

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр машиналары және электр жетегі кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»

Кафедра меңгерушісі

т.ғ.к. Қалиева К.Ж.

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

« _____ » _____ 2019 ж.

(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: Тұрақты ток қозғалтқышын есептеу.

Орындаған Ағабайев Бағдат Бектұрған АНҚ 10-01. мамандығы бойынша
(студенттің аты - жөні) (тобы)

Жетекші Рамазан Рахымжан Орамулов, т.ғ.к., доцент
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)
« _____ » _____ 2019 ж.
(қолы)

Пікір жазушы : _____
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
« _____ » _____ 2019 ж.
(қолы)

Кеңесшілер :

Экономикалық бөлім бойынша :

Аға ағабауыр Сағдиева М.Е.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
« _____ » _____ 2019 ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

Аға ағабауыр Мұсағалиев К.Т.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
« _____ » _____ 2019 ж.
(қолы)

Мөлшер бақылаушы:

Аға ағабауыр М.В. Кларина Селова
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
« _____ » _____ 2019 ж.
(қолы)

Алматы 2019 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр энергетика және электртехника
5B071800 – Электр энергетикасы
Электр машиналары және электр жетекі

институты
мамандығы
кафедрасы

жұмысты орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Арапова Сағұлна Бағдатқызы
(аты - жөні)

Жұмыс тақырыбы Тұрақты ток қозғалтқышпен есептеу

ректордың «26» қазан 2019 ж. № 24 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «31» сб. 2019 ж.

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

Қуаты $P_n = 10$ кВт; жүріс номинал неғізі $U_n = 220$ В
номинал айналу жиілік $n_n = 3000$ а/мин;
айналу осі диаметрі $d = 180 \cdot 10^{-3}$ м; қарапай
қоздыру - реттеу әрнелі негіз; қарапай
әрнелі әрнелі әрнелі - $\Delta P = 22$; жүріс
режелі - үзек; қоздыруға тәуелсіз айналу
көлемі - В.

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

1. Кіріспе.
2. Тұрақты ток қозғалтқышпен нобалауға есептеу.
3. Әрнелі бөлігі.
4. Әрнелі әрнелі қарапай ΔP .
5. Дәлелдеу бөлігі.
6. Қорытынды.

Аңдатпа

Бұл дипломдық жұмыста тұрақты ток қозғалтқышының қызметі және қолдану орталықтарына толықтай мәлімет берілді, сонымен қатар тұрақты ток машиналарының құрлысын қарастырдым. Тұрақты ток қозғалтқыштарының электрлік теңдеулері, қуат бойынша энергетикалы теңдеулеріне есептеулер жүргіздім.

Негізгі бөлімде қоздырушы жүйенің әр-түрлі тұрақты қозғалтқыштарының жыдамдығын және бағыттарын үйлестіру әдістерін, тұрақты ток электрлі қозғалтқыштарын жобалауға есептемелер және зәкір орамаларын таңдау, негізгі өлшемдерді таңдау, магнитті тізбектің қимасын есептеу шарттары, магнитті сызықтардың орташа ұзындықтарына есептеу жүргізіп таңдау жасадым.

Келесі бөлімде коллектормен щеткаларға және қосымша полюстің орамаларына есептеулер жүргіздім. Тұрақты ток қозғалтқышының жұмыс сипаттамаларын мәндеріне байланысты тұрғызып жылулық әсерне есептеме жасадым.

Еңбек қорғау өмір тіршілік қауіпсіздік бөлімінде электрлі жетектерді пайдалану кезіндегі техникалық қауіпсіздік ережелеріне мәліметтер беріліп электр қауіпсіздігіне және қорғанысты жерге тұйықтауға қарай іс-шаралар ұйымдастырылады.

Экономикалық бөлімде алынған тұрақты ток қозғалтқышымның құрлысына кететін матриалдарына қатысты есептеулер жүргізіп, шығындарын есептедім.

Аннотация

В дипломном проекте рассматриваются требования и устройство двигателем постоянного тока и уравнения движения, стандартные статические нагрузки, искусственные электромеханические, механические характеристики и режимы работы двигателя постоянного тока.

В основной части составлены расчеты на проектирование электродвигателей постоянного тока и выбор обмоток якоря, выбор основных параметров, условия расчета сечения магнитной цепи, расчет средней длины магнитных линий.

В следующем разделе произведен расчет коллектором щеток и обмоток дополнительного полюса. В зависимости от значения рабочих характеристик двигателя постоянного тока я рассчитала тепловое воздействие.

В разделе "Безопасность жизнедеятельности" в разделе "Безопасность жизнедеятельности" приведены данные о правилах техники безопасности при эксплуатации электроприводов, в зависимости от электробезопасности и защитного заземления.

В экономической части произведен расчет затрат на оборудование двигателя постоянного тока.

Annotation

In the diploma project, the requirements and the device of the DC motor and the equations of motion, standard static loads, artificial Electromechanical, mechanical characteristics and modes of the DC motor are considered.

In the main part of the calculations for the design of DC motors and the choice of armature windings, the choice of the main parameters, the conditions for calculating the cross section of the magnetic circuit, the calculation of the average length of the magnetic lines.

In the next section, the collector calculates the brushes and the winding of the additional pole. Depending on the value of the DC motor performance, I calculated the thermal effect.

In the section "life Safety" in the section "life Safety" data on safety regulations at operation of electric drives, depending on electrical safety and protective grounding are given.

In the economic part of the calculation of the cost of DC motor equipment.

Мазмұны

1	Кіріспе.....	8
1.1	Тұрақты ток электрлік машиналардың қызметі және қолданыс орталықтары.....	10
1.2	Тұрақты ток машиналар құрылысын қарастыру.....	10
1.3	Тұрақты ток қозғалтқыштардың электрлі теңдікті теңдеулерін шығару.....	14
1.4	Тұрақты ток қозғалтқыштарының қуат бойынша энергетикалық теңдіктері.....	15
1.5	Қоздырушы жүйенің әр-түрлі тұрақты ток қозғалтқыштары жылдамдығын, механикалы және жұмысшы сипаттамаларын қарастыру.....	16
1.6	Тұрақты ток қозғалтқыштарының айналу жылдамдығын және бағытын үйлестіру әдістері.....	19
2	Тұрақты ток электр қозғалтқышын жобалауға есептеу.....	20
2.1	Тұрақты ток қозғалтқышын жобалауының бастапқы мағұлматтары мен берілгендері.....	20
2.2	Негізгі өлшемді таңдау керек.....	20
2.3	Зәкір орамасын таңдау.....	23
2.4	Аймақ бөліктерін геометриясының мәнін есептеу.....	27
2.5	Зәкірдің орамасын есептеу.....	29
2.6	Тізбектің магнитті мәндерін анықтау.....	31
2.7	Магнитті тізбектің қимасын есептеу шарты.....	33
2.8	Магнитті сызықтардың орташа ұзындықтары.....	34
2.9	Магниттік тізбектің есептік қималарындағы индукция.....	35
2.10	Магниттік тізбегінің өзіндік бөлімшелеріндегі магнит кернеулері.....	36
2.11	Коллектор және шөткелер.....	43
2.12	Қосымша полюстің орамаларына есептеу жүргізу.....	47
2.13	Тұрақты ток қозғалтқышының жұмыс сипаттамаларын табу.....	51
2.14	Жылулық әсерге есептеу жүргізу.....	53
2.15	Желдеткішті есептеу.....	63
3	Арнайы бөлімі.....	66
3.1	Тұрақты ток қозғалтқыш үшін магнит дірілін есептеулер.....	66
4	Өмір тіршілік қауіпсіздігі.....	68
4.1	Электрлі жетектерді пайдалану кезіндегі техникалық қауіпсіздік ережелері.....	68
4.2	Электр қауіпсіздігі. Қорғаныстық жерге қосуды есептеу.....	72
4.3	Өрт қауіпсіздігі. Автоматты өртті сөндіру жүйесін жобалау.....	75
5	Экономикалық бөлім.....	78
5.1	Экономикалық анықтамалар мен теориялық шолу.....	78
5.2	Экономикалық есептеу бөлімі.....	79
	Қорытынды.....	88
	Әдебиеттер тізімі.....	89

Кіріспе

Бастапқы электрлі машиналар тұрақты ток электр қозғалтқыштары [Б.С.Якоб қозғалтқышы (1838 ж.)] шығарылды. Қазіргі заманда өндіріс аумағында электрлі машиналар түрлері көптеп шығарылады, мысалы тұрақты ток энергияларын айнымалы токтар энергиясына өзгертетін болмаса айнымалы ток энергияларын тұрақты ток электр энергияларына түрлендіргіш машиналардың түрлерімен, автоматты реттеуші жүйелерін өлшейтін, санағыш – есеп жүргізетін құрылғылардың датчик есептегіштері (жылдамдық датчиктері бойынша) микромашиналы түрлері көп кездесіп отырады.

Электр машиналары электротехника салаларында және электрэнергетика бөлімінде пайдаланылады ал электр машина түрлері, құрлысы, қосылу сұлбалары физикалық заңдылықтармен қарастырылып келген. Электр машиналарды келесідей түрлерге бөлуге болады мысалы, трансформаторлар, айнымалы ток машиналары, тұрақты ток машиналары, асинхронды машиналар түрлері, синхронды машиналар түрлері, қозғалтқыш түрлері және генератор құрлысы және жұмысы қарастырылып отырады. Электр машиналары электрэнергетика саласында мынадай орталықтарда пайдаланылады мысалы, өндіріс саласында, көлік аймақтарында, әуе жол орталықтарында, автоматты басқару және реттеу жүйелерінде, жөндеу, құрлыс аумағында, механикалық энергияны электр энергиясына айналдырып немесе керісінше электрлік энергияны механикалық энергияға түрлендіріп жұмыс жасайды.

Тұрақты токты электрлік машиналар қолдану аумағына сәйкес өздерінің қолдану салаларына қарай механикалық энергия кернеулері тұрақты болу үшін электр энергия түрлендіргіштерін электрлі генераторлар (генератор – электр энергиясы көзі болады) және тұрақты ток электр энергиясын түрлендіріп отыратын қозғалтқыш түрлері болып бөлінеді. Мұндай механикалық энергиялар пайдалану кезінде, өндіріс аумағында әр-түрлі орындалатын механизмдер бойынша (станок, қалқанша, травайды, троллейбусқа, электропоездың және тағы басқа) қандай да болмасын орындаушы механизмдерді (станокты, лебедканы, трамвай, троллейбустың, электропоездың және т.б.) жұмыс режимдерін іске қосу арқылы қызмет атқарады. Қандайда бір электрлік машиналарға генератор бойынша жұмыс атқарады. Машинаның қайтымды жолы қайта жұмысқа қосылып жұмыс жасайды. Барлық электрлік машиналарына генератор ретінде, қозғалтқышты түрінде қолдануға болады. Олардың екілік жақты энергияны түрлендіргіш қасиеттері машиналардың қайтымды жұмысы деп аталады. Сондайақ бір типті токтардың электрлік энергиясы бойынша, екіншілік токтың электрлік энергиясын түрлендіру бойынша электрлік машиналар қолданылады. Осындай электрлік машиналарды түрлендіргішті машиналар деп атаймыз.

Электротехникалық өндірісінтерінде әр-түрлі кернеулерге және қуаттарына қарастырылған тұрақты ток машиналары шығарылады. Олардың қуаттары бойынша келесідей түрлі топтарға бөлуге болады:

- Микромашиналы топтар – қуат ваттық үлестен 500 Вт – қа дейінгі;
- Қуаты аз машиналары – 500 Вт – тан 10 кВт – қа дейінгі;
- Қуаты орташа машиналары – 10 кВт – тан түрлері жүз киловаттқа дейін;

- Қуаты үлкен машиналары – бірнеше жүз киловаттан жоғары.

Тұрақты ток машиналарының автокөлікте пайдалану кернеулері 6...12 В – ке дейін болады, ал радиотехникалы құрылғылардың пайдалану кернеулері 30 кВ – ке дейін өзгертіледі. Тұрақты ток бойынша көптеп пайдаланылатын машиналар қуаттары 200 кВт болып, кернеулері 110...400 В, айналу жиіліктері 550...2870 айн/мин болады. Микромашиналар айналу жиіліктерінің айналымдары 30 000 айн/мин–теріне дейін жетуі мүмкін. Өнеркәсіптерде, көліктерде сонымен қатар ауыл шаруашылықтарында электрлі қозғалтқыштары кеңінен қолданады. Генератор байланыс құрылғылары, радиотехника құрылғыларын қоректендіру бойынша қолданлады. Қазіргі уақытта тұрақты ток көздері бойынша, көптеп қолданысқа ие сонымен қатар экономикалық жағынан тиімдірек, пайдалану бойынша қолайлы, статикалы жартылай өткізгіштер түрлендіргіштерін айтуға болады.

1.1 Тұрақты ток электрлік машиналардың міндеттері мен қолданыс аймақтары

Тұрақты ток машиналар өзара қайтымды электрлік техникалы құрылғылар деп аталады. Олар бірде бір құрлыстық өзгерістеріне түспей генераторлы немесе қозғалтқышты жағдайда жұмыс атқарады. Тұрақты ток генераторлары, негізі шағын қуаттық электр энергиясына желілік көздері болып, мысалы, синхронды генераторлар қоздырушы орамаларды қоректендіру ретінде қолданады. Генератор құрылыстарында электрлі энергиясын тудыратын щеткалық-түйіспелі құрылғылардың болуы, олардың қуаттары мен кернеулерінің шамаларына шектеу жасайды. Тұрақты ток қозғалтқыштарын, негізінде айналу жылдамдықтарына үлкен ауқымда аздап реттелу мүмкіндіктеріне байланысты, біртіндеп өзгертулерді қамтамасыздандыру электрлі жетектері бойынша, сонымен қатар арнайы құрылыстарын есептеп және басқарып машиналарды қолданатын ыңғайлы тасымалдаушы ретінде пайдаланылады.

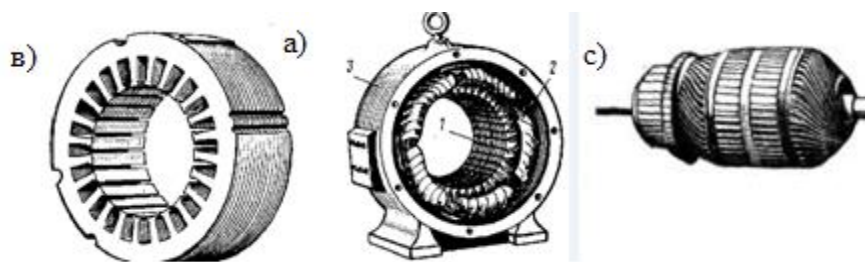
Ауыл шаруашылық өндірістерінде тұрақты ток машиналарын көбіне пайдаланбайды деуге болады. Сырғымалы щеткалық түйіспелік тетіктер ауыл шаруашылығы ылғалдылығын және шаң тозаң жағдайларында және тағыда басқа орталықтарында қажалу қарқынды болады. Бұндай жағдайлар кезінде тұрақты ток қозғалтқыштарын трамвайларда және басқа да көлік түрлерінде де кеңінен қолданысқа ие, яғни бұлардың айналу жылдамдықтары ақырын, үнемді, кең ауқымда реттелу мен орындарынан қозғалту кездерінде жұмысқа қосу моменттері жоғарлығы, бұларды кең ауқымда пайдалануға мүмкіндіктер береді. Асинхронды қозғалтқыштарға қарағанда тұрақты ток қозғалтқыштардың жүргізуші моменттері кіші айналым жиіліктерін реттелу шектері көбіне аз, ал артықшылықтары бұлардың реттеуіштері электрлі жетектерге қосқанда өте ыңғайлылығын көрсетеді.

1.2 Тұрақты ток машиналардың құрылысы

Тұрақты ток машиналарының құрылымдық сұлбасы басқа да электрлі машиналардан айырмашылықтары аз деуге болады. Машиналардағы қозғалмайтын негізгі бөліктері – статор, ішіндегі қозғалғыш бөлігі ротор болады. Статордың қуаты аз болатын машиналарда қуысты цилиндрлер түрінде, қуаттары бойынша үлкен машиналарда көп қырлы цилиндрлер түрінде дайындалып жасалады. Статорларды дайындаған кезде материал түрі ретінде магниттік өтімділіктері жоғары болатын электротехникалы болаттар пайдаланылады. Роторларға тірек ретінде, жұмыс атқаратын подшипниктер болады. Оларға бүйірлі қалқандар бікетілген. Магнитті полюстердің қоздырушы орамалары қозғалмайтын бөліктері (статорда орналасқан), ал негізгі якорге тән орамдары магнитті өрістерінде айналады (роторларда орналасқан). Сонда тұрақты ток машиналары статор жармаларынан (станина), зәкірден, негізгі бөліктерден және қосалқы полюстер бөлігінен тұрады,

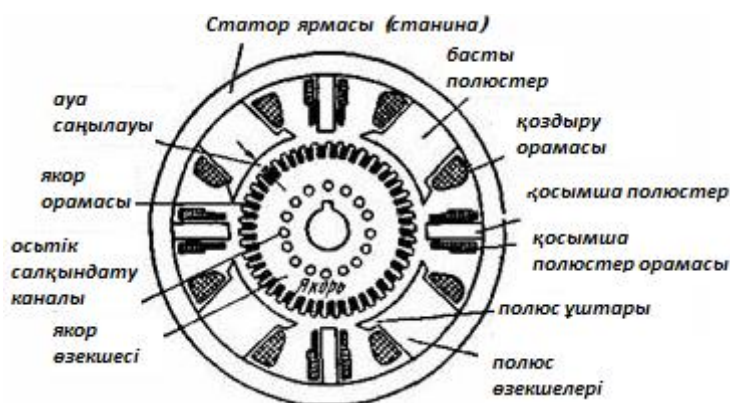
коллекторлардан, щетка құрылғыларынан, полюстерден, зәкір орамаларынан, қоздырушы орамаларынан және сонымен қатар құрылғы көмекші болатын арнайы бөлшектерден құралады. Машиналар құрылғыларының негізгі элементтері келесі 1.1 және 1.2 - суреттерінде көрсетілген.

Статор жармалары. Статор табандары тұрақты ток машиналарының қозғалмайтын бөлігі, ол полюстер мен машинаның іргетасын бекіту үшін қызмет жасалады. Станина полюстерінің бекітілген бөліктері жарма деп аталады.



1.1 сурет - Тұрақты ток машинасының бөлшектенген түрлерінде а-статор; в-айгөлекті қалқан; с- ротор коллекторы.

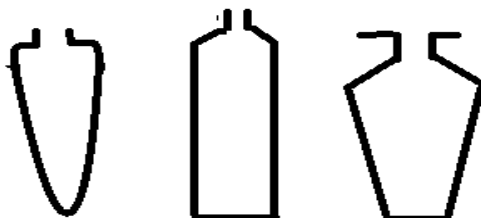
Бұл магнитті өткізгіштердің бір бөлігі болып табылады, сондықтанда олар арқылы өтетін магнит ағындарына қолайлы жағдай туғызу үшін, оны жоғары магнитті өткізгіштері бар болаттардан немесе арнайы шойыннан жасап дайындайды. Жармаларды жасау технологиялары құймалы болаттан немесе тұтас тартылған болаттан құбырдан жасайды. Негізгі полюстер бойынша магнитті өріс тұрақты болады, мұндағы гистерезисті құбылыстар мен құйынды токтар болмайды.



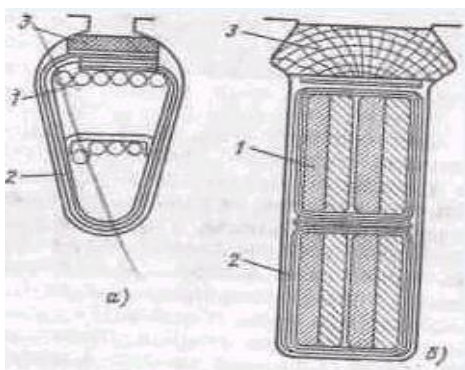
1.2 сурет - Тұрақты ток машинасының негізгі бөлшектерінің сызбалық көрнісі

Зәкір машинаның айналғыш бөлігі болады, оның қалыңдығы 0,5мм, қатысты доңғалақ электртехникалы болат қаңылтырдан цилиндр ретінде

жасалған. Қаңылтырларды жинастырғаннан кейін, арнайы тетіктермен қысып, зәкірдің сырт бетін бойлап ойықтар мен тістерді қалыптастырады. Зәкір ойықтары, көбіне ашық түрде болады, ал мысалы шағын ықшамды машиналар үшін асинхронды машиналардың ротор ойықтары тәрізді жабық түрде болады(1.3 сурет). Жинастырылғаннан кейінгі пайда болған бойлықты ойықтар зәкір орамаларын жинайды (1.4 сурет).



1.2 сурет - Тұрақты ток машиналарының зәкір ойықтарының түрлері

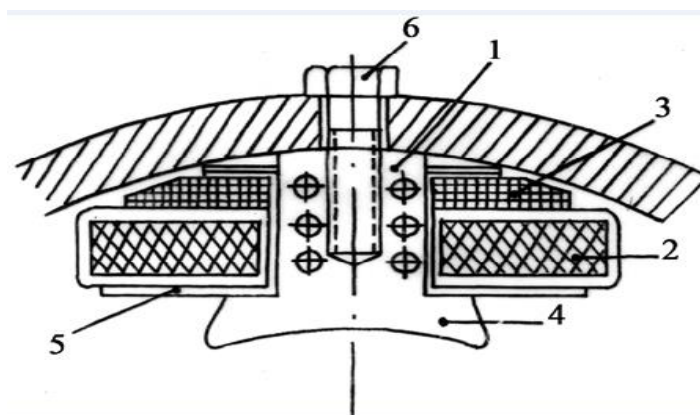


1.4 сурет - Ішіне орама өткізгіштері орналастырылған, тұрақты ток машиналарының зәкірі жартылай жабық түрдегі (а) және ашық түрдегі (б) ойықтары

Зәкірдің құрлысы арнайы электрлік техникалы болаттан жиналады, ал оның магнитөткізгіштіктері құрлысы болаттағыдан да айтарлықтай жоғары болады. Бұлар магнитті ағынның магнитөткізгіштері құрылымынан өтуге ыңғайлы жағдайлар туғызады және магнитті өткізгіштерге гистерезис сызығы артық магниттелу шығындарын төмендетеді. Зәкірдің құйынды тоқтарға қарсы электр кедергілерін көбейту үшін бір тұтас емес, электротехникалық материалдар жиынтығымен жасайды. Электрлі кедергіні көбейту үшін электротехникалы болаттың қалыңдығын, оның механикалы тұрақтылығын сақтау белгілі бір шегіне дейін жұқартады. Зәкірді жинап алғаннан кейін электрлі бөліктері бойынша метал табақшалардың бір-біріне қатталған байланысы болмас үшін, оларды оқшаулағыш түрі лактарды пайдаланады, лак

метал табақшалардың сандары қанша болса сонша есе Фуко токтарын кемітуге үлес қосады. Осы жағдайдың бәрі Фуко токтарының әсерлерінен болатын электрлі шығындарын айтарлықтай азайтуға мүмкіндік туғызады. Сондайақ, магнит кедергісін азайту үшін арнайы электрлі болаттан, электрлі кедергіні көбейту үшін болатты табақша ретінде тіліп, жинастырып, лакпен бояп жасайды. Мұның барлығы гистерезисті құбылысты және құйынды токтардан арқылы туатын магнитті және электрлі шығындарды азайтады.

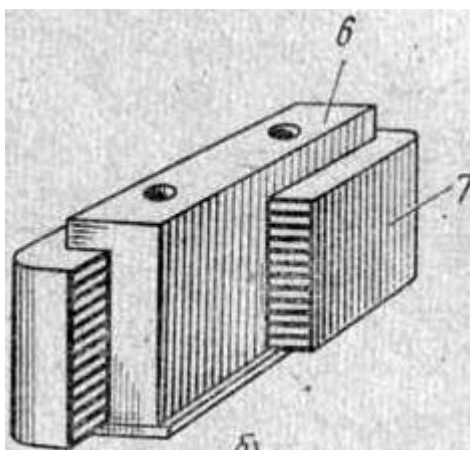
Негізгі басты полюстер машиналарда негізгі магнит ағындарын туғызуға және өткізуге арналған полюстер өзек және полюсті ұштамадан тұрады. Полюсті ұштаманы кей жағдайларда «башмак» депте атайды, себебі бұның құрылысы темір жол башмақтарына ұқсас болып келеді, (1.2-сурет) полюс ұштамаларына бұндай пішіндер ауа саңылаулары арқылы магнитті ағынды оңай өткізуді жеңілдету мен олардың зәкір беті полюсіне бірдей тегіс орналасуын қамтамасыз ету үшін берілген. Сондай-ақ, полюстер қалыңдығы 1 мм электрлі техникалы болаттардан жасалынып, оқшауланған метал табақшалардан жинайды, ол полюс ұштамаларының беткі қабатына зәкірдің тістерінде пайда болған магнит индукциясы соқтығысынан туған құйынды токтан келген шығындарды азайту үшін және индукцияның үзіліс құбылысы қабаттардың жоғарғы беттеріне еніп жайылады. Осыған орай технологиясы бойынша барлық полюсті металл табақшалардан жинау тиімді болып есептеледі. 1.5-суретте негізгі полюс түрі қарастырылған.



