

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр машиналары және электр жетегі кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»  
Кафедра меңгерушісі

т.ғ.к., Калиева К.Ж.

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

«        »        2019 ж.

(колы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: Кенді қарьерге арналған таспалы конвейердің  
электр жетегінің жетілдірілуі

мамандығы бойынша

Орындаған Закирханов Бағдат Назартайұлы ЗАТК-15-01

(студенттің аты - жөні)

(тобы)

Жетекші Алдабеков И.М., Т.ғ.ғ., профессор

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

И.М. « 14 » 06 2019 ж.

(колы)

Пікір жазушы :

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

«        »

2019 ж.

(колы)

Кенесшілер :

Экономикалық бөлім бойынша :

аға оқытушы Сеттенова Н.С.

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

Н.С. « 11 » 06 2019 ж.

(колы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

д.ғ.к. аға оқытушы Мустафин Қайрат Габбасович

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

Муст. « 28 » 05 2019 ж.

(колы)

Мөлшер бақылаушы:

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

«        »

2019 ж.

(колы)

Алматы 2019 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр энергетика және электртехника институты  
5B071800 – Электр энергетикасы мамандығы  
Электр машиналары және электр жетегі кафедрасы

жұмысты орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Закрханов Бақдаулет Қолмұстауұлы  
(аты - жөні)

Жұмыс тақырыбы Кенді қарьерге арналған таспалы конвейердің  
электр жетегінің жетілдіруі  
ректордың «26» қазан 2019 ж. № 127 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «18» маусым 2019 ж.

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

Конвейердің таспалық ұзындығы  $Q = 150 \text{ т/сағ}$   
Таспа ұзындығы  $l = 50 \text{ м}$  қатеру биіктігі  $h = 25 \text{ м}$  қозғалу  
жылдамдығы  $V = 1,5 \text{ м/с}$  электр жетегінің қимылының қалыңдығы  
 $P_n = 22 \text{ кВт}$  синхронды қозғалыстың  $n = 750$

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

Конвейерлік қозғалыстардың электр жетегінің және басқару жүйесінің қимылы  
Талаптар. Электр жетек кинематикалық сұлбасы және конвейерлік  
қозғалыстың негізгі түрлері. Конвейерлік қозғалыстардың реттелетін  
электр жетегі. Конвейерлік қозғалыстардың реттелетін электр жетегі  
жүйелері, амерцанық моменттерінің есептеу және конвейердің  
электр қозғалысын таңдау  
Сыртқы қосалқы схемасын жасау, есептеу мен кедергілерді жетілдіру



КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1	Нейзгі бөлім	28.01.19	орындалды
1.1.	Конвейердің электр жетейін таңдау және оны есептеу	30.01.19	орындалды
1.2	Жүктемелерді, инерцияның момент есептеу және конвейердің электр қозғалтқышы таңдау	05.02.19	орындалды
1.3	Электр қозғалтқыштың және орнына оның параметрлерін есептеу	12.02.19	орындалды
1.4	Сыртқы қосылу схемасын жасау, есептеу мен кедергілерді тіксеру	17.02.19	орындалды
1.5	Фазалы роторлы қозғалтқышы бар электр жетейіндегі механикалық өтпелі үрдістерді есептеу	27.02.19	орындалды
1.6	Электр энергиясының шығынын, орташа мауіктік ПӘК - і мен қуат коэффициентін есептеу	12.03.19	орындалды
1.7.	Ленталы конвейердің электр жетейін басқарушы контроллер схемасын басқару	25.03.19	орындалды
1.8	Электр жетейінің компьютерлік моделін құру және өтпелі үрдістерді зерттеу	12.04.19	орындалды
2	Өмір тіршілік қауіпсіздігі	28.05.19	орындалды
3	Экономикалық баһам	11.06.19	орындалды

Тапсырманың берілген уақыты « 11 » 02 2019 ж.

Кафедра меңгерушісі

(қолы)

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жұмыс жетекшісі

(қолы)

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент

Закир  
(қолы)

Закирханов Б.Н.  
(аты -жөні)

## Аңдатпа

Дипломдық жұмыс кенді карьерге арналған таспалы конвейердің электр жетегін жаңарту қарастырылған.

Жұмыста берілген тапсырмаға сәйкес таспалы конвейердің типі таңдалып, оның жетегіне керек тарту күші мен қуат анықталған. Таңдалған конвейердің қозғалтқышы ретінде қуаты есептік қуатқа сәйкес келетін фазалы роторлы электрқозғалтқыш таңдалып алынды. Оның орынбасу сұлбасының параметрлері анықталып, табиғи механикалық сипаттамасы тұрғызылды.

Фазалы роторлы қозғалтқышты бес сатылы жүргізіп жіберу сұлбасы қарастырылып, әр сатының кедергілері анықталды. Қозғалтқышты жүргізіп жіберу кезіндегі механикалық өтпелі үрдістер есептелінді.

Ұсынылған электр жетегінің энергетикалық көрсеткіштері анықталды. Фазалы роторлы қозғалтқышы бар электр жетегін басқару сұлбасы құрастырылды.

MatLab бағдарламасында фазалы роторлы қозғалтқыштың моделі құрастырылып, онда әр түрлі режимдер кезіндегі өтпелі үрдістер зерттелді.

Жұмыста конвейер қолданылатын нысанда еңбек қорғау талаптарын орындау үшін бөлмені жарықтандыру мен қажетті микроклимат қалыптастыру жүйелері таңдалынып, электрлік қауіпсіздік шаралары қарастырылған.

Экономикалық бөлімде күрделі және эксплуатациялық шығындар есептелініп, ұсынылған электр жетегінің экономикалық көрсеткіштері анықталды.

## Аннотация

В дипломной работе рассматривается модернизация электропривода ленточного конвейера для рудных карьеров.

В работе согласно заданию выбран тип ленточного конвейера и определены тяговые усилия и мощность его электропривода. В качестве электродвигателя конвейера выбран трехфазный асинхронный электродвигатель с фазным ротором, мощность которого соответствует расчетной мощности. Определены параметры схемы замещения двигателя и построена его естественная механическая характеристика.

Рассмотрена пятиступенчатая схема пуска электродвигателя с фазным ротором и рассчитаны пусковые сопротивления ступеней. Изучены механические переходные процессы во время пуска электродвигателя.

Определены энергетические показатели предложенного электропривода на базе электродвигателя с фазным ротором. Разработана схема управления электроприводом ленточного конвейера.

Построена виртуальная модель электродвигателя с фазным ротором на базе программного пакета MatLab и исследованы переходные процессы при различных режимах работы.

В разделе безопасности жизнедеятельности выбраны системы освещения и микроклимата, рассмотрены меры по обеспечению электробезопасности на объектах, где используются конвейеры.

В экономической части рассчитаны капитальные и эксплуатационные затраты и определены экономические показатели предложенного электропривода конвейера.

## **Abstract**

In the degree work modernization of the electric drive of a belt conveyor for pits is considered.

In the project according to a task the type of a belt conveyor is chosen and traction effort and power of its electric drive are defined. As the electric motor of the conveyor the three-phase induction electric motor with a phase rotor which power corresponds to horsepower rating is chosen. Parameters of the equivalent circuit of the engine are determined and its natural mechanical characteristic is constructed.

The three-stage scheme of launch of the electric motor with a phase rotor is considered and starting resistance of steps are calculated. Mechanical transition phenomena in an electric motor starting time are studied.

Power indexes of the offered electric drive on the basis of the electric motor with a phase rotor are defined. The scheme of control of the electric drive of a belt conveyor is developed.

The virtual model of the electric motor with a phase rotor by means of a software package of MatLab is constructed and receipt processes at various duties are investigated.

In the section of life safety, lighting and microclimate systems are selected, measures to ensure electrical safety at facilities where conveyors are used are considered.

In an economic part investment and operational cost are calculated and economic indexes of the offered conveyor electric drive.

## Мазмұны

Кіріспе	8
1 Конвейерлер туралы жалпы мағлұматтар	0
1.1 Конвейерлік қондырғылардың жұмыс шарттары, режимдері мен жүктемелері	0
1.2 Конвейерлік қондырғылардың электр жетектері және басқару жүйелерін қойылатын талаптар	4
1.3 Электржетек кинематикалық сұлбасы және конвейерлік қондырғының негізгі түрлері	5
1.4 Конвейерлік қондырғылардың реттелмейтін электржетегі	6
1.5 Конвейерлік қондырғылардың реттелетін электржетегі	0
2 Конвейердің электр жетегін таңдау және оны есептеу	2
2.1 Есептеу үшін керек деректер және конвейердің типі	2
2.2 Жүктемелерді, инерцияның моменттерін есептеу және конвейердің электрқозғалтқыш таңдау	2
2.3 Электрқозғалтқыштың және оның орынбасу сұлбасының параметрлерін есептеу	6
2.4 Сыртқы қосылу схемасын жасау, есептеу мен кедергілерді жіберу	0
3 Фазалы роторлы қозғалтқышы бар электр жетегіндегі механикалық өтпелі үрдістерді есептеу	5
4 Конвейердің электр жетегінің энергетикалық параметрлерін есептеу және жетекті басқару сұлбасын құрастыру	8
4.1 Конвейердің электр жетегінің энергетикалық параметрлерін есептеу және жетекті басқару сұлбасын құрастыру	8
4.2 Ленталы конвейердің электржетегін басқарушы контроллер арқылы басқару	9
4.3 Электр жетегінің компьютерлік моделін құру және өтпелі үрдістерді зерттеу	1
5 Өмір тіршілігінің қауіпсіздігі	7
6 Экономикалық бөлім	0
Қорытынды	8



### Кіріспе

Таспалы конвейер – ленталы түрдегі тоқтаусыз жұмыс жасайтын тасымалдаушы құрылғы. Таспалы конвейер көлемді және бөлшек күйдегі жүктерді тасымалдауға арналған тасымалдаушы машина (құрылғы). Өнеркәсіптік өндірістерде, кеніштер мен шахталарда, ауылшаруашылығында құю цехтарында, электрстанцияларында, көмір мен кен өндірісінде жер асты және жер үстінде көмір, руда, кокс тасымалдау үшін, құрылыста материалдар, құм мен тастасымалдау үшін, агроөнеркәсіпте астық тасымалдау үшін негізгі транспорт болып табылады. Көбіне конвейер таспасы тасымалдау құрылғысының бөліктерінің бірі болып табылады. Тасымалданатын жүктің қасиеттері мен сипатына қарай, таспаның жұмыс жағын бұру бұрышы  $90^\circ$  дейін орнатылуы мүмкін. Мысалы, тораптан астық массасын жинау үшін механикаландырылған ток қолданылатын астық тиегіш, қылшықтарды тазартқыштармен жабдықталған, содан кейін нан бидай көтеріліп, жүк вагонның артқы жағына тастайтын конвейер таспасына түседі.

Таспалы конвейер жылжымалы, ауыспалы, айнымалы, стационарлы түрде болады.

Стационарлы машиналар едәуір мөлшерде материалдарды 3-тен 300-ге метр дейін жылжыту үшін қолданылады, ал мобильді және портативті машиналар - материалдың аз мөлшерін 2-ден 20 м қашықтықта жылжыту үшін, іс жүзінде ондаған шақырымдық транспортер материалды ондаған шақырымға жылжыту үшін қолданылады. Іс жүзінде ондаған километрге дейін материалды жылжыту үшін дәйекті транспортерлер қолданылады.

Таспалы конвейерлердің бірнеше түрлері бар. Таспалы конвейерлердің түрлері:

- көлденең таспалы конвейерлер;
- көлбеу таспалы транспортерлер;
- жоғары бұрышты таспалы конвейер;
- айнымалы көлбеу бұрышы бар;
- z-белдігі конвейерлер;

- L-пішінді таспалы конвейерлер;
  - V-таспалы конвейерлер;
- мойынтірек беті бойынша:
- тегіс таспа беті бар конвейер;
  - таспалы конвейерлер;
  - таспада аралық бөліктері бар конвейерлер;
  - гофрленген тақталы конвейер;
  - модульдік таспалы конвейерлер.

Үлкен жүк ағыны кезінде жоғары өнімділікті қамтамасыз ететін көліктің ең озық түрлерінің бірі конвейерлік көлік болып табылады. Қазіргі заманғы өндірісте конвейерлер технологиялық процестің ажырамас бөлігі болып табылады, олар өндіріс қарқынын реттейді, оның ырғақтылығын қамтамасыз етеді, еңбек өнімділігін арттыруға ықпал етеді, Көліктік-технологиялық процестерді кешенді механикаландыру мәселелерін шешуге мүмкіндік береді. Конвейерлік машиналардың өндірістің жалпы технологиялық процесімен тікелей байланысы оларға беріктікке және автоматты режимде жұмыс істеу қабілетіне қатысты ерекше талаптар қояды.

Конвейерлік көлік дәстүрлі автомобиль және темір жол алдында елеулі артықшылықтарға ие: қызметкер өз көлік процесіне қатыспайды, тек механизмдерге қызмет көрсетумен айналысады, бұл еңбек өнімділігі мен оның қауіпсіздігін қамтамасыз етеді; доңғалақ көлігі негізінен қымбат табиғи органикалық отынды тұтынады, тек электр энергиясын пайдалану талап етіледі.

Бұл курстық жобаның мақсаты ленталы конвейерінің электржетегін автоматты басқару жүйесін синтездеу болып табылады. Таспалы конвейерлер негізгі мынадай компоненттерден тұрады: жетегі барабан, конвейерлі жетек (қозғалтқыш), кернеу барабаны, кернеу бөлігі, тасушы белбеу бөлігі, қолдаушы және тірек роликтері немесе тіреу табақшасы, және шын мәнінде дәнекерленген металдан жасалған конвейерлік рамка. Конвейерлік қондырғылардың жұмыс режимдері олардың ұзақ уақыт бойы үздіксіз жұмыс жасауымен анықталады. Бұл жағдай тартушы жетектің электрқозғалтқышын таңдауға ықпалын тигізеді.

Конвейерлік қондырғылардың электр жетектері үшін жүргізіп жіберу үрдісі өте ауыр үрдіс болып саналады. Осыған орай, конвейерлерде артық жүктелу қабілеті үлкен, жүргізіп жіберу тогы айтарлықтай жоғары болатын жетектік электрқозғалтқыштарды қолдану қажеттігі туындайды.

Конвейердің жұмысын талдаған кезде оның қатаң тартушы органы және параметрлері оның өнбойына таратылған электромеханикалық жүйе деп қарастыру керек.

Әдетте, өнімділігі үлкен емес қысқа конвейерлерде жүргізіп жіберу моменті үлкейтілген, қысқаша тұйықталған роторлы немесе роторы қосарланған «актиін» тор тәріздес болатын асинхрондық қозғалтқыштар қолданылады.

Дипломдық жұмыста берілген тапсырмаға сәйкес ленталы конвейердің типі таңдалып, оның жетегіне керек тарту күші мен қуат анықталған. Таңдалған конвейердің қозғалтқышы ретінде қуаты есептік қуатқа сәйкес келетін фазалы роторлы электрқозғалтқыш таңдалып алынды. Оның орынбасу сұлбасының параметрлері анықталып, табиғи механикалық сипаттамасы тұрғызылды. Фазалы роторлы қозғалтқышты үшсатылы жүргізіп жіберу қарастырылып, әр сатының кедергілері анықталды. Жүргізіп жіберу кезіндегі механикалық өтпелі үрдістер есептелінді. MatLab бағдарламасында фазалы роторлы қозғалтқыштың моделі құрастырылып, онда өтпелі үрдістер зерттелді.

Дипломдық жұмыста өмір тіршілік қауіпсіздігі шаралары және ұсынылған электр жетегінің экономикалық көрсеткіштері қарастырылған.

## **1 Конвейерлер туралы жалпы мағлұматтар**

### **1.1 Конвейерлік қондырғылардың жұмыс шарттары, режимдері мен жүктемелері**

Ашық тау-кен жұмыстарында конвейерлік қондырғылар байыту фабрикаларында конвейерлік көлік кезінде үздіксіз жұмыс істейтін кешендерде кеңінен қолданылады. Көмір шахталарында және кеніштерде конвейерлік қондырғылар пайдалы қазбаларды кенжардан жеткізу және оны жинау қуақаздары, квершлагтар, учаскелік және күрделі еңістер мен бремсбергтер, көлбеу оқпандар мен штольнялар бойынша тасымалдау үшін пайдаланылады. Минералды-шикізат кешенінің кәсіпорындарында негізінен таспалы және қырғыш конвейерлер қолданылады. Мұндай қондырғылардың өнімділігі мен жұмыс шарттары әртүрлі болуы мүмкін, бұл олардың электржетегі жүйелерін таңдауға әсер етеді.

Конвейерлік қондырғылардың жұмыс режимдері үздіксіз режимде тиеу, тасымалдау және түсіру салдарынан үлкен уақыт аралығында ұзақ жұмыс істеуімен байланысты. Бұл жағдай жетекті Электр қозғалтқышын және оның элементтерін таңдауға әсер етеді. Жұмыс уақытының ұзақ болуына байланысты іске қосу және тоқтату процестері сирек болып табылады, сондықтан олар конвейерлік қондырғының өнімділігіне әсер етпейді. Осылайша, іске қосу уақытын арттыра отырып, конвейердің кинематикалық тізбектеріндегі динамикалық жүктемені өнімділікке зиян келтірмей айтарлықтай төмендетуге болады. Конвейерлік қондырғының электржетегі қозғалыс бағытының өзгермеуі салдарынан басқарудың реверсивті емес схемасы бойынша орындалады, бұл схемалық шешімдерді жеңілдетеді.

Конвейерлік қондырғылардың электр жетектері үшін іске қосудың салыстырмалы ауыр процесі үлкен маңызға ие. Бұл авариялық тоқтағаннан кейін тартқыш органда жүктің болуы салдарынан жүктеме астындағы

конвейерді іске қосумен байланысты. Ұзақ уақыт бойы маңызды іске қосу токтары конвейерлік қондырғылар үшін үлкен жүк тиеу қабілеті бар арнайы жетекті электр қозғалтқыштарын пайдалану қажеттілігін тудырады.

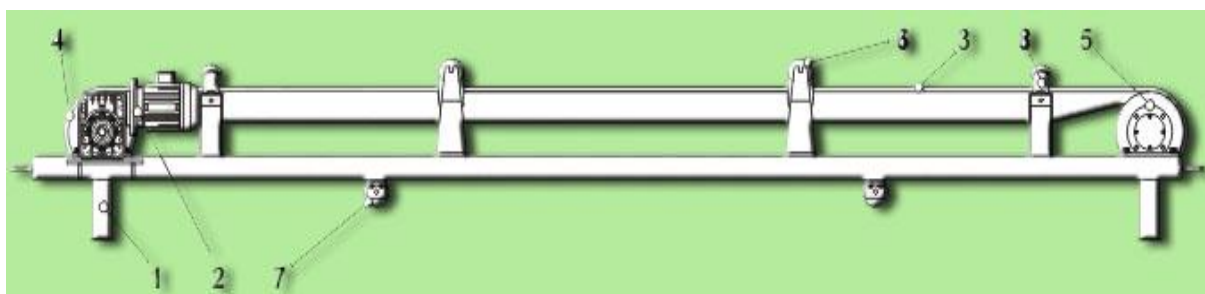
Конвейердің жүк таситын тармағының біркелкі емес жүктелуі электржетектің статикалық жүктемесіне әсер етеді. Күрделі қазбаларда орнатылған магистральдық таспалы конвейерлерді тиеу өндіру кенжарларынан жүк ағындарының біркелкі еместігіне және оған жүк ағындарының келіп түскен жеріне байланысты. Осыған байланысты ең жоғары қабылдау қабілеті бойынша таңдалған конвейер пайдалану процесінде едәуір жүктемеленбеген. Статикалық жүктеменің төмендеуі электр жетегінің энергетикалық сипаттамаларына теріс әсер етеді. Тарту органы мен пайдалы жүктің орнын ауыстыруға жұмсалған шығындар арасында энергияның үлестік қатысуы қайта бөлінеді. Энергияның көп бөлігі пайдалы жүктің орнын ауыстыруға энергияны үлестік тұтынуды ұлғайту кезінде тартқыш органның орнын ауыстыруға жұмсалады. Конвейерлік қондырғының электржетегінің энергетикалық қасиеттерін арттыру жүк ағыны функциясындағы тартқыш органның жылдамдығын конвейерлік ставтың толық жүктелуін қамтамасыз ететіндей реттеу арқылы мүмкін болады. Конвейерлік қондырғының осындай жұмыс режимін қамтамасыз ету реттелетін электр жетегінің есебінен ғана мүмкін болады.

Кенді карьерде көп қолданылатын конвейердің түрі ленталы конвейер деп аталады. Ол 1.1 суретте берілген.



## 1.1 сурет – Ленталық конвейер

Өндірісте кең тараған ленталы конвейерлердің бір түрі – ЖШС «Металлист» шығаратын, көлемдік салмағы 2000 т/м<sup>1</sup> дейінгі сумалы материалдарды (күм,гравий,щебень, көмір, шлак, және т.б.) горизонтал немесе көлбеу жазықтықта тасымалдауға арналған ЛК типті конвейерлер [2]. Бұл конвейерлер рамада 1, мотор-редуктордан 2, тасымалдаушы лентадан 3, жетекші тарту барабанынан 4, жетекші емес барабаннан 5, жоғарғы науа тәріздес, салмақ түсетін роликтер-тіреуіштерден 6, төменгі, кері қайтар жақтағы жалпақ роликтер-тіреуіштерден 7 және дефлекторлық роликтерден 8 тұрады (1.2 сурет).



1.2 сурет – ЛК-1000 типті ленталы конвейер сұлбасы

Жетекші тарту барабаны 4 тарту күшін лентаға беруге арналған. Жоғарғы науа тәріздес, салмақ түсетін роликтер-тіреуіштер 6 конвейердің жұмыстық тармағын ұстап тұруға арналған. Бұл роликтер-тіреуіштер конвейер бойымен әрбір 1,4 м сайын орналасқан.

Төменгі роликтер-тіреуіштер 7 конвейердің жүк түспейтін, бос тармағын ұстап тұрады, олар 2,4 метр сайын орналасады.

Дефлекторлық роликтер 8 лентаның көлденең ығысуынан қорғайды.

Көлденең конвейердің қозғалысы кезінде оның жетегі айналмалы элементтердің мойынтіректеріндегі үйкеліс күштерімен, роликтер мен тартқыш органның түйіскен жерлерінде және оның иілу кезіндегі тартқыш органда келісілген статикалық жүктемені еңсеруге тиіс. Бұл жүктемелер іске қосу мен тоқтаудың аз санымен жұмыс істейтін конвейерлік қондырғылар қозғалтқышының қажетті қуатын анықтайды:

$$P = \kappa_3 \frac{F_c \cdot V_p}{\eta_p}, \quad (1.1)$$

мұнда  $\kappa_3$  – кедергі күштерін есептеу қателігін ескеретін қор коэффициенті;

$V_p$  – тартқыш органның жұмыс жылдамдығы;

$\eta_p$  – конвейерлік қондырғы жетегінің редукторының пәк.

Көлбеу конвейерлік қондырғыларда үйкеліс күштеріне тасымалданатын жүк пен тартқыш орган ауырлығының құрамдастары қосылады, олар көтеру жұмысы кезінде қозғалысқа қарсылықты арттырады және оны түсіру жұмысы кезінде азайтады. Конвейер түсіруде жұмыс істегенде, еңістің белгілі бір бұрыштарында қозғалыс ауырлық күштерімен құрылуы мүмкін. Бұл жағдайда Электржетек тартқыш органның тұрақты жылдамдығын ұстап тұру үшін тежеу режимінде жұмыс істеуі тиіс.

Іске қосу және тежеу кезінде қозғалатын бөліктердің массасына және конвейердің үдеуіне байланысты тартымдық күштің қосымша динамикалық құраушысы пайда болады:

$$F_{\sigma} = m \cdot a, \quad (1.2)$$
$$m = m_n + \frac{J_{\sigma\sigma} \cdot i_p^2 + J_{\sigma}}{R_{\sigma}^2};$$

мұнда  $m_n$  – конвейерлік қондырғы элементтерінің үдемелі қозғалатын массалары ;

$J_{\sigma\sigma}$  – қозғалтқыш роторының Инерция моменті;

$i_p$  – конвейерлік қондырғы жетегі редукторының беріліс қатынасы;

$J_{\sigma}$  – жетекті барабанның Инерция моменті;

$R_{\sigma}$  - жетекті барабанның радиусы.

Толық тарту күші конвейерлік қондырғы жетегінің қажетті қайта тиеу қабілетін анықтайды. Жетектің ең жоғары жүктелу қабілеті:

$$\lambda \geq \frac{M_{\max}}{M_{\text{ном}}} = \frac{F}{\kappa_3 \cdot F_c}. \quad (1.3)$$

Үлкен ұзындықтағы конвейерлер үшін апаттық тоқтаудан кейін тиелген конвейерді іске қосу кезінде тартымдық күштің динамикалық құрамдас шамасы статикалық құраушыдан едәуір көп болуы мүмкін. Бұл жағдайда нәтижелік тартымдық күш артады, бұл конвейерлік ставтың әрбір учаскесінде қосымша созылу есебінен тартқыш органда барынша тартылудың ұлғаюына әкеледі, динамикалық құрамдастың негізгі мөлшерін құрайтын үдемелі қозғалатын массалардың инерциондылығына байланысты.

