

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

Аринов Назар Маратұлы

Автоматтандырылған электр жетегі жүйелеріндегі позициялау дәлдігі мен тұрақтылығын
жақсарту әдістерін зерттеу

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес
акционерлік қоғамы

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНИТУ им.К.И.Сатпаева»
Институт энергетики
и машиностроения

КОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
«Энергетика» кафедрасының
менгерушісі
PhD, қауымдастырылған профессор
Е.А.Сарсенбаев
«14» 06 2024 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Автоматтандырылған электр жетегі жүйелеріндегі позициялау дәлдігі мен тұрақтылығын жақсарту әдістерін зерттеу»

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

Орындаған:

Аринов Н.М

Пікір беруші
«Алматылифт» АҚ бас директоры
Н.Ж.Кураков
«14» 06 2024 ж.

Ғылыми жетекші
магистр, аға оқытушы
Ә.О.Бердібеков
«14» 06 2024 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

6В07101 – «Энергетика» мамандығы

БЕКІТЕМІН

«Энергетика» кафедрасының

меңгерушісі

PhD, қауымдастырылған профессор

Е.А.Сарсенбаев

«25» 01 2024 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Аринов Назар Маратұлы

Тақырыбы: Автоматтандырылған электр жетегі жүйелеріндегі позициялау дәлдігі мен тұрақтылығын жақсарту әдістерін зерттеу

Университеттің академиялық мәселелер жөніндегі проректорының 04.12.2023 ж. № 548-ПӨ бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 14- маусым 2024 жыл

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Автоматтандырылған электр жетегі жүйелеріндегі позициялау дәлдігі мен тұрақтылығын жақсарту әдістерін зерттеу және зерттеу құрылғыларын таңдау.

Дипломдық жұмыстың қысқаша мазмұны:

а) Теориялық негіздер (әдеби шолу)

ә) Өнеркәсіптік қондырғының технологиялық процесін талдау және автоматтандырылған электр жетегіне қойылатын талаптарды түжырымдау.

б) Автоматтандырылған электр жетегінің динамикалық және статикалық сипаттамаларын есептеу және талдау

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)



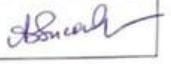
Сызбалық материалдар дипломдық жұмыста көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиет 13 атау

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Негізгі бөлім	05.05.24 – 10.05.24 ж.	неоф
Арнайы бөлім	15.05.24 – 20.05.24 ж.	неоф

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілердің аты-жөні, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	Ә.О.Бердібеков, магистр, аға оқытушы	20.05.24	
Арнайы бөлім	Ә.О.Бердібеков, магистр, аға оқытушы	28.05.24	
Норма бақылау	Ә.О.Бердібеков, магистр, аға оқытушы	18.06.24	

Ғылыми жетекшісі


(қолы)

Ә.О.Бердібеков

Тапсырманы орындауға алған студент


(қолы)

Н. М. Аринов

Күні

« 05 » маусым 2024ж.

АНДАТПА

Бұл дипломның мақсаты электр жетектерін жетілдірудің заманауи технологиялары мен әдістерін зерттеу болып табылады. Жұмыс аясында әртүрлі зерттеулерге кешенді талдау жүргізіліп, есептеулер жүргізілді. Осы нұсқауларға сәйкес талдау жүргізіліп, жабдық таңдалды.

АННОТАЦИЯ

Целью данного диплома является изучение современных технологий и методов улучшения электроприводов. В рамках работы был проведен комплексный анализ разных исследований, и были проведены расчеты. Согласно этим инструкциям был проведен анализ и подобрано оборудование.

ANNOTATION

The purpose of this diploma is to study modern technologies and methods for improving electric drives. As part of the work, a comprehensive analysis of various studies was carried out, and calculations were carried out. According to these instructions, the analysis was carried out and the equipment was selected.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Теориялық негіздер (әдеби шолу)	8
1.1	Автоматтандырылған электр жетегі жүйелерінде орналасудың негізгі принциптері.	8
1.2	Қолданыстағы позициялау әдістеріне шолу	9
1.3	Позициялау әдістерін салыстырмалы талдау	11
1.4	Токарлық-бұрандалы кескіш станоктың көлденең беру электр жетегін автоматтандыру	12
1.5	Станоктың жұмыс принципі	13
1.6	Машинаның негізгі жетегі дизайнының негізгі кемшіліктері	14
1.7	Станоктың негізгі қозғалысының электр жетегіне қойылатын техникалық талаптар	15
2	Өнеркәсіптік қондырғының технологиялық процесін талдау және автоматтандырылған электр жетегіне қойылатын талаптарды тұжырымдау.	16
2.1	Өнеркәсіптік қондырғының сипаттамасы.	16
2.2	Технологиялық процесі талдау және басқарылатын электр жетегінің координаттарын таңдау	20
2.3	Қозғалтқышты қуат бойынша алдын ала таңдау	20
2.4	Таңдалған Электр қозғалтқышын қыздыру және шамадан тыс жүктеме қабілеттілігін тексеру	30
2.5	Жиілік түрлендіргішін таңдау	31
2.6	Қорғаныс жабдықтарын таңдау	33
2.7	Ротордың орналасу сенсоры	35
3	Автоматтандырылған электр жетегінің динамикалық және статикалық сипаттамаларын есептеу және талдау	36
3.1	Автоматтандырылған электр жетегінің математикалық моделін жасау.	36
3.2	Қозғалтқыш параметрлерін есептеу	37
3.3	Электр қозғалтқышының жүктемесін желіден іске қосу және сызу кезінде момент пен жылдамдық бойынша өтпелі процестерді құру	41
3.4	Кеңістіктік-векторлық ШИМ және DTC бар орау машинасының асинхронды электр жетегі моделі	44
	Қорытынды	49
	Пайдаланған әдебиеттер тізімі	50

КІРІСПЕ

Автоматтандырылған электр жетегі жүйелері қазіргі заманғы өнеркәсіпте маңызды рөл атқарады. Олар әртүрлі механизмдер мен құрылғылардың дәл және тұрақты орналасуын қамтамасыз етеді, бұл өндірістік желілер мен машиналардың тиімді жұмыс істеуі үшін қажетті шарт. Алайда, автоматтандырылған электр жетегі жүйелеріндегі позицияның дәлдігі мен тұрақтылығы ерекше назар аударуды және зерттеуді қажет ететін күрделі мәселелер болып табылады.

Бұл жұмыстың мақсаты автоматтандырылған электр жетегі жүйелеріндегі позициялаудың дәлдігі мен тұрақтылығын жақсарту әдістерін зерттеу болып табылады. Осы мақсатқа жету үшін келесі тапсырмаларды орындау қажет:

1) Автоматтандырылған электр жетегі жүйелеріндегі позициялаудың қолданыстағы әдістерін талдаңыз. Бұл тарауда әртүрлі алгоритмдер мен позициялау тәсілдері, олардың артықшылықтары мен кемшіліктері қарастырылады. Сондай-ақ әртүрлі әдістерді салыстыру және одан әрі зерттеу үшін ең қолайлы әдістерді таңдау жүргізіледі.

2) Автоматтандырылған электр жетегі жүйелеріндегі позициялау дәлдігін жақсарту мүмкіндіктерін зерттеу. Бұл тарауда позициялау дәлдігін арттыруға бағытталған жаңа әдістер мен алгоритмдер ұсынылады. Ұсынылған әдістердің тиімділігін бағалау үшін математикалық модельдеу және сандық эксперименттер жүргізіледі.

3) Автоматтандырылған электр жетегі жүйелерінде позициялау тұрақтылығын қамтамасыз ету әдістерін әзірлеу. Бұл тарауда позициялаудың тұрақсыздығына байланысты мәселелер қарастырылады және оларды шешудің әдістері мен алгоритмдері ұсынылады. Ұсынылған әдістердің тиімділігін бағалау үшін эксперименттер жүргізіледі.

4) Автоматтандырылған электр жетегі жүйелеріндегі позициялау дәлдігі мен тұрақтылығын жақсарту әдістеріне эксперименттік зерттеу жүргізу. Бұл тарауда әртүрлі әдістер мен алгоритмдерді қолдана отырып, өнеркәсіптік құрылғыларда нақты тәжірибелер жасалады. Позициялаудың дәлдігі мен тұрақтылығы туралы деректер жиналады және оларды талдау жүргізіледі.

Осы жұмысты орындау нәтижесінде автоматтандырылған электр жетегі жүйелеріндегі позициялаудың дәлдігі мен тұрақтылығын жақсарту үшін пайдалануға болатын жаңа білім мен зерттеу нәтижелерін алу күтілуде. Бұл өнеркәсіптік құрылғылардың тиімділігін арттыруға және өндіріс сапасын жақсартуға мүмкіндік береді.

1 Теориялық негіздер (әдеби шолу)

1.1 Автоматтандырылған электр жетегі жүйелерінде орналасудың негізгі принциптері

Қазіргі заманғы автоматтандырылған электр жетегі жүйелерінде позициялаудың дәлдігі мен тұрақтылығы тиімді жұмысты қамтамасыз етудің маңызды параметрлері болып табылады. Сондықтан мұндай жүйелердегі позициялаудың дәлдігі мен тұрақтылығын жақсарту әдістерін зерттеу өзекті міндет болып табылады.

Автоматтандырылған электр жетегі жүйелерінде орналасудың негізгі принциптері кері байланысты пайдалану, басқару объектісінің орнын анықтау және берілген позицияға жету үшін қозғалтқышты басқару болып табылады. Қолданылатын позиция сенсорының түрі, Басқару алгоритмдері және дәлдікті жақсарту үшін қосымша әдістерді қолдану сияқты әртүрлі критерийлер негізінде жіктеуге болатын бірнеше позициялау әдістері бар [9].

Позициялаудың кең таралған әдістерінің бірі-кодерді қолдану әдісі. Кодер-басқару объектісінің айналу бұрышын немесе қозғалысын өлшейтін құрылғы. Кодерлердің екі негізгі түрі бар: абсолютті және қосымша. Абсолютті кодтаушы басқару объектісінің нақты орны туралы ақпарат береді, ал қосымша кодтаушы бастапқы позицияға қатысты қозғалыс деректерін береді. Кодерді пайдалану позициялаудың жоғары дәлдігіне қол жеткізуге мүмкіндік береді, алайда кодердің өзі жұмысының тұрақтылығын және оны калибрлеудің жоғары дәлдігін талап етеді [2].

Орналастырудың тағы бір әдісі-Холл сенсорларын қолдану әдісі. Холл сенсорлары магнит өрісін өлшейді және басқару объектісінің орнын анықтау үшін пайдаланылуы мүмкін. Бұл әдіс жоғары орналасу дәлдігін қамтамасыз етеді және сенсор мен басқару объектісі арасында байланыс болмаған кезде артықшылыққа ие, бұл жүйенің сенімділігін арттырады. Алайда, Холл датчиктері сыртқы магнит өрістеріне сезімтал болуы мүмкін, бұл өлшемдердің бұрмалануына әкелуі мүмкін [21].

Лазерлік сенсорларды қолдану арқылы позициялау әдісі де бар. Лазерлік датчиктер лазерлік сәулелену арқылы басқару объектісіне дейінгі қашықтықты өлшейді. Бұл әдіс позициялаудың жоғары дәлдігін қамтамасыз етеді және басқа әдістерден ерекшеленеді, өйткені ол нысанның пішіні мен материалына қарамастан қашықтықты өлшеуге мүмкіндік береді. Алайда, лазерлік датчиктерді пайдалану арнайы жабдықты қажет етеді және қымбат болуы мүмкін.

Автоматтандырылған электр жетегі жүйелерінде орналасудың дәлдігі мен тұрақтылығын жақсарту үшін сигналдарды сүзу, кателерді өтеу және кері байланысты басқару алгоритмдерін пайдалану сияқты қосымша әдістер де қолданылады. Сигналдарды сүзу Шу мен кедергінің өлшемдерге әсерін азайтуға

мүмкіндік береді, бұл позициялау дәлдігін жақсартуға көмектеседі. Қателерді өтеу белгілі қателер мен бұрмалануларды ескере отырып, өлшемдерді реттеу арқылы жүзеге асырылуы мүмкін. Кері байланысты басқару алгоритмдерін пайдалану қозғалтқышты басқару объектісінің ағымдағы орнын ескере отырып реттеуге және дәлірек орналасуға қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Қорытындылай келе, автоматтандырылған электр жетегі жүйелеріндегі позициялаудың қолданыстағы әдістерін талдау олардың жұмысының негізгі принциптерін анықтауға мүмкіндік береді. Кері байланысты пайдалану, басқару объектісінің орнын анықтау және қозғалтқышты басқару позициялаудың негізгі принциптері болып табылады. Кодерлер, Холл сенсорлары және лазерлік сенсорлар сияқты әртүрлі әдістер жоғары орналасу дәлдігін қамтамасыз етеді, бірақ тұрақтылық пен сенімділікті жақсарту үшін қосымша жақсартуларды қажет етеді. Сигналдарды сүзу, қателерді өтеу және кері байланысты басқару алгоритмдерін пайдалану сияқты қосымша әдістерді қолдану автоматтандырылған электр жетегі жүйелеріндегі позицияның дәлдігі мен тұрақтылығын арттыруға мүмкіндік береді.

