

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматтандыру және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

Әділхан Салидат Дуйсеханқызы

Оттегі-түрлендіргіш балқытуды автоматтандырылған басқару жүйесін әзірлеу

Дипломдық жобаға  
**ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА**

6B07103 – Автоматтандыру және роботтандыру мамандығы

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматтандыру және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**  
Автоматтандыру және басқару  
кафедрасының меңгерушісі,  
физ.-мат. ғыл. кандидаты  
Алдияров Н.У.  
«28» маусым 2023 ж.



Дипломдық жобаға  
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

Тақырыбы: «Оттегі-түрлендіргіш балқытуды автоматтандырылған басқару жүйесін әзірлеу»

6B07103 – «Автоматтандыру және роботтандыру» мамандығы

Орындаған

Әділхан С.Д.

Рецензент

Техника ғылымдарының  
кандидаты, доцент

Сағындықова Ш.Н.

«31» маусым 2023г.

Ғылыми жетекші

Техника және технология  
магистрі, аға оқытушы

Мүсілімов Қ.Б.

«31» маусым 2023ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматтандыру және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы



Дипломдық жобаны орындауға  
ТАПСЫРМА

Білім алушы: Әділхан Салидат Дуйсеханқызы

Тақырыбы: «Оттегі-түрлендіргіш балқытуды автоматтандырылған басқару жүйесін әзірлеу»

Университеттің «23» қараша 2022 жылғы Б.Жаутиков жарлығы бойынша ғылыми кеңесінің  
№ 408 – П/Ө шешімімен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі « 7 » маусым 2023 ж.

Дипломдық жобаның бастапқы деректері: оттегі-түрлендіргіштің автоматтандыру сұлбасы.

Дипломдық жобада әзірлеуге жататын мәселелер тізімі:

- а) Оттегі-түрлендіргіштердің түрлері туралы жалпы мәлімет;
- б) Оттегі-түрлендіргішті өлшеу, бақылау және есепке алу үшін бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу;
- в) Оттегі-түрлендіргішінің оттегі мен үрлеу процесін моделдеу.

Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып): функционалдық сұлба.

Жұмыс презентациясы слайдтарда \_\_\_\_\_ көрсетілген




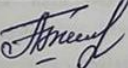
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 14 атаулардан



**Дипломдық жобаны дайындау  
КЕСТЕСІ**

Бөлім атаулары, қарастырылған сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, Кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Технологиялық бөлім	20 Ақпан 2023 м	
Арнайы бөлім	2 Наурыз 2023 м	
Есептік бөлім	27 Наурыз 2023 м	

Аяқталған дипломдық жоба үшін, оған қатысты бөлімдердің жобасын көрсетумен,  
кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған қолдары

Бөлімдердің атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Технологиялық бөлім	Мүсілімов Қ.Б. техника және технология магистрі, аға оқытушы	24.05.2023	
Арнайы бөлім	Мүсілімов Қ.Б. техника және технология магистрі, аға оқытушы	24.05.2023	
Есептік бөлім	Мүсілімов Қ.Б. техника және технология магистрі, аға оқытушы	24.05.2023	
Нормалық бақылаушы	Жеңіс А.Б. ассистент	25.05.2023	

Ғылыми жетекшісі \_\_\_\_\_

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы \_\_\_\_\_

Күні «23» 01 2023ж

Мүсілімов Қ.Б.  
Әділхан С.Д.

## АҢДАТПА

Бұл дипломдық жобада оттегі-түрлендіргіште балқытудың автоматтандырылған басқару жүйесін әзірлеу қарастырылады. Басқару объектісі ретінде оттегі фурмасы таңдалды. Оттегі-түрлендіргіш балқытуының функционалдық схемасы әзірленді. Реттеу жүйесі жасалып, MATLAB ортасында математикалық модель құрастырылды. Scada жүйесінде оттегі-түрлендіргіш балқыту процесі сипатталды.

Дипломның бірінші бөлімінде технологиялық үрдіс және оттегі-түрлендіргіш балқыту сипатталды. Екінші бөлімде Simatic WinCC V15 бағдарламасы арқылы технологиялық процеске визуализация жасалды.

Үшінші бөлімде ауа фурмасын басқару объект ретінде таңдалып және математикалық моделі жасалды.

Қорытындыда жұмыс нәтижесі туралы қорытынды жасалды және оттегі-түрлендіргіш балқыту процесі үшін автоматты басқару жүйесін әзірлеудің артықшылығы негізделді.

## АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте была рассмотрена разработка системы автоматизированного управления кислородно-конвертерной плавкой. Как объект управления была выбрана кислородная фурма. Была разработана функциональная схема кислородно-конвертерной плавки. Разработана система регулирования, а также в среде MATLAB построена математическая модель системы. В системе SIMATIC WINCC V 15 была визуализирована продувка кислородного конвертора.

В первой части дипломного проекта был описан технологический процесс и плавка в кислородном конвертере. Было дано описание конструкции конвертора. Были описаны этапы плавки металла.

В второй части дипломного проекта был визуализирован технологический процесс с помощью SIMATIC WINCC V 15.

В третьей части дипломного проекта кислородная фурма была выбрана как объект управления и была построена математическая модель. В заключении подводятся итоги выполненной работы и обосновываются преимущества разработки автоматизированного управления кислородно-конвертерной плавки.

## ANNOTATION

In this thesis, the development of an automated control system for oxygen converter melting was considered. The oxygen tuyere was chosen as the control object. A functional scheme of oxygen converter melting was developed. A control system has been developed and a mathematical model of the system has also been built in the MATLAB environment. The purging of the oxygen converter was visualized in the SIMATIC WINCC V 15 system.

The first part of the thesis described the technological process and melting in an oxygen converter. A description of the converter design was given. The stages of metal melting were described.

In the second part of the thesis, the technological process was visualized using SIMATIC WINCC V 15.

In the third part of the thesis, the oxygen tuyere was selected as a control object and a mathematical model was built. In conclusion, the results of the work performed are summarized and the advantage of the development of automated control of oxygen converter melting is justified.



## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Технологиялық бөлім	8
1.1 Оттегі-түрлендіргіштердің түрлері туралы жалпы мәлімет	8
1.2 Оттегі-түрлендіргіштің жалпы технологиясы	9
1.3 Оттегі-түрлендіргішінің құрылысы	12
1.4 Оттегі құрамы басқару объектісі	13
1.5 Функционалды схема және автоматтандыру құралдарын таңдау	14
2 Арнайы бөлім	20
2.1 Бағдарламалық қамтамасыз етуді таңдау және диспетчерлік бағдарламалық құралды таңдауды негіздеу	20
2.2 Оттегі-түрлендіргішті өлшеу, бақылау және есепке алу үшін бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу	22
2.3 Оттегі-түрлендіргіштің басқару алгоритмін құру	26
3 Есептік бөлім	27
3.1 Оттегі-түрлендіргішінің оттегі мен үрлеу процесін модельдеу	27
3.2 Жиілік сипаттамалары	28
3.3 Жүйенің орнықтылығы	30
3.4 Сапа көрсеткіштерін бағалау	32
3.5 Басқару жүйесінің реттегішін құру	34
Қорытынды	38
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	39

## КІРІСПЕ

Болат балқыту өндірісі қара металлургия өндірісінің екінші буыны болып табылады. Болат балқыту процесі шойын мен металл сынықтарын балқытудан тұрады. Болат алу үшін үш технологиялық процес қолданылады, олар мартен әдісі, оттегі - түрлендіргіш және электрлік балқыту процестері болып табылады. Қазіргі таңда болат өндірідің ең танымал түрі ол оттегі - түрлендіргіш процессі болып табылады. Әлем бойынша өндіретін болаттың 70% оттегі - түрлендіргіш процессіне келеді.

Оттегі-түрлендіргіш конверторын артықшылығы ол отынсыз пеш болып табылады. Яғни еріген сұйық шойынды ауа оттегі мен үрлеген көміртек атомсфераға оттегі оксид пен диоксид ретінде шағарылады. Бұл процес өте жылдам жүреді. Ертілген шойын бірнеше минут ішінде болатқа айналады. Алайда кез – келген шойынды қолдануғы болмайды. Оттегі - түрлендіргіште қоладынылатын шойын құрамында кремний және маргенец бар шойын қолданылады. Балқыту процессі үшін негізгі процес ол үрлеу болып табылады.

Жобаның мақсаты. Болатты өндіруде қолданылатын оттегі-түрлендіргіштің автоматтандырылған басқару жүйесін әзірлеу.

Бұл жобаның өзектілігі болат дайындайтын оттегі-түрлендіргіші автоматты басқаруды қажет етеді. Болат өндіруде оттегі-түрлендіргішінің дамуы себебі жоғары өнімділік, капитал жағынан төмен салымдар, шикізат көзінің көптігі болып табылады. Қарастырылған теориялық мәліметтер негізінде болатты үрлеу процесі сипатталады. Басқару объектісі ретінде ауа фурмасы таңдалды. Технологиялық процестің функционалдық схемасы және математикалық моделі құрылады.

Жобаның міндеті. Қойылған тапсырманы орындау ең алдымен технология процесті толығымен қарастыру. Дипломдық жұмысқа қойылатын міндеттер келесідей болады:

- технологиялық процесті зерттеу;
- технологиялық процеске сай автоматтандыру схемасын салу;
- таңдалған объектінің математикалық моделін құрастыру;
- SIMATIC WINCC V 15 жүйесінде процесті сипаттау;
- ауа беру жүйесін реттеу.



## 1 Технологиялық бөлім

### 1.1 Оттегі-түрлендіргіштердің түрлері туралы жалпы мәлімет

Оттегі-түрлендіргішті балқыту процесі бұл таза оттегімен конвертер ішінде үрлеу арқылы болат алу процесі. Металл құрамындағы кремний, көміртек және марганец сияқты қоспалардан оттегі мен үрлеу кезінде айырылады.

Бұл процесстің ерекшелігі сырттан отын енгізуді қажет етпейді.

Оттегі-түрлендіргіштердің бірнеше түрі бар олар :

- Оттегі мен астыдан үрлеу процесі (Бессемер және Томас процестері);
- Оттегі-түрлендіргіш оттегімен үстінен және астынан үрленетін.

Бірінші түрлендіргіштің мәні конвертерге құйылған сұйық шойын конвертердің астынан оттегімен үрленеді. Оттегі шойынды тотықтырады соның арқасында болат пайда болады. Тотығу сәтінде болат 1600°C дейін қызады.

Бессемер түрлендіргіші

Бессемер процесін 1856 – 1869 жылдары ағылшын ғалымы Г. Бессемер ойлап тапқан болатын. Бұл процес құрамында төмен мөлшерде фосфор және күкірт жеткілікті мөлшерде кремний бар шойынды өңдейді. Балқыту келесідей жүреді конвертерге құрамында Si 0.7-1.25%, <0.06% P, <0.06% S бар шойын құйылады 1250-1300°C - та оттегімен үрленеді. Үрлеу барысында құрамындағы элементтер тотығып оксидтер түзеді ал олар қышқыл қалдықтар түзеді. Көміртек тотыққаннан кейін үрлеу тоқтатылады. Дайын металл конвертер мойны арқылы ковшқа құйылады да тотықсыздану жүреді. Қалдық қышқыл болғандықтан құрамынан фосфор, күкірт балқу кезінде жойылмайды. Яғни бұл Бессемер түрлендіргішінің кемшілігі.

Томас түрлендіргіші

Томас процесі 1878 жылы С.Томаспен ұсынылған. Бұл процесі құрамында фосфор көп мөлшердегі шойынды балқытуға арналған. Бессемер және Томас түрлендіргіштерінің формасы алмұрт тәрізді. Бессемер түрлендіргішінің футеровкасы династы кірпіштен жасалған, ал Томас түрлендіргішінікі шайырлы доломиттен жасалынған. Түрлендіргіштің үстінгі жағында шойын құйып, болатты шығаратын қуысы бар. Корпустың түбінде жағына алынбалы ауа қорабы бекітілген. Қорабқа берілетін ауа, түрлендіргішке фурма арқылы жіберіледі. Түрлендіргіштің цилиндрлік бөлігінде цапфалар бар, олар көлденең ось бойынша айналуға мүкіндік береді. Түрлендіргіштің түбін қызмет көрсеті уақытты аяқталғаннан кейін ауыстыруға мүкіндік береді.

Томас түрлендіргішінде балқыту келесідей жүргізіледі: шлак пайда болу үшін әк қосады одан кейін 1200 – 1250°C - та шойын құйады да жоғарыдан үрлеу жүргізеді. Үрлеу кезінде көміртек, марганец және кремний тотығады. Пайда болған шлак фосфор және күкірттен тазартылады. Фосфор мөлшері 0,05 – 0,07% төмендегенде үрлеу тоқтайды ды металлды ковштарға шығарады ол жерде тотықсыздандырғыштар енгізіледі [1].

Қарастырылған екі процесс тән кемшілік ол болат құрамындағы жоғарғы мөлшердегі азот болып табылады, бұған себеп үрлеу кезінде азоттын металл

құрамында еруі. Сондықтан Бессемер, Томас болаттары сынғыш және тез жұмысқа жарамсыз болады. Бұл түрлендіргіштерді оттегі - түрлендіргіштері ығыстырды.

#### Оттегі-түрлендіргіш

Оттегі-түрлендіргіш бұл сұйық шойыннан алынатын болатты конвертірде салқындатылған оттегі фурмасы арқылы үрлеу. Конвертер негізі кірпіштен қалаған, формасы алмұрт тәрізді болып келеді. Сыйымдылығы 50-350 тонна. Балқыту процесінде конвертер цапфалар көмегімен 360 градусқа айнала алады.

1948 жылы конвертерде шойынды таза оттегімен үрлеу тәжірбиелері басталды. Бұл тәжірбиелердің нәтижесінде 1952 ж. Линц қаласында, 1953 ж. Донавиц (Австрия) қалаларынды қолдануға енгізілген болатын. Оттегі түрлендіру процесі жоғарыдан үрлеумен басқа түрлендіргіштерге қарағанда тиімдірек болды. Жоғарғы өнімділік, капиталдық тұрғыдан аз шығын, процесті басқаруда жеңіл, балқыту процесін автоматтандыру мүмкіндігі және экологиялық жағынан тиімдірек болып келеді. Бессемер және Томас түрлендіргіштерімен салыстырғанда болат құрамында азот мөлшері аз, ломның жоғары мөлшерін пайдалану мүмкіндігінде 20 – 30%, процестің басынан бастап жүретін дефосфорация. Өзінің артықшылықтарына байланысты салқындатылған ауа фурмасымен үрлеу индустиралды тұрғыда дамыған елдерде тарай бастады. 70 – ші жылдары Жапония, АҚШ елдерінде болат балқытудың 50 – 80% келген болатын. Аз уақыттың ішінде әлемдік болат өндірісінде бірінші орынға ие болды, 1980 ж балқытылған болат 85% құрады [1].

## 1.2 Оттегі-түрлендіргіштің жалпы технологиясы

Оттегі-түрлендіргіштің мәні ол сұйық шойынды қапталған ыдысқа құйып (футеровкаланған конвертер) жоғарыдан салқындатқыш фурма арқылы үрлеу болып табылады. Сұйық ваннаға металл сынықтарын және қосымша материалдар енгізеді. Үрлеу барысында шойын құрамындағы көміртек, кремний және басқа қоспалар тотығадыда нәтижесінде болат пайда болады. Тотығу барысында оттегі мен бірге көп мөлшерде жылу бөлінеді, осының арқасында қосылған шихта материалдары ериді және олар артық жылуды сіңіріп алады да, металдың қызып кетуіне жол бермейді. Бұл процестің басқа процестерден айырмашылығы, конвертерде болатты балқыту процесі сырттан жылу алуды қажет етпейді.

