**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ**

**Коммерциялық емес акционерлік қоғамы**

**АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ**

Электр станциялары, тораптары және жүйелері
**кафедрасы**

**«Қорғауға жіберілді»**
**Кафедра меңгерушісі**
т.ғ.к Умбеткулов Е.К
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)
«8» 06 2016 ж.
(қолы)

# ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

**Тақырыбы:** Ақтөбе облысының ЖЭО-ға өзіндік шықтаждардың электрмен жабдықтау сұлбасын жасау

5В071800 - Электр энергетикасы **мамандығы бойынша**

**Орындаған** Ақкенжиев Алмат Дәулетұлы ЭЖк 12-01
(аты - жөні) (тобы)

**Жетекші** Умбеткулов Е.К т.ғ.к доцент
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

**Кеңесшілер:**

**Экономикалық бөлім бойынша :**
э.ғ.к профессор Жакупов А.А
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
«07» 06 2016 ж.
(қолы)

**Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:**
доцент Абдимуратов Ж.С
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
«30» 05 2016 ж.
(қолы)

**Мөлшер бақылаушы:**
доцент Шергеусизова М.А.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
«____» _____ 20____ ж.
(қолы)

**Пікір жазушы :**
(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**

Электр энергетикасы факультеті
5В071800 - электр энергетикасы мамандығы
Электр станциялары, жүйелері мен торабы кафедрасы

жобаны орындауға берілген

# ТАПСЫРМА

Студент Ақкенжин Алмат Даулетұлы
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Ақтөбе облысының ЖЭО-ғы өзіндік мұқтаждық электрмен жабдықтау сұлбасын жасау
ректордың «___» _____№____ бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «____»_____20___ ж.

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

Ж/ЭО-ғы өзіндік мұқтаждық электрмен жабдықтау сұлбасын жасау. Берілген құрылымдық сұлба бойынша қосқы түйіқтағыш тогына есеп жүргізу. Соның ішінде бірге қосалқы станциялар электр жабдықтар таңдау.

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

1. Технологиялық бөлім
2. Электр станциясының негізгі электр жабдығын және схемаларын таңдау
3. Қосқы түйіқтағыш токтарын есептеу
4. Қозғалтқыштың үрлеуші жалдеткішін басқару

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

Н/ЭС-ның бүрмаланбық схемасы
Отынның жану сұлбасы
Электр станциясының бөлігі схемасы I-II шығу үшін
Н/ЭО басты сұлбасы I-II шығу үшін
ЖҚ SINAMICS G150 габариттік сұлбасы

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1) Хажин Т.Х. Электроэнергетика (" Электр станциялар бөлімі"): Оқулық Алматы: жшс РПБК "Дәуір" 2011 - 416 бет
2) Гожкова Л.Д., Казулин В.С., Электрооборудование станции и подстанций. учебник для техникумов - 3-е изд., перераб. и доп - М.:
3) Хажин Т.Х "Электр станцияларының және қосалқы станцияларының" Оқулық. Алматы, 2014 - 452 б

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

| бөлімшелер | кеңесші | мерзімі | қолы |
|---|---|---|---|
| Абдимуратов Ж.С | Өмір тіршілік қауіпсіздігі | 08.02 - 30.05 | |
| Экология бөлімі | Шакулов В.В | 02.08 - 07.06.16 | |
| Норма контроль | Тергеусизова М.А | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

| № р/с | Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі | Жетекшіге ұсыну мерзімдері | Ескерту |
|---|---|---|---|
| 1. | Технологиялық бөлім | 03.03 - 26.03.16 | орындалды |
| 2 | Электр станциясының жеңіл электр жабдығын ж/е схемаларын таңдау | 07.03 - 22.03.16 | орындалды |
| 3 | Электр аппарат өткізгіштерді ж/е жерге қосу бұрғылағыштарын таңдау | 07.03 - 25.03.16 | орындалды |
| 4. | Қазандықтың үй-жылыту жеңдеткішін басқару | 15.03 - 22.03.16 | орындалды |
| 5 | Экономикалық бөлім | 02.03 - 07.06.16 | орындалды |
| 6 | Өмір тіршілік қауіпсіздігі | 08.02 - 30.05.16 | орындалды |

Тапсырманың берілген уақыты «_____» _____ 20___ж.

Кафедра меңгерушісі _____ Умбеткулов Е.К т.ғ.к доцент
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі _____ Умбеткулов Е.К т.ғ.к доцент
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент _____ Аукенжин Алмат
(қолы) (аты -жөні)

## Аннотация

Рассмотрены технологическая схема работы ТЭЦ и 2 варианта схемы электроснабжения. Проведены расчеты токов короткого замыкания и выбраны электрооборудование на подстанции.

В специальной части разработана схема управления электроприводом дутьевых вентиляторов с применением преобразователей частоты.

В разделе «Безопасность и экологичность проекта» освещены вопросы техники безопасности, противопожарные мероприятия, выполнен расчет заземления и освещения распредустройства, рассмотрены мероприятия по охране окружающей среды.

В экономической части выполнено экономическое обоснование применения преобразователей частоты привода.

## Annotation

The technological scheme of work of combined heat and power plant and 2 options of the scheme of power supply are considered. Calculations of currents of short circuit are carried out and chosen electric equipment on substation.

In special part the scheme of control of the electric drive the dutyevykh of fans using frequency converters is developed.

In the section "Safety and Ecological Compatibility of the Project" safe engineering questions, fire-proof actions are taken up, calculation of grounding and lighting of the switchgear is executed, actions for environmental protection are considered.

In economic part the economic case of use of converters of frequency of the drive is executed.

## Аңдатпа

ЖЭО-ның жұмыс істеу технологиялық схемасы және электрмен жабдықтаудың 2 нұсқасы қарастырылды. Сонымен бірге қысқа тұйықталу тоқтарына есептеу жүргізіліп және қосалқы станцияға электр жабдықтар тандалады.

Арнайы бөлімінде жиілік түрлендіргіші пайдаланылған үрлендіру желдеткішінің электр жетегін басқару схемасы құрастырылған.

Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде қауіпсіздік техникасы, өртке қарсы және қоршаған ортаны қорғау әртүрлі шаралар қарастырылды. Жерлендіру мен таратушы құрылғысының байланыты есептер жүргізілді.

Экономикалық бөлімінде қазан агрегаттарының үрленетін желдеткіштерін басқаруға арналған жиілікті түрлендіргішті қолданудың эканомикалық нәтижесі қарастырылған.

