

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

Нұрғали Ерсін Есенұлы

Көпірлі қранның автоматтандырылған электр жетегі жүйелеріндегі энергия тұтынуды талдау
және оңтайландыру

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

НАО «КазНУТУ им.К.И.Сатпаева»

Институт энергетики

и машиностроения

КОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

«Энергетика» кафедрасының

менгерушісі

PhD, қауымдастырылған профессор

Е.А.Сарсенбаев

«15» 06 2024 ж.

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «Көпірлі кранның автоматтандырылған электр жетегі жүйелеріндегі энергия тұтынуды талдау және оңтайландыру»

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

Орындаған:

Нұрғали Е.Е.

Пікір бергені

ТОО «NEWGEN ELECTRICAL» директоры

Н.Б.Қулышев

«14» 06 2024 ж.



Ғылыми жетекші

Магистр, аға оқытушы

Ә.О.Бердібеков

«14» 06 2024 ж.

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты


«Энергетика» кафедрасы

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

БЕКІТЕМІН

«Энергетика» кафедрасының
меңгерушісі

PhD, қауымдастырылған профессор

 Е.А.Сарсенбаев

«01» 01 2024 ж.

**Дипломдық жобаны орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Нұрғали Ерсін

Тақырыбы: Көпірлі кранның автоматтандырылған электр жетегі жүйелеріндегі энергия тұтынуды талдау және оңтайландыру

Университеттің академиялық мәселелер жөніндегі проректорының 04.12.2023 ж. № 548-П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі 9- маусым 2024 жыл

Дипломдық жобаның бастапқы берілістері: Бастапқы берілістер 13 бетте көрсетілген.

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Көпірлі кран мен электр жетегіне әдеби шолу;

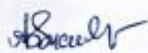


б) Есептеу арқылы автоматтандырылған электр жетегін таңдау.

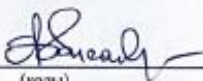
Ұсынылатын негізгі әдебиет 9 атау

Дипломдық жобаны дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Негізгі бөлім	25.04.24 – 05.05.24 ж.	—
Арнайы бөлім	05.05.24 – 10.05.24 ж.	—

Дипломдық жоба бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жобаға қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілердің аты-жөні, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	Ә.О.Бердібеков, магистр, аға оқытушы	04.06.24	
Арнайы бөлім	Ә.О.Бердібеков, магистр, аға оқытушы	10.06.24	
Норма бақылау	Ә.О.Бердібеков, магистр, аға оқытушы	14.06.24	

Ғылыми жетекшісі  Ә.О.Бердібеков
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған студент Е.Е.Нұрғали
(қолы)

Күні «25» 07 2024ж.

АННОТАЦИЯ

Дипломдық жұмыста зерттеу талдауы орындалды, ол көпірлі кранның автоматтандырылған электр жетегі жүйелерінде энергия тұтынуды оңтайландыруды бағалаған. Көпір кранының оңтайлы құрылымы мен оның орнын ауыстыру механизмін анықтау үшін қажетті есептеулер жүргізілді, сондай-ақ ыңғайлы электр қозғалтқыш жүйелері таңдалды

АННОТАЦИЯ

В дипломной работе был выполнен исследовательский анализ, который оценивал оптимизацию энергопотребления в системах автоматизированного электропривода мостового крана. Проведены необходимые расчеты для определения оптимальной конструкции мостового крана и его механизма перемещения, а также выбраны подходящие электродвигательные системы

ANNOTATION

In the thesis, a research analysis was performed, which evaluated the optimization of energy consumption in the systems of the automated electric drive of the bridge crane. The necessary calculations have been carried out to determine the optimal design of the bridge crane and its movement mechanism, and suitable electric motor systems have been selected.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Тақырыпты таңдау негіздемесі	8
1.1	Көпірлі крандардың автоматтандырылған электр жетектеріндегі энергия тұтыну проблемасының өзектілігі	9
1.2	Зерттеудің мақсаттары мен міндеттері	10
2	Электр жетегіне әдеби шолу	
2.1	Электр жетегінің негізгі ерекшеліктері	12
2.2	Электр жетегінің құрылысы мен классификациясы	13
2.3	Электр жетегінің негізгі компоненттері	14
3	Көпір кранына әдеби шолу	
3.1	Көпір кранның түрлері	17
3.2	Көпір кранның жұмыс істеу принципі	18
4	Негізгі компоненттер мен тораптарды есептеу және таңдау	
4.1	Дөңгелектердегі статикалық жүктемелер	19
4.2	Электр жетегінің түрі және ток түрін таңдауды негіздеу	22
5	Электр жетектерін пайдалану кезінде электр тұтынудың төмендеуін талдау	45
	Қорытынды	49
	Қолданылған әдебиеттер	50

КІРІСПЕ

Өнеркәсіп пен технологиялар экономикалық және әлеуметтік дамудың неғұрлым маңызды құрамдас бөліктеріне айналған қазіргі заманғы контексте энергия тиімділігі өнеркәсіп кәсіпорындарының орнықты және экологиялық қауіпсіз жұмыс істеуін қамтамасыз етудің негізгі аспектісіне айналады. Климаттың өзгеруі мен энергия үнемдеу шешімдеріне қажеттіліктің өсіп келе жатқан санасы өнеркәсіпті қоса алғанда, экономиканың түрлі секторларында энергия тұтынуды оңтайландыру жөнінде шаралар қабылдауға итермелейді.

Осы контексте көптеген өнеркәсіптік процестерде шешуші рөл атқаратын автоматтандырылған электр жетегі жүйелеріндегі энергия тұтынуды талдау және оңтайландыру ерекше маңызды болып табылады. Электр жетектері жүктердің орнын ауыстыруды, жабдықты манипуляциялауды және кәсіпорындарда әртүрлі операцияларды орындауды қамтамасыз етеді. Олардың жұмысын оңтайландыру энергияға жұмсалатын шығындарды қысқарту және өндіріс тиімділігін арттыру есебінен елеулі экономикалық пайда әкелуі мүмкін.

Көпірлі кранның автоматтандырылған электр жетегі жүйелерінде энергия тұтынуды оңтайландыру ерекше қызығушылық тудырады. Көпір крандары өнеркәсіп пен логистикада ірі көлемді жүктерді алыс қашықтықтарға тасымалдау үшін кеңінен қолданылады. Олардың жұмысы елеулі энергетикалық ресурстарды талап етеді, сондықтан осындай жүйелерде энергия тұтынуды тиімді басқарудың стратегиялық маңызы бар

Осы зерттеудің мақсаты энергия тиімділігін арттыру және операциялық шығындарды азайту мақсатында көпірлі кранның автоматтандырылған электр жетек жүйелерінде энергия тұтынуды басқарудың тиімді әдістерін әзірлеу және іске асыру болып табылады. Осы мақсатқа қол жеткізу үшін қолданыстағы электр жетек жүйелерін талдауды, энергия тұтыну туралы деректерді жинау және талдау әдістерін әзірлеуді, энергия тұтынуды басқарудың әртүрлі стратегияларын зерттеуді және ұсынылған шешімдердің тиімділігін эксперименттік растауды қоса алғанда, бірқатар міндеттерді орындау қажет.

Осы зерттеудің нәтижелері операциялық шығыстардың төмендеуіне, өндірістік тиімділіктің ұлғаюына және өндірістің экологиялық ізінің жақсаруына алып келетін өнеркәсіптік кәсіпорындар үшін маңызды практикалық мәнге ие болуы мүмкін. Бұдан басқа, олар энергия тұтынуды басқарудың жаңа технологиялары мен әдістерін дамытуға ықпал ете алады, бұл өнеркәсіптің орнықты дамуы бағытындағы маңызды қадам болып табылады.

1 Тақырыпты таңдау негіздемесі

Дипломдық жұмыс үшін «Көпірлі кранның автоматтандырылған электр жетегі жүйелерінде энергия тұтынуды талдау және оңтайландыру» тақырыбын таңдау бірнеше негізгі факторларға негізделеді:

1) Проблеманың өзектілігі мен маңыздылығы: қазіргі уақытта энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру өнеркәсіп пен жалпы экономикадағы негізгі басымдықтардың бірі болып табылады. Көпір крандары өнеркәсіптің әртүрлі салаларында жүктерді тасымалдау үшін кеңінен пайдаланылатынын ескере отырып, олардың энергия тұтынуын оңтайландыру мәселесі әсіресе өзекті болып отыр.

2) Өнеркәсіп үшін ықтимал пайда: Көпір кранының автоматтандырылған электр жетегі жүйелерінде энергия тұтынуды талдау мен оңтайландырудың тиімді әдістерін әзірлеу өнеркәсіп кәсіпорындары үшін едәуір пайда әкелуі мүмкін. Энергияға арналған шығыстарды қысқарту және өндірістік тиімділікті арттыру кәсіпорындардың бәсекеге қабілеттілігін жақсартуы және қоршаған ортаға теріс әсерін төмендетуі мүмкін.

3) Техникалық күрделілік және ғылыми мүдде: Автоматтандырылған электр жетек жүйелерінде энергия тұтынуды зерттеу электр жетектерінің жұмыс істеуінің техникалық аспектілерін, сондай-ақ деректерді талдау және тиімді басқару стратегияларын әзірлеу саласындағы дағдыларды терең түсінуді талап етеді. Осы міндеттерді шешу ғылыми қоғамдастық үшін қызығушылық тудырады және энергия үнемдеу саласындағы жаңа технологиялар мен әдістерді дамытуға ықпал етуі мүмкін.

4) Нәтижелерді практикалық қолдану: Көпірлі кранның автоматтандырылған электр жетегі жүйелерінде энергия тұтынуды талдау және оңтайландыру жөніндегі зерттеу нәтижелері өнеркәсіптік тәжірибеде тікелей қолданылуы мүмкін. Бұл таңдалған тақырыпты академиялық тұрғыдан ғана емес, іс жүзінде пайдалы етеді.

Осылайша, дипломдық жұмыс үшін осы тақырыпты таңдау оның өзектілігіне, өнеркәсіп үшін әлеуетті пайдасына, ғылыми қызығушылығына және зерттеу нәтижелерінің практикалық қолданылуына негізделген.

1.1 Көпірлі крандардың автоматтандырылған электр жетектеріндегі энергия тұтыну проблемасының өзектілігі

Көпірлі крандардың автоматтандырылған электр жетектеріндегі энергия тұтыну проблемасының өзектілігі оның әртүрлі аспектілерге әсерін қараумен қосымша расталуы мүмкін:

Шығындарды басқару: Электр энергиясына арналған шығындар өнеркәсіптік кәсіпорындардың жалпы пайдалану шығыстарының едәуір бөлігін құрайды. Өндіріс, логистика және құрылыста кеңінен пайдаланылатын көпір крандары өз жұмысы кезінде едәуір мөлшерде электр энергиясын тұтынады. Өнеркәсіптік операциялардың ауқымын және тиеу-түсіру жұмыстарына тұрақты қажеттілікті ескере отырып, энергия тиімділігінің аздап артуының өзі уақыт өте келе қаражатты едәуір үнемдеуге алып келуі мүмкін.

Бәсекелестік артықшылық: Бүгінгі жоғары бәсекеге қабілетті нарықтарда кәсіпорындар бәсекелестерден артықшылық алу тәсілдерін үнемі іздейді. Көпір крандарының автоматтандырылған электр жетектерінің энергия тұтынуын оңтайландыру өндірістік шығындарды төмендетуге ықпал етуі мүмкін, бұл компанияларға неғұрлым бәсекеге қабілетті бағаларды ұсынуға немесе инновациялар мен өсудің басқа салаларына инвестициялауға мүмкіндік береді. Бұдан басқа, энергия тиімділігі саласындағы бастамалар арқылы орнықты даму және қоршаған ортаға ұқыпты қарау қағидаттарын ұстанатындығын көрсету компанияның беделін және оның клиенттер мен инвесторлар үшін тартымдылығын арттыруы мүмкін.

Экологиялық тұрақтылық: Өнеркәсіптік сектор парниктік газдар шығарындыларының және қоршаған орта жай-күйінің нашарлауының негізгі көзі болып табылады. Көпір крандарының жұмысы кезінде энергия тұтынуды қысқарта отырып, өнеркәсіптік кәсіпорындар өздерінің көміртегі ізін азайтып, қоршаған ортаға әсерін барынша азайтуы мүмкін. Бұл Париж келісімі сияқты халықаралық келісімдерде жазылған климаттың өзгеруіне қарсы күрес және орнықты даму мақсаттарына қол жеткізу жөніндегі жаһандық күш-жігермен үйлеседі. Оның үстіне, экологиялық проблемаларды белсенді шешетін компаниялар нормативтік ынталандырудан, жұртшылықтың ізгі ниетінен және брендтің имиджін жақсартудан пайда көре алады.

Ресурс үнемдеу: Энергия тиімділігін арттыру жөніндегі шаралар пайдалану шығыстары мен қоршаған ортаға әсерін төмендетуге ғана емес, табиғи ресурстарды сақтауға да ықпал етеді. Көпір крандары жүйелерінде энергия тұтынуды барынша азайту арқылы өнеркәсіп қазба отынға және басқа да жаңартылмайтын энергия көздеріне сұранысты төмендетуі мүмкін. Бұл ресурстарды үнемдеуге ықпал етеді және шектелген энергия көздеріне тәуелділікті төмендетеді, сол арқылы өнеркәсіптік кәсіпорындардың ұзақ мерзімді тұрақтылығына ықпал етеді.

Технологиялық инновациялар: Көпірлі крандардың автоматтандырылған электр жетектерінің энергия тиімділігін арттыруға ұмтылу басқару жүйелеріндегі, қозғалтқыштар конструкцияларындағы және энергия тұтынуды

басқару әдістеріндегі технологиялық инновациялар мен жетілдіруді ынталандырады. Энергия тұтынуды оңтайландыру үшін зерттеулер мен әзірлемелерге инвестиция салатын компаниялар жабдықтың өнімділігін, оның пайдаланудағы сенімділігі мен икемділігін арттырудан пайда алады. Бұдан басқа, энергия тиімді технологиялар саласындағы инновациялар жаңа нарықтық мүмкіндіктер жасап, аралас салалардағы экономикалық өсуді ынталандыра алады.

Шын мәнінде, көпір крандарының автоматтандырылған электр жетектеріндегі энергия тұтыну проблемасын шешудің өзектілігі шығындар туралы бір сәттік пайымдаулар шеңберінен шығып, бәсекеге қабілеттілікке, қоршаған ортаға ұқыпты қарауға, ресурстарды басқаруға және технологиялық прогреске байланысты неғұрлым ауқымды стратегиялық міндеттерді қамтиды. Осы көп қырлы проблеманы сезіне отырып және оған белсенді ден қоя отырып, өнеркәсіп салалары неғұрлым серпінді және тұрақты дамуға бағдарланған жаһандық экономикада ұзақ мерзімді табысты қамтамасыз ете алады.

