

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Т.Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты

«Энергетика» кафедрасы



Алтынбек Балапан

ТТ-Қ жүйесі бойынша металл жонушы ұстынның бас қозғалту электр жетегін  
жасау

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

Мамандығы 5В071800 - Электр энергетикасы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Т.Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты


«Энергетика» кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

«Энергетика»

кафедрасының меңгерушісі м.а.

ассистент профессор, PhD

 Е.Ә.Сәрсенбаев

«15» 05 2019 ж.

### ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «ТТ-Қ жүйесі бойынша металл жонушы ұстынның бас қозғалту  
электр жетегін жасау»

Мамандығы 5B071800 - Электр энергетикасы

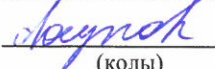
Орындаған

Алтынбек Б.

Пікір беруші

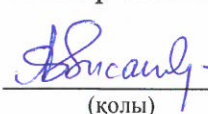
АЭЖБУ аға оқытушысы

техн. ғыл. канд.

 С.Ә. Юсупова  
(қолы)

Ғылыми жетекші

сениор-лектор

 Ә.О. Бердібеков  
(қолы)

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Т.Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты

«Энергетика» кафедрасы

5B071800 - Электр энергетикасы

**БЕКІТЕМІН**

«Энергетика»

кафедрасының меңгерушісі м.а.

ассистент профессор, PhD

 Е.Ә.Сәрсенбаев

«28» 01 2019 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Алтынбек Балапан

Тақырыбы: ТТ-Қ жүйесі бойынша металл жонушы ұстынның бас қозғалту электржсетегін жасау

Университет ректорының 2019 жылғы «30» 10 №1210-б бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2018 жылғы «14» мамыр

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: станоктың тарту күші 23200Н; максимал жылдамдық 50 м/мин; столдың жүріс ұзындығы 1,5м;

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) электржсетектің механикалық бөлігінің есебі

б) металл жонушы ұстынның электржсетегі

в) металл жонушы ұстынның электржсетегін басқару жүйесі

г) электрқауіпсіздігі және экономикалық тиімділік есебі

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):


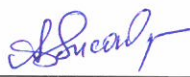


Сызбалық материалдар 10 слайдпен көрсетілген

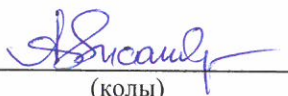
Ұсынылатын негізгі әдебиет: 13 атау


Дипломдық жұмысты дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Механикалық бөлім	26-30 наурыз 2019ж.	неоқ
Автоматтандырылған электржетегі	23-28 сәуір 2019ж.	неоқ
Электржетегін басқару жүйесі	2-8 мамыр 2019ж.	неоқ

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен  
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған  
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	Ә.О.Бердібеков, сениор-лектор	30.04.2019	
Экономика бөлімі	Ә.О.Бердібеков, сениор-лектор	05.05.2019	
Электр қауіпсіздігі бөлімі	Ә.О.Бердібеков, сениор-лектор	13.05.2019	
Норма бақылаушы	Н.Е.Балғаев, сениор-лектор	13.05.2019	

Ғылыми жетекші  Ә.О. Бердібеков  
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  Б. Алтынбек  
(қолы)

Күні " 10 " наурыз 2019 ж.

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдақ  
(жұмыс түрінің атауы)

Алетанбек Бамаған  
(білім алушының Т.А.Ә.)

Электр энергетика 58071800  
(мамандық атауы және шифр)

Тақырыбы: ТТҚ мүбесі бойынша металл

шоғышы ұстанатын бас қозғалтқыш электр моторы

Орындалды:

а) сызбалық бөлім \_\_\_\_\_ бет

б) түсіндірме жазба \_\_\_\_\_ бет

ЖҰМЫС БОЙЫНША ЕСКЕРТУЛЕР

Бітіруші Алетанбек Бамаған  
Бұл дипломдақ жұмысында кіншкене  
стандарттарға сәйкес (норма бақылау) қол жеткізген

Жұмысты бағалау

Бітіруші жұмысындағы мазмұны мен құрамы  
кәсіптік оқу бағдары мен бағдарламасына  
сәйкес ағнайы мотивтер КМБ, БМБ,  
оқулықтар амақтамаларға сай дұрыс шешім  
қабылдаудан жұмыс 85% бағалау есептік

Рецензент

АЭЖБУ

«Электроника және робототехника»

Кафедрасының аға оқытушысы,

техн. ғыл. канд.

С. Юсупова

20... 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 выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

**Автор:** Алтынбек Балапан

**Название:** ТТ-Қ жүйесі бойынша металл жонушы ұстынның бас козғалту электржетегін жасау.doc

**Координатор:** Абдисаттар Бердибеков

**Коэффициент подобия 1:**0,1

**Коэффициент подобия 2:**0

**Тревога:**272

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

Обоснование:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

15.05.2019

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

*допустить к защите*

.....  
*15.05.2019*

.....  


Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ  
ПІКІРІ**

Анналодтың теңіме  
(жұмыс түрінің атауы)

Алтынбек Балапан  
(білім алушының Т.А.Ә.)

58071800 - Электр жератжаса  
(мамандық атауы және шифры)

**Тақырыбы:**

ТТ-Қ теңімі байланыс металл теңіміне  
қатысты бағалық бағалық электр теңімінен  
тасалу

Анналодтың теңіміне орындау барысында  
білім алушы өзіндік зерттеулерімен, сырт-  
кем сайттарымен және компьютерлік  
бағдарламалармен теңіме ісін алатынын  
көрсетті. Берілген тапсырмаларды мер-  
зілікте орындап, тапсырмалар мен есеп-  
теңіміні өздігімен тасалады.

Теңіме 80%-ға бағаланды, ал Анналодтың  
Алтынбек Б. электр жератжаса бакалавры  
біліктілігін алуға лайық.

**Ғылыми жетекші**

сенior- лектор  
( қызметі, дәрежесі, атауы)

Ә. О. Бердібеков  
(колы)

« 15 » 05 2019 ж.



## Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

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

**Автор:** Алтынбек Балапан

**Название:** ТТ-Қ жүйесі бойынша металл жонушы ұстынның бас қозғалту электржетегін жасау.doc

**Координатор:** Абдисаттар Бердибеков

**Коэффициент подобия 1:** 0,1

**Коэффициент подобия 2:** 0

**Тревога:** 272

**После анализа Отчета подобия констатирую следующее:**

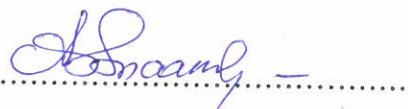
- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности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

Обоснование:

рекомендуемо к защите

15.05.2019

Дата



Подпись Научного руководителя

## АНДАТПА

Дипломдық жұмыста негізінен металл жону металл өңдеу станогінің электр жетектерін жетілдіру мәселелері қарастырылған. металл жону станогінде металл өңдеу технологиясының шарты бойынша электр жетегіне қойылатын талаптар анықталып, бас электржетегіне тұрақты токты сызықтық электр жетегі таңдалынды. Тұрақты токты сызықтық электр жетектің электрқозғалтқыш қуаты анықталып, олардың классификациясы құрылды.

Металл жону станогінің электржетегінің күштік және функциональды схемалары көрсетілген, екі контурлы бағынышты басқару жүйесінің күштік және структуралық схемалары құрылған.

Арнайы бөлімде тұрақты токты электржетегін айнымалы токты электржетегіне ауыстыруға ұсыныс берілген.

## АННОТАЦИЯ

В дипломной работе рассмотрены вопросы модернизации электроприводов продольно-строгального металлорежущего станка. По технологическим особенностям, определены основные требования к разрабатываемому электроприводу, согласно которых в качестве электропривода главного движения станка выбран линейный электропривод постоянного тока.

Разработаны и приведены силовые схемы и схема управления линейным электроприводом. Выбрана двухконтурная система подчиненного регулирования, приведена структурная схема.

В специальной части дипломной работы в качестве электропривода главного движения продольно-строгального металлорежущего станка, выбран асинхронный частотный электропривод, анализированы ряд преобразователей частоты Альтивар.

## ANNOTATION

The questions of modernisation of electromechanics of longitudinal- plane metal-cutting machine tool are considered in diploma work. On technological features, the basic requirements to the developed electromechanic, in obedience to that as an electromechanic of main motion of machine-tool the linear electromechanic of direct-current is chosen, are certain.

Power charts and management chart are worked out and resulted by a linear electromechanic. The double-circuit system of the inferior adjusting is chosen, a flow diagram over is brought.

In the special part of diploma work in quality electromechanic of main motion of longitudinal-plane metal-cutting machine tool, an asynchronous frequency drive, to analyse row of transformers of frequency of Altivar, is chosen.

## МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Негізгі бөлім	8
1.1	Металды жону процесі	8
1.2	Металл жону станогының кинематикалық схемасы	9
1.3	Жону столының негізгі қозғалысының электр жетегіне қойылатын негізгі талаптар	11
1.4	Тұрақты токтың сызықтық қозғалтқыштар және олардың классификациясы	12
2	Жону столының электр жетегінің статикалық және динамикалық режимдері	19
2.1	Қуатты және тартымды күш салуды есептеу	19
2.2	Тұрақты токты сызықтық қозғалтқышты есептеу және электромеханикалық сипаттамалары тұрғызу	20
2.3	Сызықтық қозғалтқыштың жүктемелік диаграммасы	28
2.4	Жону столының электр жетегінің электрлік схемасын құру	34
2.5	Бағынышты басқару жүйесінің реттегіштерінің негізгі параметрлерін есептеу	37
2.6	Басқару жүйесінің статикалық және динамикалық сипаттамаларын есептеу	40
2.7	Металл жону столының басты электр жетегінің принципіалды басқару схемасын құру	42
2.8	Металл жону металл өңдеу станогі бас қозғалыс электр жетегіндегі өтелі процессті модельдеу	46
3	Металл жону станогінің негізгі электр жетегіне жиілік түрендіргіштер ұсыну	51
3.1	Металл жону станогіне ұсынылатын жаңа заманғы жиілік түрленгіштер	56
3.2	Сырғанауды компенсациялау	59
3.3	Магнитті ағынның тұрақтандыру (IR - компенсация)	59
3.4	Металл жону станогінің Altivar жиілікті түрлендіргіш түрлері	59
4	Экономикалық бөлім	62
4.1	Жаңа жүйені енгізудің тиімділігі	62
4.2	Капиталды шығындар	63
4.3	Жөндеу жұмыстарының шығыны	64
4.4	Жылдық экономикалық эффект	69
5	Электр қауіпсіздігі бөлімі	70
5.1	Металл жону станогының электр қондырғысын нөлдеуді есептеу	70
5.2	Жұмыс орнының ғимаратының жарықтануын есептеу	71
5.3	Станокта жұмыс жүргізу кезінде қауіпсіздікті қамтамасыз ету	72
	Қортынды	74
	Пайдаланған әдебиеттер тізімі	75

## КІРІСПЕ

Халық шаруашылығының салаларының электрмен қамдануында кең тараған электржетек басты рөлге ие, ал көптеген жағдайларда жұмысшы машиналарды және механизмдердің орындаушы органдарын қозғалысқа келтірудің жалғыз құралы болады. Мемлекетіміздің өндірісінің жалпы көлемде тұтынылатын электрэнергиясының шамамен үштен екісі электржетектің үлесіне келеді. Электржетектің өндірістік үрдістерді қамту деңгейі электрқозғалтқыштардың орнатылған қуатының барлық механикалық және электрлік күшейткіштердің қуатына қатнасымен сипатталады. Технологиялық үрдістерді автоматтандыруды және механизациялауды дамытуды қамтамасыз ете отырып, электржетек қоғамдық өндірістің еңбегінің өнімділігінің өсуіне әсер етеді. Еңбек өнімділігінің және электрмен қамданудың өсу қарқынының арасында көп жылғы статикалық деректермен расталатын көлденең тәуелділік бар.

Электр энергиясын тұтынатындардың көбіне қарағанда электржетекте техникалық прогресспен туындайтын ғылыми ойларды және техникалық шешімдерді модернизациялауда маңызды рөл атқара отырып ғылыммен техниканың соңғы жетістіктерінде динамикалық түрде қолданылуда автоматтандырылған электржетекті жасау кезінде қабылданатын жаңа шешімдер шарт бойынша жұмысшы машиналардың кинематикасын жақсартуға, метал және тиімді емес механикалық берілістерден босануға, жұмысшы машиналардың орындаушы органдарының тозуға тұрақтылығын жоғарлатуға, еңбек шарттарын жақсартуға және тағы басқаға мүмкіндік береді.

Өндірісті автоматтандырудың және механизациялаудың негізгі бағыттарының бірі ретінде тұрақты тоқты электрқозғалтқыштармен электржетектердің принципті жаңа түрлерін жасау болады.

Әртүрлі машиналардың жұмысшы органдары әртүрлі, қиын қозғалыстарды жасайды. Машиналардың электржетегі шарт бойынша айналушы әсерлі электрқозғалтқыштардың көмегімен іске асырылады. Сондықтан жетек және жұмысшы органы арасында әртүрлі, қозғалтқышты гидравликалық және пневматикалық түрлендіргіштерді орналастыру қажет. Олар машинаның конструкциясын қиындатып ғана қоймайды, сонымен қатар машинаның тиімділігін және сенімділігін жоғарлату жолында, немесе тіптен, қондырғының өңделетін объектісіне әсер етудің жаңа, прогрессивті тәсілдерін іске асыруға кедергі болады.

Тұрақты тоқты электржетектр қосымша қондырғысыз түсуші қорғанысты жасайды, электржетектің әдеттегі құрылымын жеңілдетеді, кең функционалды мүмкіндіктерді, жақсартылған динамикалық қасиеттерді, жоғарғы сыйымдылықты қамтамасыз етеді.

# 1 Негізгі бөлім

## 1.1 Металды жону процесі

Бетті өңдеу үшін қолданылатын жону үрдісі кесудің тік сызықты қозғалысымен жону станоктарында іске асырылады. Жонатын станоктарда кесу қозғалысы столға дайындамамен хабарланады, ал беру қозғалысы – кескішке. Жұмысшы жүріс кезінде станоктың орнын ауыстыру басты қозғалыс болады, ал кескіштің орын ауыстыру – беру қозғалысы болады. Жону кезінде беру мм /екі еселі жүріс өлшеміне ие. Жону станоктарында жұмысшы жүріс кезінде кезу үрдісі жүреді, ал столдың бос жүрісі кезінде дайындама кері бағытта орын ауыстырады. Столдың бос жүрісі кезінде кесу болмайды, бос жүрістің аяғында берудің қозғалысы басталады, яғни жұмысшы жүріс кезінде металдың келесі қабатын шешу үшін қажет көлденең бағыт кезінде кескіштің және дайындаманың салыстырмалы орын ауыстыруы.

Өңдеуге уақытты азайту үшін жону қондырғыларында бос жүріс жылдамдығы жұмысшы жүрістің жылдамдығынан көп. Тура жүрістің жылдамдығы  $v_{np}$  1÷2 – ден 30 ÷60 м/мин дейінгі аралықта жатады. Кері жүрістің жылдамдығы  $v_{обр}$  шарт бойынша 100 м/мин –ге жетеді. Циклдердің үлкен жиілігіне байланысты жону станогының басты қозғалысының жетегі реверстер кезінде үлкен динамикалық көрсеткіштерді қамтамасыз етуі керек, себебі реверстердің ұзақтығы өңдеудің сенімділігіне әсер етеді.

Кесуге әсер етуші күштер:

Кесу тереңдігі, мм/екі еселі жүріс берісі. Жону кезінде кесу күші:

$$F_z = CF_z \cdot tXF_z \cdot \delta YF_z \cdot V_{np}^{nFx}$$

Кесу үрдісіне кейбір бұрышқа алынған және құралдардың бөліктерін кесетін күшейту туындайды, оларды үш құраушылар түрінде көруге болады:

$F_z$  – тангенсті күшейту немесе кесудің күшеюі;  $F_y$  – радиалды күшею, станокқа қысым тудыратын күшею.

$F_x$  – остік күшею немесе берудің күшеюі.

Металл жону – жону станогында басты қозғалыстың электржетегінде пайдалы ретінде кесуді күшейту болып табылады. Ол кесу режимдеріне, өңдеуші бұйымның материалына және құралдың кесу қасиеттеріне байланысты. Сондықтан ең алдымен бұйымның белгілі материалы кезінде өңдеудің әрбір өтуінде кесудің технологиялық режимін таңдайды. Соған сай кескіштерді, олардың түрін, геометриясын және суыту әдісін таңдайды, кесу режимдерінің анықтамалары біршама өңдеу ұзындығын анықтайды, кесу тереңдігін  $t$  деп белгілейміз, беруді  $v$  белгілейді, әрбір уақыт үшін эмпериялы формулалар біршама кесу жылдамдығын және күшін есептейді:

$$g = \frac{C_u \cdot R_g}{T^{Tm} \cdot t^{xg} \cdot \delta y^y}$$

мұндағы  $g$  - кесу жылдамдығы,  
 $C_u$  - өңдеуші материалды және кескіш материалын, сонымен қатар өңдеу түрін сипаттайтын коэффициент;  
 $T$  - кескіштің орнықтылығы;  
 $t$  – кесу тереңдігі;  
 $S$  – кескішті бір екі еселі жүріске беру;  
 $m, x, g, y, u$  – дәреже көрсеткіштері.

## 1.2 Металл жону станогының кинематикалық схемасы

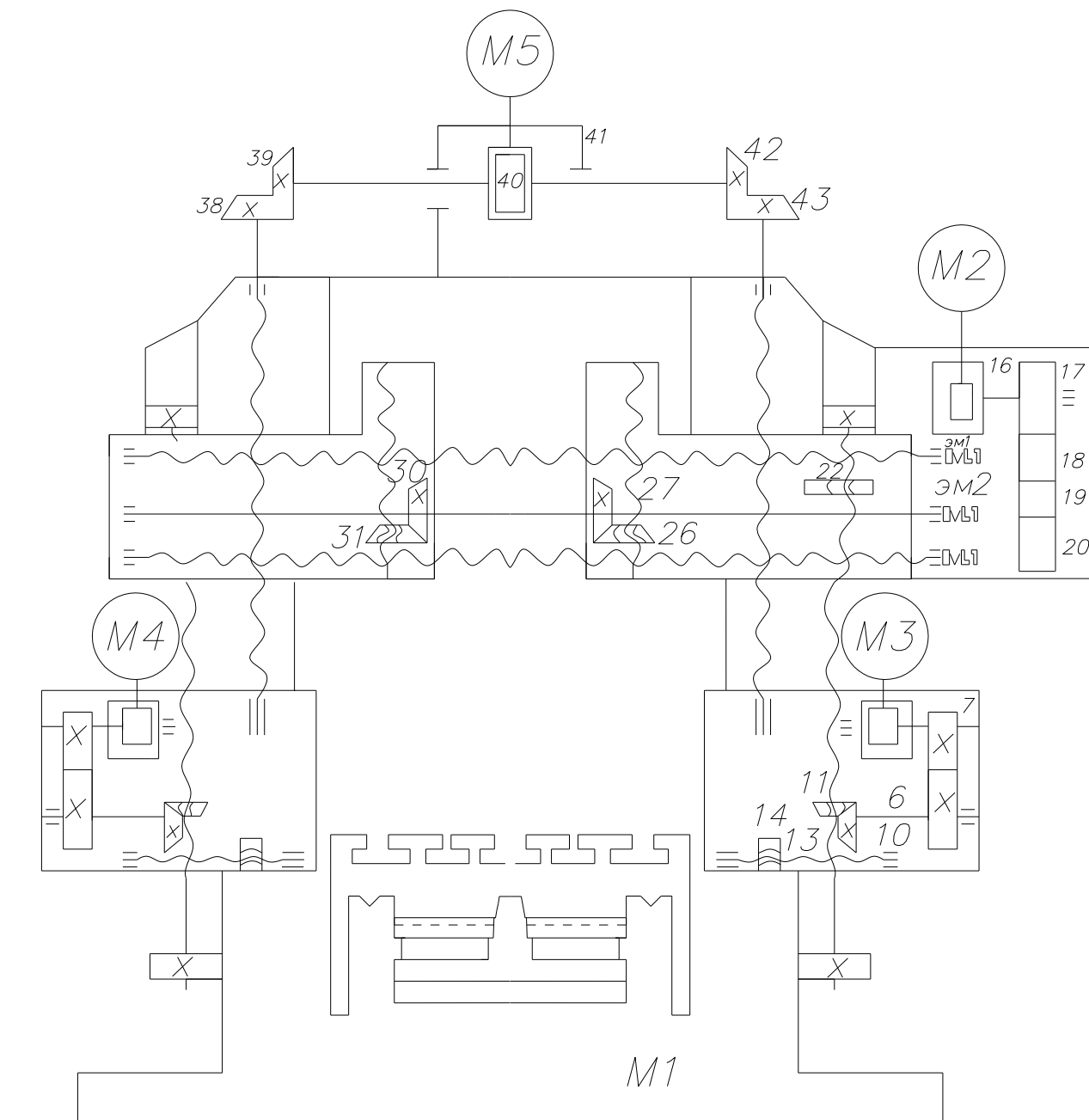
Металл жону станоктарында үлкен бөлшектерді жону орындалады. Мұндай станоктар стол ұзындығы  $1,5 \div 12$  м әртүрлі өлшемді болып шығарылады. Столдың ұзындығына байланысты орташа көлемді станоктарды орналастырады. Стол ұзындығы  $L_m = 3 \div 4$  м кезінде тартымды күшейткішпен

$F_{mzg} \leq 30 \div 50$  кН,  $L_{CT} \leq 5$  м кезінде орташа өлшемдер  $F_{mzg} = 50 \div 70$  кН, және ауыр станоктар  $L_{CT} > 5$  м және  $F_{mzg} > 70$  кН. Металл жону станогының жалпы түрі 1.1-суретте келтірілген. Станокта 1 өңделуші бұйым стол 2 – ге бекітіледі, қайтушы – түсуші қозғалыс жасайды, ал кескіш 3 траверсте 5 орнатылған қозғалмайды. Жону үрдісі столдың тура жүрісі кезінде жргізіледі және кері жүрісі кезінде кескіш көтеріледі. Столдың әрбір кері жүрісінен кейін кескіш көлденең беруді қамтамасыз ете отырып көлденең бағытта орын ауыстырады. Жұмысшы жүріс кезінде столдың көлденең орын ауыстыруы басты қозғалыс болады, ал кескіштің орын ауыстыруы – берудің қозғалысы.

Қосымша қозғалыс ретінде станоктың траверстерінің және суппаторларының тез орын ауыстыруы, столдың кері жүрісі кезінде және түзету операциялары кезінде кескіштерді ұстағыштарды көтеру.

Металл жону станогының кинематикалық схемасы суретте келтірілген. Басты қозғалыс тұрақты ток қозғалтқышынан М1, болады, оның көмегімен столдың түсуші қозғалысы орындалады. Жанындағы суппорттарды тік беру М3 және М4 қозғалтқыштарынан орындалады. Екі жетекте ұқсас. М3 қозғалтқышынан айналу 5 – 6 жұбымен 78 және 9 – 10 жүрісті винт 12 арқылы 11 чайкаға беріледі. Орнатушы көлденең орын ауыстырулар 13 вентилімен 14 чайкаға қолмен орындалады. Көлденең суппаторларды беру қозғалысы 112 электрқозғалтқышымен қамтамасыз етіледі, одан айналу червякті 15 – 16 арқылы және 17 – 20 тісті домалақтар арқылы тік жіне көлденең берудің жүрісті винттері арқылы беріледі. 24 чайкасымен 23 суппаторының көлденең беруінің бұрандасы оң жүктемеге ие және муфтасымен беріледі.

35 чайкасымен 34 сол жақтағы суппатордың жүрісті винты сол жүктемеге ие және 20 тісті доңғалау арқылы муфтасымен қосылады.



**1.1-сурет- Металл жону станоктың кинематикалық схемасы**

Супшаторларды тік беру 26 – 27 және 30 – 31 тісті доңғалақтар және 19 тісті доңғалағымен ЭМ2 муфтасымен қосылатын 25 білік арқылы 28 және 32 чайкаларымен 29 – 33 жүрісті винтельдермен қамтамасыз етіледі. Траверсаның орын ауыстыру М5 электрқозғалтқышы арқылы орындалады, одан айналу 40 – 41 червякты жұбы, 38 – 39 және 42 – 43 тісті доңғалақтар және электрқозғалтқышты реверстеу есебінде траверсаны көтеру және түсіруді іске асыратын 36 және 21жүрісті винттеріне 37 және 22 чайкалары арқылы беріледі.



### 1.3 Жону столының негізгі қозғалысының электр жетегіне қойылатын негізгі талаптар

Металл жону станогының басты қозғалысының электржетегі столдың бөлшекпен қайтып – түсуші ұлғаюын қамтамасыз етеді. Электржетек реверстенген етіп орындалған. Столдың алға қарай қозғалысы кезінде басты қозғалыс кесу режимдеріне сай жүктелген және кері қарай қозғалыс кезінде қозғалтқыштың жүктемесі тек қана столдың бөлшекпен жону үрдісісіз орын ауыстыруына жұмсалады. Электржетек  $v_{\min} = 4 \div 6$  м/мин ішінде  $v_{\max} = 40 \div 60$  м/мин алғашқы жону кезінде, яғни 10:1 диапазонында кесу жылдамдығын басты реттеуді іске асырады, және  $v_{np} = 20 \div 25$  м/мин – дан төмен жылдамдық кезінде моменттің тұрақтылығы және  $v_{np}$  - дан жоғары жылдамдық кезінде тартымды күшейту тұрақты болады, қуат тұрақтылығы кезінде тартымды күшейту төмендейді. Орнатылған режемдерде электржетек жүктеменің бос жүрістен номиналдыға дейін өзгеруі кезінде жылдамдықтың 5% - дан кем емес өзгеруімен реттеудің барлық диапазонында қатаң механикалық сипаттамалар қамтамасыз етіледі. Өтпелі үрдістерде механикалық тез әрекет етумен және рұқсат етілген динамикалық жүктемелермен электрқозғалтқышпен жіберу және резервтеу орындалады.

