

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

~~Әлеуметтік гуманитарлық ғылымдар кафедрасы~~ ~~Экономиканың математикалық моделдері және автоматтандырылуы кафедрасы~~

«Қорғауға жіберілді»  
Кафедра меңгерушісі

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

«        »

20    ж.

(колы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: АВК үшін арналған ақпараттық жүйелерді құру  
мамандығы бойынша

Орындаған Сабит Сүдуақас Сабитұлы ЖАТК-12-1  
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші Галин К.О. т.ғ.ғ. доцент  
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кенесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша:

К.Т.Н. профессор Мухомов А.А.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
« 27 » 05 2016 ж.  
(колы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

аға спортшы Байзақова С.М.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
« 26 » 05 2016 ж.  
(колы)

Мөлшер бақылаушы:

аға ақпаратшы Бесбергенова А.М.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
« 31 » 05 2016 ж.  
(колы)

Пікір жазушы:

Сүдуақас А.Т. т.ғ.ғ. доцент  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
«        » 20    ж.  
(колы)

Алматы 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТИ

Электр энергетика факультеті  
53071800 мамандығы  
Электр энергетика кафедрасы  
Электр энергетика және байланыс жүйелері

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Сәбит Әбуғали  
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы АВК үшін арналған асинхрондық  
қозғалтқыш  
ректордың «\_\_» №\_\_ бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «\_\_» 20\_\_ ж.

Жобаға бастапқы деректер (талап етілетін жоба нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері)

Асинхрондық қозғалтқыштың номинал қуаты  
 $P_n = 110$  кВт; номинал кереметі  $U_n = 120/130$  В;  
жиілігі  $n_1 = 600$  айна/мин; қозғалтқыш саны  $p = 10$ ;  
тұрақты ток жиілігі  $f = 50$  Гц. Қозғалтқыш  
арты қарқын қозғалтқыш дәрежесі ГР 44.

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс сұрақтар тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:

Бұл дипломдық жұмыста асинхрондық белгілі  
күштің құрылымы, жұмыс істеу принципі, асин-  
хрондық қозғалтқыштың. Сонымен қатар фазаның ро-  
терлік асинхрондық қозғалтқыштың орнына асинхрондық  
қозғалтқыштың жиіліктерінің параметрлерін анықтау  
өмір тірлігінің құрылымын бақылауға ерт құрылымы  
және электр энергиясына есептеулер жүргізу. Жоғары  
көлемді бақылау асинхрондық қозғалтқыштың жұмыс істеу  
интервалы. Жобаны шешудің есептеуі

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

АВК кезігі сызбасы; Белгішедегі қисықтықтағы  
 еркіндік сызбасы; Асимметриялық белгішедегі - симметриялық  
 асимметриялық қисықтықтағы кезігі сызбасы;  
 Асимметриялық симметриялық қисықтықтағы еркіндік сызбасы;  
 Асимметриялық белгішедегі қисықтықтағы еркіндік сызбасы;  
 Асимметриялық белгішедегі қисықтықтағы еркіндік сызбасы;  
 Асимметриялық белгішедегі қисықтықтағы еркіндік сызбасы;  
 Асимметриялық белгішедегі қисықтықтағы еркіндік сызбасы;  
 Асимметриялық белгішедегі қисықтықтағы еркіндік сызбасы;  
 Асимметриялық белгішедегі қисықтықтағы еркіндік сызбасы;  
 Асимметриялық белгішедегі қисықтықтағы еркіндік сызбасы;

**Негізгі ұсынылатын әдебиеттер**

1. Р. М. Шадерова, А. Н. Бестерева. Динамикалық математикалық модельдерді сызу (Орталық және перифериялық өлшемдерді сызу) - Алматы: АҚБ. 2011 - 35 бет.
2. Силанов П. Ч., Р. М. Шадерова, А. Н. Бестерева. Динамикалық математикалық модельдерді сызу (Перифериялық өлшемдерді сызу) - Алматы: АҚБ. 2011 - 120 бет.
3. Корняков Н. П. Динамикалық модельдерді сызу - М. Советская физика, 1980 - 607 с.
4. Представление метрических моделей в виде матриц. Н. П. Корняков. Москва, "Искусство" 1980

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	ҚОЛЫ
ТӘҚ және ҚОҚ	Байрақова С. М.	26.05.16	
Әл. об. бөлімі	Махмұтов А. А.	27.05.16	
Негізгі бөлімі	Тоғашев Р. О.	30.05.16	

Диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ p/c	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	АВІ-ға арналған асықаратуға бағдарланған құрылым	8.02.2016	
2.	Эксперименттік кезігі туралы мәліметтерді анықтау	12.02.2016	
3.	Статистикалық кезеңді бағалау және саралау	15.02.2016	
4.	Статистикалық және саралау бағалау	17.02.2016	
5.	Регрессия бағалау есептеу	27.02.2016	
6.	Матрицалық тәсіл есептеу	11.03.2016	
7.	Матрицалық есептеу	16.03.2016	
8.	Күрделі матрицалық есептеу	26.03.2016	
9.	Күрделі матрицалық есептеу	31.03.2016	
10.	Күрделі есептеу	10.04.2016	
11.	Күрделі есептеу және бағалау	18.04.2016	
12.	Күрделі есептеу	25.04.2016	
13.	Матрицалық есептеу және бағалау	5.05.2016	
14.	Матрицалық есептеу және бағалау	12.05.2016	
15.	Матрицалық есептеу және бағалау	27.05.2016	

Тапсырманың берілген уақыты « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 ж.

Кафедра меңгерушісі \_\_\_\_\_ Салимов А.Н. т.ғ.ғ. профессор  
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі \_\_\_\_\_ Галин К.О. т.ғ.ғ. доцент  
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент \_\_\_\_\_ Сәбит Ердаулет  
(қолы) (аты-жөні)

## Аңдатпа

Ұсынылып отырған диплом жобасы «АВК үшін арналған асинхронды қозғалтқыш» тақырыбына арналған.

Жоба келесі бөлімдерден тұрады:

- Электр магнитті есептеу,
- Өміртіршілік қауіпсіздігі,
- Экономикалық бөлім.

Негізгі бөлімде асинхронды вентильді каскадтың құрылысы, жұмыс істеу принципі, сипаттамалары қарастырылған. Сонымен қатар фазалы роторлы асинхронды қозғалтқыштың орамаларын, геометриялық өлшемдерін, параметрлерін және жұмыс сипаттамаларын анықтадым. Қозғалтқыштағы магниттік шығындарды және жылулық есептеме жүргіздім.

Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде өрт қауіпсіздігі және электр зарядының адамға тигізетін әсері көрсетілген. Электр қозғалтқышты пайдалану кезінде қауіпсіздік техникасын сақтау сұрақтары, ғимараттағы цехтың автоматты өрт сөндіруіне есептеулер жүргізілді.

Экономикалық бөлімде асинхронды қозғалтқышты жасауға кететін материалдық шығындар мен қосымша шығындарды, жылдық экономикалық тиімділікті және өтелу жылын есептедім.

## Аннотация

Данный дипломный проект выполнен на тему «Асинхронный двигатель для АВК».

В него входят следующие разделы:

- Электромагнитный расчет,
- Безопасность жизнедеятельности,
- Экономическая часть.

В основном разделе рассмотрены характеристики, принципы работы, устройство асинхронного двигателя для АВК. Произведен расчет параметров, геометрических размеров, обмотки, рабочих характеристики, тепловой расчет и расчет магнитных потерь асинхронного двигателя.

Выполнен раздел безопасности жизнедеятельности, в котором были рассмотрены пожаробезопасность и электрического заряда на человека. Рассмотрены вопросы соблюдения техники безопасности при эксплуатации электродвигателя.

В экономическом разделе рассмотрены материальные и дополнительные затраты, произведен расчет годовой экономической эффективности и сроки окупаемости.

## Annotation

This graduation project is carried out on theme «Asynchronous Motor for AVC».

It consists of parts:

- electromagnetic calculation,
- safety of functioning,
- economic part.

Basically section discusses the characteristics, principles of operation, the device asynchronous motor for AVK. The calculation of the parameters, the geometric dimensions, winding, operating characteristics, thermal design and calculation of the loss of magnetic induction motor.

Completed section of health and safety, which were discussed fire safety and electrical charge per person. The questions of compliance with safety in the operation of the electric motor.

The economic section covers material and additional costs, calculated the annual economic effectiveness and payback periods.

## Мазмұны

Кіріспе	9
1 Асинхронды вентильді каскад	10
1.1 АВК жұмыс істеу қағидасы	10
1.2 Вентильді каскадтың жіктелуі	15
1.3 Вентильді каскад	16
1.4 Вентильді-машиналы каскад	17
1.5 Вентильді-машиналы электрмеханикалық каскад	18
2 Электромагниттік есептеу	21
2.1 Шығыс мәліметтер	21
2.2 Басты өлшемдерді анықтау	21
2.3 Статордың паза сандарын анықтау және статордың орамаларын санау	23
2.4 Статор ойығының және ауа сағылауларының өлшемдерін есептеу	24
2.5 Ротордың өлшемдері	27
2.6 Магниттелу тоғын есептеу	30
2.7 Жұмыс режимінің сипаттамасы	33
2.8 Шығындарды есептеу	39
2.9 Жұмыс сипаттамасын есептеу	42
2.10 Жылулық есептеме	46
3 Өмір тіршілік қауіпсіздігі негізері	52
3.1 Қозғалтқышты пайдалануда техника қауіпсіздігін сақтау ережелері	52
3.2 Электрлік қауіпсіздік бойынша қорғаныс құрылғылары. Қорғаныстық жерлендіруді есептеу.	55
3.3 Өрт қауіпсіздігі. Автоматты өрт сөндіру жүйесін есептеу	57
3.4 Автоматты өрт сөндіру жүйесін есептеу	59
4 Экономикалық бөлім	62
4.1 Экономикалық анықтамалар мен теориялық шолу	62
4.2 Экономикалық есептеу бөлімі	62
4.3 Асинхронды қозғалтқыштың өзіндік құнын есептеу	65
4.4 Экономикалық тиімділігін анықтау	67
Қорытынды	70
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	71



## Кіріспе

Қазақстанда қазіргі уақытта әртүрлі тағайындауда және түрлі санаттағы мұнай құбыры желісі әрекет етеді және әрдайым жетілдіруде. Мұнай ағынын басқару реттегіш және ілмекті арматура көмегімен мұнай өндіру станциясының сорғы агрегатының өнімділігінің өзгеруімен орындалады. Сорғының қозғалтқышы жетегінің жылдамдығы бұл жағдайда тұрақты болып қалады, бұл реттегіш элементте кәдімгідей жоғалуға ұшыратады, бұл кезде артық шығын елеулі болады. Есептеулер көрсеткендей, жиілік бойынша сорғы электр жетектің айналуын реттегішті енгізу қозғалтқыштардың тұтыну электрэнергиясының шығынын айтарлықтай қысқартады. Мұнай айдау станциясының технологиялық параметрлерінен тәуелді тұтынатын қуат орнатылған мәнінен жартысына дейін төмендетіледі.

Энергия тұтыну деңгейінің төмендеуінен басқа, сорғы агрегатының жұмысында өнімділікті реттеу режимінде, реттегіш электр жетегін қолдану берілген тегеурін және жіберуге сәйкесінше агрегаттың оңтайлы айналу жиілігін ұстап тұрады. Мұнай айдау станциясы өнімділігін басқару жүйесін барлық магистральды автоматты басқару жүйесіне енгізу мүмкіншілігі пайда болады. Реттелмелі электр жетекті қолдану ілмекті-реттегіш аппаратура тежелуінің айтарлықтай төменделуіне және жетектің кинематикалық бөлігін және сорғыны төмендетеді, себебі агрегат айтарлықтай уақыт бөлігінде айналу жиілігінің төмен мәнінде жұмыс істейді. Өтпелі режимде қысымды өзгерту мүмкіндігі бірсарынды және қарқынды түрде гидравликалық соққы нәтижесіндегі түреудегі құбыр апат қаупі төмендетіледі.

Электрэнергияның үлесті шығынын айтарлықтай төмендету үшін көптеген келешегі магистралды сорғы агрегаты болып табылады. Бұл оның бұқаралығымен, жұмыс режимі ұзақтығымен және үлкен 8 мВт қуатымен түсіндіріледі. Өткізілген экономикалық есептеулер көрсететіні – реттелмелі жетекті орнату бір жылдағы 9 млн. теңге мөлшердегі үнемделген энергия, бұл мұнай айдау станциясының жұмыс режиміне тәуелді. Күштік жартылай өткізгіштік техниканың дамуының қазіргі заманғы деңгейі және электр жетекпен автоматты басқару жүйесі, жоғары техникалық және экономикалық көрсеткішті сорғы станцияларының қуатты электр қозғалтқыштарын реттеуді жүзеге асырады.

Жұмыстың мақсаты электр жетектегі мұнай айдау станциясының энергия тұтынуын төмендету үшін, түрлі әдістер және құралдар кешенін өңдеу.

## **1. Асинхронды вентильді каскад**

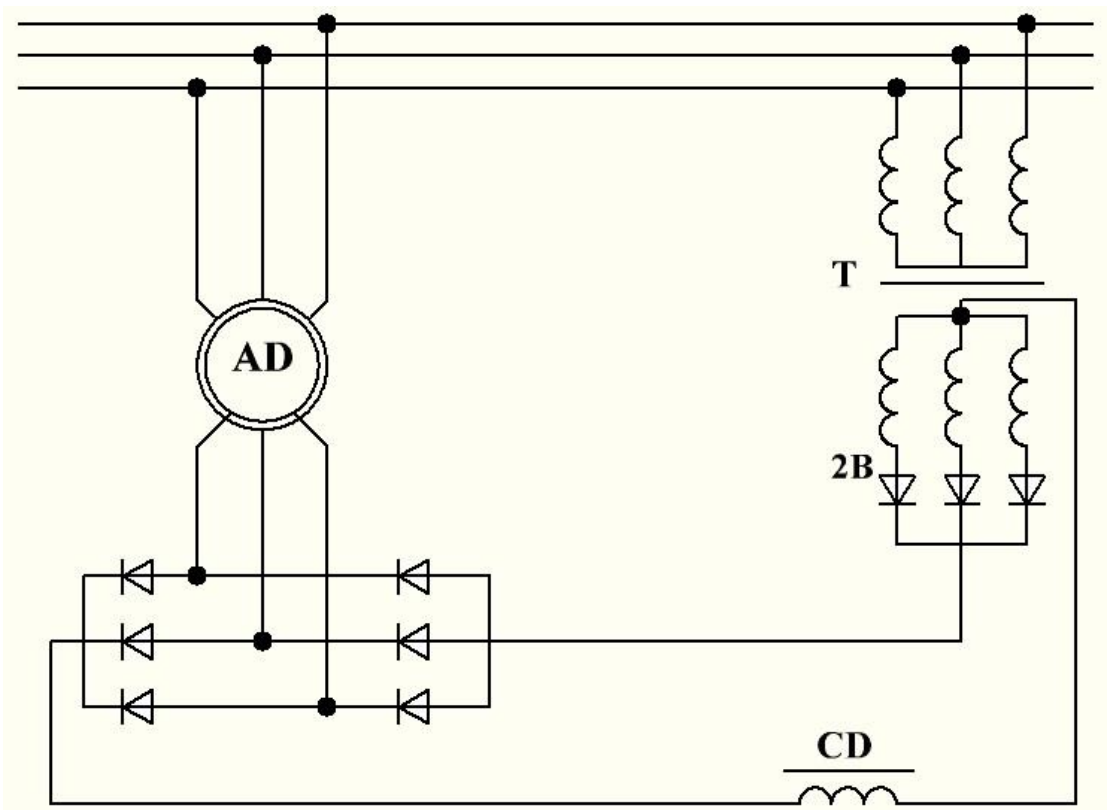
Асинхронды вентильді каскад ауыл шаруашылығының түрлі салаларында кең таралған, айнымалы токтың неғұрлым тиімді реттеуіш вентильді жетек болып табылады.

Берілген жетек жөн болатын, қуат диапазоны оннан он мың кВт аралығында жатыр. Көбінесе АВК тұрақты ток жетегіне қарағанда, тиімді болып келеді. Сонымен қатар берілген жүйе оны жобалау кезінде есепке алатын көптеген ерекшеліктерімен байқалады. Айналу жиілігін реттеу диапазоны және жетектің жұмыс режимі қолданылатын вентильді түрлендіргіштен тәуелді болады, сонымен қатар энергетикалық сынды маңызды көрсеткіштер түрлендіргішпен басқару заңымен анықталады.

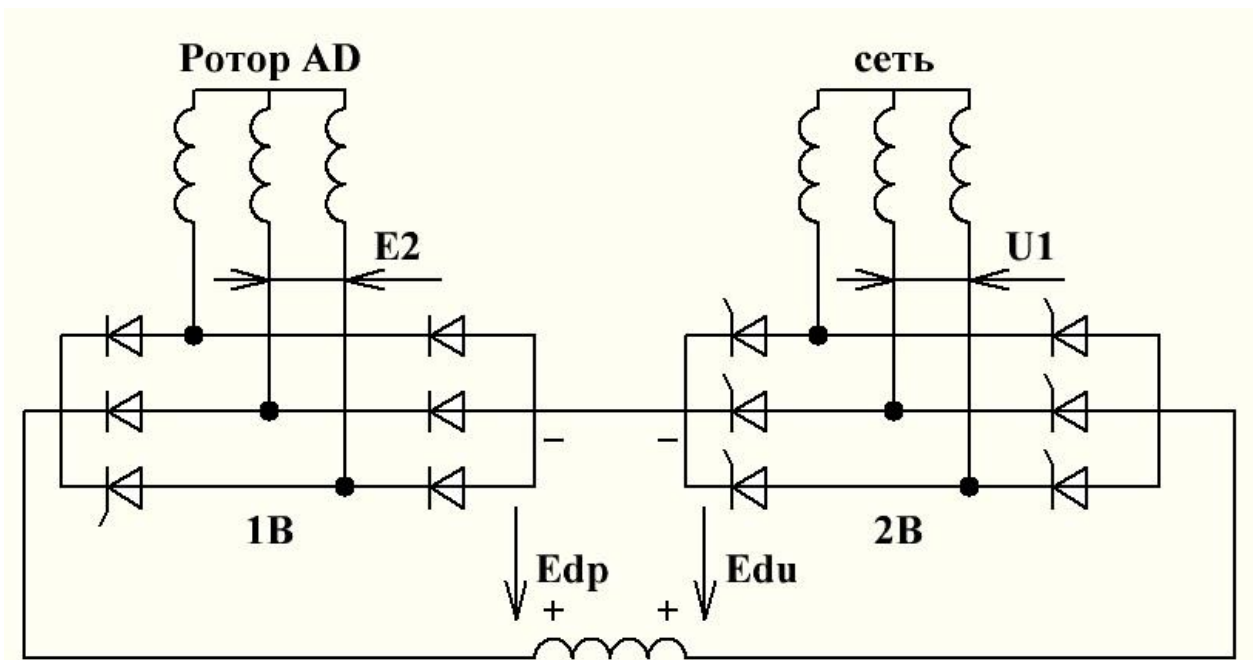
### **1.1 АВК жұмыс істеу қағидасы**

Ең қарапайым және таратылған вентильді каскадтардың сұлбалары тұрақты токтың аралық тізбекті сұлбалары болып табылады. Бұл сұлбаларда ротор тогы үш фазалы көпірлік түзеткіш көмегімен түзетіледі, және түзетілген ток тізбегіне қосымша ЭҚК енгізіледі. Асинхронды вентильді каскад үшін қосымша ЭҚК көзі ретінде вентильді түрлендіргіш қолданылады. Жұмыс істеу принципі бойынша, негізінде мұндай сұлба сәйкес. Асинхронды вентильді каскадтың сұлбасы тұрақты токтың аралық тізбекті түрлендіргішінен тұрады. Бұл сұлба көбінесе таратылған болып келеді. Қазіргі уақытқа дейін көбінесе орындалған өнеркәсіптік қондырғылар дәл осындай сұлбадан тұрады. Ол сонымен қатар каскадтағы физикалық процесстер анализі тұрғысынан неғұрлым қарапайым. Осы жағдайлар нәтижесінде, нағыз жұмыста негізгі назар осы сұлбаға бөлінеді, ол болашақта шартты түрде негізгі болып аталады. Асинхронды вентильді каскадтың негізгі сұлбасы келесі негізгі элементтерден тұрады: фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыш; 1 В вентильді түрлендіргіш, бұл ротор тогын және қосымша ЭҚК көзін түзетуге қызмет етеді, оның негізінде 2 В басқару вентилінен және Т трансформатордан тұратын вентильді түрлендіргіш (инвертор) қолданылады.

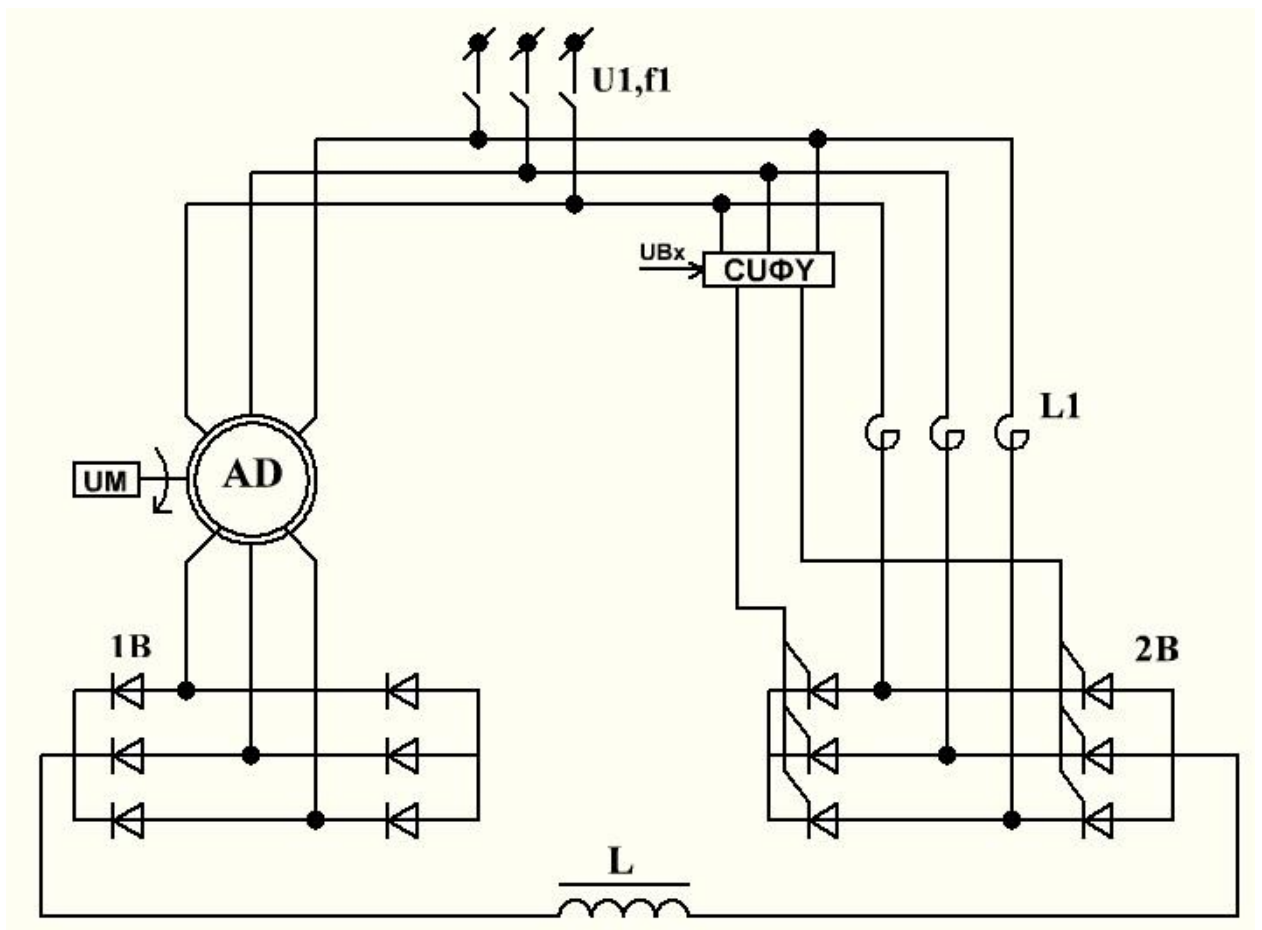
1- суретте инвенторлы түрлендіргіш үш фазалы нөлдік сұлба бойынша орындалған. Инвентор вентильдерінің басқа да қосылу сұлбалары мүмкін. Көбінесе үш фазалы көпірлік сұлба (аз қуатты жетек үшін) (2-сурет) және «теңдеушілік реакторлы екі кері жұлдызша» (жоғары қуатты жетек үшін) 3-сурет қолданылады.