1.2 Зерттеудің мақсаттары мен міндеттері

«Көпірлі кранның автоматтандырылған электр жетегі жүйелерінде энергия тұтынуды талдау және оңтайландыру» зерттеудің мақсаттары мен міндеттері былайша тұжырымдалуы мүмкін:

Зерттеу мақсаты:

Энергия тиімділігін арттыру және кәсіпорындардың операциялық шығындарын төмендету мақсатында көпірлі кранның автоматтандырылған электр жетегі жүйелерінде энергия тұтынуды талдау және оңтайландыру әдістерін зерттеу және әзірлеу.

Зерттеу міндеттері:

1) Көпірлі кранның қолданыстағы автоматтандырылған электр жетек жүйелеріне олардың энергия тұтынуына және оған әсер ететін негізгі факторларға назар аудара отырып шолу жүргізу.

2) Көпірлі кранның автоматтандырылған электр жетегі жүйелерінде энергияны тұтыну туралы деректерді жинау және талдау әдістерін әзірлеу. Датчиктерді таңдауды және орнатуды, деректерді мониторингілеу және талдау үшін бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеуді қамтиды.

3) Көпірлі кранның автоматтандырылған электр жетегі жүйелерінде энергия тұтынуды басқарудың әртүрлі стратегияларын зерттеу. Кранның қозғалыс жылдамдығын оңтайландыруды, жүктемені реттеуді, регенеративті тежеуді пайдалануды және басқа да әдістерді қамтиды.

4) Көпірлі кранның автоматтандырылған электр жетегінің нақты жүйелерін пайдалана отырып, тәжірибеде әзірленген әдістерді эксперименттік тестілеу. Жабдықты орнатуды, сынақтар жүргізуді және алынған нәтижелерді талдауды қамтиды.

5) Жүргізілген талдау және эксперименттік деректер негізінде көпірлі

кранның автоматтандырылған электр жетегі жүйелерінде энергия тұтынуды оңтайландыру бойынша ұсынымдарды тұжырымдау. Ұсынымдар басқарудың нақты әдістерін, электр жетек жүйелеріндегі техникалық өзгерістерді, сондай-ақ ұсынылған шешімдердің экономикалық тиімділігін бағалауды қамтуы мүмкін.

Жалпы мақсат көпірлі кранның автоматтандырылған электр жетегі жүйелерінде кәсіпорындарға энергия тұтынуды тиімді басқаруға көмектесетін іс жүзінде қолданылатын әдістер мен ұсынымдарды әзірлеу болып табылады, соның нәтижесінде энергияны үнемдеуге, пайдалану шығыстарын төмендетуге және жалпы өндірістік тиімділікті жақсартуға қол жеткізіледі.

2 Электр жетегіне әдеби шолу

2.1 Электр жетегінің негізгі ерекшеліктері

Электр жетегі - бұл электр энергиясының көмегімен механизмдердің қозғалысын басқаруға арналған жүйе. Ол әртүрлі машиналар мен құрылғылардың қозғалысын қамтамасыз ете отырып, электр энергиясын механикалық энергияға айналдырады. Электр жетектері өнеркәсіпте, көлікте, тұрмыстық техникада және басқа да салаларда кеңінен қолданылады.

Елімізде өндірілетін электр энергиясының 60% -дан астамы электр жетегімен тұтынылады. Дәл осы электр жетегінің басқа да ықтимал типтердің - жылу, гидравликалық және пневматикалық жетектер арасындағы үстем жағдайын айқындайды.

Бұл оның көптеген артықшылықтарымен түсіндіріледі:

1) Электр энергиясын механикалық энергияға неғұрлым үнемді түрлендіру;

2) Қуаттардың және айналу жылдамдықтарының кең спектрі үшін электр қозғалтқыштарын өндіру мүмкіндігі. Қазіргі заманғы электр жетектерінің шығу қуатының диапазоны 100 минутына 1 Ватттан он мың киловатқа дейін, ал айналудың шекті жиілігі 1 минутына осьтік айналымның 1 үлесінен минутына жүз мың айналымға дейін ауытқиды.;

3) Электр жетегінің жоғары тиімділігі, қызмет көрсету персоналы үшін қолайлы жағдайлар, қоршаған ортаның ластануының болмауы, пайдаланудағы сенімділік;

4) Су астында жүзу, агрессивті сұйық және газ тәрізді орта, төмен және жоғары температура сияқты әртүрлі жағдайларда жұмыс істеу үшін электр жетегін жасау мүмкіндігі.;

5) Ұтымды жұмыс істей отырып, жетек жүйесін машинаның атқарушы органына қосуға мүмкіндік беретін электр қозғалтқышының құрылымдық шешімдерінің әртүрлілігі;

6) Жұмыс машинасының атқарушы органы орын ауыстыруының әртүрлі күрделі түрлерін қарапайым құралдармен жүзеге асыру, сондай-ақ қозғалыс бағытын және оның параметрлерін - жылдамдықты, жылдамдықты және т.б. өзгерту мүмкіндігі;

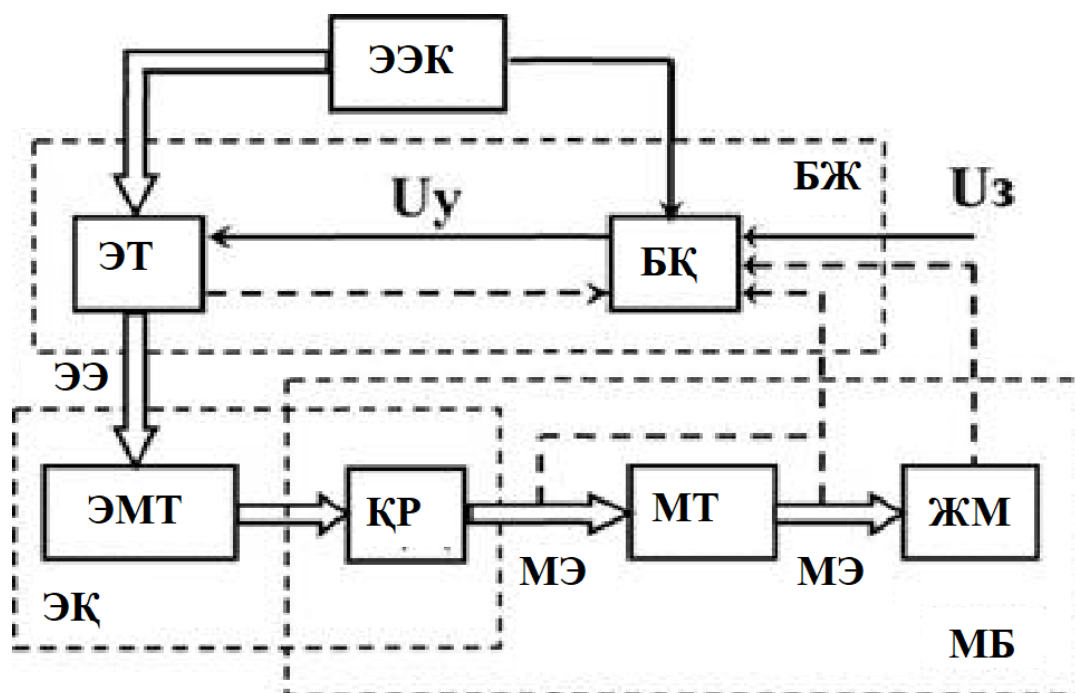
7) Өндірістің қарапайымдылығы және технологиялық процесті автоматтандыру.

Қазіргі заманғы электр жетектерін пайдалану мүмкіндіктері ұдайы кеңейіп келеді.

2.2 Электр жетегінің құрылысы мен классификациясы

Электржетек (ЭЖ) - бұл басқарылатын электрмеханикалық жүйе. Оның мақсаты - электр энергиясын механикалық немесе керісінше түрлендіру және осы процесті басқару.

Орындалатын функцияларға, реттелетін координаталардың түрі мен санына және технологиялық процестерді автоматтандыру дәрежесіне байланысты ЭЖ іске асыру ең алуан түрлі болуы мүмкін.



ЭЭК-электр энергия көзі; ЭТ-электр түрлендіргіш; ЭЭ-электр энергия; БЖ-басқару жүйесі; БҚ- басқару құрылғысы; ЭМТ-электромеханикалық түрлендіргіш; ҚР-қозғалтқыш роторы; МЭ-механикалық энергия; МТ-механикалық түрлендіргіш; ЭҚ- электр қозғалтқыш; МБ-механикалық бөлім; ЖМ-жұмыс машинасы;

1-сурет-Электр жетегінің жалпы құрылымы

Барлық ЭЖ екі топқа бөлінеді: автоматтандырылмаған және автоматтандырылған

Автоматтандырылмаған ЭЖ - қарапайым құралдардың көмегімен адам (оператор) басқаратын ЭЖ. Ол ЭЖ іске қосу мен тоқтатуды, жылдамдықты өзгертуді және оны берілген технологиялық циклге сәйкес реверстеуді жүзеге асырады. ЭЖ операторына көмек көрсету үшін қажетті қорғау, блоктау және дабыл элементтерімен жабдықталған.

Автоматтандырылған ЭЖ-де технологиялық процестің талаптарына

сәйкес басқару операциялары басқару жүйесімен орындалады. Операторға ЭЖ қосу және ажырату, оның жұмысын реттеу және бақылау жөніндегі функциялар жүктеледі

Барлық автоматтандырылған ЭЖ өз кезегінде тағы екі топқа бөлінеді: ашық және тұйық. Осы ЭЖ жұмысының сипатты белгілерін ЭЖ жылдамдығын реттеу мысалында қарастырайық.

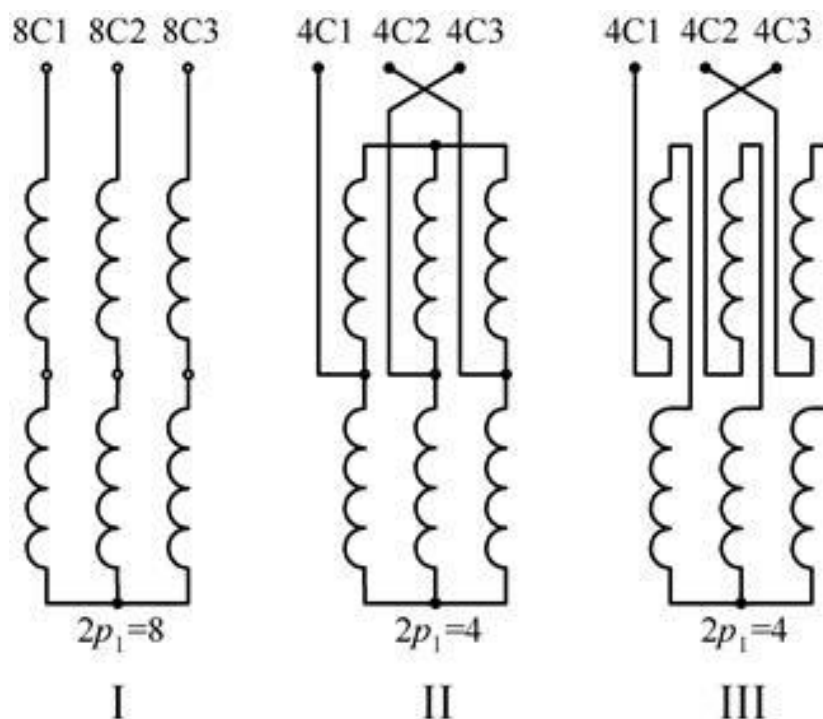
Ашық тұрған ЭЖ жұмысы барлық сыртқы толқулар - қаралып отырған мысалда жүктеме сәті ЭЖ шығыс координатына - оның жылдамдығына әсер етуімен сипатталады. Басқаларыңызбен, ашық ЭЖ оның жұмысында барлық өзгерістер көрініс табатын сыртқы наразылықтардың ықпалынан қайта құрылмаған. Осы себеппен ажыратылған ЭЖ координаттарды реттеудің жоғары сапасын қамтамасыз етпейді, дегенмен қарапайым тежеуішпен ерекшеленеді.

Ажыратылған ЭЖ әдетте қозғалтқыштардың іске қосылуын, тежелуін немесе реверсін қамтамасыз ету үшін қолданылады. Мұндай ЭЖ басқару схемаларында ағымдағы жылдамдық, уақыт, ток немесе жол туралы ақпарат пайдаланылады, бұл көрсетілген процестерді автоматтандыруға мүмкіндік береді.

Кез келген автоматты реттеу жүйесі сияқты тұйық ЭЖ кері байланыстарды пайдалана отырып ауытқу қағидаты бойынша немесе сыртқы наразылықты өтеу қағидаты бойынша іске асырылуы мүмкін. Тұйық жүйелердің негізгі ерекшелік белгісі ЭЖ реттелетін координатына сыртқы бұзылудың әсерін толық немесе ішінара жою болып табылады. Осы жағдайға байланысты тұйық ЭЖ жұмыс машинасының атқарушы органының қозғалысын неғұрлым сапалы басқаруды қамтамасыз етеді, бірақ оның схемалары неғұрлым күрделі болып шығады.

2.3 Электр жетегінің негізгі компоненттері

Үш фазалы асинхронды қозғалтқыштар (АҚ) құрылымның қарапайымдылығының, пайдаланудағы сенімділіктің, төмен габариттік және құндық көрсеткіштердің арқасында электр жетектерінде кеңінен қолданылды. Қуатты жартылай өткізгіш техниканың (жиілік пен кернеудің тиристорлық түрлендіргіштері) дамуымен АҚ реттелетін электр жетектерінде пайдаланыла бастады. Ауыстырып қосудың екі негізгі схемасы бар. «Жұлдыз/қос жұлдыз» схемасы сәттің тұрақтылығымен реттеуді қамтамасыз етеді. Мұндай схеманы айналу жиілігі өзгерген кезде жүктеменің тұрақты әрекет ететін сәтімен электр жетегінде қолданған жөн. «Жұлдыз/жұлдыз» схемасы полюс жұптары санының екі есе өзгеруін береді, бірақ реттеу қуат тұрақтылығы кезінде, яғни жоғары жылдамдыққа ауысу сәті екі есе азаяды. Мұндай схемаларды кедергі сәті айналу жиілігіне кері пропорционалды болатын жетектерде қолдану орынды. Артықшылықтар жұптары санының өзгеруімен жылдамдықты реттеу кезіндегі АҚ механикалық сипаттамалары суретте берілген.