1.2 Қолданыстағы позициялау әдістеріне шолу

Автоматтандырылған электр жетегі жүйелеріндегі қолданыстағы позициялау әдістерін талдау осындай жүйелердегі позициялаудың дәлдігі мен тұрақтылығын жақсартуға бағытталған зерттеудің маңызды бөлігі болып табылады. Бұл бөлімде біз автоматтандырылған электр жетектерінде қолданылатын позициялаудың негізгі әдістерін қарастырамыз және олардың артықшылықтары мен кемшіліктерін ескере отырып, оларға шолу жасаймыз.

Автоматтандырылған электр жетегі жүйелеріндегі ең көп таралған позициялау әдістерінің бірі-позициялық кері байланыс әдісі. Бұл әдіс қозғалтқыш немесе актуатор сияқты атқарушы органның ағымдағы орнын өлшейтін позиция сенсорынан кері байланысты пайдаланады. Өлшенген позиция қажетті позициямен салыстырылады және олардың арасындағы айырмашылық негізінде позициялау қатесі есептеледі. Содан кейін басқару жүйесі бұл қатені жою үшін шаралар қабылдайды, мысалы, қозғалтқыш үшін басқару сигналын өзгерту [11].

Позициялық кері байланыс әдісінің артықшылығы-оның жоғары орналасу дәлдігін қамтамасыз ету мүмкіндігі. Жүйе атқарушы органның жағдайын өлшенген позиция негізінде үнемі түзетіп отыратындықтан, қателік ықтималдығы азаяды. Сонымен қатар, бұл әдіс жүктеме немесе үйкеліс сияқты сыртқы бұзылулардың орнын толтыруға мүмкіндік береді, бұл сонымен қатар орналасу дәлдігін жақсартуға көмектеседі.

Алайда, позиция бойынша кері байланыс әдісінің кемшіліктері бар. Біріншіден, ол жүйенің құнын және оның күрделілігін арттыра алатын позиция сенсорын қажет етеді. Екіншіден, позиция датчиктері тозуға немесе ақаулыққа

ұшырауы мүмкін, бұл позицияны өлшеу кезінде қателіктерге, демек, орналасу қателіктеріне әкелуі мүмкін. Үшіншіден, позициялық кері байланыс әдісі жоғары динамикалық позициялау дәлдігі қажет болған жағдайда, мысалы, жоғары жылдамдықты қозғалтқыштармен жұмыс істегенде тиімсіз болуы мүмкін [1].

Автоматтандырылған электр жетегі жүйелерінде орналасудың тағы бір кең таралған әдісі-жылдамдықты кері байланыс әдісі. Бұл әдіс атқарушы органның ағымдағы жылдамдығын өлшейтін жылдамдық сенсорынан кері байланысты пайдаланады. Өлшенген жылдамдық қажетті жылдамдықпен салыстырылады және олардың арасындағы айырмашылық позициялау қатесін есептейді. Содан кейін басқару жүйесі қозғалтқыштың басқару сигналын өзгерту арқылы осы қатені жою үшін шаралар қабылдайды.

Жылдамдық кері байланыс әдісінің артықшылығы-оның жоғары динамикалық позициялау дәлдігін қамтамасыз ету мүмкіндігі. Жүйе жылдамдық қатесіне жауап беретіндіктен, жылдам қозғалыстар жағдайында позициялау қатесінің мүмкіндігі азаяды. Сонымен қатар, бұл әдіс инерцияны және жүйенің басқа динамикалық сипаттамаларын өтеуге мүмкіндік береді, бұл сонымен қатар позициялау дәлдігін жақсартуға көмектеседі.

Дегенмен, жылдамдық кері байланыс әдісінің де кемшіліктері бар. Біріншіден, ол жүйенің құны мен күрделілігін арттыра алатын жылдамдық сенсорын қажет етеді. Екіншіден, жылдамдық датчиктері де тозуға немесе ақауларға ұшырайды, бұл жылдамдықты өлшеу кезінде қателіктерге, демек, орналасу қателіктеріне әкелуі мүмкін. Үшіншіден, жылдамдық бойынша кері байланыс әдісі баяу қозғалтқыштармен жұмыс істеу сияқты жоғары статикалық позициялау дәлдігі қажет болған жағдайда тиімсіз болуы мүмкін.

Автоматтандырылған электр жетегі жүйелерінде орналасудың тағы бір әдісі-ашық цикл әдісі. Бұл әдісте позиция немесе жылдамдық сенсорынан кері байланыс жоқ және басқару жүйесі тек алдын ала анықталған қозғалыс траекториясына сүйенеді. Қозғалтқыштың басқару сигналы жүйенің математикалық моделі мен қажетті траектория негізінде есептеледі.

Ашық цикл әдісінің артықшылығы-оның қарапайымдылығы және төмен құны. Позиция немесе жылдамдық сенсорларының қажеті жоқ болғандықтан, басқару жүйесі Қарапайым және арзан болуы мүмкін. Сонымен қатар, ашық цикл әдісі баяу қозғалтқыштармен жұмыс істеу сияқты жоғары статикалық позициялау дәлдігі қажет болған жағдайда тиімді болуы мүмкін.

Дегенмен, ашық цикл әдісінің де кемшіліктері бар. Біріншіден, оның динамикалық орналасу дәлдігі төмен. Жүйе позиция немесе жылдамдық сенсорынан кері байланысқа ие болмағандықтан, ол жүйенің сыртқы бұзылуларынан немесе динамикалық сипаттамаларынан туындаған позициялау қателіктеріне жауап бере алмайды. Екіншіден, жылдам қозғалтқыштармен жұмыс істеу сияқты жоғары динамикалық позициялау дәлдігі қажет болған жағдайда ашық цикл әдісі тиімсіз болуы мүмкін.

Жоғарыда аталған әдістерден басқа, автоматтандырылған электр жетегі жүйелерінде позициялаудың басқа әдістері де қолданылады, мысалы, оңтайлы басқару алгоритмдерін қолдану әдістері, жасанды нейрондық желілерге негізделген әдістер және генетикалық алгоритмдерге негізделген әдістер. Бұл әдістердің әрқайсысының өзіндік ерекшеліктері бар және позициялаудың қажетті дәлдігі мен тұрақтылығына, сондай-ақ белгілі бір автоматтандырылған электр жетегі жүйесінің ерекшеліктеріне байланысты қолданылады.

Қорытындылай келе, автоматтандырылған электр жетегі жүйелеріндегі позициялаудың қолданыстағы әдістерін талдау олардың артықшылықтары мен кемшіліктерін анықтауға мүмкіндік береді. Позиция мен жылдамдық бойынша кері байланыс әдістері ең кең таралған және жоғары орналасу дәлдігін қамтамасыз етеді, бірақ сенсорларды қажет етеді және мүмкін ақауларға бейім. Ашық цикл әдісі қарапайым және арзан, бірақ орналасу дәлдігі төмен. Сонымен қатар, жүйенің қажетті сипаттамаларына байланысты қолдануға болатын позициялаудың басқа әдістері бар. Позициялаудың жаңа әдістерін әрі қарай зерттеу және әзірлеу автоматтандырылған электр жетегі жүйелеріндегі позициялаудың дәлдігі мен тұрақтылығын жақсартуға ықпал етуі мүмкін.

1.3 Позициялау әдістерін салыстырмалы талдау

Автоматтандырылған электр жетегі жүйелеріндегі қолданыстағы позициялау әдістерін талдау зерттеудің маңызды кезеңі болып табылады, өйткені ол объектінің қажетті позициясына жетудің ең тиімді және дәл жолдарын анықтауға мүмкіндік береді. Бұл бөлімде әр түрлі позициялау әдістері қарастырылады және талданады, мысалы, кодерлерді қолдану әдістері, Холл датчиктерін қолдану әдістері, кері байланыс алгоритмдерін қолдану әдістері және басқалар.

Позициялаудың кең таралған әдістерінің бірі-кодерлерді қолдану. Кодерлер-бұл объектінің айналу бұрышын немесе қозғалысын өлшейтін және оның қазіргі жағдайы туралы ақпарат беретін құрылғылар. Кодерлер абсолютті немесе салыстырмалы болуы мүмкін. Абсолютті кодерлер объектінің кеңістіктегі нақты орны туралы ақпарат береді, ал салыстырмалы кодерлер объектінің бастапқы орнына қатысты қозғалысы туралы ақпарат береді.

Кодерлерді пайдаланудың артықшылықтарының бірі-жоғары орналасу дәлдігі. Кодерлер объектінің қозғалысын жоғары дәлдікпен өлшей алады және оның қазіргі жағдайы туралы жоғары дәлдікпен ақпарат бере алады. Бұл автоматтандырылған электр жетегі жүйелерінде жоғары тұрақтылық пен орналасу дәлдігіне қол жеткізуге мүмкіндік береді [5].

Алайда, кодерлерді қолданудың кейбір кемшіліктері бар. Біріншіден, кодтаушылар автоматтандырылған электр жетегі жүйесін орнату және қосу үшін қосымша шығындарды талап етеді. Екіншіден, кодерлер тозуға және зақымдалуға

бейім болуы мүмкін, бұл орналасу дәлдігінің төмендеуіне әкелуі мүмкін. Үшіншіден, кодерлер діріл немесе электромагниттік кедергі сияқты сыртқы әсерлерге сезімтал болуы мүмкін, бұл сонымен қатар позициялау дәлдігінің төмендеуіне әкелуі мүмкін.

Орналастырудың тағы бір әдісі-зал сенсорларын пайдалану. Холл сенсорлары магнит өрісін өлшеу үшін қолданылады және оны автоматтандырылған электр жетегі жүйесіндегі объектінің орнын анықтау үшін пайдалануға болады. Холл сенсорлары магнит өрісіне жоғары сезімталдыққа ие және объектінің орналасуындағы шамалы өзгерістерді де анықтай алады.

Холл сенсорларын пайдаланудың артықшылықтарының бірі-олардың төмен құны және орнатудың қарапайымдылығы. Холл сенсорлары күрделі калибрлеуді және конфигурацияны қажет етпейді, бұл оларды автоматтандырылған электр жетегі жүйелерінде қолдануға тартымды етеді. Сонымен қатар, Холл датчиктері тозуға және зақымдалуға бейім емес, бұл жоғары сенімділік пен орналасу беріктігін қамтамасыз етеді.

Дегенмен, Холл сенсорларын пайдаланудың кейбір шектеулері бар. Біріншіден, Холл сенсорлары кодтаушылармен салыстырғанда позициялау дәлдігі төмен. Бұл Холл сенсорларының шектеулі ажыратымдылығына және магнит өрісін өлшеу кезінде қателіктердің пайда болу мүмкіндігіне байланысты. Екіншіден, Холл сенсорлары сыртқы электромагниттік кедергілерге сезімтал болуы мүмкін, бұл өлшемдердің бұрмалануына және орналасу дәлдігінің төмендеуіне әкелуі мүмкін.

Сонымен қатар, автоматтандырылған электр жетегі жүйелерінде кері байланыс алгоритмдерін қолдану арқылы позициялау әдістері кеңінен қолданылады. Кері байланыс алгоритмдері объектінің қазіргі жағдайы мен қажетті позициясы туралы ақпарат негізінде оның орнын реттеуге мүмкіндік береді. Бұл автоматтандырылған электр жетегі жүйелерінде дәлірек және тұрақты орналасуға қол жеткізуге мүмкіндік береді.

1.4 Көлденең электр жетегін автоматтандыру. Токарлық-бұрандалы кескіш станок

Металл кескіш станоктар-бұл металл дайындамаларын кескіш құралдармен механикалық өңдеуге арналған кең таралған өндіріс машиналары. Заманауи металл кескіш машина екі негізгі түрге бөлінген күрделі автоматтандырылған электр жетегі жүйесімен жабдықталған: негізгі қозғалыс жетегі және беру жетегі. Шығарылатын өнімнің сапасы сенімді және синхрондалған жұмысына байланысты. Сондықтан станоктардың автоматтандырылған электр жетегін жобалау кезінде маңызды міндеттердің бірі-электр қозғалтқышын дұрыс таңдау. Ол үшін осы машинада өңделетін барлық типтік бөлшектер үшін кесу режимдерін

есептеу керек және осы есептеулердің нәтижелері бойынша ең үлкен жүктеме кезінде өңдеуді қамтамасыз ететін қозғалтқыштың стандартты өлшемін таңдау керек.