Оттегі-түрлендіргіште қолданатын шихталық материалдарға жатады:

- сұйық шойын;
- металл сынықтары;
- қож шлак түзуші материалдар (эк, дала шпаты, темір, бокситтер).

Шихталық материалдар металл бөліктері, металл емес (сусымалы материалдар) және қоспалардан (тотықсыздырғыш) тұрады. Металл бөлігіне шойын және металл сынықтары (металлалом) жатады. Металл сынықтарына

болат пен шойынның сапасыз металл бөліктері, қалдықтар және тозған жабдықтар, істен шыққан құрал – саймандар жатады.

Сусымалы материалдарды салқындатқыш және қож түзгіш деп екіге бөледі. Салқындатқыштар үрлеу барысында температураны төмендетуге қолданылады.

Қож түзуші материалдар шойын қоспаларын кетіру үшін конвертерде қож түзеді. Жаңа күйдірілген әк пен әктас қолданады. Күкірт пен фосфорды жою үшін осы материалдарды қолданады себебі бұл материалдар жылдам қож түзуге көмектеседі. Қож түзетін материалдар толық металл шихтасының 5 – 9% құрайды. Тотықтырғыш материалдарды болатты конвертерден ковшка құйған кезде енгізеді. Тотықтырғыштар оттегін жою үшін қолданылады.

Оттегі-түрлендіргішіндегі үрлеу процесі: жоғарғы, төменгі, аралас үрлеу.

Жоғарыдан үрлеу әдісі конвертерге оттегінің берілуінің, газдардың шығарылуы, сұйық шойынды ыңғайлы құю, басқа материалдардың ыңғайлы қосылуына мүмкіндік береді. Жоғарыдан үрлеу кезінде құрамында аз мөлшерде көміртек болатын болат алу өте қиын болып табылады.

Астыдан үрлеу конверторы көлемі жағынан кішкентай болады. Конвертордың астынан үрлеуді жүргізу үшін конвертор түбіне жетіден жиырмаға жуық фурма деп аталатын құрылға орнатады. Олардың саны конвертер көлеміне байланысты. Кемшілігі қож түзілу өте баяу жүреді және фурма басындағы саптамалар тез күйіп кетеді. Сондықтан үрлеудің бұл түрі көп қолданылмайды.

Тотығу процесін күшейту және реакцияларды тепе-теңдік күйіне жақындату үшін үстінен оттегі мен астынан инертті газдар мен үрлеу жүргізіледі. Аралас үрлеу процесі жоғарыда келтірілген екі процестің артықшылықтарын біріктіреді. Жоғарғы жылдамдықта жоғарыдан астыға қарай оттегімен үрленеді, ал астыдан жоғары қарай инерттік газбен мысалы аргонмен үрленеді. Бағасын төмендету үшін инертті газдың орнына азот қолданады. Аралас үрлеу әдісін қолдану келесідей жетістіктерге жетуге мүмкіндік береді:

- өндіретін металл көлемін жоғарлату;
- қосылатын металл сынықтарының мөлшерін жоғарлату;
- ферроқорытпалардың төмендету;
- оттегі мөлшерін төмендету;
- әртүрлі газ қоспаларының мөлшерін азайту.

Конвертерде болат өндіру бірнеше периодтардан тұрады соларға тоқтала кетсек.

1) Металл сынықтарын жүктеу. Енгізілетін сынықтар металл шихтасының 25 – 27% құрайды. Оларды конвертерге қалақтар(совок) көмегімен салады. Қалақ көлемі 110 м<sup>3</sup> болады қажетті мөлшердегі сынықтарды жылдам жүктеу үшін. Жүктеу 2– 4 минут уақытты алады.

2) Шойын құю. Сұйық шойынды 1300 °С – 1450 °С дейінгі температурада. Шойынды шойын шөмішпен жеткізедіде крандар көмегімен 2 – 3 минут құю жүзеге асады.

3) Оттегі фурмасымен үрлеу. Шойынды құйған соң конвертерді тік күйге келтіреді де конвертер ішіне фурманы енгізеді. Оттегі беріле бастайды. Ең басында фурманы 4.8 метр биіктікте ұстайды себебі қождың жылдам түзілуі үшін. 2 – 4 минуттан соң фурманы тиімді деңгейге дейін түсіреді. Үрлеудің алғашқы сәтінде екі – үш порциямен әк салады. Құрамында қажетті мөлшердегі көміртегі болғанға дейін үрлеу 12 – 18 минут болады.

Үрлеу барысында келесідей технологиялық процестер жүріп өттеді:

а) Сұйық металлдың құрамындағы компоненттердің үрлеу барысында тотығуы: көміртек тотығады және кремний, 70% - дай марганец пен 1-2% темір тотығады. Тотығу барысында пайда болған газдар (СО және СО<sub>2</sub>) конвертірдің мойны арқылы шығарлады ал қалған оксидтер қожға айналады.

б) Қож түзілу. Алғашқы секундтан бастап металл құрамындағы элементтерден, еріген әктен, оксидтен, тот басқан металл сынықтарынан және еріген қаптамадан қож түзіледі.

с) Дефосфорация және десульфурация. Шихта құрамындағы қоспалардың бір бөлігі, фосфордың 90% қосымша 30 % - дай күкірт қожға айналады.

д) Металлдың жоғарғы температураға дейін қыздыру тотығу кезіндегі экзотермиялық реакциялар арқасында жүреді. Болат сынықтарының экзотермиялық реакциялар арқасында еруі алғашқы уақыттың 2/3 бөлігінде бітеді.

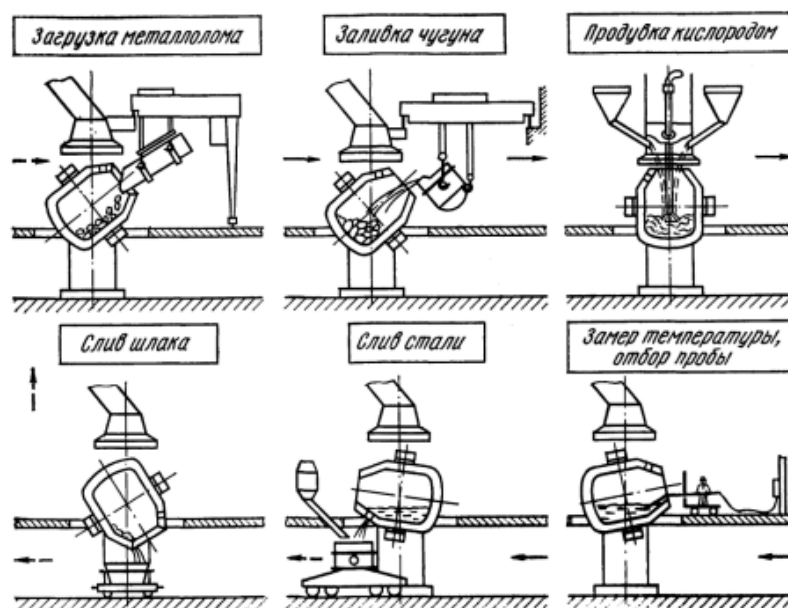
е) Фурма астындағы аймақта жоғары температура әсерінен пайда болатын темірдің қажетсіз булану процесі, тотыққан газдарды шығару процесі темірдің жоғалуына алып келедіде, конверторды шаңнан, газдардан тазартуды қажет етеді.

4) Сынама алу, температура өлшеу, сынама нәтижелеріне байланысты түзету жұмыстарын жасау. Металл құрамында қажетті мөлшердегі көміртек болған жағдайда үрлеу тоқтатылуы қажет. Тоқтау сәті АБЖ басқарады, ол жұмсалған оттегі мен үрлеудің уақытына байланысты болады. Үрлеу тоқтатылған соң сынама алу жүргізіледі, оны зертханаға жіберіледі. Температураны термопарамен өлшейді. Егер өлшеу нәтижелері сай келсе онда балқыманы шығарады. Ал сай келмесе корректировка жүргізіледі де қайта үрлеуді қажет болуы мүмкін. Сынама алу 2 – 3 минут уақытты алады, қайта үрлеу қосымша уақытты қажет еттеді.

5) Тотықтырғыштарды шығару. Металлды летка арқылы шығарады да, тотықтырғыштарды көмішке енгізеді. Кейбір өндіріс орындарында көмішке өтетін қожды әк немесе доломит қоспаларымен қоюлатады.

6) Қожды шығару. Конвертерді леткадан қарама-қарсы жаққа қарай бұрып мойны арқылы шығарады.

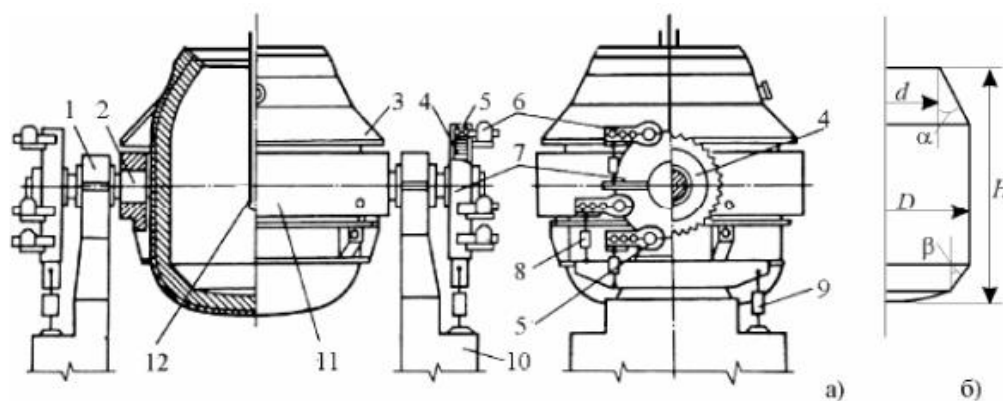
7) Конвертер қаптамасын тексеру. Әр балқытудан кейін қаптаманың дұрыстығын тексеріп келесі балқытуды бастайды [4].



1.1 - сурет – Оттегі-түрлендіргіштің технологиялық процесі

### 1.3 Оттегі-түрлендіргішінің құрылысы

Оттегі-түрлендіргіштер сыйымдылығы бойынша: 50, 100, 130, 160, 200, 250, 300, 350, 400 және 500 тоналы болып бөлінеді. Түрлендіргіштің негізгі бөліктері ол корпус өртке төзімді қалқаннан жасалған, шетмойын (цапфа) және бекіту элементтерімен байланыс тіреу сақиналары, тірек тораптары мен тұғырлар, бұру механизімі, байланыстыру және тасымалдау жүйесі бар оттегі фурмасынан тұрады.



1.2 - сурет – Оттегі-түрлендіргіш екі жақты бұру қозғалтқышпен (а), жұмыс аймағының қимасы (б); 1 – тірек мойынтірегі, 2 – цапфа, 3 – қорғаныс қалқаны және дулыға, 4 – басқарлатын тісті дөнгелек, 5 – беріліс білігі, 6 – беріліс қорабты электр қозғалтқыш, 7 – басқарлатын корпус, 8,9 – демпфер, 10 – тірек тұғыр, 11 – тірек сақиналары, 12 – оттегі фурмасы



Оттегі-түрлендіргіші ішінен қапталған формасы жағынан сопақтау келген ыдыс болып табылады. Түрлендіргіш корпусы симметриялық формаға ие және түбі сфералық түрде болады. Жоғырғы ернеуі арқылы шихта материалдарын енгізеді және газдарды сыртқа шығарады. Тағады ол оттегі фурмасын енгізетін жер болып табылады. Ол симетриалы болып табылады яғни фурманы тік ось бойынша енгізуге мүмкіндік береді. Жұмыс барысында түрлендіргіш ернеуі 350 – 400°С - қа дейін қызады, ол деформацияға алып келуі мүмкін. Деформацияны азайту үшін ернеудің үстін қалың және шешілетіндей жасалынады. Мойын түбінде дайын болатты шығаруға арналғын летка орналасқан. Болатты летка арқылы шығару қождың шөмішке түсуіне жол бермейді.

Цилиндрлік және корпустың конустық астынғы бөлігіне екі сақина және үш кранштейн дәнекерленген. Олардың көмегімен корпус тірек сақиналарына бекітіледі.

Оттегі-түрлендіргішінің түбін сфера түрінде болады ал кейбір конвертірлерде жалпақ болып келелді, ол қалауды жеңілдетеді.

Түрлендіргішті шетмойын арқылы көлденең ось бойынша 360°-қа бұрылады. Түрлендіргіштің бұрылуы: шойын құю, металл сынықтарын салуға, болатты шығару сияқты технологиялық операцияларды жасау үшін қажет. Түрлендіргіш үрлеу сәтінде тік күйде тұруы қажет. Түрлендіргіш 1 – 0,1 айн/мин аймағында айнала алады [6].

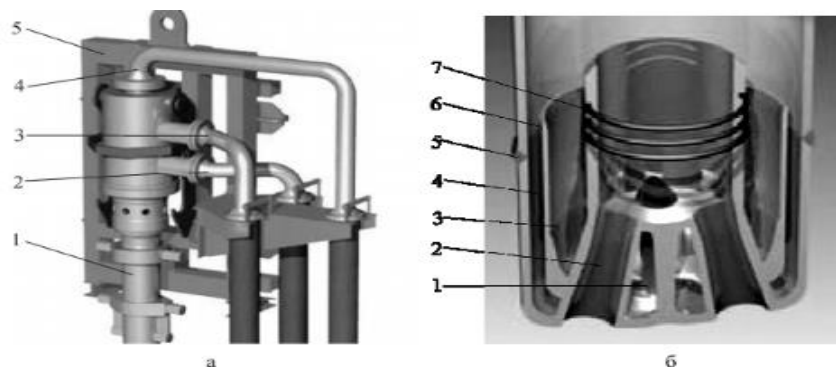
#### **1.4 Оттегі фурмасы басқару объектісі**

Ауаның құрамында 99,2...99,8% O<sub>2</sub> бар түрлендіргішке 1,6 – 1,8 МПа қысым мен фурма арқылы беріледі. Фурма тік күйде орналасады, оның биіктігін балқыту барысында өзгертуге болады. Фурма ол қатарынан орналасқан үш трубадан тұрады, әр трубаның ұзындығы шамамен 25 – 30 м. Құбырдың үстінгі жағында фурмаға ауа және су жіберетін түтікшелер орналасқан. Фурманың астынғы бөлігінде мыстан жасалған саптамадан тұратын басы болады. Саптамалар ауа ағындарының пайда болуына көмектеседі. Қазіргі таңда төрт және жеті саптамалары бар фурмалар қолданысқа ие.

Жиі ортасынан ауа беріліп екі шетінен су беріліп шығарлатын фурмалар қолданылады. Әрқашан су сыртқы труба бойынша шығарылады.

Фурманың басын ауыстырып отыруға болады. Фурма басы өте жоғарғы температураларда жұмыс жасайтындықтан оны жылу өткізгіш қызыл мыстан жасайды. Су 1 – 1,2МПа қысым мен берілген кезде жылдамдығы 6 м/с жетеді ал температурасы 50°С дейін қызады. Ішкі каналдары фурма басы 500°С температураға ие, сондықтан фурманы салқындату үшін қарапайым суды қолдануға мүмкіндік береді. Салқындатуға кететін судың шығыны 500 м<sup>3</sup> / сағ, ал фурма басының төзімділігі 50 – 150 балқыту болып табылады. Фурма басы сыртқы құбырмен дәнекерлеу арқылы байланысса ішкі құбырмен ажыратылған қосылыспен байланысқан.