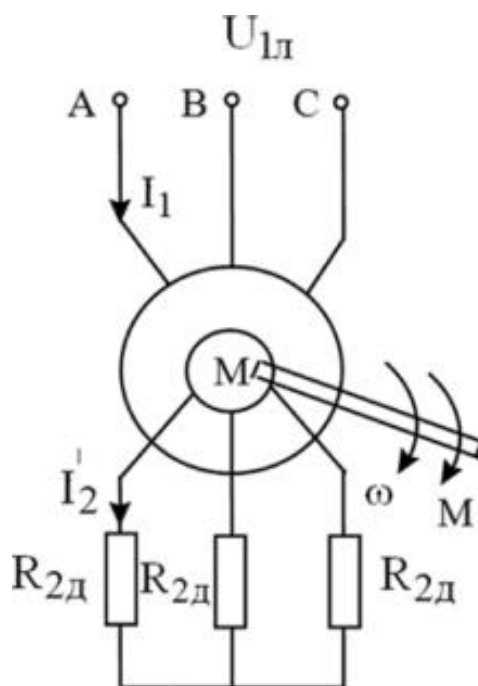
2-сурет-Статор орамаларының катушкалық топтарын қосу схемалары

Көп жылдамдықты АҚ айналу жиілігін сатылы реттеуге жол беретін электр жетектерінде (лифтілердің, желдеткіштердің, станоктардың жетектері) кеңінен қолданылған. Мұндай тәсілдің артықшылығы айналымның бір жиілігінен екіншісіне ауысу кезінде жоғары экономикалық көрсеткіштерді сақтау болып табылады, өйткені ПӘК статорының орамасын ауыстырып қосудың барлық сатыларында және қозғалтқыш қуатының коэффициенті іс жүзінде өзгеріссіз қалады. Кемшіліктерге әдеттегі АҚ-мен салыстырғанда үлкен күрделілік, жоғары габариттер, үлкен құн жатады. Бұдан басқа, статор орамаларын полюстердің әртүрлі жұптарына ауыстыру қажеттілігі коммутациялық аппаратураны күрделендіруді талап етеді, бұл да тұтастай алғанда электр жетегі бағасының өсуіне алып келеді. Қазіргі уақытта бұл тәсіл жиілікті реттеумен ығыстырылып жатыр.

Асинхронды қозғалтқыштың жылдамдығын жиілік реттеу

АҚ жылдамдығын реттеудің жиілік тәсілі басым және негізгі болып табылады. Бірінші кезекте қазіргі уақытта ауыспалы ток машиналарының теориясы дамыған, бұл АҚ-ны басқарудың кейбір позицияларынан оңтайлы заңдарын табуға мүмкіндік берді. Өнеркәсіптік электрониканың дамуы осы заңдарды «темірде» толық көлемде іске асыруға мүмкіндік берді.

Скалярлық, векторлық басқару жүйелері және моментті тікелей басқару жүйелері бар. Басқару тәсілі мен қағидатын таңдау асинхронды электр жетегіне қойылатын статикалық, динамикалық және энергетикалық талаптардың жиынтығымен айқындалады.



3-сурет-фазалық роторы бар үш фазалық асинхронды қозғалтқышты қосу схемасы

Жиілікпен реттелетін асинхронды электр жетегін скалярлық басқару қағидаты АҚ ауыспалы модульдерінің (кернеулердің, магнит ағынының, ток іліністерінің және қозғалтқыш тізбектерінің токтарының) жиілігі мен ағымдағы мәндерінің өзгеруіне негізделген. Бұл қағидат ауыспалы АҚ өлшеу мен реттеудің техникалық қарапайымдылығына, сондай-ақ жылдамдықты басқарудың ашық жүйелерін құру мүмкіндігіне тән болғандықтан кеңінен таралған. Негізгі кемшілік АҚ жылдамдығы мен сәтін динамикалық режимдерде реттеудің қалаулы заңдарын іске асырудың қиындықтарынан тұрады.

Векторлық басқару қағидаты АҚ ауыспалы жиілігі мен ағымдағы мәндерінің өзгеруімен де, полярлық немесе декарттық координаталар жүйесінде олардың векторларының өзара бағдарлануымен де байланысты. Айнымалылардың бұрыштарын бақылаудың арқасында бұл әдіс АҚ-ны статикалық және динамикалық режимдерде толық басқаруды қамтамасыз етеді, бұл скалярлық басқарумен салыстырғанда өтпелі процестердің сапасын айтарлықтай жақсартады.

Моментті тікелей басқару жүйелері векторлық басқару жүйелерінің жалғасы және дамуы болып табылады. Тікелей басқару сәтінің міндеті қозғалтқыштың электромагниттік сәтінің басқарушылық әсерге жылдам реакциясын қамтамасыз ету болып табылады. Моментті өзгерту статор тогына әсер ету жолымен жүргізілетін векторлық басқарудан айырмашылығы, тікелей басқару моментті басқарылатын жүйеде статордың ток ілінуі болып табылады.

3 Көпір кранына әдеби шолу

3.1 Көпір кранының түрлері

Көпір краны-бұл жер үсті орналасуы бар және әртүрлі жүктер мен жабдықтарды көтеру және жылжыту үшін құрылыс пен өнеркәсіптік өндірісте қолданылатын арнайы құрылым. Орындаудың қарапайымдылығына байланысты бұл механизм кең сұранысқа ие. Ол тек өндірістік цехтарда ғана емес, қоймаларда да, монтаждау және құрылыс жұмыстарында да қолданылады.

Өнеркәсіптік аудандарда крандардың бірнеше сорттары қолданылады, олардың жіктелуі құрылымның ерекшеліктеріне және бекіту түріне байланысты.

Құрама механизмдер бойынша:

Көпір краны бір Арқалық. Оны "кран арқалығы" деп те атайды, өйткені ол бір і-ден тұрады, оның ұштарында дөңгелектері бекітілген соңғы арқалықтар бар. Мұндай крандардың салмағы аз және жүкті 10 тоннаға дейін жылжыта алады, оны 18 метрден аспайтын биіктікке көтереді.

Екі арқалықты көпір краны. Бұл түр алдыңғыға қарағанда кең таралған, оның құрылымдық айырмашылығы бір емес, екі Арқалық бойымен талдың қозғалысынан тұрады. Арбаны жаңартуға болады және бір механизмнің орнына көмекші болуы мүмкін. Бұл түр үлкен көтергіштікке ие, көпір кранын басқару оның кабинасынан, ал кейбір модельдерде қашықтан басқару пультімен жүзеге асырылады.

Бекітуге байланысты түрлері бар:

Көпір тірек краны. Құрылымының арбасы доңғалақтармен Кранның рельстеріне тіреліп, Арқалықтың жоғарғы жағында "жүреді". Бұл дизайн ең сенімді және жоғары жүк көтергіштігімен ерекшеленеді.

Аспалы көпір краны. Ол Арқалықтың түбіне ілінеді, бұл үнемді нұсқа, бірақ ол бұрынғыдай сенімді емес.

1 кесте- Көпір крандарының түрлерін салыстыру

Түрлері	Сипаттамасы	Артықшылықтары	Кемшіліктері
Бір балкалы кран	Екі консольге ілінген бір көлденең арқалығы бар кран	Құрылымның қарапайымдылығы, төмен құны, ықшамдылығы	Шектеулі жүк көтергіштігі, шектеулі әсер ету радиусы
Екі балкалы кран	Консольдарға немесе тіреулерге ілінген екі көлденең арқалығы бар кран	Жоғары жүк көтергіштігі, үлкен әсер ету радиусы, қосымша жабдықты орнату мүмкіндігі	Үлкен көлемдері, анағұрлым күрделі құрылымы, жоғары құны
Аспалы кран	Тростарға немесе шынжырларға ілінген, аспа білігі бойымен қозғалуға мүмкіндік	Жоғары маневрлік, тік жазықтықта орын ауыстыру мүмкіндігі	Шектеулі жүк көтергіштігі, шектеулі әсер ету радиусы

3.2 Көпір кранның жұмыс істеу принципі

Көпір крандары жүктердің механикалық қозғалысы принципі негізінде жұмыс істейді. Олар бірнеше негізгі компоненттерден тұрады:

- 1) Көпір-бұл тіректерге орнатылған рельстермен жүре алатын құрылым. Көпір жүктердің көлденең қозғалысын қамтамасыз етеді.
- 2) Жүк арбасы-көпірге орнатылатын және оның бойымен қозғалатын құрылғы. Жүк арбасында көпір рельстері бойымен қозғалатын дөңгелектер бар.
- 3) Көтеру механизмі-жүк арбасына орнатылатын және жүктерді көтеруге және түсіруге мүмкіндік беретін құрылғы. Көтеру механизмі гидравликалық, электрлік немесе механикалық болуы мүмкін.

Көпір крандарының жұмыс принципі келесідей:

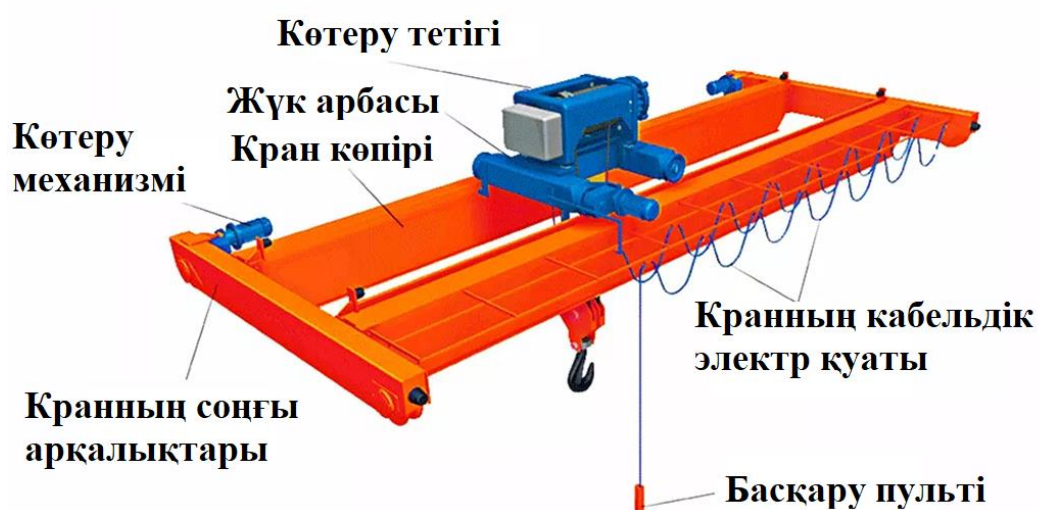
Көпір рельстермен қозғалады, Жүкті көтеру немесе жылжыту қажет жерге қарай жылжиды.

Жүк арбасы арқандарда немесе шынжырларда ілулі тұрған көпір бойымен қозғалады.

Көтеру механизмі жүкті арнайы ілгектермен немесе ұстағыштармен көтереді.

Жүкті көтергеннен кейін көпір краны жүкпен межелі жерге қарай жылжып, оны қажетті жерге түсіре алады.

Көпір крандарының жұмыс принципі механикалық күшті қолдануға және әртүрлі механизмдерді басқаруға негізделген. Олар ауыр жүктердің ұзақ қашықтыққа тиімді және қауіпсіз қозғалысын қамтамасыз етеді.



4-сурет- Көпірлі кран

4 Негізгі компоненттер мен тораптарды есептеу және таңдау

2 кесте-Есептеулер үшін бастапқы берілгені

Параметрлер	Белгіленуі	Шама
Арбашаның массасы, кН	G_T	3,6
Жүк массасы, m	$M_{гр}$	70
Дөңгелек диаметрі, м	D	1
Цапфа диаметрі, мм	d	170
Үйкеліс сырғанау коэффициенті,	φ	0,08
Үйкеліс тербеліс коэффициенті,	f	0,08
Жұмыстық біліктің айналдыруға қаттылығы, $\frac{МНм}{рад}$	C	5,5
Арбашаның жылжуының біліктік ұзындығы, м	L	25
Жүкпен қозғалу жылдамдығы, $\frac{М}{с}$	V	1,5
Жүксіз қозғалу жылдамдығы, $\frac{М}{с}$	V	2,5
Рұқсат етілетін үдеу, $\frac{М}{с^2}$	a	1
Сағаттағы циклдер саны,	h	65
Қосынды жұмыс уақыты, с	t	25

4.1 Дөңгелектердегі статикалық жүктемелер

Номиналды жүктің салмағы:

$$G_{гр} = m_{гр} \cdot g \quad (1)$$

$$G_{гр} = 70 \cdot 10^3 \cdot 9,8 = 686 \text{ кН}$$

Арбаның салмағы:

$$G_T = 3,6 \text{ кН}$$

Доңғалақтың біркелкі емес жүктеме коэффициентін ескере отырып, i -ші доңғалақтың максималды статикалық жүктемесі:

$$P_{ст.макс} = \frac{[(G_{гр} + G_T) \cdot 1,1]}{4} \quad (2)$$

$$P_{ст.макс} = \frac{[(700 + 3,6) \cdot 1,1]}{4} = 193,5 \text{ кН}$$

Дөңгелектің максималды статикалық жүктемесі:

$$P_{\text{ст.мин}} = (G_{\text{т}} \cdot 0,9) / 4 \quad (3)$$

$$P_{\text{ст.мин}} = (3,6 \cdot 0,9) / 4 = 0,81 \text{ кН}$$

Доңғалақ қондырғыларын таңдау

Біз доңғалақ қондырғыларын, дөңгелектің диаметрі бойынша таңдадық және келесі негізгі параметрлері бар К2Р-1000 ГОСТ 4121-76 типті жетек доңғалақ қондырғысын, 1-ші орындауды және К2Р-1000 ГОСТ 4121-76 типті жетексіз доңғалақ қондырғысын қабылдаймыз:

$$D = 1000\text{mm}; d = 220\text{mm}; b = 170\text{mm}; d_{\text{ц}} = 60\text{mm};$$

Сырғанау бетінің пішіні цилиндр тәрізді. Мойынтіректердің түрі роликті, радиалды, сфералық, роликтердің орналасуына симметриялы.

