

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электрэнергетика және электртехника факультеті
5В071800 Электрэнергетика мамандығы
Электр машиналары және электр желісі кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Қарей Аслан Қанжарейұлы
(аты-жөні)

Жоба тақырыбы Инварлық жылдықты тұрландырылған асинхронды электр желісінде көпірлік қранда басқаруға автоматтандыру
ректорды «23» 10.2017 № 155 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «30» мамыр 2018 ж.

Жобаға бастапқы деректер (талап етілетін жоба нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері)

Жұмысқа берілген деректер:
 $n_1 = 15$ об/мин - механикалық айналмалы жиілігі;
 $t_1 = 60$ с - механикалық жылдыс уақыты;
 $n_2 = 170$ об/мин - мех. айналмалы жиілігі;
 $t_2 = 30$ с - мех. жылдыс уақыты;
 $t_0 = 45$ с - үзілістің уақыты;
 $M_{max} = 600$ Н.м - қозғалыстағы білімдегі жүзбәсіменің моменті;
 $\eta_{двиг} = 0,95$ - берілген ПӘК-і;
 $S_{max} = 30$ кВ.м² - механикалық шектенушілік моменті.

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс сұрақтар тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:

Көпірлік қранда қозғалыс, төмелілік сипаттамасы және электр желісіндегі қимылдамалық схемасын тұрғызу. Электр желісіндегі түрлі таңдау, электрлік жүзбәсіне қабілеттен талаптарға көзделме жасау. Тек түрлі мен керек кернеуі таңдау. Күштік қрандарды таңдау. Басқаруға қабілеттен талаптарға көзделме жасау. Электр желісіндегі қимылдамалық сипаттамаларға көзделме жасау. Электр желісіндегі механикалық жылдыс уақытының шектенушілік моменті мен жылдыс уақытының шектенушілік сипаттамасы.

Диплом жобасын дайндау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	Қауіпті қораның қорғаныс техникалық сипаттамасы және электр жетекшінің міндеттерінің схемасы.	29.10.2017.	
2.	Электр жетекшінің түрін таңдау және жүзеге асырылатын талаптар.	5.11.2017	
3.	Ток түрі мен қорек көрсетуін таңдау.	12.01.2018.	
4.	Реттелетін электр жетекшінің ұшындығының қорғаныс сипаттамасы.	7.02.2018.	
5.	Реттелетін электр жетекші үшін шұғыл қорғаныс және электр тураларының таңдау.	15.03.2018	
6.	Электр жетекшінің техникалық және электротехникалық сипаттамаларын есептеу.	10.04.2018	
7.	Электр жетекшісінің қорғаныс және электротехникалық сипаттамаларын есептеу.	18.04.2018.	
8.	Қорғаныс және электротехникалық сипаттамаларын есептеу.	05.05.2018	
9.	Басқару және қорғаныс құралдарын таңдау.	10.05.2018.	

Тапсырманың берілген уақыты « 7 » ақпан 2018 ж.
 Кафедра меңгерушісі Калиев К.Н. - м.ф.к., доценті
 (колы) (аты – жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)
 Жоба жетекшісі Саломов А.З. Т.Ф.к., доценті
 (колы) (аты – жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)
 Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент Керей А.С.
 (колы) (аты – жөні)

Аңдатпа

Бұл дипломдық жұмыс «Инветорлық жиілікті түрлендіргішті асинхронды электр жетектегі көпірлік кранды басқаруды автоматтандыру» тақырыбына жазылды. Дипломдық жұмыста көпірлік кранның электржетек жүйесі мен автоматтандыру жүйесіне қойылатын талаптарға негіздеме жасалды. Көпірлік кранның электр жетектерінің кинематикалық сұлбасы тұрғызылды.

Өміртіршілік қауіпсіздік негіздері бөлімінде адамдардың жұмыс жасау жағдайлары талданды және жұмыс орының табиғи және жасанды жарықтандыру есептелінді.

Экономика бөлімінде эксплуатацияға кеткен шығындарды есептеп, жобаның экономикалық тиімділігін анытадық.

Аннотация

Дипломная работа написано на тему «Автоматизация управления асинхронным электроприводом с инвекторным преобразователем частоты для мостового крана». В дипломной работе были сформулированы требования к системе электропривода мостового крана и системе автоматизации. Построена кинематическая схема электропривода мостовых кранов.

В разделе «Основы безопасности жизни» анализируются условия труда людей и естественное и искусственное освещение рабочего места.

В разделе экономики рассчитав стоимость эксплуатационных расходов, мы определили экономическую эффективность проекта.

Annotation

The thesis is written on the topic "Automation of control of an asynchronous electric drive with an inverter frequency converter for a bridge crane". In the thesis, the requirements to the electric drive system of the bridge crane and the automation system were formulated. The kinematic scheme of the electric drive of overhead cranes is constructed.

The section "Fundamentals of Life Safety" analyzes the working conditions of people and natural and artificial illumination of the workplace.

In the section of the economy, calculating the cost of operating costs, we determined the economic efficiency of the project.

Мазмұны

Кіріспе.....	8
1 Технологиялық бөлім.....	9
1.1 Көпірлік кранның қысқаша техникалық сипаттамасы.....	9
1.2 Көпірлік кранның электр жетектерінің кинематикалық схемасы.....	11
1.3 Электр жетегінің түрін таңдау, электржетек жүйесіне және автоматтандыру жүйесіне қойылатын талаптар мен оларға негіздеме.....	13
1.4 Ток түрі мен қоректендіруші кернеуді таңдау.....	15
1.5 Режимдер мен жұмыс циклдарының қысқашы сипаттамасы.....	16
1.6 Реттелетін электр жетегі үшін күштік қондырғылар таңдау.....	18
1.7 Басқарылатын электр жетегі үшін электр түрлендіргішін таңдау.....	21
1.8 Басқарудың функционалдық схемасы.....	26
2 Электр жетегі үшін статикалық сипаттамаларға есептеулер.....	27
2.1 Электр жетегі үшін күштік қондырғыларды есептеу.....	27
2.2 Электр жетегінің электромеханикалық сипаттамаларын есептеу.....	29
2.3 Электр жетегінің механикалық және электромеханикалық сипаттамаларын есептеу.....	32
2.4 Электр жетек механизмінің жүктемесінің қуатын анықтау.....	35
2.5 Циклограмманы тұрғызып оны есептеу.....	35
2.6 Электр жетектің координаттық элементтерін және таңдау.....	36
2.7 Басқару және қорғау құралдарын таңдау.....	38
3 Асинхронды қозғалтқыштың жиілікті реттеу автоматты басқару жүйесіне қойылатын негізгі талаптар.....	39
3.1 Жиілікті реттелетін асинхронды қозғалтқышты векторлы басқару.....	40
3.2 Жиілікті реттелетін асинхронды электр жетегін квазивекторлы басқару.....	43
3.3 Жиілікті реттелетін асинхронды электр жетегінің автоматты басқару жүйесінің құрылымдық сұлбасы.....	44
3.4 Құрылымдық сұлбаның буындарының параметрлерін анықтау.....	45
3.5 Жүйені MATLAB имитациялы-интерактивті ортасында компьютерлік модельдеу.....	48
4 Өміртіршілік қауіпсіздік негіздері.....	51
4.1 Бөлменің сипаттамасы және оператордың жұмыс орнының орналасқан жері.....	51
4.2 Жұмыс жағдайын талдау.....	51
4.3 Жарықтандыруды есептеу.....	55
4.4 Табиғи жарықтандыруды есептеу.....	56
4.5 Жасанды жарықтандыруды есептеу.....	59
5 Экономикалық бөлім.....	61

5.1 Берілген мәндер және тапсырма.....	61
5.2 Эксплуатацияға кеткен шығындарды есептеу.....	62
5.3 Жобаның экономикалық тиімділігін тексеру.....	66
Қорытынды	68
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі.....	69

Кіріспе

Қолмен тиеу-түсіру жұмыстарын жою үшін, негізгі және қосалқы өндірістік операцияларды орындау кезінде ауыр қол күшімен орындалатын жұмыстарды жою, көтеру және тасымалдау машиналарының кең спектрін қолданусыз ұлттық экономиканың барлық салаларында өндірістік процестерді кешенді механизациялау және автоматтандыру мүмкін емес. Қазіргі заманғы ағындық технологиялық және автоматтандырылған желілер, магистральдық және ішкі дүкендер, қоймаларда және ауыстырып құю пункттерінде жүк түсіру және көтеру жұмыстары өндірістік процестердің үздіксіздігі мен ырғағын қамтамасыз ететін жүк көтергіш машиналары мен жүк көтергіш механизмдердің әртүрлі түрлерін пайдалануымен байланысты. Сондықтан осы жабдықты пайдалану заманауи өндірістің тиімділігін және техникалық өндірісті механизациялау деңгейін айқындайды, кәсіпорынның жетілдіру дәрежесі мен өнімділігін көтереді. Қазіргі өндіріс қарқындылығымен өңдеу және сақтаудың барлық кезеңдерінде шикізатты, жартылай фабрикаттар мен дайын өнімді тасымалдау құралдарын келісілген және проблемасыз жұмыс істеуінсіз тұрақты ырғақты қамтамасыз ету мүмкін емес.

Жүк көтеру машиналардың түрлерінің бірі – көпірлік крандар. Бұл дипломдық жұмыста көпірлік крандар туралы қысқаша мәліметтер мен оның жұмыс істеу принциптері қарастырылған.

1 Технологиялық бөлім

1.1 Көпірлік кранның қысқаша техникалық сипаттамасы

Көпірлік кран дегеніміз - әр түрлі типтегі ауыр құрылғыларды орнынан қозғалту үшін пайдаланылатын жүк көтергіш құрылғы. Көпірлік крандар екі негізгі түрге бөлінеді, олар: бір бөренелік электрлік көпірлік кран және екіншісі екі бөренелік электрлік көпірлік кран. Бір бөренелік электрлік көпірлік кранның жүк көтеру қабілеттілігі 0.5-15 тонна аралығында болса, екі бөренелік электрлік көпірлік кранның жүк көтеруі 150 тонна дейін жетіп, одан да ауыр жүктерді көтеруге қабілетті. Әдетте, өнеркәсіп орындарында басқа крандарға қарағанда осы екі бөренелік көпірлік крандар көп сұранысқа ие. Екі бөренелік электрлік көпірлік крандар өнеркәсіптік типте де, өртке қарсы және жарылысқа төзімді де болуы мүмкін.

Бір бөренелі және екі бөренелі электрлік көпірлік крандар ілмек, грейферлі, магнитті және т.б. түрлерде болуы мүмкін.

Бір бөренелік көпірлік крандар негізінен жүк көлемі 0.5-15 тоннадан аспаған жағдайда және жүкті 6 метрден 18 метрге көтеру кезінде қолданылады. Бұндай крандарды көбіне цехтарда монтаждық және жөндеу жұмыстары кезінде қондырғылардың орын ауыстыру туған жағдайларда пайдаланады. Көпірлік крандар ашық ауада да, $-40 + 40$ С температурада да, жабық кеңістікте де қолданылады.

Көпірлік кран жоғары деңгейде орналасқан рельс бойымен жылжиды және ілгіш қозғалысының үш осі қамтамасыз етіледі. Көтергіш жүктемені жоғары және төмен жылжытады, ал арба жүкті оңға және солға жылжытады, ал кран көпірі жүктемені алға және артқа жылжытады. Сондай-ақ көпірлі көпірдің бір пучок және екі шұғылалы схемалары ілмектің өте дәл орналасуына және жүктің тегіс қозғалысына қол жеткізуге мүмкіндік береді. Бір және екі бөренелік көпірлік крандар ілмектің жүктің дәл орналасқан жеріне жетуіне және бір қалыпты жүктің орнын ауыстыруға мүмкіндік туғызады.

Конструкциясына байланысты көпірлік крандар аспалы және тірек түрінде болады. Кранның қозғалыс механизмі кранның көпіріне орнатылады. Көпірлік крандарды кабинада отырып немесе жерден басқаруға болады. Сондай-ақ көпірлік крандарды қолмен және электр жетегімен ажыратады, яғни, көпірлік кранның өз көтеру механизмімен немесе электр көтергіштің негізінде жұмыс істейтін көтергіш механизмі болады.

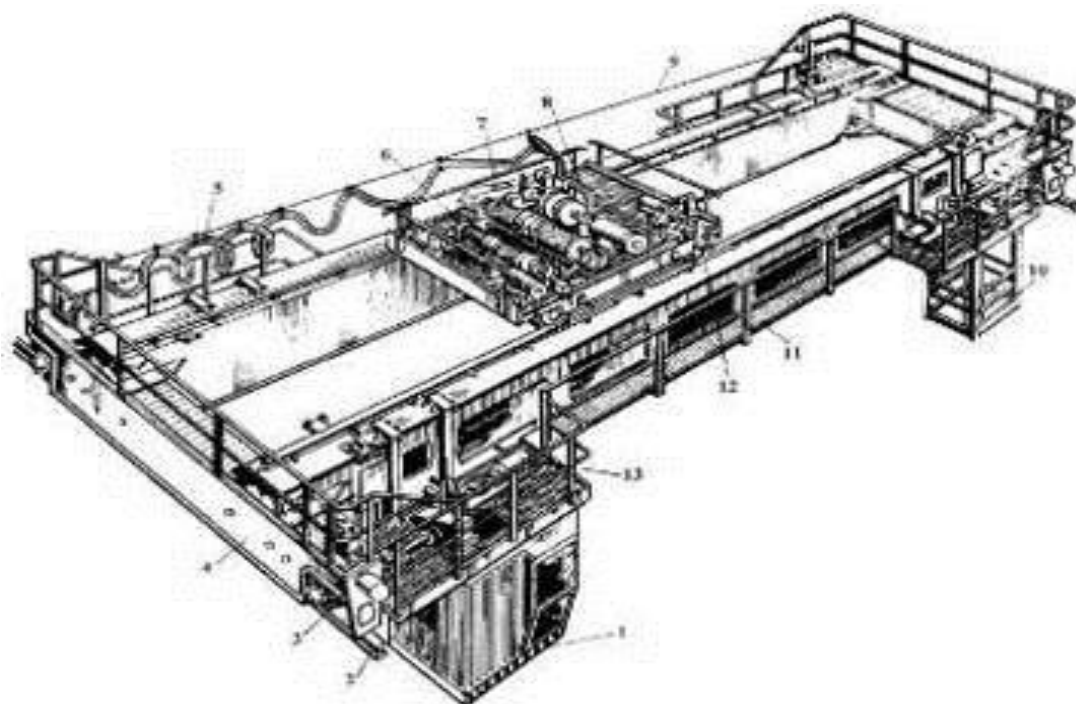
Электрлік көпірлік крандар 50 Гц жиілігі және 380 В кернеуі бар айнымалы ток желісінен қуат алады. Электр қозғалтқышын қоректендіру цехтық троллея арқылы жүзеге асады. Электр энергиясын жеткізу үшін кранның металл құрылымына жылжымалы типті ток алғыш бекітіледі. Қазіргі конструкцияларда көпірлік крандарға ток жеткізу кабель сымдар арқылы жүзеге асырылады. Қозғалтқыш дөңгелектерінің жетегі электр қозғалтқышынан редукторлар мен трансмиссиялық біліктер арқылы жүзеге асырылады. Жүріс

дөңгелек жетегі электр қозғалтқыштан алынып редуктор және трансмиссиондық білік арқылы жүзеге асады.

Көпірлік кранның жұмыс істеу принциптерін үш түрге бөліп қарастыруға болады:

- 1) орташа режим А3
- 2) ауыр режим А5
- 3) Өте ауыр режим А7

Көпірлік крандар кран жолынан, мостынан және т.б. көптеген элементтерден тұрады. Көпірлік кранның схемасы 1.1-ші суретте келтірілген.



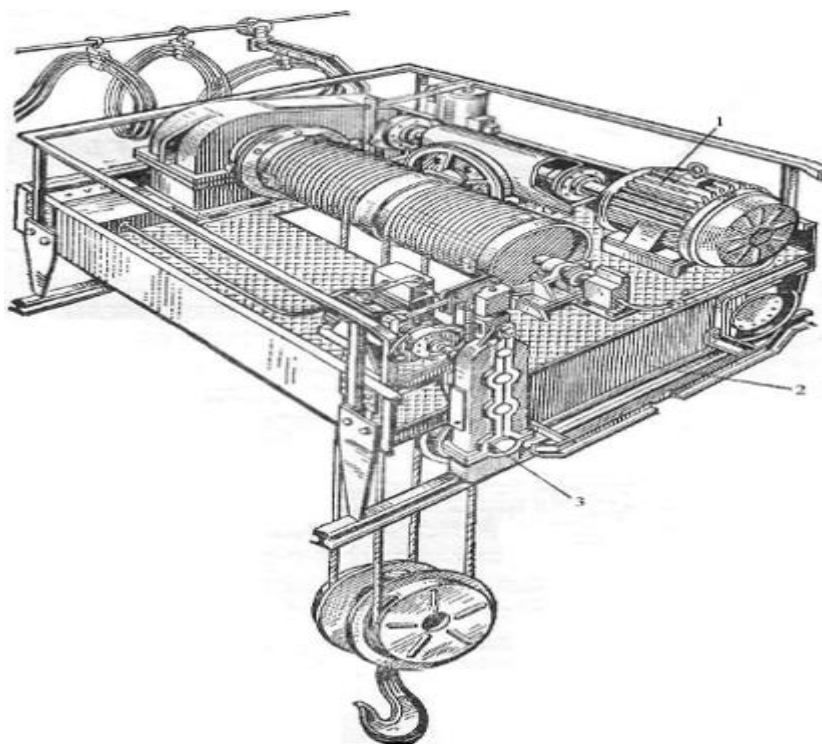
- 1 – кабина; 2 – кран асты жолдары; 3 – айналу дөңгелектері; 4 – шеткі арқалықтар;
5 – икемді кабель; 6 – көмекші көтеру механизмдері; 7 – басты көтергіш механизмі;
8 – кранның арбасы; 9 – сым; 10 – қызмет көрсету аумағы; 11 – кранның көпірі;
12 – арбаның қозғалу механизмі; 13 – кранның қозғалуының механизмі.

1.1 сурет - Жалпы мақсаттағы электрлік көпірлік кран схемасы

Көпір бойымен жүк арбасы қозғалыста болады, ол ілмекпен, грейфермен және магнитпен жабдықтылады.

Арба рамасына негізгі және қосалқы көтеру механизмдері және арбаның қозғалысының механизмі орнатылады. Негізгі көтеру механизмінде ұзын білікпен редукцияға жалғанған электр қозғалтқышы бар. Полумуфта редуктордың кіріс білігіне жалғанатын қосалқы электр жетегі бар тежегіш ретінде электрогидравликалық итергіштен алынады. Редуктордың шығыс білігі барабанға беріліс муфтасы арқылы жалғанады. Жоғарғы блоктың тіректері мен теңдестіру блоктары раманың жоғарғы жағында орналасады, бұл олардың қызмет көрсетуін жеңілдетеді және биіктікке көтеруін арттырады. Биіктіктің

шектегіші ретінде, ілгіш тіреуі шеткі жоғарғы және төменгі позицияларға жеткен кезде өшіретін шпиндель ажыратқышы қолданылады.



1 – жүкті көтеру механизмі; 2 – дәнекерленген рама; 3 – арбаның қозғалысының механизмі.

1.2 сурет - Көпірлік кранның арбасы

1.2-суреттегі көпірлік кранның арбасы дәнекерленген металл жақтауынан тұрады, оған жүк көтеру және арбаны жылжыту механизмдері орнатылады.

Арбаның қозғалу механизмі тежегіш қозғалтқыштан, тік тісті редуктордан және екі қозғалтқышпен және екі жетекші, екі бос жүрісті дөңгелектен құралады. Арбаның рамасында сызғыш бекітілген, ол төтенше жағдай болған кезде ақырғы ажыратқыштарға әсер етіп, арбаның қозғалуына бөгет болады.

Арбаның салмағын азайту кезінде немесе оның қаттылығын көбейту үшін бүгілген профильдер пайдаланылады. Тораптардың жасалған механизмі оның арқалық тіректеріне барабан, редуктор және көтеру механизмінің электр қозғалтқышы сүйенеді.

Тігінен беріліс редукторын оңай монтаждау үшін қозғалыс механизмі артқы дөңгелектердің ортасында, болмаса арбаның бүйіріне қойылады.

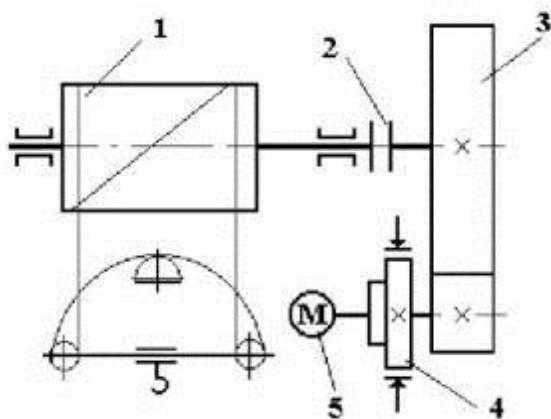
Сонымен қатар, көпірлік крандарда арқан немесе тізбекті көтергіштер орнатылады.