1 сурет – Тұрақты токтың аралық тізбекті асинхронды вентильді каскадтың негізгі сұлбасы



2 сурет – Вентильді каскадтың орынбасу сұлбасы



3 сурет – АВК негізгі сұлбасы

$L_{др}$  – тегістеуші дроссель;

ИФБЖ – импульсті-фазалық басқару жүйесі;

$V_1$  – жалпы катодты вентильдер тобын ( $V_1, V_3, V_5$ ) басқару бұрышы;

$V_2$  – жалпы катодты вентильдер тобын ( $V_2, V_4, V_6$ ) басқару бұрышы;

ОМ – орындаушы механизм.

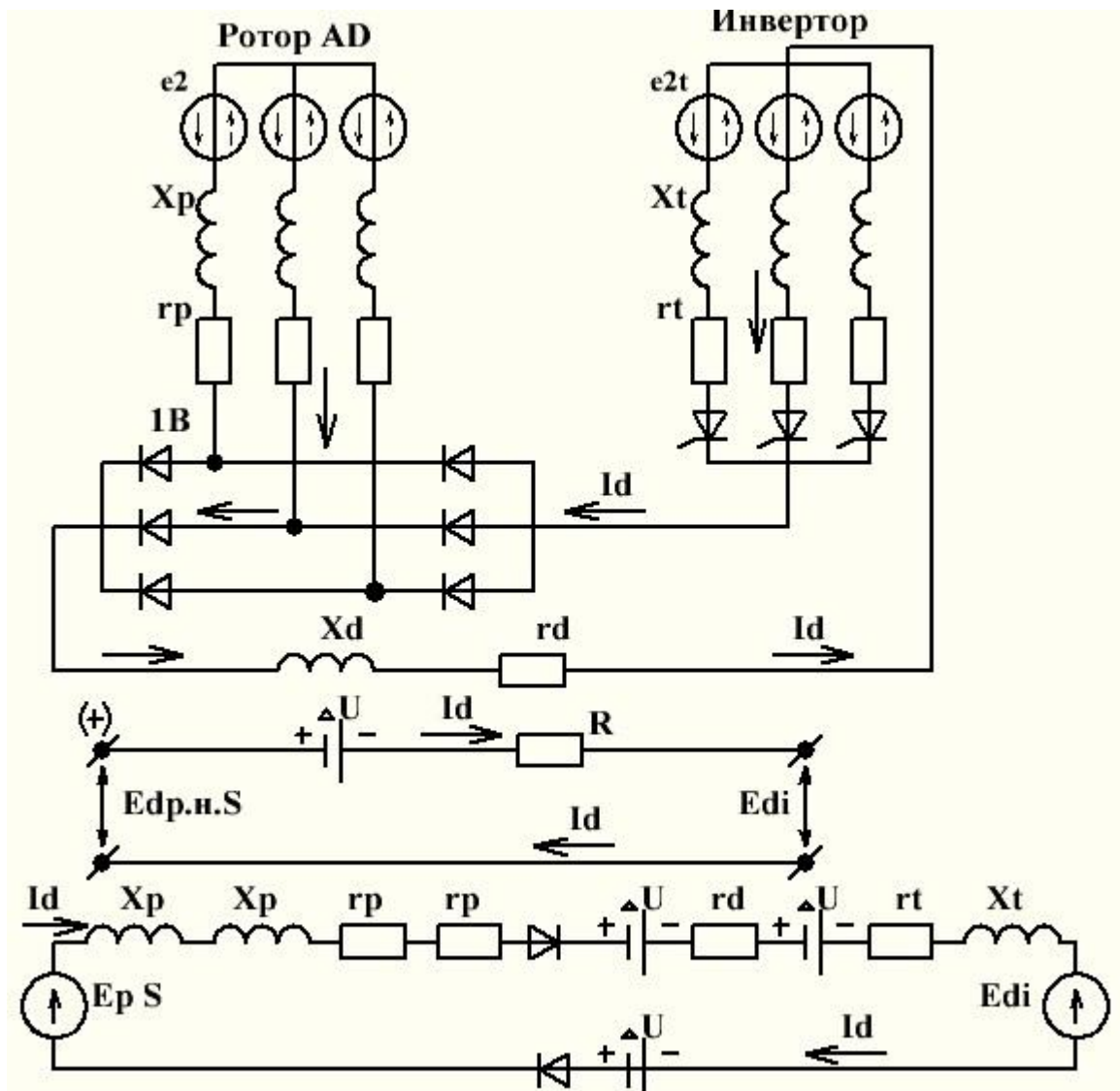
Асинхронды қозғалтқышпен тарқайтын момент, төмендегі теңдеумен берілген түзетілген ротор тогына пропорционалды:

$$M = c\Phi I_2 \cos\varphi_2 = c\Phi I_{2a}, \quad (1.1)$$

мұндағы  $\varphi_2$  –  $I_2$  тогы және  $E_2$  ротор ЭҚК векторлары аралығындағы бұрыш;

$\Phi$  – қозғалтқыштың ауалық саңылауындағы магнит ағыны.

Демек, ЭҚК (берілген жағдайда  $E_{di}$ ) қарама-қарсы шамасын өзгерту жолымен соңғы реттеу момент шамасын және айналу жылдамдығын реттеуге мүмкіндік береді. Инвентордың ЭҚК қарсы шамасы 2 В басқару вентильінің ашылу бұрышы өзгерісімен реттеледі.



4 сурет –Асинхронды вентильді каскадтың роторлық тізбегінің орынбасу сұлбасы

Егер, түзетілген ЭҚК қарама-қарсы инвертор қозғалтқыштың ротор кернеуіне тең болса, онда ротор тізбегіндегі ток және қозғалтқышпен таралатын момент нөлге тең болады. ЭҚК қарсы инвертордың төмендеуінде, ротор тізбегіндегі ток өседі, қозғалтқыш моменті өседі, және оның жылдамдығы көтеріле бастайды. Жылдамдығының көтерілуімен түзетілген ротор  $E_{DPH} S$  кернеуі төмендетіледі, онда қозғалтқыш тездеткіші роторлық контурда кернеулер теңдігін қанағаттандырғанша өсе береді:

$$E_{DPH} = E_{di} + \Delta U + I_d R_{\text{эқв}}. \quad (1.4)$$

Басқару әсері тұрақты болғанда және жетек білігіндегі жүктеме моментінің өзгеруінде өтпелі процесс баяндалған процеске ұқсас өтеді. Мысалы, қозғалтқыш білігінде моменттің өсуімен оның жылдамдығы төмендетіледі. Осыдан, ротордың ЭҚК өседі және сонымен қатар, момент

және түзетілетін ток көтеріледі. Сонымен бірге жылдамдық аз ғана төмендетіледі. Ол қозғалтқыш моменті кедергі моментіне тең болғанша жалғасады.

ЭҚК қарсы инвертордың нөлге дейін төмендеуінде, номиналдық жүктемеде қозғалтқыш жылдамдығы 85-95 % - ға синхрондыдан көтеріледі. ЭҚК қарсы жоқ болғанда, қозғалтқыштың үлкен қатынасты сырғуы ротор тізбегінде қосымша кедергілердің болуымен түсіндіріледі (4-сурет). Болашақта жылдамдықтың көтерілуі үшін, қосымша ЭҚК белгісін өзгерту керек, яғни 2 В вентилін инвертордан түзелу режиміне.

Осыдан теңдік:

$$I_d = \frac{E_{dPH} S - E_{di} - \Delta U}{R_{ЭКВ}}. \quad (1.5)$$

Мына түрге түрленеді:

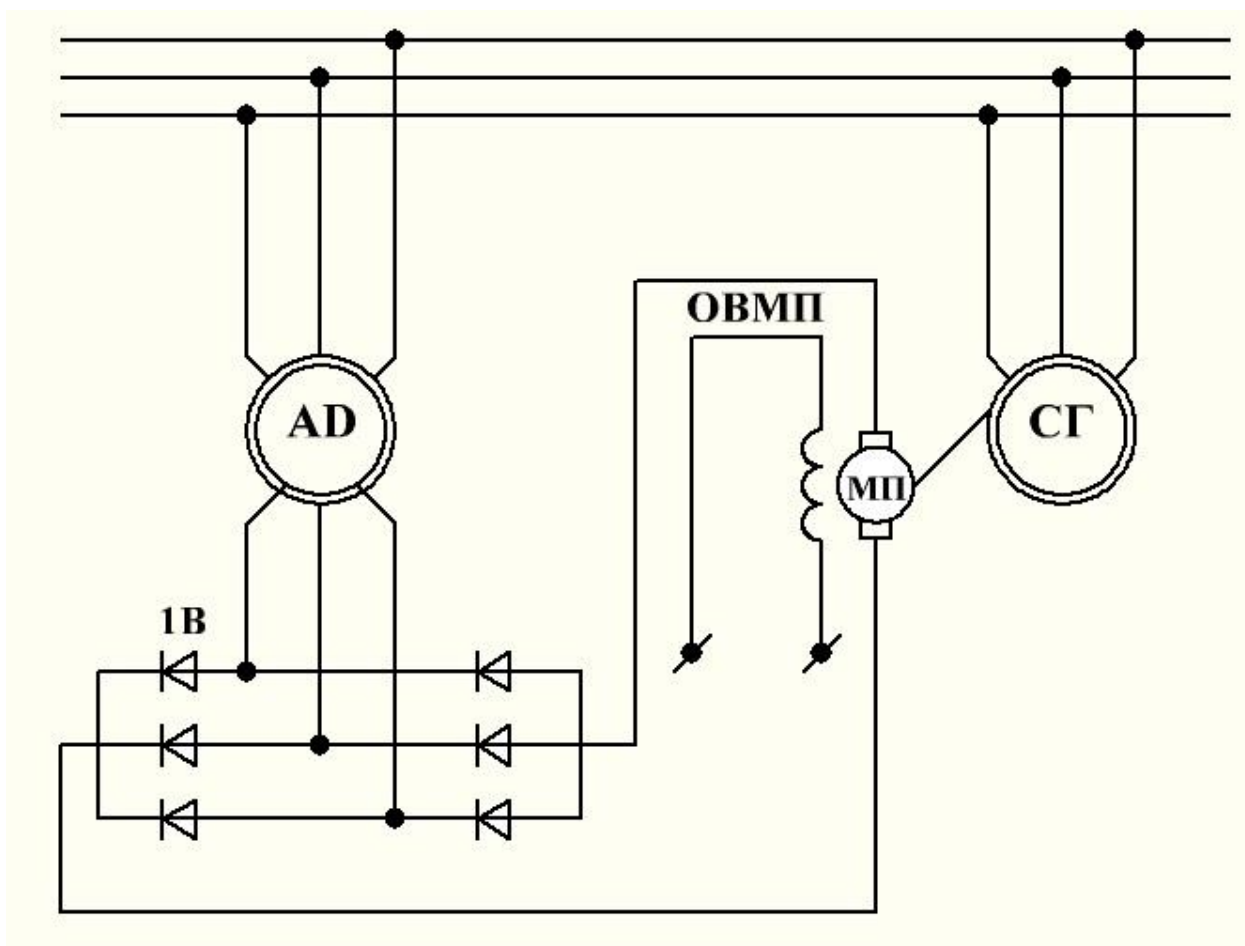
$$I_d = \frac{E_{dPH} S + E_{di} - \Delta U}{R_{ЭКВ}}. \quad (1.6)$$

Егер,  $E_{di}$  бұл жағдайда мәнге тең болса:

$$E_{di} = \Delta U + I_d(V_d + V_T). \quad (1.7)$$

Онда, қозғалтқыш мысалы номиналды сырғумен жымыс істейді. Ары қарай  $E_{di}$  өзгеруі рұқсат етілмейді, себебі 1В және 2В вентилімен құралған контурдағы токтың лезде көтерілуіне әкеледі. Вентильді каскадтың жұмыс тәжірибесі көрсеткендей, номиналды мәнге жақын жылдамдықты алуға болады.

Тұрақты токтың аралық тізбекті вентильді каскадтардың қарапайым және таралған сұлбасы вентильді-машиналы каскад болып табылады (5-сурет). Вентильді-машиналы каскадтың қосымша ЭҚК көзі ретінде тұрақты ток машинасы қолданылады. Жұмыс істеу принципі бойынша вентильді-машиналы каскадтың сұлбасы асинхронды вентильді каскадтың сұлбасымен сәйкесті.



5 сурет – Асинхронды вентильді-машиналы электрлік каскадтың негізгі сұлбасы

## 1.2 Вентильді каскадтың жіктелуі

Қазіргі уақытта каскадты сұлбалардың бірнеше түрлері табылған. Барлық вентильді каскадтардың түрлері асинхронды қозғалтқыштың ротор тізбегіне қосымша ЭҚК енгізуімен, сонымен қатар қозғалтқыштың роторлық тізбегіне қосылған жиілікті түрлендіру түрімен ерекшеленеді.

Асинхронды вентильді каскадтың негізгі үш тобы бар: таза вентильді жиілік түрлендіргішті вентильді каскад; қосымша ЭҚК ротордың түзетілетін тізбегіндегі токта тұрақты токтың бөлек орналасқан машинасымен пайда болатын, және вентильді-машиналы электрмеханикалық каскад, ол негізгі асинхронды қозғалтқышпен бір тетікте орналасқан.

### 1.3 Вентильді каскад

Вентильді каскадтар ротор тізбегінде жиілікті вентильді түрлендіруімен сипатталады. Соңғысы токсыз және аралық тізбекті тұрақты токпен орындала алады. Бұл вентильді каскадтың бірінші жіктелу түрі болып табылады.

Қазіргі уақытта аралық тізбекті тұрақты токтың вентильді каскадтың негізгі сұлбасы кеңінен таралған, және де болашақта да соғұрлым сұранысты болмақ. Бұл сұлбаның негізгі артықшылығы – вентильдердің екі тобынан тұратын қарапайым вентильді түрлендіргіш. Сонымен бірге, оның біреуі – қозғалмайтын, роторлы. Екінші тобы – тәуелді инвертор, ол басқармалы вентильдерде орындалады. Бұл вентильдермен басқару үшін, 50 Гц жиілікке есептелген қарапайым жүйе қолданылады. Бірақ, бұл сұлба жетек жұмысын асқын синхронды жылдамдықта қозғалтқыш режимінде және негізгіден төмен жылдамдықты генератор режимінде қамтамасыз етпейді.

Анықталған артықшылықтар роторлы топты басқармалы вентильдер қолданысын береді. Бұл артықшылықтардың негізі, реттеудің берілген диапазонында және жүктеменің желдеткішті сипаттамасында инверторлы түрлендіргіш қуаты біршама төмендеуі мүмкін; сонымен бірге синхронды жылдамдықта генераторлық тежелу режимі мүмкін. Бірақ, роторлық топты вентильдерді басқару үшін, басқарушы импульс  $f_2$  роторлы кернеу жиілігіне сәйкес жиілікпен берілуі керек. Бұл қарапайымнан күрделі арнайы басқару жүйесінің қолданылуын талап етеді.

Бұл жағдайда, тұрақты токтың аралық тізбексіз түрлендіргіштер қолданғанда, вентильдер жұмысы шығарылып тастайды. Сонымен бірге бір вентильдер бір уақытта жұмыс жасайды және түзету және инверттеу (жиілікті түрлендіру). Егер вентильді басқару сырғу жиілігіне тәуелді болса, онда тұрақты токтың аралық тізбексіз асинхронды вентильді каскадтың жұмысы жоғарыда талқыланған сұлбалар секілді. Егер түрлендіргіш жиілігі тәуелсіз берілсе, онда асинхронды қозғалтқыш синхрондының бірнеше шамаларына ие болады.

Аралық тізбексіз тұрақты токтың вентильді каскадтың сұлбасы жетек жұмысының түрлі режимдерін қамтамасыз етеді. Қозғалтқыш 0-ден жылдамдықта созылмалы режимде синхронды, сонымен қатар генераторлы тежелу режимінде. Синхрондыдан жоғары жылдамдықта, қозғалтқышты және генераторлық режимде жұмысы мүмкін.

Аралық тізбекті тұрақты ток каскад сұлбасы собылмалы режимде синхронды жылдамдық арқылы қозғалтқыштың өту мүмкіндігін бермейді. Бұл аралық тізбексіз ротор тогына жатады. Синхронды жылдамдық арқылы өту мүмкінсіздігі вентильдер арасындағы ток коммутациясы немесе синхрондыға жақын жылдамдықтағы вентильдер тобымен түсіндіріледі, себебі басқарылатын сигналдар жиілігі нөлге жақындайды. Шектік жағдайда, ротор орамасына тұрақты ток беріледі және асинхронды қозғалтқыш үйлестіріледі. Аралық тізбекті тұрақты токты каскадта синхронды



жылдамдық арқылы өту мүмкін емес, себебі роторлы топ вентильтері арасындағы ток коммутациясы бұл сұлбада ротор кернеуі әсерімен орындалады. Бұл синхронды жылдамдыққа жақындағанда нөлге тең болады, соның негізінде бір вентильтен екіншісіне токтың ауысуы бұзылады. Аралық тізбексіз каскадта вентильтер арасында коммутация ротор кернеуі әсерімен және желі кернеуі әсерімен орындалады. Бұл кезде синхронды жылдамдық арқылы өту мүмкін, бірақ синхрондыға жақын жылдамдықты зонадағы вентильтен басқару ротор фазасы кернеуінен және жиілігінен тәуелсіз болу керек.

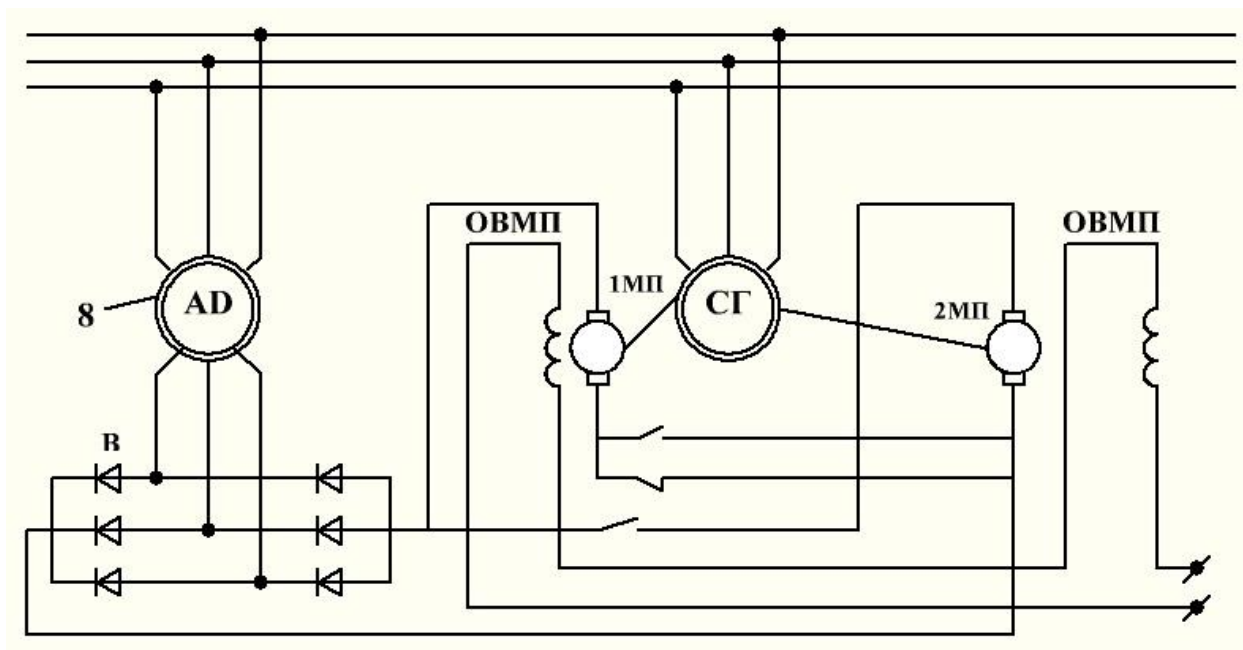
Аралық тізбексіз тұрақты токты тәуелсіз шамасын басқару және қосымша ЭҚК фазалы вентильті каскадтың сұлбасы, 50 Гц жиілікті желіден қорек алатын қозғалтқыш статорынан және кернеу фазасы, амплитуданы және жиілікті реттеуді қамтамасыз ететін роторы жиілікті түрлендіру вентильтіне қосылған қос қоректі асинхронды қозғалтқыш сұлбасын көрсетелді.

Егер, барлық үш шама тәуелсіз беріліп және жетек жүктемесінде, белгілі заңдылық жылдамдығы бойынша реттелетін болса, онда реттелетін асинхронды қозғалтқыш синхронды машинаның қасиеттерін қабылдайды. Егер түрлендіргіш жиілігі ротор кернеуі жиілігінен тәуелді орындалса, онда қос қорек басқару машинасы асинхронды принципін орын алады. Мұндай машиналар асинхронды принципті және синхронды басқаруы бойынша асинхрондалған синхронды қозғалтқыш деп аталады.

Қос қоректі машиналар кейбір шектеулерде синхрондыдан жоғары, сол сияқты төмен екі фазалы жылдамдықты басқаруды қамтамасыз етеді. Бірақ, синхронды жылдамдық бойынша жүктеме арқылу өту, асинхронды принцип арқылы басқарылатын сұлбалар үшін кейбір қиындықтар туғызады. Асинхрондалған синхронды машина сұлбасының және ротор тізбегіндегі вентильті түрлендіргіштің кемшілігі басқару жүйесінің күрделілігі болып табылады.

#### **1.4 Вентильті-машиналы каскад**

Бұл жүйе жетек жұмысы режиміндегі барлық шектеулерді анықтайтын тұрақты токтың аралық тізбегінен тұрады. Ол екі түрлендіруден тұрады: тұрақты токты бір машиналы негізгі сұлбасы (5-сурет.), тізбекті қосылудан параллель қосылуға ауыстырады. Мәскеу энергетикалық институтында өңделген соңғы сұлба 6 суретте көрсетілген.



