

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

Әлиасқар Думан Ақсубайұлы

Манипуляторлы роботтың электр жетегін жасау

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. докторы, профессор

Б.А. Сулейменов

« 02 » 05 2019 ж.



«Манипуляторлы роботтың электр жетегін жасау»
тақырыбына

дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Орындаған Д.А.Әлиасқар

Ғылыми жетекші

қауымдасқан профессор, т.ғ.к.

А.А. Бейсембаев

« 29 » 04 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

«Автоматтандыру және басқару» кафедрасы

5B070200 - Автоматтандыру және басқару

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

техн.ғыл.д-ры., профессор

Б.А. Сулейменов

«02» 05 2019 ж.

**Дипломдық жобаны дайындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Әлиасқар Думан Ақсубайұлы

Жобаның тақырыбы: «Манипуляторлы роботтың электр жетегін жасау»

Университеттің «14» 11 2018 жылғы ғылыми кеңесінің № 442-П шешімімен бекітілген.

Орындалған жұмыстың өткізу мерзім «15» мамыр 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы мәліметтері: дипломалды практикасындағы жиналған мәліметтер.

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): принципіалдық сұлбасы, құрылымдық сұлба

Ұсынылған негізгі әдебиеттер

[1] Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления, // под ред. Бесекерского В.А. – М.: «Наука», 1978. - 512б.

[2] Автоматизация технологических процессов (2004) И.Ф. Бородин, 212б.

[3] Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами: Учебное пособие для вузов. – Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1982.392б.

Дипломдық жобаны даярлау
КЕСТЕСІ

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

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
Экономикалық бөлім	А.А. Бейсембаев техн.ғыл. кандидаты. қауымдасқан профессор		29.04.2019ж
Қауіпсіздік және еңбекті қорғау бөлімі	А.А. Бейсембаев техн.ғыл. кандидаты. қауымдасқан профессор		29.04.2019ж
Нормалық бақылаушы	Н.С.Сәрсенбаев техн.ғыл.кандидаты, ассистент профессор		29.04.2019ж

Ғылыми жетекшісі  А.А. Бейсембаев

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы  Д.А. Әлиасқар

Күні «02» 05 2019 ж.

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

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

Автор: Әлиасқар Д. А.

Название: «Манипуляторлы роботтың электр жетегін жасау»

Координатор: Бейсембаев А. А.

Коэффициент подобия 1: 0,4

Коэффициент подобия 2: 0,0

Тревога: 25

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

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

Обоснование:

Допущено

11. 05. 2019 г.

Дата

*Подпись заведующего кафедрой / начальника
структурного подразделения*

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

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

Автор: Әлиасқар Д. А.

Название: «Манипуляторлы роботтың электр жетегін жасау»

Координатор: Бейсембаев А. А.

Коэффициент подобия 1: 0,4

Коэффициент подобия 2: 0,0

Тревога: 25

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 не обладают признаками плагиата, но из 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:

Допущено

Дата

11.05.2018 м.

Подпись Научного руководителя

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

Допущен

11.05.2019



Дата

Подпись заведующего кафедрой / начальника
структурного подразделения



Uczelnia:	Satbayev University
Tytuł:	Манипуляторлы роботтын электр жетегін жасау
Autor:	Алиаскар Думан
Promotor:	Ахамбай Бейсембаев
Data Raportu Podobieństwa:	2019-05-02 11:05:02
Współczynnik podobieństwa 1: ?	0,4%
Współczynnik podobieństwa 2: ?	0,0%
Długość frazy dla Współczynnika Podobieństwa 2: ?	25
Liczba słów:	9 424
Liczba znaków:	69 816
Adresy stron pominiętych przy sprawdzaniu:	
Liczba wykonanych sprawdzeń pracy dyplomowej: ?	10



Uwaga, w niektórych wyrazach w tym dokumencie pojawiają się litery z różnych alfabetyzacji niedopuszczalnych zapożyczeń. System zamienił te litery na ich odpowiedniki sprawdzane. Prosimy o dokonanie szczególnie wnikliwej analizy tych fragmentów tekstu.
Liczba wyróżnionych wyrazów 4157

Ғылыми жетекшінің пікірі

Диплом жұмысы

(жұмыс түрінің атауы)

Әлиасқар Думан Ақсубайұлы

(білім алушының Т.А.Ә.)

5B070200 – «Автоматтандыру және басқару»

(мамандық атауы мен шифрі)

Тақырыбы: «Манипуляторлы роботтың электр жетегін жасау»

Диплом жұмысында манипуляторлы роботтың басқару мәселері қарастырылады. Манипуляторлы роботтың көмегімен қолмен орындалатын операцияларды роботпен орындау мәселесі қарастырылған. Манипуляторлы роботтың негізгі құрылғыларының бірі, оның жетегі. Қазіргі заманауи роботтарда электр жетегі қолданылады. Осы жетекті реттеу үшін қиыстыру құрылғысы жасалынған. Осы құрылғыны жасау жиілік әдістермен іске асырылған.

Диплом жұмысын жазу кезінде Әлиасқар Думан Ақсубайұлы өзін жұмыскер, берілген тапсырмаларды уақытында орындайтын, тәртіпті және білікті студент ретінде өзін көрсетті.

Диплом жұмыс жақсы деңгейде орындалып, диплом жұмыстарына қойылатын талаптарына сәйкес келеді. Диплом жұмысы қорғауға жіберіліп, ал Әлиасқар Думан Ақсубайұлы 5B070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы бойынша бакалавр академиялық атағына лайық деп есептеймін.

Ғылыми жетекші

«Автоматтандыру және басқару» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, тех. ғыл. канд., доцент

(қызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)

Бейсембаев А.А.

қолы

Т.А.Ә.

« 11 » мамыр 2019 ж.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жобада манипуляциялық роботтың электр жетегі жайлы жазылды. Манипуляторды басқару жайлы бөлімдерді қарастырдым.

Технологиялық бөлімде өнеркәсіптік роботтың манипуляторы жайлы жазылған. Тұрақты ток электр қозғалтқыштары мен олардың негізі параметрлеріне көңіл бөлінген. Қадағалау жүйесінің редукторы жайлы мағлұматтар бар.

Арнайы бөлімде мен импульсті режимде жұмыс істейтін қадағалау жүйесі жайлы жаздым. Қадағалау жүйесінің логарифмдік амплитудалық және фазалық жиілік сипаттамаларын тұрғыздым. Бұл тарауда түзетуші кері байланыс синтезі жайлы қарастырдым.

Экономикалық бөлімге келетін болсақ автоматты басқару жүйесін өңдеуді және енгізуге кететін шығынын есептеп шығардым. Экономикалық тиімділік және ТҮ АБЖ енгізуін есептелінді.

Еңбек қорғау бөлімінде қауіпсіздік және еңбек қорғау бойынша заңдылық пен нормативтік актілер жайлы жазылды. Жұмысшылардың қауіпсіздігін қамтамасыз ететін ережелер мен микроклимат шарттарын қамтамасыз ету жайлы қарастырылды. Жасанды жарықтандыру және табиғи жарықтандыру жолдары көрсетілген.

АННОТАЦИЯ

В этом дипломном проекте написано о электроприводе манипуляционного робота. Рассматривал разделы по управлению манипулятором.

В технологической части написано о манипуляторе промышленного робота. Особое внимание уделено электродвигателям постоянного тока и их основным параметрам. Имеются сведения о редукторе системы наблюдения.

В специальной части я написал о системе наблюдения, которая работает в импульсном режиме. Система наблюдения построила логарифмические амплитудные и фазовые частотные характеристики. В этой главе я рассматривал синтез корректирующих обратной связи.

В зависимости от экономической части рассчитаем затраты на разработку и внедрение системы автоматического управления. Расчет экономической эффективности и внедрения АСУ ТП.

В отделе охраны труда записаны законы и нормативные акты по безопасности и охране труда. Для обеспечения безопасности рабочих и условий микроклимата. Освещенность и естественное освещение.

ABSTRACT

In this thesis project is written about the electric drive of the manipulative robot. Examined the sections by operation.

In the technological part it is written about the manipulator of an industrial robot. Special attention is paid to DC motors and their main parameters. There is information about the gearbox surveillance system.

In a special part I wrote about the surveillance system that operates in pulse mode. The observation system constructed logarithmic amplitude and phase frequency characteristics. In this Chapter I have considered the synthesis of corrective feedback.

Depending on the economic part, we will calculate the cost of developing and implementing an automatic control system. Calculation of economic efficiency and implementation of APCS.

The Department of labor protection recorded laws and regulations on safety and labor protection. To ensure the safety of workers and the environment. Illumination and natural light.

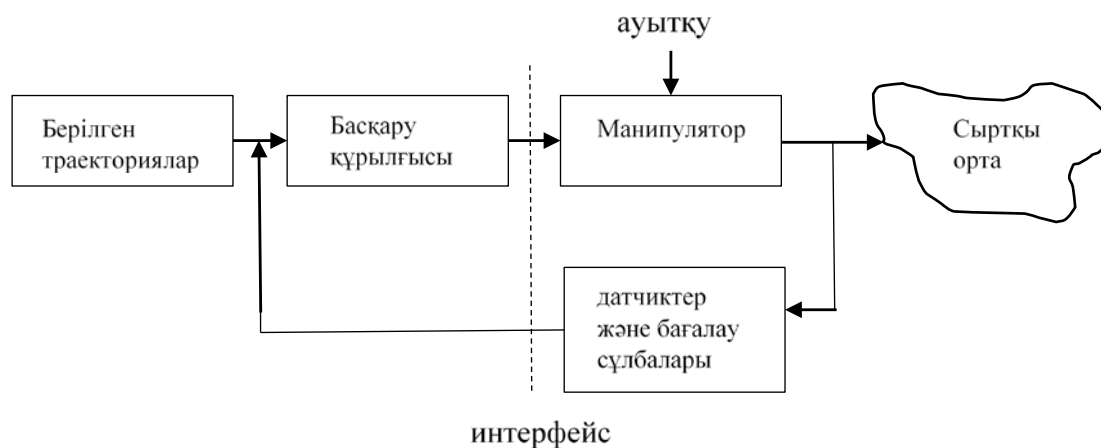
1 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ

1.1 Өнеркәсіптік роботтың манипуляторларын басқару

Егер манипулятор қозғалысының динамикалық теңдеулері орнатылса, манипуляторды басқару мақсаты берілген жұмыс критерийіне сәйкес қозғалыстарды орындау болып табылады. Басқару проблемасы қарапайым түрде тұжырымдалуы мүмкін болса да, оның шешімі инерция күштерінің әсерімен, қосылыстардағы реакциялар мен манипулятордың буындарының салмағымен күрделене түседі. Жалпы жағдайда манипуляторды басқару проблемасы, біріншіден, оның динамикалық модельдерін алуға және екіншіден, жүйенің талап етілетін жұмыс және динамикалық сипаттамаларын қамтамасыз ету үшін осы модельдердің негізінде оны басқару заңын анықтауға негізделеді.

Манипулятордың басқарылатын қозғалысын талдау, қозғалысты басқару екі кезеңде орындалатынын көрсетеді. Бірінші кезеңде көлік қозғалысын басқару жүзеге асырылады, бұл кезде манипулятор бастапқы жағдайдан немесе бастапқы бағдарлаудан жоспарланған траектория бойымен қалаған түпкілікті жағдайдың шетіне жылжиды немесе берілген жағдайда бағдарланады. Екінші кезеңде дәл (түзетуші) қозғалысты басқару іске асырылады, онда соңғы жағдай датчигі қозғалысты аяқтау үшін кері байланыс тізбегіне ақпарат бере отырып, объектімен өзара іс-қимыл жасайды.

Манипуляторды басқару жүйелерін жобалауда заманауи тәсіл, кіріктірілген сервомеханизм көмегімен әрбір жанасудағы қозғалысты басқарудан тұрады. Мұндай тәсіл манипулятордың динамикасын адекватты модельдеуге мүмкіндік бермейді, себебі манипулятордың нақты конструкциясының қозғалысы мен конфигурациясын ескермейді. Бұл нақты басқарылатын жүйенің параметрлері моделінің параметрлерінің айтарлықтай айырмашылықтарына алып келеді, бұл кері байланысты пайдалана отырып басқарудың дәстүрлі әдістерінің тиімділігін төмендетеді. Нәтижесінде манипулятор жылдамдығы есептеумен салыстырғанда азаяды және тежелу орын алады, бұл манипулятор позициялау дәлдігі мен жылдамдығын нашарлатады және роботты қолдану аймағын тарылтады. Осылайша, қарастырылған тәсіл негізінде басқарылатын манипуляторлар төмен жылдамдықпен және паразиттік вибрациялармен қозғалады. Манипуляторды басқару параметрлерін жақсарту үшін, басқару техникасын жетілдіретін неғұрлым тиімді динамикалық үлгілерді қарауды, сондай-ақ ерекше есептеу процедурасын пайдалануды талап етеді. Бұл тарауда 3-бөлімде сипатталған динамикалық модельдерді жүзеге асыратын және манипуляторды басқару тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін әдістер қарастырылады.



1.1 Сурет - Робот манипуляторын басқарудың жалпы сұлбасы

Манипуляторды басқаруды қозғалыс траекториясын қалыптастыру міндеті ретінде 1.1 - суретті қарастыра отырып, қозғалысты басқаруды үш негізгі түрге бөлуге болады:

1. Манипулятордың жанасу қозғалысын басқару.

Буынды сервомеханизм (Пум роботының манипуляторын басқару схемасы).

Моменттерді есептеу әдісі:

- жылдамдық бойынша оңтайлы басқару;
- айнымалы құрылымды басқару;
- бейсызық тәуелсіз басқару.

2. Декарттық кеңістікте жылдамдық, жылдамдату және күш бойынша қозғалысты бағдарламалық басқару.

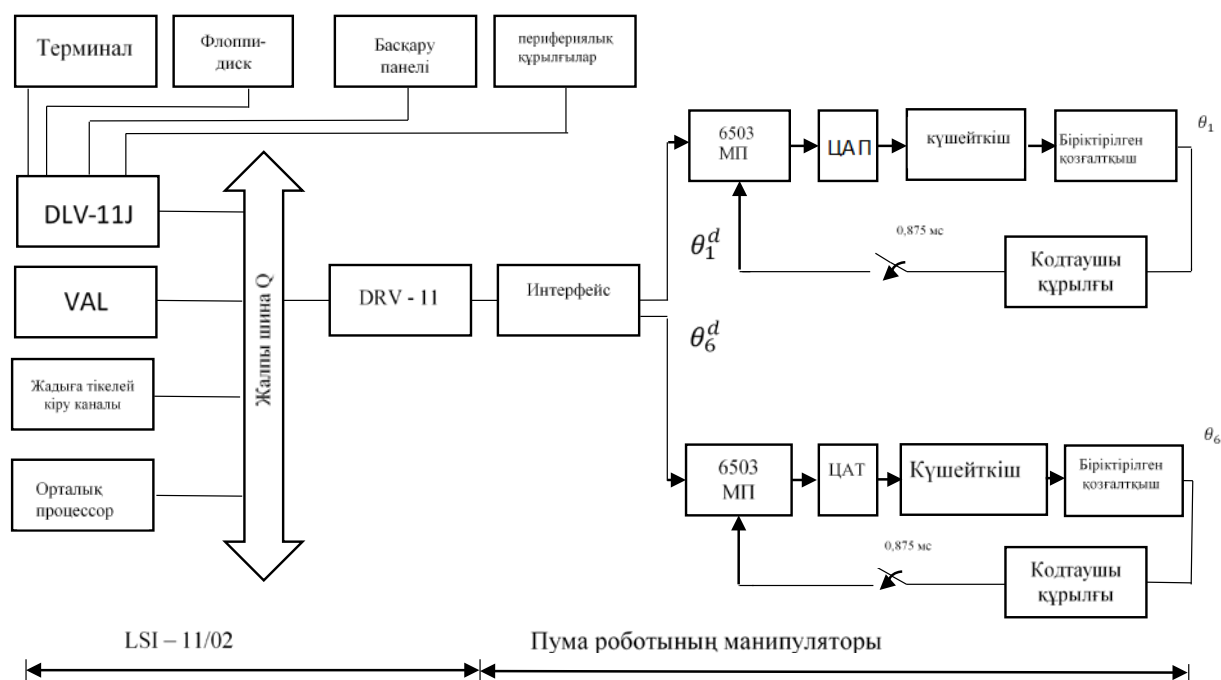
Бейімді басқару:

- Берілген модель бойынша адаптивті басқару;
- Өздігінен адаптивті басқару;
- Тікелей байланыс бойынша өтеумен қозу бойынша бейімдеу басқармасы;
- Бағдарламалық қозғалысты адаптивті басқару.

Координаттардың байланысқан немесе декарттық жүйесінде траектория бойымен қозғалыс уақыт функциясы болып табылады деп болжанады.

1.1.1 Пума робот манипуляторын басқару

Роботтың манипуляторының әрбір жанасуы қарапайым сервомеханизммен басқарылады. 560 сериялы Пума роботының манипуляторын басқару құрылғысы DEC LSI-11/02 есептеуіш құрылғысынан және Rockwell 6503 алты микропроцессордан тұрады, олардың әрқайсысының кодтаушы құрылғысы, сандық-аналогты түрлендіргіш (ЦАП) және ток күшейткіші бар. Басқару құрылымы иерархиялық түрде құрылған. Иерархиялық жүйенің жоғарғы деңгейінде жоғарғы деңгейдегі ЭЕМ ретінде қолданылатын LSI-11/02 микрокомпьютері бар.



1.2 Сурет - Пума роботының манипуляторын басқару сұлбасы

Төменгі деңгейде алты 6503 микропроцессоры - әр еркіндік дәрежесіне бір-бірден орналасады. Есептеу құрылғысы екі негізгі функцияны орындайды: 1) процессормен терминалдың байланыс режимінде пайдаланушымен өзара іс-қимыл және VAL пайдаланушы командаларының тізімінен қосымша беруді құру және 2) команданы орындау үшін 6503 алты микропроцессордың жұмысын үйлестіру. Val командаларын грамматикалық талдау, интерпретациялау және декодтау, сондай-ақ пайдаланушыға қате туралы тиісті сигналдарды беру кіреді.

VAL командасы декодталған кезде, жұмыс режимдерін және үйлестіру функцияларын орындау үшін ішкі бағдарламалар шақырылады. Бұл функцияларға EPROM lsi-11/02 есептеуіш құрылғысы кіреді:

1. Координаттар жүйесін түрлендіру(мысалы, қозғалмайтын координаттар жүйесінен координаттар жүйесіне немесе керісінше).

2. Әрбір нүкте мен әрбір 28 мс сәйкес келетін параметрлердің өсуін қамтитын бөлшектердегі интерполяцияны ескере отырып траекторияны жоспарлау.

3. 6503 микропроцессорларына барлық осьтер бойынша қозғалыстың аяқталғаны туралы ақпаратты беру, онда өсім бойынша қозғалыс талаптарына сәйкес Басқарушы әсер ету қалыптасады.

4. Траектория бойынша үздіксіз қозғалыс режимінде интерполяцияны жүзеге асыру үшін қажетті екі нұсқаулықты алдын ала қарау.

Жүйенің иерархиясының төменгі деңгейінде әр қайсысы сандық және аналогтық платадан, сондай-ақ әрбір біріктіру үшін қуат күшейткішінен тұратын біріктірілген басқару құрылғылары бар. 6503 микропроцессоры-әрбір

ось бойынша қозғалысты тікелей басқаратын біріктірілген басқару құрылғысының құрамдас бөлігі. Әрбір микропроцессор EPROM және DAC(ЦАП) жүйелерімен сандық платада орналасқан. Ол LSI - 11/02 есептеуіш құрылғысымен байланысқан, ол демультимплексор ретінде жұмыс істейді, әрбір жалғауды басқару құрылғысына траекторияның тірек нүктелері туралы ақпаратты бағыттайды. Сонымен қатар, ол үшін де, ол үшін де, ол үшін де, ол үшін де, ол үшін де, ол үшін де. Микропроцессор мүшелену жағдайы қатесінің сигналын есептеп, оны әр мүшелену қозғалтқышымен Ток бойынша кері байланысы бар аналогтық төлемге жібереді.

Әрбір мүшені басқару үшін екі басқару контуры бар. Сыртқы контур позициялаудың қателігі туралы ақпаратпен жұмыс істейді және 6503 микропроцессорымен әрбір 0,875 мс мәліметтермен алмасады. Ішкі контур аналогтық құрылғылардан және жылдамдық бойынша ауытқу сигналдарын демпфирлеу үшін туынды бойынша кері байланысы бар компенсатордан тұрады. Екі контурдың берілу коэффициенттері тұрақты және VAL бағдарламасымен анықталатын жылдамдық бойынша топтасу жүйесінің сыни демпфирленуін қамтамасыз етеді. Микропроцессорлардың негізгі функциялары:

1. LSI-11/02 есептеуіш құрылғысынан траекторияның тірек нүктелерін алу және өңдеу және 28 мс арқылы жалғау параметрлерінің ағымдағы және берілген мәндері арасында интерполяция жүргізу.

2. Әрбір айналу осі бойынша қалыптасатын кодтық датчиктен шамалардың өсуін жинақтайтын тіркелімнің мәнін 0,875 мс арқылы санау.

3. Интерполденген тіректік нүктелерден қате сигналдарын және осьтер бойынша кодтық датчиктен мәндерді жинақтау.

4. Қате сигналдарын DAC түрлендіргішінің көмегімен ток сигналдарына түрлендіру және оларды аналогтық ақыға беру.

Робот пумын басқару схемасында интегралды-дифференциалды басқару әдісі (ПИД-реттеуіш) пропорционал қолданылады. Осы басқару схемасының негізгі кемшілігі кері байланысты беру коэффициенті Тұрақты және алдын ала берілген. Бұл жүктеме өзгерген кезде кері байланыс беру коэффициентін өзгертуге мүмкіндік бермейді. Өнеркәсіптік робот жеткілікті сызықсыз жүйе болғандықтан, инерция күші, реакция және салмақ жылдамдықтың жағдайына немесе жағдайына байланысты және үлкен шектерде өзгеруі мүмкін. Осылайша, сызықты емес жүйені басқару үшін тұрақты тарату коэффициенті пайдаланылатын қаралған басқару схемасы тиімсіз. Шынында да, Пума роботының манипуляторы шағын жылдамдықта күшті дірілмен жылжиды. Бұл проблеманы шешудің бірі сандық басқаруды пайдалану болып табылады, онда роботтың манипуляторына қосылатын сәттер ЭЕМ-де өңделеді, онда манипулятордың тиісті динамикалық моделі салынған.

1.1.2 Басқару сәттерін есептеу әдісі

Егер манипулятор қозғалысы Лагранж-Эйлер немесе Ньютон-Эйлер теңдеулерімен сипатталса, басқару міндеті басқарушы сәттер мен күштерді табу болып табылады. Бұл сәттер мен күштер манипулятордың нақты уақыттағы соңғы буыны қозғалысының берілген траекториясына барынша жақын болуын қамтамасыз етуі тиіс. Жетектің басқару сәттері қолданылатын қозғалыс теңдеулеріне негізделген манипулятор динамикалық моделінің көмегімен анықталады. Есептік сызбада қозғалтқыштың жұмыс сипаттамалары модельделеді, сондай-ақ есептелген сәттің басқару кернеуіне немесе қозғалтқыштың тогына түрлендіру көзделеді. Басқару кернеуі есептеуді талдау процесінде пайда болатын кешігуді елемеуге мүмкіндік беретін жылдамдықпен есептеледі.

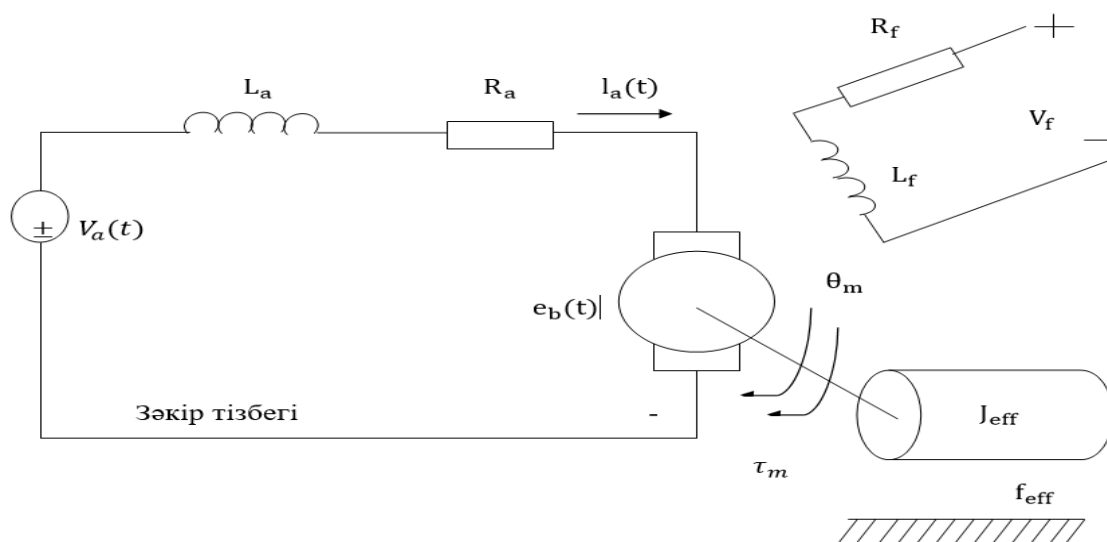
Модель параметрлері нақты басқару объектісінің параметрлерінен ерекшеленеді. Сондықтан қозғалтқышта біріктірілген басқару сигналының қажетті шамасын қамтамасыз ету мақсатында есептік сәттерді түзету үшін жағдайы мен жылдамдығы бойынша кері байланыс сигналдарын пайдалану қажет.

1.1.3 Роботтың біріктіру функциясы

Бұл бөлімде дифференциалды реттеуіштер(ПД-реттеуіштер) тепе-тең құруға болатын роботты бір мүшелеудің беріліс функциясын алу әдістері баяндалады. Рассмотрены также методы построения регулятора для многосуставных манипуляторов, движение которых описывается уравнениями Лагранжа-Эйлера или Ньютона-Эйлера. При анализе одно сочленение манипулятора робота трактуется как линейная непрерывная система, к которой для упрощения вычислений может быть применен метод преобразований Лапласа.

Көптеген өнеркәсіптік роботтар электр, гидравликалық немесе пневматикалық жетектер бар. Электр жетегі бар манипуляторлар көбінесе әрбір жанасқанда тәуелсіз қозуы бар тұрақты ток қозғалтқыштарымен жарақталады. Тұрақты ток қозғалтқыштары әдетте тұрақты магнит, Зәкір қозуы және шығу білігінің үздіксіз айналуы бар қозғалтқыштар болып табылады. Олар жоғары қуат, жүрістің бірқалыпты болуы, аз жылдамдықпен жұмыс істеу мүмкіндігі, жүктеме сипаттамасының сызықтық және аз уақыт сияқты қасиеттерді біріктіреді. Тұрақты магнит өрісін және тұрақты токтың энергиясын пайдалану қоректендіруге жұмсалатын ең аз энергия кезінде және ең аз салмақ кезінде ең жоғары нүктені қамтамасыз етеді. Бұл параметрлер, сондай-ақ қозғалтқыштың индуктивтілігін төмендетуге мүмкіндік береді, демек, электр өзара іс-қимылынан туындаған тұрақты уақыт шамасын. 5.3-суретте манипулятордың жанасуында пайдаланылуы мүмкін якорь тізбегінде басқарылатын тұрақты ток қозғалтқышының эквивалентті сұлбасы келтірілген. Осы схемадағы негізгі айнымалы шамалар:

V_a — зәкір кернеуі, В;
 V_f — өріс кернеуі, В;
 L_a — зәкірдің индуктивтілігі, Гн;
 L_f — өрістің индуктивтілігі, Гн;
 R_a — якорь кедергісі, Ом;
 R_f — өріс кедергісі, Ом;
 i_a — зәкір тогы, А;
 i_f — өріс тогы, А;
 e_b — электрқозғаушы күші, В;
 τ — қозғалтқышты дамыту сәті, Н·м;
 θ_m — қозғалтқыш білігінің бұрыштық орнын ауыстыру, рад;
 θ_L — жүктеме білігінің бұрыштық орнын ауыстыру, рад;
 J_m — қозғалтқыш білігіне келтірілген қозғалтқыштың инерция моменті, н·м·с²/рад;
 f_m — Қозғалтқыш білігіне келтірілген қозғалтқыштың тұтқыр үйкеліс коэффициенті, н·м·с/рад;
 J_L — Жүктеме білігіне келтірілген жүктеме инерциясының моменті, н·м·с²/рад;
 f_L — Жүктеме білігіне келтірілген жүктеменің тұтқыр үйкелу коэффициенті, н·м·с/рад;
 N_m — Ішкі редуктор тістерінің саны (қозғалтқыш редукторының);
 N_L — Сыртқы редуктор тістерінің саны (жүктеме редукторы).



