түрлендiретiн датчиктер және түрлендiргiштер, сонымен қатар басқару объектiсiнiң күйi туралы ақпаратты адам-оператор қабылдауына қолайлы түрде бейнелейтiн және тiркейтiн әртүрлi екiншiлiк аспаптар қолданылады.

Автоматтандыру жүйесiнiң басқарылатын бөлiгiнiң техникалық базасы ретiнде орталық процессор CPU 417-4 мен бағдарламаланатын логикалық контроллер Simatic S7-400В таңдалған. Контроллерлер “Totally Integrated Automation” концепциясының талаптарына толықтай жауап бередi.

Simatic S7-400 модульдi бағдарламаланатын контроллерлерi орташа және жоғарғы дәрежелi қиындықтағы автоматты басқару есептерiн шешуге арналған.

Simatic S7-400 келесi себептер бойынша таңдалған:

- STEP 7 ортасында кескiндеу және бағдарламалау.
- MPI және SIMATIC NET тораптарына қосылуға мүмкiндiк.
- Жоғарғы есептеушi қуаттылық, команданың комплекстi жиынтығы, MPI интерфейсiнiң қатысуы, локальдi торапта жұмыс iстеу мүмкiндiгi.
- Енгiзу-шығару таралған құрылымын қолдану мүмкiндiгi және өндiрiстiк тораптардың әртүрлi типiне қарапайым қосылу.
- Конструкция бойынша қызмет көрсету ыңғайлылығы және табиғи салқындатумен жұмыс жасау.
- Жүйенi модернизациялау кезiндегi мүмкiндiктiң еркiн артуы.
- Функцияларының санының көптiгiне байланысты қуаттың жоғарылығы.

SIMATIC өнеркәсiптiк бағдарламалық қамтамасыздандыруы SI-MATIC базасында жасалған барлық автоматты басқару жүйесiн өндеу үшiн негiзгi болып табылады. Бұл бағдарламалық қамтамасыздандыру тұтынушыға басқару жүйесiн құру мен эксплуатациялаудың барлық кезеңi үшiн қажеттi

аспаптық құралдардың толық жинағын. SIMATIC бағдарламалық қамтамасыздандыруы интегралданған болып табылады:

- Жобаның барлық мәліметтері бірыңғай мәліметтер базасында сақталады. Олар бір-ақ рет енгізілуі мүмкін, осыдан кейін ол барлық бағдарламалық компоненттер үшін қолайлы болады.

- Символдар кестесінде берілген символды аттарды барлық аспаптық құралдарда қолдануға болады.

- Жобаның барлық аспаптық құралдары мен компоненттерін басқару орталықтан жүзеге асады.

SIMATIC өнеркәсіптік бағдарламалық қамтамасыздандыруының негізін Windows 95/ 98/ NT/ ME/ 2000 PROF/ XP PROF. STEP 7 операциялық жүйесімен басқаруының әсерімен жұмыс жасайтын STEP 7 пакеті құрайды, ол IEC 1131-3 халықаралық стандартының және DIN EN 6.1131-3 еуропалық нормасының талаптарына толық жауап береді.

STEP 7 қолдануға ыңғайлы:

- Бұрын қолмен орындалған көп операциялар қазір бағдарламалық қамтамасыздандыру арқылы жүзеге асады.

- STEP 7 STEP 5-тің мирасқоры болып табылады. Бағдарлама сатылы логика диаграммасы (LAD), нұсқаулық тізімі (STL), функционалды блок диаграммасы (FBD) тілдерінде өңделуі мүмкін.

- IEC 1131-3 және DIN EN 6.1131-3 халықаралық стандарттар талабын есепке алу пакетті үйренуді жеңілдетеді және тұлғаларды дайындауға кететін шығынды азайтады.

CPU 417-4 келесі көрсеткіштер бойынша сипатталады:

- Өнімділігі жоғары микропроцессор: екі операцияны қатар орындау уақыты 0.1 мкс-тан аспайды.

- 4 Мбайт көлемді тұтынушы бағдарламасының секциясын орындау үшін жылдам әрекет ететін оперативті есте сақтаушы құрығы (бағдарлама үшін 2Мбайт, мәліметтер үшін 2Мбайт).

- Икемді кеңеюі: 262144 дейін дискретті немесе 16384 дейін аналогты кіріс-шығыстар.