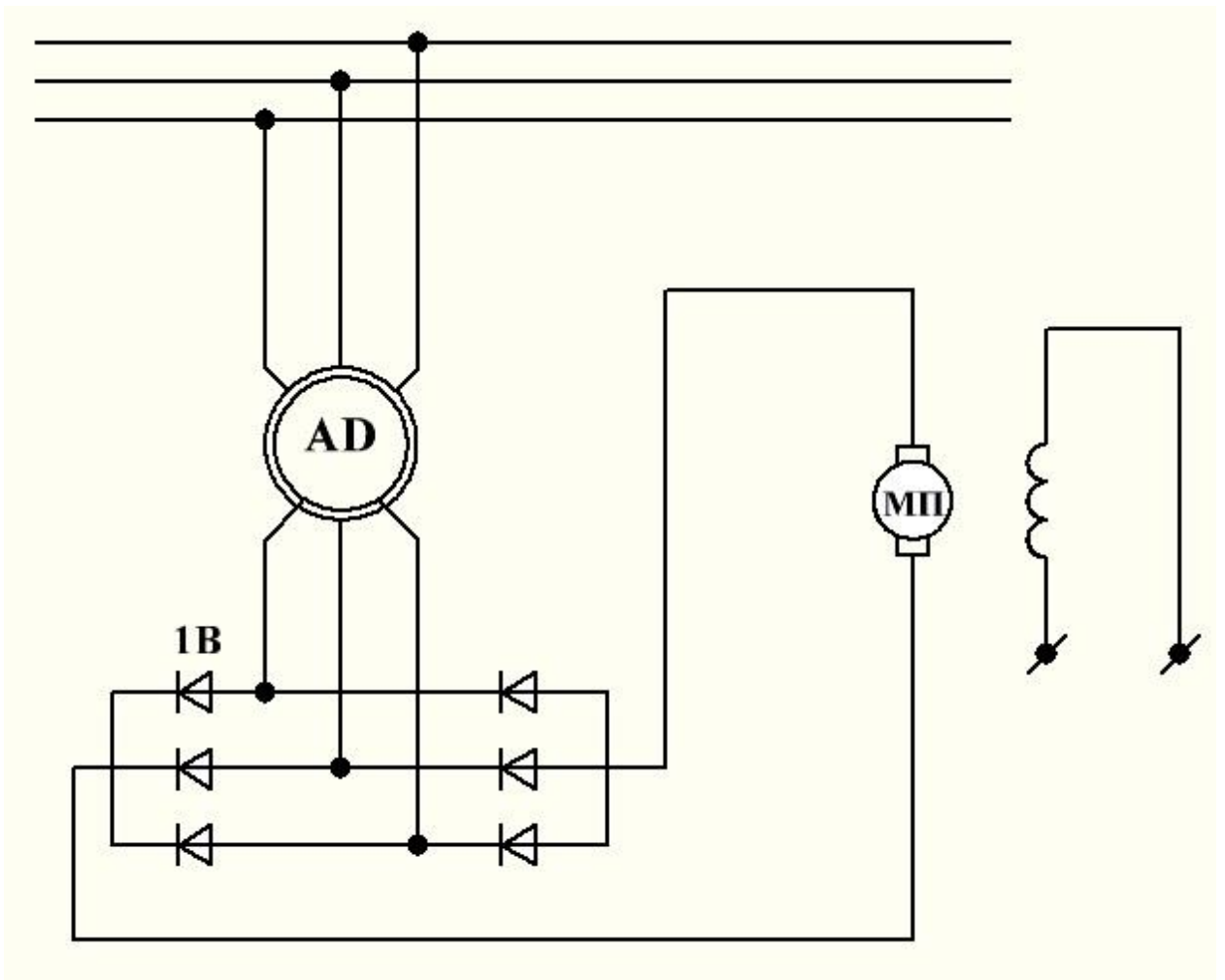
6 сурет – Тұрақты токтың екі машиналы асинхронды вентильді-машиналы каскадтың сұлбасы

Жүктеменің желілік сипаттамасында мұндай сұлба тұрақты токты машиналарының орнатылған қуатын неғұрлым төмендетеді. Асинхронды қозғалтқыштың ротор тізбегіндегі ЭҚК қарама-қарсылық тұрақты токтың екі машинасымен орындалады. Олардың зәкірлері тізбектей немесе параллель қосыла алады. Жүктеменің желдеткіш сипаттамасы негізінде жетек білігіндегі момент төмен болғанда, ЭҚК қарама-қарсы үлкен шама қажет болғанда, үлкен сырғуларда реттеу зонасының төменгі бөлігінде зәкір тізбектей жалғанады.

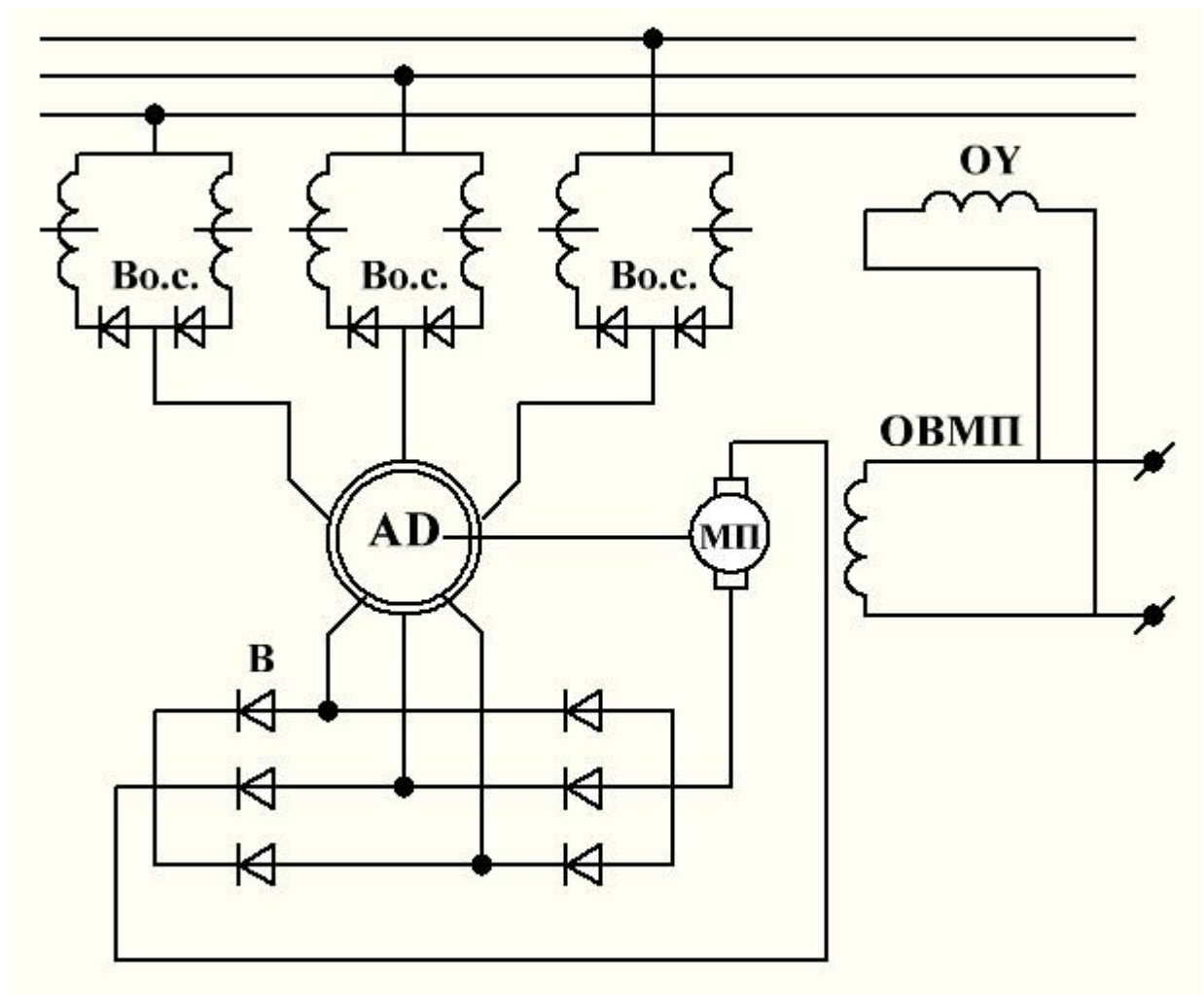
Реттеу зонасының жоғары бөлігінде зәкір параллель қосылуы мүмкін, ол ротор тізбегінде ұйғарынды токты көтере алады, сонымен бірге жетек моменті көтеріледі. Атап өтетініміз, тұрақты ток машинасының мұндай қосылуы тек желдеткіш жүктемелі жетек үшін ғана маңызды болады.

### 1.5 Вентильді-машиналы электрмеханикалық каскад

Электрмеханикалық каскадтың негізгі сұлбасы (7-сурет ) шамамен 1:2 реттеу диапазонын қамтамасыз етеді. Реттеу диапазонын кеңейту үшін және тұрақты ток машинасы қуатын төмендету үшін асинхронды қозғалтқыштың статорына әкелінетін кернеуді төмендету керек. Кернеуді реттеу қанығу дросселі, автотрансформаторлар, вентильді кернеу реттегіш және т.б көмегімен жүргізіледі. Сонымен бірге, статор орамасын үшбұрыштан жұлдызшаға өзгерту мүмкін. 8- суретте дроссельдік басқарудағы асинхронды вентильді-машиналы электрмеханикалық каскадтың сұлбасы көрсетілген. Мұндай сұлбада жылдамдықты реттеу тұрақты ток машинасының қоздыру тогының өзгеруімен және қанығу дросселі тогы арқылы жүзеге асырылады.



7 сурет – Вентильді-машиналы электрмеханикалық каскадтың негізгі сұлбасы



8 сурет – Дроссельдік басқаруды асинхронды вентильді-машиналы каскадтың сұлбасы

Вентильдікасадтар сұлбасының жоғарыда көрсетілген жіктелуі сұлбалық принципте және жетекке кіретін машина және аппараттардың құрылысын қарастырмайтын негізде көрсетілген. Осы тұрғыдан, ең маңыздысы жетек вентилін қолдану түрі бойынша жетекті бөлу: жартылайөткізгіштік және ионды. Қазіргі кезде иондық вентильдер жетекте жоғары және орташа қуатты реттеу ретінде қолданылады. Реттелмейтін вентильді түрлендіргіштер тұрақты токтың аралық тізбекті каскадтың барлық сұлбаларында жетек қуатынан тәуелсіз жартылай өткізгіштік вентильде орындалады.

## 2 Электромагниттік есептеу

### 2.1 Шығыс мәліметтер

Номинал қуаты:  $P_{2н}=110$  кВт;  
Желінің номинал кернеуі:  $U = 220/380$  В;  
Біріктіру сұлбасы:  $\nabla / Y$   
Айнарудың синхрондық жиілігі:  $n_1=600$  айн/мин;  
Полюстер саны:  $2p=10$ ;  
Тораптағы ток жиілігі:  $f_1=50$  Гц;  
Статор орамасының фаздар саны:  $m_1=3$ ;  
Ротор орамасының типі: фазалық роторлы;  
Қоршаған орта әсерінен қорғаныстық дәрежесі бойынша қозғалтқышты орындау: IP 44;  
Салқындату тәсілі: IC141;  
Құрылымдық орындалуы: IM1001;  
Климаттық орындалу санаты: У3;  
Жұмыстың режимі: созылмалы;  
Негізгі қозғалтқыш ретінде АК160М4У3 қозғалтқыштардың құрылымдары қабылданған.

### 2.2 Басты өлшемдерді анықтау

Полюстер санын анықтау:

$$p = \frac{60 \cdot f_1}{n_1} = \frac{60 \cdot 50}{600} = 5. \quad (2.1)$$

Полюстер саны  $2p = 10$ .

$P_{2н}$  номинал қуатының берілген мәні үшін айналымы өсінің биіктігін және IP44 қорғаныстық дәрежесі бар қозғалтқыш үшін полюстер қосындысының санын 5.2 (Л.4) кесте бойынша шамалап анықтаймыз  $h := 355$  мм.

Берілген суреттен айналу білігін анықтаймыз: [1] сурет .18, б  $h = 355$  мм,  $h = 355$  мм сай [1] 9.8 кестеге сай айналу өсіне сай сыртқы диаметрді  $D_a = 660$  мм.

Статордың ішкі диаметрі  $D$ , төмендегі формуламен есептейді:

$$D = k_D \cdot D_a, \quad (2.2)$$

$k_D$  – коэффициенті [1] 9.9 кестенің бойынша анықталады.  $2p = 10$   $k_D = 0,75$  мәнін анықтаймыз, онда:

$$D = 0,75 \cdot 0,66 = 0,49 \text{ м.}$$

Полүстік бөлінуді анықтау  $\tau$  :

$$\tau = \frac{\pi D}{2p} = \frac{\pi \cdot 0,49}{10} = 0,155 \text{ м.} \quad (2.3)$$

Есептік қуатты анықтау  $P'$ , Вт:

$$P' = P_2 \frac{k_E}{\eta \cos \varphi}, \quad (2.4)$$

мұндағы  $P'$  – қозғалтқыштың білігіндегі қуат, Вт;

$k_E$  – ЭҚКнің номинал кернеуге қатынасы,  $D_a = 0,66$  и  $2p = 10$ ,

$k_E = 0,94$  9.20 суретке сай бола алатындай [1]

$P_2 = 110$  кВт және  $2p = 10$ ,  $\eta = 93\%$ , а  $\cos \varphi = 0,83$  сай 4А қозғалтқышының мәндері бойынша жақындатылған  $\eta$  және  $\cos \varphi$  мәндерін 9.21, в суреттегі қисық бойынша анықтаймыз:

$$P' = 110000 \cdot \frac{0,94}{0,93 \cdot 0,83} = 134200 \text{ Вт.} \quad (2.5)$$

$P_2 = 110$  кВт және  $2p = 10$ ,  $A = 39,3 \cdot 10^3 \text{ А/м}$ ,  $B_\delta = 0,81$  Тл. А және  $B_\delta$  электромагниттік жүктемелерді қисықпен графикалық анықтау керек [1] 9.23, б сурет  $P_2 = 110$  кВт және  $2p = 10$ ,  $A = 39,3 \cdot 10^3 \text{ А/м}$ ,  $B_\delta = 0,81$  Тл.

$k_{o\delta 1}$  орама коэффициенті.  $2p > 2$  кезінде екі қабат орамаларға  $k_{o\delta 1} = 0,91 - 0,98$  арасында табу керек.  $k_{o\delta 1} = 0,91$  аламыз.

Біліктің синхронды бұрыштық жылдамдықты табу керек  $\Omega$ :

$$\Omega = 2\pi \cdot \frac{n_1}{60} = 2\pi \cdot \frac{600 \text{ об/мин}}{60} = 62,8 \text{ рад/с}, \quad (2.6)$$

$n_1$  – синхронды жиілік айналымы.

Ауа саңылауының ұзындығы  $l_\delta$  :

$$l_\delta = \frac{P'}{D^2 \Omega k_B k_{o\delta 1} A B_\delta}, \quad (2.7)$$

$k_B$  – ағынның түр коэффициенті.  $k_B = 1,11$ .

$$l_\delta = \frac{134200}{0,49^2 \cdot 62,8 \cdot 1,11 \cdot 0,91 \cdot 39,3 \cdot 10^3 \cdot 0,81} = 0,27 \text{ м.}$$

$D$  және  $l_\delta$  Басты мөлшерлерді дұрыс таңдау үшін мына шартты  $\lambda = l_\delta / \tau$  керек және белгілі аралықты қанағаттандыру керек [1] 9.25, б. сурет

$\lambda = \frac{0,27}{0,155} = 1,74$ .  $\lambda$  рұқсат еткен аралықта жатыр, сондықтан басты өлшемдер дұрыс.

### 2.3 Статордың паза сандарын анықтау және статордың орамаларын санау

Шығатын жіктерінің саны полюстерге және фазаға сандарының мәніне еселігі болу керек:  $q=3$

Статордың паза сандары :

$$Z_1 = 2 \cdot p \cdot m \cdot q = 2 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 3 = 90, \quad (2.8)$$

$m$  – фазалар саны.

Статордың кертешті бөлінуі:

$$t_1 = \frac{\pi D}{2 p m q} = \frac{\pi \cdot 0,49}{10 \cdot 3 \cdot 3} = 17,1 \text{ мм}. \quad (2.9)$$

Статор орамасының номинал фаздық тоғы:

$$I_{1H} = \frac{P_2}{m U_{1H} \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{110000}{3 \cdot 220 \cdot 0,93 \cdot 0,83} = 216 \text{ А}. \quad (2.10)$$

Ойықтағы тиімді сымдар саны ( егер  $a = 3$  ):

$$u'_n = \frac{a \cdot t_1 \cdot A}{I_{1H}} = \frac{3 \cdot 0,017 \cdot 39,3 \cdot 10^3}{216} = 9,27. \quad (2.11)$$

Параллель тарауларының санын былай аламыз  $a = 1$ , онда

$$u_n = a u'_n = 1 \cdot 9,27 = 9,27 \quad (2.12)$$

Статордың орамасының фазасындағы және  $\Phi$  магнит ағынның орамалар саны  $\Phi$ :

$$\omega_1 = \frac{u_n Z_1}{2 a m} = \frac{9,27 \cdot 90}{2 \cdot 3 \cdot 3} = 46,3; \quad (2.13)$$

$$\Phi = \frac{k_E \cdot U_{1H}}{4 k_B \cdot \omega_1 \cdot k_{\text{обл}} \cdot f_1} = \frac{0,94 \cdot 220}{4 \cdot 1,11 \cdot 46,3 \cdot 0,91 \cdot 50} = 0,0221 \text{ Вб}. \quad (2.14)$$

Электрлік және магнит жүктемелерінің мәндерін анықтаймыз:

$$A = \frac{2I_{1H} \omega_1 m}{\pi D} = \frac{2 \cdot 216 \cdot 46,3 \cdot 3}{3,14 \cdot 0,49} = 39219 \text{ A/м}; \quad (2.15)$$

$$B_\delta = \frac{p\Phi}{Dl_\delta} = \frac{5 \cdot 0,0221}{0,49 \cdot 0,27} = 0,83 \text{ Тл}. \quad (2.16)$$

Электрлік және магнит жүктемелерінің мәндері кестеден көп айырмашылығы болмайды.

Болатын ток тығыздығы қозғалтқыштың сызықтық жүктемесі есекеріліп таңдалады:

$$J_1 = \frac{AJ}{A}, \quad (2.17)$$

$AJ$  – статор орамасының жіктік бөлімінің қызуын кестемен анықтаймыз [1] 9.27, д. сурет

$D_a = 0,66 \text{ м}$   $AJ = 185 \cdot 10^9 \text{ A}^2 / \text{м}^3$  кезінде

$$J_1 = \frac{185 \cdot 10^9}{39,2 \cdot 10^3} = 4,7 \cdot 10^6 \text{ A/м}^2.$$

Тиімді өткізгіштің қимасының ауданын есептейміз:

$$q_{\text{эф}} = \frac{I_{1H}}{aJ_1} = \frac{216}{2 \cdot 4,7 \cdot 10^6} = 2,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2. \quad (2.18)$$

ПЭТМ сымын таңдаймыз  $n_{\text{эл}} = 2$ , онда [1] кесте П-3.1  $q_{\text{эл}} = 0,353 \text{ мм}^2$ ,  $d_{\text{эл}} = 0,67 \text{ мм}$ ,  $d_{\text{уз}} = 0,73 \text{ мм}^2$ .

Статор орамасындағы ақырғы ток тығыздығын анықтаймыз:

$$J_1 = \frac{I_{1H}}{aq_{\text{эл}}n_{\text{эл}}} = \frac{216}{2 \cdot 0,353 \cdot 10^{-6} \cdot 2} = 15,3 \cdot 10^6 \text{ A/м}^2. \quad (2.19)$$

## 2.4 Статор ойығының және ауа сағылауларының өлшемдерін есептеу

$2p = 10$  кезінде [1] кесте 9.12  $B_{Z1} = 1,9 \text{ Тл}$ ,  $B_a = 1,5 \text{ Тл}$  бойынша статор ойығындағы  $B_{Z1}$  және статор жіктеріндегі  $B_a$  электромагниттік индукцияларды анықтаймыз.



2013 маркалы болатты таңдаймыз [1] 9.13 кесте және статор мен ротордың магниттік сымды болатпен толтыру коэффициенті  $k_C = 0,95$ .

Статор мойынтұрығындағы индукциясына қарай статор мойынтұрығының биіктігі  $h_a$  және  $b_{z1}$  минимал кертеш биіктігін анықтаймыз:

$$h_a = \frac{\Phi}{2B_a l_{cm1} k_C} = \frac{0,0221}{2 \cdot 1,5 \cdot 0,49 \cdot 0,95} = 0,0158 \text{ м}; \quad (2.20)$$

$$b_{z1} = \frac{B_\delta t_1 l_\delta}{B_{z1} l_{cm1} k_C} = \frac{0,83 \cdot 0,0171 \cdot 0,27}{1,9 \cdot 0,49 \cdot 0,95} = 0,0043 \text{ м}. \quad (2.21)$$

Жартылай жабық жіктің оймакілтек биіктігін  $h_u$  және  $b_u$  енін анықтаймыз.  $h \geq 280 \text{ мм}$  осінің биіктігі үшін,  $h_u = 1 \text{ мм}$ . Оймакілтектің енін кестеден аламыз 9.16 [1].  $2p = 10$  және  $h = 355 \text{ мм}$  кезінде,  $b_u = 3,7 \text{ мм}$ .