1- өзекше; 2-қоздырушы орама; 3 - станина; 4 - полюсті ұштамалар;
5- катушка көрнісі; 6- бекітетін болт

1.5 сурет - Тұрақты ток машинаның негізгі полюсі

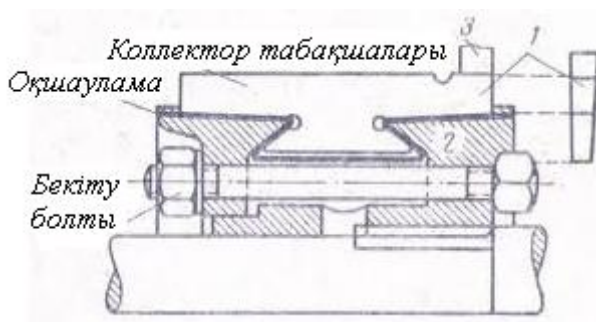
Қосымша полюстер қосымша магниттік өрісті жасауға арналған, ол зәкір реакцияларын орындарын толтырып және сондай-ақ машиналар жұмыстарының әр-түрлі реттелуі бойынша, коллектордың щеткасы қауіпсіз жұмыстарын қамтамасыз жасайды. Негізі олар соғылған болат түрлерінен және электрлі болат табақшаларынан жиналады. Қосалқы полюстер мен негізгі полюстер аралықтарында орналасып және жармаларға болаттармен бекітіліп жасалады 1.6 - суретте қосымша полюстер көрнісі қарастырылған.



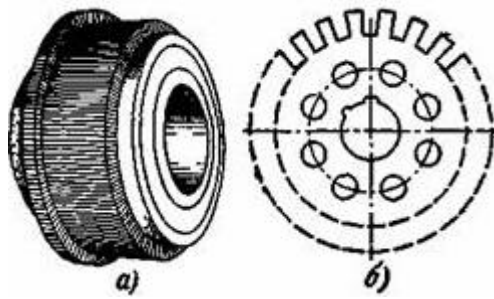
1.2 сурет - Тұрақты ток машинаның қосымша полюсі
6 - өзекше; 7 - қоздырғыш орама

Коллекторлар механикалық түзеткіштердің құрылымдық бөлігі, ол зәкір орамаларының индукцияланатын айнымалы синусоидалы ЭҚК-н генератордан шығатын тұрақты мәні ЭҚК-ке айналады. Коллекторларды сына тәріздесқып мыс табақшаларынан жинастырады, олардың бір-бірінен коллектор сырт жағын миконит төсеніштерімен және манжеттер түрінде оқшаулайды.

Коллектор мыс табақшаларын қызып тұрған кездерінде цилиндрлі корпусқа ал оның қисық беттері тура цилиндрлі түрінде болу үшін айналдыра жонылып жасалады. Коллектор табақшалар құрылысы 1.7- суретте қарастырылған. Тез жылдам түрінде айналатын машиналарды айналу жылдамдықтары жоғары болған кезінде, щеткалар дірілдеп қозғалмау үшін, дискі тәріздес коллекторлар қолданады, олардағы жанасу беттері айналу біліктеріне тік болып орналасқан. Типті коллектор түрлері, зәкірмен қоа 1.8 а-суретте қарастырылған.

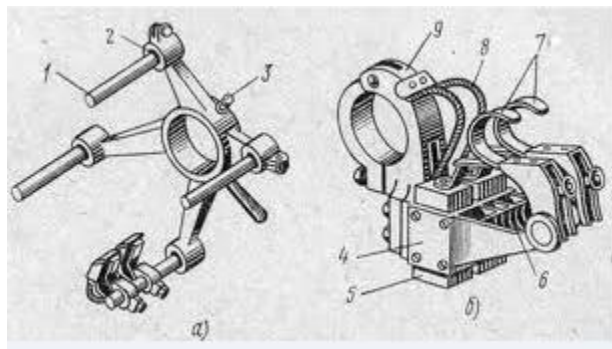


1.7 сурет - Тұрақты ток машина коллектор табақшаларының құрылысы



1.8 сурет – а - тұрақты ток машиналары коллекторының жиналған түрі
б - зәкір табақшалары

Щеткалы аспаптар электрэнергиясын коллектордан алуға немесе беруге қолданады. Олар көмірден, графит немесе металл графитті щеткалардан, серіппелі щетка ұстағыштардан, щетка шыбықтарынан, щетка траверстерінен және ток алынатын шиндер түрлерінен тұрады. Щетка, щетка ұстағышқа бекітіліп коллекторға серіппемен қысылып тұрады. Щетка ұстағыш щетка шыбықтарына бекітіліп, коллекторға белгілі жағдайға орнатылып жасалады. Щетка мен щетка ұстағыш 1.9 - суретте қарастырылған.



1.9 сурет - Тұрақты ток машиналарының щетка аспабы

Щетка ұстағыштар айгөлек қалқандарына, сондай-ақ қаңқаға жалғанады. Траверстерді бұрып айналдыру арқылы машина полюстеріне қарағанда, барлық щетка жүйелерінің орналасуынларын өзгертуге болады. ЭҚК - тің ең көп шамасын алу үшін щеткалар геометриялы бейтарап түрінде, сондай-ақ полюстер осіне тік түсетін сызықтарда орналасады. Щетка болттары оқшауланған төсемелер арқылы траверстен оқшауланып жасалады. 1.9 - суретте траверс және щетка ұстағыш қарастырылған.

Қоздыру орамалары машинаның зәкір айналатын полюстер аралық кеңістіктерінде магнит өрістерін туғызып жасауға арналған. Қоздырушы орамасын полюстер өзекшесіне кигізіп, каркасқа оралып шартты түрде жасалған (1.5 суретте көрсетілген). Шағын және қуаты орташа машиналарды қоздырып жасау орамаларында каркассız шарғылар көптеп қолданады. Ылғал

өткізгіштігіштіктерін азайтып, жылу өткізгіштіктерін арттырып жұмыс жасау үшін қоздырушы орма шарғысын лакпен көптеп қайтара қанықты бояйды. Негізгі және қосымша полюстердің қоздыру ормаларын дайындау технологиялары бірдей.

Зәкір орамасы тұрақты ток машинасының маңызды құрамды бөлігі, олар электр энергиясын магнитті энергияға немесе магнитті энергиясын электрлі энергиясына айналдырады. Зәкір орамасының орамдары өткізгіштерін зәкір бойымен ойықтарға орналасады, ал олардың ұштары коллектордың табақшаларына жалғанып жасалады.

Электрлі сұлбаларда зәкір орамасына «ОЯ», ал олардың ұштарына $Я_1$ және $Я_2$ деп белгілеп қарайды. Тұрақты ток машиналары зәкір орамасы, айнымалы ток машиналарынына ұқсас тұрақты және толқынды болып бөлінеді, олардың ұштары коллектор табақшаларына жалғанып жасалады. Орамалардың өздеріне тұйықталған өткізгіштердің жүйесіне байланыстылығы, қарапайым болуы мүмкін немесе күрделі болуы мүмкін. Зәкір орамасындағы негізгі элемент секция болып келеді. Секциядағы зәкір орамасы, бір-бірімен жалғасқан екі коллектор табақшаларына ұштарымен жалғасып жасалынған бөлігі.

Секция бір немесе бірнеше орамалардан тұрады секцияның ені мүмкіндіктеріне қарай, зәкір полюстерінің бөліктеріне бірдейғып таңдап алады:

$$\tau = \frac{\pi \cdot D_{\text{я}}}{2p}, \quad (1.1)$$

мұндағы τ - көрші осі араларындағы зәкір шеңбері бойынша, қашықтыққа теңдей бөлінген полюстік бөлінуі;

$2p$ – тұрақты ток машинасының полюстік саны;

$D_{\text{я}}$ - зәкір сыртқы шеңбері.

Секция жақтары зәкір ойықтарына, сондай-ақ екі қабатты болады олардың бір жағы ойықтың жоғарғы қабаттарына, ал екіншілік жақтары төменгі қабаттарына орналасып жүзеге асады.

Секциялар өз-ара тізбектеліп болмаса қатарлы болып орналасулары мүмкін. Бұнда тұйықталған орамның қатарлы тармақ сандары екіден кем болмаулары керек:

$$2a \geq 2 \quad (1.2)$$

Орамдардың симметриялы болуын сақтау үшін бөлімдер толық саны қатарлы тармақтар әр біреуіне олардың бүтіндік саны келетін болып саналады, сонда:

$$c/a = \kappa/a = \text{бүтін сан}, \quad (1.3)$$

мұнда c – секциялар санды;

κ – коллектордың табақша саны;

a – зәкір орамдарының қатарланған тармақтарындағы жұп саны.

$$C = \kappa = Z_9 \quad (1.4)$$

мұнда Z_9 - секция жақтарындағы жұп қатарлар сандарына тең, элементарлық ойын саны (1.12 сурет).

Орамалар қадамдарымен анықталады. Біріншілік қадам U_1 - бөлім ені немесе бөлім басы және аяқ жақтары араларындағы қашықтық. Екіншілік қадам U_1 - бірінші аяқ жағы арқылы кейінгі бөлім бас жақтары араларындағы арақашықтық.

Қорытындылық қадам U - бірінен соң бірі орналасып бөлімшелердің басқы жақтарының ара қашықтықтары. Коллекторлар бойынша қадам $U_{\kappa 1}$ - коллекторлар шеңбері бойынша, бөлімнің бақы бөлігімен мен аяқ жақ аралығындағы қашықтық. Бұл арақашықтық көбіне коллектор бөлінуші сандарымен өлшенеді. Аралық қадамдар қатынастарына қарай орамалар оң және сол жақ қарапайым сондай-ақ күрделі болып бөлінеді.

1.3 Тұрақты ток қозғалтқыштарындағы электрлі тепе-теңдік теңдеулері

Электрлі қозғалтқыштар қоздырушылары, жалпылай алғанда, сол генераторлар қоздырғыш жүйелері болады. Қозғалтқыштың кеңінен таралғандары қатарлап, тізбектей және аралас қоздырғыштар түрлері. Қозғалтқыштар түрлерінің барлығы жұмыс тәртібімен талданады, электрлі тепе-теңдік теңдеулері жылдамдықты және механикалық сипаттамаларына сүйеніп қарастырылады.

Тұрақты ток қозғалтқыштары тұрақты жұмыс барысындағы электрлі процестері, олар электрлі тепе-теңдік теңдеулерімен сипатталады. Зәкір орамаларына берілеген кернеу тұтынушы электр энергияларына пропорционал, механикалы энергияға айналушы пропорционал ЭҚК-тен, зәкір тізбектеріндегі гистерезисті құбылысын, құйыныды токтар, щеткалы түйіспелер мен механикалы үйкелістереді ескере отырып, кедергілер әсерлерінен энергия шығындарына пропорционалды шама бойынша артық болулары тиіс. Оларды математика тілінде былай жазып қарастыруға болады:

$$U = E_{я} - I_{я} R_{я}. \quad (1.5)$$

1.4 Тұрақты ток қозғалтқыш қуаттарының энергетикалы теңдігі

Қоздырғыш желі арқылы тұтынған электрлі энергиясын, зәкір білігін айналдырушы механикалы энергияға айналдырғыш процессі электрлі, магнитті сондай-ақ механикалы шығындарымен байланысты. Қозғалтқыш білігтеріндегі механикалы қуат P_1 желіден тұтынылатын электр энергиясынан қозғалтқыш өз ішіндегі болатын барлық шығындардың шамасындай аз болады:

$$P_2 = P_1 - P. \quad (1.6)$$

мұнда P_1 - қозғалтқыштардың желіден тұтынатын электрлі қуаты:

$$P_1 = UI. \quad (1.7)$$

P – электрлі, магнитті, механикалы және қосымша шығындардың қосындысы. Ол шығындар мынадан тұрады:

- зәкір орамаларындағы электрлі шығын (P_z);
- қоздырушы орамаларындағы электрлі шығындар (P_k);
- щетка мен түйіспелі құрылғылардың электрлі шығыны ($P_{щ}$);
- магнитті өткізгіш болаттардың электрлі шығыны (P_m);
- желдеткіш айгөлекітің және щеткаңың коллектор бет жағына үйкелеуден пайда болған механикалы шығындар ($P_{мех}$);
- магнитті өріс тістерінің соқтығысынан шашыраушы тасқындарының және басқа себептер арқылы болатын қосымша шығындар ($P_{кос}$)

$$P = P_z + P_k \dot{h} + P_{щ} \dot{h} + P_{мех} + P_{кос}, \quad (1.8)$$

мұнда

$$P_z = I_3^2 R_z, \quad (1.9)$$

$$P_k = I_3^2 R_{кар} + I_k^2 R_{мтй}, \quad (1.10)$$

$$P_{щ} = U_{щ} I_3 = 2(0,3...1,1) I_3, \quad (1.11)$$

$$P_c = P(1/150)(f/50)^\beta B^2 G. \quad (1.12)$$

Мұндағы $P(1/50)$ -болат, $B=1$ Тл және $f = 50$ Гц (анықтама мағмұлаты) болған кездегі салыстырмалы шығындары;

f -магнитөткізгіш есептеуші бөліктерінде болатты қайталап магниттеуші жиілік Гц;

$\beta = (1,2\dots,1,5)$ - электрлі болат түрінің байланыс коэффициенті;
 B - машина сәйкес бөлшектерінің есептеу индукциясы, Тл;
 G – қарастырған бөлік массасы, кг.

Механикалы және қосалқы шығындарды анықтап шығару күрделі, соған байланысты олардың қосымша шығындарымен қосып келесідей теңдеумен анықтауға болады:

$$P_{\text{кoc}} = (0,012, \dots, 0,008)P_1. \quad (1.13)$$

Пайдалы әсер коэффициенттері келесі теңдеумен есептелінеді:

$$\eta = P_2 / P_1 = (1 - \sum P) / P_1. \quad (1.14)$$

1.5 Қоздырушы жүйенің әр-түрлі тұрақты ток қозғалтқыштары жылдамдығын, механикалы және жұмысшы сипаттамаларын қарастыру

Тұрақты ток қозғалтқыштарының қасиеттерін жұмысқа қосу, тежеу сонымен қатар жылдамдық механикалық және жұмысшы сипаттамаларын бірге қарастырғанда анықталатын болады.

Тұрақты ток қозғалтқыштарының сипаттамаларының күйіне қоздыру системасына байланысты, оларды саралау кезінде сол жағдайларға ерекше көңіл аударылатын болады. Тәуелсіз қоздырғышы болатын қозғалтқыштардың іске асыру шектеулі болатындықтан солардың анықтамасы мұнда қарастырылмайды. Тұрақты ток қозғалтқышының жылдамдық реттеуші анықтамасы бұл кернеу U мен қоздыру тогы I_g тұрақты болған кезде, зәкір бөлігінің айналымына мен зәкір тогына I_a байланысты болатын немесе: $n = f(I)$ егер $U = \text{const}$ және $I_k = \text{const}$ болса жылдамдық анықтамасы мына формуламен есептелінеді:

$$n = (U - I_a R_a) / (C / \Phi). \quad (1.15)$$

Бұл қозғалтқыштын электрлік тепе-теңдік сонымен қатар зәкірдің ЭҚК-тің теңдеулерінің шешімдеріне байланысты алынған.

Қатарлас қоздырғыштың тұрақты ток қозғалтқышының жылдамдық анықтамасы (1.12) - формуланы саралау, айнымалы қозғалтқыштың білігінің зәкір кернеуінің қысқыштарында болатын кернеуге U тура пропорционал сонымен қатар зәкірдің орамасындағы ток I_a -пен қоздыру орамасындағы токқа I_k (магнит ағыныны Φ) кері пропорционал екенін көрсетіп береді. Қозғалтқыштағы жүктеме артқан сайын зәкір реакциясының әсерінен бір уақытта қоздыру орамасында магнит ағыны Φ кемиді де зәкірде болатын ток

I_3 өседі. Бірақ, токтың I_a артуы магнит ағынының кемуін пәлендей көрінетін болады. Сондықтанда жүктеме өскен сайын айналу жылдамдығы кемігенмен айтарлықтай көп болмайды. Қоздыру орамасының магнит ағыны кемімеуін қозғалтқыш білігінің айналу жылдамдығымен сүйемелдеп отырады.

Қатарлас қоздырғыштары бар қозғалтқыштардың қоздыру токтары әсерімен магниттің ағынын өзгерту арқылы айналу жылдамдығын ақырындап және ұтқыр тәртіптеуге мүмкіндік беретін ерекшеліктері бар. Қоздыру тогын кеміткенде қозғалтқыштың айналу жылдамдығы өседі, ал қоздыру тогы өскенде қозғалтқыштың жылдамдығы кемиді. Бұл электр қозғалтқыштарының айналу жылдамдығын тәртіптеудің ең ұтымды әдісі, себебі қоздыру тогының кем болуынан, қоздыру орамасындағы қуаттың шығыны, электр қозғалтқыштың тұрақты қуаттылығының проценттік үлесін ғана құрайды.

Тізбектей қоздырғышты тұрақты ток қозғалтқышының жылдамдық анықтамасы «жұмсақ»-қа жатады, сондықтан, айналу жылдамдығының жүктемеге бағынышты екенін айқын көрсетеді. Мұндай анықтамалар гиперболалық кейіпте ғана болады, бұл тізбектей қоздырылатын қозғалтқыштардың бірегей ерекшелігі болып саналады. Сериесті қозғалтқыштардың сериестік сипаттамалық теңдеуі, қатарлас қоздырғышты қозғалтқыштардың теңдеуі сияқты болады. Тізбектей қоздырғышты қозғалтқыштардың қоздыру тогы, зәкір тогына тең болады және сонымен бірге өзгеретін болғандықтан, осындай қозғалтқыштардың магнит ағындарын жүктемеленуден пәлендей дәрежеде міндетті болады, соның жылдамдық сипаттамасының айқын дәлелі. Шағын және орташа жүктемелену уақытында магнит тізбегі қаныққан кезде, магнит ағынының өзгеруі, токтың өзгеруіне пропорционал және қозғалтқыштың айналу жылдамдығы жүктемеленуге ерекше тәуелді болады. Жүктеменің өсуінен, қозғалтқыштың магнит тізбегінің Φ арту қарқын кемиді, оның жылдамдығы аз жүктелу аралығымен салыстырғанда өте төмен дәрежеде өзгере бастайды. Жылдамдық сипаттамасы «қаталдау» бола бастайды. Тізбектей қоздырғышты қозғалтқыштың бірден бір минусы, магнит ағының айтарлықтай аз болуына, жүктеменің кем болуы әсер етеді. (1.15) өрнекке сәйкес айналу жылдамдығы қатты артады. Қозғалтқыш «басқарудан ауытқып кетеді» де соның әсерінен айналуы бірнеше есе артады, ол қозғалтқыштың айналу бөліктерінің механикалық бұзылуына әкелуі мүмкін. Сол себепті сериесті қозғалтқыштарды «бос жүріске» және жүктемесі аз уақытта қосуға мүлдем болмайды.

Аралас қоздырғыштары бар қозғалтқыштың жылдамдығының сипаттамасы. Аралас қоздырғышты қозғалтқыштың жылдамдық анықтамасының өрнегі, параллель қоздырғышы бар қозғалтқыштыкі секілді, ерекшелігі бір магнит ағынының орнына бірімен-бірі үйлесіп немесе біріне-бірі қарама-қарсы әрекеттесетін екі магнит ағындары болатындығында:

$$n = (U - I_a R_a) / C_c \cdot (\Phi_{\text{ағын}} \pm \Phi_{\text{сер}}), \quad (1.16)$$

мұнда $\Phi_{шун}$ және $\Phi_{сер}$ - сәйкес шунттық және сериестік қоздыру орамдарының магниттік ағындары, шунтты және сериестік қоздыру орамаларының «+» үйлесімі, ал «-» қарама-қарсы қосылуы. Сериестік ораманың орамдарының санын өзгертіп, оны шунттық орамамен байланыстыру арқылы қатарлас қоздырғышты қозғалтқыштан тізбектей қоздырғышты қозғалтқыштар орамасын қолданып жатқан сериясын қолдануға болады. Солардың бұл артықшылықтығы, олардың жүктемесіз жұмыс аралығында да айналым жылдамдылығының системадан шығып кетуі болмайды. Себебі, айналым жылдамдығының шектен шығып кетуін, зәкір орамасына жиі қосулы тұрған шунттық қоздыру орамасының магнит ағыны $\Phi_{шун}$ тоқтатып отырады.

Тұрақты ток қозғалтқыштарының механикалық анықтамалары. $U=const$ және $I_k=const$ уақытында $n=f(M)$ тәуелділігі механикалық мінездемесі деп аталады. Оның өрнегі жылдамдық анықтамасы (1.16) мен тұрақты ток қозғалтқыш моменті бірге теңдіктен шығады.

$$M = C_m L_z \Phi n = ((U / c_e \Phi)) - (MLR_z / c_n \Phi^2), \quad (1.17)$$

осындағы c_n - тұрақты коэффициент

$$c_n = c_e L c_m. \quad (1.18)$$

Тұрақты қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы оның жылдамдығының анықтамасы тек қана абцисса өсінің масштабымен өрнектелінеді.

Аралас және қатарлас қоздырғыштары бар қозғалтқыштардың механикалық сипаттамаларының қатаңдығы әр-түрлі дәрежедегі төмендеу сипаттары болады.

Сериесті қозғалтқыштардың механикалық анықтамасының қаныққан тәртіптегі, гиперболалық түрде болады. Жүктеменің өзгеріске ұшырауымен, тізбектей қоздырғышты қозғалтқыштың болатын қанығуы үлкен ауқымда өзгертіндіктен, оның көрінісі жалпы заңдылықты сақтай отырып, гиперболалық түрімен өзгереді. Тізбектей қоздырғышты тұрақты ток қозғалтқыштарының айрықша сипаты олардың жүргізу моментімен үлкендігі кез келген режимде жұмыс істегенде тұрақтылықты қамтамасыз ете алатын, өзіне тән механикалық анықтамасының болуы. Бұл оны машина электр жетегінде пайдалануда үлкен басымдық береді. Жұмысшы сипаттамалары зәкірдегі токтың қолданылған электр қуатының P -зәкір білігінің айналу жылдамдығы n , біліктегі моменттің M және қозғалтқыштың ПӘК-нің берілген кернеудің және қоздыру орамасындағы токтың мәндері тұрақты болғанда, қозғалтқыштың білігіндегі механикалық қуатқа P_2 тәуелділігі

табылады. Демек $U = U_s = const$ және $I_k = const$ болғанда I , P_1 , n , M , $\eta = f(P_2)$ болады. Мұндай қоздырғыш системасы бар қозғалтқыштың айналу жылдамдығының біліктегі қуаты өзгереді. Мұндай жылдамдық сипаттамасын «қатаң» деп көп рет атайды. Қозғалтқыштың қалыпты тәртіп уақытында айналу жылдамдығының өзгеруі, әдетте (0,08...0,02) n_{xx} мәнінен аспайды. Бірінен кейін бірі орналасқан орамалардың орам сандарын және оларды қатарлас орамаға қосу әдісін таңдау арқылы, айналу жылдамдығын жүктемеуден толық бағыныштылықсыз етуді ғана емес оған қоса оны аздап арттыруға болады.

1.6 Тұрақты ток қозғалтқыштарының айналу жылдамдығын және бағытын үйлестіру әдістері

Тұрақты токтың қозғалтқыштарының айналу жылдамдықтарын реттеу әдістері мен жылдамдық анықтамаларын теңдеулеріне кіретін өлшемдерін өзгертуімен байланысты (1.16). Ондай өлшемдерге мыналар жатады:

- зәкірдің орамасына берілетін кернеулер U ;
- зәкірдің орамасының тізбегіндегі кедергі ($R_3 + R_{кос}$);
- қоздыру орамасының магнит ағыны Φ .

Тұрақты токтың қозғалтқыштарының айналу жылдамдықтарын өзгертуді, кеміту жағына қарай да, арттыру жағына қарай да көруге болады. Желідегі кернеудің тұрақты болған кезде ($U=const$) айналу жылдамдығын азайтуды зәкір орамасы тізбегінің кедергісі реттелетін резистор арқылы, ол зәкір орамасына берілетін кернеуді азайтумен қатар жасалады. Тұрақты ток қозғалтқышы зәкірінің айналымын кемітудің бұл әдісі, реттеуіш резисторының кедергісіндегі электр шығындарының көп болуы экономикалық жағынан тиімсіздеу болғандықтан, оны қамтамасыз ететін балама жоқ. Тұрақты ток қозғалтқышының айналымдарын көбейту тәсілдерінің неғұрлым үнемді және тиімдісі шунттың қоздыру тогы, демек магнит ағынын төмендету болып табылады. Мұндай тәсілмен қозғалтқыштың айналу жылдамдығын кеміту мүмкін болмайды, себебі реттеуші резисторды жүйеге енгізу арқылы, қоздыру тогын төмендетуге болады, ал оны арттыруға болмайды. Тұрақты ток қозғалтқышының айналу бағытын өзгерту қоздыру орамасының полюстерін өзгертуге немесе зәкір орамасының полюстерін бірінің қысқыштарына айналдырып қосу арқылы ғана ақтай аламыз. Айналу бағдарын сеттің полюсін өзгертіп ауыстыру міндетсіз қоздыру немесе тұрақты магниттен қоздырушы қозғалтқыштарынан басқалай мүмкін болмайды.

2 Тұрақты ток электр қозғалтқышын жобалауға есептеу

2.1 Тұрақты ток қозғалтқышын жобалауының бастапқы мағұлматтары мен берілгендері

Тұрақты ток қозғалтқышының төменде берілген мағұлматтар бойынша құрамды бөліктерін есептеу мен орындау.