Фурма орнын редуктырмен байланысқан сальсин датчиктер көмегімен өзгертеді. Тыныштықта тұрған металл деңгейін және фурманың бастапқы орнын анықтау үшін әртүрлі әдістер қолданылады. Мысалы фурма басына металл түйреуіш орнатады да ол батырылған сәтінде тұйық контур құрап өлшеу аспабында импульстің пайда болуына алып келеді. Импульстің пайда болған сәті металлмен шекаралас тұрғанын көрсетеді немесе екуінің арақашықтығын көрсетеді [6].



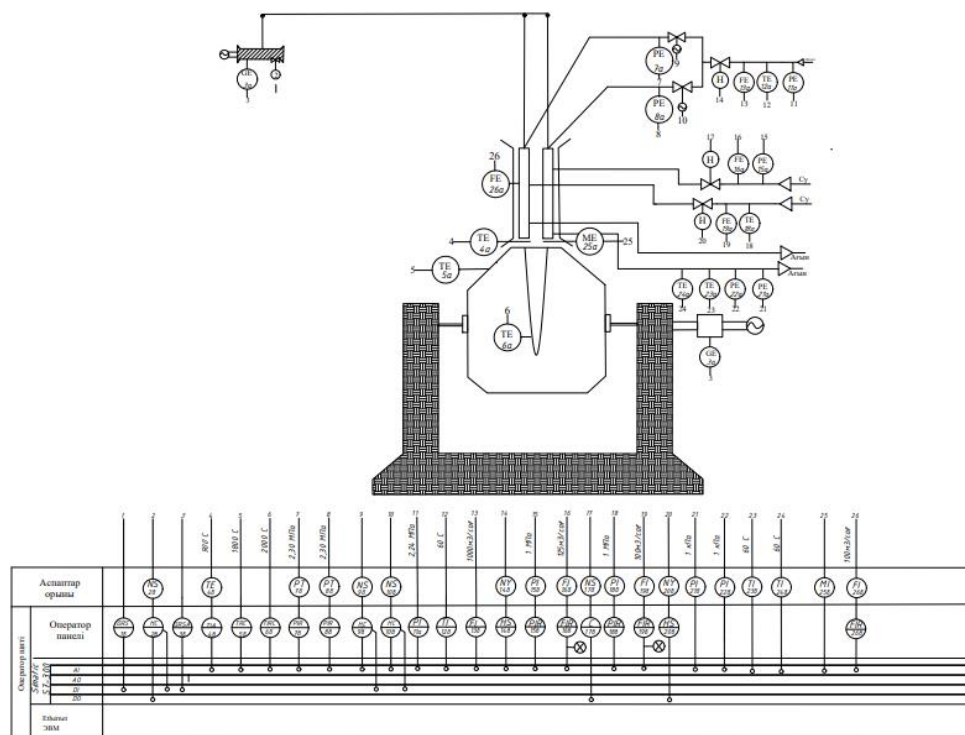
1.3 - сурет – Фурма құрылысы, үстіңгі жағы (а): 1 – корпоус, 2 – су берілу, 3 – судың шығарылуы, 4 – оттегі берілуі, 5 – аспалы жақтау. Фурманың басы (б): 1 – суды таратқыш, 2 – саптама, 3 – су беру аймағы, 4 – суды шығару аймағы, 5 – дәнекерленген қосылыс, 6 – тығыздау, 7 – қосымша тығыздағыш

### 1.5 Функционалды схема және автоматтандыру құралдарын таңдау

Автоматтандыру схемасы функционалдық және құрылымдық деп екіге бөлінеді. Функционалды схема – бұл негізгі технологиялық документ, ол басқару объектісінің құрылымы мен негізін анықтауға көмектеседі. Автоматтандыру схемасында технологиялық параметрлерді өлшеу жүргізіледі, автоматтандырылған объектінің жұмысы мен талаптарына жауап беретін, қашықтықтан немесе тежеуіш құрылғылар және реттелетін орындаушы механизмдердің тізбегі анықталады да олар щитте, пульте, автоматтандыру құралдарында орналасу жерлері анықталады. Функционалдық схемада автоматты басқару, қашықтықтан басқару, реттеу және сигнализация жүйелері бейнеленеді. Автоматтандыру схемасы тіктөртбұрышты щит пен басқару пультерін көрсету қажет, сызбаның төменгі бөлігінде автоматтандыру құрылғылары көрсетіледі.

Автоматтандырудың функционалдық схемасы көрсетеді:

- аппараттардың тізбегінің схемасын немесе агрегаттардың оңтайлы бейнеленуін;
- датчиктер автоматтандыру және басқару құралдары, байланыс желілері;
- шартты белгілер кестесі.



1.4 - сурет – Функционалдык сұлба

1.4 – суретте оттегі-түрлендіргіштің функционалдык схемасында барлық датчиктер мен басқарушы органдар көрсетілген.

Орналасу датчигі – бұл құрылғы түрлендіргіштің орнын көрсетеді де басқару блогына берілетін ақпаратты электрлік сигналға түрлендіреді. Бақылайтын құрылғыға сальсин – датчигі жатады.

Оттегі фурмасының орны – сельсин датчигі көрсетеді. Түрлендіргіш орнын реттегіш – бұл құрылғы реттейтін жетекті басқарып түрлендіргіштің орналасуын реттейді.

Түрлендіргіштің шығысындағы газдардың температурасын өлшеу датчигі. Өлшенген температура бойынша түрлендіргіштің қызу процесі мен көміртектің тотығуы туралы жанама ақпарат алуға болады. Температура жоғары болған сайын процессте қарқындырақ жүреді.

Балқудың басында және аяғында металл температурасын бір реттік қолданылатын батыру термопарасын қолданылады.

Оттегінің шығыны – диафрагма және дифанометр бақылайды. Яғни диафрагмадағы қысымның төмендеуін дифанометр арқылы анықтайды. Оттегі шығынына талап жоғары болығандықтан температура мен қысым бойынша коррекция жүргізіледі. Схемда авариялық жағдай туған кезде оттегінің берілуін тоқтататын реттеуші орган қарастырлады.

Әр үрлеу кезінде оттектің температура, қысым, шығыны өлшенеді және реттеледі.

Оттегі шығыны арқылы түрлендіргішке берілетін ауа көлемін анықталады және үрлеудің тоқтауы туралы жанама шешім қабылдай аламыз.

Оттегі фурмасы өте жоғары температуралық жағдайларда жұмыс жасайды. Сондықтан фурманы салқындатуға көп көңіл бөлінеді. Қауіпсіздік шараларыда маңызды болып табылады себебі егер түрлендіргішке су тисе ол авариялық жағдайға алып келуі мүмкін. Негізгі және қосымша фурмаға берілетін судың қысымын өлшеу жүргізіледі. Егер судың қысымы төмендеген жағдайда схема бойынша авриялық жағдай бойын фурма көтерілуі мүмкін. Салқындату үшін берілетін судың шығыны өлшеніп ретеуші орган мен реттеледі. Тағыда қарастыратын жағдай ол судың температурасы өлшенеді. Су температурасы 50°C - тан аспауы қажет фурма ішінде тұз пайда болмас үшін.

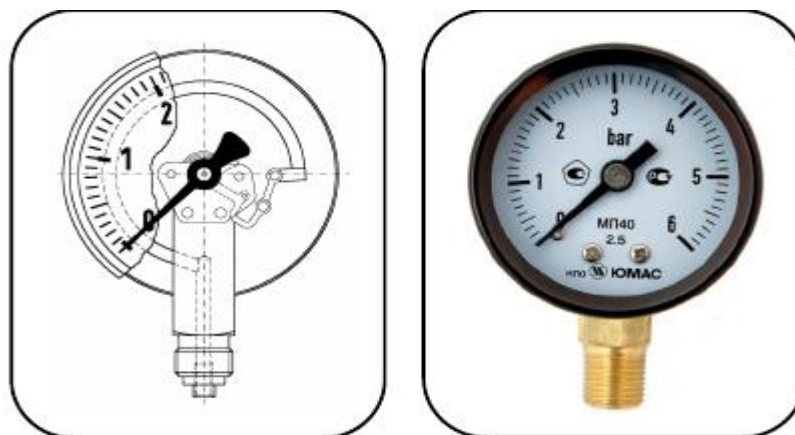
Фурмадан шығарылған судың қысымы анықталады және судың қысым айырмашылығы анықталады. Судың кіріс және шығысындағы қысымның айырмашылығы бойынша фурманың жұмысқа жарамдылығы туралы айта аламыз. Конвертірлік газдардың құрамын өлшеу датчигі қолданылады. Яғни CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub> бойынша көміртектің жану жылдамдығы туралы болжам жасай аламыз. Сутегі бұзылуы мен ылғалдылығы туралы айтады. Конвертірлік газдардың шығыны анықталады. Газдарды шағаратын құбыр Вентури құбырының формасына ұқсас. Құбырдағы қысым айырмашылығы шығынға пропорционал келеді. Көміртектің жану жылдамдығын анықтау үшін қажет [7].

1.1 кестеде оттегі – түрлендіргішінде өлшенетән шамалар және өлшеу құрылғылары көрсетілген. Құрылғыларды таңдау өшлеу шамасына негізделіп таңдалған.

Кесте 1.1 – Оттегі-түрлендіргішінің шамалары

Өлшенетін шама	Өлшеу құралдары	Өлшеу шегі
Оттегі-түрлендіргішінің орналасуы	Сельсин датчигі	
Фурманың орны	Сельсин датчигі	
Оттегі шығыны	Диафрагма және дифанометр	Түрлендіргіштің сыйымдылығына байланысты 300 т – ға 1100 – 1300 м <sup>3</sup> /мин
Судың шығыны	Диафрагма және дифанометр	125 – 130 м <sup>3</sup> /мин
Оттегінің қысымы	Манометр	1,5 МПа
Судың қысымы		1-1,2 МПа
Фурмадан шықан судың температурасы	Кедергі термометрі	10 – 50 °С
Металл құрамындағы көміртек	Зертханада сыналарды талдау, көміртек балансы бойынша есептеу	0,05 – 95 %
Балқыған металл температурасы	Термопара погружения, үздіксіз өлшеу термопарасы, пирометр	1800 °С дейін
Конвертірлік газдардың анализі	Автоматты газоанализаторлар	CO – 79 %, CO <sub>2</sub> – 15%, O <sub>2</sub> – 5%, H <sub>2</sub> – 1%

Фурмаға берілетін қысым 2.24 – 2.21 МПа болып тұрады, оны бақылау үшін манометр қолданамыз. Қысым датчиктері технологиялық процестерді автоматты бақылау, реттеу және басқару жүйелерінде жұмыс істеуге арналған және артық қысымның өлшенетін параметрінің мәнін, сиретуді, қысым айырмашылығының сирету қысымын, бейтарап және агрессивті орталардың гидростатикалық (деңгей) қысымын қашықтықтан берудің бірыңғай ток шығысына үздіксіз түрлендіруді қамтамасыз етеді.



1.5 - сурет – Манометр МП50М/Т-1,0МПа-G1/4

Технологиялық процестерді автоматты бақылау және реттеу үшін сұйықтықтың, будың немесе газдың артық қысымы мен сиретілуін үздіксіз өлшеуді жүзеге асырады. Ол келесі орталармен жұмыс істейді: ауа (атмосфералық, Сығылған), азот, су (ыстық, суық, жылыту, айналым), бу, май, газ (табиғи, Домна, Кокс), көмірсутек конденсаты, мұнай өнімдері (мұнай, бензин, еросин және т.б.), оттегі.

Манометр МП50М/Т-1,0МПа-G1/4 сипаттамасы:

- Өлшеудің жоғарғы шектері 100 кПа-дан 63 МПа-ға дейін;
- Өлшеу диапазонының пайызымен көрсетілген рұқсат етілген негізгі өлшеу қателігінің шектері  $(\gamma_0) \pm 0,15; \pm 0,2; \pm 0,25; \pm 0,4; \pm 0,5$ ;
- Ортамен жанасатын материалдар 12Х18Н10Т Болат, вт9 титан қорытпасы;
- Өлшеу нәтижелерін демпферлеу уақыты, 0,25-тен 32-ге дейін (теңшелген);
- Жұмыс ортасының температура диапазоны, °С -60-тан +130-ға дейін;
- Пайдалану, сақтау, тасымалдау температурасы, °С -50-ден +60-қа дейін;
- ГОСТ 14254 IP66 бойынша қорғау дәрежесі.

Оттегін салқындату үшін қолданылатын судың температурасын анықтау үшін кедергі термометрін қолданамыз. Коммутациялық басы және кабельдік шығысы бар платина ТС-100 термо түрлендіргіштері/кедергі термометрлері сұйық, қатты (оның ішінде сусымалы), газ тәрізді агрессивті емес орталардың,



сондай-ақ өлшенетін ортамен жанасатын материалдар коррозияға төзімді болып табылатын агрессивті температураны үздіксіз өлшеу үшін қолданылады [10].

1.2 кестеде таңдалған температура өлшеу құрылғысының параметрлері көрсетілген.

Кесте 1.2 – ТС-100 термо түрлендіргіш параметрлері

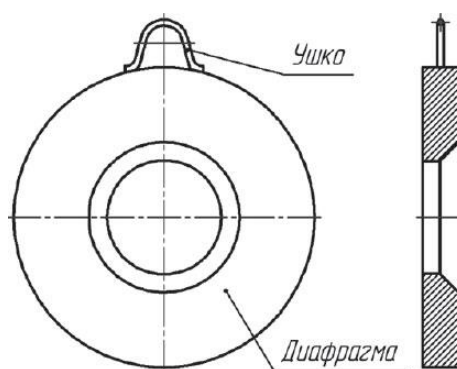
Сезімтал элемент түрі	платина
Оқшаулау кедергісі (25±10)°С температурада және ылғалдылық 45-80% та	100 Ом
Максималды өлшеу тогы, мА	1,0
100 Ом	0,7
500 Ом	0,3
1000 Ом	
Термиялық реакция уақыты, с	10
Жұмыс қысымы, артық емес, МПа	60
Өлшенетін температураның жұмыс диапазоны, °С :	-50 ден + 200 дейін
-ТС-101 үшін	-50 ден + 400 дейін
-ТС-102 үшін	-50 ден + 50 дейін
-ТС-103 үшін	-50 ден + 150 дейін
Пайдалану шарттары: қоршаған ауаның температурасы, °С	-50 ден + 70 дейін
Жұмыс қысымы, МПа	0,01және 1,6



1.6 - сурет – Кедергі термометрлері ТС-100

Үрлеу процессі аяқталған соң балқыған металлдың температурасын өлшеу жүргізіледі. Ол үшін көп жағдайда енгізі термопарасын, үздіксіз өлшеу термопараларын қолданады. Солардың бірі ТПП-91 болып табылады. ТПП-91, ТПП-91 термоэлектрлік түрлендіргіштер өлшенетін ортаға қысқа мерзімді (5 С ішінде) батыру жолымен балқытылған металлдың температурасын өлшеуге арналған өлшеу аспабымен жиынтықта, кейіннен бір рет қолданылатын бұйымдар болып табылатын термоэлектрлік ПТПП-91, ПТПП-91 түрлендіргіш пакеттерін ауыстыруға арналған [11].