1.3 Сурет - Зәкір тізбегінде басқарылатын тұрақты ток қозғалтқышының баламалы сызбасы

Жүктелген звено қозғалтқыштың шығу білігімен редуктор — механикалық беру жүйесінің көмегімен жалғанады. Беріліс жүйесінің сұлбалары 5.4-суретте

көрсетілгендей, олардың өзара әрекеттесуі кезінде редуктордың жалпы сызықтық орын ауыстыруы бірдей.

$$d_m = d_L \text{ және } r_m \theta_m = r_L \theta_L, \quad (1.1)$$

r_m және r_L – тиісінше ішкі және сыртқы редуктордың өзара әрекеттесетін тістегершігінің радиусы. Өйткені тістегершіктің радиусы тістердің санына пропорционалды, онда

$$N_m \theta_m = N_L \theta_L \quad (1.2)$$

немесе
$$\frac{N_m}{N_L} = \frac{\theta_L}{\theta_m} = n < 1, \quad (1.3)$$

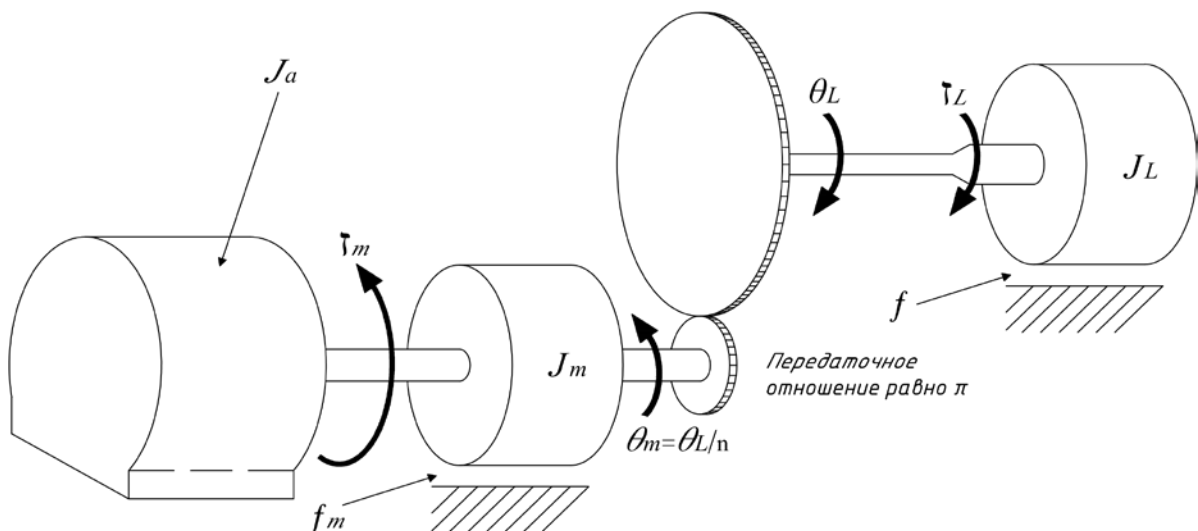
n - беріліс қатынасы, және θ_L мен θ_m – ді келесі түрде байланыстырады:

$$\theta_L(t) = n \theta_m(t). \quad (1.4)$$

Екі рет дифференциалдап, мынаны аламыз:

$$\dot{\theta}_L(t) = n \dot{\theta}_m(t). \quad (1.5)$$

және
$$\ddot{\theta}_L(t) = n \ddot{\theta}_m(t). \quad (1.6)$$



1.4 Сурет – Механикалық берілістің жүйе анализі

Егер жүктеме сыртқы редукторға жалғанса, қозғалтқыштың шығу білігімен қамтамасыз етілетін момент сомасына, қозғалтқышпен және жүктемелермен тең болады.

$$\left[\begin{array}{c} \text{қозғалтқыш} \\ \text{білігіндегі момент} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{қозғалтқыш} \\ \text{моменті} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} \text{қозғалтқыш білігіне} \\ \text{келтірілген жүктеме момент} \end{array} \right] \quad (1.7)$$

немесе басқа формада

$$\tau(t) = \tau_m(t) + \tau_L^*(t). \quad (1.8)$$

Жүктеме білігіне келтірілген жүктеме моменті мынаған тең

$$\tau_L(t) = J_L \ddot{\theta}_L(t) + f_L \dot{\theta}_L(t), \quad (1.9)$$

ал қозғалтқыш моменті, қозғалтқыш білігіне орналасқан, мынадай

$$\tau_m(t) = J_m \ddot{\theta}_m(t) + f_m \dot{\theta}_m(t). \quad (1.10)$$

Энергияны сақтау заңы бойынша $\tau_L \theta_L$, жүктемесінің білігіне келтірілген жүктемемен жүргізілетін жұмыс $\tau_L^* \theta_m$ қозғалтқыштың білігіне келтірілген жұмысқа тең болуы тиіс. Осыдан

$$\tau_L^*(t) = \frac{\tau_L(t) \theta_L(t)}{\theta_m(t)} = n \tau_L(t). \quad (1.11)$$

Мына теңдеулерді ескере отырып (1.4), (1.5) және (1.6) ескереміз

$$\tau_L^*(t) = n^2 [J_L \ddot{\theta}_m(t) + f_L \dot{\theta}_m(t)]. \quad (1.12)$$

(1.10) және (1.12) теңдеулерді пайдалана отырып қозғалтқыштың шығу білігімен дамып келе жатқан моментке арналған өрнек жазамыз:

$$\begin{aligned} \tau(t) &= \tau_m(t) + \tau_L^*(t) = (J_m + n^2 J_L) \ddot{\theta}_m(t) + f_m + n^2 f_L \dot{\theta}_m(t) \\ &= J_{eff} \ddot{\theta}_m(t) + f_{eff} \dot{\theta}_m(t), \end{aligned}$$

$J_{eff} = n^2 J_L$ - қозғалтқыш инерциясының және қозғалтқыш білігіне келтірілген жүктемелердің жиынтық тиімді моменті, ал $f_{eff} = f_m + n^2 f_L$ - қозғалтқыштың тұтқыр үйкелуінің және қозғалтқыштың білігіне келтірілген жүктемелердің жиынтық коэффициенті. Алынған нәтижелерді негізге ала отырып, манипулятордың бір түйісу жүйесінің беріліс функциясын анықтауға болады. Қозғалтқыштың білігіндегі момент зәкір тогына байланысты және жылдамдық пен бұрыштық жағдайға байланысты емес болғандықтан,

$$\tau(t) = K_a i_a(t), \quad (1.13)$$

K_a - пропорционалды коэффициенті, $n \cdot \frac{M}{A}$. Якорь контуры үшін Кирхгоф заңын пайдалана отырып, біз

$$V_a(t) = R_a i_a(t) + L_a \frac{di_a(t)}{dt} + e_b(t), \quad (1.14)$$

Қозғалтқыштың бұрыштық жылдамдығына пропорционалды электр қозғаушы күш:

$$e_b(t) = K_b \dot{\theta}_m(t), \quad (1.15)$$

Ал K_b — пропорционалды коэффициенті, В·с/рад. Алынған теңдеулерден Лапласы түрлендіріп, оларды $I_a(s)$, салыстырмалы түрде шешеміз :

$$I_a(s) = \frac{V_a(s) - sK_b \theta_m(s)}{R_a + sL_a} \quad (1.16)$$

Нәтижесінде (1.13) теңдеуден жоғары Лаплас түрлендіруін орындау арқылы

$$T(s) = s^2 J_{\text{eff}} \theta_m(s) + s f_{\text{eff}} \theta_m(s). \quad (1.17)$$

(1.16) және оған (1.17) теңдеуден $I_a(s)$ мәнін қоя отырып

$$T(s) = K_a I_a(s) = K_a \left[\frac{V_a(s) - sK_b \theta_m(s)}{R_a + sL_a} \right]. \quad (1.18)$$

(1.17) және (1.18) теңдеулерді теңестіріп, мүшелерді топтастыра отырып, Зәкір кернеуінен қозғалтқыш білігінің бұрыштық қозғалуына беру функциясын аламыз

$$\frac{\theta_m(s)}{V_a(s)} = \frac{K_a}{s[s^2 J_{\text{eff}} L_a + (L_a f_{\text{eff}} + R_a J_{\text{eff}})s + R_a f_{\text{eff}} + K_a K_b]}. \quad (1.19)$$

Электрлік өзара іс-қимылдан туындаған қозғалтқыштың тұрақты уақытының шамасы механикалық факторлармен шарттасқан оның шамасынан әлдеқайда аз болғандықтан, L_a якорь индуктивтілігінің әсерімен елемеуге болады. Бұл алдыңғы теңдеуді жеңілдетуге және оны мына түрінде жазуға мүмкіндік береді

$$\frac{\theta_m(s)}{V_a(s)} = \frac{K_a}{s(sR_a J_{\text{eff}} + R_a f_{\text{eff}} + K_a K_b)} = \frac{K}{s(T_m s + 1)}, \quad (1.20)$$

онда $K \triangleq \frac{K_a}{R_a f_{\text{eff}} + K_a K_b}$ — Қозғалтқыштың беріліс коэффициенті және

$T_m \triangleq \frac{R_a J_{\text{eff}}}{R_a f_{\text{eff}} + K_a K_b}$ — қозғалтқыштың тұрақты уақыты.

Басқару жүйесінің шығысы (1.4) теңдеуді және оның Лаплас түрлендіруін пайдалана отырып, біріктірілген $[\theta_L(s)]$ бұрыштық жылжуы болып

табылатындықтан, $\theta_L(s)$ бұрыштық орналасуын якорь кернеуіне $V_a(s)$ жатқызуға болады.

$$\frac{\theta_L(s)}{V_a(s)} = \frac{nK_a}{s(sR_a J_{\text{eff}} + R_a f_{\text{eff}} + K_a K_b)}. \quad (1.21)$$

(1.21) теңдеудің манипулятордың бірігуінің беріліс функциясы болып табылады.

1.1.4 Манипуляторды бір жағдайда біріктіру үшін позициялау құрылғысы

Позициялау құрылғысының мақсаты қозғалтқышты нақты бұрыштық қозғалу берілген траекториямен анықталатын қажетті бұрыштық қозғалысқа сәйкес болатындай етіп басқару болып табылады. Басқару тиісті басқарушы кернеуді өндіру үшін ұштастырудың берілген және нақты бұрыштық жағдайлары арасындағы қате сигналын жасауға негізделген.

$$V_a(t) = \frac{K_p e(t)}{n} = \frac{K_p [\theta_L^d(t) - \theta_L(t)]}{n}, \quad (1.22)$$

K_p – күй бойынша кері байланысты беру коэффициенті, өлшемі В/рад, $e(t) = \theta_L^d(t) - \theta_L(t)$ – жүйе қателігі, n - басқару кернеуін қозғалтқыш білігіне келтіруді ескеретін беріліс қатынасы. (1.22) теңдеуден қосылудың нақты бұрыштық жағдайының мәні қате сигналын шығару үшін жүйенің кіруіне беріледі. Бұл сигнал қажетті басқару кернеуін алу үшін K_p жағдайы бойынша кері байланысты беру коэффициентінің шамасына күшейтіледі. Осылайша, біз (1.21) теңдеуімен сипатталған ашық басқару жүйесінен роботты бір біріктіру жүйесін теріс кері байланыс блогының көмегімен тұйықталған басқару жүйесіне айналдырдық. Түйістірудің ағымдағы бұрыштық жағдайы оптикалық кодтаушы құрылғының немесе потенциометрдің көмегімен өлшенуі мүмкін.

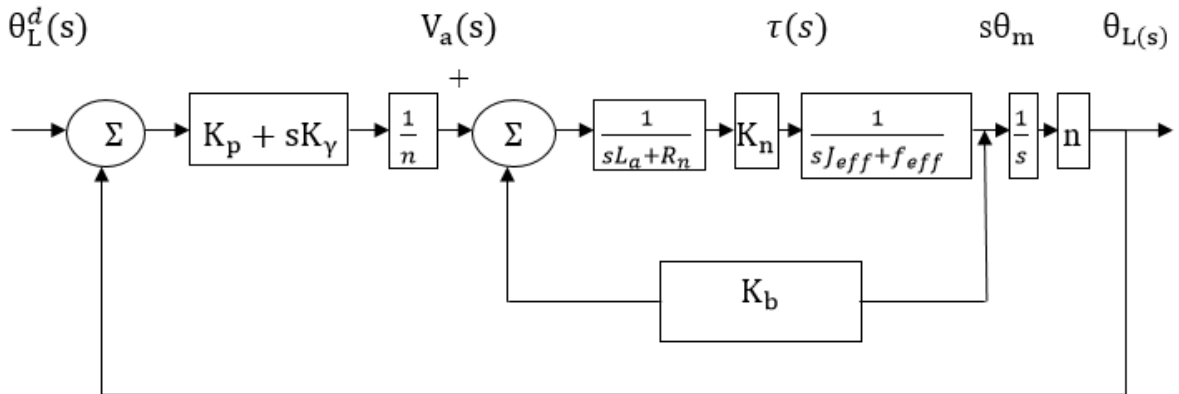
Лаплас түрлендіруін теңдеуге қолдана отырып (1.22)

$$V_a(s) = \frac{K_p [\theta_L^d(s) - \theta_L(s)]}{n} = \frac{K_p E(s)}{n} \quad (1.23)$$

$V_a(s)$ (1.21) теңдеуіне қойсақ, $[E(s)]$ басқару сигналының қатесі мен бөлшектенудің ағымдағы орнымен байланыстыратын ашық жүйеінің табыстама функциясын аламыз:

$$\frac{\theta_L(s)}{E(s)} \stackrel{\Delta}{\leftrightarrow} G(s) = \frac{K_a K_p}{s(sR_a J_{\text{eff}} + R_a f_{\text{eff}} + K_a K_b)} \quad (1.24)$$

Бірнеше қарапайым алгебралық түрлендірулерден кейін тұйық жүйенің табыстама функциясын алуға болады,



1.5 Сурет - Манипулятордың бір бөлшектенуімен кері байланысты басқару

$\theta_L(s)$ нақты бұрыштық ығысудың $\theta_L^d(s)$ қажетті бұрыштық ығысуына қатынасы болып табылады:

$$\frac{\theta_L(s)}{\theta_L^d(s)} = \frac{G(s)}{1+G(s)} = \frac{K_a K_p}{s^2 R_{a\text{eff}} + s(R_{a\text{eff}} + K_a K_b) + K_a K_p} = \frac{K_a K_p / R_{a\text{eff}}}{s^2 + \left[\frac{R_{a\text{eff}} + K_a K_p}{R_{a\text{eff}}} \right] s + K_a K_p / R_{a\text{eff}}} \quad (1.26)$$

(1.26) теңдеуінен көрініп тұрғандай, роботтың бөлшектену үшін пропорционалды реттеуіш, егер жүйенің барлық коэффициенттері оң болса, тұрақты болып табылатын екінші ретті жүйе. Жүйенің динамикасын жақсарту және статикалық қателікті азайту үшін K_p кері байланысты беру коэффициентін арттыруға және позициялау қателігінен туындыны есепке алу жолымен жүйеге демпфирлеуді енгізуге болады. Теңесудің бұрыштық жылдамдығы тахометрмен өлшенуі немесе теңесудің дәйекті екі жағдайы арасындағы тиісті шамалар бойынша есептелуі мүмкін. Осы ескертуді ескере отырып, қозғалтқыштың басқарушы кернеуі позициялау қателігіне және оның туындыларына тікелей пропорционалды болады, яғни

$$V_a(t) = \frac{K_p [\theta_L^d(t) - \theta_L(t)] + K_v [\dot{\theta}_L^d(t) - \dot{\theta}_L(t)]}{n} = \frac{K_p e(t) + K_v \dot{e}(t)}{n}, \quad (1.27)$$

бұл жерде K_v - кері байланысты қателіктен туынды бойынша тасымалдау коэффициенті, n - басқарушы кернеуді қозғалтқыш білігіне келтіруді есепке алатын редуктордың беріліс қатынасы. (1.27) теңдеуі кері байланыстан басқа жылдамдық бойынша кері байланыс ұйымдастырылатынын көрсетеді. Бұл үшін қозғалтқыштың жылдамдығы өлшенеді немесе есептеледі, кейін жылдамдық бойынша қателерді K_v жылдамдығы бойынша кері байланыс коэффициентіне көбейтіледі. 4-тарауда көрсетілгендей, қалаған біріктіру траекториясы тегіс полиномиалды функциялармен сипатталуы мүмкін, олардың алғашқы екі

туындысы $[t_0, t_1]$ интервалында жатады, қажетті жылдамдық осы полиномалды функциялар бойынша есептелуі мүмкін және кері байланыс контурында жылдамдық бойынша қателерді алу үшін пайдаланылуы мүмкін. Кері байланыс контурының көмегімен алынған кернеу сомасы біріктірілген қозғалтқышқа беріледі. 1.5 суретте соған сәйкес тұйықталған басқару жүйесі көрсетілген.

(1.27) теңдеуіне Лаплас түрлендіруін қолданып және (1.22) теңдеуге $V_a(s)$ орналастыра отырып, $[E(s)]$ кате сигналын бөлшектенудің нақты қозғалысымен байланыстыратын тасымалдау функциясын аламыз:

$$\frac{\theta_L(s)}{E(s)} \stackrel{\Delta}{\leftrightarrow} G(s) = \frac{K_a(K_p + sK_v)}{s(sR_{aJ_{eff}} + R_{a f_{eff}} + K_a K_b)} = \frac{K_a K_v s + K_a K_p}{s(sR_{aJ_{eff}} + R_{a f_{eff}} + K_a K_b)} \quad (1.28)$$

Қарапайым алгебралық түрлендірулердің көмегімен $[\theta_L(s)]$ нақты бұрыштық ығысудың $[\theta_L^d(s)]$ қажетті бұрыштық ығысуымен байланыстыратын тұйық жүйесінің табыстама функциясын аламыз:

$$\frac{\theta_L(s)}{\theta_L^d(s)} = \frac{G_{PD}(s)}{1 + G_{PD}(s)} = \frac{K_a K_v s + K_a K_p}{s^2 R_{aJ_{eff}} + s(R_{a f_{eff}} + K_a K_b + K_a K_v) + K_a K_p} \quad (1.29)$$

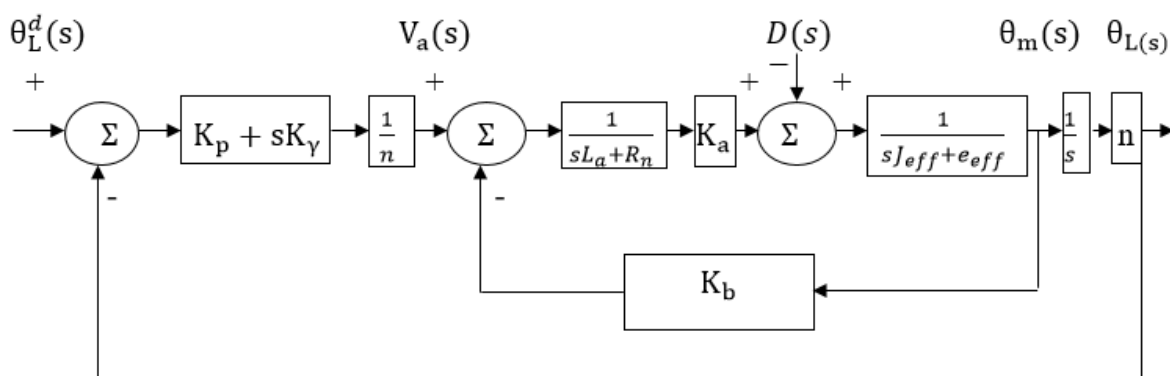
$K_v = 0$ болғанда (1.29) теңдеуі (1.26) теңдігіне ауысатынын байқаймыз. (1.29) теңдеуі екінші ретті жүйені сипаттайды, оның түбірі s аргументінің жазықтығында сол жартылай жазықтықта K_p/K_v қашықтықта орналасқан. Бұл түбірің орналасуы қайта реттеу шамасына және өтпелі процестің ұзақтығына әсер етеді. Манипуляторды басқару жүйесі манипулятордың бөлшегіне әсер ететін салмақ күші мен ортадан тепкіш күштердің $[D(s)]$ ауытқулар әсерінен болады. Осылайша, қозғалтқыш білігінде өндірілетін сәт қозғалтқыштың өзінде жоғалтылатын сәттерді, жүктемемен тұтынылатын сәттерді, сондай-ақ ауытқулардың әсерін жоюға жұмсалатын сәттерді өтеуге тиіс. Осыдан (1.18) теңдеуді есепке ала отырып

$$T(s) = [s^2]_{eff} + s f_{eff} \theta_m(s) + D(s) \quad (1.30)$$

мұндағы D - ауытқулардың әсерлерінен Лаплас түрлендіруі. Бөлшектенудің нақты қозғалысымен ауытқуларды байланыстыратын табыстама функциясы келесі түрде жазылады:

$$\left. \frac{\theta_L(s)}{D(s)} \right|_{\theta_L^d(s)=0} = \frac{-nR_a}{s^2 R_{aJ_{eff}} + s(R_{a f_{eff}} + K_a K_b + K_a K_v) + K_a K_p} \quad (1.31)$$

(1.29) және (1.31) теңдеулерді және суперпозицияның принципін пайдалана отырып,



1.6 Сурет - Ауытқулар болған кезде манипулятормен кері байланысты басқару сызбасы

Келесі түрдегі $\Theta_L^d(s)$ және $D(s)$ екі кіріс әсерлерін ескере отырып, бөлшектеудің нақты тасымалдауын алуға болады:

$$\Theta_L(s) = \frac{K_a(K_p + sK_v)\Theta_L^d(s) - nR_a D(s)}{s^2 R_a J_{eff} + s(R_a f_{eff} + K_a K_b + K_a K_v) + K_a K_p} \quad (1.32)$$

Төменде сипатталған тұйықталған жүйенің жұмысы, атап айтқанда жүйенің статикалық қателігіне кіріс ықпал ету түрінің әсері және орналасуы мен жылдамдығы бойынша кері байланыс беру коэффициенттерінің мәндерін табу қарастырылған.

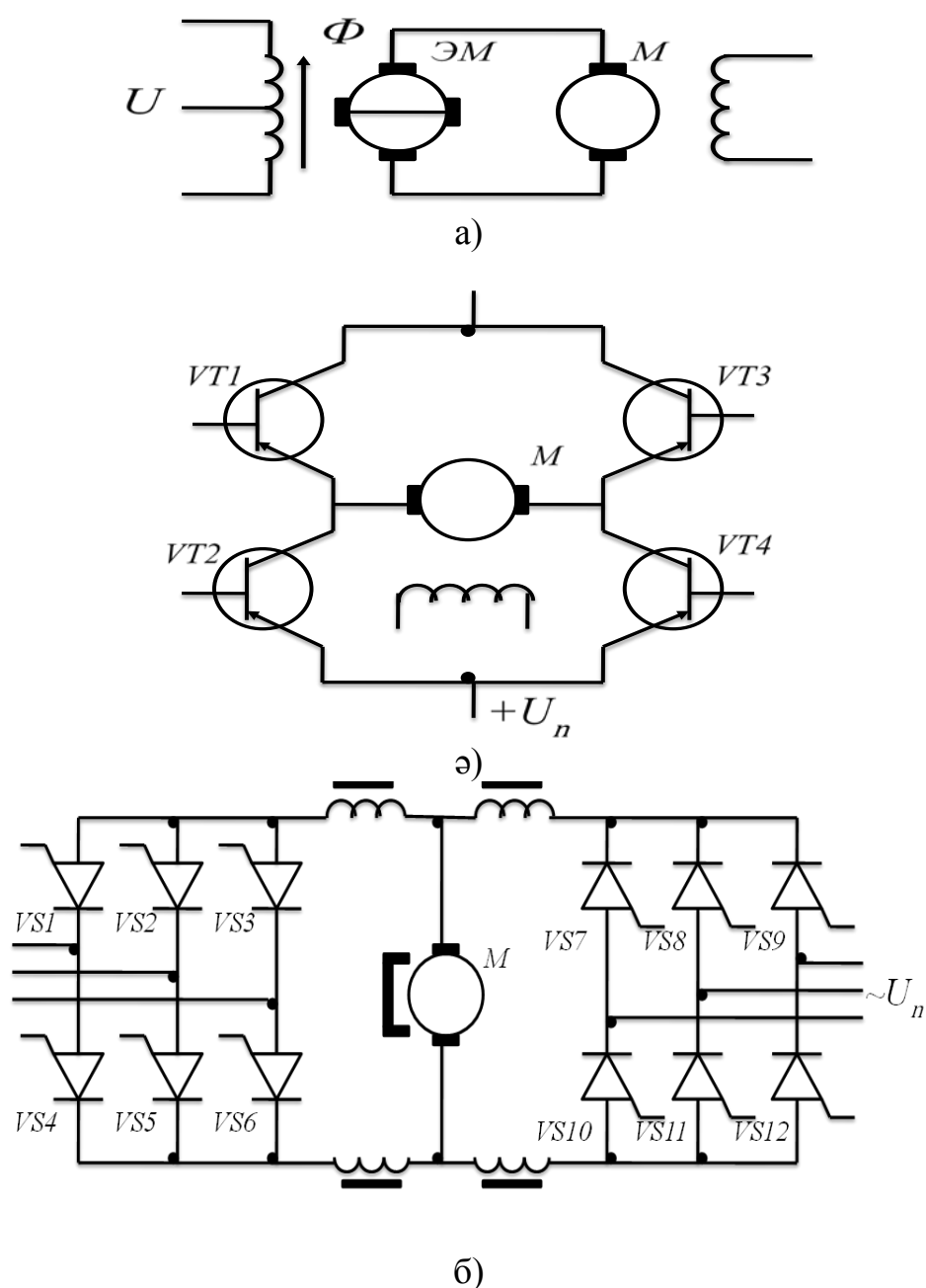
1.2 Тұрақты ток электрлік қозғалтқыштары

Электрлік орындаушы қозғалтқыш ретінде тұрақты және ауыспалы ток реттелінетін электроқозғалтқыштар қолданылады (СТ СЭВ 169-75), сонымен қатар басқарылатын электромагнитті муфтасы бар реттелмейтін электроқозғалтқыштар. Аталған құрылғы типтерінің әрбірі оларды қолдану аясын таңдау кезінде есепке алу керек айқын артықшылықтар мен кемшіліктерге ие.

Қадағалау жүйесінде негізінен МИ, ДИ, П, СЛ, СД, Д сериялы тәуелсіз қоздырулы және ДПР, ДПМ, ДП, МИГ, МРМ, ПЯ сериялы тұрақты магниттен қоздырылатын тұрақты ток қозғалтқыштары қолданылады. Якорьдың ерекше құрылымы себебінен жоғары жылдам әрекеттілікпен ерекшеленетін ДПР (қуыс магнитсіз якорьмен), МИГ (цилиндрлік жұмсақ якорьмен), МРМ және ПЯ (дискілі баспа якорьмен) сериялы тұрақты ток азқуатты қадағалау жүйесінде қолданыс табады.

Тұрақты ток орындаушы қозғалтқышы басқару реттелінетін кернеуді якорь орамына немесе қоздыру орамына беру арқылы жүзеге асады. Бірақ басқару кезінде қоздыру тізбегі бойынша жақсы сапа және реттеудің кең диапазонында механикалық сипаттаманың жеткілікті қатаңдығын қамтамасыз

ете алмағандықтан, бұл басқару сирек қолданылады. Якорь тізбегі бойынша басқару кезінде басқару сигналы U_y қуат күшейткіштері ретінде қолданылатын электронды, электромашиналық және тиристорлы күшейткіштерден орындаушы қозғалтқыш якорь орамына 1.7 суретте беріледі. ЭМК – ОҚ сұлбасының көмегімен M қозғалтқыш жылдамдығын үздіксіз реттеу іске асады. ЭМК басқару орамы дифференциал қосылған болғандықтан, онда келіспеу сигналы жоқ кезде басқару ағынының магнит айырымы $\Phi_y = 0$, ЭМК қоздырылмаған және қозғалтқыш тыныш күйде тұр. Ағын айырымының туындауы ЭМК шығыс кернеудің пайда болуына және келіспеу қателігінің мәнінен тәуелді жылдамдықпен орындаушы қозғалтқыш келіспеу заңымен анықталатын жаққа айналуына алып келеді.



