

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ғ. ДӘУКЕЕВ АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА
ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр машиналары және электр жетегі кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»

Кафедра меңгерушісі

т.ғ.к., профессор Оржанова Ж.К.

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

«_____» _____ 20__ ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: Жүрдек жолаушы лифтісінің автоматтандырылған электр жетегі

5B071800 – «Электр энергетика» мамандығы бойынша

Орындаған Есенгельдиев Данияр Надирханович, ЭАТКк – 16-4

(студенттің аты – жөні, тобы)

Жетекші Алдибеков Исабай Танирбергенович т.ғ.д., профессор

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

«_____» _____ 20__ ж.
(қолы)

Кеңесшілер :

Техникалық бөлімі бойынша:

_____ (ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
«_____» _____ 20__ ж.
(қолы)

Экономикалық бөлім бойынша :

Тузелбаев Б.И.э.ғ.к. доцент

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

«_____» _____ 20__ ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

Мусаева Ж.К.б.ғ.к доцент

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

«_____» _____ 20__ ж.
(қолы)

Пікір жазушы :

Исаханов Муратбек Жанабатырович т.ғ.к., ҚазҰАУ профессоры

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

«_____» _____ 20__ ж.
(қолы)

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ғ. ДӘУКЕЕВ АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА
ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр энергетика және электртехника институты
5B071800-«Электр энергетика» мамандығы
Электр машиналары және электр жетегі кафедрасы

жұмысты орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Есенгельдиев Данияр Надирханович
(аты - жөні)

Жұмыс тақырыбы Жүрдек жолаушы лифтісінің автоматтандырылған
электр жетегі

Ректордың « 11 » 11 2019 №147 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: « 28 » мамыр 2020 ж.
Жұмысқа бастапқы деректер (талап етілетін жұмыс
нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері)

Лифт қондырғысының техникалық параметрлері: Жүк көтергіштігі 800 кг;
Лифт кабинасының массасы 500 кг; Көтеру биіктігі 45 м; Қабаттар
(бекеттер) саны 16; Кабинаның максимал рұхсат етілген удеуі $1,8 \text{ м/с}^2$;
Кабинаның максимал рұхсат етілген жылқыуы 4 м/с^3 ; Көтеру
механизмінің п.э.к. 0,85; Беріліс саны 9, электр қозғалтқышының
параметрлері мен сипаттамалары

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

- 1 Лифтлер туралы жалпы мағлұматтар
- 2 Лифтінің электр жетегінің негізгі күштік элементтерін таңдау
- 3 Электр жетегінің басқару жүйесін жобалау және негізгі
параметрлерін есептеу
- 4 Асинхронды электр қозғалтқыштың табиғи және жасанды электр
механикалық және механикалық сипаттамасын тұрғызу
- 5 Асинхронды қозғалтқыштың имитациялық моделін құру және MatLab
бағдарламасында өтпелі үрдістерін зерттеу
- 6 Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі
- 7 Экономикалық бөлім

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1 Лифттің құрылысы

2 Лифттің кинематикалық сұлбасы

3 Асинхронды электр жетегінің негізгі құрылымдық сұлбасы

4. Асинхронды қозғалтқыштың орынбасу сұлбасы

5. Асинхронды электр қозғалтқышының табиғи және жасанды механикалық сипаттамасы

6. Асинхронды электр қозғалтқыштың табиғи және жасанды электр механикалық сипаттамасы

7 MATLAB бағдарламасындағы өтпелі үрдістер сұлбасы

8 Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөліміне қатысты сұлбалар

9 Экономикалық бөлімге қатысты сұлбалар

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1 С.Б.Манухин, С.К. Нелидов. Устройство, техническое обслуживание и ремонт лифтов. - М.: Академия, 2004. - 336 с.

2. Лифты. Учебник для вузов /под общей ред. Д.П. Волкова — М: изд-во АСВ 1999. - 480 с.

3 А.В. Зайцев. Асинхронный электропривод подъемно-транспортных машин: учебное пособие. - Саратов: СООО «АН ВЭ», 2011. — 258 с.

4 К.А. Аблязов. Электрооборудование и автоматика подъемно-транспортных машин: учебное пособие. - Новороссийск: МГА им. Ф. Ф. Ушакова, 2010. - 114 с.

5 В.В. Москаленко. Электрический привод: учебник. -М.: Издательский центр «Академия», 2009.- 368 с.

Жұмыс бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Арнайы бөлім	Алдибеков И.Т.		
Өміртіршілігі қауіпсіздігі бөлімшесі	Мусаева Ж.К.		
Техника- экономикалық бөлімі	Тузелбаев Б.И.		

Диплом жұмысын дайындау
К Е С Т Е С І

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1	Техникалық бөлім	18.11.2019	
2	Лифтінің электр жетегінің негізгі күштік элементтерін таңдау	20.12.2019	
3	Қозғалтқыштың $\frac{U_H}{f_H} = const$ жиіліктік реттеу заңына сәйкес жасанды механикалық және электрмеханикалық сипаттамаларын есептеу	10.03.2020	
4	Электр жетегінің басқару жүйесін жобалау және оның негізгі элементтерінің параметрлерін есептеу	20.04.2020	
5	Асинхронды қозғалтқыштың математикалық моделін және құрылымдық сұлбасын құру, параметрлерін есептеу	30.04.2020	
6	Асинхронды қозғалтқыш пен түрлендіргіштің динамикалық сипаттамаларын MatLab бағдарламасында зерттеу	05.05.2020	
7	Жұмыс орнының еңбек қорғау жағдайын талдау	10.05.2020	
8	Лифт құрылғыларына арналған электр жетек жүйесін экономикалық тиімділігін бағалау арқылы таңдау.	12.05.2020	
9	Дипломды рәсімдеу	28.05.2020	

Тапсырманың берілген уақыты «18» қараша 2019ж.

Кафедра меңгерушісі

(қолы)

Оржанова Ж.К., т.ғ.к., профессор
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жұмыс жетекшісі

(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Алдибеков И.Т. т.ғ.д., профессор

Орындалатын тапсырманы

қабылдаған студент

(қолы) (аты -жөні)

Есенгельдиев Д.Н.

Аңдатпа

Бұл дипломдық жобада көпқабатты үйлерде орналасқан жүрдек жолаушылар лифтісінің автоматтандырылған электр жетегі қарастырылған. Негізгі бөлімде жолаушылар лифт электр жетегі жайлы жалпы мағлұматтар келтіріліп, олардың электр жетектеріне және басқару жүйелеріне қойылатын талаптар тұжырымдалған. Лифт үшін ең тиімді электр жетек жүйесі ретінде «жиіліктік түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш» жүйесі таңдалынған.

Лифтінің жүктемелеріне есептеу жүргізіліп, есептік қуатқа сәйкес қуаты 11 кВт қысқаша тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқышы таңдалған. Лифтінің электр жетегінің негізгі және қосымша күштік элементтері таңдалып, есептеулер жүргізілген және де қозғалтқыштың орынбасу сұлбасының параметрлері анықталған. Таңдалған электр қозғалтқыштың табиғи және жасанды механикалық және электрмеханикалық сипаттамалары тұрғызылды.

Жобада автоматтандырылған электржетектің күштік сұлбасы жобаланып, жиіліктік түрлендіргіш таңдалды және оның элементтерінің параметрлері анықталды. Электр жетегінің басқару жүйесі жобаланды және оның негізгі элементтерінің параметрлері есептелді. Асинхронды қозғалтқыштың және жиілік түрлендіргіштің математикалық моделі мен құрылымдық сұлбалары құрылды. Оның динамикалық сипаттамалары зерттеліп, MatLab бағдарламасында өтпелі үрдістері алынды.

Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде лифт жүйесі қолданылатын мекемедегі еңбек қорғау жағдайы талданды және төтенше жағдай кезіндегі эвакуациялық уақыт есептелінді.

Экономикалық бөлімде лифтіге арналған электр жетек жүйелерінің экономикалық тиімділігін бағалауға қатысты есептеулер жүргізілді.

Аннотация

Этот дипломный проект предусматривает автоматизированный электропривод скоростных пассажирских лифтов, расположенных в высотных зданиях. Основной раздел содержит общую информацию об электроприводе пассажирских лифтов. Сформулированы требования к их электроприводам и системам управления. Наиболее эффективной системой электропривода для лифта является система «преобразователь частоты - асинхронный двигатель».

Рассчитана нагрузочная диаграмма лифта, и выбран асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором с номинальной мощностью 11 кВт. Были выбраны основные и вспомогательные силовые элементы электропривода лифта. Проведены расчеты и определены параметры схемы замещения двигателя. Построены естественные и искусственные механические и электромеханические характеристики выбранного электродвигателя.

Разработана силовая схема автоматизированного электропривода, выбран частотный преобразователь и определены параметры его элементов. Приведены математические модели и структурные схемы асинхронного двигателя и преобразователя частоты. Были изучены его динамические характеристики и получены графики переходных процессов в программе MatLab.

В отделе безопасности жизнедеятельности была проанализирована ситуация с охраной труда на объекте, где используется система лифта, и было рассчитано время эвакуации в случае чрезвычайной ситуации.

В экономическом разделе были сделаны расчеты для оценки экономической эффективности систем электропривода для лифтов.

Abstract

This graduation project provides for an automated electric drive of high-speed passenger elevators located in high-rise buildings. The main section contains general information about the electric drive of passenger elevators and formulates requirements for their electric drives and control systems. The most effective electric drive system for an elevator is the “frequency converter - asynchronous motor” system.

Elevator loads were calculated, and an 11 kW squirrel-cage induction motor was selected according to the rated power. The main and auxiliary power elements of the elevator electric drive were selected, calculations were carried out, and the parameters of the engine replacement circuit were determined. The natural and artificial mechanical and electromechanical characteristics of the selected electric motor are built.

A power circuit of an automated electric drive is developed, a frequency converter is selected and the parameters of its elements are determined. An electric drive control system is developed and the parameters of its main elements are calculated. A mathematical model and block diagrams of an induction motor and a frequency converter have been created. Its dynamic characteristics were studied and transient graphs were obtained in the MatLab program.

In the section of life safety, the situation with labor protection at the facility where the elevator system is used was analyzed, and the evacuation time in the event of an emergency was calculated.

In the economic section, calculations were made to assess the economic efficiency of electric drive systems for elevators.

Мазмұны

Кіріспе.....	9
1 Лифтлер туралы жалпы мағлұматтар.....	10
1.1 Лифтлердің арналымы және құрылысы.....	10
1.2 Лифтілердің кинематикалық сұлбасы.....	11
1.3 Лифтлердің жұмыс істеу жағдайлары, режимдері және жүктемелері.....	15
1.4 Лифтлердің электр жетегіне қойылатын негізгі талаптар.....	17
1.5 Лифтлерде қолданылатын реттелетін электр жетектер туралы мағлұматтар.....	19
2. Лифт қондырғысының негізгі күштік жабдығын таңдау.....	22
2.1. Лифт электрқозғалтқышының қуатын таңдау және оның параметрлерін есептеу.....	22
2.2 Электрқозғалтқыштың және оның орынбасу сұлбасының параметрлерін есептеу.....	26
2.3 Жиіліктік түрлендіргішті таңдау және оның элементтерінің параметрлерін есептеу.....	30
3 Электржетегінің қозғалтқышының статикалық сипаттамаларын анықтау...40	
3.1 Электр қозғалтқыштың табиғи сипаттамаларын анықтау.....	40
3.2 Таңдалған жиіліктік реттеу заңына сәйкес электрқозғалтқыштың жасанды механикалық және электрмеханикалық сипаттамаларын тұрғызу ..43	
4 Электр жетегінің басқару жүйесін жобалау және оның негізгі элементтерінің параметрлерін есептеу.....	50
4.1 Лифтінің асинхрондық электржетегінің функционалдық сұлбасы.....	50
4.2 Электржетектің құрылымдық сұлбасының элементтерінің параметрлерін есептеу.....	50
4.2.1 Асинхронды қозғалтқыштың математикалық моделін және құрылымдық сұлбасын құру.....	51
4.2.2 Жиілік түрлендіргіштің динамикалық моделі және олардың параметрлерін есептеу.....	55
4.3 Асинхронды қозғалтқыштың динамикалық сипаттамаларын зерттеу және MatLab бағдарламасында өтпелі үрдістерін зерттеу.....	61
5 Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі.....	66
6 Техникo - экономикалық бөлім	78
Қорытынды.....	87
Пайдаланған әдебиеттер тізімі.....	88

Кіріспе

Лифт адамның технократиялық өркениетте жасанды өмір сүру ортасының ажырамас бөлігі болды. Іс жүзінде бір жүз жылдықта адамдардан арнайы білім мен алдын ала дайындықты талап етпей, сенімді жұмыс істейтін ғимараттар мен құрылыстарда жолаушылар мен жүктердің ішкі көлігінің толық автоматтандырылған жүйесін құруға қол жеткізілді.

Қазақстанда, жақын және алыс шетелдерде коммуналдық шаруашылықтың, өнеркәсіптік кәсіпорындардың және қоғамдық және арнайы мақсаттағы күрделі құрылыстардың қажеттіліктерін қамтамасыз ететін әртүрлі конструктивті орындалған лифтілердің үлкен паркі табысты жұмыс істейді.

Қоғамдық дамудың кеңейтілген қажеттіліктері қазіргі заманғы ғылыми-техникалық жетістіктер негізінде ғимараттар мен құрылыстардың ішкі көлік құралдарын үздіксіз жетілдіруді талап етеді.

Лифтілердің және басқа да соған жақын көлік құралдарының (эскалаторлардың, жолаушылар конвейерлерінің және көп турбиналы көтергіштердің) өсіп келе жатқан паркі осы машиналарды монтаждау және техникалық қызмет көрсету техникасын пайдаланудың сенімділігі мен қауіпсіздігін арттыру мақсатында үздіксіз жетілдіруді талап етеді.

Тік көлікті жобалау, тарту есебі және механикалық жабдықтардың механизмдері мен тораптарын есептеудің теориялық негіздері мәселелерінің кең шеңбері қарастырылады. Жұмыс және авариялық режимдерде көтергіш металл конструкциялардың беріктігін есептеу мәселелері қарастырылады. Отандық және шетелдік өндірістің лифт жабдықтары тораптарының әртүрлі конструктивтік шешімдерінің салыстырмалы сипаттамасы келтіріледі және оларды есептеу негіздері баяндалады. Отандық және шетелдік өндірістегі лифтілердің қауіпсіздік құрылғыларының конструкциялары мен есептеу негіздері қарастырылады. Жылдам тежеу ұстағыштарын және инерциялық ролигі бар жылдамдықты шектегішті есептеудің бастапқы әдістемесі келтіріледі.

Бұл дипломдық жұмыста жүрдек жолаушы лифтінің тағайындалуы, құрылысы, түрлері, жұмыс режимдері келтіріліп, олардың электр жетектеріне және басқару жүйелеріне қойылатын талаптары тұжырымдалатын болады.

Заманауи лифтінің техникаларында «ЖТ-АҚ» жүйесімен автоматты басқарылатын, жиілікті реттелетін асинхронды электр жетектер кең қолданылады. Бұл басқару жүйесі техникалық тұрғыдан бірнеше мақсаттарды шешуге, әсіресе экономикалық тиімділігі үшін қолданылады.

1 Лифтлер туралы жалпы мағлұматтар

1.1 Лифтлердің арналымы, түрлері және құрылысы.

Лифт деп адамдарды және жүктерді кабинада көтеруге және түсіруге арналған, қатты тік сызықты бағыттаушы арқылы қозғалатын, тігіне қарай еңкею бұрышы 15 градустан аспайтын мерзімді әрекеттегі стационарлық көтергіш машина аталады.

Лифт тұрғын үй, әкімшілік ғимараттар мен құрылыстардың инженерлік жабдықтарының ажырамас бөлігі болып табылады.

Лифт жолаушыларды, автомобильдерді көп қабатты гараждарда, дүкендерде және сауда орталықтарында өткізеді, өзен және теңіз флоты кемелерінің жұмысын қамтамасыз етеді, жүк таситын көлік және жолаушылар ұшақтарында қолданылады.

Лифт қалалардағы жолаушылар көлігінің ең маңызды және бұқаралық құралдарының бірі болып табылады. Барлық жастағы адамдарды жаппай тасымалдау лифт жұмысының сенімділігі мен қауіпсіздігіне жоғары талаптар қояды. Лифттердің арналымы бойынша лифтілердің мынадай түрлерін бөліп көрсетуге болады:

- жолаушылар лифті - адамдарды көтеруге және түсіруге арналған;
- жүк - жолаушылар мен жүктерді тасымалдауға арналған, еден ауданы мен есік ойығының ұлғайтылған көлемі бар;
- аурухана - науқастарды көтеруге және түсіруге арналған, оның ішінде медперсоналмен бірге арнайы көлік құралдарында;
- жүк - жүктерді көтеруге және түсіруге арналған;
- жүк-шағын жүк-адамдарды тасымалдауға мүмкіндік бермейтін кабина өлшемдері бар шағын жүктерді көтеруге және түсіруге арналған.;
- арнайы (стандартты емес) - қолданудың ерекше жағдайларына арналған және арнайы әзірленген техникалық шарттар бойынша дайындалатын.

Көтергіш механизм жетегінің түрі бойынша:

- ауыспалы немесе тұрақты токтың электр қозғалтқышынан жетегі бар электр лифтілері;
- көтергіш гидроцилиндр немесе айналмалы типті гидроқозғалтқышы бар шығыр түріндегі жетегі бар гидравликалық лифтілер.

Кабинаның қозғалысын беру механизмінің конструкциясы бойынша:

- кабинасы шығырдың тартқыш арқандары арқылы қозғалатын арқанды лифтілер;
- кабинаның қозғалысы тартқыш шынжырлар арқылы жүзеге асырылатын шынжырлы, кескіш және бұрандалы лифтілер, бұрандалы-гайка немесе жетекті тістегеріш-тісті рейка жүйесі.

Жүкшығырдың арқанды органынан қозғалыстарды тарту арқандарына беру тәсілі бойынша:

- барабанды шығыры бар лифттер;

- арқанды жүргізетін шкиві бар лифттер.

Кабинаға арқандардың әсер ету тәсілі бойынша: кабинаның жоғарғы арқанды аспасы бар және сығылған лифтілер, оларда тартқыш арқандар кабинаны төменнен қамтиды.

Тартқыш арқандарды қорлау схемасы бойынша: тік, полиспастты аспа кабинасы бар және арқанды мультипликаторы бар лифттер.

Машиналық үй-жайдың орналасуы бойынша лифтілер ерекшеленеді: жоғарғы немесе төменгі машиналық үй-жайы бар.

Шығыр жетегінің конструкциясы бойынша: шығыр редукторлы және редукторлы жетегі жоқ лифтілер.

Кабинаны көтеру жылдамдығының шамасы бойынша:

- баяу жүретін лифтілер - кабинаның жылдамдығы 1 м/с дейін болғанда;

- жылдам жүретін лифтілер - кабинаның жылдамдығы 1,4 - тен 2 м/с дейін болғанда;

- жылдам жүретін лифтілер-кабинаның жылдамдығы 2 м/с және одан жоғары болғанда.

Кабинаны тоқтату дәлдігі бойынша: дәл тоқтау жүйесі бар және дәл тоқтау жүйесі жоқ лифтілер.

1.2 Лифтілердің кинематикалық сұлбалары

Лифт-бұл шахтаның барлық жағынан қоршалған, қатты бағыттаушы бойынша кабинаның тік қозғалысымен үзік әрекетті көтергіш.

Қазіргі заманғы лифттерде көбінесе ЭЖ жоғарғы орналасуымен кинематикалық схемалар қолданылады, мұндай орналастыру кезінде арқандардың майысуының саны азаяды, бұл олардың ұзақ мерзімділігін арттырады, ПӘК жоғарылайды, тірек конструкцияларына жүктеме азаяды, құны төмендейді. Мен жобалаған лифт осы схемаға жатады.

ЭЖ жоғарғы орналасқан кинематикалық схема мынадай түрде жұмыс істейді: қозғалтқыштан қозғалыс тежегіш муфтасы, редуктор және қосқыш муфтасы арқылы арқандардың көмегімен кабинаны және қарсы салмақты қозғалысқа алып келетін арқанды өткізетін шкивке беріледі.

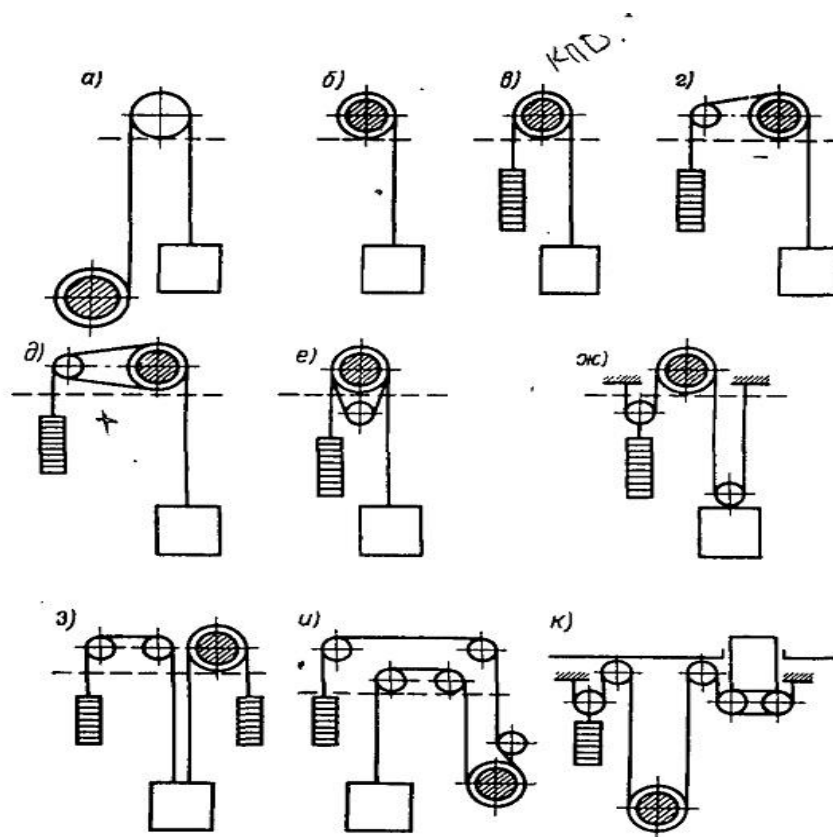
Редуктор қозғалтқыш роторының айналу жиілігін азайту және қозғалтқыштың айналу сәтін ұлғайту үшін қажет.

Қарсы салмақ кабинаны толық теңестіру, жүкті ішінара теңестіру және кабина мен жүк жасайтын кедергінің статикалық сәтін азайту үшін қажет.

Лифт жетегі әр түрлі шекті жылдамдықтар кезінде бастапқы жылдамдық шамасына байланысты еден мен кабина деңгейлерінің ауытқуымен кабинаның тоқтатылуын қамтамасыз етуі тиіс. Бұл үшін қабатқа жақындау кейіннен тежегіш муфтасын қосу арқылы неғұрлым төмен жылдамдықта жүргізіледі, оның көмегімен кабинаны толық тоқтату жүзеге асырылады.

Лифттердің тән кинематикалық схемалары 1.1 суретте келтірілген.

Барабанды арқан жүргізуші органмен схемалар (1.1, а,б сурет) көтерудің шағын биіктігінде қолданылады.



1.1 сурет- Лифтілердің кинематикалық сұлбалары

Барабанды арқан өткізуші орган қарсы салмақ болған және кабинаны 1 немесе 2 арқанға ілінген кезде де қолданылуы мүмкін (1.1, в, г сурет), алайда КВШмен салыстырғанда қандай да бір артықшылығы жоқ.

Лифттің кинематикалық схемаларының көпшілігінің ажырамас бөлігі- қарсы салмақ (1.1, в-сурет).

Қарсы салмақты қолдану екі себеппен шартталған; негізгі себептер: кабина ауырлығының күшін және жүк массасының бөлігін теңестіру есебінен энергияны үнемдеу және КВШ бар шығырларда шкив жиегімен арқандардың ілінуінің жеткілікті күштерін қамтамасыз ету.

Ең жақсы техникалық-экономикалық көрсеткіштер жоғары машиналық бөлмедегі лифттер(1.1 б-з сурет).

Кабинаның және қарсы салмақтың тікелей аспасы бар схемасы (1.1, в сурет) жоғарғы машиналық үй-жайы бар лифттер үшін ең қарапайым және орынды болып табылады.

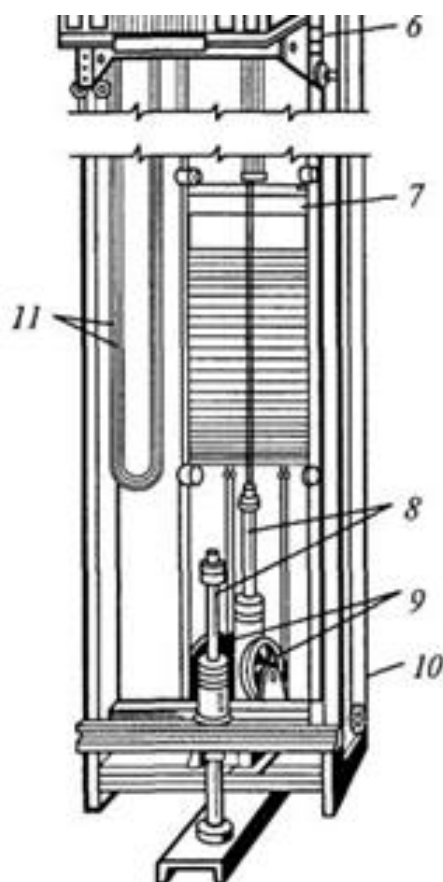
Кабинаның үлкен габариттері кезінде қарсы салмақ орнын ауыстыру еркіндігін қамтамасыз ету үшін арқандардың салмақты қарсы тармағы жағынан бұру блогы орнатылады (1.1, г сурет)..

Бұл кемшілікті өтеу үшін КВШ-ны арқандармен екі рет ұстап тұруды қамтамасыз ететін және бір мезгілде бұру блогының ролін атқаратын контршкиві бар схема қолданылады (1.1, дсурет)..

КВШ астында орналасқан контршкиві бар схема кабинаның лифтінің жоғары жүк көтергіштігі кезінде қолданылады (1.1, е сурет).

Кабинаның полиспасты аспасы бар схема біріздендіру мақсатында бір шығыр әртүрлі жүк көтергіштігі бар лифттерде немесе лифттің жүк көтергіштігін арттыру қажет болған жағдайда қолданылады (1.1, ж сурет).

Кабиначық қарсы салмақ сызбасы (1.1, з сурет) КВШ-ның талап етілетін шеңберлік күшін бірнеше азайту қажет болған жағдайларда қолданылады, сол арқылы арқандардың сырғу мүмкіндігін болдырмайды.



1.2 сурет - Жүрдек жолаушылар лифтінің кинематикалық схемасы

Жылдамдық лифтінің көтергіш қондырғысының жоғарғы бөлігінде (1.2 сурет) машиналық үй-жай, одан төмен-2 бұрғыш шкиві және 4 жылдамдықты ортадан тепкіш шектегіші бар жартылай этаж орналасқан. Төмен шахта, онда 5 лифт кабинасы қозғалады. Қазіргі заманғы лифттерде 1 қозғалтқышынан 5 көтергіштің кабинасына дейін тарту күші әдетте арқанды жүргізетін шкиві бар екі конустық шығыр арқылы беріледі, онда 3 арқандары шкив бетінде бірнеше беткейде сына тәрізді немесе жартылай дөңгелек жолдарда орналасады. Шахтаның төменгі бөлігінде арқандар 9 бағыттаушы шкивтер арқылы өтеді.

Лифтінің жұмыс істеу барысында 5 кабина шақтыда бағыттаушы 6 бойымен қозғалады, олар роликтермен қамтылады. Жүк тиелген кабина

массасының белгілі бір бөлігін теңестіретін 7 қарсы салмақ, сондай-ақ өз бағыттауыштарының бойымен қозғалады. Кабинаның жоғарғы бөлігінде 12 есіктің электржетегі орнатылған, ол рычаг жүйесі арқылы есіктің жармасын жылжытады. Есіктің қозғалтқышына қуат беру иілгіш кабельмен 11 жүргізіледі. Сонымен қатар, басқару және сигнал беру аппараттарының кабинадан жоғары тұрған жабдықпен байланысы жүзеге асырылады, мысалы, басқару қалқанында.

1.3 Лифтлердің жұмыс істеу жағдайлары мен режимдері

Лифтті пайдалану қауіпсіздігінің жоғары талаптары әртүрлі зақымданулар мен авариялар кезінде әрекет ететін арнайы механикалық жабдықтарды қолдану қажеттілігін тудырады. Қозғалтқыш білігінде қалыпты жұмыс кезінде де, авариялық режимдерде де қозғалтқыштан кернеуді алу кезінде тежейтін жетек бар. Лифт кабинасының құрылғысындағы маңызды құрылымдық бөлігі-жылжымалы немесе қозғалмайтын болуы мүмкін еден. Орындаудың бірінші нұсқасы кабинаның толтырылуын бақылауды жүзеге асыру және жолаушылардың кабинаға кіруі кезінде сыртқы шақыру тізбегін ажырату үшін қолданылады. Жылжымалы еденнің ауыстырып-қосқыш құрылғысы жолаушының салмағы 15кг-дан артық болғанда жұмыс істеуі тиіс. Бұл жағдайда есік жетегінің лифтіні қауіпсіз пайдалануды қамтамасыз ететін арнайы конструкциясы болады.

Кабинаның қозғалысы кезінде трос 4 барабанды қозғалысқа әкеледі. 3 сыналар сырғымалы біліктердің айналу нәтижесінде таралып, 2 кененің артқы ұштары ажыратылады (1.2 сурет). Алдыңғы губкалар соңғы бірқалыпты тамаша бағыттаушы ретінде нажимное күш-жігер өсіп, бірте-бірте қарай кіру сыналарды бұл саңылау кенелер. Жоғары жылдамдық қозғалысы кезінде ұстағыштар кабинаның жолы бірнеше метрді құрауы мүмкін..

Лифт қозғалтқышы бәсеңдеткіш арқылы немесе тікелей үйкеліс шкивімен байланысты болуы мүмкін. Осыған сәйкес электр жетегінің екі түрі бар: редуктор және редукторсыз.