Оттегі шығынын өлшеу оттегі құбырына орнатылған өлшеу диафрагмасының көмегімен жүзеге асырылады. Сигнал дифференциалды қысым түрлендіргішіне түседі. Өлшеу нәтижесі конвертерді басқару қалқанының тіркеу құралына беріледі. Шығынды басқару оттегі шығынын реттеушімен жүзеге асырылады. Реттеу үшін деректер дифманометр датчигінен және оттегі шығынының қажетті мәні орнатылған сенсордан келеді. Үрленген оттегінің мөлшері берілгенге тең болған кезде, реттегіш оттегінің берілуін өшіру туралы сигнал береді. Келіп түскен сигналдың шамасы негізінде атқарушы механизм оттегі құбырында орнатылған ысырманың ашылу шамасына әсер етеді. Сегментті диафрагма ДБС 0,6-1500- РД 50-411-83 қолданылады [12].



1.7 - сурет – Диафрагма ДБС

## 2 Арнайы бөлім

### 2.1 Бағдарламалық қамтамасыз етуді таңдау және диспетчерлік бағдарламалық құралды таңдауды негіздеу

ТІА Portal дегеніміз – технологиялық процестің автоматты басқару жүйесін құруда бақылауыштан бастап, адам – машина интерфейсіне дейінгі программалық жабдықты әзірлеудің интеграциялық отасы. Бұл өнімде кіріс – шығыс сигналдарына арналған жобалардың пайда болуы, НМІ жүйелерінің және SCADA жүйесінің конфигурациясы, желілік компоненттері және коммуникация модульдер , бағдарламалық басқару алгоритімін ұйымдастыру, сондай – ақ, барлық бағдарламалық қамтамасыз етудің, жалпы құрылымының аралас және біріңғай пайдаланушы интерфейсі. Бұл тек – қана жұмыс жылдамдығын артырып қана қоймай, сонымен қоса кез – келген диагностикалау оңай жүргізіледі. ТІА Portal мен жұмыс жасаудың ерекшелігі, ол жазылған бағдарламаға немесе НМІ графикалық объект интерфейсіне тікелей өтуге рұқсат береді. Нысанды таңдау арқылы оның сипаттамаларының жиынтығын таңдау. Мысал ретінде алатын болсақ ЦПУ таңдау арқылы, жалпы процессорды баптауға мүмкіндік аламыз. Сондай – ақ таңдалған ЦПУ үстіне тышқан мәзірін шерту арқылы, оның орнатылған порттарының сипаттамаларын көруге болады. Жұмыс орнының қарапайымдылығы. ТІА Portal пакетінде НМІ арқылы да, WinCC сияқты жүріп жатқан процессті бейнелеуге болады. Бұл өніммен жұмыс жасаған кезде ең бірінші құрылғыларды таңдау және баптау жүргізіледі. Содан кейін таңдалған бақылауышпен оның қолданылуының арасында байланыс орнатуға болады. ТІА Portal - дың артықшылықтары олар, біріншіден бұл интерфейс болып табылады. Бұл жерде қажетті компоненттер мен функцияларды таңдау және біріктіру оңтайландырылған. Жұмыс жасау отртасы жеңілдетілген, яғни қажетті құралдырдың барлығы бір бетте орналастырылған. Бағдарламалық қамтамасының жоғарылығы және оның артықшылығы адам тарапынан болатын қателіктерді азайтады. Ең бастысы осының бәрі жұмысты жылдамдатады және жеңілдетеді [8].

Оттегі-түрлендіргішін басқарылған жүйесі үшін PLC Siemens SIMATIC S7 – 300 бақылауыш таңдалды. Бақылауышта таңдау кіріс және шығыс сигналдар санына байланысты таңдалды. Кіріс сигналдар саны он негізгі өлшеу параметрлері – шығын, температура, қысым болып табылады. Ал шығыс сигналдарға негізгі орындаушы механизм ол клапандар жатады, олардың саны екеу.

Siemens SIMATIC S7 – 300 бағдарламаланатын логикалық контроллері күрделілігі бойынша орташа және төмен автоматтандыру жүйелерін құруда қолданылады. Теханлогиялық процестерді автоматтандыру үшін жоғары сенімді, икемді және тиімді болып табылады. Ол қутты процессормен, үлкен жадымен жабдықталған және модульдердің кеңейтулерімен ерекшеленеді. SIMATIC S7 – 300 кіріс/шығыс диапазоны кең сондықтан Profibus, Interface, Ethernet сияқты байланыс протоколдарымен байланыс жасайды. Бұл байланыс

контроллердің басқа құрылғылар немесе жүйелермен бірігуіне мүмкіндік береді. Функционалдық блогтардың және қосымша модульдердің үлкен базасына ие. Siemens SIMATIC S7 – 300 контроллерінің модульдік дизайны бар, ол мыналарды қамтиды:

- орталық процессор (CPU);
- қоректену модульдері (PS);
- сигналдық модульдер (SM);
- коммуникациялық процессорлар (CP);
- функционалдық модульдер (FM);
- интерфейс модульдері (IM).

CPU 313C контроллері өнеркәсіптік автоматтандыру жүйелерінде қолданылады және үнемді басқару модулінен тұрады. CPU 313C орталық процессоры ақпаратты өңдеу жылдамдығына және реакцияның қысқа уақытына жоғары талаптары бар салыстырмалы түрде қарапайым басқару жүйелерін құруға арналған. Дискретті және аналогтық сигналдарды енгізу және шығару үшін кірістірілген кірістер мен шығыстардың болуы CPU 313C-ді дербес басқару блогы ретінде пайдалануға мүмкіндік береді. CPU 313C контроллерінің техникалық сипаттамасы 2.1 – кестеде көрсетілген [8].

Кесте 2.1 – CPU313C техникалық сипаттамалары

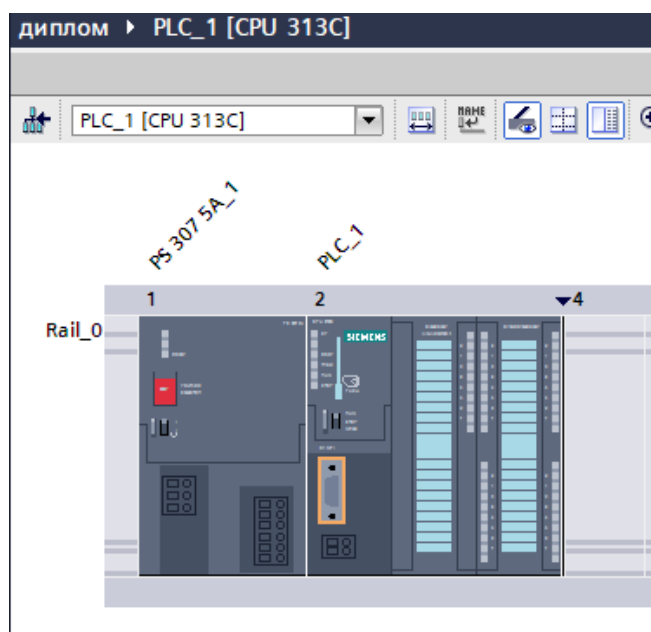
Техникалық параметрлері		Мәні
Кіріктірілген жұмыс жады, жедел жады RAM		64 КБайт
Жүктелетін жад (Micro Flash жад картасы - EEPROM)		8 МБайт-дейін
Ең аз орындалу уақыты	логикалық амалдар/сөздермен амалдар	0,07/0,15 мкс
	көмегімен арифметикалық амалдар бекітілген/қалқымалы нүкте	0,2/0,72 мкс
S7 санауыштары		256
S7 таймерлері		256
Адресі кеңістігі енгізу/шығару	Кіріс/шығыс	1024/1024 байт
	Процесті көрсету	128/128 байт
	Дискретті ІО (жалпы/жергілікті ІО жүйесінде)	1016/1016
	Аналогтық ІО (жүйедегі жалпы/жергілікті ІО)	253/250
Интерфейс түрлері		RS 485, PROFINET, Ethernet, MPI
Қоректендіру кернеуі		24 В
Ағымдағы тұтыну тогы	бос жүріс	150 мА
	номиналды	650 мА
	Қосылу	2,5 А
Жұмыс температурасының диапазоны		-20...+60 оС

Негізгі контроллер ретінде Siemens компаниясының CPU 313C таңдалды. Ал технологиялық процесті бағдарламалау үшін TIA Portal бағдарламалық кешені пайдаланады.

TIA Portal – технологиялық процесті автоматтандыруға арналған интеграцияланған бағдарлама. Ол автоматтандыру жүйелерін жобалау, бағдарламалау, конфигурациялау және басқару құралдарын бір платформада біріктіреді. TIA Portal Siemens негізіндегі құралғылардың басқару жүйелерін құруға және HMI тақтасында визуализация жасауға мүмкіндік береді.

## 2.2 Оттегі - түрлендіргішті өлшеу, бақылау және есепке алу үшін бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу

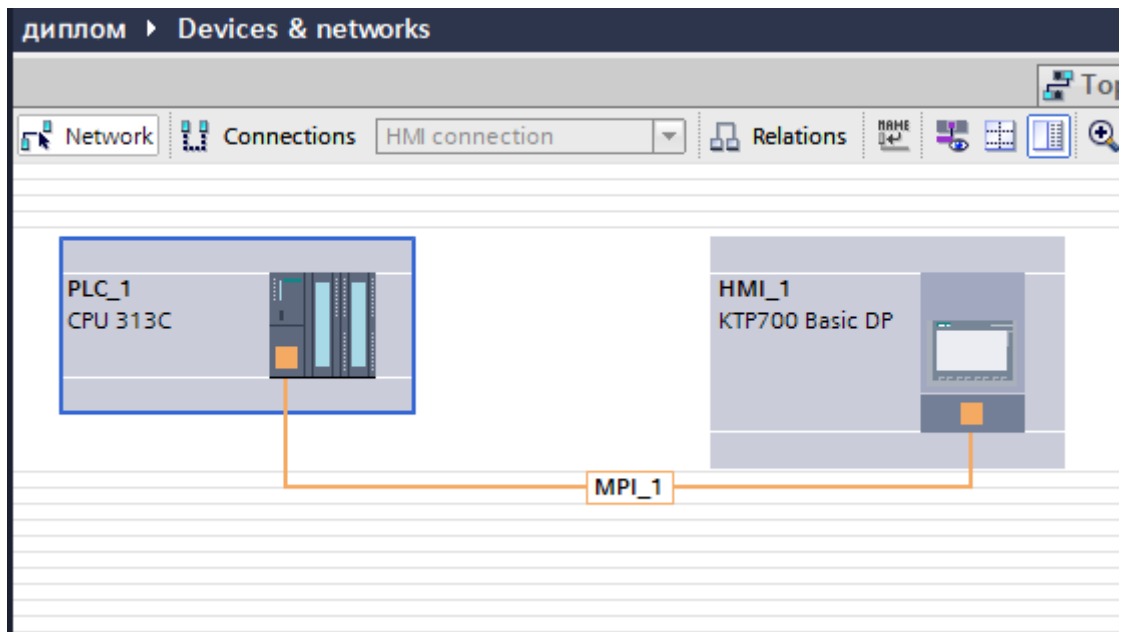
Алгоритмді жүзеге асыру үшін Siemens компаниясының TIA Portal бағдарламалық кешені арқылы жүзеге асырамыз. Бірінші кезекте аппараттық құрылғылар яғни бақылауышты CPU 313C таңдаймыз. Қосымша қуат көзі блогын қосамыз PS 307 5A.



2.2 - сурет – Аппараттық құрылғыларды таңдау терезесі

Аппараттық құрылғылар таңдалғаннан соң бақылауыштың желімен байланысы қарастырылды. Бұл жерде байланыс MPI арқылы жүзеге асырлады. 2.3 суретте байланыс көрсетілген. Байланыс орнатылған соң айнымалылар кестесін толтырамыз. Айнымалылар кестесінде тегтердің атын және олардың типін, адресстерін береміз. Айнымалылар кестесі 2.4 суретте көрсетілген.





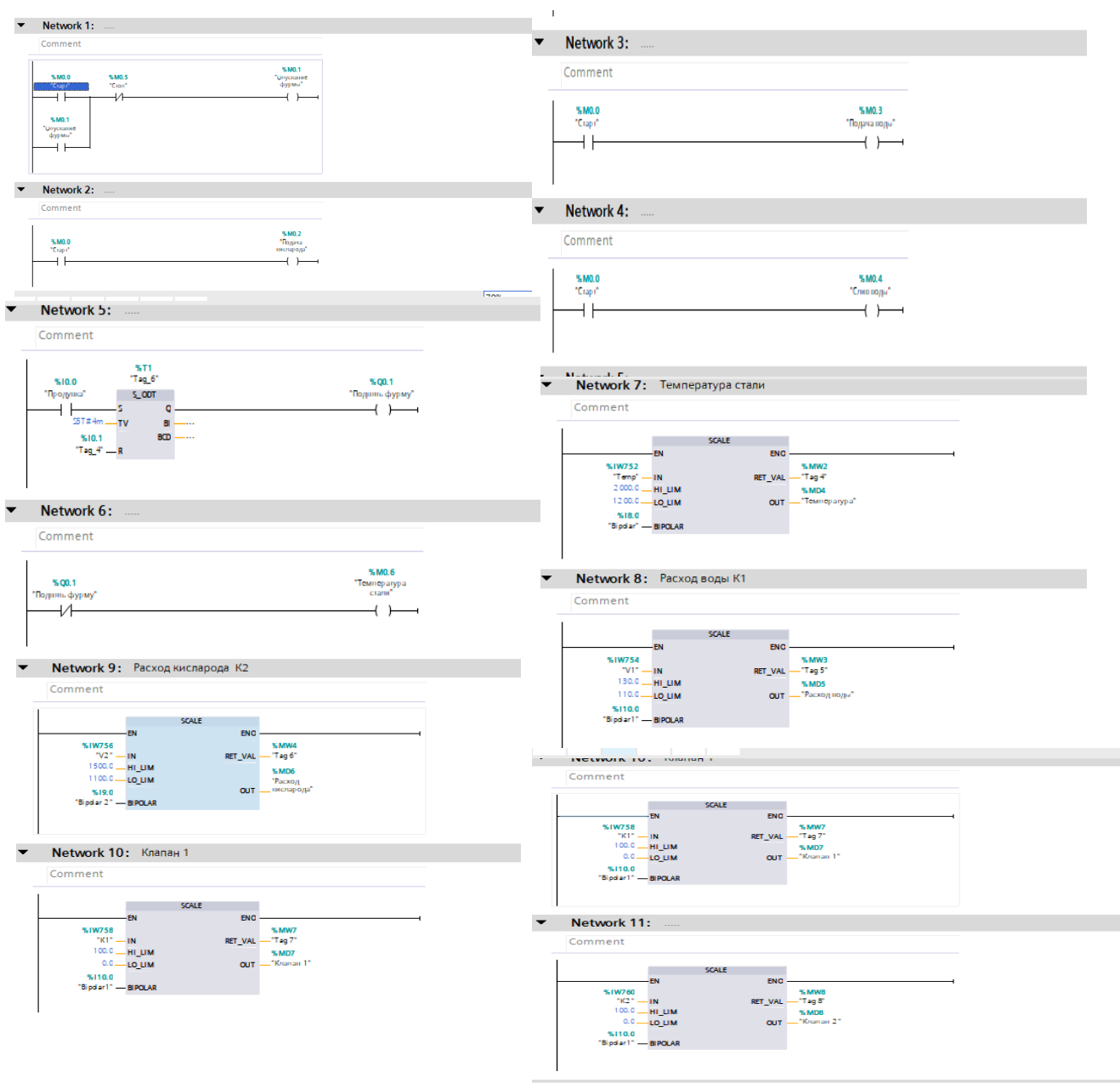
2.3 - сурет – Бақылауыштың желілік жалғану терезесі

