

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТИ

Энергия қондырғыларының электр жетекісі және автоматтандырылуы кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»

Кафедра меңгерушісі

Салитов П.И., т.ғ.ғ., профессор

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

« » 20 ж.

(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Электр жетекінде қолданылатын АВК

58071800 электр энергетикасы мамандығы бойынша

Орындаған Шоқтарқық Б.М. ЗАТКК-12-2
(аты-жөні) (тобы)

Жетекші Бестерекова А.Н., аға оқытушы
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кеңесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша:

Э.ғ.ғ. профессор Шаунов А.А.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
«27» 05 2016 ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

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

Мөлшер бақылаушы:

аға оқытушы Бестерекова А.Н.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
«27» 05 2016 ж.
(қолы)

Пікір жазушы:

Сарсенбаев Н.С. т.ғ.ғ. Қ.Н.Сатпаев атындағы ҚазҰТУ «Автоматтандыру және басқару» кафедрасының доценті
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
« » 20 ж.
(қолы)

Алматы 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электрэнергетика факультеті
5B071800 электрэнергетикасы мамандығы
Әнергетика қондырғыларының электрқоспалы ике автоматтандыруы кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Жоқтарұлы Біржан
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Электр қоспалында қондырғының АВК

ректордың «13» қауан №148 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «30» мамыр 2016 ж.

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

Қозғалтқыштың қуаты $P_2 := 300 \text{ кВт}$
Қозғалтқыш кернеуі $U_{\text{н}} := 3000 \text{ В}$
Айналу жиілігі $n_1 := 1500$
Торат жиілігі $f_1 := 50 \text{ Гц}$
Статор орнамалындағы фазалар саны $m := 3$

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

Ұсынылып отырған диплом жобасы «АВК-қа арналған асинхрондық қозғалтқыш ($P=300 \text{ кВт}$) тақырыбына орынданған. Жоба келесі бөлімдерден тұрады: электромагнитті өлшеу, арнайы бөлім, АВК түрлері және қондырғының бөлшектері мен қорықтарын қарастырудың бірігіп өлшеулер жүргізіліп, нәтижелерін сипаттамалар тұрғызылды.

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1. Тұрақты тоғыншы аралық тізбей бар асинхронды вентильді каскадтың қайдағын сызбасы
2. АВК қайдағын сызбасы
3. Асинхронды вентильді - машиналық электрлік каскадтың принциптік сызбасы
4. Фреонды басқарылатын асинхронды-машиналық каскадтың сызбасы
5. Шұғыл шаттамалары
6. Экономикалық тиімділік

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Герман - Галкин С.Г. Компьютерное моделирование микропроцессорных систем - СПб.: Корона принт, 2001 - 320с., ил.
2. Чиркин Н.Г., Кирилов В.И. Сигналы AC теория автоматизированного электропривода - М.: Энергия, 1979 - 616с., ил.
3. Крушинин А.П. Автоматизированный электропривод по штепселю Асинхронный вентильный каскад. - Алматы, КазПИ, 1988 - 75с
4. Дюсебаев, Ф.Ф. Шандоулетова "Управление промышленной и экономической "технологиями" - Алматы АУЭ, 2008.
5. А.А. Шакиров, В.М. Валеева "Дипломдық жобаларда экономикалық бөлімі" Алматы, 2015.

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
ТӨҚ және ҚДҚ	Байзақова С.Е	26.05.16	(Қол)
Экономика бөлімі	Шакиров А.А	18.08 - 27.05/16	(Қол)
Арнайы бөлім	Браунерекова А.Е	27.05.16	(Қол)

Аннотация

Данный дипломный проект выполнен на тему «Асинхронный двигатель для АВК($P=300\text{кВт}$)». В него входят следующие разделы: электромагнитный расчет, специальная часть. Приведены схемы АВК которые применяются в промышленности. А также приведены классификация АВК. Был произведен расчет асинхронного двигателя и построены рабочие характеристики данного двигателя.

В разделе безопасность жизнедеятельности были рассчитаны замыкание, освещение и пожаробезопасность. Также были рассмотрены вопросы по технике безопасности в предприятиях.

В разделе экономика рассчитаны технико – экономические показатели, амортизационные расходы и экономическая эффективность проекта.

В проекте предлагается схема регулируемого асинхронного электропривода применяемых в разных системах.

Андатпа

Ұсынылып отырған диплом жобасы «АВК-қа арналған асинхрондық қозғалтқыш ($P=300\text{кВт}$)» тақырыбына орындалған. Жоба келесі бөлімдерден тұрады: электрмагниті есептеу, арнайы бөлім, АВК түрлері және қолданылатын облыстары толықтай қарастырылды. Сонымен қатар есептеулер жүргізіліп жұмыстық сипаттамалар тұрғызылды.

Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде техника қауіпсіздік шаралары, өрт қауіпсіздігі, жерге қосу және жарықтандыруға есептеулер жүргізілді.

Экономикалық бөлімде АВКға арналған асинхронды қозғалтқыштың экономикалық тиімділігі есептелінді. Жобаның технико – экономикалық көрсеткіштері, амортизауиондық шығындар есептелді

Бұл жобада асинхронды вентильді каскадттың басқару сұлбалары келтірілген.

Annotation

This thesis project carried out on "Asynchronous Motor for AVC (P = 300 kW)." It includes the following sections: electromagnetic calculation, a special part. Schemes AVC are used in industry. Also, given the classification of AVK. calculation of the induction motor and postorit performance of this engine was produced.

In the safety of life were calculated zazamlenie, lighting and fire safety. questions of safety in the enterprises' were also considered.

In the economy designed technical - economic indicators, depreciation costs and cost-effectiveness of the project.

The project is proposed scheme controlled induction motor used in different systems.

Мазмұны

Кіріспе	9
1 Асинхронды вентильді каскад	10
1.1 АВК-ның жұмыс істеу принципі	11
1.2 Вентильдік каскадтарды классификациялау	15
2 Электромагниттік есептеу	20
2.1 Статор, ротор өзекшесінің геометриялық өлшемдерін есептеу, тұрақтытыны есептеу	20
2.2 Болаттағы шығын және механикалық, қосымша шығындар	37
2.3 Асинхронды қозғалтқыштың жұмыс сипаттамасы	39
3 Өмір тіршілік қауіпсіздігі	46
3.1 Еңбек жағдайларының талдауы	46
3.2 Кәсіпорын аймағының қысқаша табиғи-климаттық мінездемесі.	47
3.3 Сору бөлмесінің жасанды жарықтандыруын есептеу	47
3.4 Электрқауіпсіздік	49
3.5 Сорап станциясының жерлендіруін есептеу	49
3.6 Жерлендіргіш құрылғысының рауалы кедергісін анықтау	50
3.7 Біркелкі жердегі топтық жерлендіргіштерді есептеу	50
3.8 Өрттің алдын алу	53
4 Экономикалық бөлім	56
4.1 АВК электр жетегін енгізгеннен кейінгі есептеулер	56
4.2 АҚ АВК үшін капитал шығындары ірілендірілген нормалар және көөсеткіштер сома ретінде анықталады.	56
4.3 Амортизациялық төлемге кететін шығынды анықтау	59
4.4 Құрылыстық – монтаждық шығындар	60
Қорытынды	64
Әдебиеттер тізімі	65

Кіріспе

Қазіргі кезде Қазақстанда әртүрлі дәрежедегі және қызметтегі мұнай құбырларының желісі жұмыс істейді және тұрақты дамып келеді. Мұнай ағынын басқару мұнай қотару стансасындағы сорғыш агрегаттарының өндірушілігін өзгерту арқылы жүреді, реттеуіш және запорлық арматура көмегімен. Бұл кезде сорғыштың жетектік қозғалтқышының жылдамдығы тұрақты болып қалады, ол реттегіш элементтерінде біршама шығындарға алып келеді. Есептеулер көрсеткендей, айналу жиілігі арқылы реттелетін сорғыш электржетегін енгізу арқылы қозғалтқыш тұтынатын электрэнергиясының шығынын маңызды азайтуға болады. МҚС-ның технологиялық параметрлеріне қатысты, тұтынатын қуат орнатылғанның жартысына дейін азайтылуы мүмкін.

Энергия тұтынуды азайтумен қатар, сорғыш агрегаты жұмысы кезінде өндіруді реттеу режимінде, реттелетін электржетегін қолдану берілген арын мен бастапқы беріліске сәйкес тиімді айналу жиілігін ұстап тұруға мүмкіндік береді. МҚС-ның өндірушілігін басқару жүйесін барлық магистральды автоматты басқару жүйесіне қосу мүмкіндігі туады. Реттелетін электржетегін қолдану тиекті-реттегіш құрылғысының және жетек пен сорғыштың кинематикалық бөліктерінің көнеруін төмендетеді, себебі агрегат негізгі уақытта төмендетілген айналу жиілігінде жұмыс істейді. Өтпелі режимдерде қысымды өзгерту құбырлардағы гидравликалық соққылар әсерінен пайда болатын апатты жағдайларды жай және берілген интенсивтілікпен төмендетеді.

Ең үлкен тиімділікті электрэнергиясының меншікті шығынын қысқарту үшін магистральды сорғыш агрегаттар алады. Ол үлкен салмағымен, ұзақ жұмыс істеу режимімен, үлкен 8 мВт-қа дейінгі қуатымен түсіндіріледі.

Келтірілген экономикалық есептеулер көрсеткендей реттелетін жетекті орнату үнемделген энергияның өзінен 9 млн. тг алуға мүмкіндік береді.

Өткізгіштік техниканың және электржетегін автоматты реттеу жүйесінің қазіргі даму деңгейі жоғары техникалық пен экономикалық көрсеткіштері бар сорап стансаларының қуатты электрқозғалтқыштарын реттеуге мүмкіндік береді.

Мұнай қотару стансаларындағы электржетектің энергия тұтынуды минимизациялауға бағытталған әдістер жиынын табу болып табылады.

1 Асинхронды вентильті каскад

Асинхрондық вентильтік каскад айнымалы тоқтағы вентильтік реттеуіш жетегінің ішіндегі экономикалық тиімдісі болып табылады, және де көптеген халық шаруашылық салаларында кең өріс алып келеді.

Қуаттар ауқымы, қарастырып отырған жетекке негізделген, оннан он мың кВт аралығында жатады. Бір қатар жағдайларда тұрақты ток жетегіне қарағанда АВК экономикалық жағынан тиімді. Сонымен бірге берілген жүйенің көптеген ерекшеліктері бар, сол себепті жобалау кезінде солардың барлығын ескерген жөн. Айналу жиілігін реттеу ауқымы және жетектің жұмыс істеу режимі қолданылатын вентильтік түрлендіргішке байланысты, сонымен қатар маңызды көрсеткіштер, энергетикалық сияқты, түрлендіргішті басқару заңымен анықталады.

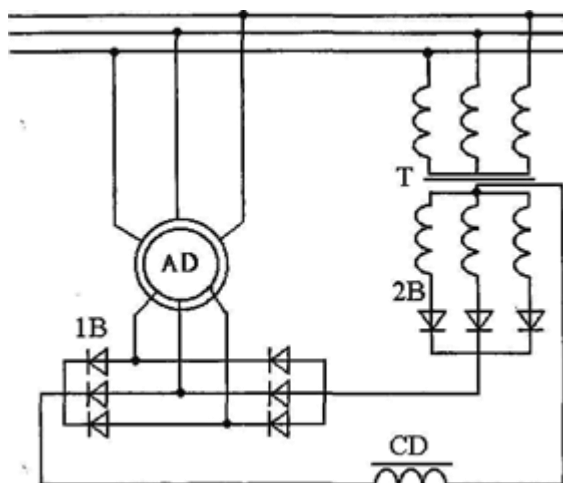
Асинхронды қозғалтқыштың фаздық ротормен жиілік айналымы реостатта энергияны жоғалту ротор тізбегінде реостатты қосу жолымен реттеледі, ол электр жетектің энергетикалық көрсеткіштерін төмендетеді. Алайда, бұл реостаттық энергияны жоғалтпай қозғалтқыштардың жылдамдығын реттеуге болады. Ол үшін сырғу кезінде ротор тізбегінен бөлінетін электр энергияны түрлендіргіш орнату арқылы айнымалы ток көзі желісіне немесе қосалқы қозғалтқышына қайта береді, ол асинхронды қозғалтқыштың негізгі білігінің қосымша механикалық энергиясын хабарлайды. Түрлендіргішті орнатумен асинхронды қозғалтқыш немесе түрлендіргішті орнатумен және көмекші қозғалтқышпен байланысты асинхронды каскад деп атайды. Қазіргі кезде асинхронды каскадтарда жартылай өткізгіштер негізінен пайдаланады, сондықтан оларды жиі вентильті каскадтар деп атайды.

Жұмыс істеу шарттарының кейбір жағдайларында коллекторлық машиналарды алуға мүмкіндік бермейді, және түйіске сақиналалы қозғалтқыштарды да (мысалы, артезиан ұңғымаларының қозғалтқыш сорғылары, мұнай құбыры және т.б). Бұл жағдайларда каскадты қозғалтқышты пайдалануға болады, бір білікке отырғызылған фаза роторлармен екі қозғалтқыш комбинацияны ұсынатын және ортақ корпусы бар. Қуат бірінші статор арқылы каскадты қозғалтқышқа беріледі. Роторлардың және орамасының фазаларын аяқастырылып өзара байланысып, сол себепті МДС роторлары қарама-қарсы бағытта айналады. Екінші статорды түзеткіш және инвертор қосады, сырғу энергиясын $P_{св}$ айнымалы ток желісіне беріледі. Қозғалтқыш білігі жұмыс машинасымен қосылады.

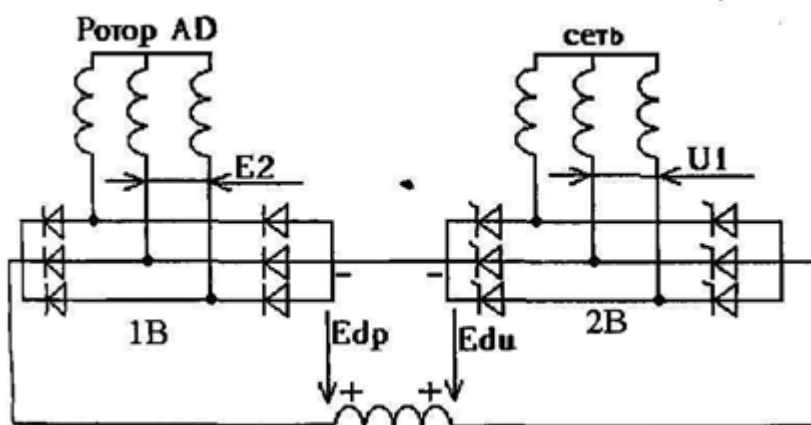
1.1 АВК-ның жұмыс істеу принципі

Вентильдік каскадтың қарапайым және кең таралған сұлбасы ол тұрақты тоқтың аралық тізбекті сұлбасы болып табылады. Бұл сұлбалардағы ротор тоғы үшфазалық мосстық түзеткіш көмегімен түзеледі, және түзетілген ток тізбегіне қосымша ЭҚК-і енгізіледі. Асинхрондық вентильдік каскад үшін қосымша ЭҚК-і ретінде вентильдік түрлендіргіш қолданылады. Жұмыс принципі бойынша мұндай сұлбалар көбінесе ұқсас келеді. Асинхрондық вентильдік каскадтың сұлбасы тұрақты тоқтың аралық тізбегі бар түрлендіргіштен тұрады. Бұл сұлба көп таралған болып келеді. Қазіргі уақытқа дейін көптеген өндірістік қондырғылар осындай сұлбалармен жасалынған. Бұл сұлба сондай-ақ каскадтағы физикалық процестерді талдау жағынан қарасақта қарапайым болып келеді. Осы жағдайлардан, осы жұмыста негізгі назар осы сұлбаға аударылған, арығарай ол шартты түрде негізгі деп аталады. Асинхрондық вентильдік каскадтың негізгі сұлбасы келесідей басты элементтерден тұрады: фазалық роторы бар асинхронды қозғалтқыштан; 1В вентильдік түрлендіргіштен, ротор тоғын және қосымша ЭҚК көзі ретінде вентильдік түрлендіргіш қолданылған, ол басқарылатын 2В вентильден және трансформатордан тұрады түзету үшін.

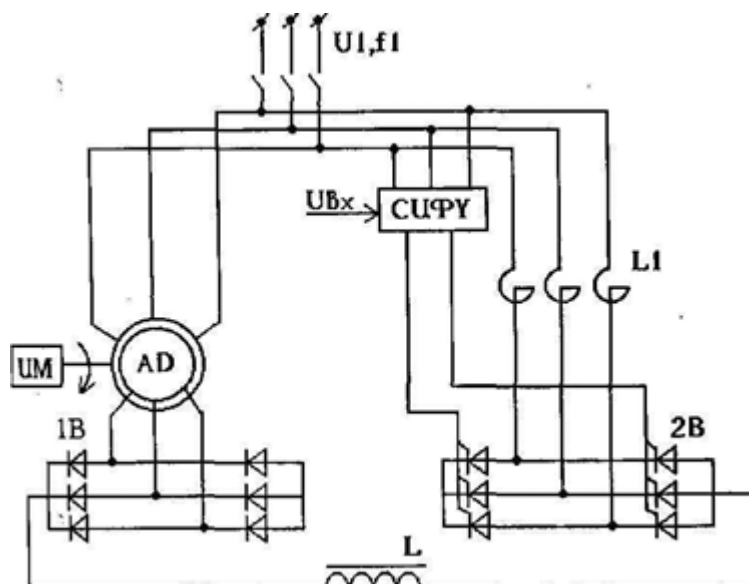
1.1 суретте инверторлік түрлендіргіш үшфазалы нөлдік сұлба бойынша орындалған. Инвертор вентильдерінің басқада қосылу сұлбалары мүмкін. Ең жиі қолданылатын үшфазалы мосттық сұлба (төмен қуатты жетектер үшін) (1.2 сурет) және «тендеу реакторы бар екі кері жұлдыз» сұлбасы (үлкен қуаттағы жетектер үшін) 1.3 сурет.



1.1 сурет - Тұрақты тоғының аралық тізбегі бар асинхронды вентильді каскадының қағидатты сұлбасы.