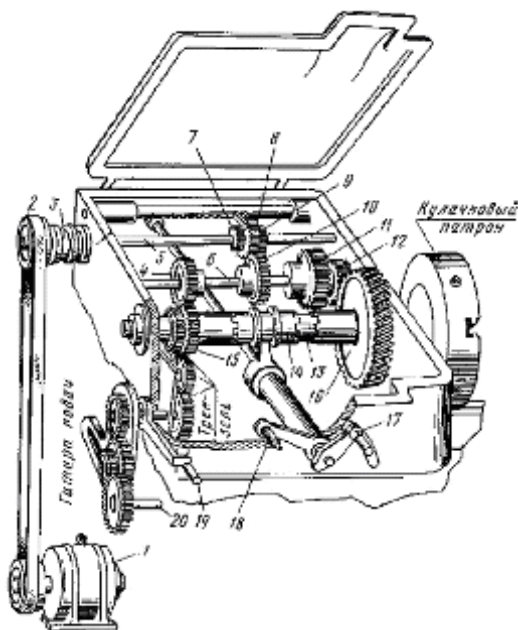
Қуат және есептеу электроникасының дамуы неғұрлым сенімді, дәл және арзан электр жетек жүйелерінің пайда болуына алғышарттар жасады, бұл өз кезегінде қолданыстағы көлемді, қымбат жетектерді жаңарту қажеттілігіне әкелді.

Сонымен қатар, өнеркәсіптік кәсіпорындарды толық автоматтандыруға түбегейлі көшу жүзеге асырылады, яғни.адам жалпы бақылау рөлін атқаратын "қаңырап қалған" технологияларға, ал барлық технологиялық процесті технологиялық кәсіпорынды басқарудың автоматтандырылған жүйесі (АБЖ ТП) басқарады.

Осылайша, осы дипломдық жобаның алдына қойылған 16А20Ф3 үлгісіндегі токарлық-бұрандалы кескіш станоктың көлденең қозғалыс жетегін жаңғырту және оны автоматтандыру бойынша міндеттер өзекті болып табылады.

1.5 Станоктың жұмыс принципі

Алдыңғы жаққа жылдамдықтар қорабы мен шпиндель орналастырылған, олар таңдалған кесу тереңдігі мен қоректену кезінде өңделетін бөлікті айналдырады. 1.4 суретте. жылдамдық қорабының құрылғысы келесідей жұмыс істейді. Дайындама шпиндель фланеціне бекітілген жұдырықшалы патронға қысылады 13. 1 электр қозғалтқышынан 2 белдік беріліс және 14 қосу муфтасы арқылы айналу 5 білікке беріледі.



1.1-сурет- Машина жылдамдығының қорап құрылғысы

1-білікте орналасқан 7, 8 және 9 Үш тісті доңғалақ блогы тірек берілісі арқылы 17-тұтқаға қосылған. Бұл тұтқамен тісті доңғалақ блогы 2 білікке мықтап бекітілген 4 (немесе 10 немесе 11) беріліс қорабына енгізіледі. 4 және 12 доңғалақтар сәйкесінше 15 және 16 доңғалақтармен жұптастырылған, олар айналу моментін 18 тұтқасына қосылған 14 беріліс муфтасы арқылы шпиндельге береді. Егер ілінісу оңға жылжытылса, онда шпиндель 16 тісті доңғалақ арқылы, ал солға 15 тісті доңғалақ арқылы айналады. Осылайша, жылдамдық қорабы шпиндельдің айналу жиілігінің алты сатысын қамтамасыз етеді.

1.6 Машинаның негізгі жетегі дизайнының негізгі кемшіліктері

Машинаның негізгі жетегі дизайнының негізгі кемшіліктері: жылдамдық қорабының күрделі дизайны; негізгі жетекті басқарудың қолмен, механикалық жүйесі; шпиндельдің айналу жиілігі мен моменттерінің жеткілікті кең емес диапазоны; машинаның технологиялық мүмкіндіктері бөлшектерді өңдеу кезінде қажетті параметрлерді біркелкі іске қосуға және дәл ұстауға мүмкіндік бермейді; жіптерді бұрау кезінде дәлдіктің жеткіліксіздігі, адам факторының әсері.

Жаңа модельдегі көрсетілген кемшіліктер келесі дизайн өзгерістерін енгізу арқылы жойылуы керек. Орнатылған 4a132 қозғалтқышының орнына avv қысқа тұйықталған роторы бар асинхронды электр қозғалтқышын қолдану керек. Бұл қозғалтқыш бірқатар маңызды артықшылықтарға ие. Тандалған өндірушінің қозғалтқышы жиілікті реттеуге мүмкіндік береді және қажетті жылдамдықтар мен моменттерді қамтамасыз етеді. Редукторлардың саны да азаяды. Мұның бәрі жылдамдық қорабының дизайнын едәуір жеңілдетеді.

1.7 Станоктың негізгі қозғалысының электр жетегіне қойылатын техникалық талаптар

Станоктың электр жабдықтарына қойылатын талаптар. Негізгі қозғалыс жетегі ретінде 16a20ф3 бұранда кескіште асинхронды қозғалтқыш бар, ал жылдамдықты реттеу беріліс қорабындағы берілістерді ауыстыру арқылы сатылы түрде жүзеге асырылды. Модернизацияның мақсаты басқару жүйесін енгізу болып табылады, соның арқасында реттеу электр жетегімен жүзеге асырылуы керек, нәтижесінде механикалық ауысулар саны 1-ге дейін төмендеуі керек, ал негізгі қозғалыс қозғалтқышының айналуын синхрондау электр жетегін басқару жүйесімен жүргізілуі керек.

Жүктеме тарапынан ауытқу кезінде қозғалтқыштың айналу жиілігінің салыстырмалы динамикалық ауытқуы 5% - дан аспауға тиіс, іске қосу кезінде қайта

реттеуге 4,3% - дан аспауға жол беріледі.

Станоктың механикалық бөлігіне қойылатын талаптар

Шпиндельді бас қолмен ауыстырылатын 1:32 және 1,25:1 қатынасы бар шпиндельдің екі айналу жиілігін қамтамасыз етуі керек. Шпиндельдің айналу жиілігінің бірінші диапазоны (12,5 - 160 айн/мин) тұтқаны аялдамаға дейін оңға бұру арқылы қамтамасыз етіледі; екінші диапазон (200-1600 айн/мин) - оны солға ең шеткі күйге бұру арқылы.

Механикалық өнімділіктің жоғары қаттылығы - жылдамдықты реттеудің барлық диапазонында, мысалы, $\omega = 0,01$ өн үшін айналу жылдамдығының өзгеру қателігі, жүктеме өзгерген кезде (0,25-тен 1,25-ке дейін) Мн, орнатылғанға қатысты 1,5% - дан аспауы керек. Үдеткіш сызықтық тәуелділікке ие болуы керек.

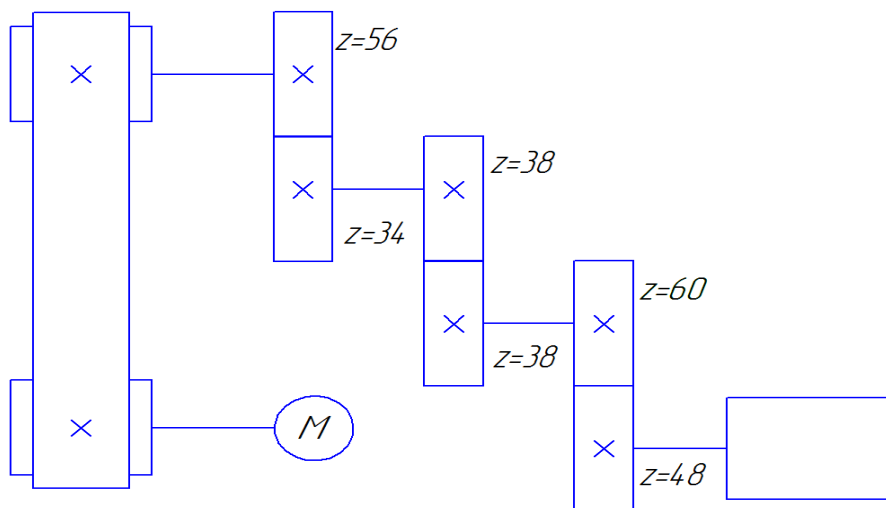
Негізгі қозғалыс жетектері үшін айналу жылдамдығын реттеу диапазоны 1:128.

Беріліс механизмдерінің айналымды бөлшектерінің инерция моменті минималды болуы керек.

Машина кинематикасы

Қажетті қуатты қозғалтқышты есептеу және таңдау үшін сызба бойынша схемалық кинематикалық схема құрастырылған (сурет. 1.5.).

Негізгі жетектің айналуы М (P=10 квт) асинхронды электр қозғалтқышымен белдік және беріліс арқылы жүзеге асырылады. Кинематикалық схема негізінен цехтың технологиялық процестерінде қолданылатын беріліс коэффициенті 1,25:1 болатын машина режимі үшін жасалады.



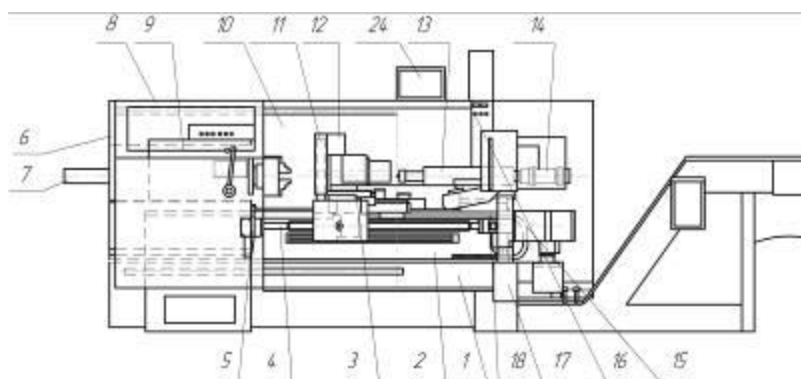
1.2-сурет-Негізгі диск кинематикасы

2 Өнеркәсіптік қондырғының технологиялық процесін талдау және автоматтандырылған электр жетегіне қойылатын талаптарды тұжырымдау

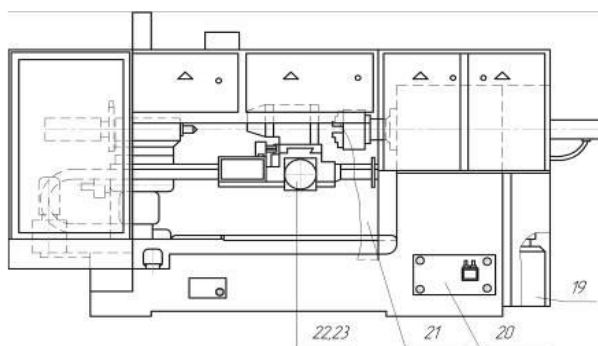
2.1 Өнеркәсіптік қондырғының сипаттамасы

16A20Ф3 моделі жабық жартылай автоматты циклде айналу денелерінің бөлшектерін бұруға арналған.

Шпиндельдің айналу жиілігі мен берілістерін реттеу диапазоны қарапайым қара және түсті металдардан да, легирленген болаттардан да бұйымдарды өндеуге мүмкіндік береді. Станокты әр түрлі салаларда бөлшектердің шағын, қайталанатын партиялары бар жеке, шағын және жаппай өндірісте қолдануға болады. Станоктар әртүрлі CNC құрылғыларымен, икемді өндірістік модульдерге ендіруге арналған орындауда, сондай-ақ Тапсырыс берушінің келісімі бойынша баптаулармен жарақтандырылған кезде арнайы және мамандандырылған орындауда шығарылуы мүмкін. 16A20Ф3 моделі машинасының жалпы көрінісі және құрамдас бөліктердің орналасуы 1.1-1.2 суретте көрсетілген. Машина жабдықтарының құрамы 1.1-кестеде келтірілген.[1]. 16A20Ф3 моделі машинасының негізгі техникалық деректері мен сипаттамалары 1.2-кестеде келтірілген.



