

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

Молдағали Ермахан Айдарұлы

"Электр жетектерінде қолданылатын жиілік түрлендіргіштердің әртүрлі түрлерін талдау
және салыстыру "

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

Алматы 2024

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

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

6В07101 – «Энергетика» мамандығы

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
ИАО «КазННТУ им.К.И.Сатпаева»
Институт энергетики
и машиностроения

КОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

«Энергетика» кафедрасының
менгерушісі

РПД қауыпдестырылған профессор

Е.А.Сарсенбаев

« 11 » 06 2024 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: "Электр жетектерінде қолданылатын жиілік түрлендіргіштердің әртүрлі түрлерін
талдау және салыстыру "

6В07101 – «Энергетика» мамандығы

Орындаған:

Молдағали Е.А

Пікір беруші
«Алматылифт» АҚ бас директоры

Н.Ж.Кураков

« 12 » 06 2024 ж.

Ғылыми жетекші
магистр, аға оқытушы

Ә.О.Бердібеков

« 12 » 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

Ө.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

БЕКІТЕМІН

«Энергетика» кафедрасының
менгерушісі

PhD, қауымдастырылған профессор

 Е.А.Сарсенбаев

«25» 01 2024 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Молдағали Ермахан Айдарұлы

Тақырыбы: «Электр жетектерінде қолдануға арналған жиілік түрлендіргіштерінің әртүрлі түрлерін талдау және салыстыру»

Университеттің академиялық мәселелер жөніндегі проректорынан 04.12.2023 ж. № 548-ПӨ

бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 14- маусым 2024 жыл

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: «Кран электрқозғалтқышының электр жетектеріне жиілік түрлендіргіштерінің әртүрлі түрлерін талдау, талдау және салыстыру»

Дипломдық жұмыстың қысқаша мазмұны:

а) Жиілік түрлендіргіштеріне шолу және олардың жұмыс істеу қағидалары ;

ә) Көпір кранын талдау және оған есептеме жүргізу ;

б) Жиілік түрлендіргіштерін талдау және салыстыру;

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

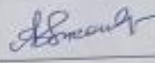
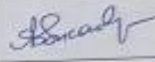
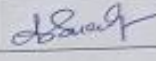
Сызбалық материалдар дипломдық жұмыста көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиет 11 атау

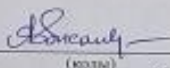
Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

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

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

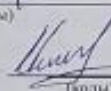
Бөлімдер атауы	Кеңесшілердің аты-жөні, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	Ә.О.Бердібеков, магистр, аға оқытушы	20.05.24	
Арнайы бөлім	Ә.О.Бердібеков, магистр, аға оқытушы	28.05.24	
Норма бақылау	Ә.О.Бердібеков, магистр, аға оқытушы	11.06.24	

Ғылыми жетекшісі


(қолы)

Ә.О.Бердібеков

Тапсырманы орындауға алған студент


(қолы)

Е.А. Молдағали

Күні

« 05 » ақпан 2024ж.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыстың мақсаты-электр жетектерінде қолдану үшін жиілік түрлендіргіштерінің әртүрлі түрлерін талдау және салыстыру. Осы мақсатқа орай келесідей міндеттер қойылды:

- Жиілік түрлендіргіштерінің теориялық негіздерін зерттеу;
- Түрлендіргіштердің әртүрлі түрлеріне салыстырмалы талдау жүргізу;
- Олардың электр жетектерінде қолданылуын қарастыру.

Электр жетегінің негізгі компоненттерінің бірі-жиілік түрлендіргіші. Ол айналу жылдамдығы мен айналу моментін реттеуге мүмкіндік беретін қозғалтқышқа берілетін электр тогының жиілігі мен кернеуін өзгертуге арналған.

АННОТАЦИЯ

Целью данной дипломной работы является анализ и сравнение различных типов преобразователей частоты для использования в электроприводах. Для этой цели были поставлены следующие задачи:

- Изучение теоретических основ преобразователей частоты;
- Сравнительный анализ различных типов преобразователей;
- Рассмотреть их применение в электроприводах.

Одним из основных компонентов электропривода является преобразователь частоты. Он предназначен для изменения частоты и напряжения электрического тока, подаваемого на двигатель, что позволяет регулировать скорость вращения и крутящий момент.

ANNOTATION

The purpose of this diploma is to analyze and compare different types of frequency converters for use in electric drives. For this purpose, the following tasks were set:

- Study of the theoretical foundations of frequency converters.
- Comparative analysis of different types of converters.
- Consider their application in electric drives.

One of the main components of the electric drive is a frequency converter. It is designed to change the frequency and voltage of the electric current supplied to the motor, which allows you to adjust the rotation speed and torque

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Теориялық негіздер	8
1.1 Жиілік түрлендіргіштеріне шолу және олардың жұмыс істеу қағидалары	8
1.2 Көпірлік крандарға шолу және олардың жұмыс істеу қағидалары	11
1.3 Көпір кранының компоненттері	13
2 Көпір кранын таңдау және оған есептеме жүргізу	16
2.1 Көпір кранын таңдау	16
2.2 Есептемелер жүргізу	18
2.3 Электрқозғалтқыш таңдау	19
3 Жиілік түрлендіргіштерін таңдау және салыстыру	26
3.1 Жиілік түрлендіргішті таңдау	26
3.2 ACS800-01-0025-3 туралы жалпы мәліметтер	29
3.3 Delta VFD220E43A түрлендіргішіне шолу	31
3.4 INSTART FCI-G18.5/P22-4 жиілік түрлендіргішіне шолу	32
3.5 Жиілік түрлендіргіштерін салыстыру	33
Қорытынды	37
Пайдаланған әдебиеттер тізімі	38

КІРІСПЕ

Қазіргі уақытта электр жетектері материалдарды өндіру мен өңдеуден бастап, процестерді автоматтандыруға және технологиялық жабдықты басқаруға дейінгі әртүрлі салаларда кеңінен қолданылады. Электр жетегінің негізгі элементтерінің бірі - электр қозғалтқышының айналу жылдамдығын реттеуге және осылайша жұмыс процесін басқаруға мүмкіндік беретін жиілік түрлендіргіші.

Бұл жұмыстың тақырыбы "электр жетектерінде қолданылатын жиілік түрлендіргіштердің әртүрлі түрлерін талдау және салыстыру" болып табылады. Ол үшін жиілік түрлендіргіштерінің теориялық негіздерін зерделеу, осындай түрлендіргіштердің әртүрлі түрлеріне салыстырмалы талдау жүргізу, олардың электр жетектерінде қолданылуын қарастыру, сондай-ақ жиілік түрлендіргіштерінің тиімділігі мен сенімділігін талдау қажет.

"Электр жетектерінде қолданылатын жиілік түрлендіргіштердің әртүрлі түрлерін талдау және салыстыру" жұмысында зерттеу нысаны электр қозғалтқыштарының айналу жылдамдығын реттеу үшін электр жетектерінде қолданылатын жиілік түрлендіргіштері болып табылады. Жиілік түрлендіргіштері заманауи автоматтандыру жүйелерінің негізгі құрамдас бөлігі болып табылады және оңтайлы жұмыс пен энергияны үнемдеуді қамтамасыз ете отырып, электр қозғалтқыштарын тиімді басқаруға мүмкіндік береді. Жұмыста жиілік түрлендіргіштерінің әртүрлі түрлерін, соның ішінде кернеу инверторларына, ток инверторларына және бірнеше инверторларға негізделген жиіліктік реттелетін жетектерді талдау және салыстыру, олардың артықшылықтары мен кемшіліктерін анықтау және электр жетектерінде белгілі бір қолдану үшін түрлендіргіштің ең қолайлы түрін таңдау мақсатында жүргізіледі.

Жұмыстың бірінші тарауы жиілік түрлендіргіштерінің және көпірлік крандардың теориялық негіздеріне арналады. Бұл тарауда жиілік түрлендіргіштерінің және көпірлік крандардың негізгі жұмыс принциптері, олардың құрамдас бөліктері және басқару принциптері қарастырылады.

Екінші тарауда көпірлік кран таңдалды және оған есептеме жүргізілді. Есептеу барысында арбаша, дөңгелек, тежегіштер және электрқозғалтқышы таңдалды.

Үшінші тарауда электрқозғалтқышының қуатына қарай жиілік түрлендіргіштерге есептеме жүргізілді. Үш жиілік түрлендіргіші салыстырылып, нәтижесіне қарай экономикалық және капиталдық қолайлы жиілік таңдалды.

1 Теориялық негіздер

1.1 Жиілік түрлендіргіштеріне шолу және олардың жұмыс істеу қағидалары

Жиілік түрлендіргіштері немесе айнымалы ток түрлендіргіштері деп те аталатын жиілік түрлендіргіштері айнымалы ток жиілігі мен кернеуін өзгертуге арналған құрылғылар болып табылады. Олар электр қозғалтқыштарының жылдамдығы мен айналу бағытын басқару үшін электр жетектерінде кеңінен қолданылады.

Жиілік түрлендіргіштерінің даму тарихы ХІХ ғасырдың аяғында алғашқы электр қозғалтқыштарының пайда болуынан басталды. Ол кезде электр қозғалтқыштары тек белгіленген жиілікте жұмыс істеді, бұл олардың қолданылуын шектеді. Алайда, электроника мен электротехниканың дамуымен айнымалы ток жиілігін өзгертуге мүмкіндік беретін алғашқы құрылғылар пайда болды.

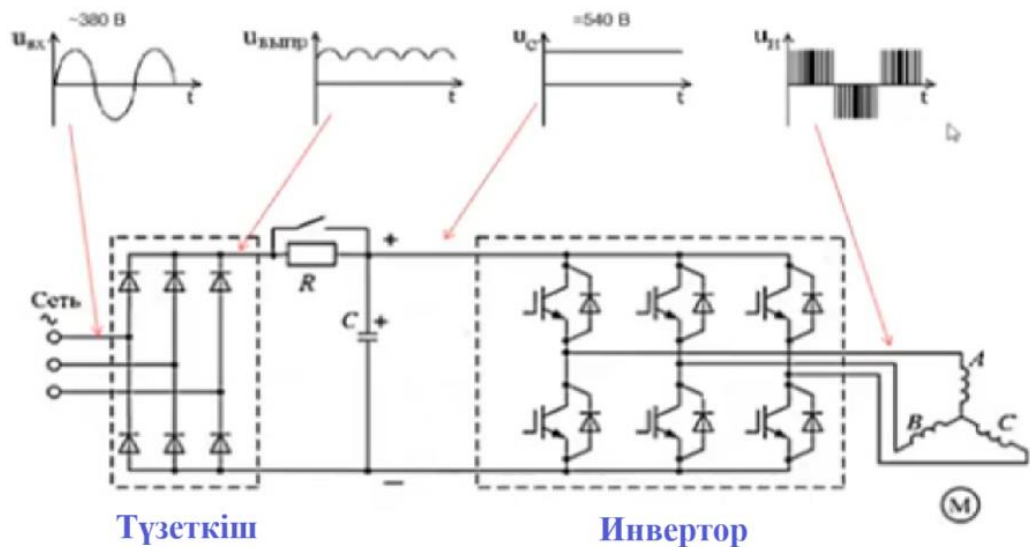
Алғашқы жиілік түрлендіргіштері айнымалы механикалық қосқыштарды қолдануға негізделген, бұл электр қозғалтқышының орамдарының қосылымын қажетті жиілікке байланысты ауыстыруға мүмкіндік берді. Алайда, мұндай құрылғылар көлемді, техникалық қызмет көрсету қиын және тиімділігі төмен болды.

XX ғасырдың ортасында жартылай өткізгіш технологияның дамуымен алғашқы электронды жиілік түрлендіргіштері пайда болды. Олар электр қозғалтқыштарын басқару үшін транзисторлар мен диодтарды қолданды. Бұл құрылғылар механикалық предшественниктерге қарағанда ақтам, сенімді және тиімді болды. Алайда, олар әлі де қуат пен басқару дәлдігіне қатысты кейбір шектеулерге ие болды.