Редуктор жетегі 62,8 номиналды жылдамдықтары бар шағын габаритті өлшемдегі қозғалтқыштармен жабдықталады. Ал айналу жылдамдығы 157рад/с (600...1500 айн/мин), сондай-ақ жұмыс кезінде қосымша шу шығаратын редукторлар - өте қымбат редукторлар. Редукторлы лифт жетектерін қолдану, әдетте, кабинаның қозғалыс жылдамдығымен шектеледі (2-5м / с).

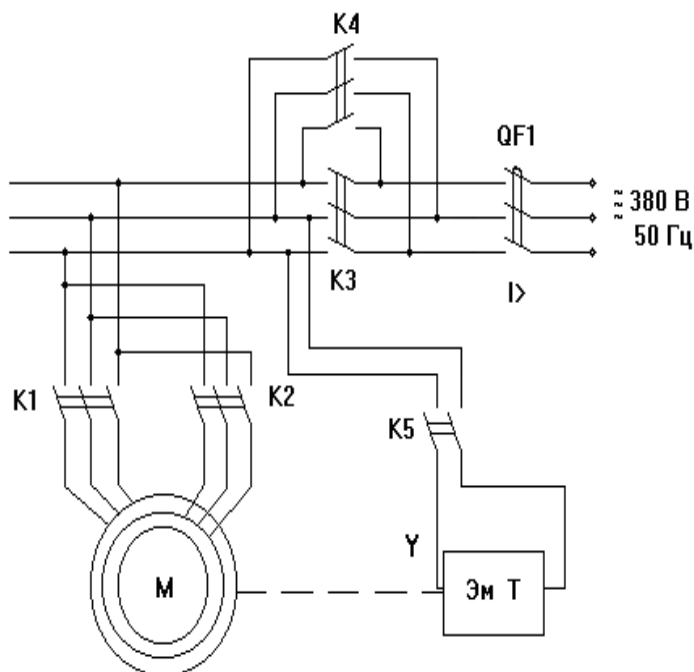
Редукторсыз жетек шағын массадағы және габариттік өлшемдегі номиналды жылдамдықпен тыныш жүргіш қозғалтқыштармен жабдықталады 6,28...12,6 рад / с (60...120айн/мин).

Редуктор жоқ тыныш жүрісті қозғалтқыш жүйенің салыстырмалы шусыздығын қамтамасыз етеді. Редукторсыз жетекте қозғалтқыштың зәкірі мен арқанды жүретін шкив бір білікке орнатылады. Аз бұрыштық жылдамдықтар салдарынан жетектің кинетикалық энергия қоры редуктор

жетектеріне қарағанда аз, бұл өтпелі процестерде энергия шығындарының төмендеуіне байланысты қайта қысқа мерзімді жұмыс режимі бар механизмдер үшін өте маңызды. Редукторсыз жетек негізінен жоғары жылдамдықты лифттерде қолданылады.

Технологиялық режим талаптарына сәйкес 1.3-суретте келтірілген электрқозғалтқышты қосудың принципті электрлік сұлбасы қамтамасыз етеді:

- электрқозғалтқышты іске қосу (контактор К1);
- ротордың айналу бағытын өзгерту (контактор К3- тура айналдыруды, ал контактор К4 – кері айналдыруды қамтамасыз етеді);
- жоғары айналу жылдамдығымен төменге рекуперативті тежелу К2 контакторымен және К1 ажыратумен қамтамасыз етіледі;
- электромагнитті тежегіштің көмегімен тежеу (К5 контакторы);
- қозғалтқышты қызып кетуден қорғау статор тізбегіндегі жылу релесі);
- қысқа тұйықталу тогынан қорғау (QF1 автоматты ажыратқыш).



1.3 сурет–Электр қозғалтқышты қосу сұлбасы

1.4 Лифт конструкциясына және параметрлеріне қойылатын жалпы талаптар

Электр жетек жүйесі кабинаның жылдамдауын шектеуі тиіс (жолаушылар лифттері үшін қолайлылық шарттары бойынша және жүк кеарналған арқанды жүргізу шкивіне қатысты арқанның сырғуы болмауы). Ол сондай-ақ кедергі моментінің өзгеруінің кеншектерінде қосужәне тежеу кезінде бір қалыпты өтпелі процестерді қамтамасыз етуі тиіс. Лифт кабинасы үшін жылдамдықтың, үдеудің және жүлқудың тәуелділігі рұқсат етілген деңгейде жеделдету мен жүлқуды шектеуді ескере отырып салынған.

Негізгі рейстік жылдамдығы 0,71 м/с асатын лифтілер үшін $v_{рев} < 0,36$ м/с тексеру төмен жылдамдығы көзделуі тиіс.

Лифт электр жетегі қабатты қалаң деңгейіне қатысты кабинаның дәл тоқтауын қамтамасыз етуі тиіс (10...20 мм жедел және ауруханалық лифтілер үшін, 35...50 мм). Кабинаның номиналды жылдамдығы 1,4 м/с аспайтын лифтілер үшін көрсетілген тексеру жылдамдығы мен тоқтаудың дәлдігі төмен жылдамдық кезінде лифт электр жетегінің механикалық сипаттамасын жасау арқылы іске асырылады.

Лифт шығыры автоматты түрде жұмыс істейтін тежегішпен жабдықталуы тиіс.

Қолдану қауіпсіздігі және жұмыс сенімділігі-лифт жабдықтарын жобалау, дайындау және пайдалану негізделген негізгі талаптар. Бұл талаптар ПУБЭЛ-да, МЕМСТ-да және лифттерді жобалауға арналған техникалық шарттарда көрініс тапты.

Көрсетілгендермен қатар, лифтілерге мынадай қосымша талаптар қойылады: қабаттық алаң деңгейіне қатысты тоқтаудың дәлдігі; жылдамдық пен тежеу кезінде кабинаның қозғалуының бірқалыпты болуы; жолаушыларды тасымалдау шарттарының қолайлылығы; лифтті пайдаланудың жалпыға қол жетімділігі; жұмыстың шусыздығы; Радиобайланыс және теледидар жүйелерінің жұмысына электромагниттік кедергілердің рұқсат етілген деңгейі.

Кабинаны тоқтату дәлдігі кабина еденінің және қабатты алаңның еденінің белгілері айырмасының шамасымен анықталады. Тоқтаудың дәлсіздігі нәтижесінде пайда болатын табалдырық жолаушыларға қауіп төндіреді және едендік көлікті немесе кабинаны тиеудің монорельсті жүйесін қолдана отырып тиеу-түсіру жұмыстарын қиындатады.

Тоқтаудың дәлсіздігі кабинаның тежегіш жолының жүк салмағына және тежеу сәтіндегі қозғалыс бағытына тәуелділігімен анықталады.

Көтерілетін жүк тиелген кабинаны тежеу кезінде тоқтату түсіру алаңының шегінен сәл төмен болады, ал бос кабина үлкен жолдан өтеді және осы деңгейден жоғары тоқтайды. Төмен қозғалғанда кері көрініс болады.

Кабинаның дәл тоқтау датчигінің шунттары кабинаның және қабаттық алаңның еден деңгейінің айырмашылығы жүк тиелген және бос кабинаның бір бағытта қозғалысы кезінде тоқтауы кезінде бірдей болатындай қашықтықта орнатылады. Сұлбалық түрде бұл 1.8 суретте көрсетілген.

ПУБЭЛ ұсынысына сәйкес кабинаның тоқтау дәлдігі мыналардан аспайтын шектерде ұсталуға тиіс: ауруханалық лифтілер мен монорельсі бар жүк лифтілері үшін ± 15 мм; қалғандары үшін - ± 50 мм. айнымалы үш фазалы токтың басқарылатын жетегін және тұрақты ток жетегін пайдалану кезінде тоқтаудың едәуір үлкен дәлдігіне қол жеткізіледі.

Кабина қозғалысының бірқалыптылығы көтергіш механизмнің үдеуі және тежелуі кезіндегі жылдамдату деңгейімен сандық анықталады.

ПУБЭЛ нормалары бойынша қалыпты пайдалану режимдерінде кабинаның жылдамдауының (бәсеңдеуінің) ең жоғары шамасы мынадай

мәндерден аспауы тиіс: ауруханалық лифтілер үшін - 1 м/с^2 ; басқа түрдегі лифтілер үшін - 2 м/с^2 .

"Тоқта" кнопкасын басу арқылы кабинаны тоқтату кезіндегі баяулаудың ең жоғары шамасы - $9,81 \text{ м/с}^2$ аспауы тиіс.

Кабинаны ұстағыштарға немесе буферге апаттық жағдайларда отырғызу кезінде 25 м/с^2 дейін жылдамдатуға жол беріледі. ,,

Үдеудің физиологиялық әсерінің әсері олардың әрекет ету уақытына байланысты. Мысалы, үдеудің әсер ету уақыты $0,04 \text{ с}$ -тан аз болса, адам ағзасы $30-40 \text{ м/с}^2$ -ге жуық үдеуді қанағаттанарлық түрде ауыстырады. Сондықтан ПУБЭЛ кабинаның баяулауы жылдамдығының қысқа мерзімді асуына жол береді.

Жолаушыларды тасымалдау жағдайларының қолайлылығы қону алаңында лифтті күту уақытының ең аз шамасымен, тоқтаудың бірқалыпты және дәлдігімен, кабинада шу мен дірілдің болмауымен, салонның жақсы желдетуі мен жеткілікті жарықтандырылуы болуымен анықталады.

1.5 Лифтлерде қолданылатын реттелетін электр жетектер туралы мағлұматтар

Тұрақты ток жетектері әдетте жылдамдық лифттерінде қолданылады, себебі өте жақсы реттеу сипаттамаларына ие және лифт кабинасының оңтайлы, сондай-ақ кабинаның тоқтауының жоғары дәлдігіне жақын қозғалыс диаграммасын қамтамасыз ете алады.

Соңғы уақытқа дейін әдетте генератордың қоздырғышы бар "генератор-қозғалтқыш" жүйесі бойынша жетектер қолданылды. Алайда, қазіргі уақытта "тиристорлы түрлендіргіш-қозғалтқыш" (ТТ-Қ) жүйесі бойынша жетек жиі қолданылады. Өзгеруіне қозғалтқыш зәкіріндегі кернеу тиристорлы түрлендіргішінің көмегімен суретте келтірілген жылдамдықты бірқалыпты өзгерту қамтамасыз етіледі.

Тиристорлы түрлендіргіштің маңызды артықшылығы тұрақты ток генераторымен салыстырғанда оның өте аз инерциондылығы болып табылады. Бұл электржетектің қажетті динамикалық сипаттамаларын қалыптастыруды жеңілдетеді. Бұдан басқа, айналмалы түрлендіргіштің (синхронды немесе асинхронды қозғалтқышы бар тұрақты ток генераторының) болмауы шу мен дірілді азайтады.

Алайда, тиристорлы электржетектің кемшіліктері де бар екенін ескеру керек. Олардың негізгілері желіден реактивті қуатты тұтынуды ұлғайтатын қуаттың төмен коэффициенті және тиристорлы түрлендіргіштің жұмысы кезінде қоректендіретін желіде пайда болатын жоғары гармониялық қуаты болып табылады. Соның салдарынан әлсіз қоректендіргіш желілерде ТТ-Қ жүйесін пайдалану қиын.

Сонымен қатар, тиристорлардың бір жақты өткізгіштігі қозғалтқыштың реверсін қамтамасыз ету үшін арнайы сұлбалық шешімдерді қабылдауды талап етеді, бұл басқару схемасын қиындатады.

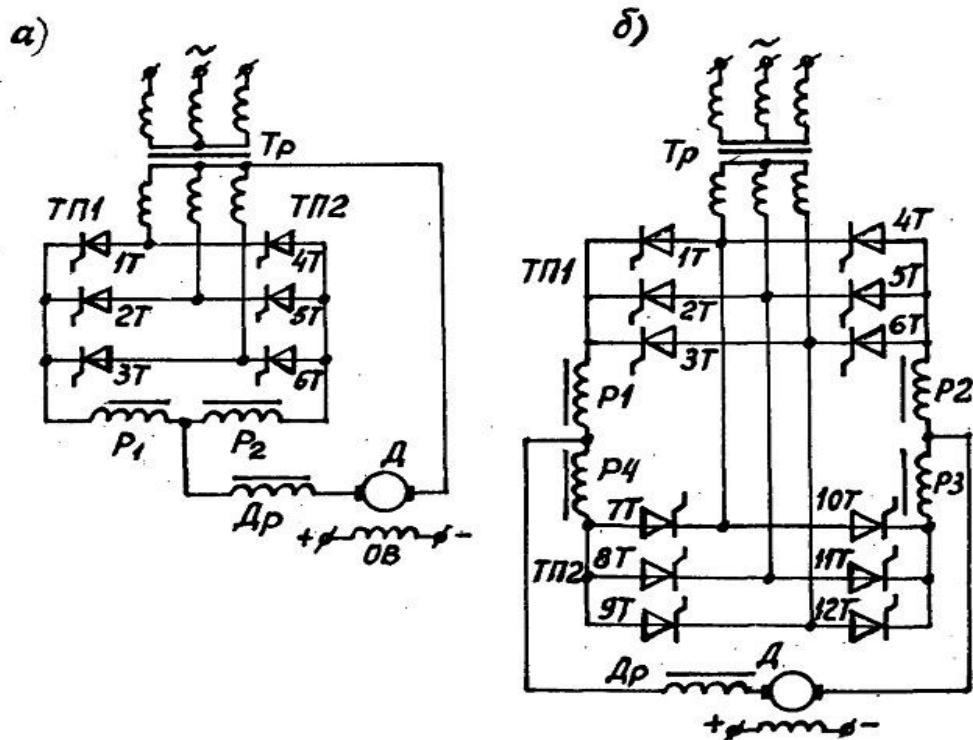
Реверсивті электр жетектерінің сұлбаларын құрудың түрлі тәсілдері белгілі: қозғалтқыштың қозу орамындағы полярлықты өзгерту, зәкір қысқыштарындағы полярлықты арнайы ауыстырып қосқыштармен (реверсорлармен), тиристорлы түрлендіргіштердің екі жиынтығының көмегімен зәкір қысқыштарындағы кернеу полярлығын өзгерту. Ол электр жетегін күрделендіреді және қымбаттатады, себебі тежегіш кезінде жетектің максималды жылдамдығы қамтамасыз етіледі.

Тиристорлық түрлендіргіштердің екі жиынтығы бар реверсивті электр жетектерінің көпшілігі қарсы-параллель схема бойынша орындалады.

Қозғалтқыштың зәкірін қоректендіретін реверсивті түрлендіргіш T_r жалпы күштік трансформаторы бар ТПІ және екі реверсивті емес түрлендіргіштен тұрады.

I және IV квадранттардағы жұмыс, мысалы, 1Т-3Т тиристорлар тобы қосылған кезде жүзеге асырылады (1.5, а сурет) немесе 1Т-6Т (1.5, б сурет), ал II және III квадранттарда-4Т-6Т немесе 7Т-12Т тиристорлары.

1.5, а сурет сұлбасы бойынша түрлендіргіш үшін қозғалу режимі I (III) квадранттарда 1Т-3Т (4Т-6Т) тиристорлар сирек түзетулермен жұмыс істегенде, ал тиристорлардың басқа жиынтығы 4Т-6Т (1Т-3Т) бұл ретте жабық немесе инвертормен жұмыс істеу үшін дайындалған кезде жүзеге асырылады. II (IV) квадранттарда 4Т-6Т (1Т-3Т) тобы инверторлы болып табылады, ал тиристорлардың екінші тобы жабық немесе түзету режимінде жұмыс істеу үшін дайындалған.

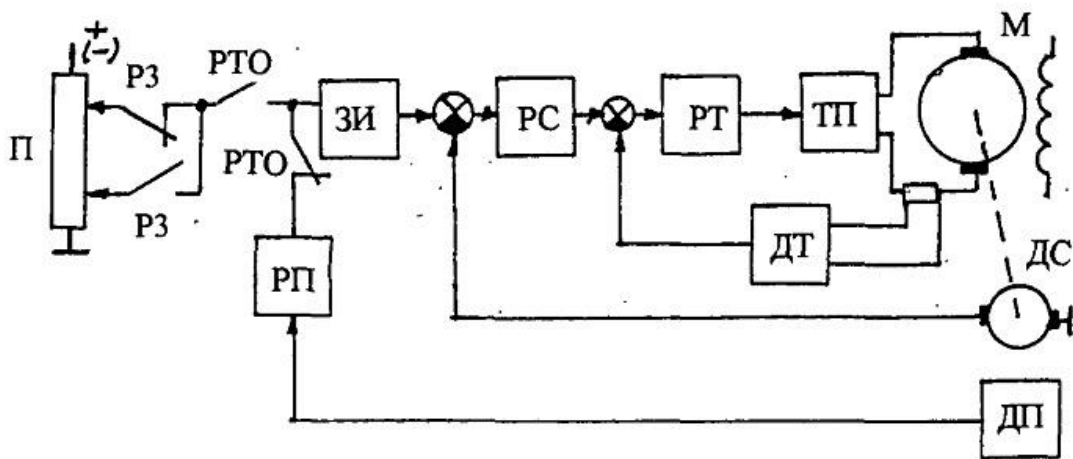


1.5 сурет - Реверсивті тиристорлы түрлендіргіштері бар тұрақты ток жетектерінің күштік сұлбалары

Тиристорлардың реверсивті жиынтығын басқарудың бірнеше жолы қолданылады. Бірлескен басқару кезінде басқару сигналдары екі жиынтыққа, инверторлық топтың ЭҚК орташа мәні түзеткіш топтың ЭҚК кем болмайтындай етіп беріледі. Тиристорлардың екі тобының арасында теңестіруші токтар өтеді. Оларды шектеу үшін P_1 , P_2 теңестіргіш реакторлары орнатылады (1.5, а сурет) немесе P_1 - P_4 (1.5 сурет). Түзетілген токтың пульсациясын тегістеу үшін тегістеуші дроссель D_r қосылған.

Отандық жылдамдық лифтінің жетегінің құрылымы 1.6 суретте көрсетілген. Жетек M қозғалтқышын, 777 тиристорлы түрлендіргішін, РТ тогын реттегішін, РС жылдамдығын реттегішін, РП дәл тоқтау аймағындағы кабинаның орналасуын реттегішін, ДТ тогының датчиктерін, ДП жылдамдығы мен кабина орналасуын, ЗИ қарқындылығы датчиктерін, үлкен және аз жылдамдық сигналдарын тапсырудың потенциометрін, кабинаның межелі қабатының баяулау аймағына кіргенде қосылатын РЗ релесінің байланыстарын, жылдамдық, біркелкі қозғалыс және бәсеңдеу режимдерінде қосылған РТ нақты тоқтау релесінің байланыстарын, дәл тоқтау аймағына кабиналарды орналастыру.

Жетегі қағидаты бойынша салынған бағынышты параметрлерін реттеу (ережелер кабинаның жылдамдығы мен ток), кезде сигнал тапсырмалар ішкі контурдың реттеу (мысалы, ток) анықталады шығу сигналымен реттеуші сыртқы контуры (бұл жағдайда, жылдамдығы). Жетек екі жұмыс режимін қарастырады:



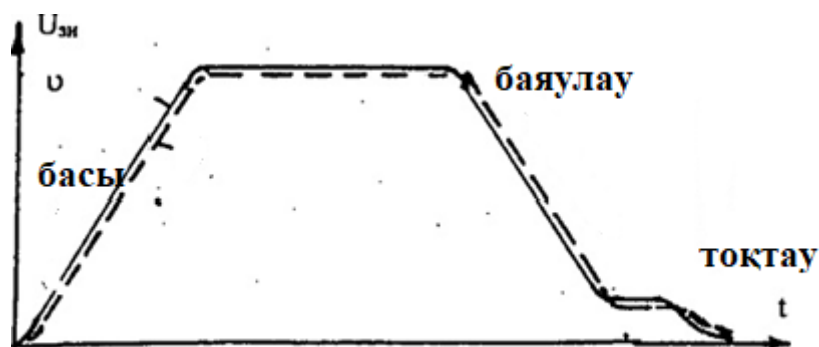
1.6 сурет- Жылдамдық лифтінің тұрақты тогының жетегін реттеу жүйесі

жылдамдығын реттеу, қашан сигнал кіру беріледі көзінен постоянного кернеу арқылы потенциометр Π (жұмыс істейді, екі контурдың жылдамдығын реттеудің және ток), режимі және дәл тоқтау, онда сигнал түседі жағдайы көрсеткішін (датчик) кабинаның ДП (қосылады үшінші контур реттеу ережелері).

Жылдамдықреттеу контуры мен ток реттеу контурдың көмегімен тиісті сигнал бере отырып, қозғалтқыштың жылдамдығы тұрақталған жылдамдыққа дейін өсуі жоғары дәлдікпен орындалады. Кабина тағайындау қабатының дәл тоқтау аймағына жақындағанда РЗ баяулау релесі қосылады, ол өз байланыстарын ауыстырады. Жүктеумен потенциометрден алынатын сигналды жетектің аз жылдамдығын анықтайтын шамаға дейін азайтады. (1.6 сурет).

Кабинаның дәл тоқтау аймағына кіргенде РТО релесі ажыратылады, ол өз контактілерімен (1.6 сурет) П потенциометрі ЗИ қарқындылығын бергіштің кіруінен ажыратады және РП жағдайын реттегіштің шығуын қосады. РП орналасуын реттеуіштің және оның кіре берісінде тұрған жағдай датчигінің шығыс сигналы (осы датчиктің схемасы мен сипаттамалары бұрын сипатталған) кабинаның тоқтауының берілген деңгейінен ауытқуына пропорционал болады, сондықтан кабинаның берілген деңгейге жақындауына қарай бұл сигнал азаяды, ал содан кейін кабинаның қарқындылығы мен жылдамдығы датчигінің шығыс сигналы азаяды (1.8 сурет). Берілген деңгейден кабинаның нөлдік ауытқуына жылдамдық беру сигналының нөлдік мәні де сәйкес келеді. Осылайша, кабинаның тежелуі бұл жағдайда механикалық тежеуіштің пайда болған сәттің есебінен емес, кабинаның берілген деңгейден ауытқуын бақылау және реттеу контурының жағдайы бойынша тұйық жұмыс есебінен осы ауытқуды нөлдік (немесе оған жақын) жақындату есебінен жүзеге асырылады. Бұл ретте кабинаның тоқтау дәлдігі реттелмейтін жетектерге қарағанда едәуір жақсы қамтамасыз етілуі мүмкін.

Лифттің жұмыс режимін қамтамасыз ететін негізгі құрал ЭҮ болып табылады. Жолаушыларды жайлы тасымалдау талаптары ең алдымен ЭҮ жұмыс режимдерімен қамтамасыз етіледі. Жөндеу жұмыстарын жүргізу және шахтаны қарау үшін лифт төмен жылдамдықпен ұзақ жұмыс істеу мүмкіндігі (тексеру режимі) болуы тиіс.



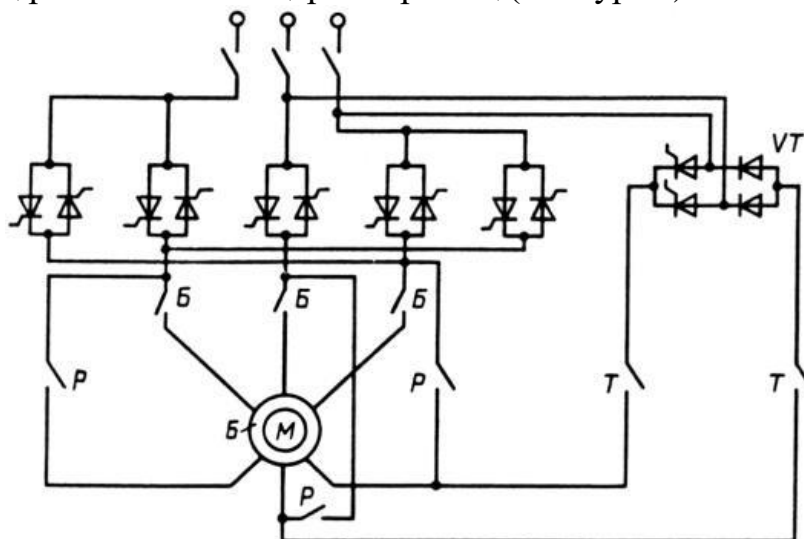
1.7 сурет - Жылдамдық лифтінің тұрақты тогы жетегінің жұмысы кезінде қарқындылық (1) және жылдамдық (2) бергіштің шығыс сигналының өзгеру диаграммасы

1 м / с дейінгі жылдамдықпен лифттер негізінен екі жылдамдықты реттелмейтін ЭЖ негізінде орындалады, статор орамдарының бірі негізгі болып табылады, ал екіншісі ревизия жылдамдығын қамтамасыз етеді.

Қазіргі уақытта жылдамдық лифттерінің жетегі үшін әртүрлі модификациядағы тұрақты токтың тек реттелетін кері қимылдайтын ЭП қолданылады. Редукторсыз жетек, тікелей баяу жүрісті қозғалтқыштың білігіне арқан жүргізу шкивін орнатады. Соңғы модельдер басқару топтарымен келісілген тиристорлы түрлендіргіш—тұрақты ток қозғалтқышы (ТТ—К) жүйесі бойынша орындалған.

Кабинаның жылдамдығы 1,6 м/с болатын жылдам жүретін лифтілер 12-ден 25 қабатқа дейінгі ғимараттарда көбірек қолданылады. Қазіргі уақытта жетек ретінде жылдамдықты параметрлік фазалық реттеумен кернеудің тиристорлы түрлендіргіштері бар реттелетін асинхронды ЭЖ қолданылады.

4:24 полюстер санының арақатынасымен және механикалық берілістегі бұрыштық редуктормен екі жылдамдықты қысқа тұйықталған АҚ бар айнымалы токтың реттелетін ЭЖ қарастырайық (1.8 сурет).



1.8 сурет - Жылдам жүретін лифтінің реверсивті электр жетегінің сұлбасы

Б-үлкен жылдамдықты орау жұмысы; Р - аз жылдамдықты тексеру;

Т-динамикалық тежеу

Күштік түрлендіргіштің тоқымасында үлкен жылдамдық орамасының қоректену тізбегінде орнатылған үш тиристорлы кернеу түрлендіргіші қолданылады.

Аз жылдамдықты орау Т түйіспесімен жартылай басқарылатын бірфазалы түзеткіш VT арқылы қоректендіретін желіге қосылады, оның көмегімен жетек жұмысының тежеуіш режимі жүзеге асырылады. Автоматты басқару жүйесі сандық талдау түрінде орындалған, жылдамдық бойынша кері байланыс бар, сонымен қатар жылдамдық бойынша кері байланыс датчигі ретінде ПДФЗ типті фотоимпульсті датчигі қолданылады.

2. Лифт қондырғысының негізгі күштік жабдығын таңдау

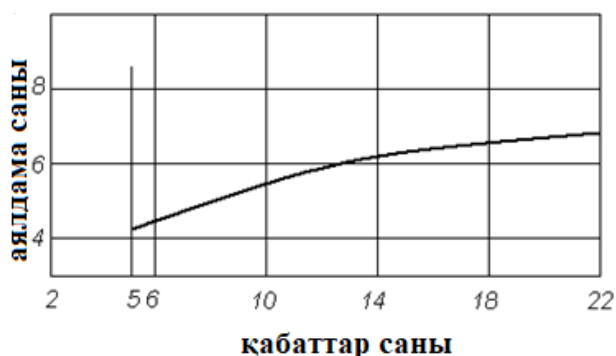
2.1. Лифт электрқозғалтқышының қуатын таңдау және оның параметрлерін есептеу

Дипломдық жобаның тапсырмасы 2.1 кестеде келтірілген.

2.1 кесте - Дипломдық жобаның тапсырмасы

Жүк көтергіштігі, $m_{жк}$, кг	800
Лифт кабинасының массасы, $m_о$, кг	500
Көтеру биіктігі, l , м	45
Қабаттар (бекеттер) саны	16
Кабинаның максимал рұхсат етілген удеуі, a_m , m/c^2	1,8
Кабинаның максимал рұхсат етілген жүлқуы, p_m , m/c^3	4,0
Кабинаның тұрақталған максимал жылдамдығы, v , м/с	2,5
Теңдестіруші арқанның массасы, $m_{ген.а}$, кг	200
Тартушы арқанның массасы, $m_{тарт.а}$, кг	200
Көтеру механизмінің п.э.к., $\eta_{к.м}$	0,85
Арқан тартушы тегершіктің (шкивтің) диаметрі, D , м	0,45
Беріліс саны, i	9

Тұрғын және әкімшілік ғимараттардағы жолаушылар көтергіштері қарсы салмақпен орындалады. Кабинаның биіктігі 50 м артық болған кезде қарсы салмақ пен кабина негізгі көтеруші арқандардан басқа, теңестіруші арқандармен жалғанады. Халықтың тығыздығы шамамен бірдей қабаттардағы ықтимал аялдамалар саны 2.1 сурет бойынша анықталады:



2.1 сурет- Лифт кабинасының аялдамалары санын анықтауға арналған кесте

Осы кестеден аялдамалар санын 7-ге тең қабылдауға болады.

Көтергіштерге қарсы салмақ бос кабинаның ауырлық күшін және номиналды көтерілетін жүктің бір бөлігін теңестіретіндей таңдалады:

$$G_{np} = G_0 + \alpha \cdot G_n + 0,5 \cdot G_{y.k.} \quad [\text{H}] \quad (2.1)$$

мұндағы G_0 – кабинаның ауырлық күші, [H];

α – тепе-теңдік коэффициенті, әдетте 0,4 тең қабылданады;

G_n – номиналды көтерілетін жүктің ауырлық күші, [H];

$G_{y.k.}$ – теңдестіретін арқандардың ауырлық күші, [H].

Аз қабатты ғимараттарға қызмет көрсету кезінде көтергіш арқандардың массасы салыстырмалы түрде аз мөлшерді құрайды және жетек жұмысына аз әсер етеді.

Көтерілу биіктігі 50 м-ге дейін және одан жоғары болғанда арқандардың массасы бірнеше жүз килограмға жетуі мүмкін, бұл кабинаның тепе-теңдеуіне әсер етеді.