Жіктің биіктігі:

$$h_{II} = \frac{D_a - D}{2} - h_a = \frac{0,66 - 0,49}{2} - 0,0158 = 0,0692 \text{ м}. \quad (2.22)$$

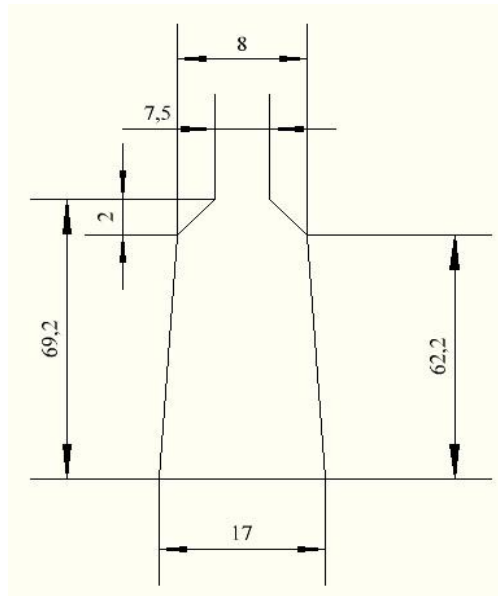
Штамптегі жіктердің өлшемдерін анықтаймыз  $b_1$  және  $b_2$ :

$$b_1 = \frac{\pi(D + 2h_{II})}{Z_1} - b_{z1} = \frac{\pi \cdot (0,49 + 2 \cdot 0,0692)}{90} - 0,0043 = 0,017 \text{ м}; \quad (2.23)$$

$$\begin{aligned} b_2 &= \frac{\pi(D + 2h_{III} - b_{III}) - Z_1 b_{z1}}{Z_1 - \pi} \\ &= \frac{\pi(0,49 + 2 \cdot 0,001 - 0,0037) - 90 \cdot 0,0043}{90 - \pi} = 0,013 \text{ м}, \end{aligned} \quad (2.24)$$

Жіктің клиндік бөлігінің биіктігі  $h_{II,K}$ :

$$\begin{aligned} h_{II,K} &= h_{II} - \left( h_{III} + \frac{b_1 - b_{III}}{2} \right) = \\ &= 0,0692 - \left( 0,001 + \frac{0,017 - 0,0037}{2} \right) = 0,0622 \text{ м}. \end{aligned} \quad (2.25)$$



9 сурет – Жобаланған қысқа тұйықталған роторлы қозғалтқыштың ойығы

Өзекшені жинауға және шихтовкаға әдіпті ескере отырып, жарықтағы ойықтың өлшемдерін анықтау:  $\Delta b = 0,3 \text{ мм}$  және  $\Delta h = 0,3 \text{ мм}$ , 9.14 кесте бойынша [1]:

ені,  $b'_1$  және  $b'_2$ :

$$b'_1 = b_1 - \Delta b = 17 - 0,3 = 16,7 \text{ мм}; \quad (2.26)$$

$$b'_2 = b_2 - \Delta b = 13 - 0,3 = 12,7 \text{ мм}. \quad (2.27)$$

биіктігі  $h'_{П.К}$ :

$$h'_{П.К} = h_{П.К} - \Delta h = 64,6 - 0,3 = 64,3 \text{ мм}. \quad (2.28)$$

Ойықтағы сыртының орамасының көлденең қимасын анықтау:

$$S_{oi} = b_{oi}(2h_{П} + b_1 + b_2), \quad (2.29)$$

$b_{oi}$  – ойықтағы ораманың бір беттік қалыңдығы,  $b_{oi} = 0,25 \text{ мм}$ .

$$S_{oi} = 0,25(2 \cdot 69,2 + 17 + 13) = 42,1 \text{ мм}^2.$$

Ойыққа кететін төсемдердің көлденең қимасының ауданын анықтау:

$$S_{np} = 0 \cdot (b_1 + b_2) = 0 \cdot (15 + 11) = 0 \text{ мм}^2. \quad (2.30)$$

Өткізгішті орналастыру үшін ойыққа кететін төсемдердің көлденең қимасының ауданын анықтау:

$$S'_{II} = \frac{b'_1 + b'_2}{2} h'_{II.K} - S_{oi} - S_{III} = \frac{16,7 + 12,7}{2} \cdot 64,3 - 42,1 - 0 = 903,1 \text{ мм}^2. \quad (2.31)$$

Өлшемдерін дұрыстығын тексеру үшін ойықты толтырудағы  $k_3$  коэффициентін анықтаймыз:

$$k_3 = \frac{d_{oi}^2 u_n n_{эл}}{S'_n} = \frac{0,73^2 \cdot 9,27 \cdot 2}{30,06} = 0,32. \quad (2.32)$$

## 2.5 Ротордың өлшемдері

Ауа сығылауының биіктігін  $\delta$  кестеден анықтаймыз [1] 9.31 сурет.  $2p = 10$  және  $D = 0,49 \text{ м}$  кезінде,  $\delta = 0,22 \text{ мм}$

Қысқа тұйықталған ротордың сыртқы диаметрі:

$$D_2 = D - 2\delta = 490 - 2 \cdot 0,22 = 489 \text{ мм}. \quad (2.32)$$

Ротордың ұзындығы ауа сығылауының ұзындығына тең:  $l_2 = l_\delta$ ,  
 $l_2 = 0,27 \text{ м}$ .

Ойықтар санын 9.18 кестеден аламыз [1],  $Z_2 = 40$ .

Ротордың тістік бөлінудің өлшемін анықтау:

$$t_2 = \frac{\pi D_2}{Z_2} = \frac{\pi \cdot 489}{40} = 38,3 \text{ мм}. \quad (2.33)$$

$k_B$  коэффициентін біліктің диаметрін анықтау үшін 9.19 кестеден аламыз [1].  $2p = 10$  және  $h = 355 \text{ мм}$  кезінде,  $k_B = 0,23$ .

Ротордың ішкі диаметрі:

$$D_j = k_B \cdot D_a = 0,23 \cdot 660 = 151,8 \text{ мм}. \quad (2.34)$$

Ротор өзегіндегі токты анықтаймыз:

$$I_2 = k_i \cdot I_1 \cdot v_i, \quad (2.35)$$

мұнда  $k_i$  – магниттелу тоғының және ораманың кедергісін  $I_1/I_2$  қатынасына әсерін ескере отыратын коэффициенті,  $\cos \varphi = 0,83$  кезінде кестеден анықтаймыз:

$$k_i = 0,2 + 0,8 \cdot \cos \varphi = 0,86;$$

$\nu_i$  – ток келтіру коэффициенті, төмендегі формула бойынша:

$$\nu_i = \frac{2 \cdot m_1 \cdot \omega_1 \cdot k_{об1}}{Z_2} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 46,3 \cdot 0,97}{40} = 6,73. \quad (2.36)$$

Ротор өзегіндегі бастапқы ток:

$$I_2 = 0,86 \cdot 216 \cdot 6,73 = 1250A.$$

Өзектің көлденең қимасының ауданын анықтау:

$$q_c = \frac{I_2}{J_2}, \quad (2.37)$$

$J_2$  – ток тығыздығы;

$$J_2 = 2,5 \cdot 10^6 \text{ A} / \text{м}^2.$$

Ротордың ойығын 9.40, б кесте бойынша аламыз [1].  $b_{uu} = 1,5\text{мм}$ ,  $h_{uu} = 0,75\text{мм}$ ,  $h'_{uu} = 0,3\text{мм}$  қабылдаймыз.

Ротор тістегішіндегі  $B_{z2}$  магнит индукциясын  $B_{z2} = 1,65 \div 1,9$  аралықтан анықтаймыз [1] 9.12 кесте.  $B_{z2} = 1,8\text{Тл}$  қабылдаймыз.

Тістегіштің ені:

$$b_{z2} = \frac{B_{\delta} t_2 l_2}{B_{z2} l_{cm2} k_c} = \frac{0,83 \cdot 38,3 \cdot 0,27}{1,8 \cdot 0,49 \cdot 0,97} = 10\text{мм}. \quad (2.38)$$

Ойықтың  $b_1$  және  $b_2$  енінің өлшемдерін анықтау:

$$\begin{aligned} b_1 &= \frac{\pi(D_2 - 2h_{III} - 2h'_{III}) - Z_2 b_{z2}}{\pi + Z_2} = \\ &= \frac{\pi(489 - 2 \cdot 0,75 - 2 \cdot 0,3) - 40 \cdot 10}{\pi + 40} = 26\text{мм}; \end{aligned} \quad (2.39)$$

$$b_2 = \sqrt{\frac{b_1^2 \left( \frac{Z_2 + \pi}{\pi} \right) - q_c \cdot 4}{\frac{Z_2 + \pi}{\pi} + \frac{\pi}{2}}} = \sqrt{\frac{26^2 \cdot \left( \frac{40 + \pi}{\pi} \right) - 504 \cdot 4}{\frac{40 + \pi}{\pi} + \frac{\pi}{2}}} = 22,7\text{мм}. \quad (2.40)$$

$h_1$  биіктігін:

$$h_1 = (b_1 - b_2) \frac{Z_2}{2\pi} = (26 - 22,7) \frac{40}{2\pi} = 20,98\text{мм}. \quad (2.41)$$

Ротордың ойығының  $h_{П2}$  толық биіктігін есептейміз:

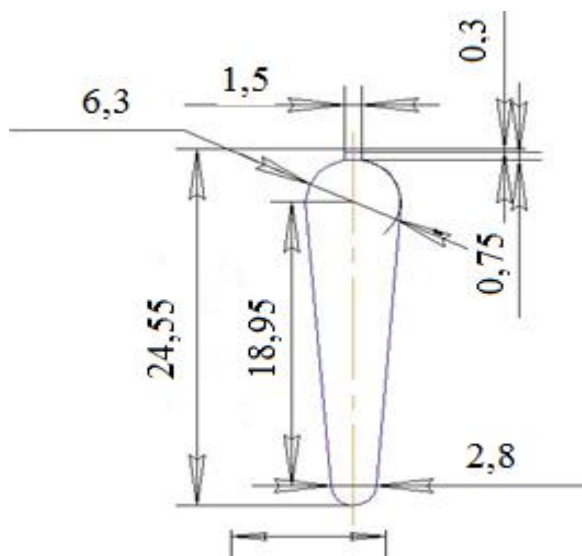
$$h_{П2} = h'_{ш} + h_{ш} + \frac{b_1}{2} + h_1 + \frac{b_2}{2} = 0,3 + 0,75 + \frac{26}{2} + 20,98 + \frac{22,7}{2} = 46,38 \text{ мм.} \quad (2.42)$$

$q_c$  өзектің көлденең қимасын анықтай:

$$\begin{aligned} q_c &= \frac{\pi}{8} (b_1^2 + b_2^2) + (b_1 + b_2) \frac{h_1}{2} = \\ &= \frac{\pi}{8} (26^2 + 22,7^2) + (26 + 22,7) \frac{20,98}{2} = 975,4 \text{ мм}^2. \end{aligned} \quad (2.43)$$

$J_2$  өзектегі ток тығыздығын анықтау:

$$J_2 = \frac{I_2}{q_c} = \frac{1250}{975 \cdot 10^{-6}} = 1,28 \cdot 10^6 \text{ А/м}^2. \quad (2.44)$$



10 сурет – Жобаланған қысқа тұйықталған роторлы қозғалтқыштың ойығы

$q_{кл}$  қысқа тұйықталған сақиналарының көлденең қимасын есептейміз:

$$q_{кл} = \frac{I_{кл}}{J_{кл}}. \quad (2.45)$$

$I_{кл}$  – сақинадағы ток, төмендегі формуламен анықтаймыз:

$$I_{кл} = I_2 / \Delta; \quad (2.46)$$

$$\Delta = 2 \sin \frac{\alpha z}{2} = 2 \sin \frac{\pi p}{Z_2} = 2 \cdot \sin \frac{2 \cdot \pi}{40} = 0,312. \quad (2.47)$$

Онда

$$I_{кл} = \frac{1250}{0,312} = 4006,4A;$$

$$J_{кл} = 0,85 \cdot J_2 = 0,85 \cdot 1,23810^6 = 1,08 \cdot 10^6 A / м^2; \quad (2.48)$$

$$q_{кл} = \frac{4006,4}{1,08 \cdot 10^6} = 370 \cdot 10^{-7} м^2.$$

Бекітілген сақиналардың  $a_{кл}$ ,  $b_{кл}$  өлшемдерін және  $D_{к.ор}$  орташа диаметрін анықтау:

$$b_{кл} = 1,25 \cdot h_{П2} = 1,25 \cdot 46,38 = 57,9мм. \quad (2.49)$$

$$a_{кл} = \frac{q_{кл}}{b_{кл}} = \frac{3709}{57,9} = 64мм. \quad (2.50)$$

Сақинаның көлденең қимасының ауданы:

$$q_{кл} = a_{кл} \cdot b_{кл} = 64 \cdot 57,9 = 3705,6мм^2; \quad (2.51)$$

$$D_{к.ор} = D_2 - b_{кл} = 489 - 64 = 425мм. \quad (2.52)$$

## 2.6 Магниттелу тоғын есептеу

Ротор және статор тістегіштеріндегі индукция мәні:

$$B_{z1} = \frac{B_{\delta} \cdot t_1 \cdot l_{\delta}}{b_{z1} \cdot l_{cm1} \cdot k_c} = \frac{0,83 \cdot 0,0171 \cdot 0,27}{0,0043 \cdot 0,49 \cdot 0,97} = 1,9Тл; \quad (2.53)$$

$$B_{z2} = \frac{B_{\delta} t_2 l_{\delta}}{b_{z2} l_{cm2} k_c} = \frac{0,83 \cdot 0,0383 \cdot 0,27}{0,010 \cdot 0,97 \cdot 0,49} = 1,8Тл. \quad (2.54)$$

Статор мойынтұрағындағы  $B_a$  индукцияны есептеу:

$$B_a = \frac{\Phi}{2h_a l_{CT1} k_c} = \frac{0,0221}{2 \cdot 0,0158 \cdot 0,49 \cdot 0,97} = 1,4Тл. \quad (2.55)$$

Ротор мойынтұрағындағы  $B_j$  индукцияны есептейміз:

$$B_j = \frac{\Phi}{2h'_j l_{CT2} k_c}, \quad (2.56)$$

$h'_j$  — Ротор мойынтұрағындағы есептелген биіктік, м.

Ротор өзекшесі төлкеге немесе қабырғаланған білікке жақындатылған  $2p=10$  қозғалтқыштың  $h'_j$  мына формуламен анықталады:

$$h'_j = \frac{2+p}{3,2p} \left( \frac{D_2}{2} - h_{n2} \right) = \frac{2+5}{3,2 \cdot 5} \left( \frac{489}{2} - 46,38 \right) = 85,19 \text{ мм}; \quad (2.57)$$

$$B_j = \frac{0,0221}{2 \cdot 0,08519 \cdot 0,27 \cdot 0,97} = 0,5 \text{ Тл.}$$

Ауа саңылауының магнит кернеу  $F_\delta$ :

$$F_\delta = \frac{2}{\mu_0} B_\delta \delta k_\delta = 1,59 B_\delta \delta k_\delta \cdot 10^6. \quad (2.58)$$

$k_\delta$  — ауа саңылауының коэффициенті, төмендегі формуламен анықталады:

$$k_\delta = \left[ \frac{t_1}{t_1 - \gamma \delta} \right], \quad (2.59)$$

$$\text{мұндағы } \gamma = \frac{(b_{u1} / \delta)^2}{5 + b_{u1} / \delta} = \frac{(3,7 / 0,22)^2}{5 + 3,7 / 0,22} = 12,96;$$

$$k_\delta = \left[ \frac{17,1}{17,1 - 12,96 \cdot 0,22} \right] = 1,2.$$

Ауа саңылауының магнит кернеу:

$$F_\delta = 1,59 \cdot 10^6 \cdot 0,83 \cdot 1,2 \cdot 0,55 \cdot 10^{-3} = 871 \text{ А.}$$

Статордың тістегіш аймағының магнит кернеуі  $F_{z1}$ :

$$F_{z1} = 2h_{z1} H_{z1}, \quad (2.60)$$

мұнда  $2h_{z1}$  — статор тістегіштің есептегіш биіктігі, м.

$H_{z1}$  кестемен анықтаймыз [1] П-1.7 кесте.  $B_{z1} = 1,9 \text{ Тл}$  кезінде,  $H_{z1} = 2640 \text{ А/м}$ .

$$F_{z1} = 2 \cdot 0,0692 \cdot 2640 = 365,3 \text{ А.}$$

Ротордың тістегіш аймағының магнит кернеуі  $F_{z2}$ :

$$F_{z2} = 2h_{z2}H_{z2}, \quad (2.61)$$

мұндағы  $h_{z2} = h_{п2} - 0,1b_2 = 46,38 - 0,1 = 46,28 \text{ мм}$ ;

$H_{z2} = 5030 \text{ А/м}$ , [1] П-1.7 кесте.

$$F_{z2} = 2 \cdot 0,04628 \cdot 5030 = 465,5 \text{ А.}$$

Тістегіш аймағының қанығу коэффициентін есептейміз  $k_z$ :

$$k_z = 1 + \frac{F_{z1} + F_{z2}}{F_{\delta}} = 1 + \frac{365,3 + 465,5}{348,4} = 3,3. \quad (2.61)$$

Статор мойынтұрағының орта магнит сызығын ұзындығы  $L_a$ :

$$L_a = \frac{\pi(D_a - h_a)}{2p} = \frac{\pi(0,66 - 0,0158)}{10} = 0,202 \text{ м.} \quad (2.62)$$

Мойынтұрақ үшін магниттелу қисығын  $B_a$  индукция кезінде ағынның  $H_a$  кернеулігін 2013 маркалы болат үшін анықтау. [1] П-1.6 кесте.  $B_a = 1,4 \text{ Тл}$  кезінде,  $H_a = 400 \text{ А/м}$ .

Ротор мойынтұрағының магнит кернеуін анықтау  $F_a$ :

$$F_a = L_a H_a = 0,202 \cdot 400 = 80,8 \text{ А.} \quad (2.63)$$

Ротор мойынтұрағының орта магнит сызығын ұзындығы  $L_j$ :

$$L_j = \frac{\pi(D_j + h_j)}{2p}, \quad (2.64)$$

мұнда  $h_j$  – ротор артының биіктігі, келесі формуламен анықталады:

$$h_j = \frac{D_2 - D_j}{2} - h_{п2} = \frac{0,489 - 0,151}{2} - 0,04836 = 0,120 \text{ м;} \quad (2.65)$$

$$L_j = \frac{\pi(0,151 + 0,120)}{4} = 0,21 \text{ м.}$$

Мойынтұрақ үшін магниттелу қисығын  $B_j = 0,5 \text{ Тл}$  индукция кезінде ағынның  $H_j$  кернеулігін 2013 маркалы болат үшін анықтау [1] П-1.6 кесте.  $B_j = 0,5 \text{ Тл}$  кезінде,  $H_j = 66 \text{ А/м}$ .



Ротор мойынтұрағының магнит кернеуін анықтау  $F_j$ :

$$F_j = L_j H_j = 0,21 \cdot 66 = 13,86 A. \quad (2.66)$$

Машинаның магнит тізбегінің магнит кернеуінің қосындысын есептейміз (қос полюске де)  $F_{\Sigma}$ :

$$F_{\Sigma} = F_{\delta} + F_{z1} + F_{z2} + F_a + F_j = 348,4 + 365,3 + 465,5 + 80,8 + 13,86 = 1273,6 A. \quad (2.67)$$

Магнит тізбегінің қанығу коэффициенті  $k_{\mu}$ :

$$k_{\mu} = \frac{F_{\Sigma}}{F_{\delta}} = \frac{1273,6}{871} = 1,46. \quad (2.68)$$

Магниттелу тоғы  $I_{\mu}$ :

$$I_{\mu} = \frac{p F_{\Sigma}}{0,9 m_1 \omega_1 k_{об1}} = \frac{5 \cdot 1273,6}{0,9 \cdot 3 \cdot 46,3 \cdot 0,95} = 58,1 A. \quad (2.69)$$

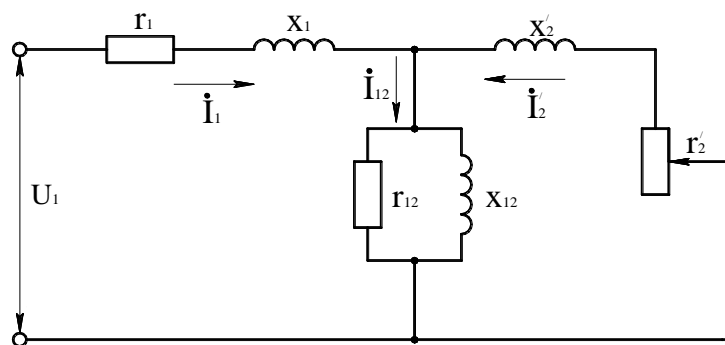
Магниттелу тоғының қатысты мәні  $I_{\mu}^*$ :

$$I_{\mu}^* = \frac{I_{\mu}}{I_{1H}} = \frac{58,1}{216} = 0,26 A. \quad (2.70)$$

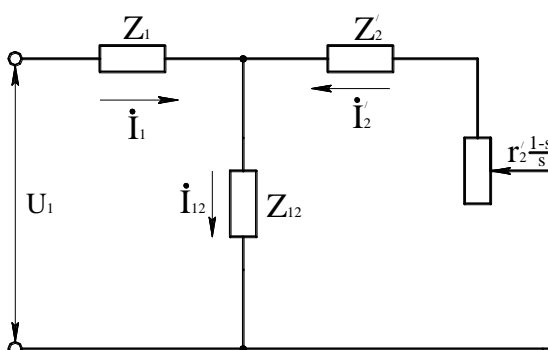
## 2.7 Жұмыс режимінің сипаттамасы

Асинхронды машинаның сипаттамалары деп статордың болатындағы шығынның әсерін ескеретін, статордың  $x_1$ ,  $r_1$  және ротордың  $r_2$ ,  $x_2$  орамаларындағы активті және индуктивті кедергілерді, өзара индуктивті кедергіні  $x_{12}$  (немесе  $x_m$ ), немесе есептегіш кедергіні  $r_{12}$  (немесе  $r_m$ ) атайды.

Келтірілген процесстерді айналмалы машинаның бөлігінде негізделген асинхронды машинаның фазаларының орын басу сұлбасы 6.1 суретте көрсетілген. Асинхронды машинаның физикалық процесстерді дәлірек 6.1 суреттегі сұлбада көрсетілген. Бірақ есептеуге 6.2 суреттегіге түрлендірген ыңғайлырақ



11 сурет – Асинхронды машинаның фаза орамаларының орын басу сұлбасы



12 сурет – Келтірілген асинхронды машинаның фаза орамаларының өзгертілген орын басу сұлбасы

Статор орамасындағы фазаның активті кедергісі  $r_1$  формуламен есептеледі:

$$r_1 = k_r \rho_{115} \frac{L_1}{q_{\text{эф}} a}, \quad (2.71)$$

мұнда  $L_1$  – орамадағы фазаның әсерлі өткізгіштерінің жалпы ұзындығы, м;

$a$  – ораманың параллел тармақтарының саны;

$\rho_{115}$  – есептелген температура кезіндегі орама материалының меншікті кедергісі. Мыста  $\rho_{115} = 10^{-6} / 41 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ ;

$k_r$  – активті кедергіні көбейтетін коэффициент.

Асинхронды машинаның статорындағы орама өткізгіштерінде ығысу тоғының әсері өткізгіштерінің кіші өлшемдері үшін едәуір аз болады. Сондықтан  $k_r = 1$ .

Фаза орамаларының жалпы ұзындығы  $L_1$  төмендегі формуламен есептейміз:

$$L_1 = l_{op} \cdot \omega_1, \quad (2.72)$$

$l_{op}$  – орамадағы орташа ұзындығы, м.

$L_{op}$  витоктың орташа ұзындығын катушканың түзу сызықтық мойынтұрақты және иілген маңдайша бөліктердің қосындысынан анықталады:

$$l_{oo} = 2(l_{II} + l_{л}) \quad (2.73)$$

мұндағы  $l_{II}$  – мойынтұрақ бөлімінің ұзындығы, машинаның өзекшелерінің конструктивті ұзындығына тең.  $l_{II} = 0,27(м)$ ;

$l_{л}$  – маңдайша бөлігінің ұзындығы.

Толықтырылған статор орамадағы катушканың маңдайша бөлігінің ұзындығы төмендегі формуламен анықталады:

$$l_{л} = K_{л} b_{КТ} + 2B, \quad (2.74)$$

мұнда  $K_{л}$  – полюстер санына байланысты коэффициенті;

$2p = 10$  үшін [1] 9.23 кестеде  $K_{л} = 1,3$  тең.