XX ғасырдың аяғында микропроцессорлық технологияның дамуымен жиілік түрлендіргіштері сандық контроллерлерді қолдануға негізделі бастады. Бұл басқарудың дәлдігі мен тегістігін едәуір жақсартуға, сондай-ақ жиілік түрлендіргіштерінің мүмкіндіктерін кеңейтуге мүмкіндік берді. Қазіргі жиілік түрлендіргіштері жиілікті реттеудің кең ауқымына, жоғары тиімділікке, сенімділікке және әртүрлі жұмыс режимдерін бағдарламалау мүмкіндігіне ие.

Жиілік түрлендіргіштерінің жұмыс принципі айнымалы ток тізбегіндегі ток күші мен бағытын басқару үшін транзисторлар немесе тиристорлар сияқты жартылай өткізгіш құрылғыларды пайдалануға негізделген. Жиілік түрлендіргіштері белгілі бір қосымшаның талаптарына байланысты бір фазалы және үш фазалы құрылғыларда жұмыс істей алады.

Жиілік түрлендіргіштерінің негізгі функцияларының бірі-айнымалы ток жиілігінің өзгеруі. Бұл электр қозғалтқышының айналу жылдамдығын реттеуге мүмкіндік береді, бұл әсіресе айналу жылдамдығы мен бағытын дәл басқаруды қажет ететін өнеркәсіптік жүйелерде қолдану үшін өте маңызды.



1.1 - сурет - Жиілік түрлендіргішінің принципіалдық схемасы

Жиілік түрлендіргішінің негізгі компоненттері. Жиілік түрлендіргіштерінің жұмыс принципін түсіну үшін олардың құрылымының негізгі компоненттерін қарастыру қажет. Жиілік түрлендіргіштері бірнеше негізгі компоненттерден тұрады, олардың әрқайсысы белгілі бір функцияны орындайды. Жиілік түрлендіргішінің негізгі компоненттеріне мыналар жатады:

- Түзеткіш. Түзеткіш желінің айнымалы токын тұрақты токқа түрлендіреді, содан кейін ол түрлендіргіштің қалған компоненттерін қуаттандыру үшін қолданылады. Түзеткіштер желінің түріне және жүйенің талаптарына байланысты бір фазалы немесе үш фазалы болуы мүмкін.

- Аралық контур. Аралық контур-түзеткіштен алынған тұрақты токты тегістейтін және токтың пульсациясын жоюға сүзгі. Ол тегіс тұрақты ток жасау үшін өзара әрекеттесетін индуктивтілік пен сыйымдылықтан тұрады.

- Инвертор. Инвертор жиілік түрлендіргішінің негізгі құрамдас бөлігі болып табылады. Ол тұрақты токты айнымалы жиілік пен амплитудасы бар айнымалы токқа түрлендіреді. Инвертор микропроцессор басқаратын транзисторлар немесе IGBT сияқты жартылай өткізгіш кілттерден тұрады.

- Сүзгі. Сүзгі шығыс айнымалы токты тегістеу және жоғары жиілікті кедергілерді жою үшін қолданылады. Ол сондай-ақ түрлендіргішті электромагниттік әсерлер сияқты сыртқы кедергілерден қорғау үшін пайдаланылуы мүмкін.

- Басқару блогы. Басқару блогы-жиілік түрлендіргішінің миы. Онда барлық қажетті есептеулерді орындайтын және түрлендіргіштің жұмысын басқаратын микропроцессор бар. Басқару блогында оператормен және басқа басқару жүйелерімен өзара әрекеттесуге арналған интерфейс болуы мүмкін.

Түзеткіш тек бір бағытта ток өткізетін диодтардан тұрады. Түзеткішке

айнымалы ток берілгенде, диодтар ток ағуы мүмкін бағытта ашылады және қарама-қарсы бағытта жабылады. Осылайша түзеткіш айнымалы токты тұрақты токқа айналдырады.

Екінші жағынан, инвертор қажетті жиілік пен амплитудасы бар айнымалы ток жасау үшін транзисторлар немесе тиристорлар сияқты жартылай өткізгіш құрылғыларды пайдаланады. Инвертордағы ток пен кернеуді басқару жартылай өткізгіш құрылғылардың ашылу және жабылу уақытын өзгерту арқылы жүзеге асырылады. Бұл электр қозғалтқышының жылдамдығы мен айналу бағытын басқаруға мүмкіндік береді.

Сүзгі өз кезегінде шу мен бұрмалануды азайту үшін шығыс тогы мен кернеуді тегістеу үшін қолданылады. Сүзгіге шығыс сигналын тегістеуге және жоғары жиілікті кедергілерді жоюға көмектесетін конденсаторлар, индуктивтілік және резисторлар кіруі мүмкін.

Жиілік түрлендіргіштері әртүрлі режимдерде жұмыс істей алады, соның ішінде тұрақты жүктеме моменті, айнымалы жүктеме моменті және тұрақты жүктеме тогы. Тұрақты жүктеме моменті режимінде электр қозғалтқышының айналу жылдамдығы жүктеменің өзгеруіне қарамастан тұрақты болып қалады. Айнымалы жүктеме моменті режимінде электр қозғалтқышының айналу жылдамдығы жүктемеге байланысты өзгереді. Жүктеменің тұрақты ток режимінде электр қозғалтқышының айналу жылдамдығы жүктеме өзгерген кезде тұрақты болып қалады, бірақ жүктеме тогы өзгеруі мүмкін.

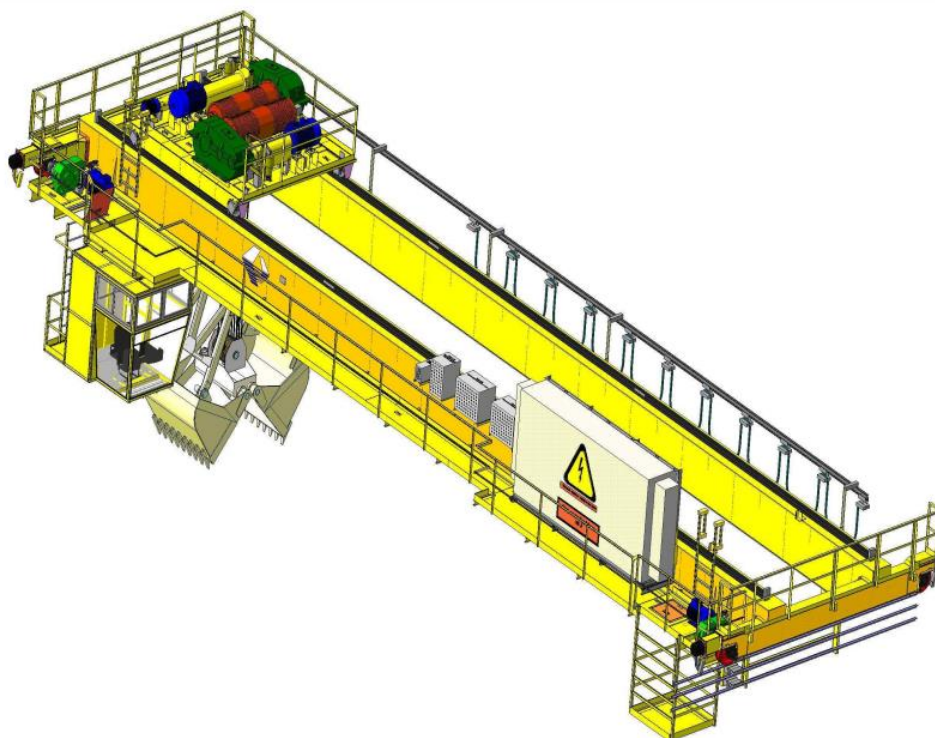
Жиілік түрлендіргіштерінің жұмысының маңызды аспектісі-олардың энергия тиімділігі. Жиілік түрлендіргіштері процесс талаптарына сәйкес электр қозғалтқышының айналу жылдамдығын реттеу арқылы жүйенің энергия тиімділігін айтарлықтай жақсарты алады. Бұл қуат тұтынуды азайтуға және жүйенің өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Жиілік түрлендіргіштері электр жетектерін басқарудың дәстүрлі әдістеріне қарағанда көптеген артықшылықтарға ие. Олар энергияны тұтынуды едәуір азайтуға, дәлдік пен тегістікті жақсартуға, сондай-ақ жабдықтың сенімділігі мен беріктігін арттыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, жиілік түрлендіргіштері Электр қозғалтқыштарының айналу жылдамдығын кең ауқымда реттеуге мүмкіндік береді, бұл оларды жан-жақты және көптеген салаларда қолдануға мүмкіндік береді.

Жиілік түрлендіргіштері энергияны тұтынуды және оған шығындарды, пайдалану және жөндеу шығындарын күрт азайтуға, жабдықтың сенімділігін арттыруға және технологиялық процестерді оңтайландыруға мүмкіндік береді, бұл оларды қолдану ерекшеліктерін зерттеудің маңыздылығын анықтайды.

Қорытындылай келе, жиілік түрлендіргіштері электр қозғалтқыштарының жылдамдығы мен айналу бағытын дәл басқаруды қамтамасыз ететін электр жетектерінің маңызды компоненттері болып табылады. Олар айнымалы ток жиілігі мен кернеуін өзгерту үшін транзисторлар немесе тиристорлар сияқты жартылай өткізгіш құрылғыларды пайдалану негізінде жұмыс істейді. Жиілік түрлендіргіштері әртүрлі жұмыс режимдеріне ие және жүйенің энергия тиімділігін едәуір арттыра алады.