2.1- Сурет- Машинаның орналасуы (алдыңғы көрініс)



2.2-сурет- Машинаның орналасуы (артқы көрініс)

Кесте -2.1 - станоктың құрамдас элементтерінің тізбесі

1.2-суреттегі позиция нөмірі	Аталуы	1.3-суреттегі позиция нөмірі	Аталуы
1	Жонқалар тасымалдағыш негізі	13	Артқы банка
2	Станина	14	Артқы банканың пиноли электромеханикалық жетегі
3	Суппорт тобы	15	Байланыс сымдары
4	Айналмалы бұрандалы гайканы (ВГК) бойлық қозғалысқа беру	16	Басқару пульты
5	Бойлық қозғалыстың сол жақ бұрандасының тірегі	17	Басқару пультының кранштейні
6	Электромеханикалық жетегі бар механикаландырылған Патрон	18	Бойлық қозғалыс бұрандасының оң жақ тірегі
7	Бекітілген қоршау	19	Шпиндельді бас майлау станциясы
8	Бекітілген қоршау	20	Мотор орнатпасы
9	Бабка шпиндельная	21	Артқы аймақты қоршау
10	Басқару шкафы	22	Көлденең қозғалыс жетегі
11	Автоматты головка	23	Көлденең қозғалыс жетегінің ВГК-сі
12	Суппорт тобының қоршауы	24	Монитор

Кесте-2.2- Машинаның негізгі техникалық деректері мен сипаттамалары

Параметр атауы, өлшемі	Параметрдің шамасы
Станокта өңделетін дайындаманың көрсеткіштері	
Орнатылатын өнімнің кереуеттің үстіндегі ең үлкен диаметрі, мм	500
Орталықтарда Орнатылатын өнімнің ең үлкен ұзындығы, мм	900
Өңделетін өнімнің кереуеттің үстіндегі ең үлкен диаметрі, мм кем емес	320
Өңделетін өнімнің ең үлкен диаметрі калибрден жоғары, мм кем емес	200
Аспап басын орнатуға байланысты өңделетін өнімнің ең үлкен ұзындығы, мм, позициялар саны: 6 8 12	900 750 850
Құрал басының позицияларының саны	
Кескіш ұстағышқа орнатылған кескіштің ең үлкен биіктігі, мм	8 (6,12 по заказу)
Станоктың негізгі және қосалқы қозғалыстарының көрсеткіштері	25
Шпиндель жылдамдықтарының саны: кері айнарудың тікелей айналуы	
Шпиндель жиілігінің шегі, мин-1	3 3
Кесілген жіптердің қадамдық шектері	20-2500
Бабка шпиндельная	0,25-40
Морзе конусы бар шпиндельдегі орталық	
Фланецті шпиндельдің соңы	6 по ГОСТ 13214
Шпиндельдегі цилиндрлік тесіктің диаметрі, мм	6К ГОСТ 12593
Шпиндель фланецінің диаметрі, мм	55
Бабка задняя	170
Морзе конусы бар пиноли орталығы	
Пинолидің ең үлкен қозғалысы, мм, кем емес	5 по ГОСТ 13214
Корпустың көлденең жылжу шамасы, мм	150
Суппорт тобы	±15
Калибрлердің ең үлкен жүрісі кемінде, мм: X осі бойынша Z осі бойынша	
Қозғалыс дискреттілігі, мм: X осі бойынша Z осі бойынша	210 905
Максималды жылдам қозғалу жылдамдығы мм / мин: бойлық көлденең	0,001 0,001
Минималды жұмыс жылдамдығы мм / мин: бойлық көлденең	1500 7500

Кесте 2.2 жалғасы

Параметр атауы, өлшемі	Параметрдің шамасы
Максималды ұсынылатын жұмыс жылдамдығы мм / мин: бойлық көлденең	10 5
Станоктың қуат сипаттамасының көрсеткіштері	2000 1000
Шпиндельдегі ең үлкен момент, Нм	
Бойлық берудің ең үлкен күші, Н	800
Электр жабдықтарының сипаттамасы	10000
Қуат желісінің ток түрі	
Ток жиілігі, Гц	Айнымалы үш фазалы
Кернеу, В	50
Басқару тізбегінің кернеуі, В	380
Жергілікті жарықтандыру тізбегінің кернеуі, В	110 и 22
Негізгі қозғалыс жетегінің қуаты, кВт	24
Бойлық қозғалыс жетегінің қуаты, кВт	11
Көлденең қозғалыс жетегінің қуаты, кВт	2,2
Каретканы майлау станциясының жетек қуаты, кВт	0,25
Шпиндельді бас майлау станциясының жетек қуаты, кВт	0,18
Салқындату сорғысының жетек қуаты, кВт	0,27
Кескіш ұстағыштың жетек қуаты, кВт	0,12
Станокта орнатылған электр қозғалтқыштарының жиынтық қуаты, кВт	0,37
Станоктың жалпы тұтынылатын қуаты, (ең үлкен), кВт	14,4
Машинаның өлшемі мен массасының көрсеткіштері	17
Станоктың габариттік өлшемдері, мм, артық емес: ұзындығы ені биіктігі	
Машинаның салмағы, кг, артық емес	3200 1600 2100

2.2 Технологиялық процесті талдау және басқарылатын электр жетегінің координаттарын таңдау

Машина түзу, сатылы және қисық Профильді Картридждегі және бөлшектердің орталықтарындағы айналмалы өңдеуге арналған. Станокта бағдарламаға сәйкес сыртқы бұрау, бұрғылау, бұрғылау, жіп жасауға болады. Шпиндельдің айналу жиілігі мен берілістерін реттеу диапазоны қарапайым қара және түсті металдардан да, легирленген болаттардан да бұйымдарды өңдеуге

мүмкіндік береді. Дайындаманы өңдеу чиптерді алып тастау арқылы жүзеге асырылады, нәтижесінде ол талап етілгенге жақын (өрескел өңдеу) немесе белгілі бір өлшем дәлдігі шегінде сәйкес келеді (әрлеу).

Бөлшектерді өңдеу процесі бірнеше кезеңнен тұрады. Басында негізгі қозғалыс жетегі (шпиндель) қосылады, ол қауіпсіз жұмыс жағдайында қажет. Осыдан кейін калибрді кесетін құралмен өңделетін бөлікке жедел жеткізу жүзеге асырылады. Әрі қарай, жұмыс ағынына көшу бар. Құралды өңделетін бөлікке кесу кезінде белгілі бір чип қабатын алып тастаумен бірге металды кесу процесі басталады. Кесу процесінің соңында штангенциркуль бөліктен жылдам қозғалыста бастапқы күйіне жіберіледі. Осыдан кейін негізгі қозғалыс жетегі тоқтайды. Өңдеу аяқталғаннан кейін бөлікті өзгертуге болады.

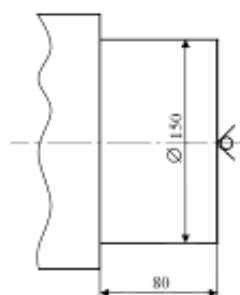
Токарлық станоктарда негізгі жетектер: негізгі жетек және беріліс жетектері (бойлық және көлденең). Чиптерді кескішпен алып тастау процесінде құралдың Кесу жиегіне белгілі бір бұрышта қолданылатын күш пайда болады, оны үш компонент түрінде ұсынуға болады.

$S_{ача}$ беру, яғни кескіштің қозғалысы өнімнің бір айналымына келеді. Шамасы t - кесу тереңдігі (өңделген және өңделген беттер арасындағы қашықтық).

Көлденең қоректендіру электр жетегінде кесу күші (моменті) үнемі реттеудің барлық диапазонында болады және бұл үйкеліс күштерінің үлкен компонентіне байланысты. Кесу процесінің оңтайлы ағымы басқару жүйесінен жылдамдықты реттеу мүмкіндігін талап етеді.

2.3 Қозғалтқышты қуат бойынша алдын ала таңдау

Машинаның негізгі қозғалтқышының қуатын есептеу үшін біз өңделген бөліктің материалы ретінде 45 Болатты таңдаймыз, өйткені Болаттың таңдалған маркасы осы машинада бөлшектерді жасау үшін көбірек қолданылады. Бөлікке арналған дайындама құю немесе штамптау арқылы алынды. Әрі қарай, біз өрескел және әрлеу параметрлерін есептейміз.



2.3-сурет- Өңделетін бөліктің эскизі өрескел өңдеу, параметрлер:

Кесу тереңдігі $t = 5$ мм; бетінің кедір-бұдырлығы $Rz 40$; өңдеу, параметрлер: кесу тереңдігі $t = 0.5$ мм; бетінің кедір - бұдырлығы $Ra 2.5$; кескіш кескіш геометриясы бар карбидті материалдан жасалған $\varphi = 90$ град

Шпиндельдің айналымына ұсынылатын ұсыныстар. Токарлық өңдеуге арналған технологиялық карталарға сәйкес: өрескел өңдеу үшін, $t = 5$ мм, $S = 0,5$ мм/айн, әрлеу үшін, $T = 0,5$ мм, $s = 0,3$ мм/айн мәнін таңдаңыз. Кесу жылдамдығы формула бойынша:

$$v_{рез} = v_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad (1)$$

$U_{табл} K_1 K_2 K_3$ K_1 -өңделетін материалға байланысты коэффициент, K_2 қатты қорытпаның беріктігі мен маркасынан, K_3 өңдеу түрінен. өрескел бұралу үшін.

Қара әрлеу үшін

$$v_{рез} = 90 \cdot 0,85 \cdot 0,25 \cdot 1 = 19,12 \frac{м}{мин}$$

Таза әрлеу үшін:

$$v_{рез} = 150 \cdot 0,75 \cdot 2,3 \cdot 1 = 260,75 \frac{м}{мин}$$

Өңдеуге дейінгі бетінің диаметрі:

$$d = d_{дет} + t \quad (1.1)$$

$$d_{черн} = 150,5 + 5 = 155,5 \text{ мм}$$

$$d_{чист} = 150 + 0,5 = 150,5 \text{ мм}$$

Бұрау кезіндегі сызықтық жылдамдық кесу жылдамдығына тең:

$$v_{рез} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (1.2)$$

Формуладан шпиндельдің айналу жиілігі

$$n = \frac{1000 \cdot v_{\text{рез}}}{\pi \cdot d} \quad (1.3)$$

Қара қайрау үшін:

$$n_{\text{черн}} = \frac{1000 \cdot 19,12}{3,14 \cdot 155,5} \text{ айн/мин}$$

Таза қайрау үшін:

$$n_{\text{чист}} = \frac{1000 \cdot 260,75}{3,14 \cdot 150,5} \text{ айн/мин}$$

Машина уақыты формула бойынша анықталады:

$$t_M = \frac{L_{p.x.}}{n \cdot s} \quad (1.4)$$

Мұндағы $L_{p.x.} = L_{\text{рез}} + y$ - жұмыс барысының ұзындығы, y -құралды кесу және кесу.

Қара қайрау үшін:

$$L_{p.x.} = 80 + 4 = 84 \text{ мм}$$

Таза қайрау үшін:

$$L_{p.x.1} = 200 + 3 = 203 \text{ мм}$$

Осы жерден машина жұмыс жасау уақыты анықтаймыз:

$$t_{\text{Мчерн}} = \frac{84}{38,91 \cdot 0,5} = 4,32 \text{ мин}$$

$$t_{\text{Мчист}} = \frac{83}{550,18 \cdot 0,3} = 0,503 \text{ мин,}$$

Электр жетегі жүйесінде әрекет ететін күштер мен сәттерді анықтаймыз. Біз оларды қозғалтқыш білігіне апарамыз. Электр жетегі жүйесінде әрекет ететін күштер мен моменттерді есептеу кезінде.

Кескіштің Күшін есептейміз:

$$F_z = F_{z\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (1.5)$$

мұндағы $F_{z\text{табл}}$ - кесу күші кестеде анықталған [3, т-5 картасы];

K_1 - өңделетін материалға тәуелді коэффициент;

K_2 -жылдамдық пен алдыңғы бұралу бұрышына тәуелді коэффициент.

Қара қайрау үшін:

$$F_z = 1500 \cdot 0,85 \cdot 1 = 1283\text{кг} = 12580 \text{ Н},$$

Таза қайрау үшін:

$$F_z = 190 \cdot 0,85 \cdot 1,5 = 242\text{кг} = 2420 \text{ Н},$$

Кескін күші:

$$P_z = \frac{F_z \cdot v_{\text{рез}}}{60 \cdot 1000} \quad (1.6)$$

Қара қайрау үшін:

$$P_{\text{черн}} = \frac{12580 \cdot 19,12}{60 \cdot 1000} = 3,98 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{чист}} = \frac{2390 \cdot 260,75}{60 \cdot 1000} = 10,35 \text{ кВт}$$

Шпиндельдің бұрыштық айналу жылдамдығы:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} \quad (1.7)$$

$$\omega_{\text{черн}} = \frac{3,14 \cdot 38,91}{30} = 4,07 \text{ рад/сек}$$

$$\omega_{\text{чист}} = \frac{3,14 \cdot 550,18}{30} = 57,58 \text{ рад/сек}$$

Моментты блай анықтаймыз:

$$M = \frac{P_z}{\omega} \quad (1.8)$$

$$M_{\text{черн}} = \frac{3,98 \cdot 10^3}{4,07} = 978,09 \text{ Н}\cdot\text{м},$$

$$M_{\text{чист}} = \frac{10,35 \cdot 10^3}{57,58} = 179,85 \text{ Н}\cdot\text{м},$$

Кесу қуатын кинематикалық тізбектің тиімділігіне бөлейік, тең қозғалтқыш білігіндегі қуат өрескел және әрлеу кезінде:

$$N = \frac{P}{\eta} \quad (1.9)$$

$$N_{\text{черн}} = \frac{3,98}{0,93} = 4,29 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{чист}} = \frac{10,35}{0,93} = 11,14 \text{ кВт}$$

Станоктың шпинделіндегі бос жүріс қуаты формула бойынша анықталады:

$$P_0 = \alpha \cdot P_{\text{max}} \quad (1.10)$$

Мұндағы α - тұрақты шығындар коэффициенті $\alpha=0.07$
 P_{max} -максималды кесу қуаты.

$$P_0 = 0,07 \cdot 11,14 = 300,32 \text{ Вт}$$

Бос жүріс моменті:

$$M_0 = \frac{30 \cdot P_0}{\pi \cdot n_0} \quad (1.11)$$

мұндағы n_0 -шпиндельдің номиналды айналу жиілігі (максимум).

$$M_0 = \frac{30 \cdot 300,32}{3,14 \cdot 550,18} = 5,22 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Біз қозғалтқыштың қуатын максималды сәтте есептейміз:

$$P_d = M \cdot \omega \quad (1.12)$$

$$P_d = 179,85 \cdot 57,58 = 10356 \text{ Вт}$$

Қозғалтқыштың қуаты мен айналу жиілігінің алынған мәндеріне сәйкес каталог бойынша параметрлері есептелгенге жақын Электр қозғалтқышын таңдаймыз.