Таспалы конвейерлерде қозғалтқыш жасайтын қозғаушы тарту күші таспа мен жетекті барабан арасындағы үйкеліс нәтижесінде тарту органына беріледі. Бұл ретте берілетін күштің шамасы барабанды тарту органымен қамту бұрышына, олардың арасындағы үйкеліс коэффициентіне және жүгіруші және қағып түсіруші тармақтардың тартылу мөлшеріне байланысты

болады. Тартқыш органның сырғуы болмау шарты Л. Эйлер формуласымен анықталады:

$$S_{нб} \leq S_{сб} \cdot e^{\mu\alpha}. \quad (1.4)$$

Содан кейін сырғусыз берілуі мүмкін ең көп тарту күші:

$$F_{\max} = S_{нб.\max} - S_{сб} \leq S_{сб} \cdot (e^{\mu\alpha} - 1). \quad (1.5)$$

Сондықтан іске қосу кезінде тартымдық күштің өсуі ілініс сенімділігін төмендетеді және қағып кеткен бұтақтың жеткіліксіз тартылуы кезінде сырғып кетуді тудыруы мүмкін. Бұған жетек барабанының бетінің ылғалдануынан үйкеліс коэффициентінің азаюы немесе онда тасымалданатын жыныстың жабысуы да ықпал етеді.

Конвейердің жұмыс жағдайын талдау кезінде, ол серпімді тартқыш органы бар және оның ұзындығы бойынша бөлінген параметрлермен: тасымалданатын жүк пен тартқыш органның массаларымен, қозғалысқа кедергі күштерімен электромеханикалық жүйе болып табылатынын ескеру қажет. Бұл тартқыш органның тармақтарындағы тербеліс процестерінің пайда болуына және олардың тартылуының өзгеруіне әкеледі, бұл сондай-ақ жағдайдың бұзылу себебі болуы мүмкін (1.4) сырғудың болмауы. Бұл ретте жетекті барабан бойынша таспаның сырғуы нәтижесінде тартқыш органның қатты тозуы болады, ол қуаты үлкен ленталы конвейерлерде қымбат тұратын элемент болып табылады.

Ұзындығы үлкен таспалы магистралды конвейерлерді іске қосу кезінде тартқыш орган бойында серпімді тербелістердің таралуын ескеру қажет. Егер іске қосу ұзақтығы жетектен тарту элементіне дейінгі серпінді тербелістердің таралу уақытынан аз болса, онда қозғалтқыш номиналдық жылдамдыққа дейін айдалуға үлгереді, ал тартқыш органның артқы ұшы әлі қозғалыссыз қалады. Бұл ретте конвейердің соңына қарай серпімді толқын келген сәтте артқы массаға серпімділік соққы тудыратын толық жылдамдыққа импульс беріледі, ол тартқыш органда едәуір динамикалық жүктеме жасайды. Бұл құбылысты жою үшін ұзын конвейерлік желілерді іске қосу алдын ала төмен жылдамдықта жүзеге асырылады, кейін толық жұмыс жылдамдығына дейін бірқалыпты екпінмен.

Қуатты конвейерлер үшін бір жетекті органның көмегімен берілуі мүмкін емес қажетті тарту күшін қамтамасыз ету мақсатында екібарабанды көп қозғалтқышты жетектер қолданылады. Бұл жағдайда осы барабандардың қозғалтқыштары арасында жүктемелердің біркелкі таралуын қамтамасыз ету және таспаның сырғуын жою проблемасы туындайды. Жалпы жағдайда көп қозғалтқышты электржетегі жүктемені теңестіру жалпы механикалық жүйеге жұмыс істейтін қозғалтқыштардың механикалық сипаттамаларының қаттылығын теңестіру арқылы жүзеге асырылады. Екібарабанды конвейерлік қондырғылардың ерекшелігі жетекті барабандар арасында серпімді

элементтің болуы болып табылады, бұл жетекті қозғалтқыштардағы жүктемелерді теңестіру кезіндегі ерекшеліктерді негіздейді. Бұл жағдайда жүктемені теңестіру шарты жетекті Электр қозғалтқыштарының механикалық сипаттамаларының қаттылық модульдері арасындағы белгілі бір қатынасты сақтау болып табылады. Қозғалтқыштардың жүктемелерін бөлудің біркелкілігін ұстап тұру қаттылық модульдерінің қажетті арақатынасын қамтамасыз ететін үздіксіз реттеумен жүзеге асырылуы тиіс, бұл реттелетін Электржетек жүйелерін қолданған жағдайда ғана мүмкін.

## **1.2 Конвейерлік қондырғылардың электр жетектері және басқару жүйелеріне қойылатын талаптар**

Статикалық және динамикалық қасиеттерін олардың ерекшеліктерін ескере отырып, электр жетектері және басқару жүйелерін қойылатын негізгі талаптар қарауға конвейерлік қондырғыларды жұмыс жағдайын анықтауға мүмкіндік береді.

Қондырғылардың электр жетектері конвейерлік ауыспалы реверсияламай жүктеме кезінде қозғалыс бағытын ұзақ режимінде жұмыс істегені қамтамасыз етуі тиіс. Кейбір жағдайларда, мысалы, конвейерлік қондырғыларды және тежеу және қозғалтқыш жұмыс істеу кезінде Электржетек көлбеуге режимде жұмыс істеуі қажет. Материалдың жалпы технологиялық тізбекте конвейер бірінің екінші конвейерді қосу мен ажырату жұмыс істейтін бірнеше конвейерлер қамтамасыз етілуге тиіс жағдайда, оларды қайта тасымалданатын ауыстырып тиеу тізбектелген кезектілігі. Жүк ағынының конвейерлер қосу бағытында да жақсы қарсы бағытта жүргізілуі тиіс, ал жүк ағынының тиеу жою үшін жүргізуге нүктелеріндегі ажырату

Ұзақ уақыт бойы тұрақты қамтамасыз ету үшін ауыспалы жүктемемен жұмыс істейтіндер үшін қымбат тұратын конвейерлік таспа конвейерлер жүктемелерін реттеу конвейер жүк көтергіш арттыруға мүмкіндік береді деп есептеледі, демек, бұл органның магистральдық жылдамдығы конвейерлік қондырғыларды пайдалану, тартқыш органның қозғалысы қысқарту орны тармағының тартқыш энергия тиімділігін арттыру қажет.

Таспа конвейерлер арасындағы сырғанау және қамтамасыз етуге қатысты теңдеу үшін жүктемелер барабандарға көпжетекті қозғалтқыштар Электржетек болдырмауы тиіс.

Сенімді қамтамасыз ету мақсатында, әсіресе олардың электржетегі және динамикалық жүктеме рұқсат етілетін конвейерлік таспа шектеулер тасымалданатын жүктің тіркесу қондырғыларды лентамен барабанмен шектеу және жеделдету, шамасы, ұзындығы кезінде аз бөлігін бастағанда үлкен тербелмелі динамикалық жүктемелерді жою қажет.

Реттелетін электр жетектері процестерді қамтамасыз ететін, конвейерлік таспа жетек арасындағы ең төменгі жылдамдықты шектеу және қолдану, динамикалық жүктемелерді қалыпты жылдамдығын реттеу



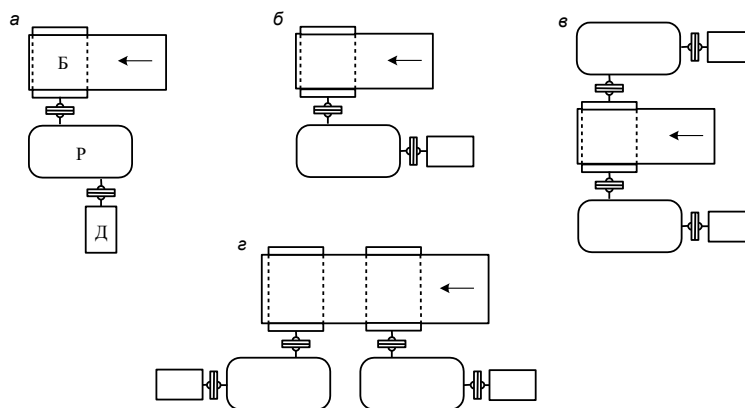
жағдайында реттеу ауқымы 10:1 жүктемелерді туралау қозғалтқыштар орнату іске қосу керек.

### **1.3 Электр жетектің кинематикалық сұлбасы және конвейерлік қондырғының негізгі түрлері**

Электржетек жүйесін таңдау жетекті барабандар мен қозғалтқыштардың санына байланысты. 1.3 сурет конвейерлік қондырғылардың жетек блоктарының кинематикалық сұлбалары берілген. Осы кинематикалық схемалар арасындағы айырмашылық қозғалтқыштың конвейердің осіне қатысты орналасуы болып табылады. 1.3, б сурет сызбасы қозғалтқыштың параллель орналасуы қозғалтқыштың перпендикуляр орналасуымен салыстырғанда неғұрлым қолайлы болып табылады (1.3 сурет а), өйткені жетек блогының ені төмендейді. Бұл жер асты қазбаларының тығыз кеңістігі жағдайында үлкен маңызға ие. Ашық тау-кен жұмыстары мен байыту фабрикалары үшін бұл жағдай маңызды рөл атқармайды, бірақ конустық берілісті қоспағанда, редуктордың қарапайым құрылымын пайдалануға мүмкіндік береді. Кинематикалық тізбектерді қорғау және конвейерлік қондырғылардың бірқатар құрылымдарында бірқалыпты іске қосуды қамтамасыз ету үшін редуктор мен қысқа тұйықталған роторы бар асинхронды электр қозғалтқышы арасында гидравликалық муфта орнатылады. Гидромуфттің реттелетін электржетегін қолданған жағдайда болмауы мүмкін.

Екі электр қозғалтқышы бар бірбарабанды жетек (сурет. 1.3, в) орташа қуатты конвейерлік қондырғыда қолданылады және барабанның лентамен ілінуінің жоғары коэффициентін қамтамасыз етеді. Жетек блогының қатты байланысқан кинематикалық тізбектері әдетте идентті емес механикалық сипаттамалары бар жетек қозғалтқыштарының жүктемесін теңестіруді қамтамасыз ету үшін гидромуфттарды қолдануды талап етеді.

Үлкен ұзындығы мен өнімділігі жоғары қуатты конвейерлік қондырғылар бірнеше жетек барабандары бар. 1.3 г суретте екі қозғалтқышы бар екібарабанды жетек көрсетілген. Екібарабатты жетектер үш немесе төрт қозғалтқышпен жабдықталуы мүмкін. Екі барабанды лентамен қаптаудың үлкен бұрышымен байланысты таспалы конвейерлердің екібарабанды жетектерінің артықшылығы кезінде, бұл қондырғылардың қымбат механикалық бөлігі бар және пайдалануда күрделі екендігін, жетекті Электр қозғалтқыштарының жүктемесін теңестіру мәселелері күрделенетінін ескеру қажет.



а – қозғалтқышы перпендикуляр орналасқан бір барабанды жетек; б - қозғалтқышы параллель орналасқан бір барабанды жетек; в- бір барабанды екі қозғалтқышты жетек; г – екі барабанды екі қозғалтқышты жетек

1.3-сурет Конвейерлік қондырғылардың жетек блоктарының кинематикалық сұлбалары

#### 1.4 Конвейерлік қондырғылардың реттелмейтін электржетегі

Конвейерлік қондырғылардың электржетегі жүйесін негіздеу және таңдау кезінде асинхронды қозғалтқыштардың негізінде ауыспалы токтың электржетегі ең көп қолданылғанын ескеру қажет. Өнімділігі аз қысқа конвейерлер кезінде, әдетте, жоғары іске қосу сәті бар, екі жақты беличье торының типіндегі терең газды қысқа тұйықталған роторы немесе роторы бар асинхронды қозғалтқыштар қолданылады. Бұл электржетектердің шекті қуаты 100-200 кВт аспайды, себебі желідегі кернеудің төмендеуі салдарынан іске қосу сәтінің айтарлықтай төмендеуі болады, бұл тиелген конвейерді іске қосуды қиындатады.

Ұзындығы және өнімділігі үлкен конвейерлер үшін, әдетте, іске қосу тогы мен үдеуді шектеуді қамтамасыз ететін фазалық роторы бар асинхронды қозғалтқыштары бар электржетек қолданылады. Бұл ретте динамикалық жүктемелерді төмендету мақсатында берілістегі саңылауларды таңдау және таспаның бастапқы тартылуын жасау үшін алдын ала іске қосу сатылары қолданылады және тартқыш органда серпімді тербелістердің пайда болуына және оны барабан бойынша сырғуға ықпал ететін іске қосу резисторларын ауыстырып қосу кезінде қозғалтқыш сәтінің жылдам өсуінің шамаларын төмендету үшін іске қосу сатылары көп. Конвейерлік қондырғыларда 10 – 12 іске қосу сатыларының санымен және оларды уақыт функцияларына немесе уақыт және Ток функцияларына ауыстырумен контакторлық сұлбалар қолданылады.

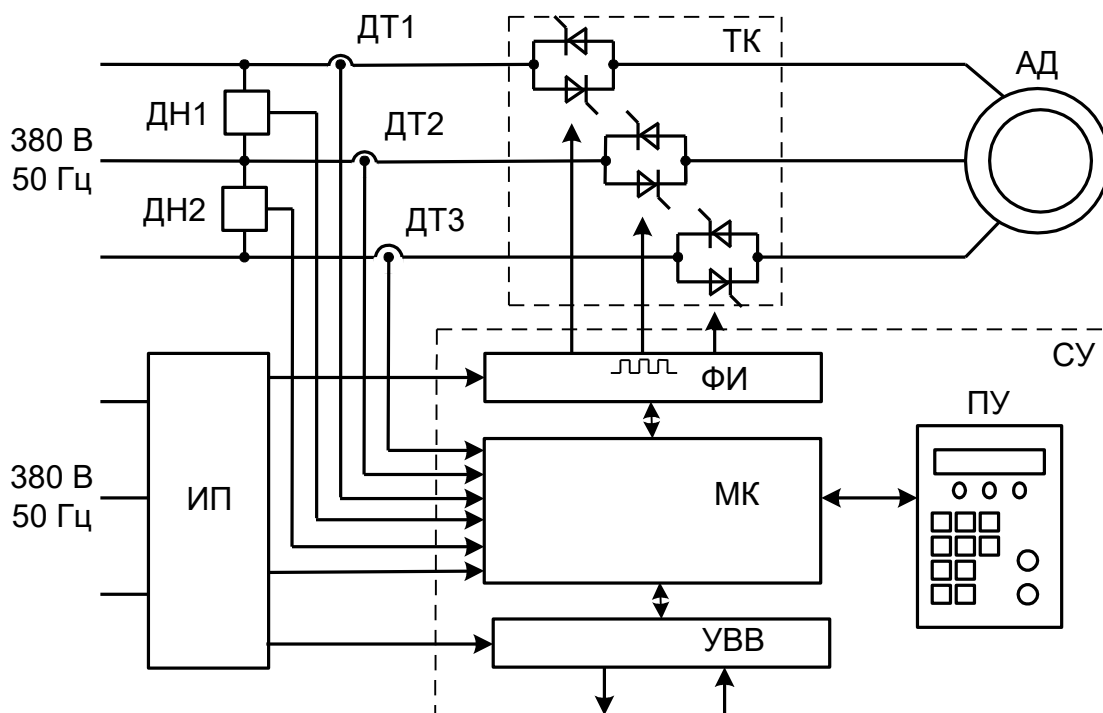
Жаймен-созылмалы іске қосу құрылғысы қозғалтқыш статорының қысқыштарындағы кернеудің жартылай өткізгіштік реттегішін білдіреді. Кернеуді өзгерту қозғалтқыш статоры орамасының әрбір фазасында қарсы-параллель жалғану схемасы бойынша қосылған тиристорлардың булану

бұрышын реттеу жолымен жүзеге асырылады. УПП функционалдық сұлбасы 1.4 суретте келтірілген, онда мынадай белгілер қабылданды:

ТК-тиристорлы коммутатор; АД – асинхронды электрқозғалтқышы; СУ – басқару импульстерін қалыптастыратын басқару жүйесі; ФИ – тиристорларды басқаруға, сондай – ақ күш тізбектері мен басқару тізбектерінің гальваникалық бөлінуіне қызмет ететін драйверлер; МК – микроконтроллер; УВВ-енгізу – шығару құрылғысы; ПУ – басқару пульті; ИП – қоректендіру көзі; ДТ1, ДТ2, ДТ3-іске қосу тогын бақылауға, реттеуге және шамадан тыс жүктеме тогынан қорғауға арналған ток датчиктері және ҚТ; ДН1, ДН2-асинхронды қозғалтқыш статорының қысқыштарындағы кернеуді реттеу және кернеудің жол берілмейтін артуынан қорғауға арналған кернеу датчиктері.

Жаймен-созылмалы іске қосу құрылғысы ток немесе сәтті бір уақытта реттеу кезінде статордағы кернеудің бірқалыпты өсуімен электр қозғалтқышты іске қосуды жүзеге асырады. Іске қосудың дәстүрлі тәсілдерімен салыстырғанда УПП артықшылығы пайдаланушыға нақты қолдану үшін құрылғыны баптауды жүзеге асыруға бағдарламалық құралдармен кең мүмкіндіктер беру болып табылады. УПП-да басқарудың мынадай тәсілдері іске асырылуы мүмкін: статор қысқыштарындағы кернеу, қозғалтқыш тогы, қозғалтқыш сәті.

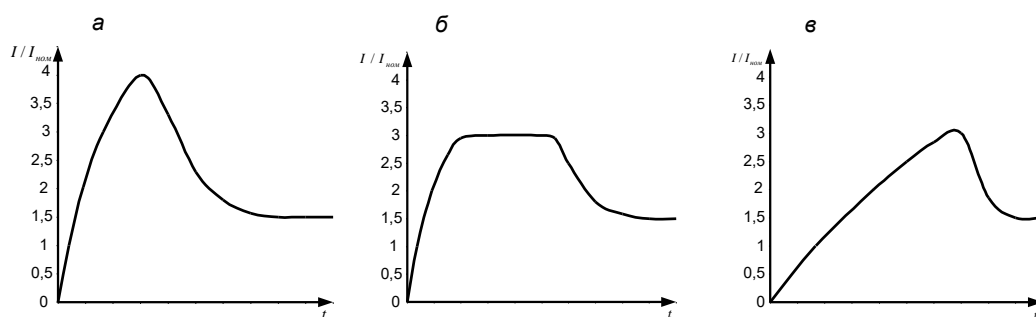
Кернеуді басқару қозғалтқыштың бірқалыпты іске қосылуын қамтамасыз етеді, бірақ іске қосу кезінде қозғалтқыштың тогы мен сәті бақыланбайды. Ток бойынша кері байланыс және қозғалтқыштың сәтін бақылау болмағандықтан, іске қосу кезінде ток ағуы мүмкін (1.5 сурет, а). Бұл басқару әдісі ауыр іске қосылған электр жетектері үшін жарамсыз.



## 1.4 сурет – Жаймен созылмалы іске қосу құрылғысының функционалдық схемасы

Ток басқару іске қосу кезінде іске қосу тоғын шектеуді қамтамасыз етеді. Статор қысқыштарындағы кернеудің өзгеруі іске қосу уақытының көп бөлігі ішінде қозғалтқыш тоғы тұрақты түрде ұсталады (1.5, б сурет). Іске қосу тоғын шектеу деңгейі іске қосудың негізгі параметрі болып табылады және оны пайдаланушы нақты қолдануға байланысты белгілейді.

Іске қосудың ең жақсы тәсілі – моментті басқару. Бұл жағдайда УПП токтың ең аз ықтимал мәнімен іске қосуды қамтамасыз ете отырып, сәттің талап етілетін мәнін қадағалайды (1.5 в сурет). Қозғалу сәтін бақылаумен басқару жүйесін қолдану уақыт жылдамдығының өзгеруінің сызықтық кестесін қамтамасыз етеді, яғни тұрақты жеделдету кезінде іске қосу.



а-статор қысқыштарындағы кернеумен; б-токпен; в-қозғалтқыш моментімен

## 1.5 сурет – Басқару тәсілдері

Еңіс астында жұмыс істейтін конвейерлік қондырғылар үшін тежеу режимін қамтамасыз ету қажет. УПП көмегімен қозғалтқышты тежеудің мынадай тәсілдері іске асырылуы мүмкін:

- катпен (асинхронды қозғалтқыш статорының қысқыштарындағы кернеудің бірқалыпты өзгеруімен);
- асинхронды қозғалтқышты желіден ажырату арқылы;
- тұрақты токтың асинхронды қозғалтқышының статорын орамаға беру.

Жүкті түсіретін конвейер үшін динамикалық тежелуді қолдану қажет.

Жаймен созылмалы іске қосу құрылғысын таңдау. Жаймен созылмалы іске қосу құрылғысы үш басты өлшемге сүйене отырып таңдалады:

1. Қоректендіруші желінің кернеуі УПП номиналды кернеуіне сәйкес болуы тиіс.
2. УПП номиналды тоғы қозғалтқыш жүктемесінің тоғына сәйкес келуі тиіс.
3. Қолдану түрі (пайдалану санаты).

УПП пайдалану мүмкіндіктерін толық сипаттау үшін тек ток бойынша көрсеткішті көрсету жеткіліксіз. ХЭК 60947-4-2 құжаттарында УПП көрсеткіштерін анықтау үшін пайдаланылатын АС53 пайдалану санаттары анықталған. УПП таңдау кезінде келесі көрсеткіштерді ескеру қажет:

1. Ток бойынша көрсеткіш – УПП номиналды тогы) - УПП жұмыс параметрлері АС53 сәйкес УПП белгілеуінде келтірілген қалған шамалармен анықталған жағдайда УПП қосылатын қозғалтқыштың толық жүктемесінің тогы.

2. Іске қосу тогы – іске қосу кезінде іске асырылатын ең жоғары іске қосу тогы.

3. Іске қосу ұзақтығы – белгіленген жылдамдыққа дейін қозғалтқышты тарату үшін қажетті уақыт.

4. Жүктемедегі жұмыс циклі-цикл ұзақтығының пайызымен көрсетілген УПП жұмыс уақытының салыстырмалы үлесі.

5. Жұмыс циклдерінің саны (іске қосу) 1 сағ.

МЭК 60947-4-2 стандарты УПП пайдаланудың екі санатын анықтайды: АС53а және АС53b. Электр жетектерін таңдау үшін нормамен шунттандырусыз ТК тиристорлы коммутаторының айналма (байпасты) контакторы болып табылатын электр жетектері үшін арналған. 7.2). Электр жетектерін пайдалану санаты АС53b қысқа мерзімді жұмыс режимі бар электр жетектеріне арналған, сондықтан іске қосу аяқталғаннан кейін айналма контактор ТК шунттаумен УПП таңдалады. Электр жетегі үшін АС53а пайдалану санаты бар УПП таңдау қажет.

УПП дайындаушы фирмалар каталогында ауыр және қалыпты / жеңіл жұмыс режимі үшін АС53а нормаларының екі деңгейінің көрсеткіштері келтіріледі. Жұмыстың ауыр режимі үшін қалыпты режиммен салыстырғанда, әдетте бір сатыға қосылатын қозғалтқыштың қуаты төмендейді.

АС53а пайдалану санаты бар УПП белгілеу мысалдарын келтіреміз:

- ауыр жұмыс режимі: 370А:АС53а5,0-30:50-10, ол келесідей ажыратылады: толық жүктеме тогы 370 А, іске қосу тогы 30 с ішінде бес есе (1850 А), циклда қосудың салыстырмалы ұзақтығы 50%, іске қосу (циклдар) саны 1 сағ-10

- қалыпты/жеңіл жұмыс режимі 450А:АС53а3,0-30: 50-10. Белгі алдыңғысымен салыстырғанда анағұрлым жеңіл, бір УПП (қосу тогы үш есе) қолдану режимін көрсетеді, бұл толық жүктеме тогын 450 а дейін ұлғайтуға мүмкіндік берді.