$b_{КТ}$  – катушканың орташа ені, м, мойынтұрақ ұзындығының ортасынан өтетін айналаның доғасына қарай анықталады:

$$b_{КТ} = \frac{\pi(D + h_{II})}{2p} \beta_1, \quad (2.75)$$

мұнда  $\beta_1$  – статор орамасының қатысты қадамның қысқаруы. Оны  $\beta_1 = 1$  қабылдаймыз.

$$b_{КТ} = \frac{\pi(0,49 + 0,0692)}{4} \cdot 1 = 0,438 м.$$

$B = 0,01(м)$  коэффициенті мойынтұрақта қаланған өзекшенің корпусстың престелуіне дейін күтуге құю орамаға арналған.

$$l_{л} = K_{л} b_{КТ} + 2B = 1,3 \cdot 0,438 + 2 \cdot 0,01 = 0,589 м.$$

Орташа ұзындығы:

$$l_{op} = 2(0,27 + 0,589) = 1,71 м.$$

Өткізгіштегі ораманың фазаларының жалпы ұзындығы:

$$L_1 = 1,38 \cdot 46,3 = 63,8 м.$$

Статор ораманың фазасының активті кедергісі:

$$r_1 = 1 \cdot \frac{10^{-6}}{40} \cdot \frac{63,8}{2,3 \cdot 10^{-6} \cdot 2} = 0,34 \text{ м.}$$

Маңдайша бөлігіндегі ұшу ұзындығын анықтау:

$$l_{\text{yш}} = K_{\text{yш}} b_{\text{KT}} + B = 0,4 \cdot 0,438 + 0,01 = 0,185 \text{ м,} \quad (2.76)$$

мұнда  $K_{\text{yш}}$  – коэффициент, [1] сұлба 9.23 кесте бойынша.

$K_{\text{yш}} = 0,4$  -ке тең болады  $2p = 10$  кезінде.

Салыстырмалы бірліктегі статор орамының активті кедергісі  $r_1^*$ :

$$r_1^* = r_1 \cdot \frac{I_{1н}}{U_{1н}} = 0,34 \cdot \frac{216}{220} = 0,33 \text{ Ом.} \quad (2.77)$$

Ротор орамының активті кедергісі  $r_2$  анықтаймыз:

$$r_2 = r_c + \frac{2r_{\text{кл}}}{\Delta^2}, \quad (2.78)$$

мұндағы  $r_c$  – стержень кедергісі;

$r_{\text{кл}}$  – сақинаның кедергісі.

Стерженьдегі кедергіні есептейміз:

$$r_c = \rho_c \frac{l_2}{q_c} = \frac{10^{-6}}{20,5} \cdot \frac{0,27}{97,5 \cdot 10^{-6}} = 13,2 \cdot 10^{-6} \text{ Ом.} \quad (2.79)$$

Сақинадағы кедергіні есептейміз:

$$r_{\text{кл}} = \rho_{115} \cdot \frac{\pi \cdot D_{\text{кл.ор.}}}{Z_2 q_{\text{кл}}} = \frac{10^{-6}}{20,5} \cdot \frac{\pi \cdot 0,436}{40 \cdot 388,2 \cdot 10^{-6}} = 4,2 \cdot 10^{-6} \text{ Ом.} \quad (2.80)$$

Сонда ротордағы активті кедергі:

$$r_2 = 13,2 \cdot 10^{-6} + \frac{2 \cdot 4,2 \cdot 10^{-6}}{0,312^2} = 99,7 \cdot 10^{-6} \text{ Ом.}$$

$r_2$  статордағы орамдар санына әкеліп,  $r_2'$  анықтаймыз:

$$r_2' = r_2 \frac{4m(\omega k_{o\delta 1})^2}{Z_2} = 99,7 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{4 \cdot 3 \cdot (46,3 \cdot 0,95)^2}{40} = 0,057 \text{ Ом}. \quad (2.81)$$

Салыстырмалы бірліктегі ротор орамының активті кедергісі:

$$r_2^* = r_2' \frac{I_{1H}}{U_{1H}} = 0,057 \cdot \frac{216}{220} = 0,055 \text{ (Ом)}. \quad (2.82)$$

Статор орамасының фазалық тарқауының индуктивті кедергісі:

$$x_1 = 15,8 \cdot \frac{f_1}{100} \left( \frac{\omega_1}{100} \right)^2 \cdot \frac{l_\delta'}{pq} (\lambda_{n1} + \lambda_{r1} + \lambda_{o1}) \quad (2.83)$$

мұндағы  $\lambda_n$  – статордағы пазалық тарқауының магнит өтімділігінің коэффициенті.

Статордың пазалық тарқауының магнит өткізгіштік коэффициенті:

$$\lambda_n = \frac{h_2}{3b_1} k_\beta + \left( \frac{h_1}{b_1} + \frac{3h_k}{b_1 + 2b_u} + \frac{h_u}{b_u} \right) \cdot k_\beta', \quad (2.84)$$

мұндағы  $k_\beta = 1$ ,  $k_\beta' = 1$ ,  $b_1 = 5,94 \text{ мм}$ ,  $h_2 = h_{П.К} - 2b_{u3} = 62,4 \text{ мм}$ ,  $h_1 = 0$ ;  
(өткізгіш пазалық тарқаумен бекітілген).

$$h_k = \frac{b_1 - b_u}{2} = \frac{5,94 - 3,7}{2} = 1,12 \text{ мм}; \quad (2.85)$$

$$\lambda_n = \frac{62,4}{3 \cdot 5,94} \cdot 1 + \left( 0 + \frac{3 \cdot 1,12}{5,94 + 2 \cdot 3,37} + \frac{1}{3,37} \right) \cdot 1 = 1,83.$$

Статордың жақтық бөлігінің, тарқау өтімділік коэффициенті:

$$\lambda_{r1} = 0,34 \cdot \frac{q}{l_\delta'} \cdot (l_{r1} - 0,64\beta\tau) = 0,34 \cdot \frac{3}{0,27} \cdot (0,589 - 0,64 \cdot 1 \cdot 0,155) = 2,16. \quad (2.86)$$

Статордың дифференциалды тарқауының өткізгіштік коэффициенті:

$$\lambda_{o1} = \frac{t_1}{12 \cdot \delta \cdot k_\delta} \cdot \xi, \quad (2.87)$$

мұндағы  $\xi = 2k_{ck}' k_\beta - k_{o\delta 1}^2 \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2 (1 + \beta_{ck}^2) = 2 \cdot 1,9 \cdot 1,2 - 0,95^2 \cdot 2,2^2 \cdot 1 = 0,2.$

$k'_{ск}$  графикалық жолмен анықталады,  $\frac{t_2}{t_1} = 2,2$  болған кезде,

$k'_{ск} = 1,9$  [1] сурет 9.51, д,  $\beta_{ск} = 0$ .

$$\lambda_{\sigma 1} = \frac{17,1}{12 \cdot 0,22 \cdot 1,2} \cdot 0,2 = 1,08.$$

Статор орамасының индуктивті кедергісін (3.13) формуласы бойынша анықтаймыз:

$$x_1 = 1,58 \cdot \frac{50}{100} \cdot \left( \frac{46,3}{100} \right)^2 \cdot \frac{0,27}{5 \cdot 3} (1,83 + 2,16 + 1,08) = 1,54 \text{ Ом.}$$

Индуктивті кедергі салыстырмалы бірлікте  $x_1^*$ :

$$x_1^* = x_1 \frac{I_{1н}}{U_{1н}} = 1,54 \cdot \frac{216}{220} = 1,51 \text{ Ом.} \quad (2.88)$$

Ротор фаза орамасының индуктивті кедергісі:

$$x_2 = 7,9 f_1 l'_\delta (\lambda_{n2} + \lambda_{r2} + \lambda_{\sigma 2}) \cdot 10^{-6}, \quad (2.89)$$

мұндағы  $\lambda_{n2}$  – ротордағы пазалық тарқауының магнит өтімділігінің коэффициенті;

$\lambda_{r2}$  – Ротордағы жақтық бөліктің магнит өткізгіштік коэффициенті;

$\lambda_{\sigma 2}$  – Ротордағы дифференциалды тарқаудағы магнит өткізгіштік коэффициенті.

Ротордың пазалық тарқауының магнит өткізгіштік коэффициенті [1] кесте 9.27:

$$\lambda_{n2} = \left[ \frac{h_0}{3b_1} \left( 1 - \frac{\pi b_1}{8q_c} \right)^2 + 0,66 - \frac{b_{uu}}{2b_1} \right] k_\delta + \frac{h_{uu}}{b_{uu}} + 1,12 \frac{h'_{uu}}{I_2} \cdot 10^6, \quad (2.90)$$

мұндағы  $b_1 = 8 \text{ мм}$ ,  $k_\delta = 1$ .

$$h_0 = h_{n2} - h_{uu} - h'_{uu} - 0,2 \cdot 1,8 = 46,38 - 0,75 - 0,3 - 0,2 \cdot 1,8 = 44,97 \text{ мм}; \quad (2.91)$$

$$\lambda_{n2} = \left[ \frac{44,97}{3 \cdot 8} \left( 1 - \frac{\pi \cdot 8}{8 \cdot 95,8} \right)^2 + 0,66 - \frac{1,5}{2 \cdot 8} \right] \cdot 1 + \frac{0,75}{1,5} + 1,12 \cdot \frac{0,3 \cdot 10^{-3}}{1260} \cdot 10^6 = 3,83.$$

Ротордың жақтық бөлігінің, тарқау өтімділік коэффициенті:

$$\lambda_{r2} = \frac{2,3D_{кл.ср.}}{Z_2 I'_\delta \Delta^2} \cdot \lg \left( \frac{4,7D_{кл.ср.}}{2a_{кл.} + b_{кл.}} \right);$$

$$\lambda_{r2} = \frac{2,3 \cdot 425 \cdot 10^{-3}}{40 \cdot 0,27 \cdot 0,312^2} \cdot \lg \left( \frac{4,7 \cdot 425 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 64 + 57,9} \right) = 0,10. \quad (2.92)$$

Статордың дифференциалды тарқауының өткізгіштік коэффициенті:

$$\lambda_{\sigma 2} = \frac{t_2}{12\delta k_\delta} \xi, \quad (2.93)$$

мұндағы  $\xi = 1 + \frac{1}{5} \cdot \left( \frac{\pi p}{Z_2} \right)^2 - \frac{\Delta Z}{1 - (p/Z_2)^2} \approx 1.$

$$\lambda_{\sigma 2} = \frac{38,3}{12 \cdot 0,22 \cdot 1,2} \cdot 0,2 = 2,42.$$

Индуктивті кедергіні (3.19) формула бойынша анықтаймыз:

$$x_2 = 7,9 \cdot 50 \cdot 0,27 \cdot (3,83 + 0,10 + 2,42) \cdot 10^{-6} = 676,9 \cdot 10^{-6} \text{ Ом.}$$

Ротор фаза орамасының келтірілген индуктивті кедергісі:

$$x'_2 = x_2 \frac{4m(\omega_1 k_{\sigma\delta})^2}{Z_2} = 676,9 \cdot 10^{-6} \frac{4 \cdot 3(46,3 \cdot 0,95)^2}{40} = 0,39 \text{ Ом.} \quad (2.94)$$

Ротор фаза орамасының келтірілген индуктивті кедергісі,  $x'_2$ \*:

$$x'_2 * = x'_2 \frac{I_{1H}}{U_{1H}} = 0,39 \cdot \frac{216}{220} = 0,38 \text{ Ом} \quad (2.95)$$

## 2.8 Шығындарды есептеу

Асинхронды қозғалтқыштың статордағы болаттың шығынын есептейміз:

$$P_{н.бол.} = P_{1,0/5,0} \left( \frac{f_1}{50} \right)^\beta (k_{\sigma a} B_a^2 m_a + k_{\sigma z} B_{z1}^2 m_{z1}), \quad (2.96)$$

мұнда  $p_{1,0/5,0}$  – меншікті шығындар;

$$p_{1,0/5,0} = 2,6Bm / \kappa z [1] \text{ кесте 9.28;}$$

$\beta$  – көрсеткіш дәрежесі, 2013 маркалы болаты үшін  $\beta = 1,5$ ;

$k_{да}$  және  $k_{дз}$  – болат шығынына әсер ететін коэффициенттер,  
2013 маркалы болаты үшін  $k_{да} = 1,6$ ,  $k_{дз} = 1,8$ ;

$m_a$  – ярма массасы, келесі формуламен анықталады:

$$m_a = \pi(D_a - h_a)h_a l_{\text{бол}} k_c \gamma_c;$$

$$m_a = \pi(0,66 - 0,0158) \cdot 0,0158 \cdot 0,27 \cdot 0,97 \cdot 7800 = 19,9 \kappa z, \quad (2.97)$$

мұнда  $\gamma_c = 7,8 \cdot 10^3 \kappa z / \text{м}^3$  – болаттың меншікті массасы.

Статор тістерінің массасы:

$$m_{z1} = h_{z1} b_{z1op} Z_1 l_{\text{бол}} k_c \gamma_c = 69,2 \cdot 10^{-3} \cdot 4,3 \cdot 10^{-3} \cdot 99 \cdot 0,27 \cdot 0,97 \cdot 7800 = 6 \kappa z; \quad (2.98)$$

$$P_{\text{н.бол}} = 2,6 \cdot (1,6 \cdot 1,4^2 \cdot 19,9 + 1,8 \cdot 1,9^2 \cdot 6) = 263,6 Bm.$$

Ротордың жалпы беттік шығындарын есептейміз:

$$P_{\text{бем2}} = p_{\text{бем2}} (t_2 - b_{\text{ул2}}) Z_2 l_{\text{бол2}}, \quad (2.99)$$

мұнда  $p_{\text{бем2}}$  – нақты шығындар беті, келесі формуламен анықтаймыз:

$$p_{\text{бем2}} = 0,5 \cdot k_{02} \left( \frac{Z_1 n_1}{10000} \right)^{1,5} (B_{02} t_1 \cdot 10^3)^2, \quad (2.100)$$

мұнда  $k_{02} = 1,5$  – ротор тістерінің жалпы беттік меншікті шығынына әсер ететін коэффициент;

$B_{02}$  – ауа кеңістіктегі индукцияның амплитуда пульсациясы, мына формуламен анықтаймыз:

$$B_{02} = \beta_{02} k_{\delta} B_{\delta} = 0,45 \cdot 4 \cdot 0,83 = 1,49, \quad (2.101)$$

мұнда  $\beta_{02} = 0,45$  графика бойынша анықтаймыз;

$$\frac{b_{\text{ул}}}{\delta} = 16,82 [1] \text{ сурет 9.53, б.}$$

Формула бойынша нақты бетінің шығындарын есептеу (2.100):

$$p_{\text{бем2}} = 0,5 \cdot 1,5 \cdot \left( \frac{90 \cdot 600}{10000} \right)^{1,5} (1,49 \cdot 0,0171 \cdot 10^3)^2 = 377,4 Bm / \text{м}^2;$$



$$P_{\text{бем2}} = 377,4 \cdot (38,3 \cdot 10^{-3} - 1,5 \cdot 10^{-3}) \cdot 40 \cdot 0,27 = 150 \text{Вт}.$$

Ротор тістеріндегі пульсациялық шығынды есептеу:

$$P_{\text{нул2}} = 0,11 \left( \frac{Z_1 n}{1000} B_{\text{нул2}} \right)^2 m_{z2}, \quad (2.102)$$

мұнда  $m_{z2}$  – ротор тістеріндегі болаттың массасы;  
 $B_{\text{нул2}}$  – ротордағы магниттік амплитуда пульсациясы.

$$m_{z2} = h_{z2} b_{z2op} Z_2 l_{\text{бол2}} k_c \gamma_c = 0,04628 \cdot 0,0010 \cdot 40 \cdot 0,27 \cdot 0,97 \cdot 7800 = 3,78 \text{кг}; \quad (2.103)$$

$$B_{\text{нул2}} = \frac{\gamma_1 \delta}{2t_2} B_{z2op} = \frac{12,96 \cdot 0,22}{2 \cdot 38,3} \cdot 1,8 = 0,66 \text{Тл}; \quad (2.104)$$

$$P_{\text{нул2}} = 0,11 \left( \frac{90 \cdot 600}{1000} \cdot 0,66 \right)^2 \cdot 3,78 = 528,1 \text{Вт}.$$

Болаттағы шығындардың қосындысын анықтаймыз:

$$P_{\text{к.бол}} = P_{\text{бем2}} + P_{\text{нул2}} = 150 + 528,1 = 678,1 \text{Вт}. \quad (2.105)$$

Болаттағы толық шығын:

$$P_{\text{бол}} = P_{\text{н.бол}} + P_{\text{к.бол}} = 263,6 + 678,1 = 941,7 \text{Вт}. \quad (2.106)$$

Механикалық шығынын анықтаймыз:

$$P_{\text{мех.}} = K_T (n/10)^2 D_a^4 = 1,05 \cdot ((600/10)^2 \cdot 0,66^4) = 717,2 \text{Вт}, \quad (2.107)$$

мұнда  $K_T = 1,05$ ,  $2p = 10$  кесте бойынша 9.29 [1].

Номиналды режимдегі шығындардың қосындысын есептейміз:

$$P_{\text{н.ш}} = 0,005 \frac{P_{2ш}}{\eta} = 0,005 \cdot \frac{110000}{0,93} = 591,3 \text{Вт}. \quad (2.108)$$

Бос жүріс тоғы:

$$I_{\text{б.ж.}} = \sqrt{I_{\text{б.ж.а.}}^2 + I_{\mu}^2}, \quad (2.109)$$

мұнда  $I_{б.ж.а.}$  – бос жүріс тогының активті құрамасы, мына формуламен анықтаймыз:

$$I_{б.ж.а.} = \frac{P_{бол.} + P_{мех.} + P_{э.1б.ж.}}{mU_{1н}} = \frac{941,7 + 717,2 + 3443,1}{3 \cdot 220} = 7,7 A, \quad (2.110)$$

мұнда  $P_{э.1б.ж.}$  – статордағы бос жүріс кезіндегі электрлік шығын:

$$P_{э.1б.ж.} = mI_{\mu}^2 r_1 = 3 \cdot 58,1^2 \cdot 0,34 = 3443,1 Bm; \quad (2.111)$$

$$I_{б.ж.} = \sqrt{7,7^2 + 58,1^2} = 58,6 A.$$

Бос жүріс кезіндегі қуат коэффициентін анықтаймыз:

$$\cos \varphi_{б.ж.} = \frac{I_{б.ж.а.}}{I_{б.ж.}} = \frac{7,7}{58,6} = 0,13. \quad (2.112)$$

## 2.9 Жұмыс сипаттамасын есептеу

Кедергінің нақты бөлігін анықтаймыз:

$$r_{12} = \frac{P_{н.бол.}}{mI_{\mu}^2} = \frac{263,6}{3 \cdot 51,8^2} = 0,032 Ом. \quad (2.113)$$

Кедергінің аз бөлігі:

$$x_{12} = \frac{U_{1н}}{I_{\mu}} - x_1 = \frac{220}{51,8} - 1,54 = 2,7 Ом. \quad (2.114)$$

Электрқозғалтқыштың тұрақты бөлігі:

$$c_1 = 1 + \frac{x_1}{x_{12}} = 1 + \frac{1,54}{2,7} = 1,57; \quad (2.115)$$

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \gamma &= \left( \frac{r_1 x_{12} - r_{12} x_1}{r_{12} (r_1 + r_{12}) + x_{12} (x_1 + x_{12})} \right) = \\ &= \left( \frac{0,34 \cdot 2,7 - 0,032 \cdot 1,54}{0,032(0,34 + 1,54) + 2,7(1,54 + 2,7)} \right) = 0,075. \end{aligned} \quad (2.116)$$

Бос жүріс тоғының активті құрамы:

$$I_{ак} = \frac{P_{н.бол} + 3I_{\mu}^2 r_1}{3U_{1н}} = \frac{263,6 + 3 \cdot 51,8^2 \cdot 0,34}{3 \cdot 220} = 4,54 A \quad (2.117)$$

Мәндерін анықтаймыз:

$$b' = 0;$$

$$a'_1 = c_1^2 = 1,57^2 = 2,46; \quad (2.118)$$

$$a = c_1 r_1 = 1,57 \cdot 0,34 = 0,53; \quad (2.119)$$

$$b = c_1(x_1 + c_1 x'_2) = 1,57(1,54 + 1,57 \cdot 4,54) = 13,6. \quad (2.120)$$

Сырғу өзгерген кездегі өзгермейтін шығындар:

$$P_{бол} + P_{мех.} = 941,7 + 717,2 = 1658,9 Bm. \quad (2.121)$$

$s_{н} \approx r_2^* \approx 0,055$  болғанда, сырғанау 0,005; 0,01; 0,015; 0,02; 0,0201. болатын мәнді қабылдап, жұмыстық сиппатамасын есептейміз. Есептеу мәнін 1-кестеге еңгіземіз:

$$P_{2н} = 110 \text{ кВт};$$

$$U_{1н} = 220/380 \text{ В};$$

$$2p = 10$$

$$I_{0а} = 0,26 \text{ А};$$

$$I_{0р} = I_{\mu} = 58,1 \text{ А};$$

$$P_{ст} + P_{мех} = 1658,9 \text{ Вт};$$

$$r_1 = 0,34 \text{ Ом};$$

$$r'_2 = 0,057 \text{ Ом};$$

$$c_1 = 1,57;$$

$$a'_1 = 2,46;$$

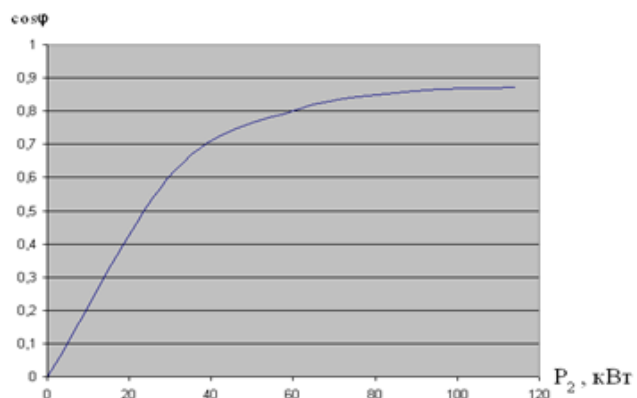
$$a = 0,53 \text{ Ом};$$

$$b' = 0;$$

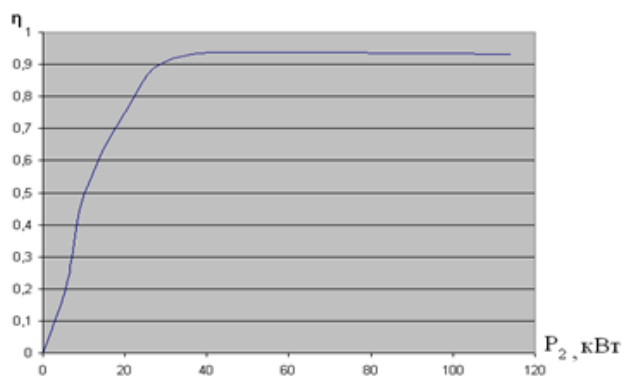
$$b = 13,6 \text{ Ом}.$$

1 кесте – Асинхронды қозғалтқыштың жұмыстық сиппатамасы

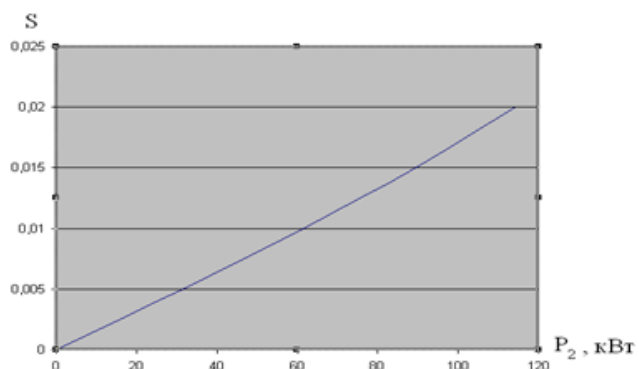
Есептік формула	Бірлік	Сырғу s				
		0,005	0,01	0,015	0,02	0,033
$a' \cdot r_2' / s$	Ом	168,64	84,32	56,213	42,16	25,552
$b' \cdot r_2' / s$	Ом	0	0	0	0	0
$R = a + a' \cdot r_2' / s$	Ом	170,33	86,015	57,908	43,855	27,246
$X = b + b' \cdot r_2' / s$	Ом	5,71	5,71	5,71	5,71	5,71
$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$	Ом	170,43	86,204	58,189	44,225	27,838
$I_2'' = U_{1н} / Z$	А	1,2908	2,5521	3,7808	4,9746	7,9028
$\cos \varphi_2' = R / Z$	-	0,9994	0,9978	0,9952	0,9916	0,9787
$\sin \varphi_2' = X / Z$	-	0,0335	0,0662	0,0981	0,1291	0,2051
$I_{1a} = I_{oa} + I_2'' \cos \varphi_2'$	А	1,5501	2,8065	4,0225	5,1929	7,9948
$I_{1p} = I_{op} + I_2'' \sin \varphi_2'$	А	5,1932	5,319	5,521	5,7923	6,771
$I_1 = \sqrt{I_{1a}^2 + I_{1p}^2}$	А	5,4197	6,014	6,831	7,7793	10,477
$I_2' = c_1 I_2''$	А	1,4393	2,8456	4,2156	5,5466	8,8116
$P_1 = 3U_{1н} I_{1a} \cdot 10^{-3}$	кВт	1,0231	1,8523	2,6549	3,4273	5,2766
$P_{\sigma 1} = 3I_1^2 r_1' \cdot 10^{-3}$	кВт	0,1339	0,1649	0,2128	0,276	0,5005
$P_{\sigma 2} = 3I_2'^2 r_2' \cdot 10^{-3}$	кВт	0,0029	0,0058	0,0086	0,0113	0,018
$P_{\sigma \sigma 6} = 0,005 P_1$	кВт	0,0051	0,0093	0,0133	0,0171	0,0264
$\Sigma P = P_{\sigma \sigma 1} + P_{\sigma \sigma 2} + P_{1\sigma} + P_{\sigma 2} + P_{\sigma}$	кВт	0,5964	0,6344	0,6891	0,7588	0,9993
$P_2 = P_1 - \Sigma P$	кВт	0,4267	1,2179	1,9658	2,6685	4,2773
$\eta = 1 - \Sigma P / P_1$	-	0,4171	0,6575	0,7405	0,7786	0,8106
$\cos \varphi = I_{1a} / I_1$	-	0,286	0,4667	0,5889	0,6675	0,7631