Кесте - 2.3- МЗВР160 МLА қозғалтқышының төлқұжат деректері

Қозғалтқыш параметрлері	Мәндер
Номиналды қуаты рном, кВт	11
Синхронды айналу жиілігі, айн / мин	1500
Асинхронды айналу жиілігі, айн / мин	1466
Номиналды кернеу UОМ, В	400
Полюс жұптарының саны 2р	2
Қозғалтқыштың инерция моменті JДВ, кг·м ²	0,083

Қозғалтқыштың қуатын максималды сәтте есептеу:

Максималды моментіне қарап, қозғалтқыштың қуатын анықтаймыз

$$P_d = M \cdot \omega \quad (1.13)$$

$$P_d = 179,85 \cdot 57,58 = 10356 \text{ Нм}$$

Алынған қуаттың мәніне қарай Р_д және қозғалтқыштың айналу жиілігі ω , каталог бойынша біз электр қозғалтқышын таңдаймыз, параметрлері есептелгенге жақын.

Кесте -2.4- МЗВР160 МLА қозғалтқышының төлқұжат деректері қозғалтқыш параметрлері мәндер

Номиналды қуат РНОМ, кВт	11
Синхронды айналу жиілігі nНОМ, айн / мин	1500
Асинхронды айналу жиілігі, айн / мин	1466
Номиналды кернеу UНОМ, В	400
Полюс жұптарының саны 2р	2
Қозғалтқыштың инерция моменті JДВ, кг·м ²	0,083

Жетектің динамикалық параметрлерін есептеу қозғалтқыш білігіне келтірілген инерцияның жалпы моменті формула бойынша есептеледі.

Дискінің динамикалық параметрлерін есептеу.

Қозғалтқыш білігіне келтірілген инерцияның жалпы моменті 1.13 формула

бойынша есептеледі:

$$J = \delta \cdot J_{\partial} + \frac{J_M}{J^2} \quad (1.14)$$

мұндағы J_{∂} -қозғалтқыштың инерция моменті , кг*м²
 $\delta = (1,2 \div 1,5)$ редуктордың Инерция моменттерін ескеретін
коэффициент,
 J_M - механизмнің айналмалы бөліктерінің инерция моменті, кг*м²
J- механизмнің беріліс коэффициенті. $J_m=2,206$

Номиналды бұрыштық жылдамдық:

$$\omega_n = \frac{\pi \cdot n_n}{30} \quad (1.15)$$

$$\omega_n = \frac{3.14 \cdot 1466}{30} = 153 \text{ рад/с}$$

Номиналды момент:

$$M_n = \frac{P_n}{\omega_n} \quad (1.16)$$

$$M_n = \frac{11000}{153} = 71.69 \text{ Н*м}$$

Пусковой момент:

$$M_p = m_p \cdot M_n \quad (1.17)$$

$$M_p = 2.4 \cdot 71.69 = 172.05 \text{ Н*м}$$

Бос жүріс моменті:

$$M_{xx} = \alpha \cdot M_n \quad (1.18)$$

$$M_{xx} = 0.07 \cdot 71.69 = 5.02 \text{ Н*м}$$

Қозғалтқыштың есептелген бұрыштық жылдамдығы:

$$\omega_{\partial} = \omega_i \cdot i \quad (1.19)$$

$$\omega_{\text{черн}} = 4.04 \cdot 0.96 = 3.87 \text{ рад/с}$$

$$\omega_{\text{чист}} = 57,58 \cdot 0.96 = 55,28 \text{ рад/с}$$

Жылдамдық алу уақыты:

$$t_{\text{черн}} = j \frac{\omega_{\partial\text{черн}}}{M_p - M_{xx}} \quad (1.20)$$

$$t_{\text{черн}} = 2,206 \frac{3,18}{172,05 - 5,02} = 0,05 \text{ сек}$$

$$t_{\text{чист}} = 2,206 \frac{55,28}{172,05 - 5,02} = 0,73 \text{ сек}$$

Механизмді іске қосу сәті:

$$M'_p = M_p + M_{xx}$$

$$M^{\wedge}_{\text{чист}} = 172,05 + 5,02 = 177,07 \text{ Н*М}$$

Механизмнің тежелу моменті:

$$M'_T = M_{xx} - M_p \quad (1.21)$$

$$M'_T = 5.02 - 172.05 = -167.03 \text{ Н*М}$$

Қозғалтқыш білігіне келтірілген статикалық моменттер:

$$M'_{\text{cti}} = M_{\text{cti}} + M_{xx} \quad (1.22)$$

$$M'_{\text{CTчерн}} = 978,09 + 5,02 = 983,11 \text{ Н*М}$$

$$M'_{\text{CTчист}} = 179,85 + 5,02 = 184,87 \text{ Н*М}$$

Электр жетегінің динамикалық моменті:

$$M_{\partial} = J \frac{\partial \omega}{\partial t} = J \cdot \varepsilon_{\partial on} \quad (1.23)$$

мұндағы Едоп- электр жетегінің рұқсат етілген бұрыштық үдеуі, Рад / с²

$$\varepsilon_{доп} = \frac{a_{доп}}{\rho} \quad (1.24)$$

мұндағы Едоп=1÷1.5 16А20Ф3-станогі үшін

Р- ретінде анықталған аддукция радиусы:

$$\rho = \frac{v_{рез}}{\omega_{\partial}} \quad (1.25)$$

$$\rho_{черн} = \frac{19,12}{60 \cdot 3,87} = 0,082 \text{ м}$$

$$\rho_{чист} = \frac{260,75}{60 \cdot 55,28} = 0,078 \text{ м}$$

Осы жерден формула бойынша электр жетегінің рұқсат етілген бұрыштық үдеуін табамыз

$$\varepsilon_{доп.черн.} = \frac{1,5}{0,083} = 18,29 \text{ рад/с}$$

$$\varepsilon_{доп.чист.} = \frac{1,5}{0,078} = 19,30 \text{ рад/с}$$

Динамикалық моментты табамыз:

$$M_{\partial} = J \cdot \varepsilon_{доп} \quad (1.26)$$

$$M_{\partial черн} = 2,206 \cdot 18,27 = 40,30 \text{ Н*м}$$

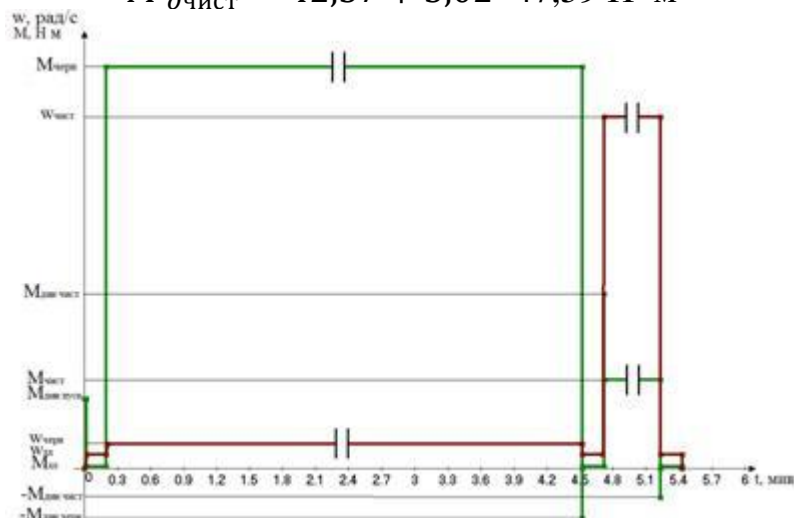
$$M_{\partial чист} = 2,206 \cdot 19,3 = 42,57 \text{ Н*м}$$

Қозғалтқыш білігіне келтірілген динамикалық моменттер:

$$M'_{\partial i} = M_{\partial i} + M_{xx} \quad (1.27)$$

$$M'_{\partial черн} = 40,30 + 5,02 = 45,32 \text{ Н*м}$$

$$M'_{\text{дчист}} = 42,57 + 5,02 = 47,59 \text{ Н*М}$$



2.4-сурет- Циклограмма $\omega=f(t)$ және жүктеме диаграммасы $M=f(t)$.

Салынған диаграммадан цикл уақыты, $t = 5.4$ мин жұмыс режимі (s3) көрінеді. Қайта-қысқа жұмыс режимі S3 - бірдей жұмыс циклдарының тізбегі, олардың әрқайсысы тұрақты жүктеме кезінде жұмыс уақытын қамтиды, ол үшін машина тұрақты температураға дейін қызбайды және машина қоршаған орта температурасына дейін салқындатылмайтын тұрақ уақыты.

2.4 Таңдалған электр қозғалтқышын қыздыру және шамадан тыс жүктеу қабілетін тексеру

Негізгі жетектің қозғалтқышын қыздыру арқылы тексеру үшін эквивалентті момент әдісін қолданамыз. Есептеу үшін біз жүктеме диаграммасын қолданамыз, дискінің жұмыс циклі үшін жылудың баламалы сәтін табамыз. Цикл бөлшекті өрескел және әрлеуді құрайды. Қозғалтқыштың қалыпты жылу күйі үшін эквивалентті момент қозғалтқыштың номиналды моментінен аспауы керек. Қозғалтқышты оның электр орамаларын жылытуға тексеру мына шарт бойынша орындалады: ту $M_{\text{ЭКВ}}$;

мұндағы $M_{\text{ЭКВ}}$ - қозғалтқыштың бүкіл цикліндегі қозғалтқыштың эквивалентті немесе орташа квадраттық моменті;

Шартты тексеру үшін біз $M_{\text{ЭКВ}}$ табамыз:

$$M_{\text{ЭКВ}} = \frac{\sum M_j^2 \cdot t_j}{T_{\text{ц}}} \quad (1.28)$$

$$M_{\text{экв}} = \frac{5,22 \cdot 12 + 30,61^2 \cdot 260 + 5,22^2 \cdot 12 + 224,8^2 \cdot 30,5 + 5,22^2 \cdot 12}{327} = 59,6$$

$$71,69 \text{ Н} \cdot \text{м} \geq 59,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Тексеру шарты орындалады, сондықтан таңдалған қозғалтқыш жылытуға жарамды.

2.5 Жиілік түрлендіргішін таңдау

Техникалық сипаттамалары мен қолданыстағы немесе жобаланған технологиялық автоматика құрылымына интеграциялау мүмкіндіктерімен ерекшеленетін жиілік түрлендіргіштерінің кең ауқымы бар. Сондықтан, белгілі бір жабдыққа жиілік түрлендіргішін сатып алу және орнату туралы сөз болғанда, бастапқы деректерді жинап, жиілік түрлендіргішінің моделін таңдау туралы шешім қабылдау қажет.

Жиілік түрлендіргіші ретінде біз АВВ АСS850 таңдаймыз. АСS850 сериялы жиілік түрлендіргішінің негізгі элементі-айналу моментін тікелей реттеуді (DTC) жүзеге асыратын асинхронды қозғалтқышты басқару жүйесі. DTC қозғалтқышын басқару алгоритмі шпиндельдің айналу жиілігін және қозғалтқыш білігіндегі моментті сақтаудың жоғары дәлдігін қамтамасыз етеді, осылайша кесу дәлдігі бойынша барлық талаптарды орындауға мүмкіндік береді. Реттеудің жабық тізбегін ұйымдастыру үшін біз кодерді таңдап, қосамыз, жиілік түрлендіргішімен жұмысты үйлестіру үшін кері байланыс модулін орнатамыз.

АСS850 стандартты бағдарламалық басқаруды пайдалану негізгі жетектің шпиндель басының жылдамдығын ауыстырмай жұмыс істеуін қамтамасыз етеді.



2.5-сурет- Жиілік түрлендіргішінің жетек Модулінің негізгі схемасы.

Мүмкіндіктердің кең ауқымы жетекті, қозғалтқышты және технологиялық процесті қорғауды қамтамасыз етеді. Жиілік түрлендіргішінің қорғаныс функциялары:

- қозғалтқыштың термиялық қорғанысы;
- қозғалтқыш фазасының үзілуі;
- Қозғалтқышты төмен жүктемеден қорғау
- Жерге тұйықталудан қорғау
- Критикалық жиіліктерді құлыптау
- Қозғалтқышты аударудан қорғау
- Реттелетін қуат шектері
- Басқару сигналдарын басқару
- Ток пен моменттің шекті мәндері
- Сыртқы ақаулық
- Басқару панелімен байланыстың жоғалуы
- Шамадан тыс жүктеме
- Ағымдағы қуат шектері
- Қысқа тұйықталу.

ABB ACS850-04-030A-5 жиілік түрлендіргішін таңдаңыз. Жиілік түрлендіргішінің төлқұжат деректері 1.3-кестеде келтірілген.