Тірек рельсін таңдау

Мен дөңес басы және келесі техникалық деректері бар КР-140 ГОСТ 4121-76 типті рельсті таңдадым. Техникалық берілістері:

$$R = 600\text{mm}; -\text{бастың радиусы}; b = 140\text{mm}, -\text{бастың ені.}$$

Арбашаның жылжуына кедергіні анықтау:

Үйкеліс күштерін ұсыну арбалары:

$$F_{\text{тр}} = (G_{\text{гр}} + G_{\text{т}}) \left(\frac{2 \cdot \mu + f \cdot d_y}{D} \right) \cdot k_{\text{доп}} \quad (4)$$

$$F_{\text{тр}} = (700 + 3,6) \left(\frac{2 \cdot 1,2 + 0,015 \cdot 60}{1000} \right) \cdot 2 = 3,04 \text{ кН}$$

$\mu = 1,2$ - рельстегі үйкеліс-жылжымалы коэффициент (2.13 - кестеден алынған)

$f = 0,015$ - (2.14 - кестеден алынған)

$k_{\text{доп}} = 2$ - икемді өткізгіш арбаның қосымша кедергі коэффициенті (2.15 - кестеден алынған)

Арбашаның жүру жолындағы еңістігінен болатын кедергі:

$$F_y = \alpha \cdot (G_{\text{гр}} + G_{\text{т}}) \quad (4)$$

$$F_y = 0,002 \cdot (700 + 3,6) = 1,4 \text{ кН}$$

α –көлбеу бұрыш (0,002-арбашаға; 0,001-кранға)

Инерция күштерімен үдеу кезінде пайда болатын қарсылық:

$$F_{ин} = \delta \cdot (m_{гр} - m_{п}) \cdot \alpha \quad (5)$$

$$F_{ин} = 1,15 \cdot (70 - 21,83) \cdot 1 = 55,4 \text{ кН}$$

δ –механизмнің айналмалы бөліктерінің инерциясын ескеретін коэффициент.(1м/с кем болса 1,25; 1м/с жоғарыдан 1,15)

α – екпіндеу кезіндегі жылдамдату (ускорение при разгоне)

$$F_B = 0$$

мұндағы $m_{п} = 21,83 \text{ кг}$

Икемді суспензиядағы жүктің тербелісі нәтижесінде пайда болатын қарсылық:

$$F_{гиб} = (m_{гр} + m_{п}) \cdot \alpha \quad (6)$$

$$F_{гиб} = (70 + 21,83) \cdot 1 = 91,83 \text{ кН}$$

Желдің кедергісі ГОСТ 1451-76, $f_b = 0$ арқылы анықталады, өйткені кран жабық бөлмеде жұмыс істейді

Арбаны жылжытуға толық қарсылық:

$$F = F_{гр} + F_y + F_{ин} + F_{гиб} + F_B \quad (7)$$

$$F = 3,04 + 1,4 + 55,4 + 91,83 + 0 = 151,67 \text{ кН}$$

4.2 Электр жетегінің түрі және ток түрін таңдауды негіздеу

Электр жетегіне қойылатын негізгі талаптар

Көпірлі крандарда қолданылатын электржетек ерекше жұмыс жағдайларда істейді:

- 1) Қоршаған ортаның ауытқитын температурасы мен ылғалдылығы;
- 2) Кран қозғалысының кейбір жылдамдықтары кезінде жабдыққа әртүрлі сыртқы әсерлердің болуы;

- 3) Асқын кернеудің жоғары ықтималдығы;
- 4) Сағатына қозғалтқышты іске қосу саны;
- 5) Жылдамдықты реттеудің кең ауқымы;
- 6) Жүктеменің өте үлкен ауытқуы және қозғалыс бағытының өзгеруі;

Осы шарттарға сәйкес жүк көтергіш крандардың электр жетегіне мынадай талаптар қойылады:

- 1) Краншының назарын аударуды азайту үшін қарапайым басқару;
- 2) Берілген механикалық сипаттамаларға сәйкес қозғалтқыштың жылдамдығы мен айналу сәтін реттейді;

- 3) Кран жабдығының жоғары сенімділігі мен қауіпсіздігі;

Жоғарыда аталған талаптардың екеуі әртүрлі жүйелерден жасалған электр жетектерімен қамтамасыз етіледі:

- 1) Жиіліктік тиристорлық түрлендіргіш – АҚ.
- 2) Тиристорлық түрлендіргіш – ТТҚ.

Тиристорлық түрлендіргіш және жиілік тиристорлық түрлендіргіш - бұл электр қозғалтқыштарын басқаруға арналған құрылғылар, бірақ олар қозғалтқыштардың әртүрлі типтері үшін қолданылады және әртүрлі сипаттамаларға ие.

- 1) Тиристорлық түрлендіргіштер және тұрақты ток қозғалтқыштары

- Тұрақты ток қозғалтқыштарына арналған тиристорлық түрлендіргіштер тұрақты ток қозғалтқыштарының жылдамдығы мен айналу бағытын басқару үшін пайдаланылады. Олар тұрақты токтың қозғалтқыш статорының орамаларына берілуін реттейді және айналу жылдамдығы мен бағытын басқарады.

- Тиристорлар түрлендіргіш қозғалтқышы арқылы өтетін токты басқарады. Токты басқару қозғалтқыштың айналу жылдамдығын бақылайды.

- 2) Жиілікті тиристорлық түрлендіргіштер және асинхронды қозғалтқыштар:

- Асинхронды қозғалтқыштарға арналған жиіліктің тиристорлық түрлендіргіштері асинхронды қозғалтқыш статорының орамасында өтетін айнымалы токтың жиілігін басқару үшін пайдаланылады. Бұл асинхронды қозғалтқыштың айналу жылдамдығын реттеуге мүмкіндік береді.

- Асинхронды қозғалтқыштардың тұрақты ток қозғалтқыштарына тән щеткалары немесе коллекторлары жоқ. Олар индукция қағидаты бойынша жұмыс істейді және жылдамдықты реттеу үшін ауыспалы токтың жиілігін өзгертуді талап етеді.

Жұмыс принципі

- Тұрақты токтың тиристорлық түрлендіргіштері тұрақты ток қозғалтқышының статорының орамына түсетін тұрақты токтың шамасын реттейді.

- Асинхронды қозғалтқыштар үшін тиристорлық жиілік түрлендіргіштер түрлендіргіштен айнымалы токтың жиілігін басқару арқылы асинхронды қозғалтқыштың жылдамдығын реттейді.

Екі жағдайда да тиристорлар токты басқаруда маңызды рөл атқарады. Айырмашылықтар қозғалтқыштың типімен және талап етілетін функцияға қол жеткізу үшін қажетті басқару аспектілерімен байланысты.

Бұл жүйелер жоғары реттеу сипаттамаларына, қатаң механикалық мінез-құлыққа, жылдам жауап беруге және жоғары өнімділікке ие.

Ақ түсті пайдалану сенімділікті арттырады, құрылымның қарапайымдылығымен және өте жоғары қуат коэффициентімен ерекшеленеді. Алайда бұл жүйенің басқарудың күрделі жүйесі, жүйенің айналу талаптарына жауап беретін арнайы қозғалтқыштардың болмауы және жоғары құны сияқты кемшіліктері бар.

МТН сериялы фазалық айналымды асинхронды қозғалтқыштар өнеркәсіптік крандарда кеңінен қолданылады; МТН сериясы - қысқа мерзімді, сағатына қосылулар саны көп және жиілікті реттеудің кең ауқымы. [1] - 2,17-кесте бойынша талап етілетін қуатты ПӘК-і $\eta_{\text{пр}} = 0,9$ тетікті қабылдай отырып анықтаймыз, қоздыру сәтіндегі орташа іске қосу тогының еселігі - $(\eta_{\text{ср}}) = 1,6$:

$$N = \left(\frac{F \cdot v}{\eta_{\text{пр}} \cdot \Psi_{\text{п.ср}}} \right) \quad (8)$$

$$N = \left(\frac{151,67 \cdot 1,5}{0,85 \cdot 2} \right) = 133,82$$

$$N_{\text{дв}} = (0,7 - 0,8) \cdot N \quad (9)$$

$$N_{\text{дв}} = (0,7 - 0,8) \cdot 133,82 = 93,7 - 107,05 \text{ кВт}$$

3 кесте- Қозғалтқыштың оқшаулау материалдарының жылуға төзімділігі

Оқшаулау класы	Рұқсат етілген температура, °С	Оқшаулау материалының қысқаша сипаттамасы
F	155	Синтетикалық байланыстырғыш және сіңіргіш құрамдармен үйлесімде қолданылатын слюда, асбест және шыны талшығы негізіндегі материалдар.

Н	180	Кремний органикалық байланыстырушы және сіндіруші құрамдармен үйлесімде қолданылатын слюда, асбест және шыны талшығы негізіндегі материалдар.
---	-----	---

МТН сериялы қозғалтқыштардың техникалық берілуі (2) 19,4-кестеде келтірілген, оған сәйкес қозғалтқыштар жұмысының номиналды режимі 60 минут есебінен 40 тең. Жобалау үшін МТН613-6 типті фазалық айналымды асинхронды қозғалтқыш таңдалды. Оның техникалық берілімі мынадай:

$$P_{2n} = 118 \text{ кВт}; N_n = 960 \text{ об/мин}; I_1 = 237 \text{ А}; \cos\varphi = 0,84; \text{ПЭК-}i = 90\%; \\ U_{2\phi} = 473 \text{ В}; J_p = 5,1 \text{ кг м}^2; M_{\max} = 4660 \text{ Н/м}; m = 1100$$

Номиналды жылдамдық:

$$w_n = \frac{2 * \pi * n_N}{60} \quad (10)$$

$$w_n = \frac{2 * 3.14 * 960}{60} = 100,5 \text{ с}^{-1}$$

Редукторды таңдау және оның беріліс санын есептеу
Дөңгелектің айналу жиілігі:

$$n_k = \frac{v}{\pi * D_k} \quad (11)$$

$$n_k = \frac{2,5 * 60}{3.14 * 1} = 47,77$$

Қажетті айналу жиілігі:

$$i = \frac{n_N}{n_K} \quad (12)$$

$$i = \frac{960}{47,77} = 20,09$$

ВКУ-М типті редуктор таңдалынды. Басты орау механизміндегі сияқты, озғалтқыштың қалыпты жүрісі кезінде баламалы айналу сәтін анықтаймыз және топ үшін 4М режимінің В2 жүктемелену класын және А5 қолдану класын таңдаймыз:

мұндағы:

$$K = 0,25;$$

$$K_q = 0,63;$$

$$T_{\text{маш}} = 25000 \text{ сағат}$$

$$n_t = n_k \quad (13)$$

$$n_t = 47,77 \text{ айн/мин}$$

Қарапайым жүрісті редуктор білігіне жүктеме циклдерінің саны былайша анықталады:

$$Z_T = 30 \cdot n_t \cdot t_{\text{маш}} \quad (14)$$

$$Z_T = 30 \cdot 47,77 \cdot 25000 = 3,58 \cdot 10^7$$

Редуктордың қарапайым жүріс сатысындағы берілістердің саны $i_T = 5$ кезінде тістегершіктердің тістеріндегі түйіспелі кернеулер циклдерінің жалпы саны:

$$Z_p = Z_T \cdot i_T \quad (15)$$

$$Z_p = 3,58 \cdot 10^7 \cdot 5 = 1,79 \cdot 10^8$$

Түйіспелі кернеулер циклдерінің базалық саны $z_0 = 125 \cdot 10^6$ құрайды:

$$K_T = \sqrt[3]{\frac{Z_p}{Z_0}} \quad (16)$$

$$K_T = \sqrt[3]{\frac{1,79 \cdot 10^8}{125 \cdot 10^6}} = 1,43$$

Ұзақ жұмыс істеу қабілеті коэффициенті:

$$K_d = K_q \cdot K_t \quad (17)$$

$$K_d = 0,63 \cdot 1,43 = 0,9$$

ВКУ-965М редукторының габариттеріне қарай редуктордың қарапайым жүрісінің білігіндегі есептік айналу сәті анықталады. Ең көп беріліс саны $i_p = 16$, бұл есептік мән болып табылады.

$I = 16,2$ тек шамасы 10 %-на өзгеше.

Редуктордың пәк-і $\eta_{\text{ред}} = 0,94$.

Қозғалқыштың номиналды моменті:

$$M_{дв.N} = \frac{P_{дв.N}}{\omega_{дв.N}} \quad (18)$$

$$M_{дв.N} = \frac{118 \cdot 10^3}{100,5} = 1174,4 \text{ Нм}$$

Қозғалқыштың максималды моменті:

$$M_{дв.макс} = M_{дв.N} \cdot \Psi_{П.макс} \quad (19)$$

$$M_{дв.макс} = 1174,4 \cdot 2,5 = 2936 \text{ Нм}$$

Жай жүрісі белгілі есептік момент:

$$M_p = M_{дв.макс} \cdot i_p \cdot \eta_p \quad (20)$$

$$M_p = 2936 \cdot 18 \cdot 0,94 = 49,6 \text{ кН}$$

Эквивалент мәні:

$$M_{p.э} = K_d \cdot M_p \quad (21)$$

$$M_{p.э} = 0,76 \cdot 49,6 = 37,7 \text{ кН}$$

Келесі сипаттамаларға ие ВКУ-965 М редукторын таңдаймыз
 $M_{дв.N} = 27200 \dots 19750$ онда $M_{p.N} > M_{p.э}$.

$$\begin{aligned} A_{w.c} &= 965 \text{ мм} \\ d_{mix} &= 125 \text{ мм} \\ d_{быстр.} &= 65 \text{ мм} \\ m &= 1500 \text{ кг} \end{aligned}$$

Механизмінің ПӘК-і мен жылдамдықтың шын мәнін анықтау
Жылдамдықтың шын мәні:

$$v_{пер.m} = \frac{W_{дв.N} \cdot r_k}{i_{max}} \quad (21)$$

$$v_{пер.m} = \frac{100,5 \cdot 0,2}{12} = 1,67 \text{ м/с}$$

Бұл рұқсат етілген 11% мөнге ауытқиды.

