ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

Солтанов Рахат Сержанұлы

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Жүк көтерімділігі 50 тонна көпірлік кранның АЭЖ-ін жобалау

5В071800 – Электр энергетикасы

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

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

Кафедра меңгерушісі
PhD докторы, қауым.,профессор
_____Е.А. Сарсенбаев
«23» ____05____2022 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Жүк көтерімділігі 50 тонна көпірлік кранның АЭЖ-ін жобалау»

5В071800-«Электр энергетикасы»

Орындаған Солтанов Р.С.

Пікір беруші
ТОО "Алматылифт"
Кураков Нуржан Жотаевич
23.05.2022
(қолы)
«___» _____2022 ж.

Жетекшісі
техн.ғыл. магистрі
сениор-лектор
_____Ә.Ө.Бердібеков
(қолы)
«23» ____05____2022 ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

5В071800 – Электр энергетикасы

БЕКІТЕМІН
Кафедра меңгерушісі
PhD докторы,
қауым.,профессор
_____Е.А. Сарсенбаев
«24» ____01____2022 ж.

Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы: *Солтанов Рахат Сержанұлы*

Тақырыбы: *Жүк көтерімділігі 50 тонна көпірлік кранның АЭЖ-ін жобалау*

Университет ректорының *2021 ж. «24» желтоқсанындағы № 489-ПӨ бұйрығымен бекітілген*

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі *«20» мамыр 2022 ж.*

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Технологиялық бөлім;

б) Крандарда қолданылатын электр жетектер;

в) Дөңгелектерге түсетін статиканың жүктемесін анықтау;

г) Редукторды таңдау және оның беріліс санын есептеу;

д) Тұрлендіргішті есептеу және таңдау;

Сызбалық материалдар тізімі: *Сызбалық материалдарды слайдпен көрсетілген.*

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 8 *атау.*

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	**Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері**	**Ескерту**
Технологиялық бөлім	14.02.2022	орын
Крандарда қолданылатын электр жетектер	14.03.2022	орын
Дөңгелектерге түсетін статиканың жүктемесін анықтау	17.04.2022	орын
Түрлендіргішті есептеу және таңдау	16.05.2022	орын

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	**Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)**	**Қол қойылған күні**	**Қолы**
Технологиялық бөлім	Бердібеков Ә.О. сениор-лектор	14.02.2022	
Крандарда қолданылатын электр жетектер	Бердібеков Ә.О. сениор-лектор	14.03.2022	
Дөңгелектерге түсетін статиканың жүктемесін анықтау	Бердібеков Ә.О. сениор-лектор	17.04.2022	
Түрлендіргішті есептеу және таңдау	Бердібеков Ә.О. сениор-лектор	16.05.2022	
Норма бақылау	Бердібеков Ә.О. сениор-лектор	25.05.2022	

Ғылыми жетекші _____ Ә.О. Бердібеков
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ Р.С. Солтанов
(қолы)

Күні «24» 01 2022

АҢДАТПА

“Жүк көтерімділігі 50 тонна көпірлік кранның АЭЖ-ін жобалау” атты дипломдық жобада көпірлі кранның құрылысы , сипаттамасы және оның параметрлерін есептеу қарастырылды. Электр қозғалтқышын таңдап, есептемелер жасалды.

АННОТАЦИЯ

В дипломном проекте под названием "Проектирование систем автоматизированного электропривода мостового крана грузоподъемностью 50 тонн" предусмотрено устройство, характеристика мостового крана и расчет его параметров. Был сделан выбор электродвигателя и его расчеты.

ANNOTATION

The diploma project " design of automated electric drive systems for a bridge crane with a lifting capacity of 50 tons " provides for the device, characteristics of the bridge crane and calculation of its parameters. The choice of an electric motor, calculations are made.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	6
1	Технологиялық бөлім	7
1.1	Электр жетектерінің негізгі артықшылықтары	9
1.2	Көпір крандарының жетектерінің ерекшеліктері	9
1.3	Крандарды басқару жуйесі, тәсілдері және реттеу шарттары	11
1.4	Крандарда қолданылатын электр жетектер	13
2	Көпірлі кранды көтеру механизмі қозғалтқышының статикалық жүктемелерін есептеу	15
2.1	Көпірлі кранды көтеру механизмінің электр қозғалтқышы мен редукторының түрлерін таңдау	20
2.2	Көпірлі кранды көтеру механизмінің электр жетегінің тізбектеріндегі кедергі сатыларын есептеу және таңдау	24
2.3	Электр қозғалтқышының табиғи және жасанды механикалық сипаттамаларын және көпір кранын көтеру механизмін есептеу	25
2.4	Көпірлі кранды көтеру механизмінің электр жетегін басқару және қорғау аппаратурасын таңдау	29
2.5	Контакторларды таңдау	30
2.6	Қауіпсіздік панелін таңдау	32
2.7	Артық жүктемелерден қорғау релесін таңдау	33
2.8	Соңғы қосқыштарды таңдау	34
2.9	Тежегіш құрылғыны есептеу және таңдау	35
	Қорытынды	40
	Пайданылған әдебиеттер тізімі	41

КІРІСПЕ

Көпір крандарында электр жетектерімен жабдықталған үш негізгі механизм бар, олар көпірдің қозғалысын, кран арбасының қозғалысын, жүктің көтерілуін қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, ауыр жүк машиналары үшін негізгі және көмекші көтергіш құрылғылар қарастырылған.
Көпірлі крандардың электр жетектері циклдік режимде жұмыс істейді, бұл мерзімді шамадан тыс жүктемелерге, көптеген қосулар мен өшірулерге және кең реттеу диапазондарына байланысты олардың орындалуына белгілі бір шектеулер қояды.

Көпірлі крандардың, жүк көтергіш құрылғылардың және көпірлердің арбаларын жылжытатын электр жетектерін пайдаланудың мұндағый шарттары аппараттар мен электр қозғалтқыштарының арнайы серияларын – кранның орындалуын құруға әкелді.

Қазіргі уақытта жүк көтергіш машиналарды халық шаруашылығының көптеген салаларында көптеген зауыттар шығарады және бұл машиналар халық шаруашылығының барлық салаларында қолданылады: тау-кен өндірісінде, металлургияда, машина жасауда, құрылыста, көлікте және т. б.

Отандық өнеркәсіп шығаратын жүк көтергіш машиналардың басым көпшілігінде негізгі жұмыс механизмдерінің электрлік жетегі бар, сондықтан жұмыс тиімділігі бұл машиналар пайдаланылатын кран электр жабдықтарының сапалық көрсеткіштеріне байланысты.

Көптеген жүк көтергіш машиналардың электр жетегі жоғары қосылу жиілігінде, жылдамдықты реттеудің кең диапазонында және механизмдердің үдеуі мен тежелуінде үнемі пайда болатын маңызды жүктемелерде қайта-қысқа мерзімді жұмыс режимімен сипатталады.

Жүк көтергіш машиналарда электр жетегін пайдаланудың ерекше шарттары электр қозғалтқыштары мен кранның арнайы серияларын жасауға негіз болды.

Қазіргі уақытта кран электр жабдықтары ауыспалы және тұрақты токтың кран электр қозғалтқыштарының сериясынан, электр және магниттік контроллерлер сериясынан, командалық аппараттардан, түймелік посттардан, соңғы ажыратқыштардан, тежегіш электромагниттерден және электрогидравликалық итергіштерден, тежегіш резисторлардан және әртүрлі кран электр жетектерін құрайтын басқа да құрылғылардан тұрады.

Кран электр жетегінде тиристорлық реттеудің және радиоарнадағы қашықтан басқарудың әртүрлі жүйелері бір сым арқылы кеңінен қолданыла бастады.

Ферромагниттік материалдарды механикаландырылған тасымалдауды қамтамасыз ету үшін өнеркәсіп жүк көтергіш электромагниттердің екі сериясын шығарады. Кран электр жабдықтарын өндіру электр өнеркәсібінің маңызды салаларының бірі болды.

1 Технологиялық бөлім

Өнеркәсіптік қондырғының сипаттамасы және технологиялық процесті талдау:

Көпірлі кран - көпір түріндегі кран, оның көпірі жер үсті рельсті кран жолына тіреледі, ал жүк көтергіш орган жүк арбасына немесе көпір бойымен қозғалатын электр білігіне ілінеді. Жалпы мақсаттағы көпір крандары жүк көтергіштігі 320 тоннаға дейін, арнайы мақсаттағы крандар - 630 тоннаға дейін, аралықтары - 60 м, көтеру биіктігі - 50 м. Жалпы мақсаттағы крандар жабдықты орнатуда, жөндеу жұмыстарын жүргізуде, негізгі өндіріс цехтарында, қоймаларда, қайта тиеу жұмыстарында технологиялық жұмыстар үшін қолданылады.

Көпірлі кранның металл құрылымы екі негізгі бөліктен тұрады: көпір және арба. Көпір өндірістік бөлменің немесе қойманың жұмыс кеңістігін жабады. Ол екі негізгі және екі соңғы сәулелерден тұрады. Қозғалыс механизмінің доңғалақтары арқылы көпір жер үстіндегі кран рельстеріне сүйенеді. Соңғылары ғимарат бағандарының немесе кран эстакадасының консольдеріне бекітілген кран арқалықтарына бекітілген. Доңғалақтар бір немесе екі электр қозғалтқышымен беріліс механизмі арқылы беріледі. Крандардың доңғалақтары көлденең бағыттаушы роликтері бар екі бұрышты немесе қабырғасыз. Рельстер негізгі арқалықтарға бекітілген, олар арқылы арба өз жетегінің көмегімен қозғалады. Оның жақтауына жүк көтерудің бір немесе екі механизмі орналастырылған, олардың әрқайсысы ілмек суспензиясынан, арқан полиспасынан, барабаннан, беріліс механизмінен, тежегіштен және электр қозғалтқышынан тұрады. Кран механизмдері көпірдің металл конструкциясынан ілінген кабинадан басқарылады, бұл сізге ең жақсы көрініс пен жұмыс қауіпсіздігін, қажет болған жағдайда арбада болуға мүмкіндік береді.

Жұмыс кезіндегі кранның қозғалыс бағытын кран, арбаша және крюк үнемі кезектесіп орналасқан. Көтеру механизмінің жұмысы жүкті көтеру және түсіру кезеңдерінен және бос ілгекті көтеру және түсіру кезеңдерінен тұрады. Кранның өнімділігін арттыру үшін операцияларды біріктіру қолданылады, мысалы, кран мен арбаның бір уақытта қозғалуы. Жүкті ілгекке іліп қою және ілгекті босату кезінде қозғалтқыш ажыратылған және көтеру механизмі жұмыс істемейді.

Мақсаты бойынша әртүрлі жүк көтергіш машиналарды үш топқа біріктіруге болады:

- әмбебап жүк көтергіш машиналар-жүк арқанында ілгек ілмегінің көмегімен әртүрлі жүктерді көтеру және орнын ауыстыру үшін қызмет ететін крандар, шығырлар, жүк көтергіштер;

- өнеркәсіпте, көлікте және құрылыста белгілі бір технологиялық операцияларды орындауға арналған жүк көтергіш машиналар;

- машина жабдығының орын ауыстыруына байланысты құрылыс, монтаждау және жөндеу жұмыстарын орындауға арналған крандар.

Өз кезегінде, жұмыс жағдайына сәйкес жүк көтергіш машиналарды шартты түрде келесі топтарға бөлуге болады:

- қайта-қысқа мерзімді режимде және орташа жұмыс ұзақтығы тәулігіне 16 сағатқа дейін үй-жайларда жұмыс істеу үшін пайдаланылатын әмбебап мақсаттағы машиналар;

- қайта-қысқа мерзімді режимде және орташа жұмыс ұзақтығы тәулігіне 8-ден 24 сағатқа дейін үй-жайларда жұмыс істеу үшін пайдаланылатын әмбебап мақсаттағы машиналар;

- үй-жайларда да, ашық ауада да қайталама-қысқа мерзімді режимде және жұмыс ұзақтығы тәулігіне 24 сағатқа дейін пайдаланылатын белгілі бір технологиялық операцияларды орындауға арналған машиналар;

- жұмыстың жалпы жылдық сағат саны 500-ден аспайтын қысқа мерзімді және қайта-қысқа мерзімді режимдерде пайдаланылатын бір жолғы және эпизодтық жүк көтеру операцияларын орындауға арналған машиналар.

Әмбебап жүк көтергіш машиналар жүктеме мен жұмыс уақыты, операциялардың қарқындылығы, операциялардың жауапкершілік дәрежесі бойынша әртүрлі пайдалану жағдайларын ескере отырып жасалады және осыған байланысты бірнеше орташа пайдалану санаттарына қосымша жатқызылуы мүмкін.