диплом ▶ PLC\_1 [CPU 313C] ▶ PLC tags ▶ Default tag table [34]

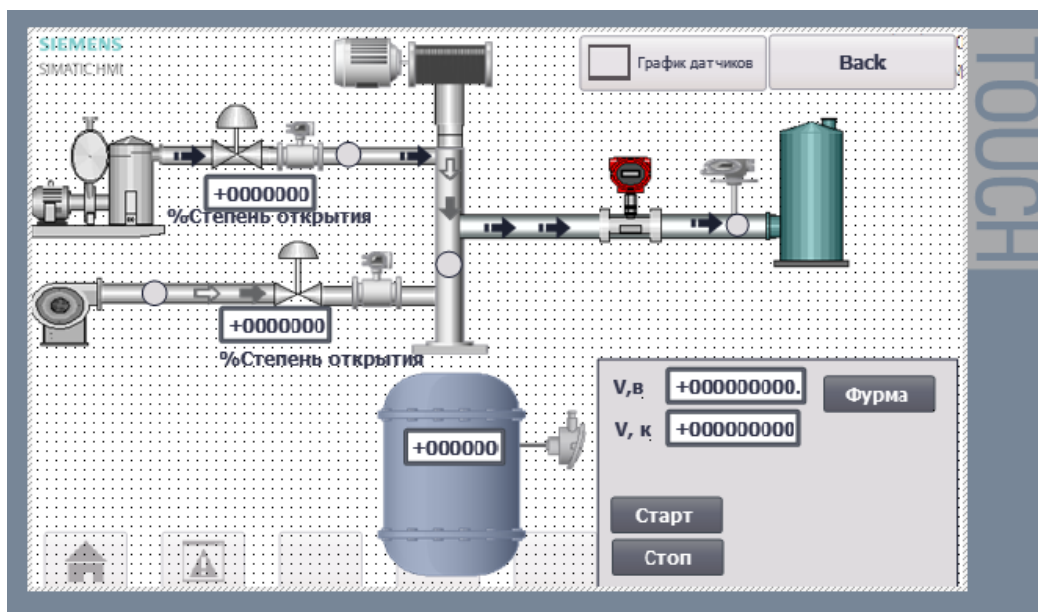
Name	Data type	Address	Retain	Acces...	Visibl...	Comment
1	Старт	Bool	%M0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Опускание фурмы	Bool	%M0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Подача кислорода	Bool	%M0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Подача воды	Bool	%M0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Слив воды	Bool	%M0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Стоп	Bool	%M0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Продувка	Bool	%I0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Tag_4	Bool	%I0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	Tag_5	Bool	%Q0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	Поднять фурму	Bool	%Q0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	Tag_6	Timer	%T1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	Расход кислорода 1	Byte	%IB3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	Расход кислорода 2	Byte	%IB4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	Клапан 1	Real	%MD7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	Расход воды1	Byte	%IB1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	Расход воды 2	Byte	%IB2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
17	Клапан 2	Real	%MD8		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	Температура стали	Bool	%M0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19	Temp	Int	%IW752		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
20	Vipolar	Bool	%I8.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
21	Tag 4	Word	%MW2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22	Температура	Real	%MD4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
23	V1	Int	%IW754		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
24	V2	Int	%IW756		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
25	Vipolar1	Bool	%I10.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
26	Vipolar 2	Bool	%I9.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
27	Tag 5	Word	%MW3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
28	Tag 6	Word	%MW4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
29	Расход воды	Real	%MD5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
30	Расход кислорода	Real	%MD6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
31	K1	Int	%IW758		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
32	K2	Int	%IW760		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
33	Tag 7	Word	%MW7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
34	Tag 8	Word	%MW8		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
35	<Add new>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

2.4 - сурет – Айнымалылар кестесі

2.5 суретте оттегі фурмасын басқару үшін LAD тілінде программа жазылған. LAD тілі релелі тіл болып табылады. Бағдарламаланатын логикалық контроллерлерде қолданылады. LAD тілі коммутациялық схемаларға негізделген сондықтан электротехника мамандарына ыңғайлы болып табылады. Программа желілер тізбегінен тұруы мүмкін.. LAD тілінде ұсынылған бағдарламалар коммутациялық схемаға ұқсайды. Схема элементтері желіге біріктіріледі. Желілер тізбегі бағдарламаның операторлық бөлігін құрайды. Бағдарламаны сақтап, жаптым [14].

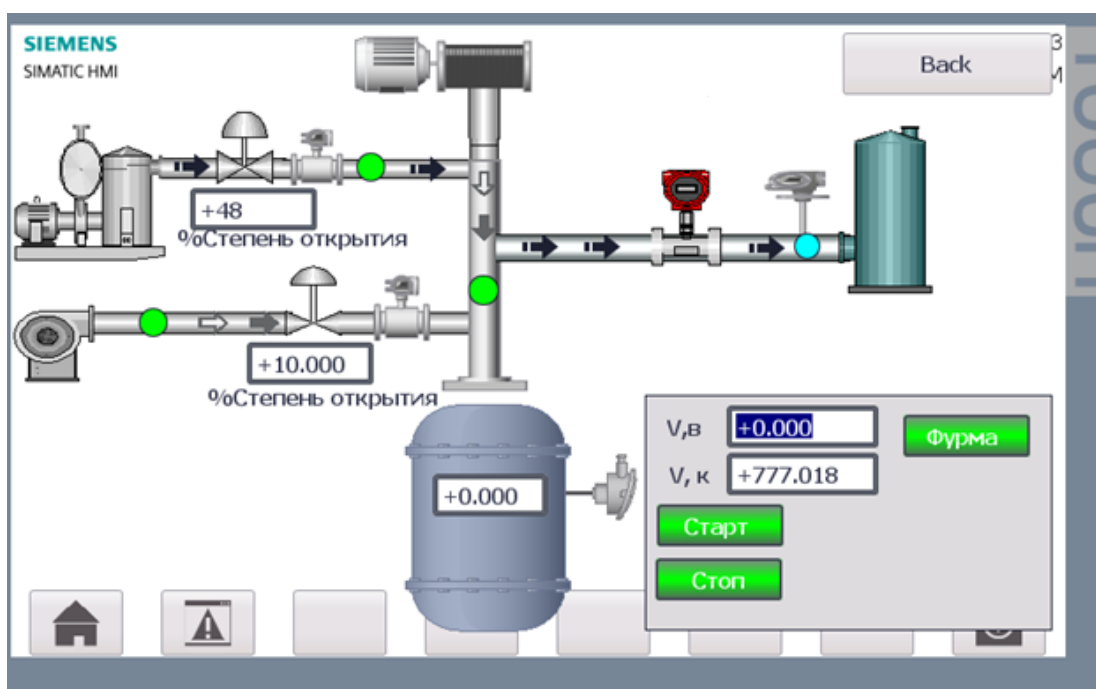


2.5 - сурет – LAD тіліндегі программа



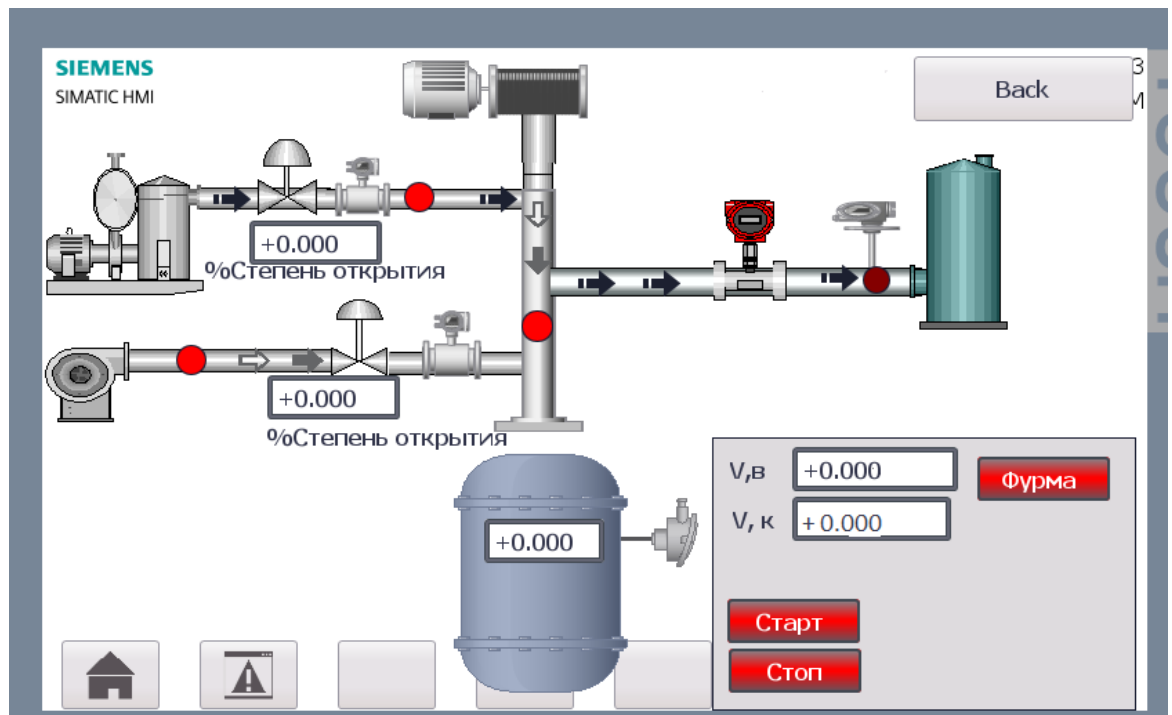
2.6 - сурет – Оттегі – түрлендіргішін диспетчерлеу

2.6 суретте оттегі-түрлендіргішінің диспетчерлеу көрсетілген. Суретте екі су және оттегі шығын көрсеткіші көрсетілген және балқытылған металл температурасын көрсеткіш және екі клапан көрсетілген. Қосу, тоқтау және фурма режимдері көрсетілген.



2.7 - сурет – Қосылу сәті

2.7 суретте диспетчерлік терезесінің іске қосылған сәте көрсетілген. Мұнда байқауға болады оттегі мен судың берілу және судың кері қайту кезінде индекаторлар жасыл жанып тұр, яғни процесс жүріп жатыр.



2.8 - сурет – Өшірілу сәті

2.8 суретте диспечерлік терезенің өшірілген мезеті көрсетілген. Мұнда индекаторлар қызыл түсті көрсетіп тұр яғни процесс тоқтап тұр.

### 2.3 Оттегі-түрлендіргішінің жұмыс істеу алгоритімі

Оттегі-түрлендіргішінің негізгі бөлігі үрлеу фурмасы болып табылады. Үрлеу фурмасында қарастырлатын параметірлер оттегі және су болып табылады.

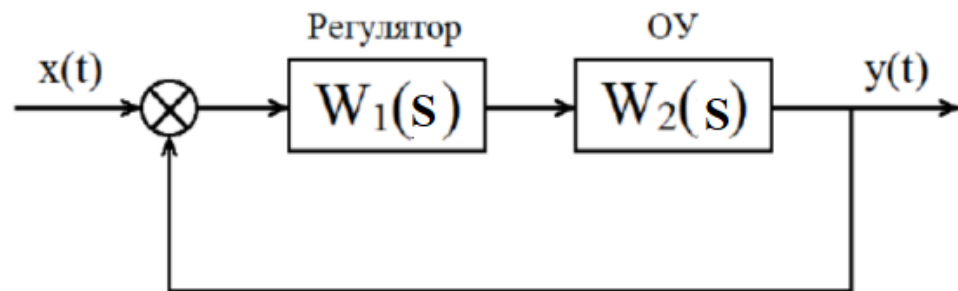
Жұмыс жасу алгоритімі:

- оттегі фурмасында оттегі мен судың берілуің клапандардың ашылу деңгейімен реттеу қажет;
- «старт» кнопкасы басылған соң конвертерге оттегі мен су беріле бастайды және оттегін салқындатуға берілген су шығарлады;
- Клапандардың ашылу деңгейі шығынға байланысты болады, яғни енгізілгне шығынға байланысты клапанның ашылу деңгейін аламыз.
- шығынға байланысты конвертердегі температураныда бақылауға болады;
- өшірілген жағдайда қызыл индекаторлар жанады.

### 3 Есептік бөлім

#### 3.1 Оттегі-түрлендіргішінің оттегі мен үрлеу процесін модельдеу

Оттегі-түрлендіргішінде бірнеше күрделі процестер жүріп жатады. Өте үлкен және күрделі процесс болғандықтан оттегі түрлендіргішінің негізгі бөлігі оттегімен үрлеу фурмасын реттеу объектісі ретінде алынды. Оттегі фурмасының құрылымдық сұлбасы 3.1 суретте көрсетілген.

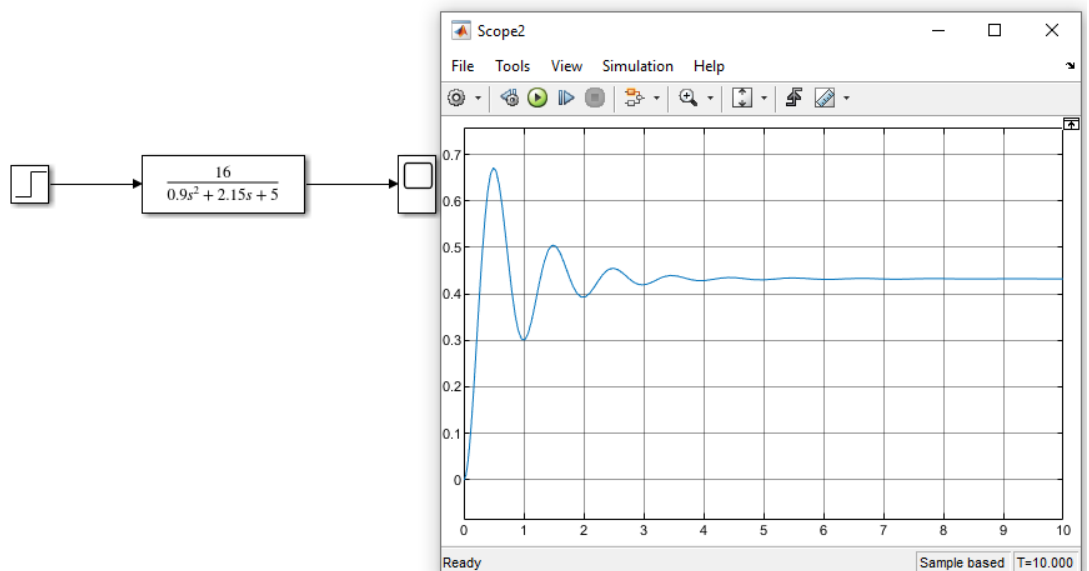


3.1 - сурет – Құрылымдық сұлба

Басқару объектісінің беріліс функциясы келесідей болады:

$$G_{oy}(s) = \frac{16}{0.9s^2 + 2.15s + 5} \quad (3.1)$$

3.2 – суретте Matlab ортасындағы моделі көрсетілген



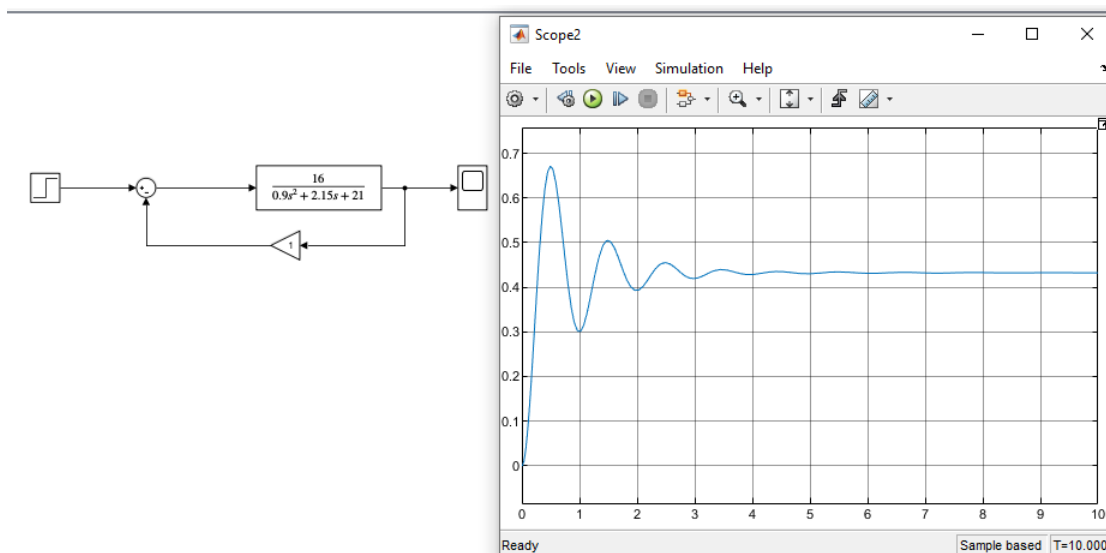
3.2 - сурет – Тұйықталмаған жүйенің орнықтылығын тексеру