**Мазмұны**


Кіріспе 7
1 Технологиялық бөлім 8
1.1 Электр станцияларының түрлері 8
1.2 Жылу электр орталығы 9
1.3 Отынның түрлері және олардың жағу әдісі 10
1.4 Станциясында электр энергисын өндірудің технологиясы 13
2 Электр станциясының негізгі электр жабдығын және схемаларын 17
2.1 Генераторларды таңдау 17
2.2 Жобаланушы электр станцияның екі нұсқасының негіздемесі және оны таңдау 17
2.3 Күштік трансформаторларды таңдау 18
2.4 Жобаланушы электр станция схемаларының нұсқаларын техникалық-экономикалық жағынан салыстыру 23
3 Электр аппарат өткізгішді және жерге қосу құрылғыларын тандау 32
3.1 Қысқа тұйықталу токтарын есептеу 32
3.2 Берілген тізбектер үшін электр аппараттары мен ток жүретін бөліктерді таңдау 44
3.3 Кернеу трансформаторларын таңдау 54
4 Қазандықтың үрлеуші желдеткішін басқару 56
4.1 Үрлеуші желдеткіштің өнімділігін реттеу 56
4.2 ЖТ пайдаланудың экономикалық тиімділігі 56
4.3 Үрлеуші желдеткішті басқару және қоректендіру сұлбасындағы өзгерістер 58
4.4 Жиілік түрлендіргішін таңдау 59
4.5 Электр жетегімен басқару сұлбасы қысқаша сипаттамасы 62
5 Экономикалық бөлім 63
5.1 Техникалық-экономикалық негіздеме 63
5.2 Күрделі қаржы жұмсалымдарын есептеу 63
5.3 Пайдалану шығындарын анықтау 64
5.4 Экономикалық тиімділігін бағалау 69
6 Өмір тіршілік қауіпсздігі 70
6.1 Қосалқы электр станциясын пайдаланудағы техникалық шаралар,талдау жасау. 70
6.2 Қосалқы станциядағы диспетчерлік жұмыс бөлмесінің жалпылама механикалық ауа алмасуын есептеу 72
6.3 Қорғаныстық жерге қосу құрылғысына есеп жүргізу. 76
6.4 Өрт қауіпсіздігі 78
6.5 Трансформаторда өрттің алдын алу шаралары 79
7 Қоротынды 82
8 Әдебиеттер тізімі 83

# Кіріспе

Бүгінгі күнде электр энергиясының негізгі көлемі біріктірілген энергетикалық жүйелердегі электр станцияларында өндіріледі. Энергетикалық жүйелер өзара жоғары кернеулі әуелік электр беріліс желілері арқылы байланысады және бірыңғай энергия жүйелерін біріктіреді.

Электр энергиясының маңызды бөлігі өндірістің жылу электр станцияларында өндіріледі. Қазақстанда осындай жылу электр станциялары барлық облыс орталығында және үлкен қалаларда орналасқан. Кейбір үлкен қалаларда олардың саны бірнеше ғана. Бұл электр станциялары аудандық энергия жүйелерімен байланысты жұмыс істейді және негізінен, электр энергиясымен, жылумен өндірістік кәсіпорындарды, жақын орналасқан басқа да тұтынушыларды қамтамасыз етеді.

Қазіргі таңда электрлендіру кешенді түрде дамып отыр. Оның негізгі бағыты жылумен қамту – электр энергиясы мен жылуды қисындастыра отырып, тұтынушыларды орталықтандырылған жылумен жабдықтау. Бұл жүйені жылу электр орталығы (ЖЭО) деп атайды. Ол отын пайдалануды едәуір жақсартады.

Негізгі жабдықты таңдауда және станцияның электрлік, жылулық қуаттарын таңдауда ЖЭО жобалауының басты кезеңі болып саналады. ЖЭО жобалануы мен салынуы әдеттегідей дара түрде жүргізіледі. Әр өндірістік ауданның жобасы өзінше бөлек негізделеді және бекітіледі. Сонымен, ЖЭО бірлестірілген энергетикалық жүйеге кіруі орынды болу тиіс. Оның салынуы келтірілген шығындардың экономикасымен байланысты болады. Ал ол болса өндіріске және коммуналдық-тұрмыстық тұтынуға жіберілетін электр энергиясы мен жылудың көлеміне әсер етуде.

Арнайы бөлімінде жиілік түрлендіргіші пайдаланылған үрлендіру желдеткішінің электр жетегін басқару схемасы құрастырылған.

Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде қауіпсіздік техникасы, өртке қарсы және қоршаған ортаны қорғау әртүрлі шаралар қарастырылды. Жерлендіру мен таратушы құрылғысының байланыты есептер жүргізілді.

Эканомикалық бөлімінде қазан агрегаттарының үрленетін желдеткіштерін басқаруға арналған жиілікті түрлендіргішті қолданудың эканомикалық нәтижесі қарастырылған.

Бұл жобаның мақсаты оқу процесінде алынған теориялық және практикалық білімдерді бекіту, бір жүйеге келтіру және кеңейту.

# 1 Технологиялық бөлім

## 1.1 Электр станцияларының түрлері

Электр станциясы басқа энергия көзіне қарағанда тиімді болып келеді. Өйткені электр энергиясы жыл энергиясына,жарық энергиясына,механикалық энергиясына, химиялық энергияға өзгере отырып, өндірісте де, халық шаруашылығында да, көлікте де және адам өміріне көп кері әсерін тигізеді.

Халық шаруашылығында электрмен қамтамасыздануы мемлекетміздің экономикалық және технологиялық дамуынын басты міндеті болып табылады. Сонымен қатар халық жылу энергиясын өте көп пайдаланады екен.

Табиғи ресурстарды алу арқылы жылу және электр энергиясын өндіруге болады екен. Мысалға келтіретін болсақ: су және ауа ағынның энергиясы, ішкі ядроның өзгеруінен пайда болатын энергия, күн радиациасының энергиясы, жер қыртысынын ыстық энергиясы, және тағы басқалары. Қазіргі таңда қолданылатын 80% энергия, органикалық отынның жануы арқылы алынады.

Қолданылатын табиғи энергия көздеріне қарай энергетика қондырғыларының көп түрлері бар: жылу электр станциялары, атом электр станциялары, су электр станциялары, жел электр станциялары, дизель электр станциялары және т.б.

Жылу-күш қондырғылары және жылу электр станциялары. Олар органикалық отынның химиялық байланысқан энергиясын қолданылады. Отынды жаққанда түтіннің жылуы ретінде өнетін энергия су, бу түрінде пайдаланылатын заттар беріледі. Бұл заттар жылу алмастырғыш, жүйелерде аралық дене деп атайды екен. Аралық денеге жылуын беретін түтін мұржа арқылы атмосфераға шығарылып тасталады екен. Қыздырылған аралық дене жылу жеткізуші түрінде тұтынушыларға жіберіліп, жылуын берілгеннен кейін жылу алмастырғышқа қайтарылады да процесс басынан бастап қайталанылады, тоқтаусыз жүріп отырады.

Міне солай жылу энергиясы өндіріледі. Ал электр энергиясын өндіргенде қыздырылған аралық дене жұмыс өндіргіш түрінде қозғалтқыштарға жіберіледі де, механикалық жұмыс атқарылып болған соң шыққан жүйесіге қайта келеді. Қозғалтқыштарға тіркелген электр генераторларын аралық дене атқарған механикалық энергия электр энергиясына ауыстырылады.

ЖЭС-ның 2 түрі бар:

1. Конденсациялық электр станциясы немесе мемлекеттік аймақтық электр станциясы.