Тежегішті тандау

Еңістік тудыратын кедергі:

$$W_{y.0} = \alpha \cdot G_T \quad (22)$$

$$W_{y.0} = 0,002 \cdot 3,6 = 0,0072 \text{ кН}$$

Инерциядан туатын кедергі:

$$W_{ин.0} = \delta \cdot m_T \cdot a \quad (23)$$

$$W_{ин.0} = 1,25 \cdot 0,36 \cdot 0,05 = 0,0225 \text{ кН}$$

Сырығудан туатын кедергі:

$$W_{тр.0} = G_T \left(\frac{2 \cdot \mu + f \cdot d_y}{D} \right) \quad (24)$$

$$W_{тр.0} = 3,6 \left(\frac{2 \cdot 1,2 + 0,015 \cdot 60}{1000} \right) = 0,011 \text{ кН}$$

мұндағы:

M=1,2 [1] – дегі 2.13-кесте,

F=0,015 [1] –дегі 2.14 кесте

Айналу моменттері:

$$T_{y.0} = \frac{W_{y.0} \cdot r_k \cdot \eta_{к-т}}{I_{мех}} \quad (25)$$

$$T_{y.0} = \frac{0,0072 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 0,94}{18} = 0,0752 \text{ Нм}$$

$$T_{ин.0} = \frac{W_{ин.0} \cdot r_k \cdot \eta_{к-т}}{I_{мех}} \quad (26)$$

$$T_{ин.0} = \frac{0,0225 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 0,94}{18} = 0,235 \text{ Нм}$$

$$T_{тр.0} = \frac{W_{тр.0} \cdot r_k}{I_{мех} \cdot \eta_{к-т}} \quad (27)$$

$$T_{тр.0} = \frac{0,011 \cdot 10^3 \cdot 0,2}{18 \cdot 0,94} = 0,130 \text{ Нм}$$

Механизмнің тежеу моменті:

$$T_{тр.мех} = T_{у.0} + T_{ин.0} - T_{тр.0} \quad (28)$$

$$T_{тр.мех} = 0,0752 + 0,235 - 0,130 = 0,18 \text{ Нм}$$

Біз ТКГ электр гидравликалық тежегіш итергіштерін таңдадық, өйткені электр гидравликалық итергіштер демпферлер ретінде жұмыс істейді және түсу динамикасын жақсартады. Бұл тежеу кезінде арбаның дөңгелектерін рельстерге қысу үшін қолайлы жағдайлар жасайды.

Тежегіш таңдаймыз-ТКГ-160-У2-50- 380-40 ост 24.290.08.-82 таңдаймыз, шкив диаметріне сәйкес орнатылатын тесігі конустық болатын стандартты тежеу шкивін таңдаймыз. Ш1-160/35,5 ост 24.290.06-75

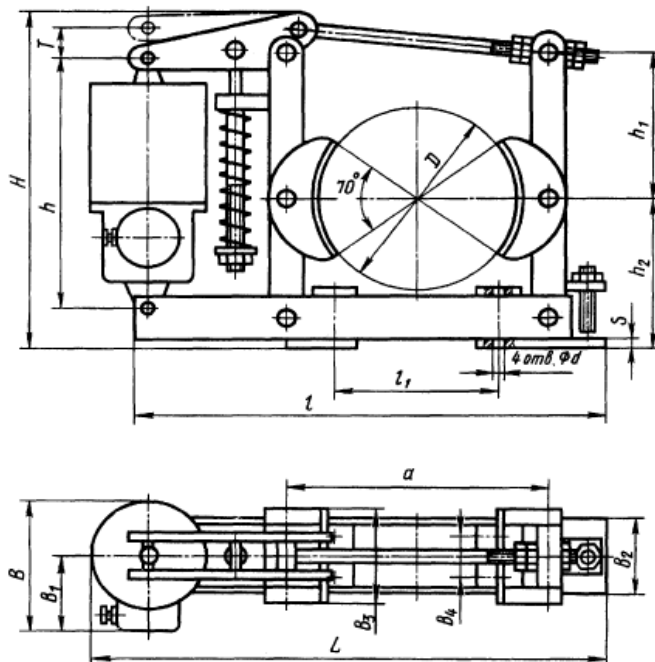
Негізгі параметрлері:

$$D_{м.ш} = 400 \text{ мм},$$

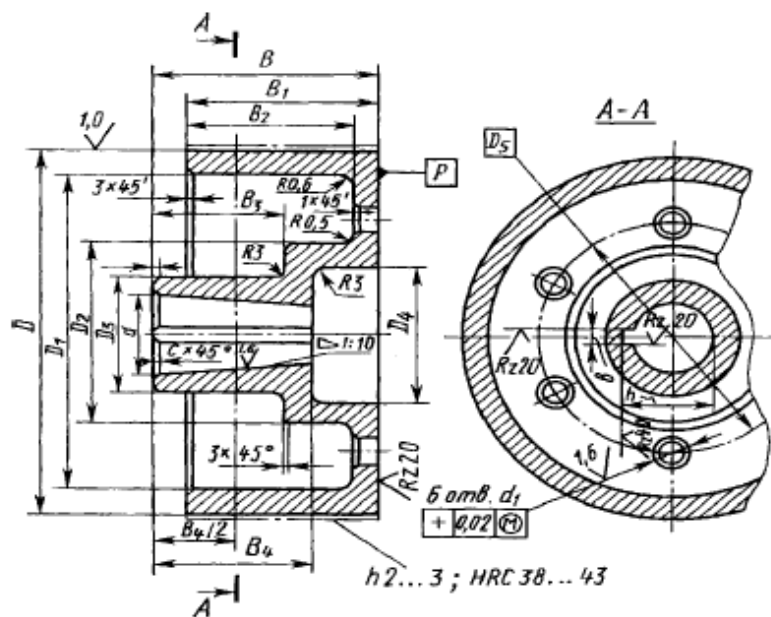
$$B_{об} = 185 \text{ мм},$$

$$D_{росм.мах} = 69,5 \text{ мм},$$

$$M_{м.ш} = 48,5 \text{ кг}.$$



5 сурет- ТКГ типті тежегіш



6 сурет- ТКГ тежегіштік шкив

Тежегіштің электр жетегі ретінде пайдаланылатын ТЭ гидрокөтергіші ТКГ тежегіші қолданылатын жетек механизмінің электр қозғалтқышымен бір мезгілде қосылады және ажыратылады.

Гидрожүргіш өшірілген кезде (1), серіппе (3), рычаг (2) және тартқыштар (5) арқылы оларды бір-біріне тарта отырып, тіректерге (4, 6) әсер етеді, ал тежегіш қалыптары (7) тежегіш шкивінің бетіне (бұл жағдайда ТЭ итергішінің штоғы төменгі күйде болады.) Қалыптар тежегіш шкивін қозғалмайтын күйде ұстайды. Жүйеге кедергі келтірілді.

Электрогидравликалық итергішті (1) қосқан кезде серіппенің (3) әсерін еңсере отырып, оның штоқты иіңтірекке (2) және тартқышқа (5) әсер етеді және тежегіш шкивті босата отырып, тежегіш қалыптарымен (7) тіреулерді (4, 6) жылжытады (бұл жағдайда ТЭ итергішінің штоғы жоғарғы күйде болады). Жүйе тежелген.

Қозғалтқыш білігіне келтірілген ілгермелі қозғалтқышты және жүйенің қатаңдық коэффициентін есептеу

Тежеу шкивінің инерция моменті:

$$J_{т.ш} = M_T \cdot r_{т.ш}^2 \cdot \xi \quad (29)$$

$$J_{т.ш} = 48,5 \cdot 0,2^2 \cdot 0,6 = 5,82 \text{ кг/м}^2$$

ξ - салмақтану бөлігін есепке алу коэффициенті (0,6)

Жоғары жылдамдықтағы барлық айналмалы біліктердің инерция сәті:

$$J_1 = J_{т.ш} + J_{р.дв} + J_M \quad (30)$$

$$J_1 = 5,81 + 5,1 + 0,15 = 11,07 \text{ кг/м}^2$$

Айналу инерция моменті:

$$J_{в.р} = \gamma \cdot j_1 \quad (31)$$

$$J_{в.р} = 1,15 \cdot 11,07 = 12,73 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

мұндағы $\gamma=1,15$.

Әрқашан қозғалтқыш құрамдас бөліктерінің жиынтығына тең.:

$$M_{\text{пост}} = m_T + m_{гр} \quad (32)$$

$$M_{\text{пост}} = 48,5 + 70 = 118,5 \text{ кг}$$

Механизмді құрайтын қозғалмалы бөліктердің инерция сәті жүктеме берілген жылдамдыққа жеткен кезде әрқашан мынадай мәндерге тең болады:

$$J_{\text{пост.р.т}} = \frac{m_{\text{пост}} \cdot R_k^2}{I_{\text{max}}^2 \cdot H_{\text{мех}}} \quad (33)$$

$$J_{\text{пост.р.т}} = \frac{118,5 \cdot 0,2^2}{18^2 \cdot 0,94} = 0,015 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Жүктемесіз үдеу кезінде механизмнің тұрақты қозғалатын бөліктерінің инерция моменті:

$$J_{\text{пост.р.0}} = \frac{m_{гр} \cdot R_k^2}{I_{\text{max}}^2 \cdot H_{\text{мех}}} \quad (34)$$

$$J_{\text{пост.р.0}} = \frac{70 \cdot 10^3 \cdot 0,2^2}{18^2 \cdot 0,94} = 0,009 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Қозғалтқыш білігіне келтірілген жүгі бар арбашаның инерция моменті:

$$J_{\sigma_{р.г}} = j_{вр.} + j_{\text{пост.р.г}} \quad (35)$$

$$J_{\sigma_{p,\Gamma}} = 12,73 + 0,015 = 12,745 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Арбаның қозғалтқыш білігіндегі инерция сәтін жүктемесіз азайту:

$$J_{\sigma_{p,0}} = j_{вр.} + j_{пост.р.0} \quad (36)$$

$$J_{\sigma_{p,0}} = 12,73 + 0,009 = 12,739 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Қозғалтқыштағы жүк арбасының статикалық қарсылық күші:

$$F_{ст.\Gamma} = F_{тр.\Gamma} + F_{y,\Gamma} \quad (37)$$

$$F_{ст.\Gamma} = 3,04 + 1,4 = 4,44 \text{ кН}$$

Қозғалтқыштағы жүгі жоқ арбасының статикалық қарсылық күші:

$$F_{ст.0} = F_{тр.0} + F_{y,0} \quad (38)$$

$$F_{ст.0} = 0,02 + 0,0072 = 0,0272 \text{ кН}$$

$$F_{тр.0} = g_t \cdot \left(\frac{2 \cdot \mu + f \cdot d_y}{D} \right) \cdot K_{доп} \quad (38)$$

$$F_{тр.0} = 3,6 \cdot \left(\frac{2 \cdot 1,2 + 0,015 \cdot 60}{1000} \right) \cdot 2 = 0,02 \text{ кН}$$

$$F_{y,0} = \alpha \cdot g_t \quad (39)$$

$$F_{y,0} = 0,002 \cdot 3,6 = 0,0072 \text{ кН}$$

Жүк жылдамдықта болғанда арбаның статикалық кедергі сәті:

$$M_{ст.р.\Gamma} = \frac{f_{ст.\Gamma} + R_k}{I_{\max} \cdot H_{\text{мех}}} \quad (40)$$

$$M_{ст.р.\Gamma} = \frac{4,44 + 0,2}{18 \cdot 0,94} = 0,052 \text{ Нм}$$

Жүктемесіз жылдамдық жинақтау кезінде арбаның статикалық кедергі сәті.:

$$M_{ст.р.0} = \frac{f_{ст.0} + R_k}{I_{\max} \cdot H_{\text{мех}}} \quad (41)$$

$$M_{\text{ст.р.0}} = \frac{0,0272 + 0,2}{18 \cdot 0,94} = 0,003 \text{ Нм}$$

Жүгі бар арбашаның номиналды жылдамдық алу моменті:

$$T_{\text{р.г}} = \frac{w_{\text{дв}} \cdot J_{\sigma\text{г}}}{M_{\text{п.ср}} - M_{\text{ст.г}}} \quad (42)$$

$$T_{\text{р.г}} = \frac{100,5 \cdot 12,75}{2363 - 34,4} = 0,44 \text{ с}$$

Жүгі жоқ арбашаның номиналды жылдамдық алу моменті:

$$T_{\text{р.0}} = \frac{w_{\text{дв}} \cdot J_{\sigma 0}}{M_{\text{п.ср}} - M_{\text{ст.0}}} \quad (43)$$

$$T_{\text{р.0}} = \frac{100,5 \cdot 12,74}{2363 - 30,96} = 0,44 \text{ с}$$

Орнатылған мән 3 секундтан аспайды, яғни қозғалтқыш жылдамдықтың қажетті қарқындылығын қамтамасыз етеді.

Жүкпен жылдамдықты алу кезіндегі орташа үдету:

$$A = \frac{v_{\text{пер.ср}}}{T_{\text{р.г}}} \quad (44)$$

$$A = \frac{1,67}{0,44} = 3,79 \text{ м}^2$$

Қозғалтқыштың қозғалыстағы компоненттерінің екпін, бос жүріс және тежеу кезіндегі инерция сәті:

$$J_{\text{пост.т.г}} = \frac{m_{\text{пост}} \cdot R_k^2 \cdot H_{\text{мех}}}{I_{\text{мех}}^2} \quad (45)$$

$$J_{\text{пост.т.г}} = \frac{118,5 \cdot 0,2^2 \cdot 0,94}{18^2} = 0,014 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$J_{\text{пост.т.0}} = \frac{m_{\text{м}} \cdot R_k^2 \cdot H_{\text{мех}}}{I_{\text{мех}}^2} \quad (46)$$

$$J_{\text{пост.т.0}} = \frac{48,5 \cdot 0,2^2 \cdot 0,94}{18^2} = 0,005 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Жүктемемен және онсыз тежеу кезінде арба қозғалтқышының білігіне әсер ететін сәттер:

$$J_{\sigma m. \Gamma} = j_{вр.} + j_{пост.m. \Gamma} \quad (47)$$

$$J_{\sigma m. \Gamma} = 12,73 + 0,014 = 12,744 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$J_{\sigma m. 0} = j_{вр.} + j_{пост.m. 0} \quad (48)$$

$$J_{\sigma m. 0} = 12,73 + 0,005 = 12,735 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Тежеу кезінде қозғалтқыш рекуперация режиміне өтуді ескеріңіз:

$$M_t = 1,5 \cdot m_n \quad (49)$$

$$M_t = 1,5 \cdot 945,3 = 1417,95 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Статикалық кедергі сәті тежеу және жылдамдықты арттыру кезінде бірдей деп болжау керек:

$$M_{ст.p. \Gamma} = M_{ст.m. \Gamma} \quad (50)$$

$$M_{ст.p. \Gamma} = 34,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{ст.t. 0} = M_{ст.m. 0} \quad (51)$$

$$M_{ст.t. 0} = 30,96 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Арбашаның жүкпен және жүксіз тежелу уақыты:

$$T_{т. \Gamma} = \frac{w_{дв.} \cdot J_{\sigma t. \Gamma}}{M_t + M_{ст. \Gamma}} \quad (52)$$

$$T_{т. \Gamma} = \frac{100,5 \cdot 12,744}{1417,95 + 34,4} = 0,88 \text{ с}$$

$$T_{т. 0} = \frac{w_{дв.} \cdot J_{\sigma t. 0}}{M_t + M_{ст.t. 0}} \quad (53)$$

$$T_{т. 0} = \frac{100,5 \cdot 12,735}{1417,95 + 30,96} = 0,88 \text{ с}$$

Егер арба механикалық тежегіштермен тежелсе, берілген тежеу сәтін $M_T = 1417,95$ Нм белгілеу қажет.

