

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ  
МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ғ. ДӘУКЕЕВ АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА  
ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр машиналары және электр жетегі кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»

Кафедра меңгерушісі

т.ғ.к., профессор Оржанова Ж.К.

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

« \_\_\_\_\_ » 20\_\_ ж.

(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: Фазалық роторлы асинхронды қозғалтқышты жобалау

5B071800 - «Электроэнергетика» мамандығы бойынша

Орындаған Сайфулла Досбол Сыбғатуллаұлы ЭАТҚК-16-4

(аты - жөні)

(тобы )

Жетекші Гали Какимжан Оралович т.ғ.к., доцент

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

« \_\_\_\_\_ » 20\_\_ ж.

(қолы)

Кенесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша:

Түзелбаев Бақберген Ибадиллаевич, PhD докторы

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« \_\_\_\_\_ » 20\_\_ ж.

(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

Мусаева Ж.К., б.ғ.к., доцент

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« \_\_\_\_\_ » 20\_\_ ж.

(қолы)

Пікір жазушы:

Иманбекова Т.Д т.ғ.к., асоциоланған профессор

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« \_\_\_\_\_ » 20\_\_ ж.

(қолы)

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ  
МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ғ. ДӘУКЕЕВ АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА  
ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

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

жұмысты орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Сайфулла Досбол Сырғатуллаұлы  
(аты - жөні)

Жұмыс тақырыбы Фазалық роторлы асинхронды қозғалтқышты жобалау  
Ректордың «11» 11 2019 № 147 бұйрығы бойынша бекітілген.  
Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «28» мамыр 2020 ж.  
Жұмысқа бастапқы деректер (талап етілетін жұмыс нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері) Қозғалтқыштың техникалық параметрлері: Номиналды қуат  $P_n=5\text{кВт}$ ; Желінің номиналды кернеуі  $U=220/380\text{ В}$ ; Жалғану сұлбасы -  $\nabla/Y$ ; Айналу синхрондық жиілігі  $n_1=1500\text{ об/мин}$ ; Полюстер саны  $2p=4$ ; Желінің жиілігі  $f_1=50\text{ Гц}$ ; Статор орамасының фаза саны  $m_1=3$ ; Ротор орамасының типі – қысқа тұйықталған роторлы; Қоршаған орта әсерінен қорғаныстық дәрежесі бойынша қозғалтқыштың орындау – IP 44; Салқындату тәсілі - IC141; Құрылымдық орындалуы - IM1001; Климаттық орындалу санаты – U3; Жұмыстың режимі – ұзақ уақыттық.

Дипломдық жұмыста әзірлеуге жататын сұрақтар тізімі немесе қысқаша мазмұны:

1. Негізгі бөлім
2. Асинхронды қозғалтқыштар туралы мағлұматтар
3. Статордың ойығының және ауа саңылауларының өлшемдерін есептеу
4. Жұмыс режимінің сипаттамасы
5. Шығындарды есептеу
6. Жұмыс сипаттамасын есептеу
7. Өмір тіршілік қауіпсіздік бөлімі
8. Экономикалық бөлім

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1. Қозғалтқыштың жалпы көрінісі

2. Паздардың есептелген өлшемдері

3. Паз ойықтарының көрінісі

4. Тұрғызылған сипаттамалары

5. Өмір тіршілік қауіпсіздігі

6. Экономикалық тиімділік бөлімі

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Вольдек А.И. Электрические машины. – Энергия, 2012.

2. Кацман М.М. Электрические машины. – М.: Высшая школа, 2015.

3. Проектирование электрических машин. /под ред. И.П.Копылова – М. Энергия, 2012.

4. Просаурин Б. К. Электропоезда постоянного тока 2001 г.

5. Крылов В. И. Автоматические тормоза подвижного состава железных дорог 2000 г.

6. ОАО РЖД РФ Правила технической эксплуатации железных дорог РФ.

7. Технический журнал Электрическая и тепловозная тяга -№6 4-9-2001г.

Жұмыс бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

Бөлімдері	Кеңесшілері	Мерзімдері	Қолдары
Негізгі бөлім	Гали К.О		
Өмір тіршілік қауіпсіздік	Мусаева Ж.К.		
Экономикалық бөлім	Тузелбаев Б.И.		

Диплом жұмысын дайындау  
К Е С Т Е С І

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1	<i>Негізгі бөлім</i>	<i>19.11.2019</i>	
2	<i>Қозғалтқыштың негізгі берілгендеі</i>	<i>20.12.2019</i>	
3	<i>Статордағы тістерінің санын, орама фазаларындағы айналымдарын және статордың сымының орамаларының қимасын анықтау</i>	<i>18.02.2020</i>	
4	<i>Статордың ойығының және ауа саңылауларының өлшемдерін есептеу</i>	<i>25.03.2020</i>	
5	<i>Ротордың өлшемдері</i>	<i>13.04.2020</i>	
6	<i>Магниттелу тогын есептеу</i>	<i>27.04.2020</i>	
7	<i>Жұмыс режимінің сипаттамасы</i>	<i>30.04.2020</i>	
8	<i>Шығындарды есептеу</i>	<i>05.05.2020</i>	
9	<i>Өмітіршілік қауіпсіздік бөлімі</i>	<i>13.05.2020</i>	
10	<i>Экономикалық бөлім</i>	<i>08.05.2020</i>	

Тапсырманың берілген мерзімі « 18 » қараша 2019 ж.

Кафедраның меңгерушісі Оржанова Ж.К., т.ғ.к., профессор .

(қолы)

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жұмыстың жетекшісі Гали К.О т.ғ.к., доцент .

(қолы)

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы

Қабылдап алған студент Сайфулла Д .

(қолы)

(аты -жөні)

## Аңдатпа

Бұл дипломдық жұмыста фазалық роторлы асинхронды қозғалтқышты жобалау қарастырылды, олардың құрылысы және мінездемелеріне тоқталдым. Электр қозғалтқышының якорінің диаметрін және беріліс параметрлерінің теңдеулермен есептеулер жасадым. Сонымен қатар фазалық роторлы асинхронды электр қозғалтқышына электромагниттік есептеу жасап және паздар санын қарастырдым, өткізгіштер өлшемдері, паздар және тістер санын есептедім, якорьдің ұзындығы және магниттік ағынды анықтадық, магнит тізбегінің участкілеріндегі магниттік кернеуліктерін есептедім.

Келесі бөлімде зәкір реакциясының әсерін есептеуді, зәкір магниттену әрекетінің компенсациясын есептеуді, ГКЗ қимасын, магниттік тізбекті есептеу шарттарын, негізгі полюстерді, қосымша полюстерді және коммутация параметрлерін есептеуді орындады. Электр қозғалтқыштың ПӘК-ін есептеу және сипаттаманы тұрғызу. Өмір тіршілік қауіпсіздік бөлімінде электр жетегін пайдалану кезіндегі техника қауіпсіздігі (монтаж, жөндеу т.б.) қозғалтқыш қондырғысын қорғаныстық жерге қосуды есептеу жүргіздім.

Техника- экономикалық электр жетек жүйесін таңдау нұсқаларының технико-экономикалық салыстыруын, электр жетек жетілдіру капиталды шығынын, еңбек сыйымдылығы, жобаны ұйымдастыру техника-экономикалық шаралар тиімділігіне есептеулер жүргізіп, шығындарын есептедім.

## Аннотация

В данной дипломной работе рассматривается проектирование фазных роторных асинхронных двигателей, их устройство и характеристики. Составляли уравнения якоря электродвигателя и параметры передачи. Кроме того, был сделан электромагнитный расчет асинхронного электродвигателя с фазным ротором и произведен расчет количества пазов, расчет параметров проводников, количества пазов и зубьев, определение длины якоря и магнитного потока, расчет магнитных напряжений на участках магнитной цепи.

В следующем разделе выполнил расчет влияния якорной реакции, расчет компенсации действия намагничивания якоря, сечение ГКЗ, условия расчета магнитной цепи, основные полюсы, дополнительные полюсы и расчет параметров коммутации. Расчет КПД электродвигателя и построение характеристик. В разделе безопасность жизнедеятельности рассматривал вопрос техники безопасности при эксплуатации электропривода, влияние шума на организм человека, сделал расчет зануления. В технико-экономической части сделал расчет экономической эффективности.

## **Annotation**

In this thesis, the design of phase rotary asynchronous motors, their structure and characteristics are considered. The equations of the motor armature and transmission parameters were compiled. In addition, an electromagnetic calculation of an asynchronous motor with a phase rotor was made and the number of slots was calculated, the parameters of the conductors, the number of slots and teeth were calculated, the length of the armature and the magnetic flux were determined, and the magnetic stresses on the sections of the magnetic circuit were calculated.

In the next section has performed the calculation of the influence of the anchor response, compensation actions magnetization of the armature, the cross section of the SRC, the conditions of calculation of the magnetic circuit, the main poles, additional poles, and calculate commutation parameters. Calculating the efficiency of the electric motor and building characteristics. In the section safety of life, I considered the issue of safety during operation of the electric drive, the impact of noise on the human body, and made a calculation of zoning. In the technical and economic part of the project.

## Мазмұны

	Кіріспе.....	9
1	Асинхронды қозғалтқыштар туралы мағлұмат.....	9
1.1	Асинхронды қозғалтқыштың құрылысы.....	9
1.2	Қозғалтқыштың негізгі берілгендері.....	15
1.2.1	Полюстердің санын анықтау.....	16
1.2.2	Статор бойынша ішкі диаметрі $D$ .....	16
1.2.3	Полюстік бөлінуді анықтау $\tau$ .....	16
1.2.4	Есептік қуаты.....	16
1.2.5	Біліктің синхрондық бұрыштық жылдамдығы.....	17
1.2.6	Ауа саңылауларының ұзындығы.....	17
2	Статордағы тістерінің санын, орама фазаларындағы айналымдарын және статордың сымның орамаларының қимасын анықтау.....	19
2.1	Шекті мәндерді анықтау.....	19
3	Статордың ойығының және ауа саңылауларының өлшемдерін есептеу.....	21
3.1	Есептеулер жүргізу.....	21
4	Ротордың өлшемдері.....	23
5	Магниттелу тоғын есептеу.....	27
5.1	Есептеулер жүргізу.....	27
6	Жұмыс режимінің сипаттамасы.....	30
6.1	Есептеулерді жүргізу.....	30
7	Шығындарды есептеу.....	36
7.1	Асинхронды машина стаотрының болатындағы негізгі шығындарды есептеу.....	36
8	Жұмыс сипаттамасын есептеу.....	36
8.1	Кедергінің нақты бөлігін анықтаймыз.....	38
9	Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі.....	38
9.1	Асинхронды қозғалтқыш өндірісіндегі еңбек қауіпсіздігі.....	42
9.2	Электр қауіпсіздігімен қамтамасыз ету.....	42
9.3	Микроклимат шарттарын қамтамасыздандыру.....	46
9.4	Өндірістегі өрт қауіпсіздігі.....	48
9.5	Электр қондырғыны қауіпсіз жерге тұйықтау ережелері.....	51
9.6	Өртке қарсы қорғаныс құралдарын таңдау.....	52
9.7	Өндірістегі шу және діріл қауіпсіздіктері.....	52
9.8	Жасанды жарықтандыруды есептеу.....	53
10	Технико-экономикалық бөлім.....	54
10.1	Технико-экономикалық салыстыру.....	54
	Қорытынды.....	60
	Әдебиеттер тізімі.....	61



## Кіріспе

Электр машиналары электр технологиялық өнеркәсіптік өндірістің жалпы көлемінде негізгі орын алады, сондықтан электр машиналарының техникалық-экономикалық көрсеткіштері мен пайдалану қасиеттері еліміздің экономикасы үшін маңызды мәнге ие.

Электр машиналарын жобалау - бұл инженер-электромеханиктердің ұрпақтары жинаған, есептеу техникасы мен шығарылатын машинаны жаңартатын немесе сапалы шығаратын инженердің талаптарын пайдаланатын, энергияны электромеханикалық түрлендіру процесі мен тәжірибесін біріктіретін өнер.

Асинхронды машиналар - ең көп таралған электр машиналары. Олар электр қозғалтқыштары ретінде жиі қолданылады және механикалық энергияға электр энергиясының негізгі түрлендіргіштері болып табылады. Қазіргі уақытта асинхронды қозғалтқыштар әлемде шығарылатын барлық электр энергиясының жартысын ғана тұтынады және механизмдердің көпшілігін электржетек ретінде кеңінен қолданады. Бұл конструкцияның қарапайымдылығымен, ПӘК жоғары мәнімен және осы электр машиналарының сенімділігімен түсіндіріледі.

Кернеуі 1000 В дейінгі 4 А асинхронды қозғалтқыштардың бірегей сериясы номиналды қуаты 0,6-дан 400 кВт дейінгі диапазонды қамтиды және 50-ден 355 айналу осіне дейінгі 17 биіктік қозғалтқышты қамтиды. Сонымен қатар, бұл серия қоршаған орта шарттары бойынша мамандандырылған орындауларды және бірқатар жаңартуларды қамтиды. Бұл түрлендіргіштер: жоғары өнімді іске қосу, жоғары табысты, фазалық роторлар көп өткізгіш, аз ағынды.

Негізгі орындалатын қозғалтқыштар қалыпты климатқа, сырғуға, іске қосу сипаттамаларына және басқа параметрлерге ерекше талаптар қойылмайтын механизмдердің жетек жағдайларында жұмыс істеуге арналған. Олар 50 Гц жиіліктің 3-фазалық желісіне қосылуға есептелген.

Қозғалтқыштардың үздіксіз жұмыс істеу ықтималдығы кемінде 0,9, ал істен шыққанға дейін-кемінде 10 мың/сағ болуы тиіс.

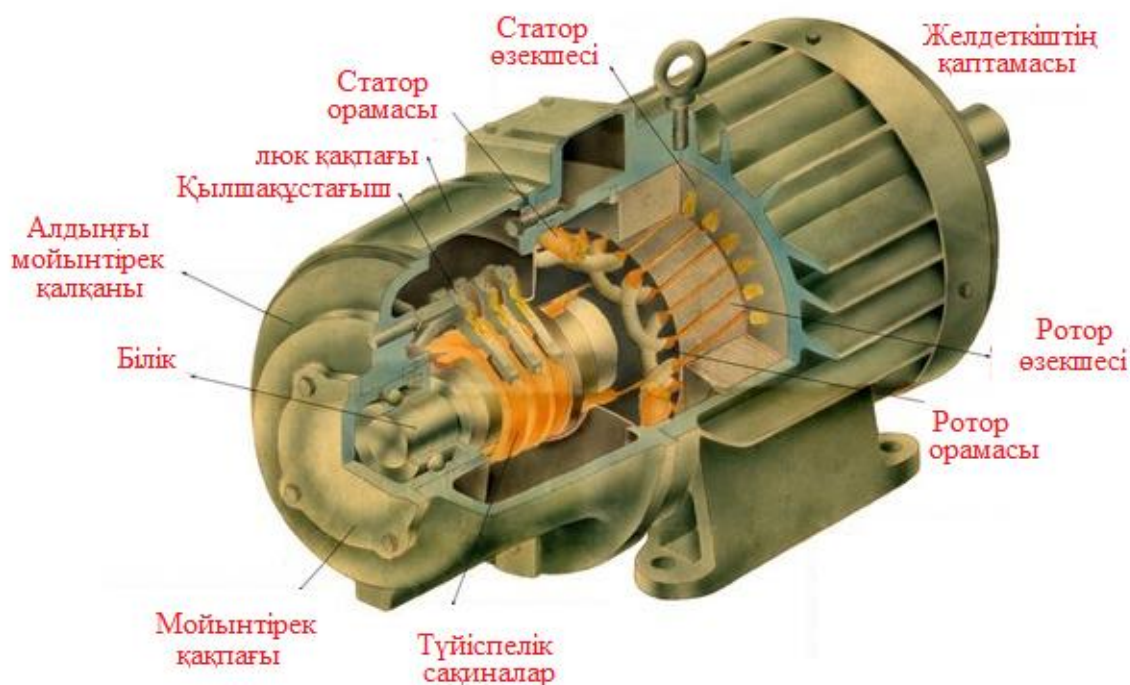
Электр машиналарын жобалау кезінде электромагниттік жүктемелер негізгі өлшемдер есептеледі және таңдалады. Осыған байланысты статор мен ротордың өлшемдерін есептейді, орамалардың материалдарын, орамалардың оқшауламасын, машинаның белсенді және құрылымдық бөлшектерін таңдайды. Сонымен қатар желдету, жылу және механикалық есептеулер келтірілген. Арнайы бөлімде 3414 маркалы роторлы болаттың ең аз меншікті шығындарымен болатқа ауыстырылған қуаттың жаңа қозғалтқышы жасалған. Машиналардың жекелеген бөлшектері машинаны дайындау кезінде материалдардың еңбек сыйымдылығы мен шығыны аз болатындай, ал машинаны іске қосу кезінде ең жақсы сенімділік пен энергетикалық көрсеткіштер болатындай, сондай-ақ электр жетегінде Электр машиналарын пайдалану талаптарына сәйкес болатындай етіп салынуы және есептелуі тиіс.