2.1 кесте - Тұрақты ток қозғалтқышын жобалауға есептің берілгендері

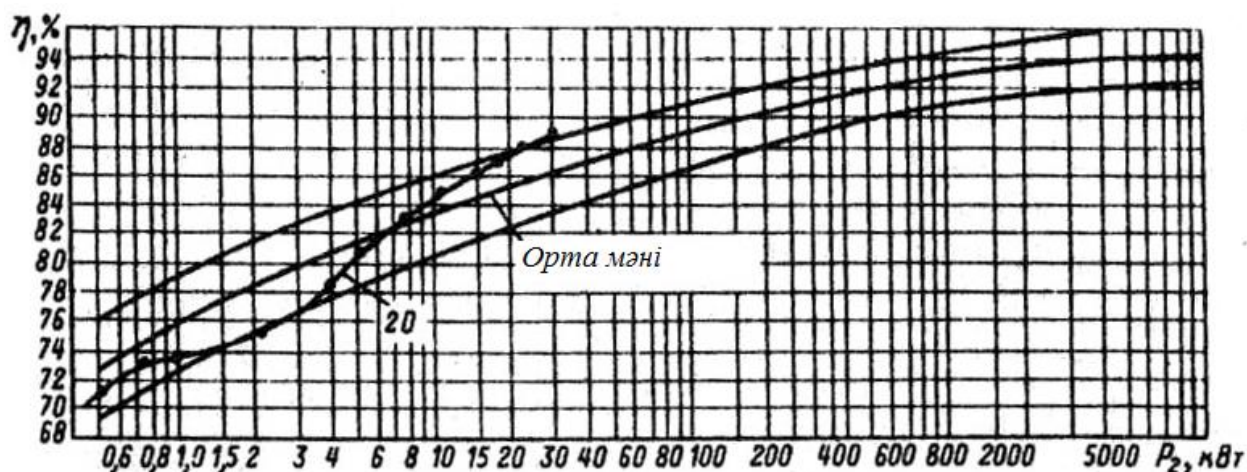
Берілгені	
Қуаты P_n , кВт	10
Жүйе номинал кернеуі U_n , В	220
Номинал айналу жиілік n_n , айн/мин	3000
Айналу осі биіктігі h , м	$160 \cdot 10^{-3}$
Қатарлы қоздыру	реттеу орамы жоқ
Қорғаныс дәрежесі арқылы орындалу	IP22
Жұмыстың режимі	Ұзақ
Қыздыруға төзгіш оқшаулау класы	B

Қозғалтқыш құрамдары бөліктерімен МЕСТ талаптарына сәйкес келу керек, яғни орнатудың көлемі, валдың соңғы шығудың көлемін (МЕСТ 13267-73) және де электр машиналарының техникалық талабына сәйкес келуі міндетті (МЕСТ 183-74). Құрамдағы бөліктің негізгі ретінде II сериялы тұрақты ток машинасы таңдалып алынады.

Қосымша берілетін талаптар: реттеудің орамы жоқ қозғалтқыштың есептік сипаттамаларын есептеп шығарып, салыстыру.

2.2 Негізгі өлшемді таңдау керек

Электрқозғалтқыштың алдын-ала ПӘК мәні 2.1-сурет бойынша таңдап аламыз: $\eta = 88\%$.



2.1 сурет – ПӘК- тің қуатқа тәуелділігі

Электрқозғалтқыштың тогының мәні

$$I_{ном} = \frac{P_{ном}}{\eta \cdot U_{ном}}, A; \quad (2.1)$$

$$I_{ном} = \frac{10 \cdot 10^3}{0,88 \cdot 220} = 51,6 A.$$

Зәкір тогы, шунттік орамадағы токты 2.2-кесте қарап аламыз: $0,035 I_{ном}$ - ге тең.

2.2 кесте - k_e, k_d, k_B мәндері

Қуаты, кВт	k_e	k_d	k_B
1-ден аз	1,4-1,15	0,65-0,85	0,2-0,08
1—10	1,2-1,1	0,82-0,95	0,1-0,025
10—100	1,15-1,06	0,85-0,97	0,035-0,02
100—1000	1,06-1,03	0,93-0,98	0,02-0,005

$$I_{ном} = (1 - k_e) I_{1ном}, A; \quad (2.2)$$

$$I_{ном} = (1 - 0,035) \cdot 51,6 = 49,79 A.$$

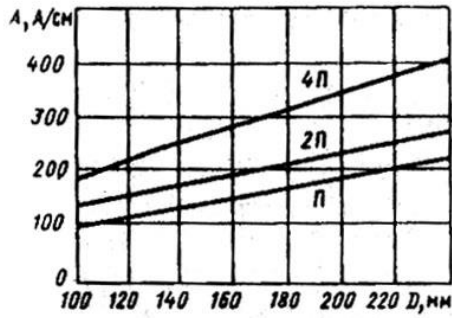
Электромагнит қуаты

$$P' = P_{ном} \cdot \frac{100 + \eta}{2\eta}, Bm; \quad (2.3)$$

$$P' = 10 \cdot 10^3 \cdot \frac{100 + 88}{2 \cdot 88} = 10681 Bm.$$

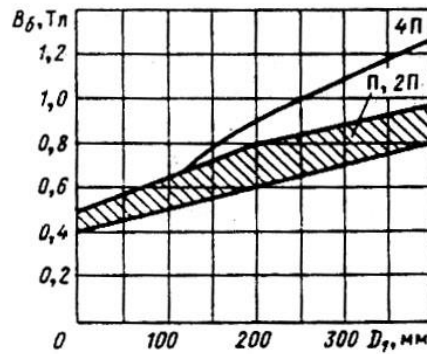
Зәкір диаметрі $D=h=0,16$ м.

Зәкірдің сызықты жүктемесі 2.2-сурет арқылы: $A=2 \cdot 10^4$ А/м.



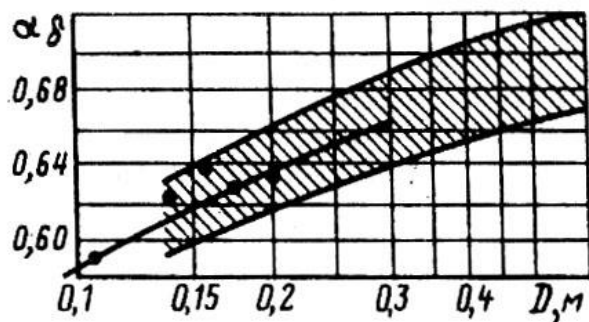
2.2 сурет - СЫЗЫҚТЫ ЖҮКТЕМЕНІҢ ЗӘКІР ДИАМЕТРІНЕ БАҒЫНЫШТЫЛЫҒЫ

Ауа саңылауындағы индукциялау бойынша 2.3-суретте қарастырылған:
 $B_{\delta}=0,65$ Тл



2.3 сурет – Ауа саңылаудағы индукция бойынша зәкірдің диаметріне тәуелділік графигі

Полюстік доғаның есептік коэффициенті 2.4-сурет бойынша $\alpha_{\delta}=0,63$



2.4 сурет - $\alpha_{\delta} = f(D)$ тәуелділігі

Зәкірдің есептік ұзындығы

$$l_{\delta} = \frac{6,1 \cdot P'}{\alpha_{\delta} AB_{\delta} D^2 n_{ном}}, м; \quad (2.4)$$

$$l_{\delta} = \frac{6,1 \cdot 10681}{0,63 \cdot 20000 \cdot 0,65 \cdot (0,16)^2 \cdot 3000} = 0,2 м.$$

Тарамды салқындатқыш канал болмаған жағдайда l_{δ} зәкір өзекшесі толық ұзындығына мына теңдікке тең болады, $l_{\delta} = l_n = 0,2 м$.

Магнит өткізгіштің ұзындығы зәкір диаметріне қатынасы

$$\lambda = \frac{l_{\delta}}{D}, \quad (2.5)$$

$$\lambda = \frac{0,2}{0,16} = 1,25.$$

Полюс саны

$$2p=4,$$

Полюсті бөліну

$$\tau = \frac{\pi \cdot D}{2p}, м \quad (2.6)$$

$$\tau = \frac{3,14 \cdot 160 \cdot 10^{-3}}{4} = 0,13 м.$$

Полюсті ұштаманың есепті ені

$$b_{\delta} = \alpha_{\delta} \tau, м \quad (2.7)$$

$$b_{\delta} = 0,63 \cdot 0,13 = 82 \cdot 10^{-3} м.$$

Эксцентрлі саңылау кезіндегі полюсті ұштаманың айқын ені есепті еніне тең:

$$b_p = b_{\delta} = 82 \cdot 10^{-3} м.$$

2.3 Зәкір орамасын таңдау

Қатарлас тармақтың тогы

$$I_a = \frac{I_n}{2a}, А; \quad (2.9)$$

$$I_a = \frac{49,79}{2} = 24,89 А.$$

Толқынды ораманың қатарлас тармақ санын таңдап аламыз.

$$2a=2.$$

Тиімді өткізгіштің алдын-ала жалпылама саны

$$N = \frac{\pi \cdot D \cdot A}{I_a}, \quad (2.10)$$

$$N = \frac{3,14 \cdot 160 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^4}{24,89} = 202.$$

Қолданылған зәкір пазаларының соңғы шектелген мәні

$$Z_{\min} = \frac{\pi \cdot D}{t_{1\max}}, \quad (2.11)$$

$$Z_{\min} = \frac{3,14 \cdot 160 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-2}} = 25,$$

$$Z_{\max} = \frac{\pi \cdot D}{t_{1\min}} = \frac{3,14 \cdot 160 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-2}} = 50,$$

Мұнда $Z=43$ деп қабылданады,

$$t = \frac{\pi \cdot D}{Z}, \text{ м} \quad (2.12)$$

$$t = \frac{3,14 \cdot 160 \cdot 10^{-3}}{43} = 11,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Пазадағы тиімді өткізгіштің саны есептеледі

$$N_n = \frac{N}{Z}, \quad (2.13)$$

$$N_n = \frac{202}{43} = 4,6,$$

$N_n=5$ қабылдаймыз, онда

$$N = N_n Z = 5 \cdot 43 = 215.$$

Тістері қатарлас орналасқан жартылай жабылған сопақ пішінді пазаны таңдап аламыз.

Коллекторлы тіліктің саны K әр-түрлі мәнде $u_{\pi}=K/Z$ үш нұсқаны салыстыра отырып таңдаймыз:

2.3 кесте - Коллекторлы тілімдер саны K - ны анықтаушы нұсқалар

№ нұсқа	u_n	$K = u_n Z$	$w_c = \frac{N}{2K}$	$U_{к.оп} = \frac{2pU_{ном}}{K}$
1	1	43	2,5	20,4
2	2	86	1,25	10,2
3	3	129	0,83	6,8

$U_{к.оп} = \frac{2 \cdot p \cdot U}{K}$ өрнегі 15-16 В аралығында ғана болу керек болғандықтан, 3-нұсқаны таңдап аламыз. Мұнда секция аралық толық тармақтар саны $w_c = 0,83$, пазадағы пайдалы өткізгіштердің сандары $N_{II} = 5$, коллекторлы тілімдердің саны бойынша $K=129$ тең.

$$w_a = \frac{N}{2w_c}, \quad (2.14)$$

$$w_a = \frac{215}{2 \cdot 0,83} = 129,5.$$

Сызықты жүктемені анықтаймыз:

$$A = \frac{N \cdot I_a}{\pi \cdot D}, A / м, \quad (2.15)$$

$$A = \frac{215 \cdot 24,89}{3,14 \cdot 160 \cdot 10^{-3}} = 21328 A / м.$$

Зәкір ұзындықтарын түзетеміз:

$$l_\delta = 0,16 \cdot \frac{20000}{21328} = 0,15 м.$$

Жартылай жабылған паза коллектор сыртқы диаметрі мынаған тең

$$D_k \approx (0,65 \dots 0,8) \cdot D, м; \quad (2.16)$$

$$D_k = (0,65 \dots 0,8) \cdot 160 \cdot 10^{-3} = (96 \dots 128) \cdot 10^{-3} м.$$

Коллектордың диаметрі үшін мына мәнді қабылдаймыз:

$$D_k = 125 \cdot 10^{-3} м.$$

Коллектордың айналу жылдамдығы мынаған тең

$$v_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_u}{60}, \text{ м/с}, \quad (2.17)$$

$$v_k = \frac{3,14 \cdot 0,125 \cdot 3000}{60} = 19,63 \text{ м/с},$$

Коллекторлық бөлу

$$t_k = \frac{\pi \cdot D_k}{K}, \text{ м} \quad (2.18)$$

$$t_k = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 10^{-3}}{129} = 3,04 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Пазаның жалпы тогы

$$I_n = I_a \cdot N_n, \text{ А} \quad (2.19)$$

$$I_n = 5 \cdot 24,89 = 249,2 \text{ А}.$$

Зәкір орамасындағы токтың тығыздығының алдын-ала мәні

$$J_3 = \frac{A \cdot J_3}{A}, \text{ А/м}^2; \quad (2.20)$$

$$J_3 = \frac{12,5 \cdot 10^{11}}{21328} = 5,86 \cdot 10^6 \text{ А/м}^2.$$

мұндағы AJ_3 мәнін 2.2 - сурет бойынша таңдаймыз және ол $12,5 \cdot 10^{11}$ тең.
Тиімді сымның алдыңғы қимасының мәні

$$q_3 = \frac{I_3}{J_3} \text{ м}^2, \quad (2.21)$$

$$q_3 = \frac{48,94}{5,86 \cdot 10^6} = 8,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

ПТЭВ маркасынан екі қатарлы өткізгішті аламыз: МЕСТ ашық сым диаметрі бойынша $d=2,36 \cdot 10^{-3}$ м; оқшауланған сымның диаметрі $d_{\text{окш}}=2,46 \cdot 10^{-3}$ м; тиімді өткізгіштің қимасы $4,36 \cdot 10^{-6}$ м².

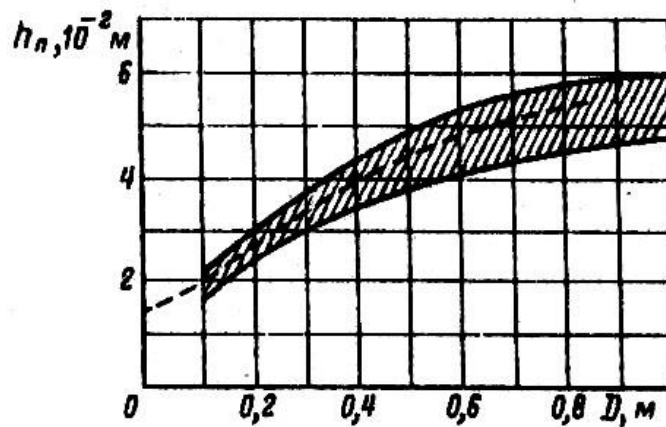
2.4 Аймақ бөліктерін геометриясының мәнін есептеу

Шала жабылған саңылаулы қимадағы (шеткі сынамамен бірге шеткі оқшаулауды қиманың шектерімен) тесікті толықтыруға алдын-ала таңдалып алынған коэффициенті $k_3 = 0,68 \pm 0,72$. $k_3 = 0,7$ мәнді аламыз.

$$S_o = \frac{N_n \cdot 2d_o^2}{k_3}, \text{ м}^2; \quad (2.22)$$

$$S_o = \frac{5 \cdot 2 \cdot (2,46 \cdot 10^{-3})^2}{0,7} = 86,45 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Саңылаудың биіктігі (2.5 - сурет бойынша) $h_n = 27 \text{ мм}$



2.5 сурет – Пазаның биіктігінің зәкір диаметріне қатысты тәуелділігі

Саңылаудың оймакілтегі биіктігі $h_{uu} = 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, ені $b_{uu} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

Тісше ені

$$b_z = \frac{B_{\delta t z1}}{k_c B_z}, \text{ м}; \quad (2.23)$$

$$b_z = \frac{0,65 \cdot 11,7 \cdot 10^{-3}}{0,95 \cdot 1,65} = 4,84 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

мұндағы $B_z = 1,65 \text{ Тл}$ - болаттың бөліктеріндегі индукциясын жуықтаған мәні, 2.4-кестеден аламыз.

$$f = pn / 60, \text{ Гц}; \quad (2.24)$$

$$f = 2 \cdot 3000 / 60 = 100 \text{ Гц}.$$

2.4 кесте - Болаттың бөліктеріндегі индукция жуықтаған мәндері

Орындау мен салқындатуы бойынша қорғаныстың санаттары	Қайта магниттеудің жиілігіндегі , Гц; Магниттің индукциясы $B_{Z \max}$, Тл.			
	100	75	50	25 және одан төмен
IP22, IC01, IC17, IP44, IC37	1,9-2,1	2-2,2	2,1-2,3	2,2-2,4
IP44, IC0141	1,6-1,8	1,7-1,9	1,8-2	1,9-2,1
IP44, IC0041	1,5-1,7	1,6-1,8	1,7-1,9	1,8-2

Үлкен радиус

$$r_1 = \frac{\pi(D - 2h_u) - Zb_Z}{2(Z + \pi)} \text{ м}, \quad (2.25)$$

$$r_1 = \frac{3,14 \cdot (0,16 - 2 \cdot 0,8 \cdot 10^{-3}) - 43 \cdot 4,84 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot (3,14 + 43)} = 3,13 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Кіші радиус

$$r_2 = \frac{\pi(D - 2h_n) - Zb_Z}{2(Z - \pi)} \text{ м}, \quad (2.26)$$

$$r_2 = \frac{3,14 \cdot (0,16 - 2 \cdot 27 \cdot 10^{-3}) - 43 \cdot 4,84 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot (43 - 3,14)} = 1,56 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Радиустың центрлерінен ара қашықтығы

$$h_1 = h_n - h_u - r_1 - r_2, \text{ м} \quad (2.27)$$

$$h_1 = 27 \cdot 10^{-3} - 0,8 \cdot 10^{-3} - 3,13 \cdot 10^{-3} - 1,56 \cdot 10^{-3} = 21,51 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Зәкірдің тішшелерінің ең аз мәнді қимасы

$$S_Z = \frac{Z}{2\rho} \cdot \alpha_\delta \cdot b_Z \cdot l_\delta \cdot k_C, \text{ м}^2 \quad (2.28)$$

$$S_Z = \frac{43}{4} \cdot 0,63 \cdot 4,84 \cdot 10^{-3} \cdot 0,2 \cdot 0,95 = 62,3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

осындағы $k_c = 0,95$ -болатты зәкірдің магнитті өткізгіші толықтыру коэффициенті.

Алдын – алар ЭҚК мәні

$$E_H = U_H \cdot k_D, B \quad (2.29)$$

$$E_H = 220 \cdot 0,87 = 191,4 B.$$

мұндағы $k_D = 0,87$ - 1 кестеден аламыз.

$$\Phi_{\delta H} = \frac{60 E_H}{\rho N n_H}, B\delta \quad (2.30)$$

$$\Phi_{\delta H} = \frac{60 \cdot 191,4}{2 \cdot 215 \cdot 3000} = 0,9 \cdot 10^{-2} B\delta.$$

2312 маркалы болатты зәкір магнит өткізгіші үшін таңдаймыз. Бөлікшенің қимасындағы индукция.

$$B_Z = \frac{\Phi_{\delta H}}{S_Z}, Tл \quad (2.31)$$

$$B_Z = \frac{0,9 \cdot 10^{-2}}{62,310^{-4}} = 1,44 Tл.$$

2.5 Зәкірдің орамасын есептеу

Қарама-қарсы орамның бір бөлігінің ұзындығын есептеу

$$l_{орам} \approx (1,2 \div 1,35) \tau, м \quad (2.32)$$

$$l_{орам} = (1,2 \div 1,35) \cdot 130 \cdot 10^{-3} = 176 \cdot 10^{-3} м.$$

Зәкірдің орамасының орташа мәні

$$l_{з.ор} = 2(l_l + l_n), м \quad (2.33)$$

$$l_{з.ор} = 2 \cdot (0,2 + 0,176) = 0,752 м.$$

Зәкірдің орама өткізгішінің толық мәні мынаған тең

$$L_{m3} = w_3 \cdot l_{3,op}, M \quad (2.34)$$

$$L_{m3} = 130 \cdot 0,752 = 97,76 M.$$

$\nu = 20^\circ C$ болғанда зәкірдің орамасының кедергісі

$$R_3 = \frac{L_{m3}}{57 \cdot 10^6 q_a (2a)^2}, Ом \quad (2.35)$$

$$R_3 = \frac{97,76}{57 \cdot 10^6 \cdot 8,5 \cdot 10^{-6} \cdot 2^2} = 0,05 Ом.$$

$\nu = 75^\circ C$ болғанда зәкірдің орамасының кедергісі мәні

$$R_{3H} = 1,22 \cdot R_a, Ом \quad (2.36)$$

$$R_{3H} = 1,22 \cdot 0,05 = 0,061 Ом.$$

Зәкірдің орамасындағы мыстың салмағы

$$m_{3,мыс} = 8900 \cdot L_{Ma} \cdot q_a, кг \quad (2.37)$$

$$m_{3,мыс} = 8900 \cdot 97,76 \cdot 8,5 \cdot 10^{-6} = 7,39 кг.$$

Орамның қадамдарын есептеу үшін

- a) коллектордың бойымен алынған қадам мен қорытынды қадам
b)

$$y_k = y = \frac{\kappa \pm 1}{p}, \quad (2.38)$$

$$y_k = y = \frac{129 - 1}{2} = 64.$$

- c) Бірінші жарты қадам

$$y_1 = \frac{\kappa}{2p} \pm \varepsilon, \quad (2.39)$$

$$y_1 = \frac{129}{4} \pm \frac{3}{4} = 31,5.$$

- d) Екінші жарты қадам

e)

$$y_2 = y_k - y_1, \quad (2.40)$$

$$y_2 = 64 - 31,5 = 32,5.$$

2.6 Тізбектің магнитті мәндерін анықтау

Зәкірдің ішкі және біліктің диаметрін алдын-ала мәнін таңдап алу керек.

$$D_0 \approx 27^3 \sqrt{\frac{P_{ном}}{n_{ном}}}, \text{ м} \quad (2.41)$$

$$D_0 = 27^3 \sqrt{\frac{20 \cdot 10^3}{3000}} = 50 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Зәкір арқалығының биіктігі

$$h_j = \frac{D - D_o}{2} - h_n, \text{ м} \quad (2.42)$$

$$h_j = \frac{160 \cdot 10^{-3} - 50 \cdot 10^{-3}}{2} - 27 \cdot 10^{-3} = 28 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

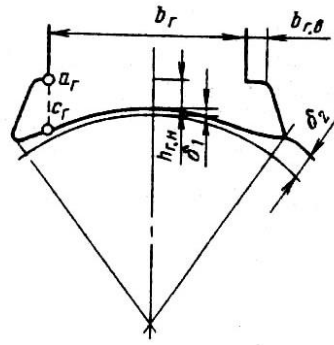
Өзекшенің негізгі полюстеріне қалыңдығы 0,5 мм 3411 маркалы болатты, шашыратудың коэффициенті $\sigma_r = 1,2$, өзекше ұзындығы мәні $l_r = l_\delta = 0,2 \text{ м}$, болатпен толтырушы коэффициенті $k_c = 0,95$, полюстік ұштықтың томпақ ені $b_{\delta.r} = 0,1 \cdot b_p = 16,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

Өзекшенің негізгі полюс ені

$$b_\delta = b_p - 2b_{\delta.r}, \text{ м} \quad (2.43)$$

$$b_\delta = 82 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 16,4 \cdot 10^{-3} = 49,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Басты полюс өзекшесінің енінің мәні (2.6- суретті қарасақ):



2.6 сурет – Негізгі полюстің полюстік соңы

Өзекшедегі индукция

$$B_{\sigma} = \frac{\sigma_{\delta} \Phi_{\delta H}}{\kappa_c \vartheta_{\delta} l_r}, Tл \quad (2.44)$$

$$B_{\sigma} = \frac{1,2 \cdot 0,9 \cdot 10^{-2}}{0,95 \cdot 49,2 \cdot 10^{-3} \cdot 200 \cdot 10^{-3}} = 0,11 Tл.$$

Табан қимасы

$$S_{\kappa} = \frac{\sigma_{\delta} \Phi_{\delta H}}{2B_c}, M^2 \quad (2.45)$$

$$S_{\kappa} = \frac{1,2 \cdot 0,9 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 1,3} = 41,5 \cdot 10^{-4} M^2.$$

осындағы $B_{\kappa} = 1,3 Tл$.