Жүк жылдамдыққа жеткен кездегі арбаның жүрісі:

$$L_{p.г} = \frac{v_{НОМ} \cdot t}{2} \quad (54)$$

$$L_{p.г} = \frac{1,5 \cdot 0,44}{2} = 0,33 \text{ м}$$

Арбашаның жүксіз жүретін жолы:

$$L_{p.0} = \frac{v_{НОМ} \cdot T_{p.0}}{2} \quad (55)$$

$$L_{p.0} = \frac{2,5 \cdot 0,44}{2} = 0,55 \text{ м}$$

Арбашаның жүкпен және жүксіз тоқтау кезіндегі жүретін жолы:

$$L_{m.г} = \frac{v_{НОМ} \cdot T_{m.г}}{2} \quad (56)$$

$$L_{m.г} = \frac{1,5 \cdot 0,88}{2} = 0,66 \text{ м}$$

$$L_{m.0} = \frac{v_{НОМ} \cdot T_{m.0}}{2} \quad (57)$$

$$L_{m.0} = \frac{2,5 \cdot 0,88}{2} = 1,1 \text{ м}$$

Арбашаның тоқтаған кездегі жүкпен және жүксіз жүретін жолы:

$$L_{y.г} = l_p - l_{p.г} - l_{m.г} \quad (58)$$

$$L_{y.г} = 25 - 0,33 - 0,66 = 24,01 \text{ м}$$

$$L_{y.0} = l_p - l_{p.0} - l_{m.0} \quad (59)$$

$$L_{y.0} = 25 - 0,55 - 1,1 = 23,35 \text{ м}$$

Жүкпен және жүксіз тоқтау режим уақыты:

$$T_{y.g} = \frac{l_{y.g}}{V_{ном}} \quad (60)$$

$$T_{y.g} = \frac{24,01}{1,5} = 16 \text{ с}$$

$$T_{y.g} = \frac{l_{y.g}}{V_{ном}} \quad (61)$$

$$T_{y.g} = \frac{24,01}{1,5} = 16 \text{ с}$$

$$T_{y.0} = \frac{l_{y.0}}{V_{ном}} \quad (62)$$

$$T_{y.0} = \frac{23,35}{2,5} = 9,34 \text{ с}$$

Арбасының өткен жұмысының есептік циклы:

- 1) $l_p = \frac{1}{2} = 25$ м жүкпен және жүксіз өткен қашықтық;
- 2) Сағатына циклдар саны: $n=65$;
- 3) Бір цикл ұзақтығы:

$$T_{ц} = \frac{3600}{n} \quad (63)$$

$$T_{ц} = \frac{3600}{65} = 55,4 \text{ с}$$

Негізгі циклдегі болжамды уақыт:

$$T_0 = t_{ц} - t_{y.g} - t_{y.0} - t_{p.g} - t_{p.0} - t_{т.г} - t_{т.0} \quad (64)$$

$$T_0 = 55,4 - 16 - 9,34 - 0,44 - 0,44 - 0,88 - 0,88 = 27,42 \text{ с}$$

Қозғалтқыштың салыстырмалы есептік пв-сы:

$$Пв_p = \frac{T_{ц} - T_0}{T_{ц}} \quad (65)$$

$$Пв_p = \frac{55,4 - 27,42}{55,4} 100\% = 50,5\%$$

Артық қызу және артық жүктеме бойынша таңдалған қозғалтқыштың сипаттамаларын бастапқы тексеру

$P_{вр} = 50,5\%$ кезінде жүктеме диаграммасы бойынша баламалы айналу сәтін есептеңіз. Жылу өткізгіштіктің төмендеуін назарға алыңыз және $\beta=0,5$ коэффициентін белгілеңіз.

$$M_{\text{эк.р}} = \sqrt{\frac{M_{\text{п.ср}}^2 \cdot T_{\text{р.г}} + M_{\text{п.ср}}^2 \cdot T_{\text{р.0}} + M_{\text{ст.р.г}}^2 \cdot T_{\text{уст.г}} + M_{\text{ст.р.0}}^2 \cdot T_{\text{уст.0}}}{B * (t_{\text{р.г}} + T_{\text{р.0}}) + T_{\text{уст.г}} + T_{\text{уст.0}}}} \quad (66)$$

$$M_{\text{эк.р}} = \sqrt{\frac{1417^2 \cdot 0,44 + 1417^2 \cdot 0,44 + 34,4^2 \cdot 16 + 30,96^2 \cdot 9,34}{0,5 \cdot (0,44 + 0,44) + 16 + 9,34}} = 263,85 \text{ Нм}$$

$M_{\text{эк.р}}$ -ны стандартты $P_{вст} = 40\%$ -ке қайта санаймыз:

$$M_{\text{эк.ст}} = M_{\text{эк.р}} \cdot \sqrt{\frac{P_{вр}}{P_{вст}}} \quad (67)$$

$$M_{\text{эк.ст}} = 263,85 \cdot \sqrt{\frac{50,5}{40}} = 296,46 \text{ Нм}$$

$M_{\text{эк.ст}} = 296,46 \text{ Нм} > M_{\text{н}} = 945,3 \text{ Нм}$. Таңдалған қозғалтқыш қыздыру тұрғысынан қанағаттанарлық.

Асқын жүктемелік қасиетін тексеру:

$$M_{\text{дв.мах}} 0,8 > M_{\text{п.ср}} \\ 2363,25 \cdot 0,8 > 1417,95$$

болғандықтан, қозғалтқыш асқын жүктемеге қарсы да қанағаттандырады.

Үш фазалы көпірлі және инвертирленген параллельді түзеткіштер тиристорлық электр жетектерінде және асинхронды қозғалтқыштар жүйелерінде кеңінен қолданылады. Үш фазалы көпірлі және кері параллельді түзеткіштер тиристорлық электр жетектерінде және асинхронды қозғалтқыштары бар жүйелерде кеңінен қолданылады. Бұл схемалар вентильдерді қоректендірудің тікелей және кері кернеуінің оңтайлы мәндерімен сипатталады. Бұл ретте үш фазалы көпір схемаларындағы трансформаторлар жоғары ПӘК-ке ие және кәдімгі басты трансформаторлардан айырмашылығы аз.

Реверсивті түрлендіргіштер екі компонентті деп аталады және екі реверсивті емес тиристорлық түрлендіргіштерден тұрады.

Тиристорлық түрлендіргіштер тобын басқару кезінде реверсиялау жеке де, комбинацияда да жүзеге асырылуы мүмкін.

Біркелкі басқару кезінде басқару сигналы бір мезгілде екі тиристорлық тізбекке де беріледі. Бұл жағдайда бір тиристорлық схема коммутация режимінде, ал екіншісі - инвертор режимінде жұмыс істейді.

Жеке басқару кезінде басқару импульстері осы сәтте ток өтетін тиристорлар тобына беріледі.

Тиристорлар тобын біркелкі басқаратын түрлендіргіштер басқаруда жылдам және жеңілрек жұмыс істейді, бірақ тиристорлар тобында тұйық тізбектің токтарын шектеу үшін реактордың болуын талап етеді, сондықтан нөлдік ток кезінде тиристорлардың топтарын дифференциалды қосатын арнайы схеманы енгізу есебінен крандық электронды жетектердегі басқару схемасы тиристорлы түрлендіргіштерге қарағанда күрделірек тиристорлық түрлендіргіш. Басқару жүйесінің күрделілігіне қарамастан жеке басқарылатын тиристорлық түрлендіргіштер пайдаланылады.

Жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, реверсивті, үш фазалы көпірлі, инверстік-параллельді, жеке басқарылатын тиристорлық түрлендіргіштер таңдалады. [3] бағдарламасын көшіріп, жөндеу схемасының параметрлерін жазыңыз

$$\begin{aligned} I_2/i_d &= 0,816 & i_{v\text{ cp}}/i_d &= 0,333 \\ i_v/i_d &= 0,577 & u_d/u_{2\phi} &= 2,34 \\ U_{v\text{ м}}/u_d &= 1,045 & i_1/i_d &= 0,816 \\ p &= 6 - \text{түзеткіштік фазалар саны.} \end{aligned}$$

Трансформатор параметрлерін есептеу
Түзетілген ток:

$$I_d = i_{я.н} \cdot \lambda \quad (68)$$

$$I_d = 150 \cdot 3 = 750 \text{ A}$$

2-шілік ораманың фазалық тогты есептейміз:

$$I_{2\phi} = k_1 \cdot k_{1.2} \cdot i_2 \quad (69)$$

$$I_{2\phi} = 1 \cdot 0,82 \cdot 750 = 615 \text{ A}$$

$$K_{1.2} = \frac{i_{2\phi}}{I_d} \quad (70)$$

(таңдалған схема үшін)

$$K_{1.2} = \frac{615}{750} = 0,82$$

Трансформатордың үздіксіз токпен қоректендіру режимінде жұмыс істейтін қоректендіру түрлендіргішінің ЭҚК есептік мәні түрлендіргіштің кернеуінің төмендеуіне түзетілген U_d кернеуімен анықталады:

$$U_{2\phi} = K_u \cdot K_c \cdot K_d \cdot K_k \cdot U_d \quad (71)$$

$$U_{2\phi} = \frac{1}{2,34} \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,05 \cdot 340 = 179,3 \text{ В}$$

мұндағы $k_u = \frac{e_{2\phi}}{E_{d/o}} = \frac{1}{2,34}$ түзету схемасына тәуелді коэффициент;

$K_c = 1,1$ – желідегі кернеуді төмендету мүмкіндігі туралы хабарлайды;

$K_d = 1,1$ – максималды басқару сигналы кезінде тиристордың толық ашылмауын ескеретін коэффициент.;

$K_k = 1,05$ – Түрлендіргіште кернеудің төмендеуін ескеретін коэффициент.

Керекті трансформация коэффициенті:

$$K_{тр} = \frac{w_1}{w_2} \approx \frac{0,95 \cdot U_{1\phi}}{U_{2\phi}} \quad (72)$$

$$K_{тр} = \frac{0,95 \cdot 340}{179,3} = 1,8$$

мұндағы $U_{1\phi} = 220 \text{ В}$ – тораптың номиналды фазалық кернеуі.

Трансформатордың 1 орамындағы фазалық токтардың қолданыстағы мәнін есептеу трансформация коэффициентін ескеретін токтардың көмегімен жүргізіледі.

$$I_{1\phi} = \frac{k_{i.1} \cdot I_d}{K_{тр}} \quad (73)$$

$$I_{1\phi} = \frac{0,82 \cdot 750}{1,75} = 351,42 \text{ А}$$

мұндағы $k_{i.1} = \frac{i_{1\phi}}{I_d} = 0,816$ (қабылданған схема үшін).

Типтік қуаттың есептік мәні белсенді компонент шығысының және тиристор өлшемдерінің сипаттамалары:

$$S_{тр} = K_u \cdot K_c \cdot K_d \cdot K_k \cdot K_t \cdot K_s \cdot I_d \cdot U_d \quad (74)$$

$$S_{\text{тр}} = \frac{1}{2,34} \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,05 \cdot 1,045 \cdot 751,42 \cdot 220 = 133,8 \text{ Ba}$$

мұндағы $k_s = 1,045$ (таңдалған схема үшін).

(2)-ші әдебиеттен трансформаторды таңдаймыз:

$$S_T \geq S_{\text{тр}}; \quad U_{2\text{ф.н}} \geq 0,95 * e_{2\text{ф}}; \quad I_{2\text{ф.н}} \geq I_{2\text{ф}}; \quad U_{1\text{ф.к}} = U_{2\text{ф}}$$

Табиғи салқындатылатын, үш фазалы, құрғақ, мынадай номиналды деректері бар ТЗС160/10 типті ашық орындаудағы күштік трансформаторды таңдаймыз:

$$P_N = 160 \text{ кВт}; \quad U_1 = 380 \text{ в}; \quad U_k = 5,5\%; \\ I_{xx} = 4\%; \quad P_{xx} = 2700 \text{ Вт}; \quad P_{кз} = 1250 \text{ Вт}$$

Трансформатордың 1 фаза орамының индуктивтілік кедергісі:

$$X_{\text{тр.ф}} = \frac{U_k \cdot U_{1\text{ф.к}}}{110 \cdot I_{1N} \cdot K_{\text{тр}}^2} \quad (75)$$

$$X_{\text{тр.ф}} = \frac{3,8 \cdot 340}{110 \cdot 351,42 \cdot 1,75^2} = 0,012 \text{ Ом}$$

Трансформатордың толық индуктивті кедергісі:

$$X_{\text{тр}} = 3 \cdot X_{\text{тр.ф}} \quad (76)$$

$$X_{\text{тр}} = 3 \cdot 0,012 = 0,036 \text{ Ом}$$

Трансформатордың фаза орамының активті кедергісі:

$$R_{\text{тр.ф}} = \frac{\Delta P_{кз}}{m \cdot I_{1\text{ф.н}}^2 \cdot K_{\text{тр}}^2} \quad (77)$$

$$R_{\text{тр.ф}} = \frac{1250}{5 \cdot 351,4^2 \cdot 1,75^2} = 0,0006 \text{ Ом}$$

Трансформатордың толық активтік кедергісі:

$$R_{\text{тр}} = 3 \cdot R_{\text{тр.ф}} \quad (78)$$

$$R_{\text{тр}} = 3 \cdot 0,0006 = 0,0018 \text{ Ом}$$

Вентильдерді есептеу

Вентильден өтетін орташа ток:

$$I_{v.cр} = K_v \cdot I_d \quad (79)$$

$$I_{v.cр} = 0,33 \cdot 750 = 247,5 \text{ A}$$

мұндағы $K_v = \frac{I_{v.cр}}{I_d} = \frac{1}{3} = 0,33$.

Вентильден өтетін токтың әрекеттік мәні:

$$I_v = K_{v.d} \cdot I_d \quad (80)$$

$$I_v = 0,577 \cdot 750 = 432,75 \text{ A}$$

мұндағы $K_{v.d} = \frac{I_v}{I_d} = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0,577$.

Вентиль арқылы өтетін максималды ток:

$$I_{v.m} = \frac{U_{v.m}}{U_d} \cdot I_d \quad (81)$$

$$I_{v.m} = 1,045 \cdot 750 = 783,75 \text{ A}$$

Вентильден өтетін максималды кері кернеу:

$$U_{v.m} = \left(\frac{U_{v.m}}{U_d} \right) \cdot U_d \quad (82)$$

$$U_{v.m} = 1,045 \cdot 374 = 389 \text{ B}$$

$$U_d = u_{дв.н} \cdot 1,1 \quad (83)$$

$$U_d = 340 \cdot 1,1 = 374 \text{ B}$$

мұндағы $u_d = u_{дв.н} \cdot 1,1 = 327 \cdot 1,1 = 359,7 \text{ B}$ – торап кернеуінің мүмкін болатын төмендеуін ескеретін түзетілген кернеу.