## 1. Асинхронды қозғалтқыштар туралы мағлұмат

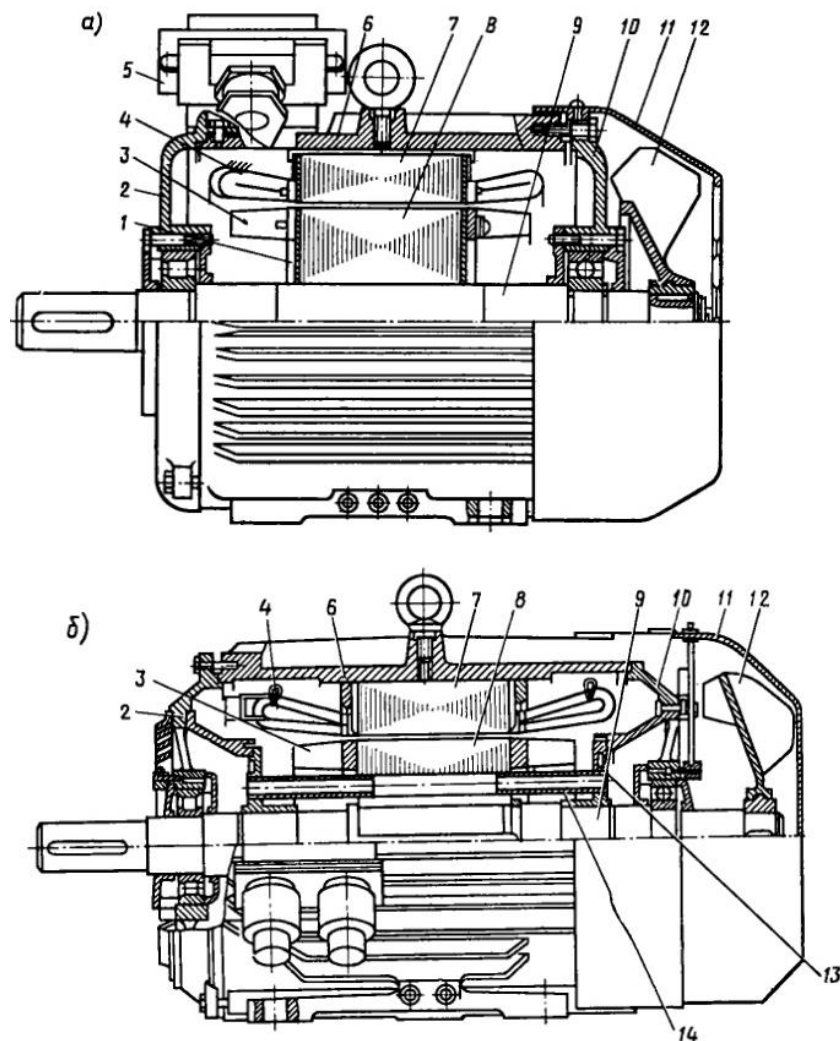
### 1.1 Асинхронды қозғалтқыштың құрылысы

Асинхронды электр қозғалтқышы-электр энергиясын механикалық энергияға түрлендіруге арналған электр машинасы. 1824 жылы алғаш рет француз физигі Р. Ф. Араго айналу магниті деп аталған құбылысты көрсетті. Ал бұл құбылыстың ғылымы. 1888 жылы Феррарис (Италия) және Хорват ғалымы Н. Тесла (АҚШ) өзінің жеке ашылуын ашты. Бірінші үш фазалы асинхронды электрқозғалтқышты 1889 жылы орыс электротехнигі М. О. Доливо-Добровольский дайындаған. Асинхронды электрқозғалтқыштың жұмыс принципі ротор мен статордың магнит өрістерінің өзара әрекеттесуіне негізделген. Токтың статор орамасы арқылы өтуі кезінде айнымалы магнит өрісі пайда болады. Бұл өріс Ротор орамасында ток жасайды. Пайда болатын ток өзара іс-қимыл жасайды айнымалы өрісі мен айналдыратын ротор сүйемелдеуімен. Оның бұрыштық айналу жылдамдығы полюстердің санын ауыстырып қосумен, қоректік ток жиілігін, ротор тізбегіндегі кедергіні өзгертумен, сондай-ақ бірнеше машиналарды тізбекке қосумен реттеледі.

### *Фазалық роторлы үш фазалы асинхронды қозғалтқыш*



1.1 сурет - Асинхронды қозғалтқыш



1-ротор орамасының қысқа тұйықталғыш сақиналары, 2,10-мойынтіректі қалқан, 3-желдеткіш күрекшесі, 4-статор орамасы, 5-шығу қорабы, 6-корпус немесе станина, 7-статор өзекшесі, 8-ротор өзекшесі, 9-білек, 11-желдеткіштің қаптамасы, 12-желдеткіш, 13-тірегiш дискі, 14-ауа өткізгіш құбыры

1.2 сурет - Асинхронды қозғалтқыштың сұлбасы

1.1 суретте үшфазалы асинхронды электрқозғалтқыштың негізгі құрылыс бөлшектерінің статоры, ойықтарда орналасқан екі үшфазалы орамдар басқа да қосалқы элементтер көрсетілген. Жақсы суыту үшін оның білігіне желдеткіш орнатылады, қаңқасы көп қырлы. Құрастыру, орнату, қораптың жоғарғы жағынан ажырату кезінде бекіту бұрандасы болуы тиіс.

*Асинхронды қозғалтқыш статоры.* Асинхронды қозғалтқыштың статоры арнайы электротехникалық болаттан жасалған тісті табақтан жасалған ішкі қуыс цилиндр, оның магниттік өткізгіштігі, қарапайым конструкциядан жоғары. Бұл айнымалы статор темірінде артық магниттеуден (гистерезис) магнит өрісінің жоғалуын айтарлықтай төмендетуге мүмкіндік береді. Статор құйылмайды, қалыңдығы 0,35 мм тісті қаңқаларды Фуконың құйынды тоғының өту кедергісін арттыру мақсатында қаңқадан жинайды. Қаңылтыр арасындағы электр байланысын болдырмау үшін табақтар электр

оқшаулау лактарымен боялады. Оның барлығы бірге статор болатындағы күйінды токтармен гистерезистен электр және магниттік ысыраптардың азаюына алып келеді, нәтижесінде оның қызуын төмендетеді. Гистерезистен күйінды токтармен электр және магниттік шығындары, ПӘК шамасына әсер етеді. Болаттың магниттік өткізгіштігі жоғары болған сайын және неғұрлым жұқа болған сайын беріктігі жоғары, асинхронды қозғалтқыштың шығыны аз және ПӘК жоғары 98% - ға дейін және одан жоғары болады. Іштен жану қозғалтқыштарының ешқайсысында мұндай көрсеткіш жоқ. Асинхронды қозғалтқыштың статоры қаңқаға тығыз нығыздайды. Қаңқасы шойыннан немесе жеңіл салмақтағы арнайы қорытпалардан күйылады және жұмыс жағдайына арналған арнайы тірекке бекітіледі. Статордың тістік пазын құрастыру кезінде оның ішкі бетінде белгілі бір пішін ойығы пайда болады. Үшфазалы қозғалтқыштар статорының ойықтарының саны жұп болуы керек:

$$Z=q.ml2p=6lk \quad (1.1)$$

Мұндағы  $k=q$ ,  $p = 1,2,3$  және т.б. асинхронды қозғалтқыштардың роторлары қалыпталған тісті дөңгелек қаңылтырдан құрастырылады.

Қаңылтыр гистерезисі құбылысынан магниттік және электрлік шығындарды төмендету үшін арнайы электротехникалық болаттан дайындалады, күйінды токтың өту кедергісін арттыруға арналған лакпен оқшауланады, ол қажетті формадағы бойлық ойығы бар цилиндр түрінде нығыздалады. Ротор жүктеме кезінде айналып өтуді болдырмау үшін оны сақтап, білікке бекіте отырып, шпонкамен бекітіледі. Болат, ротор, статор кезінде центрден тепкіш күштердің әрекетімен болғаннан ойықтан ойықтың жабылуына қарағанда жоғары, оның жақтарына әсер етеді. Қысқа тұйықталған роторлар үшін ойықтардың жабық түрінде қолдануға рұқсат етіледі. Қозғалтқыштың жұмысы кезінде шуды төмендету және оның іске қосу сипаттамаларын жақсарту мақсатында, сондай-ақ ойық беткей (еңіс) пайдаланылады.

Үшфазалы асинхронды электр қозғалтқыштар. Үшфазалы асинхронды электр қозғалтқыштарда статор мен ротор орамдарының бірнеше түрі, олардың арасында тұзақты және толқынды. Қуаттылығы аз машиналар үшін тіркеме орамдарында ұстағыштардың бір түрі ретінде пайдаланылады. Асинхронды машинаның қуатына кернеу шамасы мен ойықтардың түріне байланысты орамалар түрін таңдайды. Бір қабатты тізбекті орамдар қуаты 7кВт дейінгі асинхронды қозғалтқыштарда қолданылады. Жоғары қуатта екі қабатты тұзақтар қолданылады. Фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыштардың роторларында толқынды орау негізінде қолданылады. Қаптаманың сипаттамасы: ойықтарының санымен ( $m$ );

- жұптық полюстер санымен ( $p$ );
- параллель жұп тармақтардың саны және ( $y$ );
- фазаның параллель тармақтарындағы ( $W$ ) бір-біріне тізбектеп қосылған орамалар санымен;

орамдардың жиілігі  $K_0$ ;

$$K_0 = K_y K_p K_c \quad (1.2)$$

мұнда  $K_y$ -қаптаманы қысқарту коэффициенті;  
 $K_p$ -статор қабылдағыштың өсуімен фаза орамаларының қалай таралатынын ескеретін коэффициент;

$K_c$ -ротор немесе статор ойықтарының орналасу көлбеу коэффициенті.

Қаптаманың негізгі элементі: рулон, секция және топсалар. Орама ойықтардағы полюстік бөлініске тең немесе одан аз қашықтықта ( $r$ ) бір-біріне орналасқан екі өткізгіштердің жиынтығы.

$$\tau = \frac{\pi D}{2p} \quad (1.3)$$

мұндағы  $D$  - статордың ішкі диаметрі;

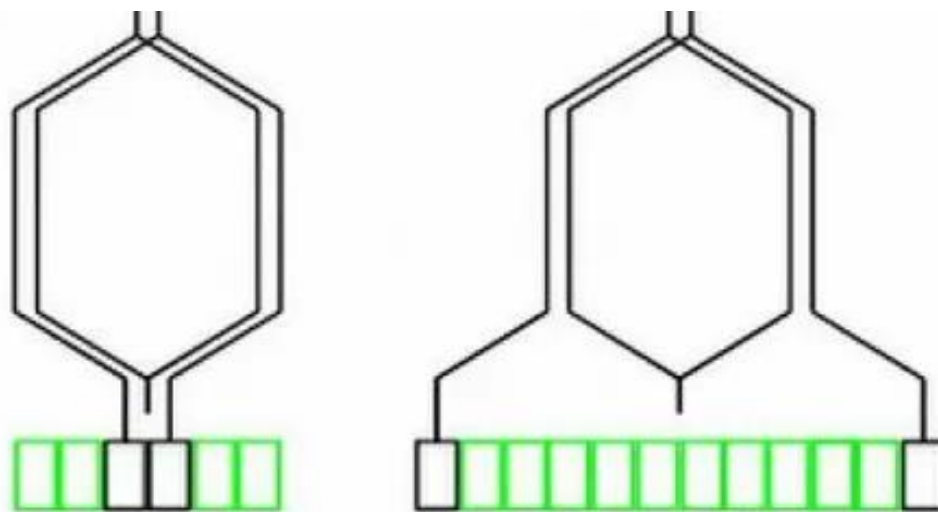
$2p$ -орама полюстарының саны.

Арнайы тұрақты түрдегі формаға оралған немесе екі өткізгіштен "ажыратылған" бір өткізгіштен "ажыратылмайтын" конструкция жағынан ораманың ойыққа салынғаннан кейін бір-бірінің дәйекті қосылысы болады (орамды өзек арқылы дайындау тәсілі). Орамаларды шар әдісімен дайындау тек жұқа қима сымдарын пайдалана отырып және қуаты аз электр қозғалтқыштарының орамалары ретінде қолданылады. Ажыратылмайтын орамаларды орау үшін, арнайы орау машиналары қолданылады. Секциялық әдіспен жасалған орамдардың қуаты шектелмейді. Орта оқшаулағышпен біріктірілген бір немесе бірнеше секциялар.

Бұның айырмашылығы жоқ. Қаптама бөлімдері өз қадамымен ( $y$ ) сипатталады. Сырғанау қадамының жақтарының арасындағы қашықтық. Бұл ретте олар бір немесе бірнеше қабатта болуы мүмкін, осы белгілер бойынша орамдар бір қабатты және көп қабатты (әдетте екі қабатты) болып бөлінеді, олар бір немесе бірнеше қатарда орналасуы мүмкін. 2.4 суретте статор ойығында екі қабат орналасқаны көрсетілген.

Машина оралған орама арасындағы аралық жалғауларда аз өткізгіші бар маңдайша мен катушканың орналасу сұлбаларының нұсқаларын таңдау кезінде бүлінген катушкаларды тасымалдауға ыңғайлы және оңай, олардың біреуі кесіктің шаршы қабатында, ал екіншісі басқа тіліктің төменгі қабатында орналасады. Екі қабатты ораманың артықшылығы оның шарғысын электр машинасынан тыс жерде даярлау, олар-ды жақсылап оқшаулау және ойыққа даяр күйінде орналастыру мүмкіндігінің болуы. Алайда, мұндай орналастыру ойықтар ашық болғанда ғана орын алады. Жартылай жабық және жартылай ашық ойықтарға бөлімше өткізгіштері бір жерден салынады. Екі қабатты қаптаманың тағы бір артықшылығы мыстың шығындарын адымды қысқарту арқылы азайту мүмкіндігі. 500-ден 6000 Вольтқа дейінгі жоғары кернеу кезінде қысқа екі қабатты орамалар қолданылады, ашық ойықтарда орналасады. Роторлардың

қысқа тұйықталған орамдарында роторлық ойықтарға балқытылған алюминиймен құйылады.



1- тұзақтық;

2- толқындық

1.3 сурет - Асинхронды қозғалтқыштың орама түрлері

Бұл ретте түп жағында қосымша салқындатуды қамтамасыз ететін қысқа тұйықталған сақиналар мен желдеткіш қалақтар пайда болады. Фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыштың роторлық орамасының соңғы ұшы біліктің қуыс ұшы арқылы шығарылады және электр оқшаулау төлкесіне тығыз отырғызылған үш түйіспелі сақинаға қосылады. Щеткаұстағыштар мен серіппелерді реттегіш резисторларды сақинаға қосу және тығыздау үшін, графитті щеткаларды қысады. Ротордың орамдары оларды Y сұлбасы бойынша қосқан кезде бейтарап жалғанады және ұштары шықпайды. Орамдарды үшбұрышша қосқан кезде фазаның соңы контактілі сақинамен жалғанады.

Асинхронды қозғалтқыштар электр энергиясын механикалық энергияға түрлендіру үшін қолданылады. Электр энергиясын механикалық энергияға түрлендіру үшін, статор орамасында асинхронды қозғалтқыш айналатын білігінде, айнымалы магнит өрісі пайда болуы тиіс. Осылайша, айнымалы магнит өрісін құру үшін, статор орамасының аумақтық (геометриялық) ығысуында орналасуы тиіс, ал ондағы токтар бір-бірінен уақыт жағынан қозғалуы тиіс. Үшфазалы электр желісіне үшфазалы асинхронды электр қозғалтқышының статор орамасын қосу кезінде, айнымалы электр өрісін құрудың үш шарты орындалады және электр энергиясын ротор орамымен бірге білікті айналдырады. Мұндай өзгерістің электрфизикалық процесі келесі ретпен жүзеге асырылады. Статор фазалары Y немесе  $\Delta$  схемалары бойынша қосылатын үш фазалы электр желісіне қосылады.

Сонымен қатар, 50 Гц жиілігінде өзгермейтін токтар сияқты бір-бірінен өзгертін үш магнит ағындарының өзара әрекеттесуінен магнит өрісін құрайды, ал асинхронды қозғалтқыштың бір фазасының орамасында толтыратын магнит ағынының бір жарым есе амплитудалық мәніне тең статордың үшфазалы орамасы статордың үшфазалы орамасын құрастыратын магнит өрісінің айырмалық сипаты болып табылады, ол уақыттың өзгеруіне қарамастан, шамасы бойынша орнықтылықты сақтайды, статордың ішкі ойығы бетінің ұзындығы бойынша біркелкі айналады. Бұл магнит өрісі қалыпты, жылдамдыққа және тұрақты магнит өрісі сияқты қозғалмайтын статорға айналады. Статор орамасының айналмалы магнит өрісі асинхронды қозғалтқыш роторының орамасын өзінің айналу процесіне кесіп өтіп, ЭҚК электромагниттік индукция заңы бойынша индукциялайды. Осылайша, асинхронды электрқозғалтқыштың роторы, статор орамасының магнит өрісінің синхронды емес, асинхронды түрде айналады. Сондықтан асинхронды қозғалтқыш деп аталды. Статор орамасы магниттік өріске қарама-қарсы бағытта қозғалатындай көрінеді. Ротор орамасының және статордың салыстырмалы айырмасы сырғанау шамасымен сипатталады.

$$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = 1 - \frac{n_2}{n_1} \quad (1.4)$$

Мұндағы  $n_1$  статор орамасының магнит өрісінің айналу жылдамдығы;

$n_2$  - ротор орамасының магнит өрісінің айналу жылдамдығы;

$n_1 - n_2$  -сырғанау жылдамдығы.

Әдетте жылдамдық, синхронды айналу жылдамдығы болады. Асинхронды қозғалтқыштың қалыпты жұмыс күйіндегі жоғары, синхронды жылдамдықтың сырғуы (2... 6)%: 0,002... 0,06. Жоғары қуатты қозғалтқыштарда сырғу аз. Арнайы мақсаттағы қозғалтқыштардың сырғуы синхронды жылдамдық негізінде жүзеге асырылады (10... 15)% - ға дейін. Статордың магнит өрісінің синхронды айналу жылдамдығы ток жиілігіне және статор орамасының полюсінің санына байланысты:

$$n_c = \frac{60f_1}{p} \quad (1.5)$$

Жиілігі 50Гц өндірістік тоқтың сатор орамасы магнит өрісінің синхронды айналу жылдамдығының мүмкін болатын жоғарғы шамасы:  $n_c = 60f50/1 = 3000$  айн/мин. Асинхронды қозғалтқыш статоры орамасының полюстерінің саны әдеттегі жағдайларда бесеуден аспайтын кезде, оның синхронды жылдамдығы еселік қатынаста төмендейді, 3000, 1500, 1000, 750, 600 шын мәнінде, магнит өрісінің бір полюстен екінші полюске өту уақыты тұрақты болып қалуы тиіс, онда полюс санының өсуімен олардың арасында жақындап келеді, демек, екі жағдайда да жылдамдық бір магнит өрісінен екіншісіне өту уақыты бірдей болуы тиіс. Асинхронды

қозғалтқыштардың роторының айналу жылдамдығы әдетте синхронды жылдамдықпен және сырғумен көрсетілген:

$$n_2 = n_1 (1 - S)$$

Көп жағдайларда айналу жылдамдығы айн/мин емес, рад/с және  $\omega$  бұрыштық айналу жиілігі бөлінеді. Олар төмендегі теңдік арқылы өзара беріледі.

$$\omega = \frac{\pi n}{30} \quad (1.6)$$

Олардың статор мен ротор орамаларының магнит өрісінің бұрыштық айналу жиіліктері  $\omega_1$ , және  $\omega_2$ , арқылы көрсетуге болады:

$$\omega = \frac{\pi n}{30} \quad (1.7)$$

Ал, ротордың бұрыштық айналу жиілігін:

$$\omega_2 = \omega_1 (1 - S) \quad (1.8)$$

Асинхронды қозғалтқыштардың техникалық паспорты болады, онда қыздырудың қалыпты температурасынан аспай ұзақ жұмыс істеуге болатын қалыпты параметрлер келтіріледі. Қозғалтқышта қаңылтырда көрсетілген номиналды параметр: біліктегі механикалық қуат ротор мен статорды қосудың ықтимал сұлбалары, сызықтық және фазалық кернеулер мен токтар, біліктің циркуляциясы  $n$ , ПӘК,  $\cos\varphi$  және кейбір басқа да қосалқы мәні бар мағлұматтар болады.