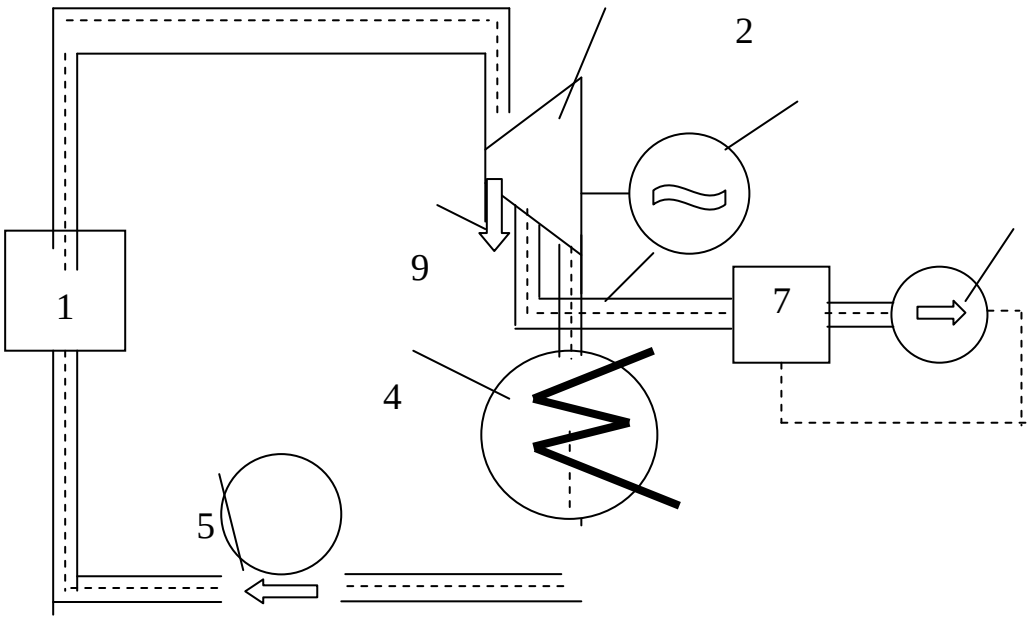
2. Жылу электр орталығы.

## 1.2 Жылу электр орталығы

Тұтынушыларға жылу мен электр таратылатын станцияны - жылу электр орталықтары болып табылады. Жылу энергиясы ыстық су ретінде жылыту процестерінде қолданылса, төменгі потенциалды бу ретінде өнеркәсіп-те де және де басқа салаларда пайдаланылады. Энергияның екі түрін бірден шығаратын сондай орталықтар отын үнеміне жол ашып басқа жылу электр станцияларына көбірек ұтымды.

Құбырлар арқылы жылуды 30-50 км ара-қашықтықтардағы тұтынушыларға жеткізуге болады.

Жылу электр орталығы - да электр энергия кернеуі 6-10,5 кВ-қып шығарады да, жергілікті тұтынушыларға кернеуі 35 кВ, 25 кВт қуатын береді, мыс қорыту зауыты және байыту фабрикасына кернеуді 110 кВ, 100- 80 кВт қуатпен қамтамасыз етеді . Содан қалған электр энергия кернеуі 35-110 кВ линиямен энергетикалық жүйеге немесе ара-қашықтықтарға тұтынушыларға жеткізіледі. 1.1-Суретте жылу электр орталығының құрылымдық схемасы берілді.




1 - бу генераторы; 2 - бу турбинасы; 3 - электр генераторы;
4 – салқындатқыш; 5 – насос; 6 - жылу жүйесіне жіберілетін бу;
7 - жылу жүйесінің бойлері; 8 - жылу желісінің насосы; 9 - өндіріс қажетіне жіберілетін бу

1.1 сурет – ЖЭС - ның құрылымдық схемасы [1.23 бет]

Жылу энергиясын толық қолдану нәтижесінде жылу электр орталығының тиімді әсер коэффициенті 60 – 65 % -ға жуық яғни, қазіргі техника дәрежесіндегі ең ауқымды көрсеткішке жақын.

Жылу электр орталығының ерекшеліктері:

1. Жылу энергиясын тұтынушыларға жақын салады.

2. Көбіне әкелінген отынмен жұмыс істейді.

3. Өндірілген электр энергиясының айтарлықтай бөлігін тұрақты тұтынушыларға таратады.

4. Негізгі жылу энергиясын өндіру графигімен жұмыс істейді.

5. Төменгі маневрлі станция.

6. Басқа электр станцияларымен салыстырғанда ПӘК шартты түрде жоғары n = 0,6 – 0,65.

### 1.3 Отынның түрлері және олардың жағу әдісі

Жылу электр орталығының отыны 3 түрлі агрегатты түрде болады: қатты, сұйық, газ түрінде.

Қатты отын неше түрлі болып келеді. Соның ішінде: ағаш, ауыл шаруашылықтарының қалдықтары, шымтезек, жанғыш тақта тас, қоңыр көмір, тас көмір, антрацит және басқалары. Соңынан отын түрінде қолданылатын қатты отының соңғы 3 түрін қарастырамыз.

Қоңыр көмір, тас көмір және антрациттің қорлары орасан көп, солардың негізінде қанша да болса қуатты электр станцияларын салуға болады . Тас көмірінің қызу шығару мүмкінділігі аса жоғары–3500 ккал / кг-ға дейін жетеді. Міне, осындай ерекшеліктеріне қарай көмір электр станциялардың негізгі қатты отыны болып саналды.

Қуаттылығы 1000000 кВт қазіргі таңда жылу электр станцияларының тәулік отын жұмсауы – табиғи тас көмірнің 10000 тоннасына шақ келеді.

Көмірдің сондай орасан көп мөлшерін (5 ауыр жүкті темір жол составы ) кәдімгі жел тартқыш пештерде өртеу үшін, жел тартқыш көлемі бірнеше гектар жерді қажет еткен болар еді. Міне сондықтан, көмір жағуының интенсивті, жетілдірілген, әдістері қажет екен.

Көмір кесектері соншалықты ұсақ болса, оның ауамен жанасу беті соншалықты үлкен болып, ол соншалықты тез жаретте, қазаннын кішкентай оттығында көмірдің біразбөлшегін жаға отырып, үлкен мөлшердегі энергия қызуын алуға болады. Тозаң түріндегі көмірді өртеу үшін келесі шарттарды істеу қажет:

1. Көмірді майдалап , тозаңға айналдыру

2. Тозаңды өртеуден бұрын ауаны жылыту

3. Отынды алдын – ала кептіру

4. Тозаң ретіндегі отын мен ауаны бір уақытта жуықтап жанастырып форсункада жақсылап араластыру

5. Жану зонасында өртеу температураны бір қалыпты ұстау қажет

6. Жанған өнімдерді үнемі шығарып отыру керек, түтіндік газ, күл және шлак.

Шар түріндегі аралық бункерлері бар барабан диірмендерді тозаң әзірлеу әдісіде кеңінен таралған екен.

Сұйық отын: электр станцияларында сұйық отын түрінде мазут, дымқыл мұнай пайдаланылады.