Көріп отырғанымыздай, бірнеше тербелістерден кейін жүйе орнықты мәнге келеді, бұл жүйенің орнықтылығын көрсетеді. Енді тұйықталған жүйенің



орнықтылығын тексеру қажет. Тұйықталған жүйе – бұл оның құрамына кіретін кері байланыс бар жүйе. Тұйықталған жүйенің өтпелі процесі де орнықты болуы керек.

$$G_{oy}(s) = \frac{16}{0.9s^2 + 2.15s + 21} \quad (3.2)$$



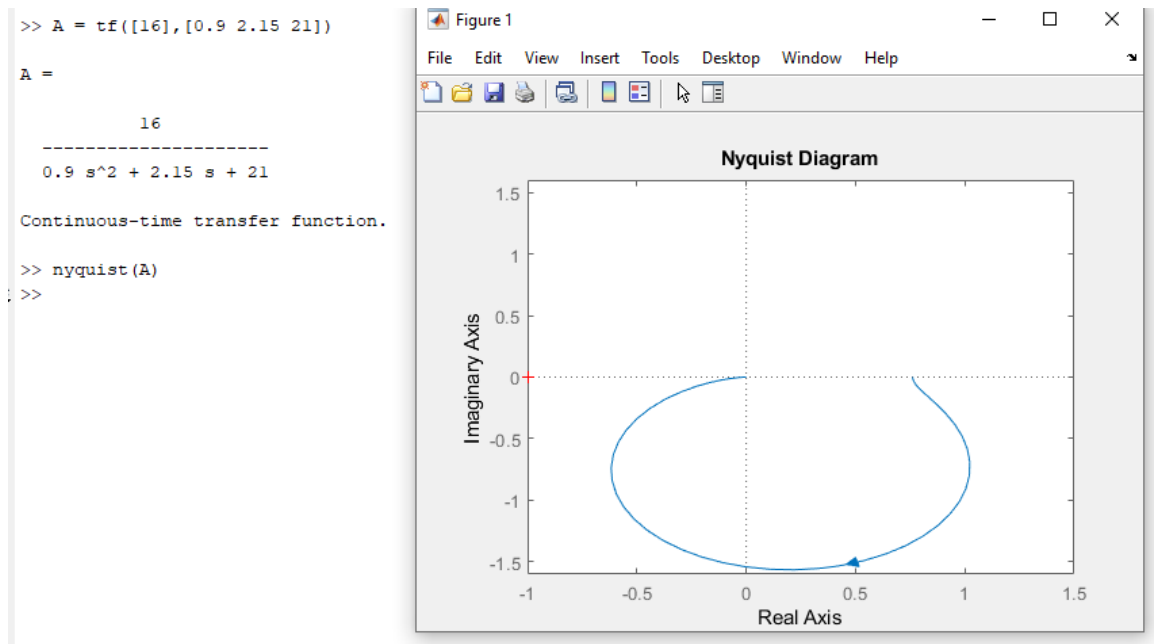
3.3 - Сурет – Тұйықталған жүйенің орнықтылығын тексеру

Көріп отырғанымыздай, жүйе орнықты. Тұйықталмаған жүйенің өтпелі процесімен салыстырғанда, тұйықталған жүйеде бірдей жылдамдықтағы тербеліс көбірек болады. Бұл жерде байқауға болады жүйеде алдағы уақытта құтылу қажет болатын үлкен ауытқу бар екенін. Жүйені реттеу уақыты қанағаттанарлық және шамамен 4 секунд.

### 3.2 Жиілік сипаттамалары

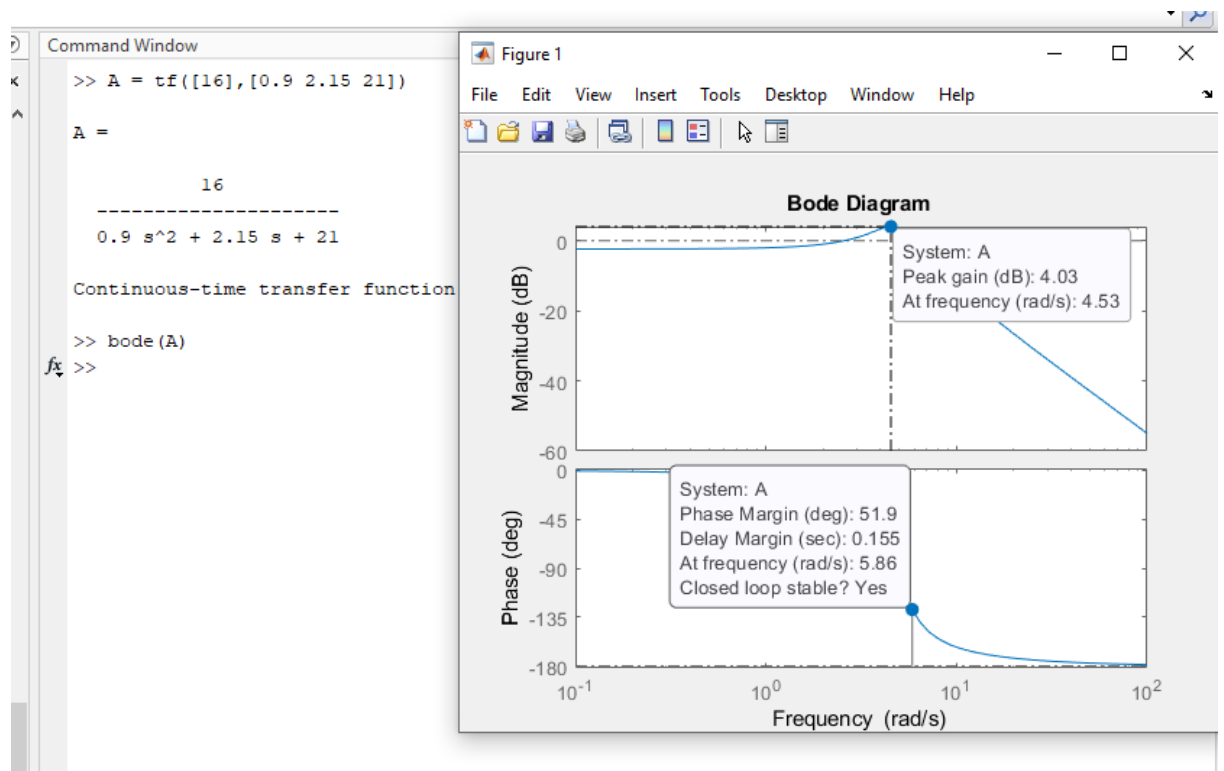
Егер сызықты объектінің кірісіне гармоникалық сигнал берілсе онда шығысында да гармоникалық сигнал аламыз. Шығыс сигналының жиілігі кіріс сигналының жиілігіне тең болады, ал амплитуда мен фазасы бір – бірінен өзгеше болады. Жиілік сипаттамалар амплитуда жиілік сипаттама (АЖС), фаза жиілік сипаттама (ФСЖ) және амплитуда - фазалық жиілік сипаттама (АФЖС).

Беріліс функциясы екінші ретті теңдеумен сипатталған сондықтан жүйеде амплитуда орнықтылықтың шексіз шегі болады.



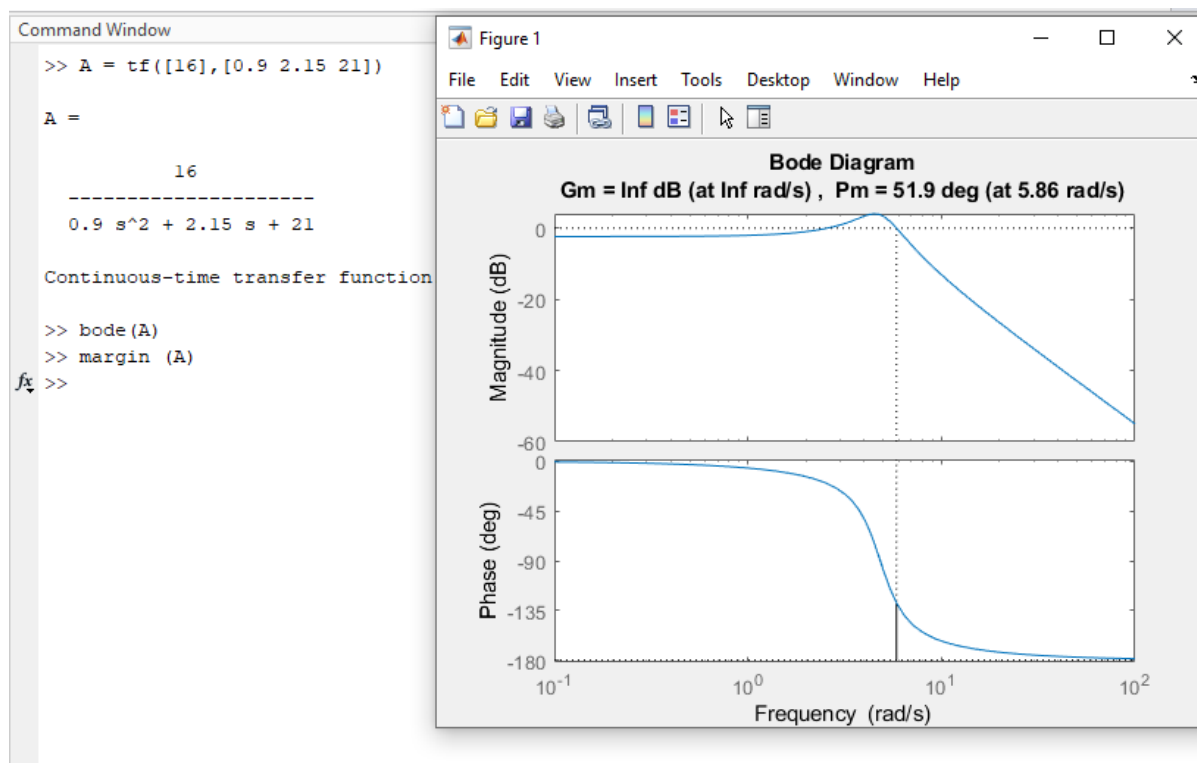
3.4 - сурет – MATLAB ортасында АФЖС графигі

3.4 суретте Nyquist командасы арқылы тұйықталған жүйенің АФЖС графигі алынды. Сипаттама бірінші ширекте басталып, екінші ширекте нөлге жетеді, яғни жүйе орнықты.



3.5 - сурет – MATLAB программасында ЛАЖС мен ЛФЖС графигтері

3.5 суретте bode командасы арқылы ЛАЖС және ЛФЖС сипаттамаларының графиктері көрсетілген. Бұл жерде байқауға болады шектік амплитуда – 4.03 дБ.



3.6 - сурет – Орнықтылық қоры

3.6 суретте margin командасы көмегімен орнықтылық қоры алынған. Амплитудасы шексіз, ал жиелігі 51.9 градус болып тұр. Бұл көрсеткіштер орнықтылық қорын қанағаттандырып тұр.

### 3.3 Жүйенің орнықтылығы

Жүйе орнықты, орнықтылық шекарасында немесе орнықсыз болуы мүмкін. Орнықтылық жүйеге әсереткен соң жүйенің тепе – теңдік жағдайына оралу болып табылады. Жүйенің орнықтылығы автоматтандырудың негізгі критерийі. Яғни орнықсыз жүйе қолданылмау қажет. Ал орнықтылық шекарасында жатқан жүйелерді реттеу қажет. Орнықтылық шарттарын алу үшін дифференциалдық теңдеулерді қолданады. Автоматты басқару жүйелерінің орнықтылығын анықтау үшін тұрақты коэффициенті сызықты дифференциалды теңдеулерді қолданыды.

Сызықты жүйенің орнықтылығын бағалайтын негізгі әдіс ол Ляпунов әдісі болып табылады. Бірінші Ляпунов әдісіне келетін болсақ теңдеудің барлық түбірлері теріс болған жағдайда ғана жүйе орнықты болады деп тұжырымдайды. Егер теңдеудің ең болмағанда бір түбірі нөлге немесе жорамал болса, жүйе

орнықтылық шекарасында болады. Кем дегенде бір оң түбір болса, жүйе орнықсыз болады.

Жүйенің орнықтылығын анықтаудың негізгі әдісі Ляпунов әдісі екенін айтып өттік, ол жүйенің орнықтылығын анықтайтын екі критерийді тудырады: Гурвиц критерийі және Михайлов критерийі. Олардан басқа, Найквист критерийі де қолданылады [1].

MATLAB бағдарламасы көмегімен тұйықталған және тұйықталмаған жүйенің орнықтылығын тексереміз.

Тұйықталмаған жүйенің беріліс функциясы:

$$G_{oy}(s) = \frac{16}{0.9s^2 + 2.15s + 5} \quad (3.3)$$

```
Command Window
>> A = tf([16],[0.9 2.15 5])

A =

          16
-----
0.9 s^2 + 2.15 s + 5

Continuous-time transfer function.

>> pole (A)

ans =

-1.1944 + 2.0320i
-1.1944 - 2.0320i

fx >>
```

3.7 - сурет – Тұйықталмаған жүйенің түбірлері

3.7 суретте тұйықталмаған жүйенің түбірлері көрсетілген. Нәтижесінде екі түбірде теріс комплексті сан болып табылады. Сондықтан тұйықталмаған жүйе орнықты.