Сондықтан көтерудің үлкен биіктіктері бар лифтідегі арқандардың орнын толтыру үшін кабинаны қарсы салмақпен байланыстыратын теңдестіргіш арқандар пайдаланылады. Теңдестіруші арқандардың массасы салмақ көтеруші болып қабылданады.

$$G_0 = m_0 g = 5000 \quad [\text{H}];$$

$$G_n = m_n g = 8000 \quad [\text{H}];$$

$$G_{y.k.} = m_{y.k.} g = 2000 \quad [\text{H}];$$

$$G_{np} = 5000 + 0,4 \cdot 8000 + 1000 = 9200 \quad [\text{H}].$$

Қарсы салмақ болған кезде жүкті көтеру кезіндегі қозғалтқыштың статикалық қуаты:

$$P_c = \frac{(G_0 + G_n - G_{np}) \cdot v}{\eta} \cdot 10^{-3}, \quad [\text{кВт}] \quad (2.2)$$

v – жүкті көтеру жылдамдығы, [м/с];

η – көтергіш механизмнің ПӘКі;

$$v = 2,0 \text{ м/с};$$

$$\eta = 0,8.$$

$$P_c = \frac{(5000 + 8000 - 9200) \cdot 2,0}{0,8} = 9,5 \quad [\text{кВт}].$$

$l = 45$ м биіктігіне лифтің көтерілу уақыты:

$$t = \frac{l}{v} = \frac{45}{2,0} = 22,5 \text{ с} \quad (2.3)$$

$t_{01} = 1 \text{ с}$ – адамдардың лифтке кіру және шығу уақыты;

$t_{02} = 3 \text{ с}$ – лифттің қосылуына, есіктің ашылып, жабылуына кететін уақыт;

$t_{03} = 2,8 \text{ с}$ – лифт кабинасының тездету мен баяулау уақыты.

Шамамен қосудың салыстырмалы ұзақтығын анықтаймыз:

$$ПВ_{сэ} = \frac{2 \cdot t}{2 \cdot t + 9 \cdot t_{01} + 9 \cdot t_{02} + 9 \cdot t_{03}} \cdot 100 = \frac{2 \cdot 22,5}{2 \cdot 22,5 + 9 \cdot 1 + 9 \cdot 3 + 9 \cdot 2,8} \cdot 100 = 42\% \quad (2.4)$$

$$\frac{G_0}{G_n + G_0} = \frac{50000}{50000 + 80000} = 0,38$$

Тәуелділік графигі бойынша осы мән үшін лифттің бос жүріс кезіндегі ПӘКі тең болады $\eta = 0,75$.

$ПВ_{сэ} = 42\%$ үшін қозғалтқыш қуатын тапсақ болады :

$$P_{н1} \approx k \cdot P_c = 1,4 \cdot 9,5 = 13,3 \text{ кВт.} \quad (2.5)$$

$ПВ_{сэ} = 42\%$ үшін номиналды қуаттар мәндері болмағандықтан, жуық мәнге келтіріп, қайта есептеп аламыз $ПВ_n = 50\%$:

$$P_n = P_{н1} \sqrt{\frac{ПВ_{сэ}}{ПВ_n}} = 13,3 \sqrt{\frac{42}{100}} = 8,6 \text{ кВт.} \quad (2.6)$$

Қозғалтқыштың айналу жылдамдығы:

$$n = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D} \cdot i = \frac{60 \cdot 2,0}{3,14 \cdot 0,6} \cdot 23 = 1468,08 \text{ айн/мин,} \quad (2.7)$$

мұндағы D – арқанның диаметрі, м.

Синхрондық жылдамдықтардың шкаласы бойынша қабылдаймыз: $n_c = 1500$ айн/мин.

Есептеу нәтижелері бойынша 4А132М4У3 типті қысқаша тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқышы таңдалды, оның техникалық параметрлері 2.2 кестеде келтірілген.

2.2 кесте - 4А160М8У3 типті АҚ техникалық параметрлері

Қозғалтқыш түрі	4А132М4У3
Номиналдық қуаты P_n , кВт	11
ПӘК, %	0,875
Номиналдық сырғанау S_n , %	2,8
Шектік сырғанау $S_{ш}$, %	19,5
Қуат коэффициенті $\cos\varphi$	0,87
Жүргізу моментінің номинал моментке қатынасы	2,2
Жүргізу тогының номинал токқа қатынасы	7,5
Максимал моменттің номинал моментке қатынасы	3,0
Минималды моменттің номинал моментке қатынасы	1,7
Ротор инерциясының динамикалық моменті, кг*м ²	0,04
Синхрондық жылдамдық, айн/мин	1500

2.2 Электрқозғалтқыштың және оның орынбасу сұлбасының параметрлерін есептеу

Қозғалтқыштың синхрондық жылдамдығы [7,8]:

$$\omega_c = \frac{2\pi f}{p} = \frac{2 * 3,14 * 50}{2} = 157 \text{ с}^{-1}, \quad (2.8)$$

Менде $p=2$ тең

$$n_c = \frac{60 \cdot f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{2} = 1500 \text{ айн/мин}, \quad (2.9)$$

мұндағы $p = 2$ — полюс жұптарының саны.

Қозғалтқыштың номинальдық айналу жылдамдығы [7,8]:

$$\omega_n = \omega_c * (1 - S_n) = 157(1 - 0,028) = 152,6 \text{ с}^{-1}. \quad (2.10)$$

2.3 кестеде 4А132М4У3 типті қысқаша тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыштың орынбасу сұлбасының салыстырмалы бірлікте берілген параметрлері келтірілген.

Қозғалтқыштың номинальдық айналу жылдамдығы:

$$\omega_n = \omega_c * (1 - S_n) = 157(1 - 0,028) = 152,6 \text{ с}^{-1}. \quad (2.11)$$

2.3 кесте - 4А132М4У3 типті асинхрондық қозғалтқыштың орынбасу сұлбасының параметрлері

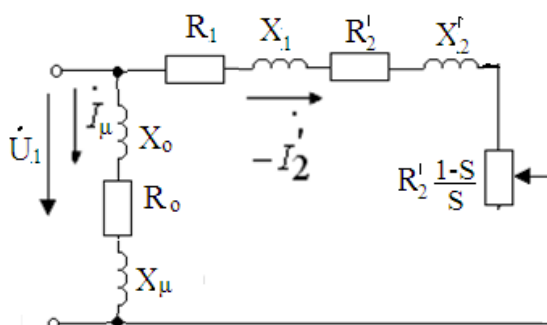
Параметрлер	Мәні, салыстырмалы бірлікте (с.б.)
Статор орамдарының активті кедергісі R_1' , с.б.	0,043
Статор орамдарының шашыранды индуктивті кедергісі X_1' , с.б.	0,085
Ротор орамының келтірілген активті кедергісі R_2'' , с.б.	0,032
Ротор орамының келтірілген шашыранды индуктивті кедергісі X_2'' , с.б.	0,13
Магнитеуші тізбектің негізгі индуктивті кедергісі X_μ' , с.б.	3,2
Қысқаша тұйықталу кедергісі $X_{к.п}$, с. б.	0,15

Статордағы номиналдық фазалық кернеу мен ток:

$$U_{1\phi} = U_{ж} / \sqrt{3} = 380 / \sqrt{3} = 220 \text{ В}; \quad (2.12)$$

$$I_{1н} = \frac{P_n}{3U_{1\phi} \cos\varphi \eta_n} = \frac{11000}{3 * 220 * 0,87 * 0,875} = 21,89 \text{ А}. \quad (2.13)$$

2.2 суретте қозғалтқыштың Г- тәріздес орынбасу сұлбасы келтірілген.



2.2 сурет – Қозғалтқыштың Г- тәріздес орынбасу сұлбасы

Статордың толық кедергісі:

$$Z_n = \frac{U_{1\phi}}{I_{1\phi}} = \frac{220}{21,89} = 10,05 \text{ Ом}. \quad (2.14)$$

Магнитеуші контурдың бас индуктивті кедергісі:

$$X_M = X'_\mu * Z_H = 3,2 * 10,05 = 32,16 \text{ Ом.} \quad (2.15)$$

Г-тәріздес орынбасу сұлбасының жұмыстық контурындағы статордың орамасының активті және шашыранды индуктивті кедергілері (абсолюттік мәндері):

$$R_1 = R'_1(\text{с.б.}) \cdot Z_H = 0,043 * 10,05 = 0,432 \text{ Ом ;} \quad (2.16)$$

$$X_1 = X'_1(\text{с.б.}) \cdot Z_H = 0,085 * 10,05 = 0,854 \text{ Ом.} \quad (2.17)$$

Ротордың орамасының келтірілген активті және шашыранды индуктивті кедергілері (абсолюттік мәндері):

$$R'_2 = R''_2(\text{с.б.}) \cdot Z_H = 0,032 * 10,05 = 0,321 \text{ Ом;} \quad (2.18)$$

$$X'_2 = X''_2(\text{с.б.}) \cdot Z_H = 0,13 * 10,05 = 1,30 \text{ Ом.} \quad (2.19)$$

Қысқа тұйықталудың индуктивті кедергісі:

$$X_k = X_1 + X'_2 = 0,854 + 1,3 = 2,16$$

Өзара индуктивтілікті есептейміз:

$$L_M = \frac{X_m}{\omega} = \frac{X_m}{2\pi f} = \frac{X_m}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} = \frac{32,16}{314} = 0,102 \text{ Гн;} \quad (2.20)$$

Статор орамасының индуктивтілігі:

$$L_1 = \frac{X_1}{\omega} = \frac{X_1}{314} = \frac{0,85}{314} = 0,0027 \text{ Гн} \quad (2.21)$$

Ротордың индуктивтілігі:

$$L_2 = \frac{X_2}{\omega} = \frac{X_2}{314} = \frac{1,30}{314} = 0,0042 \text{ Гн.}$$

Номинальдық момент:

$$M_H = \frac{P_H}{\omega_H} = \frac{11000}{152,6} = 72,08 \text{ Нм.} \quad (2.22)$$

Қозғалтқыштың шектік моментінің мәні:

$$M_{ш} = M_{макс} = m_{ш} \cdot M_H = 3 \cdot 72,08 = 216,24 \text{ Нм.} \quad (2.23)$$

Электрқозғалтқыштың электромагниттік номиналдық моментін мына формула бойынша есептейміз анықтаймыз:

$$M_{н.эм} = \frac{3 \cdot U_{\phi H}^2 \cdot R_2' / S_H}{\omega_c \left[(R_1 + R_2' / S_H)^2 + X_K^2 \right]} = 72,41 \text{ Нм.}$$

Электрқозғалтқыштың бос жүріс моментінің мәнін мына формула бойынша есептейміз:

$$M_{бж} = M_{н.эм} - M_H = 72,41 - 72,08 = 0,34 \text{ Нм}$$

Ротор орамасындағы фазалық ток [7,8]:

$$I_2 = \frac{U_{1\phi}}{\sqrt{\left(r_1 + \frac{r_2''}{S} \right)^2 + (x_1' + x_2'')^2}} = \frac{220}{\sqrt{\left(0,43 + \frac{0,32}{0,025} \right)^2 + (0,85 + 1,3)^2}} = 18,17 \text{ А; (2.24)}$$

Жүргізіп жіберу кезінде сырғанау $S_{ж} = 1$ болады.

Жүргізу кезіндегі ротордағы ток:

$$I_{2ж} = \frac{U_{1\phi}}{\sqrt{\left(r_1 + \frac{r_2''}{S} \right)^2 + (x_1' + x_2'')^2}} = \frac{220}{\sqrt{\left(0,43 + \frac{0,32}{1} \right)^2 + (0,85 + 1,3)^2}} = 96,15 \text{ А; (2.25)}$$

Жүргізу кезіндегі момент:

$$M_{ж} = \frac{3 \cdot (I_2')^2 \cdot R_2''}{S \cdot \omega_c} = \frac{3 \cdot (96,15)^2 \cdot 0,32}{157 \cdot 1} = 58,44 \text{ Нм.} \quad (2.26)$$

Шектік сырғанау $s = S_K = 0,195$

$$I_{2ж} = \frac{U_{1\phi}}{\sqrt{\left(r_1 + \frac{r_2''}{S} \right)^2 + (x_1' + x_2'')^2}} = \frac{220}{\sqrt{\left(0,43 + \frac{0,32}{0,195} \right)^2 + (0,85 + 1,3)^2}} = 73,34 \text{ А}$$

Шектік (максимал) момент $M_{макс}$

$$M_{\max} = \frac{3 \cdot (73,34)^2 \cdot 0,32}{0,195 \cdot 157} = 174,36 \text{ Нм.}$$

Электр жетегінің механикалық бөлігінің инерциясының қорытынды моменті

$$J_{\Sigma} = \delta J_{\delta} + \frac{J_{\delta}}{i_p^2} + (m_{\kappa} + m_{ep} + m_{np}) \left(\frac{R_{\delta}}{i_p} \right)^2 =$$

$$= 1,2 \cdot 0,04 + \frac{10}{23^2} + (500 + 800 + 920) \left(\frac{0,3}{23} \right)^2 = 0,44 \text{ кг/м}^2.$$

Мұндағы δ – жартылай муфтаның және редуктордың инерциясының моментін есепке алатын коэффициент, $\delta = 1,2$;

J_{δ} – барабанның инерциясының моменті, $J_{\delta} = 10 \text{ кг/м}^2$;

J_{δ} – қозғалтқыштың инерциясының моменті, $J_{\delta} = 0,04 \text{ кг/м}^2$;

R_{δ} – барабанның радиусы, $R_{\delta} = 0,3 \text{ м}$;

i_p – редуктордың беріліс саны, $i_p = 23$.

2.3 Жиіліктік түрлендіргішті таңдау және оның элементтерінің параметрлерін есептеу

Лифт қондырғысының тартқыш органының жылдамдығын реттеу үшін жиілік түрлендіргіштерін таңдау кезінде келесі ережелерді басшылыққа алу қажет:

- жетекті қозғалтқыштың номиналды кернеуі жиілік түрлендіргішінің номиналды кернеуіне сәйкес болуы тиіс;

- жиілік түрлендіргішінің номиналды қуаты (тогы) жиілік түрлендіргішінің номиналды қуатына (тогына) сәйкес келуі тиіс;

– бірнеше қозғалтқыштарды қатар қосуға кернеу инверторы бар жиілік түрлендіргіштеріне ғана жол беріледі. Қозғалтқыштарды мұндай қосуға жиілік түрлендіргішінің қуаты (тогы) шегінде рұқсат етіледі (қосылған қозғалтқыштардың жиынтық номиналды қуаты жиілік түрлендіргішінің номиналды қуатына тең немесе кем болуы тиіс);

- ток инверторы бар жиілік түрлендіргіші жеке электржетекпен жұмыс істеуге арналған, яғни оған конвейерлік қондырғының тек бір жетекті қозғалтқышын қосуға болады. Конвейерлік қондырғылардың бірқатар жетекті қозғалтқыштары бар, олар үшін саны қозғалтқыштардың санына сәйкес келетін токтың инверторы бар бірнеше жиілік түрлендіргіштерін пайдалану қажет;

Асинхронды қозғалтқыштың айналу жыламдығын реттейтін жиіліктік түрлендіргіштер мынадай шарттар бойынша таңдалады:

$$I_{н.тпч} \geq I_{н.д};$$

$$U_{н.тпч} \geq U_{н.д},$$

мұндағы $I_{н.тпч}$ - жиіліктік түрлендіргіштің номиналдық тогы;

$U_{н.тпч}$ -жиіліктік түрлендіргіштің номиналдық кернеуі;

$I_{н.д}$ — қозғалтқыштың номиналдық тогы;

$U_{н.д}$ - қозғалтқыштың номиналдық кернеуі.

Демек, түрлендіргіштің кернеуі қозғалтқыш кернеуінен үлкен немесе тең болуы және түрлендіргіштің тогы қозғалтқыш тоғынан үлкен немесе тең болуы керек.

Сонымен қатар, қозғалтқыштың қуатына жиіліктік түрлендіргіштің қуаты сәйкес келуі керек.

Қазіргі заманда Hitachi, Siemens, ABB, Hyundai, сияқты компаниялар заманауи түрлендіргіштерді өндіріп шығарып жатыр. Олардың бір-біріне айырмашылығы бағасы мен сапасында болып тұр.

Келесі техникалық параметрлері бар жолаушылар лифтінің жетегі үшін ӨБ модификациясын таңдаймыз:

- а) Желінің типі – $3 \times 220/380\text{В}+$ - 10%, 50 Гц.
- б) Электр жетегінің есептік қуаты - $P = 11$ кВт.
- в) Жылдамдық диапазоны – от 0 до 1500 айн/мин.
- г) Кедергі моменті - номиналды
- д) Жұмыс режимі - S1.
- е) Құрылғыны қорғау дәрежесі IP54.

Индукциялық қозғалтқыштың номиналды моментін қамтамасыз ету үшін, кернеуі 380 В болғанда, оның орамаларын қосу схемасына сәйкес қосу керек - «Y» ($I_{н.д} = 21.89$ А). Тұрақты моментпен азайтылған жылдамдықта жұмыс жасағанда, АД жағдайын салқындату үшін қосымша шаралар қабылдау қажет.

Біз DELTA ELECTRONICS компаниясының VFD-ED сериялы лифтілері үшін жетілдірілген жиілік түрлендіргішін таңдаймыз.

Автоматты энергия тұтынуды оңтайландыру функциясы бар векторлық жиілікті түрлендіргіштер өнеркәсіптік қондырғылардың, жылыту, желдету және ауаны баптау жүйелерінің бөлігі ретінде асинхронды қозғалтқыштардың жылдамдығын басқаруға арналған. VFD-ED сериялы жиілік түрлендіргіштерін қолдану бақылаудың жұмыс ауқымын едәуір кеңейтуге, реттеу дұрыстығы мен электр жетегінің жылдамдығын арттыруға мүмкіндік береді. VFD-ED сериясымен қуат тұтынудың нақты төмендеуі 35% жетугі мүмкін.

VFD-ED тұрақты линиядағы кірістірілген сүзгі мен сүзгіге ие және «А» класының жабдықтары үшін электромагниттік үйлесімділік бойынша ГОСТ Р 51522 талаптарына сәйкес келеді.

VFD-ED сериясының жиілік түрлендіргіштерінің артықшылығы:

1. Жоғары векторлы басқару алгоритмі - өрісті бағдарлауды басқару (FOC - fieldorientedcontrol).

2. Асинхронды және синхронды айнымалы ток қозғалтқыштарын басқару, іске қосу кезінде қозғалтқышты автоматты түрде сынау.

3. Қосалқы қуат көзінен қуат алу мүмкіндігі

4. Жүктемелерді теңестіруді қосымша жүктемелерсіз қауіпсіз және ыңғайлы етеді.

5. Автоматты параметрлердің болуы және крутящий компенсация функцияларын іске қосу.

6. Лифтті іске қосу және тоқтату процестерін кешенді басқару.

7. Сыртқы электромагниттік тежегішті басқаруға арналған шығыс тежегіш функциясы.

8. Сыртқы сандық қашықтан басқару пультінен қолдауды басқару.

9. Қозғалтқыштың статикалық және динамикалық параметрлерін автоматты түрде баптау.

10. Осы серияның барлық типтік рейтингісіне арналған тежегіш кілт (сыртқы тежегіш резисторлар үшін).

11. LineDrive шығысымен, сондай-ақ Sin, Cos шифрлерімен жұмыс істеу мүмкіндігі.

12. Modbus стандартты протоколы бар кіріктірілген RS485 порты.

13. Мониторинг, бақылау, жүктеу және сақтау параметрлерін қамтамасыз ететін компьютерге арналған бағдарлама.

14. Қорғаныс функциясының толық спектрі. Жоғары дәлдікті ток өлшеу, шамадан тыс жүктемеден көп деңгейлі қорғаныс (oL, oL1, oL2), шамадан тыс жүктеме мен шамадан тыс ток, қысқа тұйықталу, жылдамдықты іздеу функциясы, қозғалтқыштың қызып кету сенсорының қосылуы және басқа да бірқатар функциялар.

Лифтілердің тұтынушылық қасиеттерінің күрт жақсаруымен қатар, жиілікті түрлендіргіштерді қолдану энергияны тұтынуды орташа есеппен 50% -ға төмендетеді, сонымен қатар үдеу мен тоқтаусыздықтың тегістігіне байланысты негізгі жетек компоненттерінің (электр қозғалтқышы, редукторы, доңғалақ, тежегіш) қызмет мерзімін 5-10 жылдан 25 жылға дейін ұзартады. .

Жиілік түрлендіргіштерді қолдану артықшылығы:

а) Қозғалтқыштың айналу жылдамдығын кең диапазонда сатылы емес реттейді;

б) Айналу бағытын қалаған бағытта өзгертуді қамтамасыз етеді;

в) Қозғалтқышты жайлап іске қосу және жайлап тоқтатуды қамтамасыз етеді;

г) Асинхронды қозғалтқыштың рекуперативті тежелуін қамтамасыз етеді;

д) Электр қозғалтқыштың толық қорғалуын қамтамасыз етеді;

е) Электр энергиясын қолдану тиімділігі 40-50%-ға дейін артады.

Жиынтық (комплектілік) түрлендіргіштер векторлық басқаруды немесе скалярлық басқаруды жүзеге асырады.



2.4 сурет - VFD-ED сериялы DELTA ELECTRONICS компаниясының лифттері үшін жетілдірілген жиілік түрлендіргішінің жалпы көрінісі

VFD-ED жиілік түрлендіргіштер түрін таңдау жасалады:

а) жеткізу желісінің кернеуіне сәйкес: $U_c = 380\text{В}$ және номиналды ток мәні: $I_{н.д} = 21.89\text{ А}$, бірінші модификацияға сәйкес келеді. Алайда, жабдықтың қажетті қорғаныс дәрежесін - IP20 ескере отырып, оны монтаждық шкафта салып, шығу тоқының қауіпсіздігі коэффициенті бар модификациясын таңдау керек, $K_1 \geq 1.3$. Мұндай шара жиілікті түрлендіргіштен жылуды кетіру үшін салқындатқыш ауаның шектеулі қол жетімділігі жағдайында жиілік түрлендіргішінің кедергісіз жұмыс істеуі үшін қажет. Содан кейін ПЧВ модификациясын таңдау үшін шығыс тогының есептелген мәні:

$$I_{\text{есеп}} = I_{\text{ном.}} \times K_1 = 21,89 \times 1,3 = 28,4\text{ А}$$

Қосымша жабдықты таңдау. Лифтіні басқару және ақаусыз жұмыс сапасын жақсарту үшін сыртқы керек-жарақтарды бірге пайдалану ұсынылады. Қосылу сұлбасы 2.5 суретте көрсетілген. Қорғаныс және коммутациялық құрылғылар мен қуат беру тізбектері берілген.

Магниттік контакторларды таңдау. Магниттік контактор жергілікті немесе қашықтан басқару, сонымен қатар ПҚ қорғаныс функциялары үшін қолданылады.

Отандық өндіріс өндіретін контакторлар мен стартерлер көбінесе басқару объектісінің белгілі бір түріне арналған. Мысалы, КТ6600 контакторлары металлургия, химия және басқа салалардағы электр қабылдағыштарды қосу, сөндіру үшін қолданылады, КМ13, КТ12R немесе КЕ12 контакторлары, РМЕ, РМА және РМЛ сериялы стартерлері және т.б., рельс-торлы индукциялық қозғалтқыштарды қосу және өшіру үшін ұсынылады. Синхронды машиналардың өрісін және басқару орамасының электр тізбегінде кернеу болмаған кезде контакторды өшіру мүмкін емес тізбектер үшін КТ6000 / 3 контакторын, электр тізбектерінде қолдануға

болады. КР7 және КР207 контакторлары реакторлар мен тұрақты қозғалтқыштар үшін қолданылады.



2.5 сурет - Жетек қосылысының блок-схемасы

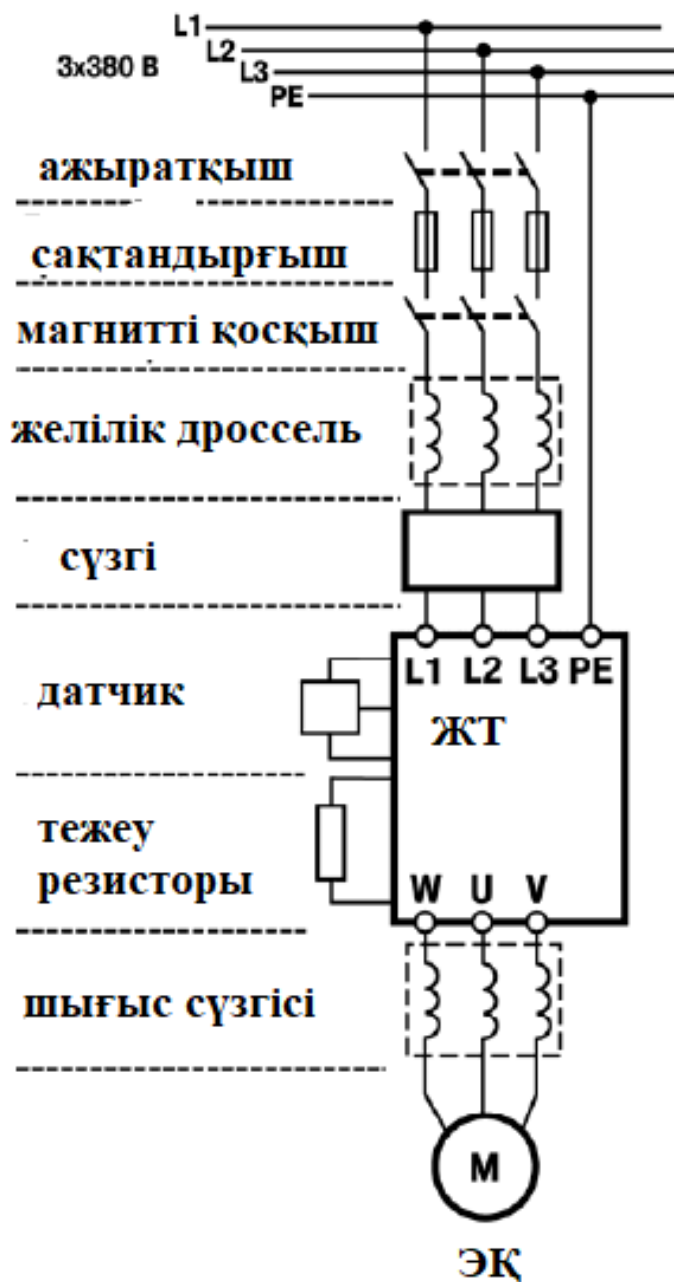
VFD-ED жиілік түрлендіргіші үшін ПМЛ3100 сериялы магниттік контакторды таңдаймыз. Олар 50 немесе 60 Гц жиіліктегі 220 В айнымалы кернеуі бар жетекті басқару тізбектерінде 11 кВт қуаты бойынша да сәйкес, 40А тогы біздің есептік токтан 28,4А көп болғандықтан қанағаттандырады. Бұл тип компоненттер ретінде пайдалануға арналған, негізінен желіге тікелей қосылу арқылы қашықтан іске қосуға, реверсивті үш фазалы асинхронды қозғалтқыштарды тоқтатуға және кері айналдыруға арналған.

Величина пускателя	Тип пускателя	Исполнение по степени защиты	Номинальный ток, А	Мощности двигателя для категории кВт	
				220 В	380 В
I	ПМЛ-1100	IP00	10	2,2	4,0
II	ПМЛ-2100	IP00	25	5,5	11,0
III	ПМЛ-3100	IP00	40	11,0	18,5
IV	ПМЛ-4100	IP00	63	18,5	30,0
	ПМЛ-4160DM	IP20	80	22,0	40,0
V	ПМЛ-5100	IP00	125	55,0	
VI	ПМЛ-6110	IP00	160	75,0	
VII	ПМЛ-7100	IP00	250	132,0	

2.6 сурет – Магнитті контакторлар типі

Желілік сүзгіштерді таңдау. Сызықтық реактор қуат коэффициентін арттырады және егер қуат көзі (тарату трансформаторы) қуаты 500 кВА-дан

асатын болса және ПВВ қуатын алты немесе одан көп есе асып кетсе немесе қуат көзі мен жиілік түрлендіргіші арасындағы кабельдің ұзындығы 10 м-ден аз болса ұсынылады.



2.7 сурет - Жетек қосылысының блок-схемасы

Желілік тұтқалар келесі функцияларды орындайды:

- желіден тұтынылатын сыйымдылық зарядының амплитудасының шектеулері;
- ақаулық токтардың шектелуі;
- ағымдық тұтынудың гармоникалық компоненттерін жақсарту.

Түрлендіргіштің номинал қуатына байланысты 2.4 кестеден желілік дроссельдер ДРС таңдаймыз.

2.4 кесте – Желілік дросселдердің типі

ЖТ, кВт	L, мГн	Ток, А	Размеры ШxГxВ, мм	Масса, кг
0,75	3,7	4	170x95x185	3,4
1,1	3,7	4	170x95x185	3,4
1,5	3,7	4	170x95x185	3,4
2,2	2,1	7	170x95x185	4
3	1,5	10	175x95x185	4,5
4	1,5	10	175x95x185	4,5
5,5	1,0	15	175x95x185	4,7
7,5	0,73	20	180x95x185	5
11	0,49	30	245x170x230	11,2
15	0,37	40	245x170x230	13,5

Ажыратқышты таңдау. Ажыратқыштар - қайталанатын әрекеттің қорғаныс құрылғысы және клапан түрлендіргіштерін қысқа тұйықталудан және кернеуден қорғауға арналған. Мұндай ажыратқыштарды таңдағанда, оның сипаттамаларын, жұмыс принципін және оған бекітілген пайдалану нұсқаулығын мұқият оқып шығу ұсынылады.

Сіз оның барлық сипаттамаларын ескере отырып, автоматты машинаны таңдауыңыз керек. Сіз назар аудару керек бірінші және негізгі сипаттама - бұл құрылғы өтуі мүмкін номиналды ток. Бұл көрсеткіштің өлшем бірлігі бар - ампер. Егер электр тогының бұл көрсеткіші асып кетсе, құрылғы іске қосылады және құрылғыдағы контактілер ашылады. Әдетте, машинаның шығуы мүмкін номиналды ток 6-100 ампер аралығында болады.

VFD-ED жиілік түрлендіргіші үшін номиналды тогы 40 А болатын ажыратқышты таңдаймыз.