Сулы мұнайдан жеңіл фракцияларды: бензин, керосин, соляр майын және басқа да моторлы отын деп аталатын, яғни автомобиль, трактор және дизель моторлардың жұмыстарына байланысты қолданылатын төменгі деңгейдегі фракцияларды бөліп алғаннан кейін мазут сулы мұнайдан алынады. Мазуттардың "10'' және "40" түрлі маркалары бар, олар бір-бірінен дымқыл және күл құрамына байланысты ажыратылады екен. Мазуттардың қызу шығару мүмкіндігі өте жоғары: 1кг – 9420-9850 ккал дейін болады.

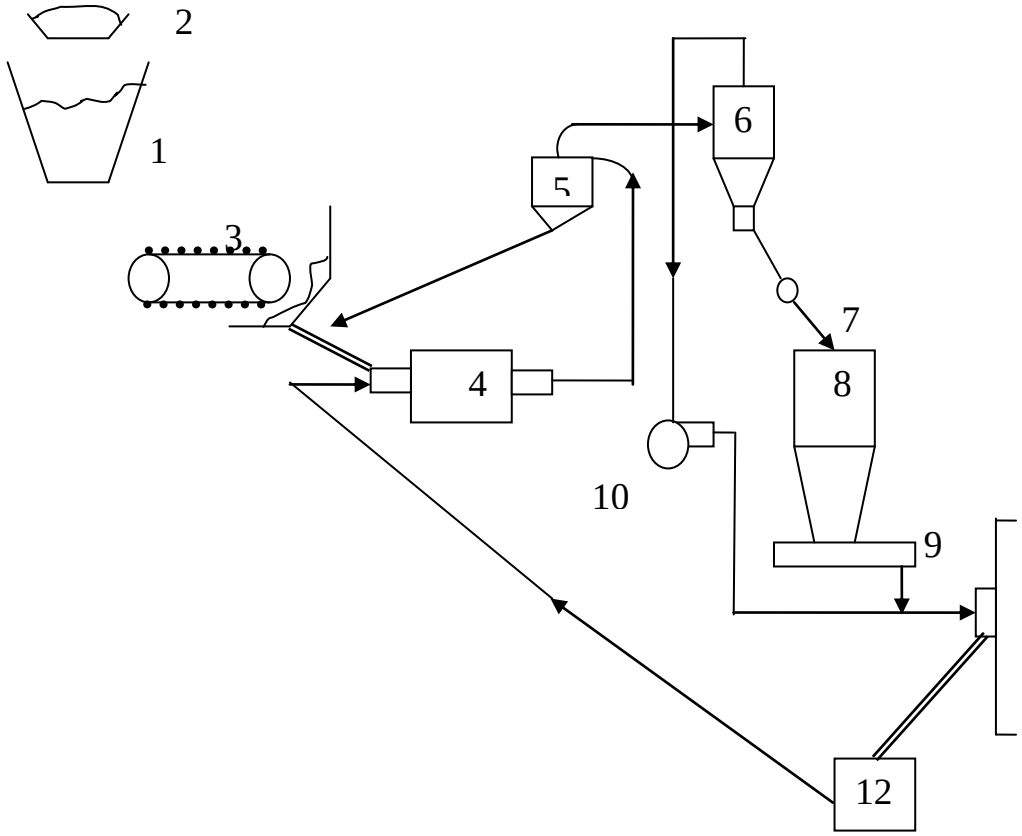
Мазуттар оттыққа форсунка арқылы жіберіліп,яғни ыстық ауаның кө-мегімен тозаңға айналдырылып, жағылады. Мазуттар тұтану температу-расы көмір тозаңмен салыстырғанда соғұрым төмен, сондықтан мазут форсункаларын жағу тез. Тозаңды көмір оттығын мазуттардың көмегімен жағады .Қыс айында темір жол цистерналарының мазутты алу кезінде біраз қиыншылықтар кездеседі, ол шайыр (смола ) тәрізді күйде болады, сондықтан оны бумен ысытып алуға тура келеді екен.

Газды отын электр станцияларының нергетикалық газ отыны түрінде әдетте пропан немесе бутан газдарының қоспасы-табиғи газды пайдаланады. Табиғи газдың құрамы : метан СН-60-80 %, сутек –10-30 %, бөтен көмірсутектер 4-16%.

Газдың жану жылылығы 7000-5000 ккал / $м^3$ арасында атмосфе-ра қысымына қатысты болады.

Газды қолдану нәтижесінде тазалықты қамтамасыз ете отырып , электр станцияларындағы қуаттылықты тез меңгеруге болады. Газ шілтерлеріне газбен бірге керекті мөлшерде газды жағу үшін ауа енгізіледі. Қазандардың ПӘК арттыру мақсатында шілтерлерге жіберілетін ауа ыссытылады . Қазандарда отынның көп түрлерін жағу кезінде енгізілетін ауа мөлшері химиялық реакциялар бойынша есептелінеді екен, бұл оттықтардағы отыннын солайымен жанып кетуін қамтамасыз етіп тұрады. Отынның химиялық тұрғыдан жанбай қалуын болдырмау үшін, оттыққа енгізілетін ауа мөлшері, тұрақталған ауа мөлшерінен 1-5 % артығырақ алыну қажет.

Сеператорда ауаның үйірілуіне байланысты, үлкен кесекті темір тозаңнан айырылып , қайтадан диірменге бағытталады . Жұқаланған тозаң құбырлардың бойымен циклонға 6-келіп түседі. 6 - циклон тозаңды ауадан айыру қызметін атқарады.




1-ылғал, өндірілмеген көмірі бар бункер; 2- қоймадан көмір тасып тұратын ленталы транспортер; 3- көмірді диірменде пластинкалы сіңіргіш; 4- шар тәрізді барабан диірмен 18-25 об / мин, шар –30 мм; 5- тозаң сеператоры

1.2 сурет – Отынның жану сұлбасы

Тозаңның 90 % -ке дейінгі мөлшері үйіріліп барып , конус тәрізді бөлікке барып тұнады , ал тозаңдалған ауадан желдеткіш 10 сорып алып , шілтерге (горелка) түседі . 7- мигалка – тозаңды порциялап аралық бункерге жеткізіп тұратын құрылғы; 8 – дайын тозаңның аралық бункері; 9- тозаңды бункерден 8- форсункаларға жеткізіп тұратын шнекті сіңіргіш; 10 - тозаңдатылған ауаны циклонан 6-сорып алатын және сіңіргіштен 9- қазан форсункаларына жіберетін желдеткіш; 11 –тозаңды үйіру арқылы ыстық ауамен араластырып және ыстық қоспаны қазан оттығына жіберетін тозаңды көмір форсунка; мұн-дай форсункалар қазанда бірнешеу :4-15 данаға дейін : 12-400 градусқа дейінгі ыстық ауа коллекторы . Ыстық ауаны диірменге - 4 келіп түсіп көмірді құрғатып , тозаңды сеператорға - 5 және циклонға – 6 жөнелтеді . Коллектордан ыстық ауа форсункаға – 11 түсіп , желдеткіштен – 10 келе-тін ауамен бірге қазан отындығына тозаңды жағуға жұмсалады екен .