Белгілі бір технологиялық операцияларды орындау тетіктері, сондай-ақ эпизодтық жұмыс механизмдері олардың мақсатына сәйкес пайдаланудың белгілі бір шарттарына ие. Жүк көтергіш машиналардың барлық жұмыс режимдерін жүйелеу үшін Госгортехнадзор машина жетегі бар механизмдердің жұмыс режимдерінің келесі санаттарын белгіледі: жеңіл-Ж; орташа-О; ауыр-А; өте ауыр-ӨА.

Технологиялық кешендерге арналған бірқатар крандар жақында Госгортехнадзордың қолданыстағы классификациясымен анықталған ӨА режимімен салыстырғанда электр жетегінің неғұрлым күрделі жұмыс режимінде пайдалануға арналған. Бұл режим сағатына 600 және одан жоғары қосылулар саны кезінде ПВ=100% дейін қосу ұзақтығымен сипатталады. Бұл жағдайлар үшін режимнің жаңа санаты енгізіледі:әсіресе ауыр-ӘА. Қазіргі уақытта режимдердің бес санатын, соның ішінде ӨА режимін қамтитын стандарт бар.

Жүктерді жылжыту жылдамдығы механизмдердің өнімділігі мен қуатын анықтайды және жүк көтергіш операциялардың тиімділігін ескере отырып таңдалады, яғни , кран механизмдерінің ең аз бастапқы құнымен қажетті жұмыс уақытын алу. Оңтайлы жылдамдықты таңдау маңызды міндет болып табылады, оның қажетті шешімін тек өнімділік факторларын, энергия шығындарын, жылдамдықты реттеудің мүмкіндігі мен тиімділігін, сондай-ақ реттеу жүйесін техникалық-экономикалық бағалау негізінде табуға болады.

1.1 Электр жетектерінің негізгі артықшылықтары

Электр жетегі-бұл:

1) жылдамдықты реттеудің салыстырмалы қарапайымдылығы;
2) қауіпсіздік құрылғыларының сенімділігі;
3) қысқа мерзімді жүктемелермен жұмыс;
4) механизмдерді реверсиялау ыңғайлылығы;
5) жоғары үнемділік;
6) жұмыс қауіпсіздігі.

Тұрақты электр қозғалтқыштары жылдамдықты тегіс және терең реттеуді және жұмыс жылдамдығының жоғарылауын қамтамасыз етсе де, олар жалпы мақсаттағы көпір крандарында қолданылмайды, өйткені оларды қосу үшін статикалық немесе электрлік түрлендіргіштер қажет. Алғашқы түрлендіргіштердің болуы кранның бағасына және оның пайдалану шығындарына қатты әсер етеді. Көпірлі кранның 1-ші суретте көрсетілген.

1-сурет-Көпірлі кран

1.2 Көпір крандарының жетектерінің ерекшеліктері

Әдетте, жалпы мақсаттағы көпір крандарында МТ және МТК, үш фазалы токтың жиі жүктелуіне және іске қосылуына арналған арнайы күшті асинхронды электр қозғалтқыштары қолданылады. МТ сериялы қозғалтқыштар ең көп таралған, МТК сериясы тек жұмыс кезінде

қолданылады. Бұл қозғалтқыштардың жылдамдығы жүктеме өзгерген кезде аз өзгереді, өйткені олар жұмыс бөлігінде қатты. Аспалы кранның соңғы арқалғы 2-ші суретте көрсетілген.

2-сурет-Аспалы кранның соңғы арқалығы

Кран жетегінде электр қозғалтқышы үш жұмыс режимімен қолданылады: қысқа мерзімді, тұрақты жүктеме кезеңінің ұзақтығы 10, 30, 60, 90 минут; қайта-қысқа мерзімді, мұндағы қосудың салыстырмалы ұзақтығы 15-тен 60% - ға дейін және циклдің ұзақтығы 10 минуттан аспайды; қайта-қысқа мерзімді, бірдей мәндермен және жиі іске қосумен және тежелумен (сағатына шамамен 30, 60, 120 және 240).

Кран жабдығы желідегі кернеу номиналды кернеудің 85% - на дейін төмендеген кезде де жұмыс істей алатындықтан, қысқа тұйықталған қозғалтқыштың орташа іске қосу моменті тәуелді болып көрінеді.

Қысқа тұйықталған роторы бар электр қозғалтқышының қуаты 1.4-тен 37 кВт-қа дейін. Айналу жиілігі-минутына 750-1000 айналым. Салмағы - 70-530 кг.

Фазалық роторы бар МТ сериялы электр қозғалтқыштары ротор тізбегіне енгізілген реостаттардың көмегімен желіге қосылады.

Қосымша құрылғыларды қолданбай, қозғалтқыштың айтарлықтай жүктемелері кезінде номиналды жылдамдықтан 50% - ға дейін төмендету арқылы жылдамдықты реттеуге болады. Ол үшін динамикалық тежеу схемалары қолданылады.

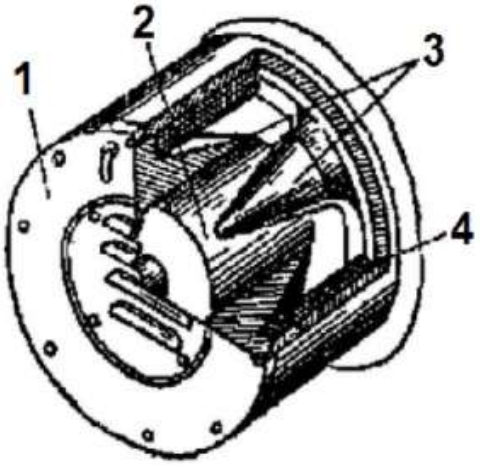
Электр қозғалтқыштары екі жұмыс режимінде болады:

- тежегіш
- қозғалыс

Жүкті көтеру және арбаның немесе кранның қозғалысы кезінде қозғалтқыштың жұмысы қозғалтқыш режимінде жүреді. Жұмыс тежеу режимінде болған кезде жүктің, арбаның, кранның қозғалысы қозғалтқышты баяулатады, осылайша қолайсыз жылдамдықпен қозғалуға мүмкіндік бермейді. Бұл режимде электрлік тежеу және көтеру кезінде қозғалыс механизмінің қозғалтқыштары жұмыс істейді.

Қуаты 1.4 – тен 160 кВт – қа дейінгі МТ сериялы электр қозғалтқыштары, синхронды айналу жиілігі – минутына 100-ден 600-ге дейін,

салмағы-51-1900 кг.Бұл ретте жиі тежеуге және іске қосуға және шамадан тыс жүктеуге қозғалтқыштың ең жоғары моментімен, оның қызуымен шектеледі. Алайда, бұл қозғалтқыштардың айтарлықтай кемшіліктері бар: жылдамдықтың төмендеуіне пропорционалды сырғанау энергиясы жылу ретінде шығарылады. Ал қозғалтқыштар жасанды сипаттамаларда жұмыс істеген кезде аралық жылдамдықтар. Құйынды тежегіш генераторының құрылысы 3-ші суретте көрсетілген.



1)соңғы қақпақ 2)ротор 3)статор тістері 4)қозу орамасы

3-сурет-Құйынды тежегіш генераторының құрылысы

1.3 Крандарды басқару жүйесі, тәсілдері және реттеу шарттары

Крандық механизмдер үшін басқару жүйесін таңдау реттеу диапазоны, басқару тәсілі, ресурс (тозуға төзімділік деңгейі), электр жетектердің ықтимал қуаттарының диапазоны, энергетикалық және динамикалық көрсеткіштер, сондай-ақ электр жетектерін пайдалану шарттарын анықтайтын қосымша деректер негізінде жүзеге асырылады.

Крандық механизмдерді басқарудың алуан түрлі жүйелері мақсаты, басқару тәсілі және реттеу шарттары бойынша жіктелуі мүмкін.

Мақсаты бойынша көтеру механизмдерін, қозғалу және айналу механизмдерін басқару жүйелері ажыратылады. Басқару тәсілі бойынша күштік жұдырықшалы контроллер, кнопкалы постылары бар, жиынтық құрылғылары бар басқару жүйелері болады. Жылдамдықты номиналдыдан төмен реттеумен, жылдамдықты номиналдыдан жоғары және төмен реттеумен, үдеуді және баяулауды реттеумен.

Крандық электр жетектер жүйесінде төрт түрлі электр қозғалтқыштар қолданылады:

- зәкірге келетін кернеу мен қозу тогын өзгерту арқылы жылдамдықты, жылдамдату мен баяулауды реттеумен жүйелі немесе тәуелсіз қоздыру тұрақты ток қозғалтқыштары;

- жоғарыда көрсетілген параметрлерді реттей отырып фазалық роторы бар асинхронды қозғалтқыштар кернеудің электр қозғалтқышы статорының орамасына келтірілетін, ротор орамының тізбегіндегі резисторлардың кедергісін өзгерту және басқа тәсілдерді қолдану жолымен;

- қысқа тұйықталған роторы бар асинхронды қозғалтқыштар көп жылдамдықты (жартылай ажыратқыш).

Крандарды басқару жүйесін басқару тәсілі бойынша:

- қажетті үдеулерді таңдауды қоса алғанда, басқару процесін тек оператор ғана жүзеге асыратын кезде, күш жұдырықшалы бақылаушылар арқылы емес басқарушылар арқылы болатын;

- басқару мүмкіндігі постының конструктивтік ерекшеліктерімен және берілген екпін бағдарламасымен (тежелу) шектелген кезде кнопкалы бекеттермен басқарылатын);

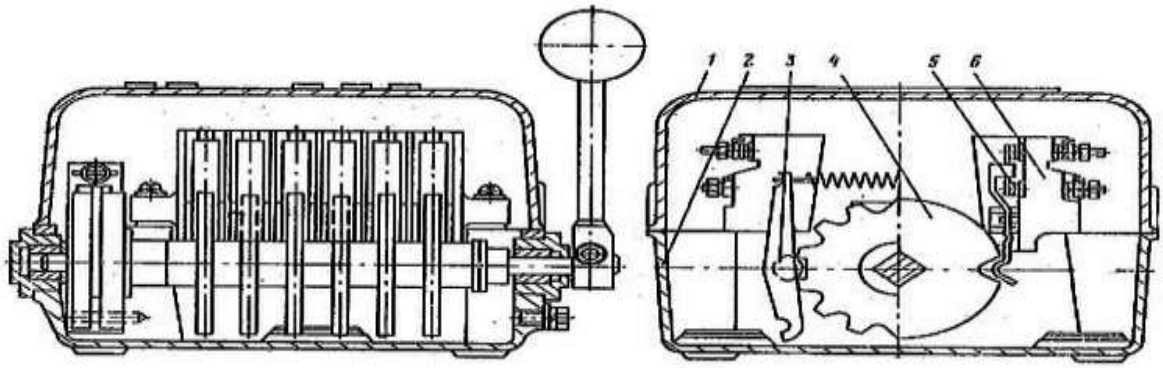
- күрделі жиынтық құрылғымен (энергия түрлендіргішін пайдаланып немесе онсыз магнитті контроллермен басқарылатын.

Крандарды басқару жүйесін реттеу шарттары бойынша:

- номиналды деңгейден төмен жылдамдықты (айналу жиілігін) реттей отырып;

- жылдамдықты номиналдыдан жоғары және номиналдыдан төмен реттеумен;

Конструкциялық жағынан екі пластмасса рейкаларда орналасқан коммутациялық элементтерден (контактілер 2) тұрады 6. Бұл контактілерді жабу және ашу барабанға орнатылған камера шайбаларының көмегімен жүзеге асырылады 5. Барабанды бұру 4 тұтқасының көмегімен жүзеге асырылады. Камера шайбаларының әрқайсысы бекітілген позициялардың әрқайсысында контактілерді жабу және ашу үшін қажетті тізбекті құру үшін белгілі бір профильге ие. Асинхронды қозғалтқыштың басқару схемасы 4-ші суретте көрсетілген.



4- сурет – Асинхронды қозғалтқыштың басқару схемасы

1.4 Крандарда қолданатын электр жетектер

Крандық механизмдердің электр жетектерінің қолдану массалығы мен өте ауыр жұмыс режимдері оларды пайдаланудың қарапайымдылығына және жұмыстың жоғары сенімділігіне қатысты қатаң талаптарды қажет етеді. Сондықтан крандық электржетектерді жобалау кезінде электржетектің ең қарапайым жүйелерін және олардың басқару сұлбаларын пайдалануға, тіпті статикалық сипаттамаларға және жетектердің динамикалық қасиеттеріне қойылатын талаптарды біршама төмендетуге ұмтылады. Электр жетегі жүйесін таңдауға әсер ететін басты технологиялық талапжылдамдықты реттеу талабы болып табылады. D жылдамдығын реттеудің талап етілетін диапазоны жұмыс жылдамдығының жұмыс шарттары бойынша қажетті ең аз жұмыс жылдамдығына қатынасымен анықталады.

Көтеру механизмдеріне арналған ең төменгі жылдамдық жүкті белгіленген орынға рұқсат етілмеген итерусіз жұмсақ орнату шарттарымен шектеледі. Қозғалыс механизмдерін басқару кезінде жылдамдықты реттеу операторға механизмдердің тоқтауын қажетті дәлдікпен жеңілдетеді, осы мақсат үшін қажетті жетекті қайта қосу санын қысқартады.