## 1.2 Қозғалтқыштың негізгі берілгендері

Номиналды қуат  $P_n=5\text{кВт}$ ;

Желінің номиналды кернеуі  $U = 220/380 \text{ В}$ ;

Жалғану сұлбасы -  $\nabla/Y$ ;

Айналу синхрондық жиілігі  $n_1=1500 \text{ об/мин}$ ;

Полюстер саны  $2p=4$ ;

Желінің жиілігі  $f_1=50 \text{ Гц}$ ;

Статор орамасының фаза саны  $m_1=3$ ;

Ротор орамасының типі – қысқа тұйықталған роторлы;

Қоршаған орта әсерінен қорғаныстық дәрежесі бойынша қозғалтқыштың орындау – IP 44;



Салқындату тәсілі - ІС141;  
Құрылымдық орындалуы - ІМ1001;  
Климаттық орындалу санаты – У3;  
Жұмыстың режимі – ұзақ уақыттық.  
Негізгі қозғалтқыш ретінде АК160М4У3 қозғалтқыштардың қабылданған.

1.2.1 Полюстердің санын анықтау:

$$p = \frac{60 \cdot f_1}{n_1} = \frac{60 \cdot 50}{1500} = 2$$

полюстердің саны  $2p = 4$ .

$P_2$  номиналды қуаттың берілген мәні үшін айналу осінің биіктігін және IP44 қорғау дәрежесімен қозғалтқышқа арналған полюстер санын анықтаймыз.

$$h := 112 \text{ мм}$$

Айналу білігін анықтаймыз:

Сыртқы диаметрді  $D_a = 191 \text{ мм}$ .

1.2.2 Статор бойынша ішкі диаметрі  $D$ , төмендегі формула бойынша есептейді:

$$D = k_D \cdot D_a, \quad (1.9)$$

$2p = 4$ ,  $k_D = 0,68$ , мәнін анықтаймыз, онда  $D = 0,67 \cdot 0,191 = 0,13 \text{ м}$

1.2.3 Полүстік бөлінуді анықтау  $\tau$ :

$$\tau = \frac{\pi D}{2p} = \frac{\pi \cdot 0,13}{10} = 0,102 \text{ м} \quad (1.10)$$

1.2.4 Есептік қуатын анықтаймыз  $P'$ , Вт:

$$P' = P_2 \frac{k_E}{\eta \cos \varphi}, \quad (1.11)$$

бұл жерде  $P'$  – қозғалтқыш білігіннің қуаты, Вт;

$k_E$  – ЭҚКң номиналды кернеуге қатынасы,

$D_a = 0,192$  және  $2p = 4$ ,  $k_E = 0,97$

$P_2 = 5 \text{ кВт}$  және  $2p = 4$ ,  $\eta = 85\%$ , а  $\cos \varphi = 0,8$  сәйкес  $4A$  қозғалтқышының мәндері бойынша жуықталған  $\eta$  және  $\cos \varphi$  мәндерін таңдаймыз.

$$P' = 5000 \cdot \frac{0,98}{0,85 \cdot 0,84} = 6700 \text{ Вт} .$$

$P_2 = 5 \text{ кВт}$  және  $2p = 4$ ,  $A = 26,2 \cdot 10^3 \text{ А/м}$ ,  $B_\delta = 0,88 \text{ Тл}$ .  $A$  және  $B_\delta$  электромагнит жүктемелердің анықтаймыз.

$k_{оп1}$  орама коэффициенті.  $2p > 2$  болғанда, екі қабатты орамаларға  $k_{оп1} = 0,91 - 0,98$  арасындағы мәндең алк керек,  $k_{об1} = 0,95$  деп аламыз.

1.2.5 Біліктің синхрондық бұрыштық жылдамдығын табуымыз керек  $\Omega$ :

$$\Omega = 2\pi \cdot \frac{n_1}{60} = 2\pi \cdot \frac{1500}{60} = 157 \text{ рад/с},$$

$n_1$  – синхрондық жиілік айналуы.

1.2.6 Ауа саңылауларының ұзындығы  $l_\delta$ :

$$l_\delta = \frac{P'}{D^2 \Omega k_B k_{об1} A B_\delta},$$

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

$$l_\delta = \frac{6800}{0,13^2 \cdot 157 \cdot 1,11 \cdot 0,95 \cdot 26,2 \cdot 10^3 \cdot 0,88} = 0,11 \text{ м}$$

1.2.7  $D$  және  $l_\delta$  басты мөлшерлерін дұрыс таңдау үшін, мына шартты  $\lambda = l_\delta / \tau$  ескеру керек және белгілі бір аралықты қанағаттандыруы керек.

$$\lambda = \frac{0,11}{0,102} = 1,08.$$

$\lambda$  рұқсат еткен аралықта, сондықтан басты өлшемдері дұрыс таңдалған.

**2. Статордағы тістерінің санын, орама фазаларындағы айналымдарын және статордың сымының орамаларының қимасын анықтау керек**

**2.1 Шекті мәндерді анықтаймыз:**

$t_{1\max}$  және  $t_{1\min}$ . Егер  $\tau = 102\text{мм}$ ,  $h = 112\text{мм}$ ,  $t_{1\max} = 12,2\text{мм}$ ,  $t_{1\min} = 10,2\text{мм}$ .

2.1.1 Статор тістерінің саны:

$$Z_{1\min} = \frac{\pi D}{t_{1\max}} = \frac{\pi \cdot 0,13}{0,0122} = 33, \quad (2.1)$$

$$Z_{1\max} = \frac{\pi D}{t_{1\min}} = \frac{\pi \cdot 0,13}{0,0102} = 40 \quad (2.2)$$

Шығатын тістердің саны полюстердің және фаза сандарының мәніне болу керек:

$Z_1 = 40$  деп алсақ, онда:

$$q = \frac{Z_1}{2pm} = \frac{40}{4 \cdot 3} = 3, \quad (2.3)$$

$m$  – фазалардың саны.

2.1.2 Статордың тістік бөлінуі:

$$t_1 = \frac{\pi D}{2pmq} = \frac{\pi \cdot 0,13}{4 \cdot 3 \cdot 3} = 11,3\text{мм} \quad (2.4)$$

2.1.3 Статор, орамасының номиналды фаздық тогы:

$$I_{1H} = \frac{P_2}{mU_{1H} \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{5000}{3 \cdot 220 \cdot 0,85 \cdot 0,85} = 10,5\text{А} \quad (2.5)$$

2.1.4 Ойықтағы орама сымдардың саны (егер  $a = 1$ ):

$$u'_n = \frac{\pi DA}{I_{1H} \cdot Z_1} = \frac{\pi \cdot 0,13 \cdot 25,2 \cdot 10^3}{10,5 \cdot 40} = 25,2 \quad (2.6)$$

2.1.5 Параллель тармақтардың санын келесідей аламыз,  $\alpha = 2$ , онда:

$$u_n = \alpha u'_n = 2 \cdot 25,2 = 50,4 \quad (2.7)$$

2.1.6 Статордың фаза орамамының және  $\Phi$  магнит ағынының орамаларының саны  $\Phi$  :

$$\omega_1 = \frac{u_n Z_1}{2am} = \frac{50,5 \cdot 40}{2 \cdot 2 \cdot 3} = 167, \quad (2.8)$$

$$\Phi = \frac{k_E \cdot U_{1H}}{4k_B \cdot \omega_1 \cdot k_{об1} \cdot f_1} = \frac{0,98 \cdot 220}{4 \cdot 1,11 \cdot 168 \cdot 0,94 \cdot 50} = 0,00602 \text{ Вб} \quad (2.9)$$

2.1.7 Электрлі және магниттік жүктемелердің мәндерін табамыз:

$$A = \frac{2I_{1H} \omega_1 m}{\pi D} = \frac{2 \cdot 10,6 \cdot 165 \cdot 3}{3,15 \cdot 0,13} = 26200 \text{ А/м}, \quad (2.10)$$

$$B_\delta = \frac{p\Phi}{Dl_\delta} = \frac{2 \cdot 0,00602}{0,13 \cdot 0,11} = 0,84 \text{ Тл}. \quad (2.11)$$

Электрлі және магнитті жүктемелердің мәндерін айырмашылықтары болмайды.

2.1.8 Болаттың ток тығыздығы, қозғалтқыштың сызықтық жүктемесі есекеріледі:

$$J_1 = \frac{AJ}{A}, \quad (2.12)$$

$AJ$  – статор орамасының тістік бөлімінің қызуын анықтап аламыз  $D_a = 0,191 \text{ м}$   $AJ = 184 \cdot 10^9 \text{ А}^2 / \text{м}^3$  кезінде:

$$J_1 = \frac{184 \cdot 10^9}{26,2 \cdot 10^3} = 7,06 \cdot 10^6 \text{ А/м}^2.$$

2.1.9 Өткізгіш қимасының ауданын табамыз:

$$q_{эф} = \frac{I_{1H}}{aJ_1} = \frac{10,6}{2 \cdot 7,05 \cdot 10^6} = 0,74 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2; \quad (2.13)$$

ПЭТМ сымын таңдап аламыз  $n_{эл} = 2$ , онда  $q_{эл} = 0,353 \text{ мм}^2$ ,  $d_{эл} = 0,67 \text{ мм}$ ,  $d_{уз} = 0,73 \text{ мм}^2$ .

2.1.9 Статор орамасындағы қалдық ток тығыздығын анықтап табамыз:

$$J_1 = \frac{I_{1H}}{aq_{эл} n_{эл}} = \frac{10,5}{2 \cdot 0,353 \cdot 10^{-6} \cdot 2} = 7,52 \cdot 10^6 \text{ А/м}^2. \quad (2.14)$$

### 3 Статордың ойығының және ауа саңылауларының өлшемдерін есептеу

#### 3.1 Есептеулер жүргізу

3.1.1  $2p = 4$  кезіндегі,  $B_{z1} = 1,9Тл$ ,  $B_a = 1,6Тл$  бойынша статордың ойығындағы  $B_{z1}$  және статор жіктерінің  $B_a$  электромагнитті индукцияларын табамыз.

3.1.2 2013 маркалы болатты таңдап аламыз, оның статор мен ротордың магниттік сымды болатпен толтыратын коэффициентін  $k_C = 0,97$ .

3.1.3 Статор мойынтіректеріндегі индукциясына қарай статор мойынтірегінің биіктігі  $h_a$  және  $b_{z1}$  минимал биіктікті анықтап есептейміз:

$$h_a = \frac{\Phi}{2B_a l_{cm1} k_C} = \frac{0,00602}{2 \cdot 1,5 \cdot 0,13 \cdot 0,97} = 0,0148 м, \quad (3.1)$$

$$b_{z1} = \frac{B_\delta t_1 l_\delta}{B_{z1} l_{cm1} k_C} = \frac{0,88 \cdot 0,0113 \cdot 0,11}{1,9 \cdot 0,13 \cdot 0,98} = 0,0045 м. \quad (3.2)$$

3.1.4 Жартылай жабық тістік ойықтың биіктігін  $h_u$  мен  $b_u$  енін анықтаймыз.

$h \leq 132 мм$  осі биіктігі үшін, ол  $h_u = 1 мм$ . Оймақ тілтектің енін таңдаймыз.  $2p = 4$  және  $h = 112 мм$  болғанда,  $b_u = 3,7 мм$ .

3.1.5 Жіктер мәнін анықтаймыз:

Пазаның биіктері:

$$h_{II} = \frac{D_a - D}{2} - h_a = \frac{0,191 - 0,13}{2} - 0,0148 = 0,0157 м, \quad (3.3)$$

штамп жіктерінің өлшемдерін табамыз  $b_1$  және  $b_2$ :

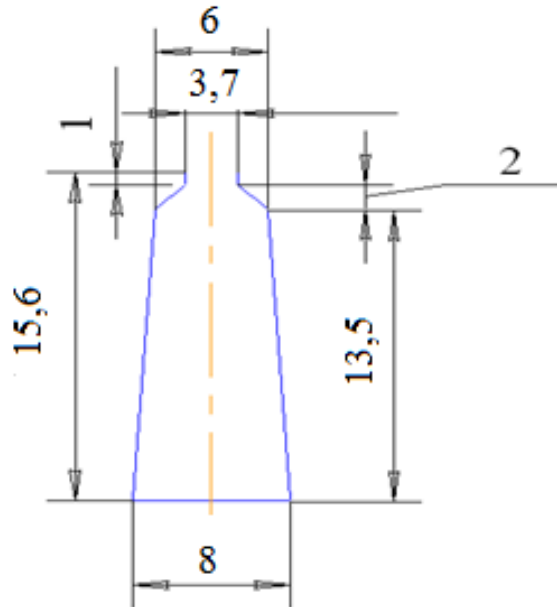
$\beta = 30^\circ$  деп алсақ, онда:

$$b_1 = \frac{\pi(D + 2h_{II})}{Z_1} - b_{z1} = \frac{\pi \cdot (0,13 + 2 \cdot 0,0157)}{40} - 0,0045 = 0,008 м, \quad (3.4)$$

$$b_2 = \frac{\pi(D + 2h_{III} - b_{III}) - Z_1 b_{z1}}{Z_1 - \pi} = \frac{\pi(0,130 + 2 \cdot 0,001 - 0,0037) - 40 \cdot 0,0045}{40 - \pi} = 0,006 м, \quad (3.5)$$

Паздың клин бөлігінің  $h_{п.к}$  биіктігі:

$$h_{п.к} = h_{II} - \left( h_{III} + \frac{b_1 - b_{III}}{2} \right) = 0,0157 - \left( 0,001 + \frac{0,006 - 0,0037}{2} \right) = 0,0135 м. \quad (3.6)$$



3.1 сурет - Жобаланған қысқа тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыштың пазы

3.1.6 Темірөзекшені жинау және шихтовканы ескере отырып, паздық ойықтың өлшемдерін анықтаймыз:

$\Delta b = 0,3 мм$  және  $\Delta h = 0,3 мм$ , ені,  $b'_1$  және  $b'_2$ :

$$b'_1 = b_1 - \Delta b = 8 - 0,2 = 7,9, мм, \quad (3.7)$$

$$b'_2 = b_2 - \Delta b = 6 - 0,2 = 5,9, мм., \quad (3.8)$$

паз биіктігін табамыз  $h'_{п.к}$ :

$$h'_{п.к} = h_{п.к} - \Delta h = 13,4 - 0,2 = 15,3 мм. \quad (3.9)$$

Ойықтардың сыртқы орама көлденең қимасын анықтаймыз:

$$S_{пз} = b_{пз} (2h_{II} + b_1 + b_2), \quad (3.10)$$

$b_{пз}$  – ойықтардың орамдарының беттік қалыңдығы,  $b_{пз} = 0,4 мм$ .

$$S_{из} = 0,25(2 \cdot 15,5 + 8 + 6) = 11,2 \text{ мм}^2.$$

Ойыққа кететін төсемелердің көлденең қима ауданы келесідей:

$$S_{np} = 0 \cdot (b_1 + b_2) = 0 \cdot (8 + 6) = 0 \text{ мм}^2 \quad (3.11)$$

Өткізгіштерді орналастыру үшін, ойыққа кететін төсемелердің көлденең қима ауданын анықтаймыз:

$$S'_{II} = \frac{b'_1 + b'_2}{2} h'_{II.K} - S_{из} - S_{np} = \frac{7,8 + 5,8}{2} \cdot 13,3 - 11,4 - 0 = 678 \text{ мм}^2. \quad (3.12)$$

3.1.7 Өлшемдердің дұрыс екендігін тексеру үшін, ойықшаларды толтыру  $k_3$  коэффициентін табамыз:

$$k_3 = \frac{d_{из}^2 u_n n_{эл}}{S'_n} = \frac{0,73^2 \cdot 50,3 \cdot 2}{79,14} = 0,678., \quad (3.13)$$

#### 4. Ротордың өлшемдері

4.1.1 Ауа саңылауының биіктігі  $\delta$  есептеледі.

$2p = 4$  және  $D = 0,13 \text{ м}$  болған кезінде,  $\delta = 0,22 \text{ мм}$ .

4.1.2 Қысқа тұйықталған сыртқы ротор диаметрі:

$$D_2 = D - 2\delta = 130 - 2 \cdot 0,22 = 12 \text{ , мм} . \quad (4.1)$$

4.1.3 Ротор ұзындығы, ауа саңылауының ұзындығына тең болады:

$$l_2 = l_\delta, \quad l_2 = 0,11 \text{ м} .$$

4.1.4 Ойықтардың саны:

$$Z_2 = 34.$$

4.1.5 Ротор тістік бөлірудің өлшемдерін есептеу:

$$t_2 = \frac{\pi D_2}{Z_2} = \frac{\pi \cdot 129}{34} = 11,8, \text{ мм}., \quad (4.2)$$

4.1.6  $k_B$  коэффициенті арқылы біліктің диаметрін табамыз.

$2p = 4$  және  $h = 112 \text{ мм}$ , кезінде ол,  $k_B = 0,23$ .

Ротор ішкі диаметрін келесідей есептейміз:

$$D_j = k_B \cdot D_a = 0,23 \cdot 191 = 43,8 \text{ мм} . \quad (4.3)$$

4.1.7 Ротордың өзекшесіндегі токты табамыз:

$$I_2 = k_i \cdot I_1 \cdot v_i , \quad (4.4)$$

мұндағы  $k_i$  – магниттелу тогының, орама кедергісі  $I_1/I_2$  қатынасын әсерін ескеріп отыратын коэффициенті,  $\cos \varphi = 0,84$  кезінде  $k_i = 0,2 + 0,8 \cdot \cos \varphi = 0,88$ ;

$v_i$  – токты келтіретін коэффициенті, төменгі формулмен:

$$v_i = \frac{2 \cdot m_1 \cdot \omega_1 \cdot k_{об1}}{Z_2} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 168 \cdot 0,95}{34} = 28,18 . \quad (4.5)$$

Ротордың өзегіндегі бастапқы токы:

$$I_2 = 0,88 \cdot 10,6 \cdot 28,17 = 262 \text{ А} .$$

4.1.8 Өзекшенің көлденең қима ауданын анықтау:

$$q_c = \frac{I_2}{J_2} , \quad (4.6)$$

$J_2$  – токтың тығыздығы;  $J_2 = 2,5 \cdot 10^6 \text{ А/м}^2$  .