Табан ұзындығы мәні

$$l_{\kappa} = l_{\sigma} + 0,4D, M \quad (2.46)$$

$$l_{\kappa} = 0,2 + 0,4 \cdot 0,16 = 264 \cdot 10^{-3} M.$$

Табан биіктігі

$$h_{\kappa} = \frac{S_{\kappa}}{l_{\kappa}}, M \quad (2.47)$$

$$h_{\kappa} = \frac{41,5 \cdot 10^{-4}}{264 \cdot 10^{-3}} = 15,7 \cdot 10^{-3} M.$$

Табанның сыртқы диаметрінің мәні

$$D_{\text{сырт}} = 2h - (8 \div 10) \cdot 10^{-3}, M \quad (2.48)$$

$$D_{\text{сырт}} = 320 \cdot 10^{-3} - (8 \div 10) \cdot 10^{-3} = 310 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Табанның ішкі диаметрінің мәні

$$d_{\text{iш}} = D_{\text{сырт}} - 2h_k, \text{ м} \quad (2.49)$$

$$d_{\text{iш}} = 310 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 15,7 \cdot 10^{-3} = 278 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Негізгі полюс биіктігі

$$h_o = \frac{d_{\text{iш}} - D}{2} - 2\delta, \text{ м} \quad (2.50)$$

$$h_o = \frac{278 \cdot 10^{-3} - 160 \cdot 10^{-3}}{2} - 3 \cdot 1,9 = 53,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

осындағы $\delta = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

2.7 Магнитті тізбектің қимасын есептеу шарты

Ауалық саңылаудың қимасы

$$S_\delta = l_\delta b_p, \text{ м}^2 \quad (2.51)$$

$$S_\delta = 150 \cdot 10^{-3} \cdot 82 \cdot 10^{-3} = 12,3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Болатты зәкірдің ұзындығының мәні

$$l_{\text{болат}} = l_\delta k_c, \text{ м} \quad (2.52)$$

$$l_{\text{болат}} = 150 \cdot 10^{-3} \cdot 0,95 = 0,142 \text{ м}.$$

Зәкірдің тішшелерінің ең ас мәнді қимасы (2.28) өрнектің мына мәніне тең:

$$S_z = 62,3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Зәкірдің арқалық қимасы

$$S_j = l_{\text{болат}} h_j, \text{ м}^2 \quad (2.53)$$

$$S_j = 142 \cdot 10^{-3} \cdot 28 \cdot 10^{-3} = 39,76 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Өзекшенің негізгі полюс қимасы

$$S_{\bar{o}} = k_c l_r b_r, \text{ м}^2 \quad (2.54)$$

$$S_{\bar{o}} = 0,95 \cdot 150 \cdot 10^{-3} \cdot 49,2 \cdot 10^{-3} = 70,11 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Табан қимасы

$$S_{\bar{k}} = 41,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

2.8 Магнитті сызықтардың орташа ұзындықтары

Саңылаулардың зәкіріндегі бар болуын ескертетін ауа саңылауылы коэффициент мәні

$$k_{\bar{\alpha}} = \frac{t_{z1} + 10\delta}{t_{z1} - b_{uu} + 10\delta}, \quad (2.55)$$

$$k_{\bar{\alpha}} = \frac{11,7 \cdot 10^{-3} + 10 \cdot 1,9 \cdot 10^{-3}}{11,7 \cdot 10^{-3} - 3 \cdot 10^{-3} + 10 \cdot 1,9 \cdot 10^{-3}} = 1,1.$$

Ауалық саңылаудың есептік ұзындығы мынаған тең

$$L_{\bar{\delta}} = k_{\bar{\alpha}} \delta, \text{ м} \quad (2.56)$$

$$L_{\bar{\delta}} = 1,1 \cdot 1,9 \cdot 10^{-3} = 2,09 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Зәкірдің тішелері

$$L_z = h_n - 0,2r_1, \text{ м} \quad (2.57)$$

$$L_z = 27 \cdot 10^{-3} - 0,2 \cdot 3,13 \cdot 10^{-3} = 26,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Зәкірдің арқалығы

$$L_j = \frac{\pi(D_0 - h_j)}{4p} + \frac{h_j}{2}, \text{ м} \quad (2.58)$$

$$L_j = \frac{3,14(50 \cdot 10^{-3} - 28 \cdot 10^{-3})}{4 \cdot 2} + \frac{28 \cdot 10^{-3}}{2} = 44,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Негізге поллостің өзекшесі

$$L_{\delta} = h_{\delta} = 53,6 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Негізгі полюс пен табан аралығындағы ауалық саңылау

$$L_{c.n} = 2l_{\delta} \cdot 10^{-4} + 1 \cdot 10^{-4} \approx 0,13 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Табан

$$L_c = \frac{\pi(D_n - b_c)}{4p} + \frac{b_c}{2}, \text{ м} \quad (2.59)$$

$$L_c = \frac{3,14 \cdot (310 \cdot 10^{-3} - 15,7 \cdot 10^{-3})}{2 \cdot 4} + \frac{15,7 \cdot 10^{-3}}{2} = 123 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

2.9 Магниттік тізбектің есептік қималарындағы индукция

Ауа саңылауындағы индукция

$$B_{\delta n} = \frac{\Phi_{\delta n o m}}{S_{\delta}}, \text{ Тл} \quad (2.60)$$

$$B_{\delta n} = \frac{0,9 \cdot 10^{-2}}{12,3 \cdot 10^{-4}} = 0,73 \text{ Тл.}$$

Зәкірдің тішшелерінің қима индукциясы

$$B_z = \frac{\Phi_{\delta n o m}}{S_z}, \text{ Тл} \quad (2.61)$$

$$B_z = \frac{0,9 \cdot 10^{-2}}{32,3 \cdot 10^{-4}} = 1,41 \text{ Тл.}$$

Зәкірдің арқалығының индукциясы

$$B_j = \frac{\Phi_{\delta n o m}}{2 \cdot S_j}, \text{ Тл} \quad (2.62)$$

$$B_j = \frac{0,9 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 39,76 \cdot 10^{-4}} = 1,13 \text{ Тл.}$$

Негізгі полюстің өзекшесінің индукциясы

$$B_{\delta} = \frac{\Phi_{\delta_{ном}} \sigma_{\delta}}{S_{\delta}}, Tл; \quad (2.63)$$

$$B_{\delta} = \frac{1,2 \cdot 0,9 \cdot 10^{-2}}{70,11 \cdot 10^{-4}} = 1,5 Tл .$$

Мұнда 3411 болат үшін $B_{\delta} \leq 1,5 Tл$ ықтималдық мәні.

Негізгі полюс пен табан аралығындағы ауа саңылаулы индукциясы $B_{\Gamma} = B_{сн} = 1,5 Tл$.

Табан индукция

$$B = \frac{\Phi_{\delta_{ном}} \sigma_{\Gamma}}{2S_c}, Tл; \quad (2.64)$$

$$B_{\kappa} = \frac{\Phi_{\delta_{ном}} \sigma_{\Gamma}}{2S_c} = \frac{1,2 \cdot 0,9 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 41,5 \cdot 10^{-4}} = 1,3 Tл .$$

2.10 Магниттік тізбегінің өзіндік бөлімшелеріндегі магнит кернеулері

Ауаның саңылауларының магниттік кернеуінің мәні

$$F_{\delta} = 0,8 B_{\delta} L_{\delta} \cdot 10^6, A \quad (2.65)$$

$$F_{\delta} = 0,8 \cdot 0,73 \cdot 0,9 \cdot 10^{-3} \cdot 10^6 = 1204 A .$$

Ағынды қозғаушы коэффициент

$$k_z = \frac{t_z \cdot l_{\delta}}{b_z \cdot l_{сТ}}, \quad (2.66)$$

$$k_z = \frac{11,7 \cdot 10^{-3} \cdot 0,15}{4,84 \cdot 10^{-3} \cdot 0,142} = 2,55 .$$

Зәкірдегі тісшелерінің магнитті кернеу мәні

$$F_z = L_z \cdot H_z, A \quad (2.67)$$

$$F_z = 158 \cdot 10^{-3} \cdot 26,4 \cdot 10^3 = 417,12 A .$$

Зәкірдің мойынтұрғының магнитті кернеу мәні

$$F_j = L_j \cdot H_j, A; \quad (2.68)$$

$$F_j = 44,6 \cdot 10^{-3} \cdot 3,2 \cdot 10^2 = 14,27 A.$$

Негізгі полюсті өзекшесінің магнитті кернеуі (болат 3411)

$$F_\Gamma = L_\Gamma \cdot H_\Gamma, A; \quad (2.69)$$

$$F_\Gamma = 53,6 \cdot 10^{-3} \cdot 790 = 42,34 A.$$

Негізгі полюс пен табан аралығындағы ауа саңылаулы магнитті кернеудің мәні

$$F_{c.n} = 0,8 \cdot L_{c.n} \cdot B_\Gamma \cdot 10^6, A; \quad (2.70)$$

$$F_{c.n} = 0,8 \cdot 1,53 \cdot 0,13 \cdot 10^{-3} \cdot 10^6 = 159,12 A.$$

Табанының магниттік кернеулігі (Ст3)

$$F_c = L_c \cdot H_c, A; \quad (2.71)$$

$$F_c = 123 \cdot 10^{-3} \cdot 1555 = 191,27 A.$$

Полюстеріндегі МҚК қосындысы

$$F_\Sigma = F_\delta + F_Z + F_j + F_z + F_{z_k} + F_{c.n}, A; \quad (2.72)$$

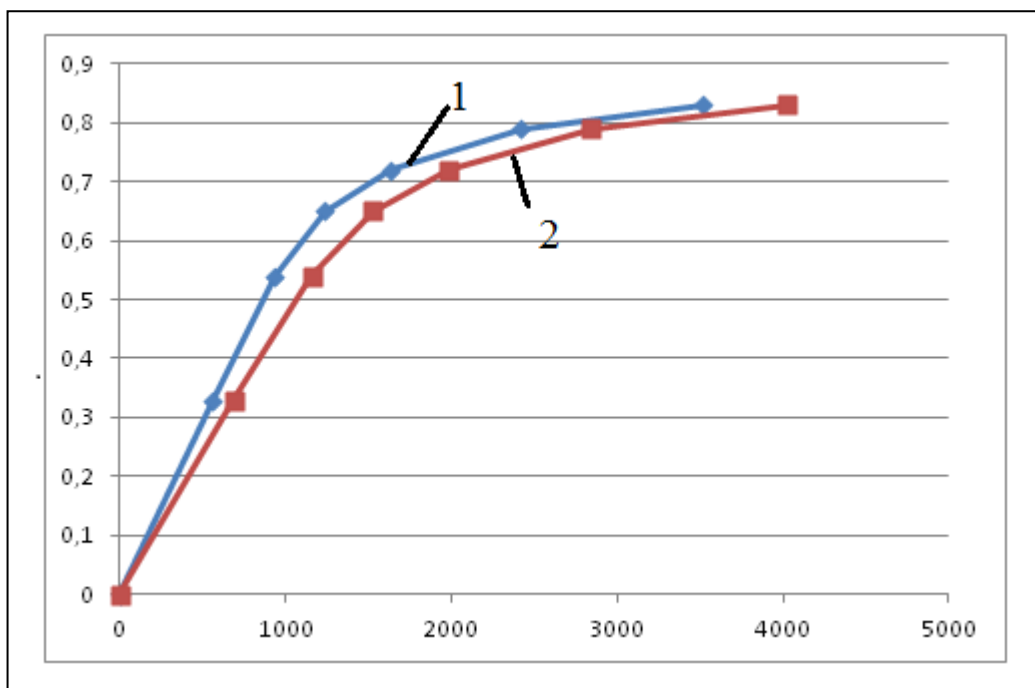
$$F_\Sigma = 1204 + 417,12 + 14,27 + 42,34 + 159,12 + 191,27 = 2028,12 A.$$

Өтпелі қабаттама МҚК

$$F_{\delta z_j} = F_\delta + F_Z + F_j, A; \quad (2.73)$$

$$F_{\delta z_j} = 1204 + 14,27 + 417,12 = 1635,39 A.$$

0,5; 0,75; 1,1; 1,15 номинальды мәндері үшін ағынды есептейміз. Есептеу нәтижелерінде 2.4-кестеде және магниттелуі сипаттамасының мені өтпелі сипаттамасының мәні көрсетілген.



2.7 сурет – Бос жүріс $B_{\sigma} = f(F_{\Sigma})$ (1) және айнымалы $B_{\sigma} = \psi(F_{\sigma j})$ (2) режимінің сипаттамалары

Магниттігін азайтатын әрекетті ауыспалы сипаттама бойынша зәкірдің реакциясын анықтаймыз: $F_{qd} = 220A$.

Қатарлы орамаларға қажетті МҚК

$$F_{атар} = F_{\Sigma} + F_{qd}, A; \quad (2.74)$$

$$F_{қатар} = 2028,12 + 220 = 2248,12A.$$

2.4 кесте

Атаулары	есептік формула	Өлш. бірлігі	$0,5 \cdot \Phi_{\delta H}$	$0,75 \cdot \Phi_{\delta H}$	$0,9 \cdot \Phi_{\delta H}$	$1 \cdot \Phi_{\delta H}$	$1,1 \cdot \Phi_{\delta H}$	$1,15 \cdot \Phi_{\delta H}$
ЭҚК	E	В	95,7	143,6	172,3	191,4	210,5	220,1
Магнит ағыны	$\Phi_{\delta} = \frac{60aE}{pNn}$	Вб	$0,4 \cdot 10^{-2}$	$0,67 \cdot 10^{-2}$	$0,8 \cdot 10^{-2}$	$0,89 \cdot 10^{-2}$	$0,97 \cdot 10^{-2}$	$1,02 \cdot 10^{-2}$
Ауа саңылаудағы магнит индукциясы	$B_{\delta} = \frac{\Phi_{\delta}}{\alpha_{\delta} d_{\delta}}$	Тл	0,33	0,54	0,65	0,72	0,79	0,83
Ауа саңылауы магниттік кернеуі	$F_{\delta} = 0,8B_{\delta}L_{\delta} \cdot 10^6$	А	552	903	1087	1204	1321	1388
Зәкір тістері магнит индукциясы	$B_z = k_z B_{\delta}$	Тл	0,84	1,38	1,66	1,84	2,01	2,12
2312 үлгідегі болат үшін зәкір тістер магнитті өрістерінің кернеулігі	H_z	А/м	160	880	5300	15800	41000	80000
Тістердегі магниттік кернеулігі	$F_z = L_z H_z$	А	4,22	23,23	139,92	417,12	1082,4	2112
Зәкірдің арқашасындағы магнит индукциясы	$B_j = \Phi_{\delta} / (2S_j)$	Тл	0,5	0,84	1	1,12	1,22	1,28
Зәкір арқашасындағы магнитті өрістенудің кернеулігі	H_j	А/м	$0,72 \cdot 10^2$	$1,6 \cdot 10^2$	$2,4 \cdot 10^2$	$3,2 \cdot 10^2$	$4,22 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^2$
Зәкір ярмасының магниттік кернеуі	$F_j = L_j H_j$	А	3,39	7,14	10,7	14,27	18,73	22,3
Негізгі полюсті магниттік ағыны	$\Phi_{\delta} = \sigma_{\delta} \Phi_{\delta}$	В	$0,48 \cdot 10^{-2}$	$0,8 \cdot 10^{-2}$	$0,96 \cdot 10^{-2}$	$1,07 \cdot 10^{-2}$	$1,16 \cdot 10^{-2}$	$1,22 \cdot 10^{-2}$
3411 үлгідегі болат үшін негізгі полюстік өзекшесі магниттік ағындық кернеулігі	H_{δ}	А/м	120	240	460	790	1500	2400
Негізгі полюстің өзекшесіндегі магниттік кернеулігі	$F_{\delta} = L_{\delta} H_{\delta}$	А	6,43	12,86	24,66	42,34	80,4	128,64

2.4 кестенің жалғасы

Негізгі полюстің өзекшесі ондағы магниттік индукциясы	$B_{\delta} = \Phi_{\delta} / S_{\delta}$	Тл	0,68	1,14	1,37	1,53	1,65	1,74
3411 үлгідегі болат үшін негізгі полюстік өзекшесі магниттік ағындық кернеулігі	H_{δ}	А/м	120	240	460	790	1500	2400
Негізгі полюсінің өзекшесінің ондағы магниттік кернеулігі	$F_{\delta} = L_{\delta} H_{\delta}$	А	6,43	12,86	24,66	42,34	80,4	128,64
Станина және негізгі полюстің арасындағы ауалы саңылаудағы магнитті индукциясы	$B_{aya} = B_{\delta}$	Тл	0,68	1,14	1,37	1,53	1,65	1,74
Станина және негізгі полюстегі арасында ауалы саңылуы магнитті кернеуі	$F_{aya} = 0,8 L_{aya} B_{aya}$	А	70,72	118,56	142,48	159,12	171,6	180,96
Станинаның магнит индукциясы	$B_{zk} = \frac{\sigma_{\Gamma} \Phi_{\delta t}}{2S_k}$	Тл	0,58	0,96	1,16	1,29	1,39	1,47
Станинадағы магниттік өрісінің кернеуі	H_k	А/м	470	873	1207	1555	2030	2620
Станинаның магниттік кернеуі	$F_k = L_k H_k$	А	57,81	107,38	148,46	191,27	249,69	322,26
Жалпы магниттік тізбектердің қосынды кернеуі	$F_{\delta} + F_z + F_j + F_z + F_{zk} + F_{aya} = F_{\Sigma}$	А	688,14	1159,31	1528,56	1985,78	2843,42	4025,52
Айнымалы қабат аудандарындағы магнит кернеулерінің жалпы қосындысы	$F_{\delta} + F_z + F_j = F_{\delta z j}$	А	559,61	933,37	1237,62	1635,39	2422,13	3522,3
Негіздік полюсі өзекшесіндегі магнит индукциясы	$B_{\delta} = \Phi_{\delta} / S_{\delta}$	Тл	0,68	1,14	1,37	1,53	1,65	1,74

Қатарлы орамалардағы орауыштың ені $b_{орам} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ деп алам, сонда орама тармақтарының орташа ұзындығы тең

$$l_{орам} = 2(l_6 + b_6) + \pi(b_{орам} + 2\Delta_{окш}), \text{ м} \quad (2.75)$$

$$l_{орам} = 2(150 \cdot 10^{-3} + 49,2 \cdot 10^{-3}) + 3,14(20 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3}) = 464,34 \cdot 10^{-3} \text{ м},$$

$$\Delta_{окш} = (0,5 \div 0,8) \cdot 10^{-3} \text{ м}; \quad \Delta_{окш} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Қатарлы орамалардығы мыс сым қимасы

$$q_{орам} = \frac{\rho_g \cdot k_{3,6} \cdot m \cdot 2pF_B l_{B,ср}}{U_B}, \text{ мм}^2 \quad (2.76)$$

$$q_{орам} = \frac{1,1 \cdot 1,22 \cdot 4 \cdot 2248,12 \cdot 464,34 \cdot 10^{-3}}{57 \cdot 10^6 \cdot 220} = 0,447 \text{ мм}^2.$$

мұндағы a – қатарлы қоздырылатын орамдағы қатар тармақтар саны, оны $a=1$ деп таңдаймыз;

$$k_{3,6} = 1,1 \div 1,2 \text{ - сақтық коэффициенті, } \rho_g = \frac{1}{57 \cdot 10^6}.$$

ПТЭВ домалық сымды аламыз: жалаңаш сымның диаметрі $d_{өлш} = 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, жбық ошауланған сымның диаметрі $d_{өлш} = 0,865 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, сымның көлденең қимасы $0,503 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$.

Номиналь ток тығыздығы

$$J_{орам} = 5 \cdot 10^6 \text{ А/м}^2.$$

Полюстің тармақтар сандары

$$w_{орам} = \frac{F_{орам}}{J_{орам} q_{орам}}, \quad (2.77)$$

$$w_{орам} = \frac{2248,12}{5 \cdot 10^6 \cdot 0,447 \cdot 10^{-6}} = 1005,8.$$

Номинальды қоздырушы ток

$$I_{н.к.т} = \frac{F_{орам}}{w_{орам}}, \text{ А} \quad (2.78)$$

$$I_{н.к.м} = \frac{2248,12}{1005,8} = 2,232A.$$

Орамалардағы ток тығыздығы

$$J_{н.к.м} = 5 \cdot 10^6 A.$$

Орамның жалпы ұзындығы

$$L_{\dot{k}} = 2pl_{op.\dot{k}}w_{\dot{k}}, м \quad (2.79)$$

$$L_{\dot{k}} = 4 \cdot 464,34 \cdot 10^{-3} \cdot 1005,8 = 18,68 м.$$

$\nu = 20^\circ C$ кезіндегі қоздырылған ораманың қарсылығы

$$R_{\dot{k}} = \frac{L_{\dot{k}}}{57 \cdot 10^6 q_{\dot{k}}}, Ом; \quad (2.80)$$

$$R_{\dot{k}} = \frac{18,68}{57 \cdot 10^6 \cdot 0,447 \cdot 10^{-6}} = 73,3 Ом.$$

$\nu = 75^\circ C$ кезіндегі қоздырылатын орама кедергісі

$$R_{\dot{k}75} = 1,22 \cdot R_{\dot{k}}, Ом; \quad (2.81)$$

$$R_{\dot{k}75} = 1,22 \cdot 73,3 = 89,43 Ом.$$

Қатарлы орамдардағы мыс сым массасы

$$m_{м.орам} = 8,9 \cdot L_{B.ср} \cdot w_B \cdot q_B \cdot 10^3, кг; \quad (2.82)$$

$$m_{м.орам} = 8,9 \cdot 18,68 \cdot 0,447 \cdot 10^{-6} \cdot 10^3 = 7,4 кг.$$

2.11 Коллектор және шөткелер

Бейтарапталған зона ені

$$b_{\sigma.3} = \tau - b_p, м; \quad (2.83)$$

$$b_{\sigma.3} = 0,13 - 0,082 = 0,048 м.$$

мұндағы шөтке ендері $b_{ш} = (2 \div 4)t_{\kappa};$

шөткенің стандартты өлшемдері $b_{uu} \times l_{uu} = 8 \cdot 10^{-3} \times 16 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ тең деп таңдаймыз;
ЭГ-14 маркалы шөтке аламыз.

Коллектор және шөткенің жанасу беттері

$$S_{uu} = b_{uu} \cdot l_{uu}, \text{ м}^2; \quad (2.84)$$

$$S_{uu} = 8 \cdot 10^{-3} \cdot 16 \cdot 10^{-3} = 1,28 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Ток тығыздығының мәні $J_{uu} = 11 \cdot 10^4 \text{ А/м}^2$ ықтимал деп алса, болттағы шөтке сандары

$$N_{uu} = \frac{I_H}{p \cdot S_{uu} \cdot J_{uu}}, \quad (2.85)$$

$$N_{uu} = \frac{99,68}{2 \cdot 1,28 \cdot 10^{-4} \cdot 11 \cdot 10^4} \approx 3,54.$$

$N_{uu} = 4$ деп жуықтаймыз.

Коллекторлар мен барлық шөткелердің жанасушы беттері

$$\sum S_{uu} = 2p \cdot S_{uu} \cdot N_{uu}, \text{ м}^2; \quad (2.86)$$

$$\sum S_{uu} = 4 \cdot 2 \cdot 1,28 \cdot 10^{-4} = 10 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Шөткедегі ток тығыздығы

$$J_{uu} = \frac{2 \cdot I_{ном}}{\sum S_{uu}}, \text{ А/м}^2 \quad (2.87)$$

$$J_{uu} = \frac{2 \cdot 99,68}{10 \cdot 10^{-4}} = 19,94 \cdot 10^4 \text{ А/м}^2.$$

Коллектордың активтік ұзындығы

$$l_{\kappa} = N_{uu} (l_{uu} + 0,008) + 0,01, \text{ м}; \quad (2.88)$$

$$l_{\kappa} = 4 \cdot (16 \cdot 10^{-3} + 8 \cdot 10^{-3}) + 10 \cdot 10^{-3} = 106 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Коммутациялық зонасының ені

$$b_{3.к} = \left(\frac{b_{и}}{t_{к}} + u_n - \frac{a}{p} + \varepsilon_{к} \right) t_{к} \frac{D}{D_{к}}, м; \quad (2.89)$$

$$b_{3.к} = \left(\frac{8 \cdot 10^{-3}}{3,04 \cdot 10^{-3}} + 3 - \frac{1}{2} + \frac{3}{4} \right) \cdot 3,04 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,16}{100 \cdot 10^{-3}} = 33,44 \cdot 10^{-3} м,$$

$$\frac{b_{3.к}}{\tau - b_p} = \frac{33,44 \cdot 10^{-3}}{48} = 0,69 \quad \text{қатынастары} \quad \frac{b_{3.к}}{\tau - b_p} = 0,55 \div 0,70 \quad \text{шартын}$$

қанағаттандыру керек.

Пазадағы магнитік өткізгіштің коэффициенттері

$$\lambda = 0,6 \frac{h_n}{2r_2} + \frac{h_{и}}{b_{и}} + \frac{l_n}{l_a} + \frac{2,5 \cdot 10^5}{w_c l_a A v_a} \cdot \frac{a}{p}, \quad (2.90)$$

$$\lambda = 0,6 \cdot \frac{27 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 1,56 \cdot 10^{-3}} + \frac{0,8 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 10^{-3}} + \frac{142 \cdot 10^{-3}}{150 \cdot 10^{-3}} + \frac{2,5 \cdot 10^5}{21328 \cdot 0,15 \cdot 0,83 \cdot 25,12} \cdot \frac{1}{2} = 6,59.$$

$$\text{осында } v_a = \frac{\pi D n}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,16 \cdot 3000}{60} = 25,12 м/с;$$

Реактивтік ЭҚК

$$E_p = 2 \cdot \lambda \cdot w_c \cdot l_{\delta} \cdot A \cdot v_a \cdot 10^{-6}, В; \quad (2.91)$$

$$E_p = 2 \cdot 1,25 \cdot 0,83 \cdot 0,15 \cdot 21328 \cdot 25,12 = 0,16 В.$$

Қосалқы полюстің ауасының саңылаулары

$$\delta_D \approx (1,5 \div 2) \delta, \quad (2.92)$$

осындағы $\delta = 1,9 \cdot 10^{-3} м$, яғни $\delta_D = 3,8 \cdot 10^{-3} м$.