Электржетектің жылдамдығын басқару жылдамдыққа, ток пен шектеу сәтіне салынған кезде жүзеге асырылуы тиіс. Негізгі механизмдердің жұмыс жылдамдығы көп крандардың нормаланған рұқсат етілген орташа жылдамдықтар кезінде өтпелі процестердің жиынтық уақыты циклдің жалпы уақытының аз бөлігін құрайды. Сондай-ақ жобалау кезінде жүктің тарылуы, кинематикалық саңылаулар және т.б. әсерін бағалау қажет және қажет болған жағдайда динамикалық жүктемелерді шектеу үшін қосымша шаралар қабылдау қажет.

Әмбебап көпірлік және бұрылыс крандарының көпшілігі үшін механизмдердің қанағаттанарлық басқарылуы d - диапазонында қамтамасыз етіледі . Осыған байланысты крандарда неғұрлым жаппай қолдану роторлы асинхронды қозғалтқышты табады, ол роторлы тізбектегі кедергіні ауыстырып қосумен реттеледі. Қарапайым, сенімді және арзан асинхронды қозғалтқышты қолдану аймағын кеңейту үшін оның реттеу қасиеттерін жақсартатын негізгі схемалық шешімдер болуы мүмкін, оларды атап өтетін болсақ:

- екі қозғалтқышты электржетекте механикалық сипаттамаларды қосу принципін пайдалану;
- жүкті түсіру кезінде фазалық роторы бар қозғалтқыштардың жылдамдығын реттеу диапазонын кеңейту үшін өздігінен қозғалатын динамикалық тежеуді пайдалану;
- жылдамдық бойынша кері байланысы бар тиристорлы кернеу реттегіштерінің жылдамдығын реттеу үшін пайдалану;
- көп жылдамдықты кранды асинхронды қозғалтқыштарды пайдалану;
- асинхронды электр жетектерін жиіліктік басқаруды пайдалану.

Енді электр жетектерінің электр тізбектеріне келетін болсақ олар келесі түрлерге бөлінеді:

- электржетектің негізгі энергия ағыны өтетін басты тізбектер, сондай-ақ жүк көтергіш магниттерді қоректендіру жүзеге асырылады.

- тұрақты токтың электр машиналарын, ауыспалы токтың синхронды электр машиналарын немесе тежегіш құрылғыларының электр магниттерін қоздыру тогы өтетін қоздыру тізбектері.

- басқару органдарынан бас тізбектер мен қозу тізбектерінің коммутациялық құрылғыларына командаларды беру жүргізілетін басқару тізбектері. Басқару тізбектерінде алдын ала берілген бағдарлама бойынша командаларды орындау мен ауыстырып қосудың белгілі бір реттілігі жүзеге асырылады.

- операторға немесе бақылаушы құрылғыға басты тізбектер мен басқару тізбектерінің коммутациялық элементтерінің жай-күйі туралы ақпаратты беретін сигнал беру тізбектері.

2 Есептік бөлім

2.1 Дөңгелектерге түсетін статиканың жүктемесін анықтау

Номинал салмағы мынаған тең:

$$G_{ГР} = m_{ГР} \cdot g = 50 \cdot 10^3 \cdot 10 = 600 \text{ кН} \quad (2.1)$$

Арбашаның салмағы:

$$G_T = m_T \cdot g = 13{,}5 \cdot 10^3 \cdot 10 = 135 \text{ кН} \quad (2.2)$$

Жүктеменің әркелкі коэффициентін ескере отырып 1-ші дөңгелекке түсетін максимал статикалық жүктеме:

$$P_{СТ.МАХ} = \left[\left(G_{ГР} + G_T\right) \cdot 1{,}1\right] / 4 = \left[\left(500 + 135\right) \cdot 1{,}1\right] / 4 = 175{,}5 \text{ кН} \quad (2.3)$$

Дөңгелекке түсетін минимал статикалық жүктеме:

$$P_{СТ.МИН} = \left(G_T \cdot 0{,}9\right) / 4 = \left(135 \cdot 0{,}9\right) / 4 = 30{,}3 \text{ кН} \quad (2.4)$$

Жоғарғы берілістер үшін D=400мм=0,4м дөңгелектен таңдалды.

2.2 Дөңгелек қондырғыларын таңдау

К2РП-400 типті дөңгелектің қондырғысын таңдаймыз. Бұл жетекке арналған құрылғы. Жетексіз КРП-400 типті дөңгелек қондырғысының негізгі параметрі мынадай:

$$D = 400mm;\ d = 80mm;\ B = 80mm;\ d_Ц = 60mm;$$
$$m_{К.УПР} = 165.72;\ m_{К.У.НЕПР} = 156.67кг;\ Z_{реб} = 0;$$

Сақтандыру беткейінің формасы цилиндрлік, подшибниктердің түрі роликті, радиалды, сфералы, симметриалы.

2.3 Арбаша рельсін таңдау

КР-70 ГОСТ 4121-76 типті рельс таңдалды. Техникалық берілістер:
R=400мм головка радиусы;
B=80мм головка ені;

2.4 Арбашаның жылжуына кедергіні анықтау

Үйкеліс күшін анықтаймыз:

$$F_{тр} = \left(G_{гр} + G_T\right)\left(\frac{2 \cdot \mu + f \cdot d_y}{D}\right) \cdot k_{доп} = \left(500 + 135\right)\left(\frac{2 \cdot 0{,}6 + 0{,}015 \cdot 60}{400}\right) \cdot 2 = 6{,}66 \text{ кН} \qquad (2.5)$$

мұндағы $\mu = 0{,}6$;
$f = 0{,}015$;
$k_{доп} = 2$

Арбашаның жүру жолындағы еңістігінен (уклон) болатын кедергі:

$$F_y = \alpha \cdot \left(G_{гр} + G_T\right) = 0{,}002 \cdot \left(500 + 135\right) = 1{,}27 \text{ кН} \qquad (2.6)$$

мұндағы ά=0.002 еңістік бұрышы.

Жылдамдық алу кезіндегі инерция күштерін туғызатын кедергі:

$$F_{ин} = \delta \cdot \left(m_T - m_n\right) \cdot a = 1{,}25 \cdot \left(13{,}5 - 1{,}185\right) \cdot 0{,}5 = 7{,}7 \text{ кН} \qquad (2.7)$$

мұндағы $m_n = 1185 кг$,
δ=1,25- жылдамдық 1 м/с-тан аз болғанда.

Иілгіш аспа қолданған кезде жүктің шайқалуынан болатын кедергі:

$$F_{гиб} = (m_{гр} + m_n) \cdot a = (50 + 1{,}185) \cdot 1 = 51{,}185 \text{ кН} \qquad (2.8)$$

Көтергіш кран жабық жерде болғандықтан желден болатын кедергі: МЕСТ 1451-76 бойынша $F_в = 0$ деп аламыз.

Толық кедергі:

$$F = F_{ТР} + F_У + F_{ин} + F_{гиб} + F_в = 6{,}66 + 1{,}27 + 7{,}7 + 51{,}185 + 0 = 66{,}81 \text{ кН} \qquad (2.9)$$

3 Электр жетегінің түрі мен электромеханикалық сипаттамалары

3.1 Электр жетегіне қойылатын негізгі талаптар

Крандарға арналған электржетек жұмыс ерекшеліктермен анықталатын арнаулы жағдайларда жұмыс істейді:

1) Жүктеменің өте үлкен шеңберде өзгеруі және қозғалыс бағытының өзгеруі;

2) Жылдамдықтарды реттеу диапазоны кең;

3) Бір сағат ішінде қозғалтқыштардың іске қосылулар саны көп;

4) Асқын жүктемелердің болу ықтималдығы жоғары;

5) Кранның жылдамдығы бөліктеріндегі жабдықтарға әртүрлі сыртқы әсерлердің болуы;

6) Қоршаған ортаның температурасы және ылғалдылығының өзгермелі болуы;

Осы жағдайларға сәйкес көтергіш крандардың электржетектеріне мынандай талаптар қолданылады:

1) Қозғалтқыштың жылдамдығы мен моментін механикалық сипаттамалардан белгілі бір жиынтығына сәйкес реттеу;

2) Кранның қондырғылар жұмысының жоғары сенімділігі мен қауіпсіздігі;

3) Краншылардың шашауын азайту мақсатымен басқаруды неғұрлым қарапайымдылау;

Жоғарғы айтылған талаптарды 2 түрлі жүйеде орындалған электржетегі қамтамасыз етеді.

1) Тиристорлық түрлендіргіш – ТТҚ.

2) Жиіліктік тиристролық түрлендіргіш – АҚ.

Бұл жүйелердің реттеу қасиеті жоғары, механикалық сипаттамалары қатаң, әсер етуі тез және ПӘК – і жоғары.

АҚ қолданған жағдайда сенімділік жоғарылайды, құрылымы қарапайым, қуат коэфициенті өте жоғары. Бірақ бұл жүйеде мынандай кемшіліктер бар: басқару жүйесі күрделі, айналу жүйелік жағдайларына арналған арнаулы қозғалтқыштардың жоқтығы және құнының жоғарылығы.

Осы айтылған анализ негізінде ЖТТ-АҚ жүйесін таңдаймыз. Өнеркәсіпте қолданылатын крандарда МТН сериялы фазалы роторлы асинхронды қозғалтқыштары кең қолданылады. Олар қысқа уақытты режимінде , 1 сағат ішіндегі қосылулар саны жоғары және жиілікті реттеу диапазоны кең етіп жасалған. Механизмнің ПӘК –і $\eta_{пр} = 0{,}9$, қоздыру моментінің орташа іске қосу тогының еселігі $\Psi_{п.ср} = 2$ деп қабылданған, қажет болатын қуат анықталады:

$$N = \frac{F \cdot v}{\eta_{пр} \cdot \Psi_{п.ср}} = \frac{66{,}8 \cdot 2}{0{,}9 \cdot 2} = 74{,}23 \text{ кВт} \qquad (3.1)$$

$$N_{дв}=(0,7\text{-}0,8)*N=52\text{-}60\ кВт$$

МТН-сериялы қозғалтқыштардағы техникалық берілістегі қозғалтқыштың номиналды жұмыс режимі 60 мин негізіндегі жұмыс режимі 40 ге тең. Жобалауға МТН 512-6 типті фазалы роторлы асинхронды қозғалтқышты таңдаймыз. Техникалық берілістері мынадай:

$P_{2H} = 55$ кВт, $U_{2ф}$ =340 В, I_1 =120 А, n_N =960 об/мин, ПӘК-і =0,88
$j_р$ =1,03 кг м^2 , $M_{мах}$ = 1630 Н м , cosφ=0,79, m = 520

Жылдамдықтың номиналды жылдамдығы :

$$w_N = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_N}{60} = \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 960}{60} = 100{,}5\ с^{-1} \qquad (3.2)$$

3.2 Редукторды таңдау және оның беріліс санын есептеу

Дөңгелектің айналу жиілігі мынаған тең:

$$n_K = \frac{v}{\pi \cdot Д_K} = \frac{2{,}2 \cdot 60}{3{,}14 \cdot 0{,}4} = 95{,}5\ \text{айн/мин} \qquad (3.3)$$

Қажетті айналу жиілігі:

$$i = \frac{n_N}{n_K} = \frac{960}{95{,}5} = 10{,}05 \qquad (3.4)$$

ВКУ-М типті редукторды таңдаймыз. Басты көтеру механизміндегі сияқты қозғалтқыштың жәй жүрісіндегі эквивалентті моменті $M_{Р.Э}$ анықтаймыз, топ үшін 4М режимінің В2 жүктемелену класын және А4 қолдану классын таңдаймыз:

мұндағы к = 0,25;
$к_Q$ = 0,63;
$t_{маш}$=12500 сағат

Жай жүріс білігінің айналу жиілігі дөңгеленетін айналу жиілігіне тең:

$$n_T = n_K = 95{,}5\ \text{айн/мин} \qquad (3.5)$$

Редуктордың жай жүрісті білігіндегі жүктемелену циклдарының саны мынаған тең:

$$Z_T = 30\ n_T\ t_{маш} = 30\ 95{,}5\ 12500 = 35{,}8\ 10^6 \qquad (3.6)$$

Редуктордың жай жүрістік сатысының беріліс саны $i_т$ = 5, шестерния тісінің түйіспелік кернеулерінің циклдарының жалпы саны мынаған тең:

$$Z_р = Z_Т\ i_Т = 35812500*5 = 179{,}062\ 10^6 \qquad (3.7)$$

Түйіспелік кернеудің циклының базалық саны мынаған тең: $Z_0=125\cdot10^6$ сонда жұмыс істеу мерзімінің коэффициенті мынаған тең:

$$k_T = \sqrt[3]{\frac{Z_P}{Z_0}} = \sqrt[3]{\frac{179{,}062\cdot10^6}{125\cdot10^6}} = 1{,}19 \qquad (3.8)$$

Ұзақ жұмыс істеу қабілеті коэффициенті мынаған тең:

$$К_д = К_Q\ К_t = 0{,}63\ 1{,}19 = 0{,}75 \qquad (3.9)$$

Ұзақ жұмыс істеу коэффициенті 0,63-тен кем болмауы тиіс, бұл шарт орындалады.