4.1.9 Ротор ойығы келесідей  $b_{uu} = 1,5 \text{ мм}$ ,  $h_{uu} = 0,75 \text{ мм}$ ,  $h'_{uu} = 0,3 \text{ мм}$  деп қабылдаймыз.

Ротордың тістеріндегі  $B_{z2}$  магнит индукциясы  $B_{z2} = 1,65 \div 1,9$  аралықта болады.  $B_{z2} = 1,8 \text{ Тл}$  қабылдаймыз.

Тістердің ені:

$$b_{z2} = \frac{B_{\delta} t_2 l_2}{B_{z2} l_{cm2} k_c} = \frac{0,84 \cdot 11,8 \cdot 0,11}{1,8 \cdot 0,13 \cdot 0,97} = 4,7 \text{ мм} . \quad (4.7)$$

Ойықтардың өлшемдерін анықтау:  $b_1 = 6,3 \text{ мм}$ ,  $b_2 = 2,8 \text{ мм}$ ,  $b_1$  және  $b_2$  енін:

$$b_1 = \frac{\pi(D_2 - 2h_{III} - 2h'_{III}) - Z_2 b_{z2}}{\pi + Z_2}$$



$$= \frac{\pi(129 - 2 \cdot 0,75 - 2 \cdot 0,3) - 34 \cdot 4,7}{\pi + 34} = 6,2 \text{ мм}, \quad (4.8)$$

$$b_2 = \sqrt{\frac{b_1^2 \left( \frac{Z_2}{\pi} + \frac{\pi}{2} \right) - q_c \cdot 4}{\frac{Z_2}{\pi} + \frac{\pi}{2}}} = \sqrt{\frac{6,3^2 \cdot \left( \frac{34}{\pi} + \frac{\pi}{2} \right) - 104,2 \cdot 4}{\frac{34}{\pi} + \frac{\pi}{2}}} = 2,7 \text{ мм}, \quad (4.9)$$

Тістің  $h_1$  биіктігі:

$$h_1 = (b_1 - b_2) \frac{Z_2}{2\pi} = (6,3 - 2,8) \frac{35}{2\pi} = 18,95 \text{ мм}. \quad (4.10)$$

Ротор ойықтың  $h_{\Pi 2}$  толық биіктігі келесідей:

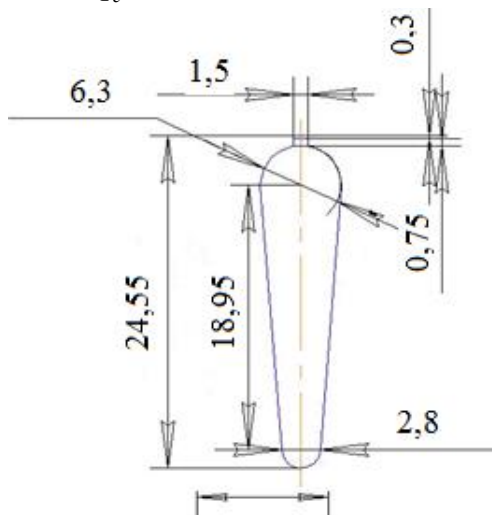
$$h_{\Pi 2} = h'_{u'} + h_{u'} + \frac{b_1}{2} + h_1 + \frac{b_2}{2} = 0,3 + 0,75 + \frac{6,3}{2} + 18,95 + \frac{2,8}{2} = 24,55 \text{ мм}. \quad (4.11)$$

$q_c$  өзектің көлденең қимасын анықтай:

$$q_c = \frac{\pi}{8} (b_1^2 + b_2^2) + (b_1 + b_2) \frac{h_1}{2} = \frac{\pi}{8} (6,3^2 + 2,8^2) + (6,3 + 2,8) \frac{18,94}{2} = 163,98 \text{ мм}^2 \quad (4.12)$$

4.1.10  $J_2$  біліктегі ток тығыздығы келесідей:

$$J_2 = \frac{I_2}{q_c} = \frac{253}{104,97 \cdot 10^{-6}} = 2,51 \cdot 10^6 \text{ А/м}^2. \quad (4.13)$$



4.1 сурет - Жобандағы қысқа тұйықталған роторлы қозғалтқыш ойығы

4.1.11  $q_{\text{кл}}$  қысқаша тұйықталған сақиналардың көлденең қимасы:

$$q_{кл} = \frac{I_{кл}}{J_{кл}}, \quad (4.14)$$

$I_{кл}$  – сақина бойындағы ток, төмендегідей болады:

$$I_{кл} = I_2 / \Delta, \quad (4.15)$$

$$\Delta = 2 \sin \frac{\alpha z}{2} = 2 \sin \frac{\pi p}{Z_2} = 2 \cdot \sin \frac{2 \cdot \pi}{34} = 0,358,$$

Сонда:

$$I_{кл} = \frac{253}{0,368} = 725 A,$$

$$J_{кл} = 0,85 \cdot J_2 = 0,85 \cdot 2,52 \cdot 10^6 = 2,1325 \cdot 10^6 A / m^2, \quad (4.16)$$

$$q_{кл} = \frac{715}{2,14 \cdot 10^6} = 334,1 \cdot 10^{-6} m^2.$$

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

$$b_{кл} = 1,25 \cdot h_{П2} = 1,25 \cdot 24,55 = 30,7 мм, \quad (4.17)$$

$$a_{кл} = \frac{q_{кл}}{b_{кл}} = \frac{334,1}{30,7} = 10,9 мм. \quad (4.18)$$

Сақинасының көлденең қима ауданы:

$$q_{кл} = a_{кл} \cdot b_{кл} = 30,7 \cdot 10,9 = 334,63 мм^2, \quad (4.19)$$

$$D_{к,ср} = D_2 - b_{кл} = 129 - 30,7 = 98,3 мм \quad (4.20)$$

## 5. Магниттелу тоғын есептеу

### 5.1 Есептеулер жүргізу

5.1.1 Ротордың және статордың тістеріндегі индукция:

$$B_{z1} = \frac{B_{\delta} \cdot t_1 \cdot l_{\delta}}{b_{z1} \cdot l_{cm1} \cdot k_c} = \frac{0,85 \cdot 11,3 \cdot 0,011}{4,6 \cdot 0,12 \cdot 0,97} = 1,9 Tл, \quad (5.1)$$

$$B_{z2} = \frac{B_{\delta} t_2 l_{\delta}}{b_{z2} l_{cm2} k_c} = \frac{0,84 \cdot 0,0119 \cdot 0,11}{0,0048 \cdot 0,97 \cdot 0,14} = 1,7 Tл. \quad (5.2)$$

5.1.2 Статордың мойынтіректеріндегі  $B_a$  индукция:

$$B_a = \frac{\Phi}{2h_a l_{CT1} k_c} = \frac{0,00602}{2 \cdot 0,0148 \cdot 0,13 \cdot 0,99} = 1,5 Tл. \quad (5.3)$$

5.1.3 Ротордың мойынтіректеріндегі  $B_j$  индукция:

$$B_j = \frac{\Phi}{2h'_j l_{CT2} k_c}, \quad (5.4)$$

$h'_j$  — ротор мойынтерінің есептелген биіктіктігі, м.

Ротор өзекшесінің төлкеге немесе қабырғаланған білікке жақындатылған  $2p=4$  қозғалтқыштың  $h'_j$  келесідей анықталады:

$$h'_j = \frac{2+p}{3,2p} \left( \frac{D_2}{2} - h_{n2} \right) = \frac{2+2}{3,2 \cdot 2} \left( \frac{128}{2} - 24,55 \right) = 24,87 \text{ мм}, \quad (5.5)$$

$$B_j = \frac{0,00602}{2 \cdot 0,02497 \cdot 0,14 \cdot 0,97} = 0,96 Tл$$

5.1.4 Ауа саңылауындағы магниттік кернеу  $F_\delta$ :

$$F_\delta = \frac{2}{\mu_0} B_\delta \delta k_\delta = 1,59 B_\delta \delta k_\delta \cdot 10^6, \quad (5.6)$$

$k_\delta$  – ауа саңылауының коэффициенті, төмендегідей анықталады:

$$k_\delta = \left[ \frac{t_1}{t_1 - \gamma \delta} \right], \quad (5.7)$$

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

$$k_\delta = \left[ \frac{11,3}{11,3 - 12,96 \cdot 0,22} \right] = 1,34$$

Ауа саңылаудың магниттік кернеуі:

$$F_\delta = 1,59 \cdot 10^6 \cdot 0,84 \cdot 1,34 \cdot 0,22 \cdot 10^{-3} = 394,73 A.$$

5.1.5 Статорд тістерінің аймағындағы магниттік кернеуі  $F_{z1}$ :

$$F_{z1} = 2h_{z1} H_{z1}, \quad (5.8)$$

мұндағы  $2h_{z1}$  - статордың тістерінің есептелген биіктігі, м.  
 $H_{z1} B_{z1} = 1,8Tл$  кезінде,  $H_{z1} = 7000A/м$ .

$$F_{z1} = 2 \cdot 0,0156 \cdot 7000 = 217,4A$$

5.1.6 Ротор тістеріндегі аймағындағы магниттік кернеуі  $F_{z2}$ :

$$F_{z2} = 2h_{z2}H_{z2}, \quad (5.9)$$

мұндағы  $h_{z2} = h_{п2} - 0,1b_2 = 24,55 - 0,1 = 24,45мм$ ;

$$H_{z2} = 800A/м,$$

$$F_{z2} = 2 \cdot 0,02445 \cdot 800 = 391,2A.$$

5.1.7 Тістердің аймағындағы қанығу коэффициентін табамыз  $k_z$ :

$$k_z = 1 + \frac{F_{z1} + F_{z2}}{F_{\delta}} = 1 + \frac{217,4 + 391,2}{393,73} = 2,45. \quad (5.10)$$

5.1.8 Статордың мойынтіректерінің орташа магниттік сызықтық ұзындығы  $L_a$ :

$$L_a = \frac{\pi(D_a - h_a)}{2p} = \frac{\pi(0,191 - 0,0148)}{4} = 0,138м. \quad (5.11)$$

5.1.9 Мойынтіректер үшін магниттелу қисығы  $B_a$  индукция кезіндегі ағынның  $H_a$  кернеулігін 2013 маркалы болат үшін анықтап аламыз.  $B_a = 1,6Tл$  кезінде,  $H_a = 750A/м$ .

5.1.10 Ротордың мойынтіректерінің магнит кернеуін анықтау  $F_a$ :

$$F_a = L_a H_a = 0,138 \cdot 750 = 103,5A. \quad (5.12)$$

5.1.11 Ротордың мойынтіректерінің орташа магнит сызығын ұзындығы  $L_j$ :

$$L_j = \frac{\pi(D_j + h_j)}{2p}, \quad (5.13)$$

мұндағы  $h_j$  – ротордың артқы биіктігі, келесідей:

$$h_j = \frac{D_2 - D_j}{2} - h_{п2} = \frac{0,128 - 0,0439}{2} - 0,02456 = 0,018м, \quad (5.14)$$

$$L_j = \frac{\pi(0,0439 + 0,018)}{4} = 0,02м.$$

5.1.12 Мойынтіректер үшін магниттелу қисығы  $B_j = 0,96Тл$  индукция , ағынның  $H_j$  кернеулігі кезінде 2013 маркалы болат таңдалды.  $B_j = 0,96Тл$  кезінде,  $H_j = 171А/м$ .

Ротордың мойынтіректерінің магнит кернеуін анықтау  $F_j$ :

$$F_j = L_j H_j = 0,02 \cdot 171 = 3,42 А . \quad (5.15)$$

5.1.13 Машинаның магнит тізбегіндегі магниттік кернеуінің қосындысын табамыз (қос полюске де)  $F_{ц}$ :

$$F_{ц} = F_{\delta} + F_{z1} + F_{z2} + F_a + F_j = 393,73 + 218,4 + 391,2 + 104,5 + 3,42 = 1110,25 А \quad (5.16)$$

5.1.14 Магниттік тізбектің қанығу коэффициенті  $k_{\mu}$  :

$$k_{\mu} = \frac{F_{ц}}{F_{\delta}} = \frac{1110,15}{393,73} = 2,8 . \quad (5.17)$$

5.1.15 Магниттелу тогы  $I_{\mu}$  :

$$I_{\mu} = \frac{p F_{ц}}{0,9 m_1 \omega_1 k_{об1}} = \frac{5 \cdot 1110,35}{0,9 \cdot 3 \cdot 158 \cdot 0,95} = 5,15 А . \quad (5.18)$$

Магниттелу тогының қатысы  $I_{\mu}^*$  :

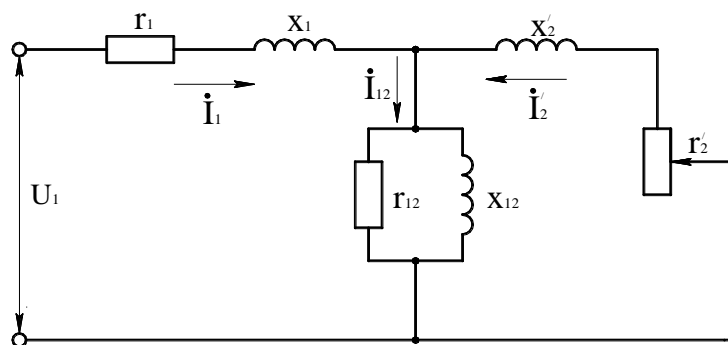
$$I_{\mu}^* = \frac{I_{\mu}}{I_{1н}} = \frac{5,15}{10,6} = 0,49 А . \quad (5.19)$$

## 6 Жұмыс режимінің сипаттамасы

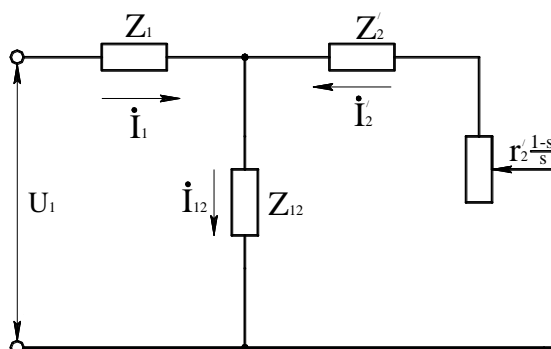
### 6.1 Есептеулерді жүргізу

Асинхронды машинаның сипаттамалары статордың  $X1$ ,  $r1$  және  $R2$ ,  $x2$  орамдарындағы белсенді және индуктивті кедергілер деп аталады, өзара индуктивті кедергі  $x12$  (немесе  $xm$ ), немесе статор болатындағы шығындардың әсерін ескеретін  $r12$  (немесе  $gm$ ) есептік кедергі деп аталады.

Айналмалы машинаның бөлігіне негізделген асинхронды машинаның фазаларын алмастыру сұлбасы 6.1-суретте көрсетілген. Асинхронды машинаның физикалық процесінің дәлдігі 6.1 суретте келтірілген. Бірақ есептеу үшін 6.2 суретті түрлендіру ыңғайлы.



6.1 сурет - Асинхронды машинаның фазалар орамалардың орынбасу сұлбасы



6.2 сурет - Келтірілген асинхронды машинаның орамалардың фазасының өзгертілген орын басу сұлбасы

6.1.1 Статор орамасындағы фаза активті кедергісі  $r_1$  формуламен есептеледі:

$$r_1 = k_r \rho_{115} \frac{L_1}{q_{\text{эф}} a}, \quad (6.1)$$

мұнда  $L_1$  – орамадағы фаза әсерлік өткізгіштердің жалпы ұзындығын, м;

$a$  – ораманың параллель тармақтар саны;

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

$k_r$  – активті кедергіні көбейтетін коэффициент.

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

6.1.2 Фаза орамаларының жалпы ұзындығы  $L_1$  төмендегі формуламен есептейміз:

$$L_1 = l_{\text{ор}} \cdot \omega_1, \quad (6.2)$$

мұнда  $l_{\text{ор}}$  – орамадағы орташа ұзындығы, м.

6.1.3  $l_{op}$  ораманың орташа ұзындығы, түзу сызықтық мойынтіректің және иілген маңдайша бөліктердің қосындысы анықталады:

$$l_{op} = 2(l_{II} + l_{л}), \quad (6.3)$$

мұндағы  $l_{II}$  – мойынтіректің ұзындығы, машинаның өзекшелерінің конструктивті ұзындығына тең.

$$l_{II} = 0,11(m);$$

$l_{л}$  – маңдайшаның ұзындығы.

6.1.4 Толықтырылған статордың орамасындағы катушканың маңдайша ұзындығы төмендегідей анықталады:

$$l_{л} = K_{л} b_{КТ} + 2B, \quad (6.4)$$

мұндағы  $K_{л}$  – полюстердің санына байланысты коэффициент,  $2p = 4$   
 $K_{л} = 1,3$  тең;

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

$$b_{КТ} = \frac{\pi(D + h_{II})}{2p} \beta_1, \quad (6.5)$$

мұндағы  $\beta_1$  – статор орамасының қадамдарының қысқаруы. Оны  $\beta_1 = 1$  қабылдаймыз.

$$b_{КТ} = \frac{\pi(0,13 + 0,0155)}{4} \cdot 1 = 0,124m.$$

$B = 0,01(m)$  мойынтіректердегі өзекшенің корпусының престелуіне дейін күтуге құю орамаға арналған.

$$l_{л} = K_{л} b_{КТ} + 2B = 1,3 \cdot 0,114 + 2 \cdot 0,01 = 0,1682m.$$

Орташа ұзындық:

$$l_{op} = 2(0,11 + 0,167) = 0,546m.$$

Өткізгіштердегі орамдардың фазаларының толық ұзындығы:

$$L_1 = 0,558 \cdot 168 = 93,31m.$$

Статордың орамасының фаза активті кедергісі:

$$r_1 = 1 \cdot \frac{10^{-6}}{41} \cdot \frac{92,41}{0,75 \cdot 10^{-6} \cdot 2} = 1,42 \text{ Ом}.$$

6.1.5 Маңдайшаның бөлігіндегі ұзындықты анықтау:

$$l_{\text{бвл}} = K_{\text{бвл}} b_{KT} + B = 0,4 \cdot 0,114 + 0,01 = 0,0546 \text{ м}, \quad (6.6)$$

мұндағы  $K_{\text{бвл}} = 0,4$  тең болғанда  $2p = 4$  кезінде.