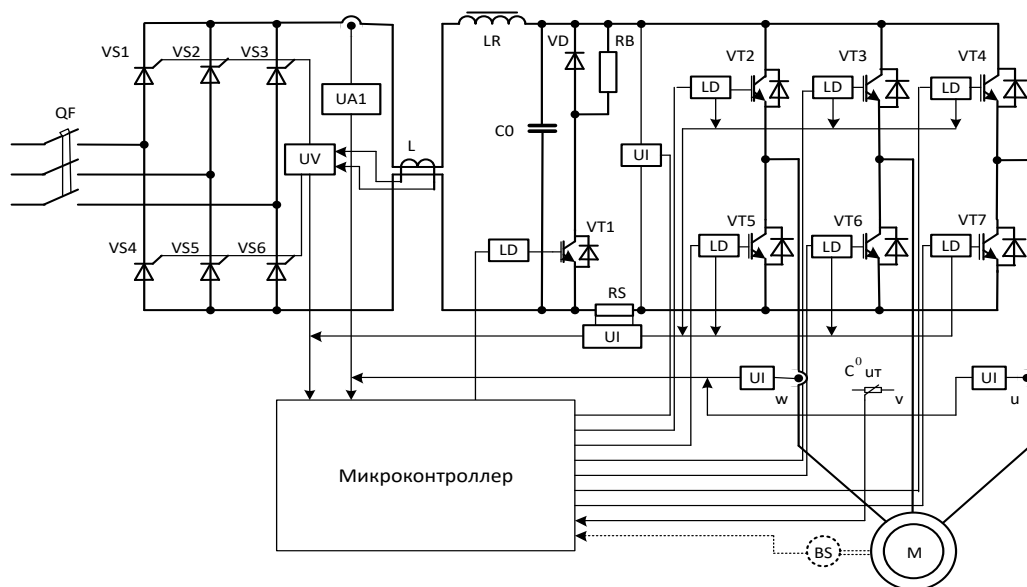
АС53В пайдалану категориясымен УПП белгілеулерінің АС53а-дан айырмашылығы циклдер санының орнына іске қосу арасындағы үзіліс көрсетіледі. Мысалы, белгілердің УП санатты пайдалану АС53b – 210 А:АС53b4,0-30:1440, ол білдіреді: ток толық жүктеме 210 А, пусковой ток төрт (840 А) 30 с ішінде, кідірту арасындағы пусками 1440 (24 мин).

## **1.5 Конвейерлік қондырғылардың реттелетін электр жетегі**

Релелік-контакторлық схемаларды және жаймен созылмалы іске қосу құрылғыларын қолдану конвейерлік қондырғылардың іске қосу процестерін қамтамасыз ету мәселелерін шешеді. Конвейерлік қондырғыларға қойылатын жүк ағыны функциясында таспа жылдамдығын реттеу немесе динамикалық жүктемелерді шектеу сияқты басқа талаптарды іске асыру үшін реттелетін электр жетегін қолдану талап етіледі. Қазіргі жағдайда асинхронды және синхронды қозғалтқыштары бар жиіліктік-реттелетін электр жетектері үлкен перспективаға ие. Синхронды жиілік-реттелетін электр жетегі 6 және 10 кВ шығу кернеуімен жоғары вольтты жиілік түрлендіргіштерінің базасында орындалады. Отандық және шетелдік өндірушілердің шығаратын асинхронды жиілік-реттелетін электр жетектерінде орындалады 0,4; 0,69; 1,19; 3,0 (3,3); 6,0 (6,3; 6,6); 10,0 (10,5) кВ кернеуге арналған жиіліктік түрлендіргіштер қолданылады.

Конвейерлік қондырғылар лентасының жылдамдығын реттеу және динамикалық жүктемелерді шектеу жылдамдықты реттеу диапазонын кем дегенде 10:1 талап ететіндіктен, жиіліктің екі трансформаторлық түрлендіргіштері конвейерлік қондырғылардың жетегі үшін пайдаланылуы мүмкін емес. Трансформатордың номиналды тогының аз жиілігіне байланысты 1,5:1 реттеу диапазонында жоғарылатушы трансформатордың номиналды тогының аз жиілігіне байланысты қанығу режиміне кіреді, бұл жоғары қуат шығындарына алып келеді.

IGBT транзисторлар базасында кернеу инверторларымен шығарылады және, әдетте, ПИД-реттеуішпен (PID Controller) жинақталады. 3,0 (3,3) - тен 10 (10,5) кВ дейінгі кернеуге жоғары вольтты жиілік түрлендіргіштері жабылатын тиристорлар негізінде ток инверторларымен шығарылады.



## 1.6 сурет – Кернеулік автономды инверторы бар төменгі вольтты асинхронды жиіліктік-реттелетін электр жетегінің схемасы

Микроконтроллерлік жүйе басқару, қорғау және бақылау функцияларын жүзеге асырады. Басқару жүйесі келесі негізгі функцияларды жүзеге асырады:

- кең импульстік модуляция (ШИМ) режимінде қуатты кілттерді басқаруды қоса алғанда, түрлендіргіштің барлық элементтерін тікелей сандық басқару);
- қозғалтқыш моделін қалыптастырады;
- уақыт функциясында технологиялық айнымалы (сағаттық, тәуліктік, апталық циклдер) немесе жылдамдықты (жиілікті) бағдарламалық басқару);
- тұрақты ток буынындағы С0 конденсаторлық батареясы үшін кіріс тиристорлы түрлендіргішті басқару;
- RV балласты резисторында оның шашырауы үшін тежеу энергиясын қабылдау тізбегін басқару;
- сандық бақылаушылардың көмегімен бірқатар қосымша параметрлерді жанама анықтау: тұтынылатын қуат, электр энергиясының шығыны, технологиялық процестер (су, ауа шығыны және т. б.);
- технологиялық процестің қосымша параметрлерінің кез келген санын интеллектуалды датчиктерден, соның ішінде қысымның және температураның қашықтағы датчиктерінен енгізу.

Микропроцессорлық қорғау және бақылау жүйесі келесі негізгі функцияларды жүзеге асырады:

- қысқа тұйықталудан және драйверлердің қуат кернеуінің жоғалуынан кіріктірілген қорғауды басқарады;
- тұрақты ток буынындағы ағу және асқын кернеуді бақылайды;
- автономды инвертор мен қозғалтқыштың қызуын бақылайды;
- фазалардың үзілуінен және қисаюынан қорғауды басқарады;
- максималды ток және уақыт қорғанысын басқарады.

## 2 Конвейердің электр жетегін таңдау және оны есептеу

### 2.1 Есептеу үшін керек деректер және конвейердің типі

Тасылатын заттар мөлшері  $Q=150$  тонна/сағат.

Тасу ұзындығы  $l=50$  метр

Көтеру биіктігі  $h=25$  м.

Қозғалу жылдамдығы  $v=1,5$  м/с.

Бұл тапсырманы орындау үшін ЛК-1000 типті ленталы конвейерді таңдаймыз. Оның техникалық көрсеткіштері төмендегідей:

- өнімділігі ( $Q$ )  $750$  м<sup>3</sup>/сағ. дейін;
- ұзындығы ( $L_k$ )  $50$  м дейін;
- қозғалу жылдамдығы  $v=1,5$  м/с;
- лентаның ені  $B=1000$  мм;

- барабанының диаметрі  $D_6=0,6$  м;
- көлбеу бұрышы  $\beta$   $35^0$  дейін;
- редуктордың беріліс коэффициенті  $i_6=15$ .

ЛК-1000 типті ленталы конвейер бір қозғалтқышы бар, бір барабанды жетекпен жабдықталған.

## 2.2 Жүктемелерді, инерцияның моменттерін есептеу және конвейердің электрқозғалтқыш таңдау

Конвейердің қуатын  $P_k$  анықтаймыз [6]:

$$P_k = K(\Delta P_l + P_{\text{коз}} + P_{\text{кот}}), \text{ кВт.} \quad (2.1)$$

Мұндағы  $K$ - қосымша шығын коэффициенті,  $L_k=50$  м болса,  $K=1,05$ [6];

$\Delta P_l$  - лента қозғалған кездегі қуат шығыны, кВт;

$P_{\text{коз}}$  – жүкті қозғалту қуаты, кВт;

$P_{\text{кот}}$  – жүкті көтеру қуаты, кВт.

Лента қозғалғандағы қуат шығынын анықтаймыз [6]:

$$\Delta P_l = C_{\text{үй}} \cdot L_{\text{гор}} \cdot v_l, \quad (2.2)$$

мұнда  $C_{\text{үй}}$ – лентаның тіреуішке үйкеліс коэффициенті;

$L_{\text{гор}}$ – конвейердің горизонталь проекциясы, м (2.1 сурет );

$v_l$  – лентаның қозғалысының сызықты жылдамдығы,  $v_l=1,4$  м/с.

Лентаның тіреуішке үйкеліс коэффициенті  $C_{\text{үй}}$  лентаның еніне  $B$  және тіреуіштер түріне тәуелді.  $B=1000$  мм болғанда және тіреуіштер ретінде роликтерді қолданған кезде  $C_{\text{үй}}=0,028$  тең [6].

Конвейер көкжиекке көлбеу бұрышын анықтау:

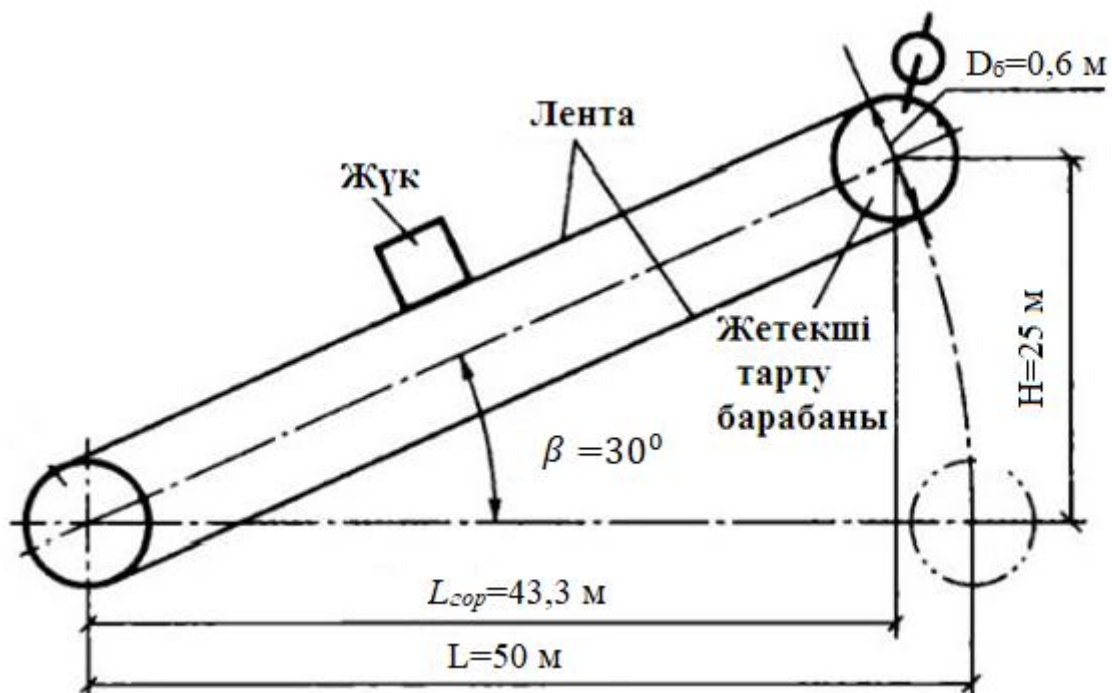
$$\beta = \arcsin \frac{H}{L_k} = \arcsin \frac{25}{50} = 30^0. \quad (2.3)$$

Бұрыш  $\beta=30^0 < \beta_{\text{макс}}=35^0$ , конвейердің көлбеулігі рұхсат етілген аймақта.

Конвейердің горизонталь проекциясын  $L_{\text{гор}}$  анықтаймыз [6 ]:

$$L_{\text{гор}}=L_k \cdot \cos \beta = 50 \cdot \cos 30^0 = 43,3 \text{ м.} \quad (2.4)$$





2.1 сурет – Ленталы конвейердің есептік сұлбасы

Лента қозғалған кездегі қуат шығыны [6]:

$$\Delta P_L = 0,028 \cdot 43,3 \cdot 1,5 = 1,82 \text{ кВт.}$$

Жүкті қозғалту қуаты  $P_{\text{коз}}$  [6]:

$$P_{\text{коз}} = 15 \cdot 10^{-5} \cdot L_{\text{гор}} = 15 \cdot 10^{-5} \cdot 43,3 = 0,0065 \text{ кВт.} \quad (2.5)$$

Жүкті көтеру қуатын  $P_{\text{кот}}$  есептейміз [6]:

$$P_{\text{кот}} = 272 \cdot 10^{-5} \cdot Q \cdot H = 272 \cdot 10^{-5} \cdot 150 \cdot 25 = 10,2 \text{ кВт.} \quad (2.6)$$

Конвейерге қажетті қуат  $P_K$  (2.1) есептейміз:

$$P_K = K(\Delta P_L + P_{\text{коз}} + P_{\text{кот}}) = 1,05 \cdot (1,82 + 0,0065 + 10,2) = 12,03 \text{ кВт}$$

Конвейердің қозғалтқышының есептік қуатын анықтаймыз [6]:

$$P_{\text{ес.к}} = K_K \cdot \frac{P_K}{\eta_б} = 1,23 \cdot \frac{12,03}{0,75} = 19,73 \text{ кВт,} \quad (2.7)$$

мұндағы  $K_K$  – қор коэффициенті,  $K_K = 1,23$  етіп қабылдаймыз [6];

$\eta_б$  – беріліс ПӘК-і,  $\eta_б = 0,75$  [6].

Жетектің электрқозғалтқышының есептік синхрондық жылдамдығы ( $n_{ce}$ ):

$$n_{ce} = \frac{60 \cdot v_l \cdot i_6}{\pi \cdot D_6} = \frac{60 \cdot 1,5 \cdot 15}{3,14 \cdot 0,6} = 717 \text{ айн/мин}, \quad (2.8)$$

мұндағы  $i_6$  – редуктордың беріліс саны;  
 $D_6=0,6$  м-барабанның диаметрі.

Синхрондық жылдамдықтардың шкаласы бойынша қабылдаймыз:  
 $n_c=750$  айн/мин.

Есептеу нәтижелері бойынша 5АНК225М-А8 типті фазалы роторлы асинхронды қозғалтқышы таңдалды, оның техникалық параметрлері 2.1 кестеде келтірілген.

2.1 кесте - 5АНК225М-А8 типті АҚ техникалық параметрлері

Қозғалтқыш түрі	5АНК225М-А8
Номиналдық қуаты $P_n$ , кВт	22
ПӘК, %	0,87
Номиналдық сырғанау $S_n$ , %	4,5
Шектік сырғанау $S_{ш}$ , %	19,5
Қуат коэффициенті $\cos\phi$	0,82
Ротордың номинальдық тогы $I_{2ном}$ , А	140

2.1 кестенің жалғасы

Ротор кернеуі $U_2$ , В	102
Жүргізу моментінің номинал моментке қатынасы	2
Жүргізу тогының номинал токқа қатынасы	1,8
Максимал моменттің номинал моментке қатынасы	2
Ротор инерциясының динамикалық моменті, кг*м <sup>2</sup>	0,4
Сервис-фактор	1,1
Синхрондық жылдамдық, айн/мин	750

Жүктің 1 метр лентаға түсетін массасын анықтаймыз:

$$q_{ж} = \frac{Q}{3,6 \cdot v_l} = \frac{150}{3,6 \cdot 1,5} = 27,8 \frac{\text{кг}}{\text{м}}, \quad (2.9)$$

мұндағы  $Q=125$  т/сағ – конвейердің өнімділігі;

$v_{л}$  – лентаның жылдамдығы.

ЛК-1000 типті конвейерде төрт қабатты 2ШТК-200–4,5x3,5 типтірезинка-маталық лента қолданылады. Мұндай лентаның меншікті массасы  $m_{л}= 18,4$  кг/м<sup>2</sup>. Бұл жағдайда 1 метр лентаның массасы:

$$q_{л} = v \cdot m_{л} = 1 \cdot 18,4 = 18,4 \text{ кг/м}, \quad (2.10)$$

мұндағы  $v=1$  м (1000 мм) – лентаның ені.

Конвейерде диаметрі 127 мм, массасы 22 кг астау тәріздес ролик-тіреуіштер қолданады.

Жүк тұратын тармақтың роликтерінің айналатын бөліктерінің меншікті массасын анықтаймыз:

$$q'_{р} = \frac{m'_{р}}{l'_{р}} = \frac{22}{1,5} = 14,67 \frac{\text{кг}}{\text{м}}, \quad (2.11)$$

мұндағы  $l'_{р}$  – роликтердің арақашықтығы, м.

Жүксіз тармақтың роликтерінің айналатын бөліктерінің меншікті массасын анықтаймыз:

$$q''_{р} = \frac{m''_{р}}{l''_{р}} = \frac{19}{2,4} = 7,91 \frac{\text{кг}}{\text{м}}. \quad (2.12)$$

Қорытынды тарту күші:

$$\begin{aligned} F_{\Sigma} &= 9,81 \cdot K_{\text{кос}} \cdot (q_{ж} + 2q_{л} + q'_{р} + q''_{р}) \cdot L \cdot w \cdot \cos\beta + 9,81 \cdot q_{л} \cdot L \cdot \sin\beta = \\ &= 9,81 \cdot 2,0 (27,8 + 2 \cdot 18,4 + 14,67 + 7,91) \cdot 50 \cdot 0,03 \cdot 0,82 + \\ &\quad + 9,81 \cdot 18,4 \cdot 50 \cdot 0,57 = 7248,26 \text{ Н}, \end{aligned} \quad (2.13)$$

$K_{\text{кос}}$  – қосымша кедергі коэффициенті, конвейердің ұзындығы  $L=50$  м болса,  $K_{\text{кос}} \approx 2,0$ .

Қозғалтқыштың жылдамдығына келтірілген статикалық кедергі моменті:

$$M_{к} = \frac{F_{\Sigma} \cdot R_{б}}{i_{б} \cdot \eta_{б}} = \frac{7248,26 \cdot 0,3}{15 \cdot 0,87} = 166,63 \text{ Нм}. \quad (2.14)$$

Барабанның бұрыштық жылдамдығы:

$$\omega_{б} = \frac{v_{л}}{R_{б}} = \frac{1,5}{0,3} = 5 \text{ с}^{-1}. \quad (2.15)$$

Қозғалтқыштың жылдамдығына келтірілген барабанның бұрыштық жылдамдығы:

$$\omega_{\text{коз}} = \omega_6 \cdot i_6 = 5 \cdot 15 = 75 \text{ с}^{-1}. \quad (2.16)$$

Қозғалтқыштың есептің қуатын тауып, қозғалтқыштың қуатымен салыстырамыз:

$$P_{\text{ес}} = K_k \cdot M_k \cdot \omega_{\text{коз}} \cdot 10^{-3} = 1,25 \cdot 166,63 \cdot 75 \cdot 10^{-3} = 15,62 \text{ кВт} < 22 \text{ кВт}. \quad (2.17)$$

Есептік қуаттың қозғалтқыштың қуатына сәйкес келеді.  
Электр жетегінің инерциясының моменті:

$$J_1 = 1,2 \cdot J_{\text{коз}} = 1,2 \cdot 0,4 = 0,48 \text{ кг} \cdot \text{м}^2. \quad (2.18)$$

Конвейердің механикалық бөлігінің инерциясының қозғалтқыштың жылдамдығына келтірілген моменті:

$$J_2 = (q_{\text{ж}} + 2q_{\text{л}} + q'_{\text{р}} + q''_{\text{р}}) \cdot L \cdot (v / \omega_{\text{коз}})^2 = (27,8 + 2 \cdot 18,4 + 14,67 + 7,91) \cdot 50 \cdot (1,5 / 75)^2 = 1,7436 \text{ кгм}^2. \quad (2.19)$$

Жүйенің инерциясының қорытынды моменті:

$$J_{\Sigma} = J_1 + J_2 = 0,48 + 1,7436 = 2,2236 \text{ кгм}^2. \quad (2.20)$$

### 2.3 Электр қозғалтқыштың және оның орынбасу сұлбасының параметрлерін есептеу

Қозғалтқыштың синхрондық жылдамдығы [7,8]:

$$\omega_c = \frac{2\pi f}{p} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 50}{4} = 78,5 \text{ с}^{-1}, \quad (2.21)$$

$$n_c = \frac{60 \cdot f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{4} = 750 \text{ айн/мин}, \quad (2.22)$$

мұндағы  $p = 4$  — полюс жұптарының саны.

2.2 кестеде 5АНК225М-А8 типті фазалы роторлы асинхронды қозғалтқыштың орынбасу сұлбасының салыстырмалы бірлікте берілген параметрлері келтірілген.

2.2 кесте - 5АНК225М-А8 типті фазалы роторлы асинхрондық қозғалтқыштың орынбасу сұлбасының параметрлері

Параметрлер	Мәні, салыстырмалы
-------------	--------------------

	бірлікте (с.б.)
Статор орамдарының активті кедергісі $R_1'$	0,039
Статор орамдарының шашыранды индуктивті кедергісі $X_1'$	0,1
Ротор орамының келтірілген активті кедергісі $R_2''$	0,043
Ротор орамының келтірілген шашыранды индуктивті кедергісі $X_2''$	0,13
Магнитеуші тізбектің негізгі индуктивті кедергісі $X_\mu$	2,4

Қозғалтқыштың номиналь айналу жылдамдығын есептеу:

$$\omega_H = \omega_C * (1 - S_H) = 78,5(1 - 0,045) = 75 \text{ с}^{-1}. \quad (2.23)$$

Номиналь моментті есептеу:

$$M_H = \frac{P_H}{\omega_H} = \frac{22000}{75} = 293,33 \text{ Нм}. \quad (2.24)$$

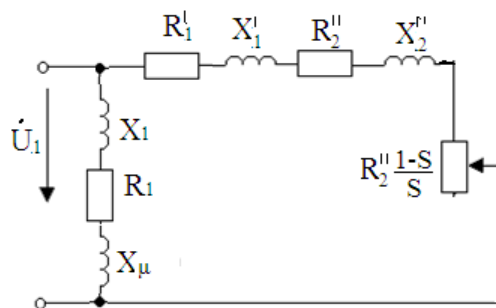
Қозғалтқыш шектік моменті мәні:

$$M_{III} = M_{\text{макс}} = \lambda_M \cdot M_H = 2 \cdot 293,33 = 586,66 \text{ Нм}. \quad (2.25)$$

Статордын номиналь фазалық кернеуі мен тогы:

$$U_{1\phi} = U_{ж} / \sqrt{3} = 380 / \sqrt{3} = 220 \text{ В}; \quad (2.26)$$

$$I_{IH} = \frac{P_H}{3U_{1\phi} \text{Cos}\varphi\eta_H} = \frac{22000}{3 * 220 * 0,82 * 0,87} = 46,73 \text{ А}. \quad (2.27)$$



2.2 сурет – Электр қозғалтқыштың Г- тәріздес орынбасу сұлбасы

Статор толық кедергісі:

$$Z_H = \frac{U_{1\phi}}{I_{1\phi}} = \frac{220}{46,73} = 4,71 \text{ Ом.} \quad (2.28)$$

Магниттеуші контурдың бас индуктивті кедергісі:

$$X_M = \bar{X}_M * Z_M = 2,4 * 4,71 = 11,304 \text{ Ом.} \quad (2.29)$$

Г-тәріздес орынбасу сұлбасының контурындағы статор орамасы активті және индуктивті кедергілері (абсолюттік мәндері):

$$R'_1 = R'_1(\text{с.б.}) \cdot Z_H = 0,039 * 4,71 = 0,184 \text{ Ом;} \quad (2.30)$$

$$X'_1 = X'_1(\text{с.б.}) \cdot Z_H = 0,1 * 4,71 = 0,47 \text{ Ом.} \quad (2.31)$$

Ротор орамасының келтірілген активті және индуктивті кедергісі (абсолюттік мәндері):

$$R''_2 = R''_2(\text{с.б.}) \cdot Z_H = 0,043 * 4,71 = 0,203 \text{ Ом;} \quad (2.32)$$

$$X''_2 = X''_2(\text{с.б.}) \cdot Z_H = 0,13 * 4,71 = 0,6123 \text{ Ом.} \quad (2.33)$$

Г-тәріздес орынбасу сұлбасының магниттеуші контурындағы статор орамасының индуктивті және активті кедергілері (абсолюттік мәндері):

$$X_1 = \frac{2 \cdot X'_1 \cdot X_M}{X_M + \sqrt{X_M^2 + 4X'_1 * X_M}} = \frac{2 \cdot 0,47 \cdot 11,304}{11,304 + \sqrt{(11,304)^2 + 4 * 0,47 * 11,304}} = 0,452 \text{ Ом;}$$

$$R_1 = \frac{R'_1 * X_1}{X'_1} = \frac{0,184 * 0,452}{0,47} = 0,177 \text{ Ом.} \quad (2.35)$$

Ротор орамасындағы фазалық ток:

$$I_2 = \frac{U_{1\phi}}{\sqrt{\left(r_1 + \frac{r_2''}{S}\right)^2 + (x'_1 + x''_2)^2}} = \frac{220}{\sqrt{\left(0,184 + \frac{0,203}{0,035}\right)^2 + (0,47 + 0,6123)^2}} = 36,184 \text{ А;}$$

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

Жүргізу кезіндегі ротордағы ток:

$$I'_{2ж} = \frac{220}{\sqrt{(0,195 + 0,203)^2 + (0,47 + 0,6123)^2}} = 191,3A,$$

Жүргізу кезіндегі момент:

$$M_{жс} = \frac{3 * (I'_2)^2 * R''_2}{S * \omega_c} = \frac{3 * (191,3)^2 * 0,203}{78,5 * 1} = 283,91 \text{ Нм}. \quad (2.37)$$

Шектік сырғанау  $S=0,195$  кезінде ротор тогы:

$$I'_{2ш} = \frac{220}{\sqrt{(0,195 + \frac{0,203}{0,195})^2 + (0,47 + 0,6123)^2}} = 135,8 \text{ А}.$$

Қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы бұрыштық айналу жылдамдығының айналдырушы моментке тәуелділігін айтады:  $\omega=f(M)$ .