1.2 сурет – Вентильді каскадының орнын ауыстыру сұлбасы

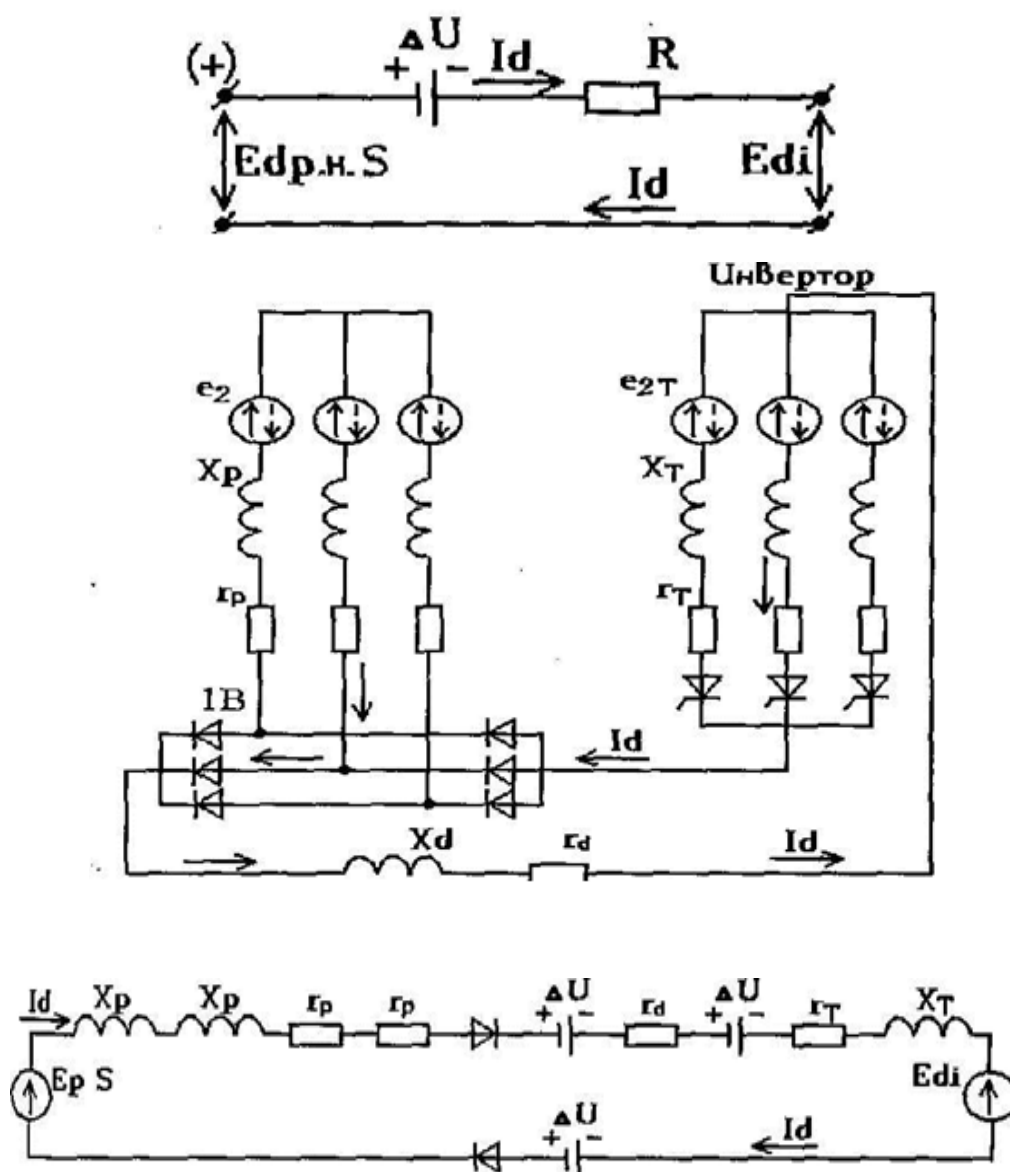


1.3 сурет - АВК қағидалы сұлбасы

Асинхрондық қозғалтқышпен жетілетін момент, түзетілген ротор тоғына пропорционал, былай жазылады:

$$M = c\Phi I_2 \cos\varphi_2 \approx c\Phi I_2 \quad (1.1)$$

мұнда φ_2 – тоң векторының арасындағы бұрыш I_2 және ротордың ЭҚК E_2 ; Φ – қозғалтқыштың ауалық саңылауындағы магнит ағыны. Демек, қарсы-ЭҚК өлшемін өзгерту арқылы реттеу (бұл жағдайда E_2) момент өлшемін және айналу жылдамдығын реттеуге мүмкіндік береді. Қарсы-ЭҚК инверторының өлшемі реттелетін вентильдердің ашу бұрышын өзгерту арқылы өзгереді.



1.4 сурет - Асинхронды вентильді каскадының ротор тізбегін орналастыру сұлбасы.

Егер инвертордың түзетілген қарсы-ЭҚК қозғалтқыштың роторының түзетілген кернеуіне тең болса, ротор тізбегіндегі ток және момент нөлге тең болады. Инвертордың қарсы-ЭҚК-і азайғанда ротор тізбегіндегі ток артады, өзғалтқыштың моменті де артады және жылдамдықта өседі. Жылдамдықтың артуымен ротордың түзетілген кернеуі S азаяды, онда қозғалтқыштың үдеуі артады, ротор контурындағы кернеу теңдігі орындалғанша:

$$E_{dpn} = E_{di} + \Delta U + I_d R_{3KB}. \quad (1.2)$$

Басқару әсері тұрақты болғанда және жетектің білігіндегі момент өзгерісі кезінде өтпелі процесс аналогты түрде өтеді. Мысалы, қозғалтқыштың білігіндегі момент артқан жағдайда оның жылдамдығы азаяды. Осыған

байланысты ротордың ЭҚК артады, сонымен бірге түзетілген ток және момент артады. Жылдамдық азаяды. Ол ссол уақытқа дейін жалғасады, қозғалтқыштың моменті кедергі моментіне тең болғанша.

Инвертордың қарсы-ЭҚК нөлге дейін азайғанда қозғалтқыштың жылдамдығы номинал жүктеме кезінде 85-95 % артады синхрондықтан. Қозғалтқыштың қатысты үлкен сырғанауы қарсы-ЭҚК болмаған жағдайда ротор тізбегіндегі қосымша кедергінің болуымен түсіндіріледі (1.4 сурет). Жылдамдықты одан ары қарай жоғарлату үшін қосымша ЭҚК-нің белгісін өзгерту қажет, яғни 2В вентилін инверторлық режимнен түзетілген режимге ауыстыру қажет.

Бұл теңдеуде:

$$I_d = \frac{E_{dPH} - E_{di} - \Delta U}{R_{ЭКВ}}. \quad (1.3)$$

Мындай түр алады:

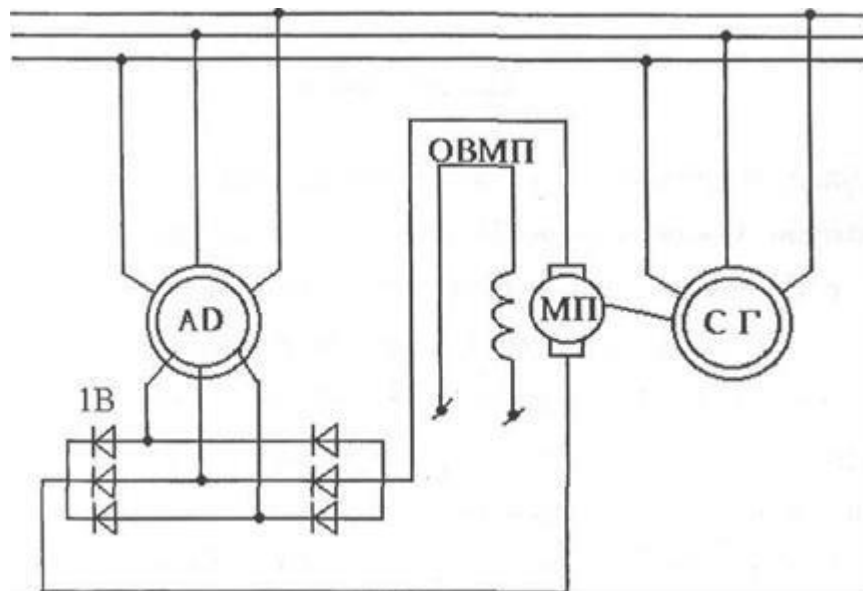
$$I_d = E_{dPH} S + E_{di} + \Delta U. \quad (1.4)$$

Егер E_{di} белгілі бір мәнге жетсе

$$E_{di} = \Delta U + I_d (V_d + V_T). \quad (1.5)$$

онда қозғалтқыш жобамен номинал сырғанаумен жұмыс істейді. E_{di} одан ары қарай арттыруға болмайды, себебі контурдағы токтың лезде артуына әкеліп соғады. Көптеген вентильдік каскадтардың жұмыс тәжірибесі көрсеткендей номиналға жақын жылдамдық алуға болады.

Вентильдік каскадтың қарапайым және көп таралған сұлбаларының бірі, тұрақты токтың аралықты тізбекті сұлбасы бар, ол вентильді-машиналық каскад болып табылады (1.5.сурет). Вентильді-машиналық каскад үшін қосымша ЭҚК-і көзі болып тұрақты ток машинасы қолданылады. Вентильді-машиналық каскадтың сұлбасы жұмыс істеу принципі бойынша асинхронды вентильдік каскадтың сұлбасына ұқсас.



1.5 сурет –Асинхронды вентильді-машиналық электрлік каскадтың принциптік сұлбасы.

1.2 Вентильдік каскадтарды классификациялау

Қазіргі уақытта каскадтық сұлбалардың біршама мөлшері өнделіп шығарылған. вентильдік каскадтардың барық белгілі түрлері қосымша экк-н асинхронды қозғалтқыштың ротор тізбегіне енгізу тәсілімен айрықшалаанады және де қозғалтқыштың ротор тізбегіне қосылған түрлендіргіштің түріне байланысты.

Асинхронды вентильдік каскад үш негізгі топқа бөлінеді: вентильдік каскадтар, тек вентильдік жиілік түрлендіргіштен құралатын; вентильді-машиналық электрлік каскадтар, ротордың түзетілген ток тізбегіндегі қосымша экк-і бөлек орналасқан тұрақты ток машинасы арқылы пайда болады, және вентильді-машиналық электрмеханикалық каскадтар, мұндағы қосымша экк-і негізгі асинхрондық қозғалтқышпен бір білікте орналасқан тұрақты ток машинасы көмегімен пайда болады.

1.2.1 Вентильдік каскадтар

Вентильдік каскадтар ротор тізбегінде вентильдік жиілік түрлендіргіштің болуымен сипатталады. Соңғы вентильдік каскадтар тұрақты токтың аралықты тізбегімен және тоқсыз орындала алады. Бұл вентильдік каскадтардың бірінші классификациялық белгісі болып табылады.

Тұрақты токтың аралықты тізбегі бар вентильдік каскадтың негізгі сұлбасы қазіргі уақытта кең ауқымда таралған, және болашақтада ең перспективті болып қала береді. Бұл сұлбаның негізгі артықшылығы, қарапайым вентильдік түрлендіргіш, ол вентильдердің екі тобынан құралады. Оның біреуі-роторлық, басқарылмайтын. Екінші тобы-тәуелді инвертор басқарылатын вентильдерде орындалады. Бұл вентильдерді басқау үшін

қарапайым жүйелер қолданылады, 50 Гц жиілікке есептелген. Алайда бұл сұлба жетек жұмысын қозғалтқыштық режимде

Жоғары синхрондық жылдамдық кезінде қамтамасыз ете алмайды және генераторлық режимде негізгі жылдамдықтан төмен болғанда. Роторлық топтағы басқарылатын вентильдердің қолданылуы белгілі-бір артықшылықтар береді. Бұл артықшылықтар былай негізделеді, берілген реттейтін ауқымда және жүктеме ретіндегі желдеткіштің инверторлық түрлендіргіштің қуатының біршама азайтылуында; сондай-ақ синхрондық жылдамдық кезіндегі генераторлық тежеуіш режимі мүмкін. Алайда роторлық топтағы вентильдерді басқару үшін, басқарылатын импульстар жиілікпен бірге берілу қажет, роторлық кернеу f_j жиілігіне сәйкес. Бұл арнайы басқару жүйесінің қолданылуын қажет етеді.

Егер тұрақты тоқтың арлықты тізбегінсіз түрлендіргіштер қолданылса, вентильдердің айқын шектеу функциясы шығарылады. Сонымен бірге сол бір вентильдер біруақытта түзету және инверттеу функциясын орындайды. Егер вентильдерді басқару сырғанау жиілігіне қатысты болса, онда тұрақты тоқтың аралықты тізбегінсіз асинхронды вентильдік каскадтың жұмысы жоғарыда көрсетілген сұлбаға сәйкес принципке негізделген. Егер түрлендіргіштің жиілігі тәуелсіз берілетін болса, онда асинхрондық қозғалтқыш синхронды қозғалтқыштың кейбір қасиеттерін алады.

Тұрақты тоқтың аралықты тізбегінсіз вентильдік каскадтың сұлбасы жетектің барлық көптүрлі жұмыс режимін қамтамасыз етеді. Қозғалтқыш 0-ден синхрондық жылдамдыққа дейін, қозғалтқыштық режимінде, сондай-ақ генераторлық режимінде жұмыс жасай алады. Синхрондық жылдамдықтан жоғары болса қозғалтқыштық және генераторлық режимдерінде жұмыс жасауы мүмкін.

Тұрақты тоқтың аралықты тізбегі бар каскад сұлбасы қозғалтқыштық режимдегі синхрондық жылдамдық арқылы қозғалтқыштың өтуіне мүмкіндік бермейді. Это относится к каскаду без промежуточной цепи, тока ротора. Синхронды жылдамдық арқылы өтуінің мүмкін еместігі былай түсіндіріледі, синхронды жылдамдыққа жақын жылдамдықта вентильдер және вентильдік топтар арасындағы ток коммутациясы бұзылады, басқаратын сигналдар жиілігі нөлге жақындайды.

Шектік жағдайда ротор орамасына тұрақты ток беріледі, асинхронды қозғалтқыш синхрондалады. Аралықты тізбекті тұрақты ток каскадында синхронды жылдамдық арқылы өту принципті мүмкін емес, себебі роторлық топтың вентильдері арасындағы ток коммутациясы бұл сұлбаларда тек қана ротор кернеуінің әсері арқылы жүзеге асады. Синхронды жылдамдыққа жақындағанда олар нөлге тең болады, сол себептен тоқтың бір вентильден басқасына өтуі бұзылады. Аралықты тізбегінсіз каскадтарда вентильдер арасындағы коммутация ротор кернеуі әсерінен, және де желінің кернеуі әсерінен пайда болады. Бұл жағдайда синхронды жылдамдық арқылы өту мүмкін, бірақ жоғары жылдамдықты және синхронды аймақта вентильдерді басқару ротор кернеуінің жиілігі мен фазасына тәуелсіз болуы қажет.

Қосымша ӘҚК фазасы мен өлшемі тәуелсіз басқарылатын тұрақты тоқтың аралықты тізбегінсіз вентильдік каскадтың сұлбалары асинхронды қозғалтқыштың екі көзден қоректену сұлбасына ұқсас келеді, ондағы қозғалтқыш статоры қоректі жиілігі 50Гц тораптан алады, ал ротор вентильдік жиілік түрлендіргішке қосылған, жиіліктің және кернеудің фазасын емн амплитудасын ретуін қамтамасыз етеді.

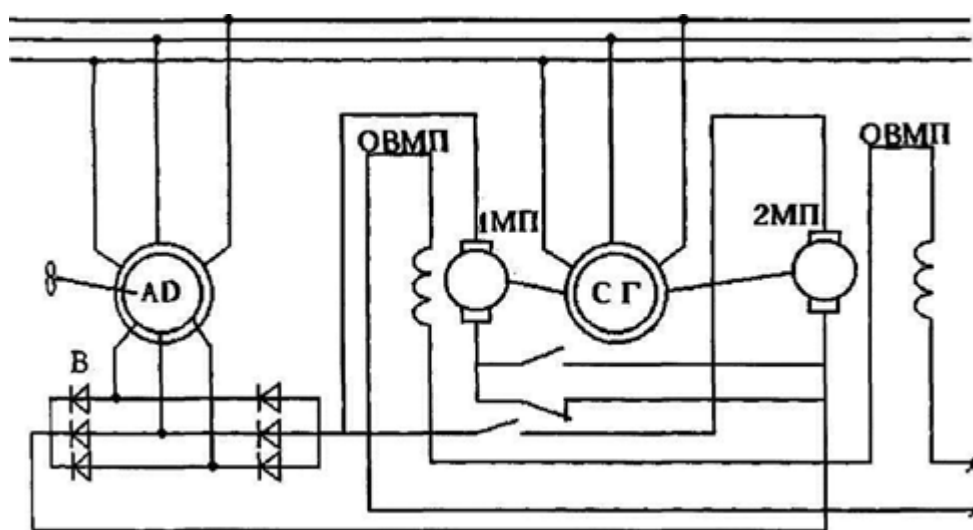
Жетек жүктемесі мен жылдамдық функциясында егер үш шама тәуелсіз берілсе және белгілі бір заң арқылы реттелсе, онда реттелетін асинхрондық қозғалтқыш синхрондық машинаның қасиетін алады. Егер түрлендіргіштің жиілігі ротор кернеуінің жиілігіне тәуелді орнығатын болса, онда екі көзді қоректену машинасының асинхронды реттеу принципі орнын алады. Кейде мұндай машиналарды асинхрондалған синхронды қозғалтқыштар деп атайды.

Екі көзді қорек машиналар белгілі бір шектеуде екі аймақты жылдамдық реттеуді қамтамасыз етеді- төмен және жоғары.

Алайда синхрондық жылдамдық арқылы өту жүктеме кезінде сұлбалар үшін, асинхронды принциппен басқарылатын, белгілі бір қиындықтар туғызады. Асинхрондалған синхрондық машина және ротор тізбегінде вентильдік түрлендіргіш жетектерінің сұлбасының кемшілігі оның басқару жүйесінің қиындығы.

1.2.2 Вентильді - машиналы каскад

Бұл жүйе әрқашан тұрақты тоқтың аралықты тізбегін құрайды, жетектің жұмыс режимі бөлімінде барлық шектеулерді анықтайды. Оның екі модификациясы бар: тұрақты тоқты бір машинасы бар негізгі сұлба (1.5.сурет), тізбектей жалғанудан параллель жалғануға қоылған. Соңғы сұлба Мәскеулік Энергетикалық Институтта құрылған 1.7 суретте көрсетілген.