1.7 Сурет - Тұрақты ток орындаушы қозғалтқышының басқару сұлбалары

Транзисторлы көпірлік шығыс каскадтың орындаушы қозғалтқыш диагоналына қосуы бар сұлба 1.7,ә-суретте транзистордың жұмыс режиміне тәуелді дискретті басқарумен қатар, үздіксіз басқаруды да іске асыруға мүмкіндік береді. Үздіксіз әдіс кезінде транзистор сызықты режимде жұмыс істейді. Сұлбаның бастапқы күйінде транзисторлар жабық, және қозғалтқыш якорі тоқсызданған. Арнайы белгілі кіріс сигналды беру кезінде қарама-қарсы иықтағы транзисторлар ашылады, мысалы $VT1$ және $VT4$, және $(+U_n) - VT4$ – якорь $M - VT1 - (-U_n)$ тізбегімен арнайы бағыттағы айналу моментін тудыратын ток аға бастайды. Қарама қарсы белгінің келіспеуі кезінде $VT2$, $VT3$ транзисторлары ашылады, орындаушы қозғалтқыш қарама қарсы жаққа айнала бастайды. Сұлба транзисторлар үздіксіз жұмыс режимімен байланысты үлкен жылулық жоғалулар ескерілген 100 Вт артық қуатты қозғалтқыштарды басқару үшін қолданылады. Реттеудің импульсті әдісі транзистордың жұмыс режимін жеңілдетуге және бірнеше киловаттқа шығыс каскадтың қуатын арттыруға мүмкіндік береді. Мұндай жағдайда қарастырылып отырған сұлба ұзақтығы келіспеу сигналынан тәуелді импульстер сериясын орындаушы қозғалтқыш бере отырып ауыстырып қосу режимінде жұмыс істейді. Импульс әрекеті кезінде қозғалтқыш үдейді, ал ол жоқ кезде – тежеледі. Орындаушы қозғалтқыш валы үзіліс пен импульс ұзақтығының қатынасынан тәуелді орташа жылдамдыққа ие болады. Жылдамдық тербелісін алдын алу үшін (валдың үздіксіз айналуын алу) ауыстырып қосу жиілігін мүмкіндігінше үлкен қылады. Бұл кезде инерттілік элементі бола тұрып қозғалтқыш дискретті мәні бойынша үздіксіз сигналды қалпына келтіргіш ролін атқарады. Импульсті реттеу орындаушы қозғалтқышы қалыпты жылулық жұмыс режимін қамтамасыз етеді, ол импульс әрекетінің уақыт аралығында ғана қыздырылатын болғандықтан.

Тиристорлы көпірлік сұлба 1.7,б-сурет мыңдаған вольт кернеу мен бірнеше жүздік амперге дейін токтың коммутациясы кезінде орындаушы қозғалтқыш жылдамдығын дискретті реттеуді іске асыруға мүмкіндік береді. Орындаушы қозғалтқыштың бір жақты айналуын қамтамасыз ету үшін басқарушы импульстар күшейткіш шығысынан тиристорлы топтың біреуіне беріледі, мысалы $VS1 - VS6$. Ток кернеу көзінің дұрыс фазасынан U_n осы момент қосылған $VS4 - VS6$ тиристор тобы, қозғалтқыш якорі, $VS1 - VS3$ тиристор тобы арқылы қоректенетін кернеу жағымсыз фазасына тұйықталады. Орындаушы қозғалтқыш айналу жиілігін реттеу тиристорды қосу уақытын реттеу есебінен жүреді, яғни қозғалтқышты қорек көзіне қосу уақыты. Орындаушы қозғалтқыштың реверсі басқарушы импульстерді басқа топтың $VS7 - VS12$ тиристорларына берумен іске асады. Сұлба 100 кВт-қа дейін қуатты орындаушы қозғалтқышты басқару үшін қолданылады.

1.2.1 Тұрақты ток орындаушы қозғалтқышының негізгі параметрлері және сипаттамалары

Басқару кернеуін беру кезінде қозғалтқышта туындайтын момент якорь тізбегімен ағатын токпен анықталады

$$M_{\text{вр}} = c_M I_a, \quad (1.33)$$

мұндағы c_M - момент коэффициенті, Н·м/А; I_a - якорь тізбегімен ағатын ток, А.

Орнатылған режимде орындаушы қозғалтқыш якорінің бұрыштық жылдамдығын Ω электрлік тепе-теңдік теңдеуінен табады:

$$U_y = I_a R_a + E, \quad (1.34)$$

мұндағы $E = c_e \Omega$ - қарама қарсы ЭҚК, В; c_e - қарама қарсы ЭҚК коэффициенті, В·с/рад; R_a - якорь тізбегінің активті кедергісі, Ом.

Бұдан

$$\Omega = \frac{U_y - I_a R_a}{c_e}. \quad (1.35)$$

Тұрақты ток орындаушы қозғалтқыштың негізгі сипаттамасы механикалық $M = f(U, \Omega)$ және реттелетін – жылдамдық бойынша $\Omega = f(U)$ және момент бойынша $M = f(U)$ болып табылады.

Механикалық сипаттаманың айтылуын (1.34)-тен I_a мәнін (1.35)-ке ауыстырумен алуға болады

$$M_{\text{ВР}} = \frac{c_M}{R_a} U_y - \frac{c_e c_M}{R_a} \Omega. \quad (1.36)$$

Белгілеп,

$$M_n = \frac{c_M}{R_a} U_y, \quad (1.37)$$

$$F = \frac{c_e c_M}{R_a}, \quad (1.38)$$

аламыз

$$M_{\text{ВР}} = M_n - F\Omega. \quad (1.39)$$

мұндағы $M_n - \Omega = 0$ кездегі қозғалтқыштың іске қосу моменті; F - механикалық сипаттаманың қисаюын (қатаңдық) анықтайтын демпфирлеу коэффициенті.

Механикалық сипаттамадан басқару кернеуін U_y арттырумен орындаушы қозғалтқыш жылдамдығы артатындығын, жүктеме моментінің M_H өсуімен жылдамдықтың төмендейтіндігі, демпфирлеу коэффициентінің өсуімен F қозғалтқыш орнықтылығы артатындығы көрінеді, сыртқы жүктеменің өзгеруінен бұрыштық жылдамдықтың тәуелділігі төмендейтін болғандықтан. Механикалық сипаттама екі U_y және Ω параметрлерден тәуелді болғандықтан талдап қорытылған болып табылады[4].

Реттелінетін сипаттаманың айтылуы $\Omega = f(U) M_{BP} = M'_H$ кезінде (1.37)-ден алынған болуы мүмкін

$$\Omega = \frac{1}{c_e} U_y - \frac{1}{F} M'_H \quad (1.40)$$

Белгілеп,

$$k_d = \frac{1}{c_e}, \quad (1.41)$$

аламыз

$$\Omega = k_d U_y - \frac{1}{F} M'_H. \quad (1.42)$$

мұндағы, k_d - жылдамдық бойынша қозғалтқыштың беру коэффициенті, $1/B \cdot c$; M'_H - келтірілген құрастырушы жүктеме моменті; $M'_H = M_H/i$. Реттелінетін сипаттама M_H моментпен анықталатын ара қашықтыққа координат басына сәйкес жылжытылған. Сипаттама координат басы арқылы орындаушы қозғалтқыш валына жүктеме моменті жоқ кезде өтеді (идеалды жағдай). Жүктеме моментінің жоқ кездің өзінде ардайым орындаушы қозғалтқыштың сезімтал емес зонасын анықтайтын (қозғау кернеуі) және барлық қадағалау жүйесінің статикалық қателігіне әсер ететін статикалық қажалу моменті M_T болатындығы шынайы. Қозғау кернеуі

$$U_{TP} = c_e M_T / F \quad (1.43)$$

1.2.2 Қадағалау жүйесінің редукторлары

Қадағалау жүйесінің редукторлары қозғалысты бастаушы валдан жетектегіге беру үшін тағайындалған механикалық беріліс құрылғысына жатады. Беріліс құрылғысы ретінде әртүрлі түрдегі беріліс механизмдері қолданылады: тісті (цилиндрлік, планетарлық, құрттық редукторлар, тақтайлық, толқындық), тізгінді, жұдырықты, карданды құрылғылар және т.б. Аз қателікті айналым мен жақсы сипаттама, ыңғайлы құрылымды алуға

мүмкіндік беретін редукторлар механикалық жіберуде ерекше орын алады. Ереже бойынша, өндіріспен шығарылатын орындаушы қозғалтқыш реттеу объектінің жылдамдығынан асатын жылдамдыққа ие. Сондықтан қадағалау жүйесінде қолданылатын редукторлар төмендетуші элемент ролін атқарады.

Қадағалау жүйесінің редукторларына қойылатын талаптар олардың тағайындалуы мен беретін қуатына тәуелді, бірақ барлық редукторларға инерция моменті J_p , қажалу моменті M_T , саңылаулардың, өлшемінің минималды мәнін қамтамасыз ету бойынша, сонымен қатар жоғары ПӘК қамтамасыз ету бойынша жалпы талаптар қойылады. Бірінші талап орындаушы қозғалтқышта қосымша жүктемені төмендетумен байланысты, әсіресе аз қуатты жүйелер үшін. Бұл талапты қанағаттандыруға $J_p = J_p(i)$ функция экстремумын іздеумен жетеді. Саңылаулар мен қажалу моментінің минималды мәніне қойылатын талапта редуктор орындаушы қозғалтқышпен бірге қадағалау жүйесінде негізгі сызықты емес көздері болып табылатындығы ескерілген. Қажалу моменті жіберу тістерінің іліну орнында туындайды. Редуктордың қажалу моменті сезімтал емес зонаны ескертеді, ал сәйкесінше жүйенің статикалық қателігін арттырады. Бұл қателікті төмендету үшін саты бойынша беріліс қатынасын дұрыс бөлу қолданылады; люфтасыз жіберу, реттелінетін межосты арақашықтықпен тісті жіберу және жақ саңылауына минималды нормамен тісті дөңгелек қолданылады.

Масса мен аз өлшемнің талабы қадағалау жүйесіне қойылатын жалпы техникалық талаппен айтылады және тісті дөңгелектің параметрлерін таңдаумен жетеді. Сонымен қатар, редукторлар орындаушы қозғалтқыштың қуатын таңдауға, сәйкесінше, қадағалау жүйесімен жұмсалатын энергияға әсер ететін жоғары ПӘК қамтамасыз етуі қажет.

Тағайындалуына тәуелді қадағалау жүйесінің редукторларын үш негізгі топқа бөлуге болады: 1) күштік редуктор; 2) аспаптық редуктор; 3) көмекші механикалық жіберу редукторлары.

Қадағалау жүйесінің күштік редукторы антенна, ұшақ рулін, зениттік құралдарды және т.б. бұру үшін тағайындалған. Бұл топтағы редукторлардың жұмыс шартының ерекшелігі үлкен инертті жүктемелер болып табылады. Конструктивті редуктор түйініне орындаушы қозғалтқыш, тісті дөңгелектер жиынтығы, сақтандырғыш фрикционды муфта, операциялық жүйе датчиктері (потенциометрлік немесе индукциялық) және тұрақтандыратын тахогенератор (ТГ) қосылуы мүмкін. Көп жағдайда редуктор түйіні шығыс валдың бұрылу бұрышын есептеуге арналған шкаладан тұрады. Күштік редукторлар үлкен жүктемелік моментпен, редуктор осінің жоғары айналу жиілігімен, қажалуға үлкен жоғалтулармен және өлі жүрістің маңызды қателіктерімен ерекшеленеді.

Күштік редукторды таңдау және беріліс қатынасын есептеу қуатты жүктемеге тиімді жіберу шартынан жүргізіледі. Бұл жағдайда редуктордың ролі күшейткіштегі шығыс транзистордың роліне ұқсас. Күштік редуктор ретінде тісті жіберулер т.б. қолданылады.

Аспаптық редуктор үлкен емес жүктеме кезінде аз қуатты (аспаптық) қадағалау жүйесінде қозғалысты беру үшін тағайындалған. Элементтерінің

құрамы, кинематикалық сұлбасы мен айналу жиілігі бойынша аспаптық редукторлар күштік редукторлардан ерекшеленбейді. Конструктивті аспаптық редуктор үлкен беріліс қатынасы бар редуктордан, аз қуатты қозғалтқыштан, тұрақтандыратын тахогенератор тұрады, сонымен қатар электрлік датчиктер, есептеу блогына түсетін ақпарат немесе операциялық жүйе сигналы ретінде қолданылатын сигналдар.

Аспаптық редукторлар аз өлшеммен, маңызды емес берілетін күш-жігермен және кинематикалық буда аз сезімтал емес зонамен сипатталады. Сезімтал емес зонаны төмендетуге кесетін люфтасыз тісті дөңгелекті қолданумен жетеді. Орындаушы қозғалтқыш валына келтірілген редуктордың инерция моменті қозғалтқыштың инерция моментімен өлшемдес болғандықтан, аспаптық редукторларға инерция моменті мен жіберу дәлдігі бойынша ерекше талап қойылады. Ереже бойынша, аспаптық редукторлар аз жүктеме (недогрузка) режимінде жұмыс істейді. Мұндай жағдайда қуатты берудің тиімділік шарты маңызды емес, және беріліс қатынасын орындаушы қозғалтқыштың номиналды жылдамдығы кезінде жүктеменің максималды жылдамдығын қамтамасыз ету талабынан таңдайды, яғни келесі формула бойынша $i = \Omega_{\text{ном}} / \Omega_{\text{н}}$.

Аспаптық редуктор ретінде негізінен тісті цилиндрлік және планетарлық жіберулер қолданылады. Құрылымының технологиялылығы мен сенімділігін арттыру үшін соңғы кездері ДИД және ДГ қозғалтқыштары үшін стандартты 50-ден 500-ге дейінгі беріліс сандарының қатарымен типтік редукторлар шығарады. Редукторлар шағындылығымен ерекшеленеді: корпусының өлшемі орындаушы қозғалтқыш өлшемінен аспайды.

Көмекші жіберу редукторлары сельсин-датчиктердің берілген осьтері мен ВТ-датчиктерді, қадағалау жүйесінің орындаушы валы бар тұрақтандыратын тахогенератор байланысы үшін, екі есептік жүйе сельсиндерін бір бірімен байланыстыру үшін және баптау тұтқасының баптау механизмінің қозғалмалы бөліктерінің байланысы үшін қызмет етеді. Көмекші жіберу редукторлары өзімен тісті дөңгелек жиынтығын көрсетеді және құрамында орындаушы қозғалтқыш жоқ.

Бұл топтың редукторлары тісті дөңгелектің қажалу моментімен анықталатын үлкен емес жүктеме моментімен, 120 айн/мин көп емес айналу жиілігімен сипатталады.

Көмекші жіберулерде тісті цилиндрлік, планетарлық, құрттық жіберулер қолданылады. Беріліс қатынастың шекті мәндері механизмнің тағайындалуынан тәуелді. Екі есептік жүйе редукторларында беріліс қатынасын қажалу мен саңылау моменттерінен туындайтын жіберу қателігі мен жылдам қателікті арттырумен байланысты 40-50 аспайтындай етіп таңдайды. Баптау механизмдерінде беріліс қатынас күштік құрылғыларға қарағанда көп болуы мүмкін: бірінші сатылы тісті редукторлар үшін – 10-15 дейін, құрттық үшін – 150-250 дейін.

1.2.3 Өлшеу құрылғысы және келіспеу сигналын түрлендіргіш

Өлшеу құрылғысы және келіспеу сигналын түрлендіргіш, немесе келіспеуді өлшегіш (КӨ) басқарушы әсер мен реттелінетін координаттың мәнін салыстыру үшін және алынған электрлік сигналдағы айырымды түрлендіру үшін тағайындалған. Сонымен қатар екі функцияда біріктірілген келіспеуді өлшегішпен тек сигналдарды салыстыру үшін және тек қателік сигналын табу үшін қолданылатын құрылғылар бар, мысалы радиолокациялық станция жүйелерінде.

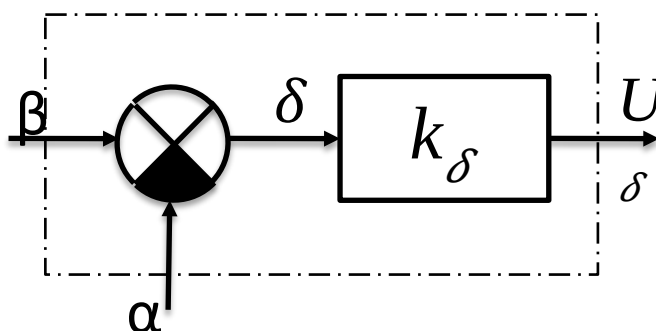
Келіспеуді өлшегіштің негізгі сипаттамасы мен параметрлері келесідей болып табылады:

- шығыс сигналдың келіспеу қателігінен тәуелділігін көрсететін статикалық сипаттама $U_{\delta} = f(\delta)$;
- түрлендіру коэффициенті (сезімталдылық) $k_{\delta} = U_{\delta}/\delta$;
- өлшеуші құрылғының қателігі;
- шығыс сигналдың қуаты.

Келіспеуді өлшегішке қойылатын негізгі талаптар:

- өлшеудің жоғары дәлдігі және келіспеу бұрышын түрлендіру;
- сызықтылық және статикалық сипаттаманың үлкен тіктігі;
- электрлік энергияның аз қуатын пайдалану;
- инертсіздік;
- сенімділік, аз масса мен өлшем.

Құрылымдық сұлбада сигналдардың келіспеуін өлшеуге арналған құрылғы 1.5-суретте көрсетілгендей суреттеледі.



1.8 Сурет - Құрылымдық сұлбадағы КӨ-нің шартты белгісі

Ерекше қатаң талаптар сезімталдылық пен өлшеудің дәлдігіне қойылады, сондықтан қадағалау жүйесінің дәлдігі келіспеу қателігін өлшейтін және түрлендіретін құрылғы дәлдігінен артық бола алмайды. Өлшеу дәлдігінің негізгі көрсеткіші өлшеу қателігі болып табылады, яғни өлшеу нәтижесінің шын мәннен өлшенетін шамаға айытқуы. Өлшеу қателігін айтылу әдісі бойынша абсолютті және салыстырмалы болып бөлінеді, ал туындау көзі бойынша – өлшегішті дайындау кезінде жіберілген құралдық және өлшеу амалының себебінен туындайтын әдістемелік.

1.3 Күшейту құрылғысы

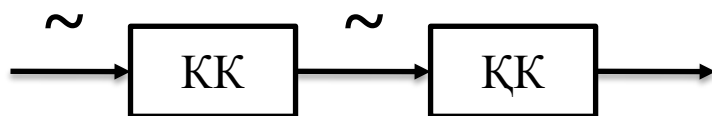
Қадағалау жүйесінің реттеу контурында күшейткіш өзгертін бөлікке жатады, себебі оны дайын күйінде таңдайды немесе белгілі сезімтал және орындаушы элементтердің сипаттамасы негізінде жобалайды, сонымен қатар жүйе жұмысының берілген дәлдігін қамтамасыз ету шартынан. Сондықтан тұйықталмаған жүйенің жалпы күшейту коэффициенті, әдетте, үлкен емес, онда берілген төзімділікті алу үшін кернеу бойынша күшейткіштің беру коэффициенті жоғары болуы керек. Басқа жағынан, орындаушы қозғалтқышты басқарудың қажетті қуатын қамтамасыз ету үшін күшейткіш қуат бойынша жоғары күшейту коэффициентіне ие болуы қажет. Қателік сигналының қарапайым күшейткішінен басқа, қазіргі заманғы қадағалау жүйесінің күшейткіштері қосымша келесідей есептерді шешеді: қателік сигналын түзетілген сигналмен қосу жолымен (параллель және операциялық жүйе) немесе қателік сигналын үздіксіз түрлендіру жолымен (интегралдау немесе дифференциалдау) басқару сигналын құрастыру; ток сигналын бір түрден басқаға түрлендіру; күшейткіш кірісіне келіп түсетін бөгеуілді басу немесе әлсірету; күшейткіш элементін қорғау үшін кірісте сигналды шектеу, ал шығыста – реттеу объектісінің максималды қозғалыс жылдамдығын шектеу үшін.

Қадағалау жүйесінің күшейткіш құрылғылары кіріс кедергі, сезімтал емес зона, нөлдің тұрақтылығы, кіріс сигналдардың қосындысының сызықтылығы, инертсіздік және статикалық сипаттаманың сызықтығы бойынша техникалық талаптарға жауап беруі қажет.

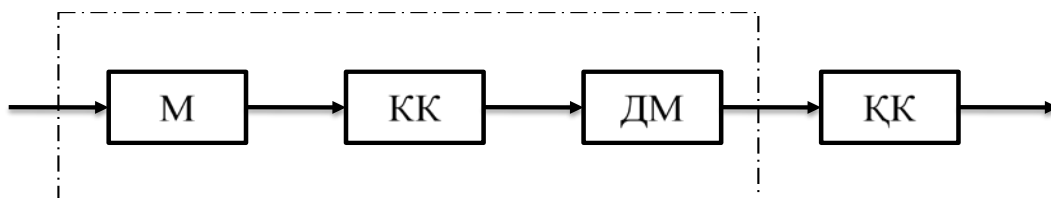
Қадағалау жүйесінде қолданылатын күшейткіштер әрекет ету принципі бойынша лампалы, транзисторлы, тиристорлы, магнитты, электромашиналық; орындайтын функциясы бойынша – кернеу күшейткіші және қуат күшейткіші; күшейтілген сигнал сипаты бойынша – үздіксіз электрлік сигналды күшейтуге арналған күшейткіш және әртүрлі формадағы импульс сигналдарын күшейткіш деп бөледі.

Күшейткішті және оның құрылымын таңдау тағайындалуынан және жобаланатын қадағалау жүйесінің жұмыс шартынан, кіріс сигнал көзі және орындаушы қозғалтқыш типінен, сапалық көрсеткіштер мен эксплуатация талаптарынан тәуелді. Бірақ күшейткішті таңдау кезінде анықталатын фактор орындаушы қозғалтқыш типі, оның қуаты және жұмыс режимі болып табылады.

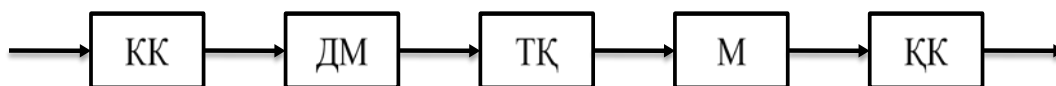
Аз қуатты қадағалау жүйесінде (ондаған ваттқа дейін) транзисторлы және лампалы күшейткіштер айрықша қолданыс тапты. Қуаты 5 кВт-қа дейінгі импульсті қадағалау жүйесінде ауыстырып қосу режимінде жұмыс істейтін транзисторлы күшейткіштер қолданылады. Тиристорлы күшейткіштерді қолдану қадағалау жүйесінің қуатын ондаған киловаттқа дейін арттыруға мүмкіндік берді.



а)



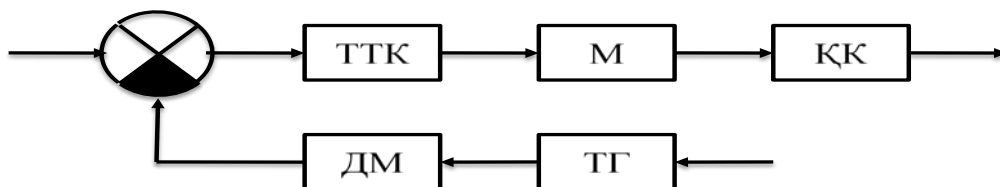
б)



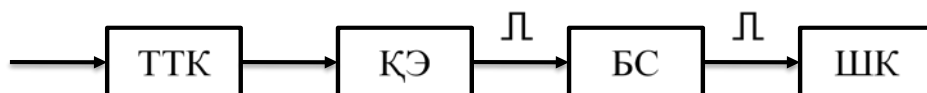
в)



г)



д)



е)

КК – кернеу күшейткіші; ҚК – қуат күшейткіші; М – модулятор; ДМ – демодулятор; ТҚ – түзетуші құрылғы; ТТК – тұрақты ток күшейткіші; ТГ – тахогенератор; ҚЭ – құрастырушы элемент; БС – басқару сұлбасы; ШК – шығыс каскад

1.9 Сурет - ҚЖ-нің күшейткіштерінің құрылымдық сұлбалары

Қадағалау жүйесі техникасының даму өлшемі бойынша күшейткіштердің құрылымы күрделене түсті. Қарапайым айнымалы ток күшейткіші келесі сұлба бойынша құрыстырылады: кернеу күшейткіші КК – қуат күшейткіші ҚК. Мұндай жағдайда келіспеуді өлшегіш және орындаушы құрылғы айнымалы ток құрылғылары болып табылады. Күрделірек күшейткіштің құрылымы жалпы ережемен анықталады: сигналды күшейту айнымалы токқа іске асады, қосу және түзету – тұрақты токқа. Сондықтан қадағалау жүйесінің күшейткіштері радиотехникалық күшейткіштерден арнайы түрлендіргіш каскадтың (модулятор (М) және демодулятор (ДМ)) болуымен ерекшеленеді.

Осылайша, қадағалау жүйесінде сигнал көзі және жүктеме ретінде тұрақты ток элементтерін күшейткіштерде қолдану кезінде сигналды екілік түрлендіру 1.9,б-суретте қолданылады. Тұрақты ток кіріс сигналы модулятор көмегімен өзіне пропорционал айнымалы ток сигналына түрленеді. Модуляцияланған сигнал кернеу күшейткішімен күшейтіледі және кернеуі бойынша күшейтілген сигнал тұрақты ток сигналына кері түрлену жүретін демодулятор арқылы өтеді. Қуат күшейткішінде шығыс сигналдың қуаты талап етілген мәнге дейін жеткізіледі.

Қадағалау жүйесінде ең қарапайым және тұрақты тұрақты ток түзеткіш құрылғысын (ТҚ) қолдану, өз кезегінде, сигналды түрлендіруге талап қояды, бірақ кері тізбекте. Мұндай жағдайда 1.9,в-суреттегі айнымалы ток кіріс сигналы күшейткіште күшейтіліп болған соң кернеу демодуляторда түрленеді, ал содан соң тұрақты токқа дифференциалданады немесе интегралданады (түзеткіш құрылғы сұлбасынан тәуелді). Сосын қуат күшейткішінде қуат бойынша кезекті күшейтумен модуляторда сигналды кері түрлендіру жүргізіледі.

Кейде айнымалы ток күшейткіштерінде сигналды екілік түрлендіруді 1.9,г-суретте келіспеудің квадратты құрастырушы сигналын ескерту үшін қолданылады. Мұндай мақсатпен күшейткіш кірісіне сигналды түрлендіргіштен басқа бөгеуіл сигналдарын әлсірететін демодулятор қолданылады. Бөгеуілдерден босаған сигнал модуляторға келіп түседі және кернеу бойынша және қуат бойынша күшейтіледі.

Тұрақты ток кіріс сигналы кезінде, ал күшейткіштің шығысында айнымалы ток сигналы талап етілген жағдайда сұлбасы 1.9,д-суретте көрсетілген күшейткіш қолданылады. Айнымалы ток тахогенераторының тахогенератор көмегімен орындалған тұрақтандырушы операциялық жүйе бар кезде сигналдарды қосу тұрақты ток күшейткішінің кірісінде іске асады. тахогенератордағы сигнал демодулятор көмегімен фазалық сезімтал түзетуге душар болады.

Орындаушы қозғалтқыш басқарудың импульсті әдісін іске асыру үшін қалыптастырушы элемент көмегімен 1.9,е-суретте қоздыру элементі үздіксіз сигналды импульстіге түрлендіру қажеттігі туындайды, ал күштік транзисторды немесе тиристорды басқару үшін басқару сұлбалары талап етіледі.

Қуатты қадағалау жүйесінде өзімен транзисторлы кернеу күшейткіштерімен электромашиналық немесе гидравликалық күшейткіштері негізінде орындалған қуат күшейткіштерінің қосылуын көрсететін аралас күшейткіштер қолданыс тапты.