Қосымша жабдықты таңдау. Дискіні басқару және ақаусыз жұмыс сапасын жақсарту үшін сыртқы керек-жарақтарды бірге пайдалану ұсынылады. Қосылу схемасы 2.5 суретте көрсетілген. Қорғаныс және коммутациялық құрылғылар мен қуат беру тізбектері берілген.

Жұмыс кезінде VFD-ED түрлендіргіші ток кернеуінің фазаларының пішіні мен симметриясын бұрмалайтын жоғары ток гармоникаларын шығарады. VFD-ED қуаты неғұрлым көп болса, соғұрлым ол электрмен жабдықтау жүйесіне бұрмалануы мүмкін. Токтың жоғары гармоникасы басқа қозғалтқыштар мен трансформаторлардың магниттік тізбектерінде қосымша ысыраптарға әкеліп соғады және қызмет мерзімін қысқартады. Сонымен қатар, жоғары гармоника электронды құрылғылардың тұрақсыз жұмысына әкелуі мүмкін.

ЖТ кірісі мен шығысында кенеттен қысқа тұйықталулар болған кезде немесе желідегі найзағайдың шамадан тыс кернеуі кезінде желдің тұнбасы IGBT модулінің диодтары мен транзисторлары арқылы токтың көтерілу жылдамдығын шектейді, бұл электрондық қорғанысының сәтті жұмысын қамтамасыз етеді.

Сызықтық реакторды жетегінің бөлігі ретінде пайдалану:

1. Сорғылардың, желдеткіштердің немесе басқа механизмдердің жетектерінде ПВВ энергияны үнемдейтін қасиеттерін толығымен пайдалануға мүмкіндік береді.
2. Электрмен жабдықтау желісін РСV жоғары гармоникадан қорғайды.
3. ЖТ-ні ассиметриядан және электрмен жабдықтау желісіндегі шамадан тыс жүктемелерден қорғайды.
4. Қуат коэффициентін арттырады.

VFD-ED жиілік түрлендіргіші үшін номиналды тогы 30 А және индуктивтілігі 0,49 мГ болатын желілік доңғалақты таңдаймыз.

Радиожиілікті сүзгілерді таңдау. Электромагниттік үйлесімділікті (ЭМЖ) қамтамасыз ету үшін ДКҚ қуат көзіне кіретін радиожиілікті сүзгілерді (бұдан әрі - РФ-сүзгілерді) пайдалану ұсынылады.

Еуропалық ЕМС директиваларында сипатталған электромагниттік үйлесімділік стандартының талаптарын орындау үшін VFD жиілік инверторларына арналған арнайы сүзгілер жасалды. Алайда, ЭМС талаптарын толығымен қанағаттандыру үшін, бұл сүзгілерді орнату тиісті түрде орнатылып, жиілікті түрлендіргішпен қосылуы керек. Сыртқы В жиіліктегі сүзгіні VFD түрлендіргішімен бірге пайдалану кезінде кедергіні өндірістік емес үй-жайлар санатына сәйкес келетін деңгейге дейін төмендетуге болады.

11 кВт номиналды қуаты бар VFD жиілік түрлендіргіші үшін біз 380 В кернеуге есептелген 30 А номиналды тогы бар РЖ сүзгісін таңдаймыз.

Шығыс сүзгілерін таңдау. Мотор тізбегінің басқару сапасын және қызмет ету мерзімін жақсарту үшін шығысында мотор тұндырғыштарын, dU / dt тұншықтырғыштарды және синтетикалық сүзгілерді пайдалану ұсынылады.

DU / dt сүзгіштердің негізгі мақсаты - кернеудің ПСФ-тен импульстік түріне байланысты АМ терминалдарындағы кернеудің жоғарылауы мен шамадан тыс жүктеменің мөлшерін азайту. DU / dt индукторлары ПВВ шығысына тікелей орнатылады және келесі жағдайларда ұсынылады:

- а) жиілік түрлендіргіші мен АМ арасындағы қысқа кабельмен;
- б) ескі немесе артық қысымымен;
- в) агрессивті немесе ылғалдылығы жоғары ортада.

VFD жиілік түрлендіргіші үшін номиналды тогы 33,5 А және индуктивтілігі 0,74 мГ болатын dU / dt индукторын таңдаймыз.

АМ қоректендірілген кезде оның орамаларына кең жиілікті спектрлі импульсті кернеу қолданылады, бұл оқшаулағыш материалдардың қасиеттеріне теріс әсер етеді және оның фазалық тогы түрінде гармоника тудырады. Қозғалтқыштың тұтқалары оқшаулаудың бұзылу қаупін және АМ толқынының шамасын азайтады, сонымен қатар ұзын қозғалтқыш сымдарының сыйымдылығын толтырып, олардың ұзындығын арттыруға мүмкіндік береді.

VFD жиілік түрлендіргіші үшін номиналды тогы 25 А және индуктивтілігі 0,7 мГ болатын моторлы реакторды таңдаймыз.

Синус сүзгілері - бұл сыйымды және индуктивті элементтердің жиынтығы. PCV инверторының жоғары жиілікті конверсиясы синус сүзгісімен сінеді және гармоникалық компоненттерсіз синусоидалы кернеу оның шығысында алынады, ол мотор кабельдерінің ұзындығын едәуір арттырады (150 метрге дейін) және экрандалған кабельдің қажеттілігін жояды. Сонымен қатар, кернеуді жоғары сапалы сүзгілеу кезінде қан қысымының қызуы мен акустикалық шуы азаяды, бұл оның қызмет ету мерзімін арттырады. Синус сүзгілері түрлендіргішке жақын орнатылады.

VFD жиілік түрлендіргіші үшін номиналды тогы 38 А және индуктивтілігі 1,6 мГ және сыйымдылығы 10 мкФ болатын синус сүзгісін таңдаймыз.

Тежеу резисторының қуаты мен кедергісін есептеу. Тежеу резисторы қозғалтқышты тежеу немесе оның жылдамдығын тез төмендету үшін қолданылады (әсіресе үлкен инерция моменті бар жүктемелер үшін). Тежеу кезінде индукциялық қозғалтқыш генератор режимінде жұмыс істейді және тұрақты ток тізбегіндегі шамадан тыс кернеуді тудыратын электр энергиясын түрлендіргішке береді. Тұрақты токтың байланысын шектеу үшін электр энергиясын жылуға түрлендіретін тежеу резисторлары қолданылады.

Қуаты 1,5 кВт немесе одан жоғары VFD сериясының жиілік түрлендіргіштерінде тежегіш резистор қосылған транзисторлық кілті бар интеграцияланған тежегіш модулі бар. PCV үшін тежеу резисторын таңдау есептеу немесе ұсынылған параметрлер кестесіне сәйкес жүзеге асырылуы мүмкін.

Тежеу резисторының жүктеме циклына байланысты кедергісін есептеу үшін төменде сипатталған алгоритмді қолдану ұсынылады.

Біз тежеу моментінің ең көп мөлшерін $M_{B,max}$ есептейміз. Бұл момент n_1 бастапқы тежелу жылдамдығына, n_2 соңғы тежелу жылдамдығына, t_B қалаған баяулау уақытына және жүйесінің инерциясының жалпы моментіне J байланысты болады. Тежеу моменті: номиналды моменттің 125% болады.

Белгіленген тежеу моментін бойынша тежеу уақыты анықтаймыз:

$$t_B = \frac{2 \cdot \pi \cdot J \cdot n}{60 \cdot M_{B,MAX}} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,44 \cdot 1500}{60 \cdot 1,2 \cdot 72,08} = 1,82 \quad (2.27)$$

$$ED = \frac{(t_B)}{T} = \frac{1,82}{30} = 0,061 = 6,1\% \quad (2.28)$$

Тежелудің максималды қуатын есептейміз:

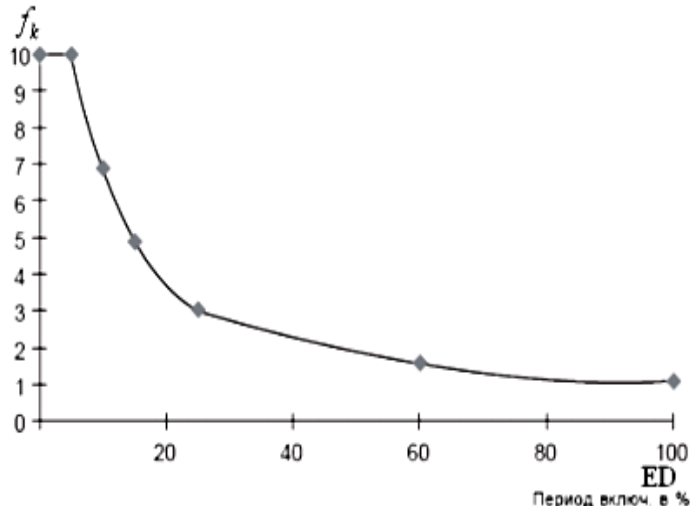
$$P_{B,MAX} = \frac{M_{B,MAX} \cdot (n_1 - n_2)}{9,55} = \frac{1,2 \cdot 72,08 \cdot 1458}{9,55} = 13,2 \text{ кВт}. \quad (2.29)$$

Электрліктежеу қуатын анықтаймыз:

$$P_{el} = P_{Bmax} - k \cdot P_{mol} = 13,2 - 0,15 \cdot 11 = 11,55 \text{ кВт} \quad (2.30)$$

Қуаттылығы 5,5-тен 11 кВт-қа дейінгі қозғалтқыштар үшін жүктемені азайту коэффициенті қайда, мәні $k = 0,15$.

2.8 суретте көрсетілген графикке сәйкес $f_k = 9$ коэффициентін таңдаймыз.



2.8 сурет – Тәуелділік графигі

Тежелудің номиналды қуатын анықтаймыз

$$P_{elНОМ} = \frac{P_{el}}{f_k} = \frac{11,55}{9} = 1,28 \text{ кВт} \quad (2.31)$$

Берілген жүктеме циклі үшін тежеу резисторының максималды рұқсат етілген кедергісін анықтаймыз

$$R_{Bmax} \leq \frac{U_B^2}{P_{el}} = \frac{760^2}{11,55 \cdot 10^3} = 50,01 \text{ Ом} \quad (2.32)$$

Мұнда жиілікті түрлендіргіштің тұрақты ток шинасындағы кернеу 380В - 757V +/- 3% тең

РБ тежеу резисторының минималды кедергісінен төмен болмауы керек.

ED ≤ 10% болуы керек

VFD жиілік түрлендіргіші үшін мәні 50 Ом тең тежеу кедергісі ұсынылады.

3 Электржетегінің қозғалтқышының статикалық сипаттамаларын анықтау

3.1 Электр қозғалтқыштың табиғи сипаттамаларын анықтау

Электрқозғалтқыштың механикалық сипаттамасы - оның бұрыштық жылдамдығының ω айналдырушы моментке M тәуелділігі: $\omega = f(M)$.

Электрқозғалтқыштың жылдамдықтық немесе электрмеханикалық сипаттамасы - ол жылдамдықтың токка тәуелділігі: $\omega = f(I)$.

Механикалық сипаттамаларды табиғи және жасанды сипаттамалар деп бөледі.

Табиғи сипаттама қоректендіруші желінің параметрлері оның номиналдық параметрлеріне, ал қозғалтқыштың параметрлері оның құжаттық номиналдық параметрлеріне сәйкес болған және оның тізбегінде ешқандай қосымша электротехникалық элементтер (кедергілер, реакторлар, конденсаторлар) қосылмаған жағдайда тұрғызылады.

Көп жағдайда табиғи сипаттаманы моменттің $M=f(s)$ сырғанауға тәуелділігі арқылы есептейді.

Сырғанау мен бұрыштық бұрыштық айналу жылдамдығы арасында мынадай тәуелділік бар:

$$\omega = \omega_0(1 - S), \quad (3.1)$$

мұндағы ω_0 - синхрондық бұрыштық жылдамдық.

Механикалық сипаттамаларды нақты есептеу Клосс формуласы арқылы жүргіземіз:

$$M = \frac{2 \cdot M_K \cdot (1 + \varepsilon)}{\frac{s}{s_k} + \frac{s_k}{s} + 2 \cdot \varepsilon}, \quad (3.2)$$

мұндағы M_K – қозғалтқыштың шектік моменті;

s_k – сырғанаудың шектік мәні;

s - ағымдық мәні, сырғанаудың ағымдық мәні;

$$\varepsilon - \text{коэффициент, } \varepsilon = \frac{R_1}{\sqrt{R_1^2 + X_K^2}} = \frac{0,43}{\sqrt{0,43^2 + 2,16^2}} = 0,196.$$

Шектік моменттің есептік мәнін мына формула арқылы анықтаймыз:

$$M_K = \frac{3 \cdot U_{\text{ФН}}^2}{2 \cdot \omega_0 \left[R_1 \pm \sqrt{R_1^2 + X_K^2} \right]} = \frac{3 \cdot 220^2}{2 \cdot 157 \cdot \left[0,43 + \sqrt{0,43^2 + 2,16^2} \right]} = 175,472 \text{ Нм};$$

Шектік сырғанаудың мәнін мына формула арқылы анықтаймыз:

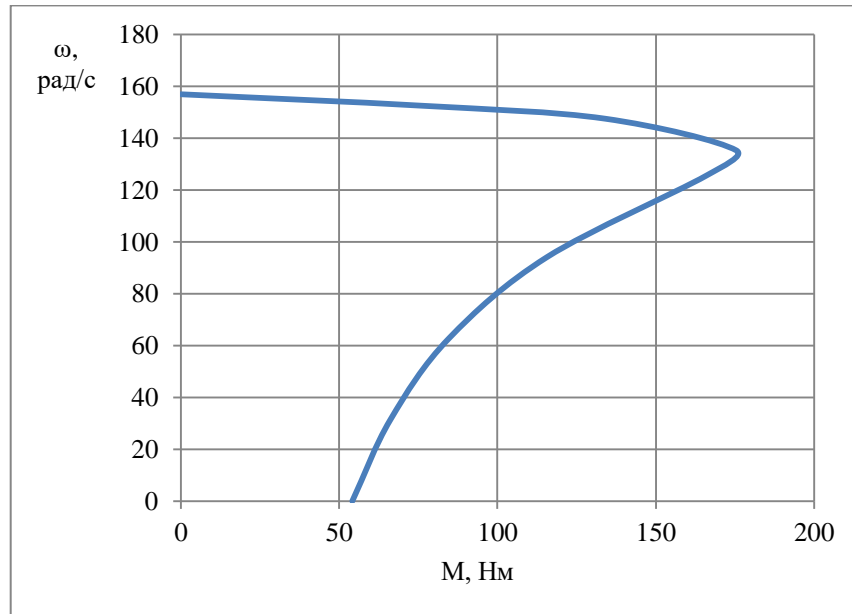
$$S_K = \pm \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + X_K^2}} = \frac{0,32}{\sqrt{0,43^2 + 2,16^2}} = 0,138$$

Сырғанау s мәнін $0...1$ аралығында өзгертіп, моменттің мәндерін анықтаймыз да, 3.1 кестеге ендіреміз.

3.1 кесте– Есептеу нәтижелері

S	0	0,028	0,06	0,138	0,2	0,4	0,8	1
Ω	157	152,60	147,58	135,33	125,6	94,2	31,4	0
M	0	75,80	134,00	175,47	165,97	115,70	66,16	54,13

Есептеу нәтижелері бойынша тұрғызылған табиғи механикалық сипаттаманың графигі 3.1 суретте келтірілген.



3.1 сурет - Электрқозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамасы

Ротор тогының I_2' сырғанауға S тәуелділігін мына формула бойынша есептейміз:

$$I_2' = \frac{U_H}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{S}\right)^2 + X_K^2}} = \frac{220}{\sqrt{\left(0,43 + \frac{0,32}{S}\right)^2 + 2,16^2}}, \quad (3.3)$$

мұндағы U_H -статор орамының номиналды фазалық кернеуінің мәні, В;

X_k -қысқа тұйықталудың индуктивтік кедергісі, Ом.

Сырғанау мәндерін 0...1 аралығында өзгерте отырып, I_2' тогының мәндерін анықтаймыз. Есептеу нәтижелерін 3.2 кестеге ендіреміз.

3.2 кесте - Есептеу нәтижелері

S	0	0,028	0,06	0,138	0,2	0,4	0,6	0,8
Ω	157	152,60	147,58	135,33	125,6	94,2	62,8	31,4
I2	0	18,17	35,59	62,74	74,04	88,39	92,93	95,00

3.2 суретте $f=50$ Гц болған кездегі ротор тогының I_2' сырғанауға (ω) тәуелділігінің графигі көрсетілген. Бұл сипаттама табиғи электрмеханикалық сипаттама болып саналады.

I_1 статор тогын ротор тогы I_2' мен I_{μ} магниттеу тогының векторлық қосындысы деп қарастырып, оның модулін мына формула бойынша есептейміз:

$$I_1(S) = \sqrt{(I_2')^2 + I_{\mu}^2 + 2I_{\mu}I_2' \sin \psi_2}, \quad (3.4)$$

мұндағы $\sin \psi_2$ – статор тогының фаза бойынша ығысуы.

$$\sin \psi_2 = \frac{X_1 + X_2'}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{S}\right)^2 + X_k^2}} = \frac{0,85 + 1,3}{\sqrt{\left(0,43 + \frac{0,32}{S}\right)^2 + 2,16^2}}. \quad (3.5)$$

I_{μ} – магниттеуші ток:

$$I_{\mu} = \frac{U_H}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_{\mu})^2}} = \frac{220}{\sqrt{0,43^2 + (0,85 + 32,16)^2}} = 6,6 \text{ А}. \quad (3.6)$$

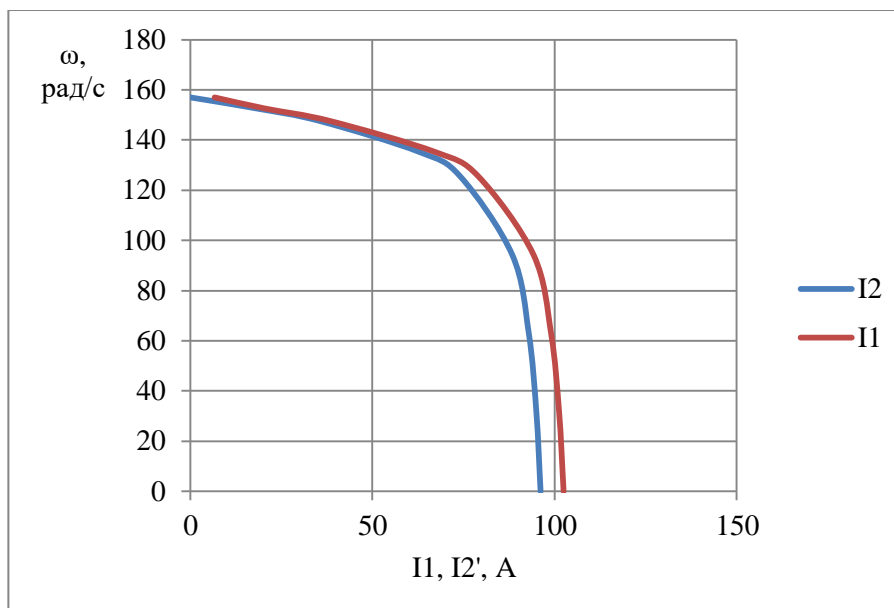
Сырғанауға әртүрлі мән бере отырып, ротор тогының мәндерін $I_2'(s)$ (3.5) формула бойынша, ал $\sin \psi_2$ мәндерін (3.7) формула бойынша, $I_1(s)$ мәндерін (3.6) формула бойынша анықтаймыз.

Бұл формулалар бойынша жүргізілген есептеу нәтижелерін 3.3 кестеге ендіреміз.

3.3 кесте - $I_1(s)$ тәуелділігін есептеу нәтижелері

S	0	0,028	0,06	0,138	0,2	0,4	0,6	0,8
Ω	157	152,60	147,58	135,33	125,6	94,2	62,8	31,4
I2	0	18,17	35,59	62,74	74,04	88,39	92,93	95,00
I1	6,66	20,44	38,43	67,05	79,02	94,23	99,05	101,24
sin2	0	0,18	0,35	0,62	0,73	0,87	0,91	0,93

3.3 суретте $I_1(\omega)$ және $I_2'=f(\omega)$ тәуелділіктерінің графиктері көрсетілген.



3.3 сурет - $I_1(\omega)$ және $I_2'=f(\omega)$ тәуелділіктерінің графиктері

3.2 Таңдалған жиіліктік реттеу заңына сәйкес электрқозғалтқыштың жасанды механикалық және электрмеханикалық сипаттамаларын тұрғызу

Қоректендіруші желінің параметрлері номиналдық мәндерден өзгеше болған кезге немесе статор орамалардың қосылу сұлбасы өзгерген кезде немесе қозғалтқыш тізбегіне қосымша электротехникалық элементтер қосылған кездегі жұмыс режимдеріне сәйкес келетін сипаттамаларды электрқозғалтқыштың *жасанды сипаттамалар* дейді. Қозғалтқышта мұндай сипаттамалар сан жағынан шектеусіз көп болуы мүмкін. Егер жасанды сипаттамалар қозғалтқыштың координаттарын (токты, моментті, жылдамдықты, орынжағдайды) реттеу үшін арнайы түрде қолданылған жағдайда оларды кейде *реттеушік сипаттамалар* деп те аталуы мүмкін.

Жүктеме моментінің сипаттамасына сәйкес жиіліктік реттеу заңы (U_{1i}/f_{1i}) таңдалады. Жүктеме моменті әртүрлі болуы мүмкін.

Егер жүктеме моменті жылдамдыққа тәуелді сипаты сызықтық емес болса, онда ол мына өрнекпен жазылады:

$$M_c = M_0 + \frac{k''}{\omega}; \quad (3.7)$$

мұндағы ω - ротордың бұрыштық айналу жиілігі, c^{-1} ;

k'' - жүктеме моментінің өзгеруін анықтайтын коэффициент.

Егер жүктеменің моментінің жылдамдыққа тәуелді сипаты желдеткіштік сипатта болса, онда ол мына өрнекпен сипатталады:

$$M_c = M_0 + k' \omega^x. \quad (3.8)$$

Мұндағы $M_0=0,1M_H$ - бос жүріс моменті, Нм.

$$K_H = (M_H - M_{xx}) / \omega^2_H. \quad (3.9)$$

Жүктеменің моменті жылдамдыққа тәуелді сипаты тұрақты ($M_c=M_H=const$) болуы да мүмкін

Біз жобада скалярлық басқару заңын ($\frac{U_H}{f_H} = const$) таңдағандықтан жасанды механикалық сипаттамалар осы заңға сәйкес тұрғызамыз.

Қозғалтқыштың статор орамаларына берілетін кернеудің жиілігін өзгерткен кезде жиілікке тәуелді параметрлер - синхронды айналу жиілігі ω_0 , сырғанау S және статор кедергісі мен ротордың шашыраңқы индуктивті кедергісі - өзгереді:

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{z_p} \left(\frac{f_1}{f_{1H}} \right); \quad (3.10)$$

$$s = 1 - \frac{\omega}{\omega_0} = 1 - \frac{\omega}{\frac{2\pi}{z_p} \left(\frac{f_1}{f_{1H}} \right)} = 1 - \frac{\omega}{\frac{2\pi}{z_p} \cdot f^*}; \quad (3.11)$$

$$X_1 + X_2' = (X_1 + X_2') \left(\frac{f_1}{f_{1H}} \right) = (X_1 + X_2') \cdot f^*. \quad (3.12)$$

$M_c=M_H=const$ тұрақты жүктеме болғанда жиілік пен кернеу арақатынас келесі формуламен өрнектеледі:

$$\frac{U_i}{f_{1i}} = \frac{U_H}{f_{1H}} = const. \quad (3.13)$$

Электрозғалтқыш моментін анықтайтын өрнекке жиілік пен кернеудің арақатынастарын анықтайтын мәндерді қойып, есептеу жүргізіледі:

$$M = \frac{3 \cdot U_\phi^2(f) \cdot \frac{R_2'}{S(f)}}{\omega_0(f) \cdot \left[\left(R_1 + \frac{R_2'}{S(f)} \right)^2 + x_k^2(f) \right]}. \quad (3.14)$$

Енді механикалық сипаттаманы есептеу мына өрнек бойынша жүргізіледі:

$$M = \frac{3 \cdot (U_{\phi,ном} \cdot f^*)^2 \cdot \frac{R_2' \cdot \omega_{0н} \cdot f^*}{\omega_{0н} \cdot f^* - \omega}}{\omega_{0н} \cdot f^* \cdot \left[\left(R_1 + \frac{R_2' \cdot \omega_{0н} \cdot f^*}{\omega_{0н} \cdot f^* - \omega} \right)^2 + (x_k \cdot f^*)^2 \right]} \quad (3.15)$$

немесе

$$M = \frac{3 \cdot (U_{\phi,ном} \cdot f^*)^2 \cdot R_2'}{\omega_{0н} \cdot f^* \cdot s \cdot \left[\left(R_1 + \frac{R_2'}{s} \right)^2 + (x_k \cdot f^*)^2 \right]}$$

Егер жиілік $f_1 = 30$ Гц болса, онда $f^* = f_1/f_{1н} = 30/50 = 0,6$, ал $U_1 = 220 \cdot 0,6 = 132$ В тең болады.

Бұл жиілікте шектік сырғанау мынаған тең:

$$s_{k30} = \pm \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + [(X_1 + X_2') \cdot f]^2}} = \frac{0,32}{\sqrt{0,43^2 + ((0,85 + 1,3) \cdot 0,6)^2}} = 0,235.$$

Моменттің есептік формуласы мынадай болады:

$$M = \frac{3 \cdot (220 \cdot 0,6^*)^2 \cdot 0,32}{157 \cdot 0,6 \cdot s \cdot \left[\left(0,43 + \frac{0,32}{s} \right)^2 + (2,16 \cdot 0,6)^2 \right]}$$

Сырғанаудың мәнін $0 \dots 1$ аралығында өзгерте отырып, моменттің мәнін анықтаймыз. Ол мәндерді 3.4 кестеге ендіреміз

3.4 кесте - $f_{1н} = 30$ Гц болған кездегі есептеу нәтижелері

f=30 Гц	s	0	0,05	0,138	0,235	0,333	0,413	0,5	0,8	1
	ω	94,2	89,49	81,20	72,06	62,83	55,30	47,1	18,84	0
	M	0	73,15	138,88	154,27	147,45	137,33	125,82	93,88	79,36

Егер жиілік $f_1 = 20$ Гц болса, онда $f^* = 20/50 = 0,4$, ал $U_1 = 220 \cdot 0,4 = 88$ В тең болады.

Бұл жиілікте шектік сырғанау мынаған тең:

$$S_{k20} = \pm \frac{R_2}{\sqrt{R_1^2 + [(X_1 + X_2) \cdot f]^2}} = \frac{0,32}{\sqrt{0,43^2 + ((0,85 + 1,3) \cdot 0,4)^2}} = 0,333.$$

Моменттің есептік формуласы мынадай болады:

$$M = \frac{3 \cdot (220 \cdot 0,4^*)^2 \cdot 0,32}{157 \cdot 0,4 \cdot s \cdot \left[\left(0,43 + \frac{0,32}{s} \right)^2 + (2,16 \cdot 0,4)^2 \right]}$$

Сырғанаудың мәнін 0...1 аралығында өзгерте отырып, моменттің мәнін анықтаймыз. Ол мәндерді 3.5 кестеге ендіреміз

3.5 кесте - $f_{11}=20$ Гц болған кездегі есептеу нәтижелері

f=20 Гц	S	0	0,05	0,138	0,235	0,333	0,413	0,5	0,8	1
	Ω	62,8	59,66	54,13	48,04	41,89	36,86	31,4	12,56	0
	M	0	49,72	102,91	126,92	132,28	130,18	125,03	103,09	90,48

Егер жиілік $f_1=15$ Гц болса, онда $f^*=15/50=0,3$, ал $U_1=220 \cdot 0,3=66$ В тең болады.

Бұл жиілікте шектік сырғанау мынаған тең:

$$S_{k15} = \pm \frac{R_2}{\sqrt{R_1^2 + [(X_1 + X_2) \cdot f]^2}} = \frac{0,32}{\sqrt{0,43^2 + ((0,85 + 1,3) \cdot 0,3)^2}} = 0,413.$$

Моменттің есептік формуласы мынадай болады:

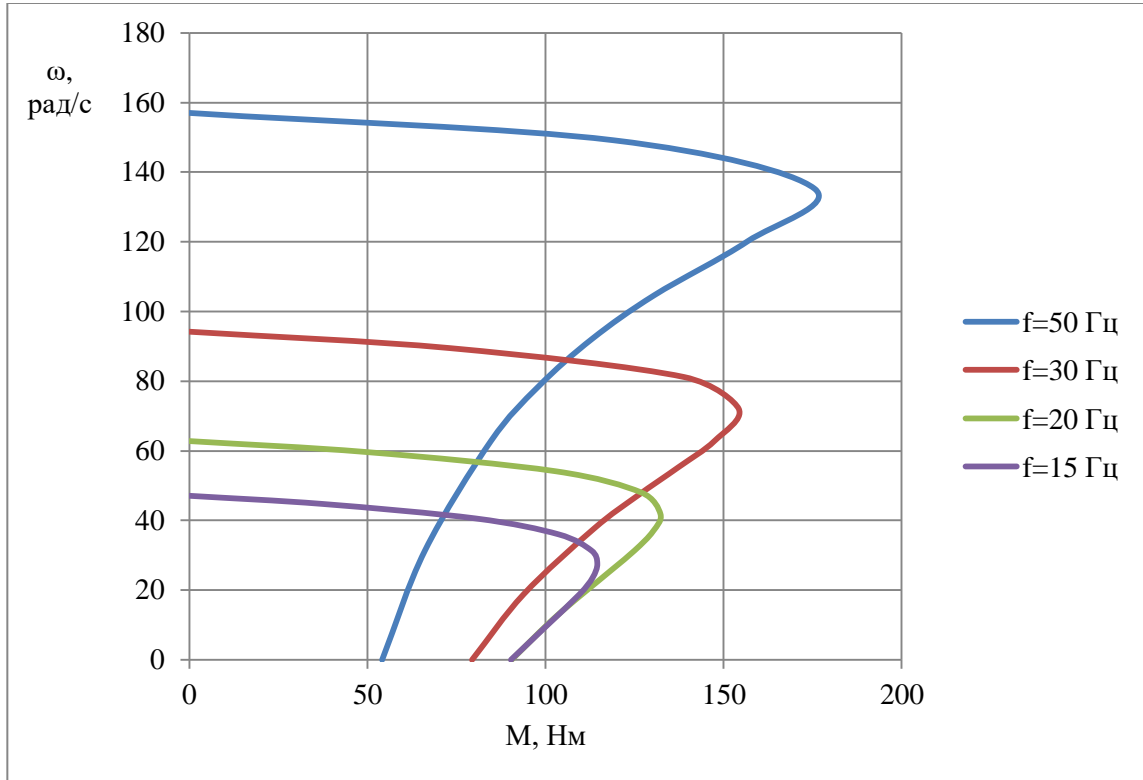
$$M = \frac{3 \cdot (220 \cdot 0,3^*)^2 \cdot 0,32}{157 \cdot 0,3 \cdot s \cdot \left[\left(0,43 + \frac{0,32}{s} \right)^2 + (2,16 \cdot 0,3)^2 \right]}$$

Сырғанаудың мәнін 0...1 аралығында өзгерте отырып, моменттің мәнін анықтаймыз. Ол мәндерді 3.6 кестеге ендіреміз

Асинхронды қозғалтқыштың әртүрлі жиілік ($f_1=50;30;20;15$ Гц) кезіндегі жасанды механикалық сипаттамалары 3.4 суретте келтірілген.