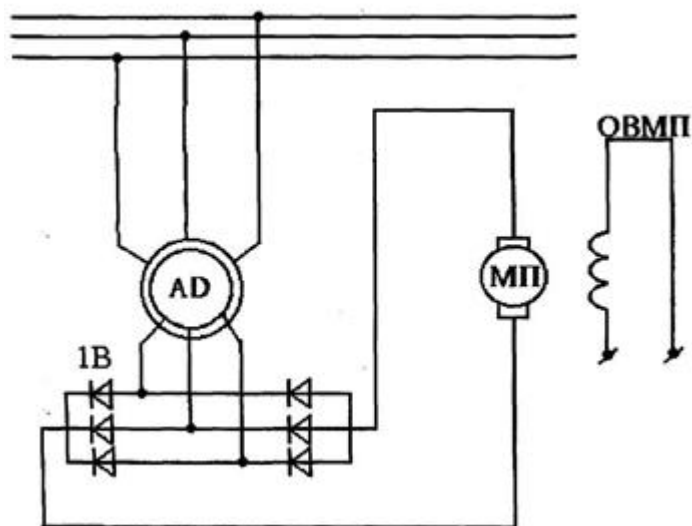
1.6 сурет– Тұрақты тоқтың екі машинасы бар асинхронды вентильді-машиналы каскадының сұлбасы

Жүктеменің желдеткіштік сипаттамасы кезінде ондай сұлба тұрақты тоқ машинасының орнатылған қуатын біршама азайтады. Асинхрондық қозғалтқыштың ротор тізбегіндегі қарсы-ӘҚК екі тұрақты тоқ машинасынан туындайды. Олардың зәкірі тізбектей немесе параллель жалғанады. Аймақтың төменгі бөлігіндегі үлкен сырғанау кезіндегі реттеу, қарсы-ӘҚК-ң үлкен шамасы керек болғанда, ол жетектің білігіндегі момент аз, жүктеменің желдеткіштік сипаттамасы арқасында, зәкір тізбектеу жалғанады.

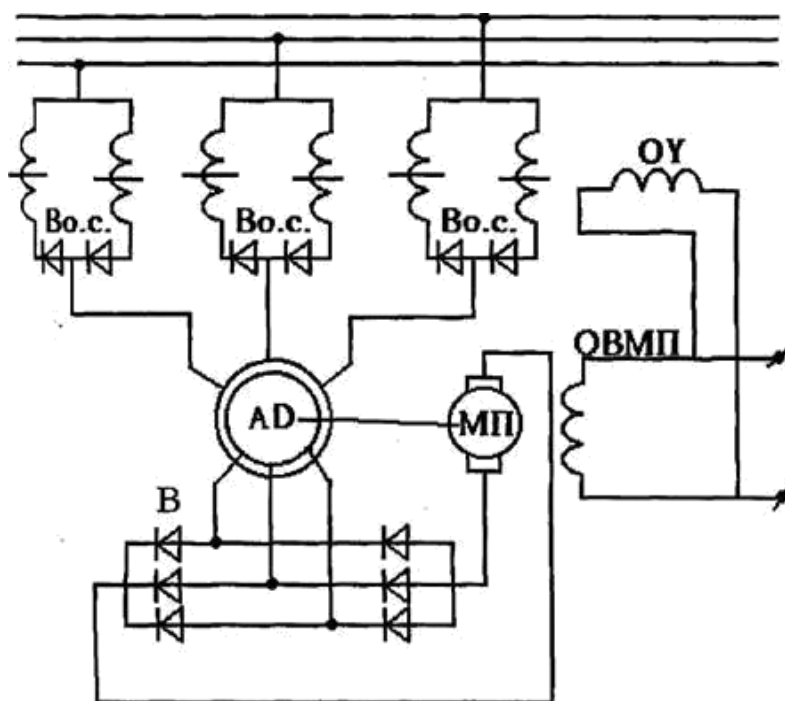
Зәкірді реттеу аймағының жоғары бөлігінде параллель жалғануы болады, ол ротор тізбегіндегі рұқсат беруші тоқты үлкейтеді, сонымен қатар жетектің моменті де үлкейеді. Айтып кететін жайт тұрақты тоқ машинасының мұндай жалғануы тек желдеткіштік жүктеме жетегінде қолданады.

1.2.3. Вентильді - машиналы электрмеханикалық каскад

Электрмеханикалық каскадтың негізгі сұлбасы реттеу ауқымын шамамен $1/2$ қамтамасыз етеді (1.8 сурет) Реттеу ауқымын кеңейту және тұрақты тоқ машинасының қуатын азайту үшін асинхрондық қозғалтқыш кернеуін төмендету қажет. Автотрансформатордың вентильдік кернеу реттегішінің кернеуін реттеу қанығу дросселі көмегімен іске асады. Сонымен бірге статор орамасының үшбұрыш жалғанудан жұлдызшаға ауысуы мүмкін. 1.9 суретте көрсетілген мұндай сұлбада жылдамдықты реттеу тұрақты тоқ машинасының қоздыру тоғы мен қанығу дросселінің магниттеу тоғын өзгерту арқылы жүзеге асады.



1.7 сурет– Вентильді-машиналы электрмеханикалық каскадының қағидатты сұлбасы.



1.8 сурет– Дроссельді басқарылатын асинхронды вентильді-машиналы каскадының сұлбасы

Вентильдік каскад сұлбасының жоғарыда келтірілен жіктелуі принциптік сұлбаға негізделген және жетекке кіретін машиналар мен құрылғылардың құралымдық орындалуын ескермейді. Ойлап қарайтын болсақ жетектерді жетектің вентиль түріне назар аударған дұрыс: жартылайөткізгіштік және иондық. Біріншісі прогрессивті асинхронды каскадтарды анықтайды. Қазіргі кезде иондық вентильдер реттеуіш ретінде үлкен және орта қуаттағы жетектерде қолданылады. Реттелмейтін вентильдік түрлендіргіштер барлық тұрақты тоқтың аралықты тізбекті каскад сұлбасында жартылайөткізгішті вентильдерде жетектің қуатына тәуелсіз орындалады.

Өндірісте айналу жиілігін реттеу терең емес диапазонымен жетек қолданылады, яғни вентильді каскад, асинхронды қозғалтқыш негізінде құрылған және электр жетектің айнымалы тоқтың реттеу жүйесінде білдіреді. Асинхронды электр қозғалтқыш каскадты қосуда дросселдік және жиілік басқаруда айырмашылығы желіден тұтынатын айнымалы үш фазалық тоққа қосылады. Бұл екі бірінші алдында осы жетек жүйесінің үлкен артықшылығы болып табылады. Ол сондай-ақ, барлық басқа жүйелермен салыстырғанда жоғары тиімділігі бар. Бұл артықшылық каскадты жүйелерде тек сырғу энергиясы айналады деп түсіндіріледі, сол кезде жетектің тұрақты тоғында және жиілікті реттеу түрлендіргіштің жүйелерінде қозғалтқыш тұтынатын барлық энергия айналады.

Дросселді және реостатты басқару жетектерін, және де сырғу жалғастырғышпен салыстырғанда, бұларда сырғу энергиясы кедергіде жоғалады, вентильді каскадтың артықшылығы энергетикалық жағынан өте жоғары. Айналу жиілігін реттеу үшін роторлы тізбектің түрлендіргіштері осы

жүйеде жұмыс жасайды. Асинхронды қозғалтқыш көмегімен салынған жетек, жоғары реттелетін қуаты мықты жүйесін құруға мүмкіндік береді. Бұндай жүйелер моменттің және жиіліктің айналуын бірқалыпты реттеуін қаматамасыз етеді, күштік және байланыс жабдықтарын үлкен көлемін талап етпейді.

2 Электромагниттік есептеу

Бастапқы берілгендері:

Қозғалтқыштың қуаты $P_2 := 300$ кВт

Номиналды кернеу $U_{1H} := 3000$ В

Айналу жиілігі $n_1 := 1500$

Торап жиілігі $f := 50$ Гц

Статор орамасындағы фазалар саны $m := 3$

2.1 Статор, ротор өзекшесінің геометриялық өлшемдерін есептеу, тұрақтылығын есептеу

Айналу осін іні биіктігін алдын-ала 6-7 сурет арқылы анықтаймыз (И.П. Копылов) берілген Р2 мәні үшін:

$$h := 0.450, \text{ м.} \quad (2.1)$$

Арықарай статор өзекшесінің сыртқы диаметрін анықтаймыз:

$$D_a := 0.850, \text{ м.} \quad (2.2)$$

Көптеген асинхрондық қозғалтқыштарды жобалау тәжірибесінде корсеткендей, өзекшенің ішкі диаметрі, сыртқы диаметрмен белгілі бір қатынаста болады.

$$D_1 = K_D \cdot D_a; \quad D_1 = 0.544, \text{ м;} \quad (2.3)$$

мұнда коэффициент $K_D := 0.64$

Полюстік бөлімді табамыз τ (м):

$$\tau := \frac{\pi \cdot D_1}{2 \cdot p}; \quad \tau = 0.427, \text{ м.} \quad (2.4)$$

Берілген номинал қуат арқылы асинхронды қозғалтқыштың есептік қуатын анықтаймыз:

$$P := P \cdot \frac{k_E}{\eta \cdot \cos \varphi}; \quad P = 555, \text{ кВт}; \quad (2.5)$$

мұнда коэффициент $k_E := 0.97$ 6-8 суретінен анықтаймыз, номинал қуат коэффициенті $\cos \varphi := 0.87$ және ПЭК $\eta := 0.91$, 6-10 суретінен алдын-ала алынады.

Электромагнитік жүктемелерді алдын-ала таңдау-сызықтық тоқ жүктемесін A және ауа саңылауындағы магнит индукциясын өте мұқият келтіру қажет, себебі олар тек қана өзекшенің есептік ұзындығын ғана анықтамайды, сонымен бірге қозғалтқыштың маңызды дәрежесін анықтайды. B_δ және A таңдаудағы ұсыныс:

$$A := 45 \cdot 10^3 \frac{\text{А}}{\text{м}} \quad B_\delta := 0.85 \text{Тл} \quad (2.6)$$

Полюстік бөгеттің коэффициент мәні α және өрістің форма коэффициентің k_B тең деп аламыз:

$$\alpha := \frac{2}{\pi} \quad \alpha_\delta = 0,64. \quad (2.7)$$

$$k_B := \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \quad k_B = 1.111. \quad (2.8)$$

Орамалық коэффициент мәні, екіқабатты орама үшін:

$$2p=4: \quad K_{o\delta 1} := 0.91. \quad (2.9)$$

Қозғалтқыш білігінің синхронды бұрыштық жиілігі мына формуламен есептеледі:

$$\Omega := 2 \cdot \pi \cdot \frac{f}{p}; \quad \Omega := 157.1 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \quad (2.10)$$

Ауа саңылауының есептік ұзындығы:

$$L_\delta := \frac{P' \cdot 10^3}{D_1^2 \Omega \cdot k_B \cdot K_{o\delta 1} \cdot A \cdot B_\delta}; \quad (2.11)$$

$$L_\delta = 0.309;$$

$$L_{\delta} = 0.32m.$$

Басты өлшемдерді D және L_{δ} дұрыс таңдау межесі болып мына қатынас

$\lambda := \frac{L_{\delta}}{\tau}$ атқарады, 6-14 суретінде көрсетілген аралықта жатуы қажет:

$$\lambda := \frac{L_{\delta}}{\tau} \quad \lambda = 0.749. \quad (2.12)$$

Магниттік тізбекті есептеу үшін басқа, бізге толық құралымдық ұзындықты және статор өзекшесі болатының ұзындығын анықтау қажет (L_1 и L_{CT1}). Асинхрондық қозғалтқышта статор өзекшесінің ұзындығы 0,25-0,3 м аспайтын, радиалдық; желдеткіштік каналдарды жасамайды. Мұндай құралым үшін:

$$L_1 := L_{\delta}$$

$$L_{CT1} := L_{\delta} \quad (2.13)$$

$$L_{CT1} = 0.32m$$

$$L_1 = 0.32m$$

Статор мен ротордың оралуын есептеу

Оралу түрі және статор паздарының нысаны 2.1 кестесі бойынша таңдалынады (әдістемелік нұсқау)

Екі қабатты оралуды таңдаймыз, себебі, қуаты орташа машина және айналу осінің биіктігі $h > 132$ мм.

Полюстегі паза саны және фазаны: $q_1 := 5$.

Статор ойықтарының саны:

$$z_1 := 2 \cdot p \cdot m \cdot q_1 \quad z_1 = 60. \quad (2.14)$$

Статордың тістік бөлімі:

$$t_1 := \frac{\pi \cdot D_1}{z_1} \quad t_1 = 0.028. \quad (2.15)$$

Статор ормасындағы номинал фазалық ток:

$$I_{1H} := \frac{P_2 \cdot 10^3}{m \cdot U_{1H} \cdot \eta \cdot \cos \varphi} \quad I_{1H} = 70.2, A. \quad (2.16)$$

Ойыққа кіретін тиімді өткізгіштер саны:

$$u_{II} := \frac{\pi \cdot D_1 \cdot A}{I_{1H} \cdot z_1}; \quad u_{II} = 18.3, u_{II} := 22. \quad (2.17)$$

Статор орамасындағы фазаның орам саны $a_1 := 1$ Ораманың параллель тармақтар саны:

$$w_1 := \frac{u_{II} \cdot z_1}{2 \cdot a_1 \cdot m}; \quad w_1 := 220. \quad (2.18)$$

Екі қабатты орама әдетте ойықтарда тұзақтық қысқартылған адыммен орындалады:

$$\beta_1 := 0.83 \text{ болғанда } 2p \geq 4 \quad (2.19)$$

$$\gamma_1 = \beta_1 \cdot \frac{z_1}{2 \cdot p}; \quad \gamma_1 = 12. \quad (2.20)$$

Ораманың ең негізгі параметрлерінің бірі ол оның орамалық коэффициенті болып табылады.

Орамалық коэффициент, ораманың қысқарту коэффициенті:

$$K_{\gamma_1} := \sin\left(\beta \cdot \frac{\pi}{2}\right) \quad K_{\gamma_1} := \sin\left(\beta \cdot \frac{\pi}{2}\right);$$

$$\alpha := \frac{2 \cdot \pi \cdot p}{z_1}; \quad \alpha = 0.209. \quad (2.21)$$

Ораманың таралу коэффициенті:

$$K_{p1} := \frac{\sin\left(\alpha \cdot \frac{q_1}{2}\right)}{q_1 \cdot \sin\left(\alpha \cdot \frac{1}{2}\right)}; \quad (2.22)$$

$$K_{p1} = 0.957;$$

$$K_{o\delta 1} := K_{\gamma_1} \cdot K_{p1}; \quad (2.23)$$

$$K_{O\delta 1} = 0.923.$$

Магнит ағыны:

$$K_e := 0.97$$

$$E_1 := K_e \cdot U_{1H}$$

$$E_1 = 2910$$

$$\Phi := \frac{K_e \cdot U_{1H}}{4k_B \cdot K_{O\delta 1} \cdot f \cdot w_1}; \quad (2.24)$$

$$\Phi = 0.065 \text{ Вб.}$$

Ауа саңылауындағы магнит индукциясының айқындалған мәні:

$$B\delta := \frac{\Phi \cdot p}{D_1 \cdot L_1}; \quad (2.25)$$

$$B\delta = 0.95 \text{ Тл.}$$

Сызықтық жүктеменің айқындалған мәні:

$$A := \frac{2 \cdot I \cdot w_1 \cdot m}{\pi \cdot D_1}; \quad (2.26)$$

$$A = 54.2 \times 10^3.$$

Статор орамасындағы тоқтың тығыздығы:

$$J_1 := 4.5 \frac{A}{\text{мм}^2}. \quad (2.27)$$

Тиімді фаза өткізгіштің қимасы:

$$q_{\Delta\Phi} := \frac{I_{1H}}{J_1 \cdot a_1}; \quad (2.28)$$

$$q_{\Delta\Phi} = 15.594 \text{ мм}^2.$$

Бөлінген орауыштардан тиімді орамадағы қарапайым өткізгіштер саны:

$$n_{\Delta\Phi 1} := 2. \quad (2.29)$$

Тікбұрышты өткізгіш, қарапайым өткізгіш қимасы:

$$q_{\text{ЭЛ}} := \frac{q_{\text{ЭФ}}}{n_{\text{ЭЛ1}}}. \quad (2.30)$$

$$q_{\text{ЭЛ}} = 7.798 \text{ мм}^2.$$

Статор орамасындағы тоқ тығыздығы (айқындалған мәні):

$$J_1 := \frac{I_{1H}}{a_1 \cdot q_{\text{ЭЛ}} \cdot n_{\text{ЭЛ1}}}; \quad (2.31)$$

$$J_1 = 4.5 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2}.$$

Статор тісінің ең тар жердегі алдын-ала ені, мұндағы пакетті болатпен толтыру коэффициенті $h > 355$.

Тістің ең тар қимасындағы индукцияның ұсынылатын ең жоғары мәні:

$$b_{z1\text{min}} := \frac{B_{\delta} \cdot t_1 \cdot L_{\delta}}{B_{z1\text{max}} \cdot L_{\text{СТ1}} \cdot k_C}; \quad (2.32)$$

$$b_{z1\text{min}} = 0.016 \text{ м}.$$

Еңбір жіңішке жердегі тістік бөлім:

Шлицтің биіктігі:

$$h_{u1} := 0.002 \text{ м}.$$

Сыналық бөлігіндегі биіктік:

$$h_{k1} := 0.004 \text{ м};$$

$$t_{1\text{min}} := \pi \cdot \frac{(D_1 + 2 \cdot h_{u1} + h_{k1})}{z_1}; \quad (2.33)$$

$$t_{1\text{min}} = 0.029.$$

Штамптағы ойықтың бастапқы еңі:

$$b_{\Pi} := t_{1\text{min}} - b_{z1\text{min}}; \quad (2.34)$$

$$b_{\Pi} = 0.013 \text{ м}.$$

Статор ярмасының биіктігі мұнда $B_a := 1.4$, Тл:

$$h_a := \frac{\alpha_\delta \cdot \tau \cdot L_\delta}{2 \cdot L_{CT1} \cdot k_C} \cdot \frac{B_\delta}{B_a}; \quad (2.35)$$

$$h_a = 0.097 \text{ м.}$$

Тішениң биіктігі:

$$h_{z1} := 0.5 \cdot (D_A - D_1) - h_a; \quad (2.36)$$

$$h_{z1} = 0.097, \text{ м.}$$

Ойықтың биіктігі:

$$h_{\Pi} := h_{z1} \quad (2.37)$$

$$h_{\Pi} = 0.056 \text{ м}$$

Жіңішке және кең жеріндегі статор тішесі енінің нақты мәні:

$$b_{z1 \min} := t_{1 \min} - b_{\Pi}; \quad (2.38)$$

$$b_{z1 \min} = 0.016 \text{ м.}$$

Мұнда:

$$t_{1 \max} := \pi \cdot \frac{(D_1 + 2 \cdot h_{k1})}{z_1}; \quad (2.39)$$

$$t_{1 \min} := 0.034 \text{ м.}$$

Тішениң жіңішке және кең жеріндегі индукциясы:

$$b_{z1 \max} := B_\delta \cdot \frac{t_1 \cdot L_\delta}{b_{z1 \min} \cdot k_C \cdot L_{CT1}}; \quad (2.40)$$

$$b_{z1 \max} := 1.8 \text{ Тл.}$$

$$b_{z1 \min} := B_\delta \cdot \frac{t_1 \cdot L_\delta}{b_{z1 \min} \cdot k_C \cdot L_{CT1}}; \quad (2.41)$$

$$b_{z1 \max} := 1.34 \text{ Тл.}$$

$$b_{zcp} := \frac{B_{z1 \min} + B_{z1 \max}}{2}; \quad (2.42)$$

$$b_{zcp} := 1.57 \text{ Тл.}$$

Статор ярмасындағы индукция:

$$B_{a1} := B_{\delta} \cdot \frac{\alpha_{\delta} \cdot \tau \cdot L_{\delta}}{2 \cdot h_a \cdot L_{CT1} \cdot k_C} \quad (2.43)$$

$$B_{a1} := 1.4 \text{ Тл}$$

қабат s2 ПЭТАБП

$$s2 = 0.07 \text{ мм}$$

қабат s3 электрді оқшаулау лентасы

$$s3 = 0.2 \cdot 6.5 \text{ мм (6,5 айналым)}$$

қабат s4 оқшаулама лентасы ЛСК

$$s4 = 0.13 \cdot 2 \text{ мм (екі қабаты)}$$

қабат s5 s6 syNOMEX

$$s5 = 0.52 \cdot 2 \text{ мм (екі қабаты)}$$

$$s6 = 0.52 \cdot 2 \text{ мм (екі қабаты)}$$

$$s7 = 0.52 \cdot 2 \text{ мм (екі қабаты)}$$

Ойықтық оқшауламаның ені:

$$b_{III} := (s_2 \cdot 2 + s_3 \cdot 2 + s_4) \cdot 10^{-3}; \quad (2.44)$$

$$b_{III} := 0.003 \text{ м.}$$

Ойықтық оқшауламаның биіктігі

Сымның номинал өлшемі үлкен жағындағы: $b := 0.005 \text{ м}$

Сымның номинал өлшемі кіші жағындағы: $a := 0.00224 \text{ м}$

Тікбұрышты сымның қимасы:

$$d_{III1} := a \cdot b; \quad (2.45)$$

$$d_{III1} = 0.0000112 \text{ м}^2.$$

Шлиц ені:

$$d_{III1} := a \cdot b.$$

Ротор өзекшесінің сыртқы диаметрі, мұндағы ауа саңылауы үлкен қуатты қозғалтқыштар үшін:

$$\delta := \frac{D_1}{1.2} \cdot \left(1 + \frac{9}{2 \cdot P}\right) \cdot 10^{-3}; \quad (2.46)$$

$$\delta := 0.0015 \text{ мм}^2;$$

$$D_2 := D_1 - 2 \cdot \delta; \quad (2.47)$$

$$D_2 := 0.541m.$$

Ротор өзегінің ішкі диаметрі (бір уақытта, ол білік диаметрі):

$$D_{2B} := 0.23 \cdot D_a; \quad (2.48)$$

$$D_{2B} := 0.196m;$$

Өзекшенің құралымдық ұзындығы және өзекше болатының ұзындығы айналу осі $h > 250$ биіктікте болғанда:

$$L_2 := L_1 + 0.005;$$

$$L_2 := L_1 + 0.255m;$$

$$L_{CT2} := L_{CT1} + 0.005;$$

$$L_{CT2} := 0.255m;$$

Статор орамасындағы фазалар саны:

$$m_2 := m;$$

Ротор фазасы мен полюсіне сәйкес ойықтар саны:

$$q_2 := q_1 + 1; \quad (2.49)$$

$$q_2 = 6.$$

Ротор ойықтарының саны:

$$z_2 := 2 \cdot p \cdot m_2 \cdot q_2; \quad (2.50)$$

$$z_2 = 72.$$

Қатты секциясы бар ораманы есептеу .Ротордың толқындық орамасы өткізгіштерінің тиімді саны әрқашан екіге тең:

$$u_{П2} := 2;$$

Ораманың параллель тармақтарының саны $a_2 := 1$. Фазадағы орам саны:

$$w_2 := \frac{z_2}{m_2};$$

$$w_2 := 24;$$

$$w_2 := 2 \cdot p \cdot q_2;$$

$$w_2 := 24;$$

Ротор орамасыдағы ток:

$$K_{O\delta 2} := K_{O\delta 1} . \quad (2.51)$$

$$I_2 := 1.1 \cdot I_{1H} \cdot \frac{w_1 \cdot K_{O\delta 1}}{w_2 \cdot K_{O\delta 2}} \cdot \cos \varphi ; \quad (2.52)$$

$$w_2 := 615.6A .$$

$$E_2 := 4.44 \cdot f \cdot w_2 \cdot K_{O\delta 2} \cdot \Phi ; \quad (2.53)$$

$$E_2 := 312.9B .$$

Тиімді өткізгіштің қимасы (бастапқы):

$$J_2 := 4.5 \frac{A}{\text{мм}^2} ;$$

$$q_{\text{эф}2} := \frac{I_2}{a_2 \cdot J_2} ; \quad (2.54)$$

$$q_{\text{эф}2} := 136.8 \text{мм} .$$

Қатты секциялы тиімді өткізгіштегі қарапайым өткізгіштер саны

$$q_{\text{эл}2} := 1 ;$$

Элементарлы сымның қимасы (алдын-ала)

$$q_{\text{эл}2} := \frac{q_{\text{эф}2}}{n_{\text{эл}2}} ; \quad (2.55)$$

$$q_{\text{эл}2} := 136.797 .$$

Ротор ойығының бастапқы биіктігі эмпирикалық формула арқылы табылады

$$h_{\Pi 2} := (34 - 2 \cdot p) \cdot 10^{-3} + 0.25 \cdot D_a ; \quad (2.56)$$

$$h_{\Pi 2} := 0.051 \text{ м} .$$

Ротор тішесінің биіктігі:

$$h_{z2} = h_{\Pi 2} ;$$

$$h_{z2} = 0.051 \text{ м} ;$$

Жіңішке жердегі ротор тішесінің бастапқы ені:

$$B_{z2 \max} := 2 ;$$

Ротордың тішелік адымы:

$$t_2 := \frac{\pi \cdot D_2}{z_2} ; \quad (2.57)$$

$$t_2 = 0.024 \text{ м} .$$

$$t_2 := \frac{B_\delta}{B_{z2 \max}} \cdot \frac{t_2 \cdot B_\delta}{k_c \cdot L_{CT2}} \quad b_{z2 \min} = 0.012 . \quad (2.58)$$

Штамптағы ойықтың бастапқы ені:

$$t_{2 \min} := \pi \cdot \frac{(D_2 - 2 \cdot h_{z2})}{z_2} ; \quad (2.59)$$

$$t_{2 \min} := 0.019 \text{ м} .$$

$$b_{\Pi 2} := t_{2 \min} - b_{z2 \min} ; \quad b_{\Pi 2} = 0.008 \text{ м} . \quad (2.60)$$

Осыдан кейін ойықтың құралымын жасау басталады. Өткізгіш өлшемдері ойықтың биіктігі мен ені оқшаулауды ескере бастапқы табылған мәнге жақын таңдалады.

Ротор ойығы оқшауламасының қалыңдығы.

Ойықтық оқшауламаның ені:

$$b_{III2} := 0.0017 \text{ мм.}$$

Ойықтық оқшауламаның биіктігі:

$$b_{IB2} := 0.004 \text{ мм.}$$

Сымның номинал өлшемі үлкен жағындағы $b := 0.0065 \text{ м}$

Сымның номинал өлшемі кіші жағындағы $a := 0.022 \text{ м}$

Тікбұрышты сымның қимасы

$$d_{III2} := a \cdot b \quad III2 = 0.000143 \text{ м}^2.$$

Осыдан кейін түбегейлі анықтаймыз:

$$b_{z2 \min} := t_{2 \min} - b_{III2} \quad b_{z2 \min} = 0.011 \text{ м}^2.$$

Сыналық бөлігіндегі биіктік:

$$h_{k2} := 0.0027 \text{ м.}$$

$$h_{u2} := 0.0012 \text{ м.}$$

Шлиц биіктігі

$$t_{2 \max} := \frac{\pi \cdot (D_2 - 2 \cdot h_{u2} - 2 \cdot h_{k2})}{z_2} t \quad t_{2 \max} = 0.023 \quad (2.61)$$

$$b_{z2 \max} := t_{2 \max} - b_{III2} \quad b_{z2 \max} = 0.015 \text{ м} \quad (2.62)$$

Ең жіңішке және кен жердегі индукция

$$B_{z2 \max} := B_\delta \frac{t_2 \cdot L_\delta}{b_{z2 \min} \cdot k_c \cdot L_{CT2}} \quad B_{z2 \max} = 2.076 \text{ Тл} \quad (2.63)$$

$$B_{z2 \min} := B_\delta \frac{t_1 \cdot L_\delta}{b_{z2 \max} \cdot k_c \cdot L_{CT2}} \quad B_{z2 \min} = 1.8 \text{ Тл} \quad (2.64)$$

Ротор ярмасындағы индукция

Ротор ярмасының биіктігі:

$$h_{a2} := \frac{(D_2 - D_{2\delta} - 2 \cdot h_{z2})}{2} \quad h_{a2} = 0.122 \text{ м} \quad (2.65)$$

$$B_{a2} := \frac{\alpha_{\delta} - \tau \cdot L_{\delta} \cdot B_{\delta}}{2 \cdot h_{a2} \cdot L_{CT2} \cdot k_C} \quad B_{a2} = 1.1 \text{ Тл} . \quad (2.66)$$

Тоқ тығыздығының соңғы мәні:

$$J := \frac{J_2}{q_{\Phi 2}} \quad J = 4.5 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2} . \quad (2.67)$$

Магниттік тізбекті есептеу

Қос полюстегі ауа саңылауының магниттік кернеуі:

$$k_{\delta 1} := \frac{t_1 + 10 \cdot \delta}{2 \cdot b_{u1} \cdot 10 \cdot \delta} \quad k_{\delta 1} = 1.435 \quad (2.68)$$

$$b_{u2} := b_{u1}$$

$$k_{\delta 2} := \frac{t_2 + 10 \cdot \delta}{2 \cdot b_{u2} \cdot 10 \cdot \delta} \quad k_{\delta 2} = 1.519 \quad (2.69)$$

$$k_{\delta} := k_{\delta 1} \cdot k_{\delta 2}$$

Ауа саңылауы коэффициенті:

$$F_{\delta} := 1.6 \cdot B_{\delta} \cdot \delta \cdot k_{\delta} \cdot 10^6 \quad F_{\delta} = 4874.5 \text{ А} . \quad (2.70)$$

Статордың тішелік қабатының магниттік кернеуі:

$$L_{z1} := 2 \cdot h_{z1} \quad L_{z1} = 0.112 \text{ м} . \quad (2.71)$$

$$F_{z1} := H_{z1} \cdot L_{z1} \quad F_{z1} = 302.221 \text{ А} . \quad (2.72)$$

Статор ярмасының магниттік кернеуі:

$$L_{a1} := \frac{(D_a - h_a)}{2 \cdot p} \quad L_{a1} = 0.591 \text{ м} .$$

$$F_{a1} := H_{a1} \cdot L_{a1} \quad F_{a1} = 387.944 \text{ А} .$$

Ротор ярмасының магниттік кернеуі:

$$F_{a2} := H_{a2} \cdot L_{a1} \quad F_{a2} = 194.703A .$$

Магнит тізбегіндегі қосынды магниттік кернеу:

$$F_{\Sigma} = F_{\delta} + F_{z1} + F_{z2} + F_{al} + F_{a2} \quad F_{\Sigma} = 5921.69 \quad (2.73)$$

Қозғалтқыштың магнит тізбегінің қанығу коэффициенті

$$k_{\mu} := \frac{F_u}{F_{\delta}} \quad k_{\mu} = 1.2 .$$

Магниттейтін ток:

$$I_{\mu} := \frac{p \cdot F_u}{0.9 \cdot m \cdot w_1 \cdot K_{o\delta 1}} \quad I_{\mu} = 21.61 \quad (2.74)$$

статордың номинал тоғынан пайыз түрінде:

$$I_{\mu\%} := \frac{I_{\mu}}{I_{1H}} \quad I_{\mu\%} = 0.31 .$$

Статор және ротор орамаларының активті және индуктивті кедергілері

Статордың тісшелік бөлімінің орташа мәні

$$t_{cp1} := \frac{\pi \cdot (D_1 + h_{z1})}{z_1} \quad t_{cp} = 0.031m .$$

Статор орауышының орташа ені:

$$b_{cp} := t_{cp1} \cdot y_1 \quad b_{cp1} = 0.377 \text{ м.}$$

мұнда Y статор орамасы адымының орташа мәні.

Секцияның маңдай бөлігінің орташа ұзындығы:

$$L_{л1} := (1.16 + 0.14 \cdot p) \cdot b_{cp1} \quad L_{л1} = 0.543 \text{ м.} \quad (2.75)$$

Статор орамасы орамының орташа ұзындығы:

$$L_{cp1} := (L_1 + L_{л1}) \cdot 2 \quad L_{cp1} = 1.586 .$$

Статор орамасының тіке бөлігінің ұшу ұзындығы:

$$L_{в1} := (0.12 + 0.15 \cdot p) \cdot b_{cp1} + 0.01 \quad L_{в1} = 0.17 \text{ м.}$$

Статор орамасының активті кедергісі, жұмыс істеу температурасына 115°C келтірілген (F оқшаулама класы үшін), мұнда $\rho_{115} = 0.0244$ мыстың меншікті кедергісі 115°C :

$$L_{a2} := \pi \cdot \frac{w_1 \cdot L_{cp1}}{a_1 \cdot n_{эл1} \cdot q_{эл}} \quad r_1 = 0.546 \text{ Ом.} \quad (2.76)$$

Қатынасты бірлікте:

$$r_1' := r_1 \cdot \frac{D_{1H}}{U_{1H}} \quad r_1' = 0.013 \text{ о.е.}$$

Статор орамасы сейілуінің индуктивті кедергісі үш бөліктен тұрады: ойықтық сейілу, дифференциалдық сейілу и тіке бөліктердің сейілуі.

Тікбұрышты ашық ойықта статордың ойықтық сейілуі магниттік өткізгіштік коэффициенті мұнда:

$$k_{\beta1} := 0.9 \quad k'_{\beta1} := 0.85.$$

ораманың адымын қысартуын ескеретін коэффициенттер:

$$B_1 = 0.83$$

$$h_3 := 0.0018 \text{ м.}$$

$$h_2 := 0.0001 \text{ м.}$$

$$h_1 := 0.058 \text{ м.}$$

$$\lambda_{n1} := \frac{h_1 - h_2}{3 \cdot b_{II}} \cdot k_{\beta1} + \frac{h_3 + h_{k1} + h_{w1}}{b_{II}} \cdot k'_{\beta1} \quad \lambda_{n1} = 1.833. \quad (2.77)$$

Статордың дифференциалдық сейілуінің өткізгіштік коэффициенті:

$$k_{w1} := 1 - 0.033 \cdot \frac{b_{w1}^2}{t_1 \cdot \delta}$$

$$k_{d1} = 1.833$$

$k_{ш1} = 0.865$ коэффициент, ойықтың ашылу әсерін ескеретін дифференциалдық сейілу коэффициенті анықталады.

$$\lambda_{\Delta 1} := \frac{0.9 \cdot t_1 \cdot (q_1 \cdot K_{O\delta 1}) k_{\Delta 1} \cdot k_{u1}}{\delta \cdot k_{\delta}} \quad \lambda_{\Delta 1} = 0.441 . \quad (2.78)$$

Статордағы ораманың тіке бөлігі сейілуінің өткізгіштік коэффициенті:

$$\lambda_{\sigma 1} := 0.34 \cdot \frac{q_1}{L_1} \cdot (L_{\sigma 1} - 0.64 \cdot \beta_1 \cdot \tau) \quad \lambda_{\sigma 1} = 2.148 . \quad (2.79)$$

Статор орамасының сейілуінің магнит өткізгіштік коэффициенті:

$$\lambda_1 := \lambda_{n1} + \lambda_{\Delta 1} + \lambda_{\sigma 1} \quad \lambda_{n1} = 4.422 .$$

Статор ормасы фазасының сейілуінің индуктивті кедергісі:

$$x_1 := \frac{1.58 \cdot f \cdot w_1^2 \cdot L_1 \cdot \lambda_1}{p \cdot q_1 \cdot 10^5} \quad x_1 = 4.227 \text{ Ом} . \quad (2.80)$$

Статор ормасы фазасының сейілуінің индуктивті кедергісі, о.е.

$$x_{1'} := \frac{x_1 \cdot I_{1H}}{U_{1H}} \quad x_{1'} = 0.099 \text{ о.е.}$$

Ротордың тісшелік бөлімінің орташа мәні:

$$t_{cp2} := \frac{(D_2 \cdot h_{z2})}{z_2} \quad t_{cp2} = 0.021 \text{ м} .$$

Ротор ораушының орташа ұзындығы:

$$Y_2 := 18;$$

$$b_{cp2} = 0.385 \text{ м} .$$

Орауштың тіке бөлігінің орташа ұзындығы:

$$L_{л2} = 0.554 \text{ м};$$

$$L_{л2} := (1.16 + 0.14 \cdot p) \cdot b_{cp2} \quad (2.81)$$

Ротор орамасының орамының орташа ұзындығы:

$$L_{cp2} := 2 \cdot (L_2 + L_{л2});$$

$$L_{cp2} = 1.618 \text{ м.}$$

Ротор орамасының тіке бөлігінің ұшу ұзындығы:

$$L_{b2} := 0.7 \cdot L_{b1};$$

$$L_{b2} = 0.118 \text{ м.}$$

Ротор орамасы фазасының активті кедергісі:

$$r_2 := \frac{\rho_{115} \cdot w_2 \cdot L_{cp2}}{a_2 \cdot n_{эл2} \cdot q_{эф2}} \quad r_2 = 0.007 .$$

Ротор орамасын статор орамасына кедергісін келтіру коэффициенті:

$$K_{пп} := \left(\frac{w_1 \cdot K_{ос1}}{w_2 \cdot K_{ос2}} \right)^2 \quad K_{пп} = 84.028 .$$

Ротор орамасының активті кедергісі, статорға келтірілген:

$$r'_2 := k_{пп} \cdot r_2 \quad r'_2 = 0.582 \text{ Ом.}$$

қатысты бірлікте:

$$r'_2 := r'_2 \cdot \frac{I_{1H}}{U_{1H}} \quad r'_2 = 0.0136 \text{ о.е.}$$

Ротордың ойықтық сейілуінің магнит өткізгіштік коэффициенті
тікбұрышты ойыққа қатысты мұнда $k_{g2} = 0.9$ коэффициент, ораманың
адымын қысқартуын ескеретін:

$$k'_{p2} = 0.85; \quad \beta_2 := 1.$$

$$\lambda_{n2} := \frac{h_1 - h_2}{3 \cdot b_{n2}} \cdot k_{\beta 2} + \left(\frac{h_3}{b_{n2}} + \frac{h_{w2}}{b_{n2}} + \frac{3 \cdot h_{k2}}{b_{n2} + 2 \cdot b_{w2}} \right) \cdot k'_{\beta 2} \quad \lambda_{n2} = 2.691. \quad (2.82)$$