- MPI интерфейс: MPI интерфейс 32 станцияға дейін торапқа қосылуға мүмкіндік береді. Мәліметтер берілу жылдамдығы 12 Мбит/с-қа дейін. MPI станциямен немесе контроллердің ішкі коммуникациялы шинасына (К-шина) қосылған станциямен орталық процессорға қосылу 44-ке дейін болады.

- Жұмыс режимін ауыстырып қосқыш (кілт көмегімен ауыстырып қосу): орталық процессордың жұмыс режимін таңдау және бағдарлама мен тұтынушы мәліметтеріне қол жетімділігінің шек қойылуы.

- Парольді қорғаныш: бағдарламаға және мәліметтерге қол жетімділіктің парольді қорғанышын қолдану.

- Диагностикалық буфер: FIFO буферде қателік туралы, тоқтап қалу және үзіліп қалу туралы соңғы 120 хабарлама сақталынады. Бұл ақпарат диагностикалық ақпаратты анализдегенде салыстырылып оқылады.

- Адам-машиналы интерфейс құрылғысының қызмет көрсетуі: тұтынушы адам-машиналы интерфейс құрылғысы үшін тек ақпарат көзін және қабылдағышты анықтап беруі керек; мәліметтердің берілуі орталық процессордың операциялық жүйесінің басқаруы әсерінен автоматты түрде орындалады.

- Нақты уақыт сағаты: орталық процессордың диагностикалық хабарламасы күні және уақыты белгіленген болып баруы мүмкін.

- Жады картасы: S7-400 бағдарламаланған контроллерінің жұмысы үшін жады картасы (RAM немесе EEPROM) міндетті түрде керек. Жады картасы тұтынушы бағдарламасы және жүйені күйге келтіру параметрлері сақталып тұрған орнатылған тиеу жадысын (RAM) кеңейті үшін қолданылады.

- PROFIBUS-DP орнатылған интерфейсін және MPI/ PROFIBUS-DP құрамдастырылған интерфейсін: таралған енгізу-шығару жүйесін қолдануды елеулі түрде жеңілдететін DP-құрылғысының кіріс/шығыс (V3.0 операциялық жүйесімен) интерфейсін. Таралған және локальді енгізу-шығару жүйесінің кіріс-шығысына қызмет көрсету бір тәсілмен (кескінделу, адресациялау және бағдарламалау тәсілінің біркелкілігі) орындалады. IEC 61158/EN 50170 стандарты талабына жауап беретін және SIMATIC S7 жетекші контроллер басқаруы әсерінен жұмыс жасайтын SIMATIC S5 контроллерін өзінің құрамына қосатын PROFIBUS аралас кескінін құру.

Орнатылған коммуникациялы функциялар:

- PG/OP-байланыс функциясы.

- ғаламдық мәліметтермен алмасу.

- Стандартты байланыс функциялары.

- S7- байланыс функциясы.

- IF 964-DP интерфейсін модульді қосу үшін және PROFIBUS-DP қосымша интерфейсін алу үшін екі ажыратқыш.

IF 964-DP интерфейсін субмодульді:

- PROFIBUS-DP құрылғысының кіріс/шығысы (V3.0 операциялық жүйесімен орталық процессорға).

- Мәліметтер берілу жылдамдығы 9.6 Кбит/с ... 12 Мбит/с.

- D-типті қосқыштың 9-жолақты ұясы арқылы қосылу.

- Бір орталық процессорға 1 (CPU 414-3/ CPU 416-3) немесе 2 (CPU 417-4) PROFIBUS интерфейсін субмодульді орнату.

ТПФН үрдісін басқару және бақылау функциясын орындау үшін өнеркәсіптік қондырғы технологиялық параметрлер датчиктерімен жабдықталған. Технологиялық үрдіс барысында бақылау үшін мыналар маңызды параметрлер болып табылады: температура, қысым, сирету, шығын, ылғалдылық. Өлшеу, бақылау және реттеу, басқару үшін төменде көрсетілген датчиктер тандап алынды:

Термоэлектрлік түрлендіргіштер қатты, сұйық, газ тәрізді және сусымалы заттардың температурасын бірыңғай токты сигналға түрлендіруге арналған.