1.2 Көпірлік кранның электр жетектерінің кинематикалық сұлбасы

Кранның негізгі механизмдерінің жұмысын кинематикалық сұлбалар бойынша қарастырады. Крандардың барлық қозғалыстарының механизмдері

екі бос айналдыру дөңгелегіне ие болады. Қозғалтқыштардың бұрыштық жылдамдығы көтеру барабанының немесе көпір мен арбаның доңғалақтарының жылдамдықтарынан айтарлықтай көп болғандықтан, қозғалыс кранның жұмыс істеу механизмдеріне редуктор арқылы беріледі.

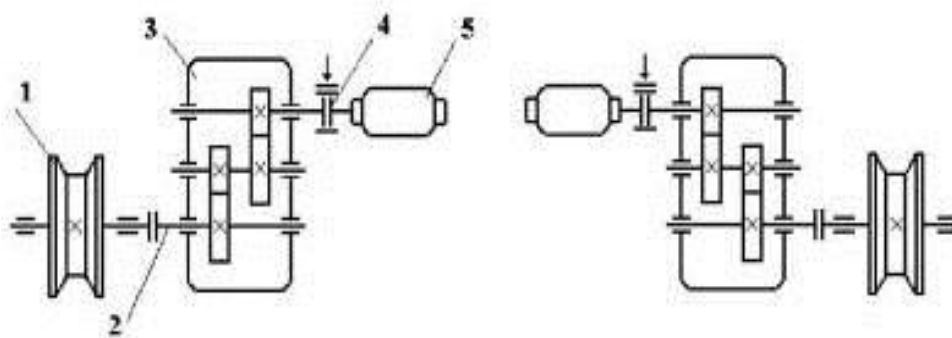
Көтеру механизмдері үшін ең тиімді болып полиспасталы сұлбалар алынған, оның көмегімен барабанның қозғалысы ілмекке ауыстырылады.



1 – барабан; 2 – муфта; 3 – редуктор; 4 – тежегіш; 5 – электроқозғалтқыш.

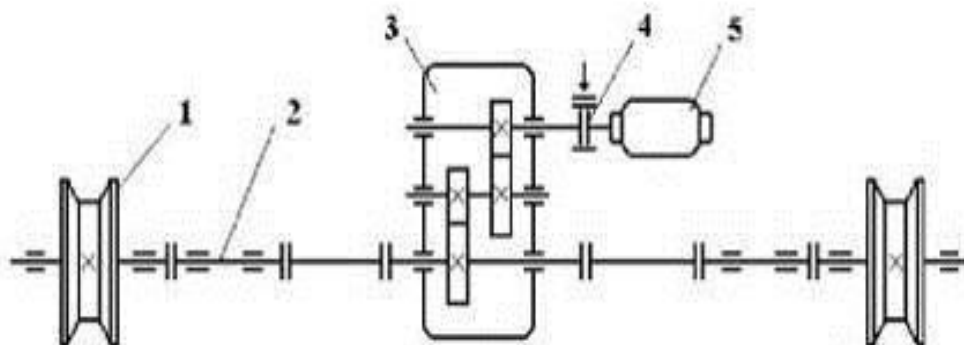
1.3 сурет - Кранның көтеру механизмінің кинематикалық сұлбасы

Кранның көпірінің қозғалу механизмі жеке жетекші дөңгелек немесе орталық жүйе арқылы жүзеге асады. Электр қозғалтқыштың білігі тісті муфта арқылы жоғары жылдамдықты редуктордың білігімен байланысқан. Трансмиссиялық білік көмегімен төмен жылдамдықты білік кранның жетекші дөңгелегіне қосылады, 4-5 сурет. 19,5 м-ден 34,5 м-ге дейін крандарға бөлек жетек белгіленеді.



1 – жетекші дөңгелек; 2 – трансмиссиондық білік; 3 – редуктор; 4 – тісті муфта; 5 – электроқозғалтқыш.

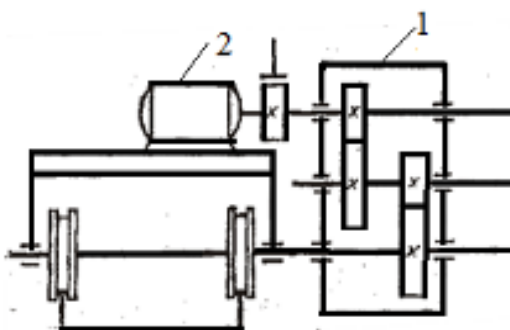
1.4 сурет - Бөлек жетек үшін кинематикалық сұлба



1 – жетекші дөңгелек; 2 – трансмиссиондық білік; 3 – редуктор;
4 – тісті муфта; 5 – электроқозғалтқыш.

1.5 сурет- Орталық жетек үшін қозғалыстың кинематикалық сұлбасы

Арбаның қозғалысы механизмі орталық жетекпен жасалады, тісті муфта арқылы тік сатылы редуктордан жасалған. Редуктордың шығыс білігі жетекші дөңгелектердің біліктеріне тісті муфта және аралық біліктердің көмегімен жалғанады, 6-суретте көрсетілген.



1 – редуктор; 2 – қозғалтқыш.

1.6 сурет- Арбаның қозғалыс механизмінің кинематикалық сұлбасы

1.3 Электр жетегінің түрін таңдау, электржетек жүйесіне және автоматтандыру жүйесіне қойылатын талаптар мен оларға негіздеме

Кран механизмдерінің жетегі үшін түрлі қозғалтқыштарды және электр жетегі жүйелерін қолдануға болады. Қазіргі уақытта көпірлік крандар ең қарапайым электр қозғалтқыш жүйесі арқылы жұмыс істейді, мұнда қозғалтқыштар желіден резисторлар арқылы айнымалы немесе тұрақты ток көзнен қуатталады.

Шағын қутты крандар механизмі оңай режимде жұмыс істейтіндіктен, олар үшін асинхронды қозғалтқыш пен қысқа тұйықталған ротор қолданылады.

Жылдамдықты реттеу немесе дәл тоқтату қажет болса, онда екі немесе үш жылдамдықты қозғалтқыштарды пайдаланады.

Ең көп таралған фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыштар кедергіні сатылы реттеу арқылы ротор тізбегінде бұрыштық жылдамдықты реттейді. Ол сенімді әрі қарапайым болғандықтан орта және үлкен қуаттарда пайдаланылады. Ротор тізбегінде резисторды пайдалану арқылы қосылу кезінде моментті өзгертуге, өзімізге қажетті үдеу алуға және өтпелі процесстер кезінде қозғалтқыштардың энергия және ток шығының, сонымен қатар бұрыштық жылдамдықты азайтуға болады. Қосқан кезде кедергіде энергия шығынының айтарлықтай көп болғандықтан бұл экономды емес, қозғалтқыштың тозуы, электромагниттік тежегіштер және байланыс басқару жабдығы тез тозады.

Кран механизмдерінің электр жетегіне бұрыштық жылдамдықты реттеуге байланысты талаптар көп қойылатын болса, онда, әртүрлі режимдерде тұрақты ток қозғалтқыштарын пайдаланады.

Егер бұрыштық жылдамдық жетегіне жоғары талап қойылатын болса, стопорлық моментті шектеу және кран механизмі бірқалыпты өтпелі процесс кезінде реттелмелі электр жүйесі бойынша болады. Бұл электр қондырғының жоғары қуатта жұмыс істеу сенімділігін қамтамасыз етеді. Контроллер немесе контактілі басқару элементі арқылы желіден айнымалы және тұрақты ток алуға пайдаланады. Контроллерлі басқару кезінде басты тізбектерді пайдалану байланыс контроллер арқылы жүреді, бұндай басқару кезінде едәуір күш кетеді. Контакторлық басқару пульті контроллері мен контакторлы релелік панельден тұратын магниттік контроллер арқылы жүзеге асырылады. Қозғалтқыштың негізгі тізбектерінде коммутациялау контакторлардың көмегімен жүзеге асады, ал краншы командалық контроллерді басқарады. Бұл басқару түрінде іске қосу, тежеу және қайта жіберу процесі автоматтандырылған.

Жүкті көтеру, түсіру және оны жылжыту сапалы орындалуы үшін кран механизмдерінің электр жетегі мынадай талаптарға сай болуы керек:

- қозғалтқыштың салыстырмалы кең ауқымда бұрыштық жылдамдығын реттеу. Кәдімгі крандар үшін 4: 1; мамандандырылған 10: 1;
- электр жетегінің механикалық сипаттамаларының қажетті қаттылығын қамтамасыз ету, әсіресе, төмен жылдамдықтардың жүктемеден тәуелді болмауын реттеу;
- өтпелі кезеңнің ең аз ұзақтығы кезінде рұқсат болған лимитке жеделдетуді шектеу;
- электр жетекті қалпына келтіру және оны қозғалтқышқа және тежеу режимдерінде қамтамасыз ету.

Жоғарыда жүргізілген талдау негізінде біз фазалық роторлы асинхронды қозғалтқышы бар электр жетегін таңдаймыз.

Соңғы жылдары көп көңіл көтергіш машиналарды автоматтандыруға бөлінді. Бұл машиналарды автоматтандырудың бірнеше негізгі бағыты бар,

олар: бақылау, қауіпсіздік, басқару және диагностика. Алайда пайдалану кезінде олардың қауіпсіз болуы ең басты рөлді атқарады.

Автоматтандырудың мүмкіндіктері өте көп, олар өнеркәсіп салаларына тәуелді болып келеді және автоматика жүйесіне материалдар іріктеліп таңдалу керек. Мысалы, қандай да бір типтегі жүккөтергіш механизмінің маңызды бөлігі оның көтеру механизмі мен арбаларының жылжуы болып табылады. Жаңадан шығарылатын түрлі фирмалардың жиілік түрлендіргіштері кранның электр жетегін басқаратын барлық функцияларға ие. Жоғары жылдамдықпен көтеру, тежегіш жағдайын бақылау, ақырғы қосқыштармен жүктемені теңестіру, тежегішті басқару, көтеру және айналдыру үшін бейімделген, кабельді таңдау, жүктемені өлшеу, көптеген қозғалтқышты басқару алгоритмдері.

Жүк көтергіш машиналардың электр жетегі жүйесі мыналарды қамтиды:

- механизмдердің бірқалыпты тегіс үдетілуі және баяулауы;
- жылдамдықты басқару механизмдері;
- максималды жүктемені шектеу;
- жабдықтың күйін бақылау және қорғау.

1.4 Ток түрі мен қоректендіруші кернеуді таңдау

Электр жабдықтарын жобалау кезінде токтың түрін (айнымалы немесе тұрақты) және электр желісінің кернеуін таңдау қажет. Өнеркәсіптік кәсіпорындардың электр қондырғыларындағы негізгі ағымдар үш фазалы ток өткізеді. 1000 В дейінгі электр қондырғыларының кернеуін таңдау кезінде кернеу 380/220 және 660/380 В болады.

660 В кернеуін қолдану арқылы электр энергиясының жоғалуы және түсті металдардың тұтынылуы төмендейді, сонымен қатар қосалқы станциялардың ауқымы артады және трансформаторлардың сыйымдылығы артады, қосалқы станциялар саны азаяды, электрмен жабдықтау схемасы жеңілдетіледі. 660 В кернеуінің жетіспеушілігі жарық беру желісін және төмен қуатты қабылдауы, сондай-ақ 660 В кернеуіндегі төмен қуатты электр қозғалтқыштарының жетіспеушілігін қамтамасыз етудің мүмкін еместігі болып табылады. Төмен қуатты қабылдағыштардағы кәсіп орындарда 380/220 В кернеуін пайдалану тиімдірек болып табылады.

Өндірістік кәсіпорындарды электрмен жабдықтау жүйелерін жобалаған кезде электр энергиясын тұтынушылар ток жиілігі бойынша бөлінгенін ескеру керек. Өнеркәсіптік қондырғыларда ағымдардың негізгі түрі - 50 Герц жиілігіне ие үш фазалы айнымалы ток. Сонымен қатар, фазалық жүктемелердің біркелкілігі мен асимметриясын ескеру өте маңызды. Мысалы, симметриялық қабылдағыштар үшфазалы пештерді, электр қозғалтқыштарын және т.б. қамтиды және асимметриялық қабылдағыштар - жарықтандыру, фазалы дәнекерлеу машиналары, бірфазалы, екі фазалы пештер. Сондай-ақ, электр

қабылдағыштардың электр энергиясын сенімділік деңгейімен үш санатқа бөлуге болады:

- 1) Электр қабылдағыштар, жұмысын тоқтата алмайды, себебі ол адамдардың өмірі мен денсаулығы үшін қауіпті, экономикаға елеулі залал келтіру қаупі бар. Мұндай қабылдағыштар әдетте екі тәуелсіз қуат көзіне ие болады. Біреуінің жұмысына үзіліс жасау қажет болғанда, екіншісі автоматты түрде қосылады.
- 2) Екінші санатқа жататын электр қабылдағыштар өндірісте үзіліс болған жағдайда өндірісті азайтады, бірақ қолмен екінші қуат көзіне ауысуға қажетті уақыт үзілістеріне жол беріледі.
- 3) Үшінші санатқа жататындар: сәйкес келмейтін қоймаларда, қосалқы шеберханаларда, сериялы емес өндірісте қолданылатын барлық басқа қабылдағыштар бар. Олар үшін электр қуатының үзілістеріне жөндеу жұмыстарын жүргізу, кәсіпорындардың электрмен жабдықтау жүйесінің зақымдалған бөлігін ауыстыру үшін 24 сағаттан артық уақыт аралығында рұқсат беріледі.

1.5 Режимдер мен жұмыс циклдарының сипаттамасы

Қозғалтқышты таңдағанда, қозғалтқыштың жұмыс режимін ескеру қажет. Өндірушілердің техникалық каталогтарында жоғары көрсеткішті қозғалтқыштарды қоспағанда S1 жұмыс істеуі үшін электр параметрлері көрсетілген. S2 немесе S3 режимдерінде жұмыс істейтін қозғалтқыш білікке жоғары қосылу қуатын береді. Мысалы, S2 жұмыс істеу режимі кезінде қуат 50%-ға 10 минут артуы мүмкін, 25%-ға 30 минут және 10% -ға 90 минут. S3 қозғалтқышының жұмыс режимі жоғары жылжымалы қозғалтқыштар үшін пайдаланылады.

Халықаралық классификациялау S1 - S8 нышандары бар электр қозғалтқышының 8 номиналды жұмыс режимін қарастырады.

S1 электр қозғалтқышының үздіксіз жұмыс істеуі - оның барлық бөліктерінің тұрақты температурасына жету үшін жеткілікті ұзақ уақытқа тұрақты жүктемесі бар машинаның жұмысы.

S2 электр қозғалтқышының қысқа мерзімді жұмыс істеуі - машинаның барлық бөліктеріне тұрақты температураға жету үшін уақытқа тұрақты жүктемесі бар машинаның жұмысы жеткіліксіз, содан кейін машинаның температурасын қоршаған ортаны температурасы 2°C аспайтын температурада салқындату үшін жеткілікті уақытқа тоқтату керек.

Қысқа мерзімді жұмыс үшін жұмыс уақыты 15, 30, 60, 90 минут аралығында нормаланған

S3 кайталама-қысқы мерзімде электр қозғалтқыштың жұмыс істеу режимі. Бұл режимде жұмыс циклі бастапқы токтың температура көтерілуіне елеулі әсер етпейтіндігі болып табылады. Циклдің уақыты жылу тепе-теңдігіне

жету үшін жеткіліксіз және 10 минуттан аспайды. Режим коммутацияның ұзақтығы бойынша пайызбен сипатталады:

$$ПВ = (t_{ж}/(t_{ж} + t_{д}) \cdot 100\%). \quad (1.1)$$

мұндағы ПВ - қосылу ұзақтығы, %

$t_{ж}$ - жұмыс уақыты, с

$t_{д}$ - демалыс уақыты, с

Номиналды уақытты қосу ұзақтығы 15, 25, 40, 60% немесе жұмыс уақытының салыстырмалы мәндері: 0,15; 0,25; 0,40; 0,60.

S3 режимінде номиналды деректер тек ПВ-нің нақты мәніне сәйкес келеді және жұмыс уақытын көрсетеді.

S1 - S3 электр қозғалтқыштарының жұмыс режимдері қазіргі уақытта негізгі болып табылады, олардың номиналды деректері отандық өндірушілердің каталогтары мен машинаның төлқұжатына енгізілген.

S4 - S8 электр қозғалтқыштарының номиналды жұмыс режимдері кейіннен номенклатураны кеңейту, номинал бойынша ерікті режимнің эквиваленттік міндетін жеңілдету мақсатында енгізілді.

S4 іске қосу процестерінің әсерімен қозғалтқышты қысқа мерзімді жұмыс циклдерінің тізбегі болып табылады, олардың әрқайсысы іске қосу шығындары үшін қозғалтқыш бөліктерінің температурасына әсер ететін бастапқы уақытты, машина жылудың тұрақты жүктемесіндегі жұмыс уақытын қамтиды. Тұрақты температураға дейін және машина қоршаған ортаның температурасына дейін салқындатылмайтын паркинг уақытын көрсетеді.

S5 бастауыш процестер мен электр тежегіштерінің әсерімен қозғалтқыштың қысқа уақытты жұмыс режимі бірдей циклдарының тізбегі болып табылады, олардың әрқайсысы ұзақ уақытқа созылған жұмыс уақытын, тұрақты жүктеме кезінде жұмысын қамтиды, бұл кезде қозғалтқыш тұрақты температураға қыздырмайды, жылдам электр тежеу уақыты мен машинаның қоршаған ортаның температурасына дейін салқындатылмайтын тұрағы.

S7 бастапқы процестер мен электр тежегіштерінің әсерінен қозғалтқыштың үзіліссіз жұмыс істеуі - әрқайсысы жеткілікті ұзын бастауды қамтитын ұқсас циклдардың дәйектілігі, тұрақты жүктемемен және жылдам электр тежеуімен жұмыс жасайды. Режимде үзіліс жоқ.

S8 мезгіл-мезгіл өзгертін жылдамдықпен қозғалтқыштың үзіліссіз жұмысы әрқайсысы тұрақты жүктемемен және тұрақты жылдамдықпен жұмыс уақытын қамтиды, содан кейін олардың әрқайсысының өз айналмалы жылдамдығына сәйкес келетін басқа тұрақты жүктемелерден кейін бір немесе бірнеше кезеңдер (мысалы, бұл режим индукциялық қозғалтқыштың полюстерінің санын ауыстыру кезінде жүзеге асады). Режимде үзіліс жоқ.

Екі тірек крандардың жұмыс режимі ГОСТ 25711-83 (көтеру қабілеті 5-50 тонна) және ГОСТ 24378-80 (техникалық шарттар бойынша ГОСТ) бойынша реттеледі.

ГОСТ 25546-82 бойынша кабинадан басқарылатын крандардың жұмыс режимі 5К 7К тобына жатады.

Бұл режим келесі мүмкіндіктермен сипатталады; номиналды салмақпен, жоғары жылдамдықпен, көп кірмелермен, ПВ-дағы жоғары ұзақтықпен жүктелген жүктермен үнемі жұмыс істеу.

Мұндай режим ірі өндірістегі зауыттарда, крандардың және крандарды көтеру механизмдерінде, технологиялық крандарда, цехтар мен қоймалар механизмдері үшін тән.

Кранның жұмыс істеу циклі үш кезеңнен тұрады:

- жүктерді ұстау;
- жұмыстың барысы (жүк көтеру, орнын ауыстыру және жүкті түсіру);
- бос жүріс (жүктеме көтеру механизмін бастапқы күйге қайтару).

Қозғалыс диаграммаларында жұмыс істеу және жұмыс істемеу үш сипаттамалық аймаққа ие: жеделдету, тұрақты қозғалыс және тежеу. Сонымен қатар, жеделдету және баяулау облыстары өте маңызды, өйткені бұл сәттерде динамикалық жүктемелер пайда болады.

Қарқынды пайдалану кезінде кранның қызмет ету мерзімі ішінде 500 мыңнан 1000000 аралығында цикл болады.

Кранның жұмыс режимі тобы белгілі класты пайдалану және кранның жүк класы бойынша анықталады.

1.6 Реттелетін электр жетегі үшін күштік кондырғылар таңдау және есептеу

Жұмысқа бастапқы берілгендер:

$n_1 = 15$ об/мин – механизмнің айналу жиілігі

$t_1 = 60$ с – механизмнің жұмыс уақыты;

$n_2 = 130$ об/мин – механизмнің айналу жиілігі;

$t_2 = 30$ с – механизмнің жұмыс жасау уақыты;

$t_0 = 45$ с – үзілістің уақыты;

Жүктеме – активті.

$M_{\text{мех}} = 600$ Н·м – қозғалтқыштың білігіндегі жүктеменің моменті;

$\eta_{\text{перед}} = 0,95$ – берудің ПӘК-і;

$J_{\text{мех}} = 30$ кг·м² – механизмнің инерциясының моменті.