Ротордың дифференциалдық сейілуінің өткізгіштік коэффициенті:

$$k_{u2} := 1 - 0.033 \cdot \frac{b_{u2}^2}{t_2 \cdot \delta} \quad k_{u2} = 0.837$$

$$k_{Д2} := 0.003$$

$$\lambda_{Д2} := 0.9 \cdot t_2 \cdot (q_2 \cdot K_{o\delta 2})^2 \frac{k_{u2} \cdot k_{Д2}}{\delta \cdot k_{\delta}} \quad \lambda_{Д2} = 0.496$$

Ротор орамасының тіке бөлігінің сейілуінің өткізгіштік коэффициенті:

$$\lambda_{n2} := 0.34 \cdot \frac{q_2}{L_2} (L_{n2} - 0.64 \cdot \beta_2 \cdot \tau) \quad \lambda_{n2} = 2.244 \quad (2.83)$$

Ротор орамасы сейілуінің өткізгіштік коэффициенті:

$$\lambda_2 := \lambda_{n2} \cdot \lambda_{Д2} \cdot \lambda_{n2} \quad \lambda_2 = 5.431.$$

Ротор фазасы орамасының индуктивті кедергісі:

$$x_2 := \frac{1.58 \cdot f \cdot L_2 \cdot w_2^2}{p \cdot q_2 \cdot 10^5} \cdot \lambda_2 \quad x_2 = 0.053 \text{ Ом}.$$

Ротор фазасы орамасының келтірілген индуктивті кедергісі:

$$x_2 := k_{n2} \cdot x_2 \quad x_2' = 4.413 \text{ Ом}.$$

Ротор фазасы орамасының келтірілген индуктивті кедергісі:

$$x_2' := x_2' \cdot \frac{I_{1H}}{U_{1H}} \quad x_2' = 0.103 \text{ о.е.}$$

2.2 Болаттағы шығын және механикалық, қосымша шығындар

Болаттағы шығын(магниттік шығын) мен механикалық шығын жүктемеге тәуелсіз, сондықтан олар тұрақты шығындар деп аталады және жұмыс сипаттамасын есептемей анықтауға болады

Статор тісшесі болатының есептік массасы тікбұрышты ойыққа қатысты мұнда:

$$b_{z1cp} := \frac{b_{z1max} + b_{z1min}}{2} \quad b_{z1min} = 0.019 \text{ м}.$$

$$G_{z1} := 7.8 \cdot z_1 \cdot b_{z1cp} \cdot h_{z1} \cdot L_1 \cdot k_c \cdot 10^3; \quad G_{z1} = 115.254 \text{ кг.}$$

Статор тісшесіндегі магниттік шығын 2312 болат үшін:

$$P_{z1} := 4.4 \cdot b_{z1cp} \cdot G_{z1}; \quad P_{z1} = 9.4 \text{ Вт.}$$

Статор ярмасы болатының массасы:

$$G_{a1} := 7.8 \cdot \pi \cdot (D_a - h_{\pi}) \cdot h_a \cdot L_1 \cdot k_c \cdot 10^3; \quad G_{a1} = 448.4 \text{ кг.} \quad (2.84)$$

Статор ярмасындағы магниттік шығын 2312 болат үшін:

$$P_{a1} := 3 \cdot B_{a1}^2 \cdot G_{a1}; \quad P_{a1} = 2636.6 \text{ Вт.}$$

Статор өзекшесіндегі қосынды магниттік шығындар, онымен қоса болаттағы қосымша шығындар:

$$P_{CT} := P_{z1} \left[1 + 2 \sqrt{t_1 \cdot 100(k_{\delta} - 1)^2} \right] + P_{a1} \quad P_{CT} = 2683.4 \text{ Вт.} \quad (2.85)$$

Механикалық шығындар:

$$P_{\text{мех}} := \left(\frac{n_1}{1000} \right)^2 \cdot (D_a \cdot 10)^4 \quad P_{\text{мех}} = 11745.1 \text{ Вт.}$$

Қосымша шығындар номинал жүктеме кезіндегі эмпирикалық формуламен анықталады.

$$P_{\text{доп.н}} := 0.5 \cdot P' \cdot 10^3 \quad P_{\text{доп.н}} = 2775.9 \text{ Вт.}$$

Статор болатындағы негізгі шығындар

$$\text{меншікті шығын: } p_{1'0'50} := 2.5 \frac{\text{Вт}}{\text{кг}}$$

көрсеткіш дәрежесі $\beta := 1.5$

$$\text{болаттың меншікті массасы } \gamma_c := 7.8 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

болаттағы шығынның әсерін ескеретін коэффициент $k_{\text{да}} := 1.$

$$P_{CT.OCN} := P_{1'0'50} \cdot \left(\frac{f}{50}\right)^\beta \cdot (k_{да} \cdot B_a^2 \cdot G_{a1} + k_{ДЗ} \cdot B_{зcp}^2 \cdot G_{z1}); \quad (2.86)$$

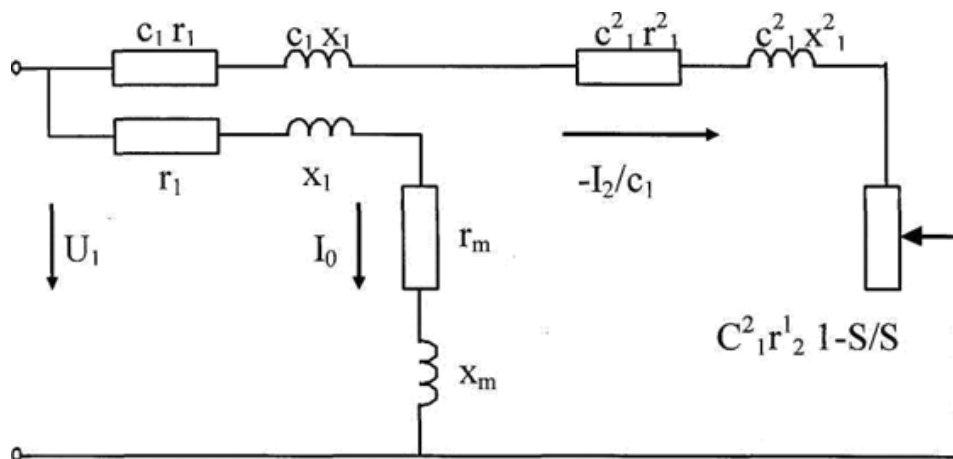
$$P_{CT.OCN} = 4282.6 \text{ Вт.}$$

2.3 Асинхронды қозғалтқыштың жұмыс сипаттамасы

Асинхронды қозғалтқыштың жұмыстық сипаттамасы

$$P_1 I_1 \cos \varphi \eta S = f(P_2). \quad (2.87)$$

Жұмыстық мінездеме асинхрондық қозғалтқыштың Γ - тәріздес орын басу сұлбасының мәліметтерінің негізінде ұқсас әдіспен есептеліне алады.



2.1 сурет - Асинхрондық қозғалтқыштың Γ - тәріздес орын басу сұлбасы
Статор және ротордың орамдарының өзара индукциясының кедергісі

$$x_m := \frac{U_{1H}}{I_\mu} - x_m \quad x_m = 134.617 \text{ Ом.}$$

Γ - сияқтыға Γ - сияқты орын ауыстыру сұлбасының параметрлерінің келтіру коэффициенті

$$C_1 := 1 + \frac{x_1}{x_m} \quad x_m = 1.031.$$

Бос жүріс тоғының активті құраушысы $S=0$

$$I_{oa} := \frac{P_{CT} + 3 \cdot (I_\mu)^2 r_1}{3 \cdot U_{1H}} \quad I_{oa} = 0.383 \text{ А.}$$

Г- сияқты орын ауыстыру сұлбасына келтірілген, қысқа тұйықталудың индуктивті кедергісі (Ом)

$$X_{K3} := C_1 \cdot x_1 + (C_1)^2 \cdot x_2' \quad X_{K3} = 9.054 \text{ Ом}.$$

Бос жүріс тоғының реактивті құраушысы $S=0$

$$I_{OP} := I_{\mu} \quad I_{OP} = 21.607 \text{ A}.$$

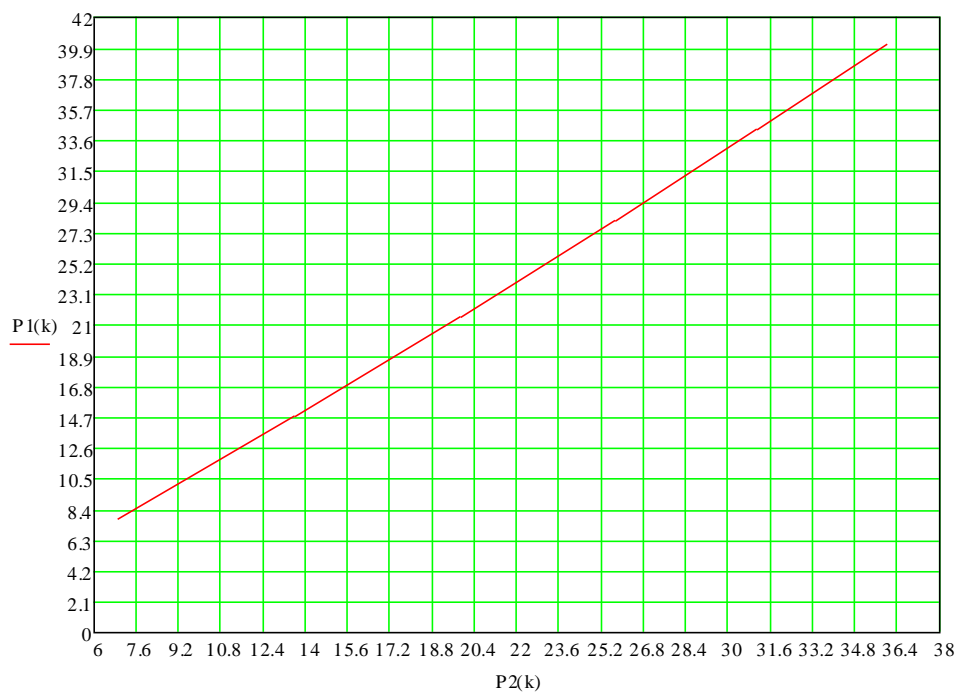
Жұмыстық мінездемелерді есептеу үшін ары қарай формулалар кестеге түсірілген.

2.1 кесте - Асинхрондық қозғалтқыштың жұмыстық мінездемелерінің құрастырылуы іске асады

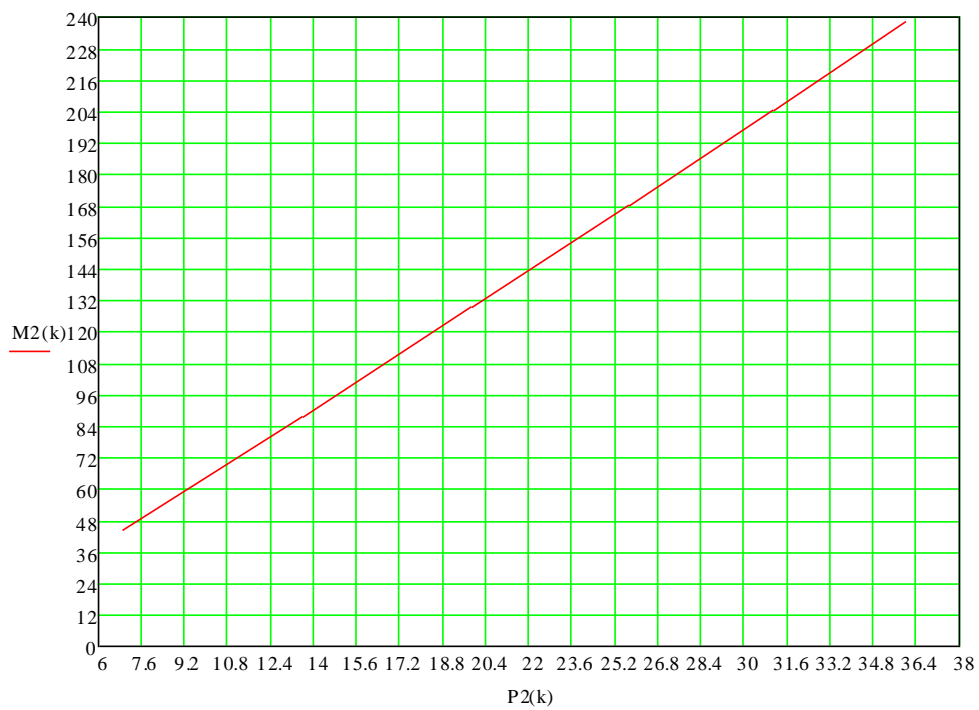
Есептеу формуласы	Өлшем	Сырғанау					
		0,0629	0,013	0,019	0,025	0,031	0,038
1. $C_1^2 \cdot r_2' / S$	<i>Ом</i>	59,593	29,797	19,864	14,898	11,919	9,932
2. $R = c_1 \cdot r_1 + c_1^2 \cdot r_2' / S$	<i>Ом</i>	60,039	30,243	20,311	15,344	12,365	10,378
3. $x = c_1(x_1 + c_1 x_2')$	<i>Ом</i>	2,384	2,384	2,384	2,384	2,384	2,384
4. $z = \sqrt{R^2 + x^2}$	<i>Ом</i>	60,087	30,337	20,45	15,528	12,592	10,649
5. $I_2'' = I_2' / c_1 = U_{1\phi} / z$	<i>А</i>	6,324	12,526	18,582	24,471	30,177	35,686
6. $\cos \varphi_2 = R / z$		0,999	0,997	0,993	0,988	0,982	0,975
7. $\sin \varphi_2 = x / z$		0,04	0,079	0,117	0,153	0,189	0,224
8. $I_{1a} = I_{oa} + I_2'' \cos \varphi_2$	<i>А</i>	6,771	12,939	18,907	24,633	30,083	35,232
9. $I_{ap} = I_{ap} + I_2'' \sin \varphi_2$	<i>А</i>	8,468	9,201	10,383	11,973	13,929	26,205
10. $I_1 = \sqrt{I_{1a}^2 + I_{1p}^2}$	<i>А</i>	10,842	15,877	21,571	27,389	33,151	38,78
11. $I_2' = I_2'' \cdot c_1$	<i>А</i>	6,493	12,861	19,078	25,125	30,983	36,639
12. $P_1 = 3 \cdot U_{1\phi} \cdot I_{1a} \cdot 10^{-3}$	<i>кВт</i>	7,719	14,751	21,554	28,82	34,295	40,164

2.1 кестенің жалғасы

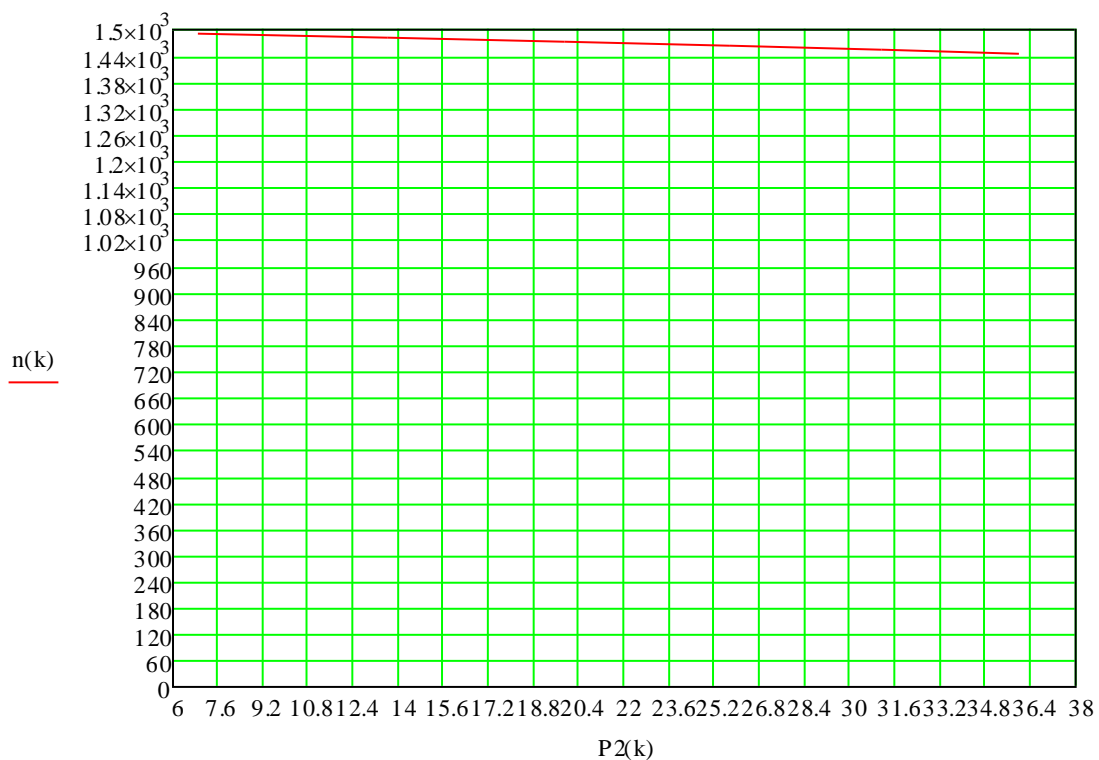
13. $P_{\sigma 1} = 3 \cdot I_1^2 \cdot r_1$	<i>Вт</i>	153,25	328,64 4	606,58 6	977,95 4	1432,7 7	1960,5 9
14. $P_{\sigma 2} = 3 \cdot I_1'^2 \cdot r_1'$	<i>Вт</i>	45,029	176,65	388,74 1	674,19 6	1025,2 4	1433,7 1
15. $P_{\text{доб}} = P_{\text{доб.н}} \left(\frac{I_1}{I_{1H}} \right)$	<i>Вт</i>	48,39	70,862	96,271	122,23 9	147,95 8	173,07 9
16. $\sum P = (P_{cm} + P_{mx} + P_{\sigma 2} + P_{\text{дон}}) \cdot 10^3$	<i>кВт</i>	0,804	1,134	1,649	2,332	3,163	4,125
17. $P_2 = P_1 - \sum P$	<i>кВт</i>	6,915	13,617	19,905	25,75	31,132	36,04
18. $\eta = 1 - \sum P / P_1$	-	0,896	0,923	0,923	0,917	0,908	0,897
19. $\cos \varphi_1 = I_{1a} / I_1$		0,625	0,815	0,877	0,899	0,907	0,909
20. $n = n_1(1 - S)$	<i>об/мин</i>	1490,5	1481	1472	1462	1453	1443
21. $M_2 = P_2 \cdot 10^3 / \omega = 9,55 \cdot P_2 \cdot 10^3 / n$	<i>Н·м</i>	44,305	87,803	129,17 1	168,17 8	204,64 8	238,46 3