$M=f(S)$  және  $\omega=f(M)$  механикалық сипаттамасына Клосстың формуласын пайдаланамыз:

$$M = \frac{2M_{\text{макс}}}{\frac{S}{S_{\text{ш}}} + \frac{S_{\text{ш}}}{S}}, \quad (2.38)$$

мұндағы  $M$  – сырғанаудың белгілі мәніне  $S$  сәйкес келетін момент;

$S_{\text{ш}}$  – максимал момент;

$M_{\text{макс}}$  – сәйкес келетін шектік сырғанау.

Бұрыштық айналу жылдамдығын сырғанау арқылы анықталады:

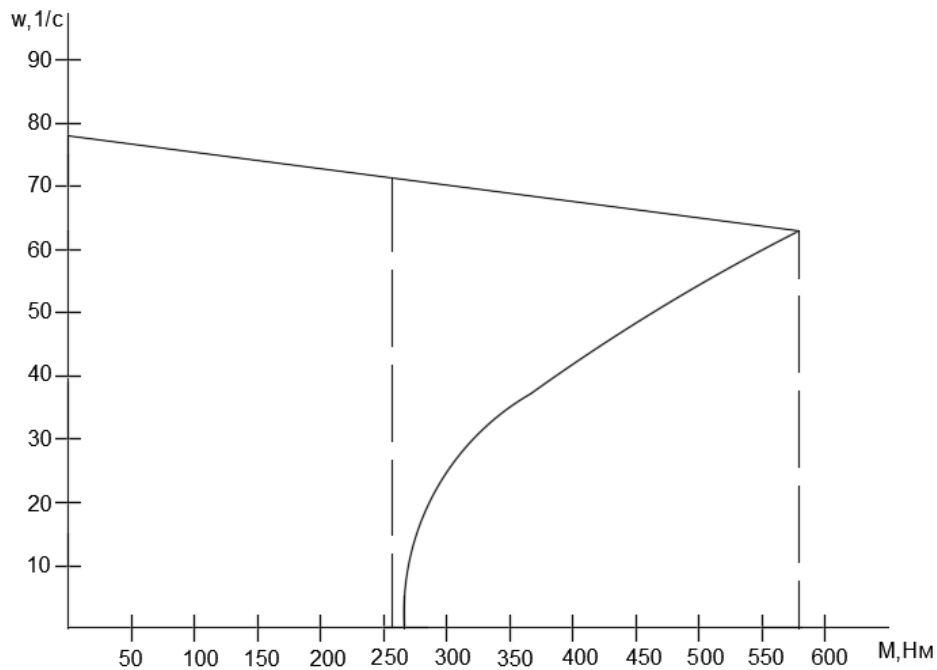
$$\omega = \omega_c(1 - S), \quad (2.39)$$

мұндағы  $\omega_c$  – синхрондық жылдамдық.

Сырағанау  $S$  мәнін 1ден 0 дейін өзгерту арқылы,  $M$  мен  $\omega$  мәндерін есептейміз (2.2 кесте). 2.3 суретте қозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамасы көрсетілген.

2.2 кесте- Механикалық сипаттаманың есептеу мәндері

$S$ , с.б,	0	0,045	0,195	0,5	0,8	1
$M$ , Нм	0	257,14	586,6 6	397,1 8	270,35	260,42
$\omega$ , 1/с	78,5	74,97	63,19	39,25	15,7	0



2.3 сурет - Қозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамасы

#### 2.4 Жүргізіп жіберу кедергілерін есептеу және олардың сыртқы қосылу сұлбасын құру

Сырғанау реттеу тетіктеріне қозғалтқыштың айналу жылдамдығын өзгерту арқылы көлік кеңінен пайдаланылады. Реттеу фазалық тізбегін енгізу арқылы жүзеге асырылады, ротор қосымша кедергілер

Ендірілген нысанды жіберу кезінде барлық кедергілерді жүгізі шынжыр, қозғалтқыш жылдамдықты тұрақтандырылған бірінші дейін барлық қозғалады. Шынжырдың ішінен келесі кедергі жасанды ерекшелігі мынадай барлық бірінші ауысады жылдамдықты тұрақтандырылған қозғалтқыш өшірген қозғалады. Осылайша жұмыс жылдамдығы үлкен болған кезде жылдамдығы (баяу) статикалық қарсылық көрсеткен кезде біртіндеп номиналды қозғалтқыштың тетігін дейін жетеді.

Ротор тізбегіндегі жіберу үшін роторлы асинхронды қозғалтқыш жетегінің диаграмманың қамтамасыз ететін мәселе кедергілерді есептеу фазалық танымал тұрады.

$M_1$ ,  $M_2$ , бұл диаграмма асинхронды қозғалтқыштың жасанды сипаттамалары дейінаралықта жүргізеді жылғы жіберуге жиынтығы жіберу айтады.

Диаграмма көтеріп тікелей жіберу сипаттау бөлігі деп есептеледі механикалық жұмыс жүргізілді.

Диаграмма  $M_{\max}$  максималдық кезден бастап, әдетте, бұл ең үлкен момент қабылдайды (0,8,0,9) сапқа тұрғызу кезінде аспайтын жіберу  $M_{\max}$   $M_1$ . Ал моменті  $M_2 = (1,1,1,25)$  ауысуы тиіс  $M_k$



$$M_1 = 0,85 \cdot 586.66 = 498.661 \text{ Нм},$$

$$M_2 = 1,1 * M_k = 1,1 * 293.33 = 322.663 \text{ Нм}.$$

Жүргізіп жіберу диаграммасы сатыларының саны:

$$m = \frac{\lg\left(\frac{1}{S_H \cdot M_{10}}\right)}{\lg\left(\frac{M_1}{M_2}\right)} = \frac{\lg\left(\frac{1}{0,045 \cdot 1.7}\right)}{\lg\left(\frac{498.661}{322.663}\right)} = \frac{1,116}{0,21} = 5. \quad (2.40)$$

$M_{10} = M_1 / M_H$ . Сатылар санын қабылдаймыз:  $m=5$ .

$m=5$  екендігін ескере отырып ауыстыру моментін  $M'_2$  анықтау:

$$M_2 = M_1 \sqrt[m]{\frac{M_1}{M_H} \cdot S_H}. \quad (2.41)$$

$$M'_2 = 529.794 \cdot \sqrt[3]{0,045 \cdot \frac{498.661}{293.33}} = 224.9.$$

Ротор тізбегі толық кедергісі:

$$R_{2H} = \frac{E_{2\kappa}}{\sqrt{3} I_{2H}} = \frac{102}{\sqrt{3} \cdot 140} = 0,42 \text{ Ом}. \quad (2.42)$$

Ротор келтірілген кедергісі:

$$R'_2 = R_{2H} * S_H = 0,42 * 0,045 = 0,02 \text{ Ом}. \quad (2.43)$$

Сатылардың қосымша кедергілерін анықтау:

$$r_1 + r_2 + r_3 = R_{2H} - R'_2 = 0,42 - 0,02 = 0,4 \text{ Ом}. \quad (2.44)$$

Келесі формулалар арқылы  $\lambda$  және сатылардың кедергілерін анықтаймыз:

$$\lambda = M_1 / M'_2; \quad (2.45)$$

$$R_{dm} = R_2 \cdot (\lambda - 1); \quad (2.46)$$

$$R_{d(m-1)} = R_{dm} \cdot \lambda; \quad (2.47)$$

$$\lambda = \frac{498,661}{224,9} = 2,35.$$

$$R_{05} = 0,02 \cdot (2,35 - 1) = 0,027 \text{ Ом};$$

$$R_{04} = 0,027 \cdot 2,35 = 0,06345 \text{ Ом};$$

$$R_{03} = R_{04} \cdot \lambda = 0,06345 \cdot 2,35 = 0,15 \text{ Ом};$$

$$R_{02} = 0,15 \cdot 2,35 = 0,35 \text{ Ом};$$

$$R_{01} = 0,35 \cdot 2,35 = 0,82 \text{ Ом}.$$

Секциялар кедергісі:

$$R_1 = R_{01} - R_{02} = 0,82 - 0,35 = 0,47 \text{ Ом}; \quad (2.48)$$

$$R_2 = R_{02} - R_{03} = 0,35 - 0,15 = 0,2 \text{ Ом}; \quad (2.49)$$

$$R_3 = R_{03} - R_{04} = 0,15 - 0,06345 = 0,0865 \text{ Ом};$$

$$R_4 = R_{04} - R_{05} = 0,06345 - 0,027 = 0,03645 \text{ Ом};$$

$$R_5 = R_{05} = 0,027 \text{ Ом}.$$

Қозғалтқыштың іске қосылу уақытын анықтау керек. Бірқозғалтқышты механизм инерциясы қорытынды моменті есептеу керек:

$$J_{\Sigma} = J'_{мех.} + J_{дв.} = 1,7436 + 0,4 = 2,22 \text{ кг} \cdot \text{м}^2. \quad (2.50)$$

Моменттер орташа мәні:

$$M_{cp} = \frac{M_1 + M_2}{2} = \frac{529,794 + 323,663}{2} = 426,73 \text{ Нм}. \quad (2.51)$$

Орташа динамикалық момент табу керек:

$$M_{cp/дин} = M_{cp} - M_{сн} = 426,73 - 293,33 = 133,4 \text{ Нм}. \quad (2.52)$$

Бұрыштық үдеуді есептеу:

$$\varepsilon = \frac{M_{\text{ср.дшт.}}}{J_{\Sigma}} = \frac{133,4}{2,22} = 60,6 \text{ с}^{-2}. \quad (2.53)$$

Электрқозғалтқыштың іске қосылу уақыты:

$$t_n = \frac{\omega_{\text{уст}}}{\varepsilon} = \frac{75}{60,6} = 1,24 \text{ с}. \quad (2.54)$$

Барлық сатылардың іске қосылу уақыты  $t_p = 1,24$  сек.

Каталогтан ЯС-101 типті кедергілер жәшігін таңдаймыз, формасы НС-401,  $I_{\text{дл.т.}} = 25$  А,  $R_3 = 0,2$  Ом,  $T = 390$  с.

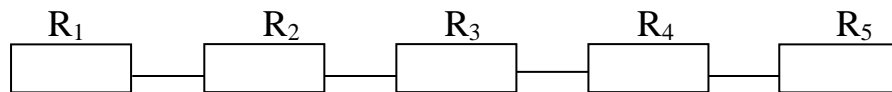
Бірінші жәшіктегі элементтер саны - 40, шойыннан жасалған.

ЯС-100 типті кедергілер жәшігін таңдаймыз, формасы НС-400,  $I_{\text{дл.т.}} = 54$  А,  $R_3 = 0,08$  Ом,  $T = 550$  с.

Екінші жәшіктегі элементтер саны - 20, барлығы шойыннан жасалған.

Бірінші саты кедергісі:  $R_1 = 5,268$  Ом. Бұл мәнге тең кедергі алу үшін 20 элементті тізбектей жалғаймыз. Сонда олардың жалпы кедергісі:

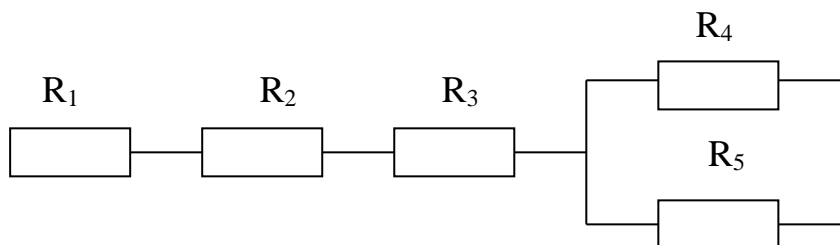
$$R_1 = 12 \cdot R_3 + 8 \cdot R_3 + 20 \cdot R_{31} = 12 \cdot 0,2 + 8 \cdot 0,2 + 20 \cdot 0,08 = 5,3 \text{ Ом}.$$



2.4 сурет – Бірінші саты кедергісі

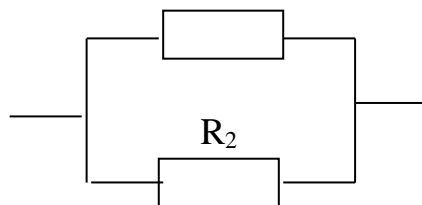
Екінші саты кедергісі:  $R_2 = 1,536$  Ом. Бұл мәнге тең кедергі алу үшін 8 элементті бірізді жалғаймыз. Олардың жалпы кедергісі:

$$R_2 = 8 \cdot 0,2 = 1,6 \text{ Ом}.$$



2.5 сурет – Екінші саты кедергісі

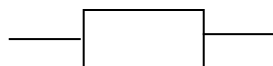
$$\text{Олардың жалпы кедергісі: } R_3 = \frac{R_3}{2} \cdot R_1$$



2.6 сурет – Үшінші саты кедергісі

Төртінші саты:  $R_4=0,046$  Ом,  $R_4 \approx R_3$

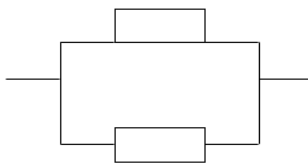
R



2.7 сурет – Төртінші саты кедергісі

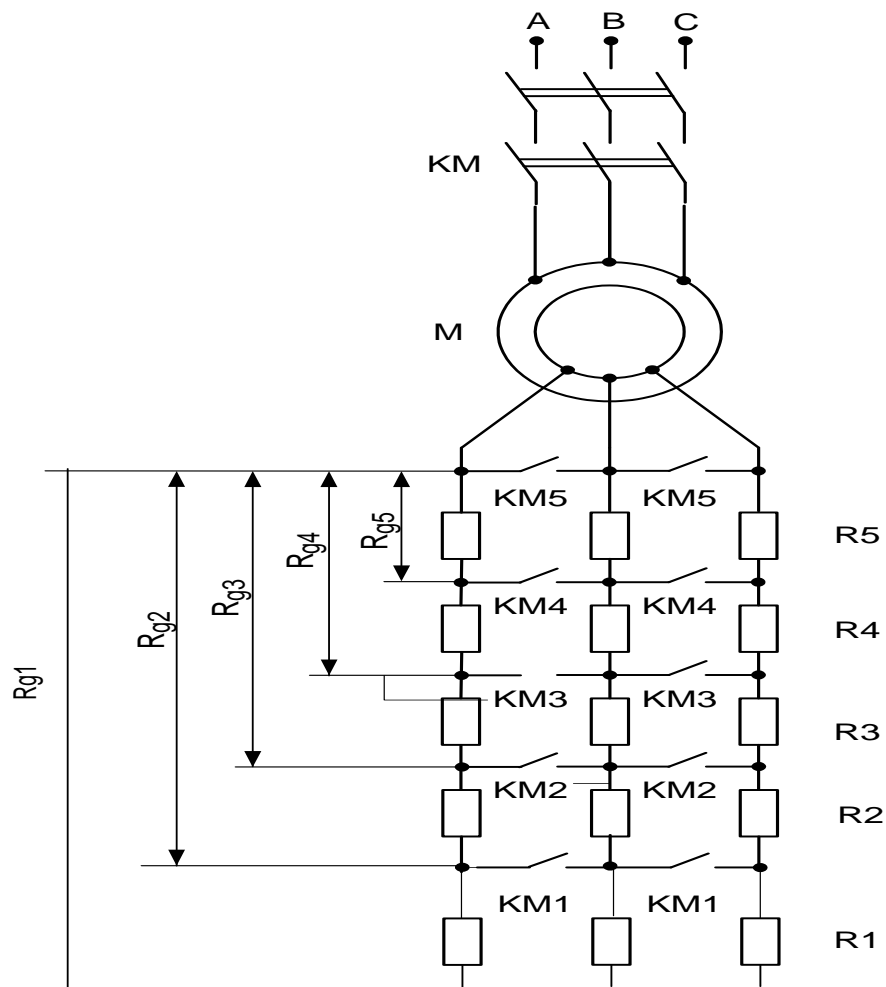
Бесінші саты:  $R_5=0,024$ ,  $R_5 \approx \frac{R_3}{2}$

$R_1$



$R_2$

2.8 сурет – Бесінші саты кедергісі



2.9 сурет – Асинхрондық қозғалтқыштың фазалық роторының тізбегіндегі резисторлардың  $m=5$  болған кездегі қосылу сұлбасы

### 3 Фазалы роторлы қозғалтқышы бар электр жетегіндегі механикалық өтпелі үрдістерді есептеу

Механикалық өтпелі үрдістерді  $\omega=f(t)$ ,  $M=f(t)$ ,  $I_2=f(t)$  есептеу мына формулалар бойынша жүргізіледі [7,8]:

$$\omega_i = (\omega_{нач.i} - \omega_{уст.i}) * \ell^{\frac{-t}{Tmi}} + \omega_{уст.i} , \quad (3.1)$$

$$Tmi = \frac{J_{\Sigma}}{\beta_i} , \quad (3.2)$$

$$\beta_i = \frac{\Delta M}{\Delta \omega_i} . \quad (3.3)$$

$i$ -лік жылдамдық кезіндегі сырғанау:

$$S_i = \frac{\omega_C - \omega_i}{\omega_C}. \quad (3.4)$$

i-лік сырғанау мен момент кезіндегі ротор тоғы:

$$I'_{2i} = \sqrt{\frac{M_i * \omega_C * S_i}{3 * R_j}}, \quad (3.5)$$

$$M = (M_1 - M_C) * e^{\frac{-t}{T_{mi}}} + M_C. \quad (3.6)$$

мұндағы  $\omega_i$  - i-лік саты үшін t уақыт сәті кезіндегі жылдамдық;

$\omega_{нач.i}$  -i-лік саты үшін бастапқы жылдамдық;

$\omega_{уст.i}$  -i-лік саты үшін соңғы жылдамдық;

$T_{mi}$  -i-лік саты үшін электромеханикалық уақыт тұрақтысы;

$\beta_i$  -i-лік саты үшін қатаңдық;

$J_\Sigma$  -инерция моментінің қосындысы.

Бірінші саты үшін:

$$\beta_1 = \frac{M_1 - M_2}{\omega_0} = \frac{529,74 - 323,663}{78,5} = \frac{206,131}{78,5} = 2,63 \text{ Нм/с},$$

$$T_{M1} = \frac{J_\Sigma}{\beta_1} = \frac{2,22}{2,63} = 0,84 \text{ с}.$$

i-лік сатының жұмыс істеу уақытын есептеу:

$$t_{pi} = -T_{Mi} * \ln\left(\frac{\omega_{устi} - \omega_i}{\omega_{устi} - \omega_{начi}}\right). \quad (3.7)$$

$$M_2 = (M_1 - M_C) * e^{\frac{t_{p1}}{T_{M1}}} + M_C, \quad (3.8)$$

$$323,663 = (529,794 - 293,33) * e^{\frac{t_{p1}}{0,84}} + 293,33,$$

$$t_{p1} = -0,84 * \ln 0,206 = 1,33 \text{ с},$$

$$\Delta t_{p1} = 0,33 \text{ с},$$

$$\omega_1^1 = (0 - 40) * e^{\frac{-0,33}{0,84}} + 40 = 13 \text{ с}^{-1},$$

$$\omega_1^2 = -40 * e^{\frac{-1,1}{0,84}} + 40 = 21,87 \text{ с}^{-1},$$

$$\omega_1^3 = -40 * e^{\frac{-1,65}{1,39}} + 40 = 27,79 \text{ с}^{-1},$$

$$\omega_1^4 = -40 * e^{\frac{-2,2}{1,39}} + 40 = 31,78 \text{ с}^{-1}.$$

Екінші саты үшін:

$$\beta_2 = \frac{M_1 - M_2}{\omega_c - \omega_1} = \frac{206,131}{78,5 - 31,78} = 4,41 \text{ Н/мс},$$

$$T_{M1} = \frac{2,22}{4,41} = 0,5 \text{ с},$$

$$t_{p2} = -0,5 * \ln 0,206 = 0,79 \text{ с},$$

$$\Delta t_{p2} = 0,2 \text{ с},$$

$$\omega_2^1 = (31,78 - 50) * e^{\frac{-0,2}{0,5}} + 50 = 37,79 \text{ с}^{-1},$$

$$\omega_2^2 = -18,22 * e^{\frac{-0,4}{0,79}} + 50 = 39,02 \text{ с}^{-1},$$

$$\omega_2^3 = -18,22 * e^{\frac{-0,6}{0,79}} + 50 = 41,47 \text{ с}^{-1},$$

$$\omega_2^4 = -18,22 * e^{\frac{-0,8}{0,79}} + 50 = 43,38 \text{ с}^{-1}.$$

Үшінші саты үшін:

$$\beta_3 = \frac{M_1 - M_2}{\omega_c - \omega_2} = \frac{206,131}{78,5 - 43,38} = 5,87 \text{ Нм/с},$$

$$T_{M3} = \frac{2,22}{5,87} = 0,38 \text{ с},$$

$$t_{p3} = -0,38 * \ln 0,206 = 0,6 \text{ с},$$

$$\Delta t_{p3} = 0,15 \text{ с},$$

$$\omega_3^1 = (43,38 - 60) * e^{\frac{-0,15}{0,6}} + 60 = 45,5 \text{ c}^{-1},$$

$$\omega_3^2 = -16,62 * e^{\frac{-0,3}{0,6}} + 60 = 49,92 \text{ c}^{-1},$$

$$\omega_3^3 = -16,62 * e^{\frac{-0,45}{0,6}} + 60 = 52,15 \text{ c}^{-1},$$

$$\omega_3^4 = -16,62 * e^{\frac{-0,6}{0,6}} + 60 = 53,89 \text{ c}^{-1}.$$

Төртінші саты үшін:

$$\beta_4 = \frac{M_1 - M_2}{\omega_C - \omega_3} = \frac{206,131}{78,5 - 53,89} = 8,38 \text{ Н/мс},$$

$$T_{M1} = \frac{2,22}{8,38} = 0,26 \text{ с},$$

$$t_{p2} = -0,26 * \ln 0,206 = 0,41 \text{ с},$$

$$\Delta t_{p2} = 0,1 \text{ с},$$

$$\omega_2^1 = (53,89 - 70) * e^{\frac{-0,1}{0,41}} + 70 = 57,38 \text{ c}^{-1},$$

$$\omega_2^2 = -16,11 * e^{\frac{-0,2}{0,41}} + 70 = 60,11 \text{ c}^{-1},$$

$$\omega_2^3 = -16,11 * e^{\frac{-0,3}{0,41}} + 70 = 62,25 \text{ c}^{-1},$$

$$\omega_2^4 = -16,11 * e^{\frac{-0,4}{0,41}} + 70 = 63,93 \text{ c}^{-1}.$$

Бесінші саты үшін:

$$\beta_5 = \frac{M_1 - M_2}{\omega_C - \omega_4} = \frac{206,131}{78,5 - 63,93} = 14,15 \text{ Нм/с},$$

$$T_{M3} = \frac{2,22}{14,15} = 0,16 \text{ с},$$

$$t_{p3} = -0,16 * \ln 0,206 = 0,25 \text{ с},$$



$$\Delta t_{p3} = 0,063 \text{ с},$$

$$\omega_3^1 = (63,93 - 80) * e^{\frac{-0,063}{0,25}} + 80 = 67,51 \text{ с}^{-1},$$

$$\omega_3^2 = -16,07 * e^{\frac{-0,126}{0,25}} + 80 = 70,29 \text{ с}^{-1},$$

$$\omega_3^3 = -16,07 * e^{\frac{-0,126}{0,25}} + 80 = 72,45 \text{ с}^{-1},$$

$$\omega_3^4 = -16,07 * e^{\frac{-0,252}{0,25}} + 80 = 74,13 \text{ с}^{-1}.$$

Табиғи сипаттамаға шығу:

$$\beta_4 = \frac{M_1 - M_2}{\omega_C - \omega_4} = \frac{206,131}{78,5 - 74,13} = 47,17 \text{ Н/мс},$$

$$T_{M4} = \frac{2,22}{47,17} = 0,047,$$

$$t_{p4} = -0,047 \cdot \ln 0,206 = 0,074 \text{ с},$$

$$\Delta t_{p4} = 0,018 \text{ с},$$

$$\omega_4^1 = (74,13 - 75) \cdot e^{\frac{-0,018}{0,047}} + 75 = 74,31 \text{ с}^{-1},$$

$$\omega_4^2 = -0,87 \cdot e^{\frac{-0,036}{0,047}} + 75,8 = 74,4 \text{ с}^{-1},$$

$$\omega_4^3 = -0,87 \cdot e^{\frac{-0,054}{0,047}} + 75 = 74,72 \text{ с}^{-1},$$

$$t_{\Sigma} = 1,33 + 0,79 + 0,38 + 0,41 + 0,25 + 0,074 = 3,234 \text{ с}.$$

Рұқсат етілген үдеу бойынша қозғалтқышты тексеру:

$$a_g = 0,6 \text{ м/с}^2,$$

$$\Sigma = a / \rho_{\Sigma} = 0,6 / 0,01 = 60 \text{ с}^{-1}, \quad (3.9)$$

$$M_{\text{динср.п}} \leq J_{\Sigma} E = 4,72 * 60 = 283,2 \text{ Нм}, \quad (3.10)$$

$$M_{\text{ср.п}} \leq M_{\text{дин.ср.п.}} + M_{\text{с}}, \quad (3.11)$$

$$M_{\text{ср.п.}} = \frac{479,58 + 212,51}{2} = 346,05 \text{ Нм},$$

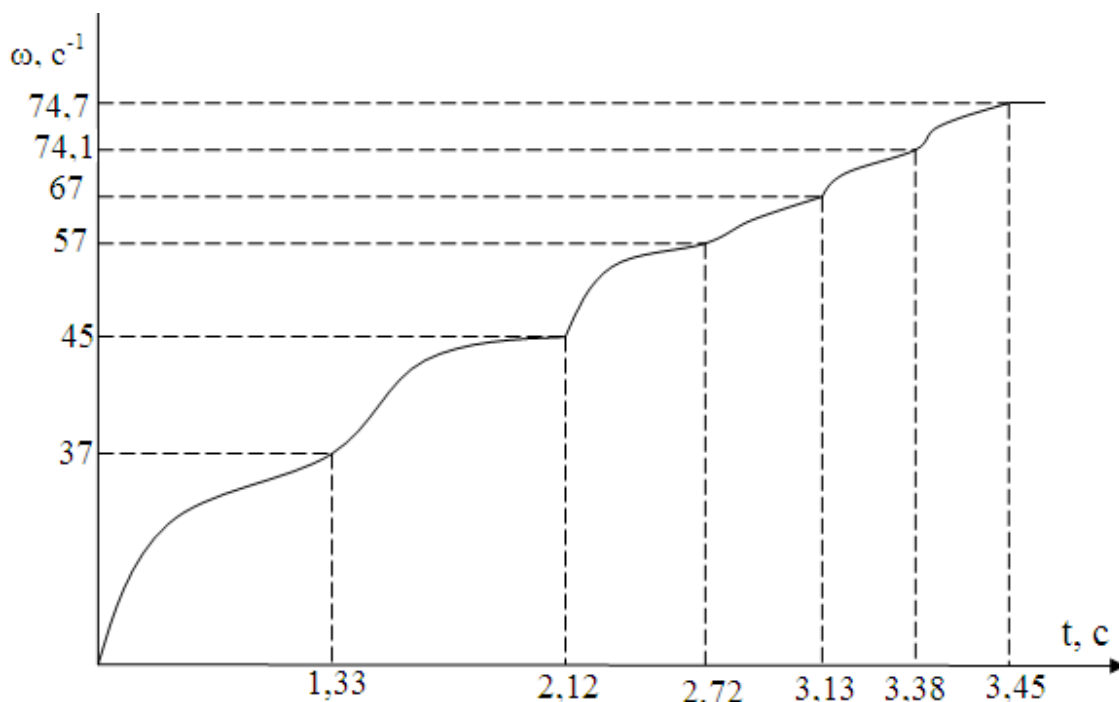
$$M_{\text{ср.п}} \leq 236,41 + 293,33 = 529,74 \text{ Нм},$$

$$M_{\text{д.ср.п.}} = M_{\text{ср.п.}} - M_{\text{с}} = 529,74 - 293,33 = 236,41 \text{ Нм},$$

$$E = \frac{236,41}{2,22} = 106,5 \text{ с}^{-1},$$

$$a = 106,5 * 0,01 = 1,06 \text{ м/с}^2,$$

$$a < a_g.$$



3.1 сурет - Қозғалтқышты іске қосу кезіндегі уақыттың бұрыштық жылдамдығының тәуелділігі

