

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр машиналары және электр жетегі кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»  
Кафедра меңгерушісі

т.ғ.к., Калиева К.Ж.

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

«        »        2019 ж.

(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: Көпір қраншының жемісті-реттелетін асинхронды  
электр жетегі үшін басқару жүйесін жетілдіру

Орындаған 53071800 - Электр энергетикасы мамандығы бойынша  
Әбіқалимова Адина Қазбекқызы ЭАТк-15-01  
(студенттің аты - жөні) (тобы)

Жетекші К.Ж. Калиева, т.ғ.к., доцент  
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)  
Калиева « 25 » 05 2019 ж.  
(қолы)

Пікір жазушы: Т.Т.К., сениор-лектор Жунистова А.А.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
Жунистова « 27 » 05 2019 ж.  
(қолы)

Кенесшілер :

Экономикалық бөлім бойынша :

ата оқытушы Саттеева М.С.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
Саттеева « 20 » 05 2019 ж.  
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

д.ғ.к., ата оқытушы Мұстафин Қ.Г.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
Мұстафин « 25 » 05 2019 ж.  
(қолы)

Мөлшер бақылаушы: ата оқытушы Жарқынбекова М.Б.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

Жарқынбекова « 27 » 05 2019 ж.  
(қолы)

Алматы 2019 ж.

ДИПЛОМ ЖҰМЫСЫН ДАЙЫНДАУ

К Е С Т Е С І

№ p/c	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	Техникалық бөлім	15.01.2019	орындалды
1.1.	Өндіріс орны «Алматы ауыр машина жасау зауыты» АҚ туралы ақпараттар	20.01.2019	орындалды
2	Краштық технологиялық үрдісі	03.02.2019	орындалды
2.1	көпірлік краштарды технологиялық процеске қарай жіктеу	08.02.2019	орындалды
2.2	Көпірлік краштық жүйенің принцип	16.02.2019	орындалды
2.3	Көпірлік краштық құрылымы	20.02.2019	орындалды
2.4	Көпірлік краштық электр жетекте- ніке қойылатын талаптары	25.02.2019	орындалды
3.	Көпірлік краштық электр жетегінің жүйесін және жүйенің құрамын элементтерін таңдау	02.03.2019	орындалды
3.1.	Көпірлік краштық электр жетегін таңдау	10.03.2019	орындалды
4.	Жүйеніңті реттелетін электр жетегінің басқару жүйесін жасау	16.03.2019	орындалды
4.1.	Көпірлік краштық апаратындағы электр жетегінің жүйесін таңдау және құрамындағы сымасын құрастыру	01.04.2019	орындалды
5.	Қысқарту тиімділік қауіпсіздік кезіндегі	19.05.2019	орындалды
6.	Экономикалық бөлім	25.05.2019	орындалды

Тапсырманың берілген уақыты « 22 » қазан 2019 ж.

Кафедра меңгерушісі

  
(қолы)

К. Н. Камеева, т.ғ.к., доцент  
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жұмыс жетекшісі

  
(қолы)

К. Н. Камеева, т.ғ.к., доцент  
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы  
қабылдаған студент

  
(қолы)

Билқайырова А.К.  
(аты -жөні)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТИ

Электр энергетика және электртехника

5B071800 – Электр энергетикасы

Электр машиналары және электр жетегі

институты  
мамандығы  
кафедрасы

жұмысты орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Жилқайырова Адина Қазбекқызы  
(аты - жөні)

Жұмыс тақырыбы көпір қранының жиілікті-реттелетін асинхронды электр жетегі үшін басқару жүйесін жетілдіру  
ректордың «26» қазан 2019 ж. № 124 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «25» мамыр 2019 ж.

Жұмысқа бастапқы деректер (талап етілетін жұмыс нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері)

Өндіріс орнына «Алматы ауыр машина жасау зауыты» АҚ туралы ашықтамалар. Көпірлік қранының технологиялық үрдісі жалпы электр жетектеріне қойылатын талаптары. Электр жетектің қозғалтқышымен таңдау. Электр жетектің табиғи механикалық және электрмеханикалық сипаттамалары, жиілік түрлендіріші жиілікті реттелетін электр жетегінің басқару жүйесі. Қраның жер ету аймақтары, қрандық құрылымдарға арналған электр жетек жүйесін таңдау шұққаларының көрсеткіштері

Диплом жұмысындағы әзірленуі тиіс сұрақтар тізімі немесе диплом жұмысының қысқаша мазмұны:

1. Техникалық бөлімі

Өндіріс орнына «Алматы ауыр машина жасау зауыты» АҚ туралы ашықтамалар

2. Қранының технологиялық үрдісі. Көпірлік қраның жұмыс принциптері және құрылымы

3. Көпірлік қранының электр жетегінің жүйесін және жүйесін күшілік элементтерін таңдау. Басқару жүйесін жасау

4. Ауыр тіршілік қауіпсіздік бөлімі

5. Экономикалық бөлімі

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1. Крайның көтеру механизмінің жүктеме диаграммасы
2. Асинхронды қозғалтқыш табиғи механикалық және табиғи электр механикалық сипаттамалары
3. Ажыратылатын жүіенің механикалық сипаттамалары
4. Электр жетегінің берілген жүііне аймағы
5. Жүііменің ажыратылатын жүіесінің электр механикалық сипаттамалары.
6. Matlab Simulink бағдарламасындағы жүіікті-реттелетін асинхронды электр жетек жүіесінің құрылымдық сұлбасы

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Шеховцев П.В. Расчет и проектирование ДУ и электроустановок промышленных механизмов / М.: Форум, 2010. - 352с.
2. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. Учебник для ВУЗов. - М.: Изд. Центр «Академия», 2006
3. Анхильюк В.А. Теория автоматического управления. - М.: Физмат ГИД, 2002. - 352с.
4. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в Matlab 6.0. Учеб. пособие. - СПб. Колоса принт, 2001. - 320с.
5. Жакпоб А.А., Валиева Л.М. Физикалық жобаларда жоникалық доіілігі орындау: 513071800 - Электр жеретікасы маіандығы студенттеріне арналған жобалық доіілігі орындауға жістемелік құралдық. - А. АЖБҮ, 2015

Жұмыс бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Экономикалық бөлім	Сатиева Н. Е	Мамыр	
Өмір тіршілігі қауіпсіздігі техникалық жүііменің негізгі доіілігі	б.з.к. аға оқытушы Мұстафин Кашеба К. Ж.	мамыр мамыр	

## Аңдатпа

Дипломдық жұмыста тапсырмаға сәйкес жүк көтергіштігі 15 тонналы көпірлік кранның басты көтеру механизмнің электр жетегі өңделіп, оған зерттеулер жүргізілен.

Көпірлік кран туралы жалпы мағлұматтар келтіріліп, олардың электр жетектеріне және басқару жүйелеріне қойылатын талаптар қарастырылған. Кранның тиімді электр жетек жүйесі ретінде «жиілікті түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш» жүйесі таңдалған.

Көпірлік кранның жүктемелеріне есептеулер жүргізіліп, есептік қуат пен жылдамдыққа сәйкес қуаты 55 кВт болатын 5AI280S8 типті асинхронды қозғалтқыш таңдалды. Қозғалтқыштың алмастыру сұлбасының параметрлері анықталған және оның табиғи механикалық және электр механикалық сипаттамалары тұрғызылған.

Автоматтандырылған электр жетектің күштік сұлбасы жобаланып, Altivar 71 типті жиілікті түрлендіргіш таңдалған және оның элементтерінің параметрлері анықталды. Электр жетегінің басқару жүйесі жобаланған. Электр жетегінің басқару жүйесі Matlab 2010 бағдарламасының көмегімен, тиімді өтпелі процесстері алынды.

Өмір тіршілік қауіпсіздік негіздері, сонымен қатар қауіпті және зиянды өндірістік факторлары қарастырылған.

Крандық құрылғыларға арналған электр жетек жүйесін таңдау нұсқалары технико-экономикалық тұрғыдан салыстырылып, капиталдық салымдар мен эксплуатациондық шығындар есептелініп, электр жетегінің экономикалық тиімділігі анықталды.

## Аннотация

Согласно заданию в дипломной работе, электропривод главного подъемного механизма 15 тонного мостового крана был переработан и исследован.

Предоставлена общая информация о мостовых кранах и требования к их электроприводам и системам управления. В качестве эффективной системы электропривода крана была выбрана система «преобразователь частоты – асинхронный двигатель».

Проведены расчеты для привода мостовых кранов и выбран асинхронный двигатель 5AI280S8 мощностью 55 кВт в соответствии с расчетной мощностью и скоростью. Определены параметры диаграммы замещения двигателя и построены его механические и электромеханические характеристики.

Разработана силовая схема автоматизированного электропривода, выбран преобразователь частоты типа Altivar 71 и определены его параметры. Разработана система управления электроприводом. Система управления электроприводом была успешно проведена с использованием программного обеспечения Matlab 2010.

Были рассмотрены основы безопасности жизнедеятельности, а также опасные и вредные производственные факторы.

Варианты выбора системы электропривода для крановых устройств были сопоставлены с технической и экономической точек зрения, а экономическая эффективность электропривода рассчитана путем расчета капитальных и эксплуатационных расходов.

## **Annotation**

According to the task in the thesis, the electric drive of the main lifting mechanism of the 15 ton crane was reworked and researched.

Provides general information about bridge cranes and requirements for their electric drives and control systems. The system «frequency converter – asynchronous motor» was chosen as an effective crane drive system.

Calculations were carried out for bridge cranes and an asynchronous 5AI280S8 motor with a capacity of 55 kW was selected in accordance with the design power and speed. The parameters of the engine replacement diagram are determined and its mechanical and electromechanical characteristics are built.

A power circuit for an automated electric drive was developed, an Altivar 71 type frequency converter was selected and its parameters were determined. The drive control system was successfully implemented using Matlab 2010 software.

The basics of life safety, as well as hazardous and harmful production factors were considered.

Variants for choosing an electric drive system for crane devices were compared from a technical and economic point of view, and the economic efficiency of the electric drive is calculated by calculating capital and operating costs.

## Мазмұны

	Кіріспе	9
1	Техникалық бөлім	11
1.1	Өндіріс орыны «Алматы ауыр машина жасау зауыты» АҚ туралы анықтамалар	12
2	Кранның технологиялық үрдісі	14
2.1	Көпірлік крандарды технологиялық процесіне қарай жіктеу	17
2.2	Көпірлік кранның жұмыс принциптері	18
2.3	Көпірлік кранның құрылымы	19
2.4	Көпірлік кранның электр жетектеріне қойылатын талаптары	18
3	Көпірлік кранның электр жетегінің жүйесін және жүйенің күштік элементтерін таңдау	22
3.1	Көпірлік кранның электр жетегін таңдау	22
3.2	Жүктемелің параметрлерін есептеу және жүктемелік диаграмманы құру	23
3.3	Электр жетектің қозғалтқышын таңдау	27
3.3.1	Электр қозғалтқышының параметрлерін есептеу	33
3.3.2	Каталогты деректер бойынша электр қозғалтқышты алмастыру сұлбасының параметрлерін анықтау	35
3.3.3	Электр қозғалтқышының табиғи механикалық және электрмеханикалық сипаттамаларын есептеу және құру	35
3.3.4	Электр жетектің механикалық және электрмеханикалық сипаттамаларын есептеу	37
3.3.5	Электр жетегінің механикалық бөлігінің параметрлерін есептеу	40
3.3.6	Жиілік түрлендіргішін таңдау	40
4	Жиілікті реттелетін электр жетегінің басқару жүйесін жобалау	44
4.1	Көпірлі кранның автоматтандырылған электр жетегінің жүйесін таңдау және құрылымдық сұлбасын құрастыру	47
4.2	Жиілікті реттелетін электр жетегінің құрылымдық сұлбасының параметрлерін есептеу	47
5	Өмір тіршілік қауіпсіздік негіздері	51
5.1	Қауіпті және зиянды өндірістік факторларын сәйкестендіру	51
5.2	Кранның әсер ету аймақтарын анықтау	52
5.3	Төтенше жағдайлар	56
6	Экономикалық бөлім	59
6.1	Крандық құрылғыларға арналған электр жетек жүйесін таңдау нұсқаларын технико-экономикалық салыстыру	59
6.2	Капиталдық салымдар мен эксплуатациондық шығындарды есептеу (бастапқы нұсқа)	60
6.3	Капиталдық салымдар мен эксплуатациондық шығындарды есептеу (жобаланатын нұсқа)	64
6.4	Жобаның экономикалық тиімділігіне есептеу	68
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	70



## Кіріспе

Кранды жабдықтау халық өндірістік экономикасының барлық секторларын түгел қамтитын механизацияның бірі болып саналады. Қазіргі кезде жүк көтеретін машиналар көптеген зауыттарда шығарылады және бұл машиналар халық өндірісінің барлық шаруашылық салаларында қолданылады: қажетті қазбаларды өндіруде, металлургияда, машина жасауда, құрылыста, көлікте және т.б.

Жүк көтергіш машиналардың көпшілігінің электр жетегі қосылымдардың үлкен жиілігі, жылдамдықты реттеудің кең спектрі және құрылғылардың үдеуі мен тежелуі кезінде күн сайын пайда болатын жүктемелерге байланысты қайталанатын қысқа мерзімді жұмыс режимімен сипатталады.

Электр жетегін жүк көтергіш машиналарда қолданудың ерекше жағдайлары электр қозғалтқыштардың және кранды орындау аппараттарының ерекше түрлерін жасауға арналған негіз болып табылады.

Тәжірибелік инженерлік есептеулерді жүргізу үшін, қазіргі уақытта жаңа прогрессивті және қызметкерлер үшін арзан, көптеген кранды электр жетектерді жобалау тәсілдері жасалды және практикаға енгізілді, ол жүйелерді онтайландырудың қазіргі заманғы бағыттарын және олардың техника-экономикалық негіздемелерін бейнелейді.

Кран жабдықтарын қолдану өнімділігін арттыру бағыттарының арасындағы негізгі жетекші мақсаттарды атап өтуге болады: энергия тұтынуды төмендету және сенімділігін арттыру. Электр жетегін қысқа тұйықталған роторы бар асинхронды мотор негізінде енгізу екі мәселені өте төмен шығынмен шешуге рұқсат етеді және қазіргі кезде кранды жаңғыртудың анағұрлым тиімді әдісі болып саналады. Басқарудың басқа сұлбаларымен салыстырғанда жиілікті-реттелетін электр жетегін пайдаланудың артықшылықтары[1]:

- сапаны арттыру және басқару жүйесін едәуір ұтымды ету;
- берілген бағдарлама бойынша жүктің автоматты түрде қозғалуы, яғни кранды ТТ АБЖ жүйесіне енгізу;
- берілген бағдарлама бойынша бірнеше крандардың келісілген әрекет ету мүмкіндігі, мысалы монтаждау-құрастыру жұмыстарында;
- жетектің және оның барлық механизмдерінің қызмет ету мерзімі мен сенімділігін арттыру;
- қызмет көрсету процесін жеңілдету;
- электр энергиясын үнемдеу;
- крандарды, басқару жүйелерін одан әрі жетілдіру үшін алғышарттар жасау: қашықтықтан басқаруды енгізу, жүк көтергіштің бақылау құралдарын жою, редуктордың беріліс қатынасын төмендету, полиспаст пен т. б. жою.

Дипломдық жұмыстың мақсаты – жүк көтергіштігі 15 тонналы көпірлік кранның басты көтеру механизмнің электр жетегін өңдеу және зерттеу болып табылады.

## 1 Техникалық бөлім

### 1.1 Өндіріс орыны «Алматы ауыр машина жасау зауыты» АҚ туралы анықтамалар

Дипломдық жұмыстың объектісі ретінде «Алматы ауыр машина жасау зауыты» АҚ кәсіпорнын негізге ала отырып орындадым. Алматы ауыр машина жасау зауытының ғимараты 1.1 суретте көрсетілген[2].



1.1 сурет – Алматы ауыр машина жасау зауыты

«Алматы ауыр машина жасау зауыты» АҚ кәсіпорны 1941 жылы негізделген, 70 жылдан аса уақыт бойы машина жасау нарығында дамып келеді, зауыттың өнімдері ТМД елдерінде ғана емес, сонымен қатар әлемнің 32 елдерінде белгілі.

Компания өндіріспен, тасымалдау, жеткізу және жабдықтарға сервистік қызмет көрсетумен, сонымен қатар келесі машина жасау бағытымен шұғылданады: металлургия өнеркәсібіне арналған жабдықтар; илеу және тегістеу жабдықтары; мұнай және газ өндіруге арналған жабдықтар; тау-кен өнеркәсібіне арналған жабдықтар; жалпы өндірістік бағыттағы өнімдер.

«Алматы ауыр машина жасау зауыты» - металлургия кәсіпорындарына созу станы мен прокат жабдықтарын, көпшілік тұтынатын басқа да бұйым шығаратын ірі кәсіпорын. Зауыт 1941 ж. көшіріліп әкелінген Луганск паровоз жасау зауытының үш цехы негізінде құрылды. 1942 жылдың наурыз айынан майданға қажетті өнімдер, ал 1946 жылдан прокат жабдықтарын шығарды.

Кәсіпорында кейін негізгі өндірістік және қосалқы цехтар салынды. Өндіріс тұйық технологиялық циклмен ұйымдасқан, ол металлургиялық құю жұмыстарынан басталып, құрастыру және өңдеумен аяқталады. Түсті және қара металлургия, химия комбинаттары үшін күрделі құрал-жабдықтар, бұрғылау машиналарын, крандар мен кен қазатын комбайндар шығарады.

Кәсіпорын шығарған құбыр және сым жасауға арналған стандар, құю-прокат агрегаттары, қара және түсті металлургия өнеркәсібі жабдықтарының қосалқы бөлшектері, сымды электротермикалық және химиялық жолмен өңдеу қондырғылары, шойын мен құрыш құймалары дүние жүзі мамандарының жоғары бағасын алды. 1992 ж. «Алматы ауыр машина жасау зауыты» акционерлік қоғамға айналып, ал 1997 ж. ашық түрдегі акционерлік қоғам болып қайта құрылды.

Бүгінде ол Қазақстандағы машина жасаудың қазіргі заманғы жоғары технологияларымен жабдықталған және ISO 9001-2008 талаптарына сәйкес сертификатталған жетекші кәсіпорындардың бірі болып табылады[2].

«ААМЖЗ» АҚ-нда өндірістегі барлық технологиялық процесстер жүзеге асырылады:

1. Болат және шойын құю цехтары;
2. Үлгілеу цехі;
3. Ұсталық-термикалық цех;
4. Механикалық өңдеу цехтарының кешені;
5. Жинақтау цехі сынақ жүргізетін стенді бар;
6. Метрологиялық, сынау-өлшеу зертханалары.

Барлық кәсіпорындарда құймалар құйатын өндіріс ең басты өндіріс болып саналады. Осы өндірістің құймалар құйылатын сатысында материалдардың құрылысы және қасиеті қалыптасады, соның арқасында бұйымның сапасы және жұмыс қабілеттілігі артады. Өнімдердің бәсекелікке қабілеттілігін қамтамасыз ету үшін технологиялық үрдістердің прогрессивті әдістерін қолдану, жабдықтарды тиімді бақылау әдістері және сапаны басқару байланысты болып табылады.

А.А Сүлейменов атындағы болат құю цехы 1.2-1.3 суретте көрсетілген.



1.2 сурет – А.А. Сүлейменов атындағы болат құю цехі



1.3 сурет – Көпірлік кранның көрінісі

Болат балқыту және темір балқыту цехтарының бөліп құю аралықтарындағы пештің технологиялық үдерісіне қызмет көрсету бойынша көпірлік кранмен атқарылатын жұмыстар (жүк көтергіштігі 15 т-ға дейін): шойын құюға арналған асташаны дайындау және алу; электродтарды дайындау, орнату және арттыру; дайын өнімді темір балқыту цехтарына бөлу; шихтаны темір балқыту цехтарының пеш қалталарына, конвертерлерге және электр болат балқыту пештеріне жүктеу; стопорларды беру, қоқыс тостағандарды ауыстыру, шөміштерді дайындау және орнату және т.б.; шойын жеткізу және болат құю шөміштерін жөндеу кезінде дайындау, орындарын ауыстыру және көмкеру кезінде басқару[2].



1.4 сурет – Болат құю цехында көпірлік кранның орналасуы

## 2 Кранның технологиялық үрдісі

### 2.1 Көпірлік крандарды технологиялық процесіне қарай жіктеу

Көпірлік кран – көпірі жер үсті рельстік кран жолына тірелген, ал жүк тасымалдайтын аумағы арбаға ілінген немесе көпірмен қозғалатын көпірге ұқсас болып келетін кран. Бірігіп жұмыс істеуге арналған көпірлік крандардың жүк көтергіштігі 320 т-дан 630 т-ға дейін, арасы - 60 м, көтерілу биіктігі - 50 м құрайды. Көпірлік кранның металлды құрамы екі бөліктен тұрады: көпір мен арба.

Көпір өндірістік ғимараттың немесе қойма аралығының қозғалысын байланыстырады. Ол 2 негізгі аралықтан және 2 соңғы аралықтан тұрады. Қозғалыс механизмінің жүріс дөңгелектері арқылы көпір жер үсті кран рельстеріне тіреледі. Дөңгелектер беріліс құрылғысы арқылы қозғалысқа бірінші немесе екінші электр қозғалтқыштары арқылы іске қосылады. Кран механизмдері көпірдің металл құрамына ілінген кабина арқылы басқарылады. Жұмысы кезінде кранның, арбаның және ілгектің қозғалыс бағыттары күн сайын кезектесе орындалады. Көтеру механизмінің жұмысы жүкті көтеру және түсіру кезеңдерінен, бос ілгекті көтеру және түсіру кезеңдерінен тұрады[3].

Мақсаты бойынша жүк көтергіш машиналардың 3 түрі бар:

- тростағы ілгектің қозғалысын жүзеге асыратын крандар, шығырлар (лебебка), тальдар;
- индустрияда, көлікте және құрылыста нақты технологиялық операцияларды орындауға арналған жүк көтергіш машиналар;
- машина қозғалысымен байланысты құрылыс, монтаждау және жөндеу істерін орындауға арналған крандар.

Жұмыс шарттары бойынша жүк көтергіш машиналар келесі топтарға бөлінеді:

- қайталама-қысқа мерзімді режимде және орташа ұзақтығы тәулігіне 16 сағатқа дейінгі жұмыс істеу үшін қолданылатын машиналар;
- қайталама-қысқа мерзімді режимде және орташа ұзақтығы тәулігіне 8 сағаттан 24 сағатқа дейінгі жұмыс істеу үшін қолданылатын әмбебап машиналар;
- қайталама-қысқа мерзімді режимде және тәулігіне 24 сағатқа дейінгі жұмыс ұзақтығы кезінде ашық ауада қолданылатын нақты технологиялық үрдістерді орындауға арналған машиналар;
- бір реттік жүк көтергіш үрдістерді орындауға арналған, қысқа және қайталама-қысқа мерзімді режимдерде қолданылатын, жұмыс уақытының жылдық саны 500-ден аспайтын машиналар.

## 2.2 Көпірлік кранның жұмыс принциптері

Әмбебап жүк көтергіш машиналардың жұмысы жұмыс уақытының жүктемесімен, операцияларды жүргізу қарқындылығымен, операциялардың жауапкершілік дәрежесі бойынша қолданудың барлық ықтимал критерийлерін ескере отырып жүргізіледі және осы сипаттамаларға байланысты қолданудың бірнеше орташаланған санаттарына қосымша айқындалуға барлық мүмкіндіктері бар.

Жүк қозғалысының жылдамдығы құрылғылардың өнімділігімен және қуатымен анықталады және жүк көтергіш үрдістерді орындау кезінде кран құрылғыларының бастапқы бағасын ескере отырып таңдалады. Керекті жылдамдықты таңдау қажетті міндеттердің бірі болып саналады және мына шамаларды есепке алу арқылы жүзеге асырылады: сәттердің өнімділігін, энергия шығындарын, жылдамдықты реттеу қабілетін, техникалық-экономикалық бағалау жүйесі.