Вентиль кернеуі бойынша есептік класы-үшінші $u_{в.маx} = 380 \text{ B}$.

Вентильді артығымен таңдаймыз, сонымен оның кернеу класы төртке тең деп қабылдаймыз (4)-тен келесі техникалық параметрлерге ие, Т160 вентилін таңдаймыз:

$$I_{v.cр} = 160 \text{ A}, I_v = 250 \text{ B}, I_{v.уд} = 3,6 \text{ кА}, I_{v.обp} \leq 20 \text{ мА}, U_{обp} = 2000 \text{ В},$$

$$\Delta U_{np} = 0,75 \text{ В}, t_{вкл} = t_{вост.обp} = 10 \text{ мкс}, \left(\frac{dU}{dt}\right)_{кр} = 200 \frac{\text{В}}{\text{мкс}}, \left(\frac{dI}{dt}\right)_{кр} =$$

$$100 \frac{\text{А}}{\text{мкс}}.$$

Теңестіргіш реакторлар және теңестіргіш реакторларды есептеу

Қозғалтқыштың зәкіріне бірізді қосылған реактордың индуктивтілігі мынадай екінші шарт сақталған кезде таңдалады:

1) қозғалтқыш зәкірі тогының үздіксіздігі қозғалтқыштың жүктемесі мен жылдамдығының белгілі бір диапазонында қамтамасыз етіледі;

2) қозғалтқыш зәкірі тогының ауыспалы құрауышының амплитудасын шектеу.

Түзетілген ток тізбегі үшін қажетті жалпы индуктивтілік мынадай:

$$L_{d.необх} = L_{я} + L_{тр} + L_{ур} + L_{ср} \quad (84)$$

Мұндағы $L_{я}$ -якорь индуктивтілігі;

$L_{тр}$ -трансформатор индуктивтілігі;

$L_{ур}$ -теңгеруші реактор индуктивтілігі;

$L_{ср}$ -реактор индуктивтілігі;

$L_{d.необх}$ индуктивтілік келесі шарт бойынша таңдалады:

$$\frac{\sqrt{2} * U_n}{m * \omega_{сети} * L_{d,необх}} \leq I_{мин} \quad (85)$$

мұндағы u_n -түзетілген реттеу бұрышы α -схемасына тәуелді, түзілген кернеудің айналу құраушысының әрекеттік мәні.

(3)-кітабындағы мәліметтер бойынша $\alpha=90$ болғанда $u_n = 124,9 \text{ В}$ болады; $m = 3$ -түзету схемасының фазалар саны; $i_{min} = 1$ -реттеу жиілігі 0- ден ω_n -ға сәйкес келетін қозғалтқыш жүктемеленуінің учаскесіндегі минималды якорь тогы.

мұнда, u_n - реттеудің түзетілген бұрышы айнарудың генерацияланатын кернеуінің қолданыстағы құрамдас бөлігінің α схемасының шамасына байланысты болады.

$\alpha = 90$, $u_n = 124,9 \text{ В}$;

$m = 3$ - түзету схемасындағы фазалар саны;

$i_{min} = 1$ - қозғалтқыш жүктемесінің секциясындағы зәкірдің ең аз тогы.

$$I_{мин} = \frac{M_{мин}}{k\phi_N} \quad (86)$$

$$I_{мин} = \frac{30,96}{6,3} = 4,91 \text{ А}$$

$$k\phi_N = \frac{M_{\text{НОМ}}}{I_{\text{НОМ}}}$$

$$k\phi_N = \frac{945,3}{150} = 6,3, M_{\text{МИН}} = 30,96$$

Қажетті индуктивтілік:

$$L_{d.\text{необх}} \geq \frac{\sqrt{2} \cdot U_{\text{Н}}}{m \cdot \omega_{\text{сети}} \cdot I_{\text{МИН}}} \quad (87)$$

$$L_{d.\text{необх}} \geq \frac{\sqrt{2} \cdot 124,9}{3 \cdot 314 \cdot 4,91} \geq 0,038 \text{ Гн}$$

мұндағы $\omega_{\text{сети}} = 2 \cdot \pi \cdot f_c = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 = 314 \text{ с}^{-1}$

Қозғалтқыш якорінің индуктивтілігі:

$$L_{\text{я}} = \frac{k \cdot U_{\text{Н}}}{p \cdot \omega_{\text{Н}} \cdot I_{\text{Н}}} \quad (88)$$

$$L_{\text{я}} = \frac{2 \cdot 0,012}{2 \cdot 111 \cdot 150} = 0,0016 \text{ Гн}$$

мұндағы $k = 0,25$ - ең төменгі өтемақы үшін; $p = 2$ - полюстердің жұп саны;
 $\omega_{\text{Н}} = 111 \text{ с}^{-1}$ - қозғалтқыштың номиналды жылдамдығы.

Трансформатордың есептік индуктивтілігі:

$$L_{\text{тр}} = \frac{A \cdot X_{\text{тр.ф}}}{\Omega_{\text{сети}}} \quad (89)$$

$$L_{\text{тр}} = \frac{2 \cdot 0,012}{314} = 7,64 \cdot 10^{-6} \text{ Гн}$$

Теңгеруші реактор индуктивтілігі:

$$L_{\text{ур}} \approx 0,7 \cdot L'_{\text{ур}} \quad (90)$$

$$L_{\text{ур}} = 0,7 \cdot 0,065 = 0,046 \text{ Гн}$$

$$L'_{\text{ур}} = \frac{\sqrt{3} \cdot E_{2\phi}}{\Omega_{\text{сети}} \cdot I_{\text{ур}}} \cdot K_{\text{Эр}} \quad (91)$$

$$L'_{\text{ур}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 179,3}{314 \cdot 15} = 0,065 \text{ Гн}$$

$$I_{ур} \leq 0,1 \cdot I_{дв.N} \quad (92)$$

$$I_{ур} \leq 15 A$$

мұндағы

$i_{ур}$ -статикалық теңгеруші токтың әрекеттік мәні;

$K_{ур} = 0,65$ -теңгеруші реакторлардың есептейтін коэффициенті;

$e_{2ф}$ -екіншілік ЭҚК амплитудасы;

Реактордың индуктивтілігі:

$$L_{ср} = L_{д.необх} - L_{я} - L_{тр} - L_{ур} \quad (93)$$

$$L_{ср} = 0,034 - 0,0016 - 0,000045 - 0,046 = 0,0136 \text{ Гн}$$

Бұл индуктивтілік нөлден аз болғандықтан, реакторды пайдаланудың қажеті жоқ. Бұдан басқа, үш фазалы көпір схемасының жартысына жуығы жұмыс істейтіндіктен, ТТ реактивтілігі жеке бақылануы тиіс, ал тегістеуші реакторлар оңай қол жеткізе алмайды.

Импульстік инверторлардың шамадан тыс кернеуінен қорғау

Коммутациялық жүктемелерден қорғау үшін тиристорлық параллель RC-тізбегі қосылады және оның параметрлері есептеледі:

$$I_{обр.т} = \frac{U_{d.мах}}{2 \cdot X_{гр.ф}} \cdot \omega \cdot r \cdot \sin(\gamma + \alpha) \quad (94)$$

$$I_{обр.т} = \frac{534}{2 \cdot 0,012} \cdot 314 \cdot 10 \cdot 10^{-6} \cdot \sin 90^{\circ} = 70 A$$

мұндағы

$U_{d.мах} = U_{d0} \cdot \frac{\pi}{2} = 340 \cdot \frac{3,14}{2} = 534 \text{ В}$ - түзетілген аз кернеу;

$R = 10 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ – электрондардың өмір сүру уақыты;

l -ток өткізу контурындағы индуктивтілік;

γ -коммутация бұрышы;

α -реттеу бұрышы.

Конденсатор сыйымдылығы:

$$C = \frac{U_k \cdot I_{обр.т}^2}{\omega \cdot I_{ам} \cdot U_{обр.т}} \quad (95)$$

$$C = \frac{0,038 \cdot 70}{314 \cdot 103,5 \cdot 359,1} = 22,79 \text{ мкФ}$$

мұндағы $i_{am} = 103,5$ -тура токтың амплитудалық мәні; $u_{обр.max} = 359,1$ В-формуладан алынған; $u_k = 5,5\% = 0,055$ -қт кернеуі.

Кедергі:

$$R = \frac{U_{обр.m}}{I_{обр.m}} \quad (96)$$

$$R = \frac{359,1}{70} = 5,13 \text{ Ом}$$

Түзеткіш ток жағындағы ҚТ-дан қорғау үшін мынадай сипаттамалары бар А37115 типті 3 фазалы автоматты ажыратқышты пайдаланыңыз: $u_{п.выкл} = 380$ в; $i_{п.выкл} = 160$ а; $i = 160$ - электромагниттік ажыратқыш тогы; ажыратқыштың іске қосылу уақыты $t = 0,04$ с; токтың түрі - тұрақты.

Трансформаторды сыртқы тізбектердегі ҚТ-дан қорғау үшін мынадай параметрлері бар А3712Б ток айналмалы автоматты ажыратқышын таңдау керек: $f = 50$ Гц; $u_{п.выкл} = 380$ В; $i_{п.выкл} = 160$ А; $i = 80$ А; қосу уақыты 0,04 с тең.

Қысқа тұйықталу токтарынан қорғау үшін клапанға ПП53-3137-У3 сақтандырғыш тізбегі қосылған.

Есептеулер нәтижесінде АTRC100/230 түріндегі түрлендіргіш таңдалды.

5 Электр жетектерін пайдалану кезінде электр тұтынудың төмендеуін талдау

Белгіленген қуатты және қозғалтқыш түрін таңдау

Энергия үнемдеудің маңызды ұйымдастырушылық-техникалық іс-шараларының бірі асинхронды қозғалтқыштың белгіленген қуатын дұрыс таңдау болып табылады. Бұл міндет өнеркәсіптік электр жетектері арасында әлі де басым болатын реттелмейтін қозғалтқыштарды пайдалану кезінде ерекше өзекті.

Белгілі болғандай, номиналды қуаты механизмнің жұмыс шарттары бойынша талап етілетіннен аз АҚ пайдалану кезінде электр машинасы қызып кетеді және оның мерзімінен бұрын істен шығуы болады. Қозғалтқыштың номиналды қуатын талап етілетінмен салыстырғанда жоғарылату кезінде электр жетегіне күрделі шығындар өседі, қозғалтқышқа салынған белсенді материалдар (мыс және болат) толық көлемде пайдаланылмайды, ПӘК және қозғалтқыш қуатының коэффициенті төмендейді.

Қазақстанның бірқатар кәсіпорындарында жүргізілген энергия аудиті орнатылған қозғалтқыштардың көпшілігі басқарылатын тетіктің қажеттіліктеріне сәйкес келмейтін жоғары қуатқа ие екенін, ал қозғалтқыштардың белгіленген қуатқа қатысты орташа жүктемесі 0,4-0,6. Бұл отандық тәжірибеде қозғалтқышты жүктеу коэффициенті көбінесе небәрі 0,3-0,4, яғни электр жетегінің тиімділігі номиналдан едәуір төмен, ал Батыс Еуропаның өнеркәсіптік дамыған елдерінде қозғалтқыштардың орташа жүктемесі 0,6-0,7. Отандық тәжірибеде тиеу коэффициенттері өте төмен болған кезде электр жетегінің ПӘК 2-6%, 20-30%. Бір қарағанда, тиелмеген қозғалтқыштардың ПӘК-і елеусіз болып көрінетін жағдайда, жаппай сипаттағы бұл жағдай электр энергиясының шығыны елде өндірілетін барлық электр энергиясының 1-1,5% -ын құрайды. Сондықтан белгіленген қуаты артық қозғалтқыштарды жаппай ауыстыру міндетін қою мүмкін емес, алайда қозғалтқыш қозғалтқыштарын жоспарлы ауыстыру немесе өндірісті жаңғырту кезінде белгіленген қуатты.

Технология талаптарына сәйкес қозғалтқыштардың, яғни қозғалтқыштың жүктеме коэффициентін ұлғайту. Техникалық әдебиетте мынадай ұсыныс жиі кездеседі: егер қозғалтқыштың жүктемесі 50% -дан кем болса, онда оны ауыстыру керек.

Реттелмейтін АҚ ПӘК-ті бірнеше пайызға арттырудың маңыздылығы туралы 1970 - 1980 жылдары АҚШ-та, содан кейін Батыс Еуропа елдерінде электр энергиясының мәні бар қымбаттауы кезінде энергия тиімді қозғалтқыштар құрыла бастағаны, оларда белсенді материалдардың (мыс пен болат) санын ұлғайту есебінен ПӘК-ті 2 пайызға арттыру қамтамасыз етілгені де айғақтайды. 5%. Электр энергиясының құны Еуропа елдерімен салыстырғанда әлі бірнеше есе төмен Қазақстанда бұл бағыт электр машиналарын жасауда кеңінен дамымаған.

ЖТ-АҚ жүйесінің режимдерін оңтайландыру

Жиілікпен реттелетін асинхронды электр жетегі режимдерін оңтайландыру міндеттерінің мақсаты сапа функциясының экстремумына

(оңтайлылық критерийі) қол жеткізу болып табылады. Электр жетектері үшін энергетикалық пайымдаулар мен сенімділік бойынша сапаның маңызды критерийлерінің бірі қуаттың жоғалуы болып табылады. Ысыраптар бойынша оңтайлылық талаптарын қозғалтқышқа, жиілікті түрлендіргішке және тұтастай алғанда электр жетегіне қатысты қарастыруға болады.