ВКУ-965М редукторының өлшемдеріне қарай отырып, редуктордың жай жүрісті білігіндегі есептік айналдырушы моментін анықтаймыз. Ең жақын беріліс саны $i_р$=18, бұл оның есептік мәні

i=16.2 тек шамасы 10 %-не өзгеше.

Редуктордың ПӘК-і $ή_{ред}$=0,94.

Қозғалқыштың номиналды моментін табамыз:

$$M_{дв.N} = \frac{P_{дв.N}}{w_{дв.N}} = \frac{55\cdot10^3}{100{,}5} = 550\ \text{Нм} \qquad (3.10)$$

Қозғалқыштың максималды моменті мынаған тең:

$$M_{дв.мах} = M_{дв.N}\cdot\Psi_{п.мах} = 550\cdot3 = 1650\ \text{Нм} \qquad (3.11$$

Жай жүрісі белгілі есептік момент мынаған тең:

$$M_р = M_{дв.мах}\cdot i_р\cdot\eta_р = 1650\cdot18\cdot0{,}94 = 27{,}92\ \text{кНм} \qquad (3.12)$$

Онда эквивалент мәні мынаған тең:

$$M_{р.э} = к_д\cdot M_р = 0{,}73\cdot27{,}92 = 20{,}4\ \text{кНм} \qquad (3.13)$$

Келесі сипаттамаларға ие ВКУ-965 М редукторын таңдаймыз:
$M_{p.N} = 19750...27200$ Нм онда $M_{p.N} \geq M_{p.э}$.
$a_{w.c} = 965$ мм;
$d_{тих.} = 125$ мм;
$d_{быстр.} = 65$ мм;
m = 1500 кг

3.3 Механизмінің ПӘК-і мен жылдамдықтың шын мәнін анықтау

Жылдамдықтың шын мәні мынаған тең:

$$v_{пер.т.} = \frac{w_{дв.N} \cdot r_k}{i_{max}} = \frac{99,9 \cdot 0,2}{12} = 1,665 \text{ м/с}, \quad (3.14)$$

Бұл рұқсат етілген 7% мәнге ауытқиды.

Тісті бір муфтаның ПӘК-і мынаған тең: $ή_{рмуф}$=0,99, бір муфта қозғалқышпен редуктор арасындағы орналасқан, сыртқы обатмалы 1-ші типті деп қабылдайды, ал екінші муфта аралық білігі бар 2-ші типті болады. Бүкіл механизмнің ПӘК-і мынаған тең $ή_{мех}=ή_М=ή_Р=ή_{ред}$=0,99·0,94·0,99=0,92, бұл мәннің қабылданған мәннен айырмашылығы аз, сондықтан қуатты қайта есептеу жүргізілмейді.

Муфтаны таңдау, біліктің екі жағының диаметрі бойынша жүргізіледі:
Тез жүрісті білік үшін -1-1000-40-20-40-2-2У2 МЕСТ 5006-83
Жай жүрісті білік үшін-1-6300-80-1-70-1-2У2 МЕСТ 5006-83
Номинал айналдырушы момент-$М_м$=25000 Нм;
Масса-m=15,2 кг;
Динамикалық момент-$I_м$=0,15кг м^2 .

3.4 Тежегішті таңдау

Еңістік тудыратын кедергі:

$$W_{y.0} = \alpha \cdot G_T = 0,002 \cdot 135 = 0,27 \text{ кН} \quad (3.15)$$

Инерциядан туатын кедергі:

$$W_{ин.0} = \delta \cdot m_T \cdot a = 1,25 \cdot 13,5 \cdot 0,05 = 0,8437 \text{ кН} \quad (3.16)$$

мұндағы: δ=1,25

Сырығудан туатын кедергі:

$$W_{тр.0} = G_T\left(\frac{2\cdot\mu + f\cdot d_y}{D}\right)\cdot k_{рол} = 135\cdot\left(\frac{2\cdot 0{,}6 + 0{,}015\cdot 60}{400}\right)\cdot 1{,}25 = 0{,}7 \text{ кН} \quad (3.17)$$

мұндағы: μ=0,6;

f=0,015;

k=1,25

Айналу моменттері:

$$T_{у.0} = \frac{W_{у.0}\cdot r_k \cdot \eta_{k-T}}{i_{мех.}} = \frac{0{,}27\cdot 10^3\cdot 0{,}2 \cdot 0{,}92}{18} = 2{,}76 \text{ Нм} \quad (3.18)$$

$$T_{ин.0} = \frac{W_{ин.0}\cdot r_k \cdot \eta_{k-T}}{i_{мех.}} = \frac{0{,}8437\cdot 10^3\cdot 0{,}2 \cdot 0{,}92}{18} = 8{,}62 \text{ Нм} \quad (3.19)$$

$$T_{тр.0} = \frac{W_{тр.0}\cdot r_k \cdot}{i_{мех.}\cdot \eta_{k-T}} = \frac{0{,}7\cdot 10^3\cdot 0{,}2}{18\cdot 0{,}92} = 8{,}45 \text{ Нм} \quad (3.20)$$

Механизмнің тежеу моменті:

$$T_{тр.мех} = T_{у.0} + T_{ин.0} - T_{тр.0} = 2{,}76 + 8{,}62 - 8{,}45 = 2{,}92 \text{ Нм} \quad (3.21)$$

ТКГ типті электрогидравликалық итергіші бар тежегішті таңдаймыз, өйткені электрогидравликалық итергіш демпфер қызметін атқарып жұмыс істеу динамикасын жақсартады. Бұл тежеу кезде арбаша дөңгелегінің рельсінен ілінісуіне жақсы жағдай туғызады.

Тежегішті 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

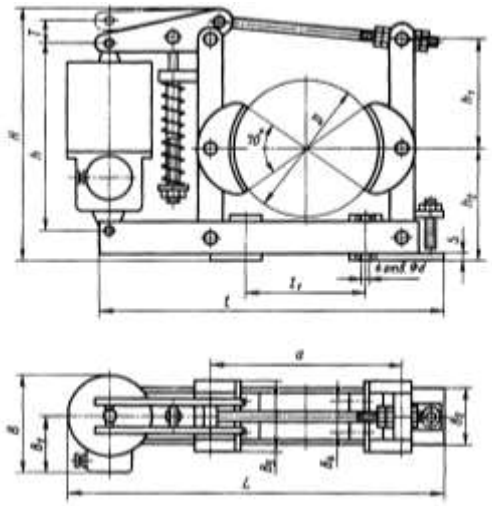
Негізгі параметрлері:

$D_{м.ш}$=400мм;

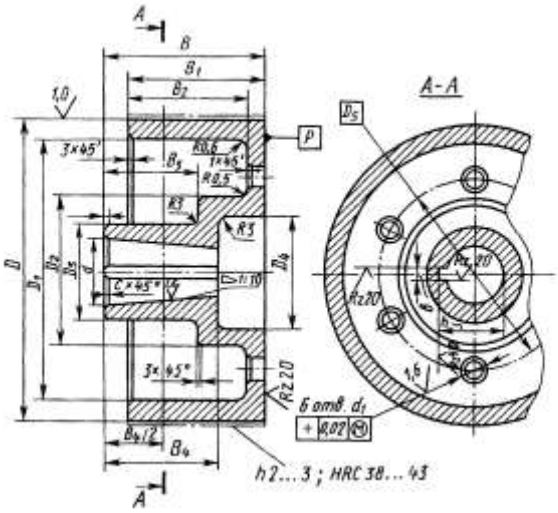
$B_{об}$=185мм;

$d_{росм.мах}$=79,5мм;

$m_{м.ш}$ =50,4кг.



5-сурет-ТКГ(ОСТ24.290.08-82) типті тежегіш



6-сурет-ТКГ(ОСТ24.290.062-72) тежегіштік шкив

3.5 Қозғалтқыш білігіне келтірілген ілгерілмелі қозғалтқышты және жүйенің қатаңдық коэффициентін есептеу. Жүктемелену диаграммасы мен қозғалтқыштың тахограммасын құру

Тежеу шкивінің инерция моменті:

$$J_{т.ш.} = м_т \cdot r^2_{т.ш.} \cdot \xi = 50{,}4 \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}6 = 1{,}21 \text{ кг м}^2 \qquad (3.22)$$

мұндағы $\xi = 0{,}6$ - салмақтану бөлігін есепке алу коэффициенті.

Тез жүрістегі біліктегі барлық айналушы біліктердің инерция моменті мынаған тең:

$$J_1 = J_{т.ш} + J_{р.дв} + J_м = 1{,}21 + 1{,}03 + 0{,}15 = 2{,}39 \text{ кг м}^2 \quad (3.23)$$

Айналу инерция моменті:

$$J_{вр.} = \gamma \cdot J_1 = 1{,}15 \cdot 2{,}39 = 2{,}74 \text{ кг м}^2 \quad (3.24)$$

мұндағы $\gamma = 1{,}15$.

Әрдайым қозғалтқыштағы бөліктердің салмақтарының қосындысы:

$$m_{пост} = m_T + m_{гр} = 50 + 13{,}5 = 60{,}5 \text{ кг} \quad (3.25)$$

Жүкпен жылдамдық алған кездегі механизімінің әрдайым қозғалыстағы бөліктерінің инерция моменті мынаған тең:

$$J_{пост.р.т} = \frac{m_{пост} \cdot r_k^2}{i_{\max}^2 \cdot \eta_{мех}} = \frac{60{,}5 \cdot 0{,}2^2}{18^2 \cdot 0{,}93} = 8 \text{ кг м}^2 \quad (3.26)$$

$$J_{пост.р.0} = \frac{m_T \cdot r_k^2}{i_{\max}^2 \cdot \eta_{мех}} = \frac{13{,}5 \cdot 10^3 \cdot 0{,}2^2}{18^2 \cdot 0{,}93} = 1{,}8 \text{ кг м}^2 \quad (3.27)$$

Қозғалтқыш білігіне келтірілген жүгі бар арбашаның инерция моменті:

$$J_{\Sigma р.г} = J_{вр.} + J_{пост.р.г} = 2{,}74 + 8 = 10{,}74 \text{ кг м}^2 \quad (3.28)$$

Жүксіз арбашаның қозғалтқыш білігіне келтірілген инерция моменті:

$$J_{\Sigma р.0} = J_{вр.} + J_{пост.р.0} = 2{,}74 + 1{,}8 = 4{,}54 \text{ кг м}^2 \quad (3.29)$$

Қозғалтқышта жүгі бар арбашаның статикалық кедергі күші:

$$F_{ст.г} = F_{тр.г} + F_{у.г} = 6{,}66 + 1{,}27 = 8{,}93 \text{ кН} \quad (3.30)$$

Қозғалтқыштағы жүгі жоқ арбашаның статикалық кедергі күші:

$$F_{ст.0} = F_{тр.0} + F_{у.0} = 1{,}41 + 0{,}27 = 1{,}68 \text{ кН} \quad (3.31)$$

$$F_{тр.0} = G_T \left(\frac{2 \cdot \mu + f \cdot d_y}{D} \right) \cdot k_{доп} = 135 \cdot \left(\frac{2 \cdot 0{,}6 + 0{,}015 \cdot 60}{400} \right) \cdot 2 = 0{,}7 \text{ кН} \quad (3.32)$$

$$F_{у.0} = \alpha \cdot G_T = 0{,}002 \cdot 135 = 0{,}27 \text{ кН} \quad (3.33)$$

Арбашаның жүкпен жылдамдық алған кездегі статикалық кедергі моменті:

$$M_{ст.р.г} = \frac{F_{ст.г} \cdot r_k}{i_{\max} \cdot \eta_{мех}} = \frac{8{,}93 \cdot 0{,}2}{18 \cdot 0{,}93} = 0{,}1 \text{ Нм} \qquad (3.34)$$

Арбашаның жүксіз жылдамдық алған кездегі статикалық кедергі моменті:

$$M_{ст.р.0} = \frac{F_{ст.0} \cdot r_k}{i_{\max} \cdot \eta_{мех}} = \frac{1{,}68 \cdot 0{,}2}{18 \cdot 0{,}93} = 0{,}02 \text{ Нм} \qquad (3.35)$$

Жүгі бар арбашаның номиналды жылдамдық алу моменті:

$$t_{р.г.} = \frac{w_{дв} \cdot J_{\Sigma Г}}{M_{п.ср.} - M_{ст.г.}} = \frac{100{,}5 \cdot 10{,}74}{1650 - 100} = 0{,}7 \text{ с.} \qquad (3.36)$$

Жүгі жоқ арбашаның номиналды жылдамдық алу моменті:

$$t_{р.0.} = \frac{w_{дв} \cdot J_{\Sigma р.0}}{M_{п.ср.} - M_{ст.0.}} = \frac{100{,}5 \cdot 4{,}54}{1650 - 20} = 0{,}28 \text{ с.} \qquad (3.37)$$

Берілген мәндер 3с-тан аспайды былайша айтқанда қозғалтқыш жылдамдық алудың керекті интенсивтілігін қамтамасыз етеді.