3.6 кесте - $f_{11}=15$ Гц болған кездегі есептеу нәтижелері

f=15 Гц	S	0	0,05	0,138	0,235	0,333	0,413	0,5	0,8	1
	Ω	47,1	44,75	40,60	36,03	31,42	27,65	23,55	9,42	0
	M	0	37,55	80,31	103,68	112,87	114,55	113,21	99,96	90,30



3.4 сурет- Асинхронды қозғалтқыштың әртүрлі жиілік ($f = 50; 30; 20; 15$ Гц) кезіндегі жасанды механикалық сипаттамалары

Бұл графиктерден $\frac{U_i}{f_{1i}} = \frac{U_H}{f_{1H}} = const$ жиіліктік реттеу заңын қолданған кезде жиіліктің мәні азайған сайын шектік моменттің мәні M_K біршама азаятындығын, ал жүргізіп жіберу моментінің көбейетіндігін көреміз.

Сонымен қатар, жиіліктің мәні азайған сайын синхрондық жылдамдық та кемитінін көреміз.

Енді асинхронды қозғалтқыштың әртүрлі жиілікке ($f = 50; 30; 20; 15$ Гц) сәйкес келетін жылдамдықтық (электрмеханикалық) сипаттамаларын есептейміз.

Жылдамдықтық сипаттаманы I_2' тоқ мәнінің негізінде алуға болады. Жылдамдық сипаттаманы әртүрлі жиілікті кернеуде есептеп, кестеге енгіземіз.

$$I_2' = \frac{U_\phi(f)}{\sqrt{\left[\left(R_1 + \frac{R_2'}{S(f)} \right)^2 + (x_k \cdot f^*)^2 \right]}}. \quad (3.16)$$

мұндағы, $S(f)$ – берілген жиіліктегі сырғанау, оны келесі формуламен анықтауға болады:

$$S(f) = \frac{\omega_0 \cdot f^* - \omega}{\omega_0 \cdot f^*}, \quad (3.17)$$

мұндағы, $f^* = f_i / f_H$;

ω_0 – синхрондық бұрыштық айналу жылдамдығы, біздің жағдайымызда $\omega_0 = 157$ рад/с;

f - қоректендіретін кернеудің берілген жиілігі, $f = 50$ Гц;

f_i - өзгертін жиіліктің мәндері.

Егер жиілік $f_1 = 30$ Гц болса, онда $f^* = 30/50 = 0,6$, ал $U_1 = 220 \cdot 0,6 = 132$ В тең болады.

Бұл жиілікте ротор тогы мына формула бойынша анықталады:

$$I_2' = \frac{132}{\sqrt{\left[\left(0,43 + \frac{0,32'}{S(f)} \right)^2 + (2,16 \cdot 0,6)^2 \right]}}.$$

Есептеу нәтижелері 3.7 кестеге ендіреміз.

3.7 кесте - Есептеу нәтижелері

f=30 Гц	s	0	0,05	0,138	0,235	0,333	0,413	0,5	0,8	1
	ω	94,2	89,49	81,20	72,06	62,83	55,30	47,1	18,84	0
	I2	0	17,84	33,80	40,05	42,66	43,79	44,56	45,77	46,13

Егер жиілік $f_1 = 20$ Гц болса, онда $f^* = 20/50 = 0,4$, ал $U_1 = 220 \cdot 0,4 = 88$ В тең болады.

Бұл жиілікте ротор тогы мына формула бойынша анықталады:

$$I_2' = \frac{88}{\sqrt{\left[\left(0,43 + \frac{0,32'}{S(f)} \right)^2 + (2,16 \cdot 0,4)^2 \right]}}.$$

Есептеу нәтижелері 3.8 кестеге ендіреміз.

3.8 кесте - Есептеу нәтижелері

f=20 Гц	s	0	0,05	0,138	0,235	0,333	0,413	0,5	0,8	1
	ω	62,8	59,66	54,13	48,04	41,89	36,86	31,4	12,56	0
	I2	0	12,01	23,36	28,11	30,17	31,07	31,69	32,68	32,97

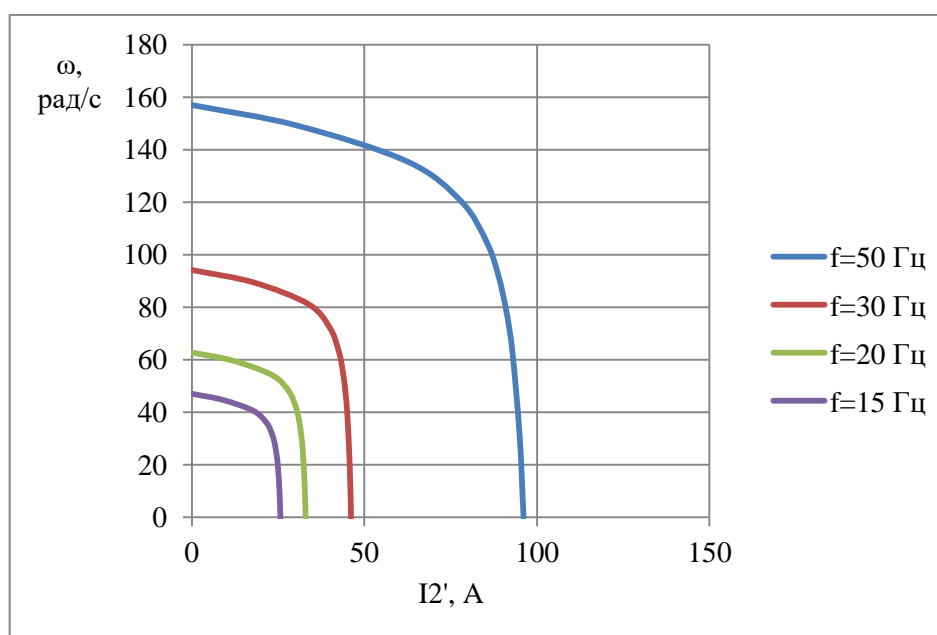
Егер жиілік $f_1=15$ Гц болса, онда $f^*=15/50=0,3$, ал $U_1=220 \cdot 0,3=66$ В тең болады. Бұл жиілікте ротор тогы мына формула бойынша анықталады:

$$I_2' = \frac{66}{\sqrt{\left[\left(0,43 + \frac{0,32'}{S(f)} \right)^2 + (2,16 \cdot 0,3)^2 \right]}}$$

3.9 кесте - Есептеу нәтижелері

f=15 Гц	s	0	0,05	0,138	0,235	0,333	0,413	0,5	0,8	1
	ω	47,1	44,75	40,60	36,03	31,42	27,65	23,55	9,42	0
	I2	0	9,05	17,84	21,65	23,32	24,07	24,58	25,40	25,65

Әртүрлі жиіліктер үшін кестелерде келтірілген деректер бойынша электромеханикалық сипаттамаларды тұрғызамыз (3.4 сурет).

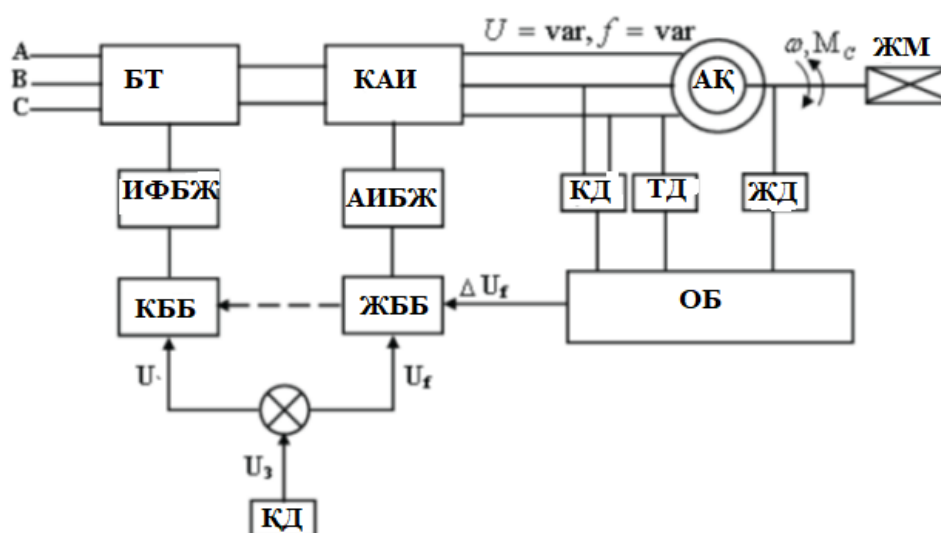


3.4 сурет – Қозғалтқыштың әртүрлі жиіліктегі (50 Гц; 30 Гц; 20 Гц; 15 Гц) электромеханикалық сипаттамалары

4 Электр жетегінің басқару жүйесін жобалау және оның негізгі элементтерінің параметрлерін есептеу

4.1 Лифтінің асинхрондық электржетегінің функционалдык сұлбасы

Жолаушылар лифтісі көп қабатты тұрғын үйлер мен әкімшілік ғимараттардың едендерінде адамдарды тасымалдауға арналған болғандықтан, электр жетегіне арнайы талаптар қойылады: қозғалтқыш тегіс іске қосылуы және тегіс тежелуі керек; жылдамдықты реттеу диапазоны кемінде 10: 1; кернеу, жылдамдық, статор тогы туралы қатты кері байланыс. Жолаушылар лифтінің электр жетегіне қойылатын негізгі талаптарға сәйкес, біз тиісті жиіліктері бар асинхронды электр жетегін таңдаймыз. Жасалынатын функционалдык сұлба 4.1 суретте көрсетілген.



4.1 сурет - Жолаушылар лифтінің автоматтандырылған жиілік-реттелетін асинхронды электр жетегінің функционалдык сұлба

Суретте келесі шартты белгілер қабылданды:

БТ- басқарылатын түзеткіш;

КАИ - кернеудің автономды инверторы;

АҚ - асинхронды қозғалтқыш;

ЖМ - жұмыс механизмі - лифт кабинасы;

ИФБЖ - импульсті - фазалық басқару жүйесі;

АИБЖ- автономды инверторды басқару жүйесі;

КД, ЖД - кернеу датчигі мен жылдамдық датчигі;

ТД статор тогының датчигі;

КББ - кернеуді басқару блогы;

ЖББ- жиілікті басқару блогы;

ОБ - оңтайландыру блогы;

КД -қарқындылық датчигі;

U_6, U_F - кернеуді басқару сигналы; және жиілікті басқару сигналы;

u_3 — тапсырма сигналы;

ΔU_F — жиіліктің түзетуші мәні.

Автоматты жиілік-реттелетін асинхронды электр жетегі келесі түрде жұмыс істейді. Асинхронды қозғалтқышты іске қосу жиілікті нөлден номиналды мәнге дейін реттеумен жүзеге асырылады. Жиілікке сәйкес келетін кернеу Бун блогында жиілікті басқарудың экономикалық Заңы бойынша есептеледі, яғни $\gamma = \sqrt{\mu_c \alpha}$ (мұндағы $\gamma = \frac{U_1}{U_{1H}}$ - статорлық орамның кернеуінің салыстырмалы өзгеруі, $\alpha = f_1/f_{1H}$ - статорлық орамның ток жиілігінің салыстырмалы өзгеруі). Қозғалтқыш жылдамдықты номиналды мәніне жеткенде, ДТ және ДН датчиктері, сондай-ақ ДС датчиктері әрекет ете бастайды. Сәйкес жүктемені білігіндегі қозғалтқыш жылдамдығы, яғни, жиіліктің БО қалыптасады кернеу білдіруге $\gamma = \sqrt{\mu_c \alpha}$ және тиісінше, анықталады кернеу мәні блогында БУН.

4.2 Электржетектің құрылымдық сұлбасының элементтерінің параметрлерін есептеу

ТЖТ-АҚ жүйесіне қойылатын талаптар орындау оның элементтерінің қажетті статикалық сипаттамалар және динамикалық қасиеттерін қалыптастыру арқылы қамтамасыз етіледі.

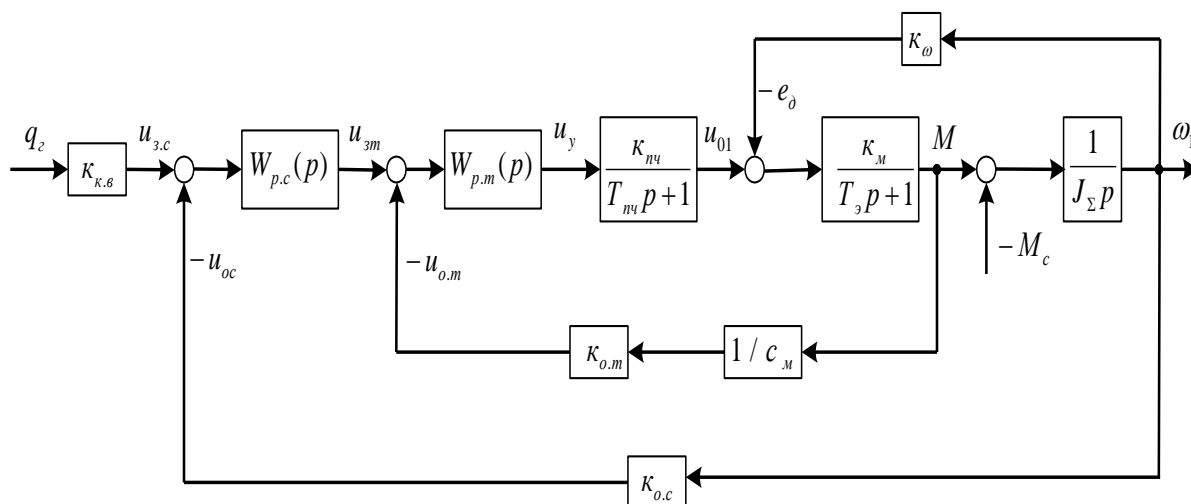
Ол үшін реттеу жүйесіне қосымша элементтерді - тапсырма бергіштер және реттегіштерді - енгізу арқылы қол жетеді. Электр жетегінің динамикалық қасиеттері басқарушы мен қоздырушы әсерлер әрекет еткен кезде орын алатын өтпелі үрдістердің сипаттамалары арқылы айқындалады. Реттегіштер арқылы қажетті статикалық сипаттама алынады.

Реттеу жүйелерінде тура, яғни басқару сигнал берілетін канал, және кері байланыстық канал болады.

Түзетуші құрылғылардың қосылу тәсілдеріне байланысты сұлбаларды тізбектей және параллель жалғанған түзетушілері бар басқарушы сұлбалар деп жіктеуге болады.

ТЖТ-АҚ жүйесінің динамикалық сипаттамаларын қарастыру үшін оның құрылымдық сұлбасы құрастырылуы керек. Ол үшін жүйенің құрамына кіретін элементердің әрқайсысын динамикалық буындар ретінде көрсетіп, олардың беріліс функциялары анықталуы керек және соның негізінде құрылымдық сұлбасы құрастырылуы керек.

Бағынышты реттеудің екі контурлық жүйесі бар жүйе кең таралған. Мұндай жүйеде ішкі контур ток реттеу контуры (моменті), ал сыртқы – жылдамдықты реттеу контуры болып табылады. Электр жетегі бар лифтті басқару үшін бағынышты реттеудің екі контурлық жүйесінің құрылымдық сұлбасы 4.3 суретте көрсетілген.



4.2 сурет- Екі контурлы жүйенің құрылымдық сұлбасы

Құрылымдық сұлбада келесі белгілер қабылданды:

$k_{к.в}$ – таразыларды беру коэффициенті, В*М/кг;

$u_{3.c}$ – жылдамдық тапсырмасының сигналы (кернеуі), В;

$k_{о.с}$ – жылдамдық бойынша кері байланыс коэффициенті;

$u_{о.с}$ – жылдамдық бойынша кері байланыс сигналы (кернеуі), В;

$W_{р.с}(p)$ – жылдамдық реттегішінің беріліс функциясы;

$u_{3.m}$ – ток тапсырмасының сигналы (кернеуі), В;

$k_{о.м}$ – ток бойынша кері байланыс коэффициенті, В/А;

$u_{о.м}$ – ток бойынша кері байланыс сигналы (кернеуі), В;

$W_{р.м}(p)$ – ток реттегішінің беріліс функциясы;

c_m – қозғалтқыштың электромагниттік моменті мен статор тогы арасындағы пропорционалдылық коэффициенті, Нм / А.

4.2.1 Асинхронды қозғалтқыштың математикалық моделін және құрылымдық сұлбасын құру

Қазіргі кезде жиіліктік түрлендіргіші бар асинхронды электр жетегін құруға қатысты қолданылатын жаңа тәсіл асинхронды қозғалтқыштың толық дифференциалдық теңдеулеріне негізделген. Мұндай тәсіл асинхронды қозғалтқышты қарапайым тәсілдермен талдауға мүмкіндік береді және структуралық сұлбасын құруға жағдай жасайды. Бұл үшін электрқозғалтқыштың қозғалмайтын координаталар жүйесінде басқарылатын координаттарды айналатын координаталар жүйесінде түрлендіріледі.

Айналатын жүйеде координаттар векторлық шамалар ретінде қарастырылады. Координаталардың айналмалы өстерінде проекция ретінде орналасқан шамалардың ішінен координаттардың пропорционал немесе тұрақты шамалары бөліп алынады да, оларды электр жетегі жүйесінде басқару сигналы ретінде қолданады.

Егер u өсін нақты өс деп, ал v өсін жорамал өс деп қабылдасақ, онда дифференциалдық теңдеулерді векторлық түрде жазуға болады.

Асинхронды қозғалтқыштың толық дифференциалдық теңдеулері мына түрде жазылады:

$$\begin{aligned}
 U_{1u} &= i_{1u}R_1 + \frac{d\psi_u}{dt} - \omega_k\psi_{1\vartheta} \\
 U_{1v} &= i_{1\vartheta}R_1 + \frac{d\psi_{\vartheta}}{dt} - \omega_k\psi_{1u} \\
 0 &= i_{2u}R_2 + \frac{d\psi_{2u}}{dt} - (\omega_k - \omega_{эл})\psi_{2\vartheta} \\
 0 &= i_{2\vartheta}R_2 + \frac{d\psi_{2\vartheta}}{dt} - (\omega_k - \omega_{эл})\psi_{2u} \\
 M &= p_{\pi}L_{12}(i_{1\vartheta}i_{2u} - i_{1u}i'_{2\vartheta}) \\
 \psi_{1u} &= L_1i_{1u} + L_{12}i_{2u} \\
 \psi_{1\vartheta} &= L_1i_{1\vartheta} + L_{12}i_{2\vartheta} \\
 \psi_{2u} &= L_2i_{2u} + L_{12}i_{1u} \\
 \psi_{2\vartheta} &= L_2i_{2\vartheta} + L_{12}i_{1\vartheta}
 \end{aligned} \tag{4.6}$$

мұндағы ω_k —координата өстердің айналу жылдамдығы.

i_v, i_u – токтың құраушылары;

ψ_v, ψ_u –ағын ілінісуі;

R_1 – статор кедергісі;

M – қозғалтқыштың электромагниттік моменті ;

L_1, L_2 – статор мен ротордың фазалаырың индуктивтілігі;

L_{12} – өзаралық индуктивтілік;

U_1 – статордағы кернеу.

Бұл модельдегі айнымалылар статор тогының жиілігімен өзгереді.

Екі фазалы асинхронды қозғалтқыштың α мен β өстеріндегі математикалық моделі мына түрде жазылады:

$$\begin{aligned}
\frac{di_{1\alpha}}{dt} &= K_1(U_{1\alpha} - i_{1\alpha}R_1) + K_3i'_{2\alpha} + K_2e_{1\beta}; \\
\frac{di_{1\beta}}{dt} &= K_1(U_{1\beta} - i_{1\beta}R_1) + K_3i'_{2\beta} - K_2e_{1\alpha}; \\
\frac{di'_{2\alpha}}{dt} &= -K_2(U_{1\alpha} - i_{1\alpha}R_1) - K_5i'_{2\alpha} - K_4e_{1\beta}; \\
\frac{di'_{2\beta}}{dt} &= -K_2(U_{1\beta} - i_{1\beta}R_1) - K_5i'_{2\beta} - K_4e_{1\alpha}; \\
\frac{d\omega}{dt} &= \frac{1}{J}(M - |M_c|\text{sign}\omega); \\
M &= K_6(i_{\beta}i'_{2\alpha} - i_{1\alpha}i'_{2\beta}); \\
e_{1\alpha} &= \omega_{\text{эл}}(L_2i'_{2\alpha} + L_{12}i_{1\alpha}); \\
e_{1\beta} &= \omega_{\text{эл}}(L_2i'_{2\beta} + L_{12}i_{1\beta}); \\
\omega_{\text{эл}} &= p_{\Pi}\omega,
\end{aligned}
\tag{4.8}$$

МҮНДАҒЫ

$$\begin{aligned}
K_1 &= \frac{L_2}{L_1L_2 - L_{12}^2}; \\
K_2 &= \frac{L_{12}}{L_1L_2 - L_{12}^2}; \\
K_3 &= K_2R'_2; \\
K_4 &= \frac{L_1}{L_1L_2 - L_{12}^2}; \\
K_5 &= K_4R'_2; \\
K_6 &= \frac{3}{2}p_{\Pi}L_{12}; \\
U_{1\alpha} &= U_{1m}\cos[\phi_{\text{эл}}(t)]; \\
U_{1\beta} &= U_{1m}\sin[\phi_{\text{эл}}(t)]; \\
\phi_{\text{эл}} &= 2\pi f_{1\text{НОМ}} \int \alpha(t)dt; \\
\alpha(t) &= \frac{f_1(t)}{f_{1\text{НОМ}}},
\end{aligned}
\tag{4.9}$$

M , M_c – қозғалтқыш моменті және механизм кедергісінің статикалық моменті.

J_{Σ} - механизм инерциясының суммарлық моменті.

Екі фазалы асинхронды қозғалтқыштың құрылымдық сұлбасы 4.4 суретте көрсетілген.

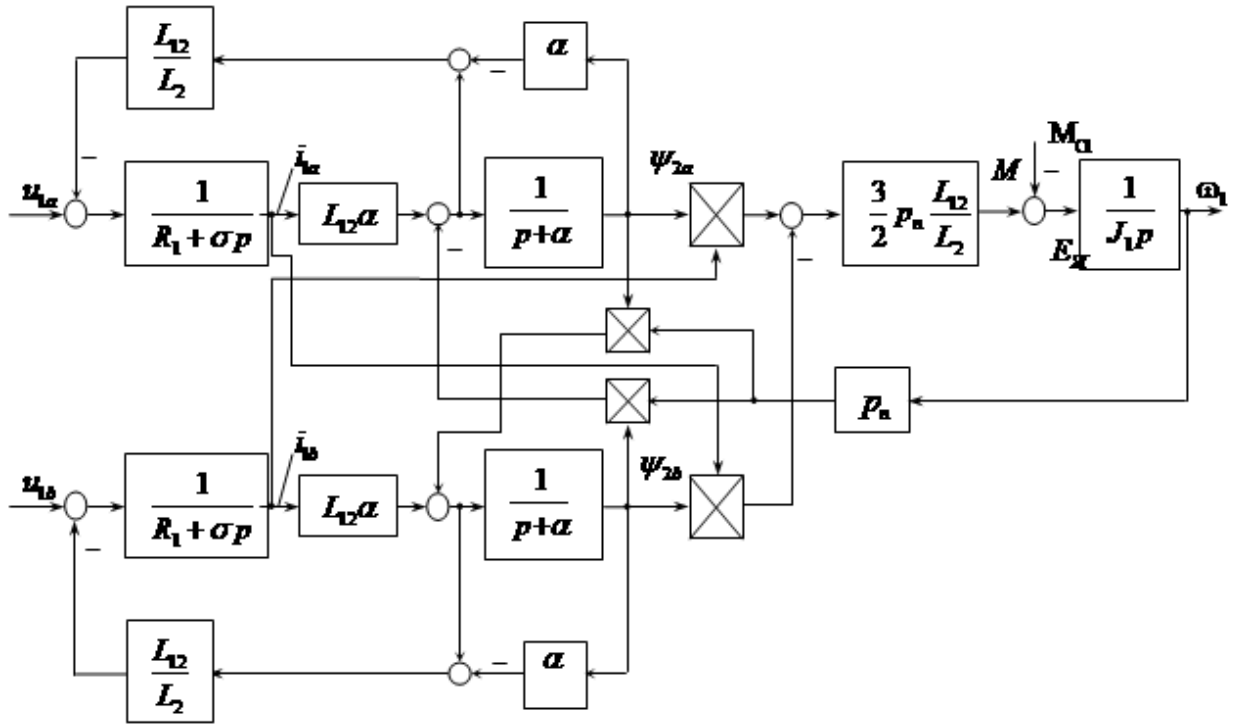
Қозғалтқыштың екі фазалы модель үшін K_1 , K_2 , K_3 , K_4 , K_5 , K_6 коэффициенттерін анықтаймыз. Ол үшін қажетті параметрлерді анықтау керек:

Статордың индуктивтілігін есептейміз:

$$L_1 = \frac{X_1 + X_{\mu}}{2\pi f} = \frac{0,85 + 32,16}{314} = 0,105 \text{ Гн}
\tag{4.10}$$

Ротордың индуктивтілігін есептейміз:

$$L_2 = \frac{X_2 + X\mu}{2\pi f} = \frac{1.3 + 32.14}{314} = 0.106 \text{ Гн} \quad (4.11)$$



4.3 сурет - Асинхрондық қозғалтқыштың құрылымдық сұлбасы

Өзіндік индукция есептейміз:

$$L_{12} = \frac{32.14}{314} = 0.102 \text{ Гн} \quad (4.12)$$

Стартор тізбегінің эквивалентті индуктивтілігі есептейміз:

$$L_3 = L_1 - \frac{L_{12}^2}{L_2} = 0.105 - \frac{0.102^2}{0.106} = 0.007 \text{ Гн} \quad (4.13)$$

$$K_1 = \frac{L_2}{L_1 L_2 - L_{12}^2} = \frac{0.106}{0.105 \cdot 0.106 - 0.102^2} = 9.63 \frac{1}{\text{Гн}} \quad (4.14)$$

$$K_2 = \frac{L_{12}}{L_1 L_2 - L_{12}^2} = \frac{0.102}{0.105 \cdot 0.106 - 0.102^2} = 9.27 \frac{1}{\text{Гн}} \quad (4.15)$$

$$K_3 = K_2 R_2 = 9.27 \cdot 0.321 = 2.97 \frac{1}{\text{Гн}} \quad (4.16)$$

$$K_4 = \frac{L_1}{L_1 L_2 - L_{12}^2} = \frac{0.105}{0.105 \cdot 0.106 - 0.102^2} = 9.54 \frac{1}{\Gamma\text{H}} \quad (4.17)$$

$$K_5 = K_4 R_2 = 9.54 \cdot 0.321 = 3.06 \frac{1}{\Gamma\text{H}} \quad (4.18)$$

$$K_6 = \frac{3}{2} \cdot P_{\text{H}} L_{12} = 0.459 \text{ Ом} \quad (4.19)$$

$$R_3 = R_1 + R_2 \left(\frac{L_{12}^2}{L_2^2} \right) = 0.432 + 0.321 \cdot \frac{0.102^2}{0.106^2} = 0.73 \text{ Ом} \quad (4.20)$$

$$T_3 = \frac{L_3}{R_3} = \frac{0.007}{0.73} = 0.009 \text{ с} \quad (4.21)$$

$$\Psi_1 = \frac{E_{\text{С}} \cdot \text{НОМ}}{2 \cdot \pi \cdot f_{1\text{НОМ}}} = \frac{217}{314} = 0,69 \text{ Вб} \quad (4.22)$$

Асинхронды қозғалтқыштың сызықтық моделінің құрылымдық сұлбасы 4.5 суретте көрсетілген.

Суреттегі белгілер мынаны білдіреді:

β - механикалық сипаттаманың сызықтық аумағының қатаңдығы;

T_3 – электромагниттік уақыт тұрақтысы, с;

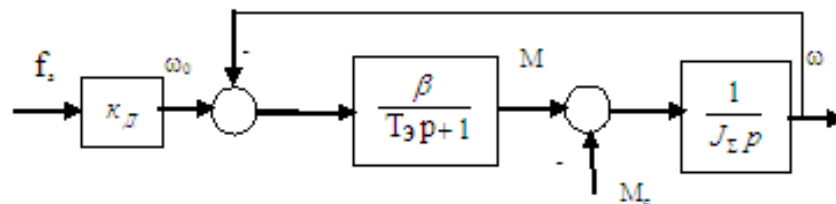
J_{Σ} – валдық қозғалтқышқа келтірілген инерция моментінің қосындысы;

ω_0 – бастапқы берілген айналу жиілігі, рад/с;

f_3 – тапсырманың жиілігі, Гц;

M – қозғалтқыштың механикалық моменті;

$K_{\text{д}}$ – қозғалтқыштың беріліс коэффициенті.