1.4 Түзеткіш құрылғы

Қадағалау жүйесінің талап етілген динамикалық құрамын қамтамасыз ету үшін реттеу контурына арнайы енгізілген құрылғы түзеткіш құрылғы (ТҚ) деп аталады.

Қадағалау жүйесінің дәлдігіне қойылатын талаптар тұйықталмаған жүйенің күшейту коэффициентін арттырумен қанағаттандырылуы мүмкін. Бірақ бұл кезде шулы бөгеуілдер деңгейі артады және тербелмелілік жоғарылайды, ал сәйкесінше, қадағалау жүйесінің орнықтылығы төмендейді. Қадағалау жүйесінің өзгермейтін бөлігінің беріліс функциясы берілген жағдайда бұл қарама қайшылықты шешуге, талап етілген орнықтылықты және келтіру жұмысының сапасын қамтамасыз етуге түзеткіш құрылғы мүмкіндік береді.

Қазіргі уақытта көптеген түзету әдістері бар: жабысқақ демпфирлеуді қолдану; қадағалау жүйесінің сызықсыздығын төмендету; қадағалау жүйесінің жиіліктік сипаттамаларын өзгерту.

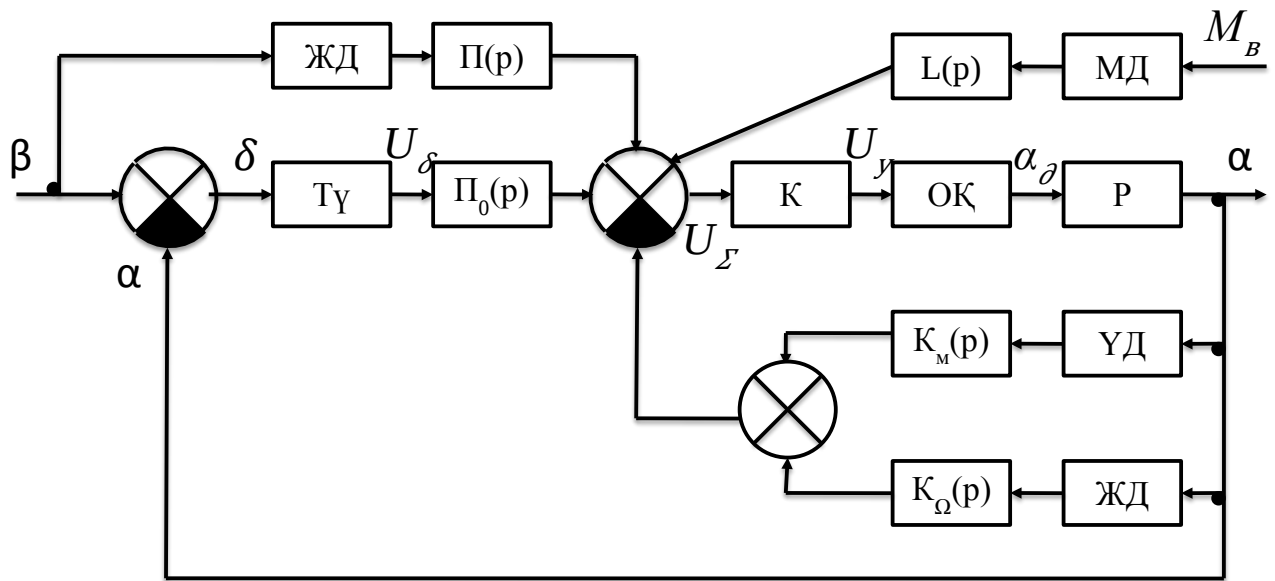
Түзетудің бірінші әдісі езілуге жағдай жасаушы және жүйенің инерттілігін төмендетуші жабысқақ қажалудың қосымша моментін жүйеге қосумен байланысты. Қадағалау жүйесінде бұл орындаушы қозғалтқыш валына арнайы құрылғыны – демпферлерді бекітумен немесе асинхронды қозғалтқыштарда тежелу немесе үдеу уақытында қуыс ротормен бірге әрекет ететін тұрақты магнит ағынын құрастырумен жетеді. Жабысқақ демпфирлеу жобалау және дайындау кезінде қадағалау жүйесінің салыстырмалы қарапайымдылығын қамтамасыз етеді, бірақ негізінен тек температураның тербелісі кезінде сұйықтықтың жабысқақтығын өзгерту және орнатылған режимде демпферлердің айналымына қуаттың маңызды шығыны себебінен аз қуатты келтірулерде ғана қолданылады.

Жүйенің сапалық көрсеткіштерін төмендететін және қажалу моменті, саңылаудың болуымен байланысты қадағалау жүйесінің сызықсыздығын дірілді қолдана отырып төмендетуге болады. Осылайша, подшипниктен статикалық қажалу моментін алу үшін арнайы құрылғының әрекетінен үлкен жиілік және аз амплитудамен дірілдейтін аралық оқтізерді алдын ала ескереді. электромашиналық түрлендіргіш құрылымында алтынды буда саңылаулардың артуын ескерту үшін электрогидравликалық жүйелерде тепе-теңдік жағдайына қатысты түрлендіргіш якорында діріл туғызатын жоғарылатылған жиілікте кернеу беретін қосымша орам ескеріледі.

Тұйықталмаған жүйенің жиіліктік сипаттамасын өзгертумен жүйені түзету қадағалау жүйесінде көп қолданылатын әдістің бірі болып табылады

және басқару сигналына, қарсы әсер мен қателіктен интеграл мен туындыға пропорционал қателік сигналынан басқа, сигналды кірістіруге апарылады.

Құрастырушы реттеу заңынан 1.10-суретте көрсетілгендей тәуелді түзеткіш құрылғыны қосу орнын анықтайды. Бұл белгі бойынша түзеткіш құрылғыны тізбектелген $\Pi_0(p)$, параллельді $\Pi(p)$, $L(p)$ және түзетуші операциялық жүйе - $K_M(p)$, $K_\Omega(p)$ деп бөледі. Жиіліктік сипаттамасының түріне қарай түзеткіш құрылғыны дифференциалдайтын, интегралдайтын және интегродифференциалдайтын деп бөледі. Ал қолданатын энергия түрінен тәуелді түзеткіш құрылғы электрлік, электромеханикалық және гидромеханикалық болып бөлінеді.



Тү – түрлендіргіш; К – күшейткіш; ОҚ – орындаушы құрылғы; ЖД – жылдамдық датчигі; ҮД – үдеу датчигі; МД – момент датчигі; $\Pi_0(p)$ – тізбектелген ТК; $\Pi(p)$, $L(p)$ – параллель ТК; $K_M(p)$ – момент бойынша түзетуші операциялық жүйе; $K_\Omega(p)$ – жылдамдық бойынша түзетуші операциялық жүйе

1.10 Сурет - Түзеткіш құрылғыны қосу сұлбасы

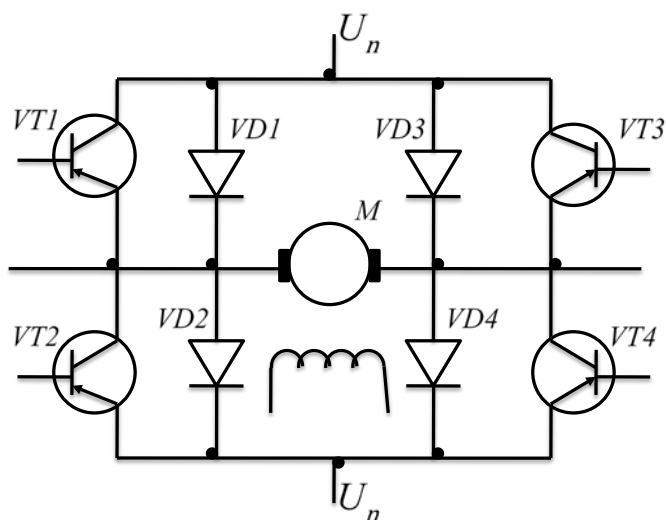
Түзеткіш құрылғы дифференциалды теңдеу түріне қарай тұрақты коэффициенттері бар дифференциалды теңдеумен суреттелетін сызықты және сызықсыз дифференциалды теңдеумен суреттелетін сызықсыз болып бөлінеді. Сонымен қатар, түрлендірудің негізгі функциясынан басқа түрлендірілген сигналды күшейту функциясын орындаудан тәуелді активті және пассивті түзеткіш құрылғы деп те бөледі.

Түзеткіш құрылғыға қойылатын негізгі талаптар жұмыста сенімділік, түрлендірудің қорек көзі жиілігінен тәуелсіздігі, шығыс параметрлердің тұрақтылығы, әсіресе жоғарылатылған дәлдікті жүйелерде, болып табылады.

2 АРНАЙЫ БӨЛІМ

2.1 Импульсті режимде жұмыс істейтін қадағалау жүйесі

Импульсті қадағалау жүйесі күшейткіштері келіспеу сигналы туралы ақпараттан тұратын электрлік импульсті сигналдарды күшейту үшін тағайындалған. Жалпы жағдайда мұндай күшейткіштердің құрылымдық сұлбасы келесі функционалдық элементтерден тұрады: элементті құрастырушы тұрақты ток күшейткіші, шығыс каскадтың басқару сұлбасы. Шығыс каскад барлық күшейткіштің құрылымы жағынан анықталатын және басқарылатын орындаушы қозғалтқыш реттелінетін сипаттамасын алуда ең маңызды болып табылады. Күшейткіш жұмысының импульсті режимін іске асыру үшін шығыс каскадты басқару сұлбасының шығысынан түсетін импульстармен баақарылатын күштік транзистор және тиристорлардың базасына қояды. Элементті құрастырушының тағайындалуы фазалардың жылжуы, ұзақтық, жиілік, амплитуда бойынша келіспеудің модуляцияланған сигналымен испульстардың тізбектелуінде үздіксіз сигналдарды түрлендіру болып табылады. Транзисторлы шығыс каскадты күшейткіштерде широтно-импульсті модуляция көмегімен іске асатын широтно-импульсті модуляция қолданыс табады. Амплитуда бойынша кіріс сигналды күшейту үшін, сонымен қатар күшейткіш каскадтар мен келіспеуді өлшегіш тізбектерін шешу үшін кірісінде үздіксіз күшейтетін тұрақты ток күшейткіші қолданылған. Өртүрлі функционалдық тағайындалуы бойынша күшейткіш элементтері бір құрылғыда біріктірілген болуы мүмкін екендігін айта кеткен жөн. Мысалы, широтно-импульсті модуляция басқару сұлбасының ролін атқаруы мүмкін.



2.1 Сурет - Импульсті режимдегі көпірлік шығыс каскад

Импульсті режимдегі транзисторлы күшейткіштер. Қуатты реттеудің испульті әдісінің маңыздылығын түсіну үшін көпірлік шығыс каскадтың

жұмысын қарастырамыз. Басқарушы импульс жоқ кездегі бастапқы жағдайда басқару сұлбасындағы сигналдар VT1, VT3 транзисторлары жабық, ал VT2, VT4 транзисторлары қаныққан және VD2, VD4 диодтарымен бірге модулятор қозғатқыштың орамын қысқартады[8].

Базаға басқарушы импульстың келуі кезінде VT1 транзистор импульстың ұзақтығына тең уақытқа ашылады. Тесіп өтетін токты алдын алу үшін VT2 транзисторы инверттайтын импульспен жабылады. Осы кезде жүктемеге жалғанға кернеу көзі қаныққан VT1, VT4 транзисторлар арқылы токтың максималды импульсін құрады. Үзіліс кезінде кернеу көзі өшеді, ток VT4 транзистор және VD2 диод арқылы бәсеңдейді. Нәтижесінде жүктемеде орта мәні импульс пен үзілістің ұзақтық қатынасына тәуелді ток пайда болады.

Осылайша, транзистормен басқаратын импульсті әдістің үздіксізден айырмашылығы қорек көзінің энергиясын реттеу әдісіне келіп тіреледі. Үздіксіз әдіс кезінде қорек көзі тізбегіндегі транзисторлар кедергі кіріс сигналдың мәнінен өзгертін басқарушы элементтің ролін атқарады, және ток күшін жүктеме арқылы реттейді. Импульсті әдісте транзисторлар қаныға отырып, жүктемеге қорек көзінің барлық кернеуін қосады, бірақ оны қосу уақытын кіріс сигналдың мәніне тәуелді импульстің ұзақтығына сәйкес реттейді.

Үздіксіз әдістің алдында импульсті әдістің артықшылығы мынада:

- транзисторлардың арнайы таңдаусыз жұмыс істеу мүмкіндігі;
- арнайы күйге келтірілген шығыс каскадтың жоғары қызмет ету мүмкіндігі;
- үлкен қуатты және транзисторлардың шашырауының минимальды қуатын қамтамасыз ету.

Бір немесе сол шығыс каскадты сұлба кезінде қорек көзін жүктемеге қосуға болады және оны транзисторлардың әртүрлі коммутация заңдарын қолдана отырып өшіруге болады (диагональды, симметриялы, симметриялы емес). Коммутация заңдары өзімен транзисторлы релелі құрылғыны көрсететін басқару сұлбаларынан қалыптасады. Басқару сұлбалары кезектесе күштік транзисторлардың эмиттер – база өткеліне қосылған қанығушы (U_{op}) және жабушы (U_3) көздерден тұрады. Басқару сұлбасына қойылатын негізгі талаптар тік бұрышты импульстарды қалыптастыру және басқару сұлбасында күштік транзисторлармен шашыраудың минимальды қуатын қамтамасыз ету болып табылады.

Құрылғыны және импульсті қадағалау жүйесі күшейткіштің жұмысын қарастырайық. Күшейткіш тұрақты ток күшейткіші, екі широтно-импульсті модуляция, екі басқару сұлбасынан және ауыстырып қосу режимінде жұмыс істейтін қуатты шығыс каскадтан тұрады. Тұрақты ток күшейткіші ретінде операциялық күшейткіш, дифференциалды эмиттерлік қайталағыш немесе фаза-жиіліктік қоздыру қолданылуы мүмкін. Тұрақты ток күшейткішінен сигнал ара тәрізді кернеумен қосылады және ШИМ1 мен ШИМ2 кірістеріне түседі. Сигнал ШИМ1 шығысынан U_3 және U_{op} көздерінен құралған, фазаға қарсы жұмыс істейтін VT3, VT4 транзисторларынан жиналған СУ1 басқару сұлбасына беріледі. VT5, VT6 транзисторларының күйі қанығу режимінде U_3

тізбек көзі, VT5, VT6 базасына қосылатын VT3 және VT4 транзисторларының күйімен анықталады.

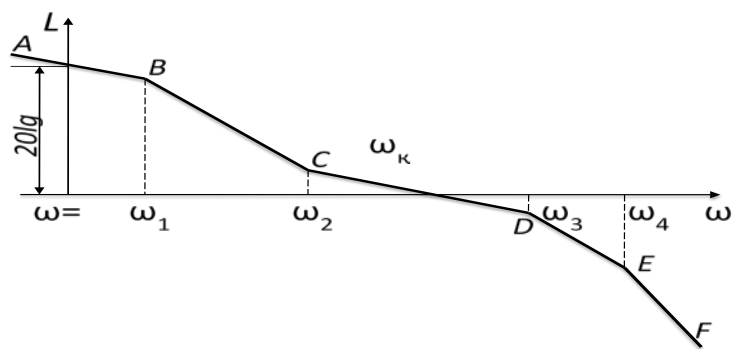
Бастапқы жағдайда (кіріс сигнал жоқ кезде) ШИМ1 шығысындағы импульстің салыстырмалы ұзақтығы нөлге тең, және басқару сұлбасындағы VT3 транзисторы R5 – R7 бөлгішінен құралатын жабушы кернеумен жабық болады. U_{op} қанығушы көздің кернеуі R8, R9 және R8, R10 бөлгіштері арқылы VT4 және VT6 транзисторларын ашады. VT5 транзисторы VT4 қанығушы транзисторы арқылы U_3 кернеуімен жабылады. ШИМ1 күйіне ұқсас ШИМ2 күйі VT7 жабық күйімен және VT8 ашық күйімен анықталады. Нәтижесінде M қозғалтқыштың якоры көпірдің төменгі иығындағы ашық транзисторлар, VD5, VD7 диодтар және қорек көзінің оң шинасы арқылы қысқарған болады.

Тұрақты ток күшейткіші шығысындағы кернеу кіріс сигналдың берілуімен сұлбада көрсетілген полярлылық кезінде ара тәрізді кернеумен жиналады, және ШИМ1 ауыстырылып қосылады. Бұл шығыс каскад транзисторларының және СУ1 транзисторларының күйінің ауысуына алып келеді: VT5 транзисторы ашылады, VT6 жабылады. VT7, VT8 транзисторларының күйінің өзгермегені сияқты ШИМ2 күйі де өзгермейді. Ток $(+U_n)$ –VT8–M–VT5– $(-U_n)$ тізбегі бойынша тұйықтала орындаушы қозғалтқыш орамы арқылы ағады. тұрақты ток күшейткіші шығысындағы кернеудің өзгеруі импульстардың ұзақтығының өзгеруін және орындаушы қозғалтқыш айналу жиілігінің өзгеруін шақырады.

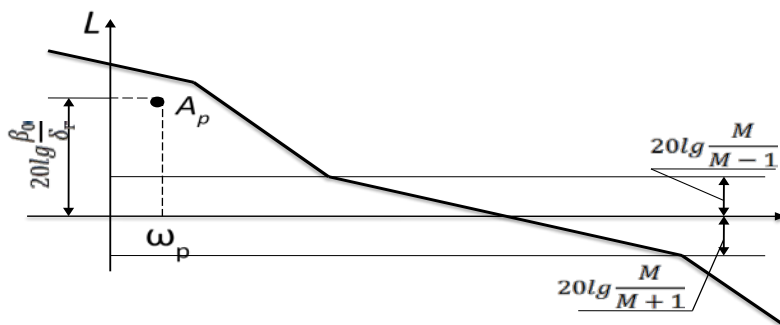
Тұрақты ток күшейткіші шығысындағы кернеудің полярлылығының ауысуы ШИМ1 бастапқы күйге келтіреді және ШИМ2 коммутацияға алып келеді. Нәтижесінде VT5 транзисторы жабылады, VT6 ашылады, және олардың коммутациясы орындаушы қозғалтқыш реверсіне алып келеді.

2.2 Қадағалау жүйесінің қалаулы логарифмдік амплитудалық және фазалық жиілік сипаттамасын тұрғызу

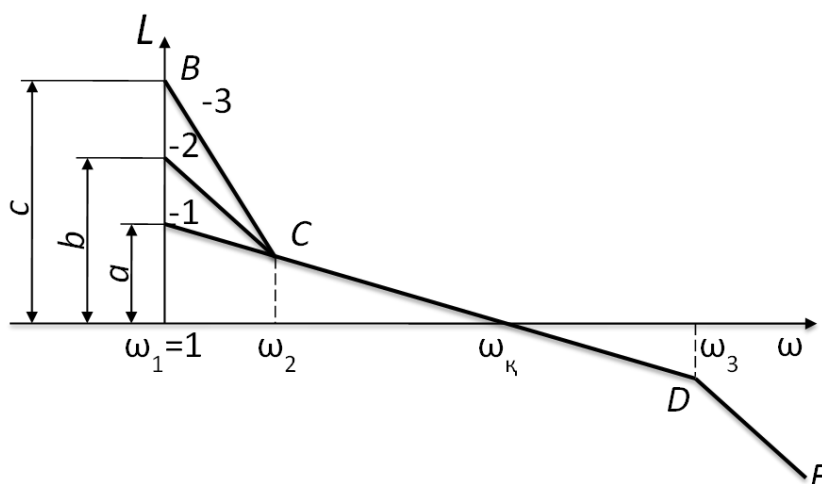
Тұйықталмаған жүйенің қалаулы ЛАЖС 2.2,а-суретте жүйенің динамикалық құрамымен анықталатын үш сипаттамалы бөліктен тұрады: төмен жиілікті (AB түзуі), орташа жиілікті (BCDE сынығы) және жоғары жиілікті (EF түзуі). Тұйықталмаған жүйенің ЛАЖС-мен сапа көрсеткіштерінің байланысы берілгеннен жүйенің сапасы төмен болмайтындай, ЛАЖС параметрлеріне алдын ала талап қоюға мүмкіндік береді. Төмен жиілік аймағында ($\omega < \omega_1$) қалаулы сипаттаманың қисаюы жүйенің астатизм дәрежесімен анықталады: нөлдік - $v = 0$ кезінде, -20 дБ/дек $v = 1$ кезінде. Рұқсат етілгеннен аспайтын жүйенің қателігін алу үшін астатикалық жүйелер үшін ($v = 1$ және $v = 2$ кезде) төмен жиілікті асимптота жағдайын тұйықталмаған жүйенің күшейту коэффициентімен береді. 2.2 ,а-суретте бірінші ретті астатизмі және төзімділігі μ бар жүйе үшін төмен жиілікті асимптота AB $20lg\mu$, $\omega = 1$ координатты нүкте арқылы өткізілген.



a)



ә)



б)

2.2 Сурет - Тұйықталмаған жүйенің қалаулы ЛАЖС

Гармоникалық басқарушы сигнал кезінде асимптота параметрлерін жұмыстық жиілікте ҚЛАЖС асимптотасы $20 \lg(\beta_0/\delta_r)$ амплитудамен A_p нүктесінен төмен өтпейтіндей етіп таңдайды.

Жиілік осін ω қиып өтетін төменжиілікті ҚЛАЖС асимптотасы CD қажетті орнықтылық қорлары мен өтпелі үрдіс қисығының қалаулы формасын қамтамасыз ету үшін -20 дБ/дек қисаюы және тербеліс көрсеткішімен M анықталатын бойлыққа h ие болуы қажет.

ω_4 жиілігінің оң жағында тұрған ҚЛАЖС жоғары жиілікті асимптотасы EF қадағалау жүйесінің сүзгі құрамын және өтпелі үрдістің басын анықтайды.

ω_4 жиілігі аз болған сайын, соғұрлым жоғары жиілікті бөгеуілдер жақсы сүзгіден өтеді, бірақ осыдан жүйенің орнықтылық қорлары төмендейді. ҚЛАЖС-тың жоғары жиілікті асимптотасының қисаюы қадағалау жүйесінің өзгермейтін бөлігінің асимптотасының қисаюымен анықталады.

Төмен жиілікті асимптотаның CD қалаулы сипаттамасының жүйенің өзгермейтін бөлігінің сәйкес келетін AB және EF асимптотасының сипаттамасымен жанасуы BC және DE асимптоталарының көмегімен болады. ҚЛАЖС тұрғызу үрдісін жеңілдету үшін өзімен жанасудың екі асимптотасы бар ҚЛАЖС орташа жиілікті бөлігін CD көрсететін типтік тік және кері ЛАЖС ойлап табылған. 2.4,в-суретте көрсетілген типтік тік ЛАЖС үш жиілікпен сипатталады: BC және DE асимптоталарымен CD асимптотасының жанасу жиіліктері ω_2 мен ω_3 және кесу жиілігі ω_c . Келтірілген типтік сипаттамалар орташа жиілікті ЛАЖС типін анықтайтын жанасу асимптотасының қисаюымен бөлінеді: ЛАЖС-1 – BC асимптотасының қисаюы – 20 дБ/дек, ЛАЖС-2 – (– 40 дБ/дек), ЛАЖС-3 – (– 60 дБ/дек).

Қалаулы типтік ЛАЖС-тің үш түріне сәйкес келетін беріліс функциялары келесі түрде көрсетілуі мүмкін

$$W_{ж1}(p) = \frac{a}{p(T_3p + 1)};$$

$$W_{ж2}(p) = \frac{b(T_2p + 1)}{p^2(T_3p + 1)};$$

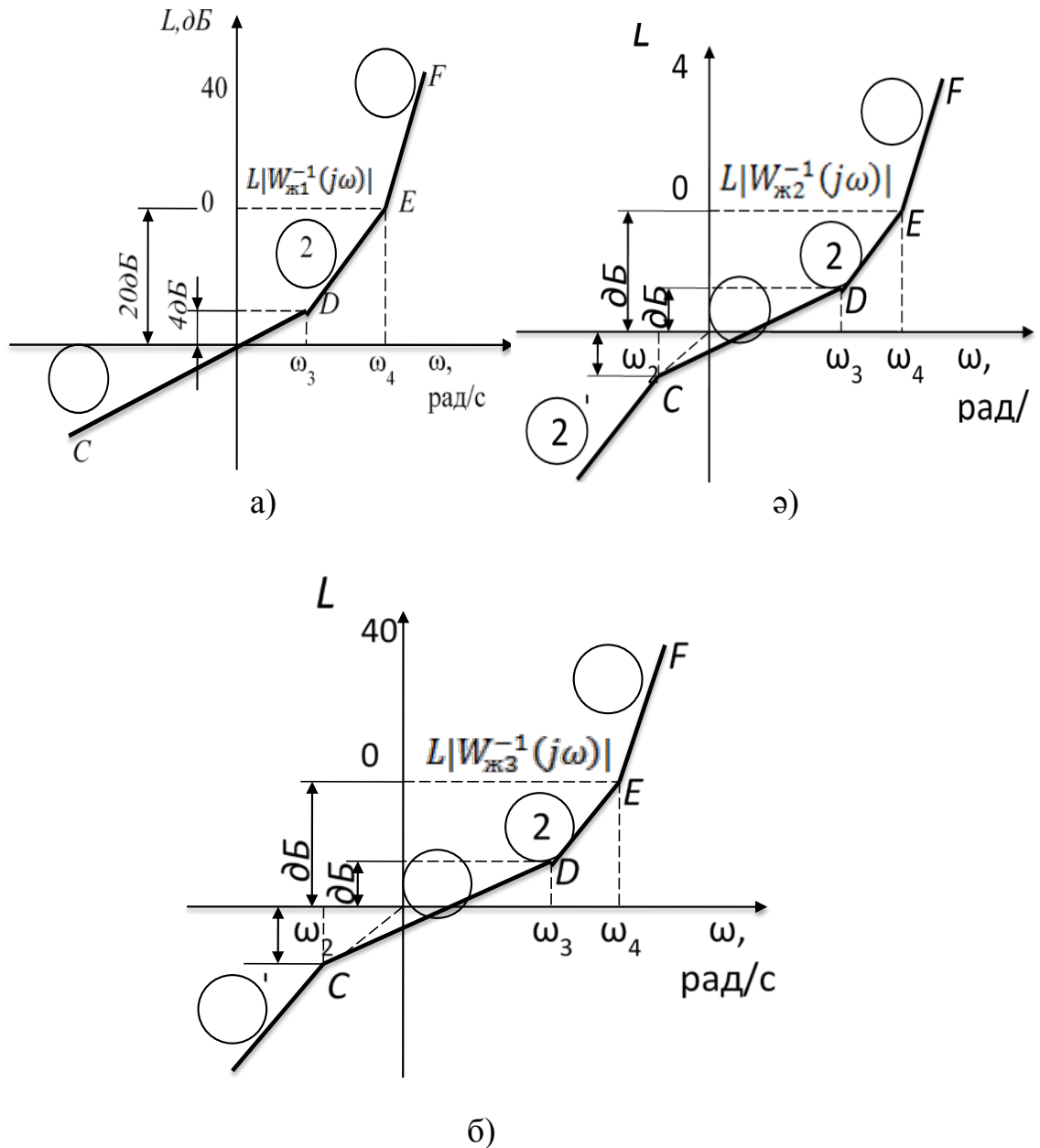
$$W_{ж3}(p) = \frac{c(T_2p + 1)^2}{p^3(T_3p + 1)}.$$

Орташа жиілікті тік ЛАЖС типін таңдау басқарушы сигналды өтеудің дәлдік талабымен, төзімділікпен және түзетуші құралдың бар болуымен анықталады.

ЛАЖС-1 жылдамдық бойынша төмен төзімділік кезінде жоғары жылдам әрекеттікті қамтамасыз етеді. Төзімділікті арттыру жүйенің жіберу жолағының кеңеюімен қосылады. Бұл сипаттама дәлдікке жоғары емес талап қойылатын жүйелерде қолданылады. ЛАЖС-1-мен салыстырғанда сол кесу жиілігі ω_c кезінде үлкен төзімділікке жетуге мүмкіндік беретін болғандықтан, ЛАЖС-2 және ЛАЖС-3 басқарушы сигналдың дәлірек өтеуін қамтамасыз етеді. Жүйенің төзімділігін арттыру жіберу жолағына әсер етпейді және жанасу жиілігінің ω_1 солға қарай жылжуы есебінен болады. Бірақ жанасу асимптотасының BC жиілік диапазонының ω_1 -ден ω_2 -ке дейін артуымен жүйенің тербелмелілігі артады. ЛАЖС-3 таңдау кезінде қадағалау жүйесінің төзімділігі артады, бірақ іске асу қарапайымдылығы жағынан ЛАЖС-2 дұрыс.