Қозғалтқыш қуатын есептеу және оны алдын-ала таңдау, редуктордың оңтайлы берілу коэффициентін анықтау.

Қозғалтқышты іске қосу ұзақтығын анықтау

$$PВ_{\text{расч}} = \frac{t_{\text{ж}}}{t_{\text{ц}}} \cdot 100. \quad (1.2)$$

мұндағы $t_{\text{ж}}$ - жұмыс уақыты

ал $t_{\text{ц}}$ - цикл уақыты

Біз $P_{\text{КАТ}} = 40\%$ қосудың ұзақтығының стандартты мәнін таңдаймыз. Тахограмма және жүктеме диаграммасына негізделе отырып жұмыс кезінде орташа квадратты қуатының мәнін анықтау:

$$P_{\text{э}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m \frac{(p_i \omega_H)^2}{\omega_{p_i}} t_{p_i}}{\sum_{i=1}^m \beta_i t_{p_i}}}. \quad (1.3)$$

мұндағы m - циклдегі жұмыс орындарының саны
 t_{p_i} - i -ші жұмыс орнының ұзақтығы,
 ω_H - номинал бұрыш жылдамдығы,
 β_i - жылу жоғалту коэффициенті,
 ω_{p_i} - жұмыстың i -ші бөлігіндегі бұрыштық жылдамдық.

Бұрыштық жылдамдықтарды қадам бойынша анықтайық:

$$\omega_1 = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_1}{60}, \quad (1.3)$$

$$\omega_2 = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_2}{60}. \quad (1.4)$$

Әр қуатты саты бойынша анықтаймыз:

$$P_1 = M_{\text{мех}} \cdot \omega_1 \cdot 10^{-3}, \quad (1.5)$$

$$P_2 = M_{\text{мех}} \cdot \omega_2 \cdot 10^{-3}. \quad (1.6)$$

Формулаға сәйкес саты бойынша жылу берудің нашарлау коэффициенттерін анықтаймыз:

$$\beta_i = \beta_0 + (1 - \beta_0) \cdot \frac{\omega_{p_i}}{\omega_H}. \quad (1.7)$$

мұндағы β_0 - ротор қозғалыста болған кездегі жылу берудің нашарлау коэффициенті, мәжбүрлі салқындаусыз жабық типтегі қозғалтқыштар үшін $\beta_0 = (0,95-0,98)$.

$\beta_0 = 0,95$ аламыз.

$$\beta_1 = 0,95 + (1 - 0,95) \cdot \frac{1,571}{13,614} = 0,944. \quad (1.8)$$

$$\beta_2 = 0,95 + (1 - 0,95) \cdot \frac{13,614}{13,614} = 1. \quad (1.9)$$

Қуаттың орташа квадраттық мәні:

$$P_{\Sigma} = \sqrt{\frac{t_1 \left(\frac{P_1 \cdot \omega_H}{\omega_1}\right)^2 + t_2 \left(\frac{P_2 \cdot \omega_H}{\omega_2}\right)^2}{\beta_1 \cdot t_1 + \beta_2 \cdot t_2}} \quad (1.10)$$

Ауыстырудың қалыпты ұзақтығы үшін қуаттың орташа квадраттық мәнін қайта есептейміз:

$$P_K = P_{\Sigma} \cdot \sqrt{\frac{P_{B_{расч}}}{P_{B_{КАТ}}}} \quad (1.11)$$

Қозғалтқыштың қуатын анықтау:

$$P_{расч} = P_{\Sigma}' \cdot \frac{K_3}{\eta_{мех}} \quad (1.12)$$

мұндағы $K_3 = (1,1-1,2)$ - запас коэффициенті
 $K_3 = 1.2$ қабылдаймыз

$$P_{расч} = 1,146 \cdot \frac{1,2}{0,95} = 10,181 \text{ кВт} \quad (1.13)$$

Қозғалтқыштың түрін таңдау:

Біз номиналды жылдамдықты ескере отырып, есептелген қуатқа негізделген, қысқа тұйықталған роторымен асинхронды қозғалтқышты таңдаймыз. Қозғалтқыш түрі 4A132M4U3, 380 В, 50 Гц, қозғалтқыштың параметрлері 1 кестеде келтірілген.

1.1 кесте - Электр қозғалтқышының техникалық параметрлері

η_0 , айн/мин	$P_{дв.н.}$, кВт	Номинал жүктеу кезі			S_K , %	$J_{дв.}$, кг·м ²
		S_H , %	$\cos \varphi_H$	Π , %		
1500	11	6,7	0.87	87,5	10	0.004

$m_M = \frac{M_{мин}}{M_H}$	$m_{II} = \frac{M_{ПУСК}}{M_H}$	$m_K = \frac{M_{МАКС}}{M_H}$	$k_{дв} = \frac{I_{ПУСК}}{I_H}$	Қорғаныс дәрежесі
1,7	2,2	3	7,5	IP55

1.2-кесте – Орын басу схемасының параметрлері

x_2''	Номиналды режим кезінде			
	R_1'	x_1'	R_2''	x_2''
3,2	0,043	0,085	0,032	0,13

Редуктордың берілу коэффициентін анықтайық:

$$I_p = \frac{n_n}{n_{max}} = \frac{1395}{130} = 10,7 \quad (1.14)$$

Редуктордың беріліс қатынасы стандартты емес. Беріліс коэффициентінің стандартты мәнін қабылдаймыз: $i_p = 10$

1.7 Басқарылатын электр жетегі үшін электр түрлендіргішін таңдау

Электр машиналарының теориясынан белгілі статордың магнит өрісі синхрондалмаған кезде АД-де энергия түрлендіру орын алады. Қозғалыс режимінде ротордың және статор өрісінің жиіліктеріндегі айырмашылық көп болмайды, шағын және тек бірнеше пайызды ғана құрайды.

АҚ сипаттамаларын зерттеу үшін жалпыланған екіфазалы үлгісін сипаттайтын теңдеулер жүйесін кешенді түрде жазамыз.

$$U_1 = I_1 R_1 + j I_1 X_1 + E_1, \quad (1.15)$$

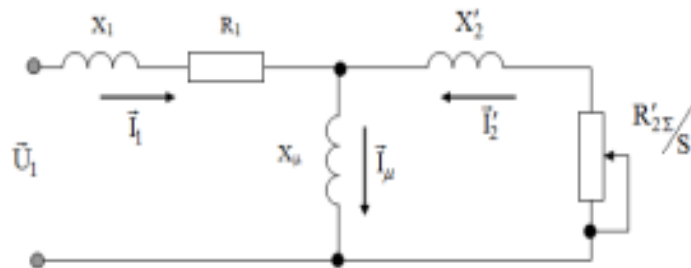
$$E'_2 = I'_2 R'_{2\Sigma} / S + j I'_2 X'_2. \quad (1.16)$$

мұндағы $R'_{2\Sigma}$ - ротор фазасының белсенді кедергісі;

S - қозғалтқыштың абсолют сырғуы;

X'_2 - ротор фазасының индуктивті кедергісі.

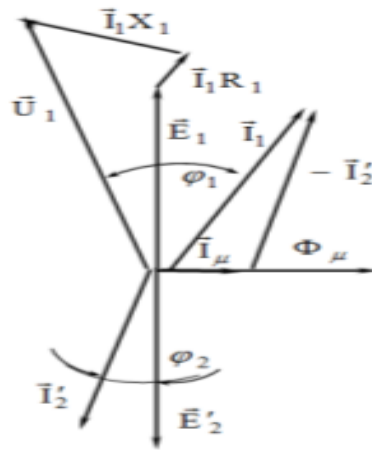
Осы теңдеулер жүйесі негізінде АҚ фазасының орын басу схемасын және сәйкесінше векторлық диаграммасын құрастырамыз.



1.7 сурет – АҚ фазасының орын басу сұлбасы

Суретте көрсетілген орын басу сұлбасын пайдаланып, статикалық сипаттамалар алу үшін, алдымен ротордың фазалы токін қозғалтқыш параметрлерінің функциясы ретінде анықтаймыз:

$$\vec{I}'_2 = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + \frac{R'_{2\Sigma}}{S})^2 + X_k^2}} \quad (1.17)$$



1.8 сурет – АҚ фазасының векторлық диаграммасы
 мұндағы \vec{U}_1 - статор фазасының кернеу векторы
 \vec{I}_1 - статор тогының векторы
 R_1 - статор фазасының активті кедергісі
 X_1 - статор фазасының индуктивті кедергісі
 \vec{E}_1 - статордың ЭДС векторы
 \vec{E}'_2 - ротордың келтірілген ЭДС векторы
 \vec{I}'_2 - ротордың келтірілген ток векторы

мұндағы $X_k = X_1 + X'_2$ - қысқа тұйықталудың индуктивті кедергісі.
 Белсенді электромагниттік қуат, қозғалтқыш роторына ауаның аралық арқылы тасымалдануы мына түрде жазылуы мүмкін:

$$P_{12} = \frac{3I_2'^2 R'_{2\Sigma}}{s} = \frac{\frac{3I_2'^2 R'_{2\Sigma}}{s}}{(R_1 + R'_{2\Sigma}/s)^2 + X_k^2} \quad (1.18)$$

немесе электромагниттік момент және қозғалтқыш өрісінің жылдамдығымен:

$$P_{12} = M\omega_0 \quad (1.19)$$

мұндағы M - двиготельдің электромагниттік моменті
 ω_0 - синхронды бұрыштық айналу жылдамдығы.

Екі қуат формуласын теңестіріп және ток үшін өрнекпен алмастырып, нәтижесінде қозғалтқыштың механикалық сипаттамасының теңдеуі $M = f(S)$

$$M = \frac{3U_1^2 R'_{2\Sigma}}{\omega_0 s [(R_1 + R'_{2\Sigma}/s)^2 + X_k^2]} \quad (1.20)$$

Бұл функцияны талдау оның экстремалды екенін көрсетеді. Экстремумға сәйкес келетін критикалық сырғыту $S = f(S)$ S-ні саралау арқылы анықталуы мүмкін, содан кейін осы туынды нөлге теңестіріледі:

$$S_k = \pm R'_{2\Sigma} / \sqrt{R_1^2 + X_{k\Sigma}^2} \quad (1.21)$$

«+» белгісі - қозғалтқыш режимі,

«-» - генератор режимі.

Қозғалтқыш және генераторлық режимдер үшін $M = f(S)$ қозғалтқыш пен генераторлық режимдері критикалық сырғанау өрнектерді ауыстыру үшін қозғалтқыш және генераторлық режимдерде қозғалтқыш әзірлеген критикалық моментті анықтаймыз:

$$M_k = \frac{3U_1^2}{2\omega_0 S \left[\sqrt{R_1^2 + X_k^2} \right]} \quad (1.22)$$

Скалярлық басқару ПЧ-АД жүйесінде

U_1 және f_1 арасындағы қатынастардың тұрақтылығын сақтау заңына негізделген жиілікті бақылау әдістері көп пайдаланылады. Әр түрлі бақылау заңдарын түсіндіру нұсқаларын қалыптасқан:

A) $\frac{U_1}{f_1^2} = const$

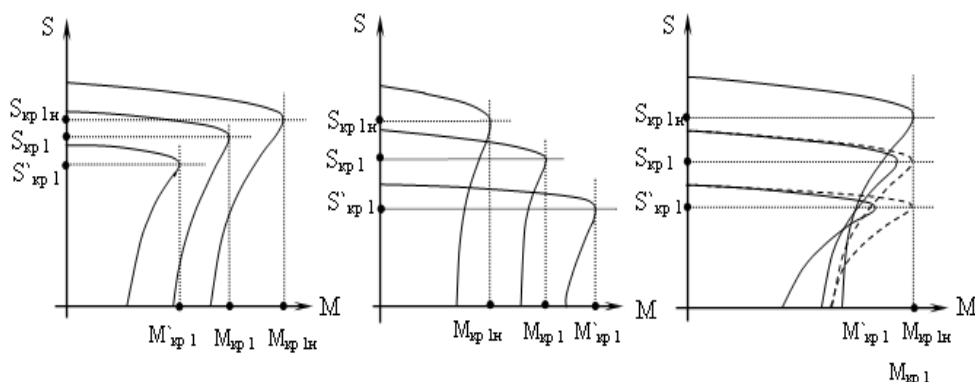
B) $\frac{U_1}{\sqrt{f_1}} = const$

C) $\frac{U_1}{f_1} = const$

Реттеу заңы $\frac{U_1}{f_1^2} = const$ желдеткіштің сипаттамасын алуға мүмкіндік береді, егер АҚ пайда болған кезде қолданылатын кернеу жиілігінің квадратына тікелей пропорционалды болады. Осылайша жоғары жылдамдықта жоғары момент алуға болады. $\frac{U_1}{\sqrt{f_1}} = const$ пайдаланған кезде тұрақты қуатпен жұмыс істейтін механизмдер үшін $P = const$ қасиеттерінің аламыз. Бұл жағдайда АҚ критикалық моменті кернеудің жиілігіне кері пропорционалды. $\frac{U_1}{f_1} = const$ осы заңның қолданысы жоғары бастапқы момент сипаттамаларын алуға мүмкіндік береді. Реттеу туралы заң теориялық тұрғыда тұрақты айналу сипаттамаларын өндіруді қарастырады. Нақты жағдайларда, статордың R_1 белсенді кедергісі кернеудің төмендеуіне әкеледі және реттеуді бұзады. Қажетті дәлдікті қамтамасыз ету үшін статор тізбегіндегі кернеудің төмендеуі компенсациялану қажет.

Жиілікпен бақыланатын ауыспалы ток ЭП-лары арасында скалярлы жиілікті реттеу жүйелері бар ЭП салыстырмалы қарапайымдылық пен

арзандықта ерекшеленеді. Бірақ жақсы қасиеттерімен бірге бірқатар кемшіліктері де бар: төмен динамикалық көрсеткіштер, АҚ білігіне нақты момент бақылау мүмкіндігінің жоқтығы.



1.9 сурет - АҚ жылдамдықпен жиілікті басқару заңдары

Векторлық басқару ПЧ-АД жүйесінде

Векторлық бақылау термині айнымалылардың тек амплитудасында ғана емес, фазада да бақылануын білдіреді. Асинхронды жетектерде қысқа тұйықталу роторында айнымалы мәндерді тікелей өлшеудің жетіспеушілігіне байланысты бұл айнымалыларды бағалау үшін математикалық қозғалтқыш модельдерін пайдалану керек. Қозғалтқыш моделі айнымалылар мен маңызды сызықтық емес сызықтармен байланыстырылғандықтан күрделі. Ереже бағытымен бақылауға болатын арнайы бақылау әдісін қолдану (ротордың ағын байланыстары), бұл жағдайлардың шешімін және жоғары сатыдағы дифференциалдық теңдеулердің күрделі жүйесін оңайлатуға мүмкіндік жасайды.

Таңдалған жиілікті түрлендіргіш:

1. Жеткізу желісінің параметрлері: 3-ф 220 В 50 Гц

2. ПЧ шығыс параметрлері:

Максималды шығу кернеуі 240

Жиілік диапазоны 0 - 1000 Гц

Жиілік басқару рұқсаты 0.01 Гц

3. ПЧ ток көзі келесі шарттардан таңдалады:

Инвертор тогы жүктеме тогынан артық болу қажет.

$$I_{\text{imax}} \geq I_{1n} (27A \geq 21A).$$

ПЧ таңдау

Ток бойынша түрлендіргіш мынадай шартпен таңдалады:

$$I_{\text{пч}}(27,7) \geq I_{\text{козф}}(21,8)$$

Кернеуі бойынша түрлендіргіш келесі шартпен таңдалады:

$$U_{\text{пч}}(380-480) \geq U_{\text{козф}}(380)$$

Қуаты бойынша түрлендіргіш:

$$P_{\text{пч}}(11) \geq P_{\text{козф}}(11)$$

TOSHIBA TOSVERT VF-AS1-4110PL-WP1 (11 кВт) жиілікті түрлендіргішін таңдаймыз. Жиілік түрлендіргіші 380-690 В дейінгі қуаты бар үш фазалы асинхронды қозғалтқыштарға арналып жасалған, қарапайым тапсырмалар үшін жалпы өндірістік мақсатта пайдаланылады.



1.10 сурет- TOSHIBA TOSVERT VF-AS1-4110PL-WP1 жиілік түрлендіргіші

1.3 кесте - жиілік түрлендіргіштің параметрлері

Қозғалтқыш қуаты, кВт	Шығыс қуат, кВА	Шығыс ток, А	Шығыс кернеуі, В	Ток жүктемесі, %	Қоректендіру кернеуі және жиілік, В, Гц	Шудың деңгейі, дБ
11	21	27,7	380-480	150	380-480, 50	58

TOSHIBA VFAS1 жиілік түрлендіргішінің қысқаша сипаттамасы:

- 400В моделі үшін кіріс кернеуі 380-480В, ал 690В моделі үшін кіріс кернеуі 500-690В;
- жиіліктің шығу диапазоны 0.01-ден 500 Гц-ге дейін (қосымша 1000 Гц дейін);
- шығу жиілігін 0,01% -ға дейін сақтау;
- шамадан артық ток 150% - 60 секунд, 165% - 2 секунд;
- Температура режимі -10 ... + 60 °С;
- қозғалтқыштың айналу жиілігін немесе моментін нақты басқаруға қабілеті бар жиіліктегі түрлендіргіш;
- 5 нүктелі қисық сызыққа тән V / f сипаттамалары, автоматты түрде моменттен шығу, екі түрдегі сенсорсыз вектордың жылдамдығы мен айналу моментін бақылау (қарапайым және жоғары дәлдік), вектордың жылдамдығы немесе моментпен басқару режимінде қозғалтқышты басқару;
- функциялары 200 пайыздан астам үшін қосу моментінен бастап ұлғайту көтергіш техникасымен жұмыс істеу кезінде қозғалтқышты, регенеративті режимінде мезеттік қорек жеткіліксіздігі, авто-баптау, пайдалану, соның ішінде өзін-өзі оқыту режимі айналмалы қозғалтқыштың бұрау моменті режимін ұстап арнайы қуатты үнемдейтін режимі (қозғалтқыш жүктемесін азайтады бар шығыс ағымдағы төмендеуі), әр түрлі қозғалтқыштарға арналған 4

параметрлерін таңдаймыз, жеделдету және тежелу уақыты төрт ауыспалы жиынтығы.

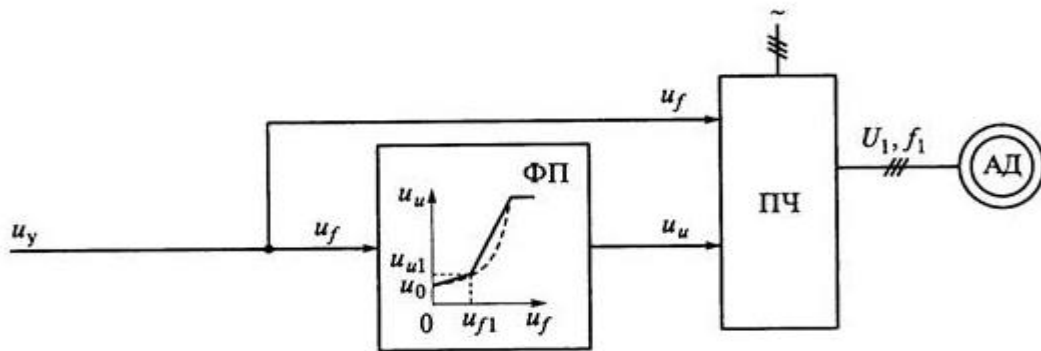
- Енгізілген бағдарламаланатын логикалық контроллер (PLC) бағдарламаның 28 қадамдары үшін басқару сигналдарындағы логикалық әрекеттерді орындауға және, осылайша, кейбір тапсырмаларда қажетті жаңа түрлендіргіш функцияларын жасауға мүмкіндік береді;
- датчикті бұзу және сигналдың сенімділігін бақылаумен қатар уақытты кешіктіру және автоматты тербелісті жою функциясы бар контроллері;
- Кіріктірілген ЕМС сүзгісі және DC реакторы (18,5 кВт-тан);
- Кіріктірілген динамикалық тежеуіш құрылғысы (160 кВт-қа дейін қоса алғанда);
- Енгізілген RS-485 порты (Modbus-RTU хаттамасы қолдайды);
- Қосымша DeviceNet, Profibus, CC-Link;
- қосымша кеңейту картасы.

1.8 Басқарудың функционалдық схемасы

Скалярлы басқарумен жиілікті-реттелетін басқарылатын асинхронды электр жетегінің жалпыланған функционалдық сұлбасы көрсетілген.