Соңғы жылдары жылдам жүретін жүк көтергіш машиналардың жоғары жылдамдықты сипаттамаларын оңтайландырумен байланысты зерттеулер жүргізілді. Осы зерттеу нәтижесінде жылдамдықтар нақты шекараларға дейін ұлғайған кезде машиналардың өнімділігі жылдамдығымен бірге ұлғаяды, алайда жылдамдық кейіннен ұлғайған кезде кран құрылғыларын тоқтату және екпін уақытын ұзарту есебінен өнімділіктің төмендеуі орын алады.

Жоғары жылдамдықты сипаттамаларды талдау құрылғылардың кез келген қалпы үшін (көтеру, бұрылу және көлденең жылжыту) жылдамдықтардың шектері бар екендігін көрсетеді[4].

Жүк көтергіш құрылғылардың жылдамдығы тиісті мәліметтерге сүйене отырып таңдалады: номиналды жылдамдық технологиялық процестің өлшемдерімен, яғни циклді орындау кезеңімен бағдарланады; номиналды жылдамдық қоректендіруші желінің қуатымен немесе нақты өлшемдегі жетекті моторды орнату мүмкіндігімен шектеледі; номиналды жылдамдық механизмнің шағын жылдамдығында реттеу спектрінің функциясы болып саналады. Номиналды жылдамдық ең аз энергия шығындары кезінде ең үлкен өнімділікке кепілдік беруі тиіс.

Номиналды жылдамдықты уақытпен таңдау кезінде әртүрлі жүктерді өңдеу технологиясымен анықталатын ең аз жылдамдықтар шешуші мәнге ие болады.

Нақты уақытта жүктерді өңдеудің көптеген технологиялық процестері үшін жүктерді нақты орнату үшін ең аз жылдамдықтың қолайлы мәні алынды. Белгілі жылдамдықты таңдау, оның нақты мәнінен ауытқуына байланысты адамның қабылдау мүмкіндігіне тәуелді болады, осы ауытқудың негізінде басқарудың кезекті амалдары орындалады. Ең үлкен және кіші жылдамдық арасындағы көлденең қозғалатын құрылғының жылдамдығын реттеу маңызды үдеуді ескере отырып тежеу немесе іске қосудың екпінді конфигурациялау әдісімен орындалады.

## 2.3 Көпірлік кранның құрылымы

Жүк көтергіш машиналардың сағатына қосылу өнімділігі мен саны жоғары жылдамдықты параметрлермен тығыз байланысты. Машиналардың өнімділігі жүкті қайта өңдеу бойынша амалдардың аяқталу уақытына сәйкес келеді. Бір амалдың уақытын азайту нақты жүк қозғалыс сызығында машина өнімділігінің артуын анықтайды. Кез-келген автоматтың жүк көтеруші амалды жүргізудің нақты немесе салыстырмалы циклын меңгеру мүмкіндігі бар. Жүк көтеру амалының абсолюттік цикліне тоқтау бойынша жүкті ілмектеу, арқанның босағасын таңдау, жүктің ұшуы және оның қажетті нүктеге қозғалысы, жүкті түсіру және орнату, жаңа амалды бастау үшін ағыту және айналым қозғалысы жатады.

Жүк көтергіш құрылғы механизмдерінің аз маңызды ажырамайтын қосылымдары бар. Сонымен қатар, цикл бағытының әр түрлі негіздері бойынша оператор реттеу жүйесінің жетілмеуіне байланысты, иілмелі аспадағы жүктің шатырларымен, жеткіліксіз басқару дағдыларымен және т.б. байланысты қосымша қосулар қатарын дайындайды.

Тиімділігі жоғары жүк көтергіш машиналарды әзірлеудің маңызды міндеті аз жүк көтергіштерге қосылудың нақты санын жақындату болып табылады. Нақты уақыттағы, жоғарғы сапалы реттеу жүйелері қосылымдардың орташа саны тек 1,5 есе үлкен аз маңызды болып табылатын амалдарды орындауға кепілдік береді, ал параметрлік реттеудің ең кең көлемді жүйелері жүк қозғалысы айналымында 20-30 дейін қосылуды талап етеді, шын мәнінде 5-6-да аз маңызды қосылулар саны жоғары.

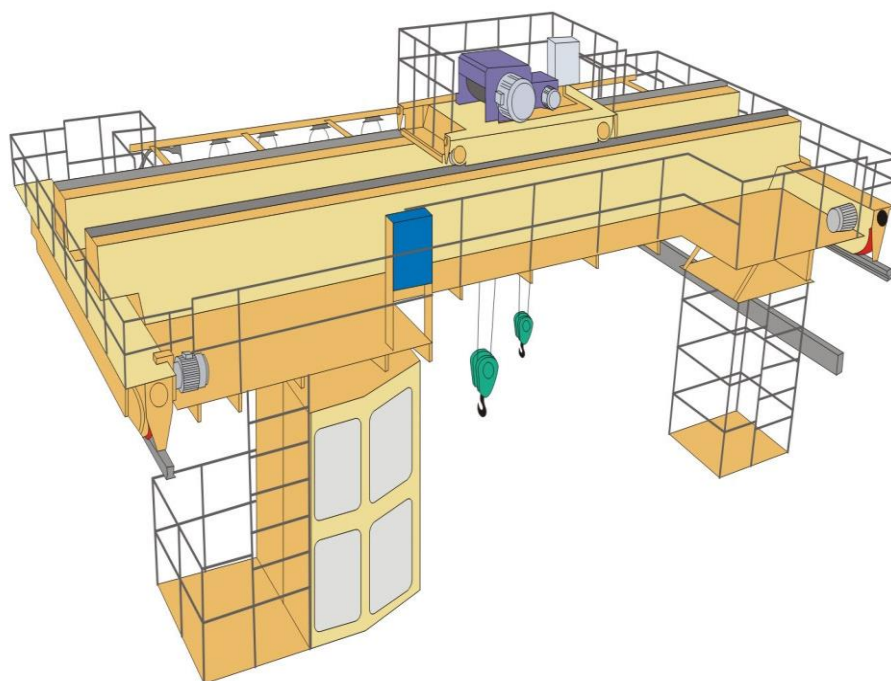
Екі белдік көпірлік краны қоймаларда, кеме жасауда, бөлшектерді, контейнерлерді және ағаш материалдарын тасымалдауда, жинақтаушы өнеркәсіптерде және құрылыстарда, гидроэлектрстанцияларды жөндеу мен кеме жасаудағы секциялық қондырғыларда кең қолданылады.

Әр түрлі құрылғыларда сағатына қосылу саны Л режимінде 40-60-дан, ВТ режимі үшін 500-600-ге дейін рәсімдеу мүмкіндігі бар. Олардың кең спектрімен тұрақты жылдамдықты қамтамасыз ететін басқару жүйелерін әзірлеу және игеру кезінде қайта тиеу жұмыстарының өнімділігін бір уақытта арттырғанда құрылғыларды қосу санын төмендетудің жалпы талабы орындалады. Берілген дипломдық жұмыста біз жүк көтергіштігі 15 тоннаға дейінгі орташа жұмыс режиміне жататын екі белдік көпірлік кранды (2.1 сурет) таңдаймыз, ол жөндеу – механикалық және алда жұмыс айналымы болатын құрастыру цехтарында жүктің көтерілуін және қозғалысын іске асырады. Көпірлік кранның айналымдық жұмыстарының орындалу реті[4]:

1. Номиналды жүктің есептік номиналды жылдамдықпен биіктікке ұшуы.
2. Кідіру (жүктің орын ауыстыруы).
3. Номиналды жүкті есептік биіктіктен нөлдік белгіге номиналды жылдамдықпен шығару.
4. Кідіру (түсіру).

5. Бос ілгекті есепті биіктікке ұлғайтылған жылдамдықпен ұшыру.
6. Кідірту (кранды бастапқы жағдайға жылжыту).
7. Бос ілмекті есептік биіктіктен нөлдік белгіге ұлғайтылған жылдамдықпен шығару.
8. Кідірту (жүктеу).

Көпірлік кран цехтың екі жақ қабырғаларының арасына бекітілген екі ұзын балкадан тұрады. Балкалар дөңгелектерден тұратын екі шеттегі балкамен қосылады. Оның дөңгелектері кранның астыңғы жолындағы рельстердің көмегімен қозғалады. Дөңгелектерді реттеу білігі арқылы электр қозғалтқышы қозғалысқа келтіреді. Кран көпірі бойымен салынған рельспен жүкті көтеру лебедкасы бар жүктік арба, электр қозғалтқыш жалғанған редукторлармен қозғалысқа келтіріледі. Лебедканың барабанына жүк ілінетін ілгіш арқылы жалғасатын тросс оралады. Барабанды айналдыру редуктор жалғанған электр қозғалтқышымен жүзеге асады[4].

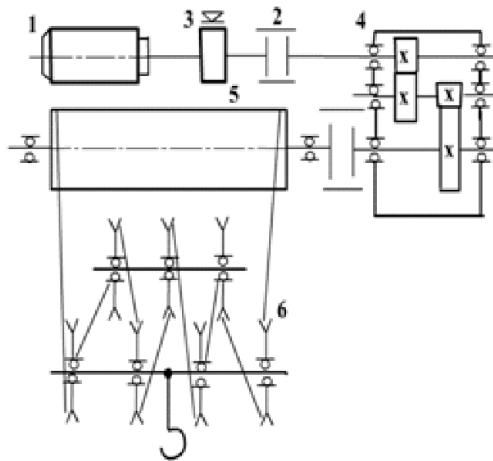


2.1 сурет – Екі белдік көпірлік кранның көрінісі

Негізі көпірлік кранның жұмыс механизмдерін кинематикалық сұлбалар бойынша қарастырады. Кранның барлық қозғалыс механизмдері екі бос дөңгелектерден тұрады. Өйткені қозғалтқыштар әдетте бұрыштық жылдамдыққа ие болады. Бұл жылдамдық, көтергіш барабанның жылдамдығына қарағанда немесе көпір мен арбаның қозғалтқыш дөңгелектеріндегі жылдамдыққа қарағанда айтарлықтай үлкен болады. Ондағы қозғалыс жұмыс мүшелеріне кран механизмдерін бәсеңдеткіштер арқылы беріледі.

Көпірлік кранның кинематикалық сұлбасы 2.2 суретте көрсетілген.





1 – электр қозғалтқышы; 2 – муфта; 3 – тежегіш; 4 – редуктор; 5 – барабан; 6 – полиспаст

2.2 сурет – Көтеру механизмінің кинематикалық сұлбасы

## 2.4 Көпірлік кранның электр жетектеріне қойылатын талаптары

Электр жетектің құрылысын таңдағанда технологиялық үрдістің талаптарын, басқарудың қолайлы жағдайын және жұмыстың орындалуына кететін шығындарын, құрылғылардың жөнделуінің қолайлығын және т.б. талаптары мен ерекшеліктерін есепке алған дұрыс. Осыған сәйкес, оператормен басқарылатын көпірлік крандардың электр жетегінің қолданылу қарапайымдылығын және жылдамдықты реттеуге қажетті уақыт аралығын қамтамасыз етуде оның жұмыс істеуге деген сенімділіктеріне қатаң талаптар қойылады[4].

Жүктерді жоғары көтеру мен төмен түсіруі кезіндегі реттеу аралығының шектік мәндері жүктерді түсіру кезіндегі төменгі жылдамдықпен анықталады. Жүкті көтеруі 20 тоннадан асатын кран үшін реттеудің аралығы  $D \geq 20:1$  тең болады. Бос ілмекті көтеріп одан кейін түсіруі кезіндегі жылдамдық, жүкті көтеру кезіндегі жылдамдықтан 1,5 - 2 жоғары болуы қажет. Кранның электр жетегі үшін өтпелі үрдісінде жылдамдықтың бір қалыпты өзгергені өте тиімді.

Крандардағы электр жетектің басқару жүйесіне қойылатын талаптарды қанағаттандыру үшін басқару жүйесі жартылай немесе толықтай автоматтандырылуы қажет.

Көпірлі кранның электр жетегінің жүйелеріне қойылатын нақты талаптары мыналар:

- электр желінің кернеуі номиналды мәннің 90 % болғанда, жоғары көтеріліп келе жатқан жүкті қозғалтқыш төмен түсіріп алмайтындай етіп жүргізу моментін тудыра алуы қажет.

- жүк мөлшері номиналды мәннің 125% болғанда және электр желісінің кернеуі номиналды мәнінің 90% болғанына қарамастан электр тежегіш жүйесі жүк қозғалысының бәсеңдеуін қамтамасыз етуі қажет.

- сұлбада ақау болғанда жүк қозғалысы тек басқарушы аппарат

анықтаған бағыт бойынша ғана өтуі қажет.

- жоғары көтеру механизмінде орналасқан электрлік жетекке қойылатын талаптар: жүктеу жоғары болғанда тежелудің сенімділігі жоғары болуы қажет.

- энергияны үнемдеу мақсатында қуаты 30 кВт-тан артық қозғалтқыштарда рекуперативті тежелу қолданылады.

- крандағы электр жетектің жүйесін таңдағанда кез-келген салыстырмалық көрсеткіштерді талдап жүргізу қажет.

Дегенмен, экономикалық тұрғыдан ең жақсы көрсеткіштерге ие болған электрлік жетек жүйелері таңдалынып алынады. Экономикалық көрсеткіштің айырмашылығы 15 % аспаған кезде салмақ, көлем көрсеткіштері мен электр қондырғыларды орналастыру шарттары бойынша қосымша бағалау жүргізіледі.

Сонымен қатар кран үшін электр жетек жүйесін таңдаған кезде төмендегі жағдайларды ескеру қажет:

- жүк көтергіштігін;
- номиналды бұрыштық айналу жылдамдығын;
- жылдамдықты реттеу аралығы 4:1, 10:1 болуы қажет;
- механикалық сипаттаманың қатаңдығын;
- сағат ішінде қосылу санын.

Сонымен қатар, крандардың жылдамдығын реттеу аймағы 4:1, 10:1 болуы қажет. Электрлік жетек реверсивті болуы қажет. Таңдалынып алынған жетектің оқшаулаулағыш материалдарының қызуға төзімділігі F немесе H түрде болуы керек. Жүгі бар ілгіштің көтеру үдеуі  $a_{\max} = 0,3 \text{ м/с}^2$ -ден аспауы керек, ал жоғары көтеру жылдамдығы  $V_{\max} = 1,4 \text{ м/с}$ -тан аспайды.

### **3 Көпірлік кранның электр жетегінің жүйесін және жүйенің күштік элементтерін таңдау**

#### **3.1 Көпірлік кранның электр жетегін таңдау**

Технологиялық айналымның механикалық жұмысын атқаруы кезінде электрлік қуатын өте аз пайдаланатын электр жетек жүйесін пайдалану тиімді болып келеді.

Кранның жұмыстық айналымына жүк көтеруі, жүкті қажетті қашықтыққа тасымалдауы, жүкті түсіруі және жүкті босатуына (немесе ілуіне) қатысты үзіліс кезеңдері жатады. Көпірлік кранның стандартты қосылудың ұзақтығы  $KY=40\%$  деп қабылданады және жұмыстың айналымында төменгі жылдамдықпен қозғалатын аймақтар болады[5].

Электр жетек жүйесін тиімді пайдалануды анықтағанда, онымен салыстырылатын жүйелердің тек энергетикалық көрсеткіштерін ғана емес, сонымен бірге келтірілген жылдық шығындарын да бағалау қажет болып келеді.

Менің қарастыратын жүк көтергіштігі 15 тонналық кранның көтеру

механизмінің қозғалтқышының қуаты 50 кВт жоғары және реттеу аралығы  $D \geq 20:1$  болатындықтан, орта жұмыс режиміне жатады, жөндеу-механикалық және құрастыру цехтарында жүкті көтеру мен тасымалдауды орындайтындықтан, аталған анықтамаларға сәйкес көпірлік кранның көтеру механизмінің электр жетегінің тиімді жүйесі ретінде «Жиілікті түрлендіргіш-асинхронды қозғалтқыш» (ЖТ-АҚ) жүйесін алып қарастырсақ болады.

### 3.2 Жүктеменің параметрлерін есептеу және жүктемелік диаграмманы құру

Көпірлік кранның көтеру механизмінің толық параметрлері 3.1 кестеде көрсетілген.

3.1 кесте – Көпірлік кранның параметрлері[5].

Атауы, өлшем бірлігі	Белгіленуі	Мәні
Жүк көтергіштігі, т	$m_{\Gamma}$	15
Ілмек салмағы, кг	$m_{\kappa}$	600
Көтерілу биіктігі, м	H	16,5
Көтерудің ең жоғары жылдамдығы, м /с	$V_{\text{макс}}$	0,3
Барабанның параметрлері		
Диаметр, м	$D_{\text{б}}$	502
Барабанның инерция моменті, кг	$J_{\text{б}}$	1200
Редуктордың параметрлері		
Берілістің номинал ПӘК, %	$\eta_{\text{НОМ}}$	85
Редуктордың беріліс саны	$i_{\text{ред}}$	32,4
Полиспастың еселігі	I	4

Жүкті көтеру кезіндегі статикалық қуат:

$$P_{\text{CT}}^{\uparrow} = \frac{g(m_{\Gamma}+m_{\kappa})}{1000 \cdot \eta_{\text{НОМ}}} \cdot v_{\text{НОМ}} = \frac{9,8 \cdot 15600 \cdot 0,3}{1000 \cdot 0,85} = 53,95 \text{ кВт.} \quad (3.1)$$

Жүкті түсіру кезіндегі статикалық қуат:

$$P_{\text{CT}}^{\downarrow} = \frac{g(m_{\Gamma}+m_{\kappa})}{1000 \cdot \eta_{\text{НОМ}}} \cdot v_{\text{НОМ}} \left( 2 - \frac{1}{\eta_{\text{НОМ}}} \right) = \frac{9,8 \cdot 15600 \cdot 0,3}{1000 \cdot 0,85} \cdot \left( 2 - \frac{1}{0,85} \right) = 44,43 \text{ кВт.} \quad (3.2)$$

Ілмекті көтеру кезіндегі статикалық қуат:

$$P_{\text{CT.}\kappa}^{\uparrow} = \frac{g m v_{\kappa}}{\eta_n} = \frac{9,8 \cdot 600 \cdot 0,3 \cdot 2}{0,34} = 10,37 \text{ кВт.} \quad (3.3)$$

$$\eta_n = \frac{1}{\frac{1}{\eta_{\text{НОМ}}} + \frac{\alpha}{K_3} - \alpha} = \frac{1}{\frac{1}{0,85} + \frac{0,07}{0,038} - 0,07} = \frac{1}{2,948} = 0,34. \quad (3.4)$$

$$\text{мұндағы } \alpha = 0,07; \quad K_3 = \frac{m_K}{m_T + m_K} = \frac{600}{15600} = 0,038.$$

Ілмекті түсіру кезіндегі статикалық күш:

$$P_{\text{ст.к}}^{\downarrow} = P_{\text{ст.к}}^{\uparrow} \cdot (2\eta_n - 1) = 10,37 \cdot (2 \cdot 0,34 - 1) = -9,48 \text{ кВт}. \quad (3.5)$$

Техникалық операциялардың орындалу уақытын есептеу:

$$t_T^{\uparrow} = \frac{H}{v_{\text{НОМ}}} = \frac{16,5}{0,3} = 55 \text{ с}. \quad (3.6)$$

Ілмектің көтеру уақыты:

$$t_K^{\uparrow} = \frac{H}{2v_{\text{НОМ}}} = \frac{16,5}{2 \cdot 0,3} = 27,5 \text{ с}. \quad (3.7)$$

$$t_{\text{р.ц}} = 2t_T^{\uparrow} + 2t_K^{\uparrow} = 2 \cdot 55 + 2 \cdot 27,5 = 165 \text{ с}; \quad (3.8)$$

$$T_{\text{ц}} = \frac{165}{0,4} = 412,5 \text{ с}. \quad (3.9)$$

$T_{\text{ц}} = 6,87$  минут  $< 10$  минут болғандықтан, қайталама – қысқа мерзімді режимде жұмыс жасайды[5].

Үзілістің:

$$\sum t_0 = T_{\text{ц}} - t_{\text{р.ц}} = 412,5 - 165 = 247,5 \text{ с};$$

$$\sum t_0 = t_{01} + t_{02} + t_{03} + t_{04}; \quad (3.10)$$

$$t_{01} = t_{03} = 55 \text{ с}; \quad t_{02} = t_{04} = 27,5 \text{ с}.$$

Электр жетектің жүктеме диаграммасын тексеру.