Типтік кері ЛАЖС-тар 2.5–суретте көрсетілген. Келтірілген сипаттамалар жоғары жиілікте екі жанасу асимптотасының DE және EF болуымен

ерекшеленеді және үш жанасу жиілігі ω_2 , ω_3 , ω_4 және кесу жиілігімен сипатталады.



а – бірінші типті; ә – екінші типті; б – үшінші типті
2.3 Сурет - Типтік кері ЛАЗС

Кері ЛАЗС типі тік сипаттама сияқты дәлдік талабымен жә не түзетуші құралдың болуымен анықталады. Типтік ЛАЗС-тың техникалық іске асуы келесідей құралдармен мүмкін:

ЛАЗС-1 2.3,а-суретте – реттелінетін шамадан бірінші туындыға пропорционал сигналды қолдану кезінде (шығыс валдың жылдамдық датчигінан);

ЛАЗС-2 2.3,б-суретте – реттелінетін шамадан бірінші және екінші туындыға пропорционал сигналды қолдану кезінде (жылдамдық және үдеу датчиктерінен);

ЛАЖС-3 2.3,в-суретте – басқарушы әсерден бірінші туындыға пропорционал сигнал мен реттелінетін шамадан туындыға пропорционал сигналдарды қолдану кезінде.

ҚЛАЖС тұрғызу есебі орташа жиілікті ЛАЖС типін анықтауға, оның берілген сапа көрсеткіштері бойынша жиілік осіне байлауға және төменгі және жоғары жиілікте өзгермейтін бөліктің ЛАЖС асимптотасымен жанасуына келіп тіреледі.

ҚЛАЖС тұрғызу реті қадағалау жүйесін жобалаудың бастапқы мәліметтерінен тәуелді. Бірлік әсер кезінде, егер өтпелі үрдістің сапа көрсеткіштері берілген болса (өтпелі үрдіс уақыты t_p , қайта реттеу σ), ҚЛАЖС тұрғызу келесі ретпен 2.3,а-суретте іске асады:

1) Оны өзгертудің тұрақты жылдамдығы кезіндегі басқарушы сигналды елестетудің берілген рұқсат етілген орнатылған қателігі шартынан жылдамдық бойынша жүйенің төзімділігін D_Ω (тұйықталмаған жүйенің күшейту коэффициенті μ) анықтаймыз және өзгермейтін бөліктің ЛАЖС-ін ордината осі бойымен $20 \lg \mu$ және $\omega = 1$ рад/с координатасымен B нүктесі арқылы өткенше жылжытамыз.

2) Орташа жиілікті ЛАЖС типін таңдаймыз.

3) Берілген мәндер t_p бойынша ҚЛАЖС-тің кесу жиілігін ω_c анықтаймыз:
 $\omega_c = b\pi/t_p$.

4) Жанасу жиіліктері ω_2 және ω_3 табамыз және ω_c нүктесі арқылы $\omega_2 - \omega_3$ жиілік диапазонында -20 дБ/дек қисықпен асимптота жүргіземіз.

5) Түзеткіш құрылғы техникалық іске асыру қарапайымдылығы үшін ЛАЖС жоғары жиілікті асимптотасы ретінде қадағалау жүйесінің өзгермейтін бөлігінің ЛАЖС жоғары жиілікті асимптотасын қабылдаймыз.

6) ЛАЖС орташа жиілікті асимптотасының жоғары жиілікті асимптотасымен жанасуы үшін ω_3 жиілікке сәйкес келетін ординатадағы нүктеден -40 дБ/дек қисықпен ЛАЖС-пен қиылысқанша түзу жүргіземіз.

7) Орташа жиілікті асимптотаның ЛАЖС төмен жиілікті асимптотасымен жанасуы ω_2 жиілікте ординатадағы нүктеден таңдалған ҚЛАЖС типіне сәйкес келетін $-20, -40$ немесе -60 дБ/дек қисықпен түзу тұрғызумен іске асады.

8) ЛАЖС-ке сәйкес ЛФЖС тұрғызамыз.

9) Қадағалау жүйесінің орнықтылық қорларын анықтаймыз.

Екінші жағдайда, егер басқарушы валдың гармоникалық қозғалыс заңы берілген және жиіліктік сапа көрсеткіштері берілген болса, ҚЖ-нің ҚЛАЖС бірнеше басқа ретпен 2.3,б-суретте тұрғызады:

1) ЛАЖС типін таңдаймыз.

2) ЛАЖС жанасу төмен жиілікті асимптотасын ω_p және $20 \lg(\beta_0/\delta_r)$ координатамен A_p жұмыстық нүктесі арқылы жүргіземіз, мұндағы β_0 және ω_p берілген.

3) Берілген мән M бойынша ЛАЖС орташа жиілікті асимптота шекарасын табамыз.

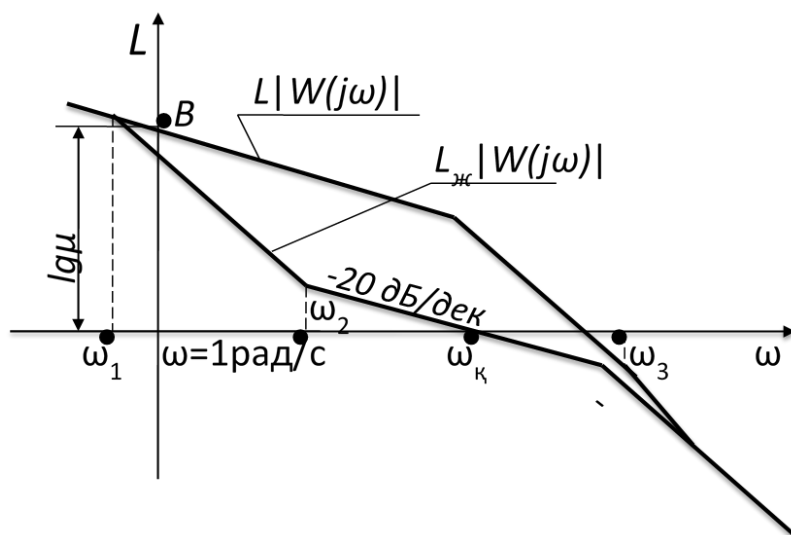
4) Жанасу жиілігін ω_2 ЛАЖС жанасу асимптотасының зонаның жоғарғы шегімен қиылысуы бойынша анықтаймыз.

ЛАЖС орташа жиілікті асимптотасын -20 дБ/дек қисықпен түзудің ω_3 жанасу жиілігін анықтайтын зонаның төменгі шегімен қиылысқанға дейін қиық түрінде тұрғызамыз.

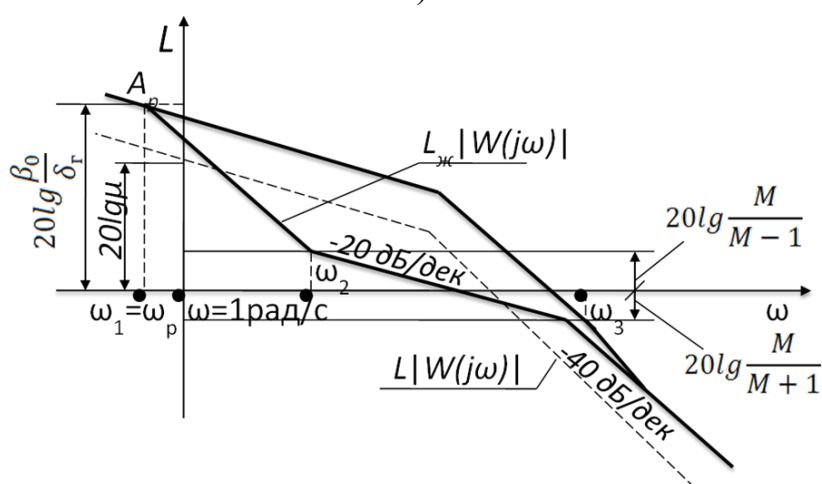
5) Жүйенің өзгермейтін бөлігінің ЛАЖС ордината осі бойымен типтік ЛАЖС-тің ω_1 жиілікке сәйкес нүктеде жанасуына дейін жылжытамыз. Сонымен қатар гармоникалық сигналды елестетудің талап етілген дәлдігін δ_r қамтамасыз ету үшін ЛАЖС пен ҚЛАЖС-тің төмен жиілікті асимптоталарының қиылысу нүктесі A_p жұмыстық нүктеден төмен болмауы қажет.

6) ЛАЖС төмен жиілікті асимптотасын өзгермейтін бөліктің ЛАЖС жоғары жиілікті асимптотасымен жанастырамыз.

7) Жүйенің ЛФЖС тұрғызамыз және орнықтылық қорларын анықтаймыз.



а)



б)

2.4 Сурет - Тұйықталмаған жүйенің ҚЛАЖС тұрғызу

Тік ЛАФЖС көмегімен ішкі операциялық жүйемен бірге қадағалау жүйесін зерттеу күрделі математикалық аппаратты қоданумен байланысты және ішкі контурды ұмыттыру, операциялық жүйе сипаттамасын таңдау, тұйықталмаған контурдың оның орнықтылық бағасымен сипаттамасын табу, операциялық жүйе қамтылмаған үзбелерді есепке ала отырып барлық жүйенің сипаттамасын анықтау. Кері ЛАФЖС қолдана отырып, ҚЛАФЖС-ты тұрғызуды жеңілдетуге болады, әсіресе бірнеше ішкі контурлармен (мысалы, ток бойынша және кернеу бойынша) қамтылған жүйені.

Кері ҚЛАФЖС-ты тұрғызу әдістемесі тік сипаттаманы тұрғызу әдістемесіне ұқсас және типтік ҚЛАЖС таңдауға 2.4-суретте, оның жанасу жиілігін анықтауға және таңдалған ҚЛАЖС-ті жобаланатын жүйенің жиіліктік сапа көрсеткіштері бойынша жиілік осіне байлауға келіп тіреледі.

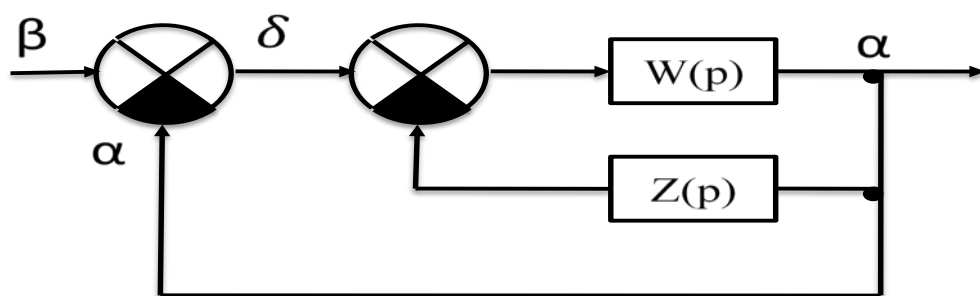
2.3 Түзетуші кері байланыс синтезі

Тізбектелген түзеткіш құрылғының көмегімен жүйенің ҚЛАЖС іске асыру мүмкін болмаған жағдайда түзетуші операциялық жүйе қолданылады. Мұндай жүйенің синтезін кері ЛАЖС әдісімен жасаған ыңғайлы.

Түзеткіш құрылғының параметрлерін анықтау әдістемесін түсінуге мүмкіндік беретін кейбір қатынастарды қарастырайық. Түзетуші операциялық жүйе бар тұйықталмаған жүйенің беріліс функциясы

$$W_{\text{ж}}(p) = \frac{W(p)}{1+W(p)Z(p)}, \quad (2.1)$$

мұндағы $W(p)$ - тік тізбектің беріліс функциясы; $Z(p)$ - түзетуші операциялық жүйе беріліс функциясы.



2.5 Сурет - Түзетуші ОЖ бар жүйенің құрылымдық сұлбасы

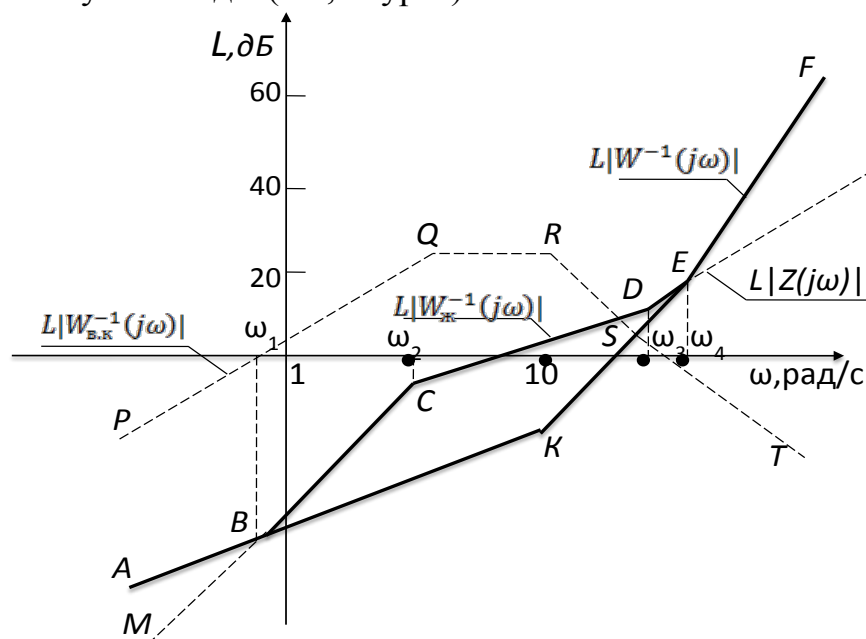
(2.11)-ге сәйкес кері беріліс функциясы

$$L|W_{\text{ж}}^{-1}(j\omega)| = L|Z(j\omega)| + L|W(j\omega)| + L|W^{-1}(j\omega)| = L|Z(j\omega)|,$$

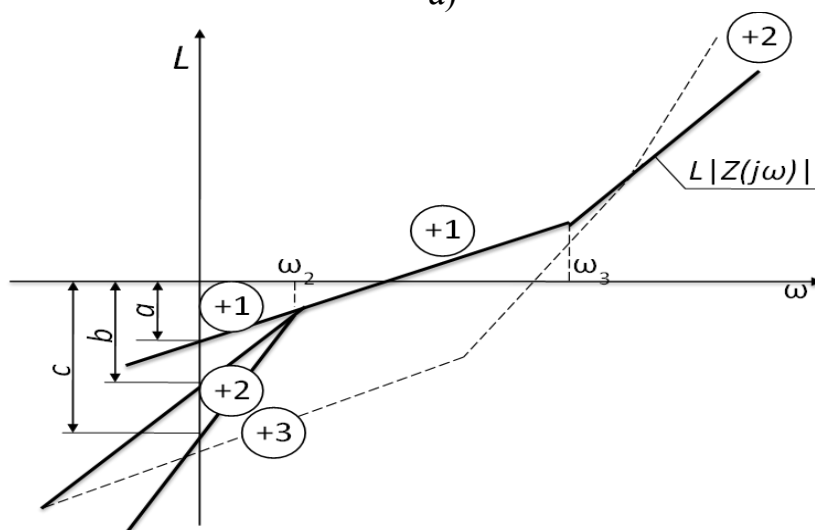
яғни, жүйенің ҚЛАЖС ОЖ тізбегінің тік ЛАЖС анықталады. Жоғарыда келтірілген негізінде жазуға болады

$$L|W_{\text{ж}}^{-1}(j\omega)| = L|W^{-1}(j\omega)| + L|Z(j\omega)| \quad (2.2)$$

және тұйықталмаған жүйенің кері ҚЛАЖС бастапқы жүйенің $L|W^{-1}(j\omega)|$ кері ЛАЖС-нан немесе сипаттама ординатасы бірілген жиілік диапазонында басым болып табылатын түзетуші байланыстың $L|Z(j\omega)|$ ЛАЖС-нан құралады деген қорытындыға келуге болады (2.8,а-сурет).



а)



ә)

ЛАЖС а – құрастыру; ә – кері байланыс сипаттамасын анықтау

2.6 Сурет - Тұйықталмаған жүйенің кері

Жүйе жұмысының сапасы үшін маңызды $\omega_1 - \omega_4$ жиілік диапазонында $L|Z(j\omega)| > L|W^{-1}(j\omega)|$ қатынасы іскілетіндігін айта кеткен жөн. Соңғысы түзетілген жүйенің жиілік құрамы негізінен ОЖ құрамымен анықталады және өзгермейтін бөлікке тәуелді емес дегенді білдіреді.

Кері ҚЛАЖС тұрғызу реті қарастырылған болатын, ал оны құруды 2.6,а-суреттен көруге болады. Құрылған ҚЛАЖС $ABCDEF$ сынығы түрінде болады. ҚЛАЖС-тың ортаңғы бөлігі $BCDE$ ОЖ сипаттамасымен құрастырылған болғандықтан, барлық жиілік диапазонында $L|Z(j\omega)|$ сипаттамасын төменгә және жоғары жиілік аумағында BC және DE асимптоталарын жалғастыра отырып аламыз ($MCDN$ сынығы).

Алынған ЛАЖС бойынша операциялық жүйе тізбегін техникалық іске асыруға көшпес бұрын түзетуші операциялық жүйемен пайда болған ішкі контурдың орнықтылығына көз жеткізу қажет. Тағы да 2.6–суретіне қараймыз және тұйықталмаған ішкі контурдың беріліс функциясын жазамыз

$$W_{i.k}(p) = W(p)Z(p) = \frac{Z(p)}{W^{-1}(p)}$$

немесе кері түрде:

$$W_{i.k}^{-1}(p) = \frac{W^{-1}(p)}{Z(p)}.$$

Логарифмдік жиіліктік сипаттамаға көше отырып, аламыз

$$L|W_{i.k}^{-1}(j\omega)| = L|W^{-1}(j\omega)| - L|Z(j\omega)|; \quad (2.3)$$

$$\varphi_{i.k}(j\omega) = \arg W^{-1}(j\omega) - \arg Z(j\omega).$$

Егер $L|W_{i.k}(j\omega)|$ сипаттамасы белгілі болса, ішкі контурдың орнықтылық қорларын анықтауға болады. (2.13)-ге сәйкес оны $L|W^{-1}(j\omega)|$ -дан $L|Z(j\omega)|$ -ны графикалық шегеру жолымен тұрғызады 2.6,а-суреттегі $PQRST$ штрихталған сынығы. Михайлов-Найквист критерийімен сәйкес контурдың орнықтылығын ішкі контурдың ЛАЖС-мен $L|W_{i.k}^{-1}(j\omega)|$ жиілік осінің қиылысу нүктесінде фаза бойынша анықтайды. Бұл нүктелер төменгі ω_1 және жоғары ω_4 жиілікте $L|W^{-1}(j\omega)|$ және $L|Z(j\omega)|$ сипаттамаларымен қиылыс тапқандықтан, әдетте ішкі контурдың ЛАЖС тұрғызу қажет емес болып қалады. $L|W^{-1}(j\omega)|$ және $L|Z(j\omega)|$ сипаттамаларының кездесу нүктесінде фазалар айырымын анықтаса жеткілікті, бұл айырым 180° -дан аспауы қажет

$$\varphi_{i.k} = \pi - [\arg W^{-1}(j\omega) - \arg Z(j\omega)]. \quad (2.4)$$

Жүйеде автотербелістің туындау мүмкіндігін алдын алу үшін қисаюында 20 дБ/дек-дан көп айырмашылық бар $L|W^{-1}(j\omega)|$ және $L|Z(j\omega)|$

сипаттамаларының қиылысу жағдайын болдырмау керек. Егер фаза бойынша қор үлкен және қисаю айырмашылығы 20 дБ/дек тең болса, онда контур орнықты. Әдетте ω_1 аумағында бұл шарт орындалатын болғандықтан, онда ішкі контурдың орнықтылығын тексеру үшін фаза бойынша қорын тек ω_4 жиілігінде ғана тапса жеткілікті. Егер ω_4 жиілігінде фаза бойынша қор жеткіліксіз болса, онда бұл жиілік аймағында басты контурға реттеудің тізбектелген түзеткіш құрылғы кірістіру арқылы $L|W^{-1}(j\omega)|$ сипаттама қисығын өзгертсе жеткілікті.

Орнықтылыққа жүргізілген талдау түзетуші операциялық жүйе параметрлері мен түрін анықтауға көшуге мүмкіндік береді. Кері байланыс тізбегінің $L|Z(j\omega)|$ ЛАЖС бойынша оған сәйкес беріліс функциясын табамыз, және де беріліс функциясының түрі ҚЛАЖС типінен тәуелді болатын болады.

Бірінші тип үшін

$$Z_1(p) = ap(T_3p + 1) \quad (2.5)$$

Екінші тип үшін

$$Z_2(p) = bp^2 \frac{T_3p+1}{T_2p+1} \quad (2.6)$$

Үшінші тип үшін

$$Z_3(p) = cp^3 \frac{T_3p+1}{(T_2p+1)^2} \quad (2.7)$$

мұндағы a, b, c - $\omega = 1$ рад/с жиіліктегі жанасу асимптотасының ординаталары.

Түзеткіш құрылғының алынған беріліс функциясын тізбектелген қосымша түзеткіш контуры бар үдеу, жылдамдық бойынша операциялық жүйе көмегімен іске асыруға болады.

Мұндай жағдайда тұйықталмаған түзетілген жүйенің кері беріліс функциясы келесі теңдікпен анықталады

$$W^{-1}(p) = \frac{pA(p)}{\mu} + \frac{\nu}{\mu} p \left(\frac{r}{\nu} p + 1 \right) K(p), \quad (2.8)$$

мұндағы бірінші мүше өзімен жүйенің өзгермейтін бөлігінің кері беріліс функциясын көрсетеді, екіншісі – ОЖ тізбегінің беріліс функциясын.

(2.5) – (2.7) және (2.8) теңдіктерін салыстыра отырып аламыз

Осы теңдіктер негізінде ν, r коэффициенттерінің мәнін және a, b, c коэффициенттерін есепке ала отырып $K(p)$ беріліс функциясының айтылуын және кері ЛАЖС тұрғызу нәтижесінде алынған T_2, T_3 уақыт тұрақтыларын анықтауға болады. Табылған $K(p)$ беріліс функциясының түрімен пассивті контурдың типін тандайды.

$$\begin{cases} ap(T_3p + 1) = \frac{\nu}{\mu} p \left(\frac{r}{\nu} p + 1 \right) K(p) \\ bp^2 \frac{T_3p+1}{T_2p+1} = \frac{\nu}{\mu} p \left(\frac{r}{\nu} p + 1 \right) K(p) \\ cp^3 \frac{T_3p+1}{(T_2p+1)^2} = \frac{\nu}{\mu} p \left(\frac{r}{\nu} p + 1 \right) K(p). \end{cases} \quad (2.9)$$

Осылайша, түзетуші операциялық жүйе синтезінің есебін шешу келесі ретпен орындалады:

- кері ҚЛАЖС типін таңдау және жұмыстық нүктелердің координатын анықтау жолымен жиілік осіне байлау кезінде;
- $\mu = 1$ 1/с күшейту коэффициенті кезінде ЛАЖС өзгермейтін бөлігін тұрғызу;
- ЛАЖС жүйелерін жоғары жиілікті асимптотаға максимальды сәйкес келгенше параллельді жылжытумен ҚЛАЖС жүйесін құру;
- ішкі контурдың орнықтылығын тексеру;
- тұйықталмаған жүйенің күшейту коэффициентін анықтау;
- түзетілген жүйенің орнықтылық қорларын анықтау;
- табылған ЛАЖС бойынша түзеткіш құрылғы параметрлерін және құрылымын таңдау.

2.4 Автоматты реттеудің желілік жүйесінің түзетуші құрылғысын синтездеу

Параметрлері бар автоматты реттеудің ашық жүйесінің беріліс функциясы келесі түрге ие:

$$W(s) = \frac{180}{s(1+0,025s)(1+0,25s)} \quad (2.10)$$

Тұйықталған жүйенің сипаттамалық теңдеуін табу үшін алдымен жүйенің эквивалентті функциясын табамыз.

$$W(s) = \frac{180}{s(1+0,025s)(1+0,25s)+180} \quad (2.11)$$

Енді (2.21) көмегімен функция жүйенің сипаттамалық теңдеуі анықталады

$$D(s) = s(1 + 0,025s)(1 + 0,25s) + 18 = 0,00625s^3 + 0,275s^2 + s + 180 \quad (2.12)$$

Гурвица критерийі бойынша деңгейді сипаттайтын коэффициенттердің көмегімен орнықтылық жүйесі анықталады.

Коэффициенттер мынаған тең:

$$a_0=0,00625, \quad a_1=0,275, \quad a_2=1, \quad a_3=180$$

Гурвиц матрицасы былай болады :

$$\Delta_n = \begin{vmatrix} \overline{a_1} & \overline{a_3} & \overline{a_5} & a_7 & \dots & 0 \\ \overline{a_0} & \overline{a_2} & \overline{a_4} & a_6 & \dots & 0 \\ 0 & \overline{a_1} & \overline{a_3} & a_5 & \dots & 0 \\ 0 & a_0 & a_2 & a_4 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & a_n \end{vmatrix}$$

$$\Delta_n = \begin{vmatrix} 0,275 & 180 & 0 \\ 0,00625 & 1 & 0 \\ 0 & 0,275 & 180 \end{vmatrix} = 0,275 - 1,125 = -0,85$$

Жүйе тұрақтылығының шарттары келесідей:

$$a) a_0 > 0, a_1 > 0, a_2 > 0, a_3 > 0.$$

$$б) a_1 a_2 - a_0 a_3 > 0.$$

$$-0,85 < 0$$

Гурвица өлшемі бойынша жүйе тұрақсыз.

Табу үшін өрнек логарифмдік амплитуда жиілік сипаттамасын ажыратылған жүйесін, ең алдымен анықтаймыз беріліс функциясынан ажыратылған.

$$W(s) = \frac{180}{s(1+0,025s)(1+0,25s)} \quad (2.13)$$

Енді логарифмдік амплитудалық жиілік сипаттамасын алу керек (ЛАЧХ)
 $L(\omega) = 20\lg A(\omega)$, яғни

$$\begin{aligned} L(\omega) &= 20\lg 180 - 20\lg \omega - 20\lg \sqrt{1 + 0,000625\omega^2} - 20\lg \sqrt{1 + 0,0625\omega^2} = \\ &= 20\lg 180 - 20\lg \omega - 20\lg 0,025\omega - 20\lg 0,25\omega \end{aligned} \quad (2.14)$$

$$\omega_{cp1} = \frac{1}{T_1} = 40; \quad \omega_{cp2} = \frac{1}{T_2} = 4$$

(2.14) формулаға байланысты асимптотикалық ЛАЖС тұрғызамыз .

Берілген мәндер негізінде σ қайта реттеу, t реттеу уақыты, тұйықталған жүйенің асимптотикалық логарифмдік амплитудалық жиіліктік сипаттамасының графигін құрайық.

Қайта реттеу уақыты мен $\sigma = 25\%$ реттеу уақытыи времени регулирования $t=1.0$ сек, белгілі болғандықтан номографам бойынша осы параметрлерді қолданып қалаған кесуіміздің жиілігін таба аламыз ω_{cp} және L_M .