- Жиіліктік және кернеуді бақылау арнасында тиісінше өтемді басқару сигналдары;
- электр қозғалтқышының (ротордың) бұрылу жылдамдығының нақты мәні;

Скалярлық бақылаумен жиілікті реттеу заңы өндіріс механизмінің жүктемесінің сипатына қарай таңдалады. Кернеу мен жиілік арасындағы сызықтық байланыспен басқару заңы үнемі жүктеме моменті мен өндіріс механизмдерінің жетектеріне арналған жиілік түрлендіргіштерінде жүзеге асырылады. Тұрақты қарым-қатынасты қамтамасыз ету жылдамдықтың өзгеру жиілігін өзгерту арқылы қозғалтқыштың ағынының байланысы мен қозғалтқыш моментінің тұрақты болуын қамтамасыз етеді. Дегенмен, бұл статор орамасының шамалы белсенді қарсыласуымен, шын мәнінде, жиілік азайған кезде, іс жүзінде максималды қозғалтқыш моменті де төмендейді. Ең қарапайым жағдайларда қозғалтқыш моментін төмен айналу жылдамдығымен көтеру үшін кернеудің бастапқы кернеуін (кернеу-жиілік сипаттамасының бастапқы кернеуі) арттыру функциясы түрлендіргіштерде, Ud түзету және өтемақы модульдері қолданылады. Нәтижесінде қозғалтқыш моментінің қысқаруына тұрақты қарсыласу сәті (мысалы, конвейерлер, поршеньдік компрессорлар және сорғылар) жүктемеге немесе жоғары жүктемелер моменті үшін қозғалтқыштың іске қосу моментіне (мысалы, экструдерлер) жетуге қол жеткізіледі.



1.11 сурет- Электр жетегінің скалярлы басқаруымен жиілікті-реттелетін асинхронды электр жетегінің функционалдык схемасы

2. Электр жетегі үшін статикалық сипаттамаларға есептеулер

2.1 Электр жетегі үшін күштік қондырғыларды есептеу

Жұмысқа бастапқы берілгендер:

$n_1 = 15$ об/мин – механизмнің айналу жиілігі

$t_1 = 60$ с – механизмнің жұмыс уақыты;

$n_2 = -130$ об/мин – механизмнің айналу жиілігі;

$t_2 = 30$ с – механизмнің жұмыс жасау уақыты;

$t_0 = 45$ с – үзілістің уақыты;

Жүктеме – активті.

$M_{\text{мех}} = 600$ Н·м – қозғалтқыштың білігіндегі жүктеменің моменті;

$\eta_{\text{перед}} = 0,95$ – берудің ПӘК-і;

$J_{\text{мех}} = 30$ кг·м² – механизмнің инерциясының моменті.

Қозғалтқыш қуатын есептеу және оны алдын-ала таңдау, редуктордың оңтайлы берілу коэффициентін анықтау.

Қозғалтқышты іске қосу ұзақтығын анықтау

$$ПВ_{\text{расч}} = \frac{t_{\text{ж}}}{t_{\text{ц}}} \cdot 100 = \frac{90}{240} \cdot 100 = 37,5\% \quad (2.1)$$

мұндағы $t_{\text{ж}}$ - жұмыс уақыты;

ал $t_{\text{ц}}$ - цикл уақыты;

Біз $ПВ_{\text{КАТ}} = 40\%$ қосудың ұзақтығының стандартты мәнін таңдаймыз.

Тахограмма және жүктеме диаграммасына негізделе отырып жұмыс кезінде орташа квадратты қуатының мәнін анықтау:

$$P_{\text{э}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m \frac{(p_i \omega_H)^2}{\omega_{p_i}} t_{p_i}}{\sum_{i=1}^m \beta_i t_{p_i}}}, \quad (2.2)$$

мұндағы m - циклдегі жұмыс орындарының саны,
 t_{pi} - i -ші жұмыс орнының ұзақтығы,
 ω_H - номинал бұрыш жылдамдығы,
 β_i - жылу жоғалту коэффициенті,
 ω_{pi} - жұмыстың i -ші бөлігіндегі бұрыштық жылдамдық.

Бұрыштық жылдамдықтарды қадам бойынша анықтайық:

$$\omega_1 = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_1}{60} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 15}{60} = 1,571 \frac{\text{рад}}{\text{с}}, \quad (2.2)$$

$$\omega_2 = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_2}{60} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 130}{60} = 13,614 \frac{\text{рад}}{\text{с}}, \quad (2.3)$$

Әр қуатты саты бойынша анықтаймыз:

$$P_1 = M_{\text{мех}} \cdot \omega_1 \cdot 10^{-3} = 600 \cdot 1,571 \cdot 10^{-3} = 0,942 \text{ кВт}, \quad (2.4)$$

$$P_2 = M_{\text{мех}} \cdot \omega_2 \cdot 10^{-3} = 600 \cdot 13,614 \cdot 10^{-3} = 8,168 \text{ кВт}, \quad (2.5)$$

Формулаға сәйкес саты бойынша жылу берудің нашарлау коэффициенттерін анықтаймыз:

$$\beta_i = \beta_0 + (1 - \beta_0) \cdot \frac{\omega_{Pi}}{\omega_H}, \quad (2.6)$$

мұндағы β_0 - ротор қозғалыста болған кездегі жылу берудің нашарлау коэффициенті, мәжбүрлі салқындаусыз жабық типтегі қозғалтқыштар үшін

$\beta_0 = (0,95-0,98)$.

$\beta_0 = 0,95$ аламыз.

$$\beta_1 = 0,95 + (1 - 0,95) \cdot \frac{1,571}{13,614} = 0,944, \quad (2.7)$$

$$\beta_2 = 0,95 + (1 - 0,95) \cdot \frac{13,614}{13,614} = 1. \quad (2.8)$$

Қуаттың орташа квадраттық мәні:

$$P_{\Sigma} = \sqrt{\frac{t_1 \left(\frac{P_1 \cdot \omega_H}{\omega_1}\right)^2 + t_2 \left(\frac{P_2 \cdot \omega_H}{\omega_2}\right)^2}{\beta_1 \cdot t_1 + \beta_2 \cdot t_2}} = \sqrt{\frac{t_1 \left(\frac{0,942 \cdot 1,571}{1,571}\right)^2 + t_2 \left(\frac{8,168 \cdot 1,571}{13,614}\right)^2}{0,994 \cdot 60 + 1 \cdot 30}} = 8,324 \text{ кВт}. \quad (2.9)$$

Ауыстырудың қалыпты ұзақтығы үшін қуаттың орташа квадраттық мәнін қайта есептейміз:

$$P_k = P_{\text{э}} \cdot \sqrt{\frac{P_{\text{врасч}}}{P_{\text{вкат}}}} = 8,324 \cdot \sqrt{\frac{37,5}{40}} = 8,06 \text{ кВт.} \quad (2.10)$$

Қозғалтқыштың қуатын анықтау:

$$P_{\text{расч}} = P_{\text{э}}' \cdot \frac{K_3}{\eta_{\text{мех}}}. \quad (2.11)$$

Мұндағы $K_3 = (1,1-1,2)$ - запас коэффициенті
 $K_3 = 1.2$ қабылдаймыз

$$P_{\text{расч}} = 1,146 \cdot \frac{1,2}{0,95} = 10,181 \text{ кВт.} \quad (2.12)$$

2.2 Электр жетегінің электромеханикалық сипаттамаларын есептеу

Асинхронды қозғалтқыштың бос жүріс тогын төмендегі формула бойынша есептейміз:

$$I_0 = \sqrt{\frac{I_{11}^2 - [\rho I_{1H}(1-S_H)/(1-\rho S_H)]^2}{1 - [\rho I_{1H}(1-S_H)/(1-\rho S_H)]^2}} = 6,289 \text{ А.} \quad (2.13)$$

мұндағы:

$$S_{\text{ном}} = \frac{\eta_0 - \eta_{\text{ном}}}{\eta_0} = \frac{1500 - 1458}{1458} = 0,02 \text{ – сырғанау номинал мәні}$$

$$I_{1H} = \frac{P_H}{3 \cdot U_{1H} \cdot \cos \varphi \cdot \eta_H} = \frac{11000}{3 \cdot 220 \cdot 0,87 \cdot 0,875} = 21,894 \text{ А – қозғалтқыш статорының номиналды тоғы}$$

$$I_{11} = \frac{\rho \cdot P_H}{3 \cdot U_{1H} \cdot \cos \varphi \cdot \eta_p} = \frac{0,743 \cdot 11000}{3 \cdot 220 \cdot 0,848 \cdot 0,875} = 16687 \text{ – қозғалтқыштағы статор тоғы}$$

Абсолют келтірілген кедергілер мәнін есептейміз:

$$R_1 = R_1 \cdot Z_b = 0.432$$

$$R_2' = R_2' \cdot Z_b = 0.322$$

$$X_{1\sigma} = X_{1\sigma} \cdot Z_b = 0.854$$

$$X_{2\sigma}' = X_{2\sigma}' \cdot Z_b = 1.306$$

$$X_k = X_{1\sigma} + X_{2\sigma}' = 2.16$$

$$X_{\mu} = X_{\mu} \cdot Z_b = 32.155$$

Критикалық сырғуды анықтау үшін келесі формуланы пайдаланамыз:

$$S_k = \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + X_{\text{кн}}^2}} = 0.146. \quad (2.14)$$

Механикалық және электр механикалық сипаттамасын алмастыру сұлбасын пайдалана отырып есептейміз:

Сырғудан пайда болған ротор тоғына байланысты асинхронды қозғалтқыштың электр механикалық сипаттамасын анықтаймыз:

$$I_2' = \frac{U_{1j}}{\pm \sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{S}\right)^2 + X_{\text{кн}}^2 \cdot f_1^2 + \left(\frac{R_1 R_2'}{S X_{\mu H} f_1}\right)}}. \quad (2.15)$$

мұндағы U_{1j} – АҚ статор орамасындағы фазадық кернеу,

$f_1 = \frac{f_{1j}}{f_{1H}}$ – кернеудің салыстырмалы мәні, жиілікті қоректену кезінде бұрыштық жылдамдықты $\omega = \omega_0(1 - S)$ формуласын пайдаланып анықтаймыз және сырғанау кезіндегі токтың тиісті мәнін табамыз:

Қозғалтқыштың магниттеу тоғы реактивті сипаттамаға ие деп алып статор тоғының электромеханикалық сипаттамасын төмендегідей жазамыз:

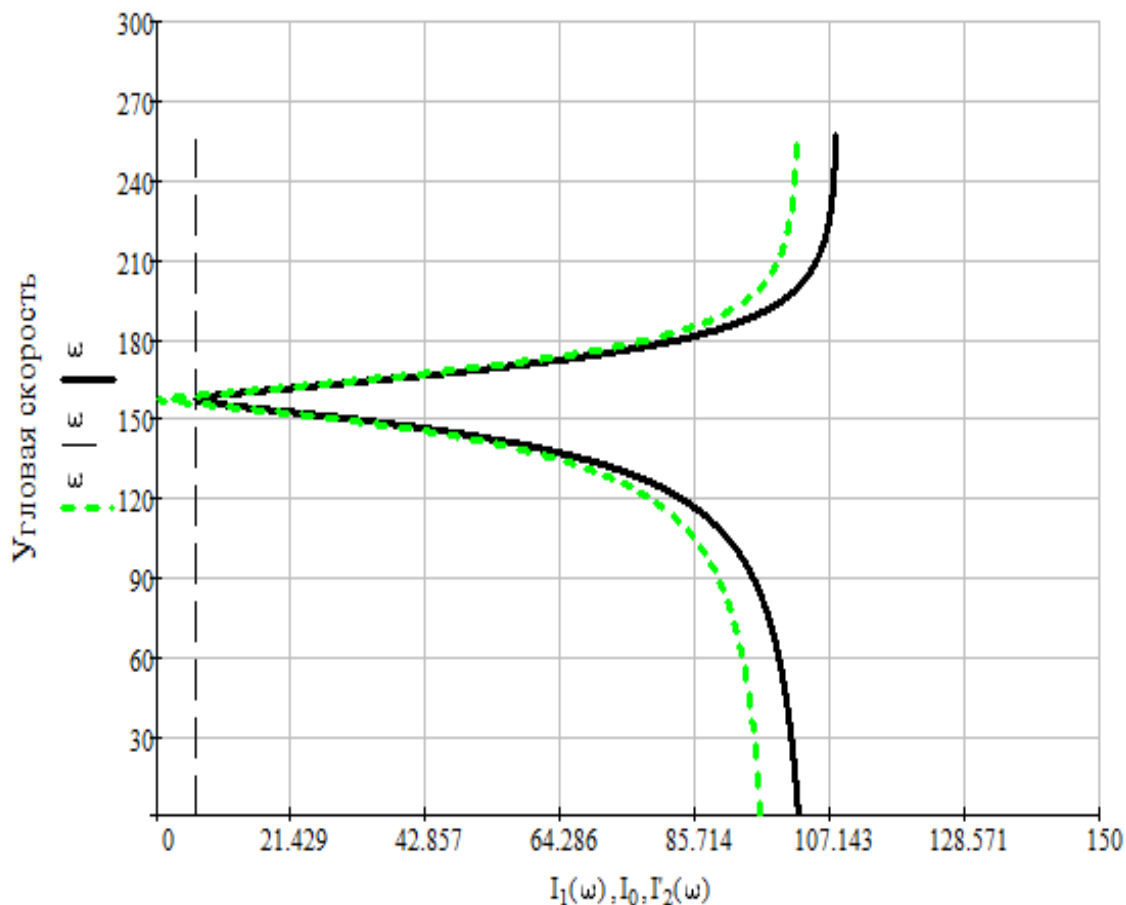
$$I_{1j}(S) = \sqrt{I_0^2 + I_{2j}'^2(S) + 2 \cdot I_0 \cdot I_{2j}'(S) \sin \varphi_2(S)}. \quad (2.16)$$

Мұндағы I_0 - кернеудің қоректенуіне байланысты өзгереді, сонда:

$$I_{0j} = \frac{U_{1j}}{\sqrt{R_1^2 + (X_{1H} + X_{\mu H})^2}}. \quad (2.17)$$

$$\sin \varphi_2(S) = \frac{X_{\text{кн}}}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{S}\right)^2 + X_{\text{кн}}^2}}. \quad (2.18)$$

Сырғанауды есептеген кезде ескеретін нәрсе ол $f = 1$ формуласын алып асинхронды қозғалтқыштың табиғи және электромагниттік сипаттамасын есептейміз, суретте келтірілген:



2.1 сурет - АҚ табиғи электромеханикалық сипаттамасы

Тұтас сызықпен $\omega = f(I_2')$, ал үзік сызықпен $\omega = f(I_1')$ белгіленген. Барлық сипаттамалар деректері MathCad бағдарламасы көмегімен жасалды.

АҚ кернеуі жиілікті қоректенуі кезіндегі механикалық сипаттамасы айнымалы шамаларының мәндері төмендегі формуламен анықталады:

$$M = \frac{3U_{1j}^2 R_2'}{\omega_{0j} S_j \left[X_{кн}^2 f_1^2 + \left(R_1 + \frac{R_2'}{S_j} \right)^2 + \left(\frac{R_1 R_2'}{S_j X_{μн} f_1} \right)^2 \right]} \quad (2.19)$$

АҚ-тың механикалық сипаттамасы критикалық моментке ие, оны мына формуламен есептейміз:

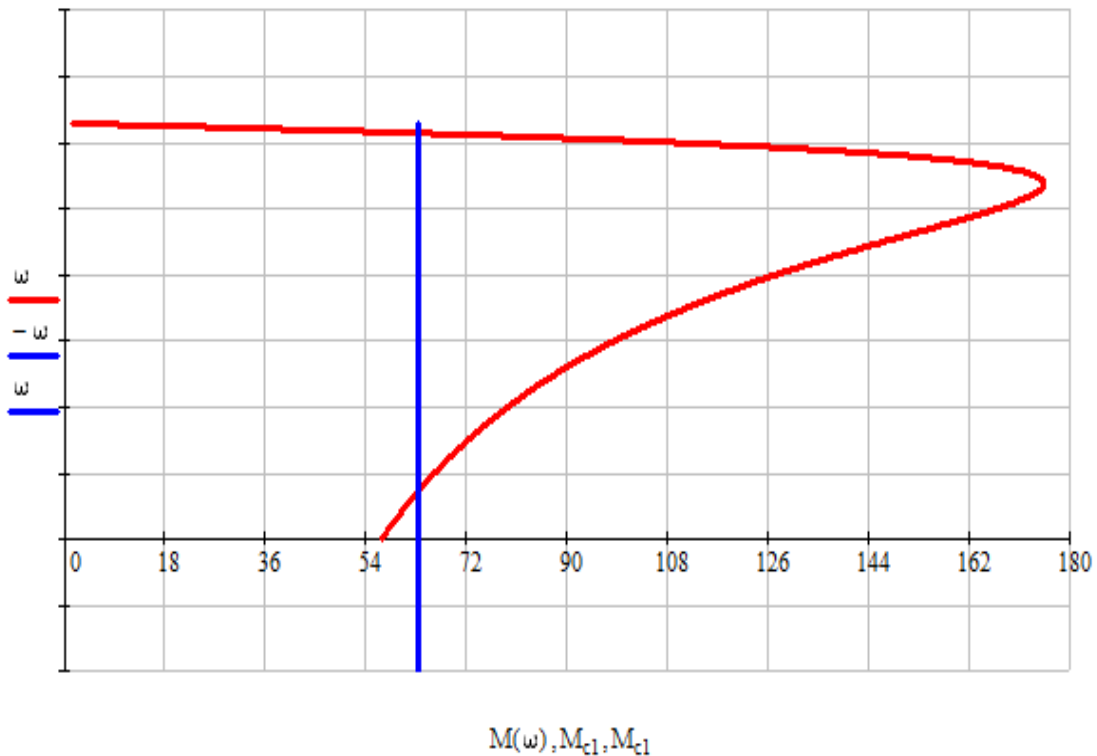
$$M_k = \frac{3U_{1j}^2}{2\omega_0 \left[R_1 + \sqrt{R_1^2 + X_{kj}^2} \right]} \quad (2.20)$$

Мұндағы:

$$\omega_0 = \frac{2 \cdot \pi \cdot f}{2} = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 50}{2} = 157.068 \text{ c}^{-1} \text{ синхронды бұрыштық жылдамдық.}$$

U_{1j}^2 - АҚ статор орамасындағы фазалық кернеу

$$S_k = \pm \frac{R_2}{\sqrt{R_1^2 + X_{KH}^2}} = 0.146. \quad (2.21)$$



2.2 сурет- АҚ табиғи механикалық сипаттамасы

2.3 Электр жетегінің механикалық және электромеханикалық сипаттамаларын есептеу

Жиілікті реттеу заңы бойынша $\frac{U_1}{f_1^2} = const$ тұрақты моментті сипаттама түрінде алуға мүмкіндік береді. Жұмыс орындарының табиғи сипаттама Бөлігінде болу үшін статордағы өріс кернеуін компенсациялап отыру қажет.