$i$ -лік саты үшін қозғалтқыш моментінің уақытқа тәуелді өзгерісі мына өрнек бйынша анықталады:

$$M_i = (M_1 - M_C) * l^{\frac{-t_i}{T_{mi}}} + M_C.$$

Бірінші саты үшін:

$$T_{M1} = 0,84 \text{ с}, t_{p1} = 1,33 \text{ с}, \Delta t_{p1} = 0,33 \text{ с},$$

$$M_1^1 = (529,74 - 293,33) * e^{\frac{-0,33}{0,84}} + 293,33 = 452,93 \text{ Нм},$$

$$M_1^2 = (529,74 - 293,33) * e^{\frac{-0,66}{0,84}} + 293,33 = 401,1 \text{ Нм},$$

$$M_1^3 = (529,74 - 293,33) * e^{\frac{-0,99}{0,84}} + 293,33 = 366,1 \text{ Нм},$$

$$M_1^4 = (529,74 - 293,33) * e^{\frac{-1,32}{0,84}} + 293,33 = 342,4 \text{ Нм}.$$

Екінші саты үшін:

$$T_{M2} = 0,5 \text{ с}, t_{p2} = 0,79 \text{ с}, \Delta t_{p2} = 0,2 \text{ с},$$

$$M_2^1 = 236,41 * e^{\frac{-0,2}{0,5}} + 293,33 = 451,8 \text{ Нм},$$

$$M_2^2 = 236,41 * e^{\frac{-0,4}{0,5}} + 293,33 = 399,5 \text{ Нм},$$

$$M_2^3 = 236,41 * e^{\frac{-0,6}{0,5}} + 293,33 = 364,5 \text{ Нм},$$

$$M_2^4 = 236,41 * e^{\frac{-0,8}{0,5}} + 293,33 = 341,1 \text{ Нм}.$$

Үшінші саты үшін:

$$T_{M3} = 0,43 \text{ с}, t_{p3} = 0,68 \text{ с}, \Delta t_{p2} = 0,17 \text{ с},$$

$$M_3^1 = 236,41 * e^{\frac{-0,17}{0,43}} + 293,33 = 452,5 \text{ Нм},$$

$$M_3^2 = 236,41 * e^{\frac{-0,34}{0,43}} + 293,33 = 400,5 \text{ Нм},$$

$$M_3^3 = 236,41 * e^{\frac{-0,51}{0,43}} + 293,33 = 365,53 \text{ Нм},$$

$$M_3^4 = 236,41 * e^{\frac{-0,68}{0,43}} + 293,33 = 341,96 \text{ Нм}.$$

Төртінші саты үшін:

$$T_{M4} = 0,26 \text{ с}, t_{p4} = 0,41 \text{ с}, \Delta t_{p4} = 0,1 \text{ с},$$

$$M_4^1 = 236,41 * e^{\frac{-0,1}{0,41}} + 293,33 = 478,6 \text{ Нм},$$

$$M_4^2 = 236,41 * e^{\frac{-0,2}{0,41}} + 293,33 = 438,5 \text{ Нм},$$

$$M_4^3 = 236,41 * e^{\frac{-0,3}{0,41}} + 293,33 = 407,1 \text{ Нм},$$

$$M_4^4 = 236,41 * e^{\frac{-0,4}{0,41}} + 293,33 = 382,4 \text{ Нм}.$$

Бесінші саты үшін:

$$T_{M5} = 0,16 \text{ с}, t_{p5} = 0,25 \text{ с}, \Delta t_{p5} = 0,074 \text{ с},$$

$$M_5^1 = 236,41 * e^{\frac{-0,17}{0,43}} + 293,33 = 452,5 \text{ Нм},$$

$$M_5^2 = 236,41 * e^{\frac{-0,34}{0,43}} + 293,33 = 400,5 \text{ Нм},$$

$$M_5^3 = 236,41 * e^{\frac{-0,51}{0,43}} + 293,33 = 365,53 \text{ Нм},$$

$$M_5^4 = 236,41 * e^{\frac{-0,68}{0,43}} + 293,33 = 341,96 \text{ Нм}.$$

Табиғи сипаттамаға шығу:

$$\beta_6 = \frac{M_1 - M_2}{\omega_C - \omega_4} = \frac{206,131}{78,5 - 66,73} = 22,69 \text{ Н/мс},$$

$$T_{M6} = \frac{2,22}{24,44} = 0,1,$$

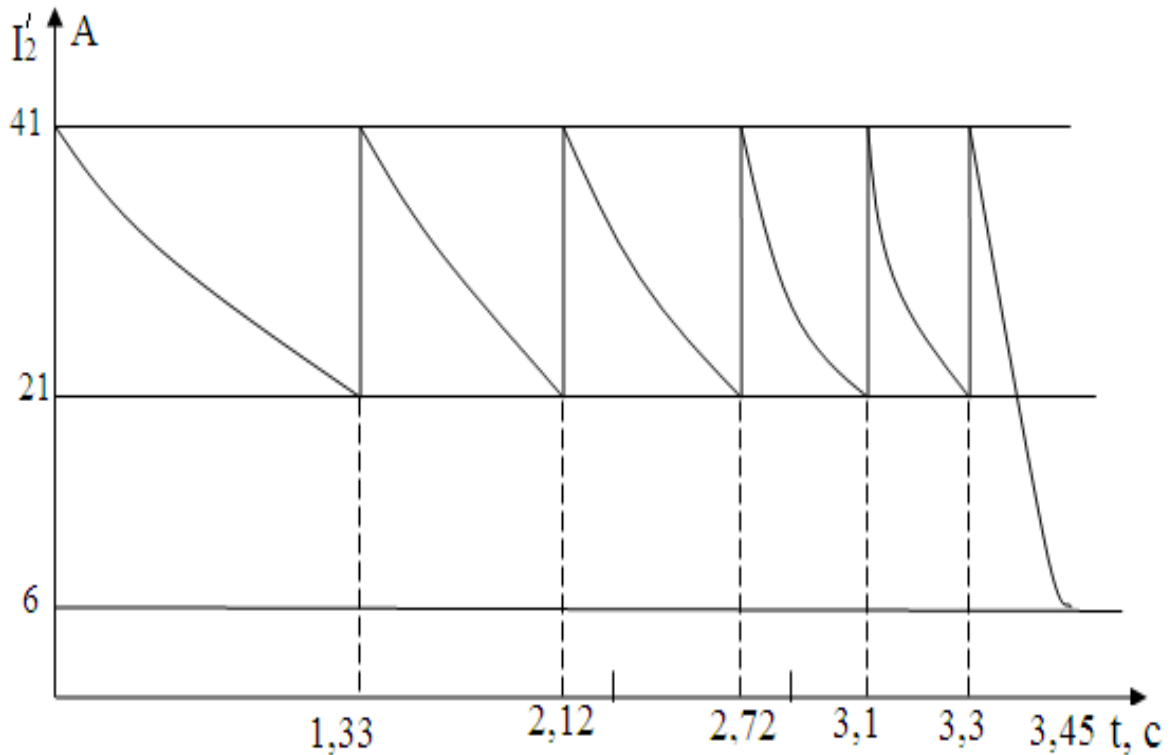
$$t_{p6} = -0,1 * \ln 0,206 = 0,16 \text{ с},$$

$$\Delta t_{p6} = 0,05 \text{ с},$$

$$M_6^1 = 236,41 * e^{\frac{-0,05}{0,1}} + 293,33 = 436,72 \text{ Нм},$$

$$M_6^2 = 236,41 * e^{\frac{-0,1}{0,1}} + 293,33 = 380,3 \text{ Нм}$$

$$M_6^3 = 236,41 * e^{\frac{-0,15}{0,1}} + 293,33 = 346,1 \text{ Нм}.$$



3.2 сурет – Қозғалтқыштың моментінің іске қосу уақытына тәуелділігі

Жүргізіп жіберу кезіндегі ротордың тогының уақытқа тәуелді өзгерісін есептейміз.

і-лік жылдамдық кезіндегі сырғанау:

$$S_i = \frac{\omega_C - \omega_i}{\omega_C} \quad (3.12)$$

і-лік сырғанау мен момент кезіндегі ротор тоғы :

$$I'_{2i} = \sqrt{\frac{M_i * \omega_C * S_i}{3 * R_j}} \quad (3.13)$$

$R_j$ -j-лік саты үшін жұмыс кезіндегі ротордың толық кедергісі.

Бірінші саты үшін:

$$S_1^1 = \frac{78,5 - 13,07}{78,5} = 0,8,$$

$$S_2^1 = \frac{78,5 - 21,87}{78,5} = 0,72,$$

$$I_1' = \sqrt{\frac{242,93 * 78,5 * 0,8}{3 * 7,432}} = 26,16 \text{ A},$$

$$I_2' = \sqrt{\frac{226,67 * 78,5 * 0,72}{3 * 7,432}} = 23,97 \text{ A},$$

$$S_3^1 = \frac{78,5 - 27,79}{78,5} = 0,65,$$

$$S_4^1 = \frac{78,5 - 31,78}{78,5} = 0,6,$$

$$I_3' = \sqrt{\frac{215,73 * 78,5 * 0,65}{3 * 7,432}} = 22,22 \text{ A},$$

$$I_4' = \sqrt{\frac{208,37 * 78,5 * 0,6}{3 * 7,432}} = 21 \text{ A}.$$

Екінші саты үшін:

$$S_1^2 = \frac{78,5 - 41,04}{78,5} = 0,48,$$

$$S_2^2 = \frac{78,5 - 47,26}{78,5} = 0,4,$$

$$I_2' = \sqrt{\frac{242,83 * 78,5 * 0,48}{3 * (7,432 - 5,268)}} = 37,5 \text{ A},$$

$$I_2' = \sqrt{\frac{226,55 * 78,5 * 0,4}{3 * (7,432 - 5,268)}} = 33,1 \text{ A},$$

$$S_3^2 = \frac{78,5 - 51,44}{78,5} = 0,34,$$

$$S_4^2 = \frac{78,5 - 54,11}{78,5} = 0,31 ,$$

$$I_3' = \sqrt{\frac{215,6 * 78,5 * 0,34}{3 * (7,432 - 5,268)}} = 29,77 \text{ A},$$

$$I_4' = \sqrt{\frac{208,62 * 78,5 * 0,31}{3 * (7,432 - 5,268)}} = 27,96 \text{ A}.$$

Үшінші саты үшін:

$$S_1^3 = \frac{78,5 - 59,29}{78,5} = 0,24 ,$$

$$S_2^3 = \frac{78,5 - 62,79}{78,5} = 0,2 ,$$

$$I_3' = \sqrt{\frac{242,94 * 78,5 * 0,24}{3 * (7,432 - 1,536)}} = 16,09 \text{ A},$$

$$I_2' = \sqrt{\frac{226,7 * 78,5 * 0,2}{3 * (7,432 - 1,536)}} = 14,19 \text{ A},$$

$$S_3^3 = \frac{78,5 - 65,14}{78,5} = 0,17 ,$$

$$S_4^3 = \frac{78,5 - 66,73}{78,5} = 0,15 ,$$

$$I_3' = \sqrt{\frac{215,75 * 78,5 * 0,17}{3 * (7,432 - 1,536)}} = 12,76 \text{ A},$$

$$I_4' = \sqrt{\frac{208,39 * 78,5 * 0,15}{3 * (7,432 - 1,536)}} = 11,78 \text{ A}.$$

Төртінші саты үшін:

$$S_1^2 = \frac{78,5 - 41,04}{78,5} = 0,48 ,$$

$$S_2^2 = \frac{78,5 - 47,26}{78,5} = 0,4,$$

$$I_2' = \sqrt{\frac{242,83 * 78,5 * 0,48}{3 * (7,432 - 5,268)}} = 37,5 \text{ A},$$

$$I_2' = \sqrt{\frac{226,55 * 78,5 * 0,4}{3 * (7,432 - 5,268)}} = 33,1 \text{ A},$$

$$S_3^2 = \frac{78,5 - 51,44}{78,5} = 0,34,$$

$$S_4^2 = \frac{78,5 - 54,11}{78,5} = 0,31,$$

$$I_3' = \sqrt{\frac{215,6 * 78,5 * 0,34}{3 * (7,432 - 5,268)}} = 29,77 \text{ A},$$

$$I_4' = \sqrt{\frac{208,62 * 78,5 * 0,31}{3 * (7,432 - 5,268)}} = 27,96 \text{ A}.$$

Бесінші саты үшін:

$$S_1^3 = \frac{78,5 - 59,29}{78,5} = 0,24,$$

$$S_2^3 = \frac{78,5 - 62,79}{78,5} = 0,2,$$

$$I_3' = \sqrt{\frac{242,94 * 78,5 * 0,24}{3 * (7,432 - 1,536)}} = 16,09 \text{ A},$$

$$I_2' = \sqrt{\frac{226,7 * 78,5 * 0,2}{3 * (7,432 - 1,536)}} = 14,19 \text{ A},$$

$$S_3^3 = \frac{78,5 - 65,14}{78,5} = 0,17,$$

$$S_4^3 = \frac{78,5 - 66,73}{78,5} = 0,15,$$



$$I'_3 = \sqrt{\frac{215,75 * 78,5 * 0,17}{3 * (7,432 - 1,536)}} = 12,76 \text{ A},$$

$$I'_4 = \sqrt{\frac{208,39 * 78,5 * 0,15}{3 * (7,432 - 1,536)}} = 11,78 \text{ A}.$$

Табиғи сипаттамаға шығу:

$$S_1^4 = \frac{78,5 - 70,4}{78,5} = 0,1,$$

$$S_2^4 = \frac{78,5 - 72,6}{78,5} = 0,07,$$

$$I'_2 = \sqrt{\frac{236,95 * 78,5 * 0,1}{3 * (7,432 - 0,632)}} = 9,5 \text{ A},$$

$$I'_2 = \sqrt{\frac{219,11 * 78,5 * 0,07}{3 * (7,432 - 0,632)}} = 7,68 \text{ A},$$

$$S_3^4 = \frac{78,5 - 73,9}{78,5} = 0,059,$$

$$I'_2 = \sqrt{\frac{208,54 * 78,5 * 0,059}{3 * (7,432 - 0,632)}} = 47,3 \text{ A}.$$

і-шісатыны іске қосу тоғы:

$$S=1, S = \frac{78,5 - 31,3}{78,5} = 0,6;$$

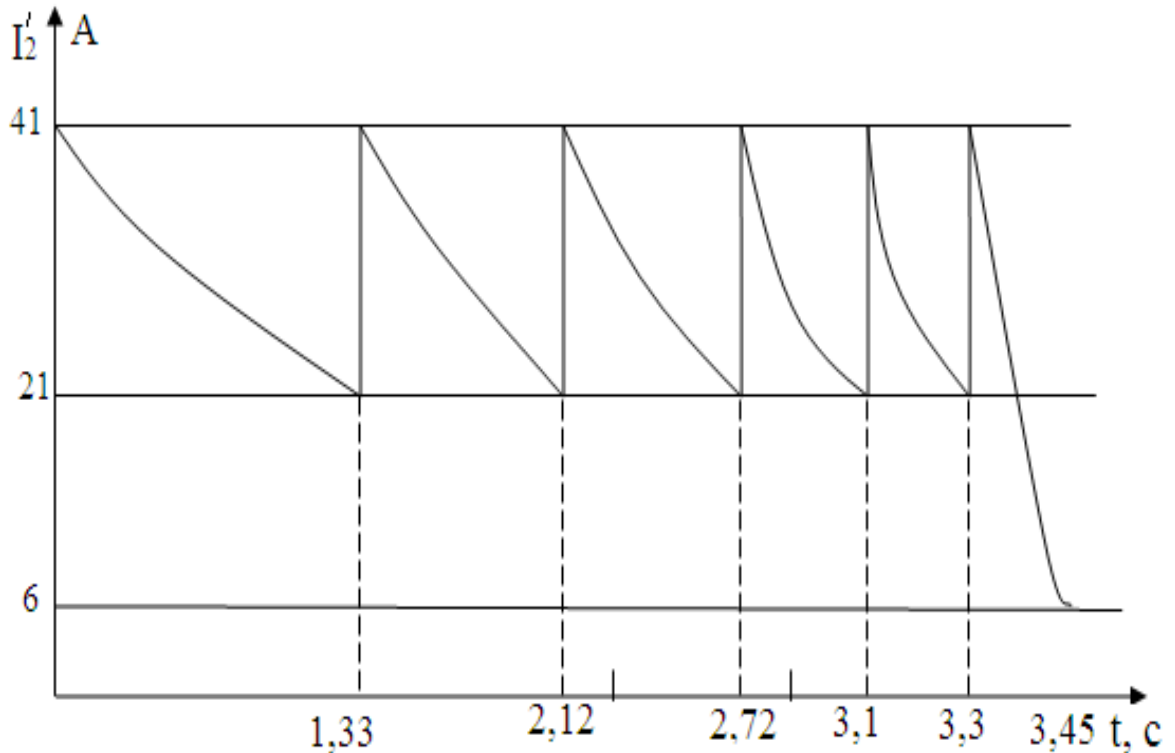
$$I'_{2,ж} = \sqrt{\frac{479,58 * 78,5 * 1}{3 * 7,432}} = 41,1 \text{ A},$$

$$I'_{2,m} = \sqrt{\frac{212,51 * 78,5 * 0,6}{3 * 7,432}} = 21,19 \text{ A},$$

$$S_c = \frac{78,5 - 73,9}{78,5} = 0,058,$$

$$I_2' = \sqrt{\frac{193,19 * 78,5 * 0,058}{3 * 7,432}} = 6,3 \text{ A.}$$

3.3 суретте қозғалтқыштың роторындағы тоқтың іске қосу уақытына тәуелділігінің графигін көрсетілген.



3.3 сурет - Қозғалтқыш роторындағы тоқтың іске қосу уақытына тәуелділігінің графигі

#### 4 Конвейердің электр жетегінің энергетикалық параметрлерін есептеу және жетекті басқару сұлбасын құрастыру

##### 4.1 Электрэнергиясының шығынын, орташа тәуліктік ПӘК-і мен қуат коэффициентін есептеу

Тәулік ішіндегі электрэнергияның шығыны келесі формуламен анықтайды:

$$A_{\text{полез}} = \int_0^{t_y} p(t) dt. \quad (4.1)$$

Интегралды есептеу ауданды есептеумен ауыстырылады:

$$A_{\text{полез}} = \sum_{i=1}^n S_i, \quad (4.2)$$

Желіден тұтынатын активті электрлі қуат:

$$P_{эл} = \frac{P_{Mex}}{\eta_{об}} = \frac{22000}{0,9} = 24,44 \text{ кВт.} \quad (4.3)$$

Реактивті қуат:

$$Q = 3(I_M^2(x_1 + x_M) + (I_2')^2(x_1' + x_2')) ; \quad (4.4)$$

Ығысу бұрышы

$$\varphi_2 = \arctg\left(\frac{x_1' + x_2''}{R_1' + R_2'}\right) = \arctg\left(\frac{0,6123 + 0,47}{0,184 + 0,203}\right) = 70,34^\circ. \quad (4.5)$$

Ротор тоғының активті құраушысы:

$$I_{2A}' = I_2' \cos \varphi_2 = 55,5 \cos 70,34 = 18,81 \text{ А.} \quad (4.6)$$

Ротор тоғының реактивті құраушысы

$$I_{2P}' = I_2' \sin \varphi_2 = 55,5 \sin 70,34 = 52,2 \text{ А,} \quad (4.7)$$

$$\varphi_M = \arctg\left(\frac{x_1 + x_M}{R_1}\right) = \arctg\left(\frac{0,452 + 11,304}{0,177}\right) = 89,14^\circ.$$

Магниттелу тоғының активті құраушысы:

$$I_{MA} = I_M \cos \varphi_M = 36,19 \cos 89,14 = 0,54 \text{ А.} \quad (4.8)$$

Магниттелу тоғының реактивті құраушысы:

$$I_{MP} = I_M \sin \varphi_M = 36,19 \sin 89,14 = 33,4 \text{ А.} \quad (4.9)$$

$$I_1 = \sqrt{(I_{2A}' + I_{MA})^2 + (I_{2P}' + I_{MP})^2} = \sqrt{(18,81 + 0,54)^2 + (52,2 + 33,4)^2} = 87,7 \text{ А.} \quad (4.10)$$

Реактивті қуат:

$$Q = 3 \cdot (18,81^2 \cdot 11,756 + 55,5^2 \cdot 1,08) = 21,3.$$

Толық қуат:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{(24,44)^2 + (21,3)^2} = 32,4 \text{ кВА.} \quad (4.11)$$

Жалпы электр энергияның шығынын анықтаймыз:

$$A_{\text{ж.эл}} = P_{\text{элж}} \cdot t = 24,44 \cdot 24 = 586,56 \text{ кВт} \cdot \text{сағ.} \quad (4.12)$$

Пайдалы энергия шығыны:

$$A_{\text{п.эл}} = P_{\text{эл}} \cdot t = 22 \cdot 24 = 528 \text{ кВт} \cdot \text{сағ.}$$

Орташа тәуліктік ПӘК-ін есептейміз:

$$\eta = \frac{A_{\text{э}}}{A_{\text{н}}} = \frac{528}{586,56} = 0,9 = 90\% . \quad (4.13)$$

Қуат коэффициентін анықтаймыз:

$$\cos \varphi = \frac{P_{\text{эл}}}{S} = \frac{24,44}{32,4} = 0,75. \quad (4.14)$$

## **4.2 Ленталы конвейердің электржетегін басқарушы контроллер арқылы басқару**

Конвейердің қозғалтқышын басқару құрылғысы ретінде қашықтан басқару аппараты болып табылатын контроллер арқылы жасалады.