4.4 сурет– Асинхронды қозғалтқыштың сызықтық моделі

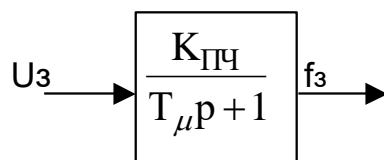
4.2.2 Жиілік түрлендіргіштің динамикалық моделі және олардың параметрлерін есептеу

Тұрақты ток буыны бар жиіліктік түрлендіргіштің құрамына басқарылатын түзеткіш, фильтр және автономды кернеу инверторы кіреді.

Көп жағдайда электр жетегін басқару жүйесінің зерттеу барысында түзеткіш апериодикалық буынның беріліс коэффициентімен $K_{\text{в}}$ және уақыт тұрақтысымен $T_{\text{в}}$ сипатталады, ал инверторды екпінді емес буын ретінде

қарастырады. Транзисторлы түрлендіргіштер шектеуші басқарушысы бар сызықты емес дискретті динамикалық құрылғылар болып табылады. Олардың жиіліктік түрлендіргіштерден айырмашылығы мынада: олар сызықты емес нысан ретінде жұмыс жүйесінде әсерін тигізбейді.

Реттегіштің басқару жүйесін синтездеу үшін жиіліктік түрлендіргіштердің сызықтық моделі қолданылады (4.5 сурет).



4.5 сурет - Жиілікті түрлендіргіштердің сызықтық моделі

Модельдегі $K_{ПЧ}$ – жиілікті түрлендіргіштердің күшейту коэффициенті;
 T_{μ} - жиілікті түрлендіргіштердің уақыт тұрақтысы.

$$W_1(p) = \frac{K_1}{T_{\mu}p + 1} = \frac{3.33}{0.01p + 1}, \quad (4.23)$$

Мұндағы $K_{ПЧ} = f_{1H}/I_3 = 50/15 = 3,33$ Гц/мА, - жиілікті түрлендіргіштердің күшейткіш коэффициенті;

$f_{1H} = 50$ Гц – желідегі кернеудің номиналды жиілігі;

$I_3 = 15$ мА – стандарт бойынша қабылданатын ток, $(20-5)=15$ мА;

$T_{\mu} = 0,01$ с - жиіліктік түрлендіргіштің уақыт тұрақтысы.

Негізгі жүйе үшін $T_{\mu} = 0,008 \div 0,01$, синтез үшін $T_{\mu} = 0,01$ қабылданады.

Асинхронды қозғалтқышпен бірге жиілікті түрлендіргіш математикалық сипаттаманың объектісі ретінде жоғары ретті динамикалық буыны болып табылады. Егер "жиілік түрлендіргіші – асинхронды қозғалтқыш" жүйесін электромеханикалық және электромагниттік тұрақты уақытпен екінші ретті динамикалық буын түрінде елестетсе, онда ол осы жүйенің оңайлатылған математикалық сипаттамасы болып табылады деп есептеуге болады.

Механикалық сипаттаманың жұмыс тармағының желілік бөлігіндегі жиіліктік-реттелетін электржетектің механикалық сипаттамасының теңдеуін келесі түрде ұсынуға болады

$$M = \kappa_m \cdot (U_{01} - \kappa_{\omega} \cdot \omega_1), \text{ Нм}, \quad (4.24)$$

ω_1 – ротордың бұрыштық жылдамдығы.

Қозғалтқыштың статор орамасындағы босжүріс кернеуі

$$U_{01} = I_{\mu} \cdot (x_0 + x_1) \cdot \nu, \text{ В}, \quad (4.25)$$

I_{μ} – қозғалтқыштың бос жүріс тогы, А; x_0 – қозғалтқышты магниттеу контурының индуктивті кедергісі, Ом; x_1 – статор орамасының индуктивті кедергісі, Ом; $\nu = f / f_{ном}$ – статордың салыстырмалы жиілігі; $f_{ном}$ – статордың номиналды жиілігі, Гц.

$M = 0$ бос жүріс кезінде алатынымыз $U_{01} = \kappa_{\omega} \cdot \omega_{1ном}$

$$\kappa_{\omega} = \frac{U_{01}}{\omega_{1ном}} = \frac{I_{\mu} \cdot (x_0 + x_1)}{\omega_{1ном}}, \text{ Вc}, \quad (4.26)$$

$$\kappa_{\omega} = \frac{I_{\mu} \cdot (x_0 + x_1)}{\omega_{1ном}} = \frac{0,6 \cdot 21,89 \cdot (32,16 + 0,854)}{157} = 2,76 \text{ Вc}$$

Мұндағы $\omega_{1ном}$ – статордың номиналды жиілігі кезіндегі қозғалтқыштың номиналды синхронды бұрыштық жылдамдығы, с^{-1} .

Асинхронды қозғалтқыштың номиналды моменті тең

$$M_{ном} = \kappa_M \cdot (U_{01} - \kappa_{\omega} \cdot \omega_{ном}) = \kappa_M \cdot \kappa_{\omega} \cdot \Delta\omega_{ном}, \text{ Нм}, \quad (4.27)$$

$\omega_{ном}$ – ротордың номиналды бұрыштық жылдамдығы, с^{-1} ;

$\Delta\omega_{ном} = \omega_{1ном} - \omega_{ном}$ – номиналды бұрыштық жылдамдығы, с^{-1} .

$$\kappa_M = \frac{M_{ном}}{\kappa_{\omega} \cdot \Delta\omega_{ном}} = \frac{M_{ном}}{s_{ном} \cdot I_{\mu} \cdot (x_0 + x_1)}, \text{ Нм/В}, \quad (4.28)$$

$$\kappa_M = \frac{M_{ном}}{s_{ном} \cdot I_{\mu} \cdot (x_0 + x_1)} = \frac{72,08}{0,028 \cdot 0,6 \cdot 21,89 \cdot (32,16 + 0,854)} = 5,94 \text{ Нм/В}$$

$s_{ном} = \frac{\omega_{1ном} - \omega_{ном}}{\omega_{1ном}}$ – асинхронды қозғалтқыштың номиналды сырғанауы.

Жүйенің электромеханикалық тұрақты уақытының шамасы

$$T_M = \frac{(J_1 + J_2) \cdot \Delta\omega_{ном}}{M_{ном}} = \frac{J_{\Sigma}}{\kappa_M \cdot \kappa_{\omega}} = 0,44 / 5,94 \cdot 2,76 = 0,026, \text{ с}. \quad (4.29)$$

"Жиілік түрлендіргіш-асинхронды қозғалтқыш" жүйесінің электромагниттік тұрақты уақыты

$$T_s = \frac{L_s}{R_s} = 0.09, \text{ с.} \quad (4.30)$$

Электрмагниттік тұрақты уақытты анықтау үшін индуктивтілік L_s және белсенді кедергі R_s жиілікті түрлендіргіштің тұрақты ток тізбегіне келтіріледі.

Жүйенің эквивалентті активті кедергісі:

$$R_s = r_d + \frac{3}{2} \cdot \kappa_i^2 \cdot \left(r_1 + r_2' \cdot \frac{L_\mu^2}{L_r} \right), \text{ Ом,} \quad (4.31)$$

$$R_s = 6,57 + \frac{3}{2} \cdot \left(\frac{2\sqrt{3}}{\pi} \right)^2 \cdot \left(0,432 + 0,321 \cdot \frac{0,102^2}{(0,102 + 0,042)^2} \right) = 7,653 \text{ Ом,}$$

мұнда

r_d - жиілік түрлендіргішінің тұрақты тогының тізбегіндегі дроссельдің активті кедергісі, Ом;

$\kappa_i = 2 \cdot \sqrt{3} / \pi$ - автономды инвертордың тогы бойынша беру коэффициенті;

r_1 - статорлық орамның белсенді кедергісі, Ом;

r_2' - статорлық орамаға келтірілген ротор орамасының белсенді кедергісі, Ом;

$L_\mu = x_0 / 314$ - қозғалтқыштың магниттену контурының индуктивтілігі, Гн;

$L_r = L_\mu + L_2'$ - ротор орамасының толық индуктивтілігі;

L_2' - ротор орамасының шашырауының индуктивтілігі, Гн;

x_2' - статор орамасына келтірілген ротор орамасының индуктивтілігі, Гн.

"Жиілікті түрлендіргіш-асинхронды қозғалтқыш» жүйенің эквивалентті индуктивтілігі

$$L_s = L_d + \frac{3}{2} \cdot \kappa_i^2 \cdot \left(L_s - \frac{L_\mu^2}{L_r} \right), \text{ Гн,} \quad (4.32)$$

$$L_s = 0,74 \cdot 10^{-3} + \frac{3}{2} \cdot \left(\frac{2\sqrt{3}}{\pi} \right)^2 \cdot \left(0,102 + 0,0027 - \frac{0,102^2}{(0,102 + 0,042)} \right) = 0,06 \text{ Гн.}$$

Мұнда L_d - жиілік түрлендіргішінің тұрақты ток тізбегінің индуктивтілігі, Гн;

$L_s = L_\mu + L_1$ - статор орамасының толық индуктивтілігі, Гн;

$L_1 = x_1 / 314$ - статор орамасының шашырауының индуктивтілігі, Гн.

$$T_s = \frac{0,06}{7,653} = 0,0078 \text{ с}$$

Алынған аналитикалық көрнектер статордың бос жүріскернеуінің U_{01} басқару сигналынан тәуелділігімен U_y толықтыру қажет. Әдетте пропорционалды тәуелділік қолданылады:

$$U_{01} = \kappa_{nc} \cdot U_y, \text{ В, (4.33)}$$

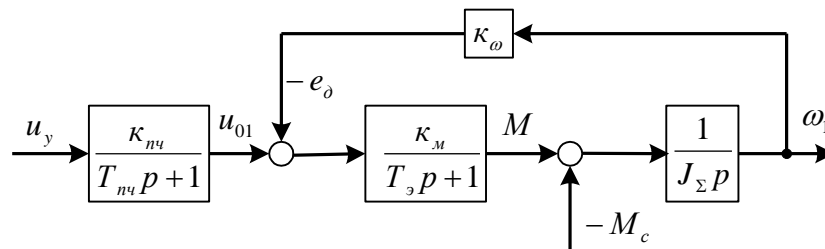
$$\kappa_{nc} = \frac{U_{01}}{U_{y.ном}} = \frac{I_\mu \cdot (x_0 + x_1)}{U_{y.ном}}$$

Жиілік түрлендіргішінің статикалық берілу коэффициентін табу кезінде $U_{y.ном} = 10 \text{ В}$ деп аламыз:

$$\kappa_{nc} = \frac{0,6 \cdot 21,89 \cdot (32,16 + 0,854)}{10} = 43,36$$

Электромагниттік инерциондық шамасы өте аз ($T_{nc} = 0,005 \text{ с}$) сол үшін кейде оны ескермейміз.

4.6 суретте "жиілікті түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш" электр жетектің құрылымдық сұлбасы көрсетілген.



4.6 сурет - Жиіліктік-реттелетін электр жетегінің құрылымдық сұлбасы

Ток бойынша кері байланыс коэффициенті статордың номиналды тогының екі есе шамасына тең іске қосу тогын қамтамасыз ету шарттарынан есептеледі $I_{1max} = 2 \cdot I_{ном} = 43,78 \text{ А}$. Уақыт бойынша кері байланыс коэффициентіне өтуге болады. Бұл жағдайда $M_{max} = 2 \cdot M_{ном} = 144,16 \text{ Нм}$. Сонда

$$\kappa_{om} = \frac{U_{o.m}}{I_{1max}}, \text{ В/А немесе } \kappa_{om} = \frac{U_{o.m}}{M_{max}}, \quad (4.34)$$

$$\kappa_{om} = \frac{9}{43,78} = 0,21 \text{ В/А}$$

$$\kappa_{om} = \frac{9}{144,16} = 0,06 \text{ В/Нм}$$

$$U_{o.m} = U_{o.m} = 9 \text{ В.}$$

Асинхронды қозғалтқыштың механикалық сипаттамасының жұмыс бөлімінде жұмыс істеген кезде қозғалтқыштың электромагниттік моменті мен статор тогы арасындағы пропорционал коэффициентін жақындатылған формула бойынша анықтауға болады.

$$c_m \approx \frac{M_{ном}}{I_{1ном}}, \text{ Нм/А}, \quad (4.35)$$

$$c_m \approx \frac{72,08}{21,89} = 3,29 \text{ Нм/А},$$

мұндағы $M_{ном}$ – қозғалтқыштың номинал моменті, Нм.

Жылдамдық пен ток реттегіштерінің беріліс функциясын анықтау үшін модульдік оптимум бойынша баптау қолданылады. Бағынышты реттеудің екі контурлық жүйесінің синтезі тоқты реттеудің ішкі контурынан басталады.

Басқару объектісі екі тізбектелген буыннан тұрады (4.бсурет): жиілік түрлендіргіші – $W_{пч}(p) = \kappa_{пч} / (pT_{пч} + 1)$ және қозғалтқыштың электромагниттік моменті – $W_{эм}(p) = \kappa_m / (pT_\vartheta + 1)$.

Егер электр қозғалтқышының ЭҚК-і әсер етпесе ($e_\delta = 0$), ашық ток тізбегінің беріліс функциясы келесідей жазылады:

$$W_{раз.м}(p) = W_{р.м}(p) \cdot \frac{\kappa_{пч}}{pT_{пч} + 1} \cdot \frac{\kappa_m}{pT_\vartheta + 1} \cdot \frac{1}{c_m} \cdot \kappa_{о.м}. \quad (4.36)$$

$$W_{раз.м}(p) = W_{р.м}(p) \cdot \frac{43,36}{0,005p + 1} \cdot \frac{5,94}{0,0078p + 1} \cdot \frac{1}{3,29} \cdot 0,21 = W_{р.м}(p) \cdot \frac{43,36}{0,005p + 1} \cdot \frac{5,94}{0,0078p + 1} \cdot 0,06$$

Алынған теңдіктен ток реттегішінің (моментін) беріліс функциясын анықтаймыз.

$$W_{р.м}(p) = \frac{c_m \cdot (pT_\vartheta + 1)}{2 \cdot p \cdot T_{пч} \cdot \kappa_{пч} \cdot \kappa_m \cdot \kappa_{о.м}} \text{ немесе } W_{р.м}(p) = \frac{(pT_\vartheta + 1)}{2 \cdot p \cdot T_{пч} \cdot \kappa_{пч} \cdot \kappa_m \cdot \kappa_{о.м}}. \quad (4.37)$$

$$W_{р.м}(p) = \frac{0,0078p + 1}{2 \cdot p \cdot 0,005 \cdot 43,36 \cdot 5,94 \cdot 0,06} = \frac{0,0078p + 1}{0,15 \cdot p}$$

$$W_{раз.м}(p) = \frac{0,0078p + 1}{0,15 \cdot p} \cdot \frac{43,36}{0,005p + 1} \cdot \frac{5,94}{0,0078p + 1} \cdot 0,06 = \frac{103,02}{p(0,005p + 1)}$$

Осылайша, ток (момент) тізбегі пропорционалды-интегралды контроллермен (ПИ контроллері) оңтайландырылады. Қазіргі жиілікті түрлендіргіштер пропорционалды-интегралды-дифференциалды контроллермен (ПИД- controller) жабдықталған. Оның параметрлерін есептеу үшін (4.38) өрнегі қолданылады:

$$P = \frac{c_m \cdot T_{\text{э}}}{2 \cdot T_{\text{нч}} \cdot K_{\text{нч}} \cdot K_m \cdot K_{o,m}} \text{ немесе } P = \frac{T_{\text{э}}}{2 \cdot T_{\text{нч}} \cdot K_{\text{нч}} \cdot K_m \cdot K_{o,m}}; \quad (4.38)$$

$$P = \frac{0,0078}{2 \cdot 0,005 \cdot 43,36 \cdot 5,94 \cdot 0,06} = 0,05$$

$$I = \frac{c_m}{2 \cdot T_{\text{нч}} \cdot K_{\text{нч}} \cdot K_m \cdot K_{o,m}} \text{ немесе } I = \frac{1}{2 \cdot T_{\text{нч}} \cdot K_{\text{нч}} \cdot K_m \cdot K_{o,m}}, \text{ с}^{-1}; (4.39)$$

$$I = \frac{1}{2 \cdot 0,005 \cdot 43,36 \cdot 5,94 \cdot 0,06} = 6,47 \text{ с}^{-1}$$

Егер "жиілік түрлендіргіші – асинхронды қозғалтқыш" жүйесін электромеханикалық және электромагниттік тұрақты уақытпен екінші ретті динамикалық буын түрінде елестетсе, онда ол осы жүйенің оңайлатылған математикалық сипаттамасы болып табылады деп есептеуге болады.

4.3 Асинхронды қозғалтқыштың динамикалық сипаттамаларын MatLab бағдарламасында зерттеу

Жартылай өткізгіш электр жетектерін модельдеу үшін бағдарламалық пакет ретінде жартылай өткізгіш электр жетегін зерттеудің негізгі құралы ретінде барлық жерде қабылданған өзінің кеңейту пакеттерімен (Toolboxes) MatLab (матрицалық зертхана) жүйесі ең қолайлы болып саналады.

Жартылай өткізгіш электр жетегін зерттеу кезінде пайдаланылатын негізгі кеңейту пакеттері Simulink және Power System Blockset болып табылады.

Өз толықтыруларымен Simulink пакеті-түрлі электромеханикалық жүйелерді зерттеудің негізгі құралы. Осы пакетте шешуге болмайтын Электржетек жүйелерін зерттеуге байланысты міндеттер Іс жүзінде жоқ.

Simulink зерттеушіге жүйенің құрылымдық (математикалық) көрінісінен бастап және модельдің құрылымдық схемасына сәйкес микропроцессорды бағдарламалау үшін кодтарды генерациялаумен ұштастыра отырып, әр түрлі мүмкіндіктерді береді.

Simulink кітапханасы кез келген автоматты реттеу жүйесін зерттеуге болатын визуалды Нысандар жиынтығы болып табылады. Барлық блоктар үшін параметрлерді теңшеу мүмкіндігі бар. Теңшеу параметрлері Таңдалған блоктың теңшеу терезесі тақтасында көрсетіледі.

Зерттелетін модельге (4.7 сурет) мынандай элементтер кірді:

- Asynchronous Machine SI Unit-4a10012y3 қозғалтқыштың номиналды паспорттық деректеріне сәйкес келетін параметрлермен асинхронды қозғалтқыштың дайын моделі;

- 3phase Programmable Voltage Source синусоидалды кернеудің үшфазалы көзі номиналды параметрлері бар: $U_m=380$ В; бір-біріне қатысты фаза бойынша 120-ге ығысқан, номиналды мәндері бар үшфазалы кернеу жүйесін модельдейді: $U_f=220$ В, $U_L = 380$ В, $f=50$ Гц;

- Three-Phase V-I Measurement-желілік ток пен кернеуді өлшеуді жүзеге асыруға арналған үш фазалы мультиметр;

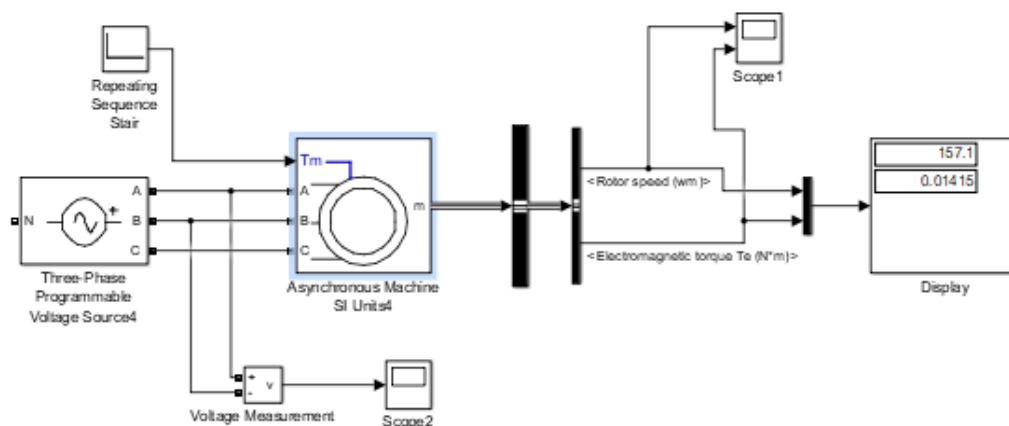
-Scope-осциллографтар моделінің 2 элементі, сондай-ақ қозғалтқыш роторының айналу жиілігінің және оның білігіндегі моменттің өзгерісін көреді;

- Бірдей параметрлердің белгіленген мәнін бақылау үшін Display түріндегі 2 элемент;

- Scope-қозғалтқыш роторының айналу жылдамдығының өзгеру осциллограммасын және уақыт бойынша білікке моментті алып тастау мүмкіндігі бар элемент;

- Constant-қозғалтқыш білігіне тұрақты жүктемені кодтау мүмкін элемент;

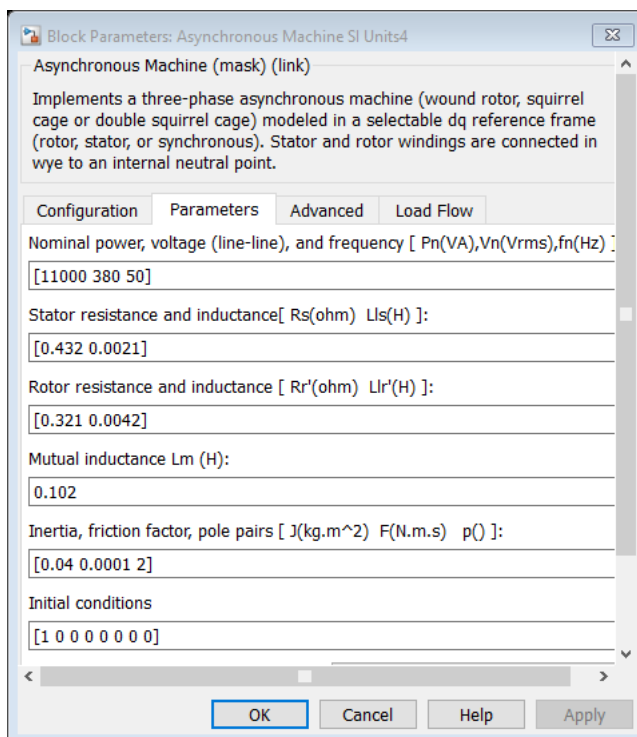
- Timer-белгілі бір уақыт сәтінде қозғалтқыш білігіне жүктемені беру және алып тастауды кодтауға болатын элемент.



4.7 сурет - Қозғалтқышты зерттеудің виртуалды моделі

Кіріс терезесінде номиналды паспорт мәліметтеріне сәйкес келетін таңдалған қозғалтқыштың параметрлерін енгізіңіз (4.8 сурет).

Біз қозғалтқышты жүктемесіз және жүктеме астында үш түрлі жиілікте ($f_1 = 50$ Гц, $f_2 = 30$ Гц, $f_3 = 15$ Гц) жиілікті реттеу заңын $\frac{U}{f} = const$ қолдана отырып модельдейміз.



4.8 сурет - Мотордың параметрлері

Қозғалтқыштың динамикалық сипаттамаларын зерттеу үшін мынадай режимдерді қарастырамыз.

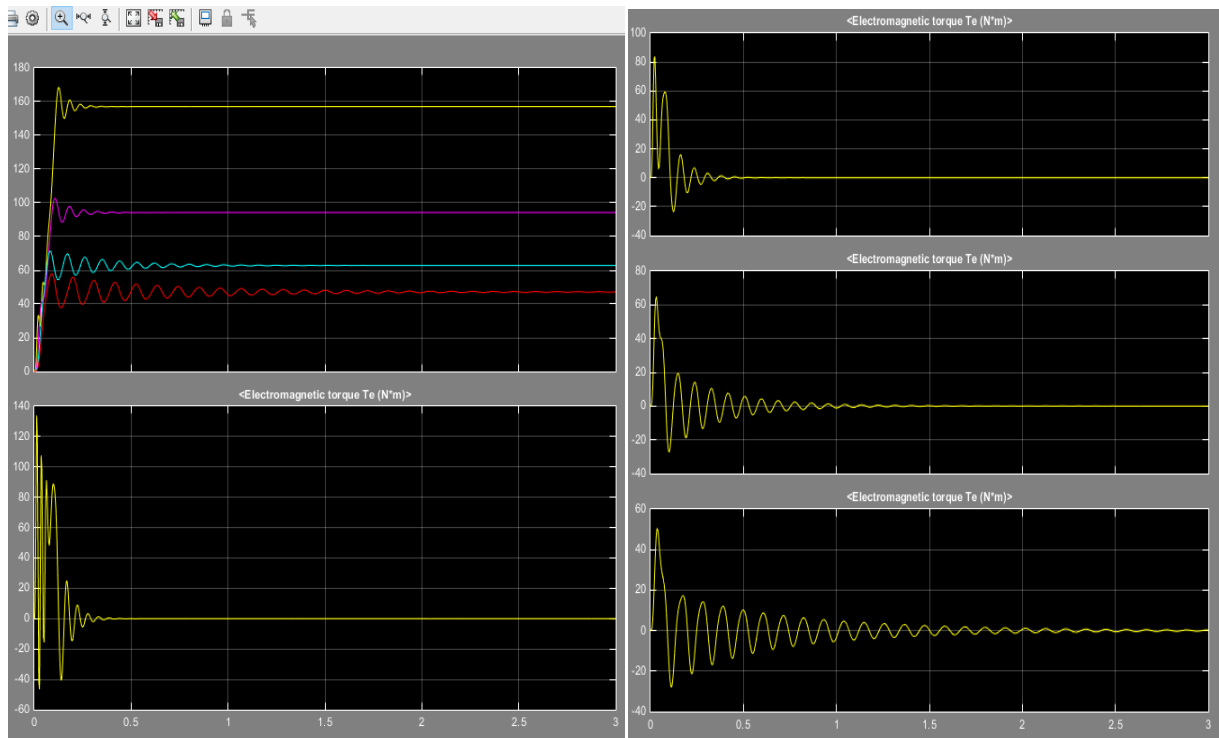
Бірінші режим – бос жүріс режимі (қозғалтқышқа жүктеме берілмейді). Мынадай жағдайларды қарастырамыз:

- а) кернеу $U_\phi = 220$ В, жиілік $f = 50$ Гц;
- б) кернеу $U_\phi = 132$ В, жиілік $f = 30$ Гц;
- в) кернеу $U_\phi = 66$ В, жиілік $f = 15$ Гц

4.9-суретте электр қозғалтқышының жүктемесіз және $f = 50$ Гц $U_l = 380$ В кезінде басталатын жылдамдығы мен айнымалы өтпелі сипаттамасы көрсетілген.

4.9 суретте бос жүріс режимі және әртүрлі жағдайлар кезіндегі жылдамдық пен моменттің уақытқа тәуелді өзгеру графиктері көрсетілген. Бұл графиктерді талдау момент мен жылдамдық мәндері іске қосу сәтінде күрт көтеріліп, өтпелі үрдістің соңына қарай тұрақталған мәндерге (графиктерде олар салыстырмалы бірлікпен берілген) жететіндігін көрсетеді.

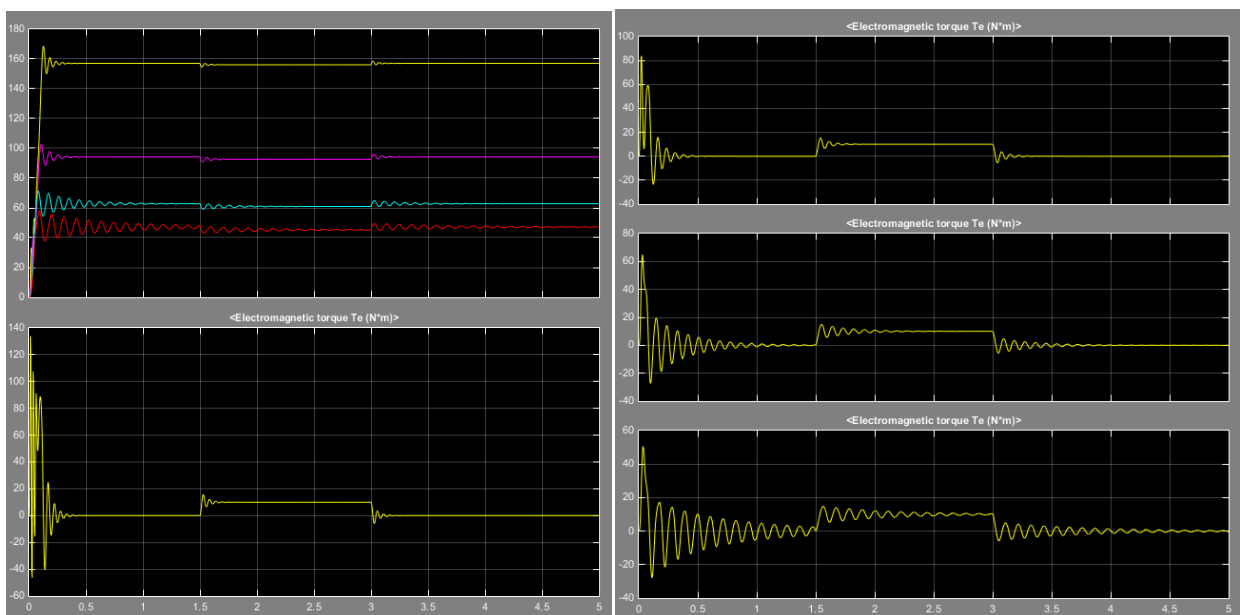
Кернеудің U_ϕ мәні мен жиілігі f аз болған сайын қозғалтқыштың бұрыштық жылдамдығы мен өтпелі үрдістің ұзақтығы азаятындығын көреміз.



4.9 сурет - Бос жүріс режимі және әртүрлі кернеулер мен жиіліктер кезіндегі жылдамдық пен моменттің уақытқа тәуелді өзгерісінің графиктері

Екінші режим – іске қосылған қозғалтқышқа жүктеме беру ($M_{ж}=10 \text{ Нм}$) және оны алып тастау режимі (әртүрлі жиілік кезінде).