Қозғалтқыштын айналу жылдамдығын қадам бойыша келесі формуламен анықтаймыз:

$$n_{ст1} = n_1 \cdot i_p = 15 \cdot 10 = 150 \frac{\text{айн}}{\text{мин}}. \quad (2.22)$$

$$n_{ст2} = n_2 \cdot i_p = 130 \cdot 10 = 1300 \frac{\text{айн}}{\text{мин}}. \quad (2.23)$$

Бұрыштық жылдамдықты қадам бойынша төмендегі формулаға қойып табамыз:

$$\omega_{ст1} = \frac{|n_{ст1}|}{9.55} = 15.77 \text{ рад/с}. \quad (2.24)$$

$$\omega_{ст2} = \frac{|n_{ст2}|}{9.55} = 136.126 \text{ рад/с.} \quad (2.25)$$

Жиілік кернеу анықтау үшін табиғи сипаттама қатаңдық моділің арқылы есептейміз:

$$\beta = \frac{2 \cdot M_k}{\omega_0 \cdot S_k} = 20.384. \quad (2.26)$$

Барлық жиілікті реттеу сипаттамалары үшін $\beta = const$ аламыз

АҚ-тың жүктеу кезіндегі бірінші реттік сипаттамасы үшін жылдамдықтың құлауын есептеу:

$$\Delta\omega_1 = \frac{M_{ст1}}{\beta} = 3.098. \quad (2.27)$$

$$\Delta\omega_2 = \frac{M_{ст1}}{\beta} = 2.802. \quad (2.28)$$

Идеалды бос жүріс жылдамдығын табамыз:

$$\omega_{01} = \omega_1 + \Delta\omega = 18.805 \frac{\text{рад}}{\text{с}}. \quad (2.29)$$

Кернеу жиілігін анықтау:

$$f_1 = \frac{p \cdot \omega_{01}}{2 \cdot \pi} = 42.363 \text{ Гц.} \quad (2.30)$$

Табиғи сипаттамадағы жұмыс, $\frac{U_1}{f_1^2} = const$ заңына сәйкес:

$$\frac{U_{1j}}{f_{1j}} = \frac{220}{50} = 4.4 = const. \quad (2.31)$$

Бірінші реттеу сипаттамасына компенсация кернеуін қосып табамыз:

$$U_1 = 4.4 \cdot f_1 = 195 \text{ В.} \quad (2.32)$$

Сипаттама үшін идеалды бос жүріс жылдамдығын табамыз:

$$\omega_{02} = \omega_2 - \Delta\omega_2 = 133.231 \frac{\text{рад}}{\text{с}}. \quad (2.33)$$

Екінші саты үшін кернеу жиілігін табамыз:

$$f_2 = \frac{p \cdot \omega_{02}}{2 \cdot \pi} = 5.989 \text{ Гц.} \quad (2.34)$$

Екінші реттеу сипаттамасына компенсация кернеуін қосып табамыз:

$$U_2 = 4.4 \cdot f_2 + I \cdot R = 54.43 \text{ В.} \quad (2.35)$$

Қозғалтқыштың білігінде жүктеменің моментін табу үшін:

$$M_{\text{ст1}} = \frac{M_{\text{мех}}}{i_p \cdot \eta_{\text{мех}}} = \frac{600}{10 \cdot 0.95} = 63 \text{ Н} \cdot \text{М.} \quad (2.36)$$

Екінші сипаттамадағы қозғалтқыштың білігінде жүктеменің моменті:

$$M_{\text{ст2}} = \frac{M_{\text{мех}} \cdot \eta_{\text{мех}}}{i_p} = \frac{600 \cdot 0.95}{10} = 57 \text{ Н} \cdot \text{М.} \quad (2.37)$$

Номиналды момент $M_H = 72 \text{ Н} \cdot \text{М}$

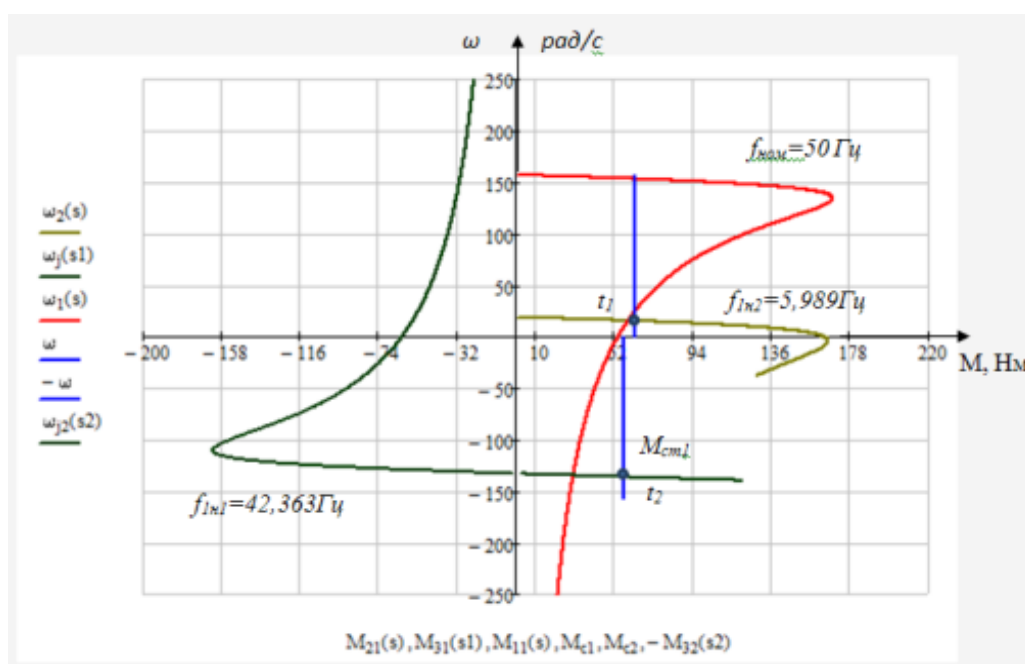
Кернеуді қоректендіретін жиіліктің салыстырмалы мәнін анықтаймыз:

$$f_{1ж1} = \frac{f_1}{f_H} = \frac{50}{50} = 1 \text{ Гц.} \quad (2.38)$$

$$f_{1ж2} = \frac{f_{12}}{f_H} = \frac{42.363}{50} = 0.85 \text{ Гц.} \quad (2.39)$$

$$f_{1ж3} = \frac{f_{13}}{f_H} = \frac{5.989}{50} = 0.12 \text{ Гц.} \quad (2.40)$$

$f = f_{\text{НОМ}}; f_1 = 42.363; f_2 = 5.989$ тең болған кездегі механикалық сипаттамасын құрамыз.



2.3 сурет - $f = f_{\text{НОМ}}$; $f_1 = 42.363$; $f_2 = 5.989$ тең болған кездегі механикалық сипаттамалары

2.4 Электр жетек механизмінің жүктемесінің қуатын анықтау

Электр жетек механизмінің жүктемесінің қуатын келесі формуламен анықтаймыз:

$$P_{\text{э}} = \frac{G_{\text{н}} \cdot v_{\text{н}}}{\eta_{\text{н}}} = \frac{49000 \cdot 1,03}{0,82} = 61,549 \text{ кВт.} \quad (2.41)$$

мұндағы: $G_{\text{н}} = m \cdot g = 5000 \cdot 9.8 = 49 \text{ кН}$ - кранның жүк көтергіштігі
 $(g = 9,8 \text{ м/с}^2)$
 $m = 5000 \text{ кг}$ - жүк массасы
 $v_{\text{н}}$ - кранның жүк көтеру жылдамдығы
 $\eta_{\text{н}}$ - механизмнің номиналды пайдалы әсер коэффициенті

2.5 Циклограмманы тұрғызып оны есептеу

Циклограммаға кранның жұмысының реттілігі және ұзақтығы кіреді. Ол жүктің орын ауысу жылдамдығын уақыт бірлігінде көрсетеді.

$H = 0.7 \cdot 25 = 17.5$ – көтергіштің орташа биіктігінің мәні

Көтергіш механизмдерінің электр өткізгіштігі мәні ұзақтығы үдеуге байланысты болаып келеді:

$$t_n = \frac{\vartheta}{a_{\text{ср}}} = \frac{1.03}{0.85} = 1.21 \text{ с.} \quad (2.42)$$

мұндағы ϑ - жүкті орын ауыстыруға кететін жылдамдық, м/с
 $a_{\text{ср}}$ - механизмнің орташа қалыпты үдеуі (кранға қойылатын талаптардан аламыз), м/с²

$$t_n = t_m = 1.21 \text{ с.} \quad (2.43)$$

Кранның көтергіш механизмі үшін жұмыс режимінің ұзақтығын келесі формуламен есептейміз:

$$t = \frac{H}{\delta \cdot \vartheta} - \frac{t_n + t_m}{2} = \frac{17.5}{1 \cdot 1.03} - \frac{1.21 + 1.21}{2} = 15.2 \text{ с.} \quad (2.44)$$

мұндағы $\delta = 1$ – көтергіш механизм үшін паспорттағы коэффициент
 Цикл ұзақтығын анықтау:

$$T_{\mu} = 3600 \cdot \frac{G}{Q} = 3600 \cdot \frac{5}{95} = 190 \text{ с.} \quad (2.45)$$

мұндағы G - кран жүкті көтергіштігі
 Q - кран өнімділігі

Электр қозғалтқышты қосу ұзақтығын анықтаймыз:

$$ПВ\% = \frac{\sum t_{\text{қосу}}}{T_{\mu}} \cdot 100\% = \frac{35.24}{190} \cdot 100\% = 18.5\%. \quad (2.46)$$

2.6 Электр жетектің координаттық элементтерін және таңдау

Электр жетектің координаттық элементтерін есептеу үшін Sick afm90 энкодерін таңдаймыз.



2.4 сурет- Sick AFM90 энкодері

Sick AFM90 энкодерлерінің бұл түрі процессордың ағытпасы арқылы шексіз бірнеше рет импульстардың қажетті санын бағдарламалауға мүмкіндік береді, оған берілген тапсырманың талаптарына бейімделеді. Бағдарлама SICK-STEGMANN бағдарламалық жасақтамасы мен қосылуға арналған кабель арқылы компьютерді немесе ноутбукті қосу арқылы орындалады. Абсолюттік энкодерлер әр кадамға сәйкес келетін бірегей кодтар түрінде біліктердің бұрылысы мен саны туралы ақпаратты береді. Абсолюттік энкодерлердің негізгі жұмыс сипаттамасы - айналымдағы бірегей кодтардың саны және мұндай айналымдар саны. Өйткені абсолютті позиция бірегей кодпен анықталады, сенсорды бастапқы орнату талап етілмейді.

Техникалық сипаттама:

- Алынбалы кабель шығысы (осьтік-радиалды) және M12 / M23 коннекторы
- Түрлі шешімдер қол жетімді
- Күшті никель плитасы ауыр жұмыстар үшін белгіленген
- Кабель және коннектор арқылы бағдарламалау
- AFS және AFM90 үшін бірыңғай бағдарламашы
- нөлдік және нөлдік импульстің енін бағдарламалау
- Шифрлерді шешу 18 битке дейін бағдарламалануы мүмкін
- Сыртқы қуат қажет емес
- мойынтіректер арасындағы үлкен қашықтық, 30 мм

- Жұмыс температурасының диапазоны -20 ° C ... +100 ° C

- Айналу жылдамдығы 9000 айн / мин

2.1 кесте

Энкодер типі	AFM90 бағдарламаланатын энкодер
Айналымдағы импульстар саны	256, 512, 1024, 2048, 4096, 8192, 16384, 32768, 65536, 131072, 26244 айналым, (PGT-08-S бағдарламасы арқылы анықтау)
Габаритты өлшемі	D=60 мм
Интерфейс/драйверлер	SSI
Қорек кернеуі, В тұрақты ток	4,5...32 В тұрақты ток
Сәйкестік стандарттары	CE, UL, ROHS, ГОСТ-P
Шығу валының диаметрі	6 мм - сервофланец, 10 мм - торцевой фланец
Максималды жұмыс жылдамдығы	9000 мин-1
Қосылулар	Акс/рад. Цилиндр бұрандалы қосқыш M23 и M12 немесе кабель
Қорғаныс класы	IP 64/IP 65/IP 67

Энкодер таңдағанда маңызды параметр ол физикалық түрде кодтаушы диск таңбаларының саны бойынша анықталады. Стандартты энкодер жапсырмалары бар жеке дискінің болуын талап етеді: олардың саны нақты импульстердің санын алуға мүмкіндік береді. Түрлі ажыратымдылық параметрлерін, сондай-ақ нөлдік импульстің әр түрлі енін ескере отырып, таңдалған сериялардың энкодерлерінің жаппай өндірісіне қатысатын дискілердің саны әсерлі болуы мүмкін. Әдетте, жаңа дискі өндірісі айтарлықтай күрделі салымдарды талап етеді, олар компаниялардың тапсырыстардың үлкен пакеті болса ғана жалғаса алады. Стандартты емес рұқсат талап етілсе, көрсетілген мәндерден өзгеше жағдайлар жиі кездеседі.

Белгілі бір сандық белгілермен дискіні таңдаудан басқа, клиент фланец пен интерфейснің түрін, коннектордың түрін және / немесе кабель ұзындығын таңдау керек. Алынған механикалық және электрлік комбинациялардың саны сериялы цифрлар мен тиісті механикалық бөліктердің ішіндегі көптеген әрекеттерді орындауды қажет етеді. Осының салдарынан өндіруші қоймадағы өнімнің барлық спектрінің қол жетімділігін қамтамасыз ету және бірнеше өнімнің жеткізу уақытын ұлғайту мүмкіндігінің болмауы болып табылады. Технологияның басты артықшылығы мен маңыздылығы - 1-ден 9000-ға дейін импульстардан тұратын кез-келген ажыратымдылық мәндерін алу мүмкіндігі. Қажетті ажыратымдылықты реттеу зауытта немесе арнайы бағдарламашы арқылы жүзеге асырылады. Кейбір жағдайларда бұл қымбат емес механикалық беріліс қорабынсыз жасауға мүмкіндік береді. Келесі қызықты инновация - бұл энкодерді арнайы коммутатор арқылы нөлдік позицияға үйрету мүмкіндігі, бұл кәсіпорын ішінде жабдықтарды орнату кезінде пайдалы. Бағдарламалау үдерісі

өте қарапайым процедура. Бұл сериялардағы энкодерлер тапсырыс берушіге бағдарламаланған 9000 импульс және зауытта 90 ° пропорцияланған нөлдік импульстің енімен жеткізіледі. Бұл параметрлерді өзгерту үшін AFS бағдарламалаушысы қажет, оған бөлек тапсырыс беру керек.

Датчикке қосу

Жылдамдық датчигі(энкодер) түрлендіргішке VEC006Z қосымша платасы арқылы жалғанады



13 сурет- VEC006Z платасы

2.7 Басқару және қорғау құралдарын таңдау

Жұмыс режимін басқару «F520 (шаблондармен жұмыс істеу)» функциясын қолданып, түрлендіргіш арқылы жүзеге асырылады. Бұл функция жұмыс жиілігін, жұмыс уақытын жеделдету және баяулау уақыттарын (15 қайтара) ауыстыру арқылы 30 автоматты режимде жұмыс жасауға мүмкіндік береді.

Ол үшін қажет:

- Алдын ала орнатылған жылдамдықтар үшін барлық қажетті жиіліктерді орнатыңыз;

- Әрбір жылдамдық үшін қажетті жұмыс ұзақтығын белгілеңіз;

- Әр жылдамдық үшін қосылу уақытын реттеңіз.

Қозғалтқышты қысқа тұйықталудан және шамадан тыс жүктеуден қорғау түрлендіргішпен жүзеге асырылады.

Жылулық жүктемеге қарсы қозғалтқышты қорғау.

VF-A7 сериялы түрлендіргіш қозғалтқышты шамадан тыс жүктемеден (электрондық термоқорғаныс) қорғайды. Термоқорғаныш ток инверторда қозғалтқыштың номиналды тогына сәйкес орнатылуы керек.

Қозғалтқыш орамдары мен мойынтіректерді қорғау.

Электр жетегінің шығыс кернеуінде (шығу жиілігіне қарамастан) қысқа амплитудасы және импульстік кернеудің шамамен 1.35 есе жоғары серпін бар. Бұл заманауи биполярлық транзисторлар (IGBT) түрлендіргіштері қолданылатын барлық жетектерге қатысты. Қозғалтқыш кабеліндегі және клеммаларында әлсіреудің параметрлеріне байланысты, қозғалтқыш клеммаларында импульс амплитудасы екі еселенуі мүмкін. Бұл, өз кезегінде,

қозғалтқышты және оның кабелін оқшаулау кезінде қосымша кернеу тудыруы мүмкін. Жиілік түрлендіргіштері бар заманауи жетектер, жоғары жиілікте және тік бұрыштары бар кернеу импульстарының болуы қозғалтқыш мойынтіректеріне импульстік токтар жасай алады, олар біртіндеп тораптар мен айналмалы элементтерді бұзады. Қозғалтқыштың оқшаулағышындағы жүктеме сұрау бойынша қол жетімді du / dt сүзгілерімен азайтылуы мүмкін. Du / dt сүзгілері сондай-ақ мойынтіректердегі токтарды азайтады.

3. Асинхронды қозғалтқыштың жиілікті реттеу автоматты басқару жүйесіне қойылатын негізгі талаптар

Өндірістік мақсаттағы асинхронды жиілікті реттелетін электр жетектерінің басқару жүйелеріне көптеген зерттеу жұмыстары арналған және оларға бірқатар жалпы талаптар ұсынылған:

- қалыпқа келтірілген электрмеханикалық процестердің сапасы (заманауи тұрақты ток электр жетектеріне тән стандартты электрмеханикалық процестер);

- қозғалтқыш жылдамдығын басқарудың жұмыс ауқымы, әдетте 1: 20 төмен емес және 1.2: 1 - келтірілген номиналды жылдамдықтан жоғары емес;

- динамикалық жетектердің жоғары жылдамдығын реттеу

- динамикалық емес жетектерді экономды реттеу (сорғылар, желдеткіштер жетегі);

- Электр қозғалтқышының білігінде ішінде датчиктардың болмауы.

Қалыпты электрмеханикалық процестерге, мысалы, асинхронды жиілікпен басқарылатын электр жетегіне жақын кешенді және сызықты автоматты басқару объектісін құру қиын техникалық міндет. Бұл талаптың қажеттілігі циклдік әрекеттердің машиналарының күрделі динамикалық режимдеріне байланысты.

Жылдамдықты басқарудың жұмыс диапазоны номиналды жылдамдықпен 1: 20 төмен және 1,2: 1 - әр түрлі салаларда жұмыс істейтін жалпы өнеркәсіптік электр жетектерінің басым көпшілігін қанағаттандырады. Төмен жылдамдық диапазонын одан әрі кеңейту қозғалтқыштың ротордың қозғалтқыштың электромагниттік сәттегі инверторлық жиілік түрлендіргіштерінің (ИҚ) шығыс кернеулерінің (токтарының) нақты синусоидальдық емес пішінінің әсеріне байланысты біркелкі айналуымен шектеледі. Жоғарғы жылдамдық шамасын шектеу мойынтіректердің механикалық беріктігіне және қозғалтқыштың электр орамдарына байланысты. Қозғалтқыш білігінің ішіндегі немесе ішіндегі датчиктердің жоқтығы туралы талап жобаланған асинхронды электр қозғалтқышты жобалау мен іске асыруды жеңілдету және реттелмеген асинхронды электр қозғалтқышты іске асыруды жеңілдету және, атап айтқанда, реттелмейтін қозғалысты жиіліктегі бақылаумен ауыстыруды жеңілдету. Сонымен қатар сериялы асинхронды қысқа тұйықталу электрлік қозғалтқыштарды қолдану (шантқалтқыштарды

немесе құрылғының ішіндегі датчиктерді қосымша орнатусыз) шаңды, агрессивті және жарылғыш орталарда жұмыс сенімділігін айтарлықтай жақсартады. Қарастырылған талаптарға сүйене отырып, асинхронды электр жетегі арқылы автоматтандырылған жиілікті реттеу жүйелерін құрудың келесі тәсілдері пайдаланылады:

- векторды немесе квази-векторлы бақылауды қолдану;
- электржетек режимінің параметрлерін реттеу және өлшеудің жанама әдістерін пайдалану;
- жиіліктерді бақылаудың тиімді (оңтайлы) әдістерін қолдану;
- АСЧР - ны техникалық жүзеге асыруды жеңілдету.

Векторлық және квази-векторлық бақылау асинхронды қозғалтқыштың қалыпты (немесе нормалданған) электромеханикалық процестерін алудың негізгі принциптері болып табылады.

Электр жетегінің параметрлерін реттеудің және өлшеудің жанама әдістері (электромагниттік момент, флюс байланыстары, электр қозғалтқышының ЭМӨ және т.б.) қозғалтқыш білігінің ішіне немесе ішіне датчиктерді орнатуға жол бермейді. Бұдан басқа, осы әдістерді пайдалану - электр жетегінің режимінің параметрлері орташа мәндері туралы «аналогтық» автоматты реттегіштердің жұмыс істеуі үшін «тегіс» кері байланыс сигналдарын алудың тиімді техникалық әдістемесі.

Белсенді жиіліктерді басқарудың тиімді әдістеріне негізделген: егер қозғалтқыштың магниттік ағыны тұрақты (номиналдыдан бірдей немесе одан төмен жылдамдықтарда) тұрақты болса немесе статор кернеуі немесе қозғалтқыштың ЭМУ тұрақты болғанда (номиналдыдан жоғары жылдамдықтар үшін), жоғары жылдамдықты және жоғары жүктеме асинхронды электр жетектерінде жақсы кезде энергетикалық көрсеткіштер.

Басқару құралдарының аппараттық базасының ағымдағы жай-күйімен, АСЧР техникалық іске асыруды жеңілдету, негізінен, қуат блогының өзіндік қуатымен тікелей байланысты өлшейтін күрделі калькуляторлар мен автоматты сенсорлардың автоматты басқарушылар санының азаюымен анықталады.

Жиілікте басқарылатын электр жетектерін басқару жүйесінің құрылымының күрделілігі, байланыстың сызықсыздығы басқару жүйесін құру үшін барабар математикалық модельді алуға мүмкіндік бермейді. Сондықтан, мұндай жүйе үшін реттеуіштерді құру үшін жүйенің координаттары мен параметрлері туралы ақпараттың ең аз мөлшерін талап ететін айқын емес бақылауды қолдану ұсынылады.

3.1 Жиілікті реттелетін асинхронды қозғалтқышты векторлы басқару

Жиілік басқарылатын асинхронды электр жетегінің ең жақсы басқару жүйесі векторлық бақылау болып табылады. Асинхронды қозғалтқыштың параметрлерін басқару үшін векторлық бағдарлау құрылғысының жұмыс істеу алгоритмі бірқатар есептеу операцияларын қамтиды.