Кескіштің бұйымға соғылу және одан шығуы  $12 \div 15$  м/мин – ге тең  $v_{ep}$  және  $v_{bvx}$  және бұйымның алдыңғы беті алынбайтын және шығысы кезінде кескіш сымбайтын, сонымен қатар, кескіштің бұйымға шығуы кезінде бұйымның бөлшектері жиналмайтын күшеюді анықтайтын аттас жылдамдықтар кезінде жүргізіледі. Қазіргі талаптар свотында төмендетілген жылдамдықты көлденең учаскілер жетектің тахограммасында кескіштің бөлшекке кіруі және шығуы кезінде міндетті емес. Бірақ соғылу кезіндегі жылдамдық технология шарты бойынша жоғарыда келтірілген мәндерден аспауы керек, ол сельсиндердің бұрылуында S жолдың тағайыншамасының өзгеруімен қамтамасыз етіледі. Столдың кері жүрісінің жылдамдығын  $15 \div 120$  м/мин аралығында таңдайды және ол кесу жылдамдығынан 2 ÷ 3 есе артық, онымен столдың минутына екілік жүрісімен анықталатын станоктың артықшылығын жоғарлатуға қол жеткізіледі. Тез жүру және тежеу кезінде тез жүрудің 8 өтпелі режимдері және тежеу кезінде қосымша динамикалық күшейтулер туындайтын кинематикалық тармақтың технологиялық үрдісінен және механикалық беріктілігімен анықталатын рұқсат етілген күшейту және баяулатудың тұрақты көлемімен сызықты заңдылық бойынша өзгереді.

Жұмысшы орган машиналарында және қозғалтқышта максимал жақындауға ұмтылу соңғы кезде жұмысшы органның түсуші орын ауыстыруына қарапайым айналушы электржетектің аралық кинематикалық буындарысыз электрэнергиясының қарқынды дамуын қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін сызықты электржетектердің қарқынды өңдеуді негіздеді.

Сызықты электржетек деп бір біріне қатысты айналатын және осы қозғалыспен электрлік басқаруды қамтамасыз ететін электромагнитті әсерлер

есебінде түсетін, соның ішінде масса жетегімен араласатын қайта түсетін қозғалысты тудыратын электромагнитті қондырғыны айтатын боламыз.

Сызықты электржетектер сызықты асинхронды және синхронды қозғалтқыштар, сонымен қатар тұрақты ток қозғалтқыштар базасында іске асырылуы мүмкін.

Сызықты электрқозғалтқыштары (СЭҚ) бар жетектер қозғалыс сипатын немесе жылдамдығын түрлендіретін механизмдерден тұрмайды. Келтірілетін СЭҚ – ң машинаның орындаушы органының қозғалысының жылдамдығы соңғысының параметрлерімен анықталады. Көптеген технологиялық машиналардың, механизмдердің және құралдардың орындаушы органдары оларды пайдалану шарты және орындалатын жұмыс сипаты бойынша 1м/с – тен аспайтын жылдамдықпен қозғалуы керек. Бірақ СЭҚ – ң дамушы жылдамдықтарының төменгі шегі олардың конструктивті ерекшеліктерімен шектелген. Төменгі жылдамдығы бар жазық СЭҚ төменгі энергетикалық көрсеткіштерге ие, олардың полюсті құрылымы екпіннің өндірістік жиілігі кезінде өте аз болуы керек, ол конструктивті қиындықтарға және оларды дайындаудың технологиялық қиындықтарына байланысты. Жарық САЭҚ – ы арнайы полюсті құрылыммен екпіннің өндірістік жиілігі кезінде 1 – 3 м/с жылдамдық кезінде мүмкін болады.

Дайындау технологиясы жазыққа қарағанда оңайырақ, ұқсас полюсті құрылымы бар цилиндрлі СЭҚ 0,5 – 1м/с жылдамдықтары кезінде қолданылуы мүмкін және ССЭҚ жылдамдықтың электромагнитті редуциясымен 0,1м/с – тан кем емес жылдамдықтар кезінде.

Бірқатар жағдайларда сызықты тұрақты токты электроқозғалтқыш (СТТЭҚ) қолдану мақсатты, олар механикалық сипаттаманың берілген қаттылығымен 0,005–м/с–ке дейінгі минимал жылдамдық кезінде автоматты реттеу жүйесінде орын ауыстыру жылдамдығының өзгеруін 30000 грат–қа дейін диапазонын қамтамасыз етуі мүмкін, оны СЭҚ бар электржетегінің жүйесінде алу мүмкін емес.

СТТЭҚ станоктарының басты жетектерінде, станоктарды тез әрекет етуші аз қуатты жетектерде, автоматтандырылған қатарының механизмдерінде қолдану жетектің сапасын жоғарлатуға және бағасын төмендетуге мүмкіндік береді.

#### **1.4 Тұрақты токтың сызықтық қозғалтқыштар және олардың классификациясы**

Өндірісте шешілетін есептердің ерекшелігі тұрақты токтың сызықты қозғалтқыштарының конструктивті орындалуларының әр түрлілігін алдын ала анықтаған. Қазіргі уақытта қысқа жүрісті және ұзын жүрісті, жазық және цилиндрлік якорлары бар, шығарылған коллекторымен және орамдағы коллектормен және тағы басқа қозғалтқыштар бар. Механизмнің конструктивті ерекшеліктеріне асы оларды тұрғызу принциптерінің классификациясы

жасалған, ол суретте көрсетілген. Классификацияның әр деңгейінде «морфологиялық жақындауды» қолдануға негізделген технологияда аналогты белгілі әдісті іске асырудың мүмкін болатын нұсқаларының жиынтығы қарастырылады. Келтірілген механизмдердің талаптарына сай қозғалтқыштың белгілі бір конструктивті орындалуын анықтау кезінде классификацияның бір деңгейінен екінші деңгейіне тізбектей өтуімен және қойылған талаптарды максимал қанағаттандыратын әрбір деңгейде шешімді таңдаумен қозғалтқыштың ең рационалды компоновкалары орнатылады. Осы кезде сызықты қозғалтқыштың белгілі, жаңа рационалды компоновкаларымен қатар ойлауды және алуды құрымдылау мүмкіндігі қамтамасыз етіледі.

СТТЭҚ кейбір тиімді белгілеріне қысқаша сипаттама береміз. Жойылған индукатормен СТТЭҚ конструкциясында шарт бойынша қозғалушы элемент ретінде ұзындығы  $L_U = 2\rho\tau$  якорь болады, мұндағы  $\rho$  - якорьмен бір уақытта өзара әсерлесетін полюстер саны,  $\tau$  - полюсті бөлу. Осы кезде индикатор полюстері якорь жүрісінің барлық ұзындығы бойынша  $l_x$  орналасқан және индикатор ұзындығы  $L_U = L_a + l_x$ . Келтірілген конструкцияда индикатор ұзындығы  $L_U = 2\rho\tau$ , ал якорь ұзындығы  $L_a = L_u + l_x$ .

1.2-суретке сай полюстердің магнит ағынының бағытына байланысты якорьдің мойынтұрығында тұрақты токтың сызықты қозғалтқышы келесілерге бөлінеді:

- бойлық ағыны бар қозғалтқыштар;
- көлденең ағыны бар қозғалтқыштар;
- бойлық көлденең ағыны бар қозғалтқыштар.

Бірінші типті қозғалтқыштарда индикатордың магнит ағынын тұйықталу жолы якорь мойынтұрығының жанында өтеді және оның қимасы ағының көлеміне байланысты таңдалады, яғни қарапайым машиналары сияқты.

Екінші және үшінші типті қозғалтқыштар екі жақты индукаторлары бар жазық СТТЭҚ – ға оңай орналасады. Бір біріне қарама қарсы орналасқан полюстерді орнату кезінде якорь мойынтұрығына кесе көлденең тұйықталады. Бұл жағдайда мойынтұрықтың биіктігі саңылаудағы индукцияға және полюсті бөлудің көлеміне тәуелді емес және механикалық орнықтылық шарты бойынша таңдалады.

Екінші және үшінші типті қозғалтқыштар екі жақты индукаторлары бар жазық СТТЭҚ – ға оңай орналасады. Бір біріне қарама қарсы орналасқан полюстерді орнату кезінде якорь мойынтұрығына кесе көлденең тұйықталады. Бұл жағдайда мойынтұрықтың биіктігі саңылаудағы индукцияға және полюсті бөлудің көлеміне тәуелді емес және механикалық орнықтылық шарты бойынша таңдалады.



**1.2-сурет- Тұрақты токты сызықты қозғалтқыштың классификациясы**

Егер индукатордың бір жағының полюстерін басқа жақтың полюстеріне қатысты қандайда бір қозғалыспен орнатса, олардің магнит ағыны якорьдің арқашасына тұйықталады, бойлық және көлденең бағытта.

Якорьдің мойынтұрғысында магнит ағынының бағытты якорьді орамды таңдауды шарттайды.

Осылайша, 1.2-суретке сай көлденең ағыны бар СТТЭҚ үшін якорьдің мойынтұрғысында якорьдің екі жағы үшін жалпы орамды қолдануға болмайды. Бұл жағдайда якорьдің әрбір жағы үшін шаблонды орамдарды қабылдау керек.

Екі жақты индукаторы бар цилиндрлі СТТЭҚ – ға екі бөлек орамдарды стерженьді мойынтұрықта орналастыру айтарлықтай қиындықтар тудырады. Егер қозғалтқышта цилиндрлі индукатор болса, онда якорь мойынтұрығына көлденең тұйықталатын магнит ағынын тудыру үшін индикатордың тағы бір арнайы орам қажет, мысалы, цилиндрлі СЭҚ – да көлденең ағынмен.

Жоғарыда көрсетілген қиындықтардан цилиндрлі СТТЭҚ–ң белгілі нұсқалары магнит ағындарының полюстерінің якорь мойынтұрығы арқылы бойлық тұйықталу үшін ғана жасалған.

Біздің елімізде шет елде жасалған СТТЭҚ–ң ең сипатты оындалуларын қарастырамыз.

Коллекторсыз СТТЭҚ аз орын ауыстыруларға және орынға жұмыс істеу үшін арналған. Мұндай қозғалтқыштың конструкциясы екі полюсті сызықты қозғалтқыштың мысалында ккрсетілген. Оның негізгі бөліктері ретінде құйылған болат мойынтұрақтан және полюсті ұштықтардан тұратын, қозудың концентрацияланған орамын және дөңгелек қималы брусс түрінде магнитті материалдан орындалған якорьды қамтитын индукатор болады. Якорлы орамның орамасының бағыты әрбір полюсте өзгереді. Нәтижесінде орам секциясының коммутациясын полюс аралық бағытқа тең орын ауыстыруды іске асыруға мүмкіндік беретін қозғалтқыш алынады. Индукатордың магнит ағынының тұйықталу жолы полюстер арқылы орындалады. Қозғалтқышты резервтеу тұрақты токтың қарапайым машиналарындағыдай орындалады. Сипатталған коллекторсыз сызықты қозғалтқыштарда якорьдің 50мм – ге дейінгі орын ауыстыру ұзындығы бар.

Якорьді полюс аралық қашықтықтардан асатын ұзындыққа орын ауыстыру кезінде полюстердің біреуінің астында қарама – қарсы бағытты токтары бар якорь орамы қалады, ол шығыстық күшеюдің азаюына әкеліп соғады. Жүрістің үлкен ұзындығына механикалық ара қашықтықты жоғарлатумен қол жеткізіледі. Бірақ, осы кезде якорь мойынтұрғының және индукатор маңындағы магнит ағынының жолы ұлғаяды, және машинаның энергетикалық көрсеткіштері күрт төмендейді. Сондықтан коллекторсыз СТТЭҚ үлкен қайта түсуші орын ауыстырулар және арын бойынша жұмыс үшін жоғарыда көрсетілгендей қолданылады. Олардың негізгі ерекшелігі коллектордың болмауына және конструкцияның қарапайымдылығына негізделген. Сипатталған қозғалтқыштардың негізгі кемшілігі ретінде олардың жүрісінің сондай ұзындығы болады, осындай кемшіліктерге АҚШ және Японияда ұсынылған қайта – түсетін орын ауыстырушы коллекторсыз СТТЭҚ – де бар.

Үлкен жүрісі бар цилиндрлі СТТЭҚ – ң әрекет ету принциптері және конструктивті орындалуы якорь магнитті болаттан стержень түрінде орындалған екі полюсті коллекторлы сызықты қозғалтқыштың мысалында қарастырылады. Якорьдің бетіне токты жетегі орамдардың қорғалған бетіне

жүретін щеткалар көмегімен іске асырылатын орамдар салынады. Мұндай конструкцияның артықшылығы дайындаудың өсуіне негізделген, себебі якорь орамы жекеленген коллекторды талап етпейді. Магниті жүйе тұрақты магниттер және электромагниттер көмегімен орындалуы мүмкін. Шарт бойынша жүрістің үлкен ұзындығы кезінде екі жақты индукатор қолданылады. Цилиндрлік индукатор егер егер қозғалыс якорі жеткілікті түрде қысқа және магнит тіреулермен аяғынан ғана ұсталса қолданылады. Индукатордың қозу орамының қысқа якоры кезінде концентративті түрде якорьді қамтуы мүмкін және әрбір жақ үшін жеке орындалмайды.

Жұмыста қозу ағындарының жолын жақсартуға мүмкіндік беретін СТТЭҚ әр түрлі модернизациялары келтірілген. Шарт бойынша бұған полюстер санын көбейту арқылы қол жеткізіледі.

Мұндай қозғалтқыштар ең алғаш лифтілардың есіктерін керуші жетектерде қолданылған.

Тоқыма өнеркәсібі үшін жүрісінің ұзындығы 5м алты полюсті қозғалтқыштар дайындалған.

Функцияларын орамның қорғаныс бөлігі орындайтын коллекторы бар цилиндрлік СТТЭҚ кемшілігі ретінде орамның аз уақыттылығы және жұмысшы кернеудің аз көлемі, жұқа сымнан көпорамды ораммен мұндай якорь дайындау мүмкін емес екендігімен шартталған. Орамның тозуына сырғанаушы щеткалардан басқа якорь және индукатор арасында тұрақты ауа саңылауын қамтамасыз ететін центрлеуші рамкаларда әсер етеді. Сондықтан сипатталған қозғалтқыштар қысқа уақытты жұмыс режимі және реверстердің аз жиілігі бар механизмдердің жетектерінде қолданыс тапты.

Біжақты индукаторы және ферромагнитті якорі бар СТТЭҚ – ң негізгі кемшілігі ретінде якорьдің индикаторға магнитті тартылуының компенсирленбеген күшеюі болады, оның көлемі тартым күшінен болады, оның көлемі тартым күшінен шамамен ретке көп. Бұл жуықталған жақындаудың көлемін келесі формула бойынша анықтауға болады.

$$E \approx 2\rho \frac{\beta b^2}{2\mu_0} \cdot S_n = \rho \frac{\beta b^2}{\mu_0} S_n$$

мұндағы  $\rho$  - индукатордың полюстерінің жұбының саны.

$\beta b$  - полюсті доға шегінде индукциясының есептік мәні;

$S_n$  - полюсті ұштықтың ауданы;

$\mu_0$  - вакуумның магнит өткізгіштігі.

Мұндай конструкция кезінде соғылу күші орын ауыстыру кезінде цилиндрлік индукаторы бар цилиндрлік СТТЭҚ – ге қарағанда көп екені анық.

Ұзартылған қозғалмайтын екі жақты күштікші бар жазық СТТЭҚ тұрақты токтың қарапайым машинасының жазықтығында ұңғыны көрсетеді.

Қосарланған ферромагнитті якорьдің екі активті жағында барабанды якорьдің схемасына сай орындалған шаблонды орам пазаға салынған және

оның секциялары якорьмен қатаң жалғанған жазық коллектормен жалғанған. Орамға ток өткел барлық ұзындықта полюсті болу қашықтығында орнатылған щеткалар іске асырады. Бөлек орамдар ағынының бағыты әр түрлі СТТЭҚ – ны якорьдің мойынтұрығында орындауға мүмкіндік берді. Қозғалтқыш қоректі стандартты түрлендіргіштен алады және  $10^4$ - м/м<sup>2</sup> – дан кем емес салыстырмалы тартымды күшейтуді дамытады.

Индуктордың екі жақты конструкциясының біржақтымен салыстырғанда ерекшелігі мұнда қозғалыс кезінде ауа саңылауының тұрақтылығын ұстап тұруға қол жеткізу оңай. Бұл индуктордың екі жағы өзара қатаң байланысқан орындауларға да қатысты. Бұл жағдайда саңылауда симметриялы орналасқан якорьға әсер етуші күшею нөлге тең және орын ауыстыру кезінде соғылудың күшеюі көп емес. Ұзартылған индукторы бар СТТЭҚ – ң ерекшелігі мұнда шеткі әсері ұзартылған якоры бар машинаға қарағанда күштірек.

Магниттелген якорі бар СТТЭҚ механизмдердің тез әрекеттілігін айтарлықтай жоғарлатуға мүмкіндік береді. Бұл машиналарда ұзындыққа байланыссыз қозғалмалы элемент ретінде якорь болады. Мұнда электромагниттері және тұрақты магниттері бар қозу жүйесі қолданылады.

Ферромагниттімен салыстырғанда магнитті емес якорь – ауа саңылауында катал емес центрленуді талап етеді. Бірақ, индуктордың екі жағының арасында немесе ауа саңылауында индуктор және якорь арасында жоғарыда көрсетілген формула бойынша анықталатын тарту күші әсер етеді, сондықтан олар бір – біріне қатысты сенімді бекітілген болуы керек.

Якорьдің тақ орамдары бар қозғалтқыштар автоматиканың тез әрекет етуші жүйелерінде жұмыс істеу үшін арналған.

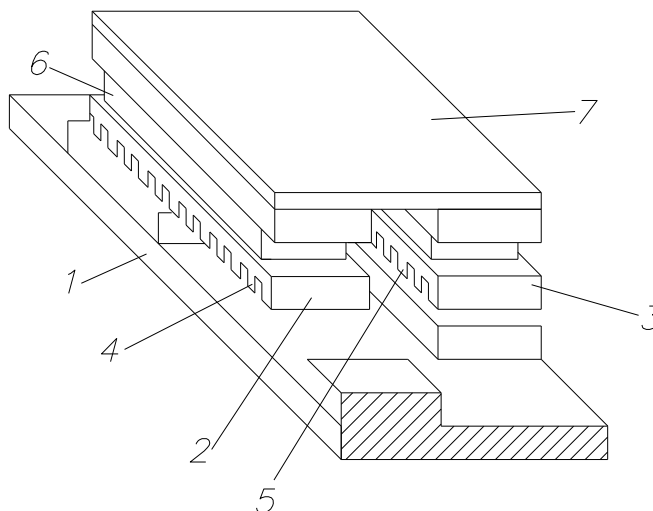
Төменгі жылдамдықты қозғалтқыштарды дайындау кезінде белгілі бір қиындық ретінде якорьда қолданылған көлемді қамтамасыз ету болып табылады, себебі орам саны жеткілікті баспалы орамды дайындау қиын.

Магнитті емес якоры бар СТТЭҚ стандартты кернеуде орнатылған. Якорь қоректі коллектор және щеткалар арқылы алатын көп орамды екі қабатты тұзақты орамы бекітілген жазық оқшауланған негізді көрсетеді. Индуктор  $L_v = L_a + l_x$  ұзындығына ие. Якорьмен бір уақытта әсер етуші полюстер саны тақ. Бұл қозғалтқыштың жақсартылған конструкциясында якор қоректі жартылай өткізгішті коммутатор арқылы алады. Бұл қозғалтқыштар автоматика жүйелерінде, прибор жасауда, жылдамдықты реттеудің үлкен диапазоны бар әртүрлі механизмді қуатты күштік жетектерде қолданыс табуы мүмкін.

Өндірістік электрқозғалтқыштарды жасау бойынша қарқынды зерттеулер, мысалы сызықты асинхронды қозғалтқыштармен берілген түрдегі электр машиналарының бірқатар арнайы ерекшеліктері күшінде адекватты өндірісті енгізуге ие болады. Жақсы реттегіш қасиеттерге ие тұрақты токтың электр қозғалтқыштар сызықты аналогтарға өту кезінде айтарлықтай конструктивті қиындықтар туындады. Мұндай жағдай орамдары үйлескен конструкция жасалғанша болды.

Орамдардың үйлесуі бар тұрақты токтың сызықты қозғалтқыштары негізгі екі топқа бөлінген магнитті жүйеге ие. Олардың біреуінде тұрақты

токтың машиналарының екі орамы – якорлы және қозу орналасады, ал екіншісі орамдарсыз орындалады және негізгі магнитті өрісті құратын – полюс қалыптастырушы шашақтар, дискретті элементтерден тұрады. Негізгі бөліктердің мұндай құрастырылуы кезінде СТТЭҚ СЭҚ деңгейіне дейін конструктивті жеңілденеді, сол уақытта тереңдік және жылдамдықты реттеу тұрғысынан тұрақты токтың қарапайым машинасының қасиетіне ие болады.



### 1.3-сурет - Сызықты тұрақты токты электр жетегінің көрінісі

Тұрақты токтың қарапайым стандартты қозғалтқышын Металл жону станоктарында қолдану жоғары пайдаланылушы шығындарды талап етеді, ол шығарылатын өнімнің өз бағасына әсер етеді. Станоктың жұмысын жоғарлатуға столдың қайта – түсуші қозғалысты іске асыратын қарапайым қозғалтқышты сызықты орындауды тұрақты токтың қозғалтқышымен ауыстырып қол жеткізуге болады.

Үйлестірілген орамдары бар СТТЭҚ – ы алдын ала берілген ұзындығы бар механизмдерн орнату үшін қолдану қозғалыстың біркелкілік шарты бойынша талап етілген полюсті бөлуге паза санына қол жеткізу үшін қажет алуды қамтамасыз ететін полюсті бөлудің минималды ұзындығымен шектеледі. (12 ÷ 18)

Мұндай СТТЭҚ негізі ретінде параллелограм ал жанындағы қабырғалары перпендикулярлар және машина жүрісінің бүккіл ұзындығы бойынша бірінші қатардың параллелепипед тәріздес магнитжетегіне қарсы қарама – қарсы орналасқан магнитжетектерінің арасында аралық болатындай орналастырылған оның негізінің жазықтары болатын орамдалмаған магнитжетектердің екі қатарынан тұрады. Магнитжетектің 1ені аралықтың еніне тең және полюсті бөлу  $\tau$  - ды құрайды. Магнитжетектің үстінде М – түрдегі якорьдің 2 және 3 екі магнитжетектерінен тұратын қозғалтқыштың қозғалушы бөлігі орналасады. Олар машина жүрісінің жолында якорьлі орамдарды жинау үшін 4 және 5 пазаларына ие.



## 2 Жону столының электр жетегінің статикалық және динамикалық режимдері

### 2.1 Қуатты және тартымды күш салуды есептеу

1) Кесуге күш салудың  $\delta_z$  кесу жылдамдығына тәуелділігі, беру және кесу тереңдігі (кескішті беру)

$$F_z = 9.81 \cdot C_{Fz} \cdot t^{X_{Fz}} \cdot S^{Y_{Fz}} \cdot g^{n_{Fz}}$$

мұндағы  $C_{Fz}$  - өңделуші материалды, кескіш материалын және өңдеу түрін сипаттайтын коэффициент.

Коэффициенттер және дәреже көрсеткіштердің мәнін кесу режимінің анықтамалары бойынша табамыз. Келесі мәндерді қабылдаймыз:  $S = 5$  мм/дв ход;  $t = 8$  мм;  $C_{Fz} = 78$ ;  $X_{Fz} = 1$ ;  $Y_{Fz} = 0.75$ ;  $n_{Fz} = 0$

2) Кері жүріс жылдамдығы

$$g_{обр} = 2 \div 3 g_{пр}$$

3) Өңделуші бөлшектің және столдың салмағы

$$(G_{дет} + G_{ст}) = 20000 + 40000 = 60000 \text{ (м)}$$

4) Столдың соғылу коэффициенті, бағыттаушы -  $\mu$ .  $\mu = 0.05$  деп қабылдаймыз.

5)  $L$  – стол ұзындығы

$$L = 5 \text{ м}$$

6) Электржетек жүйесі – тиристорлы түрлендіргіш – тұрақты ток қозғалтқышы.

1) Кесу күш салуды анықтау:

$$F_z = 9.81 \cdot C_{Fz} \cdot t^{X_{Fz}} \cdot S^{Y_{Fz}} \cdot g^{n_{Fz}} = 9.81 \cdot 78 \cdot 8^1 \cdot 5^{0.75} \cdot 1 = 20000 \text{ (м)}$$

2) Кесу жылдамдығын анықтау

$$g_{пр} = g_{py} = \frac{C_v}{T_m^m \cdot t^{X_v} \cdot \delta^{Y_v}}$$

кесу режимдерінің анықтамасы бойынша коэффициенттерді және дәреже көрсеткіштерін табамыз:  $C_v = 180$ ;  $T = 60$  мин;  $X_v = 0.15$ ;  $m = 0.1$

$$g_{np} = g_{py} = \frac{180}{60^{0.1} \cdot 8^{0.15} \cdot 5^{0.35}} = 49.8 \text{ м/мин}$$

кесу жылдамдығын тура жүріс жылдамдығына 50м/мин – тең деп қабылдаймыз.