1.2 Көпірлік крандарға шолу және олардың жұмыс істеу қағидалары

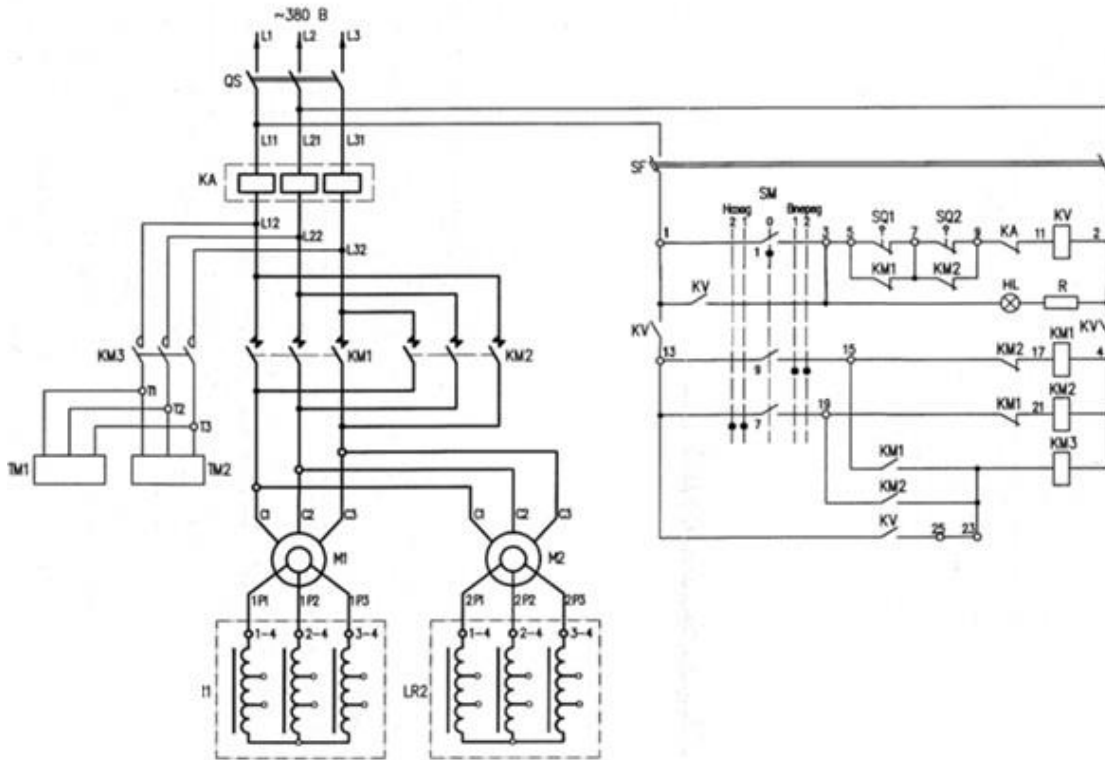
Негізгі және қосалқы өндірістік операцияларды орындау кезінде қолмен тиеу-түсіру жұмыстары мен ауыр физикалық еңбекті алып тастау экономиканың әртүрлі секторларындағы өндірістік процестерді кешенді механикаландырусыз және автоматтандырусыз мүмкін емес. Қазіргі заманғы технологиялық және автоматтандырылған желілер, цех ішіндегі және цех аралық көлік, сондай-ақ қоймалар мен тиеу-түсіру пункттеріндегі тиеу-түсіру операциялары өндірістік процестердің үздіксіздігі мен ритмын қамтамасыз ететін көтеру-тасымалдау жабдықтарының әртүрлі түрлерін пайдаланумен тығыз байланысты. Сондықтан қазіргі заманғы өндірістің тиімділігі көбінесе осындай жабдықты пайдалануға байланысты, ал өндірістік процестерді механикаландыру деңгейі кәсіпорынның жетілу дәрежесі мен өнімділігін анықтайды. Өндірістің жоғары қарқындылығымен шикізатты, жартылай фабрикаттарды және дайын өнімді өңдеу мен қоймалаудың барлық кезеңдерінде жылжыту үшін көлік құралдарының үздіксіз және келісілген жұмысынсыз тұрақты жұмысмағын қамтамасыз ету мүмкін емес. Көтеру және тасымалдау жабдықтарының бір түрі-көпір крандары.



1.2 - сурет - Көпірлік кран

Жалпы мәліметтер. Көпір крандары жөндеу цехтарында және құрылыс кәсіпорындарының өндірістік учаскелерінде қолданылады. Арнайы көпір крандарының дизайны өте алуан түрлі. Олар кран рельстерінде қозғалуы немесе тік осьтің айналасында айналуы мүмкін. Айналмалы крандарға аккорд, радиалды және айналмалы крандар жатады.

Кран рельстерімен қозғалатын көпір крандарында қалыпты аралықтың ұзындығы немесе 40-60 метрге дейін ұлғайтылған бір немесе екі Арқалық көпірлер болуы мүмкін. Бұл машиналардың жүк көтергіштігі 400-ден 500 тоннаға дейін немесе одан да көп.



1.3 - сурет - Көпірлік кранының принципіалды схемасы

Кран рельстерімен қозғалатын көпір крандары көбінесе ілгектермен, қапсырмалармен немесе магниттер, грейферлер немесе механикалық кенелер сияқты арнайы жүк ұстағыштармен жабдықталған. Көпір крандары Жүкті көтеру және аралық бойымен жылжыту үшін арбалармен жабдықталған. Арбалар көпірлердің жоғарғы немесе төменгі белдеулеріне бекітілген рельстермен жүре алады. Көпірлердің төменгі белдеулерімен жүретін арбалар шеберхананың аралықтары арасындағы өтпелі көпірлер арқылы да жүре алады. Арбаларға арналған рельстері бар өтпелі көпірлер кран арқалықтарының астына орнатылған және электр қозғалтқыштарын қуаттандыру үшін тролльдермен жабдықталған.

Көпірлердің жоғарғы және төменгі белдеулерінде қозғалатын арбалар айналмалы көрсеткілермен, тірек-айналмалы құрылғылармен және тік осьтердің айналасында айналатын айналмалы бөліктермен жабдықталуы мүмкін. Айналмалы осьтерде жүк түсіретін құрылғылары бар жебелер орнатылған.

Көпір крандарының механизмдері үш қозғалысты қамтамасыз етеді: Жүкті көтеру, арбаның қозғалысы және көпірдің қозғалысы. Көтеру механизмі

Қос полиспаппен байланысты лебедкадан тұрады; жүк көтергіштігі 10 тоннадан асатын крандар екі дербес көтеру механизмімен жабдықталған – негізгі және қосалқы, соңғысы шағын жүктерді жоғары жылдамдықпен көтеруді қамтамасыз етеді. Кранды көтеру механизмі жалпы басқару тұтқасы бар екі контроллермен басқарылатын екі бірдей тәуелсіз көтеру механизмі ретінде жасалған. Арбаның қозғалу механизмі электр қозғалтқышымен редуктор арқылы қозғалатын екі бос және екі жетек дөңгелектерімен жабдықталған.

1.3 Көпір кранының компоненттері

Көпір краны-бұл бірнеше негізгі компоненттерден тұратын күрделі механикалық жүйе, олардың әрқайсысы оның жұмысын қамтамасыз ету үшін негізгі функцияларды орындайды.

- Көпір арқалығы(балка). Көпір арқалығы кранның басқа компоненттерін қолдайтын және арба мен көтеру механизмі үшін суспензияны қамтамасыз ететін негізгі көлденең кран құрылымы болып табылады. Ол қажетті жүк көтергіштігі мен аралықтың ұзындығына байланысты бір Арқалық немесе екі Арқалық болуы мүмкін.



1.4 - сурет - Көпір арқалығы

- Арбаша. Арбаша-көпір бойымен қозғалатын және жүкті аралық бойымен көтеруге және жылжытуға қызмет ететін Кранның жылжымалы бөлігі. Ол көпірдің жоғарғы немесе төменгі жағына орнатылған кран рельстерімен жүретін дөңгелектермен жабдықталған.



1.5 - сурет - Көпірлік кран арбашасы

- Көтеру механизмдері (лебедка). Көтеру механизмі жүкшығырдан, кабельдерден және жүкті көтеру және түсіру үшін қолданылатын блоктардан тұрады. Лебедка лебедка барабанын айналдыратын Электр қозғалтқыштарымен басқарылады және кранның қажетті жүк көтергіштігін қамтамасыз етеді.



1.6 - сурет - Көтеру механизмі

- Көпірдің қозғалу механизмдері. Бұл механизмдер көпірдің кран рельстері бойымен қозғалуын қамтамасыз етеді. Олар жүкті көтеру және жылжыту бойынша әртүрлі тапсырмаларды орындау үшін кранды көпір арқалығы бойымен жылжытуға мүмкіндік беретін электр қозғалтқыштары мен жетек механизмдерін қамтиды.

- Жүк түсіру құрылғысы. Жүк түсіру құрылғысы жүкті түсіру және жылжыту үшін қолданылады. Ол жүк түріне және жұмыс жағдайына байланысты ілмек, грейфер, магнит, мамандандырылған кенелер және басқа құрылғылар түрінде болуы мүмкін.

- Электр жүйесі. Электр жүйесі Кранның барлық электр механизмдерін, соның ішінде электр қозғалтқыштарын, басқару жүйелерін және жарықтандыруды қамтамасыз етеді. Бұл кран жұмысының ажырамас бөлігі және

оның өндірістік ортада тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз етеді.

- Басқару жүйесі. Басқару жүйесіне кран операторының басқару элементтері кіреді. Ол өндіріс талаптары мен кранның сипаттамаларына байланысты қолмен немесе автоматты түрде болуы мүмкін.



1.7 - сурет - Басқару пульты

- Тірек және тығыздау элементтері. Тірек және тығыздағыш элементтер көпір арқалығын ғимарат құрылымына бекіту үшін қолданылады, бұл жүкті көтеру және жылжыту кезінде кранның тұрақтылығы мен сенімділігін қамтамасыз етеді.

2 Көпір кранын таңдау және оған есептеме жүргізу

2.1 Көпір кранын таңдау

Кесте 2.1- Кран механизмдерінің жүктемесін анықтайтын класстардың сипаттамасы

Механизмдерді жүктеу класы	Жұмыс жүктемесінің сипаттамалары	
	Көтеруге жауапты механизмдер	Көлденең қозғалысты қамтамасыз ететін механизмдер
B1	Басым минималды жүктемелердің болуы, максималды жүктемелердің сирек әсер етуі (монтаждау және жөндеу жұмыстары).	Сирек іске қосу және тежеу, айтарлықтай жұмыс және бос жүгірістер, қозғалатын жабдықтың аз массаларының болуы. Үлкен қызмет көрсетілетін аудандарда орындалатын жұмыста төмен қарқындылықтағы өндірістерге тән.
B2	Орташа және минималды жүктемелердің басым болуы, максималды жүктемелердің сирек пайда болуы.	Сирек, бірақ тұрақты іске қосу және тежеу, шағын жұмыс және бос жүгірістер, қозғалатын жабдықтың аз массаларының болуы. Үнемі әлсіз-қарқынды жұмыс істейтін өндірістерге тән.
B3	Эпизодтық сипаттағы орташа және минималды жүктемелердің басым болуымен сипатталады (әртүрлі жүк номенклатурасы бар өндіріс).	Тұрақты іске қосу және тежеу, шағын жұмыс және бос жүгірістер, қозғалатын жабдықтың жеткілікті үлкен массаларының болуы. Шағын Қызмет көрсетілетін аудандарда үнемі жоғары қарқынды жұмыс істейтін өндірістерге тән.
B4	Максималды және оларға жақын жүктемелердің, эпизодтық сипаттағы орташа жүктемелердің (жүктің өзгермейтін номенклатурасы бар өндіріс) басым болуымен сипатталады.	Жиі іске қосу мен тежеудің болуы, тұрақты режимдердің мүлдем болмауы, үлкен массалардың қозғалысы. Шектеулі қызмет көрсетілетін аудандарда үнемі жоғары қарқынды жұмыс істейтін өндірістерге тән.

Кесте 2.2 – Кран механизмдері және олардың жұмыс режимдері

Пайдалану класстары	Механизмнің жұмысы (уақыт нормасы, сағ.)	Жүктеме класстары			
		B1	B2	B3	B4
A0	800 дейін	1M	1M	1M	2M
A1	800-1600	1M	1M	2M	3M
A4	6300-12500	3M	4M	5M	6M
A5	12500-25000	4M	5M	6M	
A6	25000-50000	5M	6M		



2.1 - сурет - Gertek компаниясы шығаратын көпірлік кран

Кесте 2.3 - Қондырғының техникалық деректері

Белгіленуі	Көрсеткіш	Өлшем бірлігі	Мәні
$M_{ж}$	Жүк салмағы	т	16
M_a	Арбашаны салмағы	т	4
D	Дөңгелек диаметрі	м	0,71
$d_{ц}$	Цапфа диаметрі	мм	80
φ	Үйкеліс-сырғанау коэффициенті	-	0,09
f	Үйкеліс-домалау коэффициенті	-	0,09

2.2 Есептемелер жүргізу

Жүктің салмағы:

$$G_{ж} = m_{ж} \cdot g = 16 \cdot 103 \cdot 9,8 = 156,8 \text{ кН} \quad (2.1)$$

Арбаның салмағы:

$$G_a = m_a \cdot g = 4 \cdot 103 \cdot 9,8 = 39,2 \text{ кН} \quad (2.2)$$

Дөңгелектерге жүктеменің біркелкі еместігін ескере отырып, бірінші дөңгелекке максималды статикалық жүктемені есептейміз:

$$P_{ст1.маx} = \frac{(G_{ж} + G_a) \cdot 1,1}{4} = \frac{(156,8 + 39,2) \cdot 1,1}{4} = 53,9 \text{ кН} \quad (2.3)$$

Дөңгелектегі максималды статикалық жүктеме:

$$P_{ст.маx} = \frac{G_a \cdot 0,9}{4} = \frac{39,2 \cdot 0,9}{4} = 8,82 \text{ кН} \quad (2.4)$$

$P_{ст1.маx} = 53,9$ кН екенін ескере отырып, осы шарттар үшін ГОСТ 28648-90 бойынша келесі крандық дөңгелектерді К2Р-710х150 таңдаймыз:

$$D = 710 \text{ мм};$$

$$D1 = 770 \text{ мм};$$

$$B = 150 \text{ мм};$$

$$L = 200 \text{ мм};$$

Арбаның қозғалысқа қарсылығы:

$$F_{тр} = (G_{гр} + G_r) \cdot \left(\frac{2\mu + f \cdot d_y}{D} \right) \cdot k_{доп} = \\ (156,8 + 39,2) \cdot \left(\frac{2 \times 0,8 + 0,025 \cdot 80}{710} \right) \cdot 2 = 1,98 \text{ кН} \quad (2.5)$$

мұндағы $\mu = 0,8$ - рельстегі үйкеліс-жылжымалы коэффициенті;

$f = 0,025$ – дөңгелек мойын тіректеріндегі үйкеліс- сырғанау коэффициенті;

$k_{доп} = 2$ - икемді өткізгіш арбаның қосымша кедергі коэффициенті.