Кесте – 2.5 - ACS850-04-030A-5 жиілік түрлендіргіші

Номиналды Шығыс тогы, I _{max} - 30 А
Максималды Шығыс тогы -36А
Номиналды қуаты, кВт - 15
Ауыр іске қосу кезіндегі қуат, кВт - 11
Ауыр іске қосу тогы, А-24
ПӘК, % - 0,97
Шығын қуаты, Вт - 375
Тежегіш резисторының кедергісі, Ом - 20
Суық ауа, - 142
Стандартты өлшем - С
Массасы, кг – 16

Таңдалған жиілік түрлендіргіші машинаның негізгі жетегінің сенімді жұмысын қамтамасыз етеді және жылдамдықты ауыстырмай шпиндельдің барлық қажетті моменттерін сақтайды.

2.6 Қорғаныс жабдықтарын таңдау

Жабдықты шамадан тыс жүктемеден және қысқа тұйықталудан, сондай-ақ кернеудің жол берілмейтін төмендеуінен қорғау үшін біз қажетті сипаттамалары бар Siemens Автоматты ажыратқышын таңдаймыз.

Таңдалған ажыратқыштың төлқұжат деректері 1.4-кестеде келтірілген.

Кесте-2.6- Автоматты ажыратқыш

Автоматты ажыратқыш	3RV10 31_4FA10
Номиналды ток I _n , А	40
Жұмыс кернеуі U _{ном} , В	400
Шамадан тыс жүктеме жылу ажыратқыштарының орнату диапазоны, А	28... 40
Номиналды желілік ток жиілігі, Гц	50
Массасы, кг	0,96

Желілік дроссель электромагниттік үйлесімділік пен электр қуатын үнемдеуді қамтамасыз етеді. Орындалатын функциялар: тұтынушыларды іске қосу және өшіру кезінде кернеудің жоғарылауын азайтады. Осы қасиеттерден басқа,

кіріс дроссель токтың пішініне оң әсер етеді және оны синусоидаға жақындатады. Осылайша, жүктеме кедергісінің төмендеуіне қол жеткізіледі.

Желілік дроссель апаттар кезінде токтың өсу жылдамдығын төмендетеді, соның арқасында Қорғаныс машинасы жұмыс істей алады.

Кесте-2.7- Желілік дроссель

Желілік дроссель	INV4-0150
Қуат, кВт	15
Ток, А	32
Индуктивтілігі, мГн	0,98
Жоғалтуы, Вт	45
Массасы, кг	15

EMC кіріс сүзгілері сыртқы жабдықты кернеудің жоғарылауынан қорғау, максималды ток пен гармониканы шектеу және жүктеме кедергісін азайту үшін электр желісі мен жиілік түрлендіргіші арасында орнатылады.



2.6-сурет- Тізбектегі желілік сүзгінің орналасу схемасы.

Таңдалған желі сүзгісінің төлқұжат деректері 1.7-кестеде келтірілген.

Кесте-2.8- желілік фильтр

Желілік фильтр EMC	FE-T050 - FS-2
Номиналды қуат Pн, кВт	15
Жұмыс кернеуі Uном, В	400
Номиналды ток, А	50
Номиналды ток жоғалтуы, мА	0,5
Максималды ток жоғалтуы, мА	27
Номиналды желілік ток жиілігі, Гц	50
Салмағы, кг	3,2

Біз сондай-ақ 40А дейінгі токқа КМН жалпы өнеркәсіптік стартерін таңдаймыз. ол 400В кернеудегі қысқа тұйықталған роторы бар асинхронды электр

қозғалтқышын іске қосуға, тоқтатуға және кері қайтаруға, сондай-ақ қозғалтқышты қашықтан басқаруға арналған.

Магниттік стартердің паспорттық деректері 1.7-кестеде келтірілген.

Кесте-2.9- Магниттік Стартер

Магниттік Стартер	КМН-34012
Номиналды жұмыс кернеуі, un, В	400
Номиналды ток, А	40
Максималды қысқа мерзімді жүктеме, А	720
Қысқа тұйықталудың номиналды шартты тогы, А	3000
Басқару катушкасының номиналды кернеуі, В	220
Коммутациялық тозуға төзімділік, циклдар	1 600 000

2.7 Ротордың орналасу сенсоры

Энкодер-айналмалы біліктің айналу бұрышын оның айналу бұрышын анықтауға болатын электр кодына түрлендіруге қабілетті құрылғы. Жаңартылатын машинаның қажетті дәлдігін қамтамасыз ету және шпиндельдің айналу жылдамдығын дәл анықтау үшін біз Siemens абсолютті, оптикалық кодтаушысын таңдаймыз. Бұл кодтаушының жұмыс принципі Жарық диодтарынан жарықты басқаруға негізделген, оған жапсырмалары бар диск арқылы өтеді. Кодерлердің бұл түрі біліктің орналасуына сәйкес келетін шығыс импульсін құрайды, егер білік иммобилизацияланған болса, Шығыс импульсі болмайды. Таңдалған кодердің дәлдігі-1024 импульс / айналым, бұл машинаның негізгі жетегінің айналу жылдамдығын анықтау және анықтау үшін қажетті деректерді толық қамтамасыз етеді. Бұл кодер бөлшектерді өңдеу кезінде жұмыстың сенімділігін қамтамасыз етеді және қажетті өнімдерді автоматты режимде өндіру жылдамдығын арттыруға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, кодердің дұрыс жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін FEN-01 жиілік түрлендіргішіне қосымша қосылу модулі таңдалды.

Бұл модуль таңдалған кодердің барлық қажетті параметрлерін қамтамасыз етеді. Кодердің паспорттық деректері 1.9-кестеде келтірілген.

Кесте-2.10- Энкодер

Энкодер 1XP8001-1
Қуат кернеуі: +10В
Максималды жүктеме тогы Максимум 100 мА
Дәлдік (импульстар / айналым)1024
Жиілік диапазоны 0,8 мс-тен, 160 кГц-ке дейін
Максималды жылдамдық 9000 айн / минут
Сақтау температурасы -20...+80 градусов
Қорғаныс өнімділігі IP 66
Максималды радиалды консоль жүктемесі 60 N

3 Автоматтандырылған электр жетегінің динамикалық және статикалық сипаттамаларын есептеу және талдау

3.1 Автоматтандырылған электр жетегінің математикалық моделін жасау

Кездейсоқ ω_k жылдамдықпен айналатын ортогональды координаттар жүйесіндегі асинхронды қозғалтқыштың математикалық моделі келесідей:

$$\left\{ \begin{array}{l} U_s = R_s I_s + \frac{d\psi_s}{dt} + j\omega_k \psi_s \\ U_r = R_r I_r + \frac{d\psi_r}{dt} + j(\omega_k \psi_s) \psi_r \\ \psi_s = X_s I_s + X_m I_r \\ \psi_r = X_m I_s + X_r I_r \\ M = \frac{3}{2} Z_p \frac{X_m}{X_r} (\psi_i \times X_k) \\ T_m \frac{dv}{dt} = m - m_H \end{array} \right. \quad (1.29)$$

Қысқа тұйықталған роторлы асинхронды машинаның (АКЗ) схемасы, егер ротордың орамалары қысқа тұйықталса, жалпыланған Схемадан алынады. Бұл жағдайда жалпы теңдеулерге мыналарды қою керек $\overline{U}_R = 0$

$$\left\{ \begin{array}{l} \overline{U}_s = R_s \overline{I}_s + \frac{d\overline{\psi}_s}{dt} + j\omega_k \overline{\psi}_s, \\ 0 = R_r \overline{I}_r + \frac{d\overline{\psi}_r}{dt} + j(\omega_k - \omega) \overline{\psi}_r, \\ \overline{\psi}_s = X_s \overline{I}_s + X_m \overline{I}_r, \\ \overline{\psi}_r = X_m \overline{I}_s + X_r \overline{I}_r, \\ M = \frac{3}{2} Z_p \frac{X_m}{X_r} (\overline{\psi}_i \times \overline{I}_k), \\ \overline{T}_m \frac{dv}{dt} = m - m_H \end{array} \right. \quad (1.30)$$

Динамикалық жүйелерде машинадағы өтпелі электромагниттік процестер ескерілуі керек. Бұл жағдайда машинаны сипаттайтын айнымалылар жұбы ретінде статор тогының және ротордың ағынының кеңістіктік векторлары қалады

$$\begin{cases} \bar{u}_s = r_s \bar{i}_s + x_s \frac{d\bar{i}_s}{dt} + j\alpha x_s \bar{i}_s - \frac{k_R}{T_R} \bar{\psi}_R + jk_R \rho v \bar{\psi}_R, \\ 0 = -k_R r_R \bar{i}_s + \frac{1}{T_R} \bar{\psi}_R + \frac{d\bar{\psi}_r}{dt} + j(\alpha_k - \rho v) \bar{\psi}_R, \\ m = \frac{3}{2} z_p \frac{x_m}{x_r} (\bar{\psi}_i \times \bar{i}_k), \\ \bar{T}_m \frac{dv}{dt} = m - m_H \end{cases} \quad (1.31)$$

1.30 теңдеуінде өлшемсіз коэффициенттер r, X_s, K_x, T_x болып табылады

3.2 Қозғалтқыш параметрлерін есептеу

Қозғалтқыштың номиналды жылдамдығы:

$$\omega_n = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_n}{60} \quad (1.32)$$

$$\omega_n = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1466}{60} = 153,44 \text{ c}^{-1}$$

Номиналды сырғанау:

$$s_n = \frac{n_s - n_n}{n_s} \quad (1.33)$$

$$s_n = \frac{1500 - 1466}{1500} = 0,023.$$

Тұтынылатын белсенді қуат:

$$p_1 = m_1 \cdot U_1 \cdot I_n \cdot \cos \varphi \quad (1.34)$$

$$p_1 = 3 \cdot 230,94 \cdot 21 \cdot 0,83 = 12075 \text{ Вт}$$

Номиналды режимдегі электромагниттік қуат:

$$P_{\text{ЭМ}} = \frac{M_n \cdot \omega_1}{p} \quad (1.35)$$

$$P_{\text{ЭМ}} = \frac{71.69 \cdot 314}{2} = 1.126 \cdot 10^4 \text{ Вт}$$

$$P_s = P_1 - P_{\text{ЭМ}} \quad (1.35)$$

$$P_s = 12075 - 1.126 \cdot 10^4 = 820.74 \text{ Вт}$$

$$R_1 = \frac{U_1 \cdot I_n \cos \varphi - \frac{M_n \cdot \omega_1}{m_1 \cdot p}}{I_n^2} \quad (1.37)$$

$$R_1 = \frac{230.94 \cdot 21 \cdot 0.83 - \frac{71.68 \cdot 314}{3 \cdot 2}}{21^2} = 0.62 \text{ Ом}$$

мұндағы $m_1=3$ - фазалар саны

Ротордың белсенді кедергісі:

$$R'_2 = \frac{m_1 \cdot p \cdot U_1^2 \cdot s_n}{\omega_1 \cdot M_n} \quad (1.38)$$

$$R'_2 = \frac{3 \cdot 2 \cdot 230.94^2 \cdot 0.023}{314 \cdot 71.69} = 0.322 \text{ Ом}$$

Клосс формуласы бойынша қан қысымының статикалық механикалық сипаттамасы:

$$M_p = \frac{2 \cdot M_k \cdot (1 + a \cdot s_k)}{\frac{1}{S_k} + \frac{S_k}{1} + 2 \cdot a \cdot S_k} \quad (1.39)$$

$$M_n = \frac{2 \cdot M_k \cdot (1 + a \cdot s_k)}{\frac{S_n}{S_k} + \frac{S_k}{S_n} + 2 \cdot a \cdot S_k} \quad (1.40)$$

$$Find(a, s_k) = \begin{pmatrix} 7,014 \\ 0,328 \end{pmatrix};$$

$$a = 7,014$$

$$s_k = 0,328$$

$$M_{(x)} = \frac{2 \cdot M_k \cdot (1 + a \cdot s_k)}{\frac{x}{s_k} + \frac{s_k}{x} + 2 \cdot a \cdot s_k} \quad (1.41)$$

$$x := 0.0001, 0.001.. 1$$

$$M_{(s_n)} = 71,69;$$

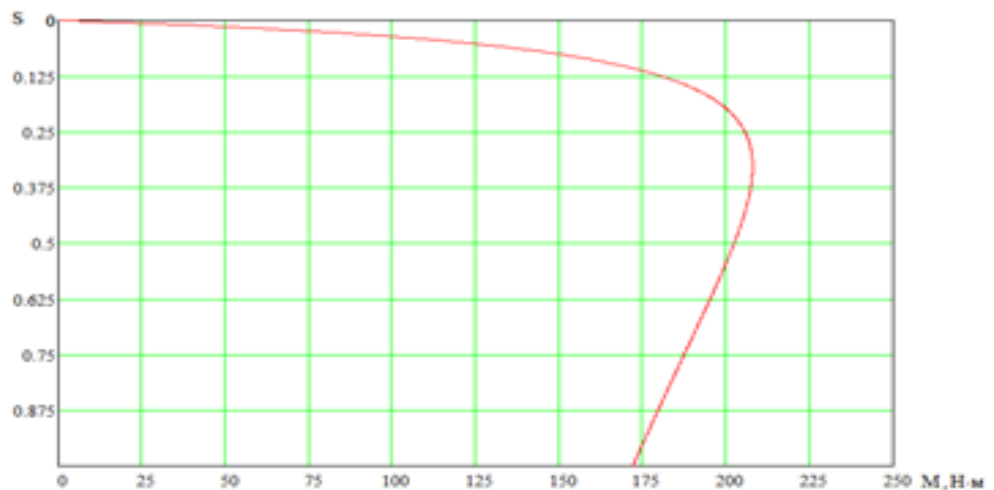
$$M(1) = 172,05;$$

$$M_{(s_k)} = 207,89;$$

$$M_n = 71,69;$$

$$M_p = 172,05;$$

$$M_k = 207,89;$$



3.1-сурет- Асинхронды қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы

индуктивті қысқа тұйықталу кедергісі:

$$s_k = \frac{c_1 \cdot R'_2}{\sqrt{R'_2{}^2 + x_k^2}} \quad (1.42)$$

$$x_k^2 = \sqrt{\frac{(c_1 \cdot R'_2)^2}{s_k^2}} \quad (1.43)$$

$$x_k^2 = \sqrt{\frac{(1,02 \cdot 0,322)^2}{0,328^2}} = 0,948 \text{ Ом}$$

Статор мен ротордың шашырау ағындарының кедергісі:

$$x_1 = x'_2 = \frac{x_k}{2} \quad (1.44)$$

$$x_1 = x'_2 = \frac{0,948}{2} = 0,474 \text{ Ом}$$

Статор мен ротордың шашырау индуктивтілігі:

$$L_{x1} = L_{x'_2} = \frac{x_1}{2 \cdot \pi \cdot f_n} \quad (1.45)$$

$$L_{x1} = L_{x'_2} = \frac{0,474}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} = 1,51 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$$