3) Тартымды күш салуды анықтаймыз:

$$F_{mm} = F_z + (G_{geT} + G_{CT} + F_y) \cdot \mu;$$

мұндағы  $G_{geT} + G_{CT}$  - бөлшектің және столдың салмағы

$$F_y - \text{столға күш салу; } F_y = (0,2 \div 0,4)F_z$$

$$F_{TЯГ} = 20000 + (20000 + 40000 + 4000) \cdot 0.05 = 23200(\text{H})$$

4) Тура жүріс кезінде қозғалтқыштың қуаты:

$$P_{двпр} = \frac{F_{TЯГ} \cdot g_{np}}{60 \cdot 10^3 \cdot \eta} = \frac{23200 \cdot 50}{60 \cdot 10^3 \cdot 0,7} = 27,58 \text{ (кВт)}$$

## 2.2 Тұрақты токты сызықты қозғалтқышты есептеу және электромеханикалық сипаттамалары тұрғызу

Тұрақты токтың сызықты қозғалтқышын жобалау үрдісті тартымды күшке салудың және станоктың жұмысшы органының жүрісінің ұзындығын тапсырмаға енгізілген өлшемдер қозғалтқышының көмегімен талап тілген көлемді алу мүмкіндігін тексеруден басталады. Бір уақытта электромагнитті жүктемелерді таңдау және қозғалтқыштың негізгі өлшемдерін таңдау жүргізіледі.

Металл жону станогы үшін тұрақты токтың сызықты қозғалтқышын есептеуді жүргіземіз. Тартымды күшке салуды анықтаймыз  $F_y = 23200$ , станоктың столының орын ауыстыруының максимал жылдамдығы  $V_{max} = 50\text{м/мин}$ , СТТЭҚ – і биіктігі және ені бойынша қолдану үшін «терезе» өлшемі  $H = 0,3\text{м}$ ;  $B = 0,265\text{м}$  столдың жүрісінің ұзындығы  $L_x = 1.5\text{м}$ . Қалған есептеу үшін қажет электромагнитті жүктемелер мәнін тұрақты ток машиналарын жобалау бойынша әдебиеттен таңдаймыз:

$A = 2,5 \cdot 10^4 \text{ А/м}$  – қозғалтқыштың сызықты жүктемесі.

$\Delta\alpha = 3 \cdot 10^6 \text{ А/м}$  – якорь тогының тығыздығы.

$\Delta\beta = 2 \cdot 10^6 \text{ А/м}$  – қозу орамының тогының тығыздығы.

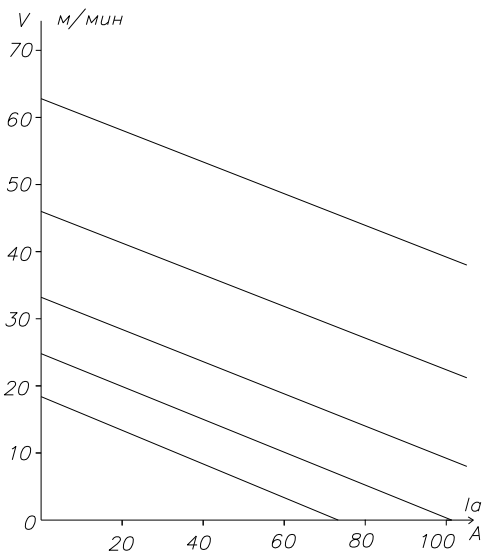
$B_s = 0,6 \text{ Т}$  – ауа саңылауындағы индукция

$B_L = 1,8 \text{ Т}$  – статор тішелеріндегі индукция

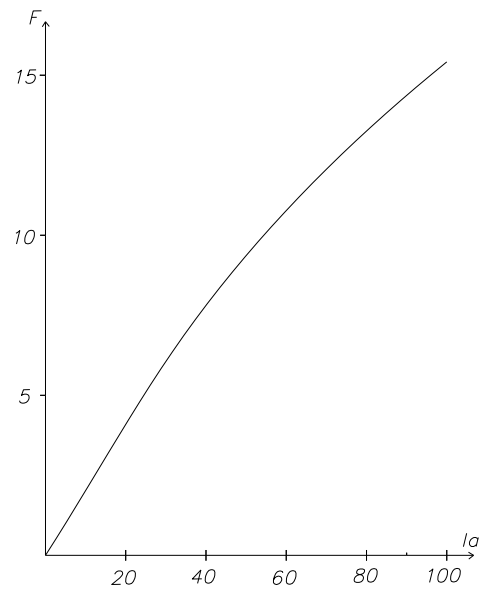
$B_a = 1,4 \text{ Т}$  – якорь мойынтұрығындағы индукция

$B_n = 1,2 \text{ Т}$  – полюстің өзекшесіндегі индукция  
 $B_s = 1,2 \text{ Т}$  – станинаның мойынтұрығындағы индукция  
 $L_\delta = 0,7$  - полюсті жабу коэффициенті  
 $K_z = 0,4$  - пазаның оқшауланған сымдарының толу коэффициенті  
 $K_{os} = 0,5$  - қозу катушкасының қимасының мыспен толу коэффициенті  
 $K_\delta = 1,2$  - ауа саңылауының коэффициенті  
 $K_s = 1,16$  - басты полюстердің ыдырау коэффициенті  
 $K_g = 1,35$  - магнитті тізбектің қанығу коэффициенті  
 $K_N = 1,4$  - якорь орамының секциясының тура бөлігінің ұзындығын анықтау үшін коэффициент

$\lambda = \frac{l_\delta}{c} = 1$  - якордің өткізгішінің активті ұзындығының полюсті бөлудің көлеміне қатынасы.



**2.1-сурет- Электр жетектің қозғалтқыштың электрмеханикалық сипаттамасы**



**2.2-сурет- Электр магниттелу қисығы**

$$l\delta = H - 2 \cdot 0,5\tau - 0,02 = 0,3 - l\delta - 0,02$$

$$2l\delta = 0,28 \Rightarrow l\delta = 0,14 \text{ м}$$

Сызықты қозғалтқыштың тартымды күш салу формуласынан қосарланған якордің талап етілген ұзындығын табамыз:

$$L_a = \frac{fg}{2\alpha\delta \cdot B\delta \cdot A \cdot l\delta} = \frac{23200}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 2,5 \cdot 10^4 \cdot 0,14} = 1,5 \text{ м}$$

Берілген қозғалтқышпен қамтамасыз етілетін жүрістің ұзындығы

$$L_x = L_{CT} - L_{a1} = 3 - 1,5 = 1,5$$

Полюсті бөлудің көлемі келесі формуладан анықталады:  $L_n = 2p \cdot \tau$ , яғни

$$\tau = \frac{L_n}{2p} = \frac{0,5}{4} = 0,125 \text{ м}$$

Сонымен, таңдап алынған тұрақты токтың сызықты қозғалтқыштың қозғалатын бөлігін 0.5м ұзындыққа, модульге полюстердің саны  $2p = 8$ , якорь өткішгішінің активті бөлігін  $l\delta = 0.14\text{м}$ , полюсті бөлудің көлемін  $\tau = 0,125$ ;

$$\lambda = \frac{l\delta}{\tau} = \frac{0,14}{0,125} = 1,12, \text{ ие, ол рұқсат етілген.}$$

Көлденең бағыттағы қозғалтқыштардың өлшемдерін анықтап оны станокқа орнату мүмкіндігіне көз жеткіземіз:

$$B\delta = 2(\epsilon_{nc} + \epsilon_{nn}) + 2\epsilon_z + 2\epsilon_{vi} + 2\delta$$

Мұндағы

$$\epsilon_{nc} = \frac{F\epsilon}{\epsilon_k \cdot \Delta\epsilon \cdot \kappa 2} = \frac{1800}{0.0344 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 0.5} = 0.523 \text{ м}$$

– полюстің өзекшесінің биіктігі

$$F\epsilon = K\mu \cdot 0.8 \cdot K\delta \cdot \epsilon \cdot A \cdot \tau = 1.4 \cdot 0.8 \cdot 1.2 \cdot 0.43 \cdot 2.5 \cdot 10^4 \cdot 0.12 = 1800 \text{ А}$$

$$\epsilon_{vi} = \frac{L\delta \cdot \tau \cdot B\delta \cdot Kz}{Bn} = \frac{0.7 \cdot 0.125 \cdot 0.6 \cdot 1.15}{1.2} = 0.05 \text{ м}$$

– полюстің өзекшесінің ені

$K_0 = 0.95$  - катушкалар арасындағы саңылауды есептейтін коэффициент

$$\epsilon_{vi} = \frac{K_0 \cdot \tau \cdot \epsilon n}{2} = \frac{0.95 \cdot 0.125 \cdot 0.05}{2} = 0.0344 \text{ м}$$

– қозу орамының катушкасының ені

$$\epsilon_{л.н} = \frac{(L\delta \cdot \tau \cdot \epsilon n)}{2} \cdot \frac{B\delta}{Bn} = \frac{(0.7 \cdot 0.125 \cdot 0.05)}{2} \cdot \frac{0.6}{1.2} = 0.00937 \text{ м.}$$

$$\hbar_2 = \hbar = \frac{A}{\Delta L n_3 \left(1 - \frac{B\delta}{Bz}\right)} = \frac{2.5 \cdot 10^4}{3 \cdot 10^4 \cdot 0.4 \left(1 - \frac{0.6}{1.8}\right)} = 0.031 \text{ м}$$

– тісшенің (немесе паза) биіктігі

$$\hbar_a = \frac{L\delta \cdot B\delta \cdot \tau}{Ba} = \frac{0.7 \cdot 0.6 \cdot 0.125}{1.4} = 0.0375$$

– якорь мойынтұрығының арқашасының биіктігі

$$\delta = \varepsilon \cdot \frac{A \cdot \tau \cdot 10^{-6}}{B\delta} = 0.43 \cdot \frac{2.5 \cdot 10^4 \cdot 0.12 \cdot 3 \cdot 10^{-6}}{0.6} = 0.0022 \text{ м}$$

– ауа саңылауының көлемі.

Алынған мәндерді 5.5 – ке қойып көлденең бағыттағы СТТЭЖ өлшемдерін аламыз.

$B\delta = 2(0.0523 + 0.00937) + 2 \cdot 0.031 + 2 \cdot 0.0575 + 2 \cdot 0.0022 = 0.264 \text{ м}$ , талап етілген қозғалтқышты орындау мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

Якорь орамын есептеу. Коллекторлы жазық ашық конструкцияның якорь орамының орындалу нұсқасын қабылдаймыз. Коллектор қозғалтқыштың қозғалмалы бөлігінде орнатылады. Толаөткізетін щеткалар жүрісінің бүкіл ұзындығының жанында олардың арасындағы  $\tau$  - ға тең аралықпен орналасады.

Полюстер саны  $2p = 8$ , сонда параллель тармақтардың саны  $2a = 4$ . Тармаққа параллель орамдардың саны қозғалтқыштың ЭҚК – ң теңдеуімен анықталады:

$$U_n = E_0 + I_a R_a + 2\Delta U_{uz}$$

мұндағы  $2\Delta U_{uz} = 1$  – щеткалардың өтпелі контактілеріндегі кернеудің түсуі.

Якорьдың тармағынна параллель ЭҚК:

$$Ea = L\delta \cdot B\delta \cdot l\delta \cdot V_n \cdot Na \quad (2.1)$$

мұндағы  $Na$  – параллель тармақтың өткізгіштерінің саны.

Якорь тогы:

$$I_0 = i_0 \cdot 2_0 = \Delta\alpha \frac{\rho \cdot \ln \cdot Na}{r_a} \cdot 2a \quad (2.2)$$

мұндағы  $i_a, A$  - параллель тармақтың өткізгіштерінің саны.

$\rho, \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$  – мыстың салыстырмалы кедергісі.

$l_n = l\delta + 1,4\tau = 0,14 + 1,4 \cdot 0,125 = 0,315$  м – якорь ормы секциясының жартылай орамының ұзындығы.

$\tau a$ , Ом – якорь орамының параллель тармағының кедергісі.

$\Delta a$ , А/мм<sup>2</sup> – якорь орамының ток тығыздығы.

Якорь рамының кедергісі

$$R_a = \frac{ra}{2a} \quad (2.3)$$

Якорь орамының тармағына параллель өткізгіштер санын анықтаймыз:

$$Na = \frac{U_n - 2\Delta I_{из} z}{L\delta \cdot B\delta \cdot l\delta \cdot V_n + \Delta a \rho \cdot l_n} = \frac{220 - 2}{0,7 \cdot 0,6 \cdot 0,14 \cdot 1 + 3 \cdot 0,0175 \cdot 0,315} = 2895;$$

Модульдің якорь орамының барлық өткізгіштерінің саны:

$$N = Na \cdot 2a \cdot 2895 \cdot 4 = 11580$$

Полюсті болуын якорь пазасының саның әдебиет бойынша таңдаймыз:

$$\frac{z}{2p} = 8$$

Сонда якорьдің тісті болуі:

$$t_1 = \frac{\tau}{z(2p)} = \frac{0,125}{8} = 0,0156 \text{ м}$$

Модульдің якорь орамының барлық пазаларының саны:

$$z = \frac{\tau}{z(2p)} \cdot 2p = 8 \cdot 8 = 64 \text{ (әр жаққа 32 – дан)}$$

Фазаға өткішгіштер саны:

$$N_n = \frac{N}{z} = \frac{11580}{64} = 180$$

Параллель тармақтың тогы:

$$i_a = \frac{A \cdot t_i}{N_n} = \frac{2,5 \cdot 10^4 \cdot 0,0156}{180} = 21,6 \text{ А}$$

Якорь орамының өткізгішінің қимасы:

$$S_{np} = \frac{ia}{\Delta a} = \frac{2,16}{3} = 0,72 \text{ мм}^2$$

Қимасы  $S_{np} = 0,724 \text{ мм}^2$ , диаметрі  $\alpha = 0,96 \text{ мм}$ , 1 км сымның кедергісі  $R_{pn} = 23,8 \text{ Ом/км}$  орамды сым таңдаймыз.

Паза мысының қимасы:

$$S_{\min} = S_{np} \cdot Nn = 0,724 \cdot 180 = 130 \text{ мм}^2$$

Пазаның көлденең қимасының ауданы:

$$S_n = \frac{S_{\min}}{K_3} = \frac{130}{0,4} = 325 \text{ мм}^2$$

Паза ені:

$$ln = \frac{S_n}{nn} = \frac{325 \cdot 10^{-6}}{31 \cdot 10^{-3}} = 0,0095 \text{ м}$$

Тішпенің ені:

$$vz = t_1 - vn = 0,0156 - 0,0095 = 0,0061 \text{ м.}$$

Модуль якорының тогы:

$$I_0 = ia \cdot 2a = 216 \cdot 4 = 86,61 \text{ А.}$$

якорь орамының кедергісі:

$$Ra = \frac{\Delta a \rho \cdot ln \cdot Na}{Ia} = \frac{3 \cdot 0,0195 \cdot 0,315 \cdot 2895}{86,6} = 5,53 \text{ Ом.}$$

параллель тармақтың ЭҚК:

$$E_0 = 0,7 \cdot 0,6 \cdot 0,14 \cdot 1 \cdot 2895 = 170,2 \text{ В.}$$

Қозғалтқыштың бір модулінің толық механикалық қуаты:

$Pa = P_{\mu x} = Ea \cdot Ia = 170,2 \cdot 8,66 = 14720 \text{ Н.}$  ол есептің мәні бойынша сай келеді:

$$P_{\mu x} = \frac{Fy \cdot N}{3} = \frac{23200 \cdot 1}{3} = 14670 \text{ Н.}$$

Бір модульдің якорына тораптан келтірілетін толық электірлік қуат:

$$P_i = U_H \cdot I_0 = 220 \cdot 86.61 = 19051.2 \text{ Вт.}$$

Сызықты қозғалтқыштың магнитті тізбегін есептеуді жалпы белгілі әдістеме негізінде жүргіземіз.

Есептеу үшін қажет негізгі геометриялық өлшемдер жүргіземіз:

1) Ауа саңылауы:  $\delta = 0,002 \text{ м}, \tau = 0.125 \text{ м}, l\delta = 0.14 \text{ м}, L\delta = 0.7$

2) Тісті аумақ:  $hz = 0.031 \text{ м}, ez = 0.0061 \text{ м},$

3) Якорьдың мойынтұрығы:

$$La = \tau + ha = 0.125 + 0.037 = 0.1625 \text{ м}$$

$$Sa = ha \cdot l\delta = 0.0375 \cdot 0.14 = 0.00525 \text{ м}^2$$

4) Помос:

$$hm = hnc + hnn = 0.0523 + 0.00937 = 0.0617 \text{ м}$$

$$Sm = en + l\delta = 0.05 \cdot 0.4 = 0.007 \text{ м}^2$$

5) Станинаның мойынтұрығы :

$$Lя = \tau \cdot hc = 0.125 \cdot 0.04 = 0.165 \text{ м}$$

$$Ss = hc \cdot H = 0.04 \cdot 0.3 = 0.012 \text{ м}^2$$

полюстер жұбына негізгі М.С. теңдеуі:

$$Fa = 2H\delta \cdot \delta + 2Hz \cdot hz + HaLa + 2Hm \cdot hm + Ha \cdot Ls$$

ЭҚК алу үшін қажет ағын:

$$Fa = 170.2 \text{ В} \quad V = 50 \text{ м/мм кезінде.}$$

$$\Phi\delta = \frac{Ea}{C_0 \cdot V_0} = \frac{130.2}{23160 \cdot 1} = 0.735 \cdot 10^{-2} \text{ Вб.}$$

мұндағы  $C_0 = \frac{N}{2a \cdot \tau} = \frac{11580}{4 \cdot 0.125} = 23160$

Ауа саңылауы:

$$B\delta = \frac{\Phi\delta}{L\delta \cdot \tau \cdot l\delta} = \frac{0.735 \cdot 10^{-2}}{0.7 \cdot 0.125 \cdot 0.14} = 0.6 \text{ Т}$$

$$K\delta = \frac{t_1 + 10 \cdot \delta}{e\tau \cdot 10 \cdot \delta} = \frac{15.6 + 10.2}{6.1 + 10 \cdot 2} = 1.36 \text{ Т}$$

$$F\delta = 8 \cdot 10^3 \cdot B\delta \cdot K\delta \cdot 2\delta \cdot 8 \cdot 10^5 \cdot 0.6 \cdot 1.36 \cdot 2 \cdot 0.002 = 2688 \text{ А}$$

Тісті аумақ:



$$B_z = \frac{B\delta \cdot t_1}{\epsilon z} = \frac{0.6 \cdot 0.0156}{0.0061} = 1.53 \text{ T}$$

Қалың қабатты стол үшін  $H_z = 32,14$  см табамыз.

$$F_z = 2 \cdot 32.1 \cdot 0.031 \cdot 10^2 = 199 \text{ A}$$

Якорь мойынтұрығы:

$$B_a = \frac{\Phi\delta}{l_a} = \frac{0.735 \cdot 10^{-2}}{0.00525} = 1.4 \text{ T}$$

$$H_a = 20.9 \text{ A/м}$$

$$F_a = 20.9 \cdot 0.1625 \cdot 10^2 = 339 \text{ A}$$

Помас:

$$\Phi_M = F_s \cdot \Phi\delta = 115 \cdot 0.735 \cdot 10^{-3} = 0.845 \cdot 10^{-2} \text{ Вб}$$

$$B_M = \frac{0.845 \cdot 10^{-2}}{0.007} = 1.2 \text{ T}$$

$$H_\mu = 12.9 \text{ A/м}$$

$$F_\mu = 2 \cdot 12.9 \cdot 0.0617 \cdot 10^2 = 159 \text{ A}$$

Станинаның мойынтұрығы:

$$B_a = \frac{\Phi_M}{S_M} = \frac{0.845 \cdot 10^{-2}}{0.012} = 0.7 \text{ T}$$

$$H_s = 5.84 \text{ A/см},$$

$$F_\pi = 5.849 \cdot 0.169 \cdot 10^2 = 98 \text{ A}$$

$$F_o = 2688 + 199 + 339 + 159 + 98 = 3422 \text{ A}$$

Қозу орамының катушкалары қимасы  $1.057 \text{ мм}^2$  сымнан орындалады, ол  $I_\phi = 2 \text{ A}$  қозу тогына сай келеді.

Осыдан бір катушкада:

$$W_K = \frac{F_o}{2 \cdot 2} = \frac{3422}{4} = 855$$

орам бар.

Катушканың орташа орамының ұзындығы

$$l_{cc} = 2[\ln + \nu n + 4\Delta u] \cdot \pi \cdot \nu n = 2[0.14 + 0.05 + 4 \cdot 0.002] + 3.14 \cdot 0.0344 = 0.504 \text{ м.}$$

Бір катушкаға ОВ жетектің ұзындығы:

$$L_M = 0.504 \cdot 855 = 431 \text{ м}$$

Бір қозу катушкасының кедергісі:

$$R_{1k} = \frac{\rho \cdot l}{g} = \frac{0.0175 \cdot 431}{2.057} = 7 \text{ Ом}$$

Номинал қозу тогы кезінде  $I_A$ , бір катушкадағы шығын:

$$P_{1k} = i^2 \nu \cdot R_{1k} = 2^2 \cdot 7 = 28 \text{ Вт}$$

Станнинаның екі жағының жанында орнатылған катушкалар саны:

$$\nu n = \frac{2L_{cm}}{\tau} = \frac{2 \cdot 3}{0.125} = 48$$

Қосу орамындағы жалпы шығындар:

$$P_{0\delta} = P_{1k} \cdot \nu k = 28 \cdot 48 = 1433 \text{ Вт}$$

Тұрақты токтың сызықты қозғалтқышының ПӘК.

$$\eta = \frac{3 \cdot P_{III}}{3P_1 + P_{0\delta}} \cdot 100\% = \frac{3 \cdot 1472}{31905.2 + 3144} \cdot 100\% = 86.3\%$$

Тұрақты токтың берілген сызықты қозғалтқышында тәжірибелі деректер негізінде  $I_b - const$  немесе  $U_g - cont$ .

2.1-сурет кезінде келесі тартым және сызықты сипаттамалары бар  $F_g = f(I_g) I_b \cdot const$  2.2-сурет кезінде.

### 2.3 Сызықты қозғалтқыштың жүктемелік диаграммасы

Столдың қозғалысының жүктемелі диаграммасын құру  $\vartheta_{np} = 50 \text{ м/мин}$  кесу жылдамдығы  $\vartheta_{ex} = 12 \div 15 \text{ м/мин}$  мәнінен көп болғандықтан, столдың тура жүрісі кезінде электржетектің екпіні екі сатыда жүргізіледі, алдымен  $\vartheta_{ex} = 15 \text{ м/м}$  тең деп қабылданатын  $\vartheta_{ex}$  жылдамдығына дейін, бұл жылдамдық кезінде кескіш орнатылады және кесу үрдісі басталады. Бұл учаскеге

диаграммада  $t_0 - t_1$  уақыт интервалы сай келеді.  $t_1$  уақыт аралығында жетектің екпінi оның төмендетілген жылдамдық кезіндегі жұмысы сияқты бос жүріс кезінде жүреді. (уақыт интервалы  $t_2, t_3$  уақыт интервалында кескіштің механикалық жылдамдығымен шектелген  $\mathcal{E}_{\text{ж}}$  төмендетілген жылдамдықта кескіштің орнатылуы болады.  $t_3$  интервалының аяғында  $\mathcal{E}_{\text{пр}}$  жылдамдығына дейін кейінгі екпін басталады. Екпін аралығына  $t_4$  учаскесі сай келеді.  $t_5$  учаскесінде  $\mathcal{E}_{\text{пр}}$  тұрақты жылдамдықпен жону үрдісі болады. Кескіштің бұйымнан шығар алдында жылдамдық  $t_6$  уақыт аралығында  $\mathcal{E}_{\text{вых}} = \mathcal{E}_{\text{ж}}$  - қа дейін төмендейді. Кескіштің бұйымның, металлынан шығуының төмендетілген жылдамдығы құралдың шығуы кезінде металдың сынуын алдын алу үшін қажет.  $t_7$  уақытында кескіш бұйымның металлынан шығады және қозғалтқыш  $t_8$  уақыт аралығында бос жұмыс істейді. Кейін  $t_9$  және  $t_{10}$  уақыт аралығында рұқсат етілген күшеюмен анықталатын максимал рұқсат етілетін динамикалық күш салу кезінде бос кері жүрістің минимал жылдамдығына дейін қозғалтқыштың реверсі болады. Металл жону станоктары үшін столдың столдың орын ауыстыруы кезінде станоктардың рұқсат етілген күшеюі  $a = 0.8 \div 2 \text{ м/с}^2$  аралығында жатады.  $t_{11}$  уақыт аралығында кері жүрісінің  $\mathcal{E}_{\text{орб}}$  бос жылдамдығымен орнатылған режимде жұмыс істейді. Кері жүрістің соңында  $t_{12}$  уақыт аралығында оның жылдамдығы  $\mathcal{E}_{\text{вых}} = \mathcal{E}_{\text{ж}}$  дейін төмендейді, максимал рұқсат етілген динамикалық күш салу кезінде,  $t_{13}$  уақыт аралығында жетекті  $t_{14} = t_{15}$  уақыт аралығында максимал – рұқсат етілген динамикалық күш салу кезінде  $\mathcal{E}_{\text{ж}}$  жылдамдығына дейін бос реверстеу болып табылады.