Қалаған жиілік ω_{cp} келесі формуламен анықталады:

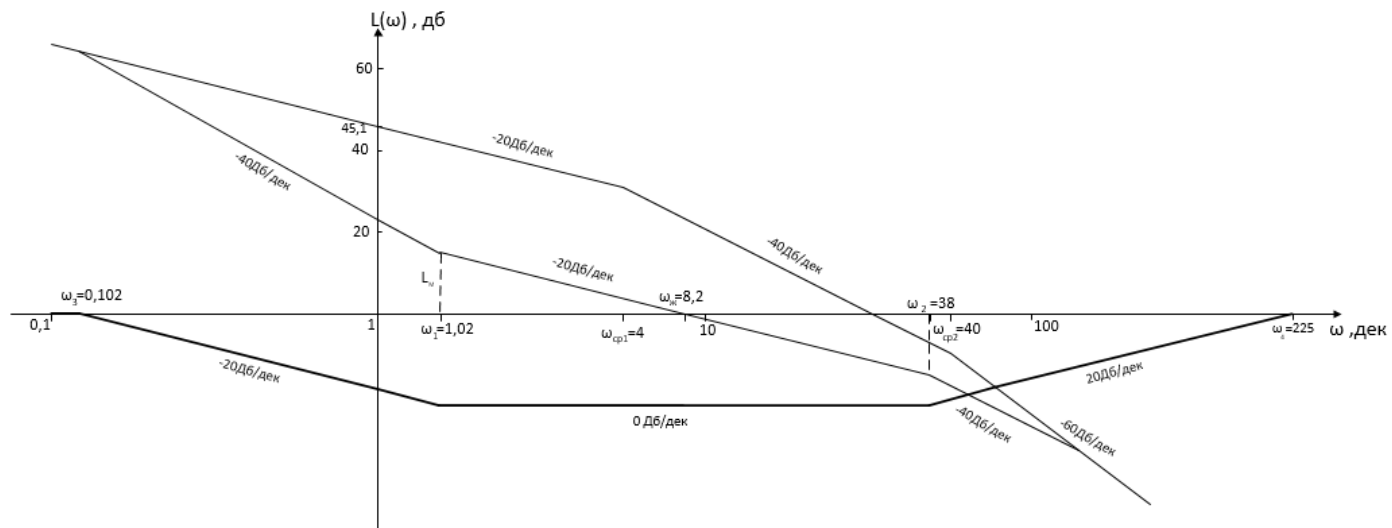
$$\frac{2,6\pi}{\omega_{cp}} = t_{рег} \quad (2.15)$$

(2.15) формуладан ω_{cp} жиілікті табамыз

$$\omega_{cp} = \frac{2,6\pi}{t_{рег}} = 8,2 \quad (2.16)$$

Номограмма бойынша $P_{MAX} = 1,18$, а $L_M = 17$.

Осы параметрлердің барлығын қолданып болған соң ажыратылған жүйенің асимптотикалық логарифмдік жиілік сипаттамасының графигі тұрғызылады.



Сурет 2.7– Объектінің және түзету құрылғысының ЛАЖС – і.

Түзетуші құрылғының асимптотикалық логарифмдік амплитудалық жиілік сипаттамасының кестесі бойынша беріліс функциясының түрін анықтаймыз.

Беріліс функциясының түрін анықтау үшін түзетуші құрылғының асимптотикалық логарифмдік амплитудалық жиілік сипаттамасынан келесі жиілік нүктелері табылды:

$$\begin{aligned} \omega_1 &= 1,02, \\ \omega_2 &= 8,2, \\ \omega_3 &= 0,102, \\ \omega_4 &= 225. \end{aligned} \quad (2.17)$$

Енді осы кесу жиіліктерінің көмегімен (2.17) келесі формула бойынша беру функциясының түрі анықталады:

$$\begin{aligned} R(s) &= \left(1 + \frac{s}{\omega_1}\right) \left(1 + \frac{s}{\omega_2}\right), \\ Q(s) &= \left(1 + \frac{s}{\omega_3}\right) \left(1 + \frac{s}{\omega_4}\right) \end{aligned} \quad (2.18)$$

Сонда түзетуші құрылғының беріліс функциясы

$$\begin{aligned} R(s) &= \left(1 + \frac{s}{1,02}\right) \left(1 + \frac{s}{8,2}\right) = (1 + 0.98s)(1 + 0.12s) = 0.1225s^2 + 1.1s + 1, \\ Q(s) &= \left(1 + \frac{s}{0,102}\right) \left(1 + \frac{s}{225}\right) = (1 + 9.8s)(1 + 0.004s) = 0.0392s^2 + 9.804s + 1 \end{aligned} \quad (2.19)$$

$$W(s) = \frac{R(s)}{Q(s)}.$$

$$W(s) = \frac{(0.1225s^2 + 1.1s + 1)}{(0.0392s^2 + 9.804s + 1)} \quad (2.20)$$

ЛАЖС пен ЛФЖС – ті анықтау үшін үйлестіруші құрылғы Matlab жүйесінде мынандай командалық терезеде енгізу керек.

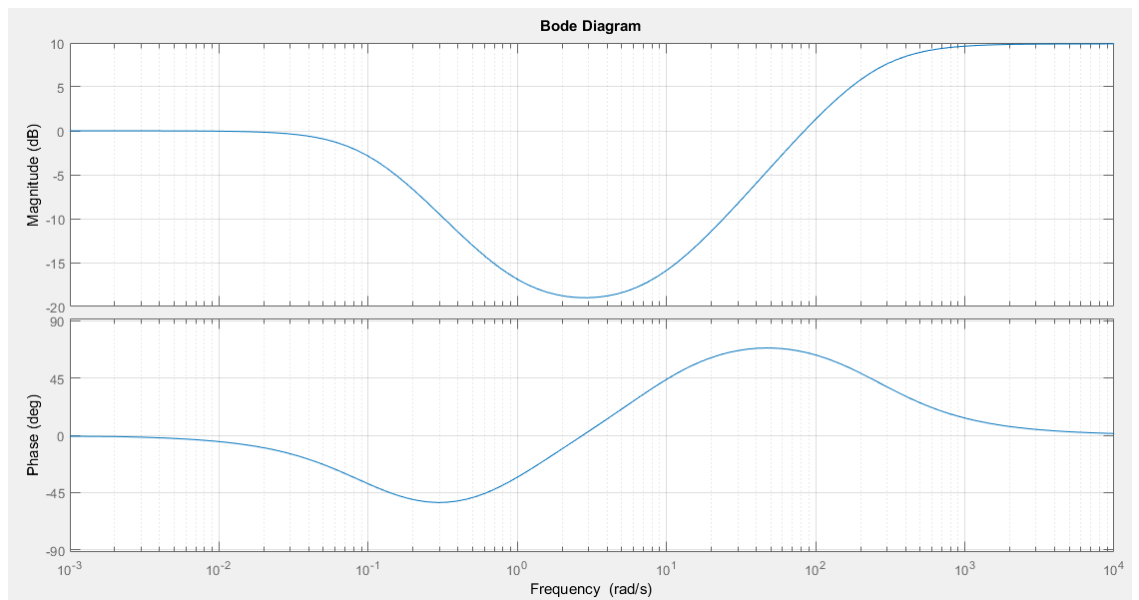
```
>> w1=tf([0.1225 1.1 1],[0.0392 9.804 1])

w1 =

      0.1225 s^2 + 1.1 s + 1
-----
      0.0392 s^2 + 9.804 s + 1

Continuous-time transfer function.

>> bode(w1)
```



Сурет 2.8 –Түзетуші құрылғының ЛАЖС – і мен ЛФЖС – і.

Түзетілген жүйенің өтпелі функциясы келесі түрге ие:

Түзетуші құрылғыны (9) функциясын объектінің беріліс функциясына қосамыз (1), онда жүйенің эквивалентті беріліс функциясы:

$$W_{\text{эк}}(s) = \frac{(0.1225s^2 + 1.1s + 1)}{(0.0392s^2 + 9.804s + 1)} * \frac{180}{(0.00625s^3 + 0.275s^2 + s)} =$$

$$= \frac{22.05s^2 + 198s + 180}{0.000245s^5 + 0.0712s^4 + 2.8s^3 + 10.08s^2 + s} \quad (2.21)$$

Программалық ортада түзетуші құрылғының ЛАЖС объектін анықтау үшін Matlab программасының командалық терезесіне келесі параметрлерді беруіміз қажет.

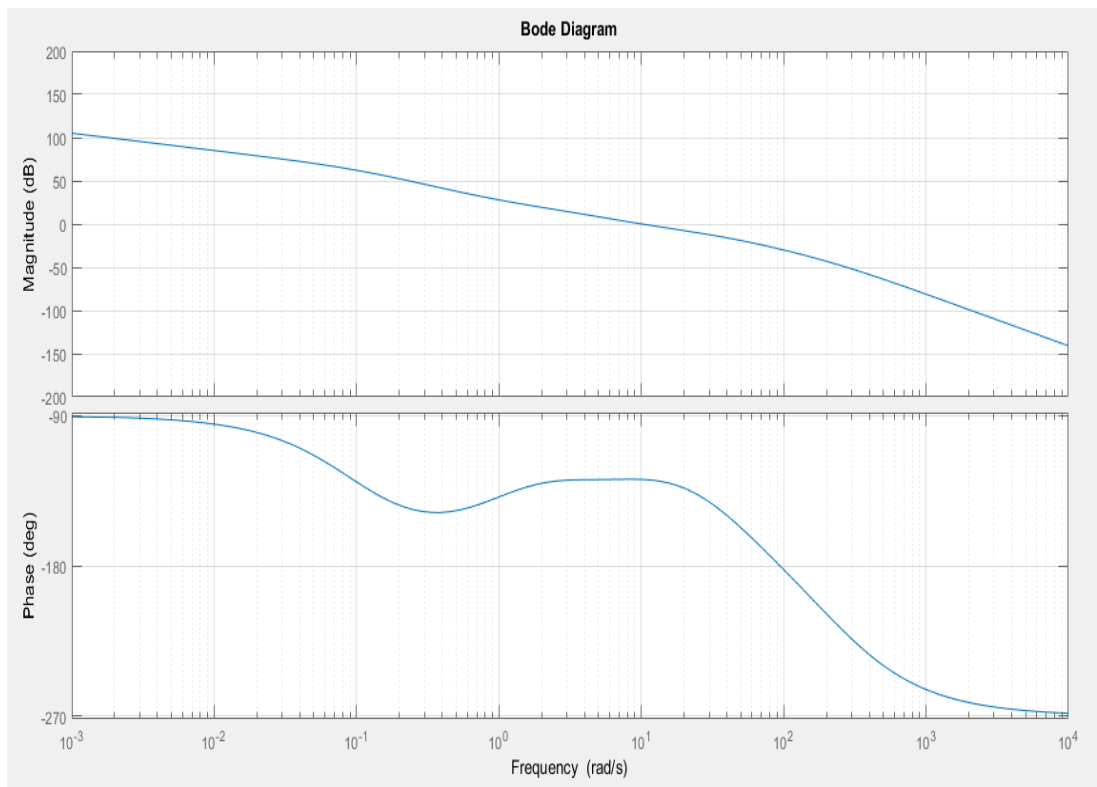
```
>> w1=tf([22.05 198 180],[0.000245 0.0712 2.8 10.08 1 0])

w1 =

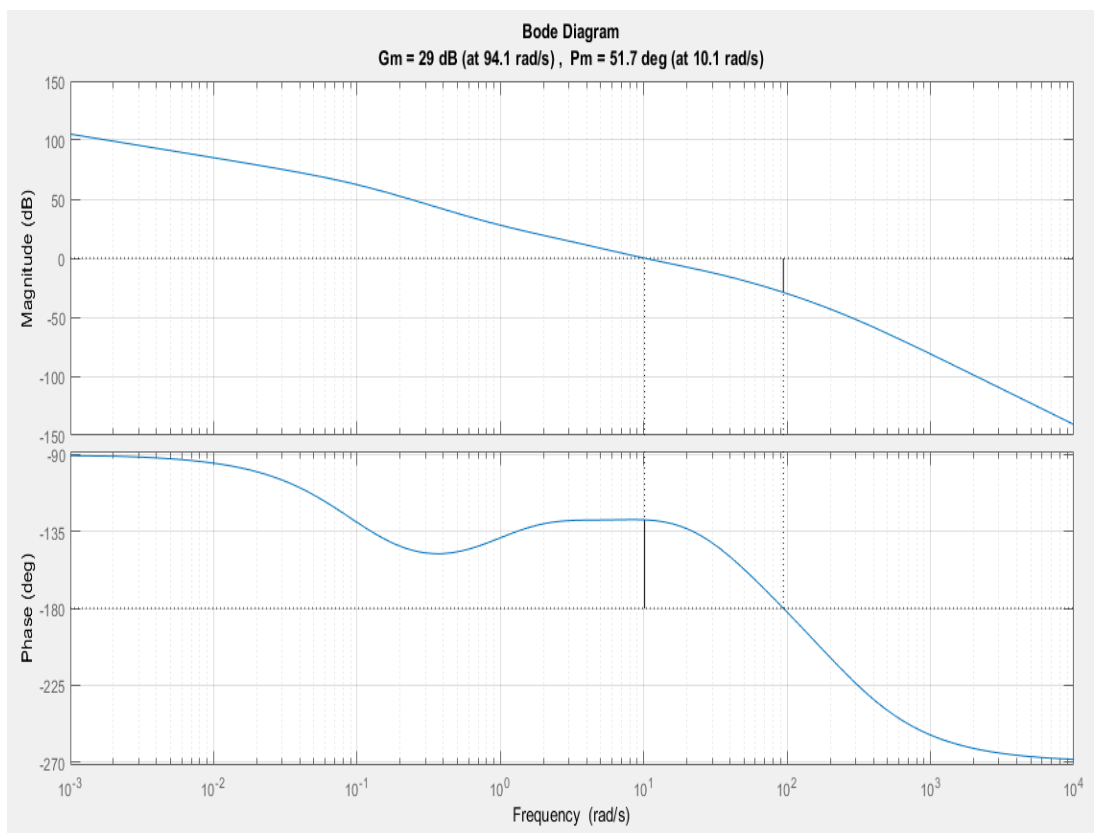
          22.05 s^2 + 198 s + 180
-----
0.000245 s^5 + 0.0712 s^4 + 2.8 s^3 + 10.08 s^2 + s

Continuous-time transfer function.

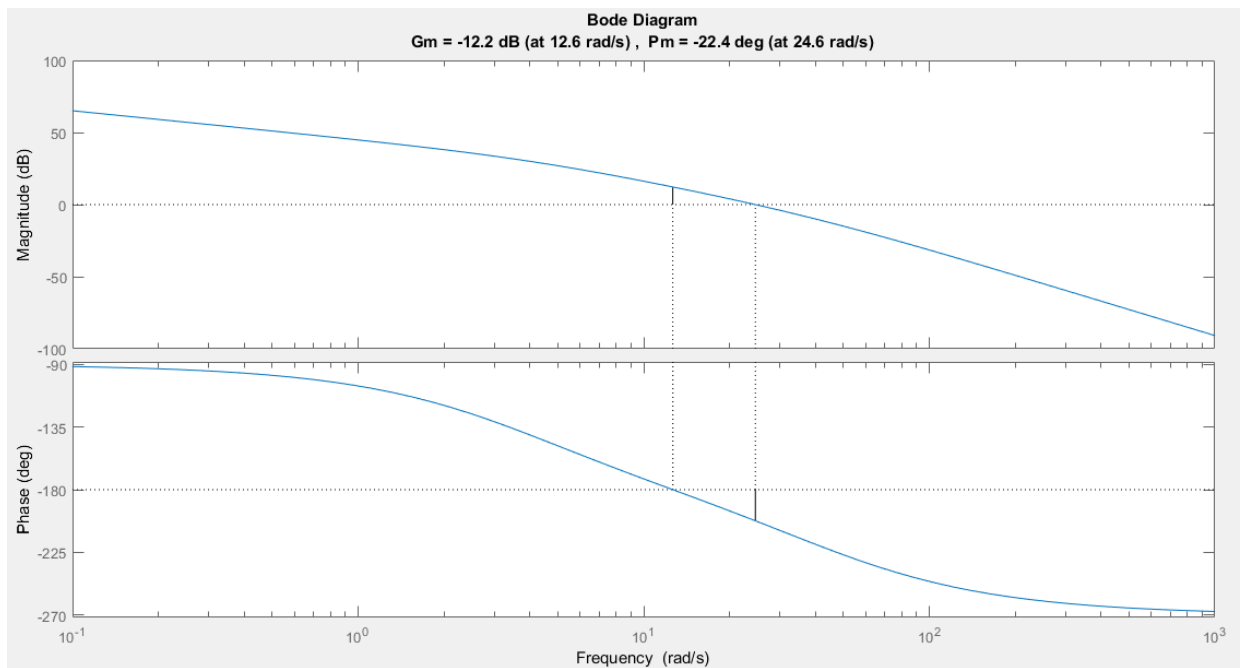
>> bode(w1)
```



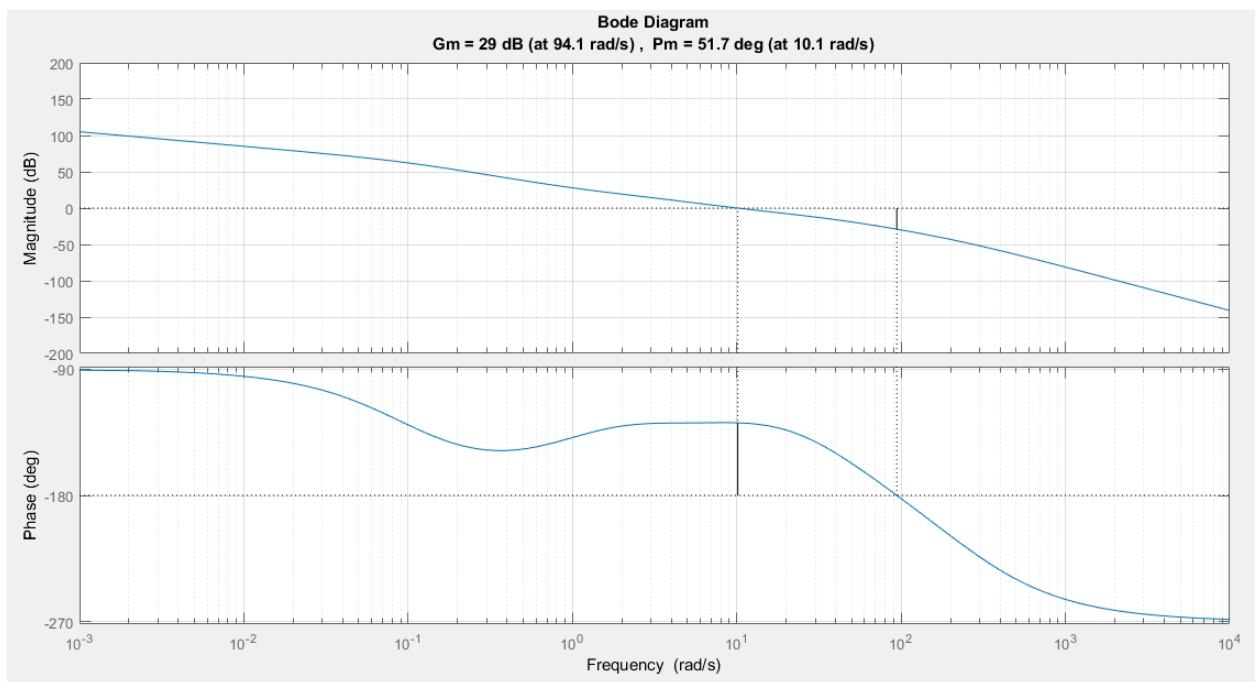
Сурет 2.9 – Тұрақты жүйенің ЛАЖС мен ЛФЖС –і.



Сурет 2.10 – Түзетілген жүйенің тұрақтылық қосымшасы



Сурет 2.11 – Түзетушісіз құрылғысыз нысанның ЛАЖС – і.



Сурет 2.12 – Түзетуші құрылғысы бар нысанның ЛАЖС – і.

Түзеткіш құрылғысы бар тұйықталған автоматты реттеу жүйесінің Matlab моделдеуін орындаймыз, өтпелі сипаттама кестесін аламыз.

Өтпелі сипаттаманы алу үшін тұйық жүйенің беріліс функциясын қарастырайық.

$$W_{\text{эк}}(s) = \frac{22,05s^2 + 198s + 180}{0.000245s^5 + 0.0712s^4 + 2.8s^3 + 10.08s^2 + s + 22,05s^2 + 198s + 180} = \frac{22,05s^2 + 198s + 180}{0.000245s^5 + 0.0712s^4 + 2.8s^3 + 32,13s^2 + 199s + 180} \quad (2.22)$$

$$W_{\text{эк}}(s) = \frac{22,05s^2 + 198s + 180}{0.000245s^5 + 0.0712s^4 + 2.8s^3 + 32,13s^2 + 199s + 180} \quad (2.23)$$

Енді Matlab бағдарламасының көмегімен беріліс функциясы модельденеді. Ол үшін бағдарламаның командалық жолына келесі кодтар енгіземіз:

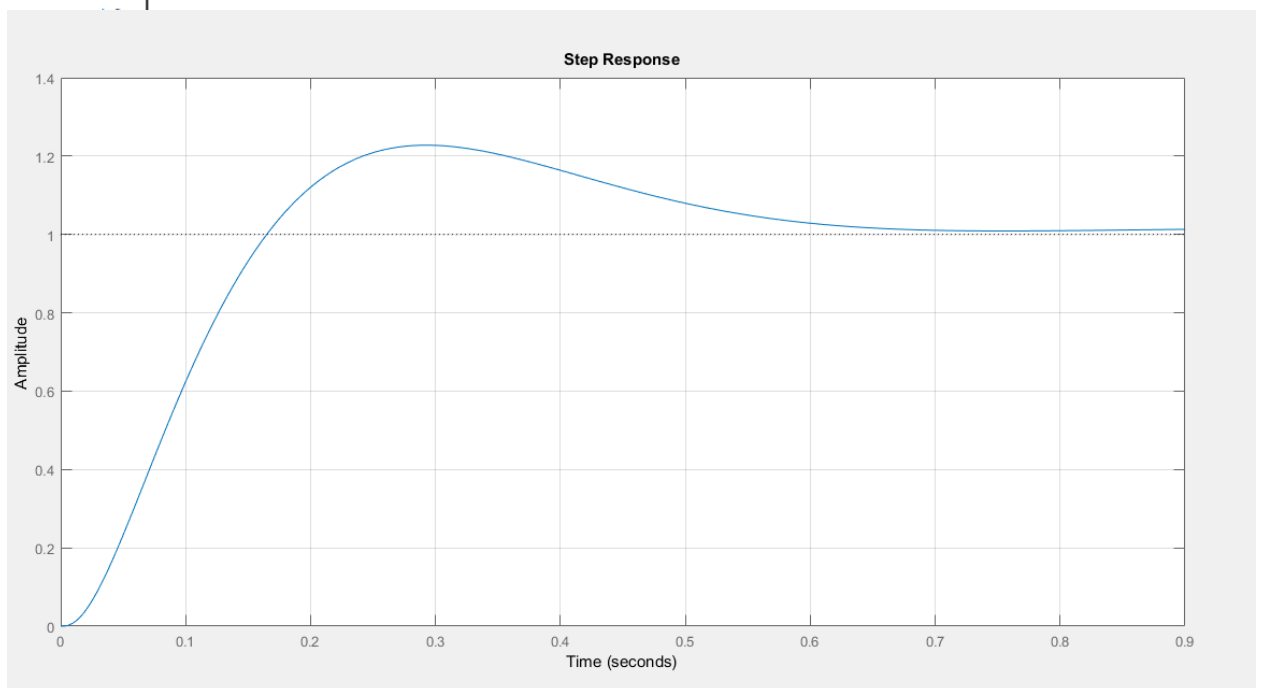
```
>> w1=tf([22.05 198 180],[0.000245 0.0712 2.8 32.13 199 180])

w1 =

          22.05 s^2 + 198 s + 180
-----
0.000245 s^5 + 0.0712 s^4 + 2.8 s^3 + 32.13 s^2 + 199 s + 180

Continuous-time transfer function.

>> step(w1)
```



Сурет 2.13 – Түзетуші құрылғысы бар нысанның өтпелі процесі.

3 ЭКОНОМИКАЛЫҚ БӨЛІМ

Бақылау жүйелерін басқаруда үрдістің негізгі есебімен мұндай үрдістің тап қалған параметрлерінің нақтылы күйінделері максимал өнімділігіне қол жеткізуге мүмкіндік берген автоматтандыруды жүйенің жасауы болып табылады.

Осы жүйенің кіріспелері көрсеткіштер техникалық-экономикалықты жоғарылатады, пайдалануды және негізгі технологиялық жабдықты жөндеуге шығын азайтуға мүмкіндік береді, реттеуді жүйе өйткені қатал тап қалған тәртіптегі жабдықтың жұмысын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Технологиялық үдерістерді автоматтандырудың жанында ерекше мәні автоматты жүйенің жұмысының сенімділік және дәлдік факторлар мұндай техникалық-экономикалықтар алады. Автоматты қоюды жұмыстың сенімділігінің жоғарылатулары үшін ескеріледі: ақаулық немесе автоматиканың мәжбүр ажыратуы жағдайларындағы үрдісті қолмен басқаруды мүмкіндік; ақаулықтар туралы сигнализация автоматты құрылымдар ақаулықтар туралы сигнализация; ақаулығы жағдайларындағы қордағы жабдығының қоюы жұмыс істейтін; шикізаттың қоры үшін аралық сыйымдылықтардың жасау

3.1 Автоматты басқару жүйесін өңдеуді және енгізуге кететін шығын есептеу

Технологиялық үрдістің автоматты басқару жүйесін өңдеу үшін келесі қызметші керек болады:

3.1 Кесте - Өңдеушілердің еңбек ақысы.

Қызметі	Адам саны	Айлық табыс, тг.	Ай саны	Сумма, тг.
Инженер схемотехник	1	100000	5	500000
Техникалық бөлік бойынша консультант	1	90000	2	180000
Инженер программист	1	110000	2	220000
Барлығы	3	300000	9	900000

Бөліп шығарулардың есепке алуы бар өңдеушілерінің әлеуметтік мұқтаждықтарына еңбек ақыны құрайды

$$3n_{\text{разр}} = (900\,000 - 300\,000) * 0,11 + 900\,000 = 966\,000 \text{ тг}$$

3.2 Кесте - Құралдар және автоматтандыру құралына кеткен шығындары

№	Атауы	Сипаттамасы	Саны	Баға, тг.	Жалпы құны, тг.
1	ROBO-3140 PC-үйлесімді өнеркәсіптік контроллер AMD 188ES	SRAM-256 кб, Flash-512 кб, 4-порт (RS232/RS485) бағдарламалау-Good Help	1	150000	150000
2	DK-807X топтаманың терминалдары	LCD экран - 4x20 символдар, Flash - 2 мб, клавиатура, 2 - порт (RS232/RS485)	5	65000	325000
3	SAIA фирмасының PcD2 модулдарының комплекті	Дискретті кіріс\шығыс, аналогты кіріс\шығыс	5	50000	250000
4	I – 7041X дискретті енгізудің модулдары	Каналдар – 14	3	50000	150000
5	I 7016X – 018X аналогты енгізудің модулдары	Каналдар – 2 – 8	2	61000	122000
6	I – 7510X модулі	Қайталағыш RS485	1	25000	25000
7	ТС-1088 50М,100М кедергінің жылу түрлендіргіштері	Температурның диапазоны - 0-200гр. С	8	80000	640000
8	ТСМУ-055/205 унифициронді сигналмен жылу түрлендіргіштері	Шығыс сигналы – 4-20 ма Температурның диапазоны 0-200гр. С	3	30000	90000
9	ИПТВ-056/206 температура және дымқылдықтың түрлендіргіштері	Өлшегіш ылғалдығы– 0–100 % Шығыс сигналы – 0-5 ма.	3	120000	360000
10	АИР-20-ДИ қысым түрлендіргіш	Қысымдардың диапазоны – 0-60 Мпа	2	105000	210000
11	ТРМ138 реттегіш өлшеуіш көп каналды	Каналдар саны – 8	2	100000	200000
12	АСЕ – 540А өнеркәсіптік қоректену көзі	+24В/2А	1	45000	45000
Барлығы					2567000

Есепті емес жабдыққа іргелі шығындарды 5% : комплект жасайтын жалпы құндарынан сүйене үміт артамыз

$$K_{H.O.} = K_{\text{комп}} * 0,05 = 2567000 * 0,05 = 128350 \text{ тг}$$

Жабдықтың алуына жинағы іргелі шығындарды

$$K_{\text{об}} = K_{\text{комп}} + K_{H.O.} = 2567000 + 128350 = 2695350 \text{ тг}$$

Жүйенің монтажына кететін шығындар. Жүйенің монтажының құны құралдардың құны өлшемде 25% қабылдауға болады

$$З_{м.} = 2695350 \cdot 0.25 = 673837 \text{ тг.}$$

3.2 Технологиялық үрдістің автоматты басқару жүйесінің программасын дұрыстауға кететін шығындар

Машина сағатының құнының есептеуі:

- 1) амортизациялық төлемдер жабдықтың құндарынан 12% құрайды

$$З_{ам} = 2567000 \cdot 0.12 = 308040 \text{ тг.}$$

- 2) жөндеуге шығындар жабдықтың құндарынан 10% құрайды

$$З_{рем} = 2567000 \cdot 0.10 = 256700 \text{ тг.}$$

- 3) электр энергиясының есептеуі

$$З_{ээ} = \Phi \cdot K_э \cdot 12 = 2060 \cdot 0.15 \cdot 12 = 3708 \text{ тг,}$$

мұндағы Φ - уақыттың жылғы қоры.

$$\Phi = 41.52 - 9.8 = 2060 \text{ сағат.}$$

$K_э$ – оператордың жұмыс орынының жарық жұмсаған техникалық кешен тұтынылатын энергияға сан (0.15 кВт/ч).