Қосалқы полюстің ауа саңылауының есептік ұзындығы

$$L_{\delta k} = k_{\delta k} \cdot \delta_k, м; \quad (2.93)$$

$$L_{\delta k} = 3,8 \cdot 1,06 \cdot 10^{-3} = 4,03 \cdot 10^{-3} м,$$

$$\text{мұндағы } k_{\delta k} = \frac{t_1 + 10\delta_D}{t_1 - b_{и} + 10\delta_D} = \frac{11,7 \cdot 10^{-3} + 10 \cdot 3,8 \cdot 10^{-3}}{11,7 \cdot 10^{-3} - 3 \cdot 10^{-3} + 10 \cdot 3,8 \cdot 10^{-3}} = 1,06.$$

Қосалқы полюспен ауа саңылауындағы орташа индукциясы

$$B_{\delta\kappa} = \frac{E'_p}{2 \cdot l_{\delta} \cdot v_a}, \text{Тл}; \quad (2.94)$$

$$B_{\delta\kappa} = \frac{E'_p}{2l_{\delta}v_a} = \frac{1,76}{2 \cdot 150 \cdot 10^{-3} \cdot 25,12} = 0,23 \text{Тл}.$$

мұндағы $E'_p \approx 1,1E_p$ мәнінің бірнеше жеделдетілген коммутациясының қамтамасыз ету үшін қабылданады.

Қосалқы полюстің ұштықтарының есептік ұзындығы

$$b'_k \leq (0,55 \div 0,75)b_{\text{з.к}}, \text{м}; \quad (2.95)$$

$$b'_k \leq (0,55 \div 0,75) \cdot 33,44 \cdot 10^{-3} = 18,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

$$b'_k = b_{\text{к.н}} + 2\delta_k, \text{м}; \quad (2.96)$$

$$b'_k = 8 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 3,8 \cdot 10^{-3} = 15,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Қосалқы полюстің ұштықтарының нақты ендері

$$b_{\text{н.е}} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Ауалық саңылауында қосалқы полюсінің магнитік ағын

$$\Phi_{\delta\kappa} = B_{\delta\kappa} \cdot l_{\text{к.н}} \cdot b'_k, \text{Вб}; \quad (2.97)$$

$$\Phi_{\delta\kappa} = 0,23 \cdot 0,15 \cdot 18,4 \cdot 10^{-3} = 0,64 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}.$$

Қосалқы полюстік шашыратушы коэффициенті $\sigma_k = 2,5$ деп таңдаймыз, қосалқы полюстік өзекше магнитті ағыны

$$\Phi_k = \sigma_k \cdot \Phi_{\delta\kappa}, \text{Вб}; \quad (2.98)$$

$$\Phi_k = 2,5 \cdot 0,64 \cdot 10^{-3} = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}.$$

Қосалқы полюстік өзекшесі қималары

$$S_{\kappa} = l_{n,\kappa} \cdot b_{n,\kappa} \cdot k_c, \text{ м}^2; \quad (2.99)$$

$$S_{\kappa} = 0,15 \cdot 8 \cdot 10^{-3} \cdot 0,95 = 1140 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Қосымша полюстік өзекшесі есептік индукциясы

$$B_{\kappa,e} = \frac{\Phi_{\Delta}}{S_{\Delta}}, \text{ Тл}; \quad (2.100)$$

$$B_{\kappa,e} = \frac{0,16 \cdot 10^{-2}}{1140 \cdot 10^{-6}} = 1,4 \text{ Тл}.$$

2.5 кесте - Магнит тізбектерін есептеу нәтижелері

Есептік шама	Есептік формула	Өлшем бірлігі	Сандық мәндері
ауа саңылауында магнит ағындары	$\Phi_{\delta\kappa}$	Вб	$0,643 \cdot 10^{-3}$
ауа саңылауында магнит индукциясы	$B_{\delta\kappa} = \frac{\Phi_{\delta\kappa}}{b_{n,\kappa} l_{\delta}}$	Тл	0,233
ауа саңылауында магнит кернеуі	$F_{\delta\kappa} = 0,8 L_{\delta\kappa} B_{\delta\kappa} \cdot 10^3$	А	751
якорь тістеріндегі магнит индукциясы	$B_z = k_z B_{\delta\kappa}$	Тл	0,59
якорь тістеріндегі магнит өрісі кернеуі	H_z	А/м	85
тістердегі магниттік кернеуі	$F_z = L_z H_z$	А	2,24
Жармадағы магниттік индукция: Басты және қосалқы полюстің ағынның бағытына сәйкес бөліктері	$B_{j1} = \frac{\Phi_{\delta} + \Phi_{\delta\kappa}}{2S_j}$	Тл	0,92
Басты және қосалқы полюсті ағынның кері бағыттағы бөлігі	$B_{j2} = \frac{\Phi_{\delta} - \Phi_{\delta\kappa}}{2S_j}$	Тл	0,69
Магнит өрісі кернеулігі: B_{j1} индукциясы бөлігінде B_{j2} индукциясы бөлігінде	H_{j1} H_{j2}	А/м А/м	200 95
Жармадағы орташа магнит өрісі кернеуі	$H_{j00} = (H_{j1} - H_{j2})/2$	А/м	52,5
Якорьдағы магниттік кернеу	$F_j = H_{j00} L_j$	А	2,34
Қосалқы полюстағы магнит ағыны	$\Phi_{\kappa} = \sigma_{\kappa} \Phi_{\delta\kappa}$	Вб	$1,61 \cdot 10^{-3}$
Қосалқы полюстын өзекшедегі магниттік индукциясы	$B_{\kappa} = \frac{\Phi_{\kappa}}{S_{\kappa}}$	Тл	1,41

2.5 кестенің жалғасы

Қосалқы полюстың өзекшедегі магнит өрісі кернеулігі	$H_{\kappa.гз}$	А/м	520
Қосалқы полюс өзекшесіндегі магнит өрісінің кернеуі	$F_{\kappa.n} = H_{c.\kappa} L_{\kappa}$	А	27,87
Станинаның магнит индукциясы: Басты және қосымша ағындағы полюстің бағытына сәйкес бөліктеледі	$B_{c1} = \frac{\Phi_{\delta} + \Phi_{\kappa}}{2S_c}$	Тл	1,54
Станинадағы магниттік өріс кернеулігі: B_{c1} индукция бөлігіндегі B_{c2} индукция бөлігіндегі	H_{c1} H_{c2}	А/м А/м	3320 9860
Станинаның орташа магниттік өріс кернеулігі	$H_{c.op} = \frac{H_{c1} - H_{c2}}{2}$	А/м	1167
Станинаның бөлігіндегі магниттік кернеуі	$F_c = H_{c.op} L_c$	А	144
Барлық бөлік үшін магниттік кернеулердің суммасы	$F_{\kappa\Sigma} = F_{\delta\kappa} + F_Z + F_j + F_{c.\kappa} + F_{\delta.\kappa n} + F_c$	А	1039,45
Қосымша полюс орамасындағы ағыны	$F_{\kappa} = F_{\kappa\Sigma} + \frac{A\tau}{2}$	А	2425,77

2.12 Қосымша полюстің орамаларына есептеу жүргізу

Қосымша полюс орамасының МҚК

$$F_{\kappa} = 2425,77 A.$$

Бір полюстегі қосымша полюстер орамдарының саны:

$$w_{\kappa} = \frac{F_{\kappa}}{I}, \quad (2.101)$$

$$w_{\kappa} = \frac{2425,77}{99,68} = 24,34.$$

$w_{\kappa} = 24$ тең деп аламыз.

Өткізгіштің алдын алатын қимасы

$$q_k = \frac{I}{a_k \cdot J_k}, \text{ м}^2; \quad (2.102)$$

$$q_k = \frac{99,68}{1,5 \cdot 10^6} = 20 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

$I \leq 1000$ А ток кезінде $a_k = 1$ ге тең деп қабылдау қажет. Көпқабатты орама үшін ток тығыздығын $J_k = 5 \cdot 10^6 \text{ А/м}^2$ мәніне тең деп аламыз.

ПСД маркалы диаметрі $d = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ болатын оқшауланған сым диаметрі $d_{\text{окш}} = 5,45 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ болатын домалақ сымды қосымша полюстің орама өткізгіштерін қабылдаймыз. Сымның қимасы $q_k = 19,63 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ аламыз.

Өзекшенің ұзындығын табу.

$$l_{\text{ор.к}} = l_\delta - 2 \cdot 10^{-3} = 0,2 - 0,002 = 188 \cdot 10^{-3} \text{ м}. \quad (2.103)$$

Қосымша полюстің орамасы тармақтарының орташа ұзындығы

$$l_{\text{ор.к.}} = 2 \cdot (l_\Gamma + b_\Gamma) + \pi \cdot (b_{\text{КТ.в}} + 2 \cdot \Delta_{\text{из}}), \text{ м} \quad (2.104)$$

$$l_{\text{ор.к.}} = 2 \cdot (188 \cdot 10^{-3} + 20 \cdot 10^{-3}) + \pi(13 + 2) \cdot 10^{-3} = 463 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Орама өткізгіштерінің жалпы ұзындығы

$$L_{\text{жалпы}} = 2 \cdot p_{\text{уз/н}} \cdot l_{\text{ор.к.}} \cdot w_{\text{Д}} \text{ м}, \quad (2.105)$$

$$L_{\text{жалпы}} = 4 \cdot 0,463 \cdot 24 = 44,45 \text{ м}.$$

бұл жердегі $\nu = 20^\circ\text{C}$ кезінде қосымша полюс орамасының кедергісі

$$R_{\text{уз/н}} = \frac{L_{\text{жалпы}}}{57 \cdot 10^6 \cdot a_{\text{уз/н}}^2 \cdot q_{\text{уз/н}}}, \text{ Ом}; \quad (2.106)$$

$$R_{\text{уз/н}} = \frac{44,45}{57 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 19,63 \cdot 10^{-6}} = 0,04 \text{ Ом}.$$

мұнда $\nu = 75^\circ\text{C}$ кезінде қосымша полюс орамасының кедергісі

$$R_{\text{уз/н}75} = 1,22 \cdot R_{\text{уз/н}}, \text{ Ом}; \quad (2.107)$$

$$R_{y3/n75} = 1,22 \cdot 0,04 = 0,05 \text{ Ом} .$$

Қосымша полюстің орамасының мыс массасы

$$m_{\text{мыс}} = 8900 \cdot l_{\text{ор.к}} \cdot w_{y3/n} \cdot 2p_{y3/n} \cdot q_{y3/n}, \text{ кг}; \quad (2.108)$$

$$m_{\text{мыс}} = 8900 \cdot 463 \cdot 10^{-3} \cdot 24 \cdot 4 \cdot 19,63 \cdot 10^{-6} = 7,76 \text{ кг} .$$

Зәкірдің орамасының электр шығындары.

$$P_{\text{эл}} = I^2 \cdot R_z, \text{ Вт}; \quad (2.109)$$

$$P_{\text{эл}} = 99,68^2 \cdot 0,061 = 606 \text{ Вт} .$$

Қосымша полюстің орамасы электр шығындары.

$$P_{\text{к.п.}} = I^2 \cdot R_{y3/n}, \text{ Вт}; \quad (2.110)$$

$$P_{\text{к.п.}} = 99,68^2 \cdot 0,05 = 499 \text{ Вт} .$$

Қатарлас қоздырылатын ораманың электр шығындары

$$P_{\text{кат.ор}} = U_{\bar{\sigma}} \cdot I_{\bar{\sigma},\text{ном}}, \text{ Вт}; \quad (2.111)$$

$$P_{\text{кат.ор}} = U_{\bar{\sigma}} \cdot I_{\bar{\sigma},\text{ном}} = 220 \cdot 2,23 = 490,6 \text{ Вт} .$$

Коллектордағы ауыспалы түйіспелі шөткедегі электр шығындары

$$P_{\text{эл.ш}} = 2 \cdot \Delta U_{\text{ш}} \cdot I, \text{ Вт}; \quad (2.112)$$

$$P_{\text{эл.ш}} = 2 \cdot 99,68 = 199,36 \text{ Вт} .$$

Коллектордың шөткелерін үйкелістіру шығындары.

$$P_{\text{у.ш}} = \sum S_{\text{ш}} \cdot p_{\text{ш}} \cdot f \cdot v_k, \text{ Вт}; \quad (2.113)$$

$$P_{\text{у.ш}} = 10 \cdot 10^{-4} \cdot 3 \cdot 10^4 \cdot 0,2 \cdot 19,63 = 117,78 \text{ Вт} .$$

Бұл жерде $p_u = 3 \cdot 10^4 \text{ Па}$ - шөтке қысымы; $f = 0,2$ - шөткенің үйкеліс коэффициенті.

Желдету және мойынтіректегі шығындары

$$P_{\text{желдету}} + P_{\text{мойын.т}} = 210 \text{ Вт}.$$

Зәкірдің жармасындағы болаттың массасы

$$m_j = 7800 \frac{\pi [(D - 2h_n)^2 - D_0^2]}{4} l_{CT} k_c, \text{ кг}; \quad (2.114)$$

$$m_j = 7,8 \cdot 10^3 \cdot \frac{3,14 \cdot [(160 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 27 \cdot 10^{-3})^2 - (50 \cdot 10^{-3})^2]}{4} \cdot 0,15 \cdot 0,95 = 7,65 \text{ кг}.$$

Зәкірдің тішшелеріндегі болаттың шартты түрдегі массасы.

$$m_z = 7800 Z b_z \left(h_1 + \frac{r_1 + r_2}{2} \right) l_\delta k_c, \text{ кг}; \quad (2.115)$$

$$m_z = 7800 \cdot 43 \cdot 4,84 \cdot 10^{-3} \cdot \left(21,51 \cdot 10^{-3} + \frac{(3,13 + 1,56) \cdot 10^{-3}}{2} \right) \cdot 0,15 \cdot 0,95 = 5,52 \text{ кг}.$$

Зәкір жармасы магниттік шығындары

$$P_j = m_j \cdot p_j, \text{ Вт}; \quad (2.116)$$

$$P_j = 7,65 \cdot 5,05 = 64,9 \text{ Вт},$$

бұл жерде $p_j = 2,3 p_{1,0/50} \left(\frac{f}{50} \right)^\beta B_j^2 = 2,3 \cdot 1,75 \cdot 1,12^2 = 5,05 \text{ Вт / кг}.$

Зәкір тішшелерінің магниттік шығындары

$$P_z = m_z \cdot p_z, \text{ Вт}; \quad (2.117)$$

$$P_z = 5,52 \cdot 13,63 = 75,24 \text{ Вт},$$

мұнда $p_z = 2,3 p_{1,0/50} \left(\frac{f}{50} \right)^\beta B_z^2 = 2,3 \cdot 1,75 \cdot 1,84^2 = 13,63 \text{ Вт / кг}.$

Қосымша шығын.

$$P_{\text{кoc}} = 0,01 \cdot U \cdot I, \text{ Bm}; \quad (2.118)$$

$$P_{\text{кoc}} = 0,01 \cdot 220 \cdot 101,91 = 224 \text{ Bm},$$

Бұл жердегі $I_H = 99,68 + 2,23 = 101,91 \text{ A}$.

Шығынның суммасы.

$$\sum P = P_{\text{эл}} + P_{\text{к.п.}} + P_{\text{ка.ор.}} + P_{\text{y.и}} + P_{\text{ж.м.и.}} + P_{\text{т.и}} + P_{\text{желед.}} + P_j + P_{\text{кoc}}, \text{ Bm}; \quad (2.119)$$

$$\sum P = 606 + 499 + 490,6 + 117,78 + 210 + 38,63 + 75,24 + 224 = 2261,25 \text{ Bm}.$$

Пайдаланылатын қуат.

$$P_1 = P_H + \sum P, \text{ Bm}; \quad (2.120)$$

$$P_1 = 20000 + 2261,25 = 22261,25 \text{ Bm}.$$

Ал ток келесі өрнек арқылы табылады.

$$I_{1H} = \frac{P_1}{U_{\text{ном}}}, \text{ A}; \quad (2.121)$$

$$I_{1H} = \frac{22261,25}{220} = 101,18 \text{ A}.$$

$$I_H = I_{1H} - I_{\text{б.н}}, \text{ A}; \quad (2.122)$$

$$I_H = 101,18 - 2,23 = 98,95 \text{ A}.$$

ПӘК-і

$$\eta = \frac{P_{\text{ном}}}{P_{\text{ном}} + \sum P}, \quad (2.123)$$

$$\eta = \frac{10000}{120000 + 2261,25} = 0,89.$$

2.13 Тұрақты ток қозғалтқышының жұмыс сипаттамаларын табу

$U=220$ В және $I_{\bar{o}}=I_{\bar{o}.н.}$ болғандағы жұмыстық сипаттамаларды есептеу үшін жүктемелі бос жүрістің шығындары тұрақты деп аламыз да, ол келесі өрнекке тең болады:

$$P_o = P_j + P_Z + (P_{желд} + P_{y.ш.}) + P_{ж.м.ш.}, Вт; \quad (2.124)$$

$$P_o = 38,63 + 75,24 + 210 + 117,78 = 441,65 Вт.$$

Зәкірдегі номинал ток $I_a = 98,95 А$ кезінде зәкір орамасындағы ЭҚК-і

$$E_{ном} = U - I_a \sum R - 2\Delta U_{ш}, В; \quad (2.125)$$

$$E_{ном} = 220 - 98,95 \cdot 0,11 - 2 = 207 В.$$

Ауа саңылауында номинал магниттік ағын.

$$\Phi_n = \frac{60E_n}{pN \cdot 1500}, Вб; \quad (2.126)$$

$$\Phi_n = \frac{60 \cdot 207}{2 \cdot 215 \cdot 3000} = 0,96 \cdot 10^{-2} Вб.$$

Бос жүріс сипаттамасы арқылы.

$$B_{\delta} = 0,73 Тл; F_{\Sigma} = 2028,12 А.$$

Қоздырушы орамасының МҚК-і.

$$F_{к.ор} = F_{\Sigma} + F_{qd}, А; \quad (2.127)$$

$$F_{к.ор} = 2028,12 + 220 = 2248,12 А.$$

Номинал қоздыру тогы

$$I_{н.к} = \frac{F_{к.ор}}{w_{\delta}}, А; \quad (2.128)$$

$$I_{н.к} = \frac{2248,12}{1005,8} = 2,24 А.$$

Қозғалтқыштың номинал тогы

$$I_{1H} = I_H + I_{H,K}, A; \quad (2.129)$$

$$I_{1H} = 98,95 + 2,24 = 101,2A.$$

Қозғалтқыш пайдаланатын қуат

$$P_1 = U \cdot I_{1H}, Bm; \quad (2.130)$$

$$P_1 = 220 \cdot 101,2 = 22264 Bm.$$

Қозғалтқыштың білігінің пайдалы активті қуаты.

$$P_2 = EI_H - P_o - P_{\text{кoc}} \left(\frac{I_H}{I_{1H}} \right)^2, Bm; \quad (2.131)$$

$$P_2 = 207 \cdot 98,95 - 441,65 - 224 \cdot \left(\frac{98,95}{99368} \right)^2 = 19821,46 Bm.$$

ПӘК-і

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}, \quad (2.132)$$

$$\eta = \frac{19821,46}{22264} = 0,89.$$

Айналушы моменті

$$M = 9,57 \cdot 10^3 \frac{P_2}{n}, Hm; \quad (2.133)$$

$$M = 9,57 \cdot 10^3 \frac{22264}{3000} = 71 Hm.$$

2.14 Жылулық әсерге есептеу жүргізу

Жылулық есептеулер негізінде машинаның жылулық әсерін арықтау үшін және машинаның бөлшектерінің қаншалықты қызатынын анықтау үшін қажет.

Машинаның жылулық әсерін бағалу үшін ең алғашқы оның кедергілерінің оқшаулағыш класына байланысты температураларын есептеп алу керек.

Орама есептік кедергілері табу.

$$R_{op.} = 1,15 \cdot R_{з.н}, Ом; \quad (2.134)$$

$$R_{op} = 0,061 \cdot 1,15 = 0,07 Ом .$$

$$R_{к.оп} = 1,15 \cdot R_{н.оп}, Ом; \quad (2.135)$$

$$R_{к.оп} = 1,15 \cdot 0,05 = 0,06 Ом .$$

$$R_{\sigma} = 1,15 \cdot R_{н.\sigma}, Ом \quad (2.136)$$

$$R_{\sigma} = 1,15 \cdot 89,43 = 103 Ом .$$

Орама шығындары

$$P_{op.ш} = I_n^2 \cdot R_{op}, Вт; \quad (2.137)$$

$$P_{op.ш} = 98,95^2 \cdot 0,07 = 685,4 Вт .$$

$$P_{к.оп} = I_n^2 \cdot R_{к.оп}, Вт; \quad (2.138)$$

$$P_{к.оп} = 98,95^2 \cdot 0,06 = 587,5 Вт .$$

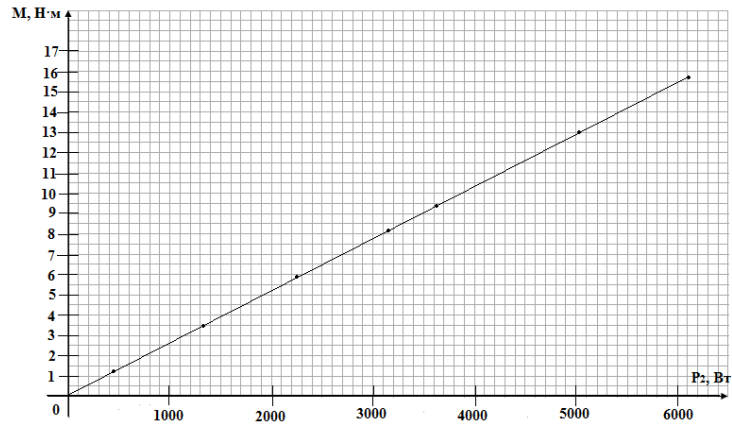
$$P_{\sigma} = I_{\sigma}^2 \cdot R_{\sigma}, Вт; \quad (2.139)$$

$$P_{\sigma} = 2,24^2 \cdot 103 = 516,8 Вт .$$

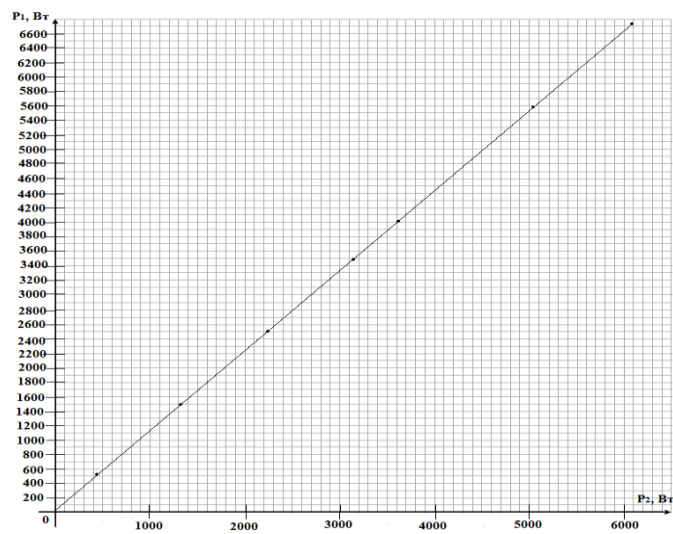
Зәкір сыртынан жылу бергіш коэффициент $\alpha_a = 68 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$ (2.13-суретте).