4.10 суретте осы режим кезіндегі жылдамдық пен моменттің уақытқа тәуелді өзгерісінің графиктері көрсетілген ($f=50 \text{ Гц}$; $f=30 \text{ Гц}$; $f=20 \text{ Гц}$; $f=15 \text{ Гц}$).



4.10 сурет - Қозғалтқышқа жүктеме беру ($M_{ж}=10 \text{ Нм}$) және оны алып тастау режимі кезіндегі жылдамдық пен моменттің уақытқа тәуелді өзгерісінің графиктері (әртүрлі жиілік кезінде).

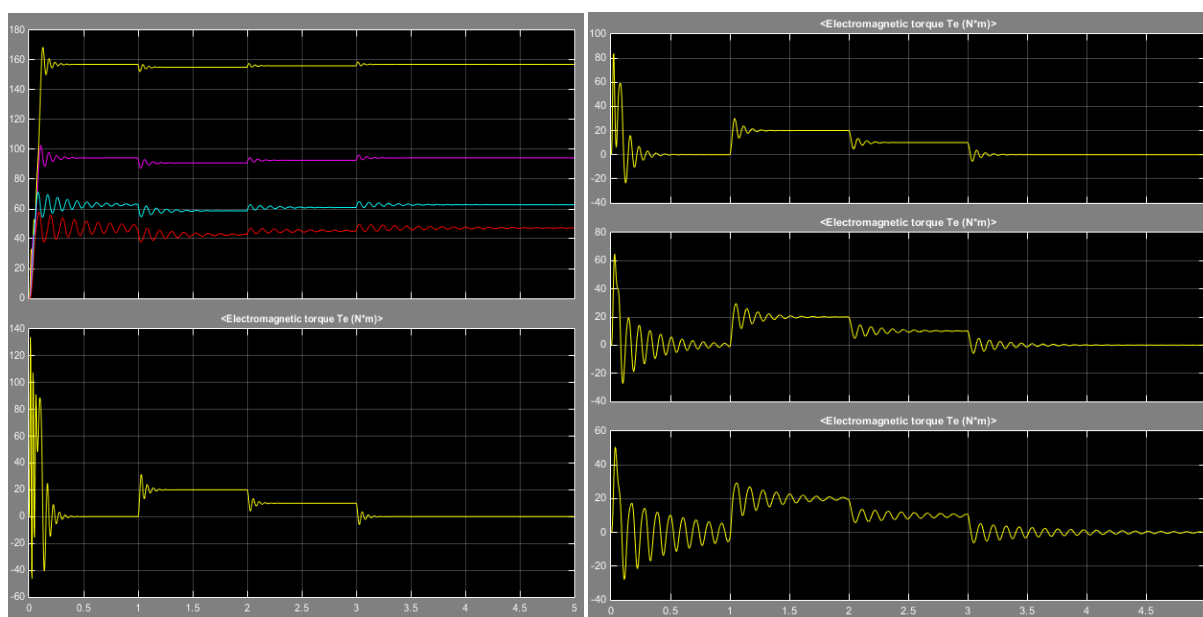
Бұл графиктерді ($f=50\text{Гц}$ болғанда) талдау нәтижесі қозғалтқышқа жүктеме берген кезде оның айналу жылдамдығы біршама, 157 тен 156 рад/с дейін азайып, одан әрі осы мәнде тұрақтанатындығын, ал қозғалтқыштың моменті нөлден 10 Нм дейін көбейіп, одан әрі осы мәнде тұрақтанатындығын көрсетеді. Артықреттелуді $\delta = \frac{\Delta\omega}{\omega_{нұр}} \cdot 100\%$ болмайтындығын көреміз.

Үшінші режим - іске қосылған қозғалтқышқа жүктеме $M_{ж}=20\text{ Нм}$ беріп, оны әрбір 1,0 с сайын 10 Нм азайтқан кездегі режим (әртүрлі жиілік кезінде).

4.11 суретте осы режим кезіндегі жылдамдық пен моменттің уақытқа тәуелді өзгерісінің графиктері көрсетілген ($f=50\text{Гц}$; $f=30\text{Гц}$; $f=20\text{Гц}$; $f=15\text{Гц}$).

Бұл графиктерді ($f=50\text{Гц}$ болғанда) талдау нәтижесі қозғалтқышқа жүктеме берген кезде оның айналу жылдамдығы біршама, 157 тен 155,5 рад/с дейін азайып, одан әрі осы мәнде тұрақтанатындығын, ал қозғалтқыштың моменті нөлден 20 Нм дейін көбейіп, одан әрі осы мәнде тұрақтанатындығын көрсетеді.

Жүктемені 10 Нм азайтқан сайын айналу жылдамдығы біршама көбейіп, ал қозғалтқыш моменті соншама мәнге азайып отыратындығын көреміз. Жүктеме нөлге тең болған кезде айналу жылдамдығы бос жүріс кезіндегі айналу жылдамдығына (157 рад/с) тең болады.



4.11 сурет - Қозғалтқышқа жүктеме $M_{ж}=20\text{ Нм}$ беріп, оны әрбір 1,0 с сайын 10 Нм азайтқан кездегі жылдамдық пен моменттің уақытқа тәуелді өзгерісінің графиктері ($f=50\text{Гц}$; $f=30\text{Гц}$; $f=20\text{Гц}$; $f=15\text{Гц}$).

Таңдалған асинхронды электрқозғалтқыштың иммитациялық моделінде жүргізілген зерттеулер әртүрлі режимдер кезіндегі өтпелі үрдістердің талдауға мүмкіндік беретіндігін және электрқозғалтқыш қабылданған электр жетекке қойылатын талаптарды қанағаттандыратындығын көрсетті.

5. Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі

5.1. Жұмыс орнының еңбек қорғау жағдайын талдау

Менің диплом тақырыбым «Жүрдек жолаушы лифтісінің автоматтандырылған электр жетегі» болғандықтан бірінші лифт электр жеттеріне қойылатын талаптарды ұсынуым қажет.

Электр жетек жүйесі кабинаның жылдамдағын шектеуі тиіс (жолаушылар лифттері үшін қолайлылық шарттары бойынша және жүкке арналған арқанды жүргізу шкивіне қатысты арқанның сырғуы болмауы). Ол сондай-ақ кедергі моментінің өзгеруінің кең шектерінде қосу және тежеу кезінде бір қалыпты өтпелі процестерді қамтамасыз етуі тиіс. Лифт кабинасы үшін жылдамдықтың, үдеудің және жұлқудың тәуелділігі рұқсат етілген деңгейде жеделдету мен жұлқуды шектеуді ескеруі қажет. Негізгі рейстік жылдамдығы 0,71 м/с асатын лифтілер үшін $v < 0,36$ м/с тексеру төмен жылдамдығы көзделуі тиіс.

Лифт электр жетегі қабаттық алаң деңгейіне қатысты кабинаның дәл тоқтауын қамтамасыз етуі тиіс (10...20мм жедел және ауруханалық лифтілер үшін, 35 үшін жүрдек жолаушы лифт үшін 50 мм). Кабинаның номиналды жылдамдығы 1,4 м/с аспайтын лифтілер үшін көрсетілген тексеру жылдамдығы мен тоқтаудың дәлдігі төмен жылдамдық кезінде лифт электр жетегінің механикалық сипаттамасын жасау арқылы іске асырылады.

Лифт шығыры автоматты түрде жұмыс істейтін тежегішпен жабдықталуы тиіс.

Лифтілерге мынадай қосымша талаптар қойылады: қабаттық алаң деңгейіне қатысты тоқтаудың дәлдігі; жылдамдық пен тежеу кезінде кабинаның қозғалуының бірқалыпты болуы; жолаушыларды тасымалдау шарттарының қолайлылығы; лифтті пайдаланудың жалпыға қол жетімділігі; жұмыстың шусыздығы; радиобайланыс және теледидар жүйелерінің жұмысына электромагниттік кедергілердің рұқсат етілген деңгейі.

Жолаушыларды тасымалдау жағдайларының қолайлылығы қону алаңында лифтті күту уақытының ең аз шамасымен, тоқтаудың бірқалыпты және дәлдігімен, кабинада шу мен дірілдің болмауымен, салонның жақсы желдетуі мен жеткілікті жарықтандырылуы болуымен анықталады.

Лифтті пайдаланудың жалпыға қол жетімділігі барлық жас топтарының жолаушыларын арнайы даярлауды талап етпейтін кабинадан және қабатты алаңдардан қозғалысты басқарудың жеткілікті қарапайым және түсінікті жүйесінің болуын көздейді.

Лифт ең бастысы жұмыста сенімді болуы, жолаушыларды пайдалану кезінде қауіпсіздіктің және шудың аз болуын қамтамасыз етуі тиіс. Лифттер пайдалану мен қызмет көрсетудің ыңғайлылығы мен қарапайымдылығы үшін шу деңгейі төмен арнайы электр қозғалтқыштарын пайдаланады.

Шу дегеніміз адамға жағымсыз әсер ететін кез келген дыбыс. Өндірісте шудың шектелген мөлшері белгіленген. Ол, жиілігі төмен шулар-40-100 дБ,

жиілігі орташа шу-85-90 дБ, жиілігі жоғары шу-75-85 дБ дейін адамға зиянсыз.

Шудың деңгейін шу өлшегішпен (шумометр) өлшейді. Ойлау арқылы жұмыс істелетін бөлмелерде шудың мөлшері барлық жиілікте 40-45 дБ-ден аспауы керек және қазіргі уақытта лифттерде ондай мәселе жоқ.

Лифттің жұмысы шудың деңгейін төмендету және оның ғимараттың көтергіш конструкциялары бойынша таралуын болдырмау бойынша бірқатар шараларды қамтамасыз етеді.

Екінші критерий ретінде біз қауіпсіздікті алдық, ал ол өз кезегінде тікелей кей жағдайда төтенше жағдайларға байланысты болып табылады. Себебі лифт аэродинамикалық тесік болып табылады, яғни лифтте өрт қауіпі өте жоғары. Ал енді өрт дегеніміз не деген сұрақ туындайды.

Өндірістегі өрттердің негізгі себептеріне құрал-жабдықтардың технологиялық жұмыс тәртібінің бұзылуы, электр жабдықтарының ақаулылығы, жабдықтардың жөндеу жұмыстарына нашар дайындалығы, әртүрлі материалдардың өздігінен жануы және т.б. жатады.

Жарылыс кезінде өртті болдырмау үшін ыстық жанғыш, жарылысқа қауіпті ортаның пайда болуына мүмкіндік бермей, оталдыру көзінің пайда болуына кедергі жасау керек.

Өрт қауіпсіздігі – бұл өрт болу мүмкіндігін болдырмау және оның пайда болған кезінде адамдарға, құрылыс және материалдық құндылықтарға өрттің қауіпті факторларының жағымсыз әсерлерін жою үшін қажетті шараларды қолдану болып саналады.

Өрт қауіпсіздігі өрттің алдын алу шаралары мен және белсенді өрт қорғанысымен қамтамасыз етіледі. Өрттің алдын алу болып өртті болдырмау немесе оның салдарын азайтуға бағытталған іс-шаралардың кешені саналады. Белсенді өрт қорғанысы – бұл өрт немесе жарылысқа қауіпті жағдайларымен белсенді күресуді қамтамасыз ету шаралары.

Құрылыстық-жобалау шаралары - ғимараттар мен құрылыстардың отқа төзімділігімен анықталады (конструкция материалдары жанғыш, қиын жанатын, жанбайтын болып бөлінеді). Отқа төзімділік шегі дегеніміз – бұл оттың әсерінен құрылыс конструкцияларының бірінші сызат пайда болғанға дейінгі шыдайтын уақыт интервалы. Барлық құрылыс конструкциялары отқа төзімділік шегі бойынша 8 деңгейге бөлінеді. Ғимараттардың отқа төзімділік деңгейіне байланысты өрт кезінде эвакуациялау үшін шығатын жерлерге дейінгі қашықтықтар белгіленеді.

Техникалық шаралары:

- өмірге қажетті жүйелерді (жылу, жарықтандыру, вентиляция т.б.) орнатқан кездерде өрт қауіпсіздігі нормаларын сақтау;
- құрал-жабдықтар жұмысының тәртібі мен технологиялық процестер параметрлерін сақтау (5.1 сурет);
- әртүрлі қорғану жүйелерін пайдалану.

Ұйымдастырушылық шаралар - құрамына өрт қауіпсіздігі бойынша оқу өткізу, өрт қауіпсіздігі шараларының сақталуын тексеру кіреді.

Бұл талаптар монтаждау, профилактикалық және жөндеу жұмыстарын жүргізу кезінде ескерілуі тиіс.

Яғни, регламент пен нормаға сай болуы үшін мен шуды есптеуді мақсат етіп алып отырмын.



5.1 сурет - Өрт сөндіруші қызметкері және құралдары

Лифттерді жобалауға арналған техникалық шарттар лифттің жанында орналасқан үй-жайлардағы шудың шекті рұқсат етілген деңгейін регламенттейді. Тиісті нормативтік деректер тиісті ғимаратты пайдалану мақсаты мен технологиясына байланысты.

Электрмагниттік кедергілер деңгейінің төмендеуі лифт электржабдығының кедергі көздерін экрандаудың жақсы сапасына және лифттің электр күштік қуат тізбегінің кіріс құрылғысында жоғары жиілікті сүзгілерді орнатуға кепілдік беруі мүмкін.

Өрт сөндірудің келесі тәсілдері қарастырылады (5.2 сурет):

- ыстық жанғыш затты тотықтырғыштан бөлектеу;
- ауадағы оттегі концентрациясын азайту;
- ыстық жанғыш заттың температурасын оталдыру температурасынан төмендету.



5.2 сурет - Өрт сөндіру процесі

Өрт сөндіру заттары ретінде су, құм, көпіршіктер, ұнтақтар, өрт тудырмайтын газ тәріздес заттар, инертті газдар, булар қолданылады.

Өрт сөндіру құралдары 2-ге бөлінеді:

1. қол көмегімен жұмыс істейтін құралдар (құм салынған жәшіктер, асбест жабындары, өртке қарсы құрал-саймандары бар тақталар; химиялық көпіршікті от сөндіргіштер; ұнтақты отсөндіргіштер; көміроттекті отсөндіргіштер; хладонды отсөндіргіштер; құрама отсөндіргіштер) (5.3сурет);
2. өртке қарсы жүйелер (сумен жабдықтау жүйелері; көпіршікті генераторлар; автоматты сигнал беру құралдарын қолдану арқылы автоматты өрт сөндіру жүйелері).



5.3сурет - Өрт сөндіруші құралдар

Кез келген объектілерді эксплуатациялауды (туристік фирмаларды, қонақ үйлерді, демалыс базаларын) бекітілген нормативті құжаттар талаптарына сай қатаң түрде жүзеге асыру қажет.

Барлық қоғамдық және өндірістік ғимараттарда нақты көрсетілген кедергісіз тез шығуға кепіл беретін апатты жағдайларда шығатын жерлер болуы тиіс. Есіктер іш жағынан ашылуы керек. Бұл жерлерде кедергі келтіретін бөгде заттар мен отқа жанғын материалдар болмауы керек. Бұдан басқа да құтқару жолдары қарастырылуы жөн (мысалы, сыртқа шығатын сатылар мен шатырға шығатын жерлер). Өрт кезінде ешқашан лифтті қолдануға болмайды.

5.2 Төтенше жағдай кезіндегі уақытты есептеу

Қазіргі заманғы құрылыстың өзіндік ерекшелігі-адамдар көп жиналатын ғимараттар санының артуы. Олардың қатарына барлық жабық мәдени-спорттық кешендер, кинотеатрлар, клубтар, дүкендер, жолаушылар лифтілері бар өндірістік ғимараттар жатқызуға болады. Өрт көбінесе адамдардың жарақаттануы мен өлуімен бірге жүреді. Бірінші кезекте бұл тез дамып келе жатқан өрттерге жатады, олар пайда болғаннан кейін бірнеше минуттан соң

адам үшін нақты қауіп төндіретін және адамдарға өрттің қауіпті факторларының қарқынды әсерімен ерекшеленетін өрттерге жатады. Осындай жағдайларда адамдардың қауіпсіздігін қамтамасыз етудің ең сенімді тәсілі - өрт пайда болған үй-жайдан уақытылы эвакуациялау.

Эвакуацияның қажетті уақыты адам үшін қауіпті өрт ұзақтығының қауіпсіздік коэффициентіне көбейтіндісі ретінде есептеледі. Өрттің шекті ұзақтығы деп қауіпті факторлардың біріне (ҚПО) адам үшін шекті рұқсат етілген мәнге қол жеткізуі салдарынан қауіпті жағдай пайда болатын уақыт түсініледі. Бұл ретте әрбір қауіпті фактор басқаларына қарамастан адамға әсер етеді деп болжанады, өйткені уақыттың өзгеретін әр түрлі сапалық және сандық үйлесімдерінің өрт дамуының бастапқы кезеңіне тән кешенді әсерін қазіргі уақытта бағалау мүмкін емес. Қауіпсіздік коэффициенті қойылған міндетті шешу кезіндегі ықтимал қателікті ескереді. Ол 0,8 тең қабылданады.

Осылайша, үй-жайдан адамдарды көшірудің қажетті уақытын анықтау үшін адамдардың болу аймағында (жұмыс аймағында) ҚПО даму динамикасын және адам үшін олардың әрқайсысының шекті рұқсат етілген мәндерін білу қажет. Тез дамып келе жатқан өрттің бастапқы кезеңінде үй-жайда адамдар үшін аса қауіп төндіретін ҚПО қатарына мыналар жатқызылуы мүмкін: ортаның жоғары температурасы; көрінудің жоғалуына әкелетін түтін; жану уытты өнімдері; оттегінің төмен концентрациясы.

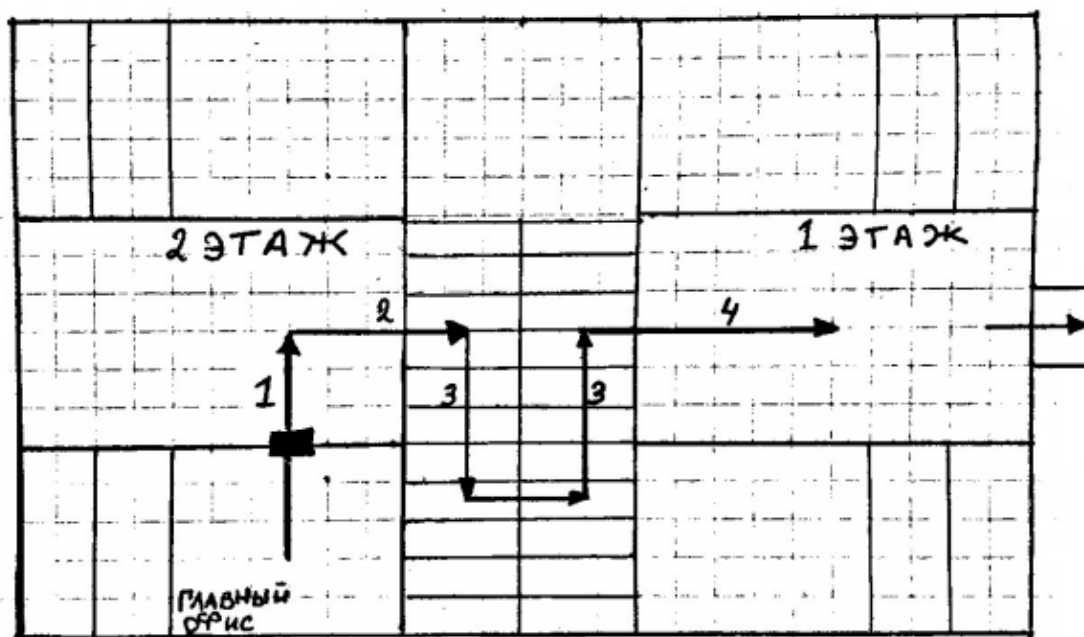
Адамдардың мәжбүрлі қозғалысының ерекшеліктері. Мәжбүрлі көшірудің негізгі ерекшелігі өрт пайда болған кезде, оның бастапқы сатысында, өрт жылу, толық және толық жанбайтын өнімдер, улы заттар, конструкциялардың құлауы салдарынан адамға қауіп төндіреді, бұл адамның денсаулығына және өміріне қауіп төндіреді. Сондықтан ғимараттарды жобалау кезінде эвакуациялау процесі қажетті уақытта және қауіпсіз аяқталуы үшін шаралар қабылдайды.

Қауіпті қауіптілікке байланысты адамдардың қозғалыс процесі бір бағытта — шығу жағына қарай инстинктивті түрде басталады. Бұл өтпе жолдар белгілі бір ағын тығыздығы кезінде адамдармен тез толтырылады. Қозғалыс жылдамдығы ағындарының тығыздығының ұлғаюымен, қозғалыс процесінің белгілі бір ырғағын жасайды.

Көп қабатты тұрғын үйлер мен қоғамдық ғимараттардың, сондай-ақ оқшауланған өндірістік ғимараттардың жаппай құрылысына байланысты адамдардың едәуір массалары шоғырланатын қоғамдық ғимараттарды кооперациялауға ұмтылу, адамдарды қауіпсіз эвакуациялауды қамтамасыз етуді ескере отырып, ғимараттардың ішкі жоспарлау мәселелері үлкен маңызға ие болады.

Мәжбүрлі эвакуациялау қауіпсіздігіне жеке үй-жайлардан немесе ғимараттардан адамдарды эвакуациялау ұзақтығы, жалпы алғанда, мысалы, өрт ұзақтығы аз болған кезде қол жеткізіледі, ол аяқталғаннан кейін адам үшін қауіпті әсер ету пайда болады. Эвакуациялау процесінің қысқа мерзімділігіне конструктивті-жоспарлау және ұйымдастыру шешімдерімен қол жеткізіледі.

Эвакуациялау уақытын есептеу. Осы есептік жұмыста ғимаратта өрт шыққан кезде "Dayer Construction" ЖШС Ұйымының Бас офісінен қызметкерлерді эвакуациялау уақытын анықтау қажет. Екі қабатты ғимарат көлемі 10 * 30, көлемі 36 м кеңсе 2 қабатта орналасқан, ені 2,8 метр дәліз. Ені 1,6 м және ұзындығы 12 м баспалдақ алаңы, Есік ойықтарының ені 1.0 М, сондай-ақ ұзындығы 3 м шыны тамбур. Кабинетте 8 адам жұмыс істейді. Қабатта барлығы 95 адам жұмыс істейді. Бірінші қабатта 75 адам жұмыс істейді. Ғимараттан эвакуациялау схемасы 5.4 суретте көрсетілген.



5.4 сурет - "Dayer Construction" ЖШС ұйымының қызметкерлерін эвакуациялау схемасы

Адамдарды эвакуациялаудың есептік уақытын (t_p) ТҒ жеке жол учаскелері бойынша адам ағынының қозғалыс уақытының сомасы ретінде айқындаған жөн:

$$t_p = t_1 + t_2 + \dots + t_i \quad (5.1)$$

1. Бірінші учаске бойынша адамдардың қозғалыс уақытын анықтау үшін 6×6 м – формула (1.10) кабинеттің габариттік өлшемдерін есепке ала отырып, осы учаскедегі адам ағынының қозғалыс тығыздығы есептеледі.

$$D_1 = \frac{N_1 \cdot f_1}{l_1 \cdot \delta_1} = \frac{8 \cdot 0,113}{6 \cdot 6} = 0,025$$

мұнда N_1 - бірінші учаскедегі адамдар саны, (берілгені бойынша кабинетте 8 адам жұмыс істейді)

f - 1-кесте бойынша қабылданған адамның көлденең проекциясының орташа ауданы. (мен маусымдық киімдегі ересек адамды таңдап алдым)

L - ұзындығы (кабинеттің көлемін көрсеткен едік, яғни ұзындығы мен ені 6 м тең);

V – ені.

Бірінші учаске бойынша қозғалыс уақыты

$$t_1 = \frac{L_1}{V_1} = \frac{6}{100} = 0,06 \text{ мин}$$

L - бұл бірінші бөлік, яғни кабинет ұзындығы.

Ал 5.3 кесте бойынша 0,025 үшін қозғалыс жылдамдығы $V_1 = 100$ м / мин, қозғалыс қарқындылығы q_1 -шамамен 1 м/мин.

Қалыпты жағдайда ойықтағы қозғалыстың ең үлкен ықтимал қарқындылығы $q_{\max}=19,6$ м/мин (Ол мән МЕМСТ 12.1.004-91 талабы бойынша алынған) .

Ені 1,0 м (берілгені үшін) ойықтағы қозғалыс қарқындылығы формула бойынша есептеледі.

$$q_d = 2,5 + 3,75b = 2,5 + 3,75 * 1,0 = 6.25 \text{ м/мин.}$$

$Q_d < q_{\max}$ болғанда ойық арқылы қозғалыс кедергісіз өтеді.

Q_{\max} мәнін тең қабылдау керек:

- көлденең жолдар үшін 16,5 м/мин;

- есік ойықтары үшін 19,6 м/мин, баспалдақпен төмен қозғалғанда 16,0 м/мин;

- баспалдақпен жоғары қозғалғанда 11 м / мин.

Ойықтағы қозғалыс уақыты (1.10) формуласы бойынша анықталады.

$$D_2 = \frac{N_2 \cdot f_2}{l_2 \cdot \delta_2} = \frac{8 \cdot 0,113}{6,25 \cdot 1} = 0,14 \text{ мин,}$$

мұндағы 8 - кабинеттегі қызметкер саны;

0,113 – кесте бойынша алынды (барлық жерде маусымдық киім киген адамға есептедім);

6,62 – деп $q(d)$ алдым;

1,0 – ойық мәні (берілгені).

Екінші қабатта 95 адам жұмыс істейді, екінші қабаттағы адамдар ағынының тығыздығы құрайды

$$D_3 = \frac{N_3 \cdot f_3}{l_3 \cdot \delta_3} = \frac{95 \cdot 0,113}{27 \cdot 2,8} = 0,14 \text{ мин,}$$

мұнда N_1 - бірінші учаскедегі адамдар саны;

f -1кесте бойынша қабылданған адамның көлденең проекциясының орташа ауданы;

L - 27 м (себебі жалпы үй жайдың ұзындығы 30 м, яғни 27 м дәліз және 3м тамбур);

B - дәліз ені 2,8 м (берілгені).

1.3 кесте бойынша 0,14 үшін қозғалыс жылдамдығы $v = 80$ м/мин, қозғалыс қарқындылығы $q = 8$ м/мин. Екінші учаске бойынша қозғалыс уақыты (баспалдаққа дәлізден):

$$t_2 = \frac{L_2}{V_2} = \frac{27}{80} = 0,33 \text{ мин.}$$

6.Саты бойынша қозғалыс жылдамдығын анықтау үшін үшінші учаскедегі қозғалыс қарқындылығы мынадай формула бойынша есептеледі:

$$q_i = \frac{q_{i-1} \cdot b_{i-1}}{b_1} = \frac{8 \cdot 2,8}{1,6} = 15 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

мұндағы b_i, b_{i-1} – қарастырылып отырған (i) және оның алдындағы (i -1) жол учаскесінің ені, м; яғни, дәліздің ені және баспалдақ алаңының ені, ол мәндер берілгенінде бар;

q_i, q_{i-1} - қарастырылатын (i) және оның алдындағы (i-1) жол учаскелері бойынша адам ағыны қозғалысының қарқындылық мәні, м/мин.

Жолдың бірінші учаскесіндегі адам ағыны қозғалысының қарқындылық мәні $q = q_{i-1}$. Жоғарыда келтірілген формула бойынша белгіленген DX мәні 1.3 кесте бойынша анықталады. Ол 8 м/мин тең.

7. Баспалдақпен төмен түсуге кетер уақыт (3-ші участок)

$$t_3 = \frac{L_3}{V_3} = \frac{12}{52} = 0,23 \text{ мин}$$

Бұл баспалдақта адам ағынының жылдамдығы $V_3 = 52,0$ м / мин. Себебі қарқындылығы 15 м/мин тең, соған сәйкес кестеден жылдамдығын қараймыз. 15 м/мин кестеде жоқ болғаны үшін 15,6 мәнін аламыз.

Ал ұзындық - ол берілген дәліз ұзындығы.

8. Бірінші этаждағы адамдардың тығыздығы

$$D_4 = \frac{N_4 \cdot f_4}{l_4 \cdot \delta_4} = \frac{75 \cdot 0,113}{27 \cdot 2,8} = 0,1 \text{ мин,}$$

N_4 - бірінші этаждағы жұмыскерлер саны берілгенінде бар;

f - кесте бойынша маусымдық киімдегі ересек адамның горизонталды проекциясы;

L - ұзындық (яғни дәліз ұзындығы, оның мәнін жоғарыда есептеген болатынбыз);

b- ені (яғни дәліз ұзындығы, ол берілген бізге).

9. 4-ші учаскеге көшкен кезде екінші және бірінші қабаттағы адамдар ағынының бірігуі болады. Сондықтан қозғалыс қарқындылығы формула бойынша анықталады (1.12)

$$q_i = \frac{\sum q_{i-1} \cdot b_{i-1}}{b_1}$$
$$q_i = (16 \cdot 1,6) + (8 \cdot 2,8) / 2,8 = 16,5 \text{ м/мин},$$

мұндағы 16 - 1.3 кесте бойынша баспалдақпен төмен түсу барысындағы қарқындылық, ол тұрақты;

1,6 - берілгені бойынша баспалдақ алаңының ені;

8 - бірінші қабаттағы адамдар қарқындылығы, 1.3 кестеде берілген, бірінші қабаттағы тығыздық мәні бойынша алынды;

2,8 - берілген дәліздің ені.

10. V = 40 м/мин кезінде

$$t_4 = \frac{L_4}{V_4} = \frac{27}{40} = 0,67 \text{ мин},$$

L₄ -ұзындық (яғни дәліз ұзындығы, оның мәнін жоғарыда есептеген болатынбыз);

V₄ - қозғалыс жылдамдығы

1-ші қабаттың қарқындылығы(көлденең жол) 16-ға тең, кесте бойынша 1-ші қабаттағы адам ағынының жылдамдығы 40 м.минутқа тең.

11. Осы учаскеде габаритті өлшемдерді есепке ала отырып, адам ағынының қозғалыс тығыздығы (1.10).

$$D_5 = \frac{N_5 \cdot f_5}{l_5 \cdot \delta_5} = \frac{170 \cdot 0,113}{3 \cdot 2,8} = 2,28 \text{ мин}$$

N₅ - барлық қызметкерлер санының қосындысы;

f₅ – кесте бойынша алынды (барлық жерде маусымдық киім киген адамға есептедім);

L₅ - ұзындық (тамбур ұзындығы - 3м деп берілген);

δ₅ - ені (дәліздің ені 2,8 деп берілді).