6.1.6 Статор орамасының фазасы кедергісінің салыстырмалы мәнін анықтаймыз  $r_1^*$ :

$$r_1^* = r_1 \cdot \frac{I_{1н}}{U_{1н}} = 1,52 \cdot \frac{10,6}{220} = 0,073 \text{ Ом}. \quad (6.7)$$

6.1.7 Ротор орамының фазасының белсенді кедергісін анықтаймыз  $r_2$ :

$$r_2 = r_c + \frac{2r_{\text{кл}}}{\Delta^2}, \quad (6.8)$$

где  $r_c$  – стержень кедергісі;

$r_{\text{кл}}$  – сақина кедергісі.

6.1.8 Өзек кедергісі мына формула бойынша есептеледі:

$$r_c = \rho_c \frac{l_2}{q_c} = \frac{10^{-6}}{20,5} \cdot \frac{0,11}{105,2 \cdot 10^{-6}} = 51 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}. \quad (6.9)$$

6.1.9 Сақина кедергісін есептейміз:

$$r_{\text{кл}} = \rho_{115} \cdot \frac{\pi \cdot D_{\text{кл.ср.}}}{Z_2 q_{\text{кл}}} = \frac{10^{-6}}{20,5} \cdot \frac{\pi \cdot 0,0983}{34 \cdot 334,1 \cdot 10^{-6}} = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}. \quad (6.10)$$

Содан кейін ротордың белсенді кедергісі:

$$r_2 = 51 \cdot 10^{-6} + \frac{2 \cdot 1,3 \cdot 10^{-6}}{0,368^2} = 70,2 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}.$$

6.1.10 R2 статор орамасының орамдарының санына келтіреміз, анықтаймыз  $r_2'$ :



$$r_2' = r_2 \frac{4m(\omega k_{об1})^2}{Z_2} = 70,2 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{4 \cdot 3 \cdot (167 \cdot 0,95)^2}{34} = 0,66 \text{ Ом} . \quad (6.11)$$

6.1.11 Ротор орамының фазасы кедергісінің салыстырмалы мәні.

$$r_2^* = r_2' \frac{I_{1н}}{U_{1н}} = 0,68 \cdot \frac{10,6}{220} = 0,033 \text{ (Ом)} . \quad (6.12)$$

6.1.12 Ротор орамының индуктивті кедергісі:

$$x_1 = 15,8 \cdot \frac{f_1}{100} \left( \frac{\omega_1}{100} \right)^2 \cdot \frac{l'_\delta}{pq} (\lambda_{н1} + \lambda_{.н1} + \lambda_{о1}) , \quad (6.13)$$

Мұндағы  $\lambda_{п}$  – Паз роторының магниттік өткізгіштігінің коэффициенті:

$$\lambda_n = \frac{h_2}{3b_1} k_\beta + \left( \frac{h_1}{b_1} + \frac{3h_k}{b_1 + 2b_{us}} + \frac{h_{us}}{b_{us}} \right) \cdot k'_\beta , \quad (6.14)$$

Бұл жердегі  $k_\beta = 1$ ,  $k'_\beta = 1$ ,  $b_1 = 5,94 \text{ мм}$ ,  $h_2 = h_{п.к} - 2b_{us} = 13,5 \text{ мм}$ ,  $h_1 = 0$ .

$$h_k = \frac{b_1 - b_{us}}{2} = \frac{5,84 - 3,7}{2} = 1,13 \text{ мм} , \quad (6.15)$$

$$\lambda_n = \frac{13,5}{3 \cdot 5,94} \cdot 1 + \left( 0 + \frac{3 \cdot 1,12}{5,94 + 2 \cdot 3,27} + \frac{1}{3,37} \right) \cdot 1 = 1,27$$

Беттік шашыраудың магниттік өткізгіштігінің коэффициенті:

$$\lambda_{.н1} = 0,34 \cdot \frac{q}{l'_\delta} \cdot (l_{.н1} - 0,64\beta\tau) = 0,34 \cdot \frac{3}{0,11} \cdot (0,1682 - 0,64 \cdot 1 \cdot 0,102) = 0,95 \quad (6.16)$$

Дифференциалдық шашыраудың магнит өткізгіштігінің коэффициентін мына формула бойынша анықтаймыз::

$$\lambda_{о1} = \frac{t_1}{12 \cdot \delta \cdot k_\delta} \cdot \xi , \quad (6.17)$$

$$\text{где } \xi = 2k'_{ск} k_\beta - k_{об1}^2 \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2 (1 + \beta_{ск}^2) = 2 \cdot 1 - 0,95^2 \cdot 1,05^2 \cdot 1 = 1 ,$$

бұл жердегі  $k'_{ck}$  оны графикалық амалмен табмыз  $\frac{t_2}{t_1} = 1,05$ ,  $k'_{ck} = 1$ ,  $\beta_{ck} = 0$

$$\lambda_{\sigma 1} = \frac{11,3}{12 \cdot 0,22 \cdot 1,34} \cdot 1 = 3,18$$

(6.13) формула бойынша статор орамасының индуктивті кедергісін есептейміз:

$$x_1 = 15,8 \cdot \frac{50}{100} \cdot \left(\frac{168}{100}\right)^2 \cdot \frac{0,11}{2 \cdot 3} (1,27 + 0,95 + 3,18) = 2,21 \text{ Ом}.$$

6.1.13 Статор орамасының индуктивті кедергісінің салыстырмалы мәнін анықтаймыз  $x_1^*$ :

$$x_1^* = x_1 \frac{I_{1H}}{U_{1H}} = 2,22 \cdot \frac{10,5}{220} = 0,21 \text{ Ом} \quad (6.18)$$

6.1.14 Ротор орамының индуктивті кедергісін мына формула бойынша есептейміз:

$$x_2 = 7,9 f_1 l'_s (\lambda_{n2} + \lambda_{r2} + \lambda_{\sigma 2}) \cdot 10^{-6}, \quad (6.19)$$

Мұндағы  $\lambda_{n2}$  – ротор пазының магниттік өткізгіштігінің коэффициенті;  
 $\lambda_{r2}$  – ротордың алдыңғы бөлігінің магниттік өткізгіштігінің коэффициенті;

$\lambda_{\sigma 2}$  – ротордың дифференциалды шашырауының магниттік өткізгіштігінің коэффициенті.

Ротор пазының магниттік өткізгіштігінің коэффициенті мына формула бойынша есептеледі:

$$\lambda_{n2} = \left[ \frac{h_0}{3b_1} \left( 1 - \frac{\pi b_1}{8q_c} \right)^2 + 0,66 - \frac{b_{uu}}{2b_1} \right] k_{\sigma} + \frac{h_{uu}}{b_{uu}} + 1,12 \frac{h'_{uu}}{I_2} \cdot 10^6, \quad (6.20)$$

Мұндағы  $b_1 = 8 \text{ мм}$ ,  $k_{\sigma} = 1$ .

$$h_0 = h_{n2} - h_{uu} - h'_{uu} - 0,2 \cdot 1,8 = 24,55 - 0,75 - 0,3 - 0,2 \cdot 1,8 = 23,14 \text{ мм}, \quad (6.21)$$

$$\lambda_{n2} = \left[ \frac{23,14}{3 \cdot 8} \left( 1 - \frac{\pi \cdot 8}{8 \cdot 105,2} \right)^2 + 0,66 - \frac{1,5}{2 \cdot 8} \right] \cdot 1 + \frac{0,75}{1,5} + 1,12 \cdot \frac{0,3 \cdot 10^{-3}}{263} \cdot 10^6 = 2,9$$

6.1.15 Ротордың алдыңғы бөлігінің магниттік өткізгіштігінің коэффициентін мына формула бойынша анықтаймыз:

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

$$\lambda_{\lambda 2} = \frac{2,3 \cdot 98,3 \cdot 10^{-3}}{34 \cdot 0,11 \cdot 0,368^2} \cdot \lg \left( \frac{4,7 \cdot 98,3 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10,9 + 30,7} \right) = 0,42. \quad (6.22)$$

6.1.16 Ротордың дифференциалды шашырауының магниттік өткізгіштігінің коэффициентін мына формула бойынша анықтаймыз:

$$\lambda_{\sigma 2} = \frac{t_2}{12\delta k_\delta} \xi, \quad (6.23)$$

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

$$\lambda_{\sigma 2} = \frac{11,9}{12 \cdot 0,22 \cdot 1,34} \cdot 1 = 3,36.$$

6.1.17 Келесі формула бойынша индуктивті кедергі мәнін табамыз:

$$x_2 = 7,9 \cdot 50 \cdot 0,11 \cdot (2,9 + 0,42 + 3,36) \cdot 10^{-6} = 290,246 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}.$$

$x_2$  статор орамдар санына келтіреміз:

$$x'_2 = x_2 \frac{4m(\omega_1 k_{об})^2}{Z_2} = 290,246 \cdot 10^{-6} \frac{4 \cdot 3(167 \cdot 0,95)^2}{34} = 2,5 \text{ Ом}. \quad (6.24)$$

Салыстырмалы бірлікте,  $x'_2$  \*:

$$x'_2 * = x'_2 \frac{I_{1н}}{U_{1н}} = 2,6 \cdot \frac{10,6}{220} = 0,125 \text{ Ом}. \quad (6.25)$$

## 7. Шығындарды есептеу

**7.1 Асинхронды машина статорының болатындағы негізгі шығындарды есептейміз**

$$P_{бол.нег} = p_{1,0/5,0} \left( \frac{f_1}{50} \right)^\beta (k_{\sigma a} B_a^2 m_a + k_{\sigma z} B_{z1}^2 m_{z1}), \quad (7.1)$$

мұндағы  $p_{1,0/5,0}$  – меншікті шығындар,  $p_{1,0/5,0} = 2,6 \text{ Вт} / \text{кг}$ ;

$\beta$  – дәреже көрсеткіші, болат матркасы 2013  $\beta = 1,5$ ;

$k_{\sigma a}$  және  $k_{\sigma z}$  – 2013 болат маркалары үшін болаттағы жоғалтуларға әсерін ескеретін коэффициенттер  $k_{\sigma a} = 1,6$ ,  $k_{\sigma z} = 1,8$ ;

$m_a$  – ярмо массасы келесідей есептеледі:

$$m_a = \pi(D_a - h_a)h_a l_{cm1} k_c \gamma_c,$$

$$m_a = \pi(0,191 - 0,0149) \cdot 0,0149 \cdot 0,13 \cdot 0,97 \cdot 7800 = 8,1 \text{ кг}, \quad (7.2)$$

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

Статордың тістерінің массасы:

$$m_{z1} = h_{z1} b_{z1cp} Z_1 l_{cm1} k_c \gamma_c = 15,6 \cdot 10^{-3} \cdot 4,6 \cdot 10^{-3} \cdot 40 \cdot 0,15 \cdot 0,97 \cdot 7800 = 2,76 \text{ кг}, \quad (7.3)$$

$$P_{cm.och} = 2,6 \cdot (1,6 \cdot 1,6^2 \cdot 8,1 + 1,8 \cdot 1,8^2 \cdot 2,82) = 49,6 \text{ Вт}$$

## 7.2 Ротордағы толық беттік шығындарды есептейміз:

$$P_{нов2} = p_{нов2} (t_2 - b_{u2}) Z_2 l_{cm2}, \quad (7.4)$$

мұндағы  $p_{нов2}$  – меншікті беттік шығындарды мына формула бойынша анықтаймыз:

$$p_{нов2} = 0,5 \cdot k_{02} \left( \frac{Z_1 n_1}{10000} \right)^{1,5} (B_{02} t_1 \cdot 10^3)^2, \quad (7.5)$$

мұнда  $k_{02} = 1,5$  – ротор тістерінің бас жағындағы бетін өңдеудің үлестік шығындарға әсерін ескеретін коэффициент;

$B_{02}$  – ауа саңылауындағы индукция пульсациясының амплитудасы мына формула бойынша анықтаймыз:

$$B_{02} = \beta_{02} k_{\delta} B_{\delta} = 0,45 \cdot 1,34 \cdot 0,74 = 0,507, \quad (7.6)$$

мұнда  $\beta_{02} = 0,45$  оны графикалық түрде  $\frac{b_{u1}}{\delta} = 16,82$

## 7.3 Меншікті беттік шығындарды есептейміз:

$$p_{нов2} = 0,5 \cdot 1,5 \cdot \left( \frac{40 \cdot 600}{10000} \right)^{1,5} (0,507 \cdot 0,0113 \cdot 10^3)^2 = 361,8 \text{ Вт} / \text{м}^2,$$

$$P_{нов2} = 247,74 \cdot (12,98 \cdot 10^{-3} - 1,5 \cdot 10^{-3}) \cdot 108 \cdot 0,303 = 93,07 \text{ Вт}.$$

#### 7.4 Ротор тістеріндегі пульсациялық шығындарды есептейміз

$$P_{\text{пуль2}} = 0,11 \left( \frac{Z_1 n}{1000} B_{\text{пуль2}} \right)^2 m_{z2}, \quad (7.7)$$

мұнда  $m_{z2}$  – ротор тістері болатының салмағы;  
 $B_{\text{пуль2}}$  – ротордағы магниттік пульсация амплитудасы.

$$m_{z2} = h_{z2} b_{z2cp} Z_2 l_{cm2} k_c \gamma_c = 0,02455 \cdot 0,00408 \cdot 34 \cdot 0,13 \cdot 0,98 \cdot 7800 = 3,84 \text{ кг}, \quad (7.8)$$

$$B_{\text{пуль2}} = \frac{\gamma_1 \delta}{2t_2} B_{z2cp} = \frac{12,96 \cdot 0,22}{2 \cdot 12,9} \cdot 1,816 = 0,217 \text{ Тл}, \quad (7.9)$$

$$P_{\text{пуль2}} = 0,11 \left( \frac{40 \cdot 1500}{1000} \cdot 0,218 \right)^2 \cdot 3,94 = 74,2 \text{ Вт}.$$

#### 7.5 Болаттағы қосымша шығындар сомасын анықтаймыз

$$P_{\text{ст.доб.}} = P_{\text{пов2}} + P_{\text{пуль2}} = 16,2 + 74,2 = 90,8 \text{ Вт}. \quad (7.10)$$

#### 7.6 Болаттағы толық шығындар

$$P_{\text{ст}} = P_{\text{осн.ст.}} + P_{\text{ст.доб.}} = 49,6 + 90,8 = 140,4 \text{ Вт}. \quad (7.11)$$

#### 7.7 Механикалық шығындарды анықтаймыз

$$P_{\text{мех.}} = K_T (n/10)^2 D_a^4 = 1,05 \cdot ((1500/10)^2 \cdot 0,191^4) = 31,4 \text{ Вт}, \quad (7.12)$$

мұндағы  $K_T = 1,05$ , егер  $2p = 4$ .

#### 7.8 Номиналды режимде қосымша шығындарды есептейміз

$$P_{\text{доб.н.}} = 0,005 \frac{P_{2н}}{\eta} = 0,005 \cdot \frac{5000}{0,85} = 29,4 \text{ Вт}. \quad (7.13)$$

#### 7.9 Қозғалтқыштың бос жүріс тогы

$$I_{\text{x.x.}} = \sqrt{I_{\text{б.ж.а.}}^2 + I_{\mu}^2}, \quad (7.14)$$

мұнда  $I_{\text{б.ж.а.}}$  – бос жүріс тогының белсенді құраушысы, оны мына формула бойынша анықтаймыз:

$$I_{x.x.a.} = \frac{P_{ct.} + P_{Mex.} + P_{\varepsilon.1x.x.}}{mU_{1n}} = \frac{140,4 + 31,4 + 120,9}{3 \cdot 220} = 0,44A, \quad (7.15)$$

мұнда  $P_{\varepsilon.1б.ж}$  – бос жүріс кезіндегі статордағы электр шығындары:

$$P_{\varepsilon.1б.ж.} = mI_{\mu}^2 r_1 = 3 \cdot 5,15^2 \cdot 1,52 = 120,9 \text{ Вт}, \quad (7.16)$$

$$I_{x.x.} = \sqrt{0,44^2 + 5,15^2} = 5,2A.$$

7.10 Бос жүрісте қуат коэффициентін анықтаймыз:

$$\cos \varphi_{x.x.} = \frac{I_{x.x.a.}}{I_{x.x.}} = \frac{0,44}{5,2} = 0,09. \quad (7.17)$$

## 8. Жұмыс сипаттамасын есептеу

### 8.1 Кедергінің нақты бөлігін анықтаймыз:

$$r_{12} = \frac{P_{ct.осн.}}{mI_{\mu}^2} = \frac{49,6}{3 \cdot 5,15^2} = 0,62 \text{ Ом}. \quad (8.1)$$

8.1.2 Кедергінің жалған бөлігі:

$$x_{12} = \frac{U_{1n}}{I_{\mu}} - x_1 = \frac{220}{5,15} - 2,22 = 19,24 \text{ Ом}. \quad (8.2)$$

8.1.3 Қозғалтқышы тұрақтысы:

$$c_1 = 1 + \frac{x_1}{x_{12}} = 1 + \frac{2,22}{19,24} = 1,115, \quad (8.3)$$

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \gamma &= \left( \frac{r_1 x_{12} - r_{12} x_1}{r_{12}(r_1 + r_{12}) + x_{12}(x_1 + x_{12})} \right) = \\ &= \left( \frac{1,52 \cdot 19,24 - 0,62 \cdot 2,22}{0,62(1,52 + 2,22) + 19,24(2,22 + 19,24)} \right) = 0,067 \end{aligned} \quad (8.4)$$

8.1.4 Белсенді ток құрамдастарын анықтаймыз:

$$I_{oa} = \frac{P_{ct.осн.} + 3I_{\mu}^2 r_1}{3U_{1n}} = \frac{49,6 + 3 \cdot 5,15^2 \cdot 1,52}{3 \cdot 220} = 0,26A. \quad (8.5)$$

### 8.1.5 Шамаларды анықтайық:

$$b' = 0, \\ a' = c_1^2 = 1,115^2 = 1,24, \quad (8.6)$$

$$a = c_1 r_1 = 1,115 \cdot 1,52 = 1,6948, \quad (8.7)$$

$$b = c_1(x_1 + c_1 x_2') = 1,115(2,22 + 1,115 \cdot 2,6) = 5,71. \quad (8.8)$$

### 8.1.6 Сырғу өзгерген кезде өзгермейтін шығындар:

$$P_{cm.} + P_{Mex.} = 140,4 + 31,4 = 171,17 \text{ Вт}. \quad (8.9)$$

$s_n \approx r_2^* \approx 0,033$  қабылдап және жұмыс чипаттамаларын аламыз: 0,005; 0,01; 0,015; 0,02; 0,0201. Нәтиже 8.1 кестеде.