2.6 кесте – Қозғалтқыш жұмыс сипаттамаларының есептік мәні

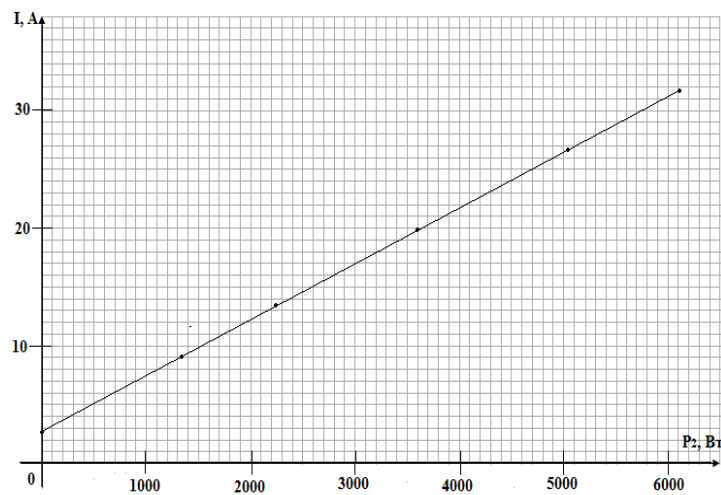
I_6, A	I_3, A	E, B	$\Phi_\delta, B\bar{b}$	$n, \text{ айн/мин}$	$P_2, B\Gamma$	$M, H\cdot m$	I, A	$P_I, B\Gamma$	η
2,24	1,4	217,6	$1,21 \cdot 10^{-2}$	3009	465,5	1,2	2,98	510	0,71
2,24	6,3	216,05	$1,19 \cdot 10^{-2}$	2899	1303,5	3,5	9,1	1490	0,81
2,24	11,7	214,4	$1,19 \cdot 10^{-2}$	2902	2282,3	5,8	13,5	2500	0,83
2,24	16,2	212,98	$1,18 \cdot 10^{-2}$	2900	3171,96	8,2	19,8	3488	0,86
2,24	19,4	211,97	$1,17 \cdot 10^{-2}$	2887	3608,4	9,4	20,98	4000	0,87
2,24	24,8	210,3	$1,16 \cdot 10^{-2}$	2882	5052,96	12,9	26,7	5590	0,88
2,24	28,9	209,04	$1,16 \cdot 10^{-2}$	2881	6106,1	15,6	30,5	6710	0,91



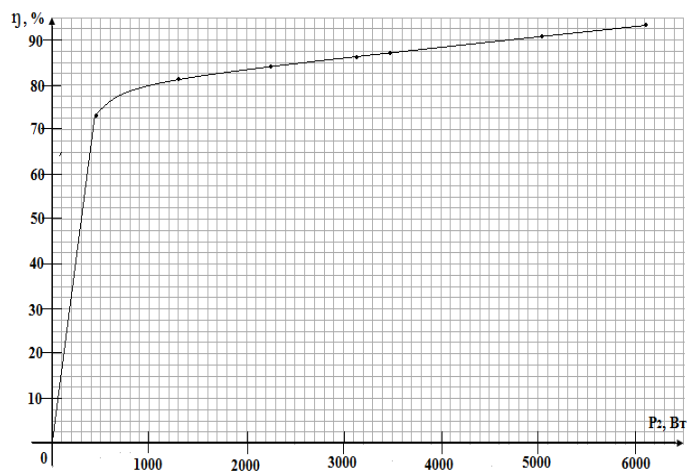
2.8 сурет – Қозғалтқыштың жұмыстық сипаттамасы ($M=f(P_2)$)



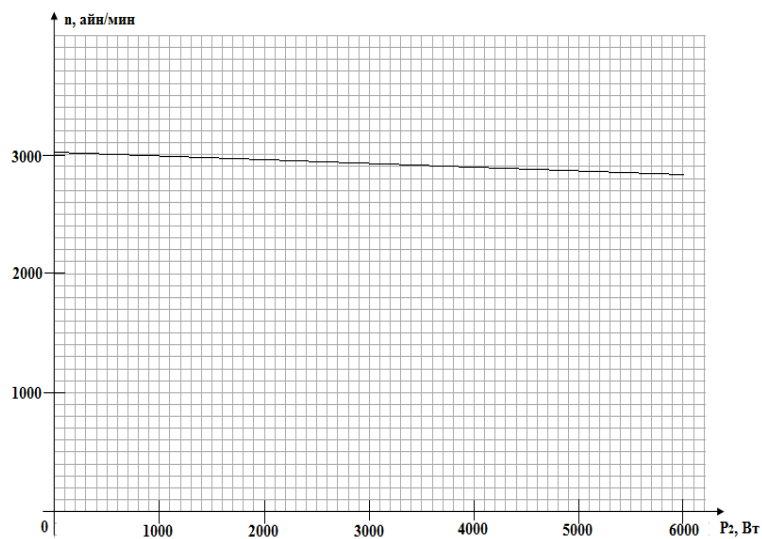
2.9 сурет – Қозғалтқыштың жұмыстық сипаттамасы ($P_1=f(P_2)$)



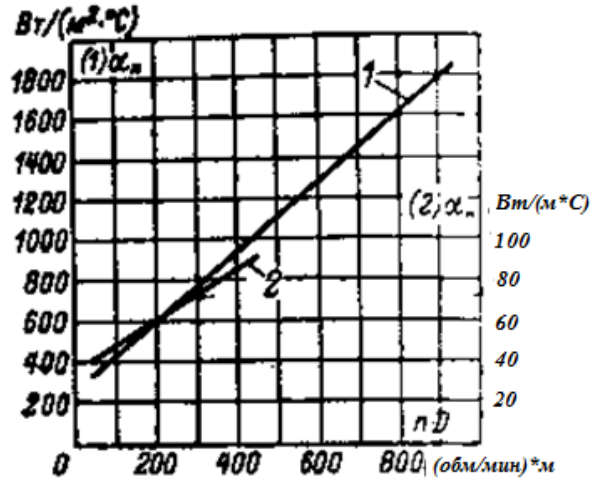
2.10 сурет – Қозғалтқыштың жұмыстық сипаттамасы ($I=f(P_2)$)



2.11 сурет – Қозғалтқыштың жұмыстық сипаттамасы ($\eta=f(P_2)$)



2.12 сурет – Қозғалтқыштың жұмыстық сипаттамасы ($n=f(P_2)$)



2.13 сурет – Орындалуы мен машинаның салқындатылу түріне байланысты қыздыру коэффициентінің минималды мәндері (1- IP22 (IC01, IC37), IP44, IC37 $D_H < 0,6$ м кезінде, 2- IP44, IC0141 $D_H < 0,22$ кезінде)

Зәкірдің салқындатылған бөлігінде температураның жоғарылауы

$$\Delta \vartheta_a = \frac{P_3 \left(\frac{2l_\delta}{l_{acr}} \right) + \sum P_{c.T}}{\pi D l_a \alpha_a}, ^\circ C; \quad (2.140)$$

$$\Delta \vartheta_a = \frac{685 \cdot \left(\frac{2 \cdot 0,15}{0,752} \right) + 86}{3,14 \cdot 0,16 \cdot 0,15 \cdot 68} = 68,9^\circ C.$$

Зәкір орамасының паза бөлігін оқшаулау кезіндегі температураның түсуі:

$$\vartheta_{n.окш} = \frac{P_3 \left(\frac{2l_\delta}{l_{з.оп}} \right)}{Z \Pi_n l_\delta} \left(\frac{r_1 + r_2}{8\lambda'_{эке}} + \frac{b_{окш}}{\lambda_{эке}} \right), ^\circ C; \quad (2.141)$$

$$\vartheta_{n.окш} = \frac{685 \cdot \left(\frac{2 \cdot 0,15}{0,752} \right)}{43 \cdot 57,75 \cdot 10^{-2} \cdot 0,15} \cdot \left(\frac{(3,13 + 1,56) \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 1,4} + \frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{0,16} \right) = 2,59^\circ C.$$

$$\Pi_n = \pi(r_1 + r_2) + 2h_1, м \quad (2.142)$$

$$\Pi_n = 3,14 \cdot (3,13 + 1,56) \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 21,51 \cdot 10^{-3} = 57,75 \cdot 10^{-3} м.$$

Бұл жердегі $\lambda'_{\text{экс}} = 1,4 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{°C}$; $\lambda_{\text{экс}} = 0,16 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{°C}$.

Зәкір орамасының түзу бөлігінің бетін салқындатқандағы температурасының көтерілуі.

$$\Delta \mathcal{G}_{\text{бет}} = \frac{P_3 \left(1 - \frac{2l_\delta}{l_{\text{ор.з}}} \right)}{2\pi D l_\sigma \alpha_\lambda}, \text{C}; \quad (2.143)$$

$$\Delta \mathcal{G}_{\text{бет}} = \frac{685 \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot 0,15}{0,752} \right)}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,16 \cdot 52 \cdot 10^{-3} \cdot 120} = 66,65^\circ \text{C}.$$

мұнда $\alpha_\lambda = 120 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{°C}$ - зәкір орамасының түзу бетінің жылуды беру коэффициенті (2.14 суретте).

Зәкірден тура қарсы орамның бір бөлшектерінің ұшып шығуы

$$l_\sigma = 0,4 \cdot \tau, \text{м}; \quad (2.144)$$

$$l_\sigma = 0,4 \cdot 0,13 = 52 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Зәкір орамасының тура бөлігін оқшаулағандағы температураның түсуі

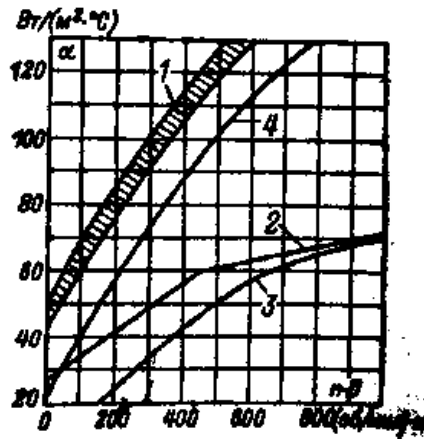
$$\Delta \mathcal{G}_{\text{оқи}} = \frac{P_3 \left(1 - \frac{2l_\delta}{l_{\text{ор.з}}} \right)}{2Z\Pi_\lambda} \left(\frac{h_n}{8\lambda'_{\text{экс}}} \right), \text{°C}; \quad (2.145)$$

$$\Delta \mathcal{G}_{\text{оқи}} = \frac{685 \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot 0,15}{0,752} \right)}{2 \cdot 43 \cdot 33,56 \cdot 10^{-3}} \cdot \left(\frac{27 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 1,4} \right) = 0,14^\circ \text{C}.$$

Бұл жерде

$$\Pi_\lambda = \left(1 + \frac{\pi}{2} \right) (r_1 + r_2) + h_1, \text{м} \quad (2.146)$$

$$\Pi_\lambda = \left(1 + \frac{\pi}{2} \right) \cdot (3,13 + 1,56) \cdot 10^{-3} + 21,51 \cdot 10^{-3} = 33,56 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$



- 1- IP22 және IP44 орындалулары үшін зәкір және алдыңғы бөліктер үшін, 2- қатарлап қоздыру мен қосалқы полюстер үшін, 3- компенсациялаушы орамаларының доғасы үшін, 4- ауалық саңылауға негізделген полюстің соңы

2.14 сурет – Аксиалды суыту кезінде сыртқы қабат жылу бергіштік коэффициенті

Салқындатылған ауа температурасы үстіндегі зәкір орамасының температурасының орташадан жоғарлауы.

$$\Delta \vartheta_{з.ор} = (\Delta \vartheta_a + \Delta \vartheta_{п.оки}) \frac{2l_{\delta}}{l_{з.ор}} + (\Delta \vartheta_{бет} + \Delta \vartheta_{оки}) \left(1 - \frac{2l_{\delta}}{l_{з.ор}}\right), ^\circ C; \quad (2.147)$$

$$\Delta \vartheta_{з.ор} = (68,9 + 2,59) \cdot \frac{2 \cdot 0,15}{0,752} + (66,65 + 0,14) \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot 0,15}{0,752}\right) = 68,62^\circ C.$$

Шығындардың суммасы.

$$\Sigma P' = \Sigma P - P_{нар} = \Sigma P - (P_{желедет} + P_{коз}), Вт; \quad (2.148)$$

$$\Sigma P' = 2264 - 0,1 \cdot (516,8 + 587,5) = 2154 Вт.$$

Қозғалтқыш шарттық бетін салқындату.

$$S_{салк} = \pi \cdot D_n (l_{\delta} + 2l_{юз}), м^2; \quad (2.149)$$

$$S_{салк} = 3,14 \cdot 310 \cdot 10^{-3} \cdot (0,15 + 2 \cdot 39 \cdot 10^{-3}) = 0,22 м^2.$$

мұнда

$$l_{юз} = 0,3 \cdot \tau, м \quad (2.150)$$

$$l_{\text{ыз}} = 0,3 \cdot 130 \cdot 10^{-3} = 39 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Қозғалтқыштың ішінде ауаның температурасының орташа көтерілуі.

$$\Delta \mathcal{G}_{\text{ауа}} = \frac{\sum P'}{S_{\text{салк}} \cdot \alpha_n}, ^\circ C; \quad (2.151)$$

$$\Delta \mathcal{G}_{\text{ауа}} = \frac{2154}{0,22 \cdot 1000} = 9,79^\circ C.$$

Салқындатылған ортаның үстіндегі зәкір орамасы температурасы орташа көтерілуі.

$$\Delta \mathcal{G}'_{3,op} = \Delta \mathcal{G}_{3,op} + \Delta \mathcal{G}_{\text{салк}}, ^\circ C, \quad (2.152)$$

$$\Delta \mathcal{G}'_{3,op} = 68,62 + 9,79 = 78,41^\circ C.$$

Машинаның ішінің ауа температурасы үстінде қоздыру орауыш сыртының бет жағы температурасының көтерілуі.

$$\Delta \mathcal{G}_{\text{бет}} = \frac{\Delta P'_{\text{жселд}}}{2p \cdot S_{\bar{o}} \cdot \alpha_{\bar{o}}}, ^\circ C; \quad (2.153)$$

$$\Delta \mathcal{G}_{\text{бет}} = \frac{0,9 \cdot 516,8}{4 \cdot 30,16 \cdot 10^{-3} \cdot 120} = 32,13^\circ C.$$

бұл жердегі

$$S_{\bar{o}} = l_{op,\bar{o}} \cdot \Pi_{\bar{o}}, \text{ м}^2 \quad (2.154)$$

$$S_{\bar{o}} = 464 \cdot 10^{-3} \cdot 65 \cdot 10^{-3} = 30,16 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

Өзекшені оқшаулағандағы температура көтерілуі.

$$\Delta \mathcal{G}_{\text{оки}} = \frac{kP'_{\text{жселд}}}{2pS_{\bar{o}}} \left(\frac{b_{op}}{8\lambda'_{\text{экв}}} + \frac{b_{оки}}{\lambda_{\text{экв}}} \right), ^\circ C; \quad (2.155)$$

$$\Delta \mathcal{G}_{\text{оки}} = \frac{0,9 \cdot 516,8}{4 \cdot 30,16 \cdot 10^{-3}} \cdot \left(\frac{22 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 1,4} + \frac{0,2 \cdot 10^{-3}}{0,16} \right) = 12,35^\circ C.$$

Қоздыру орамы температурасы салқындату ортасына байланысты жоғарлауы.

$$\Delta \vartheta_{ор.желед} = \Delta \vartheta_{п.желед} + \Delta \vartheta_{окии} + \Delta \vartheta_{ауа}, ^{\circ}C; \quad (2.156)$$

$$\Delta \vartheta_{ор.желед} = 9,79 + 32,13 + 12,35 = 54,27^{\circ}C .$$

Қосымша полюстің сыртқы температурасы машина ішіндегі ауаға байланысты жоғарылауы

$$\Delta \vartheta_{кос.п} = \frac{k \cdot P'_{желед}}{2p \cdot S_{кос} \cdot \alpha_{кос}}, ^{\circ}C; \quad (2.157)$$

$$\Delta \vartheta_{кос.п} = \frac{0,9 \cdot 587,5}{4 \cdot 23,15 \cdot 100} = 57,1^{\circ}C .$$

мұнда $\alpha_{кос} = 100 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ (2.10- суретте бейнеленген), ал

$$S_{кос} = l_{ор} \cdot \Pi_{кос}, \text{м}^2; \quad (2.158)$$

$$S_{кос} = 463 \cdot 10^{-3} \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 23,15 \text{м}^2 .$$

Қосымша полюстің катушкасында оқшаулағыш температурасының төмендеуі.

$$\Delta \vartheta_{кос} = \frac{P'_{желед}}{2pS_{кос}} \cdot \frac{b_{кос}}{2\lambda'_{эвб}}, ^{\circ}C; \quad (2.159)$$

$$\Delta \vartheta_{кос} = \frac{0,9 \cdot 587,5}{4 \cdot 23,15 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{15,6 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 1,4} = 7,94^{\circ}C .$$

Қосымша полюстің орамдары температурасы салқындатқыштың қоршаған орта температурасына байланысты жоғарлауы.

$$\Delta \vartheta_{кос} = \Delta \vartheta_{кос.п} + \Delta \vartheta_{кос} + \Delta \vartheta_{ауа}, ^{\circ}C; \quad (2.160)$$

$$\Delta \vartheta_{кос} = 57,1 + 7,94 + 9,79 = 74,83^{\circ}C .$$

Коллектордың сыртқы бөліктің температурасы қозғалтқыштың ішіндегі ауа температурасына байланысты орташа көтерілу мәнін табамыз.

$$\Delta \vartheta_{к} = \frac{P_{ш} + P_{к.ш}}{S_{к} \alpha_{к}}, ^{\circ}C; \quad (2.161)$$

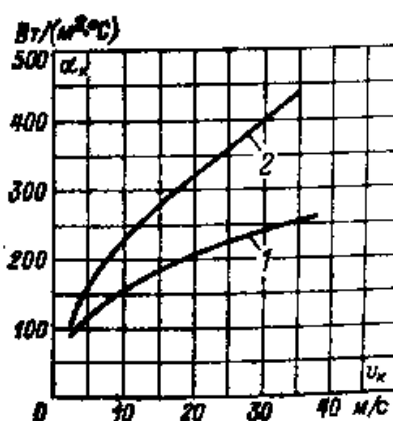
$$\Delta g_{\kappa} = \frac{199,36 + 117,78}{22,77 \cdot 10^{-3} \cdot 200} = 69,63^{\circ} \text{C}.$$

бұл жерде

$$S_{\kappa} = \pi \cdot D_{\kappa} \cdot L_{\kappa}, \text{ м}^2; \quad (2.162)$$

$$S_{\kappa} = 3,14 \cdot 58 \cdot 10^{-3} \cdot 0,125 = 22,77 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

бұл жерде α_{κ} - коллектордың сыртынан жылуды беру коэффициенті және ол 150-ге тең деп аламыз (2.15 сурет).



(1- аксиалды каналы жоқ, 2- аксиалды каналы бар)

2.15 сурет – Коллектор сыртының жылуды бергіштік коэффициент

2.15 Желдеткішті есептеу

Жобаланған қозғалтқыш центрден қозғаушы үлгіде орындалған вентиляторлы аксиалды жүйеде өздігінен желдету желдеткіш бар қозғалтқыш болып табылады.

Салқындатылған ауаның керек саны

$$Q_{\text{ауа}} = \frac{\sum P'}{1100 \Delta g'_{\text{ауа}}}, \text{ м}^2; \quad (2.163)$$

$$Q_{\text{ауа}} = \frac{2154}{1100 \cdot 19,58} = 0,1 \text{ м}^2.$$

бұл жерде $\Delta g'_{\text{ауа}}$ - ауа температурасы жоғарылауы кезінде; $\sum P'$ - шығындардың қосындысы;

$$\Delta g_{\text{аға}}^1 \approx 2\Delta g_{\text{аға}}, ^\circ\text{C}; \quad (2.164)$$

$$\Delta g_{\text{аға}}^1 = 2 \cdot 9,79 = 19,58^\circ\text{C}.$$

Сыртқа тебуші желдеткіш сыртынын диаметрін $0,9 d_c$ деп аламыз (бұл жерде $d_{\text{ішкі}}$ - тұғырдың ішкі диаметрі)

$$D_2 = 0,9 \cdot d_{\text{ішкі}}, \text{ м}; \quad (2.165)$$

$$D_2 = 0,9 \cdot 279 \cdot 10^{-3} = 251,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Желдеткіш айналасындағы жылдамдық (сыртының диаметрі бойынша)

$$u_2 = \frac{\pi \cdot D_{2\text{с}} \cdot n}{60}, \text{ м/с}; \quad (2.166)$$

$$u_2 = \frac{3,14 \cdot 251,1 \cdot 10^{-3} \cdot 3000}{60} = 39,42 \text{ м/с}.$$

Желдеткіштің доңғалағының ішінің диаметрі

$$D_{\text{ішкі}} = (1,25 \div 1,3) D, \text{ м}; \quad (2.167)$$

$$D_{\text{ішкі}} = 1,3 \cdot 0,16 = 0,208 \text{ м}.$$

Желдеткіш айналасындағы жылдамдығы (ішкі диаметр бойынша)

$$u_1 = \frac{\pi \cdot D_{\text{ішкі}} \cdot n}{60}, \text{ м/с}; \quad (2.168)$$

$$u_1 = \frac{3,14 \cdot 0,208 \cdot 3000}{60} = 32,66 \text{ м/с}.$$

Желдеткіш күрекше ені

$$b_{\text{желед.к.}} = (0,12 \div 0,15) D_{2\text{желед}}, \text{ м}; \quad (2.169)$$

$$b_{\text{желед.к.}} = 0,15 \cdot 251,1 \cdot 10^{-3} = 37,67 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Күрекшенің санын $N_n = 17$ деп қабылдаймыз.

Бос жүрістің уақытадағы желдеткіштің қимасы

$$H_o = \eta_{ao} \rho (u_2^2 - u_1^2), \text{Па} \quad (2.170)$$

$$H_o = 0,6 \cdot 1,23 \cdot (39,4^2 - 32,66^2) = 358,43 \text{Па}.$$

бұл жерде $\eta_{ao} = 0,6$ - бос жүрістің уақытында желдеткіштің аэродинамикалық ПЭК-і.

Қысқа тұйықталу кезінде ауаның максимальды мүмкін болатын саны.

$$Q_{\text{желд. max}} = 0,42 \cdot u_2 \cdot S_2, \text{м}^3 / \text{с}; \quad (2.171)$$

$$Q_{\text{желд. max}} = 0,42 \cdot 39,44 \cdot 0,027 = 0,447 \text{м}^3 / \text{с}.$$

бұл жерде S_2 - желдеткіштің кіріс қимасы, ол келесі өрнек арқылы анықталады:

$$S_2 = 0,92 \cdot \pi \cdot D_{2\text{желд}} \cdot b, \text{м}^2; \quad (2.172)$$

$$S_2 = 0,92 \cdot 3,14 \cdot 251,1 \cdot 10^{-3} \cdot 38 \cdot 10^{-3} = 0,027 \text{м}^2.$$

Машинаның желдеткіш жүйесі аэродинамикалық кедергісі

$$Z = 14 \cdot 10^3 \text{Па} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^6.$$

Ауаның ақиқатының қысымы

$$Q_{\text{ауа}} = Q_{\text{желд. max}} \sqrt{H_o / H_o + Z \cdot Q_{\text{желд. max}}}, \text{м}^3 / \text{с} \quad (2.173)$$

$$Q_{\text{ауа}} = 0,447 \cdot \sqrt{358,43 / 358,43 + 14 \cdot 10^3 \cdot 0,143} = 0,14 \text{м}^3 / \text{с}.$$

Желдеткіштің ақиқаттық қысымы

$$H = \frac{H_o \cdot Z \cdot Q_{\text{желд. max}}^2}{H_o + Z Q_{\text{желд. max}}^2}, \text{Па} \quad (2.174)$$

$$H = \frac{358,43 \cdot 14 \cdot 10^3 \cdot 0,447^2}{358,43 + 14 \cdot 10^3 \cdot 0,447^2} = 317,72 \text{Па}.$$

Желдеткіштің пайдаланатын қуаты

$$P_{\text{желд}} = \frac{H \cdot Q_{\text{ауа}}^2}{\eta_{\text{э}}}, \text{Вт}; \quad (2.175)$$

$$P_{\text{желд}} = \frac{358,43 \cdot 0,14}{0,2} = 251 \text{Вт}.$$

бұл жерде $\eta_{\text{э}}$ - желдеткіш ПӘК- і; $\eta_{\text{э}} = 0,18 \div 0,2$; $\eta_{\text{э}} = 0,2$.

Желдетудегі және мойынтіректегі қуаттың шығыны

$$P_{\text{желд}} + P_{\text{м/т}} = 210 \text{Вт}.$$

Желдетудегі және мойынтіректегі қуаттың шығынын нақтылаумен қоса номинал ПӘК:

$$\eta_{\text{н}} = \frac{P_{\text{н}}}{P_{\text{н}} + \sum P} \cdot 100, \% \quad (2.176)$$

$$\eta_{\text{н}} = \frac{10000}{22264} \cdot 100 = 89,83 \%.$$

3 Арнайы бөлім

3.1 Тұрақты ток қозғалтқыш үшін магнит дірілін есептеулер

Қоздырушы магнит күштерінің жиілігі

$$f = \frac{Z \cdot n_{\text{н}}}{60}, \text{Гц}; \quad (3.1)$$

$$f = \frac{43 \cdot 3000}{60} = 2150 \text{Гц}.$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f, \text{с}^{-1} \quad (3.2)$$

$$\omega = 2 \cdot 3,14 \cdot 2150 = 13502 \text{с}^{-1}.$$

Полюстің бөлуіндегі және полюстің доғасындағы бөліктердің саны.

$$\frac{Z}{2 \cdot p} = \frac{43}{2 \cdot 1} = 21,5; \quad \alpha = \frac{b_p}{t_1} = \frac{8,2}{1,17} = 7. \quad (3.3)$$

$\alpha = 7$ кезінде ию моментінен $r=2$ толқынның саны тербелісті тудырады.

Меншікті қоздыру күштері

$$m_{\Gamma} = 40 \cdot B_{\sigma}^2 \cdot \varepsilon \cdot b_p \cdot f_m(\alpha), H \cdot \text{см}; \quad (3.4)$$

$$m_{\Gamma} = 40 \cdot 0,73^2 \cdot (1,23 - 1) \cdot 8,2 \cdot 4,3 \cdot 10^{-2} = 1,72 \text{ Н} \cdot \text{см}.$$

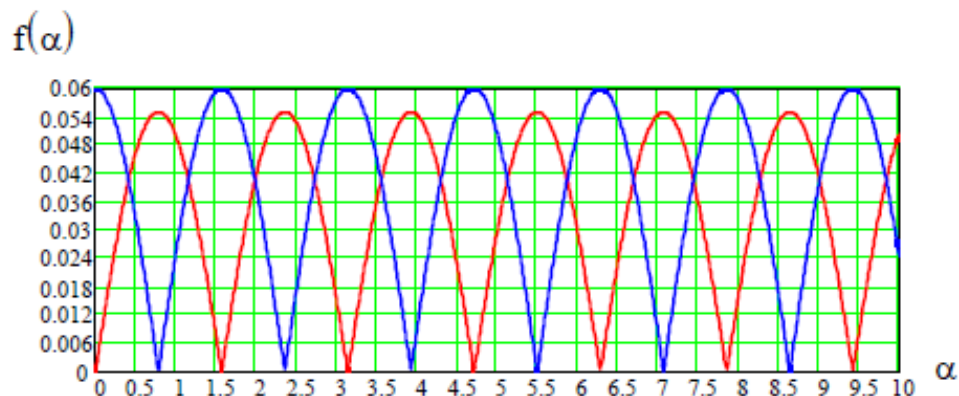
Эквивалент радиальды күш

$$p_{\text{эк}} = \frac{\frac{1,72}{29,4}}{\left[\frac{2^2 - 1}{2} \right]} = 3,9 \cdot 10^{-2} \text{ Н/см}^2. \quad (3.5)$$

Радиальдық күш

$$p_{\Gamma} = 80 \cdot B_{\sigma}^2 \cdot \varepsilon \cdot f_m(\alpha), H / \text{см}^2;$$

$$p_{\Gamma} = 80 \cdot 0,73^2 \cdot 0,23 \cdot 3,5 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{16,82}{29,4} = 19,63 \cdot 10^{-2} \text{ Н/см}^2. \quad (3.6)$$



бұл жерде $f(\alpha) = 3,5 \cdot 10^{-2}$ -ге тең.