Қорғаныш арматураның материалын бұзбайтын бейтарап және агрессивті ортаның температурасын өлшеуді қамтамасыз етеді. Энергетика, мұнай, газ, тау-кен және басқа да өнеркәсіптік салалар объектісінде температураны автоматты бақылау және реттеу жүйесінде қолданылады.

Өлшеп түрлендіргіш екі жағынан электронды схема элементі сиятын компаундпен құйылған диаметрі 43 мм болатын баспа төлемі сияқты. Өлшеп түрлендіргіш біріншілік түрлендіргіштің шығысынан келетін сигналды бірыңғай токты шығыс сигналына түрлендіреді, ол қосымша нормалайтын түрлендіргіш қолданбай-ақ ТҰАБЖ жүйесін құруға мүмкіндік береді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Казфосфат зауытында болған процестерді байқағанымдай, қазіргі кезде ТПФН өндіру цехында ортофосфат кептіру мұнарасында автоматты басқару енгізілмеген, ТПФН ылғалдылығы қолмен реттеледі. Оның ылғалдылығы халықаралық нормаға сай 1%-ке дейін болуы керек.

Бұл дипломдық жобада ЖЖФЗ эксперт-технологтарының ұсынысы бойынша, ТПФН ылғалдылығын автоматты басқарудың математикалық моделін зерттедім. Математикалық модельді ылғалдылықтың бірқалыпты болуы үшін МЭО орындаушы механизмін және ПИД реттеуішін қолданып жасадым. Ол адамдық факторды азайтып, триполифосфат натрий өнімінің сапасын арттырады.

Триполифосфат натрий өндіру үрдісіне автоматты басқару жүйесін енгізгенде, жылдық экономикалық тиімділік 2172496,9 теңгені құрады. Кеткен шығын 2,4 жыл ішінде ақталады. Ол ақтаудың нормалық мерзімінен төмен, сондықтан енгізілген жүйе қолданысқа ұсынылуы мүмкін.

Тұрақтылық шекарасындағы Гурвиц критерийіне сәйкес Ашық тізбек жүйесі бар, өйткені бір детерминант нөлге тең. Тұрақтылық критерийі бойынша жабық жүйе тұрақтылық шекарасында орналасқан, себебі Ляпунов теоремасы бойынша ашық контурлы жүйе тұрақсыз және AFJS $(-1,0 j)$ нүктесіне өтеді ашық цикл жүйесі. Осы 2 әдістерді қолданып кептіру технологиясына әсерін түсіндім.

ҚЫСҚАРТЫЛҒАН СӨЗДЕР ТІЗІМІ

ТПФН	триполифосфат натрий
ЖЖФЗ	жаңа Жамбыл фосфор зауыты
МЭО	механизм электрический однооборотный
ПИД	пропорционалды-интегралды-дифференциалды
ТҮАБЖ	технологиялық үрдісті автоматты басқару жүйесі
ӨТБ	өндірістік техникалық бөлім
ҒЗБ	ғылыми зерттеу бөлімі
БӨАЖА	бақылау өлшеу аспаптары және автоматика
ММ	математикалық модель

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Позин М.Е. «Технология минеральных солей» М., ГХИ, 1961
- 2 Ваггаман.В «Фосфорная кислота, фосфаты и фосфорные удобрения» М., ГХИ, 1957
- 3 Лынов М.В., Шевченко Д.Н. «Химическая промышленность» 1960
- 4 Продан Е.А., Продан Л.И., Ерломенко Н.Ф. «Триполифосфаты и их применение». Минск 1969
- 5 Лапшын Ю.П. «Развитие автоматизированных систем управления в промышленности» М., 1977
- 6 Пехотин Г.А., Шумаков Н.С., Осипенко Ю.С. и др. «Фосфорная промышленность» М., 1978
- 7 Бугенов Е.С., Джусипбеков У.Ж. «Физико-химические основы и технология производства неорганических соединений фосфора». Алматы, 2006
- 8 Бекбаев А., Сүлеев Д.К., Хисаров Б.Ж. «Сызықты және бейсызықты жүйелердің автоматты реттеу теориясы» Алматы, 2005
- 9 Руппель А.А. «Анализ и синтез систем автоматизации технологических процессов» Омск, 2006
- 10 Балакирев В.С., Володин В.М., Цирлин А.М. «Оптимальное управление процессами химической технологии» М., 1978
- 11 Ключев А.С., Глазов Б.В., Дубровский А.Х. «Проектирование систем автоматизации технологических процессов» М., 1980
- 12 Ротач В.Я. Теория автоматического управления: учебник для вузов. М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 400б.
- 13 Теория автоматического управления. Часть 1. / Воронов А.А. -М.: Высшая школа, 1986.–277б.
- 14 Ерофеев А.А. Теория автоматического управления. -Спб.: Политехника, 2003. – 304б.
- 15 Попов Е.П. Теория линейных систем автоматического регулирования и управления. -М.: Наука, 1989. – 256б.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Даукенов Ердаулет Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Триполифосфат натрийді өндіру технологиясы