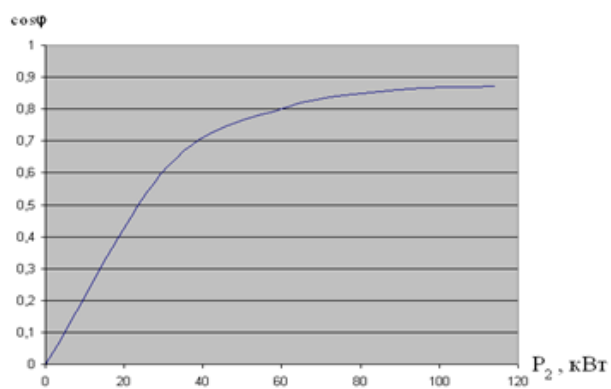
$P_{2H}=5\text{кВт}$ ;  $U_{1H}=220/380 \text{ В}$ ;  $2p=4$   $I_{0a}=0,26 \text{ А}$ ;  $I_{0p}=I_{\mu}=5,15 \text{ А}$ ;

$P_{CT} + P_{Mex}=171,8 \text{ Вт}$ ;  $r_1=1,52 \text{ Ом}$ ;  $r_2'=0,68 \text{ Ом}$ ;  $c_1=1,115$ ;

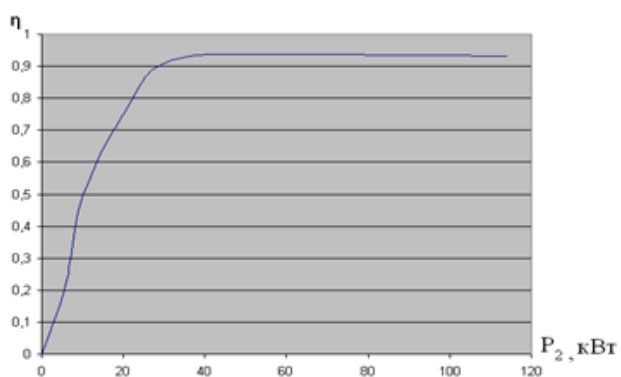
$a'=1,24$ ;  $a=1,6948 \text{ Ом}$ ;  $b'=0$ ;  $b=5,71$ .

### 8.1 кесте - Асинхронды қозғалтқыштың жұмыс сипаттамалары

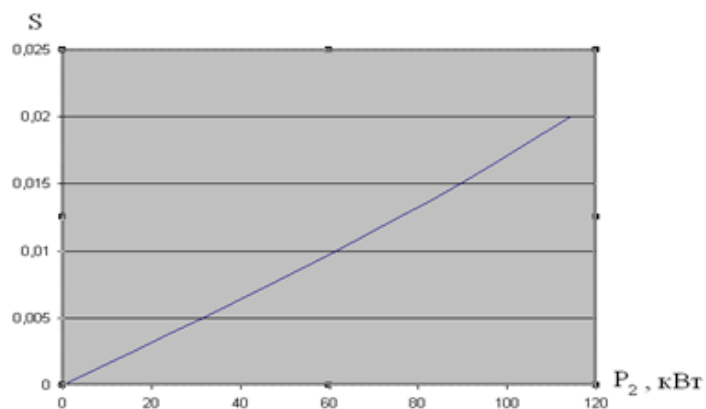
Есептелу формулалары	Ө.Б.	S, сырғанау				
		0,005	0,01	0,015	0,02	0,033
$a' \cdot r_2' / s$	Ом	168,64	84,32	56,213	42,16	25,552
$b' \cdot r_2' / s$	Ом	0	0	0	0	0
$R = a + a' \cdot r_2' / s$	Ом	170,33	86,015	57,908	43,855	27,246
$X = b + b' \cdot r_2' / s$	Ом	5,71	5,71	5,71	5,71	5,71
$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$	Ом	170,43	86,204	58,189	44,225	27,838
$I_2'' = U_{1H} / Z$	А	1,2908	2,5521	3,7808	4,9746	7,9028
$\cos \phi_2' = R / Z$	-	0,9994	0,9978	0,9952	0,9916	0,9787
$\sin \phi_2' = X / Z$	-	0,0335	0,0662	0,0981	0,1291	0,2051
$I_{1a} = I_{0a} + I_2'' \cos \phi_2'$	А	1,5501	2,8065	4,0225	5,1929	7,9948
$I_{1p} = I_{0p} + I_2'' \sin \phi_2'$	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
$P_1 = 3U_{1H} I_{1a} \cdot 10^{-3}$	кВт	1,0231	1,8523	2,6549	3,4273	5,2766
$P_{\rho 1} = 3I_1^2 r_1 \cdot 10^{-3}$	кВт	0,1339	0,1649	0,2128	0,276	0,5005
$P_{\rho 2} = 3I_2'^2 r_2' \cdot 10^{-3}$	кВт	0,0029	0,0058	0,0086	0,0113	0,018
$P_{\rho \text{об}} = 0,005 P_1$	кВт	0,0051	0,0093	0,0133	0,0171	0,0264
$\sum P = P_{cm} + P_{Mex} + P_{\rho 1} + P_{\rho 2} + P_{\rho \text{об}}$	кВт	0,5964	0,6344	0,6891	0,7588	0,9993
$P_2 = P_1 - \sum P$	кВт	0,4267	1,2179	1,9658	2,6685	4,2773
$\eta = 1 - \sum P / P_1$	-	0,4171	0,6575	0,7405	0,7786	0,8106
$\cos \phi = I_{1a} / I_1$	-	0,286	0,4667	0,5889	0,6675	0,7631



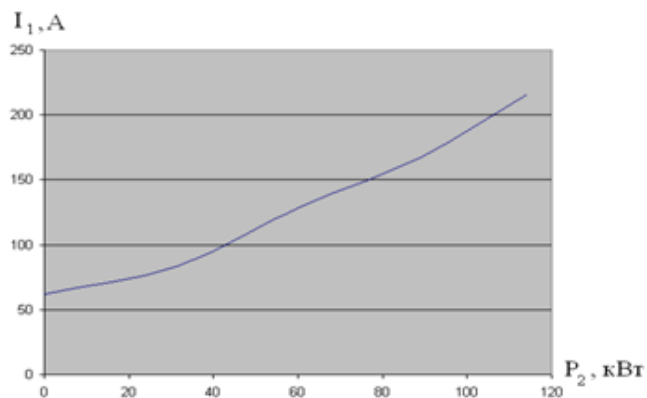
8.1 сурет - Қозғалтқыш  $\cos \varphi$ -дің,  $P_2$ - қуатқа тәуелділігі



8.2 сурет - Қозғалтқыш ПӘК-нің,  $P_2$ - қуатқа тәуелділігі



8.3 сурет - Қозғалтқыш s-сырғанауының,  $P_2$ - қуатқа тәуелділігі



8.4 сурет-  $I_1$ - статор тогының  $P_2$ - қуатқа тәуелділігі



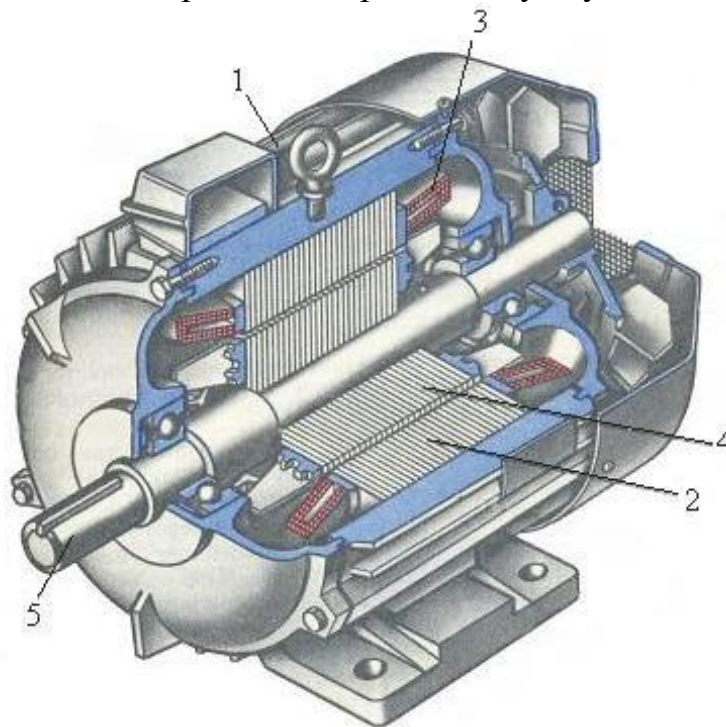
## 9 Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі

### 9.1 Асинхронды қозғалтқыш өндірісіндегі еңбек қауіпсіздігі

Бұл дипломдық жұмыста асинхронды электржетекті жобалау әзірленген. Бұл тарауда мен жобалаушының жұмыс орнындағы еңбек жағдайларының мәселелерін қозғаймын, сондықтан өндірістік процестердің қауіпсіздігіне ерекше назар аударылатын болады.

Электр машиналары қазіргі электр энергетикасында негізгі рөл атқарады. Асинхронды қозғалтқыштар электр қозғалтқыштардың барлық түрлерінің арасында маңызды орын алады. Оларда барлық өндірілетін электр энергиясының 80% - дан астамын тұтыну қажет. Сондықтан асинхронды қозғалтқыштарды жобалау, пайдалану қасиеттері өндіріс және пайдалану біздің ел экономикасының маңызды факторы болып табылады.

Асинхронды қозғалтқышпен жұмыс істеу кезінде, атап айтқанда, электр жабдығымен жұмыс істеу кезінде қызметкерлерге мынадай әсер етеді: Электромагнитті өрістердің, электр тогының, шудың, дірілдің, зиянды заттардың әсері, жеткіліксіз жарық және өрттің шығу қаупі.



1 – станина, 2 – статордың өзекшесі, 3 – статорды орау, 4 – қысқа түйықталған орамасы бар ротордың өзекшесі, 5-білік

9.1 сурет – Асинхронды машинаның жалпы көрнісі

### 9.2 Электр қауіпсіздігімен қамтамасыз ету

1) Электр энергиясы өндірісте кеңінен таралған және кеңінен қолданылатын энергия түрі болып табылады. Сондықтан электр қауіпсіздігін

қамтамасыз етуге көп уақыт бөлінеді. Жұмыс персоналының электр тогымен зақымдануын болдырмау үшін электр қорғау шарттары төменде келтірілген:

2) Электр жабдығының барлық ток өткізгіш бөліктері штаттық қоршаулармен қоршалған, қабықшалармен жабылған немесе бөгде адамдарға жол берілмейтін жеке үй-жайларда орналастырылған;

3) барлық жұмыстар белгіленген уақытта жүргізіледі, сондай-ақ электр қорғанысының негізгі және қосалқы аспаптары қолданылады;

4) кабельдік желілер қорғаныш құбырларында, кабельдік арналарда немесе арнайы жартылай қалыптарда жүргізілуі тиіс;

5) жөндеу жұмыстарын орындау кезінде уақытша жарықтандыру және төмен вольтты қоректендіру ретінде қолдануға тыйым салынған жарық көзін пайдалануға жол беріледі; барлық коммутациялық аппараттар мен ақпараттық аспаптар арнайы қалқандар мен пульттерде орнатылған;

6) барлық электр жабдықтары үшін кедергісі 4 Ом аспайтын жерге тұйықтау тізбегі қарастырылған.

Электр қондырғылары үлкен қауіп төндіреді, өйткені пайдалану немесе қауіп-қатердің алдын алу жұмыстары кезінде адам кернеу астындағы бөліктерге жанасуы мүмкін. Электр қондырғысының ток өткізгіш бөліктеріне адамның жанасу қаупі адамның денесі арқылы өтетін ток шамасымен анықталады.

Электр қондырғыларын пайдалану кезінде электр жарақаттарының алдын алу үшін оқшаулау, ток өткізгіш бөліктерді қоршау, қорғаныстық жерге қосу, нөлге қосу, қорғаныстық ажырату пайдаланылады.

Электр қауіпсіздігі үшін электр жүйелері мен сигнализаторларды дұрыс орналастыру, персоналды белгілеулер мен плакаттармен жұмыс істеуге үйрету.

### **9.3 Микроклимат шарттарын қамтамасыздандыру**

Метеорологиялық шараларды зерттеу ылғалдылықты, температураны, ауа қысымын қамтиды. Метеорологиялық іс-шаралар персонал үшін ыңғайлы болуы тиіс.

Ауа температурасы-термометрмен немесе термографпен өлшенеді, оның уақыты автоматты реттеуішпен өзгереді. Тұрақты температура 20-25°C болуы керек.

Ауаның ылғалдылығы термометрмен өлшенеді, салыстырмалы ылғалдылық психрометрмен және пирометрмен өлшенеді. Ауа ылғалдылығының ауытқуларын жазу уақыты бойынша автоматты аспаптар қызмет етеді, мысалы: гидрографтар мен психрографтар. Ол үшін ауаны желдету, оның температурасы, ылғалдылығы, қозғалыс жылдамдығы және ауаны тазарту деңгейі тұрақты пайдаланылады. Ауа баптау қондырғысында келтірілген параметрлер автоматты түрде реттеледі.

Ауаны желдеткіш жүйесі уақыт бойынша, тәулік пен жыл бойына, мерзімді әрекет қондырғыларына бөледі. Қыста қалыпты температураны

бірқалыпты ұстап тұру үшін жылу жүйесі қолданылады. Санитарлы-гигиеналық шараларда тиімділіктің артықшылығы сумен жылыту жүйесі болады.

Бұл дипломдық жобада келесі сұрақтар қарастырылды: Біздің жағдайда ауаны ауыстыру үшін жергілікті және жасанды желдеткіштер қолданылады. Жергілікті желдету зиянды заттарды тікелей олардың пайда болған жерлерінде жою үшін қолданылады. Жергілікті паналар мынадай түрлерге ие:

- зиянды заттар шығарындылары көздерінің толық жабық жабындары ауа сорылатын футлярлар;
- зиянды заттардың шығарылу көздеріне жақын ашық ауа қабылдағыштар.

Желдету жүйесінің тиімді жұмыс істеуі үшін ауа өткізгіштердің жағдайын бақылау өте маңызды, жеке бейнелерді толығымен қосу. Бөлімшенің жұмыс режиміне және механикалық желдеткіштің ең жетілдірілген нысанында ауаның өзгеруіне байланысты кондиционерлеу жүйесі болып табылады.

#### **9.4 Өндірістегі өрт қауіпсіздігі**

Өрт сөндіру үшін қолданылатын бірінші құрал өрт сөндіргіш болып табылады. Оларды жұмысқа қосу өте тез көп арнайы білімді талап етпейді және алғашқы өрт сөндіру үшін өте ыңғайлы. Сондықтан бұл өрт сөндіру құралдары кез келген ғимаратпен жабдықталуы мүмкін.

Жатақты есептеу схемасы

Өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін ғимараттың орналасу жоспарына сәйкес қажет. Штаттастырмау үшін келесі қағидаларды ұстану керек:

- \* ғимараттың өрт қауіпсіздігін және өрт қауіпсіздігі санатын анықтау;
- \* жоспарланған бөлімнің жоспары мен ауданы;
- \* өрт класы;
- \* қажетті өрт сөндіру нысанын таңдау;

Бөлімді жоспарлау

Жоспарлау бойынша есептеудің екі әдісі:

- \* жанып тұрған ортадан орындыққа дейінгі қашықтық;
- \* ғимарат ауданындағы сондиру курстарының саны .

Қол өрт аспабын орналастыру кезінде өрт ошағынан ара қашықтық 20 м, а, Б, в санатты ғимараттар - 30 м, Г санатты ғимараттар - 40 м, Д санатты ғимараттар - 70 м аспауы тиіс..

Бұл әдіске қосымша тағы бір бейресми есептеу әдісі бар: 1 кг өрт сөндіргіш зат 25 шаршы метр қорғалатын алаң. Егер ошағы шағын болса, онда үй-жайда қол (тасымалданатын) өрт сөндіргіш орнатылуы тиіс. Ауыр жанудан аулақ болу үшін жылжымалы құрылғыларды пайдалану жақсы. Шағын нюанстар: \* ғимараттың әрбір қабатында кемінде екі қол өрт сөндіргіш болуы тиіс: көп, аз; \* үй-жайды қол және жылжымалы құрылғылармен жабдықтауға болады; • егер сізде ауданы бойынша бірнеше шағын үй-жай болса, онда өрт

сөндіргіштердің санын есептеу кезінде осы алаңдарды қосып, оларды бірыңғай деп санауға болады. Өрт қауіптілігі санаты берілген үй-жайлар, егер оның ауданы 100 м<sup>2</sup> кем болса, өрт сөндіргіштермен жабдықталады.автоматты өрт сөндіру қондырғыларымен жабдықталған үй-жайда өрт сөндіргіштер санын есептік нормадан екі есе азайтуға рұқсат етіледі; \* егер үй-жай көлемі 50 м<sup>3</sup> аспаса, қосымша өрт сөндіргіштерді орнатуға рұқсат етіледі. (465 ТНҚ тармағы).

Өрт класы ғимарат орналасқан материалдар есебінен белгіленеді. Кеңсе үшін бұл қатты заттар мен электр сымдары (А және Е сыныбы) жануы мүмкін. Химиялық зертхана үшін — металдар немесе қорытпалар өрті (d класы). Тұрақтарда, автосервистерде және гараждарда-тез тұтанатын сұйықтықтардың жануы (B сыныбы). Ең бастысы-бөлмедегі өрт тұтануы мүмкін және осы мәліметтер бойынша өрт класын анықтауға болады. Мүмкін: \* А-қатты заттар; \* B-тез тұтанатын сұйықтықтар; \* C-газдар; • D — металдар және олардың қорытпалары; \* E — электр сымы. Мүмкін өрт кезінде бұл заттардың қосымша жануын ескеру қажет, мысалы, құрылыс және әрлеу. Олар негізгі өрт жүктемесін көтермейді, бірақ негізгі жану нәтижесінде жанады, өйткені олар қорғалатын үй-жайлардың шегінде болады. Өрт сөндіргіш түрін есептеу және өрт класын анықтағаннан кейін таңдау өрт сөндіргішті таңдауға өтеді. Негізгі талап-жанудың нақты түрін сөндіруге қабілетті заттың болуы.