Электр станцияларының орташа есеппен алғанда отынға жұмсалатын шығынның меншікті мөлшері барлық шығындардың 75 % -ін құрайды , сондықтанотынды үнемдеу немесе оның 1квт .сағ үлесті шығынының

азайту еліміздің шаруашылығының экономикасына көп пайда жеңілдіктер әкеледі.

### 1.4 Станцияда электр энергисын өндірудің технологиялық процесі

Қазіргі таңдағы энергетикада жылу электр станциялары жауапты рөл атқарады. Жылу электр станцияларында отын ретінде түрлі маркалы көмір мен мазут пайдаланылады . Көмірмен жұмыс істейтін станциялардың үлес мөлшері әлдеқайда көп, себебі онда, біршама металлургия мен химия өнеркәсіптерінде пайдаланбайтын қоңыр көмірінің төмен бағалы сорттары жағылады. Отынды қолданудың ерекшеліктері бар: көмірді алдын ала үгітіп, тозаңға айналдыру, отынның солайымен өртеніп кетуін қамтамасыз ету. Жылу электр станцияларының жалпы өндірістік цехтарына осылар жатады : отын беру, тозаң жасайтын құрылғы, қазан цехы, машина залы, электр энергияны бөліп тарату құрылғылары. Барлық цехта тиісті агрегаттар мен электр жетекпен қамтамасыздандырылған механизмдер орналасқан. Жалпы цехтардың түрлі өндірістік механизмдерін қозғалысқа әкелетін электр қозғалтқыштарының көпшілігі өзіндік мұқтаждарды өтейтін шаруашылыққа жатады, бұдан бөлек те бұл шаруашылыққа свет, сол сияқты, басқа да қосымша цехтар мен құрылғылар, мысалы компресссорлық қондырғылар, аккумулятор батареялары, май шаруашылығы және т.б жатады екен.

Жылу станцияларының технологиялық процесінің схемасында 5 циклды атап өтуге болады : отын , ауа , су , бу және электр энергиясы .

Бастапқы үшеуі шикізатқа жатады , ал одан кейінгі өнім – электр энергия шығады.

Енді осы циклдарды бөлек – бөлек қарастырып, әр комплексті реттейтін өзіндік мұқтаждардың жалпы механизмдерін атап өтеміз.

Отын қоймасы қойма еніне жүретін көпірлік тиектермен бекітілген. Кейде солардың орнына бекіткіш лебеткалар (шығырлар) пайдаланылады, олар көмірді сақталатын орнына керегінше қазып алып, уақытша салып, көмір жіберетін ленталы транспортерге тиейді (конвейер). Уатқыш көмірді кесектеп, белгілі бір уақытқа дейін уақтайды.

Уақталғаннан соң көмір отын берудің көлбеу жабық эстакадалары арқылы өңделмеген (ылғал) көмір бункеріне түседі екен.

Отын жіберу өз-ара қор жинау мақсатында ковейердің екі “жібі ” арқылы іске асырылады.

Өңделмеген көмір бункерлерінен отын диірмендерге түсіп, тозаңға айналады. Тозаң диірмен желдеткіші арқылы керекті құрылғыларға-циклондарға түседі де, тұнады, ал циклондардан шығып, көмір бункерлерінің арасында орналасқан тозаң бункерлеріне келіп түседі. Көбіне бұл этапта көмір тозаңы бумен құрғатылады.

Осымен, тозаң бункерінен шыққан тозаң бұрандалы транспортерлер – ижек арқылы қазанға түседі де, тозаң нәрлендірушілері арқылы жанарғыларға

жібереді. Тозаңды нәрлендірушіге керекті ауа диірмен желдеткіштерінің ауа жүйесінен алынады.

Шлак пен күл қазан түбінде орналасқан күл бункеріне төгіледі де, одан эжектор насосы арқылы сыртқа шығарылып, құбырлар мен ашық канал-дарда жуғыш насостың көмегімен күл үйіндісіне тасталады .

Ауа.Отынның толығымен жанып кетуі үшін, үрлегіш желдеткіштердің көмегімен қосымша ауа ретінде берілетін оттек қажет болады. Оттыққа түспес бұрын ауа жылытылады. Сол мақсатта шығатын түтін газдарының жылуы пайдаланылады. Бірінші 600 градус температуралы бұл газдар су экономайзері арқылы өтет те, ал одан 350 – 400 градус шамасындағы керекті жоғары температурада болып, ауа жылытқышқа барып түседі. Ауа жылытқыш бір - біріне параллель бірнеше каналдарға бөлініп, онда ауа мен газ жылу беруді жақсарту мақсатында бір – біріне жиі қарсы қозғалады . Ауа жылытқыштан соң, 120 –150 градус температура-дағы газ күл ұстағыш арқылы өтеді де, түтін шығатын мұржаға қарай жыл-жи береді. Газ түтін шығатын мұржадан табиғи күш әсерімен жылжиды да, мұнда түтін шығатын мұржаның керекті биіктігі болу керек және тарту күші қосымша түрде түтін сорғыштарымен яғни, керекті сирету тудыратын желдеткіштермен қамтамасыз етіп отырады.

Бу. Қазіргі таңдағы электр станцияларында бу қазаның барабанында және тура ағынды екі түрлі пайдаланады. Бірінші типті қазандықтарда қазанның оттығына тік орналасқан құбырларда судың булану процесі өтеді.

Құбырдың төменгі жағында құбырлар екі колекторда бірігіп, ал жоғарыда көлденен орналасқан барабанға кіреді екен .

Барабандағы су деңгейі орташа шамамен барабаннын ортасына дейін келеді де, барабанның жоғары бөлігі бу жинағыш түрінде пайдаланады. Бұдан соң, бу жылытқыш арқылы өтіп, құрғатылып турбинаға келіп түседі. Барабанды қазандардың бу өнімділігі шамамен 400 т / сағ.

Тура ағынды қазандардың бу жинағыштары болмайды да, қазан жұмыс істеген кезде бу шиыршық ( спираль ) ретінде салынған бу жы-лытқыштан өтіп, турбинаға қарай жылжиды береді. Бұндай қазанға су келмей қалған жағдайда, жоғары температуралы оттық зонасында орналасқан құбырлардың төменгі қабаттары жанып кетеді екен. Міне сондықтан, өзіндік мұқтаждарды орындайтын агрегатты қондырғыларға ( жабдықтау насостары) түсетін аса үлкен мөлшердегі электр энергиясын қамтамасыз ете отырып , сонымен қатар бу турбиналы жетекті жабдықтау насостарын пайдаланып көзделіп отыр.

Тура ағынды қазандар 600–ден 3000 т/сағ дейінгі шексіз бу өнімділігін қолдану тұрғысында бекітілген. Көбіне, оның әрқайсысы тікелей турбинамен жалғасып және генератормен бірлесіп, біртұтастық құрайтын болған.

Бу турбина сатылары арқылы, турбина үсті,фундамент ішінде орналасқан конденсаторға келіп түседі екен.