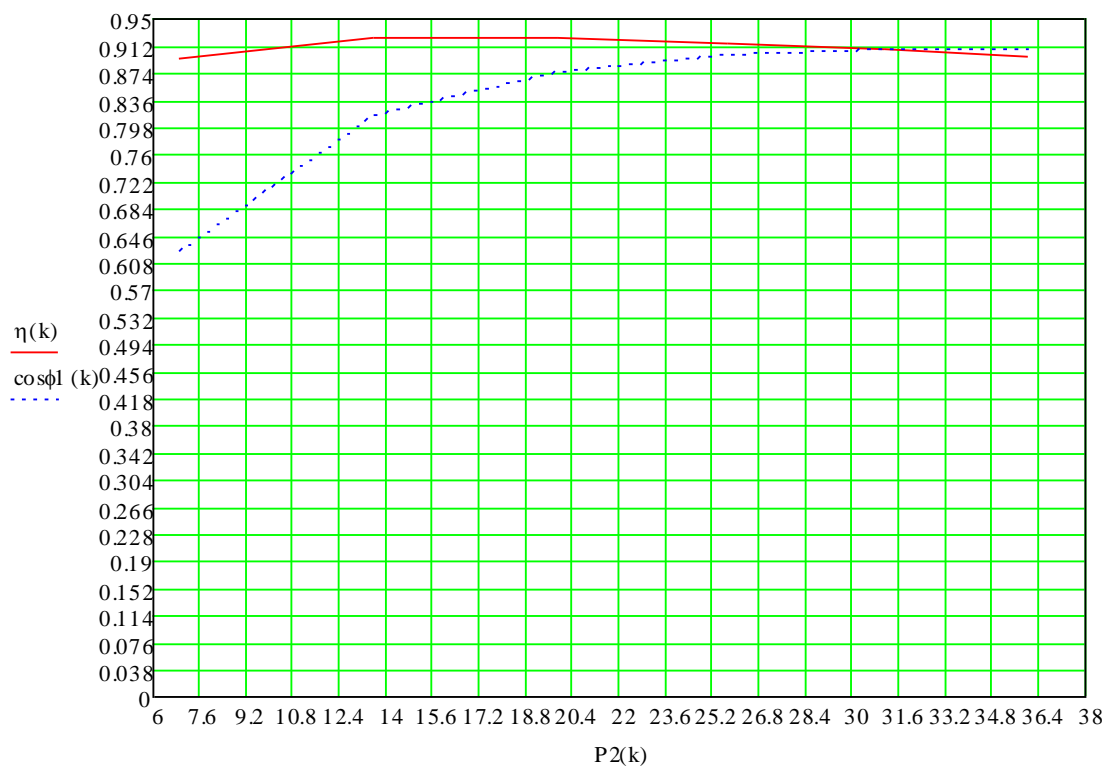
2.2 сурет – Қуатқа тәуелді жұмыстық сипаттама



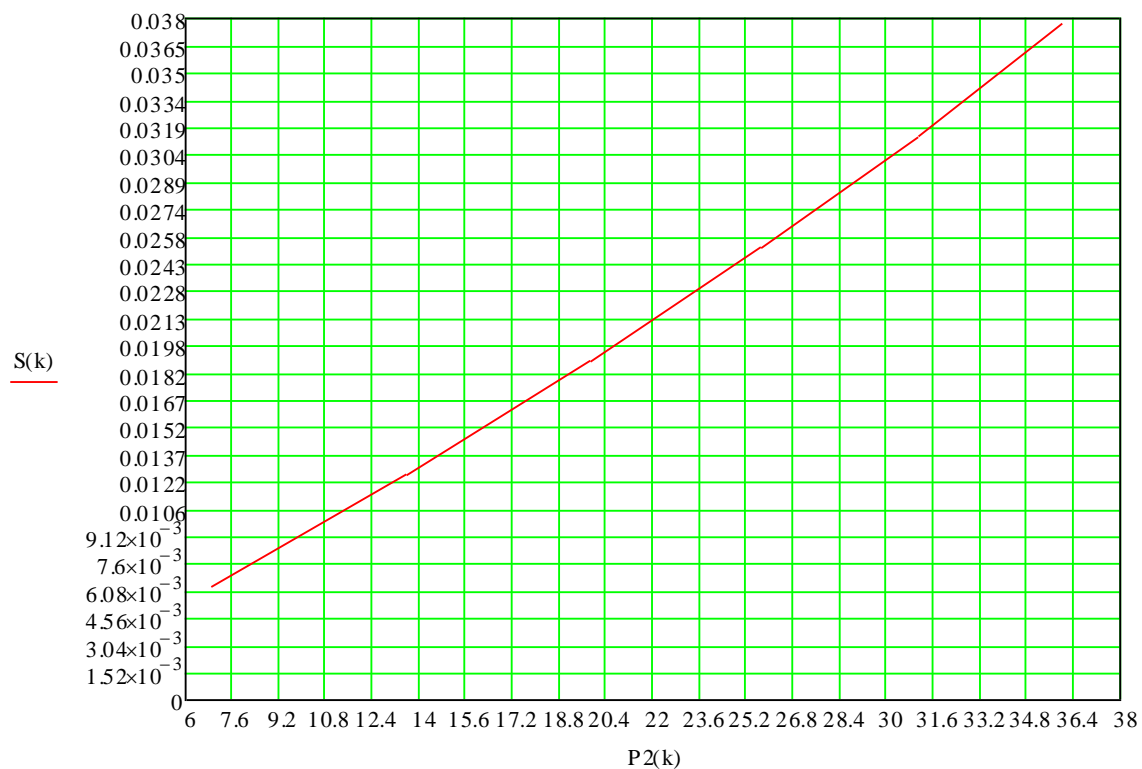
2.3 сурет – Моментке тәуелді жұмыстық сипаттама



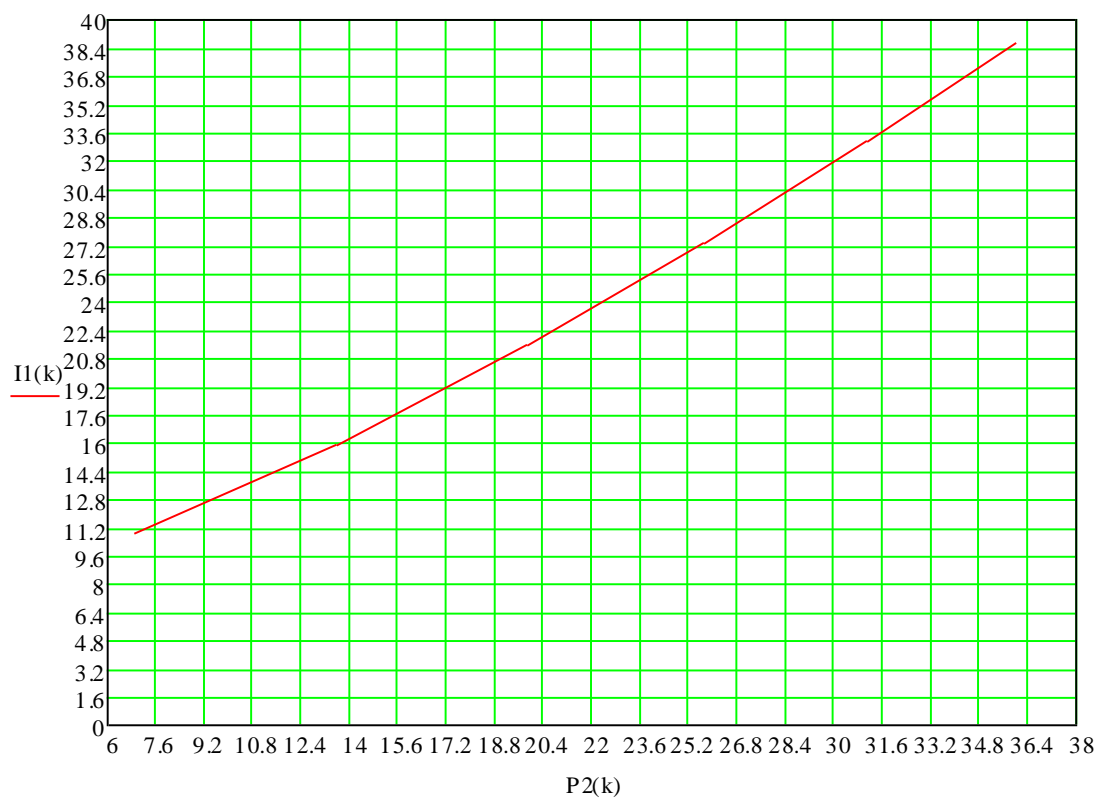
2.4 сурет – Айналу жиілігіне тәуелді жұмыстық сипаттама



2.5 сурет – ПӘК және қуат коэффициентіне тәуелді жұмыстық сипаттама



2.6 сурет – Сырғанауға тәуелді жұмыстық сипаттама



2.7 сурет – Тоққа тәуелді жұмыстық сипаттама

3 Өмір тіршілік қауіпсіздігі

3.1 Еңбек жағдайларының талдауы

Мұнай сору стансасының пайдалануы, кез келген басқа электр қондырғылары сияқты, электр тогымен зақымдалу қауіпі болады. Корпус және МСС-ның ток өткізбейтін бөліктері зақымдалудан сақтану үшін берік жерге қосылуы керек.. Сайып келгенде, қорғаныстық жерлендіруді жобалаудың қажеттілігі туралы сұрақ тұрады. Шығару жерлендіргіш құрылғысының көрсеткіштері болмағандықтан(осы аумақтағы жердің жоғарғы кернеуі, қорғалатын аумақтағы жерлендіргіштің қандайда болмасын себептерден орналасуының мүмкін еместігі) онда электр тогымен зақымдалу қауіпін жоюы үшін МСС-ның контурлы жерлендіргішінің есептеуін төменде жасаймыз. Өз кезегінде, МСС-ның контурлы жерлендіргіші қозғалтқыш үшін шығару жерлендіргішінің қызметін атқарады..

Тәулік бойғы жұмыс графигі жасанды жарықтандыру жүйесінің жобалау қажеттілігін ескертеді, барлық санитарлық-гигиеналық талаптарға сәйкес келетін. Жеткіліксіз жарықтандыру жұмыс орындарында жарақаттанудың үлкеюіне алып келеді, адамдардың физикалық және моральдық денсаулығына негативті ықпал етеді, сонымен бірге төтенше жағдайлар, өрттің және басқада ахуалды жағдайлардың тууына әкеліп соғады.

Электр қондырғыларын жобалау бекітілген ережелер және нормалармен жүргізілуі керек, жеткілікті электроқауіпсіздігімен қамтамасыз ету үшін, өрттер және жарылыстардың мүмкіндігін болдырмау үшін.

Маңызды болатын жайт еңбекті қорғау үшін, ол өндірістік қойманың ауа ортасының күйі, олардың жарығы, желдету, электромагнитті сәулелену, дірілдеу және шулар.

Әуе ортасының күйі келесі параметрлермен анықталады

Бөлмелердің ауасының температурасы; ауаның шартты ылғалдылығы ауаның қозғалғыштығы м/с.

Сору ғимаратындағы ауа температурасы 17-20 °С суық және өтпелі кезеңдерде және 20-23 °С жылы маусымға аралығында жатуы керек.

Салыстырмалы ылғалдық 60-40 % құрауы керек, 0,2 және 0, 3 м/с ауаның қозғалыс жылдамдығы сәйкесінше суық және жылдың жылы кезеңінде, өндірістік қоймалардағы микроклиматтың санитарлық нормаларымен сәйкес СН №4083-86. Өндірістік бөлмелердегі микроклиматтың рауалы нормативтік шамаларын орнату мүмкін емес техникалық жағынан қол жетпегендіктен, алайда жұмысшыларды қызып кетулерден қорғауы бойынша шарасы ескерілген: жергілікті ауа тазарту, әуе жұпарлауы, жеке қорғану құралының жүйесі.

Мына барлық параметрлер желдету қондырғылары және жылыту жүйесінің қондырғылары көмегімен сәйкес деңгейлерде орындалады. Бұл қорғау шараларының қолдануы ПУЭ және тағы басқа ережелермен реттеледі. Біздің жобада қолданатынымыз - сорап станцияларының шығару жерлендіргіші.

3.2 Кәсіпорын аймағының қысқаша табиғи-климаттық мінездемесі.

Бұл аймақтың ауа райы кенет - континенттік. Ауаның орташа жылғы температурасы +8 °С . Жылыту маусымның ұзақтығы - 166 күн.

Қысқы мерзімге ең үлкен қайталанғыштық - оңтүстік-шығыстың желдері, оңтүстік және оңтүстік-батыс бағыттағы желдер. Демек, қала ық жақта болады..

Желдің орташа жылдамдығы:

- ең үш суық айларға - 2 м/с.
- ең үш ыстық жазғы айларға -1,1 м/с.

3.3 Сору бөлмесінің жасанды жарықтандыруын есептеу

Жасанды жарықтандыруды жобалау келесі есептердің шешімінде болады: жарықтандыру жүйесін таңдау, жарық көзінің түрі, шырақтардың орналастырылуы, светотехникалық есептеулерді орындау және жарықтандыру қондырғысының қуатын анықтау.

Есептеу негізінен екі әдіс бойынша жүргізіледі: қолдану коэффициенттер әдісі және меншікті қуат әдісі. Қолдану коэффициентінің әдісі көлденең беттердің ортақ бір қалыпты жарықтандыруын есептеу үшін арналған ірі көлеңке жасайтын заттар болмаған жағдайда жүргізіледі.

Сору бөлмесінің жалпы жарықтандыруын есептейміз, ұзындығы 25 м, ені 10 м, биіктігі 5м. Көрушілік жұмысының дәрежесі - VIII. Нормаланған жарықтандыру 75 лк. Жалпы жарықтандыру жүйесін 2-ші топтағы люминесценттік шамдар ЛД қуаты 65 Вт, жарық ағыны Фл-3570 лм қабылдаймыз. Шағылысу коэффициенті төбенің, қабырғаның, еденнің $\rho_{gjn} = 50\%$ $\rho_{сп} = 30\%$ $\rho_{gik} = 10\%$. Бөлмедегі жалпы жарықтандырудың шырақтардың орналастырылуы анықталады: h–бөлменің биіктігі, H– аспаның биіктігі жұмыс бетінің үстінен, L-көрші шырақтар арасындағы қашықтық немесе люминесценттік шырақтар қатарларының арасындағы қашықтық, I– шеткі шырақтардан немесе шырақтар қатарларынан қабырғаға дейінгі қашықтық.

Аспалы есепті биіктік - жұмыс беті еденнен 1,2 м биіктікте, шамдардың еңкейгенінің биіктігі - 0,5 м демек,

$$H = h - h_c - h_p = 5 - (1.2 + 0.5) = 3.3 \text{ м.} \quad (3.1)$$

мұнда h_c - шырақтан жабынға дейінгі қашықтық;
 h_p - еденнен жұмыс бетіне дейінгі биіктік.

Көрші шырақтардың арасындағы қашықтықты шамадан сүйене анықтаймыз

$$\lambda \text{ — } a/h \text{ тең } 1.2-1.4. \quad (3.2)$$

Қабырғадан ең жақын шыраққа дейінгі қашықтық

$$I = (0.4-0.5) L. \quad (3.3)$$

Шырақтар арасындағы ең тиімді қашықтық анықталады:

$$Z = \lambda \cdot H = 1.4 \cdot 3.3 = 4.6 \text{ м.} \quad (3.4)$$

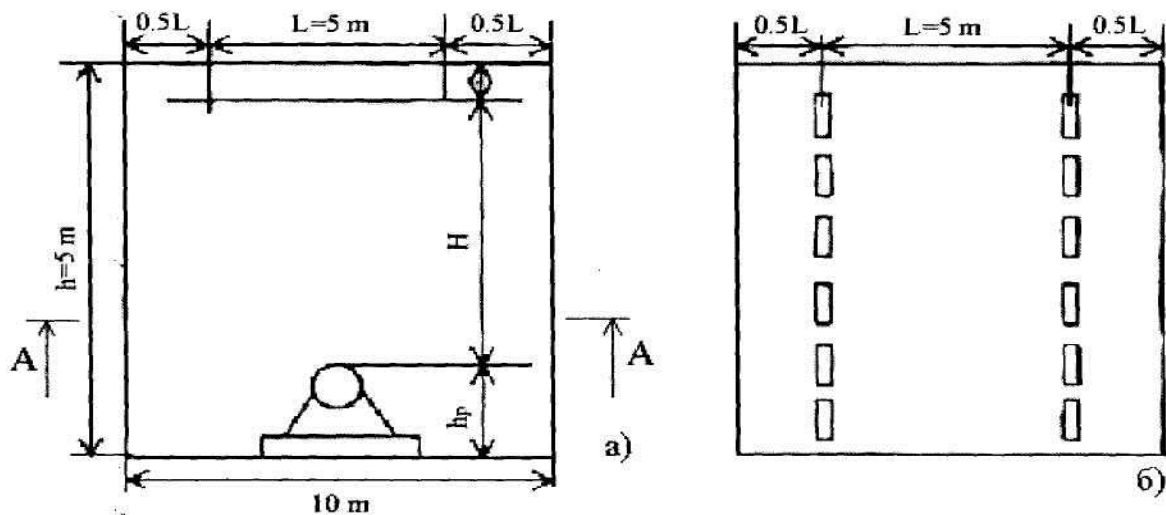
Шырақтардың 2 қатарын аламыз қабырғадан қашықтығы 0,5 м-ден, қатарлар арасын 5 м-ден.

Формула бойынша бөлменің индексін анықтаймыз:

$$i = \frac{A \cdot B}{h(A \cdot B)} = \frac{25 \cdot 10}{3.3(25 \cdot 10)} = 2.1 \quad (3.5)$$

Қолдану коэффициентін қабылдаймыз $\eta = 68 \%$ Қор коэффициентін таңдаймыз $K=1.5$

Бір қатарға 6 шам орналастырамыз. Нормаланған жарықтандыру 75 лк жасау үшін қуаты 65 Вт, ЛДЦ-65 типті 12 шам керек. Номиналды жарық ағыны 3570 лм. ЛДЦ-65 типті шамның өлшемдері; диаметрі 40 мм, штырьлері бойынша ұзындығы 1514,2 мм.



3.1 сурет Бөлмедегі шамдардың орналасуы сұлбасы

3.1 кесте шамдардың орналасуы сұлбасының сұлбасы

Көрушілік жұмысының мінездемесі	Көрушілік жұмысының дәрежесі	Жарықтандыру, лк
		Жалпы жарықтандыруда
Өндірістік процесстің жүрісін ортақ бақылау.	VIII	75

3.4 Электрқауіпсіздік

Электр тоғымен зақымдалуынан қорғанудың шаралары. Электроқауіпсіздік электр қондырғыларының конструкциясымен, ұйымдастыру және техникалық шараларымен, техникалық әдістер және қорғаныс құралдарымен қамтамасыз етіледі. Электр қондырғыларындағы конструкцияға электрқауіпсіздігінің талаптары ПУЭда, Ту стандарттарында көрсетілген.