9.1 кесте – Өндірісті қолға ұстайтын өрт сөндіргіш құралмен жабдықтау

Ғимарат категориясы	Қажетті қорғалатын аудан м <sup>2</sup>	А өрт класы	Ұнтақ өрт сөндіргіш			Көмір қышқылды өрт сөндіргіш		
			2/2	5/4	10/8	2/2	3(5)	5(8)
А, Б, В жанғыш сұйық және газ	200	A	—	2 +	++	—	—	—
		B	—	2 +	++	—	—	—
		C	—	2 +	++	—	—	—
		D	—	2 +	++	—	—	—
		(E)	—	2 +	++	—	2 ++	2 ++
B	400	A	4 +	2 ++	+	—	2 +	2 +
		D	—	2 +	++	—	—	—
		(E)	2 ++	—	+	4 +	2 ++	2 ++
Г	800	B	—	2 ++	+	—	—	—

### 9.1 кестенің жалғасы

		С	4 +	2 ++	+	—	—	—
Г,Д	1800	А	4 +	2 ++	+	—	—	—
		Д	—	2 +	++	—	—	—
		(Е)	2 +	2 ++	+	4 +	2 ++	2 ++
Орталық ғимарат	800	А	8 +	4 ++	+	—	4 +	4 +
		(Е)	—	4 ++	+	4 +	2 ++	2 ++

### 9.5 Электр қондырғыны қауіпсіз жерге тұйықтау ережелері

Жерге тұйықтау кернеу астында, жерге немесе оның эквивалентіне металл ток өткізбейтін бөліктің электрлік қосылуы мүмкін. Қорғаныстық жерге қосу стандартты емес кернеудегі жабдықтың металл бөліктерінің кернеу мәнінің жерге қатысты қауіпсіз шамаға дейін төмендеуін білдіреді. Нәтижесінде тұйықталу заземленного жабдықтың қорап бар кіші мәні жанасу кернеуін, яғни азаяды, ток арқылы өтетін қорапқа денесі байланысушы адам. Электр қондырғыларының әр түрлі бөліктерінде оқшаулаудың тесілуі және кабельдің қабатына тұйықталуы, жалғауыштар, шамдар, электр қозғалтқыштарының металл қораптары болуы мүмкін. Нәтижесінде, жалпы жағдайда кернеуі жоқ металл ток өткізгіш бөліктер тоқ астында болады және адамдар жанасқанда үлкен қауіп төндіруі мүмкін. Электр қондырғысының ток өткізбейтін бөліктеріне кернеудің ауысуы кезінде токтың зақымдануынан қорғау құралы қорғаныстық жерге қосу, кедергі болып табылады.

Оқшаулама тесілген жағдайда адамға әсер етету кернеуі шамамен  $U_{тес}$  адам денесі кедергісі бойынша  $R_{адам}$  және желі бойынша басқада екі фазаларының жерге қосу оқшауламалар кедергісіне  $R_{ок}$  тәуелді болады.

$$U_{тес} = \frac{U_{ж} \cdot R_{адам}}{R_{ок} + R_{адам}}, \quad (9.1)$$

Жерге қосу тік жерге қосқыштардан және көлденең жерге қосқыштардан және жерге қосқыш өткізгіштерден тұрады. Тік тұйықтағыштар белгілі бір тереңдікке қағылады.

Көлденең бөгеттер тік тұйықтағыштармен жалғанады. Жерге тұйықтау өткізгішті электр жарықтандырғышқа қарамастан тұйықталу контурымен байланыстырады.



Шуылдың рұқсат етілген шекті көлемі (ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ), ол адамға күн бойы және бірнеше жыл бойы жүйелі күн сайынғы әсер ету кезінде елеулі әсер етпейді

9.2 кесте– Электрлік машиналар тудыратын дыбыс қысымының деңгейі

Октав жолақтың орташа геометриялық жиілігі, Гц	63	25	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{pi}$	56	6	58	58	60	1	60	59

## 9.7 Жасанды жарықтандыруды есептеу

Жұмыс орнында жарықтандыру жүйесі басқа да зиянды факторлардың көзі болмауы тиіс (шу және т.б.), сондай-ақ электр және өрт қауіпсіз болуы тиіс. Жасанды жарықтандыру табиғи жарық болмаған немесе жеткіліксіз болған кезде қолданылады, қыздыру шамдары, газ разрядты шамдар, жазық және саңылаулы Жарық өткізгіштер сияқты жарық көздерін пайдалану арқылы жүзеге асырылады.

Өнеркәсіпте жарықтандыру шарты адамның көзбен көріп жұмыс жасауына, адамның физикалық жағдайына, сонымен қатар еңбек өнімділігіне, өнімнің сапасына және өнеркәсіптегі жарақатқа үлкен әсеретеді.

Еңбектің қолайлы жағдайларын жасау үшін өнеркәсіптік аймақ келесідегідей талаптарға сай болуы керек:

- жарықтану гигиеналық нормаға сәйкес болуы керек;
- жұмыс аймағындағы жарық бірқалыпты болуы керек;
- жұмыс аймағында көлеңкелер болмауы тиіс;
- жарқырау жұмыс аймағында болмауы тиіс;
- дұрыс жарықты беру үшін жарық қажетті спекторлық жарықтан тұруы керек.

Өнеркәсіп ғимараттарын әзірлеу кезінде жарық көзі, оның орналасуы, жарықтандырудың техникалық есептері және жарықтандыру аспаптарын анықтау таңдалады.

ЛАЦ үшін табиғи жарықтандыруды есептейміз.

Есептеуге келтірілген мәндер:

Бөлме көлемі-6x8x4м

Көру жұмысының разряды-III В

Төбенің, еденнің және қабырғалардың жарықтандыру коэффициенті:

$$\rho_{ном} = 30\%, \rho_{cm} = 10\%, \rho_n = 10\%$$

Шешім:  $E_{норм} = 300$  лк. («Өнеркәсіпті жарықтандыру» тақырыбы бойынша әдістемелік нұсқаулықтардағы 5.2 кесте).

Жарықтандыруда қолданылатын әдіс – ЛБ люминисцентті шамдар, оның қуаты 80 Вт, сәулелендіру өрісі  $\Phi_{л}=5220$ лм.

Бөлменің индексін анықтаймыз:

$$i = \frac{AB}{h(A+B)}, \quad (9.2)$$

мұндағы  $A$  – ені, м;

$B$  – ұзындығы, м;

$h$  – есептелінген биіктігі, м,  $4-(1,2+0,5)=2,3$ м тең (жұмыс аумағының еденнен төбеге дейінгі биіктігі 1,2 м, шамның жарық түсіру биіктігі 0,5м):

$$i = \frac{6 \cdot 8}{2.3(6+8)} = 1.49.$$

мұнда  $\eta=0,38$  қолдану коэффициенті.

$K_3 = 1,5$  занос коэффициенті.

Қажетті светильниктердің саны:

$$N = \frac{E_{норм} \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{n \cdot \Phi_{л} \cdot \eta}, \quad (9.3)$$

мұндағы  $E_{норм}$  – нормалық жарықтану, лк;

$n$  – светильник шамдарының саны, ПВЛМ светильник үшін екіге тең 2x80;

$\Phi_{л}$  – жарық ағымы, лм;

$S$  – бөлменің көлемі, 48 м<sup>2</sup> тең;

$Z$  – бірқалыпты есе жарықтандырудың коэффициенті, 1,1 тең.

Шешім:

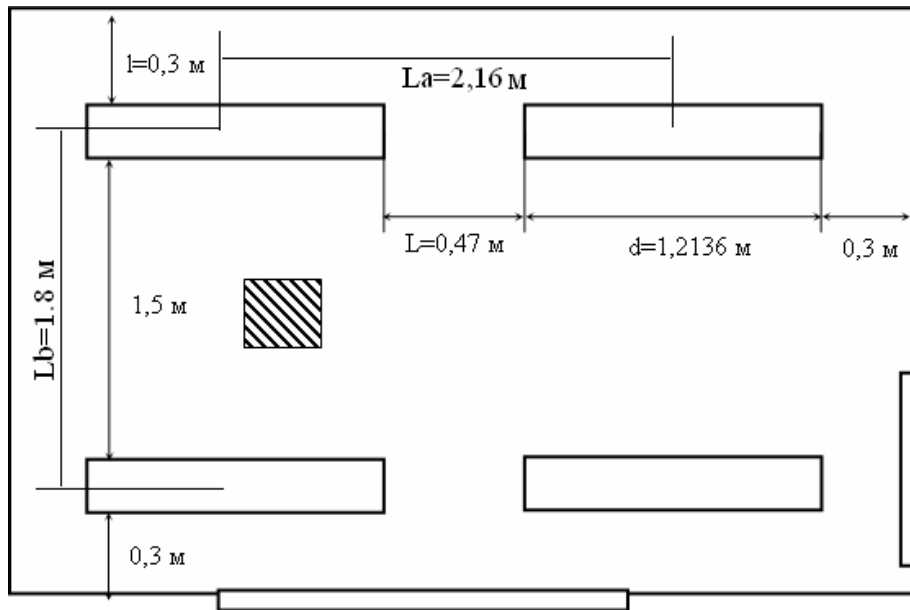
$$N = \frac{300 \cdot 1.5 \cdot 4.8 \cdot 1.1}{2 \cdot 5220 \cdot 0.38} = 6$$

ПВЛМ 2x80 типті 6 светильниктерді таңдаймыз.

Светильниктерді 2 қатарға үштен қоямыз, светильниктің ұзындығы – 1325 мм, ал ені – 270 мм («Электрлік жарықтандыруды жобалау үшін анықтамалық кітаптар» бойынша 3-9 кестелер).

Светильниктердің орналасуы 9.3 суретке көрсетілген.





9.4 сурет – Светильниктердің орналасу сұлбасы

Бақылау нүктесін А деп белгілейміз. А нүктесінен әрбір светильникке дейінгі аралықты табамыз.

А нүктесінің жарықтануы (барлық светильниктерге дейін):

$$E = \frac{\sum e_r \cdot M \cdot \Phi_l}{1000 \cdot K_3}, \quad (9.4)$$

мұндағы  $\sum e_r$  – барлық светильниктерден А нүктесіне дейінгі шартты жарықтандырудың қосындысы, лк;

M – қашықтағы светильниктердің әсерін есепке алатын коэффициент, 1,1 тең.

Қарастырылып отырған А нүктенің светильниктерінің жарығы:

$$e_e = \frac{I \cdot \cos^3 \alpha}{h^2}, \quad (9.5)$$

мұндағы I – нүктеге бағытталған жарық күші, кд.;

$\alpha$  – нүкте мен сәулелер түсетін аймақтың беті мен нормаль арасындағы бұрыш, град.;

h – есептеу биіктігі, м.

Шешім:

$$d_1 = \sqrt{1^2 + 1^2} = \sqrt{2} = 1.41 \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{d_1}{h} = \frac{1.41}{2.3} = 0.615 \Rightarrow$$

$\alpha_1 = 32^\circ$ ,  $\cos^3 \alpha_1 = 0.61$  (анықтамалық кітаптағы 1-2 кестелер бойынша алынады).

$I_1=130$  кд (анықтамалық кітаптағы 3-10 кестелер бойынша алынады).

$$e_1 = \frac{130 \cdot 0,61}{2,3^2} = 15_{лк},$$

$$d_2 = \sqrt{1^2 + 3^2} = \sqrt{10} = 3,16 \Rightarrow tg\alpha_2 = \frac{d_2}{h} = \frac{3,16}{2,3} = 1,375 \Rightarrow .$$

$\alpha_2 = 54^0$ ,  $\cos^3 \alpha_2 = 0.203$  (анықтамалық кітаптағы 1-2 кестелер бойынша алынады).

$I_2 = 80$  кд (анықтамалық кітаптағы 3-10 кестелер бойынша алынады).

$$e_2 = \frac{80 \cdot 0,203}{2,3^2} = 3,1_{лк} .$$

Жарықтардың қосындысы  $\sum e_2 = 4e_1 + 2e_2 = 4 \cdot 15 + 2 \cdot 3,1 = 66,2_{лк}$ ,

А нүктесінің дарығы А:

$$E = \frac{66,2 \cdot 1,1 \cdot 5220}{1000 \cdot 1,5} = 253_{лк} .$$

20%-ға E мәні үлкен немесе кіші  $E_{норм}$  болу шарты орындалады, бұл дегеніміз жарықтандыру нормаға сәйкес келетіндігін білдіреді ( $253 лк < 300 лк$ ,  $47_{лк}$  немесе 16%).

Бұл тарауда жұмыс орнындағы еңбек жағдайындағы өндірістік процестердің қауіпсіздігі қарастырылған. Мен өндірістегі өрт қауіпсіздігін және өртке қарсы пайдалану құралдарының сипатын көрсеттім. Сонымен қатар, мен өндірісте электр қауіпсіздігі мен электр тогына қатысты қауіпсіздік ережелерін қарастырдым. Өндіріс жабдықтары мен микроклиматына қатысты шу оның адам өмірі үшін қауіпсіздігін көрсетті. Жасанды жарықтандыруды есептеу және электр қондырғыларын қауіпсіз жерге қосу ережелері. ПВЛМ 2x80 типті 6 шамды таңдаймыз.

## **10 Техника- экономикалық бөлімі**

### **10.1 Техничко-экономикалық салыстыру**

Қазіргі уақытта ең маңызды факторлар электр энергиясын үнемдеу, өндіріс тетіктерін автоматтандыру, қауіпсіздікті арттыру болып табылады. Бұл жағдай асинхронды электр жетектерде динамикалық дамиды. Электр жетегін жаңғырту, жұмыс сенімділігін арттыру өнімділікті арттырады.

Автоматтандырудың жоғары деңгейі келесідей;

- жабдықтың тозуын азайту және жұмыс уақытын ұлғайту;
- жетекті механизмдегі динамикалық жүктемелер азаяды;

- өзін-өзі диагностикалау арқылы бұзылуға төзімділікті арттыру;
- ток пен сәт бойынша артық жүктемені арттыру қабілеті артады;
- пайдалану шығындарын төмендету;
- энергия тұтынуды 10-ға оңтайландыру кезінде электр энергиясын тұтынуды төмендету % ;
- бөлінген ақшаның өтелімділігінің қысқа уақыттылығы.

Техникалық және экономикалық көрсеткіштерді есептеу екі электржетектің салыстырмалы техникалық мәліметтерінде жүзеге асырылады. Экономикалық бағалау ең аз шығындар негізінде жүзеге асырылады: шағын шығындар, жөндеу және қызмет көрсету

## 10.2 Капиталдық салымдар мен материалдық шығындарды есептеу

Күрделі шығындар-бұл негізгі қорлардың бар түрін жақсартуға немесе жаңа түрін құруға арналған қаражат. Күрделі шығындар, жабдықтар мен аспаптарды сатып алуға арналған шығындар, көлік шығындары және монтажға арналған шығындар. Күрделі шығындарды пайдалана отырып, техникалық қайта жаңартуға шығатын объектілерді кеңейту және жаңарту мүмкін.

### 10.1 кесте –Қозғалтқыштардың техникалық деректері

Қозғалтқыштың параметрлері	1-ші нұсқа	2-ші нұсқа
Қозғалтқыш	АД ФР	АД ФР2
Қуаты, кВт	500	400
ПӘК, %	95	95
Айналу жиілігі айн/мин	1500	1380
Бағасы	851000	701000

### 10.2 – кесте Капиталдық салымдарды есептеу

Қолданылатын құралдардың атауы	Бір тауарға кететін баға, тг	Монтаждық және іске қосу салымдары, тг	Тасымалдауға кететін шығын, тг	Құрылыс жұмыстарының капиталдық салымдары
1.Электр қозғалтқыш	851 000	103000	19030	10300
2.Жиілік түрлендіргіш	860 00	10430	1948	1043
3. Резистор	160 00	2040	381	204
4. Түзеткіш	135 000	16200	3024	1620
5.Электромагнитті тежегіш	300 00	3600	672	360
Барлығы	111 6000	134270	25056	13427

Капиталдық салымдардың жалпы сомасы келесі формула бойынша есептелінеді:

$$K_{\text{жалпы}} = K_{\text{қ.ж}} + K_{\text{ж.с}} + K_{\text{м}} + K_{\text{б.ш}}; \quad (10.1)$$

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

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

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

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

Қозғалтқыштың сатып алу құны:  $K_{\text{ж.с}} = 700000$  тг;

Монтаждық және іске қосу-жөндеу жұмыстарының құны базалық нұсқа үшін сатып алу құнының 12% мөлшерінде қабылданады.

$$K_{\text{м}} = 0,12 \cdot K_{\text{б.ш}} = 0,12 \cdot 1116000 = 134030 \text{ тг};$$

Монтаждық ұйымның құрылыс жұмыстарының капиталдық салымдары базалық нұсқа үшін монтаждық жұмыстар құнының 10% - ын құрайды:

$$K_{\text{қ.ж.}} = 0,1 \cdot 134030 = 13403 \text{ тг}; \quad (10.2)$$

Тасымалдау шығыны:

Тасымалдауға кететін шығын электр қозғалтқыш құнының және базалық нұсқа үшін монтаждау жұмыстарының құнының 2% - ын құрайды:

$$K_{\text{б.ш}} = 0,02 \cdot (K_{\text{ж.с}} + K_{\text{м}}) = 0,02 \cdot (701000 + 134030) = 16670, \text{ тг} \quad (10.3)$$

$$K_{\text{жалпы}} = 134030 + 1116000 + 701000 + 13403 = 1963444 \text{ теңге.} \quad (10.4)$$

Эксплуатациондық шығындар келесідей есептелінеді:

$$И = И_{\text{а}} + И_{\text{э}} + И_{\text{ж.ж}} + И_{\text{е.а}} + И_{\text{б.ш}} + И_{\text{б.э.с}}; \quad (10.5)$$

мұнда  $И_{\text{а}}$ - амортизациялық аударымдар (сала үшін амортизациялық аударымдар нормасы 5-10%);

$И_{\text{э}}$  – өндірістік қажеттіліктер үшін электр энергиясы шығындарының құны;

$И_{\text{ж.ж}}$  – электр құрылғыларын жөндеу жұмыстарының құны;

$И_{\text{е.а}}$  - жалпы еңбекақы төлеу қоры;

$И_{\text{б.ш}}$  – басқа эксплуатациялық шығындар;

$И_{\text{б.э.с}}$  – зейнетақы жарнасын жинақтаушы зейнетақы қорына аудару арасындағы айырмасының 10% пайыз құрайтын бірыңғай әлеуметтік салық.