Механикалық жалпы кедергі

$$z_{,m} = 7030 \cdot 10,7 \cdot 10^{-4} - \frac{1}{7030 \cdot 2 \cdot 10^{-3}} = 7,4 \text{ Н} \cdot \text{с/см}. \quad (3.7)$$

бұл жерде $\lambda = 2 \cdot 10^{-3}$ - ге см/Н, ал

$$m = m_p + 2 \cdot k \cdot m_j, \text{ кг} \quad (3.8)$$

$$m = 3,5 \cdot 10^{-2} + 2 \cdot 0,9 \cdot 4 \cdot 10^{-2} = 10,7 \cdot 10^{-2} \text{ кг.}$$

бұл жерде $k = 0,9$ тең.

Дірілдің деңгейі:

а) ию моменті

$$y_u = \frac{3,9 \cdot 10^{-2}}{7,4 \cdot \sqrt{2}} = 0,4 \cdot 10^{-2} \text{ см/с}, \quad (3.9)$$

в) радиальды күш

$$y_p = \frac{19,63 \cdot 10^{-2}}{7,4 \cdot \sqrt{2}} = 1,88 \cdot 10^{-2}, \quad (3.10)$$

Қорытынды діріл

$$y = \sqrt{(0,4 \cdot 10^{-2})^2 + (1,88 \cdot 10^{-2})^2} = 1,92 \cdot 10^{-2} \text{ см/с.} \quad (3.11)$$

4 Өмір тіршілік қауіпсіздігі

4.1 Электрлі жетектерді пайдалану кезіндегі техникалық қауіпсіздік ережелері

Мен өзімнің диплом жұмысымда тұрақты ток электрлік қозғалтқышты жобалау-есептеу жұмыстарын жасадым. Тұрақты ток қозғалтқыш зауыттары, крандар, және т.б. қолданылды. Берілген жұмыста электрлік қозғалтқышын тау кен-металлургиялық комбинатында экскаваторлар үшін есептелді. Төменде электрлік қозғалтқышты, экскаваторларды іске қосқанда техника қауіпсіздігін қарастырдым.

Экскаватордың жүргізушісі жер қазатын техниканы басқарады және, сол ғимаратарды, жол және өзгеде құрылыс іргетас грунтын қазуға арналған. Жүргізуші арнайы өндіріс операциялармен қатар (топырақ ожауды толтыру, көтеру және ожауды түсіру, ожаудың түсуін, жебенің бұрылысы, экскаватордың ауысуын) машинаның техникалық байқауын, оңай жөнделуін, жасалған жұмысының көлемін, жанар-жағармай шығыны ескерілді.

Экскаваторшының классификациясында (4-бдәрежеге ие болды) 0,15 текшеден (4-дәреже) 4 текшеге (6-дәреже) түрлі өлшемдегі бір ожаулы және роторлы экскаватордың жұмысын орындайды. Өндірістік операциялардың

орындалу қиындықтары, жасалатын топырақ құрамымен күйіне, түрлі жұмыс қалыбын, көру және есту кернеуімен (жүргізуші қозғалтықыштың механизміндегі ауытқуды сонымен қатар топырақты жүктеуі дайын болғандығын, дыбыс арқылы аңғарады).

Бұл мамандық ер адмарға арналған, өйткені көп күш талап етіледі. Пайдалы жұмыс жасау үшін қажетті денсаулық пен күш, шыдамдылық, көру, есту қабілеттері жоғары болу, шапшаңдық пен көзбен мөлшерлеу қабілетнің дәл болуы, жақсы танғыштық, техникаға ептілік болу қажет.

Жекеленген немесе кешенді топ құрамында екі ауысымда жұмыс жасалады. Иссапарлар болуы ықтимал.

Жүргізушісінің денсаулығына жоғары деңгейдегі шу, қоршаған ортадағы газдылық, мәжбүр жұмыс қалпыда теріс әсерін тигізеді, сол себепті мамандық бойынша оқыту мен қатар жұмысқа қабылдаудың шектеулері болады: буын, асқазан және омыртқа аурулары(полиартрит, остеохондроз, тамырдың кеңеуі, тромбофлебит), өкпе қабынуы, сонымен қатар бастың айналуы мен есінен тануы. Денсаулық жарамдылығын тексеру үшін арнайы дәрігерлік тексерулерден өту керек.

Жүргізуші физика яғни (электротехника), геометрия, география піндерінен білімі болуы тиіс. Ол жұмыс жасалатын экскаватордың және оның қажетті құрылғылардың техникалық сипаттамалары және жұмыс жасау принципін, ақаулардың пайда болуын және оны түзету тәсілдерін, өз аумағының геологиялық сипаттамасын, өткелдің физика-механикалық қасиетін, көпір, теміржол, жыра арқылы өту ережелерін білуі қажет. Сонымен қатар слесарлық істері жөнінде хабардар болуы тиіс. Экскаватор жүргізушісі топырақтың құрамын, күйін, экскаватор тұрақтайтын орынды, сыртқы пішініне қарап топырақты бағалай білуі, экскаваторды жүргізіп, оны жөндей білуі керек.

Экскаватор жүргізушісі өзі үйренген техникамен жұмыс істеуге рұқсат алады. Жүргізушісіне берілген рұқсат қағазында оның қай түрдегі экскаваторға рұқсат алғандығы жайлы көрсетілуі керек.

Экскаватор жүргізушісі білуі қажет ережелер:

Кран жабдығымен жұмыс жасағанда:

Кран немесе грейфер техникасымен жұмыс істеуе арналған экскаваторлар мемлекеттік геотехнадзор құрылымндағы тіркелуге жатады. Бұл экскаваторларды қадағалау органдарынан рұқсат берілгеннен соң ғана жинақтау мен тиеу-түсіру жұмыстарына рұқсат етіледі.

Жүргізушілер, олардың көмекшілері, монтерлар, слесарлер, матаушы және илушілер, кәсіпорынның басшылығымен ұйымдастырылған білікті қадағалаушылармен бағдарламаға сай үйретілуі сонымен қатар аттестатаудан өтуі керек. Жұмысқа кәсіпорынның бұйрығы қарай, үйретілгені туралы куәлігін алғаннан соң рұқсат беріледі.

Жүргізуші сигналдардың белгіленуін, көтерілетін жүк салмағын, салмақ үшін жебенің ықтималды ұшып шығуын көрсеткіш бойынан аспауын білуі керек.

Кран жабдығы бар бірнеше экскаваторлардың ауыр жүгін көтеру жекеленген жағдайларында рұқсат етіледі, бірақ инженер-техника қызметкерлері тікелей жауапты.

Экскаваторлардың жұмысының қауіпсіздік ережелері

Жұмыс жасар алдында:

1. Экскаватордың жұмысының аумағында жер асты байланыстарының жоқтығына көз жеткізу қажет. Байланыстар болған жағдайда оны көрсеткіштермен белгілеу қажет.

2. Түнгі жұмыс уақытында экскаватор мен жер асты жолдардың жұмыс аймағы жақсы жарықтандырылуы тиіс.

3. Елді-мекендерде экскаватордың жұмыс аймағы қоршалуы тиіс.

4. Машинаның толық жарамдылығына көзу керек.

5. Экскаватордың белгіленген орнында барлық керекті құралдар тұруы тиіс. Бөгде заттар алынып тасталуы керек.

6. Барлық айналым бөлшектері мен тетіктердің қоршауларын тексеру керек. Қоршаусыз жұмыс істеуге тиым салынған!

7. Өрт сөндіргіш құралдардың бар екенін тексеру керек.

8. Қозғалтқыштың түсуі кезінде атап өткен барлық қауіпсіздік шараларын сақтау керек.

Жұмыс уақытында мыналарды білу қажет:

1. Жұмысты бастар алдында ескерту сигналын беру керек.

2. Жұмыс жасау барысында экскаватор тегіс жерде орнылысуы керек.

3. Желді доңғалақты жабдықты экскаватор бульдозердің қайырмасы болса, шығыңқы тірек топыраққа қондырылуы керек.

4. Биік қоршауларды құру кезінде жоғарыда орналасқан ірі тастарды алу керек.

5. Автокөліктің құрал-жабдықтарының орнын ауыстыруды экскаватор машинисының сигнал беруімен ғана басталау қажет.

6. Жару жұмыстары кезінде экскаваторды қауіпті жерге орналастырып, қызмет көрсетушілерді сыртқа шығару керек.

7. Экскаватор тоқтаған кезде ожауды топыраққа түсіріп, және оны шаңнан тазарту керек.

8. Экскаватордың жұмысы барысында ақаулар болған кезде, шұғыл түрде жұмысты тоқтатып, қозғалтқышты жөндеуге дейін өшіріп қою қажет.

Тиым салынады:

1. Жұмыс уақытында экскаватор ішінде бөтен адамның болмауы тиіс.
 2. Экскаватордың жұмыс аумағында болуға, жұмыс аумағы экскаватордың кеңістік айналасы болып табылады, ол жерде тек жоғарғы ожауы орналасқан.
 3. Қозғалқыш жұмысы кезінде бөлшектерін бекіту, сонымен қатар оларды тар жерде қарастыру.
 4. Тежеуіш және жүкшығардың жалғастырғышын тұрғызылған ожауды реттеу.
 5. Экскаваторды топырақтың сырғып түсуі зонасында немесе жұмыс істеу топырақ “күнқағармен” асына қою керек.
 6. Жүктелген ожауды автомашина үстімен өткізу. Егер машина кабинасы қорғалмаған болса, онда жүргізуші жүктеудің кезінде қауіпсіз жерде болуы қажет.
 7. Ожаудың тереңдетілген топырақ кезінде тұғырды бұру.
 8. Түнгі ауысымда әлсіз жарықта, толық толтырылмаған маймен, сумен және су жүйесінде сұйықтықпен жұмыс жасау.
 9. Жұмыс істеу қозғалтқышы бар экскаваторды қараусыз тастап кету.
 10. Машинист және оның көмекшісінің жұмыстарын қауіпсіз жүргізу үшін жұмыс орнында қауіпсіздік техника ережелерін қатал сақтау керек және экскаватор жұмысына ықпал ететін жағдайларды білуі қажет.
- Ережені бұзу экскаватор жұмыс істеп жатқан жерде оқыс оқиғаларға алып келуі мүмкін.

Жалпы ережелер

1. Жер жұмыстарының алдында жер асты байланыстары жоқтығы туралы мәлімеі алынуы керек. Мұндай байланыстар бар болу белгісімен белгіленуі керек.
2. Кешкі және түнгі уақытта экскаватор жұмыс жасайтын аймақта топырақты түсіретін және кіру жолдары жарықиандырылуы тиіс.
3. Елді мекенде экскаватор жұмыс жасайтын аймақты қоршау керек және ескертілген жазулары бар қалқандар орнату керек. Қоршаулар түнгі уақытта жарықтандырылуы керек.
4. Экскаваторға жұмысқа квалификацияға сай келмейтін және техника қауіпсіздігі нұсқаулығынан өтпегендер жіберілмейді. Сынақтан өтушілер шебердің тікелей бақылауымен өткізеді.
5. Экскаватор жүргізушісі қозғалтқышты жіберуін алдында машинаны толығымен қарап шығуға және оның толық жарамды екеніне көз жеткізуі тиіс. Мұндай жағдайда экскаватор жұмысқа жіберілмейді. Машинаның ақауы туралы ақпаратты кәсіпорынның әкімшілігіне жеткізу керек, әйтпесе бұл апатқа әкеліп соқтыруы мүмкін.

6. Эскаваторда тазалық сақталуы тиіс және әр құрал өз орнында сақталуы тиіс. Бөтен заттар бұрылатын тұғырларда апат шақыруы мүмкін.

7. Барлық айналатын бөлшектер – тісті дөңгелектер, тізбекті берілістер, сермер және т.б. – қаптамамен арашалануы керек. Қаптамасыз тетіктер әрекетке жіберуге рұқсат етілмейді.

8. Қозғалқышты жүргізу бұрын жүргізуші ескерту сигналын беруі керек.

Эскаватордың орнын ауыстырғанда:

1. Эскаватордың орнын ауыстырғанда оның жебесі қозғалыс осі бойынша қатал орнатылуы керек, ал ожауы жерден 1-метрден аспайтын биіктікте қондырылады.

2. Толтырылған ожаумен орын ауыстыруға тыйым салынады.

3. Шынжыртабан эскаватор алдыңғы доңғалақтарымен орын алмастырады.

4. Эскаватор теміржол өткелдері мен көпірлерде өтуге тиісті рұқсат алғаннан кейін жүргізіледі.

5. Эскаватор алын ала жатқызылған шпалдар, брусельер немесе қалқандар бойымен ауыстырылады.

6. Егер өткізгіштер арасындағы және эскаватордың жоғарғы бөлігімен арақашықтығы 2 м болса, онда жоғарғы вольтты электр желісінің өткізгіштерінің астынан эскаватордың өтуі рұқсат етіледі. Бұл қашықтық электр берілісі желі берілетін кернеу байланысты дәлірек орнатады.

7. Эскаватор көлбеуде ең төменгі жылдамдықпен жылжуы керек.

4.2 Электр қауіпсіздігі. Қорғаныстық жерге қосуды есептеу

Адамдарды электрлік қондырғыларының тоқ жүрмейтін бөліктеріне түйісуден қорғау кезінде қорғаныстың жерге қосу және жерлеу қолданылады.

Қорғаныстық жерге қосу деп, кернеу астында қалуы мүмкін болған электр қондырғысының металды бөліктерін жерлендіруді айтамыз. Қорғаныстық жерге қосуды машина корпусының, аспаптардың, электр инструменттерінің, каркас, щит, пульт және шкафтардың металды корпустарына, сонымен бірге кабелдік муфталар, электр сымның болаттан жасалған трубаларының металды бөліктерінде жүргізіледі.

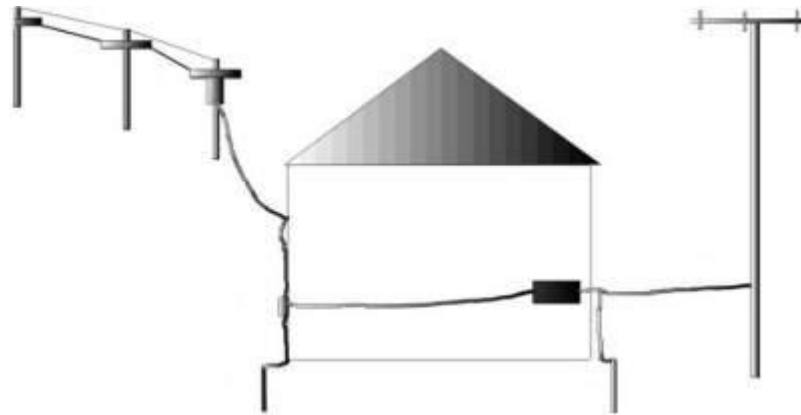
Қорғанысты жерге қосудағы мақсат, ол корпус пен жер арасындағы кернеуді, яғни түйісу кернеуін және де адам денесімен жүретін тоқ шамасын қауіпсіз шамаға дейін азайту болып табылады.

Жерлеу құрылғысы жерге қосқыштан және жерге қосу сымдарынан тұрады (4.2 –сурет).

Жерге түйістіргіштер табиғи және жасанды болуы ықтимал.

Табиғи жерге түйістіргіш ретінде ғимараттарды жерге түйіскен тоқ өткізетін бөліктерін, су және басқада құбырларды, кабельдің қорғаныс қабатын жаратуға болады. Бірақ табиғи жерге түйістіргіш ретінде газды және басқада жарылғыш заттар жүретін құбырларды жаратуға тыйым салынады.

Жерге түйістіретін сымдар қосылған және қосылмаған болуы ықтимал. Егер жерге түйісетін сымдар ретінде мысты сымын пайдаланатын болсақ, оның қимасының ауданы 4 мм^2 ден аз болмауы тиіс, ал алюминийде -6 мм^2 болуы тиіс.



4.2 сурет - Қорғаныстық жерге қосу құрылғысының сұлбасы

Қорғанысты жерге түйістіру құрылғысының техникалық жағдайларын білу үшін оларды мезгілімен бақылап кедергісін қадағалап тұру керек. Кәсіпорындарында қорғанысты жерге түйістіру құрылғыларының кедергісін өлшеп тұру жылына 2-3 рет жүргізілуі тиіс: жаз мезгілінде (жер кепкен кезде), қыс мезгілінде (жер қатқан кезде). Электр станциялардағы бақылау әр жыл сайын, ал ауа және кабель желілерінде найзағайдың болуы мерзімінің алдында (сәуір-мамыр айында) жүргізіліп отырады.

Жердің меншікті кедергісін өлшеу әдісі болып сыналатын электроттың әдісімен есептелінеді. Түйістіргі ұзындығы 5м, диаметрі 12мм, $40 \cdot 4 \text{ мм}^2$ болаты жолақтармен байланыстырылған өзекшелерді есептеу үшін арналған. Өлшеу, жазғы уақытта жүзеге асырылады. Орта шамамен жердің меншікті кедергісі (еселіктерді есептеусіз) $\rho_{\text{өлш}} = 110 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ -ға тең болып табылады.

Жердің қатуын есептеу үшін электроттарда $k_k = 1,35$, ұзындығы 5м деп аламыз. Сонымен қатар еселіктерді өлшеу кезінде жер күйі ескерілу қажет. Өлшеу барысында жер құрғақ және жауын-шашын мөлшері тиісті мөлшерден төмен екенін анықтайды: $k_{\text{ж.ш}} = 0,95$ делінген.

Тік электродтар үшін жердің меншікті кедергісін есептеу қажет:

$$R_{\text{есептік}} = k_k \cdot k_{\text{ж.ш}} \cdot k_{\text{өлш}} = 1,35 \cdot 0,95 \cdot 110 = 141 \text{ Ом} \cdot \text{м}. \quad (4.1)$$

Егер берілген коэффициенттер өлшеу барысында ескерілсе, онда жердің меншікті кедергісі мәліметтерге сай алынады. Осы формуланы пайдаланып, бір өзекшенің кедергісін анықтаймыз,

$$r_{oz} = \frac{R_{есен}}{L} = \frac{141}{5} = 28,2 \text{ Ом.} \quad (4.2)$$

қатардағы өзектердің орналасуының ара қашықтығын 5 м деп алсақ, ол өзектің ұзындығына тең деп алуымызға болады. Өзектердің бірі-біріне әсер етуін есептеу үшін пайдалану коэффициентін аламыз және ол $\eta = 0,56$ -ға тең. Жерлегіштегі өзектердің қатарындағы бір өзектің шын мәнді кедергісі осыған тең:

$$r_{oz} = \frac{28,2}{0,56} = 50,5 \text{ Ом.} \quad (4.3)$$

$R_{ж}=4$ алу үшін өзектер саны

$$n = \frac{r}{(R_{ж} \cdot n)} = \frac{28,2}{(4 \cdot 0,56)} = 12,6. \quad (4.4)$$

Шамамен 12 өзекше деп алсақ, және оның ұзындығын 55м-ге теңдесек, онда жолақтың жайылу кедергісін анықтаймыз, мұндай ұзындықтағы жолақтар үшін маусымдық еселік $k_M = 4,5$ табамыз, ал жер күйін көрсететін коэффициентті өлшеу кезінде $k_{ж}=0,8$ тең. Қорытқанда, осы түйістіргіштің жолақ үшін жердің меншікті есептік кедергісі есептейміз:

$$P_{есептік} = k_M \cdot k_{ж} \cdot 110 = 4,5 \cdot 0,8 \cdot 110 = 400 \text{ Ом} \cdot \text{м.} \quad (4.5)$$

Сонымен қатар жолақ және өзектің бірі-біріне өзара әсерін ескеру қажет. Осы кезде бұл еселік 0,62-ге тең болады.

Жерлегіште жолақтың кедергісі

$$r_{жсл} = \frac{2 \cdot \rho_{есен}}{L \cdot \eta} = \frac{2 \cdot 400}{55 \cdot 0,62} = 23,4 \text{ Ом.} \quad (4.6)$$

Өзек пен жолақтың параллель жалғанған кедергілер ретінде қарастыруға болады. $\frac{1}{R_{жс}} = \frac{1}{r_{оз}} + \frac{1}{r_{жсл}}$ формуласының негізінде өзектердің барлық кедергісін табуға болады:

$$r_{оз} = \frac{R_{жс} \cdot r_{жсл}}{r_{жсл} - R_{жс}} = \frac{4 \cdot 23,4}{23,4 - 4} = 4,7 \text{ Ом.} \quad (4.7)$$

Өзектердің нақтыланған саны

$$n = \frac{28,2}{(4,7 \cdot 0,56)} = 10,7, \quad (4.8)$$

яғни 11 өзекше деп аламыз, бірақ жолақтың ұзындығы 55м-ге тең деп қалдырамыз.

4.3 Өрт қауіпсіздігі. Автоматты өртті сөндіру жүйесін жобалау

Өрт деп – адамның өмірі мен денсаулығына, қоғам мен мемлекетке зиян тигізетін, қоршаған ортаға үлкен зақым келтіретін, қоршаған ортадағы заттардан өрт шығуы

Өрт салдары зақымдаушы факторларының әрекеттеріне байланысты болады. Оларға:

- жанғыш заттардың отқа тікелей әсері;
- сәулелердің есебінен жоғары температуралы заттар мен объектілерге қашықтықтық әсері;
- жану зонасында иісті газбен улану;
- жану кезіндегі токсинді өнімдерден улану;
- құрылыстардың конструктивті бөліктерінің бұзылып құлауынан адамдардың жарақат алуы немесе қаза болуы.

Өрттің алдын алу шаралары:

- құрылыстық-жобалау;
- техникалық;
- ұйымдастырушылық;

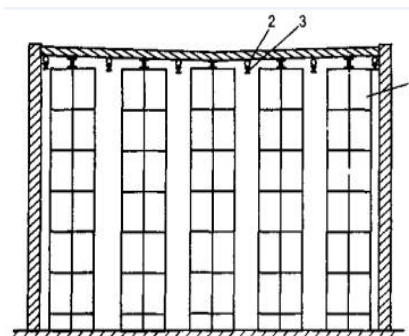
Құрылыстық жобалау шаралары, ғимараттар мен құрылыстардың отқа төзімділігі анықталады (конструкция материалдары жанғыш, қиын жанатын, жанбайтын болып бөлінеді). Отқа төзімділіктің шегі дегеніміз – бұл өрттің әсерінен құрылыс_конструкциялардың бірінші сызаты пайда болғанға дейінгі төзетін уақыт интервалы болып табылады. Барлық құрылыс конструкциялары өртке төзімділік шегі бойынша 8 деңгейге бөлінеді. Ғимараттардың отқа төзімділік деңгейіне байланысты өрт кезінде эвакуациялау үшін шығатын жерлерге дейінгі қашықтықтар белгіленеді.

Техникалық шаралары:

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

Ұйымдастырушылық шаралар - құрамына өрт қауіпсіздігі бойынша оқу жатыңуларды өткізу, өрт қауіпсіздік шараларының сақталуын тексеру жатады.

Автоматты түрде өртті сөндіру жүйесін есептегенде, ең алдымен, автоматты өртті сөндіру құрылғыларын орналастыру мен су жүретін құбыр торабының орналастыруын СН-75-76 « Автоматты өрт сөндіру құрылғыларын жобалаудағы талаптарға» сәйкес болуы өажет.