Екпін  $F_{\text{гон}} = \text{const}$  шарты кезінде жүреді және  $F_{\text{гон}} = 2Fu$  шарты кезінде  $t_1 = t_{15}$  уақыт аралығын есептейміз.  $t_0 - t_i$  аралығы  $\mathcal{E}_{\text{ж}}$  - қа дейін тұрақты күшеюі бар екпін

$$t_1 = \frac{\mathcal{E}_{\text{ж}}}{a/\rho} = \frac{15.0}{2/0.0053} = 0.25(\text{с})$$

$t_1$  уақытында стол жүрген жол

$$lt_1 = \frac{at_1^2}{2} = \frac{2 \cdot 0.25^2}{2} = 0.031(\text{м}) \quad \text{шартынан стол жүрісінің ұзындығы 5м}$$

құрайтыны белгілі. Столдың бос жолы кескіштің бөлшекке кіруі және шығуы кезінде бірдей және келесіге тең деп қабылдаймыз:

$$l_{\text{ж}} = 5 - 4.5 - 0.5\text{м} = lt_1 + lt_2 + t_3 + lt_y$$

$$lt_1 + lt_2 = \frac{l_{\text{ж}}}{2} = \frac{0.5}{2} = 0.25(\text{м}) \quad \text{кіру кезінде}$$

$$lt_8 + lt_y = \frac{l_{\text{ж}}}{2} = \frac{0.5}{2} = 0.25(\text{м}) \quad \text{шығу кезінде}$$

$t_2$  уақыты кезінде столдың бос жолы келесіге тең:

$$lt_2 = (lt_1 + lt_2) - lt_1 = 0.25 - 0.03 = 0.22(м)$$
$$t = \frac{lt_2}{\mathcal{B}x} = \frac{0.22 \cdot 60}{15} = 0.88(с)$$

Стол  $t_3$  және  $t_3$  учаскелерінде жүретін жолды келесіге тең деп қабылдаймыз:

$$lt_3 = lt_3 = 0.1м$$

$t_3$  және  $t_3$  уақыттарын анықтаймыз:

$$t_3 = t_3 = \frac{lt_3}{\mathcal{B}p} = \frac{0.1 \cdot 60}{15} = 0.4(с)$$

$\mathcal{B}x$  тен  $\mathcal{B}np$  - ге дейінгі толық жүктеме кезінде стлдың екпінінің уақыты:

$$t_y = \frac{\mathcal{B}np - \mathcal{B}x}{\rho \cdot (a / \rho)} = \frac{50 - 15}{0.0053 \cdot (2 / 0.0053)} = 0.58(с)$$

$t_4$  учаскесінде стол жүрген жол:

$$lt_4 = \mathcal{B}x \cdot t_4 + \frac{at_4^2 \cdot \rho}{2} = 15 \cdot 0.58 + \frac{2 \cdot 0.58^2 + 0.0053}{2} = 0.3(м)$$

$t_6$  учаскесінде толық жүктеме кезінде тенеу уақыты

$$t_6 = \frac{\mathcal{B}np - \mathcal{B}x}{\rho \cdot (a / \rho)} = \frac{50 - 15}{0.0053 \cdot (2 / 0.0053)} = 0.58(с)$$

$t_6$  учаскесінде стол жүрген жолды келесі формула бойынша анықтаймыз:

$$t_6 = \mathcal{B}np \cdot t_6 - \frac{at_6^2}{2} = 50 \cdot 0.58 + \frac{2 \cdot 0.58^2}{2} = 0.3(м)$$

$t_9$  учаскесінде бос жүрісте тенеу уақыты

$$t_1 = t_9 = 0.25с$$

$t_9$  учаскесінде бос жүрісте стол жүрген жол:

$$t_9 = \text{Әех} \cdot t_9 - \frac{at_9^2}{2} = 15 \cdot 0.25 + \frac{2 \cdot 0.25^2}{2} = 0.03(\text{м})$$

$t_9$  учаскесінде столдың қозғалысының жолы және уақыты:

$$lt_8 = (lt_8 - lt_9) - lt_9 = 0.25 - 0.03 = 0.22(\text{м})$$

$$t_8 = \frac{lt_8}{\text{Әех}} = \frac{0.22}{15} = 0.88(\text{с})$$

Тура жүріс кезінде кіру және шығу учаскесінде столдың жалпы жүрген жолы:

$$lt_1 + lt_2 = lt_3 + lt_4 + lt_5 + lt_6 + lt_7 + lt_8 + lt_9 = 0.03 + 0.22 + 0.1 + 0.3 + 0.3 + 0.1 + 0.22 + 0.03 = 1.3 \text{ м}$$

Тура жүріс кезінде  $t_5$  учаскесінде стол жүрген жол:

$$lt_5 = 5 - 1.3 = 3.7(\text{м})$$

$t_5$  учаскесінде  $\text{Әнр}$  - мен столдың қозғалысының уақыты:

$$t_5 = \frac{lt_5}{\text{Әнр}} = \frac{3.7}{50} = 4.44(\text{с})$$

$\text{Әобр}$  - ге дейін екпін уақыты:

$$t_{10} = \frac{\text{Әобр}}{a} = \frac{85}{1 \cdot 60} = 1.4(\text{с})$$

$t_{10}$  екпін уақытында столдың жолы:

$$lt_{10} = \frac{at_{10}^2}{2} = \frac{1 \cdot 1.4^2}{2} = 0.98(\text{м})$$

$t_{12}$  учаскесінде  $\text{Әобр}$  - ден  $\text{Әвых}$  - ка дейін тежеу уақыты:

$$t_{12} = \frac{\text{Әобр} - \text{Әвых}}{a} = \frac{85 - 15}{1 \cdot 60} = 1.16(\text{с})$$

$t_{12}$  тежеу учаскесіндегі жол:

$$lt_{12} = \text{Әобр} \cdot t_{12} - \frac{at_{12}^2}{2} = 85 \cdot 1.16 - \frac{1 \cdot 1.16^2}{2} = 0.97(\text{м})$$

$t_{13}$  учаскесіндегі жол және уақыт.  $lt_{13} = 0.1м$  деп қабылдаймыз, сонда:

$$t_{13} = \frac{lt_8}{\rho_{вых}} = \frac{0.1}{60} = 0.4(c)$$

$t_{14}$  учаскесінде тежеу уақыты:

$$t_{14} = \frac{\rho_{вых}}{a/\rho} = \frac{15}{1/0.0053 \cdot 0.0053} = 0.25(c)$$

$t_{14}$  учаскесінде тежеу кезінде стол жүрген жол:

$$lt_{14} = \rho_{вых} \cdot t_{14} - \frac{at_{14}^2 \cdot \rho}{2} = 15 \cdot 0.25 - \frac{1 \cdot 0.25^2 \cdot 0.0053}{2} = 0.09(м)$$

Учаскелердегі жалпы жол:

$$lt_{10} + lt_{11} + lt_{12} + lt_{13} = 0.98 + 0.97 + 0.1 + 0.03 = 2.08(м)$$

$t_{11}$ -ге бос жүріс кезінде орнатылған режимдегі жол және уақыт.

$$lt_{11} = L - (lt_{10} + lt_{12} + lt_{13} + lt_{14}) = 5 - 2.08 = 2.92(м)$$

$$t_{11} = \frac{lt_{11}}{\rho_{обп}} = \frac{2.92 - 60}{85} = 2.06(c)$$

$t_1$  учаскесіндегі динамикалық күш салу:

$$Fg = m \cdot a \frac{dv}{dt} = m \cdot a \max = 6116 \cdot 1 = 6116(H)$$

$t_1$  учаскесіндегі қозғалтқыштың тогы:

$$F_1 = F_{exx} + F_{g1} = 670.6 + 6116 = 6786.9(H)$$

$$I_1 = \frac{F_1}{1.25} = 846(A)$$

$t_2$  учаскесіндегі қозғалтқыштың тогы:

$$F_2 = F_{2xx} = 670.6(H); I_2 = \frac{F_2}{1.25} = \frac{670.6}{1.25} = 54(A)$$

$t_3$  учаскесіндегі қозғалтқыштың тогы:

$$F_3 = F_{\text{э.нр}} = 1900.9 (H); I_3 = \frac{F_3}{C} = 152 (A)$$

$t_4$  учаскесіндегі қозғалтқыштың тогы:

$$F_4 = F_{\text{э.нр}} + F_g = 1900.9 + 6116 = 8016.9 (H); I_4 = \frac{F_4}{1.25} = 944 (A)$$

$t_5$  учаскесіндегі қозғалтқыштың тогы:

$$F_5 = F_{\text{э.нр}} = 1900.9 (H); I_5 = \frac{F_5}{1.25} = 152 (A)$$

$t_6$  учаскесіндегі қозғалтқыштың тогы:

$$F_6 = F_{\text{э.нр}} - F_g = 1900.9 - 6116 = -4215.1 (H); I_6 = \frac{F_6}{1.25} = -639 (A)$$

$t_7$  учаскесіндегі қозғалтқыштың тогы:

$$F_7 = F_{\text{э.нр}} = 1900.9 (H); I_7 = \frac{F_7}{1.25} = 152 (A)$$

$t_8$  учаскесіндегі қозғалтқыштың тогы:

$$F_8 = F_{\text{схх}} = 670.6 (H); I_8 = \frac{F_8}{1.25} = 54 (A)$$

$t_9$  учаскесіндегі қозғалтқыштың тогы:

$$F_9 = F_{\text{схх}} - F_g = 670.9 - 6116 = -5446.1 (H); I_9 = \frac{F_9}{C} = -737.9 (A)$$

$t_{10}$  учаскесіндегі қозғалтқыштың тогы:

$$F_{10} = -F_{\text{схх}} - F_g = -670.9 - 6116 = -6786.9 (H); I_{10} = \frac{F_{10}}{C} = -846 (A)$$

$t_{11}$  учаскесіндегі қозғалтқыштың тогы:

$$F_{11} = -F_{\text{э.обп}} = -620.7 \text{ (H)}; I_{11} = \frac{F_{11}}{C_{\text{оос}}} = \frac{-620.7}{0.8} = -78 \text{ (A)}$$

$t_{12}$  учаскесіндегі қозғалтқыштың тогы:

$$F_{12} = -F_{\text{схх}} - F_g = -670.6 - 6116 = 5445.1 \text{ (H)}; I_{12} = \frac{F_{12}}{C_{\text{оос}}} \cdot \frac{5445.1}{0.8} = -1153 \text{ (H)}$$

$t_{13}$  учаскесіндегі қозғалтқыштың тогы:

$$F_{13} = -F_{\text{схх}} = -670.6 \text{ (H)}; I_{13} = \frac{F_{13}}{C} = -54 \text{ (A)}$$

$t_{14}$  учаскесіндегі қозғалтқыштың тогы:

$$F_{14} = -F_{\text{схх}} - F_g = 670.6 + 6116 = 737.9 \text{ (H)}; I_{14} = \frac{F_{14}}{C} = \frac{737.9}{1.25} = 737.9 \text{ (A)}$$

Циклдің уақытын анықтаймыз:

$$n = 14 \quad t_y = \sum_{i=0}^{n-1} t_i = 0.25 + 0.88 + 0.4 + 0.58 + 4.44 + 0.58 + 0.4 + 0.88 + 0.25 + 1.4 + 1.16 + 0.4 + 0.25 + 2.06 = 13.93 \text{ (C)}$$

Балама токты анықтаймыз:

$$I_{\text{эв}} = \sqrt{\frac{\sum I_i^2 \cdot t}{t_y}}$$

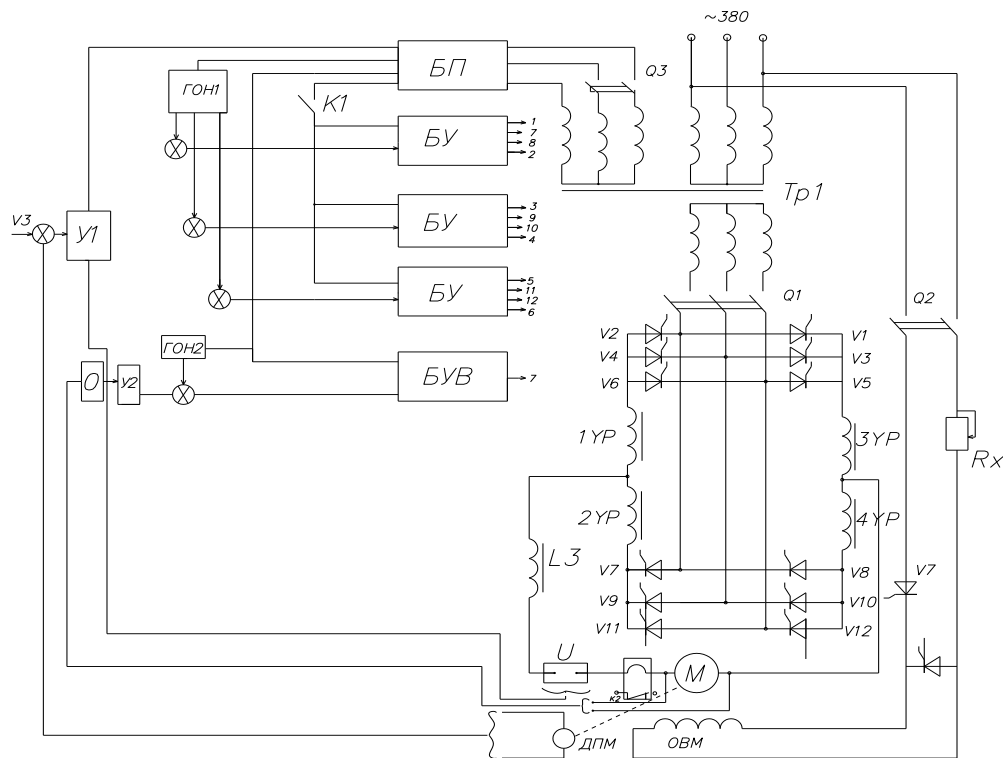
$$I_{\text{эв}} = \sqrt{\frac{\frac{846^2 \cdot 0.25 \cdot 54^2 \cdot 0.88 + 152^2 \cdot 0.4 + 944^2 \cdot 0.58 + 152^2 \cdot 4.44 +}{13.93} + \frac{(-639)^2 \cdot 0.58 + 152^2 \cdot 0.4 + 54^2 \cdot 1.16 + (-737)^2 \cdot 0.25 +}{13.93} + \frac{846^2 \cdot 1.4 + 1153^2 \cdot 0.8 + (-54)^2 \cdot 0.4 + 737.9^2 \cdot 0.25 + 78^2 \cdot 2.06}{13.93}}{13.93}} = 264.17 \text{ (A)}$$

## 2.4 Жону столының электр жетегінің электрлік схемасын құру

Реверстенген электржетек жылдамдық бойынша теріс кері байланысы бар және ток бойынша байланысы бар жылдамдықты екі фазалы реттеуді көрсетеді.



Блок – схема 2.4-суретте көрсетілген. Электржетек: күштік трансформатордан Т тиристорлы түрлендіргіштен, якорлы кернеудің реттегішін күшейткіштен У1, тіреуші кернеу генераторынан ГОН1, импульсті құраушылардың үш каналынан БУ, қоректену блогынан БП, теңестіру дроссельдерінің реттегішінің М магнит ағынынан УР1,УР2, УР3,УР4 тегістеуші дроссельден L3 тұрады.

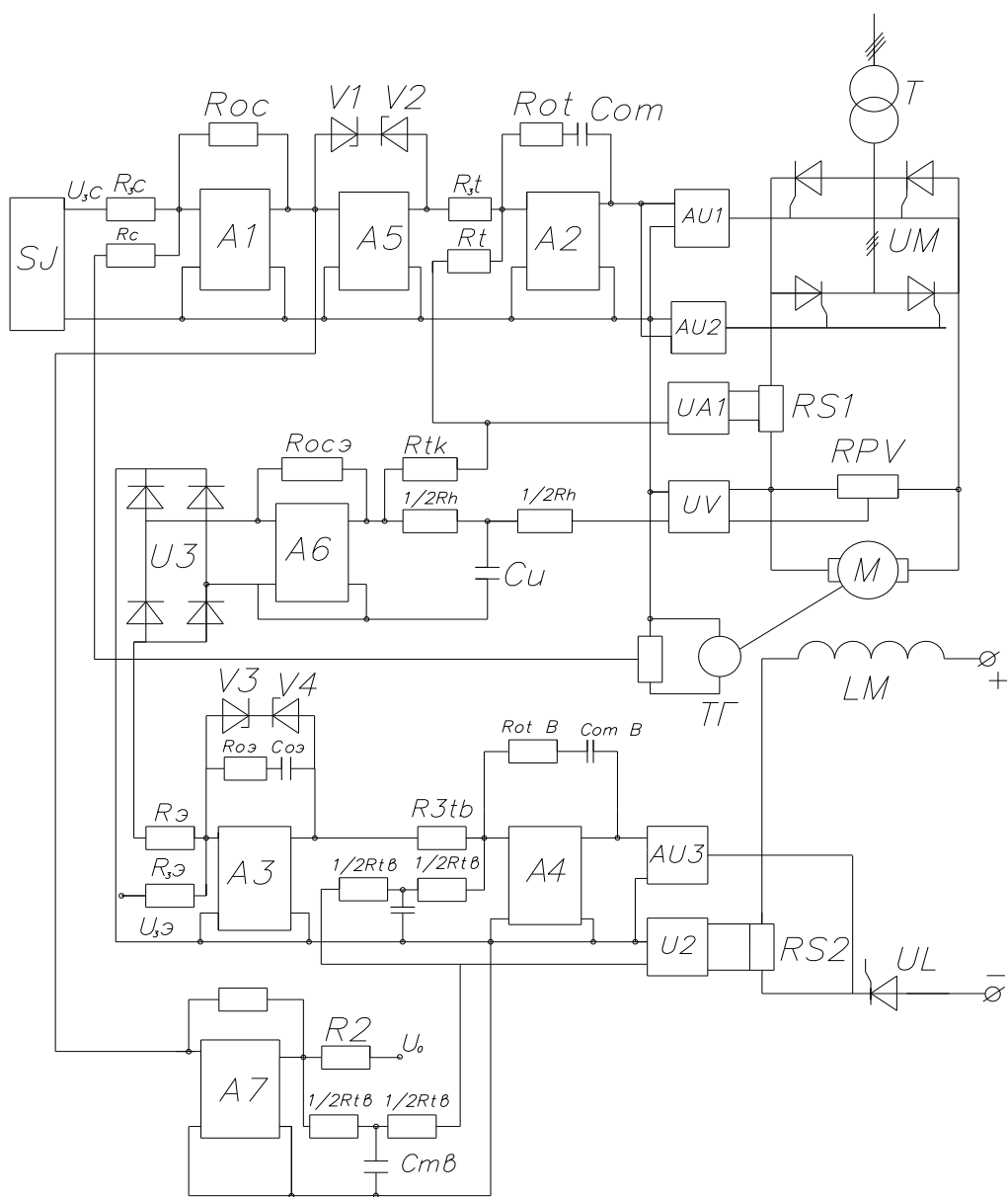


**2.4-сурет- Реверсивті тиристорлы түрлендіргіш-электр қозғалтқыш жүйесінің принципалды электрлік схемасы**

Электржетекте якорлы түрлендіргіш есебінде көпірлік реверстенген схема қолданылған. Электржетектің кірісіне +10В шегінде өзгеріс алатын беруші кернеу  $U_3$  беріледі. У1 күшейткішінің кірісінде алгебралық түрде екі ток суммаланады: беруші кернеуге пропорционал ток және жылдамдық датчигінің кернеуіне пропорционал ток. Ток реттегіші болатын каскадтың екінші күшейткішіне U шунтынан алынатын якорь тогына пропорционал кернеу беріледі. Импульсті құралу кірісінде күшейткіштің шығысының кернеуінің тұрақты құраушысы және ГОН1 тіреуші кернеудің айнымалы құраушысы суммаланады. Күшейткіш шығысының кернеулерінің теңесуі және тіреуші кернеудің ту арадағы мәні кезіндегі маментте басқарушы импульстер құралады. Импульсті құраушылардың шығыстық каскадтарына қорек R1 жіберу релесі арқылы беріледі. Күшейткіштің шығысының кернеуінің көлемін және белгісі басқарушы импульстер фазасын анықтайды. Өз кезегінде басқарушы импульстер фазасы тиристерлердің өткізгіштігінің бұрышының көлемін анықтайды. Тиристрден және разрядты вентильден тұратын бірфазалы тиристрлі түрлендіргіш кернеу көлемін реттейді, қозу орамында қозғалтқыш якорының кернеу функциясында тәуелді принцип бойынша іске асырылады.

Қозғалтқыш якорының номинал кернеуі, тұрақты токты күшейткіштегі  $U_1$ , тіреуші кернеу генераторы ГОН2, басқарушы импульстерді құраушы БУВ кезінде магнит ағынының әлсізденуін қамтамасыз ететін О түйінінен тұратын қозуды реттегіш. Электржетекті қысқа тұйықталудан және аса жүктелуден қорғану Q1, Q2, Q3, автоматты сөндіргіштермен, ал максималды токты қорғасы Н2 релесімен орындалады.

Жылдамдықты реттеу үшін контур токтарымен және кернеумен қозғалтқыш якорының кернеуді реттеудің екі контурлы жүйесі және қозудың контурлық токтарымен және Э.Қ.К. – пен магнит ағынын реттеудің екі контурлы жүйесі қолданылады. Электіржетектің екі фазалы реттеумен принципті схемасы 2.5-суретте келтірілген. Ол тұрақты ток қозғалтқышынан М және екі реттеу жүйесінен: қозғалтқыш якорының кернеуінен және қозғалтқыштың магнит ағынынан тұрады.



**2.5-сурет- Екі контурлы бағынышты басқару жүйесінің функционалды схемасы**

Кернеуді реттеу жүйесіне қозғалтқыштың «алға» АU1 және «кейінқарай» АU2 айналу бағыты үшін импульсті – фазалы басқару жүйелерімен ИМ түрлендіргіші; қоректендіруші трансформатор Т, қарқындылықты бергіш SJ, қозғалтқыш якорының рұқсат етілген тогын шектеуші V1 және V2 тұр мен А1 және А2 күшейткіштерінде орындалған жылдамдықты АК және токты АА1 реттегіштерден: жылдамдық ВR және ток А1 датчиктері жатады. Жылдамдық контурында қосымша А3 күшейткішімен орындалған АР бөлуші қондырғы орынатылған. Ол жылдамдықты реттеудің барлық диапазонында қозғалтқыштың магнит ағыны әлсіздеген кезде электржетекті тиімді жөнге келтіруді қамтамасыз етеді. АР болмаған жағдайда тиімді жөнге келтіру магнит ағынының бір мәнінде ғана орын алады.

Магнит ағынын реттеу жүйесі импульсті басқару жүйесі мен UA2, қозғалтқыш якорының кернеуімен NV ЭҚК UE А6 күшейткішімен және U3 түзеткішімен R<sub>U</sub> C<sub>H</sub> сүзгісімен; АР бөлуші кірісіне түсетін магнит ағынына пропорционал сигналды құрушы А7 күшейткішімен АW суммаланушы қондырғымен қозғалтқыштың қозуының UL тиристрлі түрлендіргішінен тұрады.

## 2.5 Бағынышты басқару жүйесінің реттегіштерінің негізгі параметрлерін есептеу

Ток реттегішінің беріліс функциясы:

$$WpT(P) = \frac{Rя \sum \cdot (Tяp + 1)}{a_T \cdot T_M \cdot K_n \cdot K_T}$$

мұндағы

$a_T$  - m контур тогын жөнге келтіру коэффициенті.

$$a_T = 2$$

$K_n$  - күшейту коэффициенті ТП.

$K_T$  - ток бойынша кері байланыс коэффициенті.

$$K_T = \frac{U_{33}}{I_H} = \frac{10}{90} = 0.11 \text{ (В/А)}$$

$Rя \sum$  - якорь тізбегінің толық активті кедергісі

$$Rя \sum = 0.553$$

$$T_M = T_n = 0.01c$$

$$WpT(P) = Rя \frac{(Tяp + 1)}{a_T \cdot T_M \cdot \rho \cdot K_n \cdot K_T} = \frac{0.553 \cdot (0.035p + 1)}{2 \cdot 0.01p \cdot 30 \cdot 0.0025} = 0.23 + \frac{6.6}{p}$$

Якорь тогының ПИ – реттегішінің параметрлері келесі параметрлер бойынша есептеледі:

$$C_{от} \approx 1 \text{ мкФ} \quad R_{от} = \frac{Tя}{C_{от}} = 0.035 \text{ мОм}$$

$$R_T = \frac{a_T \cdot T_n \cdot K_{ш} \cdot K_{gT}}{R_{я} \sum \cdot C_{от}};$$

мұндағы  $K_{ш} = \frac{U_{ш}}{I_{ш}} = \frac{0.075 \text{ В}}{2 \cdot 90} = 4.1 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}$   $K_{gT} = \frac{U_{gt}}{U_{ш}} = \frac{10}{0.075} = 130$

$$R_T = \frac{2 \cdot 0.01 \cdot 4.1 \cdot 10^{-4} \cdot 130}{0.1 \cdot C} = 0.003 \text{ (мОм)}$$

$$R_{зт} = \frac{U_3 + \max \cdot R_T}{I_{ш} \cdot K_{ш} \cdot K_{gT}} = \frac{10 \cdot 0.003}{2 \cdot 90 \cdot 4.1 \cdot 10^{-4} \cdot 130} = 0.003 \text{ (мОм)} = 3 \text{ кОм}$$

АР бөлуші қондырғыны ескере отырып жылдамдықты зерттегіштің параметрлерін есептеу.

$$W_{pc}(P) = \frac{KT}{a_c \cdot a_T \cdot T_{\mu} \cdot K \cdot K_{\phi}} \cdot \frac{D}{K_{ogy}}$$

мұндағы:  $a_c = 2$ ;  $K_c = 0.05 \text{ вс}$ ;  $D = 1.7$

$$K_{ogy} = \frac{U_{зз}}{U_{pp}} \quad (K_{ogy}) = 1$$

$$W_{pc}(P) = \frac{KT}{a_c \cdot a_T \cdot T_{\mu} \cdot K_c \cdot K_{\phi ш}} \cdot \frac{D}{K_{ogy}} = 22.3$$

Жылдамдықтың П – реттегіштерінің параметрлерін келесі формулалар бойынша есептейді:

$$R_C = \frac{K_{Tл} \cdot V_{\max}}{U_{зз \max}} \cdot R_{зс} \quad R_{зс},$$

мұндағы

$$K_{Tл} = \frac{U_{Tл}}{V_{\max}} = \frac{110}{1.7} = 6.8 \text{ (В} \cdot \text{м/с)} \quad R_{зс} = 5 \text{ кОм}$$

$$R_C = \frac{6.8 \cdot 1.7 \cdot 0.05}{10} = 0.549 \text{ (мОм)}$$

$$R_C = 550 \text{ кОм}$$

$$R_{oc} = \frac{D \cdot 1}{K_{\phi ш} \cdot K_{ogy} \cdot a_c \cdot a_T \cdot T_{л} \cdot K_{HT}} \cdot R_{зс} = \frac{1.7 \cdot 1}{34 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 0.01 \cdot 68} = 3 \text{ (мОм)}$$

Кедергінің есептік мәні:

$$R_{зз} = 5 \text{ кОм}; \quad R_C = 550 \text{ кОм}; \quad R_{oo} = 3 \text{ мОм}.$$

Қозу тогының реттегішінің параметрлерін есептеу.