Тұйықталған жүйенің беріліс функциясы:

$$G_{oy}(s) = \frac{16}{0.9s^2 + 2.15s + 21} \quad (3.4)$$

3.8 суретте тұйықталған жүйенің түбірлері көрсетілген. Байқауға болады екі түбірде теріс комплексті сан. Сондықтан тұйықталған жүйе орнықты болады

```

Command Window
>> A = tf([16],[0.9 2.15 21])

A =

          16
-----
0.9 s^2 + 2.15 s + 21

Continuous-time transfer function.

>> pole (A)

ans =

-1.1944 + 4.6805i
-1.1944 - 4.6805i

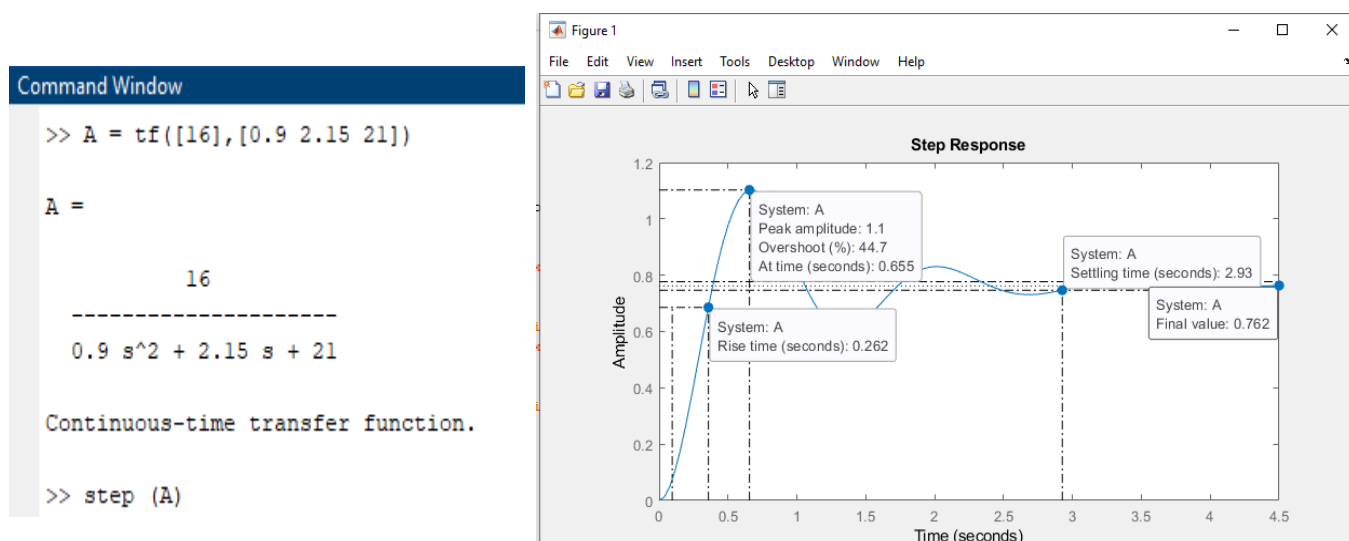
```

3.8 - сурет – Тұйықталған жүйенің түбірлері

### 3.4 Сапа көрсеткіштерін бағалау

Сапа көрсеткіші жүйенің параметрлерін бағалау үшін және өзгірстерді салыстыру үшін қажет. Параметрлердің сипаттамалары бойынша басқару объектісінің күйін бағалауға болады. Сапа көрсеткіштер бірнеше параметрлерден тұрады олар: реттеу уақыты, орнықты мән, тұрақты мәнге қатысты шекара, асыра реттеу, тербеліс саны, тербеліс, бірінші максимум нүктесі, өсу уақыты, өшу декременті, орнықты қателік.

3.9 суретте беріліс функциясының өтпелі процессі көрсетілген. MATLAB бағдарламасы арқылы сапа көрсеткішін тікелей көруге болады.



3.9 - сурет – Өтпелі процестің сапа көрсеткіші

3.9 суретте жүйенің сапасын тікелей бағалау көрсетілген. Сапа көрсеткіші 3.1 – кесеттеде көрсетілген.

Кесте 3.1 – Сапа көрсеткіштері

Көтерілу уақыты	0.292
Қайта реттеу(перерегулирование)	44.7
Бақылау уақыты	2.93
Тербелістердің саны	2
Орнықты мән	0.762
Бірінші максимумға жету уақыты	0.655

Жүйенің тербелісін табамыз:

$$u = \frac{Y_{\max 2}}{Y_{\max 1}} * 100\% = \frac{0.831}{1.1} * 100\% = 0.75 \quad (3.5)$$

Өшу декрементін табамыз:

$$x = \frac{|Y_{\max 2} - y|}{|Y_{\max 1} - y|} = \frac{0.831 - 0.762}{1.1 - 0.762} = 0.26 \quad (3.6)$$

Жанама сапа көрсеткішін АЖС графигі арқылы бағалаймыз. 3.10 суретте көрсетілген

```

Command Window
>> A = tf([16],[0.9 2.15 21])

A =

          16
-----
0.9 s^2 + 2.15 s + 21

Continuous-time transfer function.

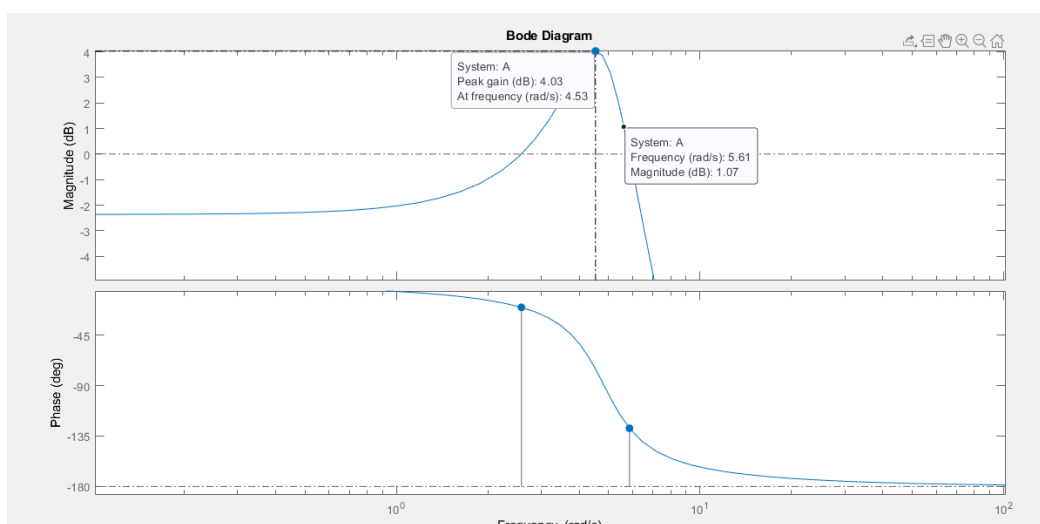
>> damp (A)

      Pole                Damping      Frequency      Time Constant
      (rad/seconds)      (seconds)

-1.19e+00 + 4.68e+00i    2.47e-01    4.83e+00    8.37e-01
-1.19e+00 - 4.68e+00i    2.47e-01    4.83e+00    8.37e-01
fx >> |

```

3.10 - сурет – Қосымша бағалау көрсеткіші



3.11 - сурет – Сапаны жанама бағалау

3.11 суретте жиелік сипаттамасы арқылы алынған сапаны жанама бағалау көрсетілген.

Нәтижесінде жүйенің қайта реттеу және тербеліс жиілігі тұрғысынан сапаға қойылатын талаптарды қанағаттандырмайтынын көруге болады. Қайта реттеу 30% - дан аспауы тиіс, ал тербелістер саны екіден аспауы тиіс. Мұны реттегіш жүйесіне енгізу арқылы жою қажет. Сонымен қатар, статикалық қате бар. Step-де берілген 1 мәнінің орнына жүйенің орнатылған мәні 0.762 болып табылады.

### 3.5 Басқару жүйесінің реттегішін құру

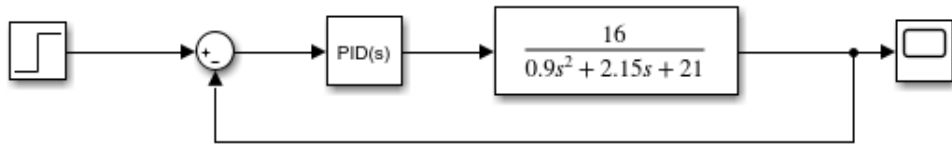
ПИД – реттегіші ең көп тараған реттегіштердің бірі болып табылады. Жұмыс істеу жағынан қарапайым және түсінікті болып табылады және бағасы арзан өндірістің бүкіл саласында қолданылады. ПИД – реттегіш құрамында пропорционалды, интегралды және дифференциалды бөліктерден тұрады. Әр бөлік өзінің міндетін атқарады. Пропорционалды байланыс жүйенің жылдамдығына әсер етеді. Интегралды байланыс статикалық қателікті жою үшін қолданылады. Ескере кету керек қателік жойылғанымен жүйенің жұмыс істеуі баяулайды. Дифференциалды байланыс жүйенің баяулағанын күшейтеді. Бірақ тұрақсыз болып табылады.

ПИД – реттегішінің формуласы келесідей болады:

$$u(t) = k_P e(t) + k_I \int_0^t e(t) dt + k_D \frac{de(t)}{dt} \quad (3.7)$$

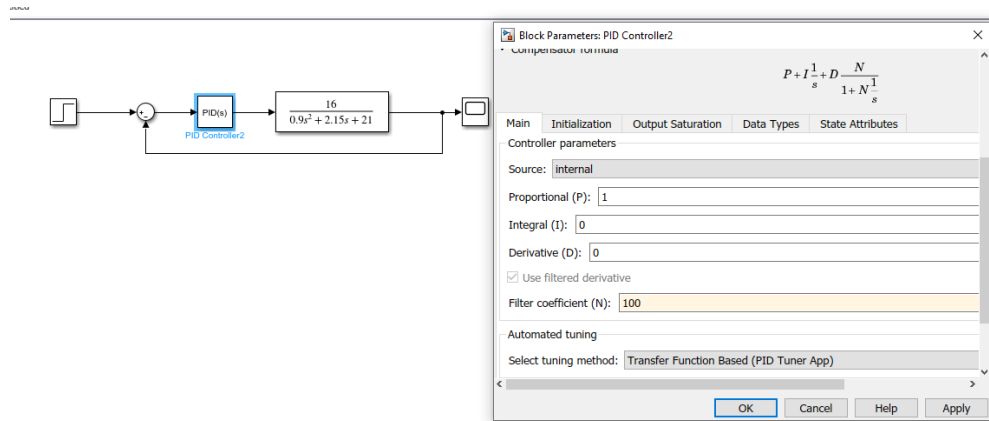
мұндағы  $k_P$  – пропорционалды компоненттің күшейту коэффициентті;  
 $k_D$  – дифференциалды компоненттің күшейту коэффициентті;  
 $k_I$  – интегралды компоненттің күшейту коэффициентті.





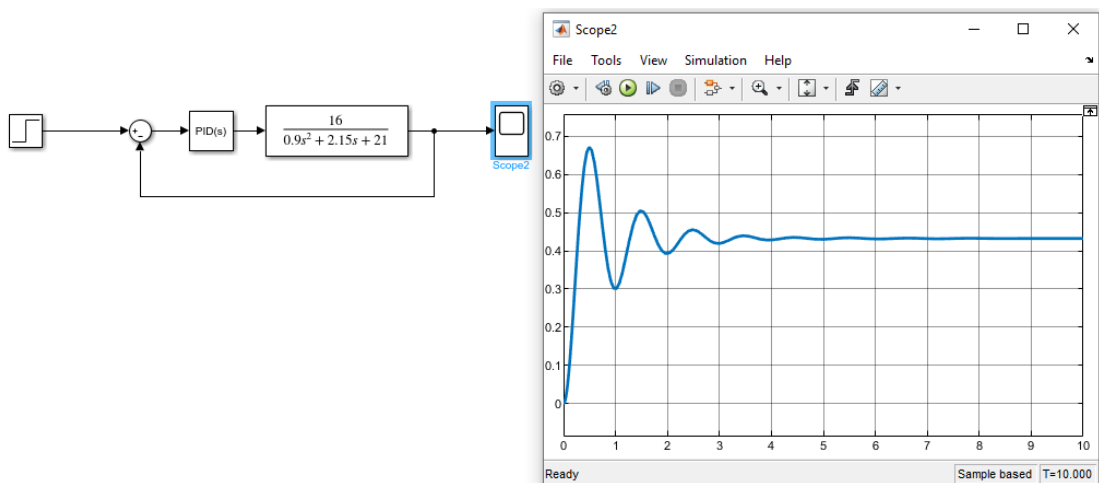
3.11 - сурет – ПИД – реттегішімен құрылымдық сұлбасы

3.11 – суретте беріліс функциясының ПИД – реттегішімен құрылымдық сұлбасы көрсетілген .



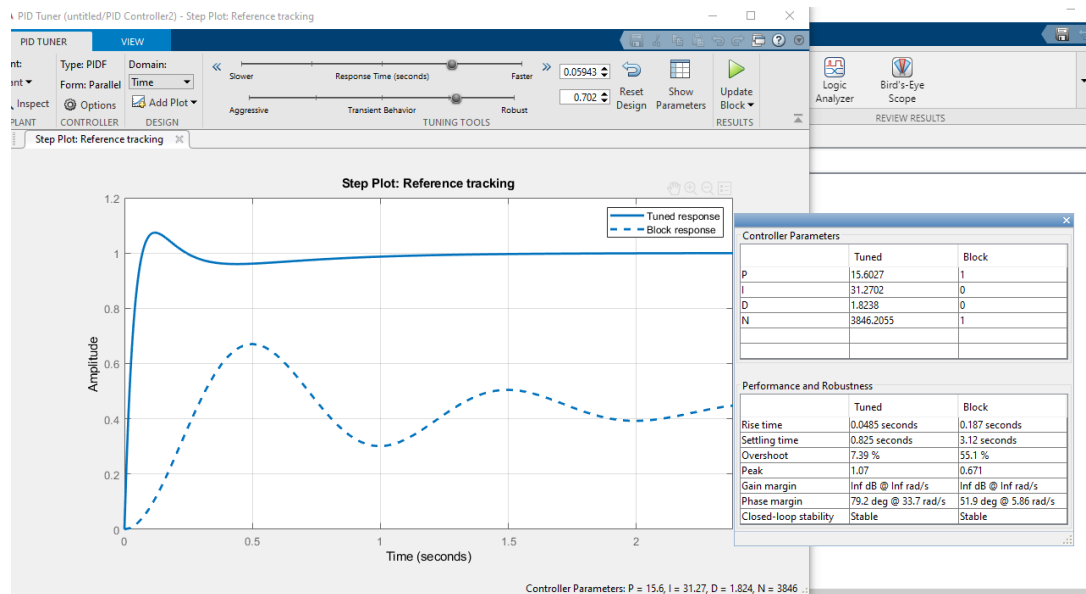
3.12 - сурет – Реттегіш параметрлері

3.12 суретте ПИД – реттегішінің параметрлері көрсетілген. Бірінші пропорционалды байланыс мәнін 1 деп, интегралды және дифференциалды байланыстар үшін 0 мәнін енгіземіз. Бұндай параметрлердің берілу себебі реттегішшіс өтпелі процестің графигін аламыз. Алдағы уақытта Autotune көмегімен параметрлерді таңдаймыз.