Электр энергиясының құны құрайды 1 кВт/ч 14,81 тг.

- 1) Оператордың еңбекақысы.
- 2) Оператордың еңбекақысын 80000 тг құрайды. айға.
- 3) Әлеуметтік мұқтаждықтардағы бөліп шығаруларын есепке алумен:

$$(80000 - 80000 \cdot 0.11 + 80000) = 87920 \text{ тг.}$$

Оператордың еңбекақысы 1 жылда құрайды

$$З_{п.жыл} = 82920 \cdot 12 = 1055040 \text{ тг.}$$

Сондықтан, машина сағатының құнын құрайды

$$C_{м.ч.} = \frac{З_{ам} + З_{рем} + З_{ээ} + З_{п.жыл}}{2060} = \frac{149785 + 124821 + 2478 + 1055040}{2060} \\ = 335.78 \frac{\text{тг}}{\text{сағ}}$$

Бағдарламалар жөндеуге 72 сағат беріледі. Жөндеуге еңбекақылар сонда

$$72 \cdot 335.78 = 24176.16 \text{ тг}$$

Автоматты басқару жүйесін өңдеуді және енгізуге кеткен шығын

$$З_{\text{сум}} = 203580 + 2695350 + 673837 + 24176.16 = 3596943.2 \text{ тг}$$

3.3 Экономикалық тиімділік және ТҮ АБЖ енгізуін есептеу

1) Осы жүйенің енгізуінен үнемдеу келесі қалыптасады. Қазіргі және жасалатын жүйенің пайдалану шығындары қызмет көрсетушіні еңбек ақының жылғы қорынан басқа орташа бірдей.

2) Автоматты басқаруды қазіргі жүйенің қызмет көрсетулері үшін бөлімше басшысы, инженер-электроншының 4-ші инженер тұратын БӨҚжәнеА бөлімі және 9-шы - кезекті операторлар керек болады

3.3 Кесте - Жұмысшылардың айлық табысы

Қызметі	Адам саны.	Айлық табысы, тг.	Жылдық фонд, тг.
БӨҚжәнеА бөлімнің бастығы	1	200000	2400000
Инженер БӨҚжәнеА	5	500000	6000000
Инженер-электронщик	1	70000	840000
Кезекті оператор	3	210000	2520000
БАРЛЫҒЫ	10	980000	11760000

Әлеуметтік мұқтаждықтарға бөліп шығаруларды есепке алуы бар қазіргі жүйенің қызмет көрсетушісін еңбекақының жылғы қорын құрайды

$$(11760000 - 980000) \cdot 0.11 + 11760000 = 12945800 \text{ тг.}$$

3.4 Кесте - Қызметші жасалатын қызмет көрсетулер үшін

Қызметі	Адам саны.	Айлық табысы, тг.	Жылдық фонд, тг.
БӨҚжәнеА отделінің бастығы	1	200000	2400000
Инженер-электронщик	1	70000	840000
Кезекті оператор	3	240000	2880000
БАРЛЫҒЫ	10	510000	6120000

Әлеуметтік мұқтаждықтарға бөліп шығаруларды есепке алумен қызмет көрсетушіні еңбек ақының жылғы қорын құрайды

$$(6120000 - 510000) \cdot 0.11 + 6120000 = 6737100 \text{ тг.}$$

Сондықтан, қызмет көрсетушіні босатудан еңбекақының қоры бойынша үнемдеуді құрайды

$$\mathcal{E}_{\text{о.п.}} = 12945800 - 6737100 = 6238700 \text{ тг.}$$

3) 7.5%-ке өндіріс көлемінің жүйесінің енгізулерінен кейін үлкееді. ТҮ АБЖ енгізуіне дейін өндіріс көлемі 5237 мың құрады егде берді. Өзіндік құндағы шартты-тұрақты шығындарын еншіні 17% шамасында құрады. 10-ші өзіндік құн 17500 тг берді. Шартты-тұрақты шығындарда үнемдеу төмендегіше есеп айырысады

$$\mathcal{E}_{y/\text{пв}} = \frac{P_{\text{т}} \cdot Y_{\text{п}}}{100},$$

мұндағы, $Y_{\text{п}}$ – шартты-тұрақты шығындар, тг; $P_{\text{т}}$ – тауарлық өнімнің өсуі, $P_{\text{т}}=7.5\%$.

$$Y_{\text{п}} = 17500 \cdot 0,15 = 2625 \text{ тг.}$$

$$\mathcal{E}_{y/\text{п.ед}} = \frac{2625 \cdot 7.5}{100} = 196.87 \text{ тг}$$

Өндірістің барлық көлемі бойынша шартты-тұрақты шығындарда үнемдеу құрайды

$$\mathcal{E}_{y/\text{пв}} = 196.87 \cdot 17500 = 344225 \text{ тг.}$$

ТҮ АБЖ енгізуінен сонда ортақ үнемдеу тұрады

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{о.п.}} + \mathcal{E}_{y/\text{пв}} = 1099000 + 3445225 = 4544225 \text{ тг}$$

Жылдық экономикалық тиімділік

$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = \mathcal{E} - E_{\text{н}} \cdot K_{\text{в}},$$

мұндағы, $E_{\text{н}}$ – нормативтік тиімділік коэффициенті, $E_{\text{н}}=0.32$; $K_{\text{в}}$ – іргелі салымы.

$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = 4949220 - 0.32 \cdot 1866194.6 = 4352037.7 \text{ тг}$$

Кеткен қаржының өту мерзімі

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{в}}}{\mathcal{E}} = \frac{5940837}{4949220} = 1.20 \text{ жыл.}$$

4 ҚАУІПСІЗДІК ЖӘНЕ ЕҢБЕК ҚОРҒАУ

4.1 Қауіпсіздік және еңбекті қорғау бойынша заңдылық және нормативтік актілер

Бүгінгі таңда елімізде 2007 жылдың 15 мамырында қолданысқа енген Қазақстан Республикасының еңбек кодексі қолданылады. Қазақстан Республикасының еңбек кодексінің 321 бабына сәйкес жұмыс орнының қауіпсіздігі келесі пунктерден тұрады:

1) Жұмыс орындары орналасқан ғимараттар (құрылыстар) өзінің құрылысы бойынша олардың функционалдық мақсатына және еңбек қауіпсіздігі және еңбекті қорғау талаптарына сай болуға тиіс.

2) Жұмыс жабдығы осы жабдық түрі үшін белгіленген қауіпсіздік нормаларына сәйкес келуге, онда тиісті сақтандыру белгілері болуға және қызметкерлердің жұмыс орындарындағы қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін қоршаулармен немесе қорғау құрылғыларымен қамтамасыз етілуге тиіс.

3) Авариялық жолдар мен қызметкерлердің үй-жайлардан шығатын жолдар бос болуға және ашық ауаға не қауіпсіз аймаққа шығаруға тиіс.

4) Қауіпті аймақтар нақты белгіленуге тиіс. Егер жұмыс орындары жұмыстың сипатына қарай қызметкерге қауіп-қатер төндіретін немесе құлайтын заттар бар қауіпті аймақтарда болса, онда мұндай орындар мүмкіндігінше бұл аймақтарға бөгде адамдардың кіруін шектейтін құрылғыларымен жабдықталуға тиіс. Жаяу жүргіншілер мен технологиялық көлік құралдары ұйымның аумағында қауіпсіз жағдайларда жүріп-тұруға тиіс.

5) Қауіпті өндірістік объектілерде (учаскелерде), оның ішінде биіктікте, жерасты жағдайларында, ашық камераларда, теңіз қайраңдары мен ішкі су айдындарында жұмыстар жүргізу үшін қызметкерлердің жеке қорғану құралдары болуға тиіс.

6) Жұмыс орындары орналасқан үй-жайлардағы температура, табиғи және жасанды жарық, сондай-ақ желдеткіш жұмыс уақыты кезінде еңбектің қауіпсіздік талаптарына сай болуға тиіс.

7) Қызметкерлер еңбек жағдайлары зиянды (шаң-тозаң, газдану және басқа да факторлар) жұмысқа жұмыс беруші қауіпсіз еңбек жағдайларын қамтамасыз еткеннен кейін жіберіледі.

Сондай-ақ қазіргі уақытта Қазақстан Республикасының **2007** жылғы 22 мамырдағы № 48 өрт қауіпсіздігі туралы заңы қолданылады.

Өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету адамдардың өмірі мен денсаулығын, меншікті, ұлттық байлық пен қоршаған ортаны қорғау жөніндегі мемлекеттік қызметтің ажырамас бөлігі болып табылады.

Осы Заң мемлекеттік органдардың, жеке және заңды тұлғалардың Қазақстан Республикасы аумағында өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету саласындағы құқықтық қатынастарын реттейді.

4.2 Еңбекті қорғау бойынша ұйымдық шаралары

Еңбек қорғау бойынша жұмыстарды ұйымдастыру және де ол үшін конвертерлі бөлімшелерде және газ тазалау мен шаң ұстау цехында жауапкершілік бастық пен бас инженер басшылығымен зауыт әкімшілігіне жүктеледі.

Орындарда толық жауапкершілікті цех бастығы атқарады. Жұмысқа қабылдау кезінде цехқа жұмысқа қабылданатын адамның денсаулығын тексеретін міндетті медициналық қарау ескерілген[13].

Жұмысты 8 сағаттан 3 ауысымға орнатамыз. Түскі үзіліске 1 сағат және жеке жұмыстарға 20-40 минут бөлінеді. Цехта аптасына 2 рет қауіпсіздік техникасынан кеңес жүргізіледі. Жұмысқа қауіпсіздік техникасы нұсқауынан өткендер жіберіледі:

1) Кіріспе нұсқау беру – цехқа жұмысқа қабылданған кезде білікті жұмысшы, еңбек қорғау бойынша мамаңы жүргізеді. Әдетті ұзақтылығы 2-3 сағат.

2) Жұмыс орнында нұсқау беру – сол участкағы тікелей жұмыс жетекшісімен жүргізіледі.

3) Мерзімді нұсқау беру – барлық жұмысшылармен 6 ай сайын жүргізіледі.

4) Кезектен тыс нұсқау беру – жұмысшының басқа участкаға ауысқанда немесе ауысым құрамында жарақаты бар кезде жүргізіледі.

5) Жоғары қауіп жағдайында жұмыс жүргізу кезінде нұсқау беру.

Жұмысшылардың цехтағы денсаулық сақтау және еңбекті қорғау шарттарына тиісті қаулылардың, бұйрықтардың, нұсқаулардың орындалуын қадағалау «Госгортехнадзор» жүргізуіндегі техникалық пен санитарлық инспекцияларына жүктелген.

Өндірістік санитария мен қауіпсіздік техникасы бойынша қағидалар мен ережелерді сақтайтын қоғамдық бақылауды құрамы заводтық кәсіподақ комитетімен бекітілген еңбек қорғау бойынша комиссия жүргізеді.

Еңбекті қорғау мен қауіпсіздік насихаты бойынша шаралар келесідей:

- қауіпсіздік техникасы бойынша плакаттарды ілу, журналдарды тарату және фильмдерді көрсету, баяндамалар мен дәрістерді өткізу.

ЕПК-да еңбекті қорғауды ұйымдастыру үшін еңбекті қорғау мен қауіпсіздік техникасының кабинеті бар, бір штаттық бірлікмен: еңбекті қорғау мен қауіпсіздік техникасы бойынша инженер.

Еңбекті қорғау (ЕҚ)- заң актілерінің жүйесі, әлеуметтік-экономикалық, ұйымдастыру, техникалық, гигиеналық, еңбектің үрдісіндегі адам қауіпсіздік, денсаулық және жұмысқа қабілеттілік қамтамасыз ететін профилактикалық емдік шаралар.

ЕҚ максаты - ауруын максимал еңбек өнімділігінің жанында жабдықталғандықтың бір уақыттағы қамтамасыз етуімен жұмыс істейтін ұтылуды ықтималдықты минимумға түйістіру. Нақты өндірістік шарттар қауіпті және зиянды факторлармен бейнеленеді. Қандайға әсері қауіпті

өндірістік факторлары нақтылы шарттарда жарақатқа немесе басқа кәсіптік сырқаттарға алып келуге жұмыс істейтін. Зиянды өндірістік фактормен нақтылы шарттарда жұмысқа қабілеттіліктің ауруға немесе төмендетуіне алып келуге жұмыс істейтін мұндай әсері деп аталады. Қауіпті - тетіктердің қозғалатын бөлшектері дене қызылған. Зиянды - ауа, ондағы қоспа, жылулық, жеткіліксіз жарық, шу, лазер және электромагнитті сәулелену иондайтын дірілдеу.

4.2.1 Өнеркәсіптік кәсіпорында еңбекті қорғауды басқару жүйесі

Жұмыс істейтін еңбектік заң кәсіпорындағы еңбектің ұйымына жауапкершілік директор және бас инженерлер алып жүретінін орнатады. Мұндай жауапкершілік бөлімшелер бойынша цехтар, бөлімшелер, қызметтердің жетекшілеріне тапсырылады. ЕҚ тікелей басқару бас инженерді жүзеге асырады.

ЕҚ КЗОТ мақсаттардағы келесі функциялар кәсіпорынның әкімшілігіне тапсырады:

- ТҚ бойынша нұсқаушының өткізуі, өндірістік санитария және өрт қауіпсіздігі;
- Қызметшілердің кәсіптік іріктеуі бойынша жұмысты ұйымдастыру;
- ЕҚ бойынша барлық талаптар мен нұсқауларларды кәсіпорынның қызметкерлерді сақтауына бақылаудың жүзеге асыруы.

Инструктаждың бірнеше түрлері бар болады: енгізу, алғашқы жұмыс орынында, екінші, жоспардан тыс, ағымдағысы. Енгізу инструктажы барлық қайта түсетін кәсіпорындарға, сонымен бірге іссапарға жіберілген тұлғалар өте алуы керек. Бас инженер инструктажды өткізеді.

Алғашқысы жұмыс орынында жұмыс түскен барлық жүргізілу. Екінші - алтысы айға қарағандасы сиректеу емес. Оның мақсаты - ТҚ бойынша жұмыс ережелерін жадқа түсіру, сонымен бірге нақты бұзушылықтардың талдауы.

Жоспардан тыс технологиялық үдерісті өзгерісте өткізеді, бойынша ережелер немесе жаңа техниканың енгізуінде.

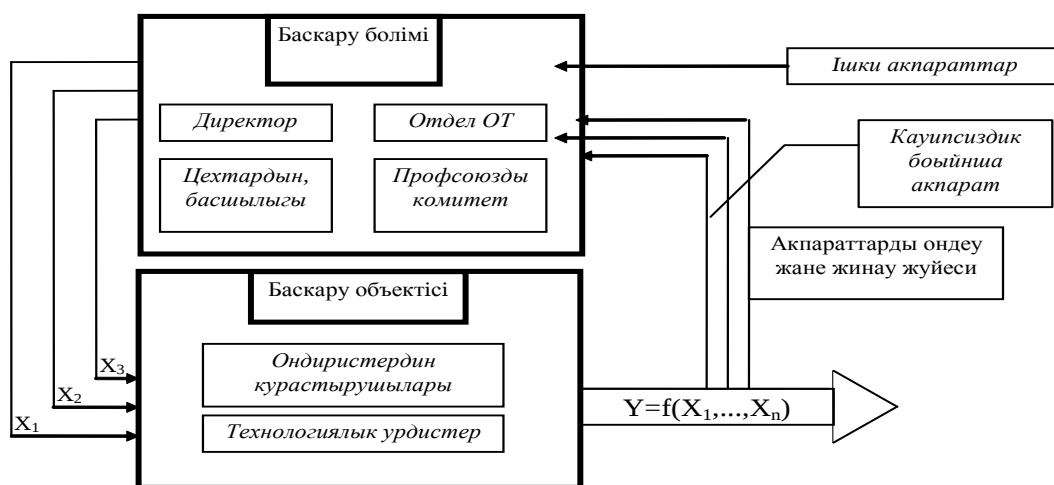
Ағымдағы инструктаж жұмысының алдында нарядқа кіру рұқсаты пісіп жететін кәсіпорынның қызметкерлерімен жүргізіледі.

Еңбек қауіпсіздігі үшін маңызды мән өндірістік үрдісте қатысуға жарамдылық емес беттерінше физикалық мәліметпен тұлғалардың анықталуы мақсат кәсіби таңдауы болады. Бұдан басқа, маңызды мән ЕҚ бойынша нұсқауларды сақтауын алады кәсіпорынның әкімшілігімен кәсіподағымен бірге өндеп бекитін. Қайғылы жағдайлардың ескертуі бойынша жұмысты ұйымдастыруда ерекше рөл ЕҚ қызмет ойнайды.

Еңбек жағдайларының жақсартуы бойынша жеке шаралардың қазіргі өндірісі шарттарындағы жеткіліксіз толып қалады, сондықтан олар басқаруды объектінің жиынтығының еңбек қауіпсіздігінің басқару жүйесі және мәліметтің берілуінің канал сабақтас бағдарлаушы бөліктер құрастыра комплексті іске асады. Басқарулар объектімен жұмыс орынындағы еңбек қауіпсіздігі қызмет

көрсетеді және заттары бар адамдар және еңбек құралдарымен әсермен бейнеленеді.

Басқарудың объекттерінің күйі кіріс параметрлерімен анықталады - еңбек қызметінің қауіпсіздігіне $X_1...X_n$ әсер ететін факторлармен. Оған конструкциялардың қауіпсіздігі, технологиялық үдерістерді қауіпсіздік, өндірістік ортаның гигиеналық параметрлері және әлеуметтік-психологиялық факторларды жатқызуға болады. Өйткені нақты өндірістік шарттар абсолютті қауіпсіз болып табылмайды, онда жүйенің демалыс мінездемесімен кейбір қауіпсіздік деңгей қызмет көрсетеді ($Y=f(X_1,...,X_n)$). Басқарудың объекттерінің шығулары жиын жүйесі және бағдарлаушы бөліктің кірулері бар ақпаратты өңдеуінен кейін байланған. Нормалы еңбек қауіпсіздігіненгі ауытқуларының айқындалған бақылаудың үрдістерінде, әлеуетті қауіпті факторлар туралы мәлімет, талдау және басқаруды объекттің кірулерінің бағдарлаушы параметрлерінің реттеу бағытталған шешім қабылдаулар үшін бағдарлаушы органға түседі. Субт байланыстар кері қағидасына сәйкес жұмыс істейді және сонымен бірге тұйықталған дербес басқару іске асады. Субт - биігірек реттің басқару жүйесінің элементі. Кіруге бағдарлаушы жүйе сондықтан сыртқы мәліметті түседі: заң шығару, нұсқаушы, нормативтігі.



4.1 Сурет - Өндірістік шарттардағы микроклиматтың адамға ықпалы

АБЖ және жоғары өнімді еңбектің керекті шарттарының бірі ауаның тазалығының қамтамасыз етілуі және нормалы метеорологиялық шарттардың жұмыс аймағында болғаны табылады, яғни, етектің деңгейдің үстінде 2 метрлеріне дейін кеңістігінде. Ауаның қолайлы құрамы: N_2 - 78%, O_2 - 20,9%, $Ar+Ne$ - 0.9%, CO_2 - 0.03%, басқа газдар - 0,01%. Мұндай ауаның құрамында сирек болады, өйткені технологиялық үдерістер арқасында зиянды заттар ауада көрініп қалады: газдары сұйық еріткіштерді құю, дәнекерлеу және металлдың жылу өңдеу үрдісінен булар пайда болады. Шаң ұсақталудың нәтижесінде құрастырады, сынық, тасымалдау, ораушы, өлшеп орау. Түтін пештердегі отын, тұман майлаушы мұздатқыш сұйықтардың қолдануында жанудың нәтижесінде шығады. Зиянды заттар негізінде организмға тыныс жолдар арқылы кіреді және

қауіпті және зиянды өндірістік факторларға жатады. Зиянды заттар әсерлері сипаты бойынша бөлшектенеді: Жалпы токсикалық. Барлық организмды улаулар шақырады, цианды қосу, Pb, Hg.

Ушықтыратыны. Тыныс тракт және (хлор, мұсатыр, ацетон) шырышты қабықтың түршігулері шақырады.

Аллерген (нитросотаулардың негізінде еріткіштер және лактер)ретінде заттар.

Мутагені. (Pb, Mn, радиоактивті заттар) тұқым қуалаушылықтың өзгеріске әкеледі.

Зиянды заттардың қатары фибра гендік әсер адам организмдарға шырышты қабықтың түршігуі шақыра қан бір нәрсеге тимей болады. Бұл шандар металл өңдеуге, құю және штампылаудың жанында құрастырады. Ең үлкен қауіп-қатер майда - дисперсиялық шаңды ұсынады. Айырмашылықта ірі - дисперсиялықтан, ол ойлап-пішілген күйде болады және жеңіл оңай кіреді. Дәнекерлегіш шаң көтер адамның организмы үшін ол ерекше зиянды істейтін <5 мкм өлшемнің 90% бөлшектері оның құрамында өйткені Маргандық және хромда болады болады. Адамға әсердің нәтижесінде зиянды заттары өте ауыры құю цехтарындағы (SiO₂) кремнидің екі тотығы тыныстың нәтижесінде көрініп қалатын силикоз болып табылған кәсіптік сырқат пайда бола алады.

4.2.2 Жұмысшылардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету ережелері

Жұмысшыларды қауіпсіздік ережелерімен таныстыру барлық мекемелерде міндетті түрде жүргізілуі тиіс.

Барлық жұмысшыларды жұмысқа алудың алдында құрамына бас инженер, қауіпсіздік техникасы бойынша бас инженердің орынбасары, қауіпсіздік техникасы бойынша бөлімшенің бастығы, бас механик, бас энергетик, құқықтық бөлім мен кадрлар бөлімінің өкілдері кіретін жалпы заводтық аттестационды комиссия арқылы аттестациядан өткізеді[14].

ЭЕМ жұмыс істейтін персонал жұмыс орнында инструктаж өтеді. Инструктаж өткізілгенде персонал қолына техника қауіпсіздігінің инструкциялары беріледі. Инструкцияның келесідей түрлері болады:

- 1) кіріспе;
- 2) біріншілік;
- 3) қайталанбалы;
- 4) жоспардан тыс.

Жоспарлаған уақыт мерзімі өткеннен кейін қайталанбалы инструктаж және дәрігерлерден өту қажет.

Арнайы құжаттар жүргізіледі:

- 1) эксплуатациялық журнал;
- 2) контрольді өлшеуіш приборлар көрсеткіштерін енгізетін журнал;
- 3) қорғау құралдарының күйін, бар жоқтығын тексеру журналы.

Жұмыс персоналын инструктаждан өткізудің келесі түрлері бар: кіріспелік, алғашқы инструктаж, кенет инструктаж, қайтара және мақсатты

инструктаж. Травматизммен күресу шараларына арналған, еңбек гигиенасына және тағы басқаға арналған лекциялар жүргізіледі.

Кіріспелік инструктажды қауіпсіздік техникасы бойынша инженер жұмысқа алынатын барлық жұмысшылармен жүргізеді.

Алғашқы инструктажды әрбір жұмысшымен практика жүзінде қауіпсіз жұмыс әдістерін көрсету арқылы жүргізеді. Инструктажды тікелей жұмыс жетекшісі жүргізеді.

Қайтара инструктажды кем дегенде әр алты ай сайын ережелер мен еңбек қорғау инструкциялары бойынша білімді тексеру және жоғарлату мақсатымен жүргізеді.

Кенет инструктаж келесі жағдайларда жүргізіледі:

- технологиялық процесстің өзгеруі, жабдықты жаңарту кезінде;
- еңбек қорғау бойынша жаңа инструкцияларды енгізу кезінде;
- жұмысшылармен еңбек қауіпсіздігі бойынша ережелердің бұзылуы кезінде;
- бақылау органдарының сұранысы бойынша.

Мақсаттық инструктаж жұмысшылармен бір ретті жұмыс және де жоғары қауіпті жұмыстың орындалуы кезінде жүргізіледі.

Жүргізілген барлық инструктаж түрлері журналда бекітіледі.

Жұмысшылар мен қызметкерлерге сәйкесінше келесі міндеттемелер жүктеледі: еңбек қорғау бойынша нұсқауларды сақтау, машиналармен және механизмдермен жұмыс істеу кезінде орнатылған талаптарды орындау, өзіндік қорғаныс құралдарын қолдану. Жұмысшылармен және қызметкерлермен бұл міндеттемелер орындалмаса бұл еңбек тәртібін бұзу деп саналады.

4.3 Микроклимат шарттарын қамтамасыз ету

Метеорологиялық шарттарды зерттеу температураның, ылғалдылықтың, ауа қозғалысының жылдамдығын өлшеу және жылудың сәулелену интенсивтігімен қорытындыланады. Метеорологиялық шарттар қызметкерлер сияқты техника үшін де қолайлы болуы керек.

Ауа температурасы – уақытын автоматты реттеуішпен өзгертетін термометрмен немесе термографпен өлшенеді. Температура тұрақты 20-25°C болу керек.

Ауа ылғалдылығы термометрмен, салыстырмалы ылғалдылық пирометрімен және психрометрмен өлшенеді. Уақыт бойынша ауа ылғалдылығының ауытқуын жазу үшін, автоматикалық аспаптар, мысалы: гидрографтар және психрографтар қызмет етеді. Ауа ылғалдылығы 40-60% болу керек. Ауаның қозғалу жылдамдығы 0,2 м/с аспау керек. Бұл үшін ауаны желдеттіру қолданылады, онда температуралар, ылғалдылық, қозғалыс жылдамдықтары және ауа тазарту деңгейлер сипаттамаларының тұрақтылығымен ұйымдасқан ауа берілісі. Ауа желдеттіру қондырғысында келтірілген параметрлер автоматты түрде реттеледі.

Ауа желдеткіші жүйесінің уақыт әрекеті бойынша, оларды тәулік бойына, жыл бойына және мерзімділік әрекет қондырғыларына бөледі. Қыста қалыпты температураны ұстау үшін жылу жүйесі қолданылады. Санитарлы-гигиеналық қатынастарда тиімділіктің артықшылығы сумен жылыту жүйесі болады.

4.4 Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету

Электр қауіпсіздігі дегеніміз электромагнит өрісінің, электрлік доғаның, электр тоғының, статикалық токтың қауіпті және зиянды әсерінен қорғауды қамтамасыз етуге арналған техникалық шаралар.

Электр тоғының әсерінен болған зақымданулар саны өндірістегі жалпы сәтсіз оқиғалардың 0,5-1% құрайды. Бірақ өндірістегі мерт болған жағдайлардың жалпы санының 20-40 % электрлік токпен зақымдануға жатады, яғни электротравмалар жиі өлімге әкеледі.

Электр тоғынан қорғану үшін барлық қондырғылар МЕСТ 12.1.030-91 сәйкес жерге қондырылуы тиіс. Пісіру тізбегінің элементтері, кабель қималары жалғау кезінде қосу-ажырату муфталарымен жалғануы керек. Пісіру тізбектерін жалаңаш кабельмен жалғауға болмайды. Пісіру тізбегінің ток жүретін кабельдары бүкіл ұзындығы бойынша изолированы болу керек.

4.5 Өрт және жарылыс қауіпсіздігін қамтамасыз ету

Өрттер және жарылыстарды жанудың үрдістерінің ортақ мәліметтері. Жану - үрдістермен ерекшелу ыстықтап тұр және жарық ілесетін тотығулар химиялық реакция. Жанудың пайда болулары үшін заттың жанармайы, (Cr, F, Br, O₂, I) тотықтырғыш және жануды көздің бар болуы керек.