Көлбеу бұрышы $\alpha = 0,002$ болса, тірек жолының көлбеуінен туындаған кедергіні анықтаймыз :

$$F_y = \alpha(G_{гр} + G_r) = 0,002(156,8 + 39,2) = 0,392 \text{ кН} \quad (2.6)$$

Инерция күштерімен үдеу кезінде пайда болатын кедергі :

$$F_{ин} = \delta(m_T + m_n) \times a = 1,35(4 - 0,350) \cdot 0,8 = 2,94 \text{ кН} \quad (2.7)$$

мұндағы $m_n = 350$ кг;

$\delta = 1,35$ (қозғалыс жылдамдығы) тең. Жүктің тербелісі нәтижесінде пайда болатын кедергі:

$$F_{гиб} = (m_T + m_n) \cdot a = (16 + 0,350) \cdot 0,8 = 4,5 \text{ кН} \quad (2.8)$$

Жылжытуға кететін толық кедергі:

$$F = F_{тр} + F_{ин} + F_y + F_{гиб} = 1,98 + 0,392 + 2,94 + 4,5 = 9,812 \text{ кН} \quad (2.9)$$

2.3 Электрқозғалтқышты таңдау

$$N = \frac{F \times v}{\eta \times \psi_{п.ср}} = \frac{9,812 \times 2,6}{0,8 \times 2} = 15,9 \text{ кВт} \quad (2.9)$$

Анықталған қуат бойынша АИР160М4 қозғалтқышы таңдалды:

$P_{2N} = 18,5$ кВт;

$n_{ном} = 1470$ айн/мин

$n_{мах} = 3800$ айн/мин

$U_H = 380$ В

$I_H = 36,3$ А

$M_{мах} = 400$ Н × м²

Номиналды жылдамдығы:

$$\omega_n = \frac{2 \times \pi \times n_{ном}}{60} = \frac{2 \times 3,14 \times 1470}{60} = 153,86 \text{ с} \quad (2.10)$$

Редуктордың беріліс коэффициентін есептеу және оны таңдау.

Дөңгелектің айналу жиілігі:

$$n_k = \frac{\omega}{\pi \times D} = \frac{153,86}{3,14 \times 0,71} = 69,01 \frac{\text{айн}}{\text{мин}} \quad (2.11)$$

Айналу жылдамдығы:

$$i = \frac{n_{\text{НОМ}}}{n_k} = \frac{1470}{69,01} = 21,3 \quad (2.12)$$

Айналу жылдамдығына қарай А400 редукторы таңдалады.

Беріліс саны $i_p = 25$

$\eta_{\text{ред}} = 0,86$

$k = 0,35$

$k_Q = 0,78$

$t_{\text{маш}} = 13350$ сағ

Төмен жылдамдықты біліктің айналу жиілігі дөңгелектің айналу жиілігіне тең:

$$n_T = n_k = 69,01 \frac{\text{айн}}{\text{мин}} \quad (2.13)$$

Редуктордың төмен жылдамдықты білігіндегі жүктеме циклдарының саны:

$$z_T = 30 \cdot n_T \cdot t_{\text{маш}} = 30 \cdot 69,01 \cdot 13500 = 27,8 \cdot 10^6 \quad (2.14)$$

Редуктордың төмен жылдамдықты сатысының коэффициенті $i_T = 5$, беріліс тістерінің байланыс кернеулерінің циклдарының жалпы саны:

$$z_p = z_T \cdot i_T = 27,8 \cdot 10^6 \cdot 5 = 139,7 \cdot 10^6 \quad (2.15)$$

Байланыс кернеуінің циклдарының базалық саны $z_0 = 125 \cdot 10^6$ болса, қызмет ету мерзімі:

$$k_t = \frac{\sqrt[3]{z_p}}{z_0} = \frac{\sqrt[3]{139,7 \cdot 10^6}}{125 \cdot 10^6} = 1,07 \quad (2.16)$$

Төзімділік коэффициенті:

$$k_d = k_t \cdot k_q = 1,07 \cdot 0,78 = 0,83 \quad (2.17)$$

Номиналды момент:

$$M_{\text{к,НОМ}} = \frac{P_{\text{к,Н}}}{\omega_{\text{к,Н}}} = \frac{18,510^3}{153,86} = 120,23 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.18)$$

Қозғалтқыштың максималды моменті:

$$M_{\kappa, \max} = M_{\kappa, \text{ном}} \cdot \Psi_{\max} = 120,23 \cdot 3 = 360,69 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.19)$$

Төмен жылдамдықты біліктің есептік моменті:

$$M_p = M_{\kappa, \max} \cdot i_p \cdot \eta_p = 360,69 \cdot 25 \cdot 0,86 = 7754,8 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.20)$$

Төмен жылдамдықты білігіндегі есептік эквивалент моменті :

$$M_{p, \text{э}} = k_d \cdot M_p = 0,83 \cdot 7754,8 = 6203,8 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.21)$$

Редукторда төмен жылдамдықты білікте номиналды момент:

$$M_{p, N} = 6000 \dots 8500 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$M_{p, N} \geq M_{p, \text{э}}$, яғни А 400 редукторы қабылданды:

Тежегішті таңдау. Біздің көпірлік кранға сай келетіндей ТКТ-200 тежегіші таңдалды. МО-100 магнитімен құрастырылған ТКТ-200 кран қалыптық тежегіші жетек жұмыс істемей тұрған кезде механизмдердің (негізінен көтергіш-көлік машиналарының) біліктерін тежеуге, тоқтатуға және ұстап тұруға арналған тежегіш құрылғы болып табылады. Бұл дизайнда жетек МО-100 маркалы айнымалы ток электромагниті болып табылады. Және бұл тежегішке қарап, 260.3-19100 шкивін таңдадық. Шкивтің сипаттамалары:

- d=200 мм;
- B=95 мм;
- m=30 кг;

Қозғалтқыш білігіне келтірілген трансляциялық қозғалысты есептеу. Жүйенің қаттылық коэффициентін есептеу. Қозғалтқыштың жүктеме диаграммасы мен тахограммасын құру. Тежегіш шкивінің инерция моменті:

$$J_{m, \text{ш}} = m_m \cdot r^2 \cdot \xi = 30 \cdot 0,95 \cdot 0,6 = 1,71 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \quad (2.22)$$

$\xi = 0,6$ - массаның таралуын ескеретін коэффициент.

Жылдам біліктегі барлық айналмалы бөліктердің инерция моменті:

$$J_1 = J_{m, \text{ш}} + J_{p, \text{дв}} + J_M = 1,71 + 1,8 + 0,25 = 3,76 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \quad (2.23)$$

Айналу инерциясының моменті:

$$J_{\text{вр}} = \gamma \cdot J_1 = 1,15 \cdot 3,76 = 4,324 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \quad (2.24)$$

бұл жерде $\gamma = 1,15$;

Тұрақты қозғалатын массалардың қосындысы:

$$m_{\text{пост}} = m_{\text{т}} + m_{\text{гр}} = 4 + 16 = 20 \text{ т} \quad (2.25)$$

Жүкпен үдеткіш кезінде механизмнің тұрақты және қозғалмалы бөліктерінің инерция моменті:

$$J_{\text{пост.р.г}} = \frac{m_{\text{пост}} r_{\text{к}}^2}{i_{\text{мах}}^2 \eta_{\text{мех}}} = \frac{20 \cdot 10^3 \cdot 0,95^5}{14^2 \cdot 0,92} = 5,2 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \quad (2.26)$$

Жүксіз үдеткіш кезінде механизмнің тұрақты және қозғалмалы бөліктерінің инерция моменті:

$$J_{\text{пост.р.0}} = \frac{m_{\text{пост}} r_{\text{к}}^2}{i_{\text{мах}}^2 \eta_{\text{мех}}} = \frac{4 \cdot 10^3 \cdot 0,95^5}{14^2 \cdot 0,92} = 0,54 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \quad (2.27)$$

Қозғалтқыш білігіне келтірілген жүк арбасының инерция моменті:

$$J_{\Sigma p, \Gamma} = J_{\text{вр}} + J_{\text{пост.р.г}} = 4,324 + 0,54 = 4,86 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \quad (2.28)$$

Қозғалтқыштың білігіне жүктелмеген арбаның инерция моменті:

$$J_{\Sigma p, 0} = J_{\text{вр}} + J_{\text{пост.р.0}} = 5,2 + 0,52 = 5,72 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \quad (2.29)$$

Қозғалатын жүк арбасының статикалық кедергі күші:

$$F_{\text{ст.г}} = F_{\text{тр.г}} + F_{y, \Gamma} = 1,98 + 2,94 = 4,92 \text{ кН} \quad (2.30)$$

Жүксіз қозғалатын арбаның статикалық қарсылық күші:

$$F_{y, 0} = G_T \cdot \alpha = 39,2 \cdot 0,002 = 0,0784 \text{ кН} \quad (2.31)$$

$$F_{\text{ст.0}} = F_{\text{тр.0}} + F_{y, 0} = 0,31 + 0,0784 = 0,389 \text{ кН} \quad (2.32)$$

$$F_{\text{тр.0}} = G_T \left(\frac{2 \cdot \mu + f \cdot d_y}{D} \right) k_{\text{доп}} = 39,2 \left(\frac{2 \cdot 0,8 + 0,025 \cdot 80}{710} \right) 2 = 0,39 \text{ кН} \quad (2.33)$$

Жүкпен үдеткіш кезінде арбаның қозғалысына статикалық қарсылық моменті:

$$M_{\text{ст.р.г}} = \frac{F_{\text{ст.г}} \cdot r_k}{i_{\text{max}} \eta_{\text{мех}}} = \frac{4,92 \cdot 10^3 \cdot 0,25}{25 \cdot 0,86} = 57,2 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.34)$$

Жүктемесіз үдеткіш кезінде арбаның қозғалысына статикалық қарсылық моменті:

$$M_{\text{ст.р.0}} = \frac{F_{\text{ст.0}} \cdot r_k}{i_{\text{max}} \cdot \eta_{\text{мех}}} = \frac{0,389 \cdot 10^3 \cdot 0,25}{25 \cdot 0,86} = 4,5 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.35)$$

Жүкті арбаны номиналды жылдамдығына дейін үдету уақыты:

$$t_{\text{р.г}} = \frac{\omega_{\text{дв}} \cdot J_{\Sigma, \text{г}}}{M_{\text{п.ср}} - M_{\text{ст.г}}} = \frac{153,86 \cdot 4,86}{360,69 - 57,2} = 3,8 \text{ с} \quad (2.36)$$

Жүктемесіз арбаны номиналды жылдамдыққа дейін үдету уақыты

$$t_{\text{р.0}} = \frac{\omega_{\text{дв}} \cdot J_{\Sigma, 0}}{M_{\text{п.ср}} - M_{\text{ст.0}}} = \frac{153,86 \cdot 5,72}{360,69 - 4,5} = 2,1 \text{ с} \quad (2.37)$$

Бұл мәндер 3 секундқа дейін шектелген., яғни қозғалтқыш қажетті үдеу қарқындылығын қамтамасыз етеді.