Қауіпсіздік және электр қондырғыларды пайдалануды қамтамасыз ету бойынша ұйымдастыру және техникалық шаралар электр қондырғылардың ПТБ және ПТЭ көрсетілген.

Изоляцияның бұзылған жағдайындағы электр тоғымен зақымдалуынан қорғау үшін Пуэға сәйкес қабылдау керек, кем дегенде, келесі шаралардың бірін: жерге қосу, нөлдеу, қорғаныстық ажырату, бөлгіш трансформатор, шағын кернеу, қосарланған оқшаулама, потенциалдарды теңестіру.

3.5 Сорап станциясының жерлендіруін есептеу

Қорғаныс жерлендіруді есептеудің мақсаты - жерлендіргіштің электродтарының санын анықтау, олардың өлшемдері және жердегі орналастыру сұлбасы, жерлендіргіш құрылғысының кедергісі, тоқтың жайылуы немесе жанасу кернеуі электрқондырғының жерлендірілген бөлігінде фазаның тұйықталуы мүмкін мәндерден аспайды..

I Электр желілеріндегі 1кВ-тан жоғары кернеудегі жерге тұйықталған есепті токты анықтау.

$$I = \frac{U(35l_k + l_B)}{350} = \frac{6(35 \cdot 2 + 0)}{350} = 1.2A \quad (3.6)$$

мұнда $U=6$ кВ – желінің сызықтық кернеуі l_k , l_B - электрлік байланысқан кабелдік әуе жолдарының ұзындықтары (км).

3.6 Жерлендіргіш құрылғысының рауалы кедергісін анықтау

Кернеуі 1 кв-тан жоғары электр қондырғылары және 100 кВА артық тұтынушылардың қуаты үшін жерлендіргіш құрылғысының кедергісінің Ядоп ең үлкен мәндері Пэуға сәйкес 4 Омды құрайды.

Жерлендіргіш орналасқан орындағы жердің меншікті кедергісі 100 Ом·м. Жайылу кедергісін анықтау қажет;

Шығару жерлендіргішіне дейінгі қашықтық, қондырғыдан 0, 5 км қашықтықта орналасқан. Қосатын өткізгіш ретінде диаметрі 11,5 мм ПС-70 болат сымын алдын-ала таңдаймыз.

1,2 А ток кезіндегі сымның активті кедергісі ұзындығы 0,5 км болғанда:

$$r_{\text{пр}} = 0,5 - 1,91 = 0,955 \text{ Ом} \quad (3.7)$$

Жердің кедергісін есепке алғандағы активті кедергі (0,05 Ом / км):

$$r = 0,955 + 0,05 \cdot 0,05 = 0,98 \text{ Ом} \quad (3.8)$$

Жердің электрофизикалық қасиеттері оның меншікті кедергісінің шамасымен сипатталады, бұл шамалар ретінде қабырғасы 1 м жер кубінің тараптарының арасындағы кедергі алынады.

$$\rho = \frac{rF}{l} \text{ Ом} \cdot \text{м} \quad (3.9)$$

Жердің меншікті кедергісінің жақындатылған мәні: $\rho = 40-50 \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

Жасанды жерлендіргіштің кедергісін есептеу

$$R_{\text{и.доп}} = \frac{R_{\text{ж}} + R_{\text{доп}}}{R_{\text{ж}} - R_{\text{доп}}} = \frac{36,18 \cdot 4}{36,18 - 4} = 4,49 \text{ Ом}$$
$$R_{\text{и.з.доп}} = \sqrt{R_{\text{и.доп}}^2 - X_{3,\text{л}}^2} - R_{3,\text{л}} = 4,48 \text{ Ом} \quad (3.10)$$

мұнда $X_{3,\text{л}}^2$ - жерлендіргіштің индуктивті кедергісі

$R_{3,\text{л}} = 0,01 \text{ Ом}$ – жерлендіргіштің активті кедергісі.

3.7 Біркелкі жердегі топтық жерлендіргіштерді есептеу

Электр қондырғыны жерлендіру үшін топтық жасанды жерлендіргіштерді қолданылады. Олар тік электродтардың жүйелерін құрайды, бір-бірімен параллель жалғанған көлденең өткізгішпен.

Тік электродтар контур бойынша орналастырады. Көрші тік электродтардың арасындағы (а) қашықтық 3 м тең. Қатынас $a/l=1$, мұнда $l = 3$ - электрод ұзындығы (м)

Жеке тік электродтың кедергісін анықтаймыз:

$$R_g = \frac{\rho}{2\pi l} \left(Ln \frac{2.1l}{d} + 0.5Ln \frac{4t+l}{4t-l} \right) = 28.6 \text{ Ом} \quad (3.11)$$

мұнда $\rho = 100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$

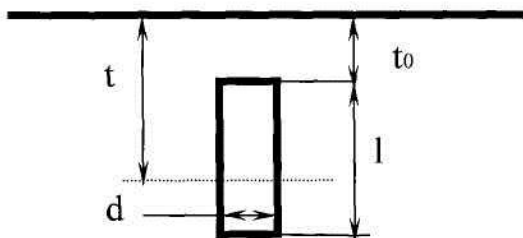
$v = 0.045 \text{ м}$ - бұрыштық болаттың полктік ені $t_0 = 0.5 \text{ м}; d = 0.95$

$v = 0.043 \text{ м}$:

$$t = t_0 + l/2 = 0.5 + 3/2 = 2 \text{ м} \quad (3.12)$$

Кесте бойынша сырықтардың санын табамыз $n = 12$.

Тік электрод тереңдігі 0,7-0,8 м транштарының түбіне енеді. Электродтың жоғарғы ұшы 0,1-0,2 м биіктікте шығып тұруы қажет.



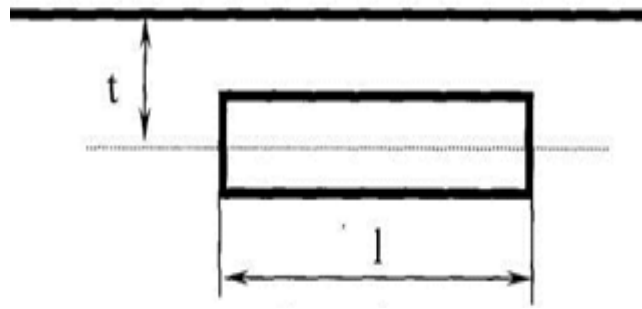
3.2 сурет - Жердегі жерлендіргіш сұлбасы

Жердегі жерлендіргіштің орналастыру сұлбалаларын есепке алумен көлденең өткізгіштің L ұзындығын табамыз $L = 1.05 \cdot n \cdot a = 1.05 \cdot 12 \cdot 3 = 37.8 \text{ м}$

Байланыстырушы көлденең өткізгіштің кедергісі:

$$R_u = \frac{\rho}{2\pi l} Ln \left(\frac{L^2}{vt} \right) = \frac{100}{2 \cdot 3.14 \cdot 37.8} Ln \left(\frac{37.8^2}{0.04 \cdot 0.5} \right) = 4.7 \text{ Ом} \quad (4.13)$$

мұнда: $v = 0.04 \text{ м}, t = 0.5 \text{ м}$



3.3 сурет Жасанды топтық жерлендіргіш сұлбасы

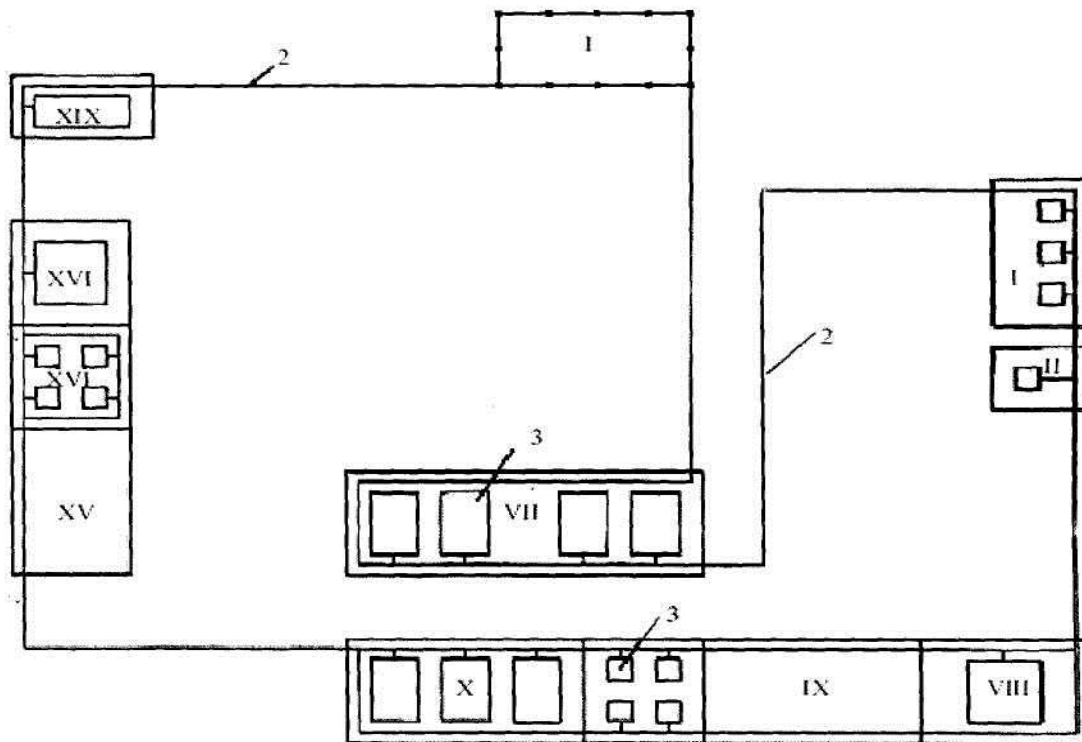
Жасанды топтық жерлендіргіштің қорытынды кедергілері:

$$R_g = \frac{R_6 R_u}{R_{6,\eta_2} + R_{2,\eta_1}} \quad (3.14)$$

мұнда $\eta = 0.72$, $\eta_B = 0.37$ – көлденең және тік электродтарды қолдану коэффициенттері

$$R_g = \frac{28.6 \cdot 4.7}{28.6 \cdot 0.37 + 4.7 \cdot 0.72} = 4.36 \text{ Ом} \quad (3.15)$$

кедергінің (RH) алынған мәні ($K_{и.3\text{-доп}}$) мәнінен аспауы қажет



3.4 сурет - Сорап станциясының шығару жерлендіргішінің жоспары
1– жерлендіргіш, 2– жерлендіргіштік өткізгіштер (магистраль), 3– жерлендірілетін қондырғы

3.8 Өрттің алдын алу

Өрттер ерекше қауіп тудырады, өйткені өте үлкен материалдық шығындарға алып келеді. Өрт бізге белгілідей жанғыш заттардың өзара әрекеттесуімен, тотығу және т.б. жолдармен пайда болуы мүмкін. Жанғыш заттар компоненттеріне мыналар жатады: бөлмелердің акустикалық және эстетикалық өңдеуіне қолданылатын құрылыс материалдар, қалқалар, есіктер, едендер, кабельдердің оқшауламасы және басқада заттар..

Өртке қарсы қорғану - адамдардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету, өртті болдырмау, оның таралуын шектеу, және де өртті сөндіру шарттарын қамтамасыз етуге бағытталған ұйымдастыру және техникалық шараларының кешені..

Сору ғимараты өрт қауіпі бойынша А категориясына жатқызылады, себебі мұнай және олардың қоспалары жарылыс қауіпін туғызады.. Өрттің немесе жарылыстың тууінің себептері:

1. Қысқа тұйықталу кезінде өткізгіштің қызуынан оқшауламаның тұтануы, сонымен бірге өткізгіштер және электр құрылғыларының орамдарының шамадан тыс электр жүктеулері.

2. Сымдардың қосылған жеріндегі нашар байланыстан, үлкен өтпелі кедергі кезінде үлкен мөлшерде жылудың бөлінуі.

3. Электр аппараттарындағы ұшқындауы, қысқа тұйықталу салдарынан ұшқындау, электростатикалық разрядтар және найзағай түсулер.

4. Қызмет көрсету персоналының салақтығы.

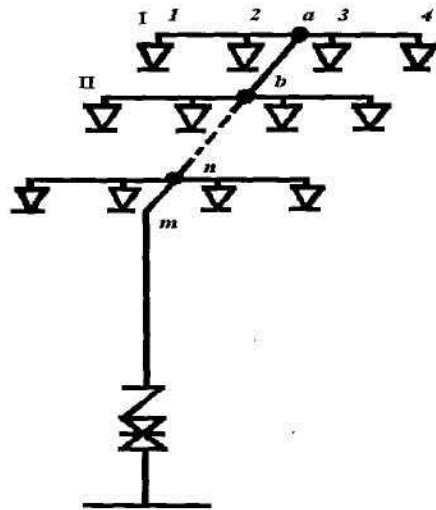
Ғимараттағы өртті сөндіру үшін автоматты өрт сөндіру жүйесін және сигналдық құрылғы орнату керек..

МСС-ң қоймасында жұмыс орынынан 30-100 м-ден аспайтын қашықтықта кемінде екі эвакуациялық шығатын жерлер болуы керек.

МСС-ның қызмет көрсету персоналы қондырғының техникалық ақауын және жағдайын бақылау қажет, бөлменің тазалығын ұйымдастыру керек.

Қызмет көрсету персоналы жоспарлы - ескертілетін жөндеулер жүргізу керек, өрттің алдын алатын жұмыстарын жүргізуге міндетті.

МСС ғимаратында көбікті өрт сөндіру жүйесі болуы керек.



3.5 сурет - Көбікті өрт сөндірудің симметриялық қондырғысының есептік сұлбасы I, II – тарату құбырлары ; 1,2,3,4 -сұлаушылар; a,b.. .m,n - түйін нүктелері

4 топтағы қойма ауданы үшін көбіктендіргіш шығынын анықтау және бір уақытта жұмыс істейтін секциялардың санын технологиялық мәліметтерге байланысты табады, олардың жоқтығында –4.1 кесте СН 75-76. Бірінші сулаушыдағы көбіктендіргіш шығынын (л/с) формула бойынша анықтайды:

$$Q_{I_1} = I f = 0.5 \cdot 12 = 6 \text{ л/с.} \quad (3.16)$$

мұнда I- суландыру қарқыны, л/(с·м²); бір сулаушымен қорғалатын аудан, м².

Арын бірінші сулаушыда формула бойынша есептейді:

$$H_1 \frac{Q_1^2}{K_2} \geq H_{\text{мин}} = \frac{6^2}{1.48^2} = 16.44 \quad (3.17)$$

мұнда K – сұлаушы арқылы коэффициент шығыны (5 кесте СН 75-76);

H_{мин} = 15 м– минималды еркін арын, м (5 кесте СН 75-76).

Аумақтағы арын шығынын 1-2 h₁₋₂(м)формула бойынша табады:

$$h_{1-2} = \frac{l_{1-2} Q^2}{k_T} = \frac{2 \cdot 6^2}{28690} = 0.003 \text{ м} \quad (3.18)$$

мұнда l₁₋₂ – аумақ ұзындығы 1-2, м; k_T – құбырдың меншікті мінездемесі Құбырдың диаметрі d (м) формула бойынша анықталады:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6}{3.14}} = 0.148 \text{ м} \quad (3.19)$$

Ең жақын үлкен стандартты мәнге дейін үлкейтіп, аламыз $d = 150 \text{ мм}$.

2-ші сулаушының арыны формула бойынша есептейді:

$$H_2 = H_1 + h_{1-2} = 6 + 0.003 = 6.003 \text{ м}. \quad (3.20)$$

Екінші сулаушыдан көбіктендіргішінің шығынын формула бойынша табады:

$$Q_2 = K \sqrt{H_2} = 1.48 \sqrt{6.003} = 3.626 \text{ м}. \quad (3.21)$$

мұнда K – сулаушы арқылы шығын коэффициенті.

2-а аумағындағы көбіктендіргіштің белгілі шығыны бойынша ($Q_{2-a} = Q_1 + Q_2$) арынның шығынын анықтайды:

$$h_{2-a} = \frac{l_{2-a} Q_{2-a}^2}{k_T} = \frac{6 \cdot 9.626}{28690} = 0.002 \text{ м}$$

$$Q_{2-a} = Q_1 + Q_2 = 6 + 3.626 = 9.626 \text{ л/с} \quad (3.22)$$

Нүктедегі арын тең:

$$H_a = H_2 + h_{2-a} = 6.003 + 0.002 = 6.005 \text{ м}. \quad (3.23)$$

Қорыта келгенде, I қатардың сол тармағы үшін Q_2 шығынын H_a арыны кезінде беру қажет.

I қатар үшін сайып келгенде H_a тең арын аламыз, және су шығыны:

$$Q_I = 2Q_{2-a} = 2 \cdot 9.626 = 19.252 \text{ л/с} \quad (3.24)$$

4 Экономикалық бөлім

4.1 АВК электр жетегін енгізгеннен кейінгі есептеулер

4.1.1 АҚ АВК жаңа жүйесінің артықшылықтары

А) Электрқозғалтқышты асинхрондық қозғалтқыш АВК-мен алмастыру, эксплуатациялық шығынның төмендеуіне алып келеді;

Б) Асинхрондық қозғалтқыш АВК бар жүйе көп үнемді, себебі айналу жиілігі бойынша реттелетін жетек сорғыш қозғалтқышы үшін талап қойылған.

МСС-н модернизациялау бірталай ақшалай сомалар талап етеді. Электр машинасының нақты құны (материалдар және өндірістің құны) бір уақыттағы шығын соммасын ұсынады және эксплуатация кезіндегі шығын электр энергиясының шығынына байланысты.

4.1 кесте - Жобалық нұсқаның капитал жұмсауын анықтаймыз.

Қондырғының атауы	Бір данасының бағасы, тг.
Жиілік түрлендіргіші бар басқару шкафы ВТ-415/200М	1.31 млн.
Асинхрондық қозғалтқыш АВК	3.275 млн.
түрлендіргіштер, реттеуіштер, датчиктер	65 500
Барлығы	4.65 млн.