Қозғалтқыштың номинал жылдамдығы[6]:

$$\omega = \frac{\pi n_0}{30} = \frac{3,14 \cdot 750}{30} = 78,54 \text{ рад/с}. \quad (3.11)$$

Келтіру радиусы:

$$\rho = \frac{v_{\text{НОМ}}}{\omega_{\text{НОМ}}} = \frac{0,3}{78,54} = 0,0038. \quad (3.12)$$

Рұқсат етілген бұрыштық үдеу:

$$a_{\text{доп}} = 0,2 \text{ м/с};$$

$$\varepsilon_{\text{ном}} = \frac{a_{\text{доп}}}{\rho} = \frac{0,2}{0,0038} = 52,63 \text{ рад/с}^2. \quad (3.13)$$

Жүкті көтерген кездегі электр жетектің инерция моментін анықтау:

$$\begin{aligned} I_{\Gamma} &= \delta I_{\text{д}} + \frac{I_{\text{б}}}{I_{\text{ред}}^2} + (m_{\Gamma} + m_{\text{к}}) \cdot \rho^2 = \\ &= 1,2 \cdot 10,4 + \frac{260}{43^2} + 15600(3,8 \cdot 10^{-3})^2 = 22,52 \text{ кг/м}^2. \end{aligned} \quad (3.14)$$

$\delta = 1,2$  – механизмнің айналатын бөлігінің инерция моменті.  
Ілмекті көтерген кездегі инерция моменті:

$$\begin{aligned} I_{\text{к}} &= \delta I_{\text{д}} + \frac{I_{\text{б}}}{I_{\text{ред}}^2} + m_{\text{к}} \cdot \rho^2 = \\ &= 1,2 \cdot 10,4 + \frac{260}{43^2} + 600 \cdot (3,8 \cdot 10^{-3})^2 = 22,50 \text{ кг/м}^2. \end{aligned} \quad (3.15)$$

Ілмекті көтерген кездегі:

$$t_{\text{км}}^{\uparrow} = t_{\text{км}}^{\downarrow} + \frac{2v_{\text{ном}}}{a_{\text{доп}}} = 3,5 \text{ с}. \quad (3.16)$$

Жылдамдықтың өзгерісін ауықтық заңдылыққа тәуелді деп алып, электр жетектің динамикалық моменттерін есептейміз:

$$M_{\text{д}} = I \frac{d\omega}{dt} = I \varepsilon_{\text{доп}}; \quad \varepsilon_{\text{доп}} = \frac{a_{\text{доп}}}{\rho} = \frac{0,2}{0,0038} = 52,63; \quad (3.17)$$

$$M_{\text{д}\Gamma}^{\uparrow} = I_{\Gamma}^{\uparrow} \varepsilon_{\text{доп}} = 22,52 \cdot 52,63 = 1185,22 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{\text{дк}}^{\downarrow} = I_{\text{к}}^{\downarrow} \varepsilon_{\text{доп}} = 22,50 \cdot 52,63 = 1184,17 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.18)$$

Ілмекті көтергендегі және түсіргендегі үдеу уақыты:

$$t_{\text{к}}^{\uparrow} = t_{\text{к}}^{\downarrow} = \frac{2v_{\text{ном}}}{a_{\text{доп}}} = \frac{0,6}{0,2} = 3 \text{ с}; \quad t_{\Gamma}^{\uparrow} = t_{\Gamma}^{\downarrow} = \frac{v_{\text{ном}}}{a_{\text{доп}}} = \frac{0,3}{0,2} = 1,5 \text{ с}. \quad (3.19)$$

Әрбір цикл үшін статикалық моменттерді анықтау:

$$M_{\text{ск}}^{\uparrow} = \frac{P_{\text{ск}}^{\uparrow}}{2\omega_{\text{ном}}} = \frac{10,37}{2 \cdot 78,54} = 0,066 \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad M_{\text{сг}}^{\uparrow} = \frac{P_{\text{сг}}^{\uparrow}}{\omega_{\text{ном}}} = \frac{53,95}{78,54} = 0,687 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

(3.21)

$$M_{\text{СК}}^{\downarrow} = \frac{P_{\text{СК}}^{\downarrow}}{2\omega_{\text{НОМ}}} = \frac{-9,48}{2 \cdot 78,54} = -0,06 \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad M_{\text{СГ}}^{\downarrow} = \frac{P_{\text{СГ}}^{\downarrow}}{\omega_{\text{НОМ}}} = \frac{44,43}{78,54} = 0,565 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Жүктеме диаграммада әрбір аралығындағы қозғалтқыш моментін анықтау:

$$\begin{aligned} M_{\Gamma}^{\uparrow} &= M_{\text{СГ}}^{\uparrow} + I_{\Gamma}^{\uparrow} \varepsilon_{\text{доп}} = 0,687 + 1185,22 = 1185,91 \text{ Н} \cdot \text{м}; \\ M_{\Gamma}^{\downarrow} &= M_{\text{СГ}}^{\downarrow} + I_{\Gamma}^{\downarrow} \varepsilon_{\text{доп}} = 0,565 + 1185,22 = 1185,78 \text{ Н} \cdot \text{м}; \\ M_{\text{К}}^{\uparrow} &= M_{\text{СК}}^{\uparrow} + I_{\text{К}}^{\uparrow} \varepsilon_{\text{доп}} = 0,066 + 1184,17 = 1184,23 \text{ Н} \cdot \text{м}; \\ M_{\text{К}}^{\downarrow} &= M_{\text{СК}}^{\downarrow} + I_{\text{К}}^{\downarrow} \varepsilon_{\text{доп}} = -0,06 + 1184,17 = 1184,11 \text{ Н} \cdot \text{м}. \end{aligned} \quad (3.22)$$

Ілмекті және жүкті көтеріп түсірген кездегі электрмагниттік момент:

$$\begin{aligned} M_{\text{К}} &= M_{\text{СК}}^{\downarrow} - M_{\text{ДК}} = -0,06 - 1184,17 = -1184,23 \text{ Н} \cdot \text{м}; \\ M_{\Gamma} &= M_{\text{СГ}}^{\downarrow} - M_{\text{ДГ}} = 0,565 - 1185,22 = -1184,65 \text{ Н} \cdot \text{м}. \end{aligned} \quad (3.23)$$

Тұрақты жылдамдықта ілмекті түсіргендегі тұрақты электрмагниттік момент[6]:

$$M_{\text{К}} = M_{\text{СК}}^{\downarrow} = -0,06 \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad t_1 = t_{\text{К}}^{\uparrow} = 3 \text{ с}; \quad t_2 = t_{\text{К}}^{\uparrow} - 2t_1 = -3 \text{ с}. \quad (3.24)$$

Ілмекті түсіргенде және тежегенде электрмагниттік момент:

$$\begin{aligned} M_3 &= M_{\text{СК}}^{\downarrow} + M_{\text{ДК}} = -0,06 + 1184,17 = 1184,11 \text{ Н} \cdot \text{м}; \\ t_3 &= t_{\text{К}}^{\uparrow} = 3 \text{ с}. \end{aligned} \quad (3.25)$$

Жүкті көтергенде және үдегендегі электрмагниттік момент:

$$\begin{aligned} M_4 &= M_{\text{СГ}}^{\uparrow} + M_{\text{ДГ}} = 0,687 + 1185,22 = 1185,91 \text{ Н} \cdot \text{м}; \\ t_4 &= t_{\Gamma}^{\uparrow} = 1,5 \text{ с}. \end{aligned} \quad (3.26)$$

Тұрақты жылдамдықта жүкті көтергендегі электрмагниттік момент:

$$M_5 = M_{\text{СГ}}^{\uparrow} = 0,687 \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad t_5 = t_{\Gamma}^{\uparrow} - 2t_{\text{К}} = -4,5 \text{ с}. \quad (3.27)$$

Ілмекті көтергендегі және тежегендегі электрмагниттік момент:

$$M_6 = M_{\text{СГ}}^{\uparrow} - M_{\text{ДГ}} = 0,687 - 1185,22 = -1184,53 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$t_6 = t_r^\uparrow = 1,5\text{с.} \quad (3.28)$$

Жүкті түсіргендегі және үдегендегі электрмагниттік момент:

$$M_7 = M_{\text{сг}}^\downarrow - M_{\text{дг}} = 0,565 - 1185,22 = -1184,65\text{Н} \cdot \text{м};$$

$$t_7 = t_r^\downarrow = 1,5\text{с.} \quad (3.29)$$

Тұрақты жылдамдықта жүкті түсіргендегі электрмагниттік момент[7]:

$$M_8 = M_{\text{сг}}^\downarrow = 0,565\text{Н} \cdot \text{м}; \quad t_8 = t_5 = -4,5\text{с.} \quad (3.30)$$

Жүкті түсіргенде және тежегендегі электрмагниттік момент:

$$M_9 = M_{\text{сг}}^\downarrow + M_{\text{дг}} = 0,565 + 1185,22 = 1185,78\text{Н} \cdot \text{м};$$

$$t_9 = t_r^\uparrow = 1,5\text{с.} \quad (3.31)$$

Ілмекті көтергенде және үдегенде электрмагниттік момент:

$$M_{10} = M_{\text{ск}}^\uparrow + M_{\text{дк}} = 0,066 + 1184,17 = 1184,23\text{Н} \cdot \text{м};$$

$$t_{10} = t_k^\uparrow = 3\text{с.} \quad (3.32)$$

Тұрақты жылдамдықта ілмекті көтергендегі электрмагниттік момент:

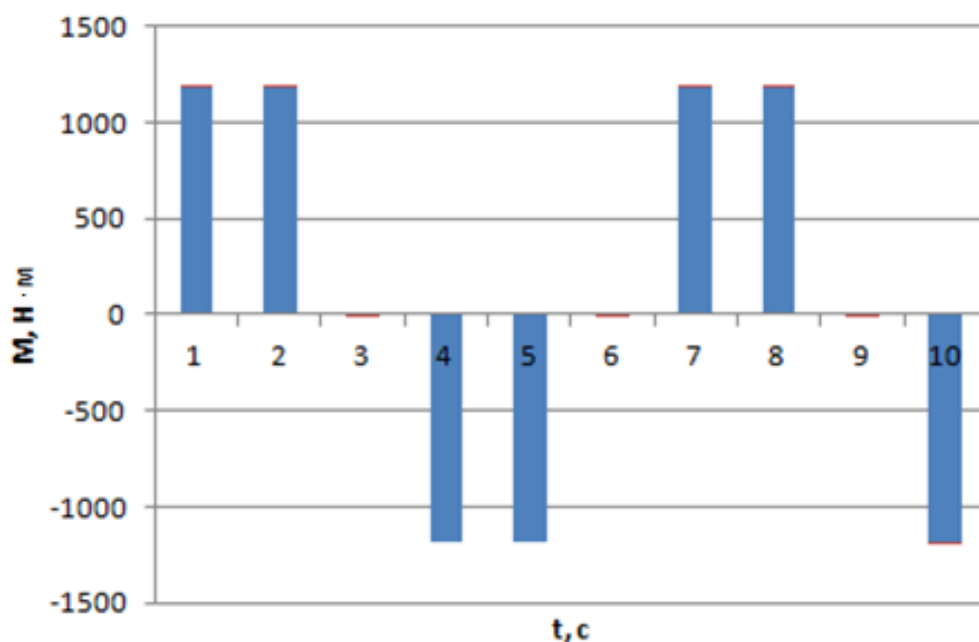
$$M_{11} = M_{\text{ск}}^\uparrow = 0,066\text{Н} \cdot \text{м}; \quad t_{11} = t_2 = -3\text{с.} \quad (3.33)$$

Ілмекті көтергендегі және тежегендегі электрмагниттік момент:

$$M_{12} = M_{\text{ск}}^\uparrow - M_{\text{дк}} = 0,066 - 1184,17 = -1184,11\text{Н} \cdot \text{м};$$

$$t_{12} = -3\text{с.} \quad (3.34)$$

Алынған ілмекті және жүкті көтеріп түсірген кездегі электрмагниттік момент параметрлері бойынша электр жетектің жүктеме графигі 3.1 суретте көрсетілген.



3.1 сурет – Кранның көтеру механизмінің жүктеме диаграммасы

### 3.3 Электр жетектің қозғалтқышын таңдау

Жиілікті түрлендіргіштер қысқа тұйықталған роторы бар асинхронды электр қозғалтқыштарында қолданылады. Көп жағдайда крандарды әзірлеушілер немесе дайындаушылар кранды электр жетегін жаңғыртып, жиіліктік-реттелетін электр жетегі үшін арнайы орындалатын роторлары бар, жоғары кедергінің қорытпасымен құйылған кран сериясының дәстүрлі электр қозғалтқыштарын қолданады. Бұл, бірінші кезекте, жиі іске қосу процесінде жоғары сәтті қамтамасыз ету талаптарымен түсіндіріледі. Қанағаттанарлық жылу режимін құру үшін іске қосу токтарының еселігін төмендету бойынша арнайы шаралар қабылданады, белсенді материалдардың шығыны артады. Осының бәрі қозғалтқыштың салмағы мен құнының өсуіне әкеледі. Бұл статор орамаларының уақытынан бұрын істен шығуына, ротор өзекшелерінің балқымасына, басты көтергіштің электр жетегінде қолданылатын подшипниктер мен жағдай датчиктерінің бұзылуына әкеп соқтырады. Басқару жүйесі көп қуатты жиілік түрлендіргіштерін және үлкен габаритті қозғалтқыштарды қолдану қажеттігінен ұтымсыз болып шығады. Электр жетегі үшін арнайы қозғалтқыштарды қолдану қажет екені анық.

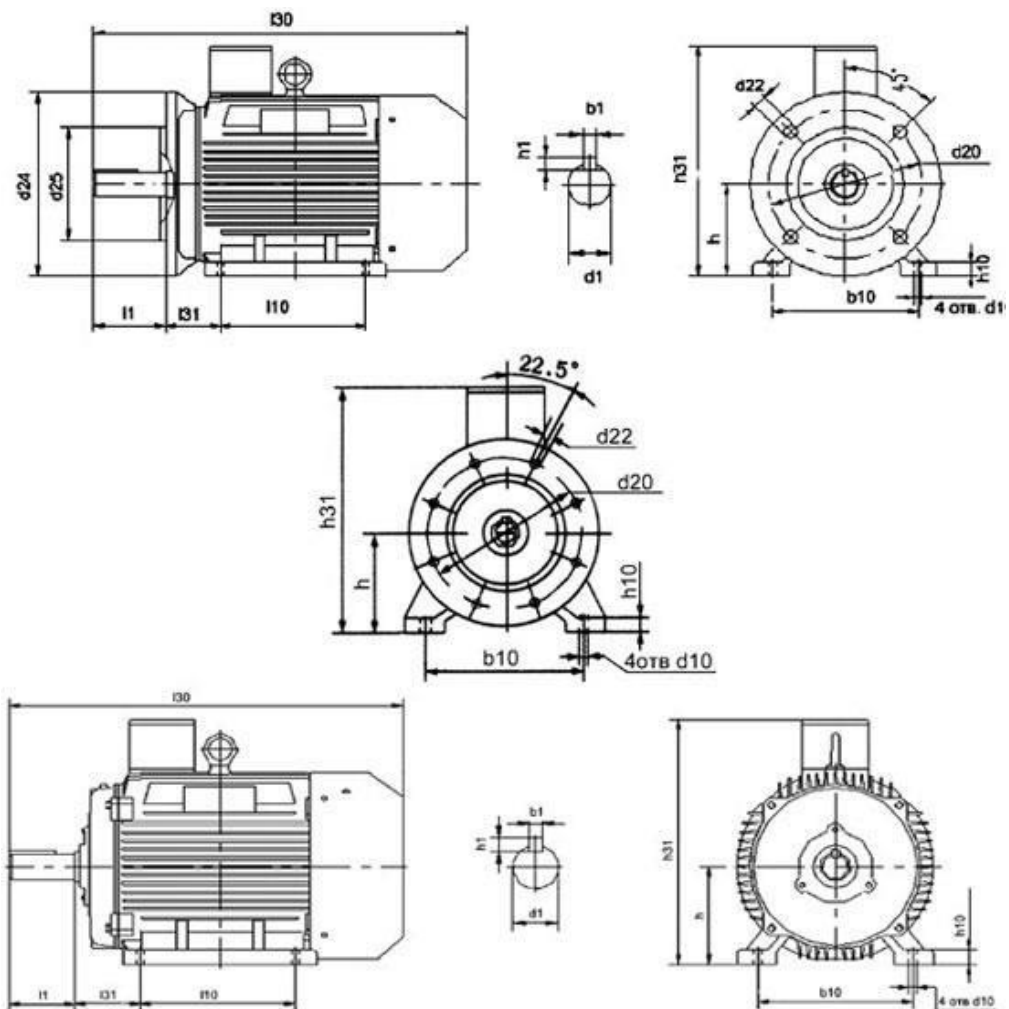
Жоғарыда айтылғандарды негізге ала отырып, көтеру крандық механизмінің электр жетегі үшін 5АИ280S8 типті крандар сериясындағы синтельді торлы роторы бар асинхронды электр қозғалтқышын таңдаймыз[7].

Асинхронды электр қозғалтқышының көрінісі мен оның типтік өлшемі 3.2 және 3.3 суреттерде көрсетілген.





3.2 сурет – 5AI280S8 типті асинхронды электр қозғалтқышы



3.3 сурет – Асинхронды электр қозғалтқышының типтік өлшемі

5AI280S8 электр қозғалтқышының техникалық мәліметтері 3.2 кестеде келтірілген.

3.2 кесте - 5АИ280S8 типті асинхронды электр қозғалтқыштың параметрлері[5]

Қозғалтқыштың типтік өлшемі	Қуаты $P_2$ , кВт	Синхронды айналу жиілігі	Номиналды жүктеме кезінде		
			Айналу жиілігі	ПӘК $\eta_H$ , %	$\cos \varphi_H$
		$n_0$ , айн/мин	$n_H$ , айн/мин		
5АИ280S8	55	750	740	93.6	0.86
$M_{\max}/M_n$	$M_{\text{пуск}}/M_n$	$I_{\text{пуск}}$	$J_{\text{дв.}}$ кг·м <sup>2</sup>	Қорғаныс дәрежесі	Климат. көрсеткіші
2,2	1,8	712,8 А	2.63	IP55	У3

Е с к е р т у:

1. Техникалық сипаттамалар S3 (ПВ = 40 %) жұмысының негізгі режімі үшін келтірілген.

2. Қуат жиілігінің өзгеру ауқымы – 5-тен 50 Гц-ке дейін.

### 3.3.1 Электр қозғалтқышының параметрлерін есептеу

Қозғалтқыштың синхронды бұрыштық айналу жиілігі:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_0}{30} = \frac{\pi \cdot 750}{30} = 78,54 \frac{\text{рад}}{\text{с}}. \quad (3.35)$$

Қозғалтқыштың номиналды сырғуы:

$$S_H = \frac{n_0 - n_{\text{ном}}}{n_0} = \frac{750 - 740}{750} = 0,0133. \quad (3.36)$$

Қозғалтқыштың номиналды айналу жиілігі:

$$\omega_{\text{дв.н}} = \frac{n_{\text{ном}}}{9,55} = \frac{740}{9,55} = 77,495 \frac{\text{рад}}{\text{с}}. \quad (3.37)$$

Қозғалтқыштың номиналды моменті:

$$M_{\text{к.н}} = \frac{P_H \cdot 1000}{\omega_{\text{к.}}} = \frac{55000}{77,495} = 709,721 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.38)$$

Қозғалтқыштың ең жоғары және іске қосу моментінің еселігін анықтаймыз:

$$m_{\text{макс}} = \frac{M_{\text{макс}}}{M_{\text{к.н}}} = 2,2; \quad m_{\text{пуск}} = \frac{M_{\text{қос.}}}{M_{\text{к.н}}} = 1,8. \quad (3.39)$$

$$M_{\text{макс}} = 2,2 \cdot M_{\text{к.н}} = 1561,38 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_{\text{қос.}} = 1,8 \cdot M_{\text{к.н}} = 1277,5 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.40)$$

және іске қосу тогының еселігі:

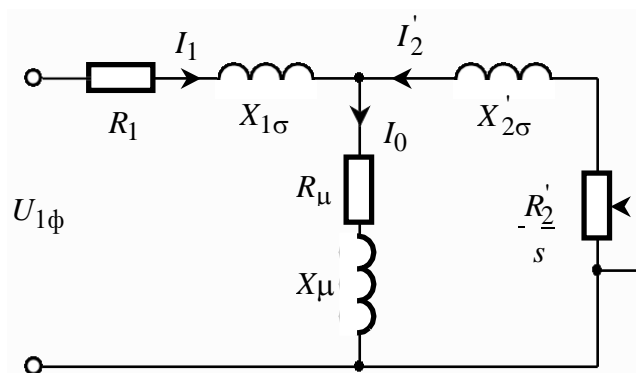
$$k_{\text{іс.қос.}} = \frac{I_{\text{іс.қос.}}}{I_{1\text{н}}} = 6,6. \quad (3.41)$$

### 3.3.2 Каталогты деректер бойынша электр қозғалтқышты алмастыру сұлбасының параметрлерін анықтау

3.4 суретте келтірілген асинхронды қозғалтқышты алмастыру сұлбасының параметрлерін әдістеме бойынша анықтаймыз және оларды 3.3 кестеге енгіземіз.

3.3 кесте – Қозғалтқышты алмастыру сұлбасының есептелінген параметрлері

$R_1, \text{ Ом}$	$X_{1\sigma}, \text{ Ом}$	$L_{1\sigma}, \text{ Гн}$	$R'_2, \text{ Ом}$	$X'_{2\sigma}, \text{ Ом}$	$L'_{2\sigma}, \text{ Гн}$	$X_\mu, \text{ Ом}$	$X_k, \text{ Ом}$	$L_\mu, \text{ Гн}$
0,054	0,218	$6,95 \cdot 10^{-4}$	0,031	0,294	$9,354 \cdot 10^{-4}$	5,721	0,52	$0,01821$



3.4 сурет – Асинхронды қозғалтқыштың алмастыру сұлбасы

Статордың номиналды тогы[7]:

$$I_{1\text{н}} = \frac{P_{\text{н}} \cdot 1000}{3 \cdot U_{1\text{н}} \cdot \cos \varphi_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{н}}} = \frac{55000}{3 \cdot 220 \cdot 0,86 \cdot 0,936} = 103,525 \text{ А}. \quad (3.42)$$

Ішінара жүктеме кезіндегі қозғалтқыш статорындағы ток:

$$I_{11} = \frac{P_{\text{н}} \cdot p^*}{3 \cdot U_{1\text{н}} \cdot \cos \varphi_{p^*} \cdot \eta_{p^*}} = \frac{55000}{3 \cdot 220 \cdot 0,83 \cdot 0,936} = 80,938 \text{ А}. \quad (3.43)$$

мұндағы  $p^*$  - қозғалтқыштың жүктелу коэффициенті,  $p^* = 0,75$ ;  
 $\eta_{p^*}$  - Ішінара жүктелу кезіндегі ПӘК,  $\eta_{p^*} = \eta_{\text{н}}$ .

Ішінара жүктелу кезіндегі қуат коэффициенті:

$$\cos \varphi_{p^*} = 0,99 \cdot \cos \varphi_H = 0,99 \cdot 0,86 = 0,825. \quad (3.44)$$

Бос жүріс кезіндегі асинхронды қозғалтқыштың тогы:

$$I_0 = \sqrt{\frac{I_{11}^2 - \left(p^* \cdot I_{1H} \cdot \frac{1-s_H}{1-p^* \cdot s_H}\right)^2}{1 - \left(p^* \cdot \frac{1-s_H}{1-p^* \cdot s_H}\right)}} = \sqrt{\frac{80,938^2 - \left(0,75 \cdot 103,525 \cdot \frac{1-0,0133}{1-0,75 \cdot 0,0133}\right)^2}{1 - \left(0,75 \cdot \frac{1-0,0133}{1-0,75 \cdot 0,0133}\right)}} = 35,721. \quad (3.45)$$

Критикалық сырғу:

$$s_k = s_H \cdot \frac{k_M + \sqrt{k_M^2 - (1 - 2 \cdot s_H \cdot \beta \cdot (k_M - 1))}}{1 - 2 \cdot s_H \cdot \beta \cdot (k_M - 1)} =$$

$$= 0,0133 \cdot \frac{2,2 + \sqrt{2,2^2 - (1 - 2 \cdot 0,0133 \cdot 1 \cdot (2,2 - 1))}}{1 - 2 \cdot 0,0133 \cdot 1 \cdot (2,2 - 1)} = 0,061. \quad (3.46)$$

мұндағы  $\beta$  – коэффициент, мәні 0,6-2,5 аралығында,  $\beta=1,7$  қабылдаймыз. Ендігі кезекте коэффициенттерді анықтаймыз:

$$C_1 = 1 + \frac{I_0}{2 \cdot k_i \cdot I_{1H}} = 1 + 103,525 = 1,026; \quad (3.47)$$

$$A_1 = \frac{m \cdot U_{1H}^2 \cdot (1-s_H)}{2 \cdot C_1 \cdot k_M \cdot P_H} = \frac{3 \cdot 220^2 \cdot (1-0,0133)}{2 \cdot 1,026 \cdot 2,2 \cdot 55000} = 0,57. \quad (3.48)$$

Асинхронды қозғалтқыш статорының орамына келтірілген ротор орамасының белсенді (активті) кедергісі[7]:

$$R_2' = \frac{A_1}{\left(\beta + \frac{1}{s_k}\right) \cdot C_1} = \frac{0,57}{\left(1,7 + \frac{1}{6,1}\right) \cdot 1,026} = 0,031 \text{ Ом}. \quad (3.49)$$

Статор орамының белсенді (активті) кедергісін келесі өрнек бойынша анықтауға болады:

$$R_1 = C_1 \cdot R_2' \cdot \beta = 1,026 \cdot 0,031 \cdot 1 = 0,054 \text{ Ом}. \quad (3.50)$$

Қысқа тұйықталудың индуктивті кедергісін  $X_k$  табуға қажетті  $\gamma$  параметрін анықтаймыз:

$$\gamma = \sqrt{\left(\frac{1}{s_k^2}\right) - \beta^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{0,061^2}\right) - 1^2} = 16,298; \quad (3.51)$$

сонда,

$$X_k = \gamma \cdot C_1 \cdot R'_2 = 16,298 \cdot 1,026 \cdot 0,031 = 0,52 \text{ Ом.} \quad (3.52)$$

Статорлық орамның индуктивті кедергісін келесі өрнек бойынша анықтауға болады:

$$X_{1\sigma} = 0,42 \cdot X_k = 0,42 \cdot 0,52 = 0,218 \text{ Ом.} \quad (3.53)$$

Статор орамының индуктивтілігі номиналды режимде сейілу ағынымен өрнектеледі:

$$L_{1\sigma} = \frac{X_{1\sigma}}{2 \cdot \pi \cdot f_{1H}} = \frac{0,218}{2 \cdot \pi \cdot 50} = 6,95 \cdot 10^{-4} \text{ Гн.} \quad (3.54)$$

Статикалық орамаға келтірілген роторлық орамның индуктивті кедергісін келесідей есептеуге болады[7]:

$$X'_{2\sigma} = \frac{0,58 \cdot X_k}{C_1} = \frac{0,58 \cdot 0,52}{1,026} = 0,294 \text{ Ом.} \quad (3.55)$$

Номиналды режимде сейілу ағынымен өрнектелген статор орамының индуктивтілігі:

$$L'_{2\sigma} = \frac{X'_{2\sigma}}{2 \cdot \pi \cdot f_{1H}} = \frac{0,294}{2 \cdot \pi \cdot 50} = 9,354 \cdot 10^{-4} \text{ Гн.} \quad (3.56)$$

$$\begin{aligned} E_1 &= \sqrt{(U_{1H} \cdot \cos \varphi_H - I_{1H} \cdot R_1)^2 + (U_{1H} \cdot \sqrt{1 - \cos \varphi_H} - I_{1H} \cdot X_{1\sigma})^2} = \\ &= \sqrt{(220 \cdot 0,86 - 103,525 \cdot 0,054)^2 + (220 \cdot \sqrt{1 - 0,86} - 103,525 \cdot 0,218)^2} = \\ &= 204,31 \text{ В.} \end{aligned} \quad (3.57)$$

Сонда магниттеу контурының индуктивті кедергісі:

$$X_\mu = \frac{E_1}{I_0} = \frac{204,31}{35,712} = 5,721 \text{ Ом.} \quad (3.58)$$

Статор токтарының жиынтық әсерімен (магниттендіру контурының индуктивтілігі) жасалатын әуе саңылауының магниттік ағынымен негізделген нәтиже беретін индуктивтілік:

$$L_\mu = \frac{X_\mu}{2 \cdot \pi \cdot f_{1H}} = \frac{5,721}{2 \cdot \pi \cdot 50} = 0,018 \text{ Гн.} \quad (3.59)$$

Қозғалтқыштың есептік параметрлерінің дұрыстығын тексеру.