Статор кернеуінің фазалық мәндері U_A, U_B, U_C және ток I_A, I_B, I_C ЭҚК датчигінде ротордың фазалық ЭҚК E_A, E_B, E_C есептеледі.

$$E_A = \frac{[U_A - R_S I_A - (L_S + kL_r) \frac{dI_A}{dt}]}{k}, \quad (3.1)$$

$$E_B = \frac{[U_B - R_S I_B - (L_S + kL_r) \frac{dI_B}{dt}]}{k}, \quad (3.2)$$

$$E_C = \frac{[U_C - R_S I_C - (L_S + kL_r) \frac{dI_C}{dt}]}{k} = -(E_A + E_B). \quad (3.3)$$

Мұндағы L_S, L_r – статор мен ротордың ағу индуктивтілігі, ал k – ротордың байланыс коэффициенті.

Арнайы конверсиялау блогын қолдану арқылы E_α, E_β координаттар жүйесіндегі осьтері арқылы E векторының жалпыланған векторының проекциясы анықталады, бұл А-фазасының магниттік осіне асинхронды электр қозғалтқышының статор орамасының артуымен байланысты.

Векторлық анализатор E амплитудасының мәндерін және өрнектелген ротордың векторының фазалық бұрышын θ_E есептеп шығарады:

$$\theta_E = \frac{\pi[1 - \sin(E_\alpha)]}{2} + \arctg\left(\frac{E_\beta}{E_\alpha}\right), \quad (3.4)$$

$$E = (E_\alpha^2 + E_\beta^2)^{1/2}. \quad (3.5)$$

Фазалық бұрышы θ_E және жалпыланған ротор ағынының векторы Ψ формулалардан табылады:

$$\theta_\Psi = \theta_E - \frac{\pi}{2} \sin(\omega_1), \quad (3.6)$$

$$\omega_1 = \frac{d}{dt}(\theta_\Psi). \quad (3.7)$$

Анықтамалық сигналдар: статор тогының іргелі гармоникалық компоненттерінің жалпыланған векторының амплитудасы және фазалық бұрышы жалпыланған статорлық ток векторының амплитудасы:

$$I^* = \frac{\pi I_1^*}{3}, \quad (3.8)$$

$$I_1^* = [(I_x^*)^2 + (I_y^*)^2]^{1/2}, \quad (3.9)$$

$$\theta_{I1} = \theta_\Psi + \Delta\theta, \quad (3.10)$$

3.2 сурет - Асинхронды электр жетегінің векторлық диаграммасы

3.2 Жиілікті реттелетін асинхронды электр жетегін квазивекторлы басқару

Квазиинтерваллы басқару принципі мен векторлықтың негізгі айырмашылығы асинхронды қозғалтқыштың жиілігін бақылау үшін автоматты құрылымдарды жасау әдісі (алгоритм) болып табылады. Квазивекторлы басқарумен автоматты басқарылатын құрылымдардың мұндай айырмашылығы режимнің векторлық параметрлері туралы ақпаратты өңдеу үшін арнайы құрылғылардың (векторлық бақылаумен салыстырғанда) жоқтығы: координатты түрлендіргіштер, векторлық және тригонометриялық анализаторлар, фазалық айнымалы және фазалық ауысатын құрылғылар. «Квазивекторлық» бақылаудағы «квази» сөзі (реттеуші құрылымдардың осы типті құрылысын белгілеу үшін енгізілген) - векторлық бақылауға жақындаған асинхронды электр жетектерінің электромеханикалық процестерінің қалыпты сапасы сияқты автоматты басқару құрылымдарын құру.

Векторлық басқару жүйелерімен салыстырғанда техникалық іске асырудың айтарлықтай қарапайымдылығына байланысты квазивекторлық бақылау индустриалды пайдалануда асинхронды электр жетектерін құру практикасында ең көп қолдануды табады.

Бұл бақылаудың техникалық қарапайымдылығы электр жетегінің қолданылатын ақпараттық датчиктерінің санын азайтуға мүмкіндік беретін режимдегі реттелетін вектордың электромагниттік параметрлерін, фазалық бұрыштарын бақылау және есептеу қажеттілігінің болмауымен түсіндіріледі және АСНР іске асыру кезінде векторлық есептеулер үшін күрделі алгоритмдер мен құрылғыларды шығарады.

Суретте электр қозғалтқышының екі аймақтық басқаруын жүзеге асыратын асинхронды электр жетегін квазивектормен реттейтін автоматты жүйенің функционалдық диаграммасын көрсетілген. Жиілікті басқарудың автоматты жүйесі координаттардың бағынышты түзетулерінің принциптеріне сәйкес жасалған және ішкі басқару циклдарын қамтиды.

Асинхронды қозғалтқыштың электромагниттік моменті келесі формуламен анықталады:

$$\mu^* = kL_m I_x^* I_y^* / (T\tau + 1). \quad (3.14)$$

мұндағы L_m және T – қозғалтқыштың магниттелу индуктивтілігі мен электромагниттік уақыт тұрақтысы.

Электр қозғалтқыштың электромагниттік момент шамасын үшін электр жетегінің негізгі тізбегіндегі белсенді кедергілер мен индуктивтердегі кернеудің төмендеуін анықтайды:

$$\Delta U = I_d (R_{\text{ЭКВ}} + L_{\text{ЭКВ}} p). \quad (3.15)$$

көрсетілген нұсқаулыққа сәйкес жүзеге асырамыз: номиналды шығыс кернеуі 660 В, номиналды ток 400 А, қуаты 450 кВА, тұрақты ток байланысының активті кедергісі 0,1 Ом, тұрақты токтың индуктивтілігі 10^{-3} Гн, түрлендіргіштің тұрақты ток байланысының электромагниттік уақыт тұрақтысы 0,08 с, түзеткіштің күшейту коэффициенті 90 КВ, өтелмеген шағын уақыт тұрақтысы T_μ , 0,0004 с.

Реттеуші токтың беріліс функциясы:

$$W_{p.T}(p) = \frac{T_3 p + 1}{T_4 p}. \quad (3.16)$$

Мұндағы $T_3 = T_d$; $T_4 = 2K_T \Phi_T K_B T_\mu / R_d$; $\Phi_T = 2\sqrt{3}/\pi$ – көпірдің түрлендіргішті ауыстыру функциясының іргелі гармоникалық компонентінің мәні; K_T - токтың кері байланыс коэффициенті;

$$\Phi_T = \frac{2\sqrt{3}}{\pi} = \frac{2\sqrt{3}}{3.14} = 1.1, \quad (3.17)$$

$$K_T = U_{T.m} / (2 \cdot I_{c.H}) = 10 / (2 \cdot 324) = 0,0154, \quad (3.18)$$

$$T_4 = 2 \cdot 0.0154 \cdot 1.1 \cdot 90 \cdot 0.004 / 0.1 = 0.122, \quad (3.19)$$

$$W_{p.T}(p) = \frac{0.08p + 1}{0.122p}. \quad (3.20)$$

Жылдамдықты реттеудің беріліс функциясы:

$$W_{p.C}(p) = \frac{T_1 p + 1}{T_2 p}. \quad (3.21)$$

мұндағы $T_1 = 8T_\mu$; $T_2 = 32K_H K \Psi_H T^2 / (K_T J_0)$; K_H – кернеу бойынша кері байланыс коэффициенті; K – ротордың байланыс коэффициенті; Ψ_H – ротор ағынының байланысының номиналды мәні; T – ротордың электромагниттік уақыт тұрақтысы; J_0 – ротордың және жұмыс машинасының келтірілген инерция моменті, $J_0 = 64,5$

Электр қозғалтқыш роторының бұрыштық жылдамдығына қатысты кері байланыспен ЭҚК ауыстыру арқылы жылдамдық контроллерінің өткізу функциясының формуласы:

$$W_{p.C}(p) = \frac{8T_\mu p + 1}{8(4p^2 T_\mu^2) K_C C_D / (K_T J_0 p)} = \frac{8T_\mu p + 1}{32T_\mu^2 p K_C C_D / K_T J_0}. \quad (3.22)$$

мұндағы K_C – ротордың кері айналу жиілігінің коэффициенті
 C_D – қозғалтқыштың ЭҚК пропорционалдық коэффициенті

$$C_D = \frac{U_H - I_H R_d}{\omega_{д.Н}} = \frac{660 - 324 \cdot 0,1}{0,105 \cdot 985} = 6,07. \quad (3.23)$$

Жылдамдық бойынша кері байланыс коэффициенті

$$K_C = \frac{U_{с.Н}}{\omega_{д.Н}} = \frac{10}{0,105 \cdot 985} = 0,097. \quad (3.24)$$

Жылдамдық реттегішінің параметрлері: $T_1 = 8T\mu = 0.032$; $T_2 = 0.0003$;
Көбейтінді параметрлері: $K_m = kL_m = 0.974 \cdot 14.5 \cdot 10^{-3} = 14.123 \cdot 10^{-3}$

$$T_5 = T = 0.875. \quad (3.26)$$

Момент реттегішінің беріліс функциясы

$$W_{P.M}(p) = \frac{T_5 p + 1}{T_6 p}. \quad (3.27)$$

мұндағы $T_5 = 8 \cdot 10^{-3}$; $T_6 = 2 \cdot 10^{-4}$;

Кері байланыс коэффициентін ескере отырып токтың магниттелу бөлігін құрайтын формула бойынша анықталады:

$$I_x^* = K_T \Psi^* / L_m = 0.0154 \cdot 1.58 / (14.5 \cdot 10^{-3}) = 1.678. \quad (3.28)$$

Енгізілген шектеулерге байланысты жылдамдық реттегішінің шығуындағы сигнал 10 жоғары болмауы мүмкін, берілген момент сигналының максималды мәні:

$$\mu_{m1}^* = I_x^* I_y^* K L_m = 1.678 \cdot 10 \cdot 0.974 \cdot 14.5 \cdot 10^{-3} = 0.237. \quad (3.29)$$

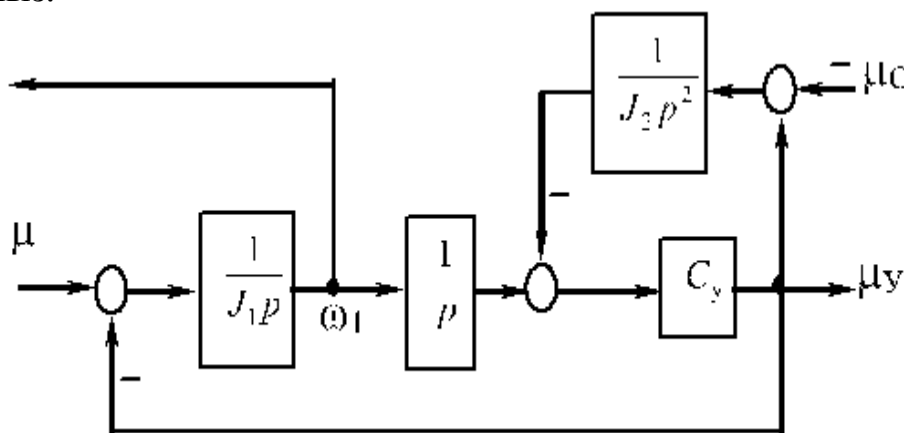
және K_T коэффициентті есепке ала отырып, алдын ала орнатылған моменттің максималды мәні:

$$\mu_{m1}^* = \mu_m^* / K_T^2 = 0,237 / 0,0154^2 \approx 1000 \text{ Нм}. \quad (3.30)$$

Паспорт деректері бойынша есептелген электр қозғалтқышының номиналды электрмагниттік моменті $\mu_H = 3100 \text{ Нм}$, онда моментпен кері байланыс коэффициентін $K_{DM} \approx 0,2$ енгізу керек, ал беріліс функциясына $1/0,0154^2$ еңгіземіз. Сонда коэффициент $K_M \approx 60$. Реттеушінің шығыс сигналының шектеуі, егер теңдік болса, $E_d = \omega_1 C_D$ анықталады, электрмагниттік момент тең болуы тиіс μ_{m1}^* , т.е. шығыс сигналының шектеу $U_m = \mu_{m1}^* \cdot R_\Sigma / C_D = 16.47$. $U_m = 15$ қабылдаймыз.

Күрделі жүйені талдау үшін, электр жетегінің механикалық бөлігі серпімді байланысы бар екі масса ретінде қабылданады. Бұл сұлба 21 суретте көрсетілген. Мұндағы J_1, J_2 – икемділік коэффициентімен серпімді байланысы

арқылы бөлінген буындардың инерция моменті. $J_1 = 64,5$; $J_2 = 45$; $C_y = 500$ қабылдаймыз.



3.5 сурет - Серпімді байланысы бар екімассалық жүйенің құрылымды сұлбасы

3.5 Жүйені MATLAB имитациялы-интерактивті ортасында компьютерлік модельдеу

Суретте ұсынылған серпімді байланысы бар жиілікті басқарылатын асинхронды электр жетегі бар АБЖ-ны компьютерлік модельдеу, кез келген жоғары деңгейлі бағдарламалау тілінде (Basic, Pascal, Delphi, C, C++ және т.б.) орындалуы мүмкін. Алайда функционалдық блок диаграммасымен ұсынылған сызықты және сызықты емес динамикалық жүйелер мен аспаптарды математикалық модельдеуге арналған MATLAB интерактивті программалық кешенінің негізі болып табылатын SIMULINK қосымшасында трансфер функцияларының және сызықты емес элементтердің блокты диаграммалары арқылы анықталған осындай жүйені зерттеу өте орынды.

Бұл бағдарлама көмегімен түрлі модельдеу мүмкіндіктері мүмкін: уақыт доменінде, жиілік пен фазалық диапазондарда, Фурье спектральды түрлендірулер негізінде оқиғаларды бақылаумен, Монте-Карло әдісімен айқын логикалық ережелерді және жасанды нейрондық желілерді және т.б. пайдалануға болады. Жүйенің функционалдық блоктық схемасын құру үшін блоктық компоненттердің кеңейтілген кітапханасы және блоктық диаграмма редакторы бар. Ол графикалық пайдаланушы интерфейсіне негізделген және визуалды және имитациялық модельдеу үшін негізінен техникалық құрал болып табылады.

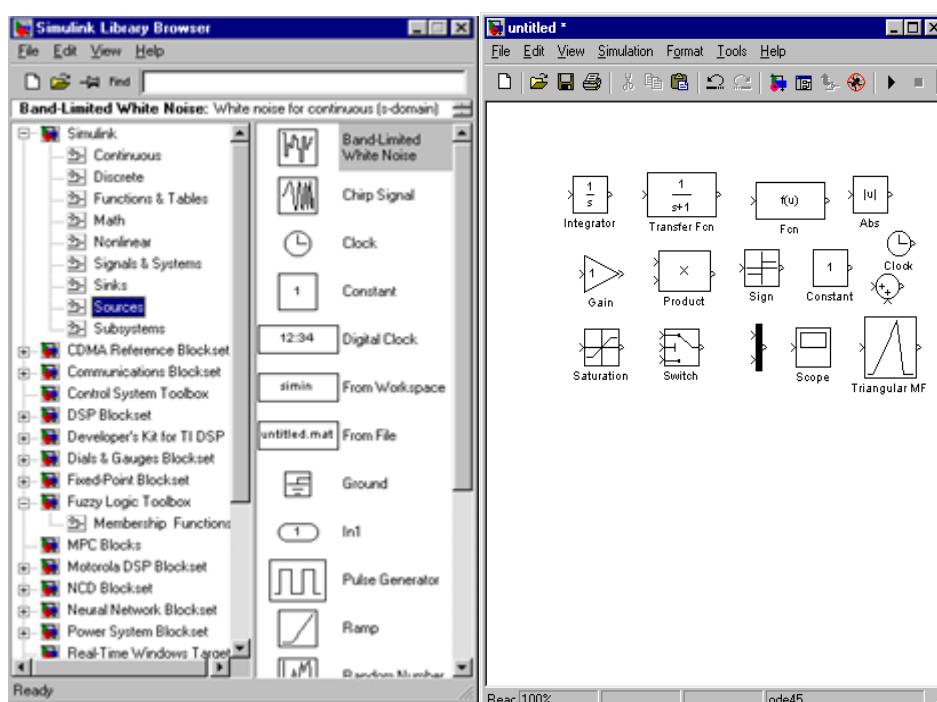
Жүйені модельдеу үрдісінде фаззи-контроллерді синтездеу қажет болғандықтан, MATLAB 6.1 жүйесінің жаңартылған нұсқасымен және SIMULINK 4.1 кеңейтілім бумасымен бірге қолдану қажет.

Жаңа модель жасау үшін кітапханаларға арналған браузер терезесін (Simulink Library Browser) ашыңыз, сол жақтан қозғаламыз, сол жақ тінтуірдің батырмасын басып, қажетті блоктар мен компоненттерді ұстап тұрамыз. Одан кейін оларды функционалдық қосылыстармен байланыстырып және асинхронды жиілікпен бақыланатын электр жетегінің үлгісі үшін дайын

есептелген ағын схемасын аламыз. Тапсырманың жағдайына сүйене отырып, он бес компонентті таңдап, оларды әрбір жүйенің параметрлерін алдын ала конфигурациялау арқылы бір жүйеге біріктіру қажет.

Кітапхананың шолғыш терезесінің сол жақ жақтағы Simulink қалтасын таңдаймыз және интеграторды (Integrator) және Transfer Fcn блогын желілік компоненттер кітапханасынан тасымалдаңыз. Параметрді орнату терезесіндегі соңғы блокты кеңейту кезінде (екі рет басқанда) 5-бөлімде есептелген санмен және многоминантты полиномиальды векторларға енгізіңіз, ол параметрлерін орнатқаннан кейін құрылғының логотипінде көрсетіледі.

Функция мен кестелер кітапханасынан В1 калькуляторын сипаттау үшін математикалық функцияның ерекшелігі блокты таңдаймыз. Блок параметрлерін орнату үшін қорап кіріс сигналынан шығыс сигналының функционалдық тәуелділігі үшін бірыңғай енгізу өрісін қамтиды.



3.6 сурет- Кітапхананың шолғыш терезесі және Simulink жаңа моделін құру терезесі

Математикалық компоненттердің кітапханасынан біз параметрлерді орнатқан кезде, модельді құру терезесіне көшіруге болады (Sum), қажет болған жағдайда, минус белгісін көрсету керек. Сондай-ақ, осы кітапханадан келесі блоктарды таңдаймыз: көбейтуге арналған сигналдар санын анықтауға болатын көбейту бірлігі; модуль есептеу модулі (Abs); Параметрін орнату терезесінде бақылау блогын және көлемді деректер блогын белгілеңіз, пайданың сандық мәнін енгізіңіз. Сызықтық емес құрамдас екі элементтерді таңдау кітапханасынан: сызықтық емес құрылғыны білдіретін, шектеу бірлігі, кіріс сигнал тең болып табылатын шығыс, ол шекті жеткенше дейін, содан кейін сигнал әр түрлі болуы тоқтатқанда және шекті мәніне тең қалады ; және

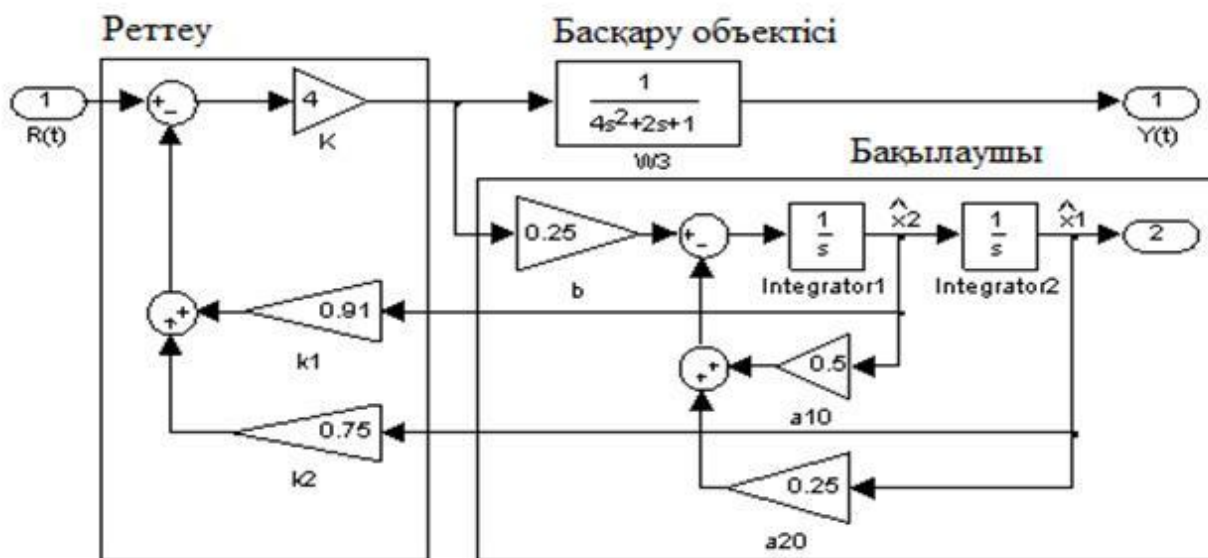
басқарылатын коммутатор-үш кіріс сызықты емес құрылғы, деректер сигналдары үшін екі нүкте және басқару сигналының бір бақылау сигнал шекті мәні асып кетсе, мұндай блок үшін, басқаша төменгі кірер, жоғарғы кіріс блок шығыс сигналдың терезені орнату параметрін көрсетіңіз.