4.2 АҚ АВК үшін капитал шығындары ірілендірілген нормалар және көрсеткіштер сома ретінде анықталады.

$$K_{\Sigma 1} = K_{Д1} + K_{од1} + K_{сmp1}, \quad (4.1)$$

$K_{Д}$ - фазалық роторы бар асинхрондық қозғалтқыштың құны

$K_{об}$ – қосымша қондырғының құны

$K_{СМР}$ - жобалық варианттың құрылыс-монтаж жұмысының шығыны қондырғының бағасы тасымалдау шығынының қоса

Негізгі қондырғының құны:

$$K_{од1} = K_{ш1} + K_{л1}, \quad (4.2)$$

$K_{ш}$ - ВТ-415/200М басқару шкафының құны

$K_{\text{п}}$ – түрлендіргіштер, реттеуіштер, датчиктер құны

$$K_{\text{об1}} = 1.31 \text{ млн.} + 65500 = 1.376 \text{ млн. тг.}$$

Құрылыс-монтаж жұмысының шығындары анықталады:

$$K_{\text{сmp1}} = I_{\text{зп}} + I_{\text{mat1}} + I_{\text{м1}}, \quad (4.3)$$

$I_{\text{зп}}$ - еңбекақыға кететін шығындар

I_{mat1} — материалға кететін шығындар

$I_{\text{м}}$ – монтаждауға кететін шығындар

4.2 кесте - Еңбекақы шығындарын есептеу

Қызметі	Адамдар саны	Айлық жалақы	Жалпы айдағы
Инженерэлектрик	1	45 000	45 000
Электромонтер	2	36 000	72 000
Механик	2	32 000	64 000
Релейщик	2	40 000	80 000
Приводчик	2	32 000	64 000
Барлығы	9		0.326 млн.

Еңбекақы шығыны:

$$I_{\text{зп}} = M \cdot 3, \quad \text{мұнда}$$

3 – бір айға жұмыс бригадасының еңбекақысы - **0.326 млн. тг.**

M - айлардың саны жұмыс жасау үшін қажетті - 2 ай.

$$3 = 2 \cdot 0.326 \text{ млн.} = 0.651 \text{ млн. тг.}$$

Әлеуметтік салықтарға шығаруларды есептегендегі, еңбекақы шығыны:

$$I_{\text{зп}} = 1,315 - 0.651 \text{ млн.} = 0.856 \text{ млн. тг.}$$

1,315 - әлеуметтік салықты төлеуді және зейнетақы бөліп шығаруды есепке алатын коэффициент.

Материалдарға кететін шығын, қондырғы құнынан 10% құрайды:

$$I_{\text{mat1}} = 10\% K_{\text{л}} = 0,1 \cdot 4.65 \text{ млн.} = 0.465 \text{ млн. тг.}$$

Монтажға кететін шығын қондырғының құндарынан 7 % құрайды:

$$I_{M1} = 7\% \cdot K_d = 0.07 \cdot 4.65 \text{млн.} = 0.326 \text{ тг.}$$

Құрылыс - монтаж жұмыстарына кететін шығындар:

$$K_{CMP}^1 = 0.856 \text{млн.} + 0.465 \text{млн.} + 0.326 \text{млн.} = 1.65 \text{млн.} \text{ т}$$

Жоба бойынша жиынтық капитал жұмсаулар:

$$K_{\Sigma 1} = 4.65 \text{млн.} + 1.376 \text{млн.} + 1.65 \text{млн.} = 7.67 \text{млн.} \text{ тг.}$$

Бес ұқсас қозғалтқыштар үшін жоба бойынша жиынтық капитал жұмсаулар:

$$K_{\Sigma 1.5} = 7.67 \text{млн.} \cdot 5 = 38.36 \text{млн.} \text{ тг.}$$

Жобалық варианттың ағымдағы жылғы шығындарын анықтаймыз.
И-МҚС-ның ағымдағы жылғы шығындары:

$$I = I_{зп.} + I_{1р1} + I_{э1} + I_{a1}. \quad (4.4)$$

$I_{зп.}$ - қолдану кезіндегі қызметшінің еңбекақысына шығындар

$I_{тр}$ — ағымдағы жөндеу және қызмет көрсетуге шығындар

$I_э$ - электр энергиясындағы шығындары

I_a - амортизациялық төлемдегі шығындары

Әлеуметтік салықтарға шығаруларды есептегендегі, еңбекақы шығыны:

$$I_{зпэ} = 3_{зпэ} \cdot 1.315 = 12500 \cdot 1.315 = 16437 \text{ тг.}$$

1,315 - - әлеуметтік салықты төлеуді және зейнетақы бөліп шығаруды есепке алатын коэффициент

Ағымдағы жөндеуге кететін шығындар ремонтта қолданылатын комплектілі бұйымдар, қосымша бөліктер және материалдар шығынын қоса, негізгі қондырғы құнынан 20% құрайды.

$$I_{тр1} = 20\% \cdot K_{д1} = 0,20 \cdot 4.65 \text{млн.} = 0.93 \text{млн.} \text{ тг.}$$

Жобалық варианттың электр энергиясының шығындарын есептеуін жасаймыз. Тұтынатын активті қуат:

$$P_{пм1} = 1.05 \cdot P_{д1},$$

P_d – қозғалтқыштың қуаты.

Жетектегі қуат шығыны:

$$\Delta P_{\Pi_1} = P_{\text{пм1}}(1-\lambda) = 525(1-0,98) = 10,5 \text{ кВт}$$

Электр энергиясының бір жылдағы жиынтық шығыны:

$$\Delta P_{\text{Эод}\Sigma} = P_{\text{пм1}} \cdot n \cdot T_{\text{max}} \quad (4.5)$$

$T_{\text{max}} = 7200$ – жылдық жұмыс істеу уақыты

$n = 5$ – орнатылған қозғалтөыштар саны

$$\Delta P_{\text{Э1}} = P_{\text{пм1}} \cdot 5 \cdot T_{\text{max}} = 525 \cdot 5 \cdot 7200 = 18.9 \text{ млн. кВт}$$

5 қозғалтқыштың электрэнергия шығыны:

$$\Delta P_1 \Sigma = \Delta P_{\text{Э1}} \cdot 5 = 10,5 \cdot 5 = 52,5 \text{ кВт}$$

Электрэнергияның жылдық шығыны:

$$\Delta \text{Э}_1 = T_{\text{max}} \cdot \Delta P_1 \Sigma = 7200 \cdot 52,5 = 0.38 \text{ млн. кВт} \cdot \text{сағ};$$

Шығындар ақшалай өрнектерде кұрайды.

$$I_{\text{Э1}} = t \cdot (\Delta P_{\text{Э1}} + \Delta \text{Э}_1), \text{ где}$$

$t = 16.2$ – электрэнергия тарифі.

$$I_{\text{Э1}} = t \cdot (\Delta P_{\text{Э1}} + \Delta \text{Э}_1) = 16.2 \cdot (18.9 + 0.38) = 72.3 \text{ млн. тг}$$

4.3 Амортизациялық төлемге кететін шығынды анықтау

Амортизациялық төлемдер негізгі қорлардың бастапқы құнынан эксплуатацияда, жөндеуде немесе резервте тұрғанына қарамастан шығарылады, негізгі қорлардың құнынан пайыз ретінде көрсетілген нормаға сәйкес:

$$I_{\text{а1}} = 8\% \cdot K_{\text{д1}} = 0,08 \cdot 4.65 \text{ млн.} = 0.37 \text{ млн. тг.}$$

мұнда 8%- бір жылға амортизациялық төлемдерінің еншісі:

$$I_1 = 16437 + 72.3 \text{ млн.} + 0.93 \text{ млн.} + 0.37 \text{ млн.} = 73.62 \text{ млн. тг.}$$

Жобалық нұсқаның келтірілген шығындары:

$$Z_1 = 73.62 + 0,15 \cdot 4.65 \text{ млн.} = 74.32 \text{ млн. тг.}$$

4.3 кесте - Базалық нұсқаның капитал жұмсауын анықтаймыз

Қондырғының атауы	Бір дананың құны., тг.
Басқару шкафы ВТЕ-315/115Т	0.131млн.
Қысқатұйықталған роторы бар электрқозғалтқыш	3.275млн.
түрлендіргіштер, реттеуіштер, датчиктер	19650
Барлығы	3.426 млн.

Капиталды шығындар:

$$K_{\Sigma 2} = K_{д1} + K_{об2} + K_{смп2}, \text{ мұнда} \quad (4.6)$$

$K_{д}$ - Қысқатұйықталған роторы бар электрқозғалтқыш

$K_{об}$ – қосымша қондырғының құны

$K_{смп}$ — құрылыс-материал жұмыстарына кететін шығын

Қондырғының құны тасымалдауға кететін шығынды қоса базалық нұсқада

Негізгі қондырғының құны:

$$K_{об2} = K_{ш2} + K_{п2}, \text{ мұнда} \quad (4.7)$$

$K_{ш}$ –басқару шкафының құны ВТЕ-315/115Т

$K_{п}$ - түрлендіргіштер, реттеуіштер, датчиктер құны

$K_{об2} = 0.131 \text{ млн.} + 19650 = 0.151 \text{ млн. тг.}$

4.4. Құрылыстық – монтаждық шығындар:

$$K_{смп} = I_{зп} + I_{мат} + I_{м}; \quad (4.8)$$

$I_{зп}$ - еңбекақыға кететін шығындар

$I_{мат}$ - материалға кететін шығындар

$I_{м}$ - монтаждауға кететін шығындар

Еңбекақы шығындарын есептеу үшін жұмыс бригадасының құрамын анықтаймыз:

4.4 кесте – Еңбекақы шығындары

Қызметі	Адам саны	Зп. за мес.	Общая за мес.
Инженерэлектрик	1	45 000	45 000

Электромонтер	2	36 000	72 000
Механик	2	32 000	64 000
Релейщик	2	40 000	80 000
Приводчик	2	32 000	64 000
Барлығы	9		0.326 млн.

Еңбекақы шығыны:

$$I_{\text{ен}} = M \cdot 3, \quad (4.9)$$

3 - бір айдағы жұмыс бригадасының еңбекақысы - 0.326 млн. тг.
M - айлардың саны жұмыс жасау үшін қажетті - 2 ай.

$$3 = 2 \cdot 0.326 \text{млн.} = 0.651 \text{млн. тг.}$$

Әлеуметтік салықтарға шығаруларды есептегендегі, еңбекақы шығыны:

$$I_{\text{зп}} = 1,315 - 0.651 \text{млн.} = 0.856 \text{млн. тг.}$$

1,315 - әлеуметтік салықты төлеуді және зейнетақы бөліп шығаруды есепке алатын коэффициент.

Материалдарға кететін шығын, қондырғы құнынан 10% құрайды:

$$I_{\text{мат}2} = 10\% K_{\text{д}} = 0.1 \cdot 3.426 \text{млн.} = 0.342 \text{млн. тг.}$$

Монтажға кететін шығын қондырғының құндарынан 7 % құрайды:

$$I_{\text{М}2} = 7\% \cdot K_{21} = 0.07 \cdot 3425650 = 239795.5 \text{ тг.}$$

Құрылыс - монтаж жұмыстарына кететін шығындар:

$$K^2_{\text{СМР}} = 856065 + 342565 + 239795.5 = 1438425 \text{ тг.}$$

Жоба бойынша жиынтық капитал жұмсаулар:

$$K_{\Sigma 2} = 3425650 + 150650 + 1438425 = 5014725 \text{ тг.}$$

Бес ұқсас қозғалтқыштар үшін жоба бойынша жиынтық капитал жұмсаулар:

$$K_{\Sigma 2.5} = 5014725 \cdot 5 = 25073625 \text{ тг.}$$

Базалық варианттың ағымдағы жылғы шығындарын анықтаймыз.

И - МҚС-ның ағымдағы жылғы шығындары.

$$И = И_{з.п.} + И_{тр2} + И_{э2} + И_{а2}, \quad \text{где}$$

$И_{з.п.}$ - қолдану кезіндегі қызметшінің еңбекақысына шығындар

$И_{тр}$ - ағымдағы жөндеу және қызмет көрсетуге шығындар

$И_{э}$ - электр энергиясындағы шығындары

$И_{а}$ - амортизациялық төлемдегі шығындары

Жөндеу жасаушы персоналдың еңбекақысына кететін шығын жұмыстың еңбек көлеміне сүйене анықталады, жөндеу жұмысының еңбек көлемі — жөндеу циклының құрылымына және қондырғының әрбір түрінің аралық жөндеу кезеңіне сүйене. МҚС-ның қалыпты жұмыс тәртіптерін қамтамасыз ету үшін аптасына 2 рет қозғалтқыштың, сорғыш агрегатының электржетегінің техникалық байқауын және жоспарлы-ескертілетін жұмысын өткізу қажет. Осыған сүйене бізге бір жұмысшы қажет жалақысы еңбекақысынан 0,5 құрайтын.

$$З_{зпэ} = 0,5 \cdot 25000 = 12500 \text{ тг.}$$

Әлеуметтік салықтарға шығаруларды есептегендегі, еңбекақы шығыны:

$$И_{зпэ} = З_{зпэ} \cdot 1,315 = 12500 \cdot 1,315 = 16437,5 \text{ тг.}$$

1,315 – әлеуметтік салықты төлеуді және зейнетақы бөліп шығаруды есепке алатын коэффициент

Ағымдағы жөндеуге кететін шығындар ремонтта қолданылатын комплектілі бұйымдар, қосымша бөліктер және материалдар шығынын қоса, негізгі қондырғы құнынан 20% құрайды.

$$И_{тр2} = 20\% \cdot К_{\Sigma 2} = 0,20 \cdot 3425650 = 685130 \text{ тг.}$$

Негізгі нұсқаның электр энергиясының шығынын есептеуін жасаймыз

Тұтынатын активті қуат

$$P_{пм2} = 1,05 \cdot P_{д2}, \quad (4.10)$$

$P_{д}$ – қозғалтқыштың қуаты

$$P_{пм2} = 1,05 \cdot P_{д2} = 1,05 \cdot 560 = 588 \text{ кВт}$$

Жетектегі қуат шығыны:

$$\Delta P_{п2} = P_{пм2} (1 - \eta), \quad (4.11)$$

η – қозғалтқыштың ПӘК:

$$\Delta P_{\text{п}} P_2 = P_{\text{пм2}}(1-\eta) = 588(1 - 0,97) = 17,6 \text{ кВт}$$

$T_{\text{max}} = 7200$ – жылдық жұмыс істеу уақыты

$n = 5$ – орнатылатын қозғалтқыштар саны

5 қозғалтқыштың электрэнергия шығыны.

$$\Delta P_2 \Sigma = P_{\text{э2}} \cdot 5 = 17,6 \cdot 5 = 88 \text{ кВт}$$

Электрэнергияның жылдық шығыны:

$$\Delta \mathcal{E}_2 = T_{\text{max}} \cdot \Delta P_2 \Sigma = 7200 \cdot 88 = 0,63 \text{ млн. кВт} \cdot \text{ч};$$

Қорытынды

Жобада АВК да қолданылатын асинхронды қозғалтқыштың есептеулері жасалды. АВК қолданылатын жүйелердің түрлері және топтары жеке қарастырылды. Жасалған жобада жұмыстық сипаттамалар тұрғызылды.

Еңбекті қорғау бойынша шаралардың түпкі мақсаты-жарақттанушылықты жоюы және кәсіптік сырқаттарды болдырмау. Еңбек жағдайларының жақсартуы бойынша шаралардың өткізуі елеулі экономикалық эффектті береді - еңбек өнімділік жоғарылайды, дүниені қалпына келтіруге заттық шығындар азаяды, өрттің нәтижесінде қиратылған.

Бұл дипломдық жобада, өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде жасанды жарықтандыруды есептеу, сорап станциясының қорғаныс жерлендіруін есептеу және сору қоймасының өрттен қауіпсіздігі жасалды.

Есептеулер, сонымен бірге жобаға берілген бастапқы деректерінің жұмысында келесі негізгі нәтижелер алынды:

люминесценттік шамдар саны (ЛДЦ-65, қуаты 65 Вт),
(номинал жарық ағына 3570 лм) қоймадағы 12 шт. Екі қатарда қабырғадан қашықтығы 0.5 м, қатарлар арасындағы 5 м., шырақтар арасындағы қашықтық 4.6 м.

жерлендіру электродтардың саны (болат сым ПС-70 сымның диаметрі 11.5 мм) $n = 12$. Көрші тік электродтардың арасындағы қашықтық 3м тең . Электродтардың траншей түбіне ену тереңдігі 0.7-0.8 м. Электродтардың жоғарғы ұштарының траншей түбінен шығу бтіккігі 0.1-0.2 м.

Қарастырылып отырған еңбек қауіпсіздік шаралары қондырғыларды жобалау, құрылыс кезінде барлық нормалар мен стандарттарына сай жасалады "Тұтынушылардың электрқондырғыларын техникалық эксплуатациялау ережелері және тұтынушылардың электрқондырғыларын эксплуатациялау кезіндегі қауіпсіздік ережелері" және "Электрқондырғыларын орнату ережелері" .

Алынған деректерден көрініп тұрғандай, базалық және жобаланатын нұсқау шығындары 13%-ға ерекшеленеді, бұл өз кезегінде, сенімді диапазоннан $\pm 10\%$ -ға асып түседі, яғни «келтірілген шығындар» экономикалық құралы бұл жағдайда жұмыс істейді. Осы жерден мұнай айдау станциясы сорғысының жетегі үшін айналу жиілігі реттелетін Асинхронды қозғалтқышын енгізуден болатын жылдық экономикалық нәтиже 9559467 теңгені құрайды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем– СПб.: КОРОНА принт, 2001. – 320 с., ил.
- 2 Черных И.В. Компьютерное моделирование электротехнических устройств. – СПб.: КОРОНА принт, 2000. –180 с., ил.
- 3 Чиликин М.Г., Ключев В.И., Сандлер А.С. Теория автоматизированного электропривода. - М.: Энергия, 1979. - 616 с., ил.
- 4 Шакрян Ю.Г. Асинхронизированные синхронные машины. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 192 с.
- 5 Хватов С.В, Титов В.Г. Муравьев Г.Л. Машина двойного питания с источником тока в цепи ротора : Электрооборудования промышленных предприятий. Чебоксары : ЧГУ, 1981, с. 112-116.
- 6 Сандлер А.С. Регулирование скорости вращения асинхронных двигателей. – М.- Л. □Энергия, 1966.- 320 с., ил.
- 7 Онищенко Г.Б. Асинхронный вентильный каскад. – Москва. □Энергия, 1967. - 152 с.
- 8 Кругликов А.П. Автоматизированный электропривод по системе Асинхронный вентильный каскад. – Алматы. КазПТИ, 1988. – 75 с.
- 9 Шрейнер Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. – Екатеринбург: УРО РАН, 2000. – 654 с.
- 10.М.К.Дюсебаев.,Ф.Р.Жандаулетова.,«Управление промышленной и экологической безопасностью» - Алматы:АУЭС,2008.
- 11.Арустамов Э.А. «Охрана труда». –М., 2007.
- 12.М.К.Дюсебаев.,Ж.С.Абдимуратов.,«Охрана труда и безопасность жизнедеятельности»- Алматы:АУЭС,2011.
- 13.Правила устройства электроустановок. РК –А., 2007.
- 16.А.А.Жакупов, Л.Ш.Валиева «Дипломдық жобаларда экономикалық бөлімі». Алматы, 2015.
17. А.Ю.Голубина, «Экономика отрасли». Алматы.:2010.
18. «Электр қондырғыларды орнату ережелері».ҚР – Алматы,2007.
- 19.М.К. Дюсебаев, Ж.С. Абдимуратов, «Охрана труда и безопасность жизнедеятельности». –А. 2011.