Табылған параметрлердің көмегімен қозғалтқыштың номиналды электрмагниттік моментінің мәні есептеледі:

$$M_{\text{ЭМ.Н}}^* = \frac{3 \cdot U_{1\Phi\text{H}}^2 \cdot R_2'}{\omega_0 \cdot s_{\text{H}} \cdot \left[ X_{\text{KH}}^2 + \left( R_1 + \frac{R_2'}{s_{\text{H}}} \right)^2 + \left( \frac{R_1 \cdot R_2'}{s_{\text{H}} \cdot X_{\mu}} \right)^2 \right]} =$$

$$= \frac{3 \cdot 220^2 \cdot 0,031}{78,54 \cdot 1,33 \cdot \left[ 0,52^2 + \left( 0,054 + \frac{0,031}{1,33} \right)^2 + \left( \frac{0,054 \cdot 0,031}{1,33 \cdot 5,721} \right)^2 \right]} = 721,339 \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad (3.60)$$

$$M_{\text{ЭМ.Н}}^{**} = \frac{3}{2} \cdot z_p \cdot \frac{L_m}{(L_m + L'_{2\sigma})} \cdot \varphi_{2\text{H}} \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{I_{1\text{H}}^2 - I_0^2} =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 4 \cdot \frac{0,01821}{(0,01821 + 0,000695)} \cdot 0,92 \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{103,525^2 - 35,712^2} =$$

$$= 721,274 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.61)$$

мұндағы:

$$\varphi_{2\text{H}} = \sqrt{2} \cdot I_0 \cdot L_m = \sqrt{2} \cdot 35,712 \cdot 0,01821 = 0,92 \text{ Вб}. \quad (3.62)$$

Мына шарттар орындалуы қажет:

$$M_{\text{ДВ.Н}} < M_{\text{ЭМ.Н}}^* \leq 1,1 \cdot M_{\text{ДВ.Н}} = 709,721 < 721,339 \leq 780,693;$$

$$M_{\text{ЭМ.Н}}^{**} \approx M_{\text{ЭМ.Н}}^* \cdot 721,274 \approx 721,339.$$

Есептеу нәтижелері бойынша бұл шарттар орындалады.

### 3.3.3 Электр қозғалтқышының табиғи механикалық және электр механикалық сипаттамаларын есептеу және құру

Асинхронды қозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамасы[8]:

$$M(S, f_1) = \frac{3 \cdot \left[ U_{1\Phi\text{H}}^2 \cdot \left( \frac{f_1}{f_{1\text{H}}} \right)^2 \right]^2 \cdot R_2'}{\omega_0 \cdot \frac{f_1}{f_{1\text{H}}} \cdot S \cdot \left( \left( X_{\text{KH}} \cdot \frac{f_1}{f_{1\text{H}}} \right)^2 + \left( R_1 + \frac{R_2'}{S} \right)^2 + \left( \frac{R_1 \cdot R_2'}{S \cdot X_{\mu} \cdot \frac{f_1}{f_{1\text{H}}}} \right)^2 \right)} =$$

$$= \frac{3 \cdot \left[ 220 \cdot \left( \frac{f_1}{50} \right)^2 \right]^2 \cdot 0,031}{78,54 \cdot \frac{f_1}{50} \cdot S \cdot \left( \left( 0,52 \cdot \frac{f_1}{50} \right)^2 + \left( 0,054 + \frac{0,031}{S} \right)^2 + \left( \frac{0,054 \cdot 0,031}{S \cdot 5,721 \cdot \frac{f_1}{50}} \right)^2 \right)}$$

$$\omega(s, f) = \omega_0 \cdot \frac{f_1}{f_{1H}} \cdot (1 - s). \quad (3.63)$$

Табиғи сипаттамадағы қозғалтқыштың критикалық моменті және сырғуы:

$$M_k = 3 \cdot \frac{U_{1H}^2}{2 \cdot \omega_0 \cdot \left( R_1 + \sqrt{[R_1^2 + (X_{1\sigma} + X'_{2\sigma})^2]} \cdot \left( 1 + \frac{R_1^2}{X_\mu^2} \right) \right)}$$

$$= 3 \cdot \frac{220^2}{2 \cdot 78,54 \cdot \left( 0,054 + \sqrt{[0,054^2 + (0,218 + 0,294)^2]} \cdot \left( 1 + \frac{0,054^2}{5,721^2} \right) \right)} = 1603 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.64)$$

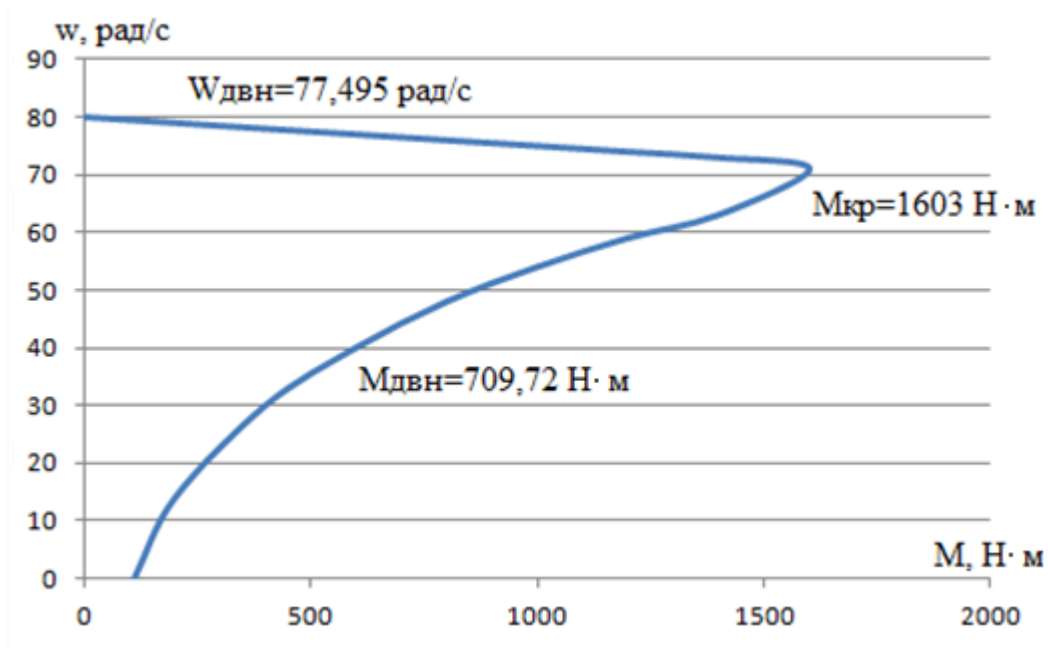
$$s_K = R'_2 \cdot \sqrt{\frac{\frac{R_1^2}{X_\mu^2} + 1}{R_1^2 + (X_{1\sigma} + X'_{2\sigma})^2}} = 0,128 \cdot \sqrt{\frac{\frac{0,054^2}{5,721^2} + 1}{0,054^2 + (0,218 + 0,294)^2}} = 0,059. \quad (3.65)$$

Қозғалтқыштың номиналды электрмагниттік моменті[8]:

$$M_{эм} = \frac{3 \cdot U_{1H}^2 \cdot R'_2}{\omega_0 \cdot s_H \cdot \left( X_k^2 + \left[ \left( R_1 + \frac{R'_2}{s_H} \right)^2 + \left( R_1 + \frac{R'_2}{s_H \cdot X_\mu} \right)^2 \right] \right)}$$

$$= \frac{3 \cdot 220^2 \cdot 0,031}{78,54 \cdot 0,0133 \cdot \left( 0,52^2 + \left[ \left( 0,54 + \frac{0,031}{0,0133} \right)^2 + \left( 0,054 + \frac{0,031^2}{0,0133 \cdot 5,721} \right)^2 \right] \right)} = 721,339 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.66)$$

Қозғалтқыштың  $f_1 = f_{1H} = 50$  Гц кезіндегі табиғи механикалық сипаттамасы  $\omega = f(M)$  3.5 суретте келтірілген.



3.5 сурет – Асинхронды қозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамасы

Электр қозғалтқыштың білігіндегі үйкеліс күшінің моменті:

$$M_c = M_{эм} - M_{дв.н} = 721,339 - 709,721 = 11,618 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.67)$$

Табылған мәліметтер бойынша келесі шамаларды анықтаймыз:

- іске қосу сәтінің еселігі:

$$m_{п} = \frac{M_{эм.п}}{M_{эм.н}} = 2,2. \quad (3.68)$$

- ең жоғары (критикалық) сәттің еселігі:

$$m_{к} = \frac{M_{эм.к}}{M_{эм.н}} = 1,8. \quad (3.69)$$

- критикалық сырғу:

$$s_{к} = \frac{\omega_0 - \omega_{к}}{\omega_0} = \frac{78,54 - 77,495}{78,54} = 0,013. \quad (3.70)$$

Қозғалтқыштың  $I_1(s, f_1)$  және  $I_2'(s, f_1)$  табиғи электр механикалық сипаттамалары[8]:

$$I_1(s, f_1) = \sqrt{I_0^2(f_1) + I_2'^2(s, f_1) + 2 \cdot I_0(f_1) \cdot I_2'(s, f_1) \cdot \sin \varphi_2(s, f_1)}; \quad (3.71)$$



$$I_2'(S, f_1) = \frac{U_1(f_1)}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{S}\right)^2 + \left(X_k \cdot \frac{f_1}{f_{1H}}\right)^2 + \left(\frac{R_1 \cdot R_2'}{S \cdot X_\mu \cdot \frac{f_1}{f_{1H}}}\right)^2}} =$$

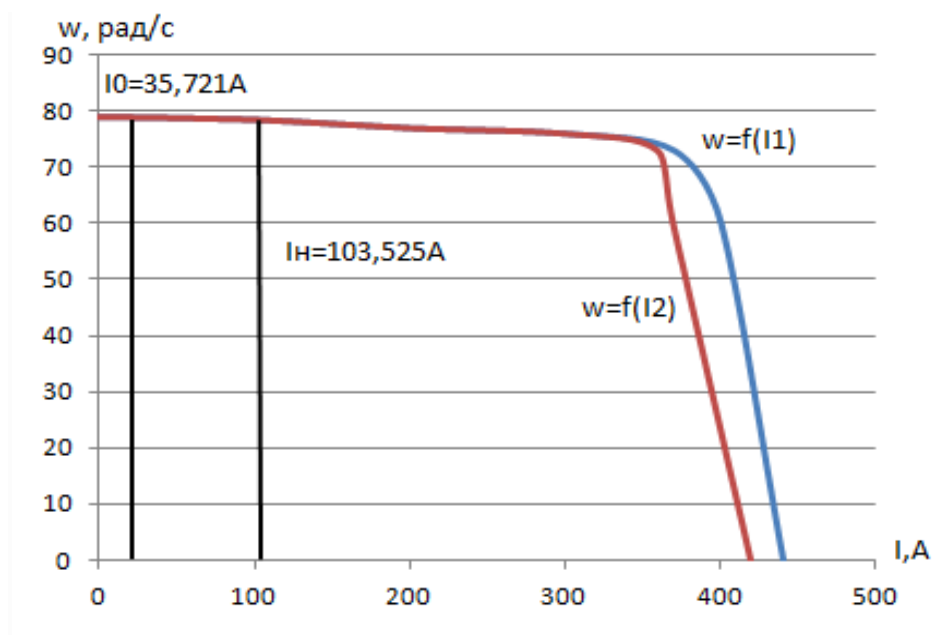
$$= \frac{U_1(f_1)}{\sqrt{\left(0,054 + \frac{0,031}{S}\right)^2 + \left(0,52 \cdot \frac{f_1}{50}\right)^2 + \left(\frac{0,054 \cdot 0,031}{S \cdot 5,721 \cdot \frac{f_1}{50}}\right)^2}}; \quad (3.72)$$

$$I_0(f_1) = \frac{U_1(f_1)}{\sqrt{R_1^2 + (X_{1\sigma} + X_\mu)^2 \cdot \left(\frac{f_1}{f_{1H}}\right)^2}} = \frac{U_1(f_1)}{\sqrt{0,054^2 + (0,218 + 5,721)^2 \cdot \left(\frac{f_1}{f_{1H}}\right)^2}}; \quad (3.73)$$

$$\sin \varphi_2(S, f_1) = \frac{\frac{f_1}{f_{1H}} \cdot X_k}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{S}\right)^2 + \left(X_k \cdot \frac{f_1}{f_{1H}}\right)^2}} = \frac{\frac{f_1}{f_{1H}} \cdot 0,52}{\sqrt{\left(0,054 + \frac{0,031}{S}\right)^2 + \left(0,52 \cdot \frac{f_1}{f_{1H}}\right)^2}}; \quad (3.74)$$

$$\omega(S, f) = \omega_0 \cdot \frac{f_1}{f_{1H}} \cdot (1 - S). \quad (3.75)$$

Есептеу нәтижелері бойынша 3.6 суретте  $f_1 = f_{1H} = 50$  Гц кезіндегі  $\omega(I_1)$ ,  $\omega(I_2')$  табиғи электр механикалық сипаттамалары салынды.



3.6 сурет – Асинхронды қозғалтқыштың табиғи электр механикалық сипаттамалары

Электр механикалық сипаттаманы есептеу нәтижелері бойынша  $I_0 = 35,712$  А, номиналды тогы  $I_H = 103,525$  А және қозғалтқыштың іске қосу тогының  $I_{II} = 683,265$  А мәндері табылды.

### 3.3.4 Электр жетектің механикалық және электр механикалық сипаттамаларын есептеу

Қоректену кернеуінің шамасы мен жиілігінің ауыспалы мәндері кезіндегі асинхронды қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы мынадай өрнектермен анықталады[9]:

$$M(s) = \frac{3 \cdot U_{1j}^2 \cdot R_2'}{\omega_{0j} \cdot s \cdot \left[ X_{кн}^2 \cdot f_{1*}^2 + \left( R_1 + \frac{R_2'}{s} \right)^2 + \left( \frac{R_1 \cdot R_2'}{s \cdot X_{\mu H} \cdot f_{1*}} \right)^2 \right]} \quad (3.76)$$

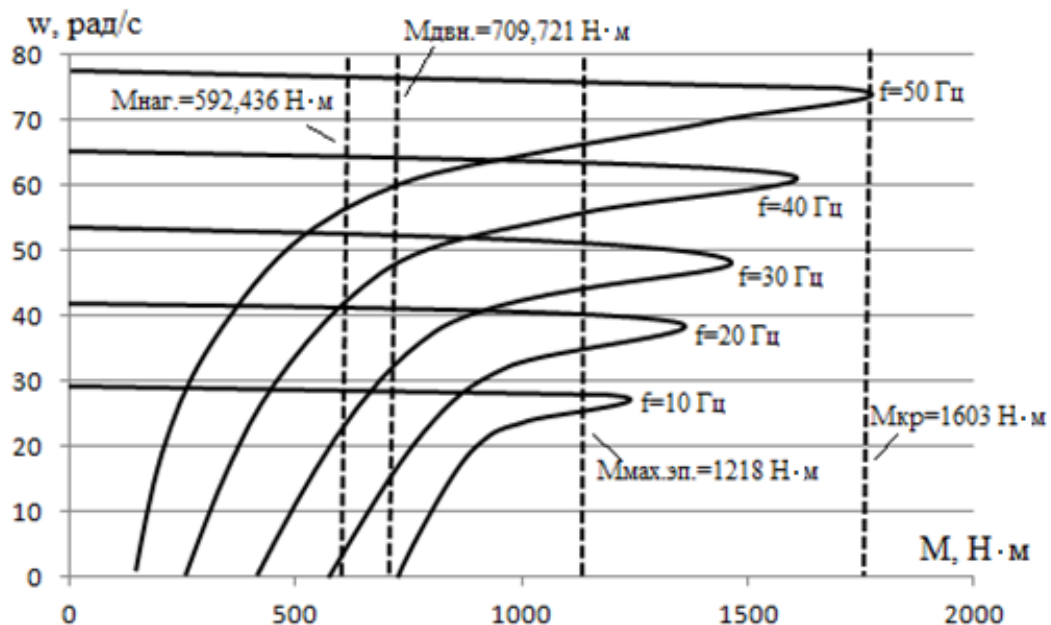
$$= \frac{3 \cdot 220^2 \cdot f_{1*}^2 \cdot 0,031}{\omega_{0j} \cdot 1,33 \cdot \left[ 0,52^2 \cdot f_{1*}^2 + \left( 0,054 + \frac{0,031}{1,33} \right)^2 + \left( \frac{0,054 \cdot 0,031}{1,33 \cdot 5,721 \cdot f_{1*}} \right)^2 \right]}$$

мұндағы  $U_{1j}$  – асинхронды қозғалтқыш статоры орамаларының фазалық кернеуі;

$\omega_{0j}$  – қозғалтқыштың синхронды айналу жиілігі;

$f_{1*} = \frac{f_{1j}}{f_{1H}}$  – қоректендіруші кернеу жиілігінің салыстырмалы мәні.

Жиілікті басқару кезіндегі қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары 3.7 суретте келтірілген.



3.7 сурет – Ажыратылған жүйенің механикалық сипаттамалары

$U/f = \text{const}$  басқару заңы кезінде ротордың келтірілген тогының сырғанаудан  $s$  тәуелділігін анықтайтын электр механикалық сипаттамаларды есептеуге арналған өрнек[9]:

$$I_2'(s) = \frac{U_{1j}}{\pm \sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + x_{\text{кн}}^2 \cdot f_{1*}^2 + \left(\frac{R_1 \cdot R_2'}{s \cdot x_{\mu\text{н}}}\right)^2}} = \quad (3.77)$$

$$= \frac{U_{1j} \cdot f_{1*}}{\pm \sqrt{\left(0,054 + \frac{0,031}{1,3}\right)^2 + 0,52^2 \cdot f_{1*}^2 + \left(\frac{0,054 \cdot 0,031}{1,3 \cdot 5,721 \cdot f_{1*}}\right)^2}}$$

$I_1$  статор тогының сырғанаудан тәуелділігін  $I_1 = f(s)$  көрсететін электромеханикалық сипаттамаларға арналған есептік өрнек:

$$I_1(s) = \sqrt{I_0^2 + I_2'^2(s) + 2 \cdot I_0 \cdot I_2'(s) \cdot \sin \phi_2(s)} = \quad (3.78)$$

$$= \sqrt{35,712^2 + I_2'^2(s) + 2 \cdot 34,712 \cdot I_2'(s) \cdot \sin \phi_2(s)}$$

мұндағы:

$$\sin \phi_2 = \frac{x_{\text{кн}} \cdot f_{1*}}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + x_{\text{кн}}^2 \cdot f_{1*}^2}} = \frac{0,52 \cdot f_{1*}}{\sqrt{\left(0,054 + \frac{0,031}{s}\right)^2 + 0,52^2 \cdot f_{1*}^2}} \quad (3.79)$$

$$I_0 = \frac{U_{1j}}{\sqrt{R_1^2 + (x_{1\text{н}} + x_{\mu\text{н}})^2 \cdot f_{1*}^2}} \quad (3.80)$$

### 3.3.5 Электр жетегінің механикалық бөлігінің параметрлерін есептеу

Қозғалтқыш білігіндегі кедергі моменті:

$$M_{\text{с.дв.}} = M_{\text{эм}} - M_{\text{дв.н.}} = 721,339 - 709,721 = 11,618 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.81)$$

Номиналды режимдегі ПӘК:

$$\eta_{\text{пер.н.}} = \eta_{\text{мех}} \cdot \eta_{\text{ред}} = 0,93 \cdot 0,9 = 0,837 \quad (3.82)$$

мұндағы  $\eta_{\text{мех}} = 0,9$  – механикалық жүйенің ПӘК;

$\eta_{\text{ред}} = 0,93$  –редуктордың ПӘК.

Тұрақты және айнымалы шығындар коэффициенттері:

$$a = \frac{1 - \eta_{\text{мех}} \cdot \eta_{\text{ред}}}{2 \cdot (\eta_{\text{мех}} \cdot \eta_{\text{ред}})} = \frac{1 - 0,9 \cdot 0,93}{2 \cdot (0,9 \cdot 0,93)} = 0,09. \quad (3.83)$$

Жүкпен байланысты қозғалтқыш білігіне келтірілген момент:

- максималды жүктеме кезінде:

$$M_{\text{жүк.макс}} = \frac{g \cdot (m_{\text{кр}} + m_{\text{гр}}) \cdot R_{\text{бар}}}{i_{\text{пол}}} \cdot \frac{1}{i_{\text{ред}}} = \frac{9,81 \cdot (600 + 15000) \cdot 0,502}{4} \cdot \frac{1}{32,4} = 592,436 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.84)$$

мұндағы  $m_{\text{кр}} = 600$  – ілгіш массасы;

$m_{\text{гр}} = 20000$  – жүктің массасы.