Жанатын жануының қасиеттеріне байланысты гомоген және гетерогенді жалындаған жануды таратуды жылдамдыққа байланысты (≈ 1000 м/с) детанационным дефлакратионным (≈ 10 м/с) талқандайтын бола алады. Жану дефлакратионное өрттерге өзіне тән қасиет. Жану дефлакратионное өрттерге өзіне тән қасиет. Тұтануды импульстің жанында қабаттай жылу еткізу есебінен емес қабаттаймын берілген жану денатационндық - жылу еткізу есебінен емес, қысымның импульсі салдарынан. Жаусатуларға алып келген жарылыстың жанында қысымы толқынға денатационға қысым едәуір көп.

Жануды пайда болуды үрдіс бірнеше түрлерге бөлшектенеді: жарқ ету, жану, тұтану, өздігінен жану және жарылыс. Жарқ ету - тез жануы жанатын онда енгізуде қысылған газдарының білім ілеспейтін тұтату көздеріне араластыр. Жанудың жалғастары үшін сонымен бірге өйткені жеткіліксіз онда сан қысқа мерзімді үрдісте құрастырады екен.

Жану - оталдыру жануды пайда болуды құбылыс көздің әсерінен. Тұтану - пайда болумен жалындауға ілесетін жану. Барлық заттың қалған жанармайдың бір бөлігі сонымен бірге суық болып қалады.

Өздігінен жану - жылулық реакциялардың затындағы жануды көздің жоқтығындағы жануды пайда болу жетектеп жүнетін жылдамдықтары қатты үлкеюді құбылыс. Тотығуды химиялық реакция ауа және қыздырылған заттың O_2 қосуы жылу есебінен бұл тотығуда салдарынан болады. Өздігінен жану - өздігінен пайда болу жалында. Жарылыс - үлкен санның ерекшелеу ілесетін энергиялар заттың жануы.

СН және П – 90 – 91 бойынша роботтандырылған пісіру цехы А категориясына жатады және өртке төзімділігі бойынша 2 категорияға жатады. Цех каркасы СН және П 2–2–80 қажет ететін жағдайлардан сақтайтын темірбетоннан орындалған. Есіктердің өртке төзімділік шегі 2. Жабылудың алдында өрт қауіпсіздігіне жауапты адам міндетті түрде өндірістік бөлмені қарап шығады. Тексеру келесіні ескереді:

- 1) Өрттің пайда болуына әкелуі мүмкін жағдайларды жою;
- 2) Жалынның тез жайылуына әкелетін себептерді жою;
- 3) Өрт сөндіруші құрылғылардың дайындығы.

Бұл талаптарды орындау үшін бүкіл аппаратура мен электр қондырғылары өшіріледі, кезекші жарығынан басқа бүкіл электржүйесі обесточивается. Бөлме қоқыстар мен тыс заттардан босатылады. Өрт пайда болған жағдайда оны хабарлау үшін телефон орнатылған.

Сыртқа шығатын өрт баспалдақтары әрбір 200 метр сайын периметр бойынша орналасқан. Ғимаратқа кіретін жол бірнеше жақтан қамтамасыз етілген. Пісіру цехында қажетті жабдықтары бар өрт қалқаны орналасқан: екі ОУ–2 қол типті көмірқышқыл өртсөндіруші; төрт көбікті өртсөндіргіш; сиымдылығы $1,0\text{ м}^3$ болатын құмы бар бір жәшік және күрек; киіз (1×1).

Өрт қауіпсіздігі келесі шаралар арқылы іске асады: адамдардың эвакуациясына арналған шараларды құру; түтінге қарсы қорғау, өрт сигнализациясы. Өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету міндеті мекеме жетекшісіне және сәйкес объект бастықтарына жүктелген. Бөлек участкілердегі өрт қауіпсіздігіне жауапкерлерді жетекші бұйрығымен тағайындайды. Сонымен қатар жалпы объектілі және цехтік инструкциялар өнделеді.

Кәсіпорындағы өрт шығу. Радиоэлектронды және машина жасау өнеркәсібінің кәсіпорындары үлкен өрт қауіп-қатерлермен айырмашылығы болады, өйткені олар және заттардың жанармай маңыздылау сан оңай тұтандырылатын өндірістік үрдістерді күрделіліктерді мінездейді. Тп бұзылысы кәсіпорындағы бас өрт шығу. Өрттерденгі қорғаудың негіздері "Өрт қауіпсіздігі" МЕСТымен анықталған және "жарылыс қауіпсіздігі". Бұл стандарттармен мұндай өрттің тууінің жиілігі және 10-6-шы олардың пайда болуын ықтималдық жарылыстар рұқсат етіледі. Өрттің алдын алу бойынша шаралар ұйымдастыру, техникалық және қолдану кезіндегіге бөлшектенеді. Ұйымдастыру шаралары машиналардың дұрыс пайдалануларын ескереді, дұрыс жұмыс және қызметшілердің өртке қарсы инструктажы да ғимараттардың мазмұны қарастырады. Техникалық шараларға өртке қарсы нормалары, ережелердің орындалуы ғимараттардың жобалауында, электр өткізгіштік, жылыту, желдету және жарықтың құрылымында жатады.

Өндірісінің және өрт қауіпті бөлмелердегі от қауіпті жұмыс дәнекерленген орнатылмаған орындарындағы шылым тартуын тыйым режимді сипаттың шаралары. Профилактикалық байқаулар, жөндеу және технологиялық жабдықты сынауды қолдану кезіндегі шаралар.

Кәсіпорындардың жобалауының өртке қарсы шаралары. Егер қатар шешіммен, ғимарат дұрыс жобалы, функционалдық, санитарлық және техникалық талаптар болып есептеледі өрттен қауіпсіздікті шарттар қамтамасыз етіледі. Тұтанғыштық бойынша барлық құрылыс материалдары МЕСТ сәйкес үш топтарда бөледі:

- өртенбейтіні, оттың әсерінен және биік температуралар тұтанбай көмірленбейді;
- нашар жанатыны жануды бөтен көздің әсерімен тұтанып күйіп-жануға қабілетті;
- жанары жануды көздің алып тастауынан кейін өз алдына күйіп-жануға қабілетті.

Конструкциялар өртте биік температураларға дейін қызуға, жапсарлас бөлмелердегі өрттеріне келтіре алған теспе жарықшақ жанып, ала алады.

Конструкцияның қабілеттілігі уақыт өрт ағымында кейбір әсерді қарсылассын отқа шыдамдылықтармен пайдалану қасиеттерінің сақтауында деп атайды. Конструкцияның отқа шыдамдылығы сағаттардағы уақыт өзіменмен саңылаулары жану өнімдерін арқылы кіретін сызаттардың онында пайда болуға конструкцияның сынауы бастауға ұсынатын отқа төзімділік шегімен бейнеленеді. Ғимараттың отқа төзімділік шегінің шамаларына байланысты 5 дәрежелерге ұсақтайды. Ғимараттың отқа шыдамдылығын жоғарылатылсын металлдық жиірек конструкция қаптаумен және сыланумен мүмкін. Отқа төзімділік шегін 6-7 см жуандық гипс такталарын құрыштан жасалған бағананың қаптауының жанында 0,3 тен 3 сағатқа дейін жоғарылайды. Ағаштың тиімді қорғау құралдарының бірі оның антипириндарымен қоректендіру болып табылады. Аумақтың зонаға бөлуі объекттердің жеке кешеніне топтауда болады, функционалдық тағайындауға және өрт қауібі бойынша орындалады. Үлкен өрт қауіптілігі бұл бөлмеде ықтан орналастыруы керек. Сондықтан, қазан және құюы цехтары өрттің түрлері себеппен болып табылады, онда олар ықтан оңай тұтандырылатын заттары бар ашық қоймаларға дейін орналастырады. Олардың арасындағы өрттің таратуының ескертулері үшін бір ғимараттан басқасына өртке қарсы үзілулерін ұнайды. Сан көрші ғимаратқа жанып тұрған объекттен берілетін жылу материалдардың жанармайларының қасиеттері, жалынның температурасы, үйрететін беттің шамасынан, өртке қарсы тосқауылдар, ғимараттар және метеорологиялы шарттардың өзара орналастырылуын бар болумен тәуелді болады. Өрт үзілуінің орналастырылулары анықтауда ғимараттың отқа төзімділік дәрежелерін есепке алады. Оттың таратуының сақтап қалулары үшін өртке қарсы тосқауылдарды қолданады. Оларға әкетеді: қабырға, қалқалар, есік, дарбазасы, люктер, аражабын. Өртке қарсы қабырғалары сағат отқа төзімділік

шегімен жанбайтын материалдарынан кемінде орындауы керек. Терезелер және отқа төзімділік шегі бар есік - кемінде 1 сағат[18].

Өрт сөндірудің өрт сөндіргіш зат және аппараттары. Тарату өртті сөндіруді тәжірибеде ең үлкен жануды тоқтатылудың келесі қағидаларын алды:

1) жанудың жанында баяулайтын шоғырландыруға дейін жанғыштық газдардың су қосуы жану ошағының изоляциясы жолымен;

2) жану ошағының сууы;

3) химиялық реакцияның жылдамдығының қарқынды тоқтатуы жалында;

4) жалынның жанында тар каналдар арқылы таралмайтын отқа бөгет қоюдың шарттарының жасауы.

Өртті сөндіру үшін аппараттар. Өртті сөндіру үшін от сөндіргіштер, тасымал қоюларын қолданады. Қол от сөндіргіштеріне көбікті, көмірқышқыл, көмірқышқыл-бромэтил және ұнтақ жатады.

Көбікті от сөндіргіштер өртті сөндіру үшін қолданылады және келесі қадырлармен ие болады: оңайлық, жеңілдіктер, әсерге от сөндіргіштің келтіруін тездікпен және сорғалауды түрдегі сұйықтың лақтырып тастауымен. Көбікті от сөндіргіштің заряды тұрады екі жиірек: қышқыл және сілтілігі. Кәсіпорындарда ОХП10 көбікті от сөндіргіштерді қолданылады. Әсердің ұзақтығы - 65 секунд, алыстық - 8 метр, масса - 15 кг. От сөндіргіш саптың бұрылысымен әсерге жоғары толтыра тура келеді. Сонымен бірге колбаның тығыны, содан соң от сөндіргіш ашылады қышқыл төмен, нәтижеде не баспен қайрылады баллонға төгіледі және химиялық реакцияда болады. Құрастыратыны сұйықтың көбіктенуі бұл CO_2 шақырады, 1000 кПа қысым баллонда құрады және баллоннан көбіктің сорғалауын түріндегі сұйықты лақтырып тастайды.

Өрт хабарлағышы. Тез өртті сөндіруін мүмкіндік өрт туралы дер кезінде хабарлаудан тәуелді болады. Хабарлаулар таралған құрал телефон байланысы болып табылады. Өрт байланысының тез және сенімді түрі сонымен бірге тұрады 4 жиірек электр жүйесі болып табылады: объекттерде бекітілген және әсерге автоматты тура келетін құрал; алушыдан қабылдау станциясы, қабылдаушы ескертпе дабыл; өткізгіштердің жүйелері қабылдау станциясы бар датчик жалғастыратын; аккумуляторлық батареялар. Электр өрт хабарлағышы қабылдау станциясы бар қосу схемасына байланысты сәулелік болады және сақиналай. Қабылдау станциясына датчигінен сәулелігі схеманың жанында сәуле деп аталатын жеке сым істелінеді. Сәуле екі дербес өткізгіштерден тұрады: түзу және кері. Барлық хабаршыларды сақиналық схеманың жанында екі аяғы қабылдағыш аппаратқа шығарылған бір ортақ өткізгішке дәйекті түрде орнатылған.

Автоматты өрт туралы хабарлағыштар әсер ететін факторға байланысты түгіндік, жылулық және жарық арқылы болады. Түгіндік фактор түтіннің пайда болуына сезінеді. Жылулық ауаның температурасының жоғарылатуына баспанаға. Жарық арқылы шығаруына ашық жалында. Қолданылатын сезгіш элементтің түрі бойынша жылулық автоматты хабаршылар екі металлдық, жұп және жартылай өткізгішке жіктеледі.

4.6 Жасанды және табиғи жарықтануды ұйымдастыру

Оператор пультін жарықтандыруға үлкен талаптар қойылады, олар мыналар:

- 1) Жұмыс орнының жарықтану деңгейі жоғары болуы қажет;
- 2) Жарықтың біркелкі түсуі;
- 3) Көлеңкелердің жоқ болуы;
- 4) Жарықтанудың уақыт бойынша тұрақты болуы;
- 5) Электр және өрт қауіпсіздігі, қарапайымдылығы, ыңғайлылығы.

Бөлменің бір жағында табиғи жарықтану қолданылады. Қолмен жасалған жарықтануда ең алдымен люменесценттік шамдар қолданылады, олардың жарық қайтаруы өте жоғары болып табылады. Біздің жағдайда ең орындысы люминесцентті лампа ЛБ және ЛТБ қолданылады, қуаттары 20, 40 немесе 80 Вт

Қалыпты еңбек жағдайлары үшін жұмыс орнының дұрыс жарықтандырылуының мәні зор.

ТТС басқару пультінің бөлмесі күндіз табиғи жарықпен жарықтандырылады, бірақ жұмыс кезекті-тәулікті жоспарда орындалғандықтан кешкі және түнгі уақытта жарықтандыру жасанды болып келеді.

Өндіріс ғимараттарының жарықтануы келесі негізгі талаптарға жауап беруі тиіс: жарықтану жеткілікті және бірінғай болуы керек, шектен тыс жарық, қалың және тез көлеңке тудырмау керек, жарық ағынының дұрыс бағыты.

4.6.1 Жасанды жарықтануды есептеу

Жалпы бірқалыпты жарықтануды есептеуде негіз ретінде жарық ағыны әдісін алуға болады. Бір шамның жарық ағыны келесі формула бойынша анықталады

$$\Phi_L = \frac{E_H \cdot S \cdot Z \cdot K}{N \cdot \eta} \quad (4.1)$$

мұндағы $\hat{A}_i$ – нормаланған $\min$ жарықталғандық; S– жарықталатын бөлменің ауданы; Z– $\min$ жарықтану коэффициенті; N– бөлмедегі шамдардың саны; η – лампалардың жарық ағынын пайдалану коэффициенті.

Лампалардың жарық ағынын пайдалану коэффициентін таңдау үшін бөлме көрсеткішінің мәнін білу қажет.

Бөлме көрсеткіші келесі формула бойынша анықталады:

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p(A+B)} \quad (4.2)$$

мұндағы A – бөлме ұзындығы; B– бөлме ені; H_p – шамдардың орналасу биіктігі.

$$i = \frac{10 \cdot 6}{3.5(10+6)} = 1,1.$$

Онда шамның жарық ағыны келесіге тең:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{200 \cdot 10 \cdot 6 \cdot 1,1 \cdot 1,4}{6 \cdot 0,37} = 8324 \text{ ЛМ.}$$

Формулаға кіретін шамалардың мәні СН және П 2-4-91 «Табиғи және жасанды жарықтану» бойынша қолданылады. 5[20] таблицасы бойынша ЛДЦ 40 лампасын таңдап аламыз: кернеу-108 В; колба диаметрі - $38 \cdot 10^{-3}$ м; лампа ұзындығы - $1214 \cdot 10^{-3}$ м; лампаның жарық ағыны 1520 лм.

Лампа санын анықтаймыз

$$N_{40bt} = \frac{8324}{1520} \approx 6$$

Осыған сәйкес бірламपालы шамдарды таңдаймыз, олар 3,5 м биіктікте екі қатар болып орналасады. Қатардың жалпы ұзындығы 7,5 м, яғни қатар 1,25 м қабырғаға жетпейді.

4.6.2 Табиғи жарықтануды есептеу

Табиғи жарықтану коэффициентінің нормаланған мәнін қамтамасыз ету үшін шеткі жарықтану кезіндегі жарық ойығының ауданын келесі формула бойынша анықтайды

$$S_o = \frac{l_p \cdot \eta_o \cdot S_{\Pi} \cdot k_{зд}}{100 \cdot \tau_o \cdot r} \quad (4.3)$$

мұндағы l_p – табиғи жарықтану коэффициентінің есептік мәні; η_o – жарық ойықтарының жарықтық сипаттамалары; S_{Π} – терезе арқылы жарықтандырылатын еден көлемі; $k_{зд}$ – қарсы тұратын ғимараттардың әсерінен терезенің көленкеленуін сипаттайтын коэффициент; τ_o – жарықөткізудің жалпы коэффициенті; r – жарыққа тойтарыс беруден табиғи жарықтану коэффициентінің жоғарлауын ескеретін коэффициент.

$$l_p = l_H \cdot k \cdot c \quad (4.4)$$

мұндағы l_H – табиғи жарықтану коэффициентінің нормаланған мәні; k – жарық климатының коэффициенті; c – күн түсу коэффициенті.

$$l_p = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 1.01\%;$$

$$S_o = \frac{1,01 \cdot 15 \cdot 60 \cdot 1,3}{100 \cdot 0,8 \cdot 1,5} = 9,8 \text{ м}^2$$

Формула құрамындағы шамалардың мәндері СН және П 2-4-91 «Табиғи және жасанды жарықтану» бойынша алынған.

Жарық ойықтарының есептелген көлемі бойынша олардың саны мен өлшемін анықтаймыз. Оператор бөлмесінде әрқайсысы 3,5 м² болатын үш терезе орналасқан.

ҚЫСҚАРҒАН СӨЗДЕР ТЕРМИНДЕРІНІҢ ТІЗІМІ

КӨ	Келіспеуді өлшегіш
АТ	Айналмалы трансформаторлар
САТ	Сызықты айналмалы трансформатор
МАТ	Масштабты айналмалы трансформатор
СКТ	Синуусты косинуусты трансформатор
КК	Кернеу күшейткіші
ҚК	Қуат күшейткіші
М	Модулятор
ДМ	Демодулятор
ТҚ	Түзетуші құрылғы
ТТК	Тұрақты ток күшейткіші
ТГ	Тахогенератор
ҚЭ	Құрастырушы элемент
БС	Басқару сұлбасы
ШК	Шығыс каскад
ОҚ	Орындаушы құрылғы
ЖД	Жылдамдық датчигі
ҮД	Үдеу датчигі
МД	Момент датчигі

ҚОРЫТЫНДЫ

Өндірістерді автоматтандыру Қазақстан Республикасының даму жолдарының бір бағыты болып табылады. Қазіргі таңда осы мәселені шешу үшін өндірісте қадағалау басқару жүйелерін қолданады.

Қазақстан Республикасы өзінің даму ғасырында халықтың жағдайын жақсарту, күрделі жұмыстарды автоматты түрде басқарылуын қадағалап жыл сайын нәтижесін арттыруда.

Дипломдық жұмыста автоматты басқару жүйесінің қадағалау жүйесін зерттеу қарастырылған. Қадағалау жүйесіне синтез және анализ жасалды. Келіспеу сигналы туралы ақпарат беріп, сол сигналды түзетуге мүмкіндік беретін, электрлік импульсті сигналды күшейтуге арналған импульсті режимде жұмыс істейтін қадағалау жүйесі қарастырылды.

Тұрақты токтағы қадағалау жүйесіне энергетикалық, статикалық және динамикалық есептеулер жүргізілді. Біз бұл есептеу барысында қадағалау жүйесі үшін орындаушы құрылғыны, келіспеуді өлшегішті қалай таңдау керектігін, сонымен қатар түзеткіш құрылғының параметрлерін анықтауды қарастырдық. Жүйенің синтезі үшін түзетуші операциялық жүйенің болуын талап ететін, транзисторлы күшейткіштен тұратын қадағалау жүйесінің кері логарифмдік амплитуда-фаза жиіліктік сипаттамасын қолдандық.

Түзетілген жүйені зерттеп, бастапқы жүйеге қарағанда орнықтылау болатынына көзіміз жетті. Амплитуда және фаза бойынша үлкен орнықтылық қорын иемденеді, басқару уақыты да жақсы. Бұл орнықтылық қорлары тұйықталмаған тұрақты ток қадағалау жүйесінің логарифмдік амплитуда-фаза жиіліктік сипаттамасында көрсетілген.

Өнеркәсіпте сонымен қатар зауыттар мен фабрикаларда, өндіріс орындарында қадағалау жүйелерін пайдалану жұмыс сапасы мен тиімділігін арттырады. Осы аталмыш жоба жетекшіммен бірге орындалып, ойдағыдай нәтиже берді.

Өзімнің осы кезге дейінгі төрт жыл бойы алған білімім мен практика уақытында алған тәжірибемді нақтылай отырып, берілген дипломдық жобаны қарастырдым. Білім мен Ғылымның шарықтаған кезеңінде алдыңғы қатарлы дамыған елдердің қатарына қосылу үшін кәсіпорындарды автоматтандыру керек екеніне көз жеткіздім.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- Технология автоматизированного производства (2000) А.А. Жолобов, 295б.
- Автоматизация технологических процессов (2004) И.Ф. Бородин, 212б.
- Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления, // под ред. Бесекерского В.А. – М.: «Наука», 1978, 512б.
- Основы автоматизации управления производством: Учеб. Пособие для студ. техн. Вузов / Макаров И.М., Евтихийев Н.Н., Дмитриев Н.Д. и др.; Под ред. И.М. Макарова. – М.: Высш. Школа, 1983. 504б.
- Автоматизация типовых технологических процессов и установок: Учебник для вузов / А.М. Корытин, Н.К. Петров, С.Н. Радимов, Н.К. Шапарев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1988. 432б.
- Рей У. Методы управления технологическими процессами: Пер. с англ. - М.: Мир, 1983.368б.
- Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами: Учебное пособие для вузов. – Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1982.392б.
- Синтез электромеханических приводов с цифровым управлением / Вейц В.Л., Вербовой П.Ф., Вольберг О.Л., Съянов А.М.; Отв. Ред. Войтех А.А.; АН Украины. И-нт электродинамики. Киев: Наук. Думка, 1991.232б.
- Программно-информационные комплексы автоматизированных производственных систем / С.А. Клейменов, С.Н. Рябов, С.А. Барбашов, А.И. Павленко; Под ред. С.А. Клейменова. – М.: Высш. шк., 1990. 224б.
- Ротач В.Я. Теория автоматического управления теплоэнергетическими объектами. – М.: Энергоатомиздат. 1985, 296б.
- А.А. Алабугин; под ред. Н.И. Цыбакина Методические указания по экономической части дипломного проекта, Челябинск, ЧПИ, 1993, 21 б.
- В.А. Гаджиев А.А. Воронина. Охрана труда в теплосиловом хозяйстве промышленных предприятий. – М.: Энергия, 1980, 323б.
- Г.А. Долина. Справочник по технике безопасности в энергетике. – М.: Энергия, 1982, 256б.
- И.Манюк В.И., Я.И. Каплинский. Наладка и эксплуатация водоводяных тепловых сетей.
- Л.А. Рихтер Э.П. Волков В.Н. Покровский. Охрана труда водного и воздушного бассейна от выбросов ТЭЦ. – М.: «Энергоатомиздат», 1981, 296б.
- П.А. Долин. Справочник по технике безопасности. – М.: «Энергоатомиздат», 1984, 796б.
- Аппак М.А. Автоматизированные рабочие места на основе персональных ЭВМ. - М.: Радио и связь, 1989. 176 б.
- Электротехнический справочник. В 3 т. Т. 3: В 2 кн. Кн. 2. Использование электрической энергии / Под общ. ред. профессоров МЭИ: И. Н. Орлова и др. – 7-е изд., испр.и доп. – М.: ЭАИ, 1988.

КІРІСПЕ

Зайырлы Қазақстан өнеркәсібінде түсті металлургия, мұнай өндіру, теміржол саласы, телекоммуникация алдыңғы қатарда тұрған өнеркәсіп орындары.

Автоматты басқару жүйелері өнеркәсіп дамуында ерекше орын алады. Дамушы өнеркәсіп ошақтары қазіргі заманға сай жасалған техника және технология құралдарымен жабдықталуда. Адам еңбегі автоматты басқару техникаларымен алмасып, өндіруші өнім сапасы жоғарылап, экономиканың өркендеуіне зор үлесін қосты.

Қазіргі заманда адам өмірін автоматтық басқару жүйелерінсіз (АБЖ) елестету мүмкін емес. Автоматтық басқару әдістері өндірісте және ғылыми зерттеулерде кеңінен қолданылады.

Автоматты басқару жүйелерінің бірі қадағалау жүйесі де өндірістің барлық түрінде кең қолданылады. Электрлік қадағалау жүйелері ауқымды функционалдық мүмкіндіктерге ие, әртүрлі реттеу объектілерін басқарудағы техникалық талаптардың көпшілігін қамтамасыз етеді, типтік сериялы электрлік машиналарды қолдануға мүмкіндік береді.

Жұмыстың технологиялық бөлімінде қадағалау жүйесіне, қадағалау жүйесінің синтезі үшін қажетті құрылғыларға талдау жүргізілген.

Арнайы бөлімде қадағалау жүйесінің логарифмдік амплитудалық және фазалық жиіліктік сипаттамасы мен түзетуші кері байланыс арқылы импульсті режимде жұмыс істейтін тұрақты ток қадағалау жүйесінің құрылымдық сұлбасы келтірілген. Сондай-ақ сол сұлба бойынша тұрақты ток қадағалау жүйесіне есептеу жүргізілген.

Жұмыстың экономикалық бөлімде автоматтандыру жүйесінің өндіріске енгізілуінің экономикалық тиімділігі, АБЖ-ны енгізуге кететін шығындар, жылдық үнемдеу мен өзін-өзі өтеу мерзімі есептелінді.

Еңбекті қорғау бөлімінде еңбек қауіпсіздігі, өрт қауіпсіздігі және қоршаған ортаның ластанбауы қаралған. Қауіпті және зиянды факторларына талдау жасалған және АБЖ-ің құрылғылары орналасқан бөлменің жарықтануының есептеулері орындалған.

Өндірістік үрдістерді автоматтандыру автоматты жүйенің арнайы тобын қолданумен байланысты қадағалау жүйесі сияқты автоматты басқару жүйелері кең қолданыста. Осы берілген дипломдық жұмыстың негізгі мәселесі импульсті режимде жұмыс істейтін тұрақты ток қадағалау жүйесінің синтезімен танысу болып табылады.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ

1 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ

1.1 Өнеркәсіптік роботтың манипуляторларын басқару	11
1.1.1 Пума робот манипуляторын басқару	12
1.1.2 Басқару сәттерін есептеу әдісі	15
1.1.3 Роботтың біріктіру функциясы	15
1.1.4 Манипуляторды бір жағдайда біріктіру үшін позициялау құрылғысы	20
1.2 Тұрақты ток электрлік қозғалтқыштары	23
1.2.1 Тұрақты ток орындаушы қозғалтқышының негізгі параметрлері және сипаттамалары	26
1.2.2 Қадағалау жүйесінің редукторлары	27
1.2.3 Өлшеу құрылғысы және келіспеу сигналын түрлендіргіш	30
1.3 Күшейту құрылғысы	31
1.4 Түзеткіш құрылғы	34

2 АРНАЙЫ БӨЛІМ

2.1 Импульсті режимде жұмыс істейтін қадағалау жүйесі	36
2.2 Қадағалау жүйесінің қалаулы логарифмдік амплитудалық және фазалық жиілік сипаттамасын тұрғызу	38
2.3 Түзетуші кері байланыс синтезі	44
2.4 Автоматты реттеудің желілік жүйесінің түзетуші құрылғысын синтездеу	48

3 ЭКОНОМИКАЛЫҚ БӨЛІМ

3.1 Автоматты басқару жүйесін өңдеуді және енгізуге кететін шығын есептеу	56
3.2 Технологиялық үрдістің автоматты басқару жүйесінің программасын дұрыстауға кететін шығындар	58
3.3 Экономикалық тиімділік және ТҮ АБЖ енгізуін есептеу	59

4 ЕҢБЕКТІ ҚОРҒАУ

4.1 Қауіпсіздік және еңбекті қорғау бойынша заңдылық және нормативтік актілер	61
4.2 Еңбекті қорғау бойынша ұйымдық шаралары	62
4.2.1 Өнеркәсіптік кәсіпорында еңбекті қорғауды басқару жүйесі	63
4.2.2 Жұмысшылардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету ережелері	66
4.3 Микроклимат шарттарын қамтамасыз ету	67
4.4 Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету	68
4.5 Өрт және жарылыс қауіпсіздігін қамтамасыз ету	68
4.6 Жасанды және табиғи жарықтануды ұйымдастыру	71
4.6.1 Жасанды жарықтануды есептеу	71
4.6.2 Табиғи жарықтануды есептеу	72

ҚОРЫТЫНДЫ

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

ҚЫСҚАРҒАН СӨЗДЕР ТЕРМИНДЕРІНІҢ ТІЗІМІ