Магниттеу тізбегінің кедергісі:

$$b_{s_n} = \frac{x_k}{c_1 \cdot \left[\left(R_1 + \frac{c_1 \cdot R'_2}{s_n} \right)^2 + x_k^2 \right]} \quad (1.46)$$

$$b_{s_n} = \frac{0,948}{1,02 \cdot \left[\left(0,62 + \frac{1,02 \cdot 0,322}{0,023} \right)^2 + 0,948^2 \right]} = 4,051 \cdot 10^{-3} \text{ См}$$

$$x_{\mu} = \frac{1}{\frac{I_n \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \varphi}}{U_1} - b_{sn}} - x_1 \quad (1.47)$$

$$x_{\mu} = \frac{1}{\frac{21 \cdot \sqrt{1 - 0,83^2}}{230,94} - 4,051 \cdot 10^{-3}} - 0,474 = 20,954 \text{ Ом}$$

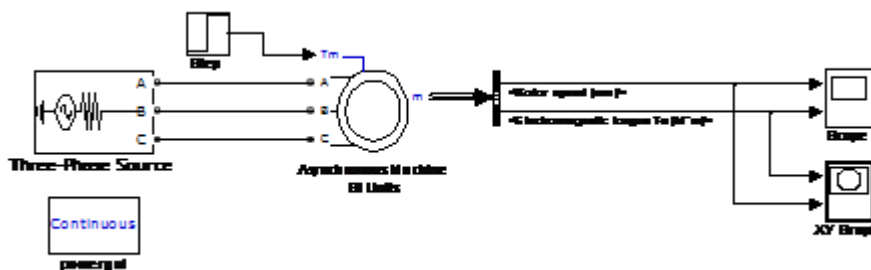
Магниттеу тізбегінің индуктивті кедергісі:

$$L_m = \frac{x_{\mu}}{2 \cdot \pi \cdot f_n} \quad (1.48)$$

$$L_m = \frac{20,954}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} = 0,067 \text{ Гн}$$

3.3 Электр қозғалтқышының жүктемесін желіден іске қосу және сызу кезінде момент пен жылдамдық бойынша өтпелі процестерді құру

Біз есептелген деректерді қысқа тұйықталған роторы бар асинхронды қозғалтқыш моделіне енгіземіз және модельдейміз.



3.2-сурет- Тікелей іске қосылатын тозақ моделі

Бұл модельде үш фазалық көз блогы бар, ол кернеуі 400 В және желінің жиілігі 50 Гц болатын қуат көзі болып табылады. Asynchronous Machine блогы таңдалған асинхронды қозғалтқыштың жұмысын модельдейді, біз бұрын есептелген қуат, статор кедергісі, ротор мәндерін енгіземіз, сонымен қатар барлық индуктивтілік мәндерін блок маскасына енгіземіз. Step белгілі бір уақытта қажетті жүктемені жеткізуді қамтамасыз етеді, модельдеу нәтижесі scope асцилографында көрсетіледі.

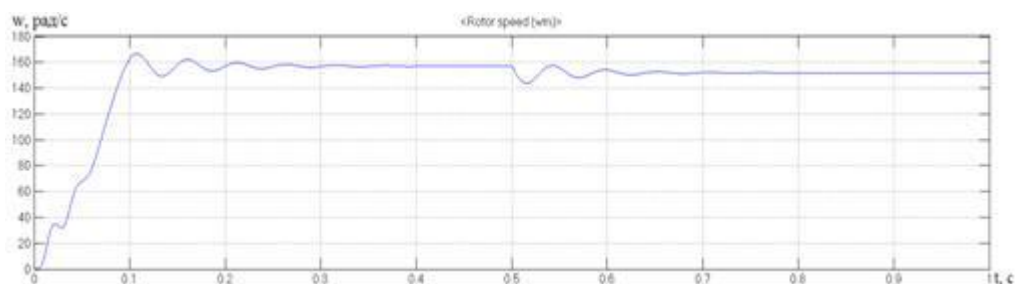
Asynchronous Machine (mask) (link)

Implements a three-phase asynchronous machine (wound rotor or squirrel cage) modeled in a selectable dq reference frame (rotor, stator, or synchronous). Stator and rotor windings are connected in wye to an internal neutral point.

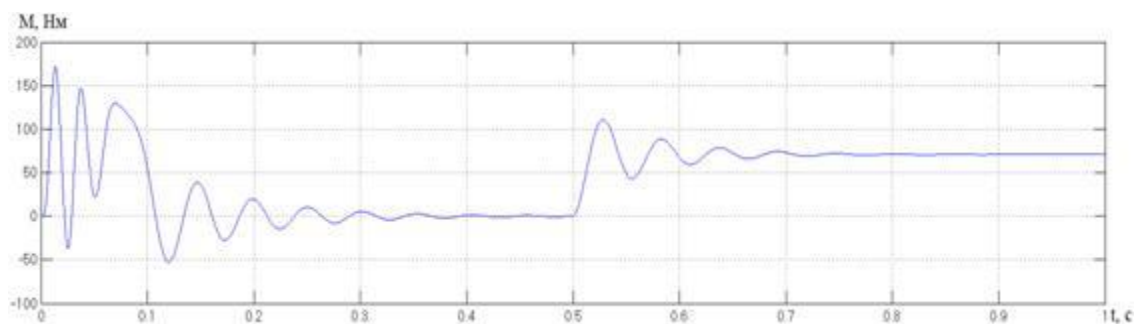
Configuration	Parameters	Advanced
Nominal power, voltage (line-line), and frequency [Pn(VA), Vn(Vrms), fn(Hz)]:		
[13253, 400, 50]		
Stator resistance and inductance[Rs(ohm) Ls(H)]:		
[0.616 0.00261]		
Rotor resistance and inductance [Rr'(ohm) Lr'(H)]:		
[0.282 0.00266]		
Mutual inductance Lm (H):		
0.074		
Inertia, friction factor and pole pairs [J(kg.m^2) F(N.m.s) p()]:		
[0.083 0 2]		
Initial conditions		
[1 0 0 0 0 0]		

3.3-сурет- Асинхронды қозғалтқыш параметрлері

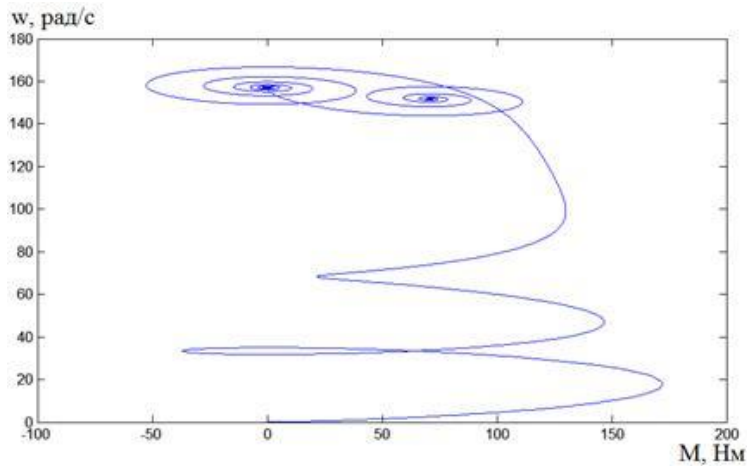
Үдеткіштен кейін таңдалған қозғалтқыштың сипаттамаларын анықтау үшін жүктемені беріңіз. Алынған графиктер төменде келтірілген



3.4-сурет- Желіден ақ іске қосу және жүктемені беру кезіндегі жылдамдық бойынша өтпелі процестер



3.5-сурет- Желіден ақ іске қосу және жүктемені беру кезіндегі өтпелі процестер

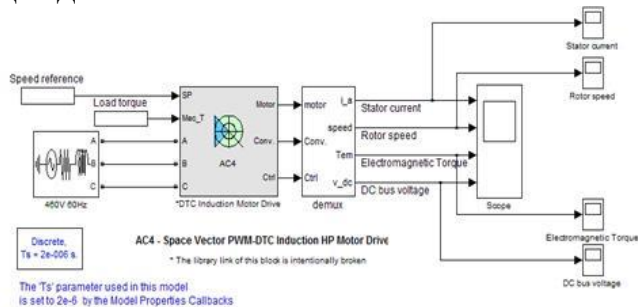


3.6-сурет- Электр қозғалтқышының динамикалық сипаттамасы

Алынған графиктер қозғалтқыштың дұрыс анықталғанын растайды, өйткені графиктердегі барлық шамалар күтіледі. Қозғалтқыш номиналды жылдамдыққа шығады, оның мәні 1.35 формуласы бойынша есептеледі. Сондай-ақ, графиктерден қан қысымының барлық сәттері жоғарыда есептелген мәліметтерге сәйкес келетінін көруге болады.

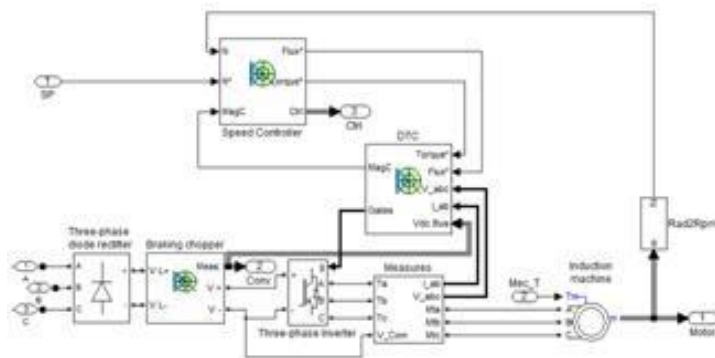
3.4 Кеңістіктік-векторлық ШИМ және DTC орау машинасының асинхронды электр жетегі моделі

Кеңістіктік векторлық ШИМ және DTC бар токарлық станоктың асинхронды электр жетегінің моделі суретте көрсетілген- 3.7 Speed reference (жылдамдық тапсырмасы) және load torque (жүктеме моменті) блоктарында матрицалық түрде жылдамдық пен статикалық момент тапсырмасы сәйкесінше берілген. PWM және DTC кеңістіктік-векторлық PWM бар PF-ADC жүйесі өте төмен жылдамдықта дәл бақылауды қамтамасыз ете алады, бұл машинаның жіптерді тарту режимдерінде жұмыс істеуі кезінде маңызды.

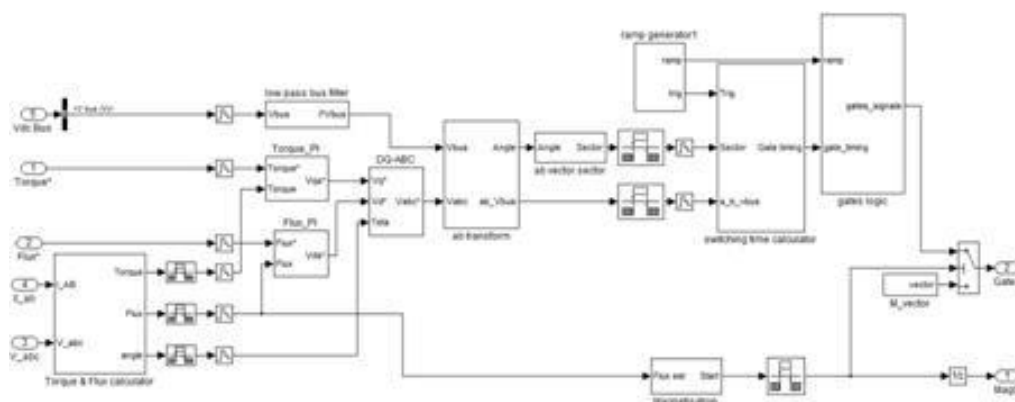


3.7-сурет- Кеңістіктік-векторлық ШИМ және DTC бар асинхронды электр жетегінің моделі

DTC басқару жүйесінің моделі Simulink ортасында ұсынылған. Бұл схемаға біз бұрын таңдалған m3vt асинхронды қозғалтқышының сипаттамаларын, сондай-ақ желінің қажетті параметрлерін және реттегіштің есептік мәндерін енгіземіз.