Бұнда бу конденсаторы циркуляциялық сумен мұздату арқылы қоюланып, конденсатқа айналады да, яғни қазандарды жабдықтауға пайдаланылатын химиялық таза суға айналады.

"Конденсациялық " деген атаудың өзі электр станцияларына осыдан келді , қолданылған суды жылытуға пайдаланылатын, турбина-дан бөлініп шыққан бу мөлшерін санамағанда, конденсаторда мұздатылады.

Қазіргі таңда қазанда 100-170 ат дейінгі жоғары қысым, ал будың қызуы 530-600С дейінгі шамада пайдаланылады, бұл әрине, қондырғылардың пайдалығын арттырады .

Конденсаторда будың сұйылуы 0.03 - 0.04 ат дейін, эжектор арқылы жүзеге асады екен. Әліде қолданылған буда жылу құрамы әліде өте көп, ал жану шығыны мұздатылған циркуляциялық сумен бірге әрдайым жоғары болғандықтан, бұндай станциялардың ПӘК 40 – 42 %-тен аспайды. Бұл әрине отынның қызу шығару мөлшерінің мүмкінділігін 1/3 көп жұмсалмайтының көрсетеді екен. Бірақ конденсациялық станциялар 2400мвт және одан да зор жоғары қуатта тұрғызылуы мүмкін, бұл күрделі шығындарды тез төмендетіп, электр энергиясының төменгі құнын қамтамасыз етеді.

Су айналымы төртке бөлініді:

1. Конденсатордағы будың мұздатылатын айналмалы су суқоймасынан жағалаудағы насостар арқылы алынып , конденсаторларға құйылады екен .Конденсатордан айналма су суқоймасына қайтіп өздігімен ағады. Станцияның қуаттылығына сай, суқоймасының мұздатылу беті тиімді көлемде болғаны дұрыс. Конденсат конденсатордан коденсат насостары арқылы суырып шығарылып, төмен қысымдағы жылытқыштардан өтеді де, деареакторға келіп түседі.

2. Су қоймасынан алынған қосымша су, химиялық су тазалағыштан өтеді де, булану барысында жоғалтқан шығындарды толтыратын конденсатқа деаэраторға түседі. "Деаэратор " атауы бұны көрсетеді, қолданылатын су ондағы еррілген ауа оттегіден ажыратылады. Суды ысытып , оттекті шығарамыз, олай болмай қалған жағдайда су оттегісі қазан металының мүжілуіне әкеліп соғады.

3. Конденсат пен қосымша судан қазанға керекті қолданылатын су аламыз. Ол қазанға жабдықтау насостары арқылы құйылады екен. Басында су жоғары қысымды, жылытқыштар арқылы өтеді де, экономайзерге түседі де, бұнда ол қазандағы су температурасына жуық темтератураға дейін ысытады да, онан соң қолданылатын су қазанға құйылады. Турбиналардың түрлі сатыларынан бөлініп шығатын бу негізінде қолданылатын суды бірнеше рет негізінде қолданылатны суды бірнеше рет ыссыту–регенеративті деп аталады да, ол жылу күші қондырғысының ПӘК әжептеуір артуын қамтамасыз етеді екен.

4. Электр энергиясы. Турбинамен бір - бірлікте синхронды генератор орналасқан . Қарастыратын станциялар көбіне отын шығаратын жерлерде ,электр энергиясын тікелей қолданатын тұтынушылардан ау-лақта салынады.

Станциянын генераторлары жоғарылатқыш трансфор--маторлары шығырларға блок қосып, өндірілетін бар электр энергия, 35–110кв жоғары кернеулі құрама шиналар немесе энергетикалық жүйенің электр берілісі арқылы беріледі екен . Станцияның электр энергиясы неше түрлі кернеумен ондаған, жүздеген немесе мыңдаған шақырымда орналасқан өндірістерге беріледі де, тікелей электр энергиясын тұтынатын жерлерде төмендеткіш трансформаторлары бар қосалқы станциялары болады екен. Сонымен қатар, жылу электр орталықтары басқа да станциялармен және энерго жүйесімен өзара қуат алмасу мақсатында байланыс құрайды.

## 2 Электр станциясының негізгі электр жабдығын және схемаларын таңдау

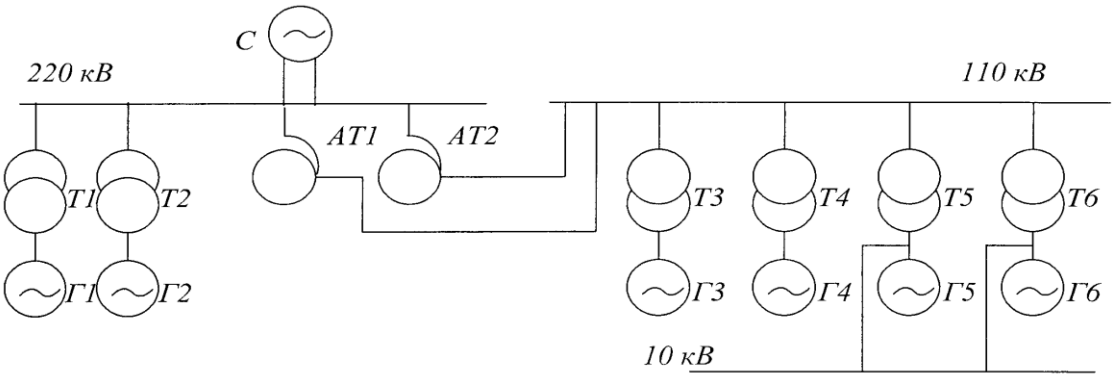
### 2.1 Генераторларды таңдау

Активті қуат бойынша 2×ТВФ-100-2 және 4×ТВФ-120-2 таңдап аламыз, олардың деректері 1 кестеде келтірілген.

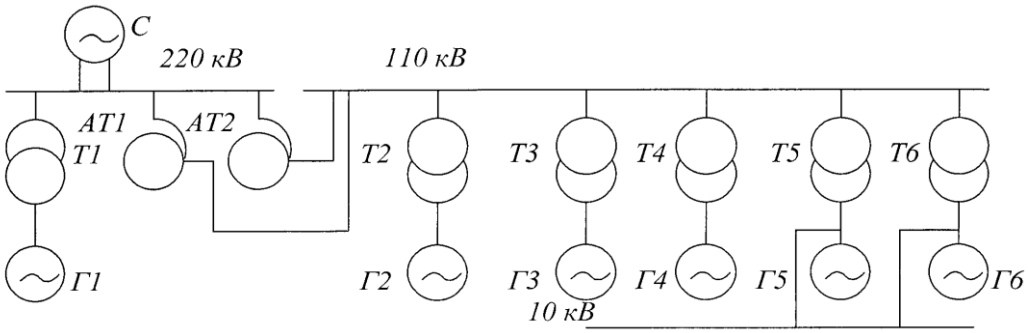
2.1 кесте - Турбогенераторлардың техникалық деректері

| Турбогенератордың түрі | Номин. жиілігі, айн./мин | Номин. қуаты, МВА | Ном. cos φ | Статордың ном.тогы, кА | Статордың номиналды кернеуі, кВ | Ном. ПӘК-і, % | Асқын өтпелі кедергі - $x''_d$, салыст.бірл. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ТВФ-100-2 | 3000 | 117,5 | 0,85 | 6,475 | 10,5 | 98,7 | 0,183 |
| ТВФ-120-2 | 3000 | 150 | 0,8 | 8,248 | 10,5 | 98,4 | 0,192 |