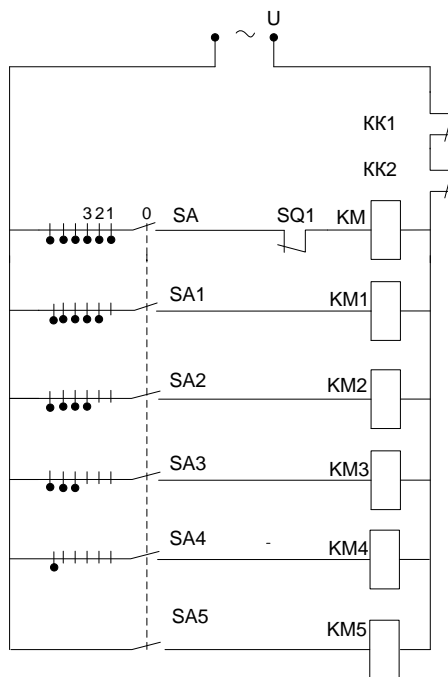
Фазалы роторлы бес фазалы асинхронды қозғалтқыштың басқару күштік сұлбасы 2,9 суретте көрсетілді. Контактордың электромагниттік орамасынның басқару тізбектерін тұйықтап айыруға контроллер қолданылады. Сұлба құрамына автоматты ажыратқыш QF, магнитті жүргізіп жібергіш КМ1 – КМ5, фазалы – роторлы асинхронды қозғалтқыш, ротор орамдарына қосылған жүргізіп жіберу кедергілері кіреді.

Төрт позициялы контроллерлі реверсивті емес басқару сұлбасына SA1-SA4 контактілер, электромагниттік контакторлар КМ1-КМ4, қорғаушы екі жылулық реле КК1, КК2, сонымен қатар автоматты айырғыш QF кіреді (2,13 сурет).

Контактін орынжайында SA1 контроллер бірінші кернеу мен орналастыру қорғау орауды тұйықтау болады. Статор орамасы желіге контактора КМ1 экономикасына. Бір мезгілде қозғалтқыш күшімен және буып-түю және іске қосылуымен электромагнит ҮВ, оны тартудың шаблон механика блогы да. Бұл ретте толық кедергісі реостата Rд1 ротордың жүргізеді жібергіш тізбегіне қосылады. Қозғалыс жылдамдығына және сәйкес сипаттамасы бойынша қозғалтқыштың бірінші бетіндегі бірінші тиянақты жетеді.

Контактіні көшу кезінде SA2 KM2 орынжайынға қозғалысына тәуелді болады, екінші контроллері контактора іске қосылады. Ол қысқаша R1 кедергі тұйықталады. Қозғалыс жылдамдығына және сәйкес екінші тиянақты қозғалтқыш сипаты, екінші сатыға жетеді.

Контроллердің орынжайларын ауыстырған соң SA1-SA4 контакттері тұйықталғандықтан KM1-KM4 іске қосылады.



4.1 сурет – Бес позициялы контроллерлі реверсивті емес басқару сұлбасы

### 4.3 Электр жетегінің компьютерлік моделін құру және өтпелі үрдістерді зерттеу

MATLAB модельдеу электр жетекті бағдарламалық пакетінде орындауға. Зерттеу кезінде қолданылатын негізгі пакетін электржетекті Simulink және Power System Blockset кеңейту болып табылады [9] болып табылады.

Пакет - әртүрлі электрмеханикалық simulink жүйесінің негізгі құрал. Электр жетегі жүйесін зерттеу барысында пакетін барлық параметрлері бұл арқылы анықтауға болады.

Түрлі математикалық бағдарламалау, зерттеу және оның құрылымдық жүйесін микропроцессорларлық simulink жүйесі бар электр жетекті көрсеткіші мүмкіндік береді.

Виртуальды кітапхана simulink жиынтығы көрсетеді қажет. Әр түрлі зерделеу басқарудың автоматтандырылған жүйесі. Барлық блоктарын таңдау мүмкіндігін параметр. Блок қажетті параметрлер таңдалған терезеге көрсетіледі.

Роторлы қозғалтқыш, жобада үшфазалы зерттеуге арналған жаңа үлгі виртуальді келтірілген (4.1 сурет).

Зерттелетін үлгісі мынадай элементтерді [9]:

Asynchronous қозғаушыға 5АНК225М-А8 асинхронды қозғалтқыш - Machine pu Unit сәйкес параметрлерін дайын модель.

- AC Voltage синусоидалды Source кернеу номиналды параметрлерге:  $f = 50$  Гц,  $U_m = 311$ ;  $U_\phi = 220$  В кернеу номиналды,  $U_l = 380$  жаңа мәндер жүйесін үшфазалы сурет салуға болады.

- 1 v Measurement Three Phase үшфазалы мультиметр қоректендіру үшін өлшеу үшін және ол - дербес.

Роторға қозғалтқыштың білік момент - айналу жиілігі мен уақыты, сондай-ақ желідегі кернеуді өзгерту және 2 элемент тамақ кестесі көру үшін Scope түрін осциллограф үлгісі.

- Сол параметрлердің мәні 2 элемент - тиянақты Display түрін көрсетуге арналған.

Уақыт қозғалтқыш білік жүктеме рұқсат етіледі - танымал момент - Step мүмкіндік беретін элемент.

Блок (Motor starter) ротордың бес сатылы жүргізіп жіберу кезеңінде Subsystem әр қосамыз (4.3 сурет). Оларды кедергілерге сатыдағы мәндерін ( $R_1 = 5,27$  орташа;  $R_2 = 1,5$  орташа;  $R_3 = 0,632$  Ом) қоямыз. Кілттер параллель жалғанған кедергілерді қосылу уақыты орнатамыз. Тізбек кедергісін электр қозғалтқыш кезде ротор жалғанған орамаларына сияқты жұмыс істейді (мәні  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ) тұйықталмаған үш секцияна кілттер қосылады.

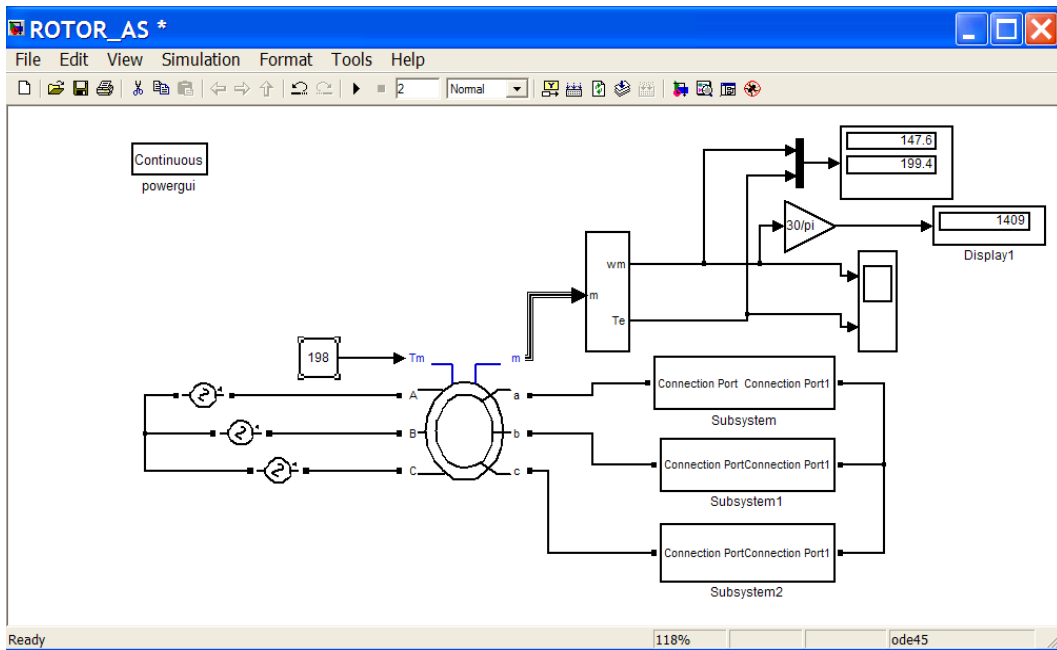
Бастапқы іске қосар сәтте үш кілтте тұйықталмағандықтан үш кедергі де ротор тізбегіне жалғанады. Қозғалтқыш үдей қозғалып, біраз уақыт өткеннен оның жылдамдығы белгілі бір мәнге жетеді.

Сол кезде бірінші секцияның кілтін тұйықтайды, бұл жағдайда ротор орамаларына қалған екі секцияның тізбектей жалғанған кедергілері ( $R_2 = 1,5$  Ом;  $R_3 = 0,632$  Ом) қосылады (бірінші саты). Біраз уақыт ішінде қозғалтқыш жылдамдығы келесі жоғары мәнге дейін артады.

Сол кезде екінші секцияның кілтті тұйықталады. Бұл кездероттор орамаларына қалған бір секцияның кедергісі ( $R_3 = 0,632$  Ом) қосылады (екінші саты). Біраз уақыт ішінде қозғалтқыш жылдамдығы тағы да көтеріліп, келесі бір жоғары мәнге дейін артады.

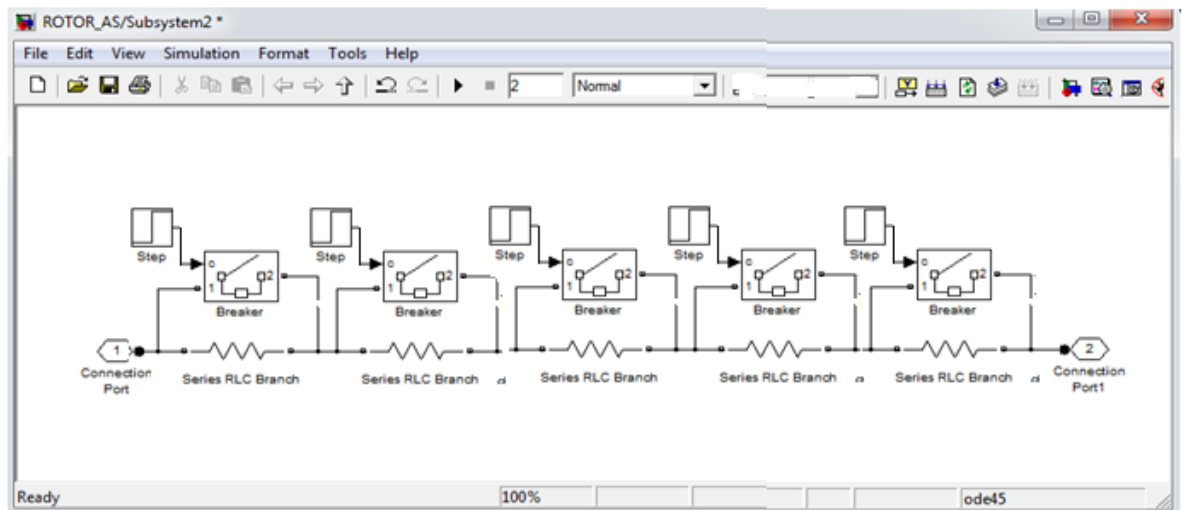
Сол кезде үшінші секцияның кілтті тұйықталады. Бұл кездероттор орамаларына ешқандай кедергісі қосылмайды (үшінші саты). Біраз уақыт ішінде қозғалтқыш жылдамдығы номиналдық мәнге жетеді.

4.4...4.8 суреттерде әр түрлі жағдайларда алынған бұрыштық жылдамдық пен моменттің уақытқа тәуелді өзгерісін сипаттайтын графиктер келтірілген. 4.4 суретте бос жүріс режимі кезіндегі өтпелі үрдістер көрсетілген. Мұнда,  $R_1 = 5,27$  Ом;  $R_2 = 1,5$  Ом;  $R_3 = 0,632$  Ом,  $\omega_{б.ж} = 78,5$  рад /сек,  $M_{б.ж} = 1,5$  Нм . Өтпелі процесс ұзақтығы 0,6 с құрайды.

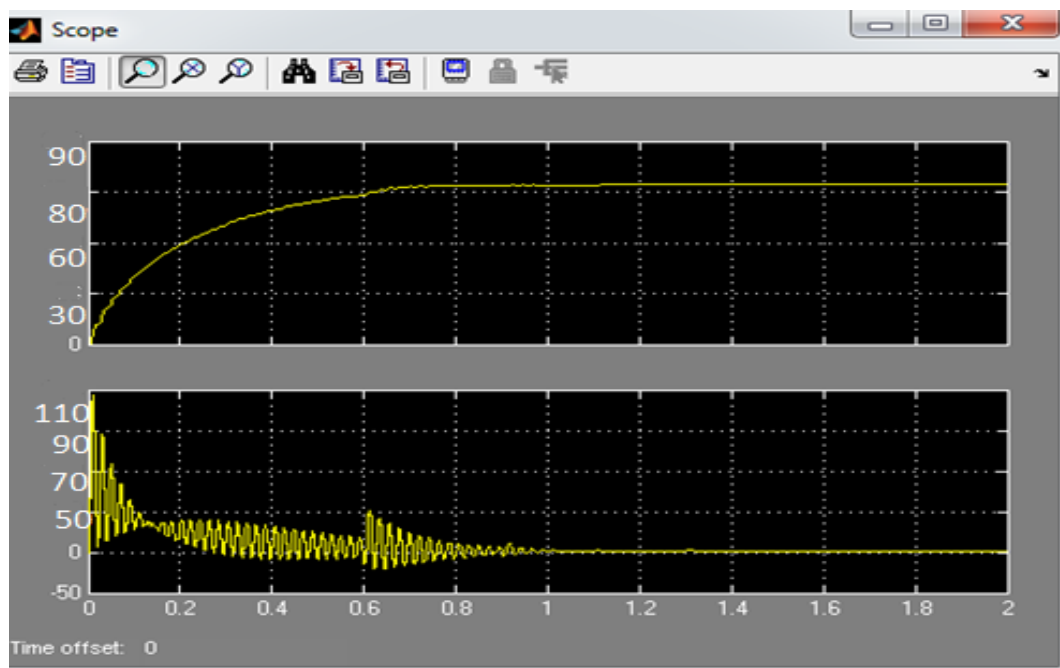


4.2 сурет – Фазалы роторлы асинхронды қозғалтқышты зерттеуге арналған виртуальды модель

4.5 суретте электр қозғалтқыш номинальді жүктелген кезде және тек бес сатылар кедергілері 0- ге тең болған кездегі ( $R_1 = R_2 = R_3 = 0$  Ом, яғни жүргізіп жіберу кедергілерсіз іске қосу) бұрыштық жылдамдық пен моменттің уақытқа тәуелді өзгерісін сипаттайтын графиктер келтірілген. Мұнда,  $R_1 = R_2 = R_3 = 0$  Ом,  $\omega = 74,4$  рад/сек,  $M_{\text{түр}} = 199,4$  Нм. Өтпелі процесс ұзақтығы 0,8 с құрайды.

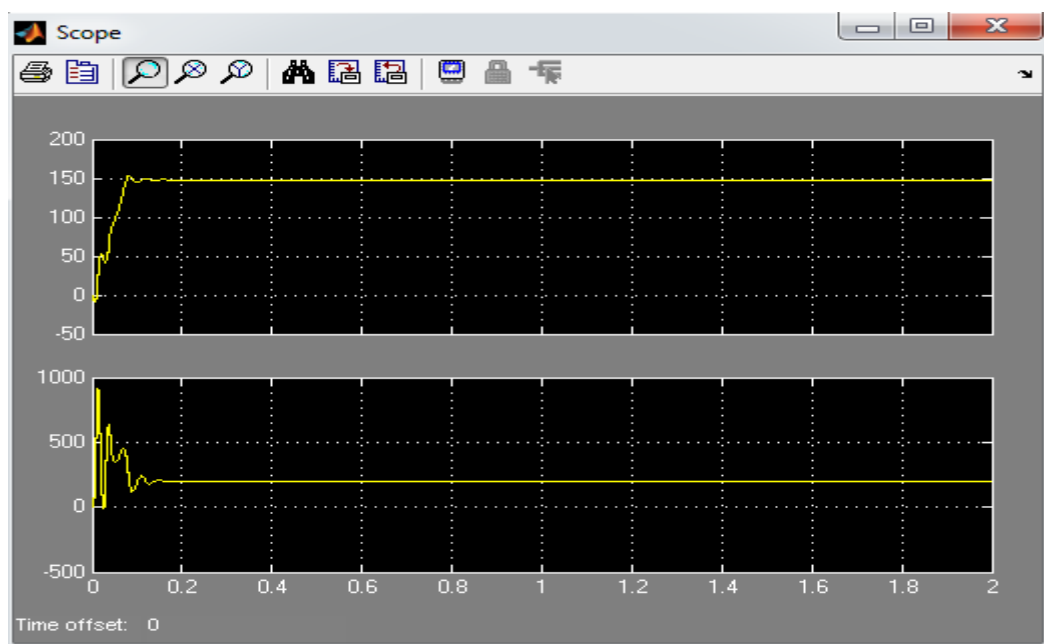


4.3 сурет - Бес сатылы жүргізіп жіберу қондырғысының (Motor starter) сұлбасы



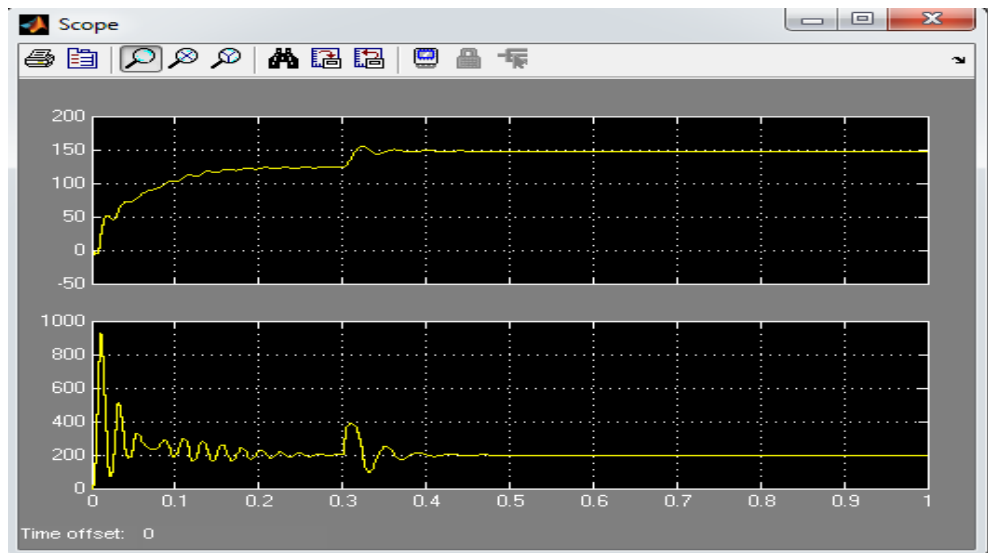
4.4 сурет - Бұрыштық жылдамдық пен моменттің уақытқа тәуелді өзгерісін сипаттайтын сұлба

4.6 суретте электр қозғалтқышты бір ғана саты арқылы іске қосу кезіндегі өтпелі үрдістер көрсетілген. Мұндағы,  $R_1 = 0,0001$  Ом,  $R_2 = 0,0001$  Ом,  $R_3 = 0,632$  Ом,  $t_1 = 0,3$  с,  $t_2 = 0,8$  с,  $\omega_{\text{тұр}} = 74,4$  рад/сек,  $M_{\text{макс}} = 950$  Нм.,  $M_{\text{тұр}} = 199,4$  Нм. Өтпелі процесс ұзақтығы  $0,38$  с құрайды.



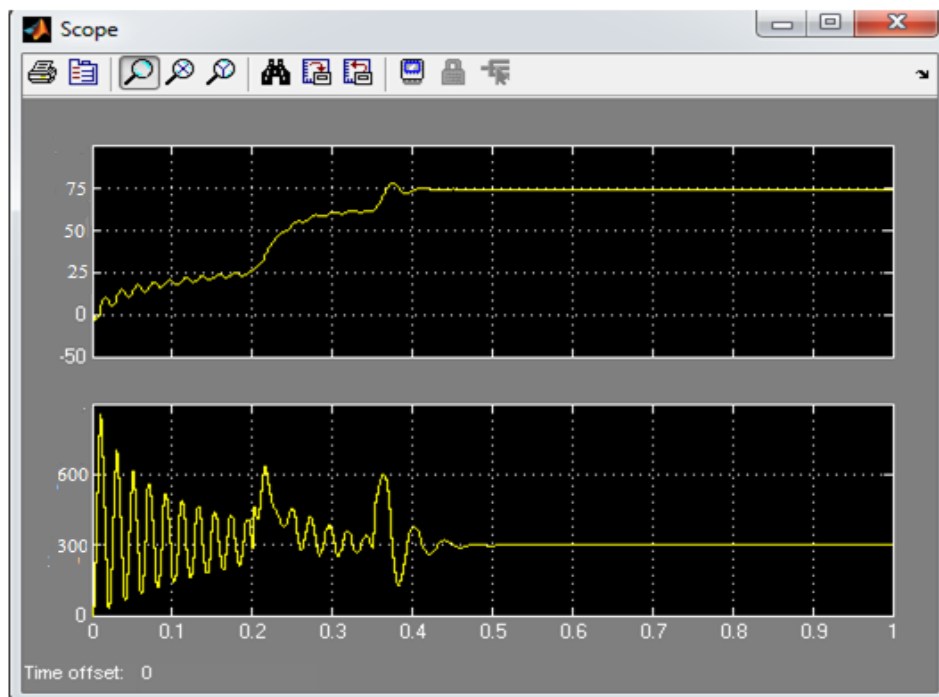
4.5 сурет – Бес саты кедергілері 0-ге тең болғандағы бұрыштық жылдамдық пен моменттің уақытқа тәуелді өзгерісін сипаттайтын сұлба





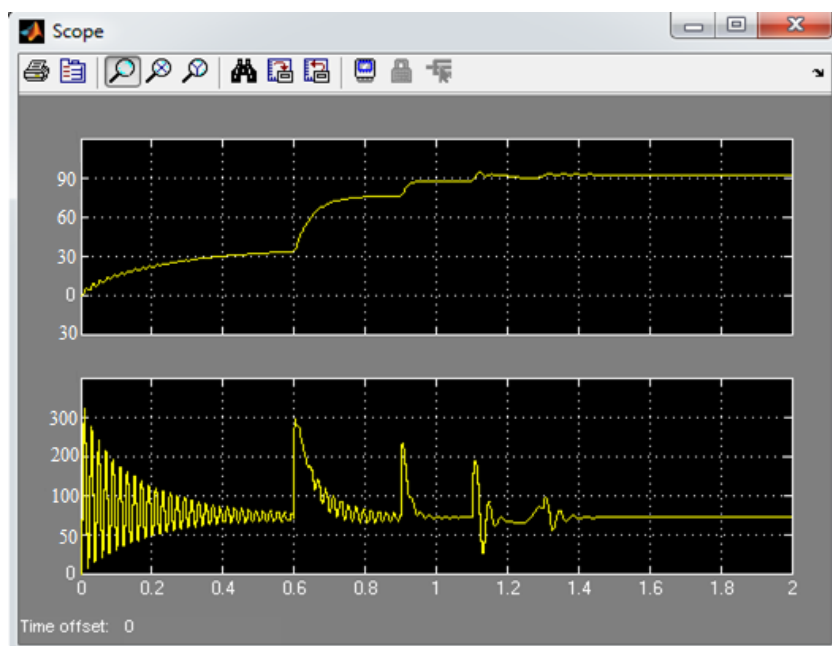
4.6 сурет – Электр қозғалтқышты бір ғана саты арқылы іске қосу кезіндегі өтпелі үрдістер

4.7 суретте электр қозғалтқышты екі сатылы жүргізіп жіберу кезінде және номиналді жүктеме кезінде алынған өтпелі үрдістер көрсетілген. Мұндағы,  $R_1 = 0,0001 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 1,536 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 0,632 \text{ Ом}$ .  $\omega = 74,4 \text{ рад/ сек}$ ,  $M_{\text{макс}} = \text{Нм.}$ ,  $M = 199,4 \text{ Нм}$ . Бірінші саты бойынша өтпелі процесс ұзақтығы  $0,2 \text{ с}$ , екінші саты бойынша өтпелі процесс ұзақтығы  $0,17 \text{ с}$ . Жалпы өтпелі процесс ұзақтығы  $0,45 \text{ с}$  құрайды.



4.7 сурет - Электр қозғалтқышты екі сатылы жүргізіп жіберу кезінде және номиналді жүктеме кезінде алынған өтпелі үрдістер

4.8 суретте бес сатыны жүргізіп жіберу кезіндегі және номинальді жүктеме кезіндегі алынған өтпелі үрдістер көрсетілген.



4.8 сурет - Бес сатыны жүргізіп жіберу кезіндегі және номинальді жүктеме кезіндегі алынған өтпелі үрдістер

Мұндағы,  $R_1 = 5,27 \text{ Ом}$ ;  $R_2 = 1,5 \text{ Ом}$ ;  $R_3 = 0,632 \text{ Ом}$ ,  $\omega = 74,4 \text{ рад/сек}$ . Бірінші саты бойынша өтпелі процесс ұзақтығы  $0,6 \text{ с}$ , екінші саты бойынша өтпелі процесс ұзақтығы  $0,3 \text{ с}$ , үшінші саты бойынша өтпелі процесс ұзақтығы  $0,25 \text{ с}$ . Жалпы өтпелі процесс ұзақтығы  $1,4 \text{ с}$  құрайды.