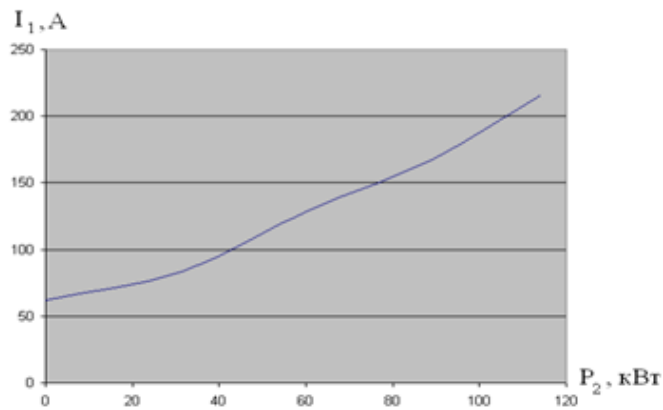
13 сурет –  $P_2$  қуатынан қозғалтқыштың  $\cos \varphi$  байланысты графигі



14 сурет –  $P_2$  қуатынан қозғалтқыштың ПӘК байланыс графигі



15 сурет –  $P_2$  қуатынан қозғалтқыштың  $s$  сырғанау байланыс графигі



16 сурет – P<sub>2</sub> қуатынан қозғалтқыштың I<sub>1</sub> статорының байланыс графигі

## 2.10 Жылулық есептеме

Қозғалтқыш ішіндегі температура үстінен статор өзекшесінің ішкі бетінің температурасының артуын келесі формула бойынша анықтаймыз:

$$\Delta V_{\text{бем.1}} = K \cdot \frac{P'_{\text{э.н.1}} + P_{\text{н.б.ол}}}{\pi D l_1 \alpha_1}, \quad (2.122)$$

мұндағы  $K = 0,8$   $2p = 10$  кезінде қорғаныс сатысы IP44, [1] кесте.9,35;  
 $\alpha_1$  – жоғары беттік жылу беріліс коэффициенті, графика бойынша анықтаймыз [1] сурет 9.68, б,  $\alpha_1 \approx 81 \text{ Bm} / \text{m}^2 \text{C}^\circ$ .

$$P'_{\text{э.н.1}} = k_\rho P_{\text{э1}} \frac{2l_1}{l_{\text{см.1}}}, \quad (2.123)$$

мұнда  $k_\rho$  – арту шығының коэффициенті, қызутөзгіштік классы үшін F  $k_\rho = 1,07$ .

$$P_{\text{э1}} = m I_1^2 r_1 = 3443,1 \text{ Bm}; \quad (2.124)$$

$$P'_{\text{э.н.1}} = 1,07 \cdot 3443,1 \cdot \frac{2 \cdot 0,27}{1,71} = 1160,4 \text{ Bm};$$

$$\Delta V_{\text{бем.1}} = 0,2 \cdot \frac{1160,4 + 263,6}{\pi \cdot 0,49 \cdot 0,27 \cdot 81} = 42,3^\circ \text{C}.$$

Оқшаулағыштың паза бөлігінде статор орамасының температура түсуі:

$$\Delta v_{ой.л1} = \frac{P'_{э.л1}}{Z_1 \Pi_{л1} l_1} \left( \frac{b_{ой.л1}}{\lambda_{э.кв.}} + \frac{b_1 + b_2}{16\lambda'_{э.кв.}} \right), \quad (2.125)$$

мұндағы  $\Pi_{л1}$  – статор пазасының көлденең қимасының периметрі, мына формуламен анықтаймыз:

$$\Pi_{л1} = 2h_n + b_1 + b_2 = 2 \cdot 0,0692 + 0,017 + 0,013 = 0,1684 м, \quad (2.126)$$

$\lambda_{э.кв.}$  – пазалық бөлігіндегі жылуөткізгіштің орташа эквиваленті, қызутөзгіштік классы үшін  $F \lambda_{э.кв.} = 0,16 Вм / м \cdot ^\circ C$ , [1] бет 452;

$\lambda'_{э.кв.}$  – ішкі оқшаулағыштың жылуөткізгіш коэффициентінің ортақ мәні;

$\lambda'_{э.кв.}$  графика бойынша анықтаймыз  $\frac{d}{d_{из.}} = \frac{2,36}{2,46} = 0,96$ ;

$\lambda'_{э.кв.} = 1,5 Вм / м \cdot ^\circ C$ , [1] сурет 9.69.

$$\Delta v_{ой.л1} = \frac{1160,4}{90 \cdot 0,168 \cdot 0,27} \left( \frac{3,7 \cdot 10^{-3}}{0,16} + \frac{0,017 + 0,013}{16 \cdot 1,1} \right) = 7^\circ C.$$

Оқшаулағыштың қалыңдығын температура айырмасы арқылы алдыңғы бөлігін анықтаймыз:

$$\Delta v_{ой.л1} = \frac{P'_{э.л1}}{2Z_1 \Pi_{л1} l_1} \left( \frac{b_{ой.л1}}{\lambda_{э.кв.}} + \frac{h_{л1}}{12\lambda'_{э.кв.}} \right), \quad (2.127)$$

мұндағы

$$P'_{э.л1} = k_\rho P_{э1} \frac{2l_{л1}}{l_{см.л1}} = 1,07 \cdot 3443,1 \cdot \frac{2 \cdot 0,168}{1,71} = 723,8 Вм;$$

$$\Pi_{л1} = \Pi_{н1} = 0,168 м.$$

Статор орамасының алдыңғы бөлігі оқшауланбаған, сондықтан  $b_{из.л1} = 0$ .

$$\Delta v_{ой.л1} = \frac{723,8}{2 \cdot 90 \cdot 0,168 \cdot 0,27} \left( \frac{0}{0,16} + \frac{0,069}{12 \cdot 1,1} \right) = 0,46^\circ C.$$

Машина ішіндегі ауа температурасынан алдыңғы бөлігіндегі сыртқы бетінің температурасының артуын есептейміз:

$$\Delta v_{өем.л1} = \frac{KP'_{э.л1}}{2\pi D l_{см.л1} \alpha_1} = \frac{0,74 \cdot 723,8}{2 \cdot \pi \cdot 0,66 \cdot 0,185 \cdot 23} = 30,4^\circ C. \quad (2.128)$$

Қозғалтқыш ішіндегі температура үстінен статор өзекшесінің ішкі бетінің температурасының орташа артуын анықтаймыз:

$$\begin{aligned} \Delta v'_1 &= \frac{(\Delta v_{\delta em1} + \Delta v_{oi.n1}) \cdot 2l_1}{l_{cp.1}} + \frac{(\Delta v_{oi.l1} + \Delta v_{\delta em.l1}) \cdot 2l_{l1}}{l_{cp1}} = \\ &= \frac{(42,3 + 7) \cdot 2 \cdot 0,27}{1,71} + \frac{(0,46 + 30,4) \cdot 2 \cdot 0,168}{1,71} = 21,5^\circ C. \end{aligned} \quad (2.129)$$

Қозғалтқыш ішіндегі температура үстінен қоршаған ортаға температурасының орташа артуын есептейміз:

$$\Delta v'_e = \frac{\sum P'_e}{S_{кор.} \alpha_e}, \quad (2.130)$$

мұнда  $\alpha_e$  – графика бойынша анықтаймыз [1] сурет 9.68,

$$\alpha_e = 800 Bm / m^2 \cdot C;$$

$\sum P'_e$  – қозғалтқыш ішіндегі ауаға бөлінетін шығындар суммасы:

$$\sum P'_e = \sum P' - (1 - K)(P'_{э.л1} + P_{н.бол.}) - 0,9P_{мех.}; \quad (2.131)$$

$$\sum P' = \sum P + (k_p - 1)(P_{э1} + P_{э2}) = 6270,5 + (1,07 - 1)(3443,1 + 577,2) = 6551,9 Bm. \quad (2.132)$$

мұндағы  $\sum P$  – номиналды режимдегі қозғалтқыштың жалпы шығыны;

$P_{э1}$  – статор орамасының номинал режимдегі электрлік шығыны;

$P_{э2}$  – ротор орамасының номинал режимдегі электрлік шығыны.

$$\sum P'_e = 6551,9 - (1 - 0,74)(1160,4 + 263,6) - 0,9 \cdot 717,2 = 5536,6 Bm;$$

$$\begin{aligned} S_{кор.} &= (\pi D_a + 8\Pi_p)(l_1 + 2l_{cm.1}) = \\ &= (\pi \cdot 0,66 + 8 \cdot 0,5)(0,27 + 2 \cdot 0,096) = 1,75 m^2, \end{aligned} \quad (3.133)$$

мұндағы  $S_{кор.}$  – жақтау бетінің ауданы.

$\Pi_p$  графика бойынша анықтаймыз. Мұнда  $h = 315 мм$ ,  $\Pi_p = 0,5$  сурет 9.70

$$\Delta v'_e = \frac{5536,6}{1,75 \cdot 800} = 3,95^\circ C.$$



Статор орамасының қоршаған орта температурасынан орташа ауытқуын анықтаймыз:

$$\Delta v_1 = \Delta v'_1 + \Delta v'_e = 21,5^\circ C + 3,95^\circ C = 25,45^\circ C. \quad (2.134)$$

Желдеткішке тәуелді ауа тұтынуын анықтаймыз:

$$Q_e = \frac{\sum P'_e}{1100 \cdot 2 \Delta v'_e} = \frac{5536,6}{1100 \cdot 2 \cdot 3,95} = 0,63 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Құрылымды жасалған және 4А сериясында қабылданған сыртқы желдеткіш арқылы қамтамасыз етілетін ауа шығыны шамамен келесі формула арқылы анықталуы мүмкін:

$$Q'_e = m'(n_k b_k + 0,1) \frac{n}{100} D_a^2, \quad (2.135)$$

мұндағы  $n_k$  және  $b_k$  - радиалды желдеткіштік каналдардың саны және ені, м, 384 беті [1];  
 $n$  - қозғалтқыштың айналу жиілігі, айн/мин;  
 $m'$  - коэффициент,  $m' = 3,15$  қозғалтқыш үшін  $2p \geq 10$ .

$$Q'_e = 3,15 \cdot (9 \cdot 0,015 + 0,1) \cdot \frac{600}{100} \cdot 0,66^2 = 1,93 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

$Q'_e > Q_e$ , яғни сыртқы желдеткішпен қамтамасыз етілетін ауа шығыны электр қозғалтқыштың желдетілуіне қажетті ауа шығынынан көп.

Дөңгелектің диаграммасы бойынша жұмыс сипаттамасын есептеу.

Бірінші синхронды бос жүріс тоғын келесі формуламен анықтаймыз:

$$I_0 = \sqrt{I_{oa}^2 + I_{op}^2} = \sqrt{4,54^2 + 58,1^2} = 58,2 \text{ А}, \quad (2.136)$$

мұнда  $I_{op} \approx I_\mu$ .

Кедергінің активті және индуктивті қысқа тұйықталуын есептейміз:

$$x_{к1} = x_1 + C_1 \cdot x'_2 = 1,54 + 1,57 \cdot 0,39 = 2,15 \text{ Ом}; \quad (2.137)$$

$$r_{к1} = r_1 + C_1 \cdot r'_2 = 0,34 + 1,57 \cdot 0,057 = 0,42 \text{ Ом}. \quad (2.138)$$

Дөңгелек диаграммасының масштабын есептейміз.

Тоқтың масштабы:

$$m_I = \frac{U_{1н}}{C_1 \cdot x_{к1} \cdot D_{к}} = \frac{220}{1,57 \cdot 2,15 \cdot 200} = 0,32 A / мм, \quad (2.139)$$

мұнда  $D_{к}$  – дөңгелек диаграммасының диаметрі, интервал арқылы аламыз;

$$D_{к} = [200 \div 250] мм, D_{к} = 200 мм \text{ аламын.}$$

Қуаттың масштабы:

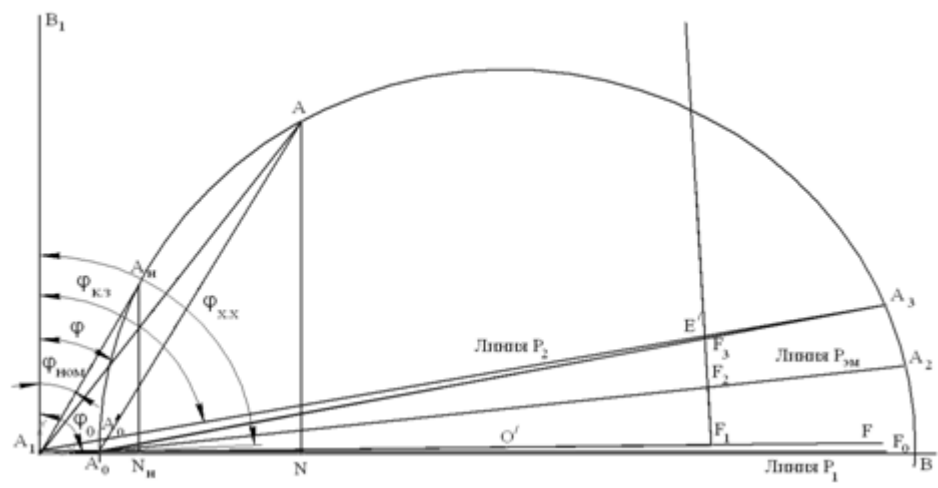
$$m_P = 3U_{1н} m_I = 3 \cdot 220 \cdot 0,32 = 211,2 Bm / мм \quad (2.140)$$

Моменттің масштабы:

$$m_M = \frac{m_P}{\Omega} = \frac{211,2}{62,8} = 3,3 H \cdot м / мм \quad (2.141)$$

Қозғалтқыштың дөңгелек диаграммасы төменде келтірілген. Шеңбер диаметрі  $D_{к}$  центрінен әртүрлі сырғанаулар кезінде статорда пайда болған ток векторының соңыа  $O'$  нүктесіне келеді. Ал  $A_0$  нүктесі синхронды бос жүріс кезінде  $I_0$  ток векторының соңына сәкес келеді, шынында қозғалтқыштың бос жүріс кезінде  $A'_0$  нүктесіне түседі.  $|OA'_0| = I_{x.x}$  кесіндісі және  $\cos \angle A'_0 OB_1$  бос жүріс кезінде қуат коэффициентіне тең болады.  $A_3$  нүктесі статордағы қысқы тұйықталу кезінде ток векторының соңын анықтайды ( $s=1$ ), ток кесіндісі  $|OA_3| = I_{к.з}$  токқа те, ал бұрышы  $\angle A_3 OB_1 = \cos \varphi_{к.з}$ .  $A_2$  нүктесі  $S = \infty$  болған кездегі статордағы ток векторының соңын көрсететін нүкте.

Қозғалтқыш режімі кезінде ( $0 < s \leq 1$ )  $I_1$  ток векторының соңын анықтайтын орталық нүктелер  $A_0 A_3$ . Абцисса осінде жатқан  $OB$  кесіндісі  $P_1$  біріншілік қуатқа тең.  $A_0 A_2$  кесіндісі электромагниттік қуат  $P_{эм}$  немесе электромагниттік момент  $M_{эм}$  кесіндісімен беттеседі.  $A'_0 A_3$  кесіндісі біліктегі пайдалы қуат ( $P_2$  екіншілік қуат) кесіндісіне тең.



17 сурет – Дөңгелекті диаграммасы

### **3 Өмір тіршілік қауіпсіздігі негіздері**

#### **3.1 Қозғалтқышты пайдалануда техника қауіпсіздігін сақтау ережелері**

Мен дипломдық жұмысымда АВК-ка арналған асинхрондық қозғалтқыш жұмыстарын жасадым. АВК-ка арналған асинхрондық қозғалтқыш зауыттарда өнеркәсіпте, транспортта және т.б. қолданылады. Менің жұмысымда электр қозғалтқышын цемент зауытындағы көтерме крандар үшін жобаладым. Төменде мен электр қозғалтқышын, көтерме крандарды пайдаланғанда техникалық қауіпсіздік шараларын қарастырып өтемін, сонымен қатар зауыт бойынша техникалық қауіпсіздік ережелері айтылып өтеді.

Өнеркәсіптегі жұмыстың адамның денсаулығына кері әсерін тигізбес үшін жасалынатын жұмыстар және техника қауіпсіздігінің ережелері, еңбек заңының орындалу шараларына жауапкершілік, «Еңбек қауіпсіздігінің стандарттар жүйесінің» талаптарының, техника қауіпсіздігінің шаралары мен талаптарының, өндірістік санитарияның орындалуы негізінен өнеркәсіптің басшысына, басты инженерге және солардың орынбасарларына жүктеледі.

Цех басшысы цехтағы техника қауіпсіздігіне жауап береді, ал шебер еңбек қорғау ережелерін орындалуын қадағалайды және жұмысшыларды қондырғылармен қауіпсіз жұмыс жасау үшін оларға кеңес беріп, қадағалап жүреді, бірінші ретті нұсқаулармен таныстырады. Әр үш айда бірінші ретті нұсқау бойынша шебер қайталама нұсқаулар жүргізіп тұрады. Жылына бір рет жұмыс орнында қауіпсіз жұмыс жасау әдістеріне үйретеді.

Цехтар мен бөлімшелердің басшылары, механиктері және энергетиктері өздерінің қол астындағы қондырғылардың, құрал- жабдықтардың және жүйенің бүтін күйінде сақталып, жақсы жұмыс жасауын қадағалайды және қондырғының қайта жөндегенде бір қалыпты жұмыс жасауын, еңбек қорғау мен техника қауіпсіздігінің шарттарының орындалуын тексеріп, қадағалап жүреді

Асинхронды қозғалтқыштарды пайдалануға және оны жөндеуге III дәрежеден кем емес біліктілігі бар және жұмыс орнында нұсқаулық өткен электромонтерлер жіберіледі. Қондырғымен жұмыс жасап жатқанда және оны жөндегенде техника қауіпсіздігіне жауапкершілік шаруашылықтың электр техникалық бөлімінің басшысында болады.

Электр мантерлер 1000 В дейінгі электр қозғалтқышымен жұмыс жасағанда негізгі қорғаныс заттарын пайдалануы тиіс. Оларға диэлектрлік қолғаптар, оқшауланған сапты аспап, тұйықтағыштар және кернеу белгілері жатады. Ал қосымша қорғаныс заттарына диэлектрлік галоштар, резинке кілемшелер, оқшауланған тіреуіштер және плакаттар жатады.

Қорғаныс заттарын пайдалану алдында олардың бүтін, жұмысқа жарамдылығын тексеру қажет және де оларды тексеруден өткен уақытына назар аудару керек. Содан соң электр қозғалтқышымен техникалық қызмет

көрсеткенде және жөндегенде техникалық қауіпсіздік ережелерін сақтауы тиіс.

Жұмыстарды жүргізуге электр техникалық қызмет бөлімінің басшысы ауызша түрде немесе жазбаша түрде әмір береді, ал ол болмаған жағдайда онын орынбасарына жүктеледі, бірақ орынбасарының біліктілігінің дәрежесі IV топтан кем болмауы керек.

Электр қондырғысының техникалық қызмет көрсетілуі кезінде электр қозғалтқыш міндетті түрде қорек көзінен ажыратылады. Қондырғының шанышқысы мен өшіргіш үзгіш арасында оқшаулағыш материал қойылады, жетектің сабына немесе автоматтық ажыратқышқа «Қоспа, жұмыс жүріп жатыр» деген плакат ілу керек. Сонымен қатар жұмыс жасар алдында жұмыс машинасынан электр қозғалтқышының айналу мүмкіндігін ескеретін шаралар қолданады және де электрленген механизмдермен жұмыс жасайтын жұмысшылар жұмыс ережелері мен қондырғымен жұмыс істеуде техникалық қауіпсіздік жайлы таныстырылады.

Электр қозғалтқышының және сол қозғалтқыш жұмыс істеу қалпына келтіріліп тұрған механизмдердің тоқ жүретін бөліктерімен жұмыс істеу алдында оны міндетті түрде электр қозғалтқышын сөндіру қажет және де пусктік құрылғысында немесе басқару кілтінде «Қоспа! Жұмыс жүріп жатыр» деген плакат іліну керек.

1000 В- тан жоғары кернеудегі электр қозғалтқышын сөндіргенде және іске қосқанда арнайы диэлектрик қолғаптарды киіп атқару керек.