### 2.2 Жобаланушы электр станцияның екі нұсқасының негіздемесі және оны таңдау




2.1 сурет - Электр станцияның басты схемасының I-нұсқасы




2.2 сурет - Электр станцияның басты схемасының II-нұсқасы

Бізде 110кВ және 10кВ кернеулерді тұтынушылар болғандықтан, 110кВ ТҚ-сын және 10кВ ТҚ-сын құру қажет болады. Энергия жүйесімен байланыс 220кВ кернеуде жүргізілетін болғандықтан, 220кВ ТҚ-сын аламыз. Әртүрлі кернеулері бар ТҚ арасындағы байланыс екі параллельді жұмыс істейтін байланыс автотрансформаторларының көмегімен жүргізіледі. Барлық генераторларды 110кВ ТҚ-сына және 220кВ ТҚ-сына блоктап жалғаймыз, себебі генераторлардың қуаты жеткілікті дәрежеде жоғары болады. Бұл кезде генераторлардың параллельді жұмысы жоғары кернеуде жүргізіледі және бұл жағдай 10кВ жағындағы қысқа тұйықталу тогын азайтады. Кез-келген блокты схема сияқты, бұл схема да жабдықты үнемдеуге мүмкіндік береді, ал ГРУ болмауы электрлік бөлігін жөндеуді тездетеді. 10кВ тұтынушылары қоректеуді реактирленген отпайкалар арқылы ТВФ-100-2 генераторларынан алады.

## 2.3 Күштік трансформаторларды таңдау

2.3.1 Блокты трансформаторларды таңдау

Блокты трансформаторлар генераторлардың қуаты мен меншікті мұқтаждықтарға жұмсалатын қуат шығынын ескерумен таңдалынады, ал 10кВ ТҚ отпайкасы бар блокты трансформаторлар 10кВ тұтынушылардың жүктемесі бойынша қосымша таңдалынады [1]. Шаң көмір ЖЭС үшін меншікті мұқтаждықтардың шығын коэффициенті - $k_{сн} = 10\%$, яғни

$$P_{сн} = \frac{k_{сн} \cdot P_{г}}{100}, \qquad (2.1)$$

мұндағы $P_г$-генератордың активті қуаты;

$P_{сн}$-меншікті мұқтаждықтардың активті қуаты.

$$S_{сн} = \frac{P_{сн}}{\cos \varphi_{сн}}, \qquad (2.2)$$

мұндағы $P_{сн}$-активті қуат;

$\cos\varphi_{сн}$-қуат коэффициенті.

$$Q_{сн} = \sqrt{S_{сн}^2 - P_{сн}^2}, \qquad (2.3)$$

мұндағы $Q_{сн}$-реактивті қуат.

Тұтынушылардың жүктемесі келесідей анықталады:

$$P = n \cdot P_1 \cdot k_{одн}, \qquad (2.4)$$

мұндағы n-параллельді жұмыс істеуші линиялардың саны;
$P_1$-бір линияның активті қуаты;
$k_{одн}$-біруақыттылық коэффициенті.

110кВ үшін [1,2]:

$$P_{max} = 10 \cdot 40 \cdot 0{,}96 = 384 МВт;$$

$$S_{max} = \frac{384}{0{,}87} = 441{,}38 МВА;$$

$$Q_{max} = \sqrt{441{,}38^2 - 384^2} = 217{,}62 Мвар;$$

$$P_{min} = 10 \cdot 30 \cdot 0{,}96 = 288 МВт;$$

$$S_{min} = \frac{288}{0{,}87} = 331{,}03 МВА;$$

$$Q_{min} = \sqrt{331{,}03^2 - 288^2} = 163{,}22 Мвар.$$

10кВ үшін:

$$P_{max} = 20 \cdot 2 \cdot 0{,}96 = 38{,}4 МВт;$$

$$S_{max} = \frac{38{,}4}{0{,}87} = 44{,}14 МВА;$$

$$Q_{max} = \sqrt{44{,}14^2 - 38{,}4^2} = 21{,}76 Мвар;$$

$$P_{min} = 20 \cdot 1{,}8 \cdot 0{,}96 = 34{,}56 МВт;$$

$$S_{min} = \frac{34{,}56}{0{,}87} = 39{,}72 МВА;$$

$$Q_{min} = \sqrt{39{,}72^2 - 34{,}56^2} = 19{,}59 Мвар.$$

ТВФ-120-2 үшін:

$P_г$=120МВт;

$$Q_и = \sqrt{S_и^2 - P_и^2} = \sqrt{150^2 - 120^2} = 90Мвар;$$

$$P_{сн} = \frac{k_{сн} \cdot P_г}{100} = \frac{10 \cdot 120}{10} = 12МВт;$$

$$S_{сн} = \frac{P_{сн}}{\cos\varphi_{сн}} = \frac{12}{0{,}86} = 13{,}95МВА;$$

$$Q_{сн} = \sqrt{S_{сн}^2 - P_{сн}^2} = \sqrt{13{,}95^2 - 12^2} = 7{,}12Мвар.$$

ТВФ-100-2 үшін:

$P_г$=100МВт;

$$Q_и = \sqrt{S_и^2 - P_и^2} = \sqrt{117{,}5^2 - 100^2} = 61{,}7Мвар;$$

$$P_{сн} = \frac{k_{сн} \cdot P_г}{100} = \frac{10 \cdot 100}{10} = 10МВт;$$

$$S_{сн} = \frac{P_{сн}}{\cos\varphi_{сн}} = \frac{10}{0{,}86} = 11{,}628МВА;$$

$$Q_{сн} = \sqrt{S_{сн}^2 - P_{сн}^2} = \sqrt{11{,}628^2 - 10^2} = 5{,}93Мвар.$$

Трансформатордың қуатын келесі формула бойынша анықтаймыз [1]:

$$S_{тр} = \sqrt{(P_г - P_{сн})^2 + (Q_г - Q_{сн})^2}. \qquad (2.5)$$

10кВ тұтынушыға отпайкасы бар трансформатор үшін қуатты келесі формула бойынша табамыз:

$$S_{тр} = \sqrt{(P_г - P_{сн} - \frac{P_{10,\min}}{2})^2 + (Q_г - Q_{сн} - \frac{Q_{10,\min}}{2})^2}. \qquad (2.6)$$

I-нұсқа

$$S_{тр} = \sqrt{(120-12)^2 + (90-7{,}12)^2} = 136{,}14MBA.$$

2×ТДЦ-200000/220 және 2×ТДЦ-200000/110 таңдап аламыз.

$$S_{тр} = \sqrt{(100-10-\frac{34{,}56}{2})^2 + (61{,}7-5{,}93-\frac{19{,}59}{2})^2} = 86{,}03MBA.$$

2×ТДЦ-125000/110 таңдап аламыз.