Алынған графикті талдау қозғалтқышты бес сатылы жүргізіп жіберу кезінде бұрыштық жылдамдықтың бірқалыпты жайлап өзгертіндігін және іске қосқан сәттегі жүргізіп жіберу моментінің мәні де төмен болатындығын көрсетеді, яғни бұл жағдайда конвейер электр жетегіне қойылатын талаптардың орындалатындығына көз жеткіздік.

## 5 Өмір тіршілік қауіпсіздік бөлімі

### 5.1 Ленталы конвейердің электр жетегін жетілдіру кезіндегі еңбекті қорғау талаптарын талдау

Жұмыс орнында өндірістің қауіпті және зиянды факторларының ықтимал әсерінен қорғау шаралары қатаң қадағалануы керек. Зиянды факторлар деңгейі құқықтық, техникалық, санитарлық-техникалық нормалардың шегінен аспауы керек. Құжаттардың негізінде жұмыс орнында жұмысшыларға қауіпті және зиянды факторлардың әсері болмайтын, жойылған, рұқсат етілген шектерден аспауға жұмыс берушіні міндеттейді.

Дипломдық жобаның бұл бөлімінде келесі мәселелерді қарастырады:

- инженер еңбегінің қолайлы жағдайларын қарастырады;
- жарықтандыруды есептеу (табиғи, жасанды);
- температураны қадағалау;
- желдетуді қадағалау;
- электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету.

Осы бөлімде нысан ретінде кеңселік бөлмені қарастырамыз. Бөлменің өлшемдері: ұзындығы – 5 метр, ені – 4 метр, биіктігі – 3 метр. Бұл бөлмеде оргтехника қолданылады. Табиғи жарық қабырғадан түсіп тұрады. Өлшемі 2x3 метр болатындай 2 терезе бар. Жұмысшылар саны – 3 адам.

#### 3.2. Жалпы гигиеналық талаптар.

Өндірісте дұрыс жарықтандыру көру жақсартады, шаршау көлемін төмендетеді, еңбек өнімділігін арттыруына ықпал етеді, жақсы психологиялық орта қалыптастырады, қауіпсіздікті арттырады және жарақат алу деңгейін төмендетеді.

Жарықтандырудың 3 түрі болады: табиғи, жасанды және аралас.

Табиғи жарықтандыру – үй-жайлардың сыртқы қоршау конструкцияларындағы жарық ойықтары арқылы өтетін күндізгі жарықпен бөлмені жарықтандыру. Табиғи жарықтандыру күн, жыл уақыттарына байланысты және аймақтық облыстық сипаттарына байланысты өзгереді.

Жасанды жарықтандыру кешкі уақытта және табиғи жарықтандыру коэффициентінің нормаланған мәнін қамтамасыз ету мүмкін мөлшері төмен болған кезде әр түрлі қосалқы жарықтандыру көздері қолданылу арқылы жарықтандыру аралас жарықтандыру деп аталады.

Ауа ылғалдылығы жалпыға бірдей нормаларға сәйкес болуы тиіс және олар барлық бөлмелер үшін бірдей: қыста 30% - дан төмен емес және жазда 40% - дан төмен емес.

Ылғалдылық 50-60% қолайлы болып табылады, ауадағы су мөлшері қолайлы және шырышты қабық құрғамайды, жұмысшылардың жалпы денсаулығына маңызды.

Кеңседегі температура +20 дан +25°C аралығында болуы тиіс. Термометрдің бағаны +26°C градусқа көтерілген кезде, адамның шаршағыштығы артады.

+20 градустан төмен температура жұмысшылардың жұмыс өнімділігін төмендетеді, ұйқышылдық тудырады, ауруға ұшырайтын адамдардың пайызын арттырады.

СН-245-71 санитарлық нормаларында қолайлы жағдай жасайтын микроклимат параметрлерінің шамалары орнатылған. Бұл нормалар жыл уақытына, еңбек процесінің сипатына және өндірістік бөлменің сипатына байланысты белгіленеді (5.1 кестені қараңыз).

5.1 кесте – Компьютерлер орнатылған бөлмеге арналған микроклимат параметрлері

Жыл мезгілі	Микроклимат параметрі	Өлшемі
Суық	Бөлмедегі ауа температурасы	22...24°C
	салыстырмалы ылғалдылық	40...60%
	Ауа қозғалысының жылдамдығы	0,1м/с дейін
Жылы	Бөлмедегі ауа температурасы	23...25°C
	салыстырмалы ылғалдылық	40...60%
	Ауа қозғалысының жылдамдығы	0,1...0,2м/с

Ауа алмасудың ұсынылатын жылдамдығы МЕСТ 30494-2011 сәйкес маусымға қарамастан секундтына 0,1 метрге дейін.

5.2 кесте – Компьютерлер орналасқан бөлмедегі таза ауа берудің нормалары

Бөлменің сипаттамасы	Үй-жайға берілетін таза ауаның көлемдік шығыны, сағатына бір адамға м <sup>3</sup>
Бір адамға 20 м <sup>3</sup> дейін көлем.	30 – дан кем емес
Бір адамға 20...40 м <sup>3</sup> дейін	20 – дан кем емес
Бір адамға 40 м <sup>3</sup> жоғары	Табиғи желдету

Желдету жүйесінің үш түрі бар:

- ауа тартқыш желдету;
- ағындық желдету;
- ағынды-тартқышты желдету.

Компьютер жұмысындағы үзілістер.

Қызметкерлердің шаршауын болдырмау мақсатында ұзақтығы 45-60 минут жұмысынан кейін 10 минуттан 15 минутқа дейін үзіліс жасау тиімді болып табылады. Үзілісті тиімді өткізу үшін арнайы демалыс бөлмесі, фитнес бөлмесі, асхана т.б. жасалғаны дұрыс.

Ыңғайлы жұмыс үшін үстел келесі шарттарға сәйкес болуы тиіс:

- монитордан көзге дейінгі қашықтық 600-ден 700 мм-ге дейін болуы керек;

- жұмыс бетінің биіктігі 680-760 мм шегінде болуы керек;
- пернетақта орнатылған беттің биіктігі 650 мм-ге жуық болуы керек;
- орындықтың ұсынылатын биіктігі еден деңгейінен 420-550 мм шегінде болады;

- орындықтың беті жұмсақ, алдыңғы шеті дөңгелектелген, ал арқаның көлбеу бұрышы реттелетін;

- үстелдің конструкциясында жылжымалы жәшіктердің болуы.

Электр қауіпсіздігі:

Дипломды жұмыстың тақырыбы: ленталы конвейердің электр жетегін жетілдіру болғандықтан, электр қозғалтқыштармен жұмыс жасаған кездегі техника қауіпсіздік ережелерін айта кеткен жөн.

Электр қозғалтқыштармен жұмысты III – тен төмен емес біліктілігі бар мамандар жұмыс жасайды. Сол үшін келесі сақтық шараларын сақтау керек:

- бас киімде және арнайы жұмыс киіммен жұмыс жасау;
- қозғалтқыштың айналатын бөліктерінен сақ болу;
- жұмыс барысында диэлектрлік галоштарды немесе резеңке кілемшелерді пайдалану;

- екі полюстің ток өткізгіш бөліктеріне немесе ток өткізгіш және жерге тұйықтау бөліктеріне бір мезгілде қолмен тигізуге болмайды.

Компьютермен жұмыс істеп бастамас алдын электр сымдардың қалпын, жерлендіруді тексеру.

Жұмыс кезінде:

- сымдарды ұқыпты ұстау керек;
- компьютер тоқ көзіне қосылып тұрған кезде оны тазалаумен айналыспау керек;

- компьютермен қатар сұйықтықты қоюға, дымқыл қолмен жұмыс істемеу керек.

Апаттық жағдайларда:

- кез келген ақаулар кезінде дербес компьютерді желіден бірден ажырату қажет;

- оқшауланбаған сымдар табылған жағдайда сыммен байланыс жасамауға қызметкерлерді дереу хабардар ету керек;

- адам токпен зақымданған жағдайда алғашқы көмек көрсетіп, жедел медициналық көмек шақыру керек;

- өрт шыққан жағдайда өрт сөндіргіштерді пайдалана отырып, оны сөндіру жөнінде шаралармен қызметкерлерді хабардар ету керек (өрт сөндіргіштердің қайда орналасқанын білуі тиіс).

Жұмыс аяқталғаннан кейін:

- компьютерді сөндіру;
- жұмыс орнын ылғалды тазарту қажет;
- тоқ көзін сөндіру.

## 5.2 Жарықтандыруды есептеу

Табиғи жарықтандыру терезеден бүйірлік жарықтану, терезе және шам арқылы бір уақытта іске асырылады. Бұл жарықтанудың түрі табиғи жарықтандыру еселеуішімен (ТЖЕ) арқылы сипатталады.

Кеңсе бөлмесінің өлшемдері:

ұзындығы  $L=5$  м;

ені:  $B=4$  м;

биіктігі:  $H=3$  м;

Еден деңгейінен жоғары жұмыстық беттің биіктігі:  $h_{ж.б} = 0,8$  м терезенің үстіне дейін  $h_{ж} = 0,7$ ; терезе биіктігі  $h_T = 2$ .

Қабырғадан жарықтандыру кезінде жарықтың терезелердің ауданын  $S_0$ , ТЖЕ қалыптасқан мәндерін қамтамасыз етуін кейәптеме бойынша анықтау:

$$S_T = \frac{S_e \cdot e_N \cdot \eta_0 \cdot K_3 \cdot K_{зд}}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_1} \quad (3.1)$$

мұнда:  $S_T$  – қабырғалық жарықтану кезіндегі жарық ойықтарының ауданы,  $m^2$ ;

$S_e$  – бөлме еденінің ауданы,  $m^2$ ;

$e_N$  – ТЖЕ қалыптасқан мәні;

$K_3$  – қордың еселеуіші;

$\eta_0$  – ойықтардың жарық сипаттамасы

$\tau_0$  – жарық өткізудің жалпы еселеуіші, ол төмендегі теңдеу арқылы анықталады:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \quad (3.2)$$

5.3 кесте

Бөлменің түрі	Қабырғадан түсетін жарық ТЖЕ, %
Кеңсе	1,2

5.4 кесте

Бөлменің түрі	$K_3$
Кеңсе және жоғары дәлдігі, IIIa	1,2

5.5 кесте – Жарық климатының коэффициенті, m

Әкімшілік аудан	M
Алматы	0,75

5.6 кесте – Жарық өткізу еселеуіштерінің мәндері

Жарық өткізгіш жабдықтың түрі	$\tau_1$	Өткелдер түрі	$\tau_2$	Құрылғы жабудың өткізетін түрі	$\tau_3$	Күннен қорғау құрылғылар	$\tau_4$
Үш қабаттық терезе	0,75	Ағаш жақтауы қос бөлек	0,6	Болатты пішін	0,9	Реттелетін пердеше	1

Кестелердегі мәндерді пайдаланып, келесілер есептелінеді.

Өртүрлі аудандарда орналасқан ғимараттар үшін ТЖК – нің нормалық мәні төмендегі формула бойынша анықталады:

$$e_N = e_H \cdot m; \quad (3.3)$$

$$e_N = 1,2 \cdot 0,75 = 0,9.$$

Есептік биіктік:

$$h_e = h_T + h_{ж} - h_{ж.б}; \quad (3.4)$$

$$h_e = 2 + 0,7 - 0,8 = 1,9 \text{ м.}$$

$l = B - 1 \text{ м} = 4 - 1 = 3 \text{ м}$ ; кезінде кесте бойынша ойықтардың жарық сипаттамасын табылады:  $\eta_0 = 6$

Жалпы жылу еселеуіші анықталады:

$$\tau_0 = 0,75 \cdot 0,6 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,4;$$

5.7 кесте бойынша қабырғалық жарықтандыру үшін  $r_1$  коэффициенті келесідей анықталады:

Біріншіден бөлме тереңдігінің шартты жұмыс бетінің деңгейінен терезенің үстіне дейінгі қатынасы:

$$\frac{l}{h_e} = \frac{3}{1,9} = 1,58 \text{ м};$$

Бөлме тереңдігінің бөлме еніне қатынасы:

$$\frac{l}{B} = \frac{3}{4} = 0,75 \text{ м};$$

Бөлме ұзындығының оның тереңдігіне қатынасы:

$$\frac{L}{l} = \frac{5}{3} = 1,67 \text{ м.}$$

Еденнің ауданы:

$$S_e = L \cdot B. \quad (3.5)$$

$$S_e = L \cdot B = 5 \cdot 4 = 20 \text{ м}^2$$

Қабырғалардың ауданы:

$$S_k = 2 \cdot B \cdot H + L \cdot B. \quad (3.6)$$

$$S_k = 2 \cdot B \cdot H + L \cdot B = 2 \cdot 4 \cdot 3 + 5 \cdot 4 = 44 \text{ м}^2.$$

Төбенің ауданы кезінде төбенің, қабырғалар мен еденнің  $\rho_{ст}$  шағылуының орташа өлшенген коэффициенті:

$$\rho_{ст} = \frac{(70 \cdot 20 + 50 \cdot 44 + 10 \cdot 20)}{(20 + 44 + 20)} = 48,7\%;$$

$$r_1 = 1,5.$$

Қарама-қарсы ғимарат келесі қашықтықта орналасқан:  $P = 40 \text{ м}$ ;  $H_f = 40 \text{ м}$ .

$$\frac{P}{H_f} = \frac{40}{40} = 1.$$

5.7 кесте

Р:Н	$K_{зд}$
1	1,4

Терезе ойықтарының ауданы келесі формула бойынша анықталады:

$$S_T = \frac{S_e \cdot e_N \cdot \eta_0 \cdot K_3 \cdot K_{зд}}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_1} = \frac{20 \cdot 0,9 \cdot 6 \cdot 1,2 \cdot 1,4}{100 \cdot 0,4 \cdot 1,5} = 3,024 \text{ м}^2.$$

Терезенің ұзындығы:

$$l_{\text{терезе}} = \frac{S_T}{h_T}. \quad (3.7)$$



$$l_{\text{терезе}} = \frac{S_T}{h_T} = \frac{3,024}{2} = 1,512 \text{ м.}$$

$l_{\text{терезе}} < L_6, 1,512 < 6$  терезенің ұзындығы оқу сыныбынан аз.

### 3.3 Жасанды жарықтандыруды есептеу

Кеңсе үшін ұзындығы  $A=5$  метр, ені  $B=4$  метр, биіктігі  $H=3$  м болатын, ақ қабырғалы бөлменің жалпы жарықтандыруы есептелінеді. Шағылысу коэффициенттері: төбеден –  $\rho_{\text{төбе}} = 70\%$ , қабырғадан –  $\rho_{\text{қабырға}} = 50\%$ , еденнен –  $\rho_{\text{еден}} = 10\%$ . Қоректендіру кернеуі  $U = 220$  В; Жарық диодты ARS/S UNI LED 600 EM типті 30 Вт қуаттылықтағы шамы алынды. Жарық ағыны  $\Phi_{\text{ш}} = 3000$  лм. Қор коэффициенті жарық диодты шамдар үшін  $k_{\text{қ}} = 1,1$  Шамдардың іліну биіктігі:  $h_{\text{ш}} = 0,2$  м, еден деңгейінен жұмыс кеңістігінің биіктігі -  $h_{\text{ж}} = 0,8$  м.

Жарықтануды жарық ағынының пайдалану коэффициенті әдісімен есептеу.

Жұмыс бөлмесі үшін көлденең беттің жалпы біркелкі жарықтануын қарастырғанда жарықтану жарық ағынын пайдалану коэффициенті әдісімен есептеледі.

Есептік биіктігі келесіге тең:

$$h_e = H - (h_{\text{ж}} + h_{\text{ш}}). \quad (3.8)$$

$$h_e = 3 - (0,8 + 0,2) = 2 \text{ м.}$$

Шамдардың өзара орналасу қашықтығы:  $\lambda = 0,6 \div 2$ :

$$L = \lambda \cdot h. \quad (3.9)$$

Ұзындығы:  $L_A = 1 \cdot 2 = 2$  м;

Ені:  $L_B = 1,25 \cdot 2 = 2,5$  м.

Қабырғадан шамға дейінгі қашықтықты есептейміз:

$$l = (0,4 \div 1) \cdot L;$$

$$l_A = 0,5 \cdot L_A = 0,5 \cdot 2 = 1 \text{ м};$$

$$l_B = 0,5 \cdot L_B = 0,5 \cdot 2,5 = 1,25 \text{ м.}$$

Бөлме индексі келесі формула бойынша анықталады:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} \quad (3.10)$$

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{5 \cdot 4}{2 \cdot (5 + 4)} = 1,1.$$

Кесте бойынша жарық диодты ARS/S UNI LED 600 EM типті шамы үшін пайдалану коэффициенті таңдалады  $\eta = 0,69$ . Осылайша шамдар саны келесіге тең:

$$N = \frac{E \cdot k_{\kappa} \cdot S \cdot Z}{\Phi_{\text{ш}} \cdot \eta} \quad (3.11)$$

мұнда:  $E$  - белгіленген минималды жарық, лк, кеңсе бөлмесі үшін

$$E_{\text{н}} = 300 \text{ лк};$$

$$k_{\kappa} \text{ – қор коэффициенті, } k_{\kappa} = 1,1;$$

$$S \text{ – бөлме ауданы, м}^2;$$

$$S = A \cdot B. \quad (3.12)$$

$$S = A \cdot B = 5 \cdot 4 = 20 \text{ м}^2;$$

$Z$  – жарықтанудың біркелкі еместігін ескеретін коэффициент ( $Z = 1,1 \div 1,2$ );

$\Phi_{\text{ш}} = 3000$  лм ARS/S UNI LED 600 EM шамының жарық ағыны.

Сонда:

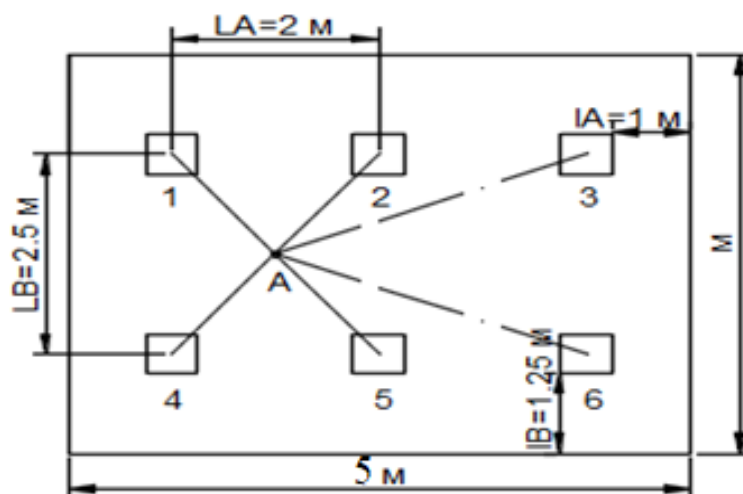
$$N = \frac{300 \cdot 1,1 \cdot 20 \cdot 1,2}{3000 \cdot 0,69} \approx 4 \text{ дана}$$

Жалпы жарықтандыруды анықтау үшін келесі бұрыштарды табу қажет. Бұрыштарды анықтау келесідей жүзеге асады:

$$\text{tg} \alpha = \frac{d}{h_e} \quad (3.13)$$

5.1 суретте бір нүктені таңдалып және осы нүктеден әр шамдарға дейін арақашықтық есептелінеді.

Нүктелік әдіспен жарықтануды есептеу.



5.1 сурет – Берілген мәндер бойынша жарық шамдардың орналастыру сұлбасы

1, 2, 4, 5 шамдар үшін А нүктесінен есептеу:

$$d_1 = \sqrt{\left(\frac{L_B}{2}\right)^2 + \left(\frac{L_A}{2}\right)^2} \quad (3.14)$$

$$d_1 = \sqrt{\left(\frac{L_B}{2}\right)^2 + \left(\frac{L_A}{2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{2,5}{2}\right)^2 + \left(\frac{2}{2}\right)^2} = 1,6 \text{ м};$$

$$\alpha_1 = \arctg\left(\frac{1,6}{2}\right) = 38^\circ.$$

3000 люмендағы ағын үшін жарық күші  $\alpha = 38^\circ$  бұрышында  $I_{\alpha 1} = 190$  кд;

Жарықтану келесіге тең:

$$E = \frac{I_\alpha \cdot \cos^3 \alpha}{h_e^2} \quad (3.15)$$

$$E = \frac{190 \cdot \cos^3 38}{2^2} = 23,24 \text{ лк.}$$

3, 6 шамдары үшін:

$$d_2 = \sqrt{\left(\frac{L_B}{2}\right)^2 + \left(\frac{L_A}{2} + L_A\right)^2}. \quad (3.16)$$

$$d_2 = \sqrt{\left(\frac{L_B}{2}\right)^2 + \left(\frac{L_A}{2} + L_A\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{2,5}{2}\right)^2 + \left(\frac{2}{2} + 2\right)^2} = 3,25 \text{ м};$$

$$\alpha_2 = \arctg\left(\frac{3,25}{2}\right) = 58^\circ.$$

3000 люмендағы ағын үшін жарық күші  $\alpha = 58^\circ$  бұрышында  $I_{\alpha 2} = 90$  кд;

Жарықтану келесіге тең:

$$E = \frac{90 \cdot \cos^3 58}{2^2} = 3,34 \text{ лк.}$$

Сонда А нүктесіндегі жарықтанудың қосындысы:

$$\sum e_i = 4 \cdot 23,24 + 2 \cdot 3,34 = 99,64 \text{ лк.}$$

Жарықтылық мәнін келесі өрнек бойынша есептеледі:

$$E = \frac{\Phi_{\text{ш}} \cdot \mu \cdot \sum e_i}{1000 \cdot k_{\text{к}}}. \quad (3.17)$$

мұнда:  $\Phi_{\text{ш}}$  - беілген шамдардың жарық ағыны, лм;

$\mu$  - істен шыққан шамдарды ескеретін коэффициент;

$\mu = 1,12$  деп аламыз;

$k_{\text{к}} = 1,1$  - қор коэффициенті.

$$E = \frac{3000 \cdot 1,12 \cdot 99,64}{1000 \cdot 1,1} = 304,35 \text{ лк.}$$

Егер  $E > E_{\text{н}}$  шарты орындалса, онда жұмыс орнындағы жарықтану жеткілікті деп есептеледі.  $E > E_{\text{н}} = 304,35 > 300$  шарты орындалды.

3.4 Ауа кондиционерлеудің есептеу жүйесі.

Температураның айырмашылығын қарастыра отырып жылуөткізгіш мына формуламен есептеледі:

$$Q_t = V_{\text{БӨЛ}} \cdot X_0 \cdot (t_{\text{Сырт.есеп}} - t_{\text{Іш.есеп}}).$$

(3.18)

мұнда:  $V_{\text{БӨЛ}}$  – бөлменің көлемі;  
 $X_0$  – жылулық сипаттама;  
 $t_{\text{Сырт.есеп}}$  – сыртқы ауаның температурасы, шілде айының орташа температурасына сәйкес Алматы қаласының  $t_{\text{Нрасч}} = 27,5^{\circ}\text{C}$ ;  
 $t_{\text{Іш.есеп}} = 24^{\circ}\text{C}$  – ішкі (оптимальді) температура.  
 Бөлменің көлемі келесі формула бойынша анықталады:

$$V_{\text{БӨЛ}} = S_{\text{БӨЛ}} \cdot h_{\text{БӨЛ}}. \quad (3.19)$$

$$V_{\text{БӨЛ}} = S_{\text{БӨЛ}} \cdot h_{\text{БӨЛ}} = 30 \cdot 3 = 90 \text{ м}^3;$$

Жылулық сипаттама:

$$X_0 = 0,42 \frac{\text{Вт}}{(\text{м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C})}. \quad (3.20)$$

Сонда жылуөткізгіш келесіге тең болады:

$$Q_t = 90 \cdot 0,42 \cdot (27,5 - 24) = 43,54 \text{ Вт.}$$

Кеңсе бөлмесіне күн сәулесі түскендіктен жылуөткізгіштік терезеден мына формуламен есептеледі:

$$Q_{\text{терезе}} = q^{II} \cdot F_0 \cdot \beta_{\text{сз}} \cdot K_1^T \cdot K_2. \quad (3.21)$$

мұнда:  $q^{II}$  – жылу ағыны терезенің орналасуына байланысты (солтүстік)  $q^{II} = 40,6 \text{ Вт/м}^2$

$F_0$  – жарықтың өту ауданы:

$$F_0 = n \cdot H_0 \cdot B_0. \quad (3.22)$$

мұнда:  $n = 2$  – терезе саны;

$H_0 = 3 \text{ м}$  – терезенің биіктігі;

$B_0 = 2 \text{ м}$  – терезенің ұзындығы;

$$F_0 = 2 \cdot 3 \cdot 2 = 12 \text{ м}^2;$$

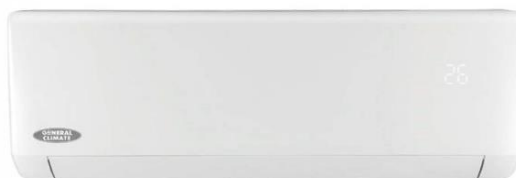
мұнда  $\beta_{сз}$  – жылуөткізгіш коэффициенті, себебі терезелерге перделер қойылған, онда  $\beta_{сз} = 0,8$ ;

$K_1^T$  – қарыңғалау коэффициенті  $K_1^T = 1,15$ ;

$K_2$  – терезелердің кірлеу коэффициенті  $K_2 = 0,9$ ;

Сондықтан:

$$Q_{\text{терезе}} = 40,6 \cdot 12 \cdot 0,8 \cdot 1,15 \cdot 0,9 = 403,40 \text{ Вт.}$$



5.2 сурет - General Climate GC/GU-A18HR суытқышы.  
Бөлменің ішкі жылуы есептелінеді

Адамдардан берілетін жылуды мына формуламен есептелінеді:

$$Q_{A^0} = Q_{1A^0} \cdot n; \quad (3.23)$$

мұнда  $Q_{1A^0}$  – бір адамнан жеңіл жүктеме жұмыс істеген кездегі сыртқа бөлінетін жылу мөлшері :  $Q_{1A^0} = 132 \text{ Вт}$

$n = 3$  – бөлме ішіндегі адам саны.

$$Q_{A^0} = 132 \cdot 3 = 396 \text{ Вт.}$$

Шамдардан берілетін жылу мына формуламен анықталады:

$$Q_{\text{жарық}} = \eta \cdot N_{\text{шам}} \cdot S; \quad (3.24)$$

мұнда:  $\eta$  – жылулыққа электрлік энергияның ауысу коэффициенті, жарық диодты шам үшін  $\eta = 0,6 \div 0,7$ ;  $\eta = 0,65$  алынады;

$N_{\text{шам}}$  – шамның қуаты (шам саны – 6),  $N_{\text{шам}} = 180 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$ ;

$S = 20 \text{ м}^2$  – бөлмедегі еденнің ауданы.

$$Q_{\text{жарық}} = 0,65 \cdot 180 \cdot 20 = 2340 \text{ Вт.}$$

Компьютерлерден берілетін жылу мына формуламен есептелінеді:

$$Q_{\text{комп}} = N_{\text{комп}} \cdot n; \quad (3.25)$$

мұнда  $N_{\text{комп}}$  – компьютер қуаты.  
 $n$  – компьютерлер саны.

$$Q_{\text{комп}} = 3 \cdot 300 = 900 \text{ Вт.}$$

Жалпы жылу есептелінеді:

$$\sum Q = Q_t + Q_{\text{терезе}} + Q_{A^0} + Q_{\text{жарық}} + Q_{\text{комп}}; \quad (3.26)$$

Сондықтан:

$$\sum Q = 43,54 + 403,40 + 396 + 3510 + 900 = 5252,94 \text{ Вт} \approx 5,3 \text{ кВт.}$$

Қорытындай келе бөлмеге 5,3 кВт, 5,2 – суреттегі General Climate GC/GU-A18HR суытқышы орнатылады.