Жүкпен жылдамдық алған кездегі орташа үдеу:

$$a = \frac{v_{пер.ср}}{t_{р.г}} = \frac{1{,}665}{0{,}7} = 2{,}37 \text{ м/с}^2 \qquad (3.38)$$

Жүкпен және жүксіз жылдамдық алу кезінде және тежеу кезіндегі ілгерілемелі қозғалтқыштағы бөлшектердің инерция моменті:

$$J_{пост.т.г.} = \frac{m_{пост} \cdot r_k^2 \cdot \eta_{мех}}{i_{мех.}^2} = \frac{63{,}5 + 0{,}2^2 \cdot 0{,}93}{18^2} = 7{,}2 \text{ кгм}^2 \qquad (3.39)$$

$$J_{пост.т.0.} = \frac{m_т \cdot r_k^2 \cdot \eta_{мех}}{i_{мех.}^2} = \frac{13{,}5 \cdot 0{,}2^2 \cdot 0{,}93}{18^2} = 1{,}5 \text{ кгм}^2 \qquad (3.40)$$

Жүкпен және жүксіз тежеу кезіндегі арбашаның қозғалтқыш білігіне келтірілетін моменттер:

$$J_{\Sigma т.г} = J_{вр.} + J_{пост.т.г} = 2{,}74 + 7{,}2 = 9{,}94 \text{ кгм}^2 \qquad (3.41)$$

$$J_{\Sigma т.0} = J_{вр.} + J_{пост.т.0} = 2{,}74 + 1{,}5 = 4{,}24 \text{ кгм}^2 \quad (3.42)$$

Тежеу және жылдамдық алуі кезіндегі статикалық кедергілер моменттері тең деп қабылдаймыз:

$$M_{ст.р.г} = M_{ст.т.г} = 100 \text{ Нм} \quad (3.43)$$

$$M_{ст.р.0} = M_{ст.т.0} = 20 \text{ Нм} \quad (3.44)$$

Тежеу қозғалтқыштың рекуперативтік режимге өту кезіндегі жүретінін ескеріп:

$$M_T = 1{,}5 \cdot M_N = 1{,}5 \cdot 550 = 825 \text{ Нм} \quad (3.45)$$

Арбашаның жүкпен және жүксіз тежелу уақытын есептейміз:

$$t_{т.г.} = \frac{w_{дв} \cdot J_{\Sigma т.г}}{M_T + M_{ст.г.}} = \frac{100{,}5 \cdot 9{,}94}{825 + 100} = 1{,}07 \text{ с.} \quad (3.46)$$

$$t_{т.0.} = \frac{w_{дв} \cdot J_{\Sigma т.0}}{M_T + M_{ст.т.0}} = \frac{100{,}5 \cdot 4{,}24}{825 + 20} = 0{,}5 \text{с.} \quad (3.47)$$

Арбаның механикалық тежегіш көмегімен тежеу жағдайында оны берілген M_T=825 *Нм* тежеу моментіне сәйкестеп қою керек.

Арбашаның жүкпен жылдамдық алу кезіндегі жүретін жолы:

$$\ell_{р.г} = \frac{v_{ном} \cdot t_{р.г}}{2} = \frac{2 \cdot 0{,}7}{2} = 0{,}7 \text{ м} \quad (3.48)$$

Арбашаның жүксіз жылдамдық алу кезіндегі жүретін жолы:

$$\ell_{р.0} = \frac{v_{ном} \cdot t_{р.0}}{2} = \frac{2 \cdot 0{,}28}{2} = 0{,}28 \text{м} \quad (3.49)$$

Арбашаның жүкпен және жүксіз толық тежеу кезіндегі жүретін жолы:

$$\ell_{т.г} = \frac{v_{ном} \cdot t_{т.г}}{2} = \frac{2 \cdot 1{,}07}{2} = 1{,}07 \text{ м} \quad (3.50)$$

$$\ell_{т.0} = \frac{v_{ном} \cdot t_{т.0}}{2} = \frac{2 \cdot 0{,}5}{2} = 0{,}5 \text{ м} \quad (3.51)$$

Арбашаның тұрақталған режимдегі жүкпен және жүксәз жүретін жолы:

$$\ell_{у.г} = \ell_{р} - \ell_{р.г} - \ell_{т.г} = 30 - 0{,}7 - 1{,}077 = 28{,}23 \text{ м} \quad (3.52)$$

$$\ell_{у.0} = \ell_{р} - \ell_{р.0} - \ell_{т.0} = 30 - 0{,}28 - 0{,}5 = 29{,}22 \text{ м} \quad (3.53)$$

Жүкпен және жүксіз тұрақталған режим уақыты:

$$t_{у.г} = \ell_{у.г} / v_{ном} = 28{,}23 / 2 = 14{,}11 \text{ с.} \quad (3.54)$$

$$t_{у.0} = \ell_{у.0} / v_{ном} = 29{,}22 / 2 = 14{,}61 \text{ с.} \quad (3.55)$$

Арбаша жұмысының есептік циклы:
1)$1_{Р}$=L/2=30м қашықтыққа жүкпен және жүксз қозғалыс;
2) 1сағат ішінде циклдар саны: N=75;
3) 1 цикл уақыты:

$$T_{Ц} = \frac{3600}{75} = 48 \text{ с.} \quad (3.56)$$

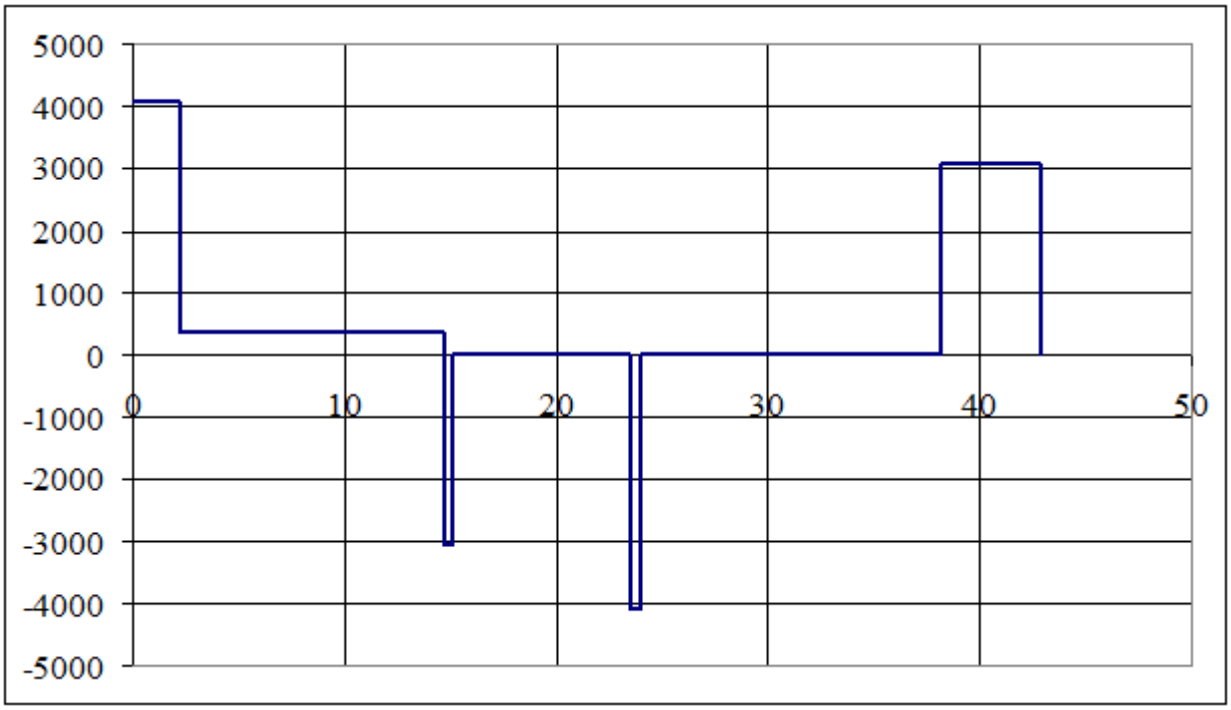
Негізгі циклдегі іргелестер уақыты:

$$t_0 = T_ц - t_{у.г} - t_{у.0} - t_{р.г} - t_{р.0} - t_{т.г} - t_{т.0} = 48 - 14{,}11 - 14{,}61 - 0{,}7 - 0{,}28 - 1{,}07 - 0{,}5 = 16{,}73 \text{ с.} \quad (3.57)$$

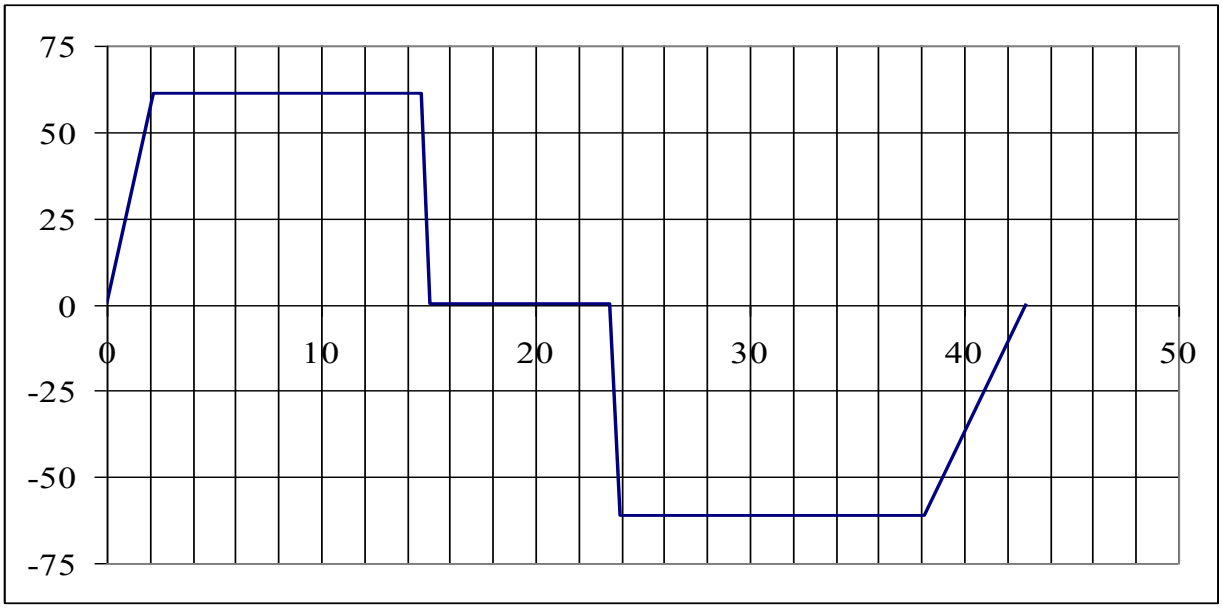
Онда қозғалтқыштың салыстырмалы есептік ПВ-сы мынаған тең:

$$ПВ_р = \frac{T_ц - t_0}{T_ц} \cdot 100\% = \frac{48 - 16{,}73}{48} \cdot 100\% = 65{,}2\% \quad (3.58)$$

Алынған мәліметтер негізінде арбаша электржетегінің жүктемелік диаграммасы мен тахограммасын құрамыз:



7 - сурет - Арбаша ЭЖ-нің жүктемелену диаграммасы



8 – сурет-Арбаша ЭЖ-нің тахограммасы

3.6 Таңдалған қозғалтқышты қызу және асқын жүктемелену қасиеті бойынша бастапқы тексеру

$ПВ_р$= 67% болғандағы жүктемелеу диаграммасы бойынша эквивалентті моментті есептейміз. Жылу өткізудің төмендеуін есепке ала отырып β=0,5 коэффициентін қабылдаймыз.

$$M_{эк.р} = \sqrt{\frac{M^2_{п.ср} \cdot t_{р.г.} + M^2_{п.ср} \cdot t_{р.0} + M^2_{ст.р.г} \cdot t_{уст.г.} + M^2_{ст.р.0} \cdot t_{уст.0.}}{\beta \cdot (t_{р.г.} + t_{р.0.}) + t_{у.г.} + t_{у.0.}}}$$

$$= \sqrt{\frac{1100^2 \cdot 0,7 + 1100^2 \cdot 0,28 + 100^2 \cdot 14,11 + 20^2 \cdot 14,61}{0,5(0,7 + 0,28) + 14,11 + 14,61}} = 213,6 H \cdot м \qquad (3.59)$$

$M_{эк.р}$ –ны стандартты $ПВ_{ст}$= 40%-ке қайта санаймыз

$$M_{эк.ст} = M_{эк.р} \cdot \sqrt{\frac{ПВ_р}{ПВ_{ст}}} = 213,6 \cdot \sqrt{\frac{65,2}{40}} = 272,7 \text{ Нм} \qquad (3.60)$$

$M_{эк.ст}$ =272,7 Нм < M_N = 550 болғандықтан таңдалған қозғалтқыш қызуы бойынша қанағаттандырады.