Амортизациялық аударымды  $И_{\text{а}}$  келесі формула бойынша табылады:

$$I_a = \frac{H \cdot \Phi}{100} = \frac{1116000 \cdot 9,5}{100} = 1061140, \text{ тг.} \quad (10.6)$$

мұнда  $H$  – орташа жылдық нормалық амортизациясы (9,5%);

$\Phi$  – қондырғының бастапқы бағалары, (1116000 теңге).

$I_3$  электр энергиясының шығынының құны мына формуламен анықталады:

$$I_3 = \Delta A \cdot W; \quad (10.7)$$

мұнда  $\Delta A$  – электр энергиясының жылдық шығыны;

$W$  – 1 кВт/сағ энергия тарифы – 17,8 тг;

Жылдық шығын келесі формула бойынша анықталады:

$$\Delta A = P_2 \cdot \frac{1-\eta}{\eta} \cdot K_{ж} \cdot T = 500 \cdot \frac{1-0,94}{0,94} \cdot 0,9 \cdot 4000 = 114892 \frac{\text{кВт}}{\text{сағ}}; \quad (10.8)$$

мұнда  $P_2$  – электр қозғалтқыштың номиналды қуаты – 500 кВт;

$\eta$  – электр қозғалтқыштың П.Ә.К – 0,95;

$K_{ж}$  – қуат бойынша жүктемелік коэффициенті – 0,9;

$T$  – қолданыстағы қор жұмысының уақыты – 4000 сағ.

$$I_3 = 114892 \cdot 17,8 = 2046243 \text{ тг.}$$

Қызмет көрсететін персоналдың еңбегіне және әлеуметтік салыққа ақы төлеу:

Жұмысшылардың негізгі жалақысы келесідей:  $I_{e.a} = 90000 \cdot 12 = 1080000$ ;

Зейнетақы қорына бөлінгеннен кейінгі еңбек ақысы:

$$I_{з.қ.б} = I_{в.а} - 10\% \cdot I_{в.а} = 1080000 - 10\% \cdot 1080000 = 971000 \text{ тг.} \quad (10.9)$$

Әлеуметтік салыққа бөлінген:

$$I_{б.э.с} = 0,095\% \cdot I_{з.қ.б} = 0,095\% \cdot 971000 = 92245 \text{ тг.} \quad (10.10)$$

Электр жабдықтарын жөндеуге арналған шығындар, қосалқы бөлшектер құны,  $I_k = 600000$  тг.

ЖТҚ электр жабдықтарын жөндеу жұмыстарының құны. Электр қондырғыларын жөндеу жұмыстарының құны ЖТҚ қызмет көрсететін персоналдың еңбекақысына, әлеуметтік қорларға аударымдарға байланысты болады:

$$I_{жж} = I_{e.a} + I_{б.э.с} + I_{т.д} = 1080000 + 92245 + 10800 = 1183045 \text{ тг.} \quad (10.11)$$

мұнда  $I_{e.a}$  – еңбек ақысы (1080000 тг);

$I_{б.э.с}$  - бірыңғай әлеуметтік салық (92245 тг);

$I_{тд}$  - тәуекел дәрежесіне байланысты әлеуметтік сақтандыру қорына аударымдар еңбекақы сомасынан 1%.

Басқа шығындар  $I_{б.ш}$  мына формуламен анықталады:

$$I_{б.ш} = 0,05 \cdot (I_a + I_э + I_к + I_{жж}); \quad (10.12)$$

$$I_{б.ш} = 0,05 \cdot (1061150 + 2046244 + 600000 + 1183045) = 749606,6 \text{ тг.}$$

Пайдаланудың шығындардың қосындысы:

$$I = 1061150 + 2046244 + 10315300 + 1080000 + 749606,6 + 92245 \\ = 15344545 \text{ тг.}$$

### 9.3 кесте –Шығындар сметасы

Шығын көздері	Шығын суммасы, тг
Амортизацияндық аударым	1061150
Электр энергиясының шығының құны	2046244
Электр жабдықтарының қосалқы бөлшектер құны	600000
Электр құрылғыларының жөндеу жұмыстарының құны	10315300
Басқа шығындар	749606,6
Әлеуметтік салық	92245
	14864545

### 9.4 кесте - Капиталдық салымдарды есептеу

Қолданылатын құралдардың атауы:	Бір тауарға кететін баға, тг	Монтаждық және іске қосу салымдары ,тг	Тасымалдауға кететін шығын, тг	Құрылыс жұмыстарының капиталдық салымдары
Электр қозғалтқыш	700000	84000	15680	8400
Жиілік түрлендіргіш	80000	9600	1792	960
Резистор	14000	1800	336	180
Түзеткіш	120000	14300	2687	12000
Электромагнитті тежегіш	25000	3000	560	2500
Барлығы	940000	112800	21056	24030

Капиталдық салымдардың жалпы сомасы келесі формуламен есептелінеді:

$$K_{\text{жалпы}} = K_{\text{қ.ж}} + K_{\text{ж.с}} + K_{\text{м}} + K_{\text{б.с}} \quad (9.13)$$

мұндағы  $K_{\text{ж.с}}$  – жабдықты сатып алуға кететін капиталдық салымдар;  
 $K_{\text{қ.ж}}$  – құрылыстық жұмыстарының капиталдық салымдары;  
 $K_{\text{м}}$  – монтаждық және іске қосу-жөндеу жұмыстарының капиталдық салымдары;  
 $K_{\text{б.ш}}$  – басқа капиталды салымдар (ең алдымен, тасымалдауға кеткен шығындарды құрайды).

Қозғалтқышты сатып алу құны,  $K_{\text{ж.с}} = 700000$  тг;

Монтаждық және іске қосу-жөндеу жұмыстарының құны базалық нұсқа үшін сатып алу құнының 12% мөлшерінде қабылданады.

$$K_{\text{м}} = 0,12 \cdot K_{\text{ж.с}} = 0,12 \cdot 700000 = 84000 \text{ тг}; \quad (9.14)$$

Монтаждық ұйымның құрылыс жұмыстарының капиталдық салымдары базалық нұсқа үшін монтаждық жұмыстар құнының 10% - ын құрайды:

$$K_{\text{қ.ж}} = 0,1 \cdot 84000 = 8400 \text{ тг}; \quad (9.15)$$

Тасымалдауға кететін шығыны, электр қозғалтқыш құнының және базалық нұсқа үшін монтаждау жұмыстарының құнындарының 2% - ын құрайды:

$$K_{\text{б.с}} = 0,02 \cdot (K_{\text{ж.с}} + K_{\text{м}}) = 0,02 \cdot (700000 + 84000) = 15680 \text{ тг}; \quad (9.16)$$

$$K_{\text{жалпы}} = 940000 + 112800 + 21056 + 24040 = 1097895 \text{ теңге.}$$

Эксплуатационды шығындар келесідей есептелінеді:

$$И = И_{\text{а}} + И_{\text{э}} + И_{\text{ж.ж}} + И_{\text{е.а}} + И_{\text{б.ш}} + И_{\text{б.э.с}}; \quad (9.17)$$

мұнда  $И_{\text{а}}$  - амортизациялық аударымдар (сала үшін амортизациялық аударымдар нормасы 5-10%);

$И_{\text{э}}$  – өндірістік қажеттіліктер үшін электр энергиясы шығындарының құны;

$И_{\text{ж.ж}}$  – электр құрылғыларының жөндеу жұмыстарының құны;

$И_{\text{е.а}}$  - жалпы еңбекақы төлеу қоры;

$И_{\text{б.ш}}$  – басқа эксплуатациялық шығындар;

$И_{\text{б.э.с}}$  – зейнетақы жарнасын жинақтаушы зейнетақы қорына аудару арасындағы айырмасының 10% құрайтын бірыңғай әлеуметтік салық.

Амортизациялық аударымды  $И_{\text{а}}$  келесі формула бойынша табылады:

$$I_a = \frac{H \cdot \Phi}{100} = \frac{700000 \cdot 9,5}{100} = 66400 \text{ тг.} \quad (9.18)$$

мұнда  $H$  – орташа жылдық норма амортизациясы (9,5%);  
 $\Phi$  – қондырғының бастапқы бағасы, (700000 теңге).

$I_3$  электр энергиясының шығынының құны мына формуламен анықталады:

$$I_3 = \Delta A \cdot W; \quad (9.19)$$

мұнда  $\Delta A$  – электр энергиясының жылдық шығыны;  
 $W$  – 1 кВт/сағ энергия тарифы – 17,8 тг.

Жылдық шығын келесі формула бойынша анықталады:

$$\Delta A = P_2 \cdot \frac{1-\eta}{\eta} \cdot K_{ж} \cdot T = 400 \cdot \frac{1-0,94}{0,94} \cdot 0,9 \cdot 4000 = 91914 \frac{\text{кВт}}{\text{сағ}}; \quad (9.20)$$

мұнда  $P_2$  – электр қозғалтқышының номиналды қуаты – 400 кВт;  
 $\eta$  – электр қозғалтқышының П.Ә.К – 0,95;  
 $K_{ж}$  – қуат бойынша жүктеме коэффициенті – 0,9;  
 $T$  – қолданыстағы қор жұмыс уақыты – 4000 сағ.

$$I_3 = 91915 \cdot 17,8 = 1637003 \text{ тг.}$$

Қызмет көрсетуші қызметкерлердің еңбекақысы және әлеуметтік салықтарды төлеу. Қызметкерлердің негізгі еңбек ақысы,  $I_{e.a} = 90000 \cdot 12 = 1080000$ .

Зейнетақы қорына бөлінгеннен кейінгі еңбек ақы:

$$I_{з.к.б} = I_{в.а} - 10\% \cdot I_{в.а} = 1080000 - 10\% \cdot 1080000 = 971000 \text{ тг} \quad (9.21)$$

Әлеуметтік салыққа бөлінген:

$$I_{б.э.с} = 0,095\% \cdot I_{з.к.б} = 0,095\% \cdot 972000 = 92340 \text{ тг.} \quad (9.22)$$

Электр жабдықтарын жөндеуге арналған шығындар, қосалқы бөлшектер құны,  $I_k = 50000$  тг.

$I_{жж}$  электр құрылғыларын жөндеу жұмыстар құны. Электр құрылғыларының жөндеу жұмыстарының құны  $I_{жж}$  қызмет көрсететін персоналдың еңбек ақысына, әлеуметтік қорларға аударымдарға байланысты:

$$I_{жж} = I_{e.a} + I_{б.э.с} + I_{т.д} = 1080000 + 92340 + 10800 = 1183140 \text{ тг.} \quad (9.23)$$

мұнда  $I_{e.a}$  – еңбек ақысы (1080000 тг);

$I_{б.э.с}$  - бірыңғай әлеуметтік салық (92340 тг)

$I_{т.д}$  - тәуекел дәрежесіне байланысты әлеуметтік сақтандыру қорына аударымдар еңбекақы сомасынан 1%.

Басқа шығындар  $I_{б.ш}$  мына формуламен анықталады:



$$I_{б.ш} = 0,05 \cdot (I_a + I_э + I_к + I_{жж}); \quad (9.24)$$

$$I_{б.ш} = 0,05 \cdot (66500 + 1637004 + 50000 + 1183140) = 146832,2 \text{тг.}$$

Эксплуатационды шығындардың қосындысы:

$$И = I_a + I_э + I_{жж} + I_{е.а} + I_{б.ш} + I_{б.э.с};$$

$$И = 66500 + 1637004 + 1183140 + 1080000 + 146832,2 + 92340 = 4205816,2$$

#### 10.5 кесте - Шығындар сметасы

Шығын көздері	Шығын қосындысы,тг
Амортизациондық аудару	
Электр энергиясы шығынының құны	66500
Электр жабдығының қосалқы бөлшектерінің құны	1637004
Электр қондырғыларын жөндеу жұмыстарының құны	50000
1183140	
Басқа шығыстар	146832,2
Әлеуметтік салық	92340
Барлығы	1702516

Жобаның экономикалық тиімділігін есептеу үшін екі нұсқаның келтірілген шығындар әдісі қолданылады.

$$КШ = С + E_H \cdot K \quad (9.25)$$

мұндағы С– эксплуатационды шығындардың қосындысы (теңге);

$K$  – капиталды салым;

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

$$КШ_1 = 14864545 + 0,15 \cdot 1963444 = 15159061 \text{тг.}$$

$$КШ_2 = 1702516 + 0,15 \cdot 1097895 = 1867200 \text{тг.}$$

Экономикалық тиімділігі екі нұсқаны салыстыру жолымен анықталады. Бастапқы және жобаланатын нұсқалар үшін.

$$\Delta = КШ_1 - КШ_2 = 15159061 - 1867200 = 13291861 \text{тг.} \quad (9.26)$$

мұндағы  $КШ_1$ – 1- нұсқа бойынша келтірілген шығындар, теңге;

$КШ_2$  –2- нұсқа бойынша келтірілген шығындар, теңге.

Есептеулерді салыстыра отыра екінші нұсқаның тиімділігі көрінеді.

Екінші нұсқадағы экономикалық тиімділік тең:

$$\Delta = \Delta U + 0,15 \cdot \Delta K; \quad (9.27)$$

$$\Delta = (14864454 - 1702516) + 0,15 \cdot (15159061 - 1867200) = 13161938 + 0,15 \cdot 13291861 = 11168159 \text{ тг.}$$

Ұсынылатын нұсқаның тиімділігін өзін-өзі ақтау мерзімін және салыстырмалы экономикалық тиімділік коэффициентін есептеу арқылы анықтауға болады, ол формулалар бойынша анықталады:

$$T = \frac{K_1 - K_2}{I_1 - I_2} = \frac{15159061 - 1867200}{15344545 - 4205816} = 1,1. \quad (9.28)$$

мұнда  $K_6$  және  $K_e$  – базалық және есептік қозғалтқыштың капиталдық салымдары;

$I_6$  және  $I_e$  – эксплуатационды шығындардың қосындысы.

Салыстырмалы экономикалық тиімділік:

$$E = \frac{I_6 - I_e}{K_6 - K_e} = \frac{15344545 - 4205816}{15159061 - 1867200} = 0,83. \quad (9.29)$$

$E_H = 0,15$  - тиімділіктің нормативтік коэффициенті;

$T_H = 2,78$  - өтімділіктің нормативтік мерзімі.

Алынған коэффициентінің тиімділігі мен өтелу мерзімін салыстырылады нормативтермен және егер шарттары орындалса,  $E \geq E_H$ ,  $0,83 \geq 0,15$ ;  $T \leq T_H$ ,  $0,83 \leq 2,78$  болса, онда енгізу ұсынылып отырған жүйенің экономикалық тиімді.

## Қорытынды

Жобалаған дипломдық жұмыста келесі есептеулер жүргіздім:

– ФРАҚ зәкірінің диаметрі және таралу параметрлеріне есептеу жасадым, мұнда қозғалтқыш номиналды айналу жиілігі  $n_{нк} = 1618 \text{ айн/мин}$ , зәкір диаметрі  $D_a = 24,5 \text{ см}$ , номиналды айналу жылдамдық  $V_{ан} = 20,75 \text{ км/сағ}$ , қозғалтқыштың максималды айналым саны  $n_{к\text{max}} = 4195 \text{ айн/мин}$ ;

– қозғалтқыш номиналды тогы  $I_{нк} = 161 \text{ А}$ , Қатарлы тармақтың ток шамасы  $i_a = 80,5 \text{ А}$ , активтілік өткізгіштердің саны  $N_a = 353 \text{ шт}$ ;

– орам түріне тоқталдым және таңдап алдым, оның параметрлері, өткізгіш ұзындықтары, пазасы мен тістері;

– магниттік ағынды анықтаймыз  $\Phi_{нк} = 0,0375 \text{ Вб}$  және зәкірдің ұзындығы  $l_a = 37 \text{ см}$ ;

– магниттік тізбектің өлшемдерін анықтадым.

– магниттік тізбектің бөлігіндегі магниттелуі кернеуі және жалпы МҚК: ауа саңылауындағы магниттік кернеу  $F_{\delta н} = 2809,52 \text{ А}$ , тісті аймақтың магнитті потенциал түсуі  $F_{z/3} = 713,2 \text{ А}$ , магнитті кернеу  $F_a = 123,7 \text{ А}$ , негізгі полюстер өзекшесіндегі магнитті кернеу  $F_T = 268 \text{ А}$ , станинадағы магнитті кернеу  $F_{ст} = 480 \text{ А}$ , бос жүріс кезіндегі магнитті тізбектің толық МҚК  $F_0 = 4394,42 \text{ А}$ .

– МҚК зәкір реакциясының әсері магниттелмеу тізбегін есептеу,  $F'_{зр} = 471,7 \text{ А}$ , негізгі полюстердегі толық МҚК  $F_B = 4866,12 \text{ А}$ ;

– қозғалтқыштың әсер ету коэффициенті  $\eta_k = 0,94$ ;

– қозғалтқыш салмағы есептелді  $m_k = 828 \text{ кг}$ , сонымен қатар ТЭҚ техникo-экономикалық көрсеткіштерді есептедім.

Қорытынды бойынша, фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыш бойынша зәкір орамдарының түрі, активті бөлігі, ұзындығы және параметрлері, коллектор-щеткалы түйін, содай-ақ магнитті тізбек, қосымша және негізгі катушкалар таңдалып, есептелді. Барлық есептеулер арқылы магниттелу, жүктеме, электромеханикалық мінездемелер тұрғызылды.

Дипломдық жобада өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде электр техника қауіпсіздігі, шудың тигізетін зияны және жерге қосуға есептеме жасадым, жасанды жарықтандыруды есептеп шамдарды таңдадым.

Экономикалық бөлімінде тартымды электр жетектің экономикалық тиімділігі және сатып алу мерзімі есептеліп анықталды.

## Пайдаланылган әдебиеттер тізімі

- 1 Вольдек А.И. Электрические машины. – Энергия, 2012.
- 2 Кацман М.М. Электрические машины. – М.: Высшая школа, 2015.
- 3 Проектирование электрических машин. /под ред. И.П.Копылова – М.- Энергия, 2012.
- 4 Просаирин Б. К. Электропоезда постоянного тока 2001 г.
- 5 Крылов В. И. Автоматические тормоза подвижного состава железных дорог 2000 г.
- 6 ОАО РЖД РФ Правила технической эксплуатации железных дорог РФ.-2006г.
- 7 Технический журнал Электрическая и тепловозная тяга - №6 4-9 2001 г.
- 8 Харланов И.В., Валетов В.А., Техническое эксплуатация железных дорог и безопасность движения 2008 г.
- 9 Шидерова Р.М., Гали К.О., Алмуратова Н.К Электр машиналары. Оқу құралы Алматы -2012ж.