- минималды жүктеме кезінде:

$$M_{\text{жүк.мин}} = \frac{g \cdot m_{\text{кр}} \cdot R_{\text{бар}}}{i_{\text{пол}}} \cdot \frac{1}{i_{\text{ред}}} = \frac{9,81 \cdot 600 \cdot 0,502}{4} \cdot \frac{1}{32,4} = 22,786 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.85)$$

Механизмдегі тұрақты шығындардың шамасы:

$$\Delta M_{\text{сұлба}} = a \cdot M_{\text{жүк.макс}} = 0,097 \cdot 592,436 = 57,686 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.86)$$

Максималды жүк кезінде екі массалық электр механикалық жүйенің бірінші массасының білігіне үйкелу моменті[9]:

$$M_c = M_{\text{с.қ.}} + M_c = 11,618 + 57,686 = 69,304 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.86)$$

Статистикалық момент:

- максималды жүкті көтеру кезінде:

$$M_{\text{с1макс}} = M_{\text{с.қ.}} + M_c + (1 + b) \cdot M_{\text{жүк.макс}} = 11,618 + 57,686 + (1 + 0,097) \cdot 592,436 = 719,206 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.87)$$

- бос жүк қармаушы құрылғыны көтеру кезінде:

$$M_{\text{с1мин}} = M_{\text{с.қ.}} + M_c + (1 + b) \cdot M_{\text{жүк.мин}} = 11,618 + 57,686 + (1 + 0,097) \cdot 22,786 = 94,3 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.88)$$

- максималды жүкті түсіру кезінде:

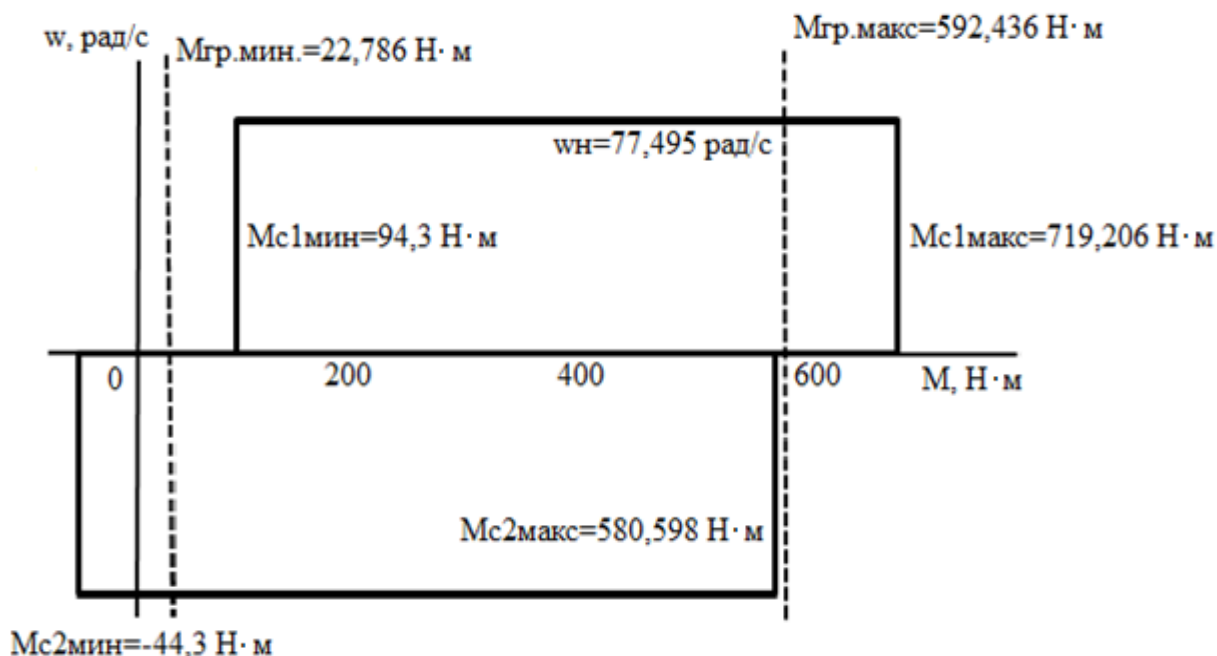
$$M_{\text{с2макс}} = -M_{\text{с.қ.}} - M_c + (1 - b) \cdot M_{\text{жүк.макс}} = -11,618 - 57,686 + (1 - 0,097) \cdot 592,436 = 580,598 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.89)$$

- бос жүк қармаушы құрылғыны түсіру кезінде:

$$M_{c2\text{мин}} = -M_{c.қ.} - M_c + (1 - b) \cdot M_{\text{жүк.мин}} =$$

$$= -11,618 - 57,686 + (1 - 0,097) \cdot 22,786 = -44,3 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.90)$$

Берілген жұмыс аймағы 3.9 суретте келтірілген.



3.9 сурет – Электр жетегінің берілген жұмыс аймағы

### 3.3.6 Жиілік түрлендіргішін таңдау

Крандық жиіліктік-реттелетін электр жетегі үшін жүк көтергіш крандарда қолдануға арнайы бейімделген және қажетті функционалдық мүмкіндіктері бар жиілік түрлендіргіштері талап етіледі[9]:

- тежеуішті басқару функциясы тежеуіштің өнертабысына сигнал беру үшін алдын ала анықталған, жылдамдықтың аз мәніне дейін төмендегенде, тежеуішті қою мезетінің және сигналдың маңызды кезеңіне жеткенде болды. Тежегішті түзету үшін салмақ өлшеу функциясы пайдаланылуы мүмкін.

- жоғары жылдамдықпен көтеру функциясы. Көтерудің ең жоғарғы жылдамдығы жүк салмағына байланысты автоматты түрде анықталады.

- қозғалтқышты және генераторлық режимдерде қажетті механикалық сипаттаманы қалыптастырумен электр қозғалтқышының моментін шектеу функциясы.

- жылдамдық пен тежелудің берілген қарқынын қалыптастыру функциясы.

- тежегіш резисторды немесе рекуперация блогын пайдалана отырып электржетектің тежелу функциясы. Рекуперация модульдерін енгізуден қаржылық әсер өсуде: электр жетектерінің қуатын арттырумен, инерциялық

құрылғылардың күрт тежелуі кезінде, сондай-ақ жүкті үлкен тереңдікке түсіргенде (лифттер, шахталық көтергіштер).

- 100 А дейін пайдалану тогы бар жүйелер үшін рекуперация өнімділігінің төмендігі, рекуперация модульдерінің салыстырмалы жоғары құны және енгізу күрделілігі туралы қалыптасқан ойды назарға ала отырып, тежегіш резисторды пайдалану шешімі қабылданды.

Жоғарыда аталған талаптарды ескере отырып, Altivar 71HD75N4 жиілік түрлендіргішін таңдаймыз

Жиілікті түрлендіргішінің параметрлері 3.4 кестеде келтірілген.

3.4 кесте - Жиілікті түрлендіргішінің параметрлері

Типі	Қоректендіруші желі параметрлері		Шығыс жиілігі	Шығыс ток	
	$U_{1л}$ , В	$f_c$ , Гц	$f_{и}$ , Гц	$I_{ин.}$ , А	$I_{ин.мақ.}$ , А
Altivar 71HD75N4	380-480	50/60	0-120	167	250,5

Altivar 71 жиілік түрлендіргіштері түрлі қозғалтқышты басқару заңдары мен көптеген функционалдық мүмкіндіктерге ие, және де ең қатаң қолдану талаптарына жауап береді.



3.10 сурет – Altivar 71 жиілікті түрлендіргіштері

Айрықша белгілері[10]:

- кірістірілген басқару алгоритмдері: U/f-реттеу, тұйықталған және тұйықталған жүйедегі векторлық басқару;
- Modbus және CANopen біріктірілген протоколдары;
- АИТ-реттеуші;
- өте жоғары емес жылдамдықпен жұмыс істеу кезінде жоғары дәлдік және жетілдірілген динамикалық қасиеттер;
- қуатты жапсыру жүйесін қолдайтын тепе-теңсіз механизмдерді бірқалыпты, соққысыз басқару (Energy Adaptation System-ENA);
- жылдамдық қозғалтқыштары үшін шығыс жиілігінің кеңейтілген

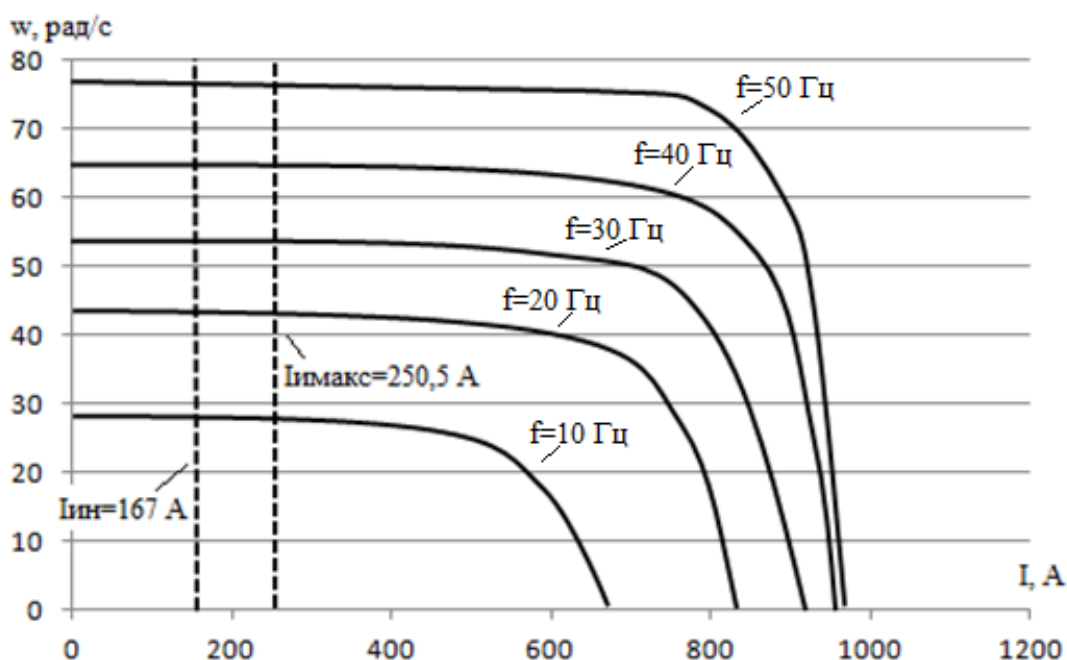
спектрі.

Түрлендіргіштің дұрыс таңдалуын тексеру.

Электр механикалық сипаттамалар жазықтығында 3.11 суретте жүктеме сипаттамасы және жиілік түрлендіргішінің сипаттамалары салынған.

$$I_{\text{ин}}(\omega) = \text{const} = 167 \text{ A.}$$

$$I_{\text{и макс}}(\omega) = \text{const} = 250,5 \text{ A.}$$



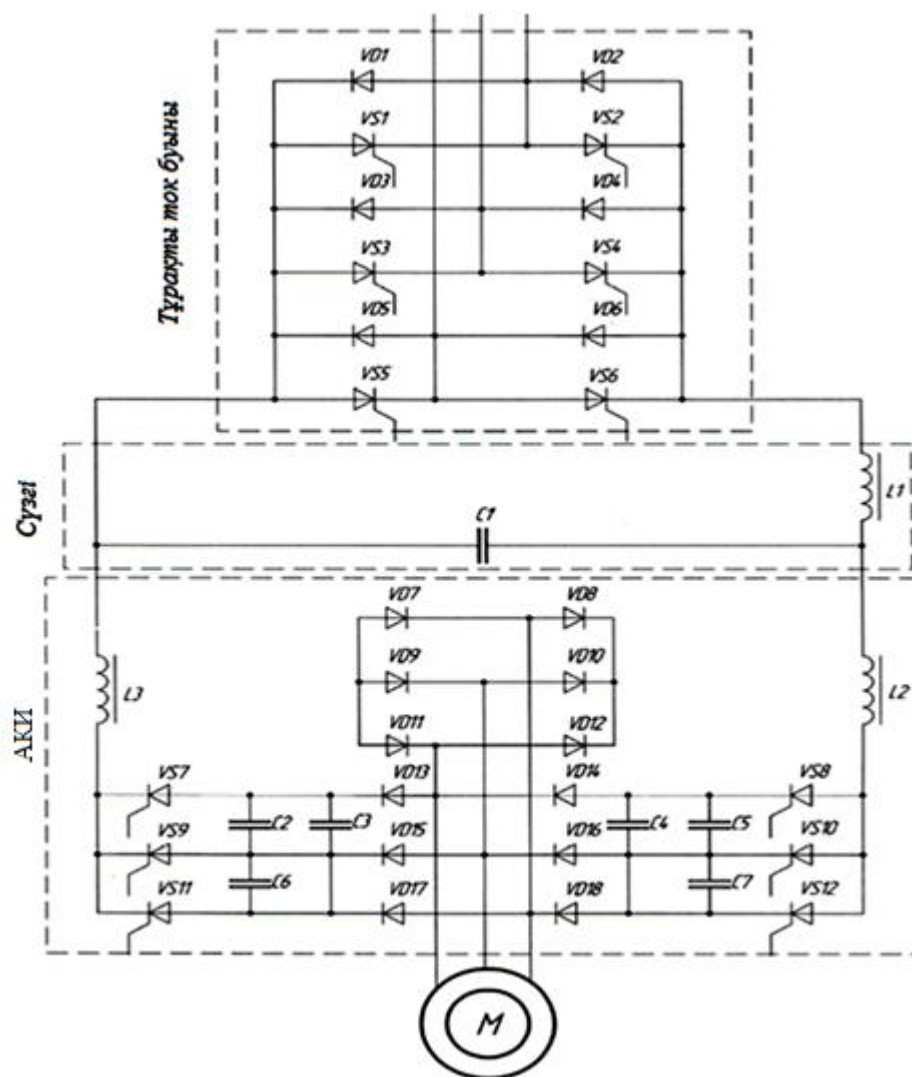
3.11 сурет – Электр жетектің, түрлендіргіштің және жүктеменің ажыратылған жүйесінің электр механикалық сипаттамалары

Электр жетегінің ажыратылған жүйесінің электрмеханикалық сипаттамаларының 3.11 суретте келтірілген талдауы, жиілік және жүктеме түрлендіргішінің сипаттамалары бойынша шарт орындалатынын көрсетеді, демек, түрлендіргіш дұрыс таңдалған.

#### 4 Жиілікті реттелетін электр жетегінің басқару жүйесін жобалау

##### 4.1 Көпірлі кранның автоматтандырылған электр жетегінің жүйесін таңдау және құрылымдық сұлбасын құрастыру

Жиіліктік түрлендіргіштің күштік тізбегінің сұлбасы 4.1 суретте көрсетілген[10].



4.1 – Жиіліктік түрлендіргіштің күштік сұлбасы

Жиіліктік түрлендіргіштің күштік сұлбасы тиристорлардан VS1...VS6, қарсы қосылған көпірлік диодтардан VD1...VD6, инверторлық жүйемен қамтамасыз ететін бөліктерден тұрады[10].

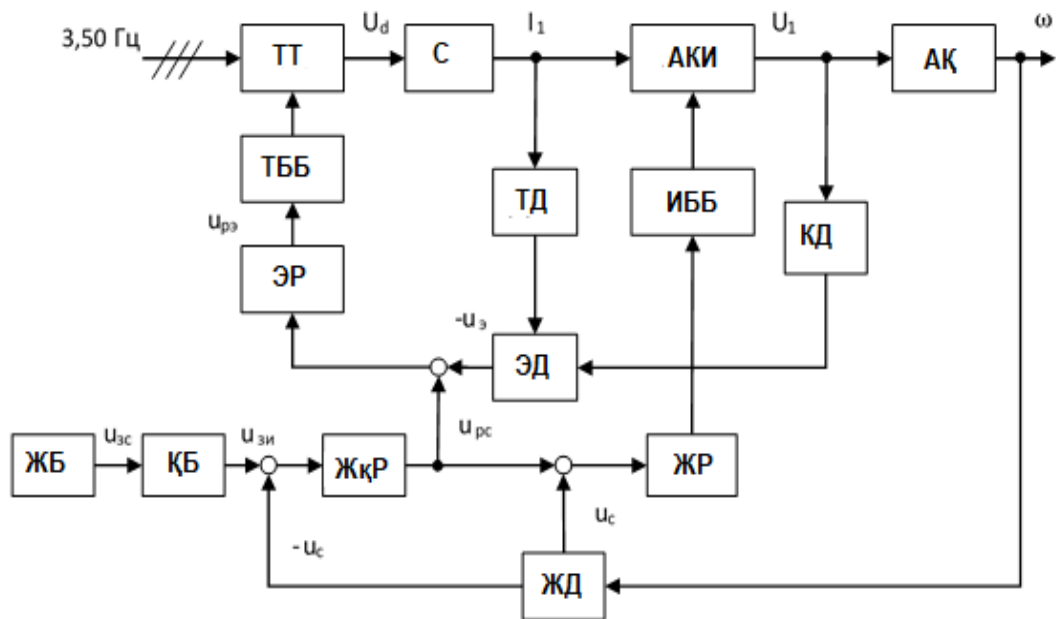
Тиристорлы блок кернеуді реттеуге және тұрақты ұстап тұруға арналған басқарушы құрылғы.

Тегістеуші сүзгілер тегістегіш дроссельден L1 және ферритті өзекше мен конденсатордан C1 тұрады.

АКИ VS7...VS12 тиристорлы кілттен жиналған және C2...C7 конденсаторлармен қамтамасыз етілген, сондай-ақ L2 және L3 дросселден және коммутациялық диодтардан VD7...VD12 құралған.

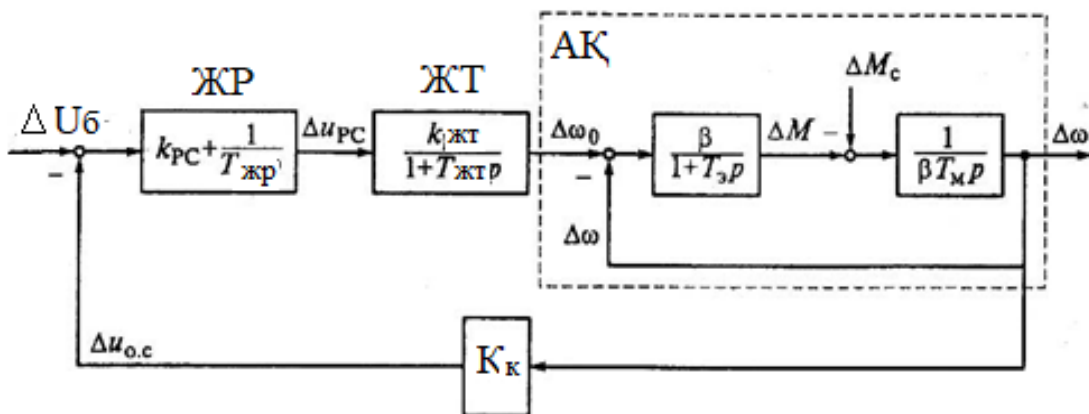
Жиіліктік түрлендіргіш арқылы электр жетектің функционалды сұлбасының жүйесі:





ЖБ – жылдамдық бергіш; ҚБ – қарқын бергіш; ЖҚР – жылдамдық реттегіш; ЭР – ЭҚК реттегіш; ТББ – түрлендіргіш басқару блогы; ТТ – тиристрлі түрлендіргіш; С – сүзгі; АКИ – автономды кернеу инверторы; АҚ – қысқа тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыш; ЖР – жиілік реттегіш; ИББ – инвертор басқару блогы; ЖД – жылдамдық датчигі; ТД – ток датчигі; КД – кернеу датчигі; ЭД – ЭҚК датчигі

4.2 сурет – Жиіліктік басқарылатын электр жетегінің функционалды сұлбасы



4.3 сурет – Кері байланыстан тұратын ЖТ-АҚ жүйесінің құрылымдық сұлбасы

Жиілікті реттелетін электр жетегінің басқару жүйесін тұрғызу үшін құрылымдық сұлбаның параметрлерін анықтау қажет [11].

## 4.2 Жиілікті реттелетін электр жетегінің құрылымдық сұлбасының параметрлерін есептеу

Асинхронды қозғалтқыштың беріліс функциясы[12]:

$$W_{ЭД(s)} = \frac{\beta}{T_3 s + 1} = \frac{679,15}{0,227s + 1}. \quad (4.1)$$

$\beta$  - мінездеменің қатаңдық коэффициенті:

$$\beta = \frac{M_H}{\omega_0 - \omega_H} = \frac{709,721}{78,54 - 77,495} = 679,15. \quad (4.2)$$

$T_3$  – электрмагнитті беріліс көрсеткіші:

$$T_3 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot S_{кр}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,014} = 0,227; \quad (4.3)$$

$$S_H = \frac{\omega_0 - \omega_H}{\omega_0} = \frac{78,54 - 77,495}{78,54} = 0,013; \quad (4.4)$$

$$S_{кр} = S_H \cdot \left( \lambda_{кр} + \sqrt{\lambda_{кр}^2 - 1} \right) = 0,013 \cdot \left( 0,097 + \sqrt{0,097^2 - 1} \right) = -0,014; \quad (4.5)$$

$$\lambda_{кр} = \frac{M_c}{M_H} = \frac{69,304}{709,721} = 0,097. \quad (4.6)$$

Қозғалтқыштың білігіне берілетін қосынды момент білігін анықтау:

$$J_\varepsilon = J_D + \frac{J_{мех}}{i^2} = 2,63 + \frac{260}{4^2} = 18,88 \text{ кг} \cdot \text{м}^2. \quad (4.7)$$

Электр қозғаушы күшінің беріліс функциясы:

$$W_{рэ}(s) = k_{рэ} + \frac{1}{T_u s} = 24,33 + \frac{1}{0,003s}. \quad (4.8)$$

$$k_{рэ} = \frac{T_3 + T_M}{T_u} = \frac{0,227 - 0,3}{0,003} = 24,33; \quad (4.9)$$

$$T_M = \frac{J_\varepsilon \cdot \omega_0 \cdot S_{кр}}{M_c} = \frac{18,88 \cdot 78,54 \cdot (-0,014)}{69,304} = -0,3; \quad (4.10)$$

$$T_u = 3 \cdot \tau = 3 \cdot 0,001 = 0,003 \text{ с}. \quad (4.11)$$

Тиристор түрлендіргішінің беріліс функциясы:

$$W_{ТП} = \frac{k_{ТП}}{\tau_{ТП}s + 1} = \frac{1,11}{0,001s + 1}. \quad (4.12)$$

$$k_{\text{ТП}} = \frac{U_{dn}}{U_{3,\text{НОМ}}} = \frac{220}{198} = 1,11; \quad (4.13)$$

$U_{dn} = 220 \text{ В}$  – диодтан шығатын кернеу мөлшері;

$$U_{3,\text{НОМ}} = U_{dn} \cdot (1 - \delta_{\omega}) = 220 \cdot (1 - 0,1) = 198 \text{ В}. \quad (4.14)$$

мұндағы  $\delta_{\omega} = 0,1$  – түзеткіш кернеу қадамы;

$$\tau_{mn} \approx \tau = 0,001.$$

Тегістеуші сүзгінің беріліс функциясы:

$$W_{\phi} = \frac{1}{T_{\phi}s+1} = \frac{1}{0,02s+1}; \quad T_{\phi 50} = L_{\phi} \cdot C_{\phi} = \frac{1}{f_n} = \frac{1}{50} = 0,02. \quad (4.15)$$

Кернеудің автономды инверторының беріліс функциясы[12]:

$$W_{\text{АКИ}}(S) = \frac{k_{\text{АКИ}}}{\tau_{\text{АКИ}}s+1} = \frac{0,22}{0,01s+1}. \quad (4.16)$$

$$k_{\text{АКИ}} = \frac{f_n}{U_{dn}} = \frac{50}{220} = 0,22; \quad (4.17)$$

$$\tau_{\text{АКИ}} = 0,01.$$

Датчик жылдамдығының беріліс функциясы:

$$W_{\text{ДЖ}} = k_c = 2,55;$$

$$k_c = \frac{U_{3,\text{НОМ}}}{\omega_H} = \frac{198}{77,495} = 2,55. \quad (4.18)$$

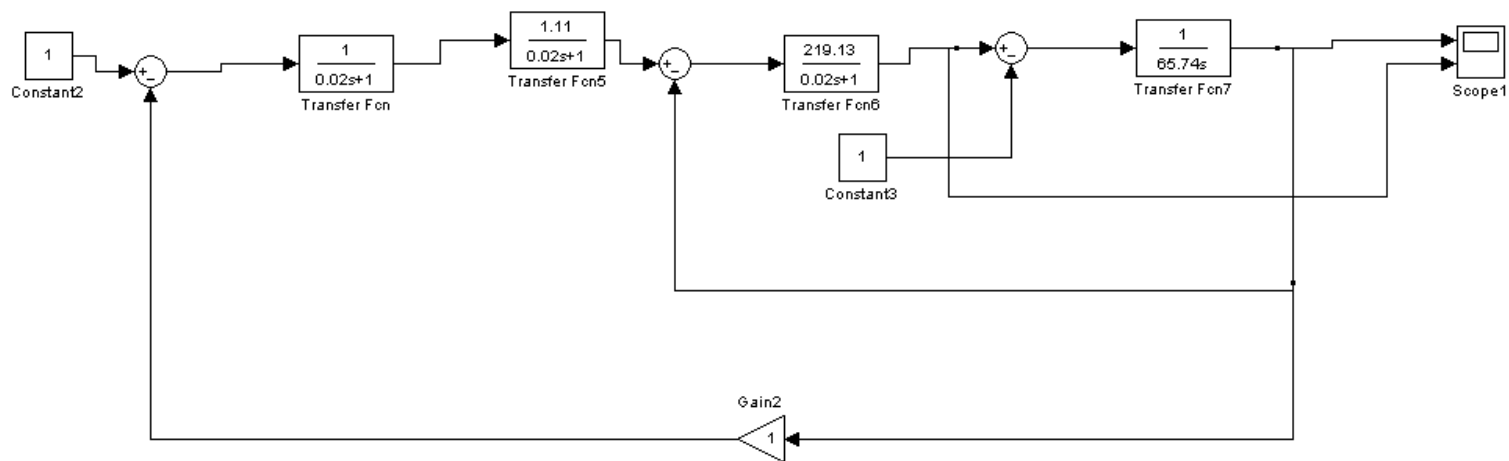
Датчик ЭҚК – нің беріліс функциясы:

$$W_{\text{ДЭ}}(S) = k_{\text{ДЭ}} = 0,09; \quad (4.19)$$

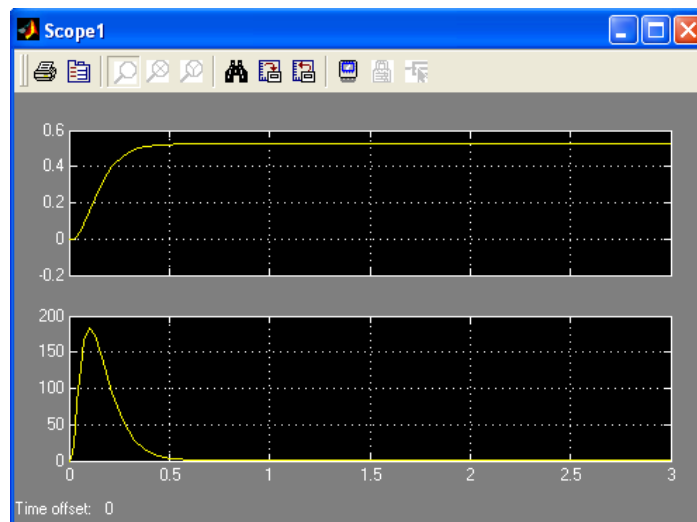
$$k_{\text{ДЭ}} = \frac{U_{3,\text{НОМ}} \cdot \delta_{\omega}}{U - I_1 \cdot R_1} = \frac{198 \cdot 0,1}{220 - 7,5 \cdot 0,054} = 0,09.$$

$$I_1 = I_H = 7,5 \text{ А}.$$

Есептелген жиілікті реттелетін электр жетегінің құрылымдық сұлбасының параметрлерін Matlab бағдарламасында жиіліктік электр жетегінің жылдамдығын реттеу жүйесінің статикалық және динамикалық қасиеттерін бағаладық. Нәтижесі 4.4-4.5 суретте көрсетілген.