3.8-сурет- DTC Induction Motor Drive ішкі жүйесі



3.9-сурет- DTS ядросының ішкі жүйесі

Біз бұрын есептелген барлық параметрлерді DTC блогының маскасына енгіземіз:

DTFC (mask)
This block implements a direct torque and flux control (DTC) unit.

Parameters

Stator phase resistance (ohms)
0.62

Initial machine flux (Wb)
0.8

Motor pairs of poles
2

DC bus voltage measurement - low-pass filter cutoff frequency (Hz)
50

Torque controller - proportional gain
22.06

Torque controller - integral gain
314

Flux controller - proportional gain
2500

Flux controller - integral gain
1250

SVM switching frequency (Hz)
14000

DTFC sampling time (s)
20e-6

3.10-сурет- DTC функционалды блогының параметрлері

Speed controller (mask)
This block implements a PI speed regulator.

Parameters

Regulation type

Base speed (rpm)
1466

Speed reference ramp (rpm/s) [deceleration,acceleration]
[-1560, 1560]

Proportional gain
40.67

Integral gain
628

Speed measurement - low-pass filter cutoff frequency (Hz)
100

Controller output torque saturation (N.m) [negative,positive]
[-220, 220]

Motor pairs of poles
2

Machine nominal flux (Wb)
0.8

Controller sampling time (s)
140e-6

3.11-сурет- Speed controller функционалды блогының параметрлері

Configuration	Parameters	Advanced
Nominal power, voltage (line-line), and frequency [Pn(VA),Vn(Vrms),fn(Hz)]:		
[13253, 400, 50]		
Stator resistance and inductance[Rs(ohm) Lls(H)]:		
[0.62, 1.51e-3]		
Rotor resistance and inductance [Rr'(ohm) Llr'(H)]:		
[0.322, 1.51e-3]		
Mutual inductance Lm (H):		
0.067		
Inertia, friction factor and pole pairs [J(kg.m^2) F(N.m.s) p()]:		
[0.083, 0.08, 2]		
Initial conditions		
[1,0,0,0,0,0,0]		
<input type="checkbox"/> Simulate saturation		
Saturation Parameters [i1,i2,... (Arms) ; v1,v2,...(VrmsLL)]		
[0 0;0 0]		

3.12-сурет- Asynchronous Machine параметрлері қойындысы DTC Induction motor drive ішкі жүйесінің терезелері

Parameters
Chopper activation voltage (V)
700
Chopper shutdown voltage (V)
660
Braking chopper frequency (Hz)
4000
DC bus capacitance (F)
0.000679
Braking resistance (ohms)
44.545

3.13-сурет- Үш фазалы қуат көзінің параметрлері терезесі

Parameters
Time (s):
[0 0.2 3.4 3.6 7 7.2]
Amplitude:
[0 40 40 1600 1600 0]

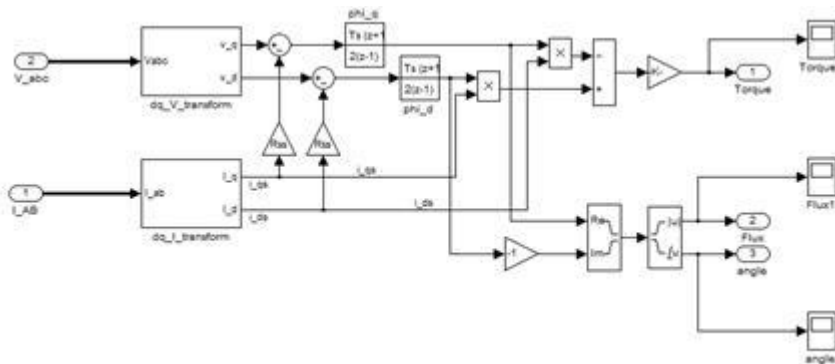
3.14-сурет- Speed reference блок терезесі (жылдамдық тапсырмасы)

Parameters

Time (s):

Amplitude:

3.15-сурет- Load torque блок терезесі (жүктеме моменті)



3.16-сурет- Torque & Flux calculator ішкі жүйесі (момент және ағындық есептегіш)

Модельдеудің жұмыс уақыты 9 секундқа тең, бұл 16k20 станогындағы стандартты бөліктің өңдеу уақытына сәйкес келеді. Қозғалтқыш пен жетектің негізгі шамадан тыс жүктемелері бөлшекті өрескел және әрлеу режимдерінде болатындықтан, модельдеу машинаның екі жұмыс режимінде жүреді. Бірінші бөлімде өрескел өңдеу жүреді, екіншісінде әрлеу жүргізіледі.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жоба түрінде орындалған бітіру біліктілік жұмысында моментті тікелей басқара отырып, ӨЖЖ-АДК жүйесі бойынша токарлық-бұрандалы кескіш станоктың негізгі қозғалысының автоматтандырылған электр жетегін жаңғырту жобасы әзірленді. Бұл жаңғырту бөлшектерді тарту жұмысын автоматтандыруға және жеделдетуге мүмкіндік береді, станоктың негізгі жетегінің тегіс және дәл жұмысын қамтамасыз етеді. Редуктордың жылдамдығын азайту тарту процесін жеңілдетеді, осылайша токардың жұмысын жеңілдетеді және машинаның сенімділігін арттырады. Даму барысында ABB m3vr - 160 MLA қысқа тұйықталған роторы бар асинхронды қозғалтқыш, сондай-ақ ACS850-04-030A-5 жиілік түрлендіргіші таңдалды. кеңістіктік-векторлық PWM және DTC бар PF-ADC жүйесінің виртуалды моделін құру MATLAB пакетінде кеңістіктік-векторлық PWM DTC бар PF - ADC жүйесінің виртуалды моделі құрастырылған және реттегіштің барлық параметрлері есептелген.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Герман-Галкин С.Г., Карданов Г.А. Электрические машины: Лабораторные работы на ПК. - СПб.: КОРОНА принт, 2003. - 256 с.
- 2 Оглоблин А.Н. Основы токарного дела. Изд. 3е, перераб. Под ред. Проф. Г.А. Глазова. Л.: Машиностроение. 2001. -328 с. . Руководство по эксплуатации токарно-винторезного станка 16К20. - М.: НИИ по машиностроению, 2005. - 67 с.
- 3 Елисеев В.А., Шинянский А.В. Справочник по автоматизирован-ному электроприводу. - М.: Энергоатомиздат, 2003. - 616 с. . Сыромятников И.А. Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей - 4-ое изд. - М.: Энергоатомиздат, 2006. - 240 с.
4. Ключев В.И.- Теория электропривода. - М.: Энергоатомиздат, 2002. 704 с
5. Шеховцов В.П. Расчет и проектирование систем электроснабжения - 2004. - 214 с. 8.
6. Молодых А.В. - Электроснабжение промышленных предприятий. Методические указания по выполнению домашнего задания. Ст Оскол. СТИ МИСиС, 2006. - 48 с. 9.
7. Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин.: Учеб. для вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2001. - 327 с. 10.
8. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. А.А. Панов и др.; Под общ. Ред. А.А. Панова. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 2004. - 784 с. .
9. Корытин А.М.- Петров Н.К., Радимов С.Н. - Автоматизация типовых технологических процессов и установок: Учебник для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп: Энергоатомиздат, 2008. - 432 с.
10. Ривин Е.И.- Динамика привода станков / Е.И. Ривин. - М.: Машиностроение, 2006. - 83 с.
11. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение: Учебник для машиностр. вузов - 2-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение. 2006. - 493 с. <http://www.abb.ru> 15. <http://www.psbprivod.ru/catalog/products>
12. СТ КазННТУ – 09 – 2023, Работы учебные, общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала. Алматы КазННТУ, 2023.

Аринов Назар Маратұлы

6B07101 - Энергетика

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

"Автоматтандырылған электр жетегі жүйелеріндегі позициялау дәлдігі мен тұрақтылығын жақсарту әдістерін зерттеу" дипломдық жұмысына

Осы дипломдық жұмыста студент Аринов Назар, Дипломдық жұмыста зерттеу құрылымы таңдалып, оны зерттеу барысында оған қосалқы құрылғылары алып оның дәлдігі мен позициалану әдістерін жақсарту қарастырылған. Автоматтандырылған электр жетегінің динамикалық және статикалық сипаттамаларын есептеу және талдау жасалынған

Арнайы бөлімде теориялық негізде электрожетегі не ескені қарастырылып, токарлік бұрандалы станогі таңдалып оның электрожетегін жақсарту мәселелері қарастырылып, есептемелер жүргізілген болатын.

Дипломдық жұмыс бір басты бөлімнен және бір арнайы бөлімнен тұрады тұрады, олар автоматтандырылған электр жетегі жүйелеріндегі позициялау дәлдігі мен тұрақтылығын жақсарту әдістерін зерттеу, сонымен қоса қорытынды және қолданылған әдебиеттер тізімі келтірілген.


Қорытынды мен ұсыныстардың айғақтылығы және нақтылығы бойынша дипломдық жобадағы алдына қойылған мәселені шешу дәрежесі жоғары, зерттеу толығымен аяқталған.

Диплом жазушы Аринов Назар теориялық дайындығын жеткілікті көрсетті, практикамен ұштастыра білді, алдына қойылған тапсырмаларды өздігінен шешіп, жұмысты өте жақсы меңгерді.

Дипломдық жұмыс қойылатын талаптарға сәйкес келеді және мемлекеттік аттестациялық комиссияның отырысында қорғауға жіберіледі. Ал, түлек Аринов Назар «Энергетика» мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесіне лайықты және дипломдық жұмысын В- «жақсы» 75 баллмен бағалаймын.

Ғылыми жетекші

магистр, аға оқытушы

 Ә.О.Бердібеков
(қолы)

« 12 » 06 2024 ж.

Тақырыбы: «Автоматтандырылған электр жетегі жүйелеріндегі позициялау дәлдігі мен тұрақтылығын жақсарту әдістерін зерттеу»

6В07101 – Энергетика
(шифр және мамандық атауы)

Аринов Назар Маратұлы
(Студенттің аты-жөні)

Дипломдық жұмысына
(жұмыс түрінің атауы)

СЫН ПІКІР

Дипломдық жұмыста зерттеу құрылымы таңдалып, оны зерттеу барысында оған қосалқы құрылғылары алып оның дәлдігі мен позициялану әдістерін жақсарту қарастырылған. Автоматтандырылған электр жетегінің динамикалық және статикалық сипаттамаларын есептеу және талдау жасалынған.

Дипломдық жұмыс үш басты бөлімнен тұрады, сонымен қоса қорытынды және қолданылған әдебиеттер тізімі келтірілген.

Жалпы дипломдық жұмысты орындау барысында түлектің өз ойымен жазып, есептеулерін есептеп шығарғаны байқалады.

Жұмыс бойынша ескерту:

Ескерту ретінде, грамматикалық қателіктер, тыныс белгілері дұрыс қойылмай кеткендігін және қазақша аудармалары кейбір жерлерде дұрыс аударылмағандығын айтуға болады. Жалпы дипломдық жұмысы талаптарға сәйкес жазылған.

Жұмысты бағалау

Жоғарыда айтылғандарды қорыта келе, Аринов Назар дипломдық жұмысы В-«жақсы» (75 балл) бағасына, ал автор – энергетика бакалавры академиялық дәрежесін немденуге лайық деп бағалаймын.

Сын-пікір беруші
«Алматылифт» АҚ бас директоры


Кураков Н.Ж.
(КОЛЫ)
2024 ж.



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Аринов Назар Маратұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Автоматтандырылган электр жетегі жүйелеріндегі позициялау дәлдігі мен тұрақтылығын жақсарту әдістерін зерттеу

Научный руководитель: Абдисаттар Бердибеков

Коэффициент Подобия 1: 11

Коэффициент Подобия 2: 4.8

Микропробелы: 3

Знаки из других алфавитов: 31

Интервалы: 0

Белые Знаки: 2

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

Обоснование:

2024-06-13

Дата

проверяющий эксперт

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Аринов Назар Маратұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Автоматтандырылган электр жетегі жүйелеріндегі позициялау дәлдігі мен тұрақтылығын жақсарту әдістерін зерттеу

Научный руководитель: Абдисаттар Бердибеков

Коэффициент Подобия 1: 11

Коэффициент Подобия 2: 4.8

Микропроблемы: 3

Знаки из других алфавитов: 31

Интервалы: 0

Белые Знаки: 2

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

2024-06-13

Дата

Заведующий кафедрой Энергетики

Сарсеибаев Е.А.