Бастапқы схемада ПИ – түріндегі қозу тогының реттегіші қабылданады:

$$W_{PTB}(p) = \frac{R_B((T_B + T_{BT})p + 1)}{a_T \cdot T_M \cdot P \cdot K_{MB} \cdot K_{TN}}$$

$$T_{BT} = 0.1 \cdot T_B = 0.1 \cdot 0.7 = 0.07 \text{ с}$$

$$K_{TB} = K_{шв} \cdot K_{гTв} \cdot \frac{R_{ЭTB}}{R_{TB}}$$

мұндағы:  $K_{шв} = \frac{U_{ш}}{I_{ш}} = \frac{0.075}{255} = 0.0075 \text{ (Ом)}$

$$K_{гTв} = \frac{U_{гTв}}{U_{ш}} = \frac{10}{0.075} = 133$$

$R_{в}$  – қозу орамының тізбегінің кдергісі

$K_{гTв}$  – қозу тогының датчигінің коэффициенті

$$K_{TB} = K_{шв} \cdot K_{гTв} \cdot \frac{R_{ЭTB}}{R_{TB}} = 0.075 \cdot 133 \cdot \frac{2}{3} = 0.66 \text{ (Ом)}$$

Сонда:

$$W_{PTB}(p) = \frac{30((0.7 + 0.07)p + 1)}{2 \cdot 0.01p \cdot 25 \cdot 0.66} = 35 + \frac{34.1}{p}$$

ПИ – реттегіштің параметрлері:

$$R_{OTB} = \frac{T_{в} + T_{вT}}{C_{OTB}} = \frac{0.7 + 0.07}{1} = 0.77 \text{ (мОм)}$$

$$R_{TB} = \frac{a_T \cdot T_{Mв} \cdot K_{Tв} \cdot K_{шв}}{R_B \cdot C_{OTB}} = \frac{2 \cdot 0.01 \cdot 0.66 \cdot 25}{30 \cdot 0.1} = 0.04 \text{ (мОм)}$$

$$R_{ЭTB} = \frac{U_{ЭTB} \cdot R_{TB}}{I_{вв} \cdot K_{шв} \cdot K_{днв}} = \frac{10 \cdot 0.011}{5 \cdot 25 \cdot 133} = 6.6 \cdot 10^{-6} \text{ (мОм)}$$

$$C_{TB} = \frac{4 \cdot T_{вT}}{R_{TB}} = \frac{4 \cdot 0.07}{0.04} = 25 \text{ (мкФ)}$$

ЭҚК реттегішінің параметрлерін есептеу.

Э.Қ.К. теттегіші ретінде ПИ реттегіштер қолданылады.

$$W_{PЭ}(p) = \frac{(T_{ЯP} + 1) \cdot K_{TB}}{a_{Э} \cdot a_T \cdot T_M \cdot K_B \cdot K_N} \quad K_{в} = \frac{\Delta I}{\Delta I_{B \max}} = \frac{220}{6.8} = 32.3 \text{ (Ом)}$$

$$K_H = \frac{U_{гв}}{U_{гв}} = \frac{10}{220} = 0.045$$

$a_{Э}$  – ЭҚК контурын жөнге келтіру коэффициенті

Сонда:

$$W_{PЭ}(p) = \frac{(0.035p + 1) \cdot 0.66}{2 \cdot 2 \cdot 0.01p \cdot 32.3 \cdot 0.045} = 0.39 + \frac{11.35}{p}$$

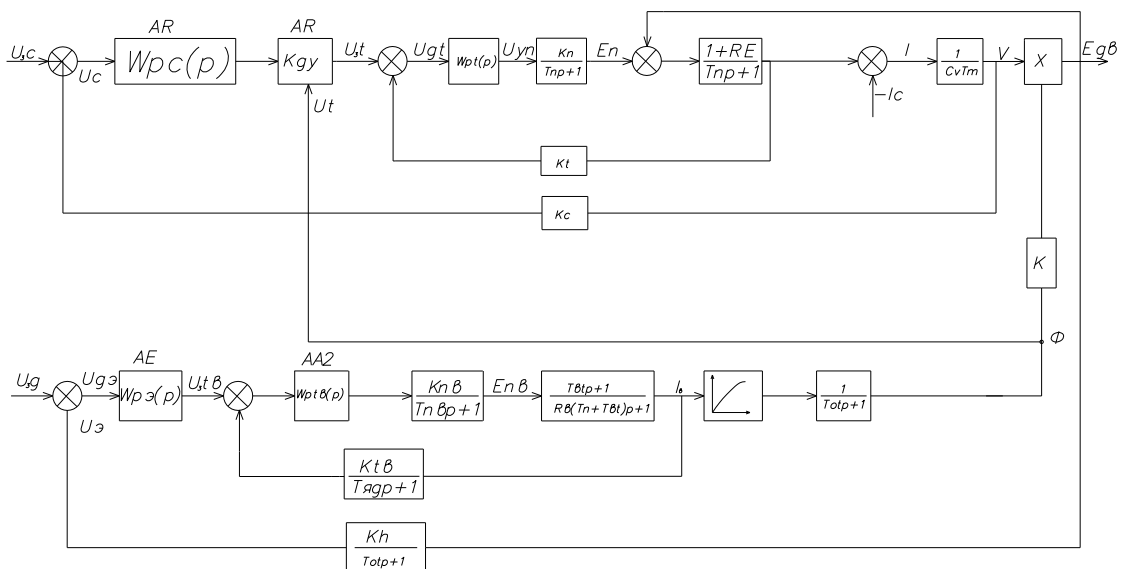
ЭҚК реттегішінің схемасы.

ЭҚК ПИ – реттегішінің параметрлері

$C_{оэ} = 1 \text{ мкФ}$  және  $R_{э} = R_{ээ} = R_H$  көлемдері беріледі.

$$R_{оСэ} = \frac{R_{э} \cdot R_n \cdot C_{оэ} \cdot K_{ТВ}}{a_{э} \cdot a_T \cdot T_{мв} \cdot K_B \cdot K_{гел} \cdot K_{гн}} = \frac{0.093 \cdot 0.093 \cdot 1 \cdot 0.66}{2 \cdot 2 \cdot 0.01 \cdot 32.3 \cdot 0.51} = 0.0088 \text{ (мОм)}$$

$$R_{зэ} = \frac{U_{зз} \cdot a_{э} \cdot a_T \cdot T_{мв} \cdot K_B}{E_u \cdot C_{оэ} \cdot K_{ТВ}} = \frac{10 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 0.01 \cdot 34}{220 \cdot 1 \cdot 0.66} = 0.093 \text{ (мОм)}$$



**2.6-сурет Тиристорлы түрлендіргіш-электр қозғалтқыш жүйесінің құрылымдық схемасы**

## 2.6 Басқару жүйесінің статикалық және динамикалық сипаттамаларын есептеу

Ажыратылған жүйеде жылдамдықтың түсуі:  $\Delta V_p$

$$\Delta V_p = \frac{I \cdot R}{C_v},$$

мұндағы

$I_u = 90 \text{ А}$  – бір модуль үшін  $R = 0.553 \text{ Ом}$

$$C_v = \frac{U_u - I_{я} R}{V_H} = \frac{220 - 0.553 \cdot 90}{50} = 3.4 \text{ (В} \cdot \text{м/м)}$$

$$\Delta U_p = \frac{90 \cdot 0.553}{3.4} = 14.6 \text{ м/мин}$$

Тұйықталған жүше үшін статикалық құламаны анықтаймыз.

$$\Delta V_3 = \frac{4Tn}{T_m} \cdot \Delta V_c = \frac{4 \cdot 0.01}{0.36} \cdot 14.6 = 1.6 \text{ м/мин}$$

Тұйықталған жүйе үшін теңдеу келесі түрге ие болады:

$$V = \frac{U_3 \cdot c}{K_c} - \frac{4Tn \cdot R_{\Sigma} \cdot I_n}{T_m \cdot C_v},$$

мұндағы

$U_3 \cdot c$  - жылдамдықты беру кернеуі

$K_c$  - жылдамдық бойынша кері байланыстың коэффициенті.

$$K_c = \frac{U_{33} \cdot C_v}{U} = \frac{10 \cdot 3.4}{220} = 0.15 (\text{е})$$

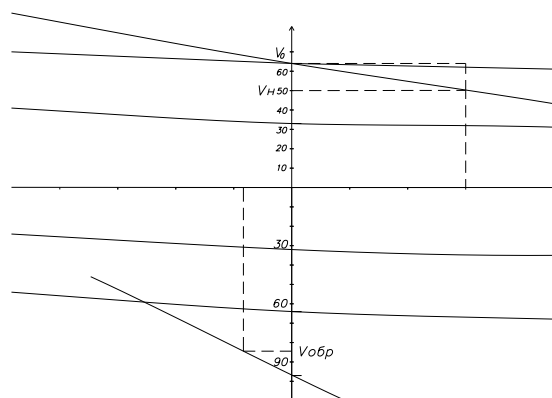
$U_{33}$  мәнімен бағыт бере отырып тұйықталған жүйенің статикалық сипаттамасын анықтаймыз:

Табиғи сипаттама:

$$V_0 = \frac{U}{C_v} = \frac{220}{3.4} = 64.7 \text{ м/мин}$$

$$V_H = \frac{U - R_{\Sigma} \cdot I_n}{C_v} = \frac{220 - 0.553 \cdot 90}{0.36 \cdot 3.4} = 31.3 \text{ м/мин}$$

2.7-суретте бағынышты реттеудің ажыратылған және тұйықталған жүйесі кезіндегі сипаттама, сонымен қатар столдың кері жүрісінің максимал жылдамдығын қамтамасыз ету үшін әлсіз магнит ағыны кезіндегі сипаттама көрсетілген.



2.7-сурет -ТТ-ЭҚ жүйелі электр жетектің статикалық сипаттамалары  
Динамикалық сипаттамалар.

Жүйенің динамикалық қасиеттерінің анализін «машиналық анализ және жүйелер синтезі» модельдеу тілінің көмегімен жүргіземіз.

Реттелуші жетектің динамикасын машинаны мадельдеуің алынған нәтижелерінің анализы жүйенің орнықты екенін, өтелі үрдіс апериодты сипатқа ие екенін көрсетті. Өтпелі үрдістің уақыты және көлемі техникалық үрдіс талаптарын қанағаттандырады.

## **2.7 Металл жону столының басты электр жетегінің принципіалды басқару схемасын құру**

Басты электр жетекті басқару схемасы электржетекке тұрақты токтың тиристірлі түрлендіргіші және екі жақты қызмет көрсетуі бар бір секцияланған шкафта орналасқан басқару станциясынан тұрады. Тиристорлы түрлендіргіш ретінде аралық магнит күшейткіш бар екі жақты реверсті тиристірлі түрлендіргішті қолданады. Ол номинал қуаты 55кВ және номинал кернеуі 440В тұрақты токтың қозғалтқыштарын қоректендіруді қамтамасыз етеді. Электржетек 1:20 тең қозғалқыштың якорьна келтірілетін кернеудің өзгеруімен жылдамдықты реттеу диапазонын қамтамасыз ететін жылдамдық бойынша теріс кері байланыспен қозғалыс жылдамдығын және жоғарығы динамикалық көрсеткіштерді автоматты ұстап тұрудың түйықталған жүйесін көрсетеді.

Жылдамдықты реттеу қанатына қосылған беруші кернеуді құрудың тиімді өтпелі үрдістері құралады. Статикалық және динамикалық режимдерде электрқозғалтқышты қорғау үшін электржетекті қозғалтқыштың номинал тогынан 1.5-2.5 аралығында токты шектеуді орнатумен токты токкесім қарастырылған.

Электржетекті басқарудың принципі электрлік схемасы 2.8-суретте келтірілген.

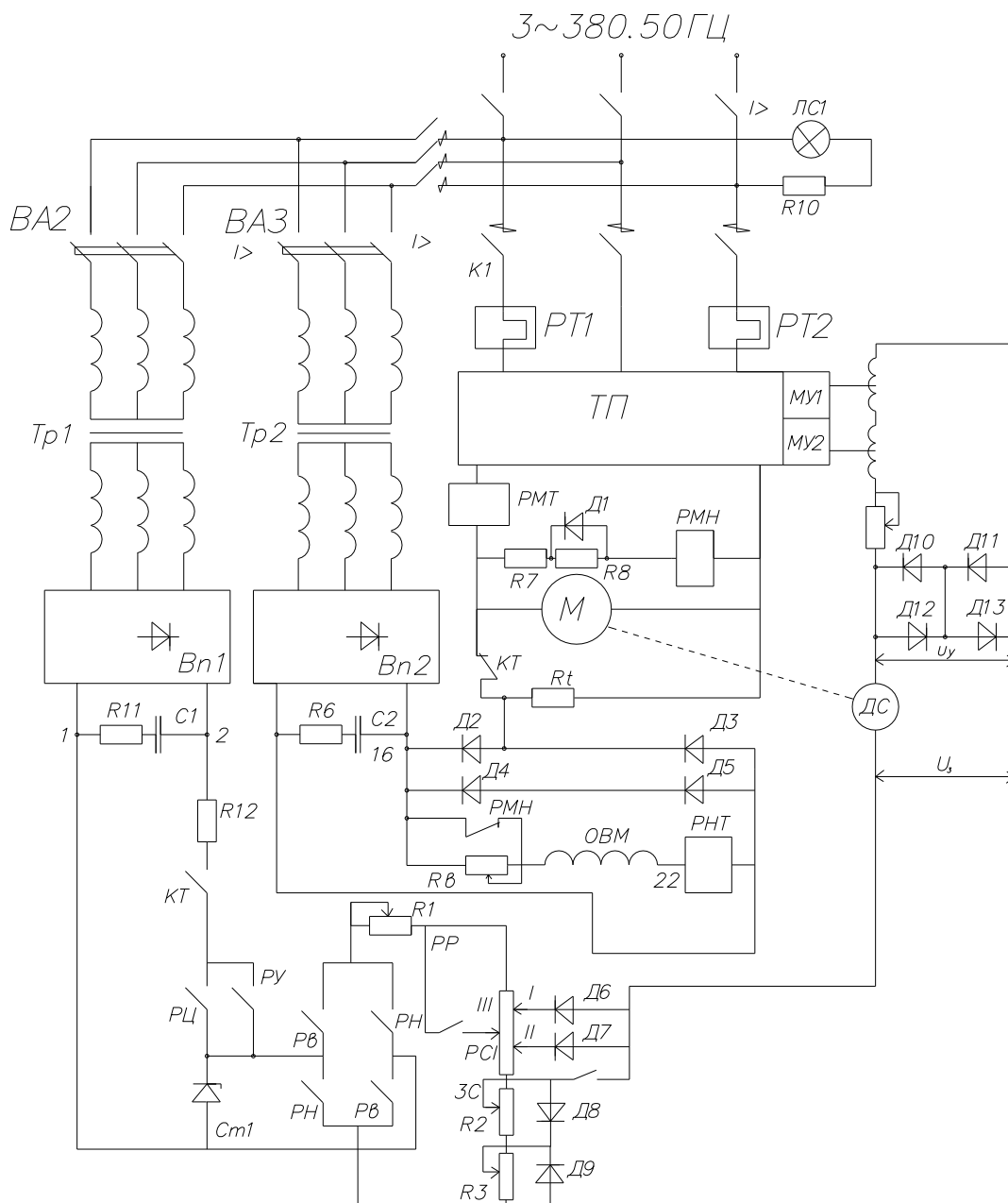
Күштік схемада М столдың қозғалтқышының якоры ТП резисторлы тиристірлі түрлендіргішке қосылған. ОВМ қозғалтқышының қозу орамы үш фазалы трансформатор ТР 2 және ВП2 үшфазалы көпірлік түзеткіштен тұратын тұрақты кернеудің реттелмейтін көзінен қоректенеді.

Қозғалтқыштың магнит ағыны әлсірейді, Rв резисторын қозу орамының тізбегіне қосу қозғалтқыштың жылдамдығын номиналдымен салыстырғанда 20% - ға жоғарлауын қамтамасыз етеді. Қозғалтқыштың жылдамдығы ПС1, ПС2 екі жылдамдықты ретегіштің платынан және R1 R5 енгізілген резисторлардан тұратын ЗС жылдамдықты берушімен ретеледі. Жылдамдықты беруші үш фазалы үш орамды трансформатордан ТР1 үш фазалы көпірлік түзеткіштен ВП1 тұратын тұрақты кернеудің көзінен реленің ПВ алға және ПН кейін қарай контілерімен реверсті көпір арқылы қоректенеді.

Керілудің тұрақтылығы СТ1 стабилитронымен қамтамасыз етіледі. жылдамдықты берушінің бағыты электржетектің түйықталған жүйесінің беруші кернеуін көрсетеді, олармен жылдамдық датчигінен алынатын кері байланыстың кернеуі Uос алгебралық түрде қосылады. Басқару кернеуі



$U_y = U_3 - U_{oc}$  тиристорлы түрлендіргіште М1 және М2 магниті күшейткіштердің кірісіне беріледі. Басқару сигналы жүйенің кірісіне қосылған Д10 – Д13-пен шектелген. Қоректену үш фазалы трансформатордан Тр3 және үш фазалы көпірлік түзеткіштен Вп3 тұратын кернеудің тұраты көзінен қоректенеді. Схемادا қозу орамымен столдың қозғалтқышынан және электржетектің берші кернеуінің тізбегін, динамикалық тежеу конторын КТ және РВ1, цикл РЦ және орнатушы орын ауыстыру релесін қосатын К1, К2 түйістіргіштері қолданылған.



**2.8-сурет -Бас электр жетектің принциналды электр схемасы**

Схемادا стол жүрісінің ұзындығын беру қондырғысы қарастырылған. Қондырғы фазаға сезімтал түзеткіштерді – фазадискриминаторларды ФД1 және ФД2, түйіспесіз релелік элементерді РЭ1 және РЭ4, У1 - У4 күшейткіштерін

және РВ, РН, РМ, РР кірістік герконды релені қолданумен трансформаторлы режимде жұмыс істейтін СП және СД сельсиндерінде орындалған. Столдың орын ауыстыруының талап етілген ұзындығы бөлшектің ұзындығымен анықталатын түрге және кері жүріс кезінде СП1 және СП2 қабылдағыштардың сельсиндерінің роторларының шкалалар бойынша СД датчигінің сельсинінің роторымен салыстырғанда айналуымен орнатылады. СД даряигінің сельсинінің роторы станоктың столының орын ауыстыру механизмімен кинематикалық байланысқан. Схема келесідей жұмыс істейді. Бастапқы жағдайда барлық ВА1 –ВА5 автоматы сөндіргіштер қосылған. Басқарудың Кн2 екі тізбекті батырмасына басу кезінде КТ тежеу түйіспесі және уақыт релесі орындалады РВ1.КТ түйіспесі өзінің 17 - 19 түйіспесін динамикалық тежеу тізбегінде ажыратады және ЗС жылдамдықты берушіні қоректендіру тізбегінде 4 – 6 түйіспелерін тұйықтайды. РВ1релесі 31 – 33 түйіспелерімен К1 түйістіргішін қосады, ал 47- 49 түйіспелерімен К2 түйістіргішін қосады. К1 түйістіргіші қоректендіруші торапқа ТП тиристорлы түрлендіргіш қосады К2 түйістіргіші Вп1 және Вп2 түзеткіштерімен ТР1және ТР2 тиристорларын қосады және қозғалтқыштың қозу орамына ОВМ кернеу береді. Қозғалтқыштың магнит ағыны өседі және РНТ релесі қосылады, ол өзінің 39 – 41 түйіспелерімен РВ1 релесін өшіреді және 47 - 49 түйіспелерімен түйістіргіштің катушкасының қоректену тармағын қамтамасыз етеді. Схема жұмысқа дайын. РВ1 релесінің төзу уақырында РЦ және РУ релелері қосылмаса, онда оның түйістіргіш К1 тізбегіндегі түйісуі ажыратылады және КТ түйістіргіші қосылған болып қалатын ерекшелікпен ғана схема бастапқы жағдайға келеді. Қозғалтқыш релесі РД1 жағу жүйесінде майдың қысымы кезінде өшіріледі.

Басқару схемасы екі жұмыс режимін қамтамасыз етеді, цикл режимін – автоматы режим және орнатушы орын ауыстырулар режимін – түзетуші режим. Режимде электржетек және басқару схемасы берілген тахограмманы орындайды. Жұмыс кезінде циклге станок Кн4 және Кн5 басқару батырмаларымен жіберіледі. Стол шеткі жағдайда тұр деп есептеп, Кн4 баатырмасын басады. Осы кезде ДЦ циклінің релесі қосылады, ол 31- 37 түйіспелерімен РВ1релесін өшіреді, 31- 33 түйіспелерімен К1түйістіргіштерінің катушкасының тізбегінде оның түйіспесін блоктайды, 6 – 8 түйіспелерімен жылдамдық берушінің ЗС қоректену тізбегін тұйықтайды, 6 – 8 түйіспелерімен ЗС қоректену тізбегін тұйықтайды, 57 – 59 түйіспелерімен Кн4 батырмасының түйіспелерін блоктайды және 73 – 75 түйіспелерімен СП1 сельсинін столдың орын ауыстыруын дистанцияны орнату БДУ блогының Тн4  $\omega_1$  орамына қосады. Кн4 батырмасының түйіспелерінің екінші жұбы СП2 сельсинінің шығысын блоктайды. СП1сигналынан БДУ – ға РВ релесі қосылады, ол 1 – 10 және 3 – 8 түйіспелерімен электржетектің кірісіне талап етілген полярлылықтың беруші кернеуін береді және 75 – 36 түйіспелерімен СП2 роторының тізбегінде км батырмасының түйіспесін шунтирлейді. Осы кезде ТГ кірісіне минимал беруші кернеу беріледі және қозғалтқыш «соққылы» алдын алу мақсатымен максималды рұқсат етілген динамикалық ток кезінде минимал жылдамдыққа дейін екпін алады.

Бұл уақытта БДУ – да РЭ8 релелік элементінің кірісіне 3С жылдамдықты берушінің РС2 реттегішінің екінші платасының қозғалысынан 1 алынатын кернеудің айырымына тең басқарушы кернеуі және СП1 қабылдағыштарының сельсиндерінің роторлары мен СД ( $U_u$ ) датчиктерінің арасындағы кесілу бұрышына пропорционал Тр4 трансформаторының  $\omega_4$  орамы түседі.  $U_{C1} > U_{Z1}$  болған шарты кезінде РН релесі өшіріледі. Бір уақытта РЭ4 релелік элементінің кірісіне СП2 қабылдағышының шығысына қосылған Вп5 түзеткішінде жиналған көзден кернеудің айырымы және R4 резисторында кернеудің түсуі түседі. Осы кезде  $U_{C2}$ ,  $U_{R4}$  және РЭ4 релелік элементі қосылған, ал Д15 және Д16 диодтарында және R20 резисторында тұрғызылған сай келу схемасы У4 күшейткішінің көмегімен РР реленің қосылуын қамтамасыз етеді. РР релесі өзінің 5 – 7 түйіспелерімен оны орнатудың қажет жылдамдығын қамтамасыз ететін электржетектің жүйесінде беруші кернеуді қамтамасыз ете отырып 1U двиногын РС1 – ге қосады. 3С қондырғысы ойып орнатудың жылдамдығы алға қозғалу кезінде орнатылған қозғалыстан әркезде аз болатындай етіп орындалған. СП2 және СД сельсиндерінің роторларының арасындағы сәйкес келу бұрышы ұлғайғанда, сонымен бірге  $U_{C2}$  кернеуі де, және  $U_{C2}$  кернеуі  $U_{R4}$  – тен көп болып қалса, РЭ4 релелік элементі және реле РР өшеді. Осы кезде электржетектің жүрісінің беруші кернеуі жылдамдықты бергіште 3С реттегіштің РС1 движогымен 1 анықталатын болады және столдың жетегінің электрқозғалтқышы осы беруші кернеумен анықталатын орнатылған жылдамдыққа дейін екпін алатын болады. Столдың алға қозғалуы болады және кесу үрдісі қамтамасыз етіледі. столдың алға қозғалу мүмкіндігі бойынша СП1 және СД сельсиндердің роторларының арасындағы сай келу, сонымен бірге кернеу  $U_c$  төмендейді және столдың қозғалысы кезінде  $U_{C1}$ ,  $U_3$  қол жетеді, релелік элемент өшеді РЭ3 және РМ релесі қосылады, ол өзінің 9 – 14 түйіспелерімен 3С – да кескіштің металдан шығуының төмендетілген жылдамдығына лайық төмендетілген беруші кернеуді қамтамасыз етеді. Электржетек аз жылдамдыққа дейін тежеледі және кейін тежеледі және реверстеледі. СП1 және СД сельсиндерінің роторларының арасындағы сай келу бұрышының нөлге дейін азаюы кезінде РВ релесі өшеді, СП2 қабылдағышының сельсинінің шығысы Тр4 трансформаторының  $\mathcal{A}_1$  орамына қосылады және РМ келесіні қосады, ол өзінің 73 – 34 түйіспелерімен СП1 сельсинінің шығысын шунтирлейді және сонымен оны өшіреді. СП2 және СД сельсиндерінің роторларының арасындағы сай келудің әсерінен РЭ3 релелік элементінің шығысында  $U_c$  айырымына тең, Вп4 және  $U_{3c}$  – мен анықталатын, РС2 реттегішінің движогымен анықталатын кернеу туындайды. РЭ3 элементін қосады, ал РМ релесі өшіріледі. РН релесі өзінің 1 – 3 және 8 – 10 түйіспелерімен 3К – ға РС1 реттегішінің движогымен анықталатын беруші кернеудің полярлылығын өзгертеді. Столдың электрқозғалтқышының тежелуі, оны реверстеу және столдың кері жүріс жылдамдығымен кейінге қарай қозғалуы болады. Столдың кері жүрісінің максимал жылдамдығын якорь қозғалтқышында максимал кернеу және РМН максимал кернеу релесі қосылған кезде оның магнит ағынының әлсіздеуі және 116 – 21 түйіспелерімен R3

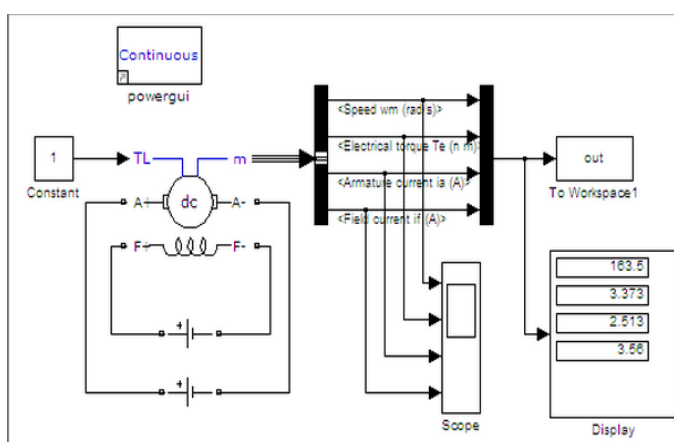
резисторының ОВМ – мен тізбектегі қосылуы есебінде алады. Кері жүрістің соңында, СП2 және СД сельсиндерінің роторларының арасындағы сай келу бұрышы  $U_{c1}$ ,  $U_{32}$ , РЭЗ релелік элементі өшетін және электржетектің жүйесінің беруші кернеуін төмендетуші РМ релесі қосылатын, электрқозғалтқыш тежелетін мәнге дейін азаяды және жылдамдықты «созылып жету» жылдамдығына дейін төмендетеді. СП2 және СД сельсиндерінің роторларының арасындағы сай келу бұрышы азайған кезде РН және РМ релелері өшеді және СП1 сельсинінің шығысы Тр4 трансформаторының  $\omega_1$  орамына қосылады. Осы кезде РВ және РР релелері қосылады, қозғалтқыш кескішті металлға ойып орнатудың технологиялық жылдамдығын қамтамасыз ете отырып тежеледі және реверстеледі. Ары қарай электржетектің жұмысының циклы қайталанады.