II-нұсқа

$$S_{тр} = \sqrt{(120-12)^2 + (90-7{,}12)^2} = 136{,}14MBA.$$

1×ТДЦ-200000/220 және 3×ТДЦ-200000/110 таңдап аламыз.

$$S_{тр} = \sqrt{(100-10-\frac{34{,}56}{2})^2 + (61{,}7-5{,}93-\frac{19{,}59}{2})^2} = 86{,}03MBA.$$

2×ТДЦ-125000/110 таңдап аламыз.

2.3.2 Байланыс трансформаторларын таңдау

Байланыс трансформаторларының қуатын келесі формула бойынша табамыз:

$$S_{тр} = \sqrt{(\Sigma P_г - \Sigma P_{сн} - \Sigma P_{нагр})^2 + (\Sigma Q_г - \Sigma Q_{сн} - \Sigma Q_{нагр})^2}\ . \qquad (2.7)$$

мұндағы $\Sigma P_г, \Sigma Q_г$-генераторлардың активті және реактивті қосындылық қуаттары;

$\Sigma P_г, \Sigma Q_г$-меншікті мұқтаждықтардың активті және реактивті қосындылық қуаттары;

$\Sigma P_г, \Sigma Q_г$-тұтынушылардың жүктемелерінің активті және реактивті қосындылық қуаттары.

I-нұсқа

$$P_г = 440MBm, Q_г = 303{,}4Mвар, P_{сн} = 44MBm, Q_{сн} = 26{,}1Mвар.$$

Максималды режим

$$S_{нн} = \sqrt{(440 - 44 - 38{,}4 - 384)^2 + (303{,}4 - 26{,}1 - 217{,}62 - 21{,}76)^2} = 46{,}2MBA.$$

Минималды режим

$$S_{вн} = \sqrt{(440 - 44 - 288 - 34{,}56)^2 + (303{,}4 - 26{,}1 - 163{,}22 - 19{,}59)^2} = 119{,}67MBA.$$

Апаттық режим

$$P_г = 320MBm, Q_г = 213{,}4Mвар, P_{сн} = 32MBm, Q_{сн} = 18{,}98Mвар;$$

$$S_{вн} = \sqrt{(320 - 32 - 384 - 38{,}4)^2 + (213{,}4 - 18{,}98 - 217{,}62 - 21{,}76)^2} = 144{,}14MBA.$$

$$S_{рас} = \frac{S_{max}}{k_п}, \qquad (2.8)$$

мұндағы $k_п$=1,4-трансформатордың асқын жүктемесін 40%-ға ескеретін коэффициент.

$$S_{рас} = \frac{144{,}14}{1{,}4} = 102{,}96MBA.$$

2×АТДЦТН-125000/220/110 таңдап аламыз.
II-нұсқа

$$P_г = 560MBm, Q_г = 393{,}4Mвар, P_{сн} = 56MBm, Q_{сн} = 33{,}22Mвар.$$

Максималды режим

$$S_{нн} = \sqrt{(560 - 56 - 384 - 38{,}4)^2 + (393{,}4 - 33{,}22 - 217{,}62 - 21{,}76)^2} = 145{,}78MBA;$$

Минималды режим

$$S_{вн} = \sqrt{(560 - 56 - 288 - 34{,}56)^2 + (393{,}4 - 33{,}22 - 163{,}22 - 19{,}59)^2} = 253{,}73MBA.$$

Апаттық режим

$$P_г = 440 МВт, Q_г = 303{,}4 Мвар, P_{сн} = 44 МВт, Q_{сн} = 26{,}1 Мвар;$$

$$S_{вн} = \sqrt{(440 - 44 - 384 - 38{,}4)^2 + (303{,}4 - 26{,}1 - 217{,}6 - 21{,}76)^2} = 46{,}2 МВА;$$

$$S_{рас} = \frac{253{,}73}{1{,}4} = 181{,}24 МВА.$$

2×АТДЦТН-200000/220/110 таңдап аламыз [2,3].

2.2 кесте - Күштік трансформаторлардың техникалық деректері

| Трансформатор-лардың түрі | Номиналды кернеу, кВ | | | Қуат шығындары, кВт | | | | Қысқа тұйықталу кернеуі, % | | | Бос жүріс тогы, % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ВН | СН | НН | Хх | ВН-СН | ВН-НН | СН-НН | ВН-СН | ВН-НН | СН-НН | |
| АТДЦТН-125000/220/110 | 230 | 121 | 11 | 65 | 315 | 280 | 275 | 11 | 45 | 28 | 0,4 |
| АТДЦТН-200000/220/110 | 230 | 121 | 1 | | 430 | 340 | 310 | 11 | 32 | 20 | 0,45 |
| ТДЦ-125000/110 | 121 | - | 10,5 | 120 | 400 | - | - | 10,5 | - | - | 0,55 |
| ТДЦ-200000/110 | 121 | - | 13,8 | 170 | 550 | - | - | 10,5 | | - | 0,5 |
| ТДЦ-200000/220 | 242 | - | 13,8 | 130 | 660 | - | - | 11 | - | - | 0,4 |

## 2.4 Жобаланушы электр станция схемаларының нұсқаларын техникалық-экономикалық жағынан салыстыру

2.4.1 Күштік трансформаторлардағы энергия шығындарын анықтау

Параллельді жұмыс істейтін трансформаторлардағы активті энергия шығындары келесі формула бойынша анықталады [1...3]:

$$\Delta W_T = n \cdot \Delta P_x \cdot T + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{к,в} \cdot \left(\frac{S_{\max,в}}{S_{ном}}\right)^2 \cdot \tau_в + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{к,с} \times$$
$$\times \left(\frac{S_{\max,с}}{S_{ном}}\right)^2 \cdot \tau_с + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{к,н} \cdot \left(\frac{S_{\max,н}}{S_{ном}}\right)^2 \cdot \tau_н, \quad (2.9)$$

мұндағы Т - Трансформатордың бір жылдық жұмыс сағатының саны;

$\tau_в, \tau_с, \tau_н$-ВН, СН және НН орамалары үшін жылдық максималды шығындар уақыты.

n-параллельді жұмыс істеуші трансформаторлардың саны;

$S_{ном}$-трансформатордың номиналды қуаты;

$S_{max,в}, S_{max,с}, S_{max,н}$-ВН, СН және НН орамаларына келіп түсетін максималды қуаттар;

$\Delta P_{к,в}, \Delta P_{к,с}, \Delta P_{к,н}$- ВН, СН және НН орамаларының қысқа тұйықталу шығындары;

$\Delta P_{х}$ -бос жүріс шығындары.

І-нұсқа

Блокты трансформаторлар үшін Т=8100сағ. және cosφ =0,87 кезінде τ=7500сағ. екендігін анықтаймыз [1,2].

$$\Delta W_{1-2} = 2 