Электр қозғалтқышымен жұмыс жасағанда жерлендіргішті кабелге немесе тарату құрылғысындағы жалғасуға орналастырады. Ал механизммен жұмыс жасағанда, егер де ол жұмыс айналып тұрған бөліктеріне байланысты болмаса немесе қосылу муфтасы ажыратылған болса, электр жетектің қорек кабелін жерлендірудің қажеті жоқ.

Жоғары жылдамдықта жұмыс істеп тұрған электр қозғалтқышының пайдаланбайтын орамдары да, қорек көзі кабелі де кернеу астындағы бөліктері ретінде қарастырылады. Электр қозғалтқышының айналып тұрған бөліктерінің жұмысы кезінде қоршауларды алуға тыйым салынады.

Ал енді сол тұрақты тоқ қозғалтқышына қосылған көтерме кранды пайдаланбас бұрын ескерілетін жайттарды айта кетсек.

Біріншіден, көтерме кран жобаланған документтерге сәйкес келетін стационар фундаментте орналастырылуы керек. Екіншіден, краншы жұмыс істер алдын оқып үйретілу керек, негізгі құрылысын және жұмыс принципін білуі керек. Және де кранды қалай да жұмыс жағдайында дұрыс ұстауды, техника қауіпсіздігінің ережелерін сақтауы керек. Үшіншіден, көтерме кранының жұмыс жасау климаты  $20^{\circ}\text{C}$ - $+40^{\circ}\text{C}$ , ал жел жылдамдығы 6 балдан аз болуы тиіс. Төртіншіден, нысанды өзгерткенде, қайта орналастырғанда және кран жұмыс істемей бір айдан аса уақыт тұрып қалса, міндетті түрде бос жүріс режимінде және жүктемеде сынақ жүргізген, барлық механизмдерін реттеп алған абзал. Содан соң ғана қондырғыны пайдалануға болады. Жүктемедегі сынақта номиналды жүктемеден 110%- да жүргізеді.

Бесіншіден, егер көтерме кранмен түнгі уақытта жұмыс жасалынатын болса, кранның өзінің жарықтандырылуымен қатар аймақтың өзі де жарықтандырылады. Алтыншыдан, жүргізуші кабинасында келесідей жанарөмайларды сақтауға болмайды: жағармай мен майланған ветошь. Ал қысқы айларда кабинаны электр пештерімен жылытуға болмайды. Жетіншіден, көтерме кранның энергетикалық жүйесі сенімді жерлендірілген болуы керек (жерлендіргіштің кедергісі 4 Ом- нан аспауы тиіс), жаңбырлы ауа- райында көтерме кранның жанында жүруге болмайды. Сегізіншіден, кранда жұмыс істейтіндер штаты құрылып, ол тізімде жоқ жұмысшыларға жүргізуші кабинасына кіруге рұқсат берілмейді. Энергетикалық жүйедегі болған қателіктерді жөндеуге екі жұмысшыдан аз емес электриктер тағайындалады.

Жалпы техникалық қауіпсіздік жайлы айтатын болсақ, техникалық қауіпсіздік ережелерін төменде көрсетілген:

- өндірісте машиналар мен қондырғылармен жұмыс істеуге 18 жасқа толған машиналарды басқаруға рұқсаты бар, медициналық қараудан өткен, арнайы нұсқаулықпен танысқан адамдар жұмыс жасайды;

- техника қауіпсіздігінен курстық дайындау үкімші органмен жүргізіледі, алынған нұсқаулардың нәтижелерді арнайы документтерде тіркеледі;

- өндірісте СНиП- те көрсетілген техника қауіпсіздігіне байланысты таңдалады, өндірістің аумағы шарбақпен қоршалынады және де аумақ түнгі уақытта, қараңғы жағдайда жақсы жарықтандырылады;

- зауыт өрт сөндіру құрылғыларымен жабдықталады;

- зауыттағы қондырғылар мен машиналармен жұмыс істеуге рұқсат етілмеген адамдарға жұмыс жасау зонасында жүруге тыйым салынады;

- қоймадағы жұмысшылар мен операторлар респираторда, қорғаныс көзілдіріктерінде және арнайы киімде жұмыс жасайды;

- зауыттың жұмыс аудандары, өткелдер, галереялар, баспалдақтар таза болуы тиіс және жұмыс аудандарында бөтен заттарды қоюға болмайды, цементті шаңмен ластанған орындар әрдайым тазартылады;

- жұмыс алдында машинист машинаның жағдайын тексеріп, ақауларды жою керек, машинада бөтен заттардың болмағаның байқап, конвейерлі сызықтың жетекті бөлемін тексереді, жүктейтін және жүктелетін аудандарды қарап, олардың материалдарды қабылдау немесе беруін тексереді, содан кейін ғана ауысым шебері кезекшілік кітапшасына тіркеліп болған соң жұмысына кіріседі, ол кітапшаны кейіннен кезекші механик тексереді;

- трансмиссия бөліктері (белбеу, тізбектер, канаттар валдар және т.б.) еденнен 2 м төмен орналаспауы керек, ал өту бөлімдерінде олар жақсы бекітеледі;

- галереяларда, траншеяда конвейерді орналастырғанда конвейердің шығыңқы бөлігі мен дуал арасында 0,75 м кем емес өтетін жер болуы керек, ал конвейердің төбесі мен төбе арасы 0,6 м кем емес, конвейердің жұмыстық

бөлімі мен еден арасы 0,8 м кем болмайды және конвейерлік галерея жақсы жарықтандырылады;

- конвейерлі өтемелер ені 1 м кем емес көпір теріздер болады, ал егер де конвейердің астында өтемелер болатын болса, абайсызда ауыр заттар қулаудан қорғау мақсатында жақсы қорғалады;

- цемент зауытындаға жұмысшылар үшін ыстық және суық суы бар душтық кабиналар, дәретханалар, өз киімдері мен арнайы жұмыс киімдерін сақтайтын шкафтар, дәрілер болатын бөлме, таза суы бар демалыс орындары болады және т.с.с

### **3.2 Электрлік қауіпсіздік бойынша қорғаныс құрылғылары. Қорғаныстық жерлендіруді есептеу**

Электр тогы адам арқылы өткенде оған биологиялық, жылулық, механикалық, химиялық әсер беруі мүмкін. Биологиялық әсер ретінде электр тогының адам организмдегі тірі ткандарды қоздыру ерекшеліктерін жатқызуға болады. Жылулық әсерге дененің күюін жатқызуға болады. Механикалыққа тканьнің үзілуін. Ал организмге әсер ету сипаты және алынатын жарақаттылық деңгейі көптеген факторларға тәуелді. Бұл факторларға мыналар жатады:

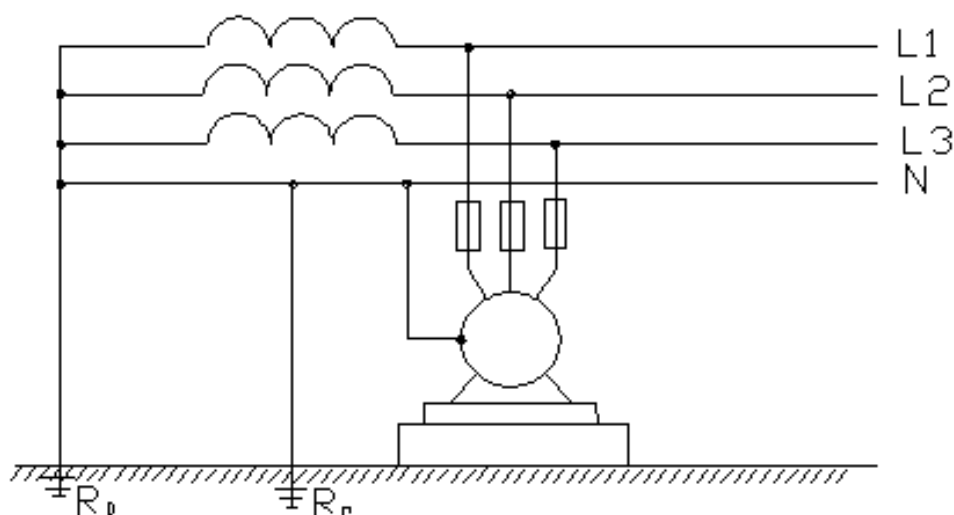
- токтың шамасы;
- кернеудің мөлшері;
- әсер ету уақыты;
- токтың түрі және жиілігі;
- тұйықталу жолы;
- адам денесінің кедергісі;
- қоршаған орта;
- назар аудару факторы.

110кВт болатын асинхронды қозғалтқышты жерге қосу құрылғысына есептеме жүргіземіз.

Жерге тұйықталған ТМ-1000/10 типті трансформатор қолданамыз.

Кабель ұзындығы-150м,мыс сымның қимасы ;

ПН-2 сақтандырғышын қолданамыз :(  $I_{ном}=100A$ ).



18 сурет – Электр қозғалтқыштың жерге қосу схемасы

Қысқа тұйықталу тоғы формула бойынша сымдық желілер арқылы анықталады:

$$I_0 = \frac{U_0}{R_0 + R_i + \frac{z_0}{3}} = \frac{220}{0,058 + 0,097 + 0,09} = 897,9 \text{ А}, \quad (3.1)$$

$\frac{z_0}{3} = 0,009 \text{ Ом}$  - ТМ-1000/10 типті трансформатордың есептік кедергісі ;  
 $R_0, R_i$  - фазалы және нөлдік сымның активті кедергісі ;

$$R_0 = R_\phi \cdot L = 0,38 \cdot 0,15 = 0,058 \text{ Ом}, \quad (3.2)$$

$R_\phi = 0,38 \text{ Ом/км}$  – фазалық сым үшін кедергісі ;  
 $L = 150 \cdot 10^{-3} \text{ км}$  - фазалы және нөлдік сымның ұзындығы ;

$$R_i = R_n \cdot L = 0,65 \cdot 0,15 = 0,097 \text{ Ом}, \quad (3.3)$$

$R_n = 0,63 \text{ Ом/км}$  – нөлдік сым үшін кедергі.  
 Желідегі фазалық кернеу:

$$U_0 = U_n / 1,73 = 380 / 1,73 = 220 \text{ В}. \quad (3.4)$$

Ток еселігін формула бойынша анықтаймыз:

$$E_0 = I_0 / I_n \geq E_e, \quad (3.5)$$

$E_e = 3$  – рұқсат етілген ток еселігі;  
 $I_n$  - сақтандырғыштың номиналды тоғы ПН-2 ( $I_n = 100 \text{ А}$ ).  
 Шарттың орындалуы:



$$E_0 = 897,9/100 = 8,97 > 3.$$

Жерге қатысты максималды кернеуді анықтаймыз:

$$U_0 \geq U_c = I_0 \cdot z_1, \quad (3.6)$$

$I_0 = 897,9$  А - біліктегі тұйықталу тогы;

$z_1 = R_1 = 0,097$  – нөлдік сым кедергісі;

$U_c = 200$  В – адамға сезілу кернеуі 0,1 с уақыт аралығындағы.

$$U_c = 897,9 \cdot 0,097 = 87 \text{ В}. \quad (3.7)$$

Оындалу шарты:

$$87 < 200 \text{ В}.$$

### 3.3 Өрт қауіпсіздігі. Автоматты өрт сөндіру жүйесін есептеу

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

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

Өрт шығып оның күшею себептері мына жағдайлардан болады:

1. жану зонасында жанғыш затпен белгілі сандық және сапалық қатынаста болуы керек;
2. жану ортасы мен тұтану көзі өзара түйісу керек;
3. тұтандыру көзінің температурасы жану ортақ өздігінен жану температурасына дейін қыздыру керек;
4. Жанғыш заттар бар жерде ашық отты абайсыз қолдану;
5. Жылыту жүйесін электр желісін электр қондырғыларын дұрыс пайдалану;
6. Газ, бу, шаң газ баллоны, компрессорлардың жарылуы;
7. Жанғыш заттардың өздігінен тұтануы;
8. Жанармай, бояу материалдары және басқа жанғыш сұйық заттарды дұрыс сақтамау;
9. құрал-жабдықтардың қатты қызуы

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

Өрт қауіпсіздігі өрттің алдын алу шаралары мен және белсенді өрт қорғанысымен қамтамасыз етіледі. Өрттің алдын алу болып өртті болдырмау

немесе оның салдарын азайтуға бағытталған іс-шаралардың кешені саналады. Белсенді өрт қорғанысы – бұл өрт немесе жарылысқа қауіпті жағдайларымен белсенді күресуді қамтамасыз ету шаралары.

Өрттің алдын-алу шаралары:

- құрылыстық-жобалау;
- техникалық;
- ұйымдастырушылық;

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

*Техникалық шаралары:*

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

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

*Өртті болдырмау шаралары*

Барлық өрт қауіпсіздігінен орындалатын шаралар 4 түрге бөлінеді:

а) кәсіпорынды жобалаған кезде болатын техникалық шаралар, олар:

- 1) ғимараттың өртке төзімділігін анықтау;
- 2) ғимарат подъездерінің жобалануы;
- 3) ғимараттардың өртке қарсы ара қашықтығын ескеру;
- 4) ғимаратты найзағайдан қорғау.

б) Эксплуатациялық шаралар:

- 1) ұйымдастыру шаралары;
- 2) режимдік шаралар.

*Техникалық шаралар.*

Барлық ғимараттар, егер ірі кешендер болса, жел туруына байланысты салынады. Өрт қауіпсіздігі бойынша барлық кәсіпорындарының орналасу арақашықтығы өндіріс категориясына байланысты есептелінеді.

Өндіріс категориясы:

- А – жарылу қауіпі бар;
- Б,В - өрт және жарылу қауіпі бар;
- Г,Д- өрт қауіпі бар.

Барлық ғимараттар екіге бөлінеді:

- 1) өрт қауіпі бар, егер ғимарат ішінде біртексіз жанғыш қоспа болса;
- 2) жарылу қауіпі бар, егер біртекті жанғыш заттар болса.

Сонымен, өрт қауіпіне қарсы ара қашықтықтар (минималды ара қашықтық – 9 метр, егер А және Б өндіріс дәрежесі болса 60 м астам) таңдап алынады.

Өрт болғанда құрылыс материалдар мен конструкциялардың өз қалпында сақталу қасиеті - өртке төзімділік дәрежесі деп аталады. Ол өртке төзімділік шегімен және құрылыс материалдың жану тобы бойынша анықталады.

Өртке төзімділік шегі дегеніміз өрт болған жағдайда құрылыс материалдардың конструкциялардың еш өзгеріссіз тұру уақыты.

Максималды – 4 сағат, өртке қарсы қоршаулар, 2-сағат – жай қоршаулар өртке қарсы тура алады. Жану тобы: а) жанбайтын құрылыс материалдар ( өрт болған кезде жанбай түтіндейді, егер өрт көзін сөндірген жағдайда түтіндеу процесі аяқталады);

б) қиын жанатын – жануы мүмкін бірақ өрт көзін тоқтатқан жағдайда түтіндену процесі жалғаса береді; в) жанатын ( егер өрт көзін сөндірсе де жана беретін құрылыс материалдар).

Өрт төзімділігінің 5 дәрежесі бар: 1 - ең қымбат құрылыс материалдар, бұл құрылыс материалдар өрт болған кезде 2,5 сағат өртке төзе алады ( А өндіріс дәрежесі); Өндірістік кәсіпорындарда 3-4 дәрежелі өртке төзімділігі 1,5 сағат құрайды ( қиын жанатын және мүлдем жанбайтын құрылыс материалдар).

*Өрттің алдын-алу бойынша жасалатын шаралар:*

- а) жұмысшыларға нұсқау беру;
- б) өрт сөндіру әдістері мен заттары.

*Өртке қарсы шаралар*

- Жану зонасымен жаңғыш затты салқындату;
- Жаңған затты атмосфера ауасынан оқшаулату;
- 3. Жану реакциясы төмендететін химиялық заттарды қолдану
- Жану зонасына жанбайтын заттарды енгізу;
- Жаңғыш затты жану зонасына оқшаулау.

### **3.4 Автоматты өрт сөндіру жүйесін есептеу**

Қорғалатын цех ауданы 12x8 м, биіктігі 4 м тарату құрылғысының бөлмесі. Сорғы станциясы мен қорғайтын бөлменің қоректенетін құбырының кірісіне дейінгі ара қашықтығы 85 м. Сыртқы су құбыр желісінің арыны 30 м. Берілген бөлме отқа төзімділігі бойынша 3 категориялы бөлмелер қатарына жататындықтан спринкерлі құрылғының су жіберу қарқындылығы  $J=0,24$  л/см<sup>2</sup>, есептеудің минимал ауданы 70 м<sup>2</sup>, сөндіру уақыты 60 минут, бір спринкерлі су сепкіштің қорғау аумағы  $F_c=12$  м<sup>2</sup> (кесте 1, НПБ 88).

Гидравликалық есептеуге қатысатын су сепкіштердің саны:

$$n = \frac{F_p}{F_c} = 6 \text{ шт.} \quad (3.8)$$

Су сепкіштің диаметрін анықтау

Тарату құрылғысының бөлмесі үшін үшін СВН-11 маркалы ұнтақты су сепкішін таңдаймыз. Су сепкіштің шығысының диаметрі  $D=10$  мм ( $K=0,31$ ;  $H_{\min}=2$  м.), суландыру радиусы 2м, розеткасы төмен орнатылған аспалы төбеде бекітіледі.

Бастапқы сусепкіштегі қажетті ағысты келесі формуламен анықтаймыз:

$$H_I = \max \left\{ \left( \frac{I_n \cdot F_c}{k H_{\min}} \right) \right\}, \quad (3.9)$$

мұндағы,  $I_n$  – суландырудың нормаланған қарқындылығы, л/(с·м<sup>2</sup>);  
 $F_c$  – спринклермен суландырудың жобаланған ауданы, м<sup>2</sup>;  
 $k$  – су сепкіштің өнімділік коэффициенті, л/(с·м<sup>2</sup>);  
 $H_{\min}$  – спринклердің минимал ағыны, м.

Бастапқы су сепкіштегі судың шығыны келесідей анықтайды:

$$Q = k \sqrt{H} \quad \text{л/с.} \quad (3.10)$$

Келесі кез келген спринклердегі су ағысы төмендегідей анықталады:

$$H_{ал} = H_{ар} + \frac{I_{а.ш} Q_{а.ш}^2}{K_T}, \quad (3.11)$$

мұндағы,  $H_{ал}$  - алдындағы спринклердің ағысы, м;  
 $l_{а.ш}$  - қарастырылып жатқан аймақтың ұзындығы, м;  
 $Q_{а.ш}$  - қарастырылып жатқан аймақтағы шығын, л/с;  
 $K_T$  - құбырдың үйкеліс сипаттамасы, л<sup>2</sup>/с<sup>2</sup>, құбыр диаметріне байланысты.

Құбыр диаметрі келесі формуламен анықталады:

$$D_{mp} = \sqrt{\frac{4 Q_{а.ш} 10^{-3}}{n V}} \text{ м,} \quad (3.12)$$

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

Сонымен

$$\begin{aligned} H_{\text{дикт}} &= H_I = \left( \frac{I_n \cdot F_c}{k H_{\min}} \right)^2 \text{ м;} & (3.13) \\ H_{\text{дикт}} &= \left( \frac{0,24 \cdot 12}{0,31} \right)^2 = 86,3 \text{ м;} \\ Q_1 &= 0,31 \sqrt{86,3} = 2,88 \frac{\text{л}}{\text{с}}. \end{aligned}$$

Құбырдың шартты өту диаметрін анықтаймыз.

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

$$Q=6Q_1=6 \cdot 2,88 = 17,28 \frac{\text{л}}{\text{с}}. \quad (3.14)$$

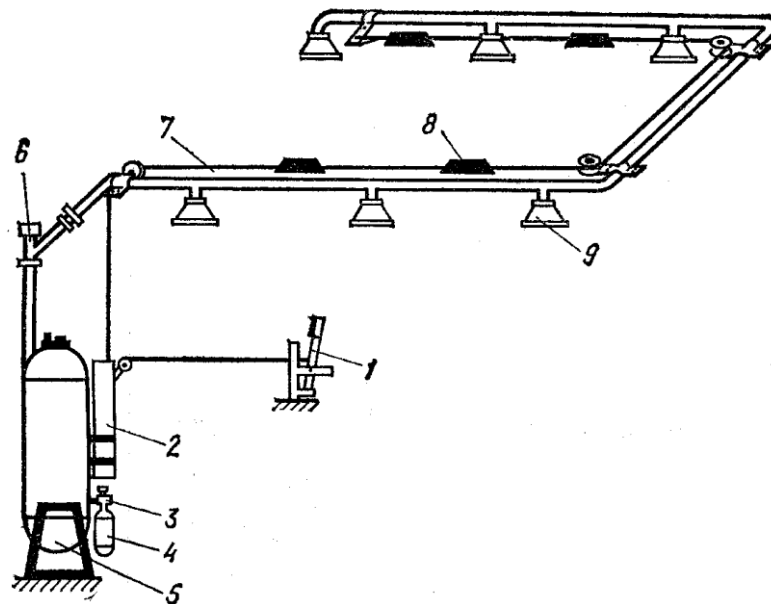
Құбыр бойымен өтетін су жылдамдығы  $V=5$  м/с , (4.12) формула бойынша:

$$D_{\text{mp}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 17,28 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 5}} = 20,9 \text{ мм}.$$

Қатардағы барлық құбырдың шартты өту диаметрін 25 мм деп аламыз. Сорғының есептік өнімділігі:

$$Q=Q_{\text{бар}}=17,28 \text{ л/с}.$$

Осы мәндерді ескере отырып К 100-65-250 сериялы насосын таңдаймыз. Сорғы қуаты 65 кВт.



- 1-қолмен іске қосу қысқышы ; 2- құбыр арқылы бағытталған жүк;  
3-құлыптау құрылғысы; 4-сығылған газды баллон; 5-өрт сөндіргіш корпусы;  
6-пневматикалық клапан; 7-трос; 8-балқитын құлып; 9-тесік  
19 сурет – Ұнтақты өрт сөндіру құрылғысының сұлбасы

## 4 Экономикалық бөлім

### 4.1 Экономикалық анықтамалар мен теориялық шолу

Бұл дипломдық жұмыста мен жобаланып жатқан асинхронды қозғалтқышының құны мен бағасын анықтаймын. Сондықтан экономикалық тұрғыдан қозғалтқыштың құны мен бағасына анықтамалар беріп өтсек.

Жобаланған асинхронды қозғалтқышына экономикалық есептеулер жүргізу қажет, яғни сол асинхронды қозғалтқышын жасағанда және пайдаланғанда кететін шығынды есептейміз.

Шығын негізінен асинхронды қозғалтқышының дұрыс жобалануына байланысты болады, яғни келесідей көрсеткіштер оның дұрыс пайдалануына әсерін тигізеді:

- ПӘК-і;
- қозғалтқыштың қуаты;
- және де т.с.с. көрсеткіштер.

Төменде мен менің дипломдық жұмысымда жобаланған асинхронды қозғалтқышының құнын есептеуге экономикалық есептеулер жүргіздім.

Жобаланған қозғалтқыштың құны негізінен оның активті және конструкциялық материалдарына тікелей тәуелді болады, ал қалған материалдардың құны қандай да бір мөлшерде активті және конструкциялық материалдардың шығынына байланысты болады.

### 4.2 Экономикалық есептеу бөлімі

Менің жобаланған асинхронды қозғалтқышының негізгі материалдары болат пен мыс болып табылады. Олар қазіргі кезде мәліметтерге сүйенсек, болаттың 1 кг 1000 теңге, ал мыстың 1 кг 900 теңге тұрады.