## 2.8 Металл жону металл өңдеу станогі бас қозғалыс электржетегіндегі өтпелі процессті модельдеу

Тұрақты ток қозғалтқышын іске қосқан кездегі өтпелі үрдістерді зерттеу:

Өтпелі үрдістерді зерттеу үшін MATLAB бағдарламалық пакетінде тұрақты ток қозғалтқышының имитациялық (виртуальдық) моделін құрастырамыз. Виртуальдық модель 2.10-суретте көрсетілген. Оның құрамына мыналар кіреді:

- тұрақты ток қозғалтқышы (*SimPowerSystems* - *DC Machine* блогі – *Machines* бөлігі)
- машинаның якоры мен қоздыру орамын қоректендіретін тұрақты ток көздері (*SimPowerSystem* блогі – *Electrical Sources* бөлігі);
- момент беру блогі (*Simulink* кітапханасы - *Constant* блогі - *Soures* бөлігі);
- машинаның жағдайын сипаттайтын параметрлерді өлшеу блогі (*Simulink* кітапханасы - *Display* бөлігі).



2.10- сурет - Тәуелсіз қоздырылатын тұрақты ток машинасын зерттеуге арналған виртуальдық зертханалық қондырғ

Дисплейдің көрсетулері:

- Жоғарыда 1 терезе – якорьдың айналу жылдамдығы  $\omega$  (рад/с); 2 терезе – электромагниттік момент  $M$  (Нм);
- 3 терезе – якорь тогы  $I_{a.n}$  (А);
- 4 терезе – қоздыру тогы  $I_f$  (А).

Якорь және қоздыру тізбектері суретте көрсетілген.  $TL$  кірісіне жүктемелік момент беріледі, ал  $m$  кірісі машинаның жағдайын сипаттайтын параметрлерді өлшеуге арналған.

Машинаны зерттеу үшін алдымен баптау (ендіру) терезесіне оның параметрлерін ендіру керек (4.3.1 сурет)

Ендіру терезесінің параметрлері:

*Armature resistance and inductance [ Ra (Ohms) La (H) ];*

Якорь тізбегінің активті кедергісі  $R_a$  (Ом) и индуктивтілігі  $L_a$  (Гн); *Field resistance and inductance [ Rf (Ohms) Lf (H) ];*

Қоздыру тізбегінің активті кедергісі  $R_f$  (Ом) и индуктивтілігі  $L_f$  (Гн); *Field Armature mutual inductance Laf [ H ];*

Өзаралық индуктивтілік  $L_{af}$  (Гн); *Total inertia J(kg.m<sup>2</sup>).*

Машинаның инерциялық моменті: *Viscous friction coefficient*

$B_m$  (N.m.s) Құрғақ үйкеліс

коэффициенті *Coulomb friction*

*torque Tf (N.m)* үйкеліс

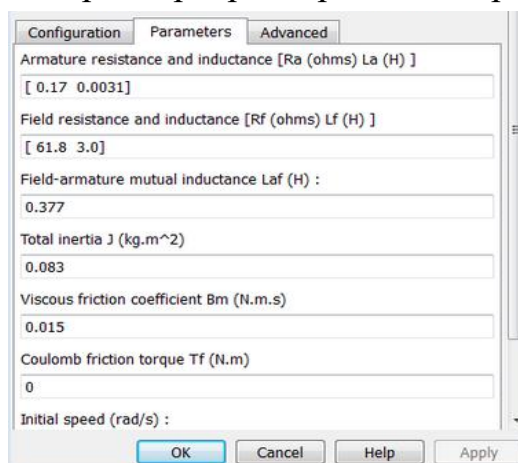
коэффициенті (Нм)

*Initial speed (rad/s)*

Машинаның білігінің бұрыштық айналу жылдамдығы, рад/с.

Таңдалған тұрақты ток қозғалтқышының параметрлері каталогтік деректерді (  $R_a=0,073+0,096=0,17$  Ом,  $R_f = 61,8$  Ом,  $L_a.= 0,0031$  Гн,  $J=0,083$  кг·м<sup>2</sup> ;

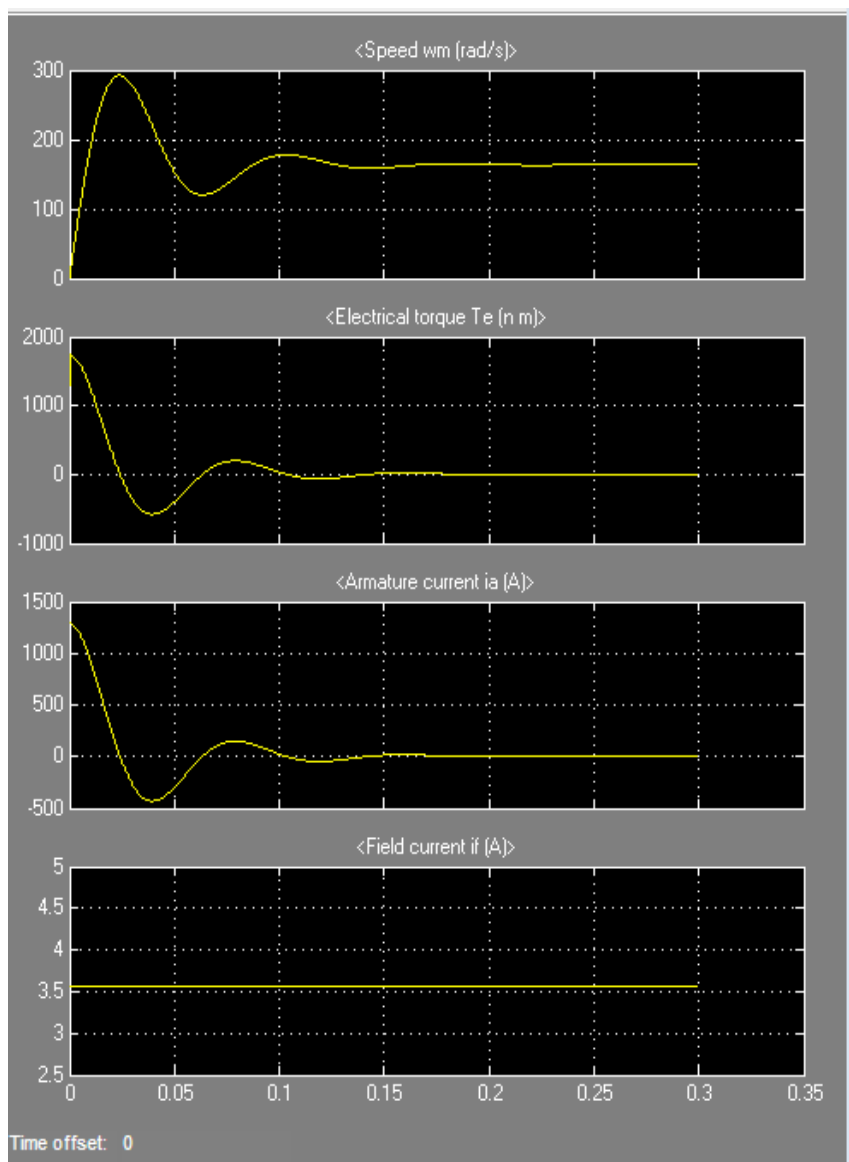
Табылған параметрлерді терезеге ендіреміз



2.11- сурет - Қозғалтқыштың параметрлерін ендіру терезесі

Бос жүріс және номиналды жүктелген режимдер кезіндегі өтпелі үрдістерді зерттейміз.

2.12 суретте бос жүріс режимі кезіндегі бұрыштық айналу жылдамдығының, моменттің, якорь тогының және қоздыру тогының өзгерістерін сипаттайтын графиктер көрсетілген.



2.12-сурет- Бос жүріс режимі кезіндегі бұрыштық айналу жылдамдығының  $\omega=f(t)$ , электромагниттік моменттің  $M=f(t)$ , якорь тогының  $I_a=f(t)$  және қоздыру тогының  $I_f=f(t)$  өзгерістерін сипаттайтын графиктер

Графиктерден тұрақталған режим кезінде параметрлер мынадай тұрақталған мәндер қабылдайтыны көрінеді:

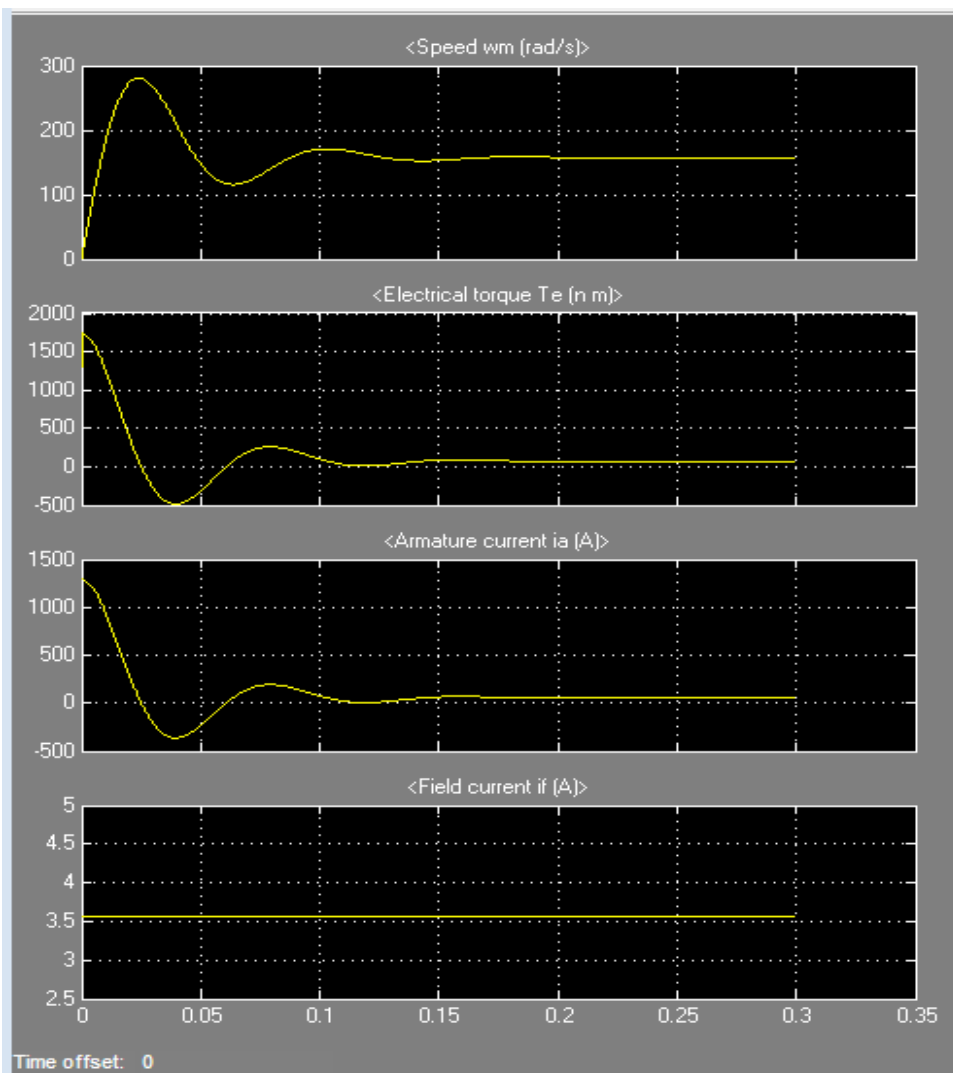
$$\omega_{б.ж} = 163,5 \text{ рад/с};$$

$$M_{б.ж} = 3,37 \text{ Нм}; I_{a.б.ж} = 2,5 \text{ А};$$

$$I_{f.б.ж} = 3,56 \text{ А. Өтпелі үрдістің ұзақтығы } t = 0,12 \text{ с.}$$

2.13 суретте қозғалтқыш номиналь жүктелген ( $M = M_n = 70 \text{ Нм}$ ) режимі

кезіндегі бұрыштық айналу жылдамдығының, моменттің, якорь тогының және қоздыру тогының өзгерістерін сипаттайтын графиктер көрсетілген.

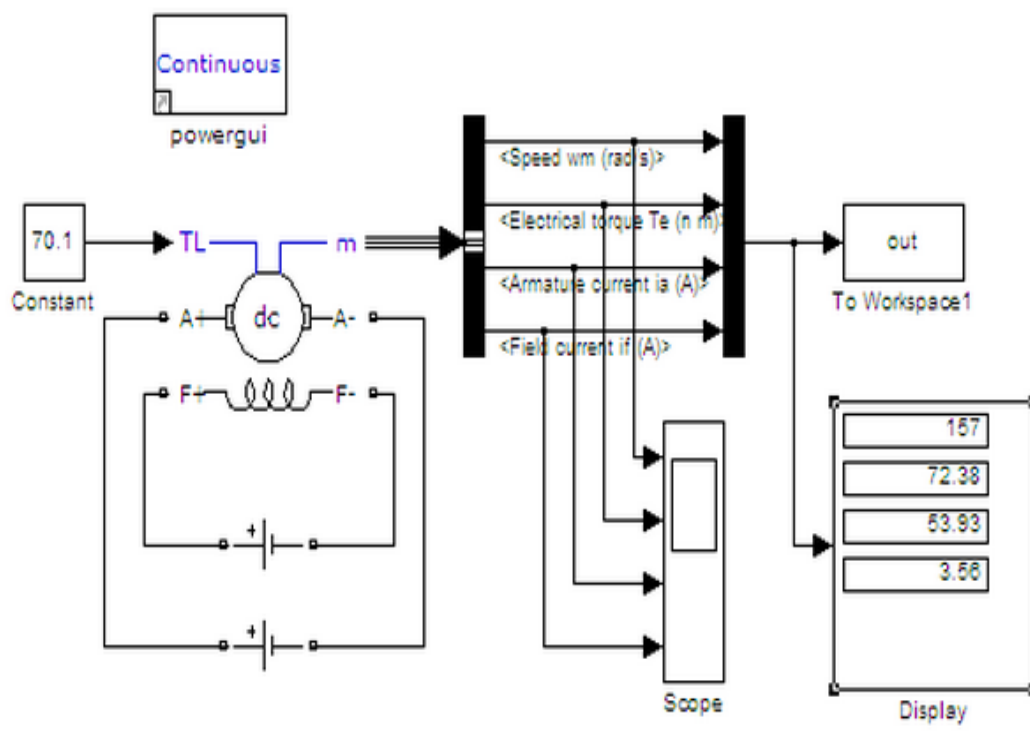


2.13 сурет - Қозғалтқыш номиналь жүктелген ( $M = M_n = 70$  Нм) режимі кезіндегі  $\omega = f(t)$ ,  $M = f(t)$ ,  $I_a = f(t)$ ,  $I_f = f(t)$  өзгерістерін сипаттайтын графиктер

2.14 суреттегі дисплейдің көрсетулері тұрақталған режим кезінде параметрлер мынадай тұрақталған мәндер қабылдайтынын білдіреді :

$$\begin{aligned} \omega_n &= 157 \\ \text{рад/с; } M &= 72,38 \\ \text{Нм; } I_a &= 53,94 \\ \text{А; } I_f &= 3,56 \text{ А.} \end{aligned}$$

Өтпелі үрдістің ұзақтығы  $t = 0,2$  с.



2.14- сурет - Номиналь жүктелген ( $M = M_H = 70$  Нм) қозғалтқыштың тұрақталған режимі кезіндегі дисплейдің көрсетулері

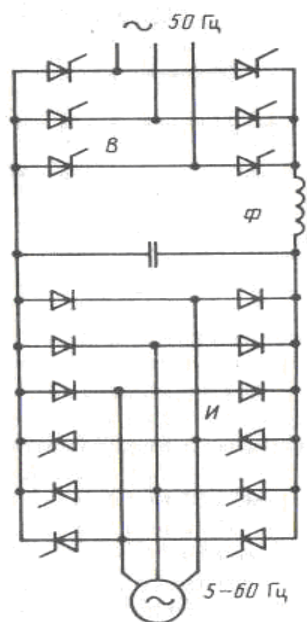


### 3 Металл жону станогінің негізгі электр жетегіне жиілік түрлендіргіштер ұсыну

Жиілікті түрлендіргіш арқылы өзгермейтін параметрлер жүйесі, яғни кернеу  $U_1$  және жиілік  $f_1$ , басқару асинхронды қозғалтқыштың жүйесіне қажетті  $U_2$  және  $f_2$  өзгертін параметрлерге түрлендіреді.

Станок электрқозғалтқышының тұрақты жұмысын қамтамасыз ету үшін жиілікті түрлендіргіш кіріс және шығыс параметрлер арасындағы нақты қатынасты үзбей ұстап тұру қажет. Бұл сораптың механикалық сипаттамасының түріне тәуелді болады. Бұл қатынастар жиілікті реттегіш Костенка заңының теңдігінен алынады [6]

$$U_1 / U_2 = \sqrt{M_1 / M_2 f_1 / f_2} \quad (3.1)$$



3.1-сурет - Кернеуі инверторлы электржетектің жиілікті сұлбасы.

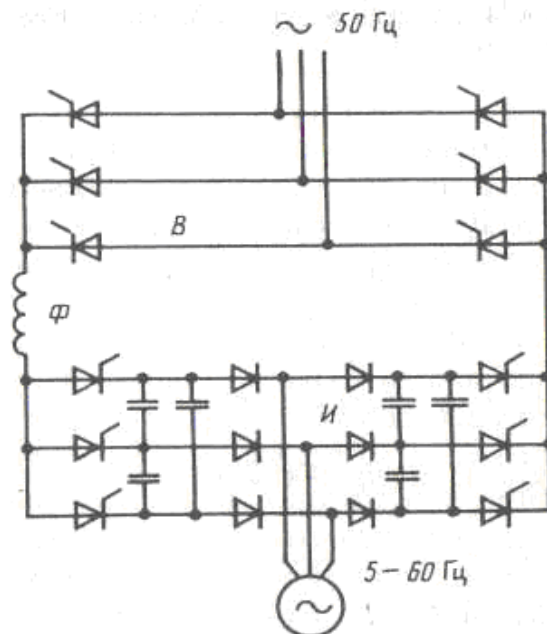
Статикалық арында жұмыс істемейтін сорғыштар үшін механикалық сипаттама квадратты парабола теңдігімен жазылады:

$$U_1 / f_1^2 = U_2 / f_2^2 = const \quad (3.2)$$

$n - M$  координатасында өзінің орнын өзгертіп қана қоймай, сонымен қатар Статикалық арында жұмыс істейтін сорғыштар үшін механикалық сипаттама келесідей болады:

$$U_1 / f_1^{1+\frac{k}{2}} = U_2 / f_2^{1+\frac{k}{2}}, \quad (3.3)$$

мұндағы  $k$  – сорғыштың механикалық сипаттамасының көрсету дәрежесі.



**3.2-сурет - Токты инверторлы электржетектің жиілікті сұлбасы**

Көп жағдайда сорғышты қондырғыларда өнеркәсіптік түрлендіргішті қолдануға тура келеді:

$$U_1 / f_1 = U_2 / f_2 = const \quad (3.4)$$

Жиілікті түрлендіргіштер автономды токты инвертор(АТИ) базасында немесе автономды кернеу инвертор (АКИ)базасында орындалады.АКИ базасындағы (3.1-сурет)жиілікті түрлендіргіште тұрақты ток буынында кернеу түзеледі. Осы түрлендіргіштегі тегістегіш фильтр АКИға параллельді қосылған,инверторға және конденсаторға кезекпен жалғанған дроссельден тұрады. Түрлендіргіштің шығысында шығатын кернеу қисығының формасы тиристорды ауыстырып қосу ретімен анықталады,ал токтың қисық формасы (синусойдалы)салмақ әсері сипаттамасына байланысты болады.

АТИ базасындағы жиілік түрлендіргіште тұрақты ток звеносында ток бағытталады. Тегістегіш фильтр инверторға кезекпен қосылған дроссельден тұрады. Түрлендіргіштің шығысында қисық токтың шығу формасы тиристорды ауыстырып қосу ретімен анықталады,ал қисық кернеу формасы (синусойдалы)салмаққа байланысты анықталады.

АКИ базасындағы жиілікті түрлендіргіштің шығысында синусойдаға ұқсас қисық ток және қисық кернеу формасы қамтылады. Бұл түрлендіргіште жоғары аталғандарға қарағанда басқаруға келмейтін түзеткіштер қолданылады.

Отандық электр өнеркәсіптер АКИ базасында ЭКТ сериялы,АТИ базасында ПЧТ және ПЧР-2 сериялы жиілікті түрлендіргіштер жасап шығарды.

Әдетте жиілікті түрлендіргіштің шығысында тік бұрышты немесе трапециялы қисық кернеу (ток) қалыптасады. Олардың болуы нәтижесінде электрқозғалтқышта жоғалу жоғарлайды. Сол себептен айналу жиілігіндегі

электржетектің жұмысы кезінде электроқозғалтқыштың жүктелуі болады. Бұған қоса, төменгі айналу жиілігінде жұмыс істеу барысында, көбінесе сорғыш жетегінде қолданылатын электроқозғалтқыштың өзін-өзі желдетіп суыту жағдайы бұзылады. Бірақ қарапайым диапазонда сорғышты агрегаттарды реттеуде (1:2 немесе 1:3) бұл желдету жағдайының бұзылуы сорғыш берілісінің және арынының төмендеуі кезінде компенсацияланады. Номиналдыға жақын жиілік жұмысы салқындау шарттардың нашарлауы жоғары ретті гармоникалардың пайда болуынан үйлесімділік орнап, рұқсат етілген механикалық қуаттың 8-15% төмендеуін талап етеді. Сонымен қатар, электроқозғалтқыштың максималды моменті 1-2%, ПӘК 1—4 %,  $\cos\varphi$  - 5-7% төмендейді.

Қазіргі кезде шет елдік өнеркәсіптер қуаты 400 кВт, кернеуі 380 және 220 В болатын жиілік түрлендіргіштер қатарын жасап шығарды. Қуаты 3500 кВт-қа дейінгі жиілік түрлендіргіштердің жеке үлгілері де шығарылды және де жасап шығарылуда. Аралық звенодағы тұрақты токты отандық жиілік түрлендіргіштер мәліметі 1, 2 және 3 кестеде келтірілген.

Электржетегінің сорғышында аралық буынымен тұрақты ток жиілік түрлендіргішімен қоса тікелей байланысқан жиілік түрлендіргіштерін қолданады.

Аралық буыны жоқ синусоида бөліктерінен құралған түрленген кернеу, тұрақты ток жиілік түрлендіргіші кернеу шығысындағы қисықтың синусоидалы түрі болып табылады. Бұл түрлендіргіштің екінші ерекшелігі болып, қоректендіруші желі жиілігіне тең жиілікте шығысында алу мүмкін болмайтындығы. Түрлендіргіштің шығысындағы жиілік әдетте 25-33 Гц-ті құрайды.

Қазіргі кезде шет елдік өнеркәсіптер ЭТА 1-01 сериялы тиристорлы асинхронды электроқозғалтқыш жасап шығарды. Екі фазалы асинхронды электроқозғалтқыш роторының қуаты 265 кВт, номиналды айналу жиілігі 1000 және 2000 айн /мин . Осы электроқозғалтқыштың салыстырмалы төмен бағасы, оны үлкен емес қуатты сораптардың агрегаты ретінде қолдануды оңайлатады.