Қосылатын компоненттер кітапханасынан (Сигналдар және жүйе) бірнеше кіріс сигналдарын қабаттастыруға қызмет ететін мультиплексорды (Mux) таңдаңыз.

Виртуалды жазбалар кітапханасынан (sinks) виртуалды осциллографты (Scope) таңдап алыңыз, ол үлгілік нәтижелерді белгілі бір процестердің уақыт диаграммалары түрінде, масштабты тормен нақты құрылғының осцилограммаларын еске салатын нысанда ұсынуға мүмкіндік береді.

Алынған кітапханадан жүйенің кірісінде тұрақты сигналды іске асыратын Тұрақты көзді таңдап, параметрді орнату терезесінде қажетті нәтиже мәнін орнатамыз. Сондай-ақ осы кітапханадан уақыт модельдеуінің көзін (Clock) алыңыз.

Жоғарыда айтылғандарға сәйкес, суретте көрсетілген модельдің құрылымдық схемасын құрастырамыз. Диаграммада көрсетілгендей, кірістің трапециялы диаграммасын қалыптастыратын Fuzzy Logic Controller және тірек сигналдық блогы кіші жүйелер (Subsystem) ретінде жасалады.



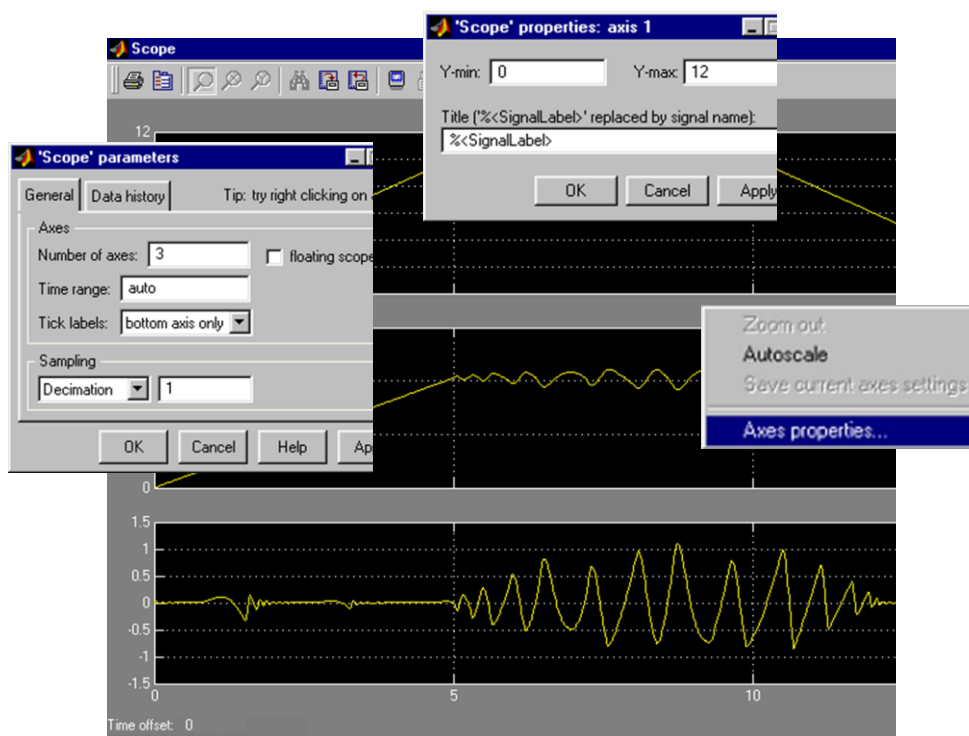
3.7 сурет- MATLAB жүйесіндегі құрылымдық есептеу сұлбасы

Асинхронды электр жетегінің жиіліктік басқару жүйесінің компьютерлік модельдеуі екі жағдайда жүзеге асырылады: фаззи контроллерсіз және ағымдағы контроллер блогының кірісіне қосылған фаззи контроллермен.

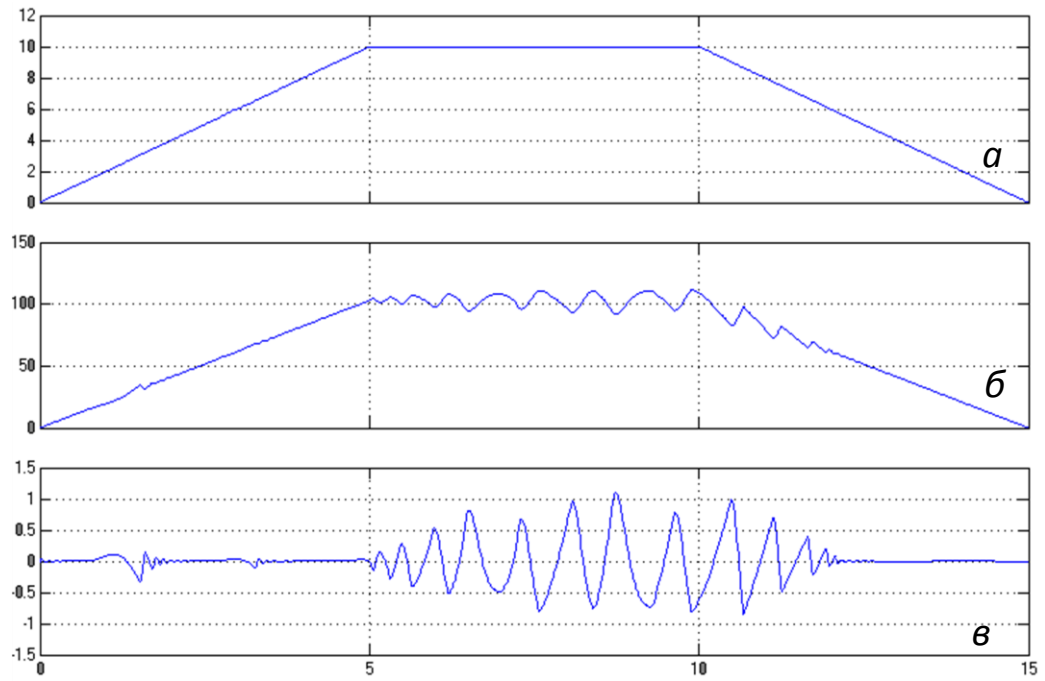
Алғашқы жағдайда бізде өтпелі процесстердің графикасы бар: Сурет 27, а - тірек сигналының кестесі; сурет 27, б - нақты жылдамдық кестесі; 27, с - басқару қателігі үшін сигнал.

Екінші жағдайда, өтпелі процесстердің ұқсас графалары алынды: Сурет 28, а - тірек сигналының кестесі; сурет 28, б - нақты жылдамдық кестесі; 28, с - басқару қателігінің сигналы.

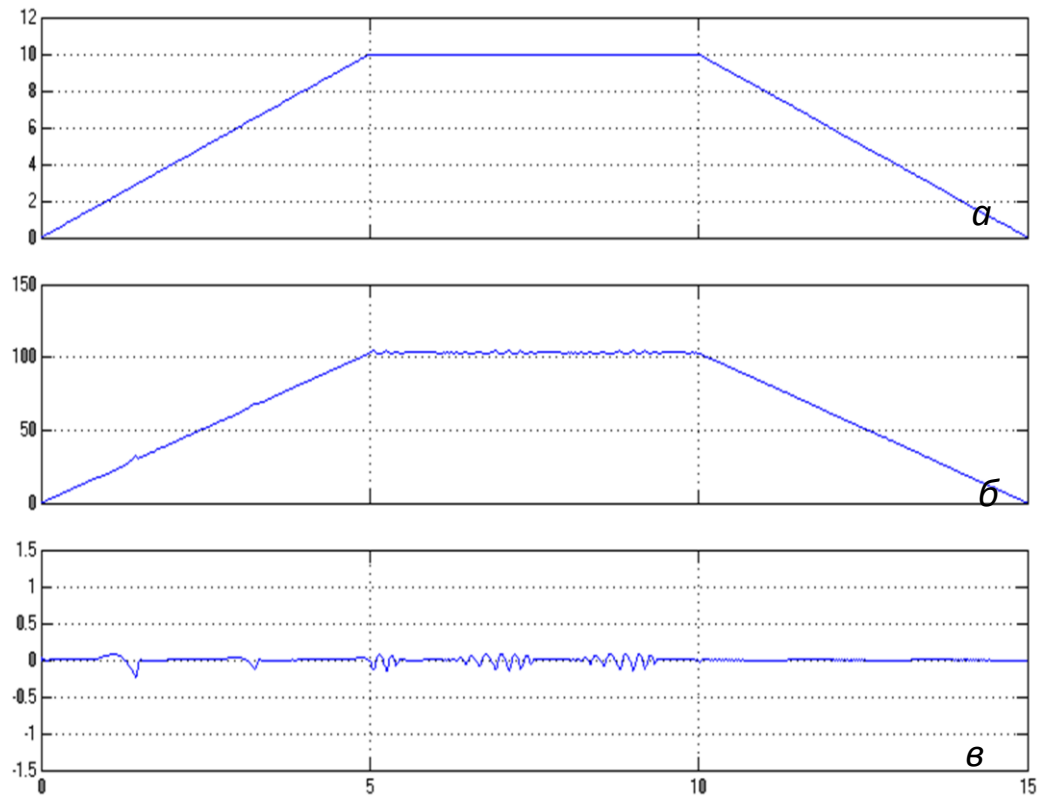
Суреттен көрініп тұрғандай 27 және 28 сурет фаззи контроллер болмаған кезде, басқару сигналының қателігі жеткілікті айтарлықтай тербелістерге ие, ал фаззи контроллермен ешқандай тербеліс жоқ, бұл эталондық сигналдың асинхронды жиілікте басқарылатын электр жетегінің жеткілікті дәл екендігін білдіреді.



3.10 сурет- виртуалды осциллографтың параметрлерін орнату



3.11 сурет- Фаззи контроллерсіз асинхронды жиілікпен басқарылатын электр жетегі



3.12 сурет- Фаззи контроллермен асинхронды жиілікпен басқарылатын электр жетегі

4 Өміртіршілік қауіпсіздік негіздері

4.1 Бөлменің сипаттамасы және оператордың жұмыс орнының орналасқан жері

Ересектерге арналған жұмыс істейтін бір жұмыс орны кем дегенде 6,0 шаршы метр болуы керек және көлемі 20,0 текше метрден кем емес(ГОСТ 21889-76).

Дисплейлермен жұмыс істейтін операторлар жұмыс орны көбінесе терезелерден алыс орналасқан жерлерде және терезенің күн түсетін жағында орналасқан. Егер дисплей беті терезенің ашылуына қарап тұрса, онда қорғаныс экрандары қажет. Терезелерді жеңіл шашыратуға арналған пердемен, реттелетін жалюзилер немесе металданған жабындысы бар пленкамен жабу ұсынылады.

Монитор, құжаттар, пернетақтаға, олардың орналасқан жеріне байланысты жарық көздерінің түсуі 1:10 аспауы қажет, ұсынылған мәні 1:3. Экрандағы жарық 50-100 кд / м болған кезде(номиналды мәні) құжаттарға жарықтандыру 300-500 люкс болуы тиіс. Экран дисплейінен жарықтандыру және көзге шағылыстыру болмауы керек. Экранның шыныдан жарықтандыруды, шағылыстыруды және дисплейден аулақ болу керек. Дисплейлердің тікелей жарық ағындары арқылы жарықтандыруды болдырмау үшін, жалпы жарықтандыру шамдары оператордың көзқарас сызығына және терезелері бар қабырғаға параллель жағында орналасқан болу керек.

Көрсеткіш құрылғылардың операторлары үшін оңтайлы жұмыс жағдайын қамтамасыз ету үшін, кейбір интерьерді безендіру қажет: төбеге арналған көрсететін коэффициенті бар диффузиялық рефлекторлық материалдар 0,7 - 0,8 болуы керек; қабырғаларға - 0,5 - 0,6; еденге арналған - 0,3 - 0,5.

Мониторлар мен ДК-дің орналасқан еденнің беті шұңқырсыз, сырғымайтын, тазалауға ыңғайлы және дымқыл тазалаусыз және антистатикалық қасиеттерге ие болуы керек.

4.2 Жұмыс жағдайын талдау

Өлшемі 6×6×3.5 м (ұзындығы-ені-биіктігі) болатын оқу зертханасына көпірлік кран орналасады, оның жоспары 3.1 суретте көрсетілген.

Кранның орналасуы оның ток өткізетін және қозғалмалы бөліктері адамдардың қол жетімсіз жерде болуы керек, тек көтеру ілмегі адамдарға қол жетімді жерде орналасуы мүмкін

Еденде орналасқан стендте басқару құралдары мен күштік құрылғылары орналасқан. Стендтің конструкциясы ток өткізгіш бөліктерге тиюден қорғауды қамтамасыз етеді, стендтің өзі оқшаулағыш материалдардан жасалған.

Зертханада кернеуі 220/380 В болатын қондырғылар орнатылған, олар оқшаулағыш материалдардан стенділер түрінде жасалған; қондырғылар үшін есептелген және орындалған қорғаныс нөлденуі бар.

Зертханада қауіпті, тез тұтанғыш немесе улы заттар жоқ. Желдету терезе тесіктері арқылы жүзеге асырылады. Зертханадағы температура мен ылғалдылық белгіленген стандарттарға сәйкес келеді (температурасы 22-25 ° С, ауаның салыстырмалы ылғалдылығы 40-60%).

Зертханада орналасқан қондырғылардың шу шығару деңгейі белгіленген стандартты мәндерден аспайды.

Лабораториядағы жұмыс орташа дәлдікпен сипатталады, ең кіші нысан өлшемі 0,5-тен 1,0 мм-ге дейін. Зертханада көру жұмысының разряды- IV, б. Зертханадағы жарықтандыру біріктірілген: табиғи және жасанды жарықтандыру қолданылады. Дегенмен, зертхана ғимараттың көлеңкелі жағында орналасқан және терезелердің жанындағы ағаштар бөлмені жасырып, табиғи жарықтың болмауына әкеліп соқтырады. Сондықтан лабораторияда жұмыс жасағанда, жасанды жарық үнемі қолданылады.

Жасанды жарықтандыру үшін әрқайсысында LB-40 түріндегі 2 газоразряд лампасымен 8 шам пайдаланылады. Ыңғайлы және қауіпсіз жұмыс жасау үшін зертханалар үшін 500 лк болатын жарықтандырудың санитарлық нормалары сақталуы керек.

Зертхананың жұмыс режимі стандартталмаған және ағымдағы сабақ кестесі бойынша анықталады. Қызмет көрсетуші: бір адам. Бұл жұмыс қоршаған ортаның оңтайлы жағдайлары мен физикалық, психикалық және жүйке-эмоционалдық стресс мөлшерінде сипатталатындықтан ауырлық деңгейі бойынша бірінші санатқа жатады. Көпірлік кранмен жұмыс істеу қауіпті болғандықтан, оның тросына жоғары талап қойылу қажет. Тростың үзілуіне алып келмеу үшін жүктің салмағы тростың нормалық беріктілік коэффициентінен аспау қажет. Сондықтан талаптарды қанағаттандыратын көтергіш арқанның көлденең қимасын таңдау қажет.

4.3 Жарықтандыруды есептеу

Адамдар көп жиналатын ғимараттарда, әдетте, табиғи жарықтандыру болуы керек.

Жаңа ғимараттарды жобалау кезінде, ескі ғимараттарды қайта құру және басқа да объектілерді табиғи жарықтандыруды жобалау кезінде табиғи жарықкоэффициентінің қалыпты құнын қамтамасыз ететін жарық саңылауларының ауданын ҚР ҚНЖЕ 2.04-05-2002 талаптарына сәйкес анықтау қажет.

«Табиғи және жасанды жарықтандыру. Жобалау нормалары».

Кесте 4.1 – Берілген мәндер

Ғимарат түрі	Ғимараттың параметрлері				Көру жұмысының разряды	$\rho_{\text{пот}}$	$\rho_{\text{стен}}$	$\rho_{\text{пол}}$	$h_{\text{нок, м}}$	Жарық белдеуі	$H_{\text{зд}}$	Жақын маңдағы ғимаратқа дейінгі қашықтық Р
	L, м	B, м	H, м	$h_{\text{ок, м}}$								
Оқу зертханасы	6	6	3,5	2	IV, б	50	50	10	1	Алматы қаласы	16	50

4.4 Табиғи жарықтандыруды есептеу

Бүйірлік жарықтандырудағы бүйірлік тесіктердің ауданы келесі формуладан анықталады:

$$100 \frac{S_0}{S_n} = \frac{e_N K_3 \eta_0 K_{\text{зд}}}{\tau_0 r_1} \quad (4.1)$$

мұндағы S_0 - бүйірлік жарықтандыру кезінде жарық саңылауларының ауданы, м²;

S_n - Бөлменің ауданы, м²;

e_n - табиғи жарықтандыру факторының нормаланған мәні;

K_3 - запас коэффициенті;

η_0 - терезенің жарық сипаттамасы;

τ_0 - жарықтың жалпы өтімділігі коэффициенті;

r_1 - бөлменің бетінен және ғимаратқа іргелес жатқан қабаттан көрсетілетін жарықпен жанама жарықпен табиғи жарықтандыру коэффициентінің өсуін ескерілетін фактор;

$K_{\text{зд}}$ - бұл ғимаратқа қарсы тұрған ғимараттар арқылы терезелердің қараңғы болуын ескеретін коэффициент.

Бөлменің еден аймағын анықтаймыз:

$$S_n = L \cdot B = 6 \cdot 6 = 36 \text{ м}^2. \quad (4.2)$$

Табиғи жарықтандырудың нормаланған коэффициентінің мәнін әртүрлі аудандарда орналасқан ғимараттар үшін келесі формула бойынша анықтай аламыз:

$$e_N = e_H m_N. \quad (4.3)$$

мұндағы m_N - кестеден анықталған жарық белдеуі коэффициенті
 e_H - табиғи жарықтандыру коэффициентінің мәні.

Белгіленген жарық белдеуі үшін, бұл жағдайда Алматы қаласы, солтүстікке (ғимараттың сыртқы қабырғаларына) жарық саңылауларын бағыттаймыз, содан кейін $m_N = 0.75$ аламыз.

Табиғи жарықтандыру үшін (жарықтандыру кезінде) IV, б көру жұмысының разрядын ескере отырып, табиғи жарықтандыру факторының мәні $e_H = 1.5$.

Сонда табиғи жарықтандыру факторының нормаланған мәні:

$$e_N = 1,5 \cdot 0,75 = 1,125. \quad (4.4)$$

Ғимарат түрін таңдап және жарық тарататын материалдардың орналасуын ескере отырып (тік орналасуды қабылдаңыз) запас коэффициентін табамыз: $K_3 = 1,2$.