Ендеше жобаланған асинхронды қозғалтқышының құны төмендегідей өрнекпен анықталады:

$$C_k = C_7 + C_{ай.} + A_0 + C_{Э.Н.} + A_n + M + C_{с.н.} \text{ тг,} \quad (4.1)$$

мұндағы  $C_7$ - асинхронды қозғалтқышын жобалағанда материалдарға кететін шығынның мөлшері;

$C_{ай.}$ - асинхронды қозғалтқышын жобалағанда жұмыс істеген отрядтың жалақысының мөлшері;

$C_{Ц.Н.Р.}$ - цехтық қосымша шығындар шамасы;

$C_{Э.Н.Р.}$ - барлық зауыттың қосымша шығын мөлшері.

Материалдарғы кеткен барлық шығын мөлшері:

$$C_7 = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 \text{ тг,} \quad (4.2)$$

мұндағы  $C_1$ - негізгі бөліктерді жасауға пайдаланылған

электротехникалық болаттың шығыны;  
 $C_2$ - мыс сымның шығыны;  
 $C_3$ - алюминидің шығыны;  
 $C_4$ - оқшаулағыш материалдарының шығыны;  
 $C_5$ - құрылғыш материалдарының шығыны;  
 $C_6$ - қыстырғыш материалдарының шығыны.

Материалдарға кеткен шығынның мөлшерін есептеу үшін, ең алдымен, жобаланып жатқан асинхронды қозғалтқыштың бөліктерінің массасын анықтау қажет. Олай болса, төменде асинхронды қозғалтқыштың жобаланған мәндеріне байланысты массасын анықтаймыз:

Статордың мойынтұрығы:

$$G_{a1} = \pi(D_{a1} - h_{a1})h_{a1} \cdot l_1 \cdot \kappa_c \cdot \gamma_{cm} = 3,14(0,66 - 0,0158) \cdot 0,0158 \cdot 0,27 \cdot 0,95 \cdot 7,8 \cdot 10^3 = 63,9 \text{ кг}, \quad (4.3)$$

$\gamma_{ст} = 7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$  – болаттың тығыздығы.

Статордың тістері:

$$G_{z1} = h_{n1} \cdot b_{z1} \cdot Z_1 \cdot l_1 \cdot \kappa_c \cdot \gamma_{бол} = 0,069 \cdot 0,0043 \cdot 90 \cdot 0,27 \cdot 0,95 \cdot 7,8 \cdot 10^3 = 53,4 \text{ кг}. \quad (4.4)$$

Ротордың мойынтұрығы:

$$G_{a2} = \pi(D_2 - 2h_{n2} - h_{a2}) \cdot h_{a2} \cdot l_1 \cdot \kappa_c \cdot \gamma_{бол} = 3,14(0,489 - 2 \cdot 0,0463 - 0,020) \cdot 0,020 \cdot 0,27 \cdot 0,95 \cdot 7800 = 52,3 \text{ кг}. \quad (4.5)$$

Ротордың тістері:

$$G_{z2} = h_{n2} \cdot b_{z2} \cdot Z_2 \cdot l_1 \cdot \kappa_c \cdot \gamma_{бол} = 0,0463 \cdot 0,010 \cdot 40 \cdot 0,27 \cdot 0,95 \cdot 7,8 \cdot 10^3 = 37 \text{ кг}. \quad (4.6)$$

Болаттың жалпы массасы:

$$G_{cm} = G_{a1} + G_{z1} + G_{a2} + G_{z2} = 63,9 + 53,4 + 52,3 + 37 = 206,6 \text{ кг}. \quad (4.7)$$

Статор орамасындағы мыс сымның массасы:

$$G_M = m_1 \cdot a \cdot L_{a\text{ин}} \cdot S_1 \cdot w_1 \cdot \gamma_M = 3 \cdot 3 \cdot 0,17 \cdot 6,55 \cdot 10^{-6} \cdot 46,3 \cdot 8,9 \cdot 10^3 = 4,12 \text{ кг}, \quad (4.8)$$

мұндағы  $\gamma_M = 8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$  – мыстың тығыздығы.

Бекітілген сақиналарының және вентиляциялық қалақшаларының алюминий өзекшелерінің массасы.

Өзекшелерінің массасы:

$$G_c = S_c \cdot l_1 \cdot Z_2 \cdot \gamma_{ал} = 126 \cdot 10^{-6} \cdot 0,27 \cdot 40 \cdot 2,7 \cdot 10^3 = 3,6 \text{ кг}, \quad (4.9)$$

мұндағы  $\gamma_{ал} = 2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$  – алюминидің тығыздығы.

Сақиналарының массасы:

$$G_k = 2\pi \cdot D_{к.ор.} \cdot S_k \cdot \gamma_{ал} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,121 \cdot 460 \cdot 10^{-6} \cdot 2,7 \cdot 10^3 = 0,94 \text{ кг}; \quad (4.10)$$

$$D_{к.ор.} = D_2 - h_k = 0,151 - 0,03 = 0,121 \text{ м}. \quad (4.11)$$

Алюминидің жалпы массасы:

$$G_{ал} = 1,2(G_c + G_k) = 1,2(3,6 + 0,94) = 5,4 \text{ кг}. \quad (4.12)$$

Вентиляциялық қалақшаларының коэффициенті 1,2  
Активті материалдарының массасы:

$$G_{а.м.} = G_{бол} + G_M + G_{ал} = 206,6 + 4,12 + 5,4 = 216,1 \text{ кг}. \quad (4.13)$$

Конструкциялық материалдарының массасы:

$$G_{к.м.} = 1,25 \cdot G_{а.м.} = 1,25 \cdot 216,1 = 270,1 \text{ кг}. \quad (4.14)$$

Қозғалтқыштың жалпы массасы:

$$G_{д.в.} = G_{а.м.} + G_{к.м.} = 216,1 + 270,1 = 486,2 \text{ кг}. \quad (4.15)$$

Негізгі бөліктерді жасауға пайдаланылған электротехникалық болаттың шығыны төмендегіде анықталады:

$$C_1 = 1,1 \cdot \kappa_{бол} \cdot G_{бол} \text{ тг}, \quad (4.16)$$

мұндағы  $\kappa_{бол} = 1000$  тенге/кг – 0,5 мм 2013 маркалы бір килограмм болаттың бағасы;  
 $G_{бол}$  - болаттың массасы.

$$C_1 = 1,1 \cdot 1000 \cdot 206,6 = 227260 \text{ тг}.$$

Мыс сыманының шығыны:

$$C_2 = \kappa_{м.н.} \cdot G_M = 900 \cdot 4,12 = 3708 \text{ тг}, \quad (4.18)$$

мұндағы  $C_3$ - алюминийдің шығыны;  
 $C_4$ - оқшаулағыш материалдарының шығыны;  
 $C_5$ - құрылғыш материалдарының шығыны;  
 $C_6$ - қыстырғыш материалдарының шығыны.

Алюминидің шығыны:

$$C_3 = \kappa_{ал} \cdot G_{ал} = 105 \cdot 5,4 = 567 \text{ тг}. \quad (4.19)$$



Оқшаулағыш материалдарының шығыны:

$$C_4 = 0,45 \cdot C_2 = 0,45 \cdot 3708 = 1668,6 \text{ мг.} \quad (4.20)$$

Құрылғыш материалдарының шығыны:

$$C_5 = 1,75 \cdot C_1 = 1,75 \cdot 227260 = 397705 \text{ мг.} \quad (4.21)$$

Қыстырғыш материалдарының шығыны:

$$C_6 = 0,05 \cdot C_5 = 0,05 \cdot 397705 = 19885,2 \text{ мг.} \quad (4.22)$$

Материалдарғы кеткен барлық шығын мөлшері:

$$\begin{aligned} C_7 &= C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 = \\ &= 227260 + 3708 + 567 + 1668,6 + 397705 + 19885,2 = 650793,8 \text{ мг.} \end{aligned} \quad (4.23)$$

### 4.3 Асинхронды қозғалтқыштың өзіндік құнын есептеу

2 кесте - Сатып алынатын бөліктер

№	Аты	Саны	Бағасы
1	Бұранда М8	4 шт.	20
2	Бұранда М6	16 шт.	30
3	Бұранда М4	18 шт.	45
8	Подшипниктер	2 шт.	5000
9	Лак	0,4 л	500

Сатылып алынатын бөліктердің жалпы бағасын есептейміз:

$$C_{c.a} = \sum (C_{c.a} \cdot K_u) = 4 \cdot 20 + 16 \cdot 30 + 18 \cdot 45 + 2 \cdot 5000 + 0,4 \cdot 500 = 11570 \text{ тг.} \quad (4.24)$$

Тасымалдау шығыны:

$$\begin{aligned} C_{тр} &= (C_{\text{мат}} + C_{c.a}) / 100\% \cdot k_{тр} = \\ &= (650793,8 + 11570) / 100 \cdot 8 = 52989,1 \text{ тг,} \end{aligned} \quad (4.25)$$

мұндағы  $k_{тр} = 8\%$  - тасымалдау шығынының пайызы.

Өндірістік жұмысшылардың негізгі жалақысы:

$$C_{ж} = 60000 \text{ тг.} \quad (4.26)$$

Жұмысшылардың сыйақысы:

$$C_c = C_{ж} / 100\% \cdot \kappa_c = 60000 / 100 \cdot 30 = 18000 \text{ тг}, \quad (4.27)$$

мұндағы  $\kappa_c = 30\%$  - сыйақы мөлшерінің пайызы.  
Жұмысшылардың қосымша жалақысы:

$$C_{\kappa} = (C_{ж} + C_c) / 100\% \cdot \kappa_{\kappa} = (60000 + 18000) / 100 \cdot 15 = 11700 \text{ тг}, \quad (4.28)$$

мұндағы  $\kappa_{\kappa} = 15\%$  - қосымша жалақының пайызы.  
Әлеуметтік салық:

$$\begin{aligned} C_{\text{сал.}} &= (C_{ж} + C_c + C_{\kappa}) / 100\% \cdot \kappa_{\text{сал.}} = \\ &= (60000 + 18000 + 11700) / 100 \cdot 11 = 9867 \text{ тг}, \end{aligned} \quad (4.29)$$

мұндағы  $\kappa_{\text{сал.}} = 11\%$  - әлеуметтік салық пайызы.  
Жұмысшылардың жалпы жалақысы:

$$\begin{aligned} C_{\text{ж.ж}} &= C_{ж} + C_c + C_{\kappa} + C_{\text{сал.}} = \\ &= 60000 + 18000 + 11700 + 9867 = 99567 \text{ тг}. \end{aligned} \quad (4.30)$$

Цехтағы шығындар:

$$C_{\text{ц}} = (C_{ж} \cdot \kappa_{\text{ц}}) / 100\% = (60000 \cdot 50) / 100 = 30000 \text{ тг}, \quad (4.31)$$

мұндағы  $\kappa_{\text{ц}} = 50\%$  - цех шығынының пайызы.  
Амортизациялық шығындар:

$$C_a = (C_{ж} \cdot \kappa_a) / 100\% = (60000 \cdot 110) / 100 = 66000 \text{ тг}, \quad (4.32)$$

мұндағы  $\kappa_a = 110\%$  - амортизациялық шығындардың пайызы.  
Цехтағы өзіндік құны:

$$\begin{aligned} K_{\text{ц}} &= C_7 + C_{\text{с.а}} + C_{\text{тр}} + C_{\text{ж.ж}} + C_a + C_{\text{ц}} = \\ &= 650793,8 + 11570 + 52989,1 + 99567 + 30000 + 66000 = 910919,9 \text{ тг}. \end{aligned} \quad (4.33)$$

Жалпы заводтық шығындар:

$$C_3 = (C_{ж} \cdot \kappa_3) / 100\% = (60000 \cdot 40) / 100 = 24000 \text{ тг}, \quad (4.34)$$

мұндағы  $\kappa_3 = 40\%$  - заводтағы шығындардың пайызы.  
Өндірістік өзіндік құны:

$$K_{\theta} = K_{\text{ц}} + C_3 = 910919,9 + 24000 = 934919,9 \text{ тг}. \quad (4.35)$$

Басқа да өндірістік шығындар:

$$C_{\text{б.ө}} = (K_{\text{ө}} \cdot k_{\text{б.ө}}) / 100\% = (934919,9 \cdot 2) / 100 = 18698,3 \text{ тг.} \quad (4.36)$$

мұндағы  $k_{\text{б.ө}} = 2\%$  .

Жалпы заводтық өзіндік құны:

$$K_3 = K_{\text{ө}} + C_3 + C_{\text{б.ө}} = 934919,9 + 24000 + 18698,3 = 977618,2 \text{ тг.} \quad (4.37)$$

Өндірістік емес шығындар:

$$C_{\text{ө.е}} = (K_3 \cdot k_3) / 100\% = (977618,2 \cdot 1,5) / 100 = 14664,2 \text{ тг.} \quad (4.38)$$

мұндағы  $k_3 = 1,5\%$  .

Қозғалтқыштың толық өзіндік құны:

$$K_T = K_3 + C_{\text{ө.е}} = 977618,2 + 14664,2 = 992282,4 \text{ тг.} \quad (4.39)$$

Енді мен осы қозғалтқышты сатқанда үстінен түсетін пайданы есептеймін, яғни жобаланып жатқан қозғалтқыштың шығынының 4,4%-ы пайда болып табылады:

$$\Pi = (K_T \cdot k_{\Pi}) / 100\% = (992282,4 \cdot 4,4) / 100 = 43660,4 \text{ тг.} \quad (4.40)$$

мұндағы  $k_{\Pi} = 4,4\%$  .

Жалпы бағасы:

$$B = K_{\text{ө}} + \Pi = 992282,4 + 43660,4 = 1035942,8 \text{ тг.} \quad (4.41)$$

#### 4.4 Экономикалық тиімділігін анықтау

Жылдық экономикалық тиімділікті анықтау базалық және жаңа техникаға кететін келтірілген шығындарды салыстыруға негізделген. Жаңа техниканы пайдаланғанның соңында кірістердің көбеюімен өрнектелген жылдық экономикалық тиімділік барлық өндірістік ресурстардың қосынды экономикасын көрсетеді.

Жаңа қозғалтқыштың жылдық өзіндік құнын есептеу үшін бір қозғалтқыштың өзіндік құнына жылына шығарылатын қозғалтқыштың санын көбейтеміз:

$$K_H = K_1 \cdot N_{\text{жыл.б}} = 992282 \cdot 550 = 545755100 \text{ тг.} \quad (4.42)$$

3 кесте - Асинхронды қозғалтқыштың өзіндік құнының калкуляциясы

№	Шығынның аты	Жаңа қозғалтқыштың бағасы, теңге	Ескі қозғалтқыштың бағасы, теңге
1	Негізгі материалдар	650793	711222
2	Сатып алынатын бөліктер	11570	11570
3	Тасымалдау шығыны	52989	52989
4	Негізгі жалақы	60000	60000
5	Қосымша жалақы	11700	11700
6	Сыйақы	18000	18000
7	Әлеуметтік салық	9867	9867
8	Цехтағы шығындар	30000	30000
9	Амортизациялық шығындар	66000	66000
10	Жалпы өндірістік шығындар	24000	24000
11	Өндірістік емес шығындар	14664	14664
12	Басқа да өндірістік шығындар	18698	21450
13	Толық өзіндік құны	992282	1030234
14	Пайда	43660	45330
15	Бағасы	1035942	1075564
16	Өнім көлемі	550	550

Ескі қозғалтқыштың жылдық өзіндік құнын жоғарыдағы жаңа қозғалтқышты есептеу жолымен есептейміз:

$$K_6 = K_2 \cdot N_{\text{жыл.б}} = 1030234 \cdot 550 = 566628700 \text{ тг.} \quad (4.43)$$

Өзіндік құнының азаюынан болатын жылдық үнемдеу:

$$\Delta K = K_6 - K_n = 566628700 - 545755100 = 20873600 \text{ тг.} \quad (4.44)$$

Айнымалы шығындар:

$$\begin{aligned} v &= C_7 + C_{c.a} + C_{\text{тр}} + C_{\text{ж}} + C_{\text{к}} + C_{\text{с}} + C_{\text{сал.}} = \\ &= 650793,8 + 11570 + 52989,1 + 60000 + 11700 + 18000 + 9867 = 814920 \text{ тг.} \end{aligned} \quad (4.45)$$

Жалпы айнымалы шығындар:

$$V = v \cdot Q = 814920 \cdot 550 = 448206000 \text{ тг.} \quad (4.46)$$

Тұрақты шығындар:

$$f = C_{\text{ц}} + C_{\text{а}} + C_3 + C_{\text{б.ө}} = 30000 + 66000 + 24000 + 18698 = 138698 \text{ тг.} \quad (4.47)$$

Жалпы тұрақты шығындар:

$$F=f \cdot Q=138698 \cdot 550=76283900 \text{ тг.} \quad (4.48)$$

Бір қозғалтқыштың өзіндік құны:

$$C=v+f=814920+138698=953618 \text{ тг.} \quad (4.49)$$

Барлық қозғалтқыштың өзіндік құны:

$$C_o = C \cdot Q = 953618 \cdot 550 = 524489900 \text{ тг.} \quad (4.50)$$

Жалпы түсім:

$$R= C_r \cdot Q = 1035942 \cdot 550 = 569768100 \text{ тг.} \quad (4.51)$$

Жобаның жалпы түсіретін пайдасы:

$$P= R - C_o = 569768100 - 524489900 = 45278200 \text{ тг.} \quad (4.52)$$

Критикалық кездегі өндіріс көлемі:

$$N_{кр} = F / (C_d - v) = 76283900 / (1035942 - 814920) = 342,37 \text{ дана.} \quad (4.54)$$

Критикалық кездегі жалпы түсім:

$$R_{кр} = C_d \cdot N_{кр} = 1035942 \cdot 342,37 = 354675466 \text{ тг.} \quad (4.55)$$

Қаржылық тұрақтылық қоры:

$$З_{ф.у} = R - R_{кр} = 569768100 - 354675466 = 215092634 \text{ тг.} \quad (4.56)$$

Экономикалық тиімділігі:

$$K_{зф.у} = З_{ф.у} / R \cdot 100\% = 215092634 / 569768100 \cdot 100\% = 37,7\%. \quad (4.57)$$

Жоба шығындалмайтын жағдайдағы минималды сатылымдық бағасы:

$$C_{p.min} = F + V / Q = 76283900 + 448206000 / 550 = 77098820 \text{ тг,} \quad (4.58)$$

мұндағы R – жалпы түсім;

R<sub>кр</sub> – критикалық кездегі жалпы түсім.

Жоғарыда есептелген мәндерді пайдалана отырып жобаның өтелу мерзімін есептейміз:

$$Q_T = R / З_{ф.у} = 569768100 / 215092634 = 2,64 \text{ жыл.} \quad (4.59)$$

## Қорытынды

Бұл дипломдық жұмысты орындау барысында АВК-ка арналған асинхронды қозғалтқыштың негізгі параметрлерін таңдадым, Тақырыпта қуаты 110-кВт болатын АВК-ға арналған асинхронды қозғалтқыштың негізгі параметрлеріне есептеу жүргіздім және статордың паза сандарын анықтап статордың орамаларын санадым. Статор пазаларының мәндерін есептеп, фазалық ротордың орамаларын, темір өзекшенің және ротор пазаларының өлшемдерін, пазадағы эффектілі өткізгіштер және орам сандарын есептедім. Сонымен қатар магнит тізбегіне есептеулер жүргізілді. Статор және ротордың орамаларының активті және индуктивті кедергілерін, болаттағы, механикалық және қосымша шығындарды есептеп, асинхронды қозғалтқыштың жұмыс сипаттамаларының графиктерін тұрғыздым.

Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде АВК-ка арналған асинхронды қозғалтқыштың пайдаланудағы еңбек жағдайы қарастырылды. Жұмыс орнындағы негізгі қауіпті факторларды, жұмыс орнындағы электр қауіпсіздігін және өрт қауіпсіздігін талдадым. Қорғаныстық жерге қосу құрылғысына есептеме жүргізілді. Өрт кезіндегі жылу аймағының әсерін есептеу бойынша есеп шығардым.

Экономикалық бөлімде жобаланып АВК-ка арналған асинхронды қозғалтқыштың материалдық шығынын, тасымалдауға және тағы басқа шығындарды есептедім. Қозғалтқыштың өзіндік құнын есептеп, экономикалық тиімділігі 37,7%-ға тең және жобаның өтелу мерзімі 2,64 жылға тең.

## Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Р.М.Шидерова, А.Н.Бестерекова Электр машиналары. Фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыштар (Орамаларды және геометриялық өлшемдерді есептеу). Курстық жұмысты орындауға арналған әдістемелік нұсқау (5В071800 – Электр энергетика мамандығының студенттерінің арналған).- Алматы: АЭБУ, 2011.–35бет.
2. Сагитов П.И., Р.М.Шидерова, А.Н.Бестерекова Электр машиналары. Фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыштар (Параметрлерді және жұмыс сипаттамаларын анықтау). Курстық жұмысты орындауға арналған әдістемелік нұсқау (5В071800 – Электр энергетикасы мамандығының студенттеріне арналған).- Алматы: АЭБУ, 2012.–22 бет.
3. Копылов И.П., Клоков Б.К., Морозкин В.П., Токарев Б.Ф. Проектирование электрических машин.–М:Высшая школа, 2002.
4. Проектирование электрических машин под ред. Н.П.Копылова. Москва, «Энергия» 1980.
5. А.С. Сандлер, Р.С. Сарбатов Автоматическое частотное управление асинхронного двигателя. Москва, «Энергия» 1974.
6. О.Д. Гольберг, Я.С. Гурин, И.С. Свириденко Проектирование электрических машин. Москва, «Высшая школа» 1984.
7. Я.С. Гурин, Б.И. Кузнецов, Проектирование электрических машин. Москва, «Энергия» 1978.
8. П.С. Сергеев, Н.В. Виноградов, Ф.А. Горяинов Проектирование электрических машин. Москва, «Энергия» 1969.
9. Автоматизированное проектирование электрических машин, под ред. Ю.Б.Бородулина. Москва, «Высшая школа» 1989.
10. Т.Е. Хакимжанов, Ж.С. Абдимуратов, С.Е. Мананбаева. Тіршілік қауіпсіздігі. Оқу құралы. А.: 2009.
11. Л.П. Кошулько и др. Производственное освещение. Методические указания к выполнению раздела в дипломном проекте. Алмата, изд. АИЭС, 1989.
12. Торгаев Ә.Ә.А.: АИЭС/ Өрт қауіпсіздігі негіздері. Дәрістер жинағы,2013.
13. М.К. Дюсебаев, Т.Е. Хакимжанов, Ж.С. Абдимуратов. А.:Еңбекті қорғау және тіршілік қауіпсіздігі.Дәрістер жинағы. 2013.
14. А.А. Жакупов, С.Г.Парамонов и др. Организация и планирование производства. Методические указания к выполнению курсовых работ. Алматы, изд.АИЭС 1998.
15. Н.Н. Синягин и др. Система планово-предупредительного ремонта электрооборудования и сетей промышленной энергетики. Москва 1978.
16. Т.Е. Хакимжанов Расчёт аспирационных систем. Методические указания к выполнению раздела в дипломном проекте. Алматы, изд.АИЭС 2002.