11. Далаға шыққан кезде шыны тамбурдың ұзындығы 3 м болады, бұл учаскеде адам ағынының максималды тығыздығы қалыптасады. Сондықтан, қосымшаның мәліметтеріне сәйкес, v₅ жылдамдығы 15 м/мин дейін төмендейді, ал тамбур бойынша қозғалыс уақыты

$$t_5 = \frac{L_5}{V_5} = \frac{3}{15} = 0,2 \text{ мин}$$

L_5 - учаскенің ұзындығы (3 мәні-тамбурдың ұзындығы берілген);

V_5 - қозғалыс жылдамдығы (15 мәні 1.3 кестеден алынған, өйткені тамбурдың тығыздығы 2,28 тең).

12. Адам ағынының ең үлкен тығыздығы кезінде ені 1,6 м – ден асатын көшеге есік ойығы арқылы қозғалыс қарқындылығы - 8,5 м/мин.

$$t_{d2} = \frac{N \cdot f}{q \cdot b} = \frac{170 \cdot 0,113}{8,5 \cdot 1} = 1,13 \text{ мин}$$

N —барлық қызметкерлер санының қосындысы;

f – кесте бойынша алынды (барлық жерде маусымдық киім киген адамға есептедім);

b - ойықтың ені берілген.

q - қозғалыс қарқындылығы (8.5 мәні - "ескерту"әдістемесінен алынған мән.

Ағынның тығыздығы 0,9 және одан жоғары болған кезде есік ойығындағы қозғалыс қарқындылығының кестелік мәні 8,5 м/мин тең делінген әдістемелік нұсқаулықта.

13. t_p адамдарды көшірудің есептік уақыты жеке жол учаскелері бойынша адам ағынының қозғалыс уақытының қосындысы ретінде анықталады:

$$t_p = t_H + t_1 + t_{dL} + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_{d2} = \\ = 4,1 + 0,06 + 0,14 + 0,33 + 0,23 + 0,67 + 0,2 + 1,13 = 6,86 \text{ мин}$$

t - кідірту уақыты, 5.4 кестеде берілген;

t_1 - бірінші учаскедегі қозғалыс уақыты (мысал 2);

t_{d1} - ойықтағы қозғалыс уақыты (мысал 4);

t_2 - дәлізден сатыға екінші учаскедегі қозғалыс уақыты (мысал 5);

t_3 - үшінші учаскедегі қозғалыс уақыты (мысал 7);

t_4 - төртінші учаскедегі қозғалыс уақыты (мысал 10);

t_5 - бесінші учаскедегі қозғалыс уақыты (мысал 12);

t_{d2} -тамбур ойығы арқылы көшеге қозғалыс уақыты (мысал 12).

Сонымен "Dayer Construction" ЖШС Ұйымының Бас офисін көшірудің есептік уақыты (6,86 мин) рұқсат етілген уақыттан асып түседі (X мин).

Менің ойымша, кәсіпорын орналасқан ғимаратты өрт туралы хабарлау жүйесімен және автоматты дабыл беру құралдарымен жабдықтау қажет.

5.1 - кесте - Адамның көлденең проекциясының ауданы

Жасы, адам киімі және жүктің түрі	Көлденең алаң адам проекциялары f , м ²
Ересек адам:	
жазғы киімде	0,10
маусымдық киімде	0,113,
қысқы киіммен	0,125
баламен қолында	0,285
рюкзакпен	0,315
жеңіл үюмен	0,235
Жасөспірім	0,07
Бала	0,04—0,05

5.2 кесте - Эвакуацияны бастаудың кідірту уақыты

Ғимараттың түрі мен сипаттамасы	Кідірту уақыты
Әкімшілік, сауда және өндірістік ғимараттар (келушілер сергіткіш күйде, ғимараттың жоспарлануымен және эвакуациялау процедурасымен таныс	4,1
Дүкендер, көрмелер, мұражайлар, демалыс орталықтары және басқа да көпшілік мақсаттағы ғимараттар (келушілер сергіткіш жағдайда болады, бірақ ғимараттың жоспарлануымен және эвакуациялау рәсімдерімен таныс болмауы мүмкін)	6
Жатақханалар, интернаттар (келушілер ұйқы жағдайында болуы мүмкін, бірақ ғимараттың жоспарлануымен және эвакуациялау рәсімімен таныс	5,1

Қорытынды. Мен бұл бөлімде диплом тақырыбым «Жүрдек жолаушы лифтісінің автоматтандырылған электр жетегі» болғандықтан, бірінші лифт электр жетектеріне қойылатын талаптарды ұсынып өттім.

Содан соң жұмыс орнының қолайлығы мен еңбек жағдайына талдау жасадым. Желдету, эргономика және тағы басқа шарттарды қанағаттандырғанымен, дәл өрт қауіпсіздігін есептеу қажет болды.

Себебі лифт қара тесік болып табылады, яғни төтенше жағдайда ол өте қауіпті болуы мүмкін.

Сол себептен мен ТЖ кезінде ғимарат ішіндегі адамдарды эвакуациялау есебін жүргіздім және сол бойынша қорытынды шығарып, ұсынысымды да жазып өттім.

Кез келген электр жетегі бар жерде өмір тіршілік қауіпсіздігі өте маңызды екенін ескере отырып, мен осындай қорытындыға келдім.

5.3 - кесте - Адам ағыны қозғалысының жылдамдығы

Ағынның тығыздығы $D \text{ м}^2/\text{м}^2$	Горизонталды жол		ойық	төмен		жоғары	
	Жылдам дық v , м/мин	Қарқы ндылы ғы q , м/мин	Қарқын дылығы q , м/мин	Жыл дамд ығы v , м/ми н	Қарқын дылығы q , м/мин	Жылда мдығы v , м/мин	Қарқы ндыл ығы q , м/мин
0,01	100,0	1,0	1,0	100	1,0	60,0	0,6
0,05	100,0	5,0	5,0	100	5,0	60,0	3,0
0,10	80	8,0	8,5	95,0	9,5	53,0	5,3
0,20	40,0	12,0	13,4	68,0	13,6	40,0	8,0
0,30	40,0	14,1	16,5	52,0	15,6	32,0	9,6
0,40	47,0	16,0	18,4	40,0	16,0	26,0	10,4
0,50	33,0	16,5	19,6	31,0	15,5	22,0	11,0
0,60	27,0	16,2	19,0	24,0	14,4	18,0	10,8
0,70	23,0	16,1	18,5	18,0	12,6	15,0	10,5
0,80	19,0	15,2	17,3	13,0	10,4	13,0	10,4
0,90 и более	15,0	13,5	8,5	8,0	7,2	11,0	9,9

6 Техника- экономикалық бөлімі

6.1 Лифт құрылғыларына арналған электр жетек жүйесін экономикалық тиімділігін бағалау арқылы таңдау.

Лифт құрылғыларына 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 қажетті 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.

Капиталдық шығын есептелінеді және бұл жобаның экономикалық тиімділігі анықталынады.

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 болған кездерде технологиялық процестерді түзетіп отыруға мүмкіншілік береді.

Реттеу электр жетегін пайдаланғандықтан, ол 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.

6.1 кесте – Салыстырылатын жүйелердің берілген техникалық мәліметтері

Параметрлері	Базалық нұсқа	Баға	Жобаланған нұсқа	Баға
Қозғалтқыш түрі	АҚ1	28200	АҚ2	70600
Қуат, кВт	1,2	-	2,3	-
ПӘК,	0,91	-	0,89	-
Айналу жиілігі, айн/мин	1500	-	1500	-
Электромагнитті тежегіш	-	-	VFD-S	65000
Түрлендіргіш қуаты, кВт	-	-	0.4	673000
Түрлендіргіш ПӘК	-	-	97	-
Беріліс механизмі	Жылдамдық қорапшасы	1550000	-	-
Іске қосып реттегіші		420000		162000

6.2 Электр жетек үшін капиталды шығын

Капитал шығындар – негізгі қорлардың бар түрлерін жақсартуға және жаңа түрлерін жасауға арналған ақша қаражаттары. Капиталды шығындар, қондырғылар мен аспаптарды алуға кеткен шығыннан, келтірілетін шығындар және монтаж жасауға кететін шығындармен есептеледі.

Сметаны жасау үшін негізгі болып:

Қондырғының спецификациясы, бағалар тізімі, жөндеп жасау бағасы табылады.

Электр жетектің қымбат құраушылары қозғалтқыш, түрлендіргіш және беріліс механизмі болып табылады. Осыдан базалық нұсқа үшін электрлі жетектің сметалық құны.

Базалық нұсқа бойынша капитал салымды есептеу:

$$k_{ж1} = k_{эж1} + k_{1кра1} + k_{жк} = 28200 + 420000 + 1550000 = 1998200 \text{ тг (6.1)}$$

мұндағы $K_{ЭК1}$ - АҚ1 электр қозғалтқышының құны, тенге;

$K_{1КРА1}$ - іске қосу реттегіш аппаратурасының құны, тенге;

$K_{ЖК}$ - жылдамдық қорапшаның құны, тенге.

Жобалық нұсқа бойынша капитал салымды есептеу:

$$k_{ж2} = k_{эж2} + k_{1кра1} + k_{жк} = 162000 + 70600 + 673000 = 905600 \text{ тг (6.2)}$$

$K_{ЭЖ2}$ - АК2 электр қозғалтқышының құны, тенге;

$K_{1КРА2}$ - іске қосып реттегішінің құны, тенге;

$K_{ЖТ}$ - жиілікті түрлендіргіш құны, тенге.

Эксплуатациялық шығындарды есептеу.

Электрлі жетек пен жұмыс механизмдері жөндеу жұмыстары құны жеке жеке есептеледі. Электр жетек бойынша бұл өлшемдерді электрлік жетек құнынан 6% деп алуға болады, ал жұмыс механизмдері үшін электрлі жетек құнынан 5% деп аламыз. Осыдан жөндеу жұмыстары құны.

Базалық нұсқа үшін:

$$k_{жж1} = (0,06 + 0,05) \cdot k_{эж1} = 0,11 \cdot 1998200 = 219802, \text{ тг} \quad (6.3)$$

Жобаланатын нұсқа үшін:

$$k_{жж2} = (0,06 + 0,05) \cdot k_{эж2} = 0,11 \cdot 905600 = 99616, \text{ тг} \quad (6.4)$$

Транспортты дайындау жұмыстары бойынша, электр жетектің құны және жөндеу жұмыстарының құны 2% тұрады.

Базалық нұсқа үшін:

$$k_{жж1} = (k_{эж1} + k_{жж1}) \cdot 0,02 = (1998200 + 219802) \cdot 0,02 = 443600, \text{ тг} \quad (6.5)$$

Жобаланатын нұсқа үшін:

$$k_{жж2} = (k_{эж2} + k_{жж2}) \cdot 0,02 = (905600 + 99616) \cdot 0,02 = 20104, \text{ тг} \quad (6.6)$$

Жөндеу ұйымдары жоспарлаған жөндеу жұмыстарының құны 10%-ды құрайды:

Базалық нұсқа үшін:

$$k_{ж1} = 0,1 \cdot k_{жж1} = 0,1 \cdot 219802 = 21980, \text{ тг} \quad (6.7)$$

Жобаланатын нұсқа үшін:

$$k_{ж2} = 0,1 \cdot k_{жж1} = 0,1 \cdot 99616 = 10000, \text{ тг} \quad (6.8)$$

Екі нұсқаға есептелген капитал салымдарына жүргізілген есептеулерді 6.2 кестеге толтырамыз.

6.3 Еңбек сыйымдылығы

Пайданылған шығындарды есептеудің маңызы зор. Жетектердің салыстырылуы кезіндері бойынша 20 жылдық аралықты меншіктелейміз.

Электр энергиясының шығындары номинал қуат қозғалтқышының бір

жылда тұтынатын электр энергиясымен, сонымен қатар электр энергиясының тарифтік құнымен анықталынады. Жылдық энергияны есептеу, электржетектің бір жылдың ішінде жұмыс істейтін уақыттың қосындысын білу қажет, оны колдану коэффициентімен анықтаймыз:

$$k_{\text{сын}} = \text{ЖҰ} \cdot \frac{t_{\text{жұм.үз}}}{t_{\text{а.ж}}} = \frac{8}{7} = 1, \quad (6.9)$$

$$t_{\text{жұм.үз}} = 8 \text{ сағ};$$

$$t_{\text{а.ж}} - \text{ауысымдағы жұмыс сағаты, } t_{\text{үз}}=7 \text{ сағ. } K_{\text{сын}}=1.$$

6.2 кесте-Капитал салымды есептеу нәтижелері

Құралдар жиынтығы	Базалық нұсқа	Жобаланған нұсқа
Тартқышэлектр қозғалтқышы, теңге	28200	70600
Түрлендіргіш, теңге.	-	673000
іске қосу реттегіш аспаптары, теңге	420000	162000
Механикалы беріліс, теңге	1550000	-
Жөндеу жұмыстары, теңге	219802	99616
Транспорттық жұмыстар, теңге.	443600	20104
Жөндеу жоспарлау жұмыстары , теңге.	21104	10000
	2682706	1015216
Капитал салымның қосындысы, теңге		

Құрылғының бір жыл ішіндегі жұмыс сағатын анықтаймыз:

Жұмыс ұзақтығы – ЖҰ=17

$$T_{\text{к}} = T_{\text{жұм.к}} \cdot p_{\text{ауыс.с}} \cdot T_{\text{жжк}} \cdot k_{\text{сын}} = 300 \cdot 2 \cdot 7 \cdot 1 = 4200, \text{сағ} \quad (6.10)$$

мұндағы $T_{\text{жұм.к}}$ - бір жылдағы жұмыс күн саны,

$$T_{\text{жжк}}=300;$$

$p_{\text{ауыс.с}}$ -ауысым саны, $p_{\text{ауыс.с}}=2$.

Бір жылда тұтынатын энергияны анықтаймыз.

Базалық нұсқа үшін:

$$\mathcal{E}_{\text{ж1}} = P_{\text{н.эк}} \cdot T_{\text{к, пн}} \quad (6.11)$$

мұндағы $P_{\text{н.эк, пн}}$ - қозғалтқыштың номинал параметрлері:

$$\mathcal{E}_{\text{ж1}} = 1,2 \cdot \frac{4200}{0,8} = 6300 \text{кВт} \cdot \text{сағ} \quad (6.12)$$

Жобаланатын нұсқа үшін:

$$\mathcal{E}_{\text{ж}2} = 2,3 \cdot \frac{4200}{0,68} = 1420 \text{ кВт} \cdot \text{сағ} \quad (6.13)$$

Осыдан базалық нұсқа үшін шығындар:

$$C_{\text{ш}1} = \mathcal{E}_{\text{ж}1} \cdot C_{\text{қос}} + P_{\text{орн}} \cdot C_{\text{нег}}, \quad (6.14)$$

мұндағы $C_{\text{нег}}$ - негізгі тарифтік құны;
 $C_{\text{нег}} = 26672,4$ тенге /кВтсағ;
 $C_{\text{қос}}$ - қосымша тарифтік құны;
 $C_{\text{қос}} = 17,12$ тенге/кВт·сағ, Алматы қаласы үшін электр энергия тарифі.

$$C_{\text{ш}1} = 6300 \cdot 17,12 + 1,2 \cdot 26672,4 = 139862 \text{ тг}$$

Жобаланатын нұсқа үшін:

$$C_{\text{ш}2} = 1420 \cdot 17,12 + 2,3 \cdot 26672,4 = 85655,5 \text{ тг.}$$

Амортизациялы аударым электр жетектің сметалы құнының 9,5%-құрайды. Сондықтанда бірінші нұсқа үшін:

$$C_{a1} = 0,095 \cdot K_{\text{ж}1} = 0,095 \cdot 1998200 = 189829 \text{ тг} \quad (6.14)$$

$$C_{a2} = 0,095 \cdot K_{\text{ж}2} = 0,095 \cdot 905600 = 86032 \text{ тг} \quad (6.16)$$

Тартушы қозғалтқышының жөндеу циклының жоспарланған ұзақтығын есептеу:

$$T_{\text{кес.коз.ц}} = T_{\text{кес.коз}} \cdot \beta_0 \cdot \beta_{\text{ж}}, \quad (6.17)$$

мұндағы $T_{\text{кес.коз.ц}}$ - қозғалтқыштың жөндеу циклының ұзақтығы;

$T_{\text{кес.коз}} = 9$ жыл;

$\beta_{\text{ж}}$ - қондырғының жұмыс сметасын анықтау коэффициенті, 0,85 тең;

β_0 - қондырғының негізгі категориясына қатысты машинаның жөндеу циклын ескеру коэффициенті, 2 тең.

$$T_{\text{кес.коз.ц}} = 9 \cdot 2 \cdot 0,85 = 15 \text{ жыл.} \quad (6.18)$$

Түрлендіргіш үшін:

$$T_{\text{ЖТ}} = T_{\text{кес.коз}} \cdot \beta_0 = 0,85 \cdot 6 = 5 \text{ жыл.} \quad (6.19)$$

Жылдамдық қорапшасы үшін:

$$T_{\text{ЖҚ}} = T_{\text{кес.коз}} \cdot \beta_0 = 0,85 \cdot 5 = 4,2 \text{ жыл,} \quad (6.20)$$

мұнда $T_{\text{кес.коз}}$ - жылдамдық қорапшалары үшін жөндеу цикл ұзақтығы, $T_{\text{кес.коз}}=5$ жыл.

Энергетикалы қондырғы атқарымдары, қозғалтқыш үшін екі жөндеу жұмыстары арасы күнтізбелік уақытпен ай түрінде көрсетілген:

$$t_{\text{т.эк}} = t_{\text{кэс.эк}} \cdot \beta_{\text{ж}} \cdot \beta_0 = 9 \cdot 2 \cdot 0,7 = 12 \text{ ай} \quad (6.21)$$

Түлендіргіш үшін:

$$t_{\text{т.ЖТ}} = t_{\text{кэс.ЖТ}} \cdot \beta_0 = 5 \cdot 0,7 = 3,5 \text{ ай} \quad (6.22)$$

Алынған өлшемдер бойынша бір жылдың ішінде ағымдағы және капитал жөндеу жұмыстар санын есептеуге болады. Капитал жөндеу жұмыстарының саны келесідей:

Бір жылдағы ағымдық жөндеу жұмыстарына сәйкесінше анықталады:

$$M_{\text{ж.аж}} = 0,079 \quad M_{\text{т.ЖТ}} = 0,238 \quad M_{\text{т.кэ}} = 0,2285.$$

Бір жылға тапсырылған жөндеу жұмыстарының саны, сонымен қатар еңбек сыйымдылықтарының тапсыру нормалары бойынша, жылдық жөндеу жұмыстарының еңбек сыйымдылықтары анықталады. Электр машиналардың жылдық еңбек сыйымдылықтары мынадай формулалармен анықталады:

$$T_{\text{к.кжж}} = M_{\text{к.кжж}} \cdot N_{\text{к.кжж}} \cdot k_{\omega} = 0,065 \cdot 31 \cdot 1,1 = 2,1 \text{ адам/сағ} \quad (6.14)$$

мұндағы $N_{\text{к.кжж}}$ - қозғалтқыштың үшін капитал жөндеу жұмыстарының еңбек сыйымдылық нормасы, $N_{\text{к.кжж}}=32$ адам/сағат;

k_{ω} - түзету коэффициенті, электр қозғалтқышының айналу жиілігін ескеретін, $k_{\omega}=1,1$.

Түрлендіргіш үшін:

$$T_{\text{к.кжж}} = 0,196 \cdot 50 = 9,8 \frac{\text{адам}}{\text{сағ}};$$

Жылдамдық қорапшасы үшін:

$$T_{\text{к.кжж}} = 0,235 \cdot 32 \cdot 1,1 = 8,2 \frac{\text{адам}}{\text{сағ}}.$$

6.4 Жобаны ұйымдастыру техника-экономикалық шаралар тиімділігі

Қолданатын қондырғының белгілі жылдық еңбек сыйымдылығы, жөндеу жұмысына қойылатын тарифтік құнды ескерсек, сонымен қатар сәйкес салықтарды, осыдан келіп жөндеу жұмысының бір жылдық жалақыға кететін шығынды анықтаймыз.

Базалық нұсқа бойынша:

$$C_{E1} = C_{\text{тар}} \cdot C_{\text{сал}} \cdot T \sum 1, \quad (6.19)$$

мұндағы $C_{\text{тар}}$ - жөндеу жұмыстарының сағатты тариф құны разряды бойынша), $C_{\text{тар}}=2150$ теңге/сағ;

$C_{\text{сал}}$ -жалақы беруге байланысты, салықты төлеген шығындарды анықтау коэффициенті:

9,5 % - әлеуметтік салық аударымдары;

10% - зейнетақы қор аударымы;

25% - сыйлық ақы аударымы;

10% - қосымша жалақы төлеуге аударым;

$T \sum 1$ - пайдаланылатын қондырғы еңбек сыйымдылық соммасы.

$$C_{E1} = 2150 \cdot (9,5 + 0,1 + 0,25 + 0,1) \cdot 113,7 = 170889 \text{ тг.}$$

Жобаланатын нұсқа үшін:

$$C_{E2} = C_{\text{тар}} \cdot C_{\text{сал}} \cdot T \sum 2, \quad (6.20)$$

$$C_{E1} = 2150 \cdot (9,5 + 0,1 + 0,25 + 0,1) \cdot 51,37 = 7751,44 \text{ тг.}$$

Жөндеу жұмыстары мен қызмет көрсету үшін материал бағаларының жөндеу жұмысшылары бойынша, негізгі жалақы бойынша салық ескерілмей 100% -ке тең деп аламыз:

Базалық нұсқа үшін:

$$C_{\text{мат1}} = C_{\text{тар}} \cdot T \sum 1 = 2150 \cdot 113,69 = 244570, \text{ тг} \quad (6.21)$$

Жобаланатын нұсқалар:

$$C_{\text{мат2}} = C_{\text{тар}} \cdot T \sum 2 = 2150 \cdot 51,37 = 110445,5 \text{ тг} \quad (6.22)$$

Жалпы цех шығыны салықты ескермей негізгі жалақыны 100% деп

аламыз:

$$\begin{aligned}C_{\text{Ц1}} &= C_{\text{МАТ1}} = 244570 \text{ тг,} \\C_{\text{Ц2}} &= C_{\text{МАТ2}} = 110445 \text{ тг.}\end{aligned}$$

Жалпы зауыттық шығын салықты ескермей неізгі жалакының 50% деп аламыз:

$$C_{\text{з1}} = 0,1 \cdot C_{\text{Ц1}} = 0,5 \cdot 244570 = 122285 \text{ тг,}$$

$$C_{\text{з2}} = 0,1 \cdot C_{\text{Ц2}} = 0,5 \cdot 110445 = 55222,5 \text{ тг.}$$

Осылайша, кондырғыны пайдаланылатын электр бөліктің жылдық шығынын есептеу мен екі нұсқа үшін жылдық пайдалану шығынын есептеп бірге, екі нұсқа үшін керек өлшемдерді таптық.

$$C_{\text{пай}} = C_{\text{Е}} + C_{\text{мат}} + C_{\text{ц}} + C_{\text{з}} + C_{\text{э}} + C_{\text{А}}, \quad (6.22)$$

$$C_{\text{пай}} = 894575 \text{ тг.}$$

Қабылданған экономика бөлімі шешімдеріне талдау жүргізгенде келтірілген шығын тәсілін қолданамыз:

$$\text{Ш} = E_{\text{н}} \cdot K + C_{\text{пайд}} \quad (6.20)$$

$$E_{\text{н}} = 0,15.$$

$$\text{Ш}_1 = 0,15 \cdot 4326866,7 = 649030,01 \text{ тг.}$$

$$\text{Ш}_2 = 0,15 \cdot 894577,79 = 134186,67 \text{ тг.}$$

Экономикалық тиімділік есептеледі:

$$\text{Э} = \text{Ш}_1 - \text{Ш}_2 = 649030,01 - 134286,67 = 514743,34 \text{ тенге} \quad (6.21)$$

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.

6.4 кесте - Салыстырылып отырған жетек жүйелерінің техника-экономикалық көрсеткіштері

Атаулары	Базалық нұсқа	Жобаланған нұсқа
Қозғалтқыш номинал қуаты, кВт	1,2	2,3
Қозғалтқыш номинал ПӘК, %	0,91	0,89
Түрлендіргіш номинал ПӘК, %	-	97
Капитал салымы, мың тенге	1998200	905600
Амортизациялы аударым, мың тенге	189829	86032
Тұтынылған электр энергия бағасы, мың тенге	32609767	411802,5
ЭЖ жөндеуге кеткен материал құны, мың.тенге	245570,4	110959,2
Цех шығындары, мың.тенге	244570	110445,2
Жалпы зауыттық шығындар, мың.тенге	122285,2	55222,6
Жылдық пайдалану шығындары, мың.тенге	4326866,7	894577,79
Келтірілген шығындар, мың.тенге	649030,01	134186,67
Экономикалық тиімділік, мың.тенге	514743,34	

Қорытынды

Дипломдық жұмысын орындау нәтижесінде жүрдек жолаушы лифтісінің қондырғыларын басқарудың техникалық тапсырма талаптарына сәйкес автоматтандырылған жүйесі әзірленді.

Жобада лифтлердің арналымы, түрлері, құрылысы, жұмыс режимдері сипатталып, олардың электр жетектеріне және басқару жүйелеріне қойылатын талаптар тұжырымдалды.

Электр жетектерінің жүйелеріне талдау жасалып, лифт үшін ең тиімді электр жетегі жүйесі ретінде «жиіліктік түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш» жүйесі таңдалынды.

Лифтінің жүктемелеріне есептеу жүргізіліп, есптік қуатқа және жылдамдыққа сәйкес қуаты тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыш таңдалды. Қозғалтқыштың Г-тәріздес сұлбасының параметрлері анықталды және оның табиғи механикалық және электромеханикалық сипаттамалары тұрғызылды.

Скалярлық басқаруды қамтамасыз ететін $\frac{U_n}{f_n} = const$ заңын қолдану кездегі жасанды механикалық және электромеханикалық сипаттамалары анықталды.

Автоматтандырылған электржетектің күштік сұлбасын жобаланып, жиіліктік түрлендіргішті таңдалды және оның элементтерінің параметрлері анықталды. Электр жетегінің басқару жүйесі жобаланды. Асинхронды қозғалтқыш пен жиіліктік түрлендіргіштің динамикалық моделдері қарастырылып, олардың параметрлері есептелді. Электржетектің динамикалық сипаттамаларын талдау үшін MATLAB 6.5 бағдарламалық пакетінде оның имитациялық моделі жасалынды және негізгі параметрлердің өтпелі үрдіс кезінде өзгеру динамикасы көрсетілді.

Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде электрқондырғыны пайдалану барысындағы техникалық қауіпсіздік ережесі талданды, шулардың және дірілдердың әсерінен қорғаныс шаралары келтірілді, өндіріс орнын өрт қауіпсіздігінен қорғау мақсатында қорғаныстық есеппен қорғаныстық құралдар саны таңдалды. ТЖ кезіндегі эвакуация есебін жүргізіп, еңбек орнына талдау жасалды.

Экономикалық бөлімде лифтінің электржетегін реттеу жүйелерінің нұсқаларын технико-экономикалық салыстыру есептері орындалып, тиімді нұсқа таңдалды. Инвестициялардың қаржы-экономикалық тиімділігінің көрсеткіштері анықталынып, салынған қаржы көлемінің өтелу мерзімі анықталынды.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

- 1 С.Б.Манухин, С.К. Нелидов. Устройство, техническое обслуживание и ремонт лифтов. - М.: Академия, 2004. - 336 с.
- 2 Лифты. Учебник для вузов /под общей ред. Д.П. Волкова — М: изд-во АСВ 1999. - 480 с.
- 3 А.В. Зайцев. Асинхронный электропривод подъемно-транспортных машин: учебное пособие. - Саратов: СООО «АН ВЭ», 2011. — 258 с.
- 4 Г.Г. Архангельский, А.А. Ионов. Основы расчета и проектирования лифтов. Учебное пособие. - М.:МИСИ, 1985, 74с.
- 5 Лифты. Учебник для вузов /под общей ред. Д.П. Волкова - М: изд-во АСВ 1999. - 480 стр. с илл.
- 6 В.Г. Дранников, И.Е. Звягин. Автоматизированный электропривод подъемно-транспортных машин. - М.: Высшая школа, 2003. - 280 с.
- 7 Справочник по электрическим машинам: В 2 т. Т. 2/ Под общ.ред. И.П. Копылова. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 688 с.:ил.
- 8 Абдимуратов Ж.С., Дюсебаев М.К., Санатова Т.С., Хакимжанов Т.Е. Еңбекті қорғау. Дәрістер жинағы (050718 – Электр энергетика мамандығы бойынша барлық түрде оқитын студенттер үшін) Алматы: - АЭЖБИ, 2006. – 36 б.
- 9 Б.И. Түзелбаев, А.А. Жақыпов Сала экономикасы. Бітірушілер жұмысының экономикалық бөлімін орындауға арналған әдістемлік нұсқаулар (Электр энергетикасы бағыты бойынша оқитын бакалаврлар үшін). – Алматы: АЭЖБУ, 2008.
- 10 Исаханов М.Ж. И 85 Электр жетегі негіздері: Техникалық мамандық алушы студенттерге арналған//,-Алматы, 2009.- 178 бет.
- 11 Алексеев С.Б. Силовые преобразовательные устройства: учеб.пособие. –Алматы: АИЭС, 2006.- 90с..
- 12 Сагитов П.И. Электропривод постоянного тока: Учеб.пособие.- 94с.- Түзелбаев Б.И. Сала экономикасы: оқу құралы. - Алматы, 2007.- 80б.-
- 13 Аблязов К.А. Электрооборудование и автоматика подъемно-транспортных машин: учебное пособие. - Новороссийск: МГА им. Ф. Ф. Ушакова, 2010. - 114 с.
- 14 Москаленко В.В. Электрический привод: учебник. -М.: Издательский центр « Академия», 2009.- 368 с.