1650*0,8 > 213,6 Нм , болғандықтан қозғалтқыш асқын жүктемелену бойынша да қанағаттандырылады.

3.7 Түрлендіргішті есептеу және таңдау

Тиристорлық электржетекте және АҚ жүйелерінде үш фазалы көпірлі және қарсы паралель схемалы түзеткіштер кең қолданыс тапты. Бұл схемалардың қолданылуы вентильдердегі қоректендіруші кернеудің тура және кері бағыттарының оптималды мәніне түсіндіріледі, сонымен қатар бұл схема пульттердің қажетті деңгейімен трансформатордың аз қуатты болуын қамтамасыз етеді. Сонымен қатар үш фазалы көпірлі схеманың трансформаторлары қолданудың жоғары коэффициентіне және кәдімгі желілік трансформаторлардан айырмашылығы аз болады.

Реверсивті түрлендіргіштер екі комплектілі болып орындалады,оларды 2-реверсивтік емес тиристорлық түрлендіргіш қамтамасыз етеді.

Тиристорлық түрлендіргіштер тобын басқаруда, реверсивтеуді бөлек және біріктіріп жүзеге асыруға болады.

Біркелкі басқару кезінде басқару сигналдары бір уақытта тиристордың екі тобына да беріледі. Онда олардың біреуі түзеткіш, ал екіншісі инвертор режимінде жұмыс істейді.

Бөлек басқару кезінде басқарушы импульстер осы моментте ток өткізуге тиіс тиристорлар тобына беріледі.

Тиристорлар тобын біркелкі басқару түрлендіргіштері шапшаң жұмыс істейді және басқарылу қарапайым болады, бірақ тиристорлар тобында пайда болатын тұйық контурдағы токтарды шектейтін реакторларды қажет етеді, сондықтан крандық электржетектерде, тиристорлық түрлендіргіштегі ток 0-ге тең болған кезде тиристорлар тобын айырып қосатын арнайы схемаларды енгізумен байланысты басқару схемаларының күрделілігіне қарамастан, бөлек басқарылатын тиристорлық түрлендіргіштер қолданылады.

Жоғарыдағыларды ескере отырып реверсивті, үш фазалы көпірлік, қарсы-параллель, бөлек басқарылатын ТТ-ті таңдаймыз.Түзеткішті басқару схемасының параметрлерін көшіріп жазамыз.

$I_2/I_d = 0{,}816$;
$I_{V\,ср}/I_d = 0{,}333$;
$I_v/I_d = 0{,}577$;
$U_d/U_{2ф} = 2{,}34$;
$U_{v\,м}/U_d = 1{,}045$;
$I_1/I_d = 0{,}816$;
p = 6 – түзеткіштік фазалар саны.

3.8 Трансформатор параметрлерін есептеу

Түзетілген ток:

$$I_d = I_{я.N} \cdot \lambda = 150 \cdot 3 = 750 \text{ А} \qquad (3.61)$$

2-шілік ораманың фазалық тогының есептік мәніне түзету схемасын ескере отырып түзетілген ток бойынша анықтаймыз:

$$I_{2Ф} = K_I \cdot K_{I.2} \cdot I_2 = 1 \cdot 0{,}82 \cdot 750 = 615 \text{ А} \qquad (3.62)$$

$K_{I.2} = \dfrac{I_{2.ф}}{I_d} = 0{,}82$ (таңдалған схема үшін)

Трансформаторларды қоректендіру үздіксіз ток режимінде жұмыс істеп жатқан түрлендіргішті қоректендіру ЭҚК-нің есептік мәні, түрлендіргіштер кернеу түсуін ескере отырып түзетілген U_d кернеу бойынша анықтаймыз.

$$U_{2Ф} = K_U \cdot K_C \cdot K_d \cdot K_k \cdot U_d = 1/2{,}34 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}05 \cdot 340 = 179{,}3 \text{ В} \qquad (3.63)$$

мұндағы $K_U = E_{2ф} / E_{d/0} = 1/2{,}34$ - түзету схемасына тәуелді коэффициент;

$К_с$ =1,1 – қоректендіруші торап кернеуінің төмендеу мүмкіндігін еске алатын кернеу;

$К_d$ =1,1 – максималды басқару сигналында тиристорлардың толық ашылмауын ескеретін коэффициент;

$К_к$ =1,05 – түрлендіргіштегі жалпы кернеудің түсуін ескеретін коэффициент.

Керекті трансформация коэффициенті:

$$K_{тр.} = \frac{w_1}{w_2} \approx \frac{0{,}95 \cdot U_{1.ф}}{U_{2.Ф}} = \frac{0{,}95 \cdot 340}{179{,}3} = 1{,}8 \qquad (3.63)$$

мұндағы $U_{1ф}$ = 220 – тораптың номиналды фазалық кернеуі.

Трансформатордың бірінші орамасының фазалық тогының әрекеттік мәнін есептеу трансформация коэффициенті ескеретін ток бойынша жүргізіледі:

$$I_{1Ф.} = \frac{K_{I.1} \cdot I_d}{K_{тр}} = \frac{0{,}82 \cdot 750}{1{,}75} = 351{,}42 \text{ А} \qquad (3.64)$$

мұндағы $K_{I.1} = I_{1Ф} / I_d = 0.816$ (қабылданған схема үшін).

Типтік қуаттың есептік мәні активті құрамының шығыны мен тиристор габариттерінің сипаттамасы:

$$S_{тр} = K_U \cdot K_C \cdot K_d \cdot K_k \cdot K_T \cdot K_S \cdot I_d \cdot U_d = 1/2{,}34 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}05 \cdot 1.045 \cdot 751{,}42 \cdot 220 = 133{,}8 \text{ ВА} \qquad (3.65)$$

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

Трансформаторды таңдаймыз:

$$S_T \geq S_{тр}; \quad U_{2ф.н} \geq 0{,}95 \cdot E_{2Ф}; \quad I_{2ф.н} \geq I_{2ф}; \quad U_{1Ф.К} = U_{2Ф}.$$

Келесі номиналды мәліметтерге ие, ашық орындалған, табиғи суытылатын, үш фазалы, құрғақ, ТЗС160/10 типті күштік трансформаторды таңдаймыз:

$P_N = 160$ кВт;

$U_1 = 380$ В;

$U_k = 5{,}5\%$;

$I_{XX} = 4\%$;

$P_{XX} = 700$ Вт;

$P_{КЗ} = 2{,}7$ кВт.

Трансформатордың бір фаза орамының индуктивтілік кедергісі:

$$X_{ТР.Ф} = \frac{U_K \cdot U_{1Ф.К}}{110 \cdot I_{1N} \cdot K_{ТР}{}^2} = \frac{3{,}8 \cdot 340}{110 \cdot 351{,}42 \cdot 1{,}75^2} = 0{,}0120\text{, Ом.} \qquad (3.66)$$

Трансформатордың толық индуктивтілік кедергісі:

$$X_{ТР} = 3 \cdot X_{ТР.Ф} = 3 \cdot 0{,}012 = 0{,}036 \text{ Ом.} \qquad (3.67)$$

Трансформатордың фаза орамының активті кедергісі:

$$R_{тр.ф} = \frac{\Delta P_{к.з}}{m \cdot I^2_{1ф.н.} \cdot K^2_{тр}} = \frac{1950}{5 \cdot 351{,}4^2 \cdot 1{,}75^2} = 0{,}0017 \text{ Ом} \qquad (3.68)$$

Трансформатордың толық активтік кедергісі:

$$R_{тр} = 3 \cdot R_{тр.ф} \cdot 3 = 0{,}0017 * 3 = 0{,}005 \text{ Ом} \qquad (3.69)$$

3.9 Вентильдерді есептеу

Вентиль арқылы өтетін орташа ток:

$$I_{v.ср} = K_v \cdot I_d = 0{,}33 \cdot 750 = 247{,}5 \text{ А;} \qquad (3.70)$$

мұндағы $K_v = I_{v.ср} / I_d = 1/3 = 0{,}33$.
Вентиль арқылы өтетін токтың әрекеттік мәні:

$$I_v = K_{v.э} \cdot I_d = 0{,}577 \cdot 750 = 432{,}75 \text{ А;} \qquad (3.71)$$

мұндағы $K_{vэ} = I_v / I_d = 1/\sqrt{3} = 0{,}577$.
Вентильден өтетін максималды ток:

$$I_{V.M} = \frac{U_{V.M} / U_d}{I_d} = 1{,}045 \cdot 750 = 783{,}75 \text{ А;} \qquad (3.72)$$

Вентиль арқылы өтетін максималды кері кернеу:

$$U_{vm} = (U_{vm} / U_d) \cdot U_d = 1{,}045 \cdot 374 = 389\text{, В;} \qquad (3.73)$$

$$U_d = U_{дв.N} \cdot 1{,}1 = 340 \cdot 1{,}1 = 374 \text{ В}$$

мұндағы $U_d = U_{дв.N} \cdot 1{,}1 = 327 \cdot 1{,}1 = 359{,}7$ В -торап кернеуінің мүмкін болатын төмендеуін ескеретін түзетілген кернеу.

Вентиль кернеуі бойынша есептік класы-үшінші $U_{в.\max} \cong 380$ В.

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

$$I_{v.ср} = 160A;$$
$$I_v = 250B;$$
$$I_{v.уд} = 3{,}6кA;$$
$$I_{v.обр} \le 20мA;$$
$$U_{обр} = 2000B;$$
$$\Delta U_{пр} = 0{,}75B;$$
$$t_{вкл} = t_{вост.обр} = 10мкс; \left(\frac{dU}{dt}\right)_{кр} = 200\frac{B}{мкс}; \left(\frac{dI}{dt}\right)_{кр} = 100\frac{A}{мкс}.$$

3.10 Тегістейтін және теңестіретін реакторларды есептеу

Қозғалтқыш якоріне тізбектей қосылған реактордың индуктивтілігі келесі екінші шартты орындаумен таңдалады:

1)Қозғалтқыштың жүктемеленуі мен айналу жиілігінің белгілі диапазонында қозғалтқыш якорі тогының үздіксіздігін қамтамасыз ету;

2)Қозғалтқыш якорі тоғының айнымалы құраушысының амплитудасын шектеу.

Түзетілген ток тізбегінің қажетті жалпы индуктивтілігі мыныған тең:

$$L_{d.неодх.} = L_я + L_{тр} + L_{ур} + L_{ср}, \text{ Гн}; \qquad (3.74)$$

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:

$$\frac{\sqrt{2} \cdot U_n}{m \cdot \omega_{сети} \cdot L_{d.необх.}} \le I_{\min}, \qquad (3.75)$$

мұндағы $U_п$ -түзетілген реттеу бұрышы

α- схемасына тәуелді, түзілген кернеудің айналу құраушысының әрекеттік мәні.

α=90 болғанда, $U_п$ = 124,9 В болады;

m = 3 -түзету схемасының фазалар саны;

I_{min} =1 -реттеу жиілігі 0-ден $ω_н$.-ға сәйкес келетін қозғалтқыш жүктемеленуінің учаскесіндегі минималды якорь тогы.

$$I_{\min} = \frac{M_{\min}}{\kappa\Phi_N} = \frac{20}{3{,}66} = 5{,}46 \text{ А}; \qquad (3.76)$$

мұндағы $\kappa\Phi_N = \frac{M_{ном}}{I_{ном}} = \frac{550}{150} = 3{,}66$, а M_{min}=20,5 (3.77)

Қажетті индуктивтілік:

$$L_{d.необх} \geq \frac{\sqrt{2}\cdot U_н}{m\cdot\omega_{сети}\cdot I_{\min}} = \frac{\sqrt{2}\cdot 124{,}9}{3\cdot 314\cdot 5{,}46} = 0{,}034 \text{ Гн}; \qquad (3.78)$$

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

Қозғалтқыш якорінің индуктивтілігі:

$$L_я = \frac{\kappa\cdot U_н}{p\cdot\omega_н\cdot I_н} = \frac{0{,}25\cdot 220}{2\cdot 111\cdot 150} = 0{,}0016 \text{ Гн}; \qquad (3.79)$$

мұндағы к = 0,25 – қарымталаушы минималдар үшін;

р = 2 - полюстер жұбының саны;

$ω_н$=111 $с^{-1}$ - қозғалтқыштың номиналды айналу жиілігі.