## **6 Экономикалық бөлім**

### **6.1 Жобаның экономикалық тиімділігін есептеудің әдістері**

Капиталды салымдардың тиімділігі алынған нәтиже мен жұмсалған шығындарды салыстыру жолымен анықталады. Әрбір нұсқаның сандық және сапалық сипаттамалары құндық мәнде бағалануы тиіс.

Негіздеме әдістемесі мынадай кезеңдерден тұрады:

- баламалы (ауыстырылатын) қондырғыны салыстыру негіздерін таңдау;

- бағалау көрсеткіштерін (критерийлерін/критерийлерін) таңдау;

- есептік кезеңді анықтау;

- жаңа техниканың шекті (сыни)сипаттамаларын белгілеу.

Балама ретінде (ауыстырылатын қондырғылар ретінде пайдалануда дәстүрлі түрде игерілген ең жоғары техникалық-экономикалық көрсеткіштері бар техника көзделеді. Бұл ретте салыстырмалы түймелер өндіріс режимі (ең жоғарғы/базистік) бойынша салыстырылуы және өңірдің энергияға (қуатқа) белгіленген қажеттілігін қамтамасыз етуі тиіс.

Тиімділікті есептеу кезінде интегралдық (дисконттық), жай (базистік) көрсеткіштер, сондай-ақ басқалары бірге қолданылуы мүмкін.

Дисконтталған әдістерді қолдану интегралдық шығындарды және инвестициялық шешімнің нәтижелерін анықтаудың болжамды есептік кезеңін негіздеуді талап етеді. Әдетте, есептік кезең ретінде Нормативтік қызмет кезеңін (амортизациялық кезең) таңдайды. Алайда алдыңғы қатарлы қондырғылар үшін неғұрлым қысқа моральдық тозу кезеңін ескеру қажет.

Жаңа техника бойынша шекті (сыни) көрсеткіштерді қажетті ақпарат болмаған немесе ақпараттың растығы жеткіліксіз болған кезде анықтаған жөн.

### **6.2 Электр жетекті басқару құралдарын қолдану нұсқаларын технико-экономикалық салыстыру**

Автоматтандырылған электр жетегі екі технологиялық функцияны орындайды:

1. Жалпы ережелер осы технологиялық процесті іске асыру үшін электр энергиясын механикалық энергияға түрлендіру;

2. Ең жоғары өнімділікті қамтамасыз ету, өңдеу дәлдігі мен сапасы, энергия шығындарының барынша аздығы және т. б. белгілі бір дәрежеде технологиялық үдерісті оңтайландыра отырып, мынадай өлшемдерді іске асырумен басқару: басқарудың нақты міндеттері Технологиялық процестің сипатына байланысты әртүрлі.

Жобаның экономикалық тиімділігін есепке ала отырып, капиталдық шығындарды есептеу жүргізілді.



Басқарылатын электр жетегі технологиялық процесс барысын жедел басқару қажет болған жағдайда технологиялық машиналарда ұсталады (жүк көтергіш крандардың электр жетегі, экскаваторлар, реверсивті илектеу орнақтары). Бұдан басқа, технологиялық режимді орнату және қолдау қажет болған жағдайда (үздіксіз прокаттау орнағының электржетегі, Тоқыма өнеркәсібінің агрегаттары), яғни барлық технологиялық процестерді нақты бақылау және қажет болған жағдайда өндіріс процесіне түзетулер енгізу. Реттелетін электр жетектерін қолдану электр энергиясына жұмсалатын шығындарды технологиялық процесте оңтайландыруға мүмкіндік береді.

### 6.3 Ленталы конвейердің электр жетегінің капиталдық салымдары мен эксплуатациялық шығындарын есептеу

Капиталдық салымдар қондырғының еркін көтерме бағасынан және тасымалдау-орнату шығындарына анықталады, 6.1 кестеде көрсетілген.

6.1 кесте – 4AP280M6 У3 қозғалтқышының капиталдық салымдар тізімі

№	Негізгі өндірістік фондтардың атауы	Саны дана	Бір данасының көтерме бағасы, мың теңге	Жалпы бағасы, мың теңге	Тасымалд ау-орнату шығындары, мың теңге	Толық бастапқы құны, мың теңге	
1	Электрқозғалтқыш 5АНК225М-А8	1	273,2	273,2	50	323,2	
2	Ленталы конвейер ЛК-1000	1	2000	2000	100	2100	
3	Резистор ЯС-101	1	120	120	25	145	
4	Резистор ЯС-100	1	137,1	137,1	30	167,1	
Жиынтығы					2530,3	205	2735,3

Капиталдық салымдардың жалпы сомасы ( $K_{жалпы}$ ) келесі формула арқылы анықтаймыз

$$K_{жалпы} = K_{қон} + K_{құр} + K_m + K_{б.ш.}, \quad (4.1)$$

$K_{қон}$  – жаңа қондырғылар мен жабдықтарды, желілерді сатып алуға кеткен қаражат пайызы,  $K_{ж}$  -ның 53 %-ын құрайды;

$K_{құр}$  – ҚС-ны құрылысына жұмсалатын қаражат пайызы,  $K_{ж}$  -ның 30%-ын құрайды;

$K_m$  – монтаждық және іске қосу-жөндеу жұмыстарының капиталдық салымдары,  $K_{ж}$  -ның 11 %-ын құрайды;

$K_{б.ш.}$  – басқа да шығындарға қажетті қаражат пайызы,  $K_{ж}$  -ның 6%-ын құрайды.

Жаңа қондырғылар мен жабдықтарды, желілерді сатып алуға кеткен қаражат:

$$K_{ж} = (2530,3 \cdot 100) / 53 = 1341,059 \text{ мың.тг.} \quad (4.2)$$

ҚС-ны құрылысына жұмсалатын қаражат:

$$K_{с} = (1341,059 \cdot 30) / 100 = 402,32 \text{ мың.тг.} \quad (4.3)$$

Монтаждық және іске қосу-жөндеу жұмыстарының капиталдық салымдары:

$$K_{м} = (1341,059 \cdot 11) / 100 = 147,516 \text{ мың.тг.} \quad (4.4)$$

Басқа да шығындарға керекті қаражат:

$$K_{б.ш.} = (1341,059 \cdot 6) / 100 = 80,46 \text{ мың.тг.} \quad (4.5)$$

Бұл мәнді (7.1) формулаға қойып есептесек:

$$K_{ж} = 1341,059 + 402,32 + 147,516 + 80,46 = 1971,357 \text{ мың.тг.} \quad (4.6)$$

ҚС-ның жұмыс жасап тұрған кездегі, жылдық эксплуатациялық шығындар

Эксплуатациялық шығындар – жалпы қосалқы электр станциясын түрлендіріп, тарату, пайдалану кезіндегі жұмсалынатын шығындар. Эксплуатациялық шығындарға барлық шығындар: амортизация аударылымдары, транспорт шығындары, жұмысшылардың еңбекақысы, жіберілетін электр энергиясын тарату кезіндегі шығындар, байланыс қызметтері, іс – сапарлар, кеңселік тауарлар, қызметкерлерге төленетін еңбек ақы, қауіпсіздікті сақтауға арналған іс-шараларға кеткен шығындар және т.б. шығындар жатады.

Эксплуатационды шығындар келесідей есептелінеді.

Жылдық эксплуатациялық шығындарды есептеу:

$$I_{ж} = I_{а} + I_{мат} + I_{э.н.} + I_{қос} + I_{е.а.} \quad (4.7)$$

мұндағы  $I_{а}$  – амортизациялық аударылым соммасы;

$I_{м.ш.}$  – материалдық шығындар және қосымша бөліктер;

$I_{э.н.}$  – әлеуметтік салық, зейнетақы қорына кететін бөлігінің 11%;

$I_{қос}$  – қосымша шығындар (кәсіпорынға қызметкерлерді дайындап, оқыту, көлік, концелярлық шығындар). Жалпы, қосымша шығын барлық шығындар сомасының 12÷15 % құрайды.

$I_{е.а.}$  – еңбекақы құны;

$I_{\text{өнд}}$  – өндірістік қажеттіліктер, электр энергиясының шығындары, жалпы салымның 1,5%-ы.

Амортизация аударылымын есептеу:

$$I_a = K_0 \cdot h_0 / 100. \quad (4.8)$$

Мұндағы  $K_0$  – негізгі қорлар соммасы, млн теңге;

$h_0$  – амортизациялық аударылымның белгіленген нормасы, мәнін 6 % деп қабылдаймыз.

$$I_a = 2530,3 \cdot 6 / 100 = 151,818 \text{ мың теңге.}$$

Жұмысшылардың еңбекақылық жиналым қоры:

$$I_{ea} = E_{op} \cdot Ж_{op} \cdot 12, \quad (4.9)$$

мұндағы  $E_{op}$  – орташа айлық жалақы шамасы;

$Ж_{op}$  – тізімдегі жұмысшылар саны;

$$I_{ea} = 160 \cdot 3 \cdot 12 = 5760 \text{ мың. тг.}$$

Жалпы әлеуметтік салық:

$$I_{\text{ә.н.}} = (I_{e.a.} - I_{z.k.}) \cdot 0,11, \quad (4.10)$$

$I_{e.a.}$  – жұмысшылардың еңбекақы қорына салым;

$I_{z.k.}$  – зейнетақыға қорына салым (еңбек ақыдан 10%).

$$I_{\text{ә.н.}} = (160 - 0,16) \cdot 0,11 \cdot 12 = 210,9888 \text{ мың. тг.}$$

Материалдық шығын көлемі немесе тағы да басқа бөліктер шығындарына капиталдық салымның 0,5%-ы алынды:

$$I_{\text{м.ш.}} = 2626,65 \cdot 0,5\% = 1313,325 \text{ мың. тг.} \quad (4.11)$$

Өндірісті жүргізуге қажетті шығындарға капиталдық салымның 1,5%-ы алынды:

$$I_{\text{өнд}} = 2626,65 \cdot 1,5\% = 3939,975 \text{ мың. тг.}$$

Қосымша басқа шығындар:

$$I_{\text{қ.ш.}} = (3939,975 + 1313,325 + 210,9888 + 5760 + 151,818) \cdot 14\% = 1592,655 \text{ мың. тг.}$$

Жалпылама сомалық шығын:

$$I_{\text{ж}} = 3939,975 + 1313,325 + 210,9888 + 5760 + 151,818 + 1592,655 = 12968,76 \text{ мың. тг.} \quad (4.12)$$

Активті қуаттың мәнін табу үшін, қуат коэффициенті  $\cos\varphi = 1$  деп қабылдаймыз.

$$P = S \cdot \cos\varphi, \quad (4.13)$$

$$P = 22 \cdot 1 = 22 \text{ МВт.}$$

Конвейердың максималдық пайдалану уақыты  $T_M = 4800 - 6000$  аралығында болады. Максималды пайдалану уақытын  $T_M = 5560$  сағат деп қабылдадым. Осы арқылы жүктеменің максималды деңгейінде жылдық есептік сағаттық қуатты есептеп табамыз.

$$W = P \cdot T_M, \quad (4.14)$$

$$W = 22 \cdot 5560 = 122320 \text{ кВт} \cdot \text{сағ.}$$

Өзіндік құнды есептеу:

$$S = I_{\text{ж}}/W,$$

$I_{\text{ж}}$  – эксплуатациялық шығындар

$$S = 155,89/772,80 = 0,201 \frac{\text{тг}}{\text{кВт} \cdot \text{сағ.}}$$

Өзіндік құнға 10%-дық табысты қосып тапсақ:

$$S_{\text{ПС}} = S \cdot 1,1 = 0,201 \cdot 1,1 = 0,2211 \frac{\text{тг}}{\text{кВт} \cdot \text{сағ.}} \quad (4.15)$$

Корпоративтік салықты 20% деп алып, бір жылдағы пайданы есептеу:

$$\sum P_{\text{ж}} = W \cdot 0,1 \cdot S_{\text{ПС}} \cdot 0,8, \quad (4.16)$$

$$\sum P_{\text{ж}} = 772,80 \cdot 0,1 \cdot 0,2211 \cdot 0,8 = 13,6 \text{ мың. тг.}$$

Электр энергиясына тариф – 16,56 теңге/кВт.сағ. Қосалқы станцияның баға түрленуі келесі кезеңдерден өтеді:

1. Электр энергиясын станциядан сатып алу (8,23 теңге/кВт.сағ);
2. КЕГОК ҰЭТ тарифі (2,496 теңге/кВт.сағ);

3. «АЖК» тарифі (5,63 теңге/кВт·сағ);

4. «Ж.Е.Н» ЖШС жеке тарифінің бағасы (0,694 теңге/кВт·сағ).

Электр энергиясының өзіндік құны – 15,89 теңге/кВт·сағ.  
Тұтынушыларға электр энергиясын 16,25 теңге/кВт·сағ. ЖШС-ның түсіретін пайдасы 0,79 теңге/кВт·сағ.

Кіріс салығын ескеріп, жылдық пайдану табу:

$$\begin{aligned} \sum P_{\text{жк}} &= W \cdot 0,8 \cdot 0,481 = 772,80 \cdot 0,8 \cdot 0,79 = \\ &= 488,4 \text{ мың. тг,} \end{aligned} \quad (4.18)$$

Жалпы кіріс:

$$\begin{aligned} \sum \Pi &= \sum P_{\text{ж}} + \sum P_{\text{жк}} = 13,6 + 488,4 = \\ &= 502 \text{ мың. тг} \end{aligned} \quad (4.19)$$

## 6.2 Жұмыс салынатын инвестицияның эффективтілігін анықтау

Электр энергиясын түрлендіріп, тасымалдап, тұтынушыларға жеткізу, әр түрлі электр энергетика саласындағы кәсіпорындардың басты атқаратын қызметі, осы арқылы электр энергиясын сату бұл кәсіпорындарға пайда көзі болып табылады. Осы салада кәсіп құрып, пайда табу үшін, бастапқы капитал біршама көп мөлшерде болуы қажет.

Жалпы қосалқы станция салатын болсақ, оның өзін-өзі ақтау уақыты 3-4 жылдан кем болмайды. Осылайша ұзақ мерзімді инвестициялар жасамас алдында, оның эффективтілік болжамы жоспарланады.

NPV инвестициялық жобаны табу осы жобаға байланысты барлық ақша ағындарының таза келтірілген құнын табуды білдіреді.

$I_0$  – ҚС-ның жобасын бастауға қажет инвестиция мөлшері,  $PV$  – жобаның экономикалық өмірі бойындағы уақытқа сай ақша ағынының құны. Дисконтталған табыстың жиналған жалпы мөлшері:

$$PV = \sum_1^n \frac{CF_n}{(1+r)^n}, \quad (4.20)$$

мұндағы,  $r$  – дисконт нормасы;

$n$  – жобаның жүзеге асу кезеңдер саны;

$CF$  – төлемдердің жыл сайынғы таза ағымы.

$CF$  өзіне таза кірісті және амортизациялық ауыстырылымдарды қосады.

Таза келтірілген құн:

$$NPV = \sum_1^n \frac{CF_n}{(1+r)^n} - I_0, \quad (4.21)$$

Егер де табылған NPV оң таңбалы болса ( $NPV > 0$ ), жобаға инвестициялық қаражат күйса болады. Егер теріс таңбалы болса ( $NPV < 0$ ), онда жобаның пайдасы нарықтағы деңгейден төмен, осыдан жобаға инвестиция құйылмайды.

Төлемдердің жыл сайынғы таза ағымын есептеу:

$$CF = \Pi_{TK} + I_{ao}, \quad (4.22)$$

мұндағы  $\Pi_{TK}$  - таза кіріс, млн.тенге;

$I_a$  – амортизациялық аударымдар, млн.тенге.

$$CF = 502 + 29,82 = 531,82 \text{ мың. тг.}$$

6.3 кесте –NPV есебінің нәтижесі

Жылдар	CF, мың теңге	$1/(1+i)^n$ , 10%	PV, мың теңге	NPV, мың теңге
0	1971,357	1	1971,357	-1971,357
1	531,82	0,909	483,42	-1487,937
2	531,82	0,826	439,28	-1048,657
3	531,82	0,751	399,397	-649,26
4	531,82	0,683	363,23	-286,03
5	531,82	0,621	330,22	+44,19

Есептеу нәтижесін көріп отырғанымыздай қосалқы станция өзінің құнын 4 жыл ішінде толықтай ақтап, пайда түсіре бастайды.

Рентабелділік индексінің таза дисконтталған құннан айырмашылығы салыстырмалы көрсеткіш ретінде болады. Жобаларды салыстырып таңдауда, NPV көрсеткіштері бірдей болған жағдайда PI қарап алуға болады.

$$PI = \sum_{t=i}^n \frac{PV/(1+i)}{K_0} = \frac{1722/0.621}{1971,357} = 1.41. \quad (4.23)$$

PP анықтау (орнын толтықтыру уақыты).

Бұл әдіс бастапқы жобаға жұмсалған инвестицияның қайтарылатын уақытын есептеу тәсілі:

$$PP = \frac{\Sigma K}{CF}; \quad (4.24)$$

$$PP = \frac{1971,357}{531,82} = 3,71.$$

PP әдісімен есептегенде жұмсалған инвестициялар өзін 3,71 жылда ақтап шығады.

Пайданың ішкі нормасы келесі формула арқылы табылады:

$$IRR = \left( 1 - \sqrt[n]{\frac{CF}{I_c}} \right) \cdot 100\%, \quad (4.25)$$

$$IRR = \left( 1 - \sqrt[3]{\frac{531,82}{1971,357}} \right) \cdot 100\% = 35,385\%.$$

Экономикалық бөлімінде қосалқы станцияны салудағы техника-экономикалық көрсеткіштер есептеулер арқылы табылып, тиімділік деңгейі анықталды. NPV тәсілі арқылы қосалқы станция өзін-өзі 5 жылда, PP тәсілі арқылы 2,5 жылда ақтайтынын көрсетті. Пайданың ішкі нормасы  $IRR = 35,385\%$  - ды құрағандықтан жоба тиімді деп ойлаймын.

## Қорытынды

Ленталы конвейер - өндірістің барлық салаларында сусымалы жүктерді тасымалдауға кеңінен қолданылатын электромеханикалық құрылғы. Оған олардың өнімділігі жоғары, тасымалдау қашықтығының ұзын болуы, конструкциясының қарапайымдығы мен жұмыс істеу сенімділігінің жоғары болуы себеп болды.

Конвейерлік қондырғылардың электр жетектері үшін жүргізіп жіберу үрдісі өте ауыр үрдіс болып саналады. Динамикалық жүктемені шектеу және лентаның барабанмен жақсы жапсарласуын қамтамасыз ету үшін электр жетегі жүргізіп жіберу кезінде үдеуді белгілі бір деңгейде шектеуі және тербелмелі динамикалық жүктемені жоюы керек. Осыған орай, конвейерлерде артық жүктелу қабілеті үлкен, жүргізіп жіберу тоғайтарлықтай жоғары болатын жетектік электрқозғалтқыштарды қолдану қажеттігі туындайды.

Дипломдық жобада сусымалы жүктерге арналған ленталы конвейердің электр жетегін жаңарту қарастырылған.

Жобада берілген тапсырмаға сәйкес ЛК-1000 типті ленталы конвейердің таңдалып, оның жетегіне керек тарту күші мен қуат анықталған. Таңдалған конвейердің қозғалтқышы ретінде қуаты есептік қуатқа сәйкес келетін 5АНК225М-А8 типті фазалы роторлы электрқозғалтқыш таңдалып алынды. Оның орынбасу сұлбасының параметрлері анықталып, табиғи механикалық сипаттамасы тұрғызылды.

Фазалы роторлы қозғалтқышты үшсатылы жүргізіп жіберу сұлбасы қарастырылып, әр сатының кедергілері анықталды. Қозғалтқышты жүргізіп жіберу кезіндегі механикалық өтпелі үрдістер есептелінді.

Ұсынылған электр жетегінің энергетикалық көрсеткіштері анықталды. Фазалы роторлы қозғалтқышы бар электр жетегін басқару сұлбасы құрастырылды.

MatLab бағдарламасында фазалы роторлы қозғалтқыштың моделі құрастырылып, онда әр түрлі режимдер кезіндегі өтпелі үрдістер зерттелді.

Алынған нәтижелерді талдау қозғалтқышты үш сатылы жүргізіп жіберу кезінде бұрыштық жылдамдықтың бірқалыпты жайлап өзгеретіндігін және іске қосқан сәттегі жүргізіп жіберу моментінің мәні де төмен болатындығын көрсетеді, яғни бұл жағдайда конвейердің электр жетегіне қойылатын талаптар орындалатындығын дәлелденді.

Жобада конвейер қолданылатын нысанда еңбек қорғау талаптарын орындау үшін бөлмені жарықтандыру мен қажетті микроклимат



қалыптастыру жүйелері таңдалынып, электрлік қауіпсіздік шаралары қарастырылған.

Экономикалық бөлімде күрделі және эксплуатациялық шығындар есептелініп, ұсынылған электр жетегінің экономикалық көрсеткіштері анықталды.

### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

- 1 Вайнсон А.А. Подъемно-транспортные машины: Учебник для вузов-4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1989. - 536 с.
- 2 [http://www.metallist-tula.ru/production/lent\\_konveer.htm](http://www.metallist-tula.ru/production/lent_konveer.htm)
- 3 Костюк В.С., Волкова Л.П., Фащиленко В.Н. Регулируемый электропривод шахтных установок: Учебное пособие. – М.: МГИ, 1984. – 65 с.
- 4 Ляхомский А.В., Фащиленко В.Н. Автоматизированный электропривод горных машин и установок. Часть 1: Автоматизированный электропривод механизмов циклического действия: Учебное пособие / Под ред. А.В. Ляхомского. – Издательство «Горная книга», 2014. – 476 с.
- 5 Ляхомский А.В., Фащиленко В.Н. Управление электромеханическими системами горных машин. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2004. – 296 с.
- 6 Шеховцев П.В. Расчет и проектирование ОУ и электроустановок промышленных механизмов / М.:ФОРУМ, 2010.-352с.
- 7 Москаленко В.В. Автоматизированный электропривод. М.:1986.-416с.
- 8 М.Г. Чиликин, М.М. Соколов, В. М. Терехов, А.В. Шинянский Основы автоматизированного электропривода. Учеб. пособие для вузов. М., «Энергия», 1974. – 568 с.
- 9 Түзелбаев Б.И. Сала экономикасы: оқу құралы- Алматы, 2007.
- 10 Хакімжанов Т.Е. Еңбек қорғау. Жоғары оқу орындары үшін оқу құралы. – Алматы: «ЭВЕРО», 2008 – 240 б.