4.4 сурет – Жиілікті-реттелетін асинхронды электр жетек моделінің құрылымдық сұлбасы



4.5 сурет – Осциллограф арқылы алынған сипаттамасы



## 5 Өмір тіршілік қауіпсіздік негіздері

Адам, оның құқықтары мен бостандығы Қазақстан мемлекетінің аса маңызды құндылығы болып табылады. Адам мен азаматтың құқықтары мен еркіндігін тану, сақтау және қорғау – бұл мемлекеттің міндеті. Осы жағдайлар Қазақстан Республикасы Конституциясында бекітілген. Адам ең жоғары құндылық болып табылатындықтан, мемлекетте адамның өмірі мен денсаулығын қамтамасыз ету қажеттігі туындайды. Құқықтық іс-шаралары қауіпсіздік еңбек ету жағдайының мемлекеттік стандарттарын белгілейтін құқықтық нормалар жүйесін және олардың орындалуын қамтамасыз ету бойынша құқықтық құралдарын жасаудан тұрады.

Тіршілік ету қауіпсіздігі (ТЕҚ) – бұл тұру ортасында адамның қауіпсіздігін қамтамасыз етуге, оның денсаулығын сақтауға, зиянды және қауіпті факторлардың әсерін рұқсат етілген мәніне дейін төмендету арқылы қорғау әдістері мен құралдарын әзірлеуге, бейбіт және әскери уақыттағы төтенше жағдайлардың салдарын жоюда болатын шығынды шектеу бойынша іс-шараларды жасауға бағытталған іс-шаралар кешені.

Тұру ортасы келесі элементтерден қалыптасады: өндірістік ортадан, тұрмыстық ортадан, қоршаған ортадан (бейбіт және әскери уақыттағы төтенше жағдайларында). Өндірістік орта және еңбек үрдісі жағдайында адамның тіршілік ету қауіпсіздігін қамтамасыз етумен еңбекті қорғау айналысады.

Қауіпсіздікті қамтамасыз ету негізгі үш әдістердің көмегімен жүргізіледі:

- адамның қызмет ету аймақтарын қауіп-қатер мен зияндардың пайда болу аймағымен кеңістікті және уақыт бойынша бөлу. Бұл өндірісті автоматтандыру, еңбекті ұтымды ұйымдастыру, өндірістік кеңістікті жоспарлау және т.б. арқылы қол жеткізіледі.

- машиналардың құралдарын өзгерту, желдетуді қолдану, дыбысты оқшаулау, өндірістік жарықтандыруды жақсарту және т.б. салдарынан қауіптер мен зияндар туындайтын аймақты қалыпты күйге келтіру.

- адамның өндірістік ортаға бейімделуі және оның қорғалуын жоғарылату. Мысалға, оқыту, жеке қорғаныс құралдарын пайдалану және т.б. арқылы.

Еңбек жағдайлары деп еңбек ету үрдісінде адамның денсаулығы мен жұмыс қабілеттілігіне әсер ететін өндірістік сала және еңбек үрдісі факторларының жиынтығы түсініледі [13].

Қауіпсіз еңбек жағдайлары деп жұмысшыларға зиянды және қауіпті өндірістік факторларының ықпалы жоққа шығарылатын немесе олардың деңгейі гигиеналық нормативтерінен аспайтын еңбек жағдайлары түсініледі.

Әлеуметтік-экономикалық шараларға келесілер кіреді: еңбек жағдайларын жақсарту және еңбекті қорғау мақсатында мемлекеттің жұмыс берушілерді ынталандыру шаралары; ауыр еңбекті орындағаны үшін, сондай-ақ, зиянды және қауіпті еңбек ету жағдайларында жұмыс істегені үшін

өтемақы бекіту; жұмысшылардың жекелеген санаттарын қорғау (әйелдерді, жастарды, мүгедектерді және т.б.); міндетті әлеуметтік сақтандыру және кәсіби науқастану мен өндірістік жарақаттану болған кезде өтемақы төлеу және т.б.

Осы дипломдық жобада кәсіпорындарда кран шаруашылығында жиілігі реттелетін электр жетегінің қолданылуы қарастырылады. Жобаның қауіпсіздік және экологиялық мәселелерін көпір кранына қатысты қарастыратын боламыз. Оператордың жұмыс орнына және кей жерде, өндірістік жарақат алу ықтималдығы ең жоғары болатын машина бөліміне ерекше назар аударамыз.

Көпір краны өндірістік циклда көмекші механизм болып табылады. Жобаның қауіпсіздігін және экологиялық мәселелерін көпір кранына қатысты қарастыратын боламыз. Оператордың жұмыс орнына және кей жерде, өндірістік жарақат алу ықтималдығы ең жоғары болатын машина бөліміне ерекше назар аударамыз.

### **5.1 Қауіпті және зиянды өндірістік факторларын сәйкестендіру**

Еңбек жағдайлары дегеніміз еңбек ету үрдісінде адамның денсаулығы мен жұмыс қабілеттілігіне әсер ететін өндірістік орта мен еңбек үрдісіндегі факторлардың жиынтығы болып табылады[13].

Қауіпсіз еңбек жағдайлары деп жұмысшыларға зиянды және қауіпті өндірістік факторларының ықпалы жоққа шығарылатын немесе олардың деңгейі гигиеналық нормативтерінен аспайтын еңбек жағдайлары түсініледі.

Еңбек ету жағдайларының гигиеналық нормативтері – зиянды өндірістік факторлардың деңгейі, ол күн сайынғы (демалыс күндерінен басқа) жұмыста, бірақ барлық жұмыс өтілімі ішінде аптасына 40 сағаттан аспайтын, жұмыс істеу үрдісінде немесе қазіргі және кейінгі ұрпақ өмірінің алыстағы мерзімдерінде заманауи зерттеу әдістерімен анықталатын ауруларды немесе денсаулықтың жай-күйіндегі ауытқуларды тудырмауы тиіс.

Зиянды факторларға ұзақ уақыт ішінде әсер ететін және төмен деңгейіне қарамастан, адамның денсаулығы мен өміріне біртіндеп зиян келтіруі мүмкін факторлар жатады; алайда, қысқа мерзімді әсер еткен кезде адамның ағзасы қандай да болса салдарынсыз оңалып кетуге қабілетті. Қауіпті факторларға қысқа мерзімді әсерлескен кезде зағыптануға немесе өлімге алып келуі мүмкін факторлар жатқызылады.

Көпір кранының операторына әсер ететін зиянды факторларға мыналар жатқызылады: шу, жарықтың жеткілікті болмауы, діріл, көтеріңкі шандылығы және газдылығы, жоғары температура немесе қоршаған орта температурасының күрт ауытқуы (минустан +60 - 70 °C-қа дейін), жоғары ылғалдылық (80-90%-қа дейін), химиялық реагенттердің әсері. Көтергіш-көлік машинасы, көпір кранының электр жабдығы ретінде көпір кранының өзі

қауіпті факторға жатқызылады. Кейбір факторларды толығырақ қарастырайық.

## 5.2 Кранның әсер ету аймақтарын анықтау

Құрылыстық басты жоспарда потенциалды қауіпті өндірістік факторлар әсер ететін аймақтарды көрсету қажет[13]:

- Жүк көтергіш кран қозғалатын аймақтар, бұл аймақ қорғаныс оқшаулаушыларымен қоршалады;

- Жақын жерде тұрған ғимараттар, қабаттар(қатарлар) үстінде конструкциялық немесе құрылғы монтаждау (демонтаж) жүріп жатады, бұл аймақ сигналды оқшаулағыштармен қоршалады.

Қауіпсіз жұмыс жүргізу жағдайын жасау үшін құрылыс жобасында келесі аймақтар бөлінеді:

- монтаждық – орнату кезінде және элементтерді бекіту кезіндегі жүктің құлауы мүмкін аймақтары (5.1 кесте), ҚБЖ аумағында үзік-үзік сызықпен белгіленеді;

- кранға қызмет көрсету аймақ – кранның ілмегімен сипатталатын аймақ, монтаж кезіндегі  $R_{жұм.}$  кранның жұмыстық қауғасының ұшып кетуімен анықталады (5.1 а сурет, 5.2 сурет);

- жүктің орын ауыстыру аумағы – жүктің орын ауыстыру мүмкін шегінде орналасқан аймақ, кранның ілмегінде ілініп тұрған (5.1 б сурет); формула бойынша анықталады (5.6);

- кран жұмысының қауіпті аймағы – жүктің құлауы мүмкін аймақ, оның құлау кезіндегі шашырау мүмкіндігін ескере отырып оның орын ауыстыруы (5.5 сурет), формула бойынша анықталады (5.7);

- қауіпті кран асты жолдар аймағы – ішінде адамдарға (машинисттен басқа) жүруге және механизмдерді, электр қорғаныстарын және т.б. орнатуға тиым салынған аймақ (5.2 сурет,);

- көтергіштің жұмыс аймағы – көтеріліп жатқан жүктің көтергіштен құлауы мүмкін аймақ (5.6 сурет), бұл аймақ штрих үзік сызығымен белгіленеді;

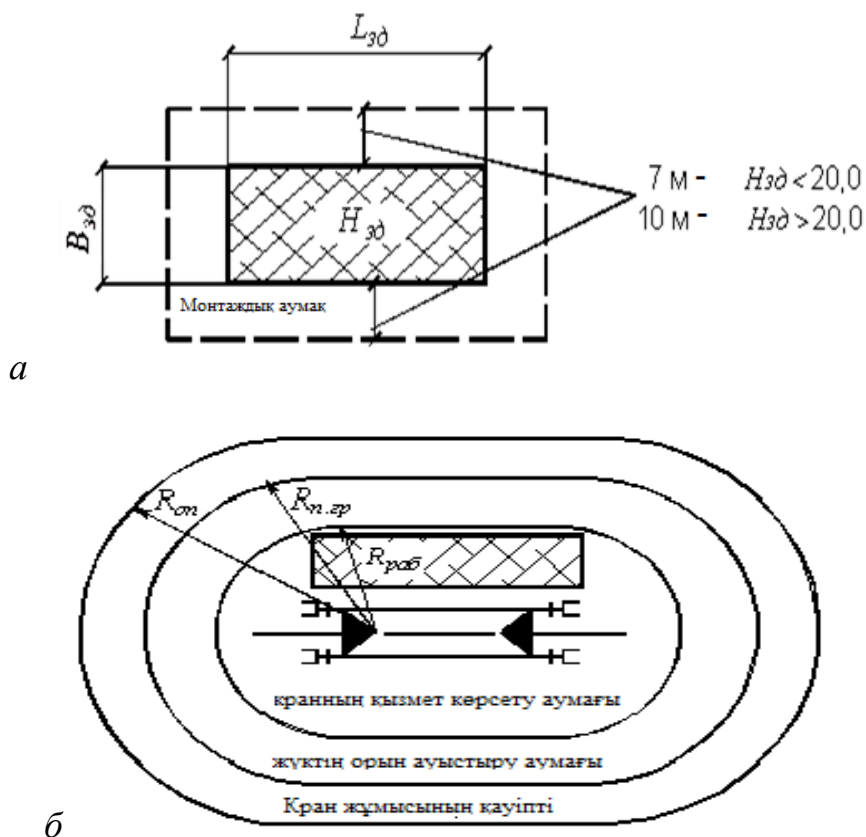
- жолдың қауіпті аймағы - кіреберістер аймағы және белгіленген аймақтың шегі, онда адамдар болуы мүмкін, біріккен кран жұмысына қатыспайтын, көліктік құралдардың қозғалысы жүзеге асады немесе басқа механизмдердің жұмысы. Бұл аймақты ҚБЖ-да штрихпен белгілейді.

5.1 кесте - Жүктің құлау кезіндегі минималды қайту қашықтығы

Жүктің құлауы мүмкін биіктік, м	Жүктің қайту минималды қашықтығы, м	
	Кран орын ауыстыруы кезінде	Ғимараттан құлау кезінде
10	4	3,5



Е с к е р т у: жүктің құлауы мүмкін биіктіктің аралық мағынасы олардың ұшып кету минималды қашықтығы анықтауға жол беретін тәсіл ол – интерполяция тәсілі[13].



*a* – монтаждық аймақтар; *б* – қызмет көрсету аймағы, жүктің орын ауыстыруы, кранның қауіпті аймақтары қауіпті аймақ шегараларында техникалық қауіпсіздік таңбаларын орнатады

5.1 сурет – Жер үсті бөлігіне мұнаралық ғимарат тұрғызу кезінде немесе рельстік белгілік кран орнату кезіндегі қажеттік аймақтарын анықтау

Жүктің орын ауыстыру аймағы келесі жолмен анықталады:

$$R_{\text{жүк о.а.}} = R_{\text{жұм.}} + 0,5l_{\text{max}} = 10 + 0,5 \cdot 4 = 12, \quad (5.1)$$

мұндағы  $R_{\text{жұм.}}$  – кранның жебе ұшу максималды жұмысы, м;

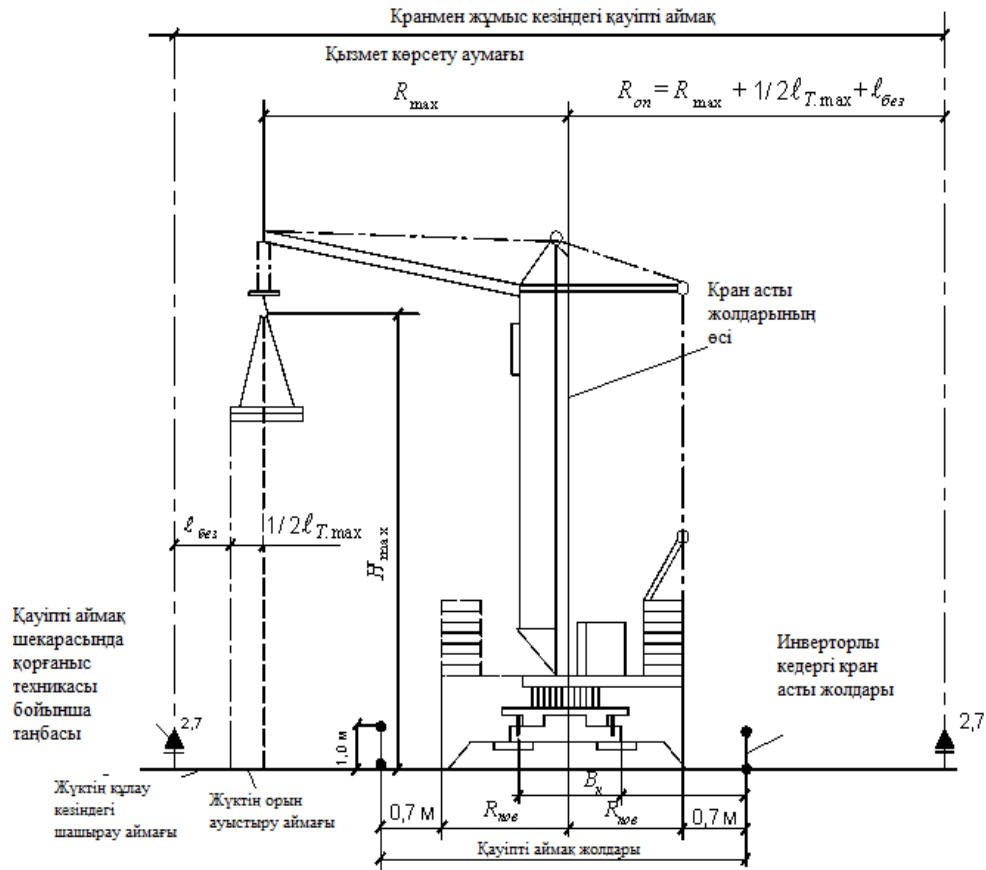
$l_{\text{max}}$  – үлкен жүк орын ауыстыру ұзындығының жартысы, м.

Мұнаралы крандар үшін қауіпті аймақтағы кран жұмысының шекарасы келесі формуламен анықталады:

$$R_{\text{қауіпті}} = R_{\text{жұм.}} + 0,5l_{\text{max}} + l_{\text{қауіпсіз}} = 10 + 0,5 \cdot 4 + 3,5 = 15,5, \quad (5.2)$$

мұндағы:  $l_{\text{қауіпсіз}}$  – қауіпсіз жұмыс үшін қосымша ара қашықтық – кран қозғалысының динамикалық әсерінен және желдің қысым күшінің әсерінен ілмекте тербелуінің әсерінен құлаған жағдайда жүктің шашырау мүмкіндігі.

Жүктің құлауы мүмкін биіктігіне байланысты және 5.1 кестесі бойынша қабылданады.



## 5.2 сурет – Белгілеу сұлбасы және мұнаралы кранның аймағын есептеу

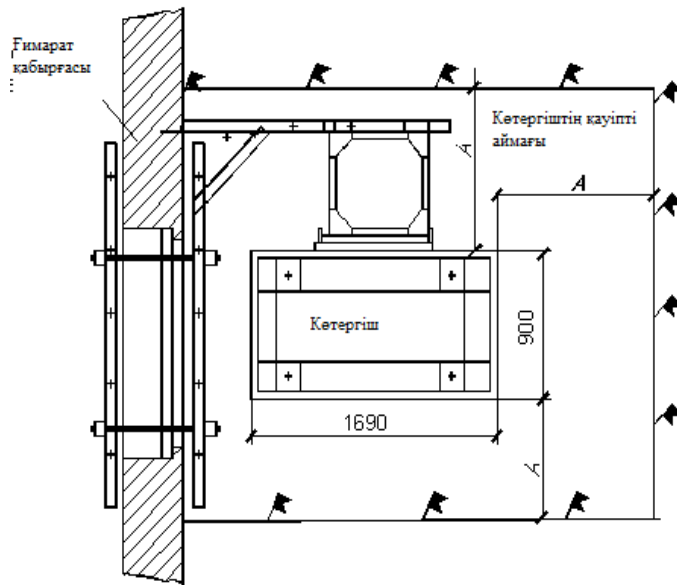
Жебелік кран үшін, жебені ұстап тұру үшін жабдықталған құрылғы, жұмыстың қауіпті аймағы келесі формула бойынша есептелінеді[14]:

$$R_{\text{қауіпті}} = R_{\text{жұм.}} + 0,5l_{\text{max}} + l_{\text{қауіпсіз}} = 10 + 0,5 \cdot 4 + 3,5 = 15,5. \quad (5.3)$$

Жүк көтеру биіктігі  $h = 10$ -ден  $l_{\text{қауіпсіз}} = 0,3h + 1 \text{ м} = 4 \text{ м}$ , ал үлкен биіктікте – сонымен қатар монтаждық аумақта.

А қауіпті аймағының ұзындығы 20 м биіктікке көтерілу кезінде 5 м –ден жоспардағы көтергіш габаритінен кем емес кезінде беріледі, ал 20 м-дей әр 15 м сайын көтеруге 1 м – ден қосылады.

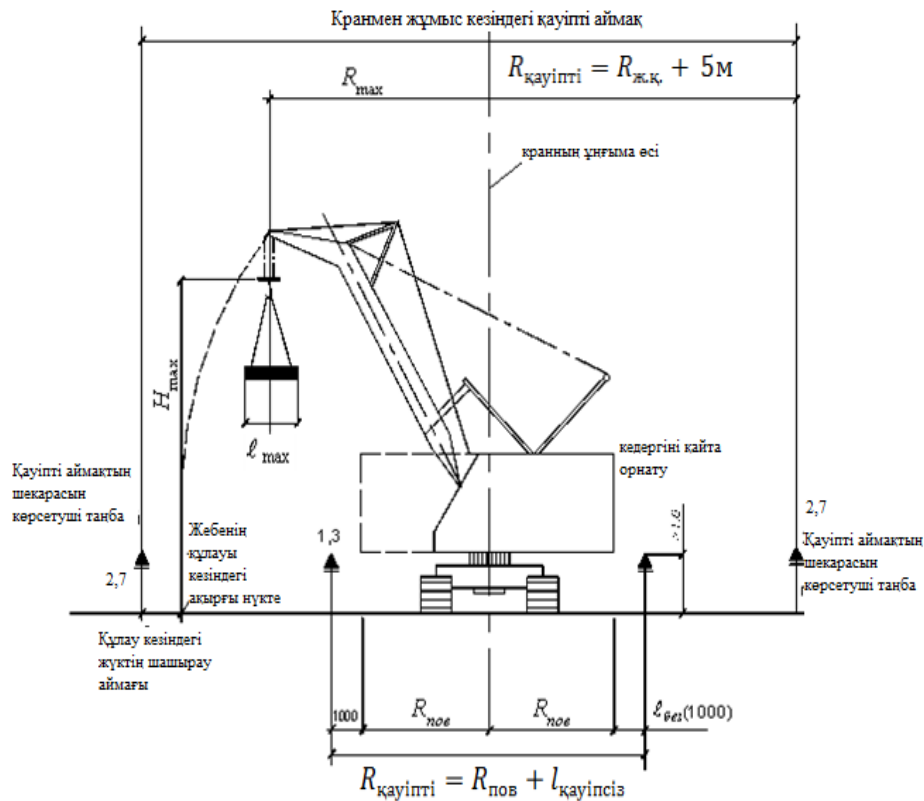
$$A = 5 + \frac{1}{15} (H_{\text{көтеру}} - 20) = 5 + \frac{1}{15(10-20)} = \frac{13}{15} = 0,8666. \quad (5.4)$$



5.3 сурет – Жүк көтергіш жұмыс кезіндегі қауіпті аумақтарды анықтау

Жебелі крандар үшін, жабдықталмаған құрылғы, құлаудан жебені ұстап тұрушы (5.3 сурет), қауіпті аймақ келесі формула бойынша анықталады[14]:

$$R_{\text{қауіпті}} = R_{\text{ж.қ.}} + 5 = 4 + 5 = 9. \quad (5.5)$$



5.4 сурет – Белгілеу сұлбасы және кранның жебелік аймағын есептеу, құрылғымен жабдықталмаған, жебені құлаудан ұстап тұрушы

### 5.3 Төтенше жағдайлар

Төтенше жағдай – бұл адамдар құрбан болған, адам денсаулығына немесе қоршаған ортаға зиян, қомақты материалдық шығын әкелуі мүмкін немесе әкелген апат, қирау, дүлей немесе өзге апат нәтижесінде қалыптасқан белгілі бір аумақ немесе акваториядағы жағдай.