Қоректену кернеуінің жиілігінен статордың магнит өрісінің бұрыштық жылдамдығына сызықтық тәуелділік түрінде көрінетін, бұрыштық жылдамдықты реттеудің ең рационалды тәсілдерінің бірі жиілікті тәсіл, яғни:

$$\omega = 2\pi f/p \quad (3.5)$$

Осы принцип бойынша қатаң механикалық параметрлермен басқарылатын электржетектер шығарылуы мүмкін. Қолайлы энергетикалық көрсеткіштер жиілікті жетектердің маңызды жетістіктерінің бірі болып саналады. Бұл мынандай қортындыға әкеледі, қозғалтқыштар төмен сырғанауларда жұмыс істегендіктен, жоғалтулар аз болады және жылдамдықты басқарудың барлық диапазонында ПӘК жоғары болып қала береді. Бірақ жиілікті өзгерткенде статорға жақындататын кернеуді бір мезгілде қатар

басқару қажеттілігі туындайды. Шынымен, асинхронды қозғалтқыштың статор орамының ЭДС-ы төмендегідей анықталады:

$$E1 = c\Phi f l \quad (3.6)$$

Егер статор орамындағы кернеу құлауын ескере,  $U \approx E^1$ , қойсақ, онда  $U_1 \approx c\Phi f_1$  яғни өзгермейтін кернеуде және оның жиілігін басқаруда машинаның магнит ағыны өзгереді.  $f$   $l$ - дің төмендеуі ағынның өсуіне әкеледі, бұл қозғалтқыштың магнитжелісін қанықтырады және магнитті токты тез арада өсіріп, сонымен қоса статор орамының болат секілді қызып кетуін тудырады.

Бір жағынан,  $f l$  дің жөғарлауы ағынның төмендеуіне әкеледі, бұл қарсыласу моменті тұрақты болғанда ротордағы токтың үлкейуін тудырады, яғни болатты пайдаланбағандықтан ротор қызып кетеді. Осылайша, қозғалтқышты тиімді пайдалану үшін кернеуді жиілік функциясында бір мезгілде басқарып тұру қажет, ал кейде қарсыласу момент функциясында да басқарып тұру керек.

Жиілікті басқару принципін ұйымдастыру үшін, қоректену жиілігі өзгерген кезде асинхронды машина статорындағы кернеуді өзара байланысқан түрде бақылау қажет. Сол үшін тұйықталмаған жүйелерде ПЧ-АД жылдамдықты басқарудың үлкен диапазонына жете алмайды, өйткені жетектің механикалық көрсеткіштеріне статизм (ауырлық моментінің өзгеруінің әсері) үлкен дәрежеде байқалады. Оның үстіне жылдамдықты төмендеткенде, осындай жетектердің практикалық қызметін қиындататын статикалық тұрақсыздық шекарасы пайда болуы мүмкін.

Статикалық режимде статор кернеуінің және біруақыттағы жиілік өзгеруінің бірнеше алгоритмі бар. Көбінесе қозғалтқыштың тұрақты шамадан тыс күштелуге бейімділігін сақтауға тырысады, яғни барлық режимде максималды моменттің қарсыласу моментіне қатынасы тұрақты сақталу керек:

$$\lambda = \frac{Mk}{Mc} = const \quad (3.7)$$

Олай болса, кернеуді жиілік функциясында ғана емес, сонымен қоса ауырлық функциясында да басқару қажет. Үшфазлы АҚ-тың критикалық моменті:

$$M_k = \frac{3U_1}{R_1} \quad (3.8)$$

мұнда  $\omega_0$  - синхронды жылдамдық;  $R_1$ - статор орамының активті фазды қарсыласуы;  $x_k = x_1 + x_2$  – кз индуктивті фазды қарсыласуы.

$x_k = 2\pi f_1 L_k$  ескерсек, мынаны аламыз:

$$Mk = A\left(\frac{U}{f}\right) \quad (3.9)$$

Критикалық момент тікелей квадратты кернеуге пропорционал, ал керіжағдайда жиілік квадратына пропорционал, сол үшін:

$$\lambda = \frac{M_1}{M_c} = \text{const} \quad (3.10)$$

Осыны ескерсек, тұрақты күштелу мүмкіндіктерін сақтау үшін жиілікке және ауырлық күшінен квадратты түбірге кернеуді пропорционал өзгертіп отыру керек. Осы басқарудың ортақ принципі нақты механизм жұмысының режимдері үшін анықталуы мүмкін:

а) жылдамдыққа тәуелді емес, ауырлық моменті кезінде,  $M_c = \text{const}$ , және (\*) теңдеуге қатысты, кернеуді жиілікке пропорционал өзгерту керек:

$$\frac{U^1}{f^1} = \text{const} \quad (3.11)$$

Мұндай тәсіл рұқсат етілген  $R_1 \approx 0$  кезіне дейінгі аз жылдамдықта қозғалтқыштың тұрақты жүктелу мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

б) барлық жылдамдықта тұрақты қуатты қажет ететін, ауырлық моменті кезінде, яғни ауырлық момент өзгеруі жылдамдыққа кері пропорционал болғанда  $M_c = P/\omega$ , қозғалтқыш жылдамдығы жиілікке пропорционал екенін ескерсек, (\*)-теңдеуден ұғатынымыз, кернеуді жиіліктен квадрат түбіріне пропорционал өзгерту керек;

с) механизмнің желдеткіш сипаттамасы кезінде, яғни  $M_c = c\omega^2$  кезінде, (\*) теңдеуден көретіміз, кернеуді жиілік квадратына пропорционал өзгерту қажет.

Өзінің қарапайымдылығының арқасында, берілген теңсіздіктер практикада кең өріс алған, бірақ олардың барлығы жуықтап алынған. Қозғалтқышта жиілік пен кернеудің аздығынан статордың активті қарсыласуында кернеу құлауы орын алады. Егер кернеуді жиілікке пропорционал түрде,  $M_c = \text{const}$  кезінде, төмендетсек, онда ол магнитті ағынның кішірейуіне әкеледі. Сондықтан, жиілікті жетектерде кернеу кіші дәрежеде төмендеуі керек. Ол үшін басқару заңы  $U_1/f_1 = \text{const}$ , төмендегідей қатынаспен аустырылатын, IR-компенсациялау жүйесін қолданады:

$$|U_1 - I_1 R_1|/f_1 = \text{const} \quad (3.12)$$

Статор қарсыласуына кернеу құлауының компенсациясы пайда болатын жетектерде, жиілік пен кернеу арасындағы өзара тұрақты қатынас ұсталады.

Жүктелу тұрақты болғанда жиілікті басқару практика жүзінде жалғыз қолданылатын тиімді заң болып саналмайды. Мысалы, көбінесе басқа заңдар да шығарылады: машинаның магнитті ағынының тұрақтылығы, жоғалтулар

минимум және басқалары. Оның үстіне асинхронды жетек келесі қасиеттерді иеленеді:

1) Статор, ротор тогы және ағын (болаттағы жоғалтулардан басқа) өзгермеген күйде қалады.

2) Максимальды ағынмен жұмыс кезінде қозғалтқышта механикалық сипаттамалардың қатаңдау жұмысшы бөлігі және табиғи сипаттамаларда үлкендеу критикалық моменті пайда болады.

3) Ауырлықты төмендеткенде ағын көбейеді, ол жоғалтулардың көбейуіне және осы бақылау заңдылықтың ауыспалы ауырлық моменті кезіндегі тиімділігінің бұзылуына әкеледі.

Жоғалтулар минимум болғандағы бақылау кезінде, ротор тогының туындысы ағынға пропорционалды керекті моментті, машина қозуымен байланысты (оның магнитті ағынымен) ауыспалы және тұрақты жоғалтулар тең болғанда алу қабылданған. Бұндай бақылау жоғалтудың минимумын және жетектің тиімді ПӘК-н қамтамасыз етеді.

### **3.1 Металл жону станогіне ұсынылатын жаңа заманғы жиілік түрленгіштер**

Ауыспалы токтың электрожетегі үшін түрлендіргіштік техникалардың даму тарихын үш этапқа бөлуге болады. 80-ші жылға дейін жиілік-түрлендіргіш жетектер тиристрлы ПЧ (жиілік түрлендіргіш) базасында құрастырылды. Базасының жоғарлығына қарамастан, сенімділігі төмен болатын. Ал қозғалтқыш жылдамдығын реттеуде қуат коэффициентінің төмендеуімен ұштасты.

80-ші жылдардың соңында биполярлы қуатты транзисторлардың және санды микроконтроллерлердің рынокқа шығуы екінші этапқа жол ашты. Бұл этапта сенімділік дәрежесі жоғарлап, ПЧ-ның функциональды мүмкіндігі біршама кеңейтілді.

90-шы жылдардың басында шетелдік жетекші электротехникалық фирмалар, солардың ішінде ABB INDUSTRY OY (Финляндия), HITACHI, JMRON (Япония), SIEMENS, SEWEURODRIVE (Германия), TELEMECANIQUE (Франция) және т.б. Әлемдік рынокқа ПЧ-ның үшінші этапын шығарды. Олардың қуатының диапазоны 0,4 кВт-тан 8 МВт-қа дейін болды.

ПЧ-ның үшінші этапының шығарылуы және оны игеру жетістігі, бірінші кезекте, жаңа заманғы, толық басқарылатын, электрониканың күштік элементінің және микропроцессорлардың шығарылуымен байланысты.

ЖТ-тің 3-ші этабы IGBT типті өрісті (полярлы) және биполярлы транзисторлар негізінде жасалған күштік модульді және күштік интегралды модульді қолдану барысында шығарылады.

IGBT типті күштік транзистор модульді транзистор (GTO) салыстырғанда бірдей максималды параметрде статикалық және динамикалық сипаттамасы күштірек болады.

Интеллектуалды модуль кері диодты күштік кілттерді ғана емес, сонымен қатар транзисторды қорғауға арналған компоненттерді біріктіреді. үшінші этаптың интелдік ж б ережеге сәйкес бірнеше есте сақтау типтері бар 16-разрядты микропроцессорлы контроллермен (бақылаумен) қамтылған. Күштік модульді басқарудың бастапқы функциясымен басқа кең функционалды және сервисті мүмкіндіктерді қамтиды. Оларға параметрлерді құрастыру. Қозғалтқыш және ЖБ қорғау жатады. Микропроцессорлы басқару жүйесі нақты уақыттағы тапсырманы басқаруға тағайындалған: мультиплексор, АЦП, кең-импульсті модулятор, қозғалатын дискретті және импульсті жабдықтар.

Сонымен, рационалды техникалық шешімдердің жаңа заманғы күштік электроника және микроэлектроника элементтік базасында жүзеге асырылуы көп габаритті көрсеткіш берді және ЖТ-тің үшінші этабынан тұтыну сипаттамасын жақсартуға жағдай жасады.

Үшінші этаптағы түрлендіргіштер арасында көбірек қолданылатыны үш фазалы автономды инверторлы кернеулі ток (АИН) базасындағы жиілік түрлендіргіш группасы болып саналады. Оның қуатдиапазоны 0,18 кВт-тан бірнеше жүздеген кВт-қа дейін жетеді. Инверторда ереже бойынша шығу кернеуі қалыптасқан кезде кең импульсті модуляция қолданылады. Ол электрожетек сипаттамасын жақсартуға мүмкін береді.

Жиілік түрлендіргіш бірнеше конструкцияны орындауда шығарылады-кішігірім, қолайлы, навесті орындаудан ірі габариттыға дейін.

Олар кернеу жүйесін кез-келген диапазонда қолдану үшін жарамды: бір фазалы жүйе 1x220В, үш фазалы жүйе 3x200-3x600В, жиілік жүйесі 50 немесе 60 Гц болғанда.

Жиілік түрлендіргіш таңдауда анықталатын факторлар болып оның орындаушы механизмнің берілген жұмыс режиміне сәйкестігі және қажетті статикалық және динамикалық сипаттамалардың болуы.

Ережеге сай, жиілік түрлендіргіштің паспортында оның қозғалтқышының ұсынылған қуаты, рұқсат етілген момент (ток) ұзақтығы және ауыспалы режимдегі максималды аз уақытты момент (ток) көрсетілген. Қондырғының бастапқы параметрлері әдетте төрт полюсті АД асинхронды қозғалтқыш ұсынылған қуатты стандартты жағдайда жасалған. Жиілік түрлендіргіш аз қуатты кез-келген қозғалтқышты қоректендіре алады.

Қуат, рұқсат етілген қуаттан асқанда қозғалтқышты қолдануға болады, егер оларға қажетті ток жиілік түрлендіргіштің номиналды тогына тең немес кіші болған кезде. Сонымен қатар  $S_1$  жұмыс режим ұзақтығының барлық жылдамдық диапазонында күштенген вентиляциялы қозғалтқышты қолдануға болады.

Бір жиілік түрлендіргішке параллельді қосылған бірнеше қозғалтқыштарды қоректендіруде, жиілік түрлендіргіш номиналды тогы

келтірілген қозғалтқыштың номиналды ток суммасына тең немесе үлкен болуы керек.

Жаңа заманғы жиілік түрлендіргіштің басым-көпшілігі нақты басқару аймағы үшін керекті конфигурацияны таңдап алуға мүмкіндік беретін блокты-модульді етіп орындалған. Ол техникалық талаптарға адекватты (тепе-тең) жауап береді. Жиілік түрлендіргіш негізін базалық блок (модуль)-құрайды, оның көмегімен алшақ салынған басқару жүйесінің принципі бойынша құралған қарапайым электрожетектерді жасап шығаруға болады. Бұл блокқа қосымша сервисті модульдердің қосылуы жиілік түрлендіргіштің функционалды мүмкіндігін кеңейтеді және жылдамдықты реттеудің маңызды диапазонын жоғарлатады. Олардың қатарына келесілер жатады:

- Кіріс/шығыс, сигналдарын кеңейту модулі;
- Өнеркәсіптік коммуникациялар жүйесімен байланысты модульдер;
- Жиілік түрлендіргішті токтың тастанды жүйесінен және кернеу көбеюінен қорғайтын жүйелік дроссельдер;
- Электромагниттік, кедергілерді көбейтетін жүйелік фильтрлер. Олар жиілік түрлендіргіштің электромагнитті үйлесімділігін жақсартады.
- Қозғалтқыш дірілін және жоғары жиілікті кедергілерді төмендететін шығару фильтрлері;
- Тежеуіш резисторлар. Жоғары моментті инерцилы жетектің интенсивті тоқтауы кезінде (кинетикалық энергия) немесе активті кедергі моментімен жұмыс істеу кезінде (потенциалды энергия-қатты соққан желдің әсерінен жүктің құлауы) тұрақты токтың аралық буынынан алынған энергияны тыю.

Бұдан басқа, микропроцессорлы басқару жүйелері арнайы модульмен жабдықталған. Олар келесілер үшін тағайындалған:

- Электрожетектің анықталған типі үшін (көтеру-транспортты, сорғышты-вентиляторлы);
- ПИД немесе ПИД реттеу заңын іске асыру үшін;
- Векторлы басқару үшін.

Яғни, жаңа заманғы жиілік түрлендіргіш барысындағы жиілік-реттегіш электрожетектер, өзінің қуатты аппараттары және программаның көмек беру нәтижесінде басқару функциясын іске асырудың кең мүмкіндіктерін қамтамасыз етеді.

Көбінесе жиі қолданылатын тәуелділіктер

- қозғалтқыштың номиналды кернеуі;
- алдын-ала таңдалып алынған минималды жиілік;
- қозғалтқыштың номиналды жиілігі, жиілік түрлендіргіш шығу кернеуі өзінің максималды мәніне жетеді;
- алдын-ала таңдалып алынған максималды жиілік, басқару сигналының максималды мәнінде, 10В немесе 20мА-ға тең болғанда, жиілік түрлендіргіш жасап шығарылады.



### 3.2 Сырғанауды компенсациялау

Қоректену кернеу жиілігін автоматты коррекциялау жолымен, электрқозғалтқыштың тұрақты айналу жиілігін ауырлыққа тәуелді емес, берілген шамаға сәйкес қолдау сырғанауды компенсациялау деп аталады. Ауырлық үлкейсе қозғалтқыш жылдамдығы құлайды. Қатаң параметрлерді алу үшін жиілікті, сырғанау жиілігіне пропорционалды  $\Delta f$  шамаға дейін жоғарлату жолымен сырғанауды компенсирлеу керек. Ауыспалы ауырлық моменті кезінде бұл функция қолданылмайды.

Жіберу моментін үлкейту мақсатында наминалды жиіліктің төмен диапазонында жиілікке пропорционалды емес ЖТ шығу жиілігінің өсуі кернеуді қолдау болып табылады. Төмен жиіліктерде қолдау шамасы  $U_n$  әдетте 0 ден 30% - ға дейінгі аралықта реттеледі.

Асинхронды қозғалтқыштың статор орамындағы реактивті қарсыласу жиілікке пропорционалды болғандықтан, төмен жиіліктерде ол кішірейеді және олардың активті қарсыласуларымен шамалас болады.

### 3.3 Магнитті ағынның тұрақтандыру (IR - компенсация)

Ток ауырлығына тәуелді, ЖТ шығу кернеуінің автоматты үлкеюі IR – компенсацияны білдіреді. Кернеу қолдау функциясынан айырмашылығы, бұл басқару функциясының түрі тек күштелуде тиімді болып табылады.

Жоғарыда келтірілген басқару функциялары көбінесе кең тараған және олар барлық жаңа заманғы ЖТ-да болады. Осы функциялар арқасында, көпшілік өндірістік механизмдерді де қанағаттандыратын, тұйықталмаған электржетек жүйелерінен де сипатамалар алуымыз мүмкін.

### 3.4 Металл жону станогінің Altivar жиілікті түрлендіргіш түрлері

90-шы жылдардың басынан жетекші электртехникалық фирмалар ЖТ үшінші ұрпағын шығара бастады, Жаңа технологияны қолдану, күшті интегралды немесе өрісті базадағы интеллектуальды модулдерді және қапталған ысырмалы өрісті емес транзисторларды, сонымен қоса топқа кіретін басқаруы, қадағалауы, қорғауы микропроцессорлы жүйелі түрлендіргіштер, массагабаритті, энергетикалық және эксплуатационды көрсеткіштерді жақсартуға мүмкіндік жасады. Олардың ішінде Schneider Electric компаниясы шығаратын, ALTIVAR түрлендіргіштері негізгі орынға ие. ALTIVAR гамма түрлендіргіштерінің жоғары техникалық-экономикалық көрсеткіштерін қамтамасыз ететін сапалар қатарына келесілер жатуы мүмкін:

- Telemecanique фирмалары шығаратын арнайы сұлбаларды қолданумен жасалатын, жоғары сенімділік.

- Интегралды модулдерді және IGBT транзистрларды қолдану есебінен түрлендіргіштердің кіші габариттері.

- Өте жақсы статикалық және динамикалық көрсеткіштер

- Жетекті қолданудың қарапайымдылығы&

- Икемдеудің және қызмететудің жеңілдігі, басқару панелінде пульттің және графикалық терминалдың болуының арқасында икемдеу мен қызметтің жеңіл түрі.

Қазіргі таңда жаңа сериялары жасалуда, олар: ATV11, ATV21, ATV31, ATV61 және ATV71. Берілген сериядағы жиілікті түрлендіргіштердің техникалық және функционалды мүмкіндіктері 3.1-кестеде келтірілген.

3.1 кестедегі Altivar (Шнейдер электрик) жиілік түрлендіргіштендің ішінде, Металл жону станогінің негізгі электржетегі ретінде Atv 71 жиілік түрлендіргішін тандаймыз.

### 3.1 -кесте - Жиілікті түрлендіргіштердің техникалық сипаттамасы

Сипаттама		Жиілікті түрлендіргіштердің сериясы				
		ATV 11	ATV 12	ATV 31	ATV 61	ATV 71
қуат диапазоны, кВт		0,18-2,2	0,75-30	0,18-15	0,37-630	0,37-500
Бір фазалы	100-120В	0,18-0,75	-	-	-	-
	200-240В	0,18-2,2	-	0,18-2,2	0/37-5,5	0,37-5,5
Үш фазалы	200-230В	0,18-2,2	-	-	-	-
	200-240В	-	0,75-30	0,18-15	0,75-90	0,37-75
	380-480В	-	0,75-30	-	0,75-630	0,75-500
	380-500В	-	-	0.37-15	-	-
	525-600В	-	-	0,75-15	-	-
Шығару кернеуінің өзгеру аралығы, Гц		0,5-200	0,5-200	0,5-500	0,5-1000 (37кВт дейін) 0,5-500 (45-630кВт)	0-1600 (37кВт дейін) 0-500 (45-500кВт)
Қолдану аясы		Қарапайым механизмдер, сорғыштар	Желдеткіш сорғыштар	Машина сорғыштары	Желдеткіш агрегаттар және сорғыштар	Технологиялық, компл., жоғары өндірістік механизмдер



## 4 Экономикалық бөлім

### 4.1 Жаңа жүйені енгізудің тиімділігі

Әрбір жаңа энергетикалық объектінің халықшаруашылықтың мәні оның техникалық жетілуімен және үнемділігімен көрсетіледі. Егер техникалық жетілуінің дәрежесі сенімділікті, орнықтылық және жобалаушы объектінің жұмысының сапалылығын көрсетсе, онда жұмыстың үнемділігі қоғамдық жұмыстың ең аз шығындарымен өз функцияларын орындау мүмкіндігін болжайды.

Тұрақты токтың электржетегін енгізуден экономикалық әсерін анықтау. Жаңа электржетекті енгізуден экономикалық әсер келесі формула бойынша анықталуы мүмкін:

$$\mathcal{E}_T = Цб.с \cdot a - (Цн + Eн \cdot \Delta k) + \frac{(Цб' \cdot a_1 - Uн) + Eи(кб \cdot a - ln)}{Pам + Eи} \quad (4.1)$$

$Цб.с$  - базисті бұйымның бірлігінің бағасы

$Цн$  – жаңа бұйымның бірлігінің бағасы

$\Delta k$  – бұйымның жаңа түрін жасаумен және игерумен байланысты қосымша салыстырмалы капитал шығындар.

$a$  – жаңа және базисті бұйымның бірлігінің баламалылығының коэффициенті, коэффициенттер туындысы сияқты анықталады:

$$a = a_1 \cdot a_2 \quad (4.2)$$
$$a = 1.25 \cdot 1.02 = 1.35$$

$a_1 = v_u / v_1$  – жаңа және ескі бұйымның өнімділігі

$$a_1 = 1.25 / 1.0 = 1.25$$

$$a_2 = \frac{1/Teб + Eн}{1/Teн + Eн} \quad (4.3)$$

$$a_2 = \frac{1/25 + 0.15}{1/15 + 0.15} = 1.08$$

$T_{сб} = 20$ ,  $T_{см} = 25$  – жаңа және базалық бұйымның қызмет ету мерзімі.

$E_n = 0.15$  1/жыл – капитал салымдардың экономикалық тиімділігінің нормативті коэффициенті.

$U_б$ ,  $U_н$  – тұтынушыдан жаңа қондырғыны амортизациялауға шығаруларды ескерусіз жылдық ағымдық ұстанымдар. Бұл ұстанымдарда тұтынушының

бірге жүретін капитал салымдары бойынша амортизациялық шығарулар ескеріледі.

$P_{ан}$  – тұтынушы жаңа бұйымның бірлігін қолдану кезінде амортизацияға шығару үлесі. (коэффицициясы) электржетектер үшін  $P_{ан} = 0.874$

$K_б$ ,  $K_н$  – негізгі бұйымды жөндеуді қосып бірге жүретін капитал шығындар. Бірге жүретін капитал салымдар электржетектің нұсқалары бойынша өңдеудің бірінші сатысында іріленген нормативтер бойынша және сумма сияқты көрсеткішпен  $K = K_0 + K_{пр} + K_{пп}$  анықталады.

$K_0$  – қондырғыны алуға, оны транспорттауға және жетектің жаңа жүйесін енгізумен байланысты мантажға кеткен шығынның суммасы.

$K_{пр}$  – орнатылған электржетектің капитал және орташа жөндеулеріне шығындар.

$K_{п.п}$  – электржетектің ұжымды қайта дайындаудың бағасы.

Капитал және орташа жөндеу жұмыстарына кеткен шығынды анықтау

## 4.2 Капиталды шығындар

Капитал шығындар техникалық шешімінің қарастырылып отырған нұсқалардың техникалық-экономикалық көрсеткіштердің бірі ретінде болып табылады. Олар негізгі қондырғының бағасынан және жалақыдан қосылады. Жөндеу жұмыстарына шығындар жөндеуге негізгі жалақыдан, қосымша жалақыдан және социалды сақтандыруға ұстанымдардан жиналады. Негізгі жалақы  $T_{\Sigma} - T_{\Sigma}$  - жөндеулердің еңбек сыйымдылығы деп аталатын жөндеу жұмыстарының сағаттық ставкасының туындысы сияқты анықталады:

$$T_{\Sigma} = T_1 \cdot mR_{\Sigma}$$

$T_1$  – жөндеудің қиындық категориясы бір жөндеу бірлігі кезінде бір жөндеудің еңбек сыйымдылығы.

$T_{1К} = 15$  сағат – капитал жөндеу үшін

$T_{1С} = 7$  сағат – орташа жөндеу үшін

$m$  – жылына жөндеулер саны.

$R_{\Sigma}$  – жөндеудің суммалық қиындық категориясы.