Научный руководитель: Нурлан Сарсенбаев

Коэффициент Подобия 1: 5.3

Коэффициент Подобия 2: 1.5

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 49

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- ☐ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- ☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- ☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- ☐ Обоснование:

Дата

проверяющий эксперт

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Даукенов Ердаулет Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Триполифосфат натрийді өндіру технологиясы

Научный руководитель: Нурлан Сарсенбаев

Коэффициент Подобия 1: 5.3

Коэффициент Подобия 2: 1.5

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 49

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- ☐ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- ☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- ☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- ☐ Обоснование:

Дата

Заведующий кафедрой



**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ
ПІКІРІ**

дипломдық жобаға

Даукенов Ердаулет
5B070200- Автоматтандыру және басқару

Тақырыбына: Триполифосфат натрий алу үрдісіне басқару жүйесін құру

Берілген дипломдық жобада триполифосфат натрий кептіру мұнарасына ТҰАБЖ қарастырылған.

Технологиялық ТПФН алу үрдісі: бейтарапталуы, кептірілуі және қыздырылуы толықтай түсіндірілген. Кептіру мұнарасы және оның қазіргі автоматизация күйі толық сипатталған.

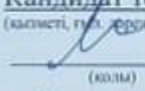
Арнайы бөлімде кептіру мұнарасын объект ретінде қарастырған, басқару есебінің қойылымы туралы жазылған. Сонымен қатар кептіру үрдісіне материалдық және жылу балансы құрылып, математикалық модель жасалған және ол адекваттылыққа тексерілген, автоматты жұмыс жасауы, оны басқару тиімділігі келтірілген.

Дипломдық жобада бүкіл мәселелер толықтай қарастырылған дей келе, «90/өте жақсы» және толық деп бағалап, оны орындаушы Даукенов Ердаулет 5B070200 - «Автоматтандыру және басқару» мамандығы бойынша бакалавр лауазымына лайықты деп санаймын.

Ғылыми жетекші

Кандидат технических наук, ассистент профессор

(қазіргі, ғыл. дәрежесі, аты)

 Орынбет Марат Маханбетович

(қолы)

« 12 » мамыр 2022 ж.

СЫН – ПІКІР

Дипломдық жоба

Даукенов Ердаулет

5B070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы
Тақырыбы : Триполифосфат натрий алу үрдісіне басқару жүйесін құру
Орындалды :
а) графикалық бөлім __ бет;
б) түсініктеме жазбасы __ бет.

ЖОБАҒА ЕСКЕРТУ ЖАСАУ

Берілген дипломдық жобада триполифосфат натрий кептіру мұнарасына ТҮАБЖ қарастырылған.

Технологиялық ТПФН алу үрдісі: бейтарапталуы, кептірілуі және қыздырылуы толықтай түсіндірілген. Кептіру мұнарасы және оның қазіргі автоматизация күйі толық сипатталған.

Арнайы бөлімде кептіру мұнарасын объект ретінде қарастырған, басқару есебінің қойылымы туралы жазылған. Сонымен қатар кептіру үрдісіне материалдық және жылу балансы құрылып, математикалық модель жасалған және ол адекваттылыққа тексерілген, автоматты жұмыс жасауы, оны басқару тиімділігі келтірілген.

ЖОБАНЫ БАҒАЛАУ

Дипломдық жобада бүкіл мәселелер толықтай қарастырылған дей келе, «90/өте жақсы» және толық деп бағалап, оны орындаушы Даукенов Ердаулет 5B070200 - «Автоматтандыру және басқару» мамандығы бойынша бакалавр лауазымына лайықты деп санаймын.

Сын – пікір беруші:

Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ Жылуфизика
және техникалық физика кафедрасының

т.ғ.к., доцент

Туманов И.Е.

« 2 » май 2022 ж.