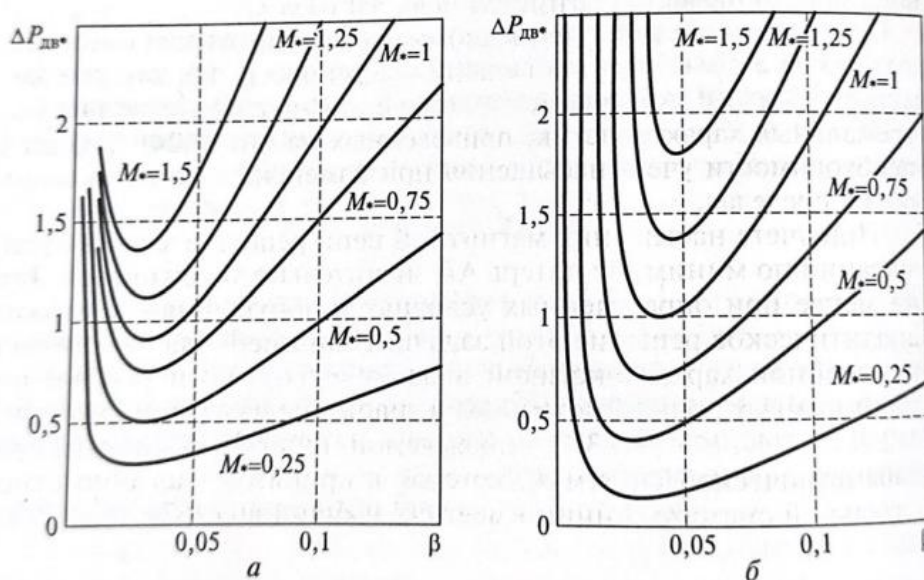
Қозғалтқыш ысырабын барынша азайту бойынша басқарудың оңтайлы режимін анықтау мынадай жағдайларда:

- 1) қозғалтқыштың қызуын шектеу және жүктеме сәтінің қызуы бойынша рұқсат етілген аумақты кеңейту үшін ең аз ысырапты қамтамасыз ету кезінде;
- 2) қозғалтқыштағы ысыраптарды барынша азайту бойынша басқару заңының эталоны ретінде пайдалану кезіндегі ысыраптар критерийі бойынша жиілікті басқару заңдарының тиімділігін талдау үшін.

Бұл жағдайларда мақсат қозғалтқыштың сенімді жұмысын қамтамасыз ету болып табылады, өйткені статор орамасы температурасының рұқсат етілгеннен шамалы қайталануы оқшаулаудың жедел ескіруіне және АҚ қызмет ету мерзімінің қысқаруына әкеледі.

ЖТ-АҚ жүйесіндегі ысыраптарды барынша азайту бойынша электржетек режимдерін оңтайландырудың электржетекті электр энергиясын тұтынушы ретінде қарау кезінде практикалық мәні бар. Бұл ретте ЖТ-АҚ жүйесіндегі ысыраптардың минимумы жағдайына асинхронды қозғалтқыш пен жиілік түрлендіргішіндегі ысыраптардың қандай арақатынаста екенін білу маңызды.

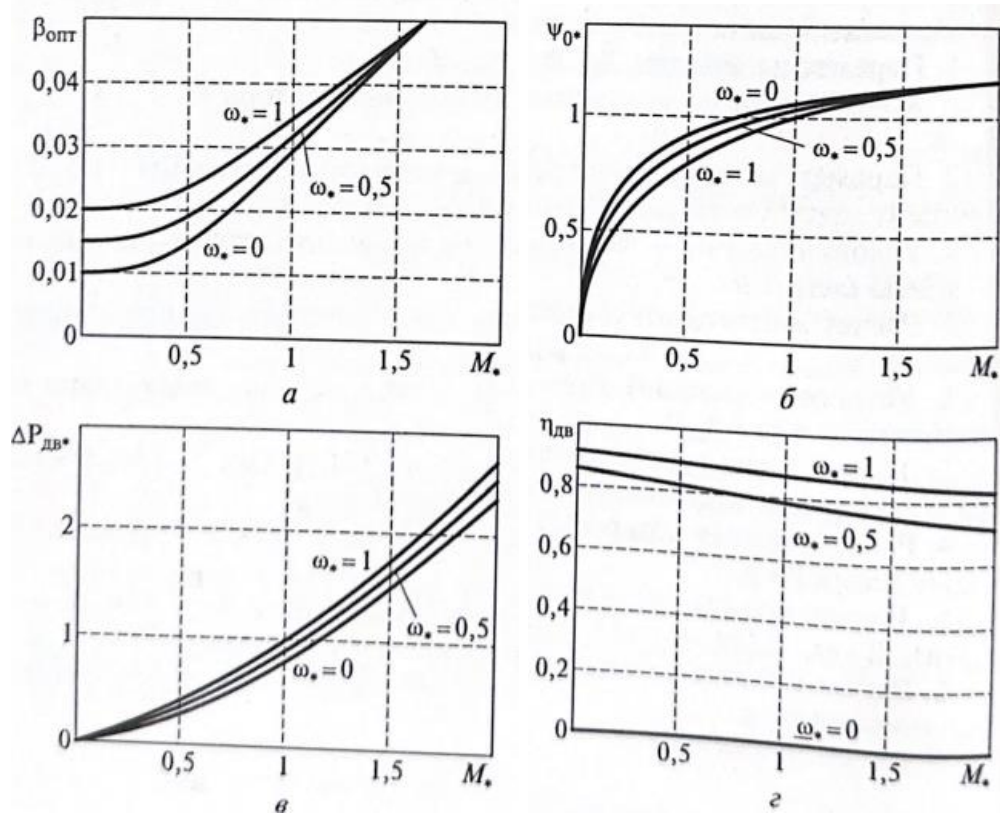
Тұрақты немесе баяу өзгертін жүктеме сәтімен жұмыс режимі негізгі болып табылатын АҚ-дағы қуат ысыраптары бойынша жиілікпен реттелетін электр жетегін оңтайландыру міндеттерінің мүмкін болатын бір қойылымын қарастырайық.



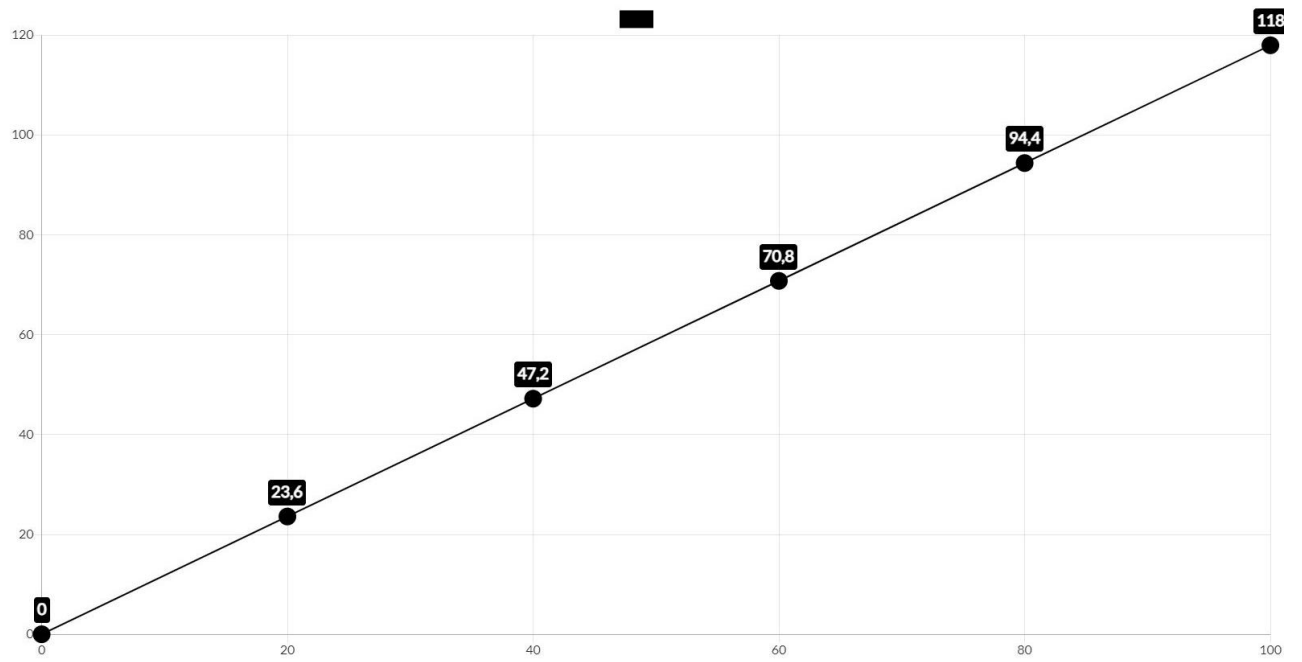
7-сурет-Асинхронды қозғалтқыштың экстремалды сипаттамалары: а) қанығуды есептегенде, б) қанығуды есептегенде

Технологиялық процесс жылдамдықты реттеуді талап етеді және өндірістік аң терісінің жұмыс органының статикалық кедергісі сәтінің өзгеруімен сипатталады. Жалпы жағдайда оңтайлы басқару міндеті асинхронды қозғалтқыштың M сәтін және ∞ жылдамдығын өзгерту саласындағы технологиялық міндеттің шарттарымен ұйғарылған сәйкес келетін көптеген нүктелер үшін шешіледі.

Мысал ретінде суретте ω бұрыш жылдамдығының әртүрлі салыстырмалы мәндері үшін $\Delta P_{дв}$ минимумы бойынша оңтайлы басқару кезінде МТН 613-6 үлгісінің АҚ сипаттамалары келтірілген. Сипаттамалар жылдамдықтың белгіленген мәндеріне сәйкес келеді. Жылдамдықтың тұрақты мәндері кезінде абсолюттік сырғудың сәттен $\omega > 0,1$ тәуелділігі сызықтық емес болып табылады (8-суреттегі, а), бұл ретте жылдамдықтың ұлғаюымен тәуелділіктің сызықтық емес учаскесі сәт өзгерістерінің неғұрлым кең ауқымын қамтиды. Абсолюттік сырғудың жылдамдыққа тәуелділігі жүктеме сәтінің аз мәндері аймағында неғұрлым күшті көрінеді, яғни кезінде $M < 0,5$. Осы аумақта сырғанау ең аз уақыт өзгеруіне байланысты.



8-сурет- ω бұрыштық жылдамдықтың әртүрлі салыстырмалы мәндері үшін ең аз $\Delta P_{дв}$ бойынша оңтайлы басқару кезінде МТН 613-6 типті асинхронды қозғалтқыштың сипаттамалары:
 а - абсолюттік сырғанау; б - басты ток байланысы; в - жиынтық шығындар; г - пайдалы әсер коэффициенті



9-сурет-Асинхронды қозғалтқыштың әртүрлі жүктемелер кезіндегі сипаттамасы

ҚОРЫТЫНДЫ

Осы дипломдық жұмыста біз көпірлі кран үшін автоматтандырылған электр жетегін, негізгі компоненттерін мен тораптарды есептеп таңдадық. Көпірлі кран үшін КР-70 ГОСТ 4121-76 типті рельстер, МТН 613-6 фазалық роторы бар асинхронды қозғалтқыш, ВКУ-965М редукторы, ТКГ-160-У2-50-380-40 тежегіші қолданылды, АСН550-01-125А-4 жиілік түрлендіргіші ТЭС 160/10 типті қуат трансформаторы және А37115 айналу тогының автоматты ажыратқышы таңдалды.

Есептелінген жүйе сатылы айналымдағы асинхронды қозғалтқыштармен жабдықталған көпірлі крандар арбаларының электр жетегіне қойылатын талаптарға толық сәйкес келеді. Ол жоғары сенімділік, жылдамдықтың кез келген диапазонында тұрақты жұмыс істеу, ауыстырып қосудың аз уақыты және пайдалану қарапайымдылығы кезінде орын ауыстырудың берілген мәніне қол жеткізудің жоғары дәлдігіне ие.

Есептеулерден таңдалынған электр жетек, көпірлі кранның автоматтандырылған электр жетегі жүйелерін оңтайландырады және энергия тұтынуын үнемдейді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Курсовое проектирование грузоподъемных машин / под ред. Проф. С.А. Казака – М.: Высшая школа, 1989.
- 2 Справочник по электрическим машинам Т 1,2 / под общей редакцией И.П.Копылова –М.: Энергоиздат, 1988-89.
- 3 Справочник по проектированию автоматического электропривода и систем управления транспортом тиристорными преобразователями / под ред. В.И.Круповича – М.: Энергоиздат, 1982.
- 4 Чевовский Силовые полупроводниковые приборы – М.: Энергоиздат, 1985.
- 5 Перельмушер В.М. Комплексные тиристорные электропривода – М.: ЭАИ, 1988.
- 6 Луре А.Г. крановый электропривод (справочник) – М.: Энергоиздат, 1988.
- 7 Электротехнический справочник Том3 Книга 2 / под ред. Герасимова В.Г. – М.: Энергоиздат, 1988.
- 8 Лукас В.А. Основы теории автоматического управления. –М.: Недра, 1977.
- 9 Адамбаев М.Д., Сасанов К.Х. Теория автоматического управления. Методические указания и задания по самостоятельной работе студентов специальности 2105. –Алма-Ата, КазПТИ, 1992.
10. И. Ф. Ильинский. Учебное пособие для ВУЗов М.: «Изд. Дом МЭИ» 2007г.
- 11 С.А.Ковчин, Ю.А.Сабинин. Теория электропривода. Учебник для вузов. Санкт-Петербург: Энергоатомиздат, 2000г.
- 12 М.Г. Чиликин, А.С. Сандлер. Общий курс электропривода. Учебник для вузов М.: Энергоатомиздат, 1986г.
- 13 В. В. Москаленко. Автоматизированный электропривод. Учебник для вузов М.: Энергоатомиздат, 1986г.
- 14.Балагуров В.А. Проектирование специальных электрических машин. - М. Высшая школа, 1982. –272с.
- 15.Азбукин Ю.И., Аврух В.Ю. Модернизация турбогенераторов. - М.: Энергия, 1980.-232 с.
- 16 И. Ф. Ильинский, В. В. Москаленко. Электропривод. Энерго и ресурсосбережение. М.: Изд. Центр «Академия» 2008г.
- 17 СТ-КазНИТУ-09–2023, Работы учебные, общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала. Алматы КазНИТУ, 2023.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Нұрғали Ерсіп Есенұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Копірлі кранның автоматтандырылған электр жетегі жүйелеріндегі энергия тұтынуды талдау және оңтайландыру

Научный руководитель: Абдисаттар Бердибеков

Коэффициент Подобия 1: 12.9

Коэффициент Подобия 2: 4.1

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 22

Интервалы: 2

Белые Знаки: 5

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

Дата 19.06.2027

*Заведующий кафедрой Энергетики
Сарсебай ЕА.*

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Нұрғали Ерсіні Есенұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Көпірлі кранның автоматтандырылған электр жетегі жүйелеріндегі энергия тұтынуды талдау және оңтайландыру

Научный руководитель: Абдисаттар Бердибеков

Коэффициент Подобия 1: 12.9

Коэффициент Подобия 2: 4.1

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 22

Интервалы: 2

Белые Знаки: 5

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

Дата 19.06.2024

проверяющий эксперт