4.3 сурет - Автоматты өрт сөндіру жүйесін орналастыру сұлбасы

Автоматты өртті сөндіру құрылғысына суының шығыны келесі түйінмен анықтаймыз:

$$Q_1 = I \cdot f, \text{ л/с}; \quad (4.9)$$

мұнда I – су шашылу интенсивтілік ($\text{л/с} \cdot \text{м}^2$) және ол 0,32 тең деп алынады;

f - құрылғымен күзетілетін бір аудан (м^2) және де ол 12 тең деп алынад, және бір автоматты құрылғысының шашырату радиусы шамасымен 2м тең.

$$Q_1 = 0,32 \cdot 12 = 3,84 \text{ л/с}.$$

Автоматты өрт сөндіру құрылғының ағыны келесі формула бойынша анықтаймыз:

$$H_1 = \frac{H_1^2}{K^2}, \text{ м} \quad (4.10)$$

мұнда K – автоматты өрт сөндіру құрылғысының шығын коэффициенті, ол 0,45 тең, себебі шашырату бөлігінің диаметрі 12мм тең, сондықтан:

$$H_1 = \frac{3,84^2}{0,45^2} = 73,7 \text{ м}.$$

Ал 1 және 2 өңірлер арасындағы шығындар мынадай формула бойынша анықталады:

$$h_{1-2} = l_{1-2} \frac{Q^2}{k_T}, \quad (4.11)$$

мұндағы k_T - су құбырларының өздік сипаттамасы, ол 80 мм диаметрге 1429 тең; l_{1-2} - 1 мен 2-аймақтар арасындағы ұзындық.

$$h_{1-2} = 4 \cdot \frac{3,84^2}{1429} = 0,04 \text{ м.}$$

2-автоматты өрт сөндіру құрылғысының ағынын мына формуламен анықтаймыз:

$$H_2 = H_1 + h_{1-2}, \quad (4.12)$$

$$H_2 = 73,7 + 0,04 = 73,74 \text{ м.}$$

2-автоматтың өрт сөндіру құрылғысының су шығынын анықтаймыз:

$$Q_2 = K \cdot \sqrt{H_2} \text{ л/с, л/с} \quad (4.13)$$

$$Q_2 = 0,45 \cdot \sqrt{73,74} = 3,86 \text{ л/с.}$$

2-а аймағындағы анықталған су шығыны бойынша ағынның шығынын мына формула бойынша анықтаймыз:

$$h_{2-a} = l_{2-a} \frac{Q_{2-a}^2}{k_T}, \quad (4.14)$$

мұнда Q_{2-a} төменде көрсетілген өрнекпен анықталады:

$$Q_{2-a} = Q_1 + Q_2 \text{ л/с,} \quad (4.15)$$

$$Q_{2-a} = 3,84 + 3,86 = 7,7 \text{ л/с.}$$

Онда

$$h_{2-a} = 2 \cdot \frac{7,7^2}{1429} = 0,08 \text{ м.}$$

а нүктесіндегі ағыны келесі формуламен анықталады:

$$H_a = H_2 + h_{2-a}, \quad (4.16)$$

$$H_a = 73,74 + 0,08 = 73,82 \text{ м.}$$

Сол қатардағы шығын төменде көрсетілген өрнекпен анықталады:

$$Q_1 = 2 \cdot Q_{2-a} \text{ л/с,} \quad (4.17)$$

$$Q_1 = 2 \cdot 7,7 = 15,4 \text{ л/с.}$$

Осылайша I сол жағына H_a ағысының Q_{2-a} су шығынын беруіміз керек. Ал I оң жақ бөлігінде сол ағындағы су шығыны қажет, өйткені қатардың екі жағы да бір-біріне симметриялы.

5 Экономикалық бөлім

5.1 Экономикалық анықтамалар мен теориялық шолу

Тұрақты ток машиналары-айналмалы механикалық энергияны тұрақты ток энергиясына және керісінше тұрақты ток энергиясына (қозғалтқыш ретінде) түрлендіретін электр машиналары. Тұрақты ток машинасы қайтымды, яғни әрі генератор, әрі қозғалтқыш болып жұмыс істей алады. Мысалы, осы негізде электрлендірілген жылжымалы құрамның тартқыш қозғалтқыштары (Электровоздар) және қуаттың тұрақты тогы электр жетектерінің электр қозғалтқыштары жұмыс істейді.

Тұрақты ток машинасы негізгі магнит өрісін параллель қоздыру түрлеріне, сондай-ақ тұрақты магнит түрлеріне жатады. Ол біртіндеп айналу жиілігін реттей алады, үнемі әрі кең алқапта реттей алады. Тұрақты ток машинасы электрқозғалтқыштың айналу жиілігін қатаң сақтау және кең ауқымда өзгерту қажет өнеркәсіп саласында кеңінен қолданылады.

Мұнда жобаланып жатқан дипломдық жұмыста тұрақты ток қозғалтқышының құны мен бағасын анықтау қажет. Бұл жағдайда экономикалық тұрғыдан қозғалтқыштың құны мен бағасына анықтама беріп өтейік.

Жобаланатын тұрақты ток қозғалтқышының экономикалық есебіннің жүргізілуі керек, яғни тұрақты ток қозғалтқышын дайындау және пайдалану шығындарын есептеу.

Шығындар негізінен тұрақты ток қозғалтқышын дұрыс жобалаумен байланысты яғни, келесі көрсеткіштер оны дұрыс пайдалануға әсер етеді: ПӘК-і; қозғалтқышының қуаты; сондай-ақ т.с.с. көрсеткіштері.

Төменде менің дипломдық жұмысымда жобаланатын тұрақты ток қозғалтқышының құнын есептеуге экономикалық есептеулер жүргіздім.

Құны жобаланатын қозғалтқышының негізі оның активті және конструкциялы материалдарына тікелей тәуелділігі болад, содан қалған материалдарының құны қандай да бір мөлшерінде активті және конструкциялы материалдарының шығынына байланысты болады.

5.2 Экономикалық есептеу бөлімі

Мен жобалаған тұрақты ток қозғалтқышы үшін негізгі материалдар келесі кесте көрсетілген.

5.1 кесте –Қозғалтқыштардың техникалық деректері

Қозғалтқыштың параметрлері	1-ші нұсқа: фазалы роторлы АҚ	2-ші нұсқа: фазалы роторлы АҚ
Қозғалтқыш	2ПН90МУХЛ4	2ПН132ЛГУХЛ4
Қуаты, кВт	10	20
ПӘК, %	89	88,5
Айналу жиілігі айн/мин	1500	15000

5.3 Электр қозғалтқышының капиталдық шығындарын есептеу

Капиталды шығын – бұл негізгі қордың бар түрлерін жақсартуға немесе жаңа түрін жасауға арналған ақша қаражаты. Капиталды шығындар, қондырғылар мен аспаптарды алуға кеткен шығыннан, көліктік шығындарынан және монтаж жасауға кететін шығындардан есептеледі. Капиталдық шығындарды пайдалана отырып, кеңейтуге және техникалық қайта құрастыруға шығып тұрған объектілерді жаңартуға мүмкіндік береді.

1-ші нұсқа қысқа 2ПН90МУХЛ4 тұрақты ток қозғалтқышының экономикалық тиімділігін қарастырамыз.

Капиталды салымдардың қосындысы (тұрақты ток қозғалтқыш, түзеткіш құрылғылар):

$$\Sigma K = K_K + K_M. \quad (5.1)$$

мұндағы K_K – жабдықты сатып алуға және тасымалдауға кеткен салымдар, теңге;

K_M – монтаждық және іске қосу-жөндеу жұмыстарының капиталдық салымдары, теңге.

$$B = B_{TT} + B_{TK}. \quad (5.2)$$

мұндағы B_{TT} – тұрақты ток қозғалтқышының бағасы, теңге;
 B_{TK} – түзеткіш құрылғыларының бағасы, теңге.

$$B = 150000 + 450000 = 600000 \text{ теңге.}$$

Тұрақты ток қозғалтқышты тасымалдауға кететін салымдар оның бағасының 10%-ын құрайды деп есептеледі:

$$K_K = 0,1 \cdot B + B = 0,1 \cdot 600000 + 600000 = 660000 \text{ теңге.} \quad (5.3)$$

Монтаждық шығындар оның бағасының 7%-ын құрайды деп есептейді:

$$K_M = 0,07 \cdot B = 0,07 \cdot 600000 = 42000 \text{ теңге.} \quad (5.4)$$

Барлық капиталды салымдардың қосындысын есептейміз:

$$\Sigma K = 660000 + 42000 = 702000 \text{ теңге.}$$

2-ші нұсқа фазалы роторлы асинхронды қозғалтқыштың экономикалық тиімділігін қарастырамыз.

2ПН132ЛГУХЛ4 типті тұрақты ток қозғалтқыш және ЯС-100 типті кедергілер жәшігі қолданылады.

$$B = B_{TT} + B_{КЖ},$$

мұндағы B_{TT} – тұрақты ток қозғалтқыштың бағасы, теңге;
 $B_{КЖ}$ – кедергілер жәшігінің бағасы, теңге.

$$B = 570000 + 290000 = 860000 \text{ теңге.}$$

Тұрақты ток қозғалтқышты тасымалдауға кететін шығындар оның бағасының 10%-ын құрайды деп есептеледі:

$$K_K = 0,1 \cdot B + B = 0,1 \cdot 860000 + 860000 = 946000 \text{ теңге.}$$

Монтаждық шығындар оның бағасының 7%-ын құрайды деп есептейді:

$$K_M = 0,07 \cdot B = 0,07 \cdot 860000 = 60200 \text{ теңге.}$$

Барлық капиталды салымдардың қосындысын есептейміз:

$$\Sigma K = 946000 + 60200 = 1006200 \text{ теңге.}$$

5.4 Эксплуатациялық шығындар

Эксплуатациялық шығындар өзіндік құн станцияларының өзгерулеріне байланысты есептеледі, оларға, амортизациялық төлемдер, автоматизацияның техникалық лабораторияларын ұстауға кететін шығындар, электр энергия шығындары, жалақы шығындары жатады.

БТҮ нұсқасы бойынша жылдық эксплуатациялық шығындарды есептеу. Эксплуатацияның жылдық шығындары:

$$Ш = Ш_{\text{ЕТК}} + Ш_{\text{АС}} + Ш_{\text{М}} + Ш_{\text{Э}} + Ш_{\text{А}} + Ш_{\text{і}}. \quad (5.5)$$

мұндағы $Ш_{\text{ЕТК}}$ – еңбек төлем қоры (негізгі және қосымша еңбекақы);

$Ш_{\text{эс}}$ – әлеуметтік салықтар (11%);

$Ш_{\text{м}}$ – материалдық шығындар және қор бөлігі (капиталдық салымның 0,5%-ын құрайды);

$Ш_{\text{э}}$ – өндірістік қажеттіліктер үшін электр энергиясының шығындары;

$Ш_{\text{а}}$ – амортизациялық аударымдар, сала үшін амортизациялық аударымдар нормасы 5-10% -ті құрайды;

$Ш_{\text{і}}$ – іс-қағаздар шығыны барлық шығындардың 15% құрайды. Іс-қағаздар шығынына жанама шығындар, бұған барлық есептелмеген шығындарды: басқару, шаруашылық, кадрларды дайындауға кеткен шығындарды, транспорттық шығындарды жатқызуға болады).

Қызмет көрсетуші мамандардың жалақысын есептеу үшін орташа айлық еңбекақысы кестеде көрсетілген.

5.2 кесте – Орташа айлық еңбекақы

Жұмысшылар тізімі	Саны	Айлық еңбекақысы, тенге	Жылдық еңбекақысы, тенге
Машинист	1	130000	1560000
Электрик	1	90000	1080000
Қорытынды	2		2640000

Бір жылдағы еңбек төлем қоры:

$$Ш_{\text{ЕТК}} = 2640000 \text{тенге}. \quad (5.6)$$

Әлеуметтік салықтар шығыны:

$$Ш_{\text{АК}} = (Ш_{\text{ЕТК}} - 10\% Ш_{\text{ЕТК}}) \cdot 11\%. \quad (5.7)$$

мұндағы 10% - зейнетақы аударымдары;

$$Ш_{AK} = (2640000 - 0,1 \cdot 2640000) \cdot 0,11 = 261360 \text{ теңге.}$$

Материалдық шығындар мен қор бөлігі анықтаймыз, ол капиталдық салымдардың 0,5%-ын құрайды:

$$Ш_M = K \cdot 0,005 = 702000 \cdot 0,005 = 3510 \text{ теңге.} \quad (5.8)$$

Шығынмен есептеген кездегі жылдық электр энергиясына кететін шығындарды есептеу:

$$Ш_{\text{э}} = W \cdot Ш_{\text{эт}} \cdot N. \quad (5.9)$$

мұндағы W – жылдық электр энергиясын тұтыну;

$Ш_{\text{эт}}$ – электр энергияның тарифі, 16,02 теңге/кВт·сағ;

N – электр қозғалтқышының саны.

2-ші нұсқа бойынша БТҮ нұсқасы бойынша жылдық эксплуатациялық шығындарды есептеу.

Эксплуатацияның жылдық шығындары:

$$Ш = Ш_{\text{ETK}} + Ш_{\text{AC}} + Ш_M + Ш_{\text{э}} + Ш_A + Ш_i. \quad (5.5)$$

Материалдық шығындар мен қор бөлігі анықтаймыз, ол капиталдық салымдардың 0,5%-ын құрайды:

$$Ш_M = K \cdot 0,005 = 1006200 \cdot 0,005 = 5031 \text{ теңге.}$$

Шығынмен есептеген кездегі жылдық электр энергиясына кететін шығындарды есептеу:

$$Ш_{\text{э}} = W \cdot Ш_{\text{эт}} \cdot N.$$

мұндағы W – жылдық электр энергиясын тұтыну;

$Ш_{\text{эт}}$ – электр энергияның тарифі, 27,2 теңге/кВт·сағ;

N – электр қозғалтқышының саны.

5.5 Электр энергия шығындары

Электр энергиясының шығынын пайдалы әсер коэффициенті арқылы қозғалтқыштың номинал шығындарын есептеу арқылы анықтаймыз:

$$\Delta P = P_k \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right) = 10 \left(\frac{1}{0,89} - 1 \right) = 2,72 \text{ кВт.} \quad (5.10)$$

мұнда P_k – 10 кВт, қозғалтқыштың төлқұжаттық берілгені бойынша.

Енді бос жүріс шығыны мен жүктелген номинал шығындарды анықтаймыз:

$$\Delta P_{б.ж} = 0,05 \cdot \Delta P_n, \quad (5.11)$$

$$\Delta P_{б.ж} = 0,05 \cdot 2,72 = 0,136 \text{ кВт},$$

$$\Delta P_{нн} = 0,67 \cdot \Delta P, \quad (5.12)$$

$$\Delta P_{нн} = 0,67 \cdot 2,72 = 1,82 \text{ кВт}.$$

Ендігі кезекте активті қуаттың максималдық шығынын анықтаймыз, ол келесі формула бойынша анықталады:

$$\Delta P_M = \Delta P_{б.ж} + \Delta P_{нн} \cdot K_{ж}, \quad (5.13)$$

$$\Delta P_M = 0,136 + 1,82 \cdot 0,82 = 1,62.$$

мұндағы $K_{ж} = 0,82$ – жүктелу коэффициенті.

Активті қуаттың орташа шығынын төменде келтірілген формуламен анықтаймыз:

$$\Delta P_c = \Delta P_M \cdot \tau. \quad (5.14)$$

мұндағы τ – шығын максимумын пайдаланудың салыстырмалы уақыты:

$$\tau = 0,7 \cdot \frac{T_M}{T_{ж}}. \quad (5.15)$$

мұндағы T_M – жылдық шығын максимумын пайдаланудың пайдаланудың сағат саны, 365 күнде 18 сағаттан.

$$T_{ж} = T_M - 0,1 \cdot T_M, \quad (5.16)$$

$$T_M = 365 \cdot 18 = 6570 \text{ сағат}, \quad (5.17)$$

$$\tau = 0,7 \cdot \frac{6570}{6570 - 0,1 \cdot 6570} = 1,11,$$

$$\Delta P_c = 1,62 \cdot 1,11 = 1,8 \text{ кВт}.$$

Электр энергиясының шығынын анықтаймыз:

$$\Delta W = \Delta P_c \cdot T_{ж} = 1,8 \cdot 5913 = 10643 \text{ кВт}. \quad (5.18)$$

Электр энергиясының жылдық тұтынуы:

$$W = T_m \cdot P_k = 6570 \cdot 10 = 144540 \text{ кВт} \cdot \text{сағ} / \text{жыл}. \quad (5.19)$$

Шығынды есептеген кездегі электр энергиясын тұтынуы:

$$W_T = W + \Delta W = 144540 + 10643 = 155183 \text{ кВт} \cdot \text{сағ} / \text{жыл}. \quad (5.20)$$

Электр энергиясының жылдық шығыны:

$$Ш_э = 155183 \cdot 27,2 \cdot 1 = 4220977,6 \text{ теңге}.$$

Амортизациялық аударымдары:

$$Ш_a = \Sigma K \cdot 0,1 = 702000 \cdot 0,1 = 70200 \text{ теңге}. \quad (5.21)$$

Іс-қағаздар шығыны:

$$Ш_i = 0,15 \cdot (И_{етк} + И_{әк} + И_m + И_a + И_э), \quad (5.22)$$

$$Ш_i = 0,15 \cdot (2640000 + 261360 + 3510 + 70200 + 4220977,6) = 758750,712 \text{ теңге},$$

$$\Sigma Ш = Ш_{етк} + Ш_{әк} + Ш_m + Ш_a + Ш_э + Ш_i, \quad (5.23)$$

$$\Sigma И = 2640000 + 261360 + 3510 + 70200 + 4220977,6 + 758750,712 = 7954798,312 \text{ теңге}.$$

2-ші нұсқа бойынша электр энергиясының шығынын пайдалы әсер коэффициенті арқылы қозғалтқыштың номинал шығындарын есептеу арқылы анықтаймыз:

$$\Delta P = P_k \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right) = 10 \left(\frac{1}{0,885} - 1 \right) = 2,8 \text{ кВт}.$$

$P_k = 10$ кВт, қозғалтқыштың төлқұжаттық берілгені бойынша.

Енді бос жүріс шығыны мен жүктелген номинал шығындарды анықтаймыз:

$$\Delta P_{б.ж} = 0,05 \cdot 2,8 = 0,14 \text{ кВт},$$

$$\Delta P_{нн} = 0,67 \cdot 4,68 = 1,6 \text{ кВт}.$$

Ендігі кезекте активті қуаттың максималдық шығынын анықтаймыз, ол келесі формула бойынша анықталады:

$$\Delta P_M = 0,14 + 1,6 \cdot 0,82 = 1,45.$$

мұндағы $K_j = 0,82$ – жүктелу коэффициенті.

Активті қуаттың орташа шығынын төменде келтірілген формуламен анықтаймыз:

$$\Delta P_c = \Delta P_M \cdot \tau.$$

мұндағы $\tau=1,11$ – шығын максимумын пайдаланудың салыстырмалы уақыты, бірінші нұсқада анықталды.

$$\Delta P_c = 1,45 \cdot 1,11 = 1,6 \text{ кВт.}$$

Электр энергиясының шығынын анықтаймыз:

$$\Delta W = \Delta P_c \cdot T_{ж} = 1,6 \cdot 5913 = 9460,8 \text{ кВт.}$$

Электр энергиясының жылдық тұтынуы:

$$W = T_M \cdot P_K = 6570 \cdot 10 = 144540 \text{ кВт·сағ/жыл.}$$

Шығынды есептеген кездегі электр энергиясын тұтынуы:

$$W_T = W + \Delta W = 144540 + 9460,8 = 154000,8 \text{ кВт·сағ/жыл.}$$

Электр энергиясының жылдық шығыны:

$$\Sigma_{\text{э}} = 154000,8 \cdot 27,2 \cdot 1 = 418821,76 \text{ теңге.}$$

Амортизациялық аударымдары:

$$\Sigma_a = \Sigma K \cdot 0,1 = 1006200 \cdot 0,1 = 100620 \text{ теңге.}$$

Іс-қағаздар шығыны:

$$\Sigma_i = 0,15 \cdot (2640000 + 261360 + 5031 + 100620 + 418821,76) = 1079374,914 \text{ теңге.}$$

$$\Sigma \text{Ш} = 2640000 + 261360 + 5031 + 100620 + 418821,76 + 1079374,914 = 8275207,674 \text{ теңге.}$$

7.3 кесте – Екі электрқозғалтқыш нәтижелері

Параметрлері	2ПН90МУХЛ4	2ПН132ЛГУХЛ4
$\eta, \%$	89	88,5
$P_H, \text{кВт}$	22	22
$\Delta P_H, \text{кВт}$	2,72	2,8
$\Delta P_{HH}, \text{кВт}$	1,82	1,6
$\Delta P_{XX}, \text{кВт}$	0,136	0,14
$\Delta P_M, \text{кВт}$	1,62	1,45
$\Delta P_c, \text{кВт}$	1,8	1,6
$T_{ж}, \text{сағ}$	6570	6570
$\Delta W, \text{кВт·сағ}$	10643	9460,8
$\Sigma \text{Ш}, \text{тг}$	7954798,312	8275207,674

Айырмашылығы	320409,362
--------------	------------

5.6 Капиталдық салымдардың тиімділігін анықтаймыз.

1-әдіс. Тиімділікті бағалауда ең аз шығын кететін нұсқаны анықтаймыз. Әрбір нұсқа үшін кететін шығындарды салыстырмалы тиімділіктің нормативті коэффициентіне сәйкес келетін жылдық шығындар мен капиталдық салымдарды құрайды:

$$Z_i = Ш_i + E_n \cdot K_i. \quad (5.24)$$

$$E_n = 0,15;$$

Бірінші нұсқа үшін:

$$Z_i = 758750,712 + 0,15 \cdot 7954798,312 = 1951970,46 \text{ теңге.}$$

Екінші нұсқа үшін:

$$Z_i = 1079374,914 + 0,15 \cdot 8275207,674 = 2320656,07 \text{ теңге.}$$

2-әдіс. Капиталдық салымдардың өтімділік мерзімін есептеу:

$$T_{от} = \frac{K_2 - K_1}{Ш_1 - Ш_2} = \frac{1006200 - 702000}{8275207,674 - 7954798,332} = 9,4 \text{ жыл.}$$

3-әдіс. Салыстырмалы тиімділік коэффициентін анықтау:

$$E_T = \frac{Ш_1 - Ш_2}{K_2 - K_1} = \frac{8275207,674 - 7954798,332}{1006200 - 702000} = 1,05.$$

Келесі шарт орындалса, таңдалған қозғалтқыш тиімді:

$$T_{от} \leq T_n, E_T \geq E_n.$$

мұндағы $T_n = 13,2$ жыл – нормативтік өтелу мерзімі;

$$9,4 \text{ жыл} < 13,2 \text{ жыл}; 1,05 > 0,15.$$

Есептелулерден шығатыны 2ПН90МУХЛ4 қозғалтқышты пайдалану 2ПН132ЛГУХЛ4 қозғалтқышты пайдаланудан қарағанда тиімді болады.

Қорытынды

Қарастырған дипломдық жұмыстың тақырыбы “Қуаты 10 кВт тұрақты ток электр қозғалтқышын жобалау”. Дипломдық жұмыс төрт бөлімнен тұрады. Бірінші бөлімде тақырыбқа сәйкес электр қозғалтқыштарының құрылысын, жұмыс істеу принциптеріне қатысты жалпы түсініктеме берілді, сонымен қатар электр машиналары өндірістерде, транспорттарда, әуе жолдарында, автоматты басқару және реттеуіш салаларында құрылыс бөлімдерінде, механикалық энергияны электрлік энергияға және керісінше электр энергиясын механикалық энергияға түрлендіру кезінде пайдаланылады. Дипломдық жұмыста жобаланып қарастырылған тұрақты ток қозғалтқышы жону станогында пайдаланылады. Жұмыстың орындалу шарттары бойынша электр машиналары бөліміне көп көңіл бөлінді, соның ішінде тұрақты ток машиналары тарауы қарастырылып, ол туралы көптеген мәліметтер алынды.

Екінші бөлімде тұрақты ток электр қозғалтқышы жобаланылып, тұрақты ток қозғалтқышының негізгі параметрлері, тісті зона геометриясы, зәкір орамдары, магниттік тізбектер, қоздырушы орама, коллектор мен щетканы, қосымша полюстерді, шығындар мен ПӘК - ті, жылулы есептеулер сондай - ақ желдеткіш, діріл есептелді, сондай - ақ тұрақты ток машинасының магниттелу сипаттамалары мен өтпелі жүйе сипаттамалары және жұмыстық сипаттамалары тұрғызылып, есептелді.

Үшінші бөлімде арнайы бөлімде магнитті дірілді есептеп қарастырылды.

Төртінші бөлімде өмір тіршілік қауіпсіздіктері бөлімінде есептеген мәндерімді пайдаланып, жобалаған тұрақты ток қозғалтқышының жұмыс істеу барысында қоршаған орта қауіпсіздік талаптарына сәйкесінше техника қауіпсіздігін сақтау ережелерін кеңінен қарастырылды, сондай-ақ қарастырған қозғалтқышымды пайдалану кезінде электрлі қауіпсіздігі мақсатында жерлеуге есептеулер жүргіздім. Сонымен қатар өрт қауіпсіздік талаптары бойынша автоматты өртті сөндіру құрылғыларын орнату үшін есептемелер жүргізілді.

Бесінші экономикалық бөлімшеде жобалаған тұрақты ток қозғалтқышына экономикалық сала бойынша есептемелер жасадым, олар қозғалтқыштың өзіндік құны, бағасын анықтау үшін есептемелер жүргіздім. Есептеулер кезінде жобалап қарастырған қозғалтқыштың құны 1394273 теңге болды. Ал үстінен табатын пайда 25% – 278855 теңге болды.

Әдебиеттер тізімі

1. Проектирование электрических машин: Учеб. пособие для вузов/ И. П. Копылов, Ф. А. Горяинов, Б. К. Клоков и др.; Под ред. И. П. Копылова. – М.: Энергия, 1980. – 496 с.
2. Проектирование электрических машин: учебник для вузов/ под ред. И. П. Копылова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2011. – 767 с.
3. Шубов И. Н. “Шум и вибрация электрических машин” под редакцией Ю.Г.Барыбина и др. – М. Энергоатомиздат, 1991 г, 464 с.
4. Смирнов А. Д., Антипов К. М. “Справочная книжка энергетика”. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. Энергоатомиздат, 1987. – 568 с.
5. Долин П. А. “Основы техники безопасности в электроустановках”: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 448 с.
6. Охрана труда: учебник для студентов вузов /Князевский Б. А., Долин П. А., Марусова Т. П. и др., Под ред. Б. А. Князевского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1982. – 311 с.
7. М. К. Дюсебаев “Безопасность жизнедеятельности”.: Методические указания к выполнению раздела в дипломных проектах для студентов всех форм обучения специальностей направления 210000-Электроэнергетика . –Алматы.: АИЭС, 2003. – 27 с.