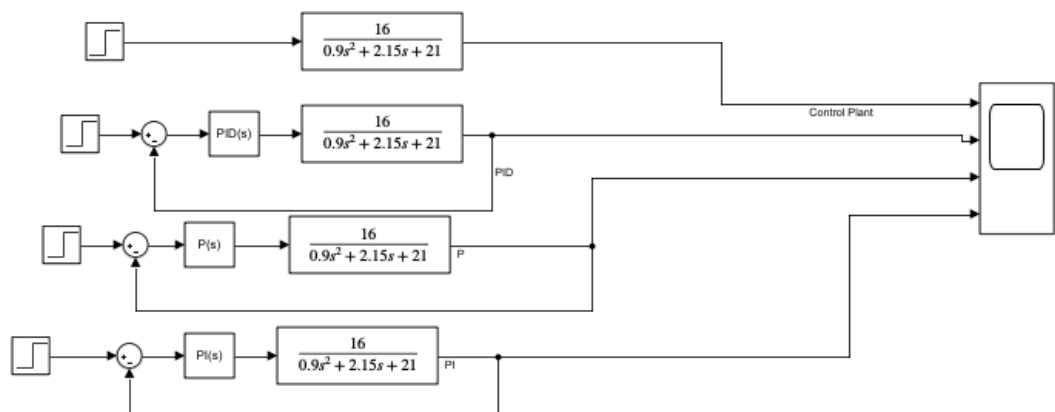
3.13 - сурет – ПИД – реттегішпен моделдеу нәтижесі

ПИД – реттегішінің параметрлерін анықтау үшін Autotune қолданамыз . Жүйеден ПИД коэффициенттері үшін оптималды реттеулері алынды. Енді жүйенің ары қарай сезімталдылығын (response time) өзгерте отыра оптималды параметрлерін аламыз

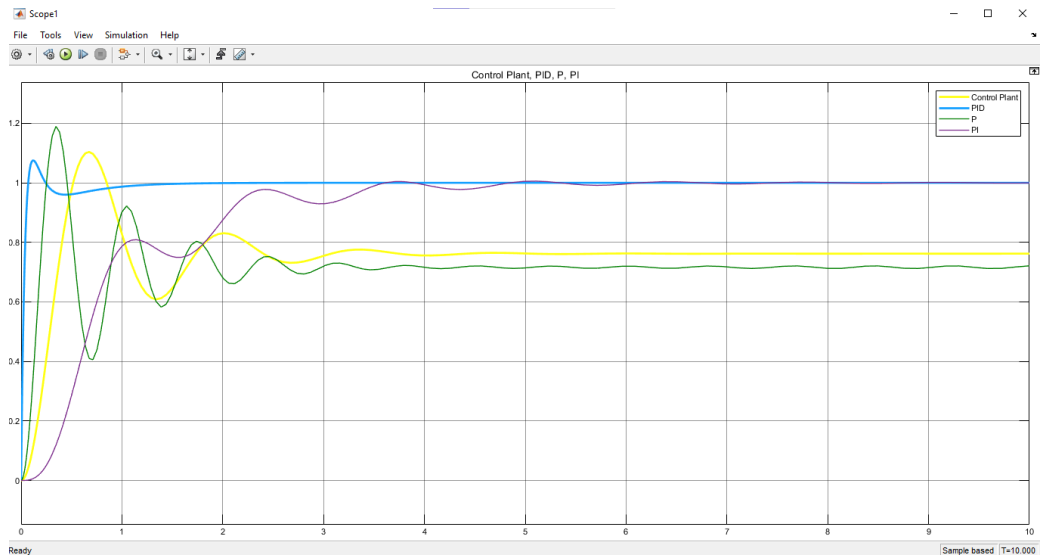


3.14 - сурет – Autotune нәтижесі

3.14 суретте MATLAB бағдарламасының Autotune жасақтамасының нәтижесі көрсетілген. Графиктен байқауға болады тербіліс коэффициентінің азайғанын.



3.15 - сурет – Өтпелі процестерді реттегішсіз және реттегішпен салыстыру құрылымдық сұлбасы



3.16 - сурет – Реттегіштер қолданылған жүйенің өтпелі процесі

3.16 суретте жүйенің реттегіштермен және реттегішсіз өтпелі процесстері көрсетілген. Суретте көрініп тұрғандай, ПИД – реттегіші қолданылған жүйе нәтижесі орнықты және қойылған талаптарды қанағаттандырады. 3.2 кестеде қолданылған реттегіштердің параметрлерін салыстыру көрсетілген.

Кесте 3.2 Реттегіш параметрлері

	№	Бағалау түрлері		Реттегішсіз	P	PI	PID
Негізгі	1	Реттеу уақыты	$T_{set}$	2.93	15.1	7.8	1.19
	2	Қайта реттеу	$P_{ov}$	44.7	48.4	29.8	13
	3	Тербеліс саны	$n$	2	4	3	0
	4	Тербеліс	$\mu$	0.75	1.5	0.45	0.42
	5	Тербеліс жиелігі	$w$	2	6	4.5	2
	6	Қателік	$e$	0.762	3.9	1	0.3
Қосымш	7	Максимумға жету уақыты	$T_1$ max	0.655	1.2	1.17	1.2
	8	Өсу уақыты	$T_t$	0.292	4.75	7.38	0.251

Барлық реттегіштерді салыстыру нәтижесінде ПИД реттеу заңы таңдалды, өйткені ол ең қолайлы. Параметрлерді формулалар бойынша есептеу реттегіштің оңтайлы параметрін бере алмайтындығына байланысты, қолмен реттеуді орындау қажет [9].

## ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жобада оттегі-түрлендіргіште балқытудың технологиялық процессі қарастырылды. Балқыту кезеңдері сипатталды. Конвертордың құрылысына сипаттама жасалды. Басқару объектісі ретінде оттегі фурмасы таңдалды. Оттегі-түрлендіргішінің функционалдық схемасы сызылып, температура, қысым және шығын өлшеу құрылғылары таңдалды.

Құрылымдық сұлба және басқару объектісінің беріліс функциясы негізінде математикалық модель құрастырылды. Өтпелі процесс графиктері алынды және орнықтылығы анықталды. Тура және жанама сапа көрсеткіштері алынды. Реттегішсіз жүйе сапа көрсеткіші нашар болды, қайта реттеу жоғары процентке ие болды. Алынған графиктерден байқауға болады тербелістер саны көп және жиелігі үлкен екінін. Сапа көрсеткіштерін жақсарту үшін жүйеге ПИД – реттегішін қостым. Реттегішпен жүйе қайта реттеу көрсеткіші азайды және тербеліс жиелігін азайты.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 П.И Сагитов, Т.Д Иманбеков, М.Б. Жарымбекова. Автоматты басқару теориясы. 5В071800 – Электр энергетикасы мамандығының студенттеріне арналған дәрестер жинағы. – Алматы: АЭЖБУ, 2014. – 73 бет.
- 2 Величко А.Г., Иващенко В.П., Верховская А.А., Головки В.И., Селегей А.Н. АСУТП в конвертерном производстве: Учебник. – Днепропетровск: НМетАУ, 2016. - 245 с.
- 3 Кудрин В.А. Теория и технология производства стали: учебник для вузов. – М.:Мир, 2003. – 528 с.
- 4 Технология производства стали в современных конвертерных цехах / С.В. Колпаков, Р.В. Старушко, В.В. Смоктий и др. – М.: Машиностроение, 1991. – 464 с.
- 5 Чернышев И.В. Моделирование электрических устройств в MATLAB, Simulink. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 288 с.
- 6 Производство стали в кислородных конвертерах: решение практических задач: учебное пособие / П.А. Гамов, С.В. Зырянов, С.П. Салихов – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2018. – 47 с.
- 7 Функциональная схема контроля и регулирования конвертерного процесса URL: [Функциональная схема контроля и регулирования конвертерного процесса \(multiurok.ru\)](http://multiurok.ru)
- 8 Siemens S7 – 300 Программируемый URL: [Siemens S7-300 Программируемый контроллер SIMATIC S7 300 Siemens PLC микроконтроллеры - ПРОМЭНЕРГОАВТОМАТИКА - электрооборудование Сименс со склада в Москве \(siemens-pro.ru\)](http://siemens-pro.ru)
- 9 Жүйелерді моделдеудің бағдарламалық құралдары (MATLAB/Simulink) : оқулық / Қ. Ә. Өжікенов. - Алматы : Дәуір, 2012. - 304 б. : сурет. - ISBN 978-601-217-359-8
- 10 Приборы и средства автоматизации: Каталог. Т.1. Приборы для измерения температуры. - М.: Издан. «НАУЧТЕХЛИТИЗДАТ», 2004. - 276 с.
- 11 Приборы и средства автоматизации. Каталог. Т.3. Приборы для измерения расхода и количества жидкости, газа, пара и учета тепловой энергии. - М.: Издан. «НАУЧТЕХЛИТИЗДАТ», 2004. 238 с
- 12 Приборы и средства автоматизации. Каталог. Т.7. Приборы регулирующие. Сигнализаторы температуры, давления, уровня. Датчики реле. Исполнительные механизмы отечественного и зарубежного производства. - М.: Издатель. «НАУЧТЕХЛИТИЗДАТ», 2005. – 488 с
- 13 Автоматизация процессов литья цветных металлов / Александр Петров, Андрей Иванов, Виктор Сидоров. – Санкт-Петербург: Издательство “БХВ-Петербург”, 2018. 176 с
- 14 Примеры программ на языке LAD для программируемых логических контроллеров URL: [Примеры программ на языке LAD для программируемых логических контроллеров » Школа для электрика - электротехнический портал \(electricalschool.info\)](http://electricalschool.info)

### Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

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

**Автор:** Әділхан Салидат Дүйсеханқызы

**Название:** Оттегі-түрлендіргіш балқытуды автоматтандырылған басқару жүйесін әзірлеу

**Координатор:** Сарсенбаев Н.С.

**Коэффициент подобия 1:** 0.49

**Коэффициент подобия 2:** 0

**Замена букв:** 10

**Интервалы:** 0

**Микропробелы:** 2

**Белые знаки:** 0

**После анализа Отчета подобия констатирую следующее:**

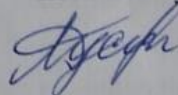
- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности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

Обоснование: В результате проверки на антиплагиат были получены коэффициенты: Коэффициент подобия 1: 0.49 и Коэффициент подобия 2: 0. Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. В связи с этим, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите перед государственной комиссией.

«31» мая 2022 г.

Дата

Подпись Научного руководителя





**Протокол анализа Отчета подобия  
заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения**

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

**Автор:** Әділхан Салидат Дуйсеханқызы

**Название:** Оттегі-түрлендіргіш балқытуды автоматтандырылған басқару жүйесін әзірлеу

**Координатор:** Сарсенбаев Н.С.

**Коэффициент подобия 1:** 0.49

**Коэффициент подобия 2:** 0

**Замена букв:** 10

**Интервалы:** 0

**Микропробелы:** 2


**Белые знаки:** 0

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

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


Обоснование: В результате проверки на антиплагиат были получены коэффициенты: Коэффициент подобия 1: 0,49 и Коэффициент подобия 2: 0. Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. В связи с этим, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите перед государственной комиссией.

«31» мая 2023 г.  
Дата

  
Подпись заведующего кафедрой /  
начальника структурного подразделения

**Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:**  
Дипломный проект допускается к защите.

«31» мая 2023 г.  
Дата

  
Подпись заведующего кафедрой /  
начальника структурного подразделения



**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ  
ШҚІРІ**

Дипломдық жоба үшін

Әділхан Салидат Дуйсеханқызы

6В07103 – Автоматтандыру және роботтандыру мамандығы

Тақырыбы: Оттегі-түрлендіргіш балқытуды автоматтандырылған басқару жүйесін  
әзірлеу

Дипломдық жобада оттегі-түрлендіргіш балқытуды автоматтандырылған басқару жүйесін әзірлеу қарастырылып, технологиялық процесс сипатталып, жан – жақты зерттелген. Оттегі-түрлендіргіште балқыту кезеңдері сипатталған.

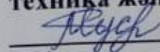
Бұл дипломдық жобада оттегі фурмасына шолу жасалды. Оттегі-түрлендіргіштің функционалдық сұлбасы көрсетілген. Негізгі өлшеу параметрлері анықталған. Солар бойынша өлшеу құралдары таңдалған..

Арнайы бөлімнің басында ПИА Portal бағдарламасына сипаттама берілді. Технологиялық процеске визуализация жасалған. Оттегі-түрлендіргіште жүретін процестердің қосылған және өшірілген сәттері көрсетілген. Siemens компаниясының CPU 313C контроллері таңдалған. Таңдалған контроллердің техникалық сипаттамасы көрсетілген. Оттегі-түрлендіргіштегі оттегі фурмасы басқару объектісі ретінде таңдалып құрылымдық сұлбасы көрсетілген. Беріліс функциясы құрастырылып орнықтылыққа зерттелген. Жүйе орнықты, бірақ сапа көрсеткіштері нашар болғандықтан реттігіш қою қажет деп шешім қабылданған. Реттіштердің қажетті параметрлерін таңдау Autotune көмегімен жасалған. Реттеіштерді өзара салыстыра келе ПИД реттегіші тиімді деп шешім қабылданған.

Студент Әділхан С.Д. дипломдық жоба орындау барысында өзінің еңбекқорлығын, тиянақтылығын көрсете білді.

Студент дипломдық жобаны жасауда өздігінен жұмыс істеу қабілетін көрсете алды. Әділхан Салидат Дуйсеханқызы алдына қойған инженерлік есептерді шеше алатынын, әдебиеттермен жұмыс істей алатынын көрсетті. Студент Әділхан Салидат Дуйсеханқызы 6В07103 – «Автоматтандыру және роботтандыру» мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры біліктілігіне сай деп ұсынамын.

**Ғылыми жетекші**  
**«Автоматтандыру және басқару» кафедрасының**  
**техника және технологиялар магистрі, аға оқытушы**

  
Мүсілімов Қ.Б.  
«31» мамыр 2023 ж.

## СЫН-ПІКІР

Дипломдық жоба үшін

Әділхан Салидат Дүйсеханқызы

6B07103 – Автоматтандыру және роботтандыру мамандығы

**Тақырыбы:** Оттегі-түрлендіргіш балқытуды автоматтандырылған басқару жүйесін әзірлеу

Орындалды:

- а) графикалық бөлім 1 бетте
- б) түсіндірмен жазба 39 бетте

### Жұмысқа ескерту


Түсіндірме жазбада оттегі-түрлендіргіш балқытуды автоматтандырылған басқару жүйесін әзірлеу рецензияға көрсетілген. Технологиялық процесс сипатталып, жан – жақты зерттелген. Оттегі-түрлендіргіште балқыту кезеңдері сипатталған. Оттегі-түрлендіргіштің функционалдық сұлбасы көрсетілген. Негізгі өлшеу параметрлері анықталған.

ТІА Portal бағдарламасында оттегі-түрлендіргіште жүретін процеске визуализация жасалған. Беріліс функциясы құрастырылып орнықтылыққа зерттелген. Басқару жүйесі үшін ПИД реттегіші тиімді деп шешім қабылданған.

### Жобаны бағалау

Дипломдық жобада барлық мәселелер толық сипатталғанын есепке ала отырып, дипломдық жобаны "95/А/өте жақсы", деп бағалап, оны орындаушы Әділхан Салидат Дүйсеханқызын 6B07103 – «Автоматтандыру және роботтандыру» мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры біліктілігіне сай деп санаймын.

### Сын-пікір беруші:

Ғ. Даукеев атындағы АЭЖБУ  
техника ғылымдарының  
кандидаты, доцент  
 Сагындыкова Ш.Н.  
«31» мамыр 2023ж.

Ф КазННТУ 706-17. Сын-пікір