Қызметкерлерді сейсмикалық белсенділіктен қорғау тәсілдері:

- ҚНЖЕ II-7-81\* «Сейсмикалық аудандарындағы құрылыс»[15] және ҚНЖЕ 2.01.51-90 «Азаматтық қорғаныстағы инженерлік-техникалық шараларын»[16] ескере отырып, сейсмологиялық аймақтары үшін объектілерді жобалау сапасын жоғарылату;

- сейсмикалық аймақтарда сейсмикалық бекем құрылыстарын салу, құрылыс сапасын жоғарылату, құрылыстық нормалары мен ережелерін ұстану, ақауды жоққа шығару;

- осы объектілер салынған алаңдардың сейсмикалық бекемдігін және сейсмикалық сәйкес келуін айқындау;

- ғимараттар мен құрылыстардың сейсмикалық бекемділігін жоғарылату (күшейту), жеткілікті бекем емес құрылыстар мен құрылымдарды бөлшектеу (демонтаждау) бойынша арнайы жұмыстар жүргізу; оқыту іс-шараларын өткізу.

Радиациядан қорғану:

- халықты эвакуациялау;

- радиациядан қорғалған паналарды жасау;

- радиациядан қорғану құралдарын сатып алу;

- қызметкерлерді радиацияға қарсы қорғану құралдарын пайдалануға үйрету;

- қызметкерлерді кезең сайын үйретіп тұру.

Найзағай кезіндегі қорғаныс:

- найзағайдан зақымдану ықтималдығын төмендету үшін адам денесі жермен мүмкіндігінше аз жанасып тұруы тиіс. Ең қауіпсіз тұрыс келесі болып есептеледі: тізерлей отыру, табанды бірге қойып, бас пен кеудені тізе мен білікке қарай төмен түсіріп, екі қолмен тізені қушақтап алыңыз;

- оқшаулауыш материалына: бөрене, тақтай, тас, палатка, түнемел қабы, жіп, рюкзакқа отыруға немесе соның үстіне шығуға болады;

- найзағай кезінде темір бетон төсемінің үстіне мінуге, су қойманың, жайтартқышы жоқ биік объектінің жанында тұруға болмайды;

- басты, арқаны немесе дененің өзге бөліктерін жартасқа, ағаш бұталарына, металл құрылмаларына тигізуге болмайды;

- қатысты түрдегі қауіпсіздік аймағында биік объекті: ағаш, жартас, ДЭП тіреулерінен 1,5-2 метр қашықтығында құрғақ орында тұру қажет;

- қосулы электр құрылғыларының, сымның, металл заттарының жанында тұруға, оларды қолға алуға болмайды, найзағайдан қорғалған жерге тұйықталудың жанында тұруға болмайды;

- жай түскен жер телімдеріден айналып өту керек немесе электрдің таралып кетуі үшін бірнеше минут күте тұрыңыз;
  - найзағай кезінде киім мен денені құрғақ түрде қалдыруға тырысу қажет;
  - жай түскеннен өрт пайда болған жағдайда, дереу өрт сөндіргіштер мен құтқарушыларды шақыру қажет, оны өз күшіңізбен жоюға тырысып көріңіз;
  - зардап шеккендерге көмектесу қажет;
- Басым көпшілік төтенше жайдай келесі себептерден пайда болады:
- жабдықтағы техникалық бұзылудан (негізгі себеп);
  - реттеуші мен оператордың немқұрайлы іс-әрекеттерінен;
- Кранмен төтенше жағдайға алып келуі мүмкін апаттық жағдайлары: кран операторының қатесінен құрылма элементтерімен соқтығысып қалу, өрт.

5.2 кесте - Кранмен төтенше жағдайға алып келуі мүмкін апаттық жағдайлары

ТЖ аталуы	Апаттық жағдай пайда болу шарты	Салдардың даму ықтималы	Апаттың алдын алу жолы мен әдісі	Апатты шектеу әдістері
Кранның стелажбен соқтығысуы	Кранды көтеру қағидаларының бұзылуы	Жүктің адамға құлауы	Қауіпсіздік шынжырын ажырату құрылғысы	Кран тоқтауы
Өрт	Өрт қауіпсіздігі дабылы	Кранның түтеуі мен жануы	Өрт қауіпсіздігі құрылғысы	Кран тоқтауы

Өрт қауіпсіздігі – өрттің пайда болуы мен дамуы және өрттің қауіпті факторларының адамға әсер ету мүмкіндігі регламенттелетін, сондай-ақ, материалдық құндылықтардың қорғалуы қамтамасыз етілетін ықтималдықпен жоққа шығарылатын объектінің жағдайы.

ҚНЖЕ 2.01.02–85 (өртке қарсы нормалары)[17] бойынша ғимараттың өртке төзімділігі II-ші деңгейге сәйкес келеді (ғимараттың салмақ түсетін және қоршайтын құрылмалары жанбайтын табақ пен плиталы материалын қолдана отырып, табиғи немесе жасанды тас материалдарынан, бетоннан немесе темір бетонынан жасалған; жабылған ғимараттарда қорғалмаған болат құрылмаларын қолдануға рұқсат беріледі).

Отқа төзімділік – өрттің әсеріне және оның қауіпті факторларының таралуына қарсыласу қасиеті.

В санаты (өртке қауіпті) Жанғыш және қиын жанатын сұйықтықтар, қатты жанғыш және қиын жанатын заттары мен материалдары (соның ішінде, талшықтар мен шаң), сумен, оттегімен немесе бір-бірімен өзара әрекеттескен

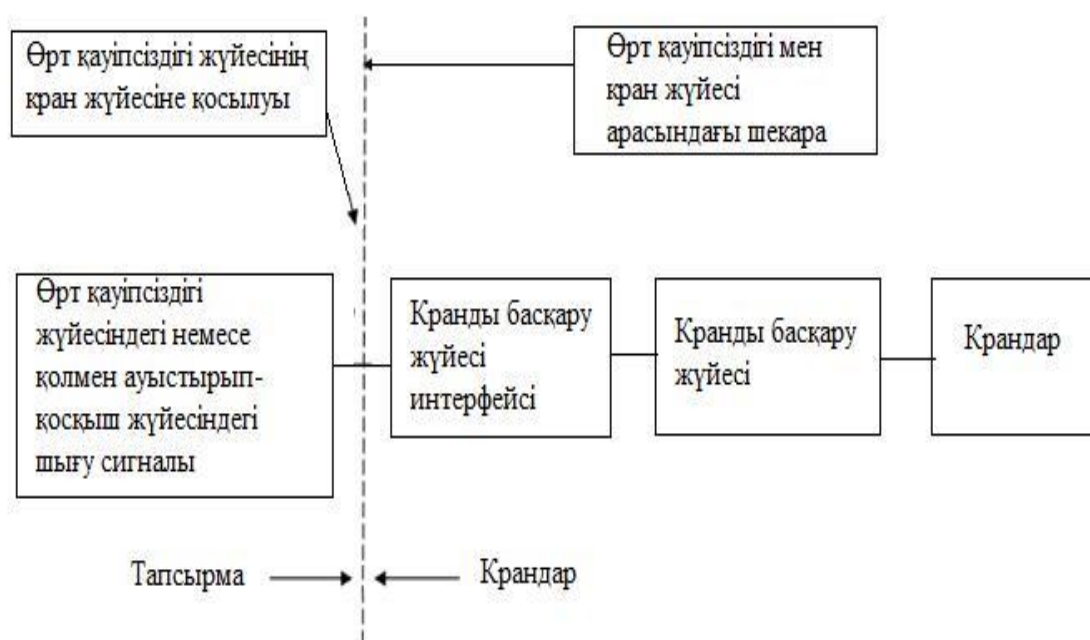
кезде жануға қабілетті заттар мен материалдар, бұл кезде олар қойылған орынжайлар А немесе Б санатына жатқызылмауы тиіс.

ҚР-ғы өрт қауіпсіздігі ережелеріне[18] (ӨҚЕ01-03) сәйкес, жұмыс аймағындағы жануды оқшаулау үшін өрт сөндіру гидранттары, өрт сөндіру шкафына қондырылған көмір қышқыл өрт сөндіргіші қолданылады. Оған кран орнатылып, бас панелден, түтінді және жылуды ескертушілерден, шынысы сындырылатын қолмен өртті хабарлағыштан тұратын ұқсасты өрт сөндіру сигнализациясымен жасақталған.

Кранда өрт сигнализациясы жүйесінің жабдығы қолданылады, оның көмегімен өрт хабарлағыштарына электр қуатын беру қамтамасыз етіледі.

- қолданылады;
- тиісті жабдық арқылы өрттің анықталуы туралы сигналды өрт сөндіру ұйымдарына және автоматты өрт сөндіру жүйелеріне береді;
- жүйенің тиісті түрде қызмет етуін автоматты түрде мониторингілеу үшін қолданылады.

Өрт сигнализациясы жүйесі мен кран жүйесінің өзара әрекеттесу сұлбасы 5.5 суретінде көрсетілген.



5.5 сурет - Өрт дабылы жүйесі қосылуы

Өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету. Автоматты өрт сөндіру жүйесін есептеу әдістемелік- нұсқаулық бойынша орындалады.

Кран цехы орны бір этажды ғимаратта орналасқан. Ені – 8 метр, ұзындығы – 13+5 метр және биіктігі – 6 метр қорғалатын ғимарат.

Өндіріс санаты – А, ғимараттың класы – II. Өндірістік үрдістің өртқауіптілігі бар.

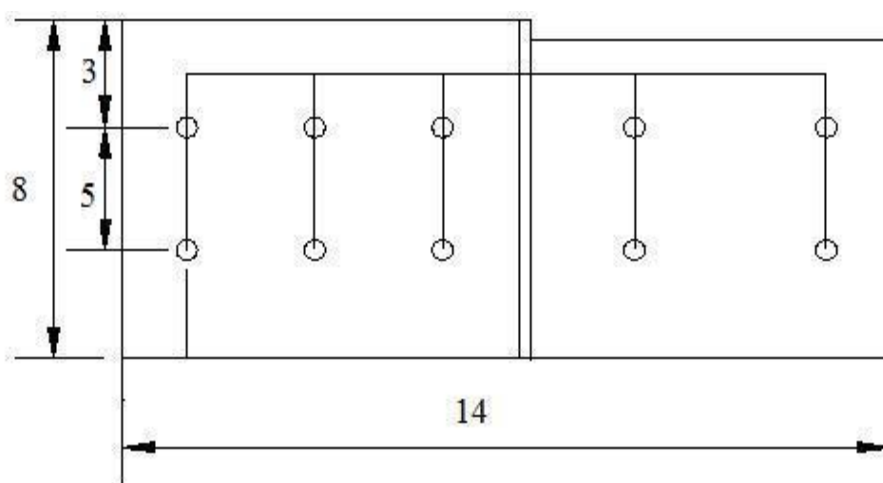
Қорғалатын бөлме - ауданы 13x8+6x5 м, биіктігі 5 м кран цехы орны. Насос станциясы мен қорғайтын бөлменің қоректенетін құбырының кірісіне

дейінгі ара қашықтығы 85 м. Сыртқы су құбыр желісінің арыны 30 м. Кран цехында спринкерлі құрылғының су жіберу қарқындылығы  $J = 0,24 \text{ л / с} \cdot \text{м}^2$ , есептеудің ауданы  $125 \text{ м}^2$ , сөндіру уақыты 60 минут, бір спринкерлі су сепкіштің қорғау аумағы  $F_c = 12 \text{ м}^2$ .

Гидравликалық есептеуге қатысатын су сепкіштердің саны:

$$n = \frac{F_c}{F_c} = 10 \text{ дана.}$$

Кран цехы үшін СВН-10 маркалы спринкерлі су сепкіштерін таңдаймыз. Су сепкіштің шығысының диаметрі  $D=10 \text{ мм}$  ( $K=0,31$ ;  $H_{\text{мин}}=5 \text{ м.}$ ), суландыру радиусы 2м, розеткасы төмен орнатылған аспалы төбеде бекітіледі.



5.6 сурет - Автоматты өрт сөндіру құрылғысының есептік сұлбасы

Бастапқы су сепкіштегі судың шығыны келесідей анықтайды[14]:

$$Q_1 = k\sqrt{H}, \frac{\text{л}}{\text{с}} \quad (5.6)$$

Келесі кез келген спринклердегі су ағысы төмендегідей анықталады:

$$H_{\text{соңғ}} = H_{\text{алдыңғ}} + \frac{L_k \cdot Q_k}{k_m} \text{ м,} \quad (5.7)$$

мұндағы  $H_{\text{алдыңғ}}$  - алдындағы спринклердің ағысы, м;

$L_k$  - қарастырылып жатқан аймақтың ұзындығы, м;

$Q_k$  - қарастырылып жатқан аймақтағы шығын, л/с;

$k_m$  - құбырдың үйкеліс сипаттамасы, л/с<sup>2</sup>, құбыр диаметріне

байланысты.

Құбыр диаметрі келесі формуламен анықталады:

$$d_{mp} = \frac{4Q_k \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot V}, \text{ м.} \quad (5.8)$$

мұндағы:  $V$  – қарастырып жатқан аумақтағы құбыр арқылы өтетін судың жылдамдығы (3...5 м/с аралығында қабылдайды).

Сонымен,

$$H_{\text{дикт}} = H_1 = \left( \frac{I_H \cdot F_c}{k} \right) = \left( \frac{0,24 \cdot 10}{0,31} \right) = 59,94 \text{ м,} \quad (5.9)$$

$$Q_1 = k \cdot H_1 = 0,31 \cdot 59,94 = \frac{2,4 \text{ л}}{\text{с}}. \quad (5.10)$$

Құбырдың шартты өту диаметрін анықтаймыз.

Қатардың оң жақ тармағында екі су сепкіш орнатылған, сондықтан қатар бойынша максималды су шығыны:

$$Q = 2 \cdot Q_1 \approx 2 \cdot 2,4 = 4,8 \text{ л / с.} \quad (5.11)$$

Құбыр бойымен өтетін су жылдамдығы  $V=5$  м/с, сонда:

$$a_{\text{пр}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4,8 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 5}} = 33,61 \text{ мм.} \quad (5.12)$$

Барлық қатардағы құбырдың шартты өту диаметрін 40 мм деп аламыз,  $K_I = 34,5$ К(НПБ 88 – 2001).

Құбырдағы соңғы су сепкішке дейінгі сұйықтың бағдарлы шығыны[14]:

$$a_{\text{пр}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,4 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 5}} = 78,2 \text{ мм.} \quad (5.13)$$

Соңғы су сепкіштен насосқа дейінгі құбырдың шартты өту диаметрін 80 мм деп аламыз,  $K_I = 5800$  .

Есептік нүктелердегі ағыс пен шығын мәндерін анықтаймыз:

а)  $H_1 = 59,94 \text{ м; } Q_1 = K \cdot \sqrt{H_1} = 0,31 \cdot \sqrt{59,94} = 2,4 \text{ л/с;}$

б)  $H_2 = H_1 + L \cdot Q_1 \cdot K_1 = 59,94 + \frac{2 \cdot 2,4}{34,5} = 60,27 \text{ м; } Q = 0,31 \cdot 60,27 = 2,41 \text{ л/с;}$

в)  $H_1 = H_2 + \frac{L(Q+Q)^2}{K_1} = 60,27 + \frac{1,5 \cdot 4,81^2}{34,5} = 61,28 \text{ м.}$



г) I қатардағы қосынды су шығыны. Қатар симметриялы орналасқандықтан, бір тармақтағы шығынды екі еселейміз.

I қатарындағы  $Q_I$  нақты шығыны:

$$Q_I = (Q_1 + Q_2) \cdot 2 = (2,4 + 2,41) \cdot 2 = 9,62 \frac{\text{л}}{\text{с}}. \quad (5.14)$$

д) II қатардағы ағыс пен  $Q_{\text{б}}$  шығынын анықтаймыз:

$$H_2 \cdot H_1 + \frac{L \cdot Q^2}{K_1} = 61,28 + \frac{2 \cdot 9,62^2}{34,5} = 66,64 \text{ м}, \quad (5.15)$$

$$B = Q_I^2 / H_I = 9,62^2 / 66,64 = 1,39, \quad (5.16)$$

$$B = \frac{Q_1^2}{H_1} = \frac{9,62^2}{66,64} = 1,39. \quad (5.17)$$

е) III қатардағы ағыс пен  $Q_{\text{б}}$  шығынын анықтаймыз:

$$B = \frac{Q_2^2}{H_2} = \frac{9,62^2}{66,64} = 1,39, \quad (5.18)$$

$$O_3 = 1,39 \cdot 66,67 = \frac{9,63 \text{ л}}{\text{с}}. \quad (5.19)$$

Әр қатардағы ағыс пен су шығыны жоғарыдағыдай есептелінеді. Қосынды су шығыны[13]:

$$L_{\text{см}} = h_{\text{болме}} = 4,55 \text{ м}, \quad (5.20)$$

$$\Delta h = \frac{(l_{2-6} + l_{\text{стх}} + l) \cdot Q^2}{K_1} = \frac{(35 + 4,55 + 85) \cdot 19,25^2}{5800} = 7,96 \text{ м}. \quad (5.21)$$

III қатардан 1 нүктеге дейінгі құбырдағы ағыстың сызықты шығыны:

$$\Delta h = H_{III} - H_1 = 66,67 - 59,94 = 6,73 \text{ м}. \quad (5.22)$$

III қатардан басқару нүктесіне дейінгі (тік құбырдың ұзындығын қоса алғанда) құбырдағы ағыстың сызықты шығыны:

$$L_{\text{см}} = h_{\text{болме}} = 4,55 \text{ м}. \quad (5.23)$$

Сызықты шығынның қосынды мәні[14]:

$$\Delta h_{\text{сыз}} = 6,73 + 7,96 = 14,69 \text{ м}. \quad (5.24)$$

БКМ (КЗС, J – 1, F200) клапанын таңдаймыз. Ондағы ағыс шығыны:

$$\Delta h_{\text{кл}} = \varepsilon \cdot Q_{\text{кос}}^2 = 3,62 \cdot 10^{-3} \cdot 19,25^2 = 1,34 \text{ м.} \quad (5.25)$$

Сорғыдағы есептік ағыс :

$$H_{\text{нр}} = 1,2 \cdot \Delta h_{\text{сыз}} + \Delta h_{\text{кл}} + Z + H_1 - H_{\text{гар}}, \text{ м.} \quad (5.26)$$

$$H_{\text{нр}} = 1,2 \cdot 14,69 + 1,34 + 4,55 + 59,94 - 30 = 53,46 \text{ м.} \quad (5.27)$$

Осы мәндерді ескере отырып, К 100 – 65 – 250 сериялы сорғыны таңдаймыз. Сорғы қуаты 45 кВт.

Бұл бөлімде кран цехы тіршілік қауіпсіздігін қамтамасыз ету қарастырылды. Өндіріс категориясына және өрттің туындау себептеріне байланысты газ реттеу станциясының өрт қауіпсіздігімен қамтамасыз етілді. Автоматты өрт сөндіру жүйесін есептеу барысында спинкерлі өрт сөндіру жүйесі жүргізілді.

## **6 Экономикалық бөлім**

### **6.1 Крандық құрылғыларға арналған электр жетек жүйесін таңдау нұсқаларын технико-экономикалық салыстыру**

Крандық құрылғыларға арналған электр жетек жүйесін таңдау салыстырмалы сипаттамаларды талдау негізінде орындалады.

Электр жетек жүйесін таңдау экономикалық бағалау бастапқы шығыстармен, жөндеуге пайдалану шығындарымен, сондай-ақ желіден күрделі жөндеуге дейін пайдалану кезеңінде кран құрылғыларын тоқтату және бөлу үшін тұтынылатын энергия шығындарымен байланысты ең аз шығын қағидатына негізделуі тиіс.

Үздік қаржы көрсеткіштеріне ие жүйе таңдалады. Егер салыстырылатын жүйелердің қаржылық сипаттамалары жақын болған жағдайда (айырмашылығы 15%-дан аспайтын), онда массогабаритті көрсеткіштер және электр жабдығын орналастыру шарттары бойынша қосымша бағалау орындалады[19].

Капиталдық шығын есептелінді және бұл жобаның экономикалық тиімділігі анықталынды.

Реттегіш электр жетегі технологиялық машиналарда, қажет болған жағдайда технологиялық процестерді (жүк көтергіш крандар электр жетегі, эксковатор) жылдам басқара алады. Сонымен қатар қажет болған жағдайда технологиялық режимді орнатуға және аса дәл ұстап тұруға мүмкіндік береді, осылайша бүкіл технологиялық процестерді аса дәлдікпен басқарып отыруға мүмкіншілік береді, сонымен қатар қажет жағдайда технологиялық процестерді түзетіп отыруға мүмкіншілік береді.

Реттегіш электр жетегін пайдалану технологиялық процестерді электр энергия шығынына байланысты оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Жиілікті-реттелетін асинхронды қозғалтқыш жүйесінің құндылығына келесілер жатады:

- АҚ жылдамдық реттеуінің кең ауқымындағы жоғары ПӘК, алдыңғысы барлық реттеу аумағында ротордың аз өлшемді тайғанауымен жұмыс істегендіктен (тайғанаудың аз шығынымен);

- жылдамдық реттеудің бірқалыптылығының мүмкіндігін және талап етілген сипаттамаларды жасайтын және реттеу заңдарын қамтамасыз ететін реттеудің жақсы қасиеттері;

- қысқа тұйықталған роторлы АҚ жүйесінде қолданылатын сенімділік.

## 6.2 Капиталдық салымдар мен эксплуатациондық шығындарды есептеу (бастапқы нұсқа)

Капиталдық салымдар құрылғының еркін көтерме бағасына байланысты және транспорттық – монтаждық шығынмен анықталады, келесі кестеде келтірілген[20].

6.1 кесте – Өндірістік қорлар бойынша капиталдық салымдар

№	Өндірістік қорлардың негізгі атаулары	Саны, дана	Бір тауардың көтерме бағасы, мың.тг	Толық құны, мың. тг.	Транспорттық -монтажды шығындыр, мың.тг	Толық бастапқы құны, мың.тг
1	Электр қозғалтқыш	1	750	750	180	930
2	Контакторлар	7	25	175	65	240
3	Электрмагнитті тежегіш	1	150	150	35	185
4	Резисторлар	16	0,5	8	2,5	10,5
5	Уақыт релесі	3	1	3	1	4
6	Аралық реле	1	0,75	0,75	0,25	1
7	Кернеу релесі	1	16	16	4	20
	Барлығы		943,25	1102,75	287,75	1390,5

Капиталдық салымдардың жалпы сомасы келесі формула бойынша есептелінеді:

$$K_{\text{жалпы}} = K_{\text{қ,ж}} + K_{\text{ж,с}} + K_{\text{м}} + K_{\text{б,с}}, \text{ мың. теңге,} \quad (6.1)$$

мұндағы  $K_{\text{ж,с}}$  – жабдықты сатып алуға жұмсалатын капиталдық салымдар;

$K_{\text{қ,ж}}$  – құрылыс жұмыстарының капиталдық салымдары;

$K_{\text{м}}$  – монтаждық және іске қосу-жөндеу жұмыстарының

капиталдық салымдары;

$K_{б.с}$  – басқа капиталдық салымдар (ең алдымен, тасымалдауға кеткен шығындарды құрайды).