Жүктеме кезіндегі орташа үдеу:

$$a = \frac{v_{\text{пер.ср}}}{t_{\text{р.г}}} = \frac{2,6}{3,8} = 0,68 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \quad (2.38)$$

Жүк болған кезде де, болмағанда да жүктің жылдамдығын жеделдету және баяулату кезінде қозғалтқыштағы бөлшектердің инерция моменті:

$$J_{\text{пост.р.г}} = \frac{m_{\text{ж}} \cdot r_k^2 \cdot \eta_{\text{мех}}}{i_{\text{max}}^2} = \frac{16 \cdot 10^3 \cdot 0,25^2 \cdot 0,86}{25^2} = 5,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \quad (2.39)$$

$$J_{\text{пост.р.0}} = \frac{m_{\text{а}} \cdot r_k^2 \cdot \eta_{\text{мех}}}{i_{\text{max}}^2} = \frac{4 \cdot 10^3 \cdot 0,25^2 \cdot 0,86}{25^2} = 1,3 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \quad (2.40)$$

Жүк болған кезде және жүк болмаған кезде тежегішті қолданғанда арбаның қозғалтқыш білігінде пайда болатын моменттер:

$$J_{\Sigma, \text{г}} = J_{\text{вр}} + J_{\text{пост.р.г}} = 4,324 + 5,5 = 9,874 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \quad (2.41)$$

$$J_{\Sigma, 0} = J_{\text{вр}} + J_{\text{пост.р.0}} = 4,324 + 1,3 = 5,624 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \quad (2.42)$$

Тежеу және үдеу кезіндегі статикалық кедергі моменттері:

$$M_{\text{ст. р. г}} = M_{\text{ст. м. г}} = 57,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{ст. р. 0}} = M_{\text{ст. м. 0}} = 4,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Тежелу қозғалтқышының рекуперативтік режимге өтуін ескеріп:

$$M_T = 1,5 \cdot M_N = 1,5 \cdot 120,23 = 180,345 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.43)$$

Арбаның жүк арқылы және жүксіз тежеу уақытын есептесек:

$$t_{m.г} = \frac{\omega_K \cdot J_{\Sigma m.г}}{M_T + M_{\text{ст.г}}} = \frac{153,86 \cdot 5,62}{180,34 + 57,2} = 6,4 \text{ с} \quad (2.44)$$

$$t_{m.0} = \frac{\omega_K \cdot J_{\Sigma m.0}}{M_T + M_{\text{ст.0}}} = \frac{153,86 \cdot 9,87}{180,34 + 4,5} = 4,67 \text{ с} \quad (2.45)$$

Арбаның жүк арқылы жылдамдық алуы кезінде жүретін жолы

$$l_{p.г} = \frac{v \times t_{p.г}}{2} = \frac{2,6 \times 3,8}{2} = 4,94 \text{ м} \quad (2.46)$$

Арбаның жүксіз жылдамдық алу кезінде жүретін жол:

$$l_{p.0} = \frac{v_{\text{НОМ}} \cdot t_{p.0}}{2} = \frac{2,6 \cdot 2,1}{2} = 2,7 \text{ м} \quad (2.47)$$

Арбаның жүк арқылы және жүксіз толық тежелу кезіндегі жүретін жол:

$$l_{m.г} = \frac{v_{\text{НОМ}} \cdot t_{m.г}}{2} = \frac{2,6 \cdot 6,4}{2} = 8,32 \text{ м} \quad (2.48)$$

$$l_{m.0} = \frac{v_{\text{НОМ}} \cdot t_{m.0}}{2} = \frac{2,6 \cdot 4,67}{2} = 6,07 \text{ м} \quad (2.49)$$

Арбаның тұрақталған режимде жүк арқылы және жүксіз жүретін жол:

$$l_{y.г} = l_p - l_{p.г} - l_{m.г} = 40 - 4,94 - 8,32 = 26,74 \text{ м} \quad (2.50)$$

$$l_{y.0} = l_p - l_{p.0} - l_{m.0} = 40 - 2,7 - 6,07 = 31,23 \text{ м} \quad (2.51)$$

Жүк арқылы және жүксіз тұрақталған режим уақыты:

$$t_{y.r} = \frac{l_{y.r}}{v_{\text{НОМ}}} = \frac{26,74}{2,6} = 10,3 \text{ с} \quad (2.52)$$

$$t_{y.0} = \frac{l_{y.0}}{v_{\text{НОМ}}} = \frac{31,23}{2,6} = 12,1 \text{ с} \quad (2.53)$$

Арбаның есеп айырысу циклі:

1. Жүктемемен және жүктемесіз арбаның қашықтыққа қозғалысы :

$$L_p = \frac{L}{2} = 20 \text{ м} \quad (2.54)$$

Сағатына циклдар саны: $N = 60$;

Бір цикл уақыты:

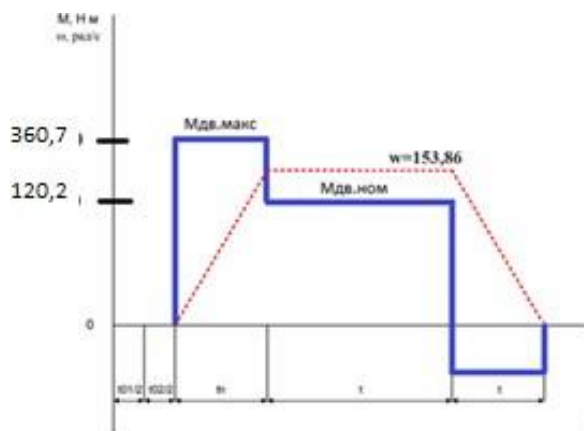
$$T_{\text{ц}} = \frac{3600}{90} = 60 \text{ с} \quad (2.54)$$

Негізгі циклдегі үзіліс уақыты:

$$t_0 = T_{\text{ц}} - t_{y.r} - t_{y.0} - t_{p.r} - t_{p.0} - t_{m.r} - t_{m.0} = 60 - 10,3 - 12,1 - 3,8 - 2,1 - 6,4 - 4,67 = 20,63 \text{ с} \quad (2.55)$$

Қозғалтқыштың салыстырмалы есептелген ПВ(іске қосу ұзақтығы):

$$ПВ = \frac{T_{\text{ц}} - t_0}{T_{\text{ц}}} = \frac{60 - 20,63}{60} = 65,6\% \quad (2.56)$$



2.2 - сурет - ПВ=65,6% болғанда жүктемелік диаграмма және АИР160М4 қозғалтқышының тахограммасы.

3 Жиілік түрлендіргіштерін салыстыру және таңдау

3.1 Жиілік түрлендіргіштерін таңдау

Асинхронды қозғалтқыш контекстіндегі жиілікті реттеу келесі ерекшеліктермен сипатталады. Ең алдымен, бұл іске қосу режимдерінде және тежеу процестерінде Электр қозғалтқыштарының энергия тұтынуының төмендеуі, бұл жоғары жылдамдықты электр жетектерін пайдалануға мүмкіндік береді, ал электр қозғалтқыштарын жобалау процесінде номиналды жұмыс режимдерінде электр қозғалтқышының орамасында болатын шығындарды азайтуға назар аударылады. Жиілікті реттелетін электр жетегін жобалау кезінде басшылыққа алу керек:

Кәдімгі кран асинхронды қозғалтқыштарға тән негізгі геометриялық өлшемдерді сақтау қажеттілігі, өйткені негізгі технологиялық процесс оның қалай реттелетіндігімен емес, жұмыс режимімен анықталады;

Векторлық басқарылатын және түрлендіргішпен қалыптасатын механикалық сипаттамалары бар заманауи жиілікті реттелетін электр жетектері шамадан тыс жүктеме қабілеті мен іске қосу моментін арттыру үшін арнайы шараларды қажет етпейді;

Жиілікті реттеу жүйелерінде электр қозғалтқышының оңтайлы айналу жылдамдығы жеңіл және орташа жұмыс режимдерінде шамамен 1900-1800 айн/мин және қарқынды режимде 1000-800 айн/мин құрайды. Бірақ жүйені жобалау кезінде жетектің максималды айналу жылдамдығы мен беріліс қорабының максималды рұқсат етілген айналу жылдамдығы арасындағы қатынасты сақтау қажет;

Түрлендіргіштің шығыс кернеуі номиналды жиіліктен 1,5-2 есе асатын жағдайларда қозғалтқыштардың жұмыс қабілеттілігін сақтау қажет.;

Домалау шығындарын азайту үшін ол таза алюминийден немесе мыстан минималды сырғумен жасалады. Электр қозғалтқышының шығыс кернеуі мен жиілігін реттеу мүмкіндігі оның белсенді бөліктерін оңтайлы пайдалануға және электр қозғалтқышының аз шығынмен жұмыс істеуін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді;

Электр қозғалтқышын түрлендіргіштің Шығыс кернеуінің параметрлеріне сәйкес келетін стандартты емес кернеу параметрлеріне реттеу мүмкіндігі.

Жоғарыда айтылғандардың барлығы, сондай-ақ реттелетін аймақтарды оңтайлы бөлу мүмкіндігі бірдей жүктеме параметрлерінде жиілік түрлендіргішін пайдаланған кезде электр қозғалтқышының қуат параметрлерін 1,5-1,8 есе азайтуға мүмкіндік береді.

Крандар-бұл өнеркәсіпке, тасымалдауға немесе құрылысқа тікелей немесе жанама түрде байланысы бар, барлық салаларды қамтитын жаппай жалпы өнеркәсіптік механизмдер. Пайдалану салаларының әртүрлілігіне байланысты крандарды пайдалану олардың және олардың дизайнына кіретін механизмдердің әртүрлі қарқындылығы мен жұмыс режимдерімен сипатталады.

Мұның бәрі тиісті нормативтік құжаттамамен реттеледі. Жүк көтергіш крандар басқа жалпы өнеркәсіптік және арнайы механизмдермен жабдықталған электр жетектерімен айырмашылықтары бар электр жетектерімен жабдықталған. Көпір крандарының электр жетектерінің жұмыс ерекшеліктері:

Түсіру кезінде электр қозғалтқышының қозғалтқыш режимін генератор режиміне біркелкі ауыстыру мүмкіндігін қамтамасыз ету қажеттілігі;

Жұмыс жылдамдығы реттелуі тиіс төмен диапазонмен сипатталады;

Өнімділікке қатысты төмен талаптар;

Қоршаған ортаның температурасы $-40 - +40^{\circ}\text{C}$ аралығында болуы керек. Металлургиялық цехтар үшін бұл параметр $-10 - +50^{\circ}\text{C}$; - ауаның орташа салыстырмалы ылғалдылығы 90% болуы керек (температурасы $+25^{\circ}\text{C}$ қоршаған орта);

Ауадан тұндырылатын шаңның тәуліктік мөлшері 5г/ш. м. аспайды.;

Ауадағы қышқыл буларының тәуліктік тұндыру деңгейі 500 мг/шаршы метрден аспайды.;

Механизмнің қозғалысы кезінде тербелістер мен соққылардың жиілігі мен үдеуі тиісінше 1-50Гц және 5 м/с² аспайды. Бір рет қайталанатын соққылар болған кезде-30 м/ с² аспайтын жеделдету ; - тұрақты емес білікті қызмет көрсету;

Жұмыста қарапайым жұмыс және тұрақты сенімділік. Сыналатын жүктемелерді сипаттайтын крандардың электр жетектерін екі түрге бөлуге болады: Белсенді статикалық моментпен және реактивті статикалық моментпен.