Жылына жалпы еңбек сыйымдылық ашық түрде келесідей жазылады:

$$T_{\Sigma} = T_{\Sigma_M} + T_{\Sigma_C} + T_{\Sigma_M} + T_{\Sigma_K} = T_{1M} \cdot (m_{1n} \cdot R_1 + m_{2n} \cdot R_2 \cdot + \dots) + T_{1C} (m_{1C} \cdot R_1 + m_{1C} \cdot R_2 + \dots) + T_{1n} (m_{1K} \cdot R_1 + m_{2K} \cdot R_2 \cdot + \dots)$$

Қиындықтың суммалық категориясы:

Жаңа нұсқа үшін –  $R_{\Sigma} = 2.1$

базалық нұсқа үшін –  $R_{\Sigma} = 4.3$

Жылына жөндеулер саны:

жаңа үшін  $m_n = 2, m_c = 1, m_k = 0.1$

базалық үшін  $m_n = 2, m_c = 1, m_k = 0.1$

сонда

$$T_{\Sigma H} = 1.2(2 \cdot 2.1) + 7(1 \cdot 2.1) + 15 \cdot (0.1 \cdot 2.1) = 22.89 \text{ сағат}$$

$$T_{\Sigma \delta} = 1.2(2 \cdot 4.3) + 7(1 \cdot 4.1) + 15 \cdot (0.1 \cdot 4.3) = 46.87 \text{ сағат}$$

### 4.3 Жөндеу жұмыстарының шығыны

Жөндеу жұмыстарының шығындарын анықтаймыз:

Негізгі жалақы:

$Cor = hT_{\Sigma}$ ,  $h = 193$  теңге/сағ. IV разрядты жұмысшы үшін.

жаңа нұсқа үшін  $Cor_H = 193 \cdot 22.89 = 4417.77$  теңге

базалық нұсқа үшін  $Cor_{\delta} = 193 \cdot 46.87 = 9045.91$  теңге

Қосымша жалақы негізгіден – 10% - құрайды.

$C_{\delta n.н} = 439.488$  теңге  $C_{\delta n.б} = 899.904$  теңге

сонда капитал жөндеуге шығындар келесі формула бойынша анықталады:

$$K_{нр} = Cor + C_{\delta.p} + C_c$$

Социалды сақтандыру бойынша есептеу негізгі және қосымша жалақыдан 7% - ды құрайды.

$$C_u = 0.07 \cdot (Cor + C_{\delta n})$$

$$C_{uH} = 0.07 \cdot (4394.88 + 439.488) = 338.4$$

$$C_{c\delta} = 0.07 \cdot (8999.04 + 899.904) = 692.93$$

$$K_{нр} \cdot u = 4394.88 + 439.488 + 338.4 = 5172.768$$

$$K_{нр} \cdot \delta = 8999.04 + 899.904 + 692.93 = 10591.874$$

Электржетектің элементтерінің базасын анықтау.

Базалық нұсқа үшін

ДПТ бағасы – 15000 теңге.

Жаңа нұсқа үшін

ЛДПТ бағасы – 25000 теңге, яғни – Цб = 15000 теңге, - Ци = 25000 теңге.

Нұсқалар бойынша транспортты және монтажды жұмыстарға кеткен шығындарды анықтаймыз:  $K_o = Ц \cdot 0.07$ .

Базалық нұсқа бойынша –  $K_{об} = 15000 \cdot 0.07 = 1050$  теңге

Жаңа нұсқа бойынша –  $K_{o.u} = 25000 \cdot 0.07 = 1750$  теңге, яғни транспортты және мантажды жұмысқа кеткен шығындар электржетектің базасынан 7%-ды құрайды.

Электржетектің жаңа жүйесіне қызмет көрсетуші техникалық қызметкерлерді қайта дайындауға кеткен шығындарды нөлге тең деп қабылдаймыз, себебі жетектерге қызмет көрсету бойынша мамандар бар, яғни  $K_{пп} = 0$ .

Бірге жүретін капитал салымдар жыл.  
базалық нұсқа үшін

$$K_{б} = K_{np} + K_{об} = 10591.874 + 420 = 11011.874 \text{ теңге}$$

жаңа нұсқа үшін

$$K_{и} = K_{np.u} + K_{ou} = 5172.768 + 352.8 = 5525.56 \text{ теңге}$$

Тұтынушыда ағымдық жылдың шығындарын анықтаймыз.

$u'$  – тұтынушыда жылдың ағымдық ұстанымдар.

$$U' = U_{з.n} + U_{n.э} + U_{от} = U_{mp}$$

$U_{з.a}$  – қызмет көрсетуші қызметкерлердің жалақысына кеткен шығындар.

$U_{n.э}$  – электрэнергиясының шығынына кеткен шығындар

$U_{тр}$  – ағымдық жөндеу және қызмет көрсетуге кеткен шығындар.

Негізгі жалақы.

$$U_{o.z.m.} = N \cdot J \cdot B = 1920 \cdot 2 \cdot 193 = 741120 \text{ теңге}$$

$N$  – жылына жұмысшы уақыттыр саны.

$\Delta$  - ауысымдар саны.

Жұмысшы ПР жүргізуші үшін берілетін сыйақы негізгі жалақыдан 50% - ды құрайды.

$$U_{п.п.р.} = 741120 \cdot 0.5 = 370560 \text{ теңге}$$

Қосымша жалақы негізгіден 10% - ды құрайды.

$$U_{доп} = 741120 \cdot 0.1 = 74112 \text{ теңге}$$

Социалды сақтандыруға есептеулер негізгі және қосымша жалақылардың 7%-ын құрайды:

$$U_{сс} = (741120 + 74112) \cdot 0.07 = 57066,24 \text{ теңге}$$

Бір жылға жалпы жалақы:

$$U_{3,n} = U_{0.3,n} + U_{nnp} + U_{дон} + U_{сс} = 737280 + 73728 + 368640 + 56770.56 = 1236418.56 \text{ теңге}$$

Нұсқалар бойынша электрэнергиясының жоғалтуға кеткен шығынды есептейміз.

Олар мына формула бойынша анықталады:

$$U_{и.} \cdot n = E \cdot \Delta A$$

$E = 6.4 \text{ теңге} - 1 \text{ кВт} \cdot \text{сағ. бағасы.}$

$\Delta A$  – жылына электрэнергияның шығыны.

$$\Delta A = P_{и.} \cdot \frac{1-\eta}{2} \cdot K_3 \cdot T$$

$\eta$  – электржетек жүйесінің ПӘК-і.

$K_3$  – қуат бойынша жүктемелеу коэффициенті.

$P_{и.}$  – электрқозғалтқышының номинал қуаты.

$T$  – уақыттың нақты қоры

$$T = K_n \cdot n \cdot \rho \cdot S$$

$K_n$  – қондырғыны пайдалану коэффициенті

$n$  – жылдағы күн саны.

$\rho$  – жұмысшы ауысымның ұзақтығы.

$$T = 0.8 \cdot 274 \cdot 7 \cdot 2 = 3069 \text{ сағат}$$

Базалық нұсқа бойынша электрэнергиясының шығынын анықтаймыз:

$$\eta = 0.8, \quad P_{и.} = 3 \text{ кВт}$$
$$\Delta A_{б} = 3 \cdot \frac{1-0.8}{0.8} \cdot 0.8 \cdot 3069 = 1841 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}$$

Жаңа нұсқа бойынша электрэнергиясының шығынын анықтаймыз:

$$\eta = 0.87, \quad P_{и.} = 2 \text{ кВт}$$
$$\Delta A_{б} = 2 \cdot \frac{1-0.87}{0.87} \cdot 0.8 \cdot 3069 = 734 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}$$

Нұсқалар бойынша электрэнергиясының шығынының бағасы:

Базалық нұсқа үшін:



$$U_{н.э.б} = \varepsilon \cdot \Delta A_b = 6.4 \cdot 1841 = 11782.4 \text{ теңге/жыл}$$

Жаңа нұсқа үшін:

$$U_{н.э.л} = \varepsilon \cdot \Delta A_b = 6.4 \cdot 734 = 469.76 \text{ теңге/жыл}$$

Жағу және ысқылау материалдарына кеткен шығынды анықтау. Электр машинасының 0.8 орнатылған нормативінің негізінде анықтаймыз.

Базалық нұсқа бойынша

$$U_{о.м.б} = P_{нд} \cdot 0.8 \cdot N_{см} = 3 \cdot 0.08 \cdot 548 = 1315.2 \text{ теңге/жыл}$$

$N_{аа}$  – жылына жұмысшы ауысымдар саны.

$$N_{сс}^2 = n \cdot S = 274 \cdot 2 = 548 \text{ күн.}$$

Жаңа нұсқа бойынша:

$$U_{о.н.н} = P_{нд} \cdot 0.003 \cdot N_{см} = 2 \cdot 0.08 \cdot 548 = 876.8$$

Нұсқалар бойынша ағымдық жөндеуге және электрқондырғыны ұстауға кететін шығындарды анықтаймыз.

Базалық нұсқа бойынша:

$$U_{т.р.и} = 3 \cdot 9.2 = 27.6 \text{ мың теңге/жыл}$$

Жаңа нұсқа бойынша:

$$U_{т.р.и} = 2 \cdot 9.2 = 18.4 \text{ мың теңге/жыл}$$

Тұтынушыларда жылдық ағымдық шығындарды есептеу нәтижесінде келесідей жазуға болады:

Базалық нұсқа бойынша:

$$U_{б1} = U_{з.л} + U_{н.э.б} + U_{о.л.б} + U_{т.р.б} = 1236418.56 + 11782.4 + 1315.2 + 27.6 = 1248360.08 \text{ теңге/жыл}$$

Жаңа нұсқа бойынша:

$$U_{и1} = U_{з.л} + U_{и.э.и} + U_{о.и.и} + U_{т.р.и} = 1236418.56 + 469.76 + 876.8 + 18.4 = 1237783.52 \text{ теңге/жыл}$$

Қосымша капитал шығындарды анықтаймыз:

$$\Delta K = K_{нн} / \varepsilon$$

$K_{пп}$  – өндірістік шығындар

$A_2$  – есептелінетін жылда жаңа бұйымдардың өндірісінің көлемі.

Тура есептеу әдісімен сұлбаларды дайындауға және шығаруға  $T_{п}$  конструкторларының еңбекті шығындарының жалпы көлемін есептейміз:

$$T_n = T_u \cdot K_c \cdot K_u \cdot K_m \cdot K_{\Sigma} / 100$$

$T = 4.7$  адам/сағ – 1 – ші қиындылық тобы және 4 – ші жаңалық тобы бойынша №11 форматты бір сызбаны шығару үшін керек уақыт.  
 $M = 400$  дана – №11 сызбаларының саны.

$K = 1.6$  – қиындылық тобының коэффициенті

$K_n = 0.8$  – жаңалықтар тобының коэффициенті

$K_T = 0.5$  – ерекшелігі бойынша дәрежесіне байланысты жұмыстық еңбек сыйымдылығының төмендеу коэффициенті

$K_{\Sigma} = 25\%$  - конструкторлы жұмыстың жалпы еңбек сыйымдылығына % - да сатылық еңбек сыйымдылығы.

$$T_n = 4.7 \cdot 400 \cdot 1.6 \cdot 0.8 \cdot 0.5 \cdot 0.25 = 300 \text{ адам/сағат}$$

Осындай жолмен алынған құрылысты жұмыстардың жалпы еңбек сыйымдылығы 0.12 коэффициент бойынша адам – күнге келтірілуі мүмкін.

$$T_n = 300 \cdot 0.12 = 36 \text{ адам/сағат}$$

Сонда құрылысты жұмыстардың жалпы еңбек сыйымдылығы

$$T_{\Sigma} = T_k + 1.2T_k = 79.3 \text{ адам/сағат}$$

Құрылысты құжаттаманы дайындаудың бағасын анықтаймыз:

$$S_{k.d} = T_{\Sigma} \cdot K \cdot Z_{m.d} \cdot K_{k.d}$$

$K = 0.9$  – орындаушылардың квалификациясын ескеруші коэффициент.

$Z_{m.d} = 1400$  теңге/күн – құрылысты бюроның бір жұмысшысының еңбегінің орташа бағасы.

$$S_{k.d} = 79.2 \cdot 0.9 \cdot 1400 \cdot 2.5 = 249485 \text{ теңге}$$

Тәжірибелік-конструкторлық жұмыстар жоспарының барлық құнын анықтаймыз:

$$S = S_{k.d} / 0.6 = 249480 / 0.6 = 415800$$

$A=5$  – жылына жаңа техника бірліктері кезінде  $\Delta K$  – ны анықтаймыз:

$$\Delta K = 415800 / 5 = 83160 \text{ теңге}$$

#### 4.4 Жылдық экономикалық эффект

Жылдық экономикалық эффектін анықтаймыз:

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= Цб \cdot a - (Цн + E \cdot \Delta K) + \frac{(Цб' - a - Ун) + Eu(Kб \cdot a_1 \cdot Kr)}{P_{AM} + Eн} = 5040 \cdot 1.36 - (6000 + 0.15 \cdot 83160) \\ &+ \frac{(1248360.08 \cdot 1.35 - 1237783.52) + 0.15(11011.874 \cdot 1.25 - 5525.568)}{0.874 + 0.15} = 436705.575 \text{ тенге / жыл} \end{aligned}$$

Демек, тұрақты ток қозғалтқышының орнына сызықты тұрақты ток қозғалтқышын енгізуден жылдық экономикалық әсер қайтадан–түсуші қозғалысты іске асыру қажет болған жағдайда 436705.575 теңге/жыл құрайды. Жүйе электржетектің принципті жаңа түрі болады және сызықты тұрақты ток қозғалтқышын қолдану облысын зерттеу және кеңейтуі бойынша экономикалық әсер өсе береді.

## 5 Электр қауіпсіздігі бөлімі

### 5.1 Металл жону станогының электр қондырғысын нөлдеуді есептеу

Корпусқа тұйықталу кезінде және басқа себептерден кернеуі бар электірлік қондырғының ток жүретін бөлшектеріне корпусқа жақындаған кезде электірлік ток соғу қауіпі бұзылған қондырғыны қоректендіруші желіден тез өшіру мен сонымен бірге жерге қатысты корпусстың кернеуін төмендетіп жоюға болады.

Фазаның нөлденген корпусқа тұйықталуы кезінде электрқондырғылар автоматты түрде өшіріледі, егер бір фазалы қ. т. тогының  $I_n$  мәні келесі шартты қанағаттандырса:

$$I_n \geq kI_n$$

$I_n$  – балқымалы қондырманың номинал тогы немесе автоматты сөндіргішінің іске қосылу тогы.

$k$  – токтың еселігінің коэффициенті, автоматты сөндіргіш үшін  $k = 1.25 \div 1.4$ , себебі станоктың электрқондырғысын қорғау автоматты сөндіргіштерімен орындалады.

Станоктың қозғалтқышының қуаты  $P_{\text{дв}} = 55 \text{ кВт}$  және  $I_n \cdot \Delta = 145$ , қоректену 380/200 үш фазалы линиядан орындалады. 3 x 50 мм<sup>2</sup> мыс сымдармен орамдарын  $\Delta - Y$  жалғау сұлбасымен қуаты 63 кВт 616,4 кВт трансформаторынан қоректенеді.

Автоматты сөндіргішті қолданамыз:

$$I_n = 160$$

$$I_k = k \cdot I_n = 1.4 \cdot 160 = 224 (A)$$

Таратушы қалқаннан станоктың қоректену панеліне дейін күштік тізбекті жабу үшін 145 А – ге дейінгі жүктемеге шыдайтын қимасы  $S = 50 \text{ мм}^2$  поликорвинды изоляцияланған мыс сым қолданылады.

Сымның жалпы ұзындығы  $L = 30 \text{ м}$ . Осыған сүйене отырып фазалы сымның кедергісін есептейміз.

$$R_{\phi} = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

$\rho$  - сымның салыстырмалы кедергісі мыс үшін  $\rho = 0.018 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$

$S$  – өткізгіштің қимасы  $R_{\phi} = 0.018 \cdot \frac{30}{50} = 0.0108 \text{ Ом}$

Қ.т. бір фазалы тогын есептеу үшін жуыңталған формула қолданылады.

$$I_k = \frac{U\phi}{\frac{Z_T}{3} + Z_n}$$

$U\phi$  – қоректенудің фазалық кернеуі.

$Z_T$  – трансформатор үшін.

$$z_n = \sqrt{(R_\phi + R_{н.з})^2 + (X_\phi + X_{н.з.} + X_n)^2}$$

Себебі  $X_\phi$ ,  $X_{н.з.}$ , және  $X_n$  мәндері өте аз және оларды ескермеуге болады.

ПУЭ-ге сай нолдік қорғаныс өткізгішінің өткізгіштігі фазалы сымның өткізгішінен 50%-дан кем емес болуы керек. Осының негізінде нолдік өткізгіш үшін қимасы  $S = 25 \text{ мм}^2$  полихлорвинилды оқшауланған мыс сымды таңдаймыз. Оның кедергісі:

$$R_{н.з.} = 2R_{\phi 0} = 2 * 0.0108 = 0.0216 \text{ Ом}$$

«фаза – ноль» тізбегінің толық кедергісі:

$$Z_n = \sqrt{(0.0108 + 0.0216)^2} = 0.0323 \text{ Ом}$$

Сонда қ.т. тогы

$$I_k = \frac{220}{\frac{0.36}{3} + 0.0326} \approx 1441 \text{ *А}$$

Берілген ток максимал токты қорғағыстың іске қосылу шартына сай келеді, себебі келесі шарт орындалады:

$$I_k \geq K * I_u \text{ немсе } 1441 \geq 224$$

## 5.2 Жұмыс орнының ғимаратының жарықтануын есептеу

80%-ға жуық ақпаратты адам көру каналы арқылы алады. Түсетін ақпараттың сапасы көбіне жарықтандыруға байланысты: қанағаттандырмайтын көлем немесе сапа тек қана көзді ғана шаршатпайды, сонымен қатар ағзаның толығымен шашауына әкеп соғады. Дұрыс емес жарықтандыру тек жарақат алудың себепшісі болуы мүмкін: нашар жарықтандырылған қауіпті аумақтар, қарықтыратын шамдар және олардан түсетін өткір көлеңкелер жұмысшылардың толық бейімделу бағытын тудырады немесе нашарлатады.

Әдетте жарықтандырудың екі түрлін қолданады – табиғи және жасанды. Жарықтандыру қондырғысын жобалау кезінде келесі негізгі сұрақтарды шешеу қажет: жарықтандыру жүйесін, жарық көзінің түрін, жарықтандыру шегін таңдау.

Жарықтың ағымды қолдану коэффициентін қолдана отырып ғимаратта жалпы жарықтандыруды есептеуді жүргіземіз.

Шамның жарықтық ағыны келесі формула бойынша есептеледі:

$$F_{л} = \frac{E \cdot S \cdot K_z}{\eta \cdot N}$$

мұндағы  $E$  – номинал нормалаушы жарықтандыру,  $E = 100$  лк

$K$  – шамдардың ескіруін, шаң басуды және шамдардың ластануын ескеретін коэффициент.  $N = 1.5$

$S$  – ғимараттың жарықтанушы ауданы

$$S = A \cdot B = 120 \cdot 72 = 8640 \text{ м}^2$$

$Z$  – жарықтанудың бірқалыпсыздық коэффициенті

$N$  – шамдар саны,  $N = 200$

$\eta$  - жарықтың ағымды қолдану коэффициенті; ғимараттың индексі  $I$  және төбенің ( $\rho_n$ ), қабырғалардың ( $\rho_c$ ), еденің ( $\rho_p$ ) шағылыстыру коэффициентіне байланысты табылады.

$$\rho_n = 70\% \quad \rho_c = 50\% \quad \rho_p = 10\%$$
$$i = \frac{A \cdot B}{\rho_1(A + B)} = \frac{120 \cdot 72}{4(120 + 72)} = 11.3$$

$i > 1$  кезінде барлық жағдайларда бойынша  $i = 5$  қабылдаймыз, пайдалану коэффициентін табамыз  $\eta = 70\%$ ,

сонда: 
$$E_{л} = \frac{100 \cdot 8640 \cdot 1.5 \cdot 11}{0.70 \cdot 200} = 10138 \text{ (мм)}$$

ДРЛ – 250 түріндегі шамды таңдаймыз.  $N = 250$  Вт.

### 5.3 Станокта жұмыс жүргізу кезінде қауіпсіздікті қамтамасыз ету

Өндірістік жарақаттану қиын социалды құбылыстарға жатады, олардың себептерін кейде барлық бөлшектерде әр түрлілігіне байланысты анықтау қиын. Станокты жасауда ғылыми – техникалық прогресс станоктарды жобалау үрдісінде, сонымен қатар оларда жұмысты ұйымдастыру кезінде еңбек

қауіпсіздігінің техникасына мұқият назар аударуды талап етеді. Металл кесуші станоктарда жұмыс істеу кезінде жарақаттану болатын және соның ішінде ауыр нәтижелер болатын көптеген себептер туындайды. Бұл себептер бір қатар факторлармен негізделеді, олар сұлбалы түрде көрсетілген.

- 1) Жеке қорғау құралы;
- 2) – ұжымды қорғау құралдары.

Лесуші құрал.

Шарт бойынша станоктарды завод – дайындаушы кесуші құралға қоршауларды және кесуші құралды бекіту үшін құрылғылар қоймайды және пайдалану бойынша басшылықта осы қоршауларды орнату туралы ұсыныстар берілмейді. Завод – тұтынушылар өздеріне қоршаулар орнатуға тура келеді, ол әр кезде дұрыс орындалмайды және жиі қондырғы оларсыз жұмыс істейді.--

Келтіруші және беруші механизмдер әдетте станоктарды жөндеу үрдісінде жарақаттандыруы мүмкін.

Қарастырылған ленталы қабықша ең көп жарақаттандырады, кейде өте ауыр түрде. Қазіргі күнге дейін қабықшаны жұмыс істеу үрдісінде орнықты уақтайтын әмбебап құрылғылар табылмаған.

Осал материалдарды және металл емес материалдардың ұшып кететін қабықшасы және шаң. Ұшып кететін қабықша және шаң көз жарақаттайды және қол және бетті күйдіреді. Осал материалдарды және металл емес материалдарды өңдеу кезінде аумақтық ауасы зиянды қоспалар болуы мүмкін шаңмен ластанады. Бұл жағдайларда қорғаныс көз - әйнектері және станоктарда экрандар қажет, бірақ мәселені толығымен шешпейді. Бұл жағдайларда керілген вентиляцияны қолдану қажет.

Өңделуші бөлшекпен бекіту үшін арналған құрылғы. Көптеген жағдайларда завод – дайындаушылар осы құрылғылар үшін қоршаушы қондырғыларды қарастырады, бірақ пайдалану үрдісінде олар әр кезде қолданылмайды.

Электр тогының соғуы. Станоктарды электрофикациялау бірінші кезекке станоктарға қызмет көрсетуші ұжымды электр тогының соғу қаупінен қорғау туралы сұрақты шығарады. Еңбекке қабілеттілікті уақытша жоғалтумен бірге жүретін өндірістегі қайғылы оқиғалардың анализі жарақаттар саны қайғылы оқиғалардың жалпы санынан 0.5% - 1% - ды құрайтынын көрсетеді. Егер тек өлім жағдайларын қарастырсақ ғана толық бейне болады. Шығарылатын станоктар сериясында электр тогының соғу мүмкіндігін төмендететін әр түрлі қорғау және блоктау қарастырылған. Мысалы: нөлдеу, қорғанысты өшіру және тағы басқа.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыста металл жонатын станоктардағы технологиялық процестер таңдалып, электржетегіне қойылатын талаптар анықталып, тиристорлы түрлендіргіш-сызықты электрқозғалтқыш жүйесі қабылданды.

Тұрақты токты сызықты қозғалтқыштардың классификациясы жасалынған. Жону столының электржетегінің статикалық және динамикалық режимдері есептеліп, графиктері тұрғызылған. Тиристорлы түрлендіргіш сызықты бас қозғалысының электрқозғалтқышты жүйесінің принципіальды электр схемасы құрылып, электрқозғалтқышты аса жүктемеден, қысқаша тұйықталудан сақтау шаралары жасалған. Металл жону станогіне “тиристорлы түрлендіргіш-сызықты электрқозғалтқыш” жүйесін енгізуден түскен экономикалық тиімділік 43 670 000 теңге болады.



## ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Капунцов Ю. Д., Енисеев В. А, Ильяшенко А.А «Электрооборудование и электропривод промышленных установок.» М. «Высшая школа»- 1979.
- 2 Электроприводы подачи и главного движения станка с УРУ. М. ЭНИМС-1986.
- 3 Андреев Г.И, М.А. Босинзон, А.И. Кондриков «Электроприводы главного движения металлообрабатывающих станков с УРУ».Москва «Машиностроение»- 1980.
- 4 Бекинов В.Т «электропривод промышленных механизмов на базе линейных двигателей постоянного тока»- Р.Ж «Электротехника»1983.
- 5 Электропривод с линейными электромагнитными двигателями. Под. Ред. д.т.н. проф. Ряженцева-М. Наука 1981г.6. Свечарник Д.В. « Линейный электропривод »-М. Энергия, 1979г.7. Солодовник Ф.С, Кузьмина Л.И., Курбатов И.В. «Разработка приводов с линейными двигателями в металлургическом машиностроении »- В.
- 9 Оглобин А.Н. Основы токарного дела, М.: Машиностроение, 1997.
- 10 Справочник по автоматизированному электроприводу под редакцией В.А. Енисеева и Шинясиного. М. Энергоатомсудат,1983г.
- 11 Анализ и синтез систем управления электроприводов постоянного тока. Учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию. М.И. ЭИ.1984.
- 12 Комплексные системы управления электроприводам тяжелых металлорежущих станков под редакцией Роздиева А.Д., М. Энергия, 1980.
- 13 Долин П.А. «Основы техники безопасности в электроустановках»,- М. Энергия, 1979 г.
- 14 Справочная книга по проектированию электрического освещения. Под ред. Кноринга Г.М.- Л. Энергия,1976г.
- 15 Лакирев С.Г. Обработка отверстий: Справочник.- М.: Машиностроение., 2004. - 208 с..
- 16 Кузьмин В.Г. «Организация, планирование и управление в энергетике»- М. Экономика,1979г.