Жарық сипаттамасын анықтау үшін, η_0 , бөлменің ұзындығының оның биіктігіне және бөлменің тереңдігіне қатынасын есептеу қажет, және әдеттегі жұмыс бетінің деңгейінен терезенің жоғарғы жағына қарай биіктігіне қарай (есептелген биіктік) есептеу қажет.

$$\frac{l}{h_{\text{расч}}}. \quad (4.5)$$

Бөлмеде бір жақты жарықтандыру болғанда, тереңдігі:

$$l = B - 1 = 6 - 1 = 5 \text{ м}. \quad (4.6)$$

$h_{\text{расч}}$ есептеу үшін, біз жұмыс бетін биіктігі $h_{\text{рп}} = 0,9$ м.

$$h_{\text{расч}} = h_{\text{ок}} + h_{\text{нок}} - h_{\text{рп}} = 2 + 1 - 0,9 = 2,1 \text{ м}. \quad (4.7)$$

Сонда:

$$\frac{L}{l} = \frac{6}{5} = 1,2, \quad (4.8)$$

$$\frac{l}{h_{\text{расч}}} = \frac{5}{2,1} = 2,38. \quad (4.9)$$

Осыдан кейін η_0 мәнін табамыз:

$$\eta_0 = 17$$

Толық жарық өткізу коэффициенті τ_0 , төмендегі формула бойынша есептеледі:

$$\tau_0 = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4. \quad (4.10)$$

мұнда τ_1 - бұл материалдың жарық өткізгіштігі. Жеңіл тарататын материал ретінде шыны терезе екі парағын аламыз:

$$\tau_1 = 0,8$$

τ_2 - жарық қалқанының байланыстарындағы жарық жоғалуын ескеретін коэффициент. Терезелер үшін байланыстырушы ретінде, біз бірыңғай ағаш тіректерді қабылдаймыз:

$$\tau_2 = 0.75$$

τ_3 - жарықтың жоғалуын ескеретін коэффициент. Қаптамалардың жүктемелі конструкциялары ретінде біз темір бетонды және ағаштан жасалған формаларды аламыз:

$$\tau_3 = 0,8$$

τ_4 - күн түсуден қорғайтын құрылғылардағы жарықтың жоғалуын ескеретін коэффициент. Біз реттелетін жалюзи мен перделерді қабылдаймыз:

$$\tau_4 = 1$$

$$\tau_0 = 0,8 \cdot 0,75 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,48. \quad (4.11)$$

Бөлме бетінде және ғимаратқа іргелес жатқан қабатта көрсетілетін жарықтың арқасында жарықтандыру кезінде КЕО-нің өсуін ескеретін фактор r_1 , Ол үшін ескерілетін нарсе:

- бөлменің тереңдігін әдеттегі жұмыс бетінің деңгейінен терезенің жоғарғы жағына дейін қатынасы:

$$\frac{l}{h_{\text{расч}}} = \frac{5}{2.1} = 2.38. \quad (4.12)$$

- есептік нүктенің сыртқы қабырғасынан бөлме еніне дейінгі арақатынасы:

$$\frac{l}{B} = \frac{5}{6} = 0.83. \quad (4.13)$$

- бөлменің ұзындығының тереңдікке қатынасы:

$$\frac{L}{l} = \frac{6}{5} = 1.2.$$

- төбенің, қабырғалардың және едендердің орташа өлшенген коэффициенті:

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{\rho_{\text{пот}} + \rho_{\text{ст}} + \rho_{\text{пол}}}{3} = \frac{50 + 50 + 10}{3} = 36,7. \quad (4.14)$$

$$r_1 = 1,95.$$

$H_{3Д} = 16$ м және $P = 50$ м (жақын маңдағы ғимаратқа дейінгі қашықтықты) ескере отырып, қарама-қарсы ғимараттармен терезелердің қараңғы болуын ескеретін коэффициентті анықтаймыз:

$$\frac{P}{H_{3Д}} = \frac{50}{16} = 3,125 = K_{3Д} = 1. \quad (4.14)$$

Бүйірлік тесіктердің ауданын есептеңіз:

$$S_0 = \frac{S_n e_n K_{3\eta_0} K_{3Д}}{100 \tau_0 r_1}. \quad (4.15)$$

$$S_0 = \frac{36 \cdot 1,125 \cdot 1,2 \cdot 17 \cdot 1}{100 \cdot 0,48 \cdot 1,95} = 8,83 \text{ м}^2. \quad (4.16)$$

$$S_{\text{ок}} = \frac{S_0}{2} = \frac{8,83}{2} = 4,415 \text{ м}^2. \quad (4.17)$$

Терезенің қажетті ұзындығын табыңыз:

$$L_{\text{ок}} = \frac{S_{\text{ок}}}{h_{\text{ок}}} = \frac{4,415}{2} = 2,21 \text{ м}. \quad (4.18)$$

Оқу лабораториясының қажетті жарықтандыруын қамтамасыз ету үшін ұзындығы 2,21 метр және биіктігі екі метр болатын екі терезе қажет.

4.5 Жасанды жарықтандыруды есептеу

IV, б көру жұмыстарын орындау үшін қалыпты жарықтандыру 500 лк. Лабораторияны жарықтандыру үшін әрқайсысында LB-40 түріндегі 2 газоразряд лампасымен 8 шам пайдаланылады. Әр шамның қуаты 40 Вт, жарық ағыны 2800 лм.

Барлық лампалардың жалпы жарық ағыны келесі формула бойынша есептеледі:

$$\Phi_{\text{общ}} = N \Phi_{\text{л}}. \quad (4.19)$$

мұндағы N - шамдардың жалпы саны;

$\Phi_{\text{л}}$ -бір шамның жарық ағыны, лм.

Барлық жарықтың ағыны:

$$\Phi_{\text{общ}} = 8 \cdot 2800 = 22400 \text{ лм.} \quad (4.20)$$

Нақты көлденең жарықтылық мына формула бойынша анықталады:

$$E_{\nu.\text{факт}} = \frac{\Phi_{\text{общ}}}{S}. \quad (4.21)$$

бұнда $\Phi_{\text{общ}}$ - жалпы жарық ағыны, лм;

S -ғимарат ауданы, м².

Нақты көлденең жарықтандыру:

$$E_{\nu.\text{факт}} = \frac{22400}{36} = 622.2 \text{ лк.} \quad (4.22)$$

Тексеру:

$$E_{\nu.\text{факт}} > E_{\nu.\text{н.}} \quad (4.23)$$

$$622,2 > 500$$

Алынған мәндер нормативтік мәндерден көп, демек жарықтандыру жарықтың нормативтік мәндерін қанағаттандырады.

5 Экономикалық бөлім

5.1 Берілген мәндер және тапсырма

Бұл жобаны іске асырудың экономикалық тиімділігі мен орындылығын тексеру үшін экономикалық негіздеме қажет. Салыстыру үшін екі нұсқа қарастырамыз:

1. Автоматты релелік-контакторлық басқару жүйесі;
2. Автоматтандырылған жиілікпен басқарылатын электр жетегі жүйесі.

Бірінші нұсқа үшін бастапқы деректер 5.1.1 кестеде келтірілген, ал екінші нұсқаның деректері сәйкесінше 5.1.2 кестеде көрсетілген.

5.1.1 кесте – Бірінші нұсқа үшін капиталды салымдар

№	Қондырғылар атауы	Дана, саны	Көтерме бағасы, мың тг.	Бағасы, мың тг	Транспортты-монтаждау шығыны, мың тг.	Толық бастапқы бағасы, мың тг.
1	Электрқозғалтқыш	4	200	800	25	825
2	Контакторлар	6	15	90	3	93
3	Жылулық реле	3	20	60	3	63
4	Ақырғы ажыратқыш	11	3	33	3	36
5	ПЛК100	1	71	71	6	77
6	СПК207	1	184	184	6	190
7	МВВ110-16Д	1	25	25	6	31
	Барлығы:			1263	52	1315

5.1.2 кесте – Екінші нұсқа үшін капиталды салымдар

№	Қондырғылар атауы	Дана, саны	Көтерме бағасы, мың тг.	Бағасы, мың тг	Транспортты-монтаждау шығыны, мың тг.	Толық бастапқы бағасы, мың тг.
1	Электрқозғалтқыш	4	200	800	25	825
2	Контакторлар	6	15	90	3	93
3	Ақырғы ажыратқыш	11	3	33	3	36
4	ПЛК100	1	71	71	6	77
5	СПК207	1	184	184	6	190

6	Басқару релесі	6	2	12	3	15
7	Пакетті ажыратқыш	1	20	20	3	23
8	МВВ110-16Д	1	25	25	6	31
9	ПЧВ101-К37-В	3	56	168	6	174
10	БУСТ	1	53	53	6	59
	Барлығы:			1466	67	1523

5.2 Эксплуатацияға кеткен шығындарды есептеу

Эксплуатациондық шығындарға амортизациялық аударымдар I_a , электр жетегі пайдаланытын энергия шығыны $I_{ш}$, электр қондырғылардың жөндеу жұмыстарына кеткен шығын құны $I_{жж}$, бір жылдық қалыпты эксплуатация үшін еңбек ақы I_{ea} және басқа да шығындар $I_{бш}$ кіреді.

$$I = I_a + I_{ш} + I_{ea} + I_{жж} + I_{бш}. \quad (5.1)$$

1. Амортизациялық аударымдар I_a төмендегі формула бойынша анықталады:

$$I_a = (N \cdot \Phi) / 100\%. \quad (5.2)$$

мұндағы N - жылдық орташа амортизация нормасы (12%)

Φ - қондырғының алғашқы бағасы, теңге

Бірінші нұсқа үшін амортизациялық аударымдар:

$$I_a = \frac{12\% \cdot 1315}{100\%} = 157,8 \text{ мың теңге}. \quad (5.3)$$

Екінші нұсқа үшін амортизациялық аударымдар:

$$I_a = \frac{12\% \cdot 1523}{100\%} = 182,76 \text{ мың теңге}. \quad (5.4)$$

2. Электр энергиясына кететін шығынды $I_{ш}$ келесі формуламен анықтаймыз:

$$I_{ш} = \frac{P_c t_y T}{1000}. \quad (5.5)$$

мұндағы P_c - номиналды қуат

t_y - белсенді жұмыс уақытының қоры (4000 сағ)

T - энергияның 1 кВт/сағ тарифі (21.99 теңге)

Бірінші нұсқа үшін номиналды қуат $P_c = 1.2$ кВт тең болғанда, электр энергиясының шығыны:

$$I_{ш} = \frac{1.2 \cdot 4000 \cdot 21.99}{1000} = 105.56 \text{ мың теңге.} \quad (5.6)$$

Екінші нұсқа үшін $P_c = 1.4$ кВт тең болғанда, электр энергиясының шығыны:

$$I_{ш} = \frac{1.4 \cdot 4000 \cdot 21.99}{1000} = 123.144 \text{ мың теңге.} \quad (5.7)$$

Сегіз сағаттық жұмыс уақытына арналған жұмысшылардың еңбек ақысы және әлеуметтік салықтарға шегерімдер:

$$I_{ea} = \frac{8 \cdot T_{орт} \cdot \Phi \cdot N \cdot PK \cdot K_d}{1000}. \quad (5.8)$$

Мұндағы $T_{орт}$ - орташа сағаттық еңбек ақы (313 теңге)

Φ - жұмысшының бір жылдағы жұмыс уақытының тиімді қоры ($\Phi=245$ күн)

N - жұмысшылардың саны

PK - қосымша шығындарды өтеуге және еңбек шығының көтеру үшін, жұмыстың орындалуына қарай және ауыр климатты аудандарда тұрып жатқан жұмысшылардың еңбек ақысын көтерудің аудандық коэффициент көрсеткіші.

$PK = 1$

K_d - қосымша жалақы мөлшерін ескеретін коэффициент. $K_d = 1.3$

Бірінші нұсқа үшін жұмысшылар саны $N = 1$, сонда еңбек ақы:

$$I_{ea} = \frac{8 \cdot 313 \cdot 245 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1.3}{1000} = 797.52 \text{ мың теңге.} \quad (5.9)$$

Екінші нұсқа үшін жұмысшылар саны $N = 2$, себебі, жиілік түрлендіргіштеріне қызмет көрсету үшін тағы бір жұмысшы қажет болады, сонда еңбек ақы:

$$I_{ea} = \frac{8 \cdot 313 \cdot 245 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1.3}{1000} = 1595.05 \text{ мың теңге.} \quad (5.10)$$

Зейнетақы қорына аударылғаннан кейінгі еңбек ақы мөлшері:

$$I_{оп} = 0.9 I_{ea}. \quad (5.11)$$

Бірінші нұсқа үшін:

$$I_{оп} = 0.9 \cdot 797.52 = 717.77 \text{ мың теңге.} \quad (5.12)$$

Екінші нұсқа үшін:

$$I_{оп} = 0.9 \cdot 1595.05 = 1435.54 \text{ мың теңге.} \quad (5.13)$$

Әлеуметтік салықтарға шегерімдер:

$$I_{ос} = 0.11 I_{оп}. \quad (5.14)$$

Бірінші нұсқа үшін:

$$I_{ос} = 0.11 \cdot 717.77 = 78.95 \text{ мың теңге.} \quad (5.15)$$

Екінші нұсқа үшін:

$$I_{ос} = 0.11 \cdot 1435.54 = 157.91 \text{ мың теңге.} \quad (5.16)$$

Электр қондырғылардың қызмет көрсетуіне және жөндеу жұмыстарына кеткен шығын құнын есептейміз:

$$I_p = I_{обс} + C_{мат} + H_p. \quad (5.17)$$

мұндағы $I_{обс}$ - қызмет көрсеткен және жөндеу жұмыстарын жасаған жұмысшылардың жалақысы

$C_{мат}$ - жөндеу жұмыстарына пайдаланылатын материалдар құны

H_p - үстемелік шығындар

Қызмет көрсеткен және жөндеу жұмыстарын жасаған жұмысшылардың жалақысы келесі формуламен анықталады:

$$I_{обс} = I_{еа} \cdot K_d. \quad (5.18)$$

Бірінші нұсқа үшін:

$$I_{обс} = 797.52 \cdot 1.3 = 1036.78 \text{ мың теңге.} \quad (5.19)$$

Екінші нұсқа үшін:

$$I_{обс} = 1595.05 \cdot 1.3 = 2073.56 \text{ мың теңге.} \quad (5.20)$$

$C_{мат}$ - қондырғының бастапқы құнының 3.5% ғана құрайды:

Бірінші нұсқа үшін:

$$C_{мат} = 0.035 \cdot 1315 = 46.02 \text{ мың теңге.} \quad (5.21)$$

Екінші нұсқа үшін:

$$C_{\text{мат}} = 0.035 \cdot 1523 = 53.31 \text{ мың теңге.} \quad (5.22)$$

Үстемелік шығындар жұмысшылардың жалақысының 60% құрайды:

$$H_p = 0.6 \cdot I_{\text{ea}}. \quad (5.23)$$

Бірінші нұсқа үшін:

$$H_p = 0.6 \cdot 797.52 = 478.51 \text{ мың теңге.} \quad (5.24)$$

Екінші нұсқа үшін:

$$H_p = 0.6 \cdot 1595.05 = 957.03 \text{ мың теңге.} \quad (5.25)$$

Бірінші нұсқа үшін электр қондырғылардың жөндеу жұмыстарына және техникалық қызмет көрсетуіне кеткен жалпы шығын құны:

$$I_p = 1036.78 + 46.02 + 478.51 = 1561.31 \text{ мың теңге.} \quad (5.26)$$

Екінші нұсқа үшін электр қондырғылардың жөндеу жұмыстарына және техникалық қызмет көрсетуіне кеткен жалпы шығын құны:

$$I_p = 2073.56 + 53.31 + 957.03 = 3083.9 \text{ мың теңге.} \quad (5.27)$$

Басқа шығындар $I_{\text{бш}}$ келесі формуламен анықталады:

$$I_{\text{бш}} = 0.05(I_a + I_{\text{п}} + I_p + I_{\text{зп}}). \quad (5.28)$$

Бірінші нұсқа үшін басқа шығындар:

$$I_{\text{бш}} = 0.05(157.8 + 105.56 + 1561.31 + 797.52) = 131.11 \text{ мың теңге.} \quad (5.29)$$

Екінші нұсқа үшін басқа шығындар:

$$I_{\text{бш}} = 0.05(182.76 + 123.14 + 3083.9 + 1595.05) = 249.24 \text{ мың теңге.} \quad (5.30)$$

Бірінші нұсқа үшін эксплуатацияға кеткен шығындардың қосындысы:

$$I = 157.8 + 105.56 + 1561.31 + 797.52 + 131.11 = 2753.3 \text{ мың теңге.} \quad (5.31)$$

Екінші нұсқа үшін эксплуатацияға кеткен шығындардың қосындысы:

$$И = 182.76 + 123.14 + 3083.9 + 1595.05 + 249.24 = 5234.09 \text{ мың теңге.}$$

Барлық шығындарды 5.2 кестеге келтіреміз
5.2 кесте – Эксплуатациялық шығындар сметасы

Шығындар атауы	Шығын құны, мың теңге	
	Бірінші нұсқа	Екінші нұсқа
Амортизациялық аударымдар	157,8	182.79
Тұтынылатын энергия	105,56	123.14
Жөндеу жұмыстарының шығыны	1561,31	3083.9
Жұмысшылар жалақысы	797,52	1595.05
Әлеуметтік салық шегерімі	78,95	157.91
Басқа шығындар	131,11	249.24
Барлығы	2753,3	5234.09

5.3 Жобаның экономикалық тиімділігін тексеру

Екі нұсқаны салыстыру үшін минималды шығындар әдісін пайдаланамыз.

Нәтижесінде келтірілген шығындар:

$$КШ = C + E_n \cdot K. \quad (5.32)$$

мұндағы C - жылдық эксплуатациялық шығындар көлемі (теңге)

K - капиталдық салымдар коэффициенті

E_n - капиталды салымдар үшін салыстырмалы экономикалық тиімділігінің коэффициенті ($E_n=0.15$)

Бірінші нұсқа үшін келтірілген шығындар көлемі:

$$КШ_1 = 2753.3 + 0.15 \cdot 1315 = 2950.55 \text{ мың теңге.} \quad (5.33)$$

Екінші нұсқа үшін келтірілген шығындар көлемі:

$$КШ_2 = 5234.09 + 0.15 \cdot 1523 = 5462.54 \text{ мың теңге.} \quad (5.34)$$

Есептеулер нәтижесінде бізге бірінші нұсқа тиімді болып табылады

Экономикалық эффект төмендегі формуламен анықталады:

$$\mathcal{E} = КШ_2 - КШ_1. \quad (5.35)$$

$$\mathcal{E} = 5462.54 - 2950.55 = 2511.99 \text{ мың теңге.} \quad (5.36)$$

Бірінші нұсқа қымбат жиілікті түрлендіргіштерден бас тартуға байланысты тиімді. Мұндай жобаның өтелу мерзімі:

$$T = \frac{K}{\mathcal{E}} = \frac{1315}{2511.99} = 0.52 \text{ жыл.} \quad (5.37)$$

Бірінші нұсқада эксплуатациялық шығындардың және техникалық қызмет көрсету персоналының аз болуына байланысты бұл жобаның өтемділік мерзімі жарты жылдан аз уақытты қамтиды.

Қорытынды

Бұл дипломдық жұмыста көпірлік кранның қысқаша техникалық сипаттамасы қарастырылды. Көпірлік кранның электр жетектерінің кинематикалық сұлбасы тұрғызылып, статикалық сипаттамаларға есептеулер жүргізілді. Көпірлік кранның электр жетегін қорғау және басқару құралдары таңдалып, асинхронды қозғалтқыштың жиілікті реттеу автоматты басқару жүйесіне қойлатын негізгі талаптарға негіздеме жүргізілді. Көпірлік кранның автоматтандырылған электржетегінің құрылымдық схемасы жасалды. Жүйені MATLAB имитациялы-интерактивті ортасында компьютерлік модельдеу жасалды.

Өміртіршілік қауіпсіздік негіздері бөлімінде оператордың бөлмесі мен оның ішіндегі орналасқан жұмыс орнына талдау жасалынды. Оператордың жұмыс жағдайы талданып, ондағы табиғи және жасанды жарықтандыруды есептедік. Есептеулер нәтижесінде қауіпсіздік техникасына, еңбекті қорғауға, өрттен қорғауға шаралар қарастырылды. Жарықтандыру жүйесі барлық нормаларға сай келеді.

Экономика бөлімінде берілген мәндер мен тапсырмалар бойына эксплуатацияға кеткен шығын көлемін анықтадық. Жобаны іске асырудың экономикалық тиімділігі мен орындалуын тексеру үшін экономикалық негіздеме жасадық. Жобаның тиімділігін тексеру үшін екі нұсқаны салыстырып қарастырамыз: автоматты релелік-контакторлық басқару жүйесі және автоматтандырылған жиілікпен басқарылатын электр жетегі жүйесі. Есептеулер нәтижесінде бірінші нұсқада эксплуатациялық шығындардың және техникалық қызмет көрсету персоналының аз болып шықты. Осыған байланысты бұл жобаның өтемділік мерзімі жарты жылдан аз уақытты қамтиды.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Кацман М. М. Электрические машины. – М.: Высшая школа, 1990. – 463с.
2. Н.Г. Павлов – Примеры расчетов кранов
3. А.Б. Верник - Большие грузоподъемные краны
4. Н.С. Ушаков – Мостовые электрические краны. Машиностроение, 1980. 296с.
5. Жакупов А.А., Валиева Л.Ш., Соколова И.С. Экономика отрасли. Конспект лекций для студентов специальности 5В071800 – Электроэнергетика - Алматы: АУЭС, 2013. – 50 с.
6. Жакупов А.А., Валиева Л.Ш.- ДИПЛОМДЫҚ ЖОБАЛАРДА ЭКОНОМИКАЛЫҚ БӨЛІМІН ОРЫНДАУ, 5В071800-Электр энергетикасы мамандығының студенттеріне арналған әдістемелік нұсқаулықтар
7. Абдимуратов Ж.С., Мананбаева С. Е. Безопасность жизнедеятельности
8. Методические указания к выполнению раздела «Расчёт производственного освещения выпускных работах для всех специальностей. Бакалавриат – Алматы: АИЭС, 2009.
9. СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ Республики Казахстан СН РК 2.04-02-2002 Естественное и искусственное освещение
10. М.К. Дюсебаев, Ж.С. Абдимуратов.: Производственная санитария «Безопасность жизнедеятельности и защиты окружающей среды». – Алматы 2012 г
- 11.Крановый электропривод: Справочник / А.Г. Яуре, Е.М. Певзнер. - М.: Энергоатомиздат, 1988г.
- 12.Электромагнитные и электромеханические процессы в частотно – регулируемых асинхронных электроприводах. Поздеев А.Д Чебоксары, 1998. 172 б.
- 13.Хакімжанов Т.Е. Еңбек қорғау. Жоғары оқу орындары үшін оқу құралы. – Алматы: «ЭВЕРО», 2008 – 240 б.
- 14.М. К. Дюсебаев “Безопасность жизнедеятельности”.: Методические указания к выполнению раздела в дипломных проектах для студентов всех форм обучения специальностей направления 210000-Электроэнергетика. – Алматы.: АИЭС, 2003. – 27 с.