Негізгі көтергіш электр жетегіне қойылатын талаптар

Қозғалтқыш қуат тізбегі мен басқару тізбегіндегі шамадан тыс жүктеме мен қысқа тұйықталудан қорғалуы керек. Жетек қозғалтқышының қуаты тоқтаған кезде басқару тізбегі автоматты түрде ажыратылып, қалпына келтірілгеннен кейін өздігінен іске қосылмауы тиіс;

Диск кері болуы керек;

Таңдалған жетек түріндегі оқшаулағыш материалдардың қызуға төзімділік класы F немесе N болуы керек;

- ПВ = 40 - пен қайта-қысқа мерзімді режимде жетектің жұмысы %;

- Ілгекті жүкпен көтеруді жеделдету $a_{max} = 0,3 \text{ м/с}^2$ аспауы тиіс ;

- Көтеру жылдамдығы $V_{max} = 1,4 \text{ м/с}$ аспауы керек;

- D көтеру жетегінің реттеу диапазоны (4 : 1).

Басқару әдісі мен принципін таңдау жылдамдықты реттеу талаптары мен реттеу сапасының көрсеткіштері негізінде жүзеге асырылады: реттеу диапазоны, тегістігі, берілген жылдамдықты сақтаудың дәлдігі. Реттеу процесінің сапасының динамикалық көрсеткіштері міндетті түрде ескеріледі: өнімділік, қайта реттеу және т.б. Сонымен қатар, электр жетегін басқару жүйесін таңдағанда, жұмыс механизмі тудыратын жүктеменің сипатын ескеру қажет. Электр қозғалтқыштарын жиілікпен басқару екі негізгі жолмен жүзеге асырылады. Жиілікті басқарудың скалярлық принципі электр жетегінде ең көп таралған. Ол АҚ айнымалыларының абсолютті мәндерін өлшеу мен реттеудің техникалық қарапайымдылығымен сипатталады. Басқару электр

қозғалтқышының статорының кернеуі мен жиілігін байланыстыратын функционалдық сипаттамамен (U/f - сипаттамасы), статор ағынының тұрақтылығын осы сипаттамаға сәйкес ұстап тұру үшін іг-компенсация модулін қолдану арқылы жүзеге асырылады. Статикалық режимдерде электр жетегінің қажетті қасиеттеріне кері байланыс арқылы қол жеткізуге мүмкіндік береді. Ол динамикаға жоғары талаптар жоқ электр жетектері үшін қолданылады. Басқарудың векторлық принципі полярлық немесе декарттық координаттар жүйелеріндегі АҚ ағынының векторлары мен токтарының реттеуші заңға сәйкес мәжбүрлі өзара бағдарлануына негізделген. Айнымалылар модульдерін және олардың векторлары арасындағы бұрыштарды реттеу арқылы статикалық және динамикалық түрде қан қысымын басқару қамтамасыз етіледі, осылайша өтпелі процестердің сапасы айтарлықтай жақсарады. Дәл осы факт с векторлық басқару жүйесін таңдауда шешуші болып табылады және электр жетектерінде орташа және жоғары динамикада қолданылады. Кранның негізгі көтергіш жетегі сияқты механизмдердің жетектері жоғары динамикалық, динамикалық және төмен динамикалық арасындағы аралық орынды алады. Вольт-жиілік реакциясының параметрлерін анықтай отырып, төменгі жиіліктер таңдалған реттеу заңына қарағанда кернеу мәніне сәйкес келеді.

Кесте - 3.1 - Жиілік түрлендіргіштер

Түрлендіргіш	ACS800-01-0025-3	Delta VFD220E43A	INSTART FCI-G18.5/P22-4
Қуат диапазоны	0,1...22кВт	16-22 кВт	18.5-22кВт
Қуат кернеуі	380 В	380 В	380 В
Жүктеме қабілеті	120 % 60 с.	150% 60 с	200% 3с. 150% 60 с
Аналогты шығыстар	3	3	2
ПӘК	95%	95%	92%
Номинальды ток, А	44	44	37
Жұмыс істеу температурасы	-15...55°C	-10...50°C	-10...+40
Қорғаныс дәрежесі	IP20	IP21	IP20

Жиілік түрлендіргішті таңдау кезінде осы талаптар орындалу керек:

- Жиілік түрлендіргіш тогы, қозғалтқыш тогынан үлкен болуы; $I_{\text{ЖТ}} \geq I_{\text{К}}$;
- Кернеу $U_{\text{ЖТ}} \geq U_{\text{К}}$ болу керек;
- Жиілік түрлендіргішінің қуаты электрқозғалтқыш қуатынан үлкен немесе тең болуы $P_{\text{ЖТ}} \geq P_{\text{К}}$.

Осы талаптар бойынша келесі үш жиілік түрлендіргіш таңдалды:

- ACS800-01-0025-3 ;
- Delta VFD220E43A ;
- INSTART FCI-G18.5/P22-4.

Жиілік түрлендіргіштерді коммутациялық аса кернеулерден қорғау үшін:

$$I_{\text{обр.т}} = \frac{U_{\text{к.макс}}}{2 \cdot \omega \cdot L} \cdot \omega \cdot \sin(\gamma + \alpha) = \frac{596,6}{2 \cdot 0,06} \cdot 300 \cdot 10^{-5} \cdot \sin(90^\circ) = 14,9 \text{ A} \quad (3.1)$$

$$U_{\text{к.макс}} = U_{\text{қ0}} \frac{\pi}{2} = 380 \frac{3,14}{2} = 596,6 \text{ В} \quad (3.2)$$

мұндағы $r = 10 \cdot 10^{-6}$ – электрондардың саны;

L - ток ағымының тізбегіндегі индуктивтілік;

$\omega L = 0,06$; ω - желінің бұрыштық жиілігі;

γ - коммутация бұрышы; α - реттеу бұрышы.

Конденсатордың сыйымдылығы келесі өрнектен анықталады:

$$C = \frac{U_{\text{к}} \cdot I_{\text{обр.т}}^2}{\omega \cdot I_{\text{м}} \cdot U_{\text{обр.т}}} = \frac{0,085 \cdot 14,9}{314 \cdot 103,5 \cdot 252,9} = 1.35 \text{ мкФ} \quad (3.3)$$

$I_{\text{м}}$ – тұрақты токтың амплитудалық мәні;

$U_{\text{обр.т.макс}} = 252,9 \text{ В}$;

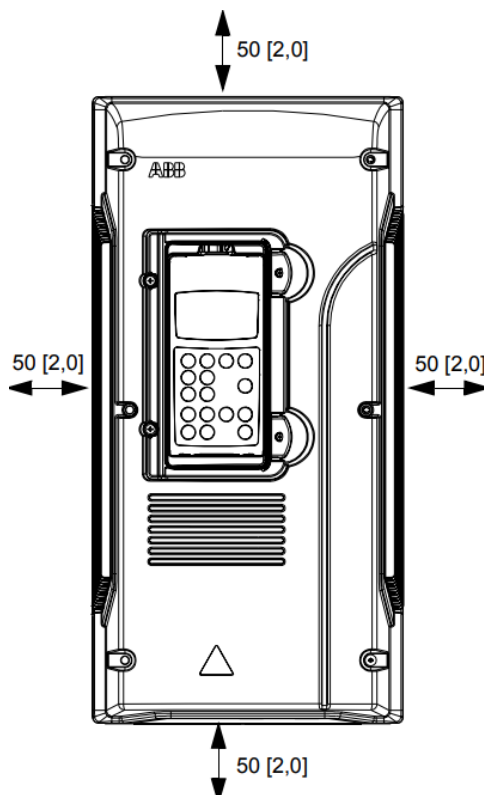
$U_{\text{к}} = 8,5 \%$ - қысқа тұйықталу кернеуі.

3.2 ACS800-01-0025-3 туралы жалпы мәліметтер

ACS800-01-0025-3 сериялы жиілік түрлендіргіштері өнеркәсіптік пайдалануға арналған. Олар өз дизайнында қажетті функционалды құрылғылардың толық жиынтығы бар корпус жетектері түрінде де, модульдер түрінде де шығарылады. Олар әмбебап, қолдануға икемді, айнымалы ток жетектері, оларды нақты өнеркәсіптік қолдану талаптарына сәйкес дәл конфигурациялауға болады. Айрықша ерекшеліктері:

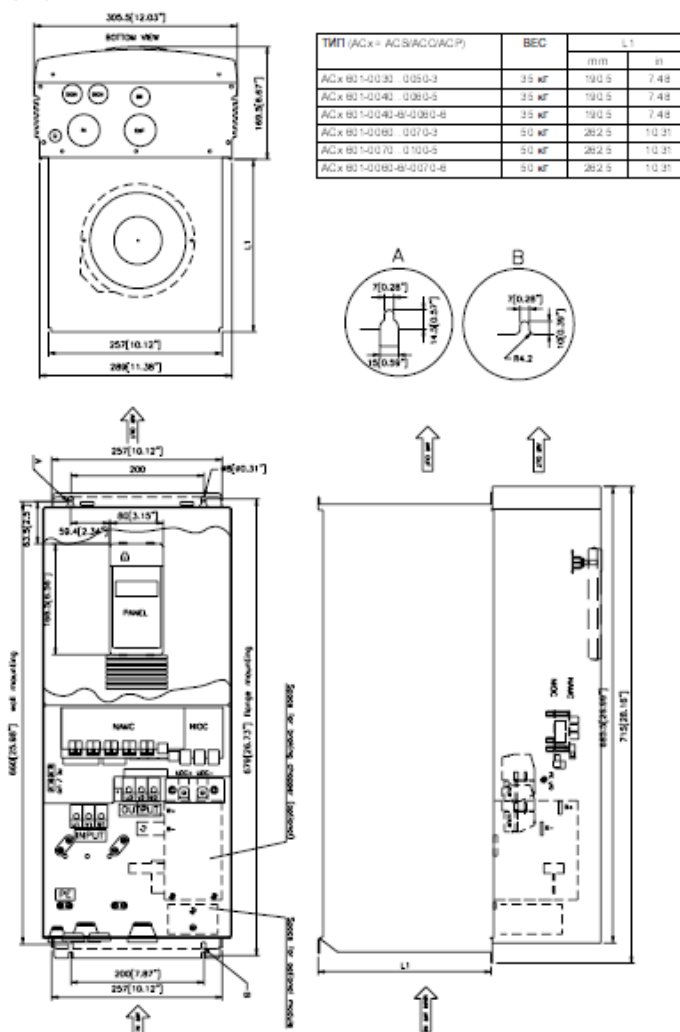
- Интуитивті басқару тақтасы және бағдарламалық жасақтама;
- Тұйық және ашық реттеу жүйелерінде дәл реттеу үшін жетілдірілген тікелей қозғалтқыш моментін басқару алгоритмі;

- Кіріктірілген қауіпсіздік мүмкіндіктері арқылы жеңілдетілген параметрлеу;
- Деректерді берудің негізгі хаттамалары бойынша автоматтандыру желілеріне қосылу мүмкіндіктері;
- Алынбалы жад блогының болуына байланысты конфигурациялау және іске қосу оңай;
- Энергия тұтынуды оңтайландыру функциялары және оны бақылау мүмкіндігі;
- Кірістірілген PID процесс реттегіштері.



3.1 - сурет - ACS800-01-0025-3 өлшемдері

Шасси R5/R6



3.2 - сурет - ACS 800 жиілік түрлендіргішінің жалпы және қосылу өлшемдері

3.3 Delta VFD220E43A түрлендіргішіне шолу

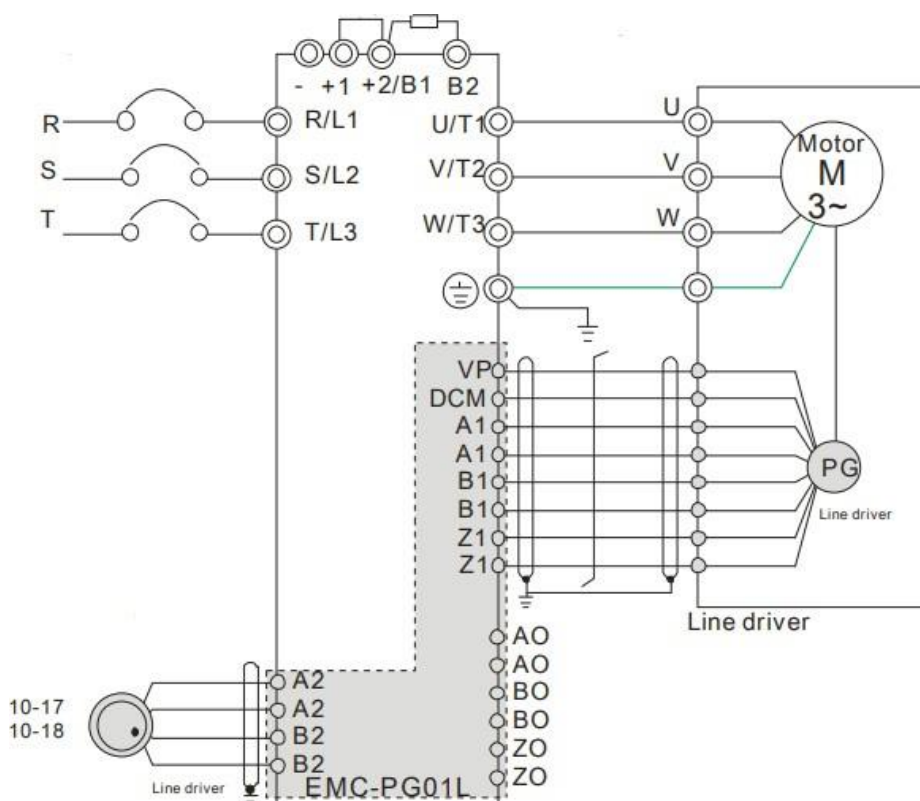
Әдетте, қозғалтқыш корпусында екі кернеу мәні бар. Жиілік шығаратын кернеу көрсетілгендердің азына сәйкес келетін жағдайда "үшбұрыш" тізбегін қолдану қажет. Әйтпесе, орамалар "жұлдыздар" принципі бойынша қосылады.

Жиілік түрлендіргішін жеткізу жиынтығына кіретін басқару пульті ыңғайлы жерде орналастырылады. Оны нұсқаулықта көрсетілген схемаға сәйкес қосу керек. Әрі қарай, тұтқа нөлдік күйге орнатылады және машина қосылады. Бұл жағдайда қашықтан басқару пультіңде жарық индикаторы жанады. Түрлендіргіш жұмыс істеуі үшін "іске қосу" батырмасын басу керек (әдепкі бойынша бағдарламаланған). Содан кейін электр қозғалтқышы біртіндеп айнала бастауы үшін тұтқаны сәл бұру керек. Егер қозғалтқыш қарама-қарсы бағытта айналса, кері батырма басылады. Әрі қарай, тұтқаны қажетті айналу жиілігін реттеу керек. Көптеген жиіліктегі пульттерде электр қозғалтқышының айналу жиілігі (айн/мин) емес, электр қозғалтқышының

кернеу жиілігі герцпен көрсетілгенін ескеру маңызды.

Жалпы характеристикалары:

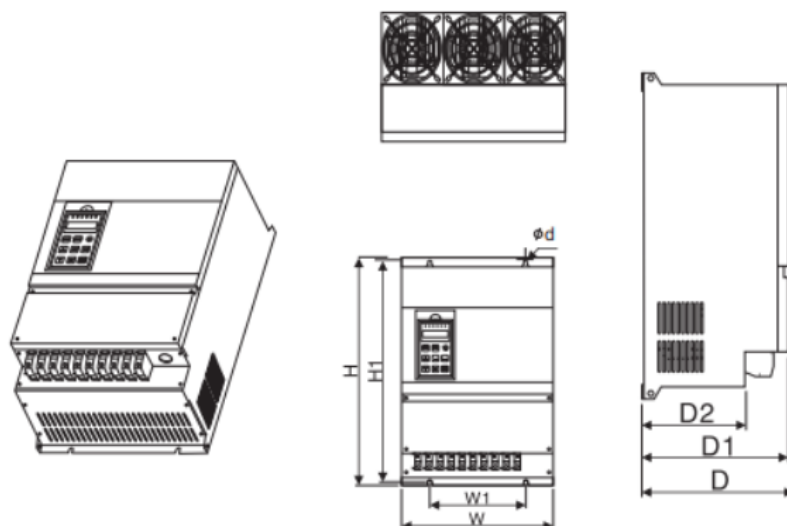
- Жылдамдықты, айналдыру моментін, позицияны басқару
- Асинхронды және тұрақты магнитті қозғалтқыштармен жұмыс істеу
- Кері байланыспен немесе кері байланыссыз векторлық басқару
- 10К бағдарлама қадамдары үшін кіріктірілген PLC
- Арнайы кран функциялары: екі жетек арасындағы жүкті бөлу, көтеру жылдамдығын синхрондау, тежегішті басқару
- Profibus, CANopen, DeviceNet, Modbus RTU қолдауы
- Іске қосу моменті номиналды мәннің 200% дейін және лебедка тежегішін басқарудың арнайы алгоритмі.



3.3 - сурет - Delta VFD220E43A жиілік түрлендіргішінің қосылу

3.4 INSTART FCI-G18.5/P22-4 жиілік түрлендіргішіне шолу

Өнеркәсіптік өндіріске қойылатын жоғары талаптарды қанағаттандыру үшін Instart ресей нарығының сұраныстарына бағытталған жаңа FCI сериялы жиілік түрлендіргішін жасады. FCI сериялы жиілік түрлендіргіштері құрылымы мен сыртқы түрі бойынша оңтайландырылған, оның қуатты кіріктірілген мүмкіндіктері әртүрлі салалардағы қажеттіліктерді жақсырақ қанағаттандыруға мүмкіндік береді.



3.4 - сурет - INSTART FCI-G18.5/P22-4 жиілік түрлендіргіші

FCI сериялы Instart жиілік түрлендіргіштері-бұл белгілі әлемдік аналогтардан кем түспейтін жоғары сапа, сонымен қатар техникалық шешімдердің тиімділігі мен ұтымдылығы. FC сериялы жиілік түрлендіргіштері үш фазалы асинхронды электр қозғалтқыштарын 0,75-тен 630 кВт-қа дейінгі қуат диапазонында басқаруға арналған және оларды кез-келген қолданбада қолдануға мүмкіндік беретін кең функционалдылыққа ие.

3.5 Жиілік түрлендіргіштерін салыстыру

Енді біз әр жиілік түрлендіргішін олардың ерекшеліктері мен мүмкіндіктерін ескере отырып егжей-тегжейлі қарастырамыз. INSTART FCI-G18.5/P22-4 негізгі сипаттамалары: қуаты 18.5 кВт (25 а.к.), кернеуі 380 В, максималды тогы шамамен 37А, жиілік диапазоны 0-400 Гц аралығында. Ерекшеліктеріне тоқталсақ, бірнеше басқару режимдері (скалярлық (V/f) және векторлық басқару) бар. Кіріктірілген қорғаныс функциялары шамадан тыс жүктемеден, қысқа тұйықталудан, қызып кетуден және т. б. қорғайды. Автоматтандыру жүйелеріне интеграциялаудың қарапайымдылығы. Кран жүйелерін қоса алғанда, ауыр өнеркәсіптік қолданбалардағы сенімділік пен беріктік.

Артықшылықтарына тоқталсам, ең жоғары жүктемелерді қамтамасыз ететін жоғары қуат, қозғалтқыштың жылдамдығын икемді басқаруға мүмкіндік беретін кең жиілік диапазоны, жақсы қорғаныс және басқару функциялары.

Delta VFD220E43A түрлендіргішінің негізгі сипаттамалары қуаты 22 кВт (30 а.к.), кернеуі 400 В, максималды тогы шамамен 45 А, жиілік диапазоны 0-600 Гц аралығында. Ерекшеліктеріне тоқталсам, скалярлық және векторлық

басқару, кіріктірілген қорғаныс және диагностикалық функциялар, ыңғайлы пайдаланушы интерфейсі және оңай орнату, әр түрлі өнеркәсіптік стандарттармен және байланыс желілерімен үйлесімділігі бар (Modbus, CANopen және т.б.). Артықшылықтары әр түрлі жұмыс жағдайлары үшін жақсы қорды қамтамасыз ететін жоғары қуат, қозғалтқыштың жұмысын оңтайландыруға мүмкіндік беретін кең жиілік диапазоны, жақсы баға - сапа қатынасы.

ABB ACS800-01-0025-3 түрлендіргішінің негізгі сипаттамалары қуаты 22 кВт (30 а. к.), кернеуі 400 В, максималды тогы шамамен 45 А, жиілік диапазоны 0-500 Гц арасында.

Ерекшеліктеріне тоқталсақ, жетілдірілген басқару режимдері, яғни, скалярлық (V / f), векторлық басқару, тікелей моментті басқару (DTC) режимдері, кіріктірілген қорғаныс және бақылау функциялары, жоғары сенімділік пен беріктік, ауыр өнеркәсіптік қолдану үшін өте қолайлы, әр түрлі өнеркәсіптік байланыс желілерін қолдауы (Modbus, Profibus, Ethernet және т.б.), диагностика мен қашықтан басқарудың жетілдірілген мүмкіндіктері бар. Артықшылықтарын айта кетсем, жоғары қуат және кең жиілік диапазоны, жетілдірілген басқару және қорғау функциялары, күрделі жұмыс жағдайлары үшін жоғары сенімділік пен икемділік, әр түрлі автоматтандыру және басқару жүйелерімен интеграциясы бар.

Салыстырмалы талдау және ұсыныстар: барлық үш түрлендіргіштің қуаты АИР160М4 қозғалтқышының қуатынан едәуір жоғары, бұл сенімді жұмыс істеу үшін жеткілікті қорды қамтамасыз етеді.

Басқару және функционалдылық: АBB ACS800-01-0025-3 тікелей моментті басқаруды (DTC) қоса алғанда, ең жетілдірілген басқару мүмкіндіктеріне ие, бұл әсіресе қозғалыс пен моментті дәл бақылауды қажет ететін кран қолданбалары үшін пайдалы.

Delta VFD220E43A және INSTART FCI-G18.5/P22-4 сонымен қатар жақсы басқару және қорғаныс мүмкіндіктерін ұсынады, бірақ АBB күрделі тапсырмалар үшін кеңірек мүмкіндіктер ұсынады.

Бағасы және қол жетімділігі:

а) АИР160М4 – 18,5 кВт – 269 493 тг

ә) ACS800-01-0025-3 – 773 329 тг

б) Delta VFD220E43A – 644 786 тг

в) INSTART FCI-G18.5/P22-4 – 481 229 тг

Жалпы инвестициялар:

$$\sum K = K_0 + K_M \quad (3.4)$$

K_0 – тасымалдау шығындарын қамтитын жабдықты сатып алу шығындары;

K_M – орнату шығындары.

$$\text{Ц} = \text{Ц}_{\text{ЭҚ}} + \text{Ц}_{\text{ЖТ}} \quad (3.5)$$

$\text{Ц}_{\text{ЭҚ}}$ – электр қозғалтқышының құны, теңге;

$\text{Ц}_{\text{ЖТ}}$ – жиілік түрлендіргішінің құны, теңге.

$$\text{Ц}_1 = 269\,493 + 773\,329 = 1\,042\,822 \text{ тг}$$

$$\text{Ц}_2 = 269\,493 + 644\,786 = 914\,279 \text{ тг}$$

$$\text{Ц}_3 = 269\,493 + 481\,229 = 750\,722 \text{ тг}$$

Жиілік түрлендіргіші жүйесін тасымалдауға арналған шығындар оның құнының 10% - на тең қабылданады.

Тиісті жүйесінің құны:

$$K_0 = 0,1 \cdot \text{Ц} + \text{Ц} \quad (3.6)$$

$$K_{01} = 0,1 \cdot \text{Ц}_1 + \text{Ц}_1 = 0,1 \cdot 1\,042\,822 + 1\,042\,822 = 1\,147\,104 \text{ тг}$$

$$K_{02} = 0,1 \cdot \text{Ц}_2 + \text{Ц}_2 = 0,1 \cdot 914\,279 + 914\,279 = 1\,005\,706 \text{ тг}$$

$$K_{03} = 0,1 \cdot \text{Ц}_3 + \text{Ц}_3 = 0,1 \cdot 750\,722 + 750\,722 = 825\,794,2 \text{ тг}$$

Орнату шығындары жабдық құнының шамамен 7% құрайды:

$$K_M = 0,07 \cdot \text{Ц} \quad (3.7)$$

$$K_{M1} = 0,07 \cdot \text{Ц}_1 = 0,07 \cdot 1\,042\,822 = 72\,997,54 \text{ тг}$$

$$K_{M2} = 0,07 \cdot \text{Ц}_2 = 0,07 \cdot 914\,279 = 63\,999,53 \text{ тг}$$

$$K_{M3} = 0,07 \cdot \text{Ц}_3 = 0,07 \cdot 750\,722 = 52\,550,54 \text{ тг}$$

Осыдан жалпы инвестициялар:

$$\sum K = K_0 + K_M \quad (3.8)$$

$$\sum K_1 = K_{01} + K_{M1} = 1\,147\,104 + 72\,997,54 = 1\,220\,101,54 \text{ тг}$$

$$\sum K_2 = K_{02} + K_{M2} = 1\,005\,706 + 63\,999,53 = 1\,069\,705,53 \text{ тг}$$

$$\sum K_3 = K_{03} + K_{M3} = 825\,794,2 + 52\,550,54 = 825\,794,2 \text{ тг}$$

Жоғарыдағы салыстыру нәтижелеріне сүйене отырып, INSTART FCI-G18.5/P22-4 жиілік түрлендіргішін таңдаймыз. Delta VFD220E43A әдетте жақсы

сапа мен функционалдылықты ұсына отырып, ABB ACS800-мен салыстырғанда қол жетімді. INSTART FCI-G18.5/P22-4 көптеген кран жүйелері үшін жеткілікті мүмкіндіктері бар үнемді таңдау болуы мүмкін.

Пайдалану шарттары мен сенімділігі: ABB ACS800 өзінің жоғары сенімділігі мен беріктігімен танымал, бұл оны маңызды қосымшалар үшін таңдаулы таңдау етеді.

Delta VFD220E43A сонымен қатар баға мен сапа арасындағы тепе-теңдікті ұсынатын өндірістік ортада жақсы беделге ие.

INSTART FCI-G18.5/P22-4 ауыр жұмыс үшін жарамды, бірақ сенімділігі мен функционалдығы бойынша ABB-ден төмен болуы мүмкін.

Қорытындылай келсем, егер ең жоғары сенімділік, басқару дәлдігі және икемділік қажет болса, таңдау ABB ACS800 болады-01-0025-3. Егер бюджет шектеулі болса, бірақ әлі де жақсы мүмкіндіктер мен сенімділік қажет болса, DELTA VFD220E43A-ны қарастырамыз. INSTART FCI-G18.5/P22-4-бұл лайықты нұсқа, әсіресе критерий шығындарды үнемдеу болса. Таңдау қолданбаның нақты талаптарына, бюджетке және пайдалану шарттарына байланысты.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл жұмыстың қорытындысында жиілік түрлендіргіштерінің әртүрлі аспектілері және оларды көпірлік кран электр жетектерінде қолдану қарастырылды.

Жиілік түрлендіргіштерінің теориялық негіздері шеңберінде мұндай құрылғылардың жұмысының негізгі принциптері, сондай-ақ олардың жіктелуі мен ерекшеліктері қарастырылды. Түзеткіш, инвертор, сүзгі және контроллер сияқты жиілік түрлендіргіштерін құрайтын негізгі элементтер тіралы айтылды. Сондай-ақ жиілік түрлендіргіштерін басқарудың әртүрлі әдістері, соның ішінде тікелей моментті басқару және векторлық басқару қарастырылды.

Арнайы бөлімде көпірлі кран таңдалып, есептеулер жүргізіліп, нәтижесінде керекті электр қозғалтқышы және оған сай жиілік түрлендіргіштері таңдалды.

Жұмыстың соңғы бөлімінде жиілік түрлендіргіштерінің тиімділігі мен сенімділігіне талдау жасалды. Жиілік түрлендіргіштерінің негізгі артықшылықтары мен кемшіліктері талданды және салыстырылды.

Жалпы, бұл жұмыс жиілік түрлендіргіштері және олардың электр жетектерінде қолданылуы туралы толық түсінік алуға мүмкіндік берді. Негізгі теориялық аспектілер қарастырылды, жиілік түрлендіргіштерінің әртүрлі түрлері салыстырылды, олардың әртүрлі салаларда қолданылуы, тиімділік пен сенімділікке талдау жасалды. Нәтижелер электр жетектеріндегі жиілік түрлендіргіштерін әзірлеумен және қолданумен айналысатын инженерлер мен мамандар үшін пайдалы болуы мүмкін.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 <https://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-energeticheskoy-razvyazki-elektroprivodov-i-setey-elektrosnabzheniya-promyshlennyh-elektrotehnicheskikh-kompleksov> Васильев Б. Ю. и др. Обеспечение энергетической развязки электроприводов и сетей электроснабжения промышленных электротехнических комплексов // Записки горного института. – 2018. – Т. 229. – С. 41-49. URL:
- 2 <https://drive-v.ru/otrasli/kranostroenie/tormoza-mostovyh-kranov/> Көпірлі кранның тежегіштері // Сайттағы электрондық нұсқа
- 3 <https://uesk.org/stati/podbor-elektrodivigatelya/> Электрқозғалтқышты таңдау // Сайттағы электрондық нұсқа
- 4 <https://scholar.archive.org/work/srch2k5wwvfuxkjw7eqvv3sl2q/access/wayback/http://journals.i-publ.ru/index.php/ElectEng/article/download/2327/2317> Крюков О. В. Сравнение характеристик высоковольтных преобразователей частоты электроприводов // Электротехника: сетевой электронный научный журнал. – 2016. – Т. 3. – №. 2. – С. 50. URL:
- 5 <https://cyberleninka.ru/article/n/tipizatsiya-konstruktorskih-proektnyh-resheniy-podemnyh-kranov-pri-analogovom-proektirovanii> Анцев А. В., Воробьев А. В. Типизация конструкторских проектных решений подъемных кранов при аналоговом проектировании // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – №. 8. – С. 313-319.
- 6 <https://books.google.com/books?hl=ru&lr=&id=PWvOEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA4&ots=9RVB2zDsal&sig=XNTjVi3CQm5AkJmtrKy9DFY4j2k> Гришко Г. Теория и конструкция наземных транспортно-технологических машин. Расчет и проектирование механизмов грузоподъемных машин.
- 7 <https://earchive.tpu.ru/handle/11683/28867> Гуменный Е. В. Электропривод механизма передвижения крана. – 2016.
- 8 <https://elar.urfu.ru/handle/10995/75940> Кумин И. П. Разработка принципов построения системы управления двухтележечным мостовым краном для транспортирования длинномерных грузов: магистерская диссертация : дис. – 2019.
- 9 <https://rep.bntu.by/handle/data/3903> Вавилов А. В. Введение в инженерное образование. – БНТУ, 2007.
- 10 [https://nauchforum.ru/archive/MNF_tech/1\(53\).pdf#page=23](https://nauchforum.ru/archive/MNF_tech/1(53).pdf#page=23) Гребеньков Д. В. и др. Актуальность применения асинхронных электродвигателей на тяговом подвижном составе // Молодежный научный форум: технические и математические науки. – 2018. – №. 1. – С. 22-25.
- 11 СТ КазННТУ – 09 – 2023, Работы учебные, общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала. Алматы КазННТУ, 2023.

Тақырыбы: «Электр жетектерінде қолданылатын жиілік түрлендіргіштердің әртүрлі түрлерін талдау және салыстыру»

6В07101 – Энергетика
(шифр және мамандық атауы)

Молдағали Ермахан Айдарұлы
(Студенттің аты-жөні)

Дипломдық жұмысына
(жұмыс түрінің атауы)

СЫН ПІКІР

Дипломдық жұмыста қран электржетегіне жиілік түрлендіргіштер таңдап, оларды талдау және салыстыру барысында олардың тиімділігі мен капитал шығындарын есептеу қарастырылған. Нәтижелеріне қарай керекті жиілік түрлендіргіш таңдалды.

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

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

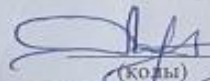
Жұмыс бойынша ескерту:

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

Жұмысты бағалау

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

Сын-пікір беруші
«Алматылифт» АҚ бас директоры

 Кураков Н.Ж.
(Қолы)

2024 ж.



Молдағали Ермахан Айдарұлы

6В07101 - Энергетика

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

"Электр жетектерінде қолданылатын жиілік түрлендіргіштердің әртүрлі түрлерін талдау және салыстыру" дипломдық жұмысына

Осы дипломдық жұмыста студент Молдағали Ермахан, кран электржетегіне жиілік түрлендіргіштер таңдап, оларды талдау және салыстыру барысында олардың тиімділігі мен капитал шығындарын есептеу қарастырылған. Нәтижелер барысында керекті жиілік түрлендіргіш таңдалды.

Арнайы бөлімде теориялық негізде жиілік түрлендіргіші және көпірлік кран не екені қарастырылып, электрқозғалтқышы таңдалып оның есептемелер жүргізілген болатын.

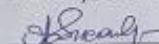
Дипломдық жұмыс бір басты бөлімнен және бір арнайы бөлімнен тұрады тұрады, олар көпірлік кран электржетегіне жиілік түрлендіргіштері таңдалып, оларды талдау және салыстыру, сонымен қоса қорытынды және қолданылған әдебиеттер тізімі келтірілген.

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

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

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

Ғылыми жетекші
магистр, аға оқытушы

 Ә.О.Бердібеков

(қолы)
« 12 » 06 2024 ж.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Молдагалы Ермахан Айдарулы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Электр жетектерінде қолданылатын жиілік түрлендіргіштердің өртүрлі түрлерін талдау және салыстыру

Научный руководитель: Абдисаттар Бердибеков

Коэффициент Подобия 1: 20.3

Коэффициент Подобия 2: 4.5

Микропробелы: 11

Знаки из других алфавитов: 15

Интервалы: 61

Белые Знаки: 1

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

2024-06-13

Дата

Заведующий кафедрой Энергетики

Сарсенбаев Е.А.



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Молдагали Ермахан Айдарұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Электр жетектерінде қолданылатын жиілік түрлендіргіштердің әртүрлі түрлерін талдау және салыстыру

Научный руководитель: Абдисаттар Бердибеков

Коэффициент Подобия 1: 20.3

Коэффициент Подобия 2: 4.5

Микропробелы: 11

Знаки из других алфавитов: 15

Интервалы: 61

Белые Знаки: 1

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

2024-06-13

Дата

проверяющий эксперт