Трансформатордың есептік индуктивтілігі:

$$L_{тр} = \frac{a\cdot X_{тр.ф}}{\omega_{сети}} = \frac{2\cdot 0{,}012}{314} = 7{,}64\cdot 10^{-6} \text{ Гн}; \qquad (3.80)$$

мұндағы а= 2 барлық көпірлік схемалар үшін.

Теңгеруші реактор индуктивтілігі:

$$L_{ур} \approx 0{,}7\cdot L'_{ур} = 0{,}7\cdot 0{,}065 = 0{,}046 \text{ Гн}; \qquad (3.81)$$

мұндағы $К_{ур}$=0,65 -теңгеруші реакторлардың есептйтін коэффициенті;

$Е_{2ф}$ -2-шілік ЭҚК амплитудасы;

$I_{ур}$ -статикалық теңгеруші токтың әрекеттік мәні:

$$L'_{ур} = \frac{\sqrt{3} \cdot E_{2ф}}{\omega_{сети} \cdot I_{ур}} \cdot K_{ур} = \frac{\sqrt{3} \cdot 179{,}3}{314 \cdot 15} = 0{,}065 \text{ Гн;} \quad (3.82)$$

$$I_{ур} \le 0{,}1 \cdot I_{дв.N} = 15 \text{ А.} \quad (3.83)$$

Онда реактордың индуктивтілігі мынаған тең:

$$L_{ср} = L_{d.необх} - L_{я} - L_{тр} - L_{ур} = 0{,}034 - 0{,}0016 - 0{,}000045 - 0{,}046 = 0{,}0136 \text{ Гн;} \quad (3.84)$$

Бұл индуктивтілік нольден кіші болғандықтан реакторды қолданудың қажеті жоқ. Реактивті ТТ-ті бөлек басқаруды қамтамасыз ету керек болғандықтан іс жүзінде үш фазалы көпірлік схеманың бір жартысы жұмыс істейтіндіктен, теңдеуші реакторлары да керегі шамалы.

3.11 Түрлендіргіштерді коммутациялау асқын кернеуліктен қорғаныс

Коммутациялық асқын жүктемеден қорғану үшін тиристорлық параллель RC-тізбектерін қосамыз және олардың параметрлерін есептейміз.

$$I_{обр.т} = \frac{U_{d.\max}}{2 \cdot X_{тр.ф.}} \cdot \omega \cdot r \cdot \sin(\gamma + \alpha) = \frac{533{,}8}{2 \cdot 0{,}012} \cdot 314 \cdot 10 \cdot 10^{-6} \cdot \sin 90^{\circ} = 69{,}8 \text{ А;} \quad (3.85)$$

мұндағы $U_{dm} = U_{d0} \frac{\pi}{2} = 340 \cdot \frac{3{,}14}{2} = 533{,}8$ В -түзетілген кернеудің минималды мәні;

r = 10 10^{-6} с – электрондардың өмір сүру уақыты;

L -ток өткізу контурындағы индуктивтілік;

γ - коммутация бұрышы; α-реттеу бұрышы.

Конденсатор сыйымдылығы тең:

$$C = \frac{U_{к} \cdot I^2_{обр.т}}{\omega \cdot I_{am} \cdot U_{обр.т}} = \frac{0{,}038 \cdot 69{,}8}{314 \cdot 103{,}5 \cdot 375{,}89} = 15{,}15 \text{ мкФ;} \quad (3.86)$$

мұндағы I_{am}=103,5 -тура токтың амплитудалық мәні;

$U_{обр.max}$=375,89-формуладан алынған;

$U_{к}$=5,5%=0,055-ҚТ кернеуі.

Кедергі келесі формуладан табылады:

$$R = \frac{U_{обр.т}}{I_{обр.т}} = \frac{375,89}{69,8} = 5,40 \text{ Ом;} \qquad (3.87)$$

Түзетілген ток жағындағы ҚТ-дан қорғану үшін А37115 типті келесі сипаттамаларға ие 3 фазалы автоматты айырғыш қабылдаймыз:

$U_{Nвыкл}$ = 380 В;

$I_{Nвыкл}$ = 160 А; I = 160, А -электр магниттік айырғыш тогы;

айырғыштық іске қосу уақыты t = 0,04 с; ток түрі-тұрақты.

Трансформаторды сыртқы тізбектегі ҚТ-дан қорғау үшін келесі параметрлерге ие А37115 типті айналу токтың автоматты айырғышын табамыз:

f = 50 Гц;

$U_{N.выкл}$ = 380 В;

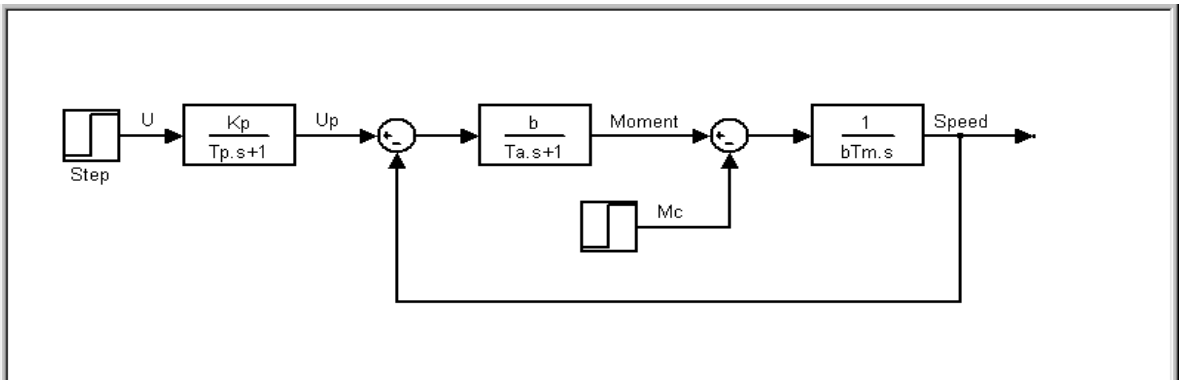
$I_{N.выкл}$= 160 А;

I = 80 А;

іске қосу уақыты 0,04 с-қа тең.

3.12 Жиілік түрлендіргіш-асинхронды қозғалтқышының математикалық моделі

Жиілік түрлендіргіш асинхронды қозғалтқыш сызықтық жүйесінің құрылымдық схемасы (ПЧ – АД) 9 суретте келтірілген 2.1 MATLAB.

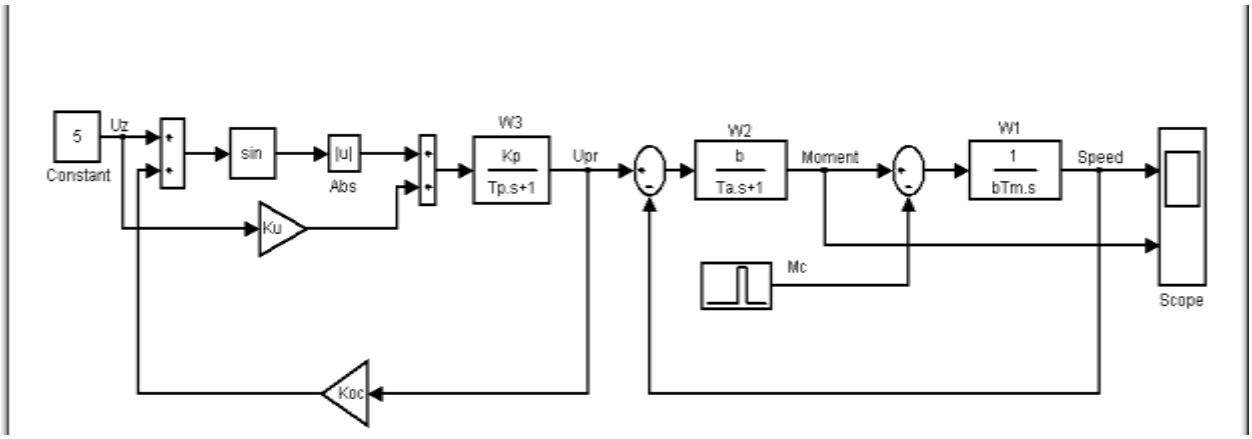


9-сурет-ЖТ-АҚ линеаризацияланған жүйесінің құрылымдық сұлбасы

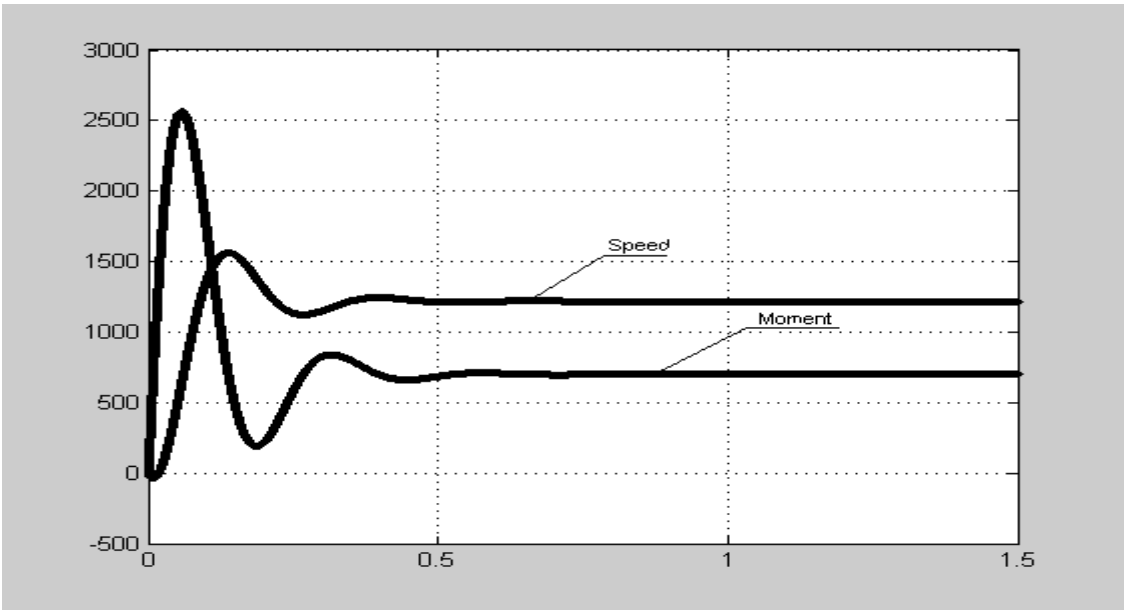
Құрылымдық сұлбада көрсетілген ЖТ–АҚ, келесі белгілер қабылданған: қаттылығы линеаризациялы асинхронды қозғалтқыштың механикалық сипаты, электромеханикалық уақыт тұрақтысы асинхронды қозғалтқыш, эквивалентті электромагниттік уақыт тұрақтысы, статор және ротор, беру

коэффициенті, жиілік түрлендіргіштің уақыт тұрақтысы, басқару тізбегі түрлендіргіш жиілігі, статикалық жүктеме кезінде қозғалтқыш.

Көпірлі Кранның электржетегінің қажетті бірнеше есе асатын жоғары қуаты болады. Бұл, көпірлі кран технологиялық ерекшеліктері бойынша біраз уақыт жүктемемен жұмыс істейді. Осыған байланысты ең қолайлы басқару жүйесі қозғалтқыш статорының кернеуін реттейтін жүйе болуы мүмкін.АҚ-ның тұйықталған басқару жүйесінің құрылымдық сұлбасы 10-суретте көрсетілген.