$K_{ж.с}$  – 943,25 мың. теңге;

$K_{қ.ж}$  – 1102,75 мың. теңге;

$K_{м}$  – 1390,5 мың. теңге;

$K_{б.с}$  – 287,75.

$$K_{жалпы} = 1102,75 + 943,25 + 1390,5 + 287,75 = 3724,25 \text{ мың. теңге.}$$

Эксплуатационды шығындарды анықтаймыз:

$$I = I_a + I_{и} + I_{ea} + I_{би} + I_{жж}. \quad (6.2)$$

мұндағы  $I_a$  – амортизациалық аударым;

$I_{и}$  – пайдаланылған электрэнергия шығыны;

$I_{жж}$  – электр құрылғыларын жөндеу жұмыстар құны;

$I_{ea}$  – жылдық қалыпты эксплуатация үшін еңбек ақы;

$I_{би}$  – басқа шығындарға  $I_{би}$ .

1. Амортизациялық аударымды  $I_a$  келесі формула бойынша табамыз[20]:

$$I_a = (H \cdot \Phi) / 100\%, \quad (6.3)$$

мұндағы  $H$  – орташа жылдық норма амортизациясы (12%);

$\Phi$  – қондырғының бастапқы бағасы, теңге.

$$I_a = (12\% \cdot 1390500) / 100\% = 166860 \text{ теңге.}$$

2.  $I_{и}$  электр энергиясының шығынының құны мына формула бойынша анықталады:

$$I_{и} = \Delta \mathcal{E} \cdot T, \quad (6.4)$$

мұндағы  $\Delta \mathcal{E}$  – электр энергияның жылдық шығыны, кВт/сағ;

$T$  – 1 кВт/сағ энергия тарифі (17,81 теңге).

$\Delta \mathcal{E}$  электр энергиясының жылдық шығыны келесі формула бойынша анықталады[20]:

$$\Delta \mathcal{E} = P_2 \cdot \frac{1-\eta}{\eta} \cdot K_{жс} \cdot T, \quad (6.5)$$

мұндағы  $P_2$  – электр қозғалтқыш білігіндегі номиналды қуат (55 Вт);

$\eta$  – электр жетегі жүйесінің п.э.к. ( $\eta=0,9$ );  
 $K_{жс}$  – қуат бойынша жүктеу коэффициенті ( $K_{жс}=0,9$  деп алынады);  
 $T$  – жұмыс уақытының қоры ( $T=5000$ сағ).

$$\Delta \mathcal{E} = 55 \cdot \frac{1-0,9}{0,9} \cdot 0,9 \cdot 5000 = 27500 \text{ Вт/сағ.}$$

$$I_{иt} = 27500 \cdot 17,81 = 489,775 \text{ теңге.}$$

3. Қызмет көрсетуші қызметкерлердің еңбек ақысы және әлеуметтік салықтарды төлеу:

Еңбек ақысы  $I_{ea}$  уақытша – сыйлық ақылы (премия) жүйесі бойынша анықталады, және келесі формула бойынша анықталады:

$$I_{ea} = TC_{opt} \cdot \Phi \cdot N \cdot PK \cdot K_{\delta}, \quad (6.6)$$

мұндағы  $TC_{opt}$  – орташа сағаттық жалақы (249 теңге);

$\Phi$  – бір жылдағы жұмысшының жұмыс уақытының тиімді қоры;

$\Phi = 2120$  адам/сағ;

$N$  – жұмысшылар саны (1 адам);

$PK$  – аудандық коэффициент көрсеткіші, қосымша шығындарды компенсациялау үшін және еңбек шығынын көтеру мақсатында, жұмыстың орындалуына байланысты және ауыр климатты аудандарда тұрып жатуына байланысты еңбек ақысының көбеюі.  $PK=1,3$ ;

$K_{\delta}$  – қосымша еңбек ақы мөлшерін ескеретін коэффициент.

$K_{\delta} = 1,4$ .

$$I_{ea} = 249 \cdot 2120 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1,4 = 960741 \text{ теңге.}$$

Зейнетақы қорына бөлінгеннен кейінгі еңбек ақы:

$$I_{зқ} = I_{ea} - 10\% \cdot I_{ea}, \quad (6.7)$$

$$I_{зқ} = 960741 - 10\% \cdot 960741 = 864667 \text{ теңге.}$$

Әлеуметтік салыққа бөлінген:

$$I_{\delta} = 11\% \cdot I_{зқ}, \quad (6.8)$$

$$I_{\delta} = 11\% \cdot 864667 = 95113 \text{ теңге.}$$

4. Басқа шығындар  $I_{бу}$  мына формуламен анықталады:

$$I_{бу} = 0,05(I_a + I_{и} + I_p + I_{ea}), \quad (6.9)$$

$$I_{бу} = 0,05(166860 + 489775 + 4528736 + 960741) = 264740 \text{ теңге.}$$

5. Техникалық қызмет көрсетуге және электр құрылғыларын жөндеуге кеткен жалпы шығынды есептеу[20]:

$$I_{и} = I_{\partial} + I_{ж} + C_{mat} + H_{и}, \quad (6.10)$$

мұндағы  $I_{\partial}$  – әлеуметтік салыққа бөлу;

$I_{ж}$  – қызмет көрсету мен жөндеу жұмыстарына атсалысқан жұмысшылардың еңбекақысы;

$C_{mat}$  – жөндеуге қажетті материалдардың құны;

$H_{и}$  – үстемелік шығындар ( $I_{ea}$  60%-ы).

$$I_{қос} = I_{ea} \cdot K_{\partial}, \quad (6.11)$$

мұндағы  $I_{қос}$  – қосымша еңбекақы.

$$I_{қос} = 960741 \cdot 1,4 = 1345037 \text{ теңге,}$$

$$I_{ж} = I_{қос} + I_{ea}, \quad (6.12)$$

$$I_{ж} = 1345037 + 95113 = 1440150 \text{ теңге.}$$

$C_{mat}$  құрылғының бастапқы бағасының 3-5%-ын құрайды.

$$C_{mat} = 3 - 5\% \cdot C_{құр}, \quad (6.13)$$

мұндағы  $C_{құр}$  – құрылғының бастапқы бағасы.

$$C_{mat} = 3 - 5\% \cdot 1102750 = 551374 \text{ теңге.}$$

Үстеме шығындар жұмысшының еңбекақысының 60%-ын құрайды:

$$H_{и} = 60\% \cdot I_{ea}, \quad (6.14)$$

$$H_{и} = 60\% \cdot 960741 = 576445 \text{ теңге.}$$

Электр құрылғыларының техникалық қызмет көрсетуіне және жөндеуге кеткен жалпы шығындар:

$$I_{и} = 1440150 + 95113 + 551374 + 576445 = 2663082 \text{ теңге.}$$

6. Эксплуатационды шығындардың қосындысы:

$$И=166860+489775+960741+210365+95113=2084797 \text{ теңге.}$$

Есеп қорытындысы бойынша болжамды шығынды құрамыз.

6.2 кесте - Болжамды шығын

№	Шығын элементтері	Шығын суммасы, теңге
1	Амортизациялық аударым	166860
2	Энергия шығынының құны (немесе пайдаланылған энергия құны)	489775
3	Электр қондырғыларының жөндеуіне кеткен шығындар	2663082
4	Жұмысшының еңбекақысы	960741
5	Әлеуметтік салыққа бөлінген	95113
6	Басқа шығындар	110185
	Барлығы	4485756

**6.3 Капиталдық салымдар мен эксплуатациондық шығындарды есептеу (жобаланатын нұсқа)**

Капиталдық салымдар құрылғының еркін көтерме бағасына байланысты және транспорттық – монтаждық шығынмен анықталады, келесі кестеде келтірілген.

6.4 кесте – Өндірістік қорлар бойынша капиталдық салымдар

№	Өндірістік қорлардың негізгі атаулары	Саны, дана	Бір тауардың көтерме бағасы, мың.тг	Толық құны, мың. тг.	Транспорттық -монтажды шығындыр, мың.тг	Толық бастапқы құны, мың.тг
1	Электр қозғалтқыш	1	650	650	125	775
2	Жиілікті түрлендіргіш	1	520	520	115	635
3	Электрмагнитті тежегіш	1	118	118	20	138
4	Ажыратқыш	2	3	6	1,5	7,5
	Барлығы		1293	1298	261,5	1560

Капиталдық салымдардың жалпы сомасы келесі формула бойынша есептелінеді[20]:

$$K_{\text{жалпы}} = K_{\text{қ.ж}} + K_{\text{ж.с}} + K_{\text{м}} + K_{\text{б.с}}, \text{ мың. теңге,} \quad (6.15)$$

мұндағы  $K_{ж.с}$  – жабдықты сатып алуға жұмсалатын капиталдық салымдар;

$K_{қ.ж}$  – құрылыс жұмыстарының капиталдық салымдары;

$K_{м}$  – монтаждық және іске қосу-жөндеу жұмыстарының капиталдық салымдары;

$K_{б.с}$  – басқа капиталдық салымдар (ең алдымен, тасымалдауға кеткен шығындарды құрайды).

$K_{ж.с}$  – 1298 мың. теңге;

$K_{қ.ж}$  – 1293 мың. теңге;

$K_{м}$  – 261,5 мың. теңге;

$K_{б.с}$  – 1560 мың. теңге.

$$K_{жалпы} = 1293 + 1298 + 261,5 + 1560 = 4412,5 \text{ мың. теңге.}$$

Эксплуатационды шығындарды анықтаймыз:

$$I = I_a + I_{и} + I_{ea} + I_{би} + I_{жж}. \quad (6.16)$$

мұндағы  $I_a$  – амортизациалық аударым;

$I_{и}$  – пайдаланылған электр энергия шығыны;

$I_{жж}$  – электр құрылғыларын жөндеу жұмыстар құны;

$I_{ea}$  – жылдық қалыпты эксплуатация үшін еңбек ақы;

$I_{би}$  – басқа шығындарға  $I_{би}$ .

1. Амортизациялық аударымды  $I_a$  келесі формула бойынша табамыз:

$$I_a = (H \cdot \Phi) / 100\%, \quad (6.17)$$

мұндағы  $H$  – орташа жылдық норма амортизациясы (12%);

$\Phi$  – қондырғының бастапқы бағасы, теңге.

$$I_a = (12\% \cdot 1560000) / 100\% = 187200 \text{ теңге.}$$

2.  $I_{и}$  электр энергиясының шығынының құны мына формуламен анықталады:

$$I_{и} = \Delta \mathcal{E} \cdot T, \quad (6.18)$$

мұндағы  $\Delta \mathcal{E}$  – электр энергияның жылдық шығыны, кВт/сағ;

$T$  – 1 кВт/сағ энергия тарифі (17,81 теңге).

$\Delta \mathcal{E}$  электр энергиясының жылдық шығыны келесі формула бойынша анықталады[20]:



$$\Delta \mathcal{E} = P_2 \cdot \frac{1-\eta}{\eta} \cdot K_{жс} \cdot T, \quad (6.19)$$

мұндағы  $P_2$  – электр қозғалтқыш білігіндегі номиналды қуат (55 Вт);  
 $\eta$  – электр жетегі жүйесінің п.э.к. ( $\eta=0,9$ );  
 $K_{жс}$  – қуат бойынша жүктеу коэффициенті ( $K_{жс}=0,8$  деп алынады)  
 $T$  – жұмыс уақытының қоры ( $T=5000$  сағ).

$$\Delta \mathcal{E} = 45 \cdot \frac{1-0,9}{0,9} \cdot 0,7 \cdot 5000 = 17500 \text{ Вт/сағ.}$$

$$I_{и} = 17500 \cdot 17,81 = 311675 \text{ теңге.}$$

3. Қызмет көрсетуші қызметкерлердің еңбекақысы және әлеуметтік салықтарды төлеу.

Еңбек ақысы  $I_{ea}$  уақытша- сыйлық ақылы (премия) жүйесі бойынша анықталады және келесі формула бойынша анықталады:

$$I_{ea} = TC_{opt} \cdot \Phi \cdot N \cdot PK \cdot K_{\delta}, \quad (6.20)$$

мұндағы  $TC_{opt}$  – орташа сағаттық жалақы (275 теңге);  
 $\Phi$  – бір жылдағы жұмысшының жұмыс уақытының тиімді қоры;

$\Phi = 2120$  адам/сағ;

$N$  – жұмысшылар саны (1 адам);

$PK$  – аудандық коэффициент көрсеткіші, қосымша шығындарды компенсациялау үшін және еңбек шығынын көтеру мақсатында, жұмыстың орындалуына байланысты және ауыр климатты аудандарда тұрып жатуына байланысты еңбек ақысының көбеюі.  $PK=1,3$ ;

$K_{\delta}$  – қосымша еңбек ақы мөлшерін ескеретін коэффициент.  
 $K_{\delta}=1,4$ .

$$I_{ea} = 275 \cdot 2120 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1,4 = 1061451 \text{ теңге.}$$

Зейнетақы қорына бөлінгеннен кейінгі еңбек ақы:

$$I_{зқ} = I_{ea} - 10\% \cdot I_{ea}, \quad (6.21)$$

$$I_{зқ} = 1061451 - 10\% \cdot 1061451 = 955306 \text{ теңге.}$$

Әлеуметтік салыққа бөлінген:

$$I_{\sigma} = 11\% \cdot I_{зқ}, \quad (6.22)$$

$$I_{\partial}=11\% \cdot 9553060=105083 \text{ теңге.}$$

4. Басқа шығындар  $I_{\text{би}}$  мына формуламен анықталады:

$$I_{\text{би}}=0,05(I_a + I_{\text{и}}+I_p+I_{\text{еа}}), \quad (6.23)$$

$$I_{\text{би}}=0,05(187200+311675+2256521+1061451)=190842 \text{ теңге.}$$

5. Техникалық қызмет көрсетуге және электр құрылғыларын жөндеуге кеткен жалпы шығынды есептеу[20]:

$$I_{\text{и}}=I_{\text{жс}} + I_{\partial}+C_{\text{мат}}+H_{\text{и}} , \quad (6.24)$$

мұндағы  $I_{\partial}$  – әлеуметтік салыққа бөлу;  
 $C_{\text{мат}}$  – жөндеуге қажетті материалдардың құны;  
 $H_{\text{и}}$  – үстемелік шығындар ( $I_{\text{еа}}$  60%-ы);  
 $I_{\text{жс}}$  – қызмет көрсету мен жөндеу жұмыстарына атсалысқан жұмысшылардың еңбек ақысы.

$$I_{\text{қос}}=I_{\text{еа}} \cdot K_{\partial}, \quad (6.25)$$

мұндағы  $I_{\text{қос}}$  – қосымша еңбек ақы.

$$I_{\text{қос}}=1061451 \cdot 1,4=1486031 \text{ теңге,}$$

$$I_{\text{жс}}=I_{\text{қос}}+I_{\text{еа}}, \quad (6.26)$$

$$I_{\text{жс}}=1486031+1061451=2547482 \text{ теңге.}$$

$C_{\text{мат}}$  құрылғының бастапқы бағасының 3-5%-ын құрайды.

$$C_{\text{мат}}=3-5\% \cdot C_{\text{құр}}, \quad (6.27)$$

мұндағы  $C_{\text{құр}}$  – құрылғының алғашқы құны.

$$C_{\text{мат}}=3-5\% \cdot 1061451=530725 \text{ теңге,}$$

Үстеме шығындар жұмысшының еңбек ақысының 60%-ын құрайды:

$$H_{\text{и}}=60\% \cdot I_{\text{еа}} , \quad (6.28)$$

$$H_{\text{и}}=60\% \cdot 1061451=636870 \text{ теңге.}$$

Электр құрылғыларының техникалық қызмет көрсетуіне және жөндеуге кеткен жалпы шығындар:

$$I_{ш} = 2547482 + 105083 + 530725 + 636870 = 3820160 \text{ теңге.}$$

6. Эксплуатационды шығындардың қосындысы:

$$I = 187200 + 311675 + 2256521 + 123787 + 264740 = 3143920 \text{ теңге.}$$

Есеп қорытындысы бойынша болжамды шығынды құрамыз.

6.5 кесте - Болжамды шығын

№	Шығын элементтері	Шығын суммасы, теңге
1	Амортизациондық аударым	187200
2	Энергия шығынының құны (немесе пайдаланылған энергия құны)	311675
3	Электр қондырғыларының жөндеуіне кеткен шығындар	3820160
4	Жұмысшының еңбекақысы	1061451
5	Әлеуметтік салыққа бөлінген	105083
6	Басқа шығындар	190842
	Барлығы	5676411

#### 6.4 Жобаның экономикалық тиімділігіне есептеу

Екі нұсқаны салыстыру үшін минимум келтірілген шығындар әдісі қолданылады.

Келтірілген шығындар мынадан тұрады [20]:

$$KШ_з = C + E_n \cdot K, \quad (6.29)$$

мұндағы  $C$  – эксплуатационды шығындардың жылдық сумма (теңге);

$K$  – капиталды салым;

$E_n$  – капиталды салымдардың экономикалық тиімділігін салыстыратын нормативті коэффициент ( $E_n = 0,15$ ).

$$KШ_б = 2084797 + 0,15 \cdot 1390500 = 2293372 \text{ теңге,}$$

$$KШ_{жс} = 2645637 + 0,15 \cdot 1560000 = 2150467 \text{ теңге.}$$

Есептеулерді салыстыра отыра бірінші нұсқаның тиімділігі көрінеді.

Экономикалық тиімділігі екі нұсқаны салыстыру жолымен анықталады: бастапқы және жобаланатын нұсқа:

$$\Delta = KШ_б - KШ_{жс}, \quad (6.30)$$

мұндағы  $KШ_б$  – бастапқы нұсқа бойынша келтірілген шығындар, теңге;  
 $KШ_ж$  – жобалау нұсқасы бойынша келтірілген шығындар,  
теңге.

$$\Delta = 2293372 - 2150467 = 142905 \text{ теңге.}$$

Бірінші нұсқадағы экономикалық тиімділік тең:

$$E_e = (I_1 - I_2) / (K_2 - K_1), \quad (6.31)$$

$$E_e = (2645637 - 2084797) / (1560000 - 1390500) = 3,3$$

$$T_{ом} = (K_2 - K_1) / (I_1 - I_2)$$

$$T_{ом} = (1560000 - 1390500) / (2645637 - 2084797) = 1 \text{ жыл}$$

Келесі шарттағы нұсқа тиімді болып есептелінеді:

$$E_e \geq E_n, 3,3 \geq 0,15$$

$$T_{ом} \leq T_n, 1 \text{ жыл} \leq 6,7 \text{ жыл}$$

Экономикалық тиімділік жасалған жұмыс пен өндірістік істің нәтижесінің арасындағы қатынаспен бағаланатын қорытынды болып табылады. Есептелген нәтиже бойынша бастапқы нұсқаның тиімділігін анықтадым. Тиімділік көрсеткіштері өндіріс орнының қаржылық жұмысын бағалау үшін және инвестициялық саясат пен баға беру үшін қолданылады. Бағалаудың белгісі ең аз келтірінді шығындар болып табылады.

## Қорытынды

Заманауи техникаларында «ЖТ-АҚ» жүйесімен автоматты басқарылатын, жиілікті реттелетін асинхронды электр жетектер кең қолданылады. Бұл басқару жүйесі техникалық тұрғыдан бірнеше мақсаттарды шешуге, сонымен қатар энергияны үнемдеу үшін де қолданылады.

Бұл дипломдық жұмыста көпірлік кранның тағайындалуы, құрылысы, жұмыс режимдері келтіріліп, олардың электр жетектеріне және басқару жүйелеріне қойылатын талаптары тұжырымдалған.

Көпірлік кранның электр жетектерінің жүйелеріне талдау жасалып, ең тиімді электр жетегінің жүйесі ретінде «жиілікті түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш» жүйесі таңдалған.

Көпірлік кранның жүктемелеріне есептеулер жүргізіліп, есептік қуат пен жылдамдыққа сәйкес қуаты 55 кВт болатын 5AI280S8 типті асинхронды қозғалтқыш таңдалды. Қозғалтқыштың алмастыру сұлбасының параметрлері анықталған және оның табиғи механикалық және электр механикалық сипаттамалары тұрғызылған.

Автоматтандырылған электр жетектің күштік сұлбасы жобаланып, Altivar 71 типті жиілікті түрлендіргіш таңдалған және оның элементтерінің параметрлері анықталды. Электр жетегінің басқару жүйесі жобаланған. Электр жетегінің басқару жүйесі Matlab 2010 бағдарламалық пакетінің көмегімен, тиімді өтпелі процесстері алынды.

Өмір тіршілік қауіпсіздік негіздері, сонымен қатар қауіпті және зиянды өндірістік факторлары қарастырылған.

Крандық құрылғыларға арналған электр жетек жүйесін таңдау нұсқалары технико-экономикалық тұрғыдан салыстырылып, капиталдық салымдар мен эксплуатациондық шығындар есептелініп, электр жетегінің экономикалық тиімділігі анықталды.

Дипломдық жұмыстың нәтижелерін талдау бойынша көпірлік кран үшін жобаланған электр жетегі, оған қойылатын талаптарды толық қанағаттандыратындығын көрсетті.

Дипломдық жұмысты орындау кезінде оқу-әдістемелік және оқу жұмыстарының құрылуына, жазылуына, рәсімделуіне және мазмұнына қойылатын талаптар толықтай сақталды[21].

## Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

- 1 Вайнсон А.А. Подъемно-транспортные машины: Учебник для вузов-4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1989. - 536 с.
- 2 Сайт «ААМЖЗ» [www.aztm.kz](http://www.aztm.kz)
- 3 Крановое электрооборудование: Справочник/Под ред. А.А. Рабиновича. М.: Энергия, 1979. - 238 с.
- 4 Справочник по кранам. Т. 1 и 2 / Под ред. М.М. Гохберга. Л.: Машиностроение, 1988. Т. 1. 536 с. Т. 2. - 560 с.
- 5 Справочник по кранам: В 2-х т. Под общей ред. проф. Гохберга М.М. - М.: Машиностроение, 1988. - 559 с с ил.
- 6 Яуре А.Г., Певзнер Е.М. Крановые электроприводы: Справочник. М.: Энергоатомиздат, 1988. - 344 с.
- 7 Шеховцев П.В. Расчет и проектирование ОУ и электроустановок промышленных механизмов / М.:ФОРУМ, 2010. - 352 с.
- 8 Москаленко В.В. Автоматизированный электропривод. М.:1986.-416 с.
- 9 М.Г. Чиликин, М.М. Соколов, В. М. Терехов, А.В. Шинянский Основы автоматизированного электропривода. Учеб. пособие для вузов. М., «Энергия», 1974. - 568 с.
- 10 Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. Учебник для ВУЗов. – М.: Изд. Центр «Академия», 2006
- 11 Анхимюк В.Л. Теория автоматического управления. – Мн.: Дизайн ПРО, 2002. - 352 с.
- 12 Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебн. пособие. - СПб.: КОРОНА принт, 2001. - 320 с.
- 13 Хакімжанов Т.Е. Еңбек қорғау. Жоғары оқу орындары үшін оқу құралы. – Алматы: «ЭВЕРО», 2008 - 240 б.
- 14 Приходько Н.Г. Безопасность жизнедеятельности: Конспект лекций. – Алматы: ВШП «Милет», 2012. - 366 с.
- 15 ҚНЖЕ II-7-81 «Сейсмикалық аудандарындағы құрылыс».
- 16 ҚНЖЕ 2.01.51-90 «Азаматтық қорғаныстағы инженерлік-техникалық шаралар».
- 17 ҚНЖЕ 2.01.02-85 «Өртке қарсы нормалар».
- 18 ӨҚЕ 01-03 «ҚР-ғы өрт қауіпсіздігі ережелері».
- 19 Түзелбаев Б.И. Сала экономикасы: оқу құралы – Алматы, 2007.
- 20 Жакупов А.А., Валиева Л.Ш. Дипломдық жобаларда экономикалық бөлімін орындау: 5В071800 - Электр энергетикасы мамандығы студенттеріне арналған экономика бөлімін орындауға әдістемелік нұсқаулықтар. – Алматы: АЭЖБУ, 2015. - 34 б.
- 21 Оқу-әдістемелік құжаттама. Оқу-әдістемелік және оқу жұмыстарының құрылуына, жазылуына, рәсімделуіне және мазмұнына қойылатын жалпы талаптар – Алматы, 2014.