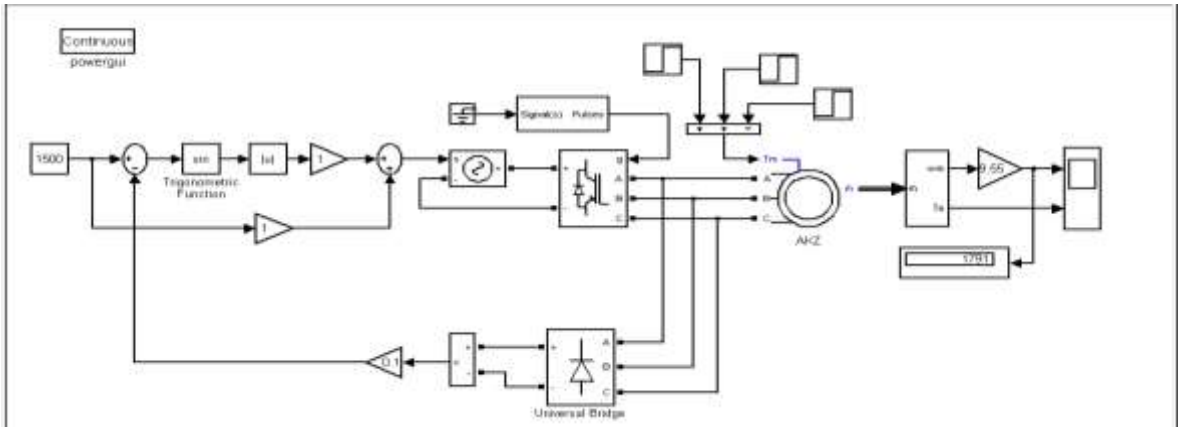


10-сурет- Жиілікті түрлендіргіш, кернеу реттегіші бар ӨБ-АҚ жүйесінің құрылымдық сұлбасы



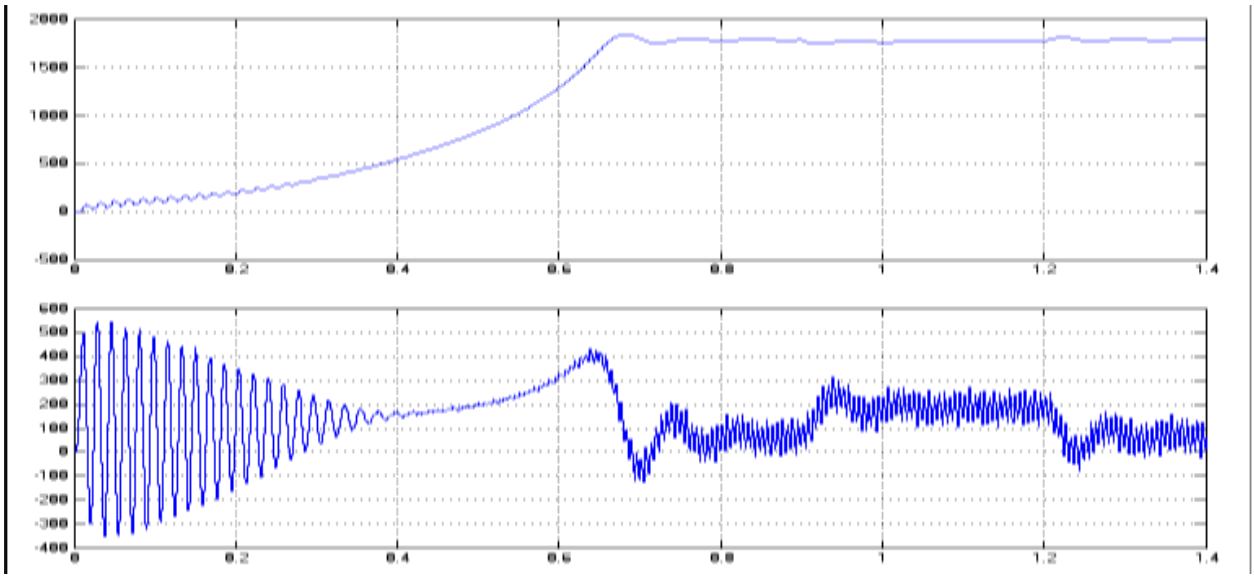
11-сурет-Бұрыштық жылдамдықты іске қосу режимінің осциллограммасы және қозғалтқыштың электромагниттік моменті

Кранның асинхронды қозғалтқышының жылдамдығы мен моментінің өтпелі процестерін зерттеуге арналған виртуалды модель 12 суретте көрсетілген.



12-сурет-Кранның ашық жүйесінің виртуалды моделі

Виртуалды моделі-басқарылатын асинхронды электр көзғалтқышы бар көпірлі кранды қамтиды.Түрлендіргішті басқару тақтасындағы PWM генератор және жетек бақылау жүйесін айнымалы бақыланатын қысқа тұйықталатын ротор, бақыланатын кернеу көзі бар виртуалды асинхронды қозғалтқыш. Өтпелі кері байланыс коэффициенті,түрлі сандық мәндері бар өңделген виртуалды модельде жеделдету және асинхронды қозғалтқыштарды бұрау моменті бар. y = sin (x) - Асинхрондық қозғалтқыштың жылдамдығы мен сәті. 13-суретте көпірлі кранның асинхронды қозғалтқышының жылдамдығы мен моментінің өтпелі процестері көрсетілген.



13-сурет-Кранның асинхронды қозғалтқышының жылдамдығы мен моментінің өтпелі процестері

ҚОРЫТЫНДЫ

Тапсырмаға сәйкес, осы дипломдық жобада жүк көтергіштігі 50 тонна көпір кранын көтеру механизмінің автоматтандырылған электр жетегінің жобасы жасалуы керек еді.

КР-70 ГОСТ 4121-76 типті рельс , МТН 512-6 типті фазалы роторлы асинхронды қозғалтқышты , ВКУ-965М редукторы, ТКГ-160-У2-50-380-40 тешегіш, ТЗС160/10 типті күштік трансформаторы, А37115 типті айналу токтың автоматты айырғышы таңдалды.

Жобаланған жүйе фазалы роторлы асинхронды қозғалтқыш бойынша жасалған көпірлік крандар арбашаларының электржетегіне қойылаған талаптарды қанағаттандырады және берілген өндеу мәнінің жоғары дәлдігіне,жетектің барлық жылдамдық диапазонында жұмыс тұрақтылығына, өтпелі процестің аз уақытына, эксплуатацияда қарапайымдылық пен сенімділікке ие.

Жалпы, жоғарыда аталған барлық бөлімдер орындалғаннан кейін, жобаланған жүйенің көрсеткіштері тапсырмаға сәйкес келетіні, сонымен қатар басқарудың, техникалық және экономикалық көрсеткіштердің ыңғайлылығына байланысты әзірленген қондырғыны қолдану орынды екендігі анықталды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Бабакин В.И: Лекции: Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов.: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2007 г.
2 Крановый электропривод: Справочник /Яуре А.Г., Певзнер Е.М., - М.: Энергоатомиздат, 1988г.
3 Автоматизированный электропривод / Москаленко В.В., 2009 г.
4 Онищенко Г. Б., Аксенов М. И., Грехов В. П., Зарицкий М. Н., (под общей редакцией Г. Б. Онищенко) Автоматизированный электропривод промышленных установок. - М.: РАСХН - 2001.
5 Васин В.М.: Электрический привод: Учеб. Пособие для техникумов. - М.: Высшая школа, 1984г.
6 Коновалова Л.Л., Рожкова Л.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. - М.: Высшая школа, 1980г.
7 Чебовский О.Г. Справочник по силовым полупроводниковым приборам. Мн., 1988

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«ҚИ. СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ»

Солтанов Рахат Сержанұлы
(аты-жөні)

5В071800 - Электр энергетика мамандығы бойынша
(мамандығы)

Жүк көтерімділігі 50 тонна көпірлік кранның АЭЖ-ін жобалау
(дипломдық жобаның тақырыбы)

тақырыбындағы дипломдық жобасына

СЫН-ПІКІР

Студент Солтанов Р.С. дипломдық жұмыста жүк көтергіштігі 50 тонна көпір кранын көтеру механизмінің автоматтандырылған электр жетегінің жобасы жасалуы керек еді.

Жетекті жобалау процесінде тапсырмада көрсетілген біркатар бөлімдер орындалған. Тапсырмаға сәйкес технологиялық процеске талдау жасалған, оператор мен қондырғының өзара байланысы қарастырылған, сонымен қатар қондырғының да, оның құрамдас бөліктерінің де ерекшеліктері анықталған, нәтижесінде тартқышты басқарудың ең үнемді және сапалы әдісі анықталған.

Жоғарыда аталған мәселелерді шешу үшін Солтанов Рахат жұмыста келесі құрылғыларды орнатуды ұсынған:

-МТН512-6 типті фазалық роторы бар асинхронды электр қозғалтқышы;
-ТСА3160 магниттік контроллері;
- КТП 6014 сериялы контакторі;
- РЭО 401 релесі;
- КУ703 түріндегі соңғы қосқыш, т.б.

Жоба бойынша ескерту

Есептеулер жүргізу барысында мәліметтер толықтай пайдаланылу керек. Теория бойынша мәліметтер толықтыру қажет.

Жұмысты бағалау

Студент Солтанов Рахат "Жүк көтерімділігі 50 тонна көпірлік кранның АЭЖ-ін жобалау" барысында мәліметтер келтіріп, асинхронды қозғалтқыш таңдаған. Жалпы айта кететін болсам қозғалтқыштың статикалық жүктемелері есептелген, кедергі сатылары таңдалған, табиғи және жасанды механикалық сипаттамаларын есептелген. Бұл жұмысты "жақсы" В (80) 3,0 деген бағаға лайық деп есептеймін.

Пікір беруші
ТОО «Алматынефт»
бас директоры _____ Н.Ж. Кураков
қолы

«23» _____ 2022 жыл

Ф КазНИТУ 706-17. Рецензия

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ»

Солтанов Рахат Сержанұлы
(аты-жөні)

5В071800 - Электр энергетика мамандығы бойынша
(мамандығы)

Жүк көтергіштігі 50 тонна көпірлік кранның АЭЖ-ін жобалау
(дипломдық жобаның тақырыбы)

тақырыбындағы дипломдық жобасына

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Студент Солтанов Р.С. дипломдық жұмыста жүк көтергіштігі 50 тонна көпір кранын көтеру механизмінің автоматтандырылған электр жетегінің жобасы жасалуы керек еді.

Жетекті жобалау процесінде тапсырмада көрсетілген бірқатар бөлімдер орындалды. Тапсырмаға сәйкес технологиялық процеске талдау жасалды, оператор мен қондырғының өзара байланысы қарастырылды, сонымен қатар қондырғының да, оның құрамдас бөліктерінің де ерекшеліктері анықталды, ақпараттық іздеу жүргізілді, нәтижесінде тартқышты басқарудың ең үнемді және сапалы әдісі анықталды. Технологиялық процесті іздеу, талдау нәтижелері бойынша және тапсырмаға сәйкес электр жетегі мен автоматика жүйесіне қойылатын талаптар тұжырымдалды, электр жетегінің ең ұтымды жүйесі таңдалды. Сондай-ақ, кабель мен ажыратқыштар таңдалды.

Жоғарыда аталған мәселелерді шешу үшін Солтанов Рахат жұмыста келесі құрылғыларды орнатуды ұсынған:

-МТН512-6 типті фазалық роторы бар асинхронды электр қозғалтқышы;
- КР-70 ГОСТ 4121-76 типті рельс;
- ВКУ-965М редукторы;
- ТКГ-160-У2-50-380-40 тешегіш;
- ТЗС160/10 типті күштік трансформаторы;
- А37115 типті айналу токтың автоматты айырғышы.

Диплом жұмыстың **бірінші бөлімі** - теориялық бөлім. Студент бұл бөлімде қазіргі кездегі көпірлі крандардың негізгі құрал-жабдықтарына, олардың сипаттамаларын көрсетіп кеткен.

Екінші бөлімде дөңгелектерге түсетін статиканың жүктемесін анықтау,дөңгелек қондырғыларын таңдау, арбаша рельсін таңдау, арбашаның жылжуына кедергіні анықтау жасалған.

Ф КазНИТУ 706-17. Рецензия

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ»

Үшінші бөлім редукторды таңдау және оның беріліс санын есептеу, механизмінің ПӘК-і мен жылдамдықтың шын мәнін анықтау, тежегішті таңдау, түрлендіргішті есептеу және таңдау, трансформатор параметрлерін есептеу, вентильдерді есептеу жасалған.

Студент Солтанов Рахаттың жоғарыда аталған барлық бөлімдер орындалғаннан кейін, жобаланған жүйенің көрсеткіштері тапсырмаға сәйкес келетіні, сонымен қатар басқарудың, техникалық көрсеткіштердің ыңғайлылығына байланысты жобаланған қондырғыны қолдану орынды екендігін анықтады.

Жалпы дипломдық жұмыс кафедраның қойған талаптарына сәйкес келеді, сондықтан аттестациялық комиссия алдына қорғауға жіберілуге және «жақсы» А- (90) 3,67 деген бағаға лайық деп есептеймін. Автор «Техника және технологиялар бакалавры» академиялық дәрежеге лайықты деп саналады.

Ғылыми жетекші
Техн. ғыл. магистрі
сениор-лектор _____ Ә.О. Бердібеков
қолы

«23» мамыр 2022 жыл

Ф КазНИТУ 706-17. Рецензия

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Солтанов Рахат Сержанұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Жүк көтерімділігі 50 тонна көпірлік кранның АЭЖ-ін жобалау

Научный руководитель: Абдисаттар Бердибеков

Коэффициент Подобия 1: 10.7

Коэффициент Подобия 2: 8.6

Микропробелы: 1

Знаки из здругих алфавитов: 40

Интервалы: 0

Белые Знаки: 178

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: Допущен к защите

2022-05-25

Дата

Заведующий кафедрой Сарсембаев Б.А.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Солтанов Рахат Сержанұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Жүк көтерімділігі 50 тонна көпірлік кранның АЭЖ-ін жобалау

Научный руководитель: Абдисаттар Бердибеков

Коэффициент Подобия 1: 10.7

Коэффициент Подобия 2: 8.6

Микропробелы: 1

Знаки из здругих алфавитов: 40

Интервалы: 0

Белые Знаки: 178

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: допущен к защите.

2022-05-25

Дата

Бердибеков А.О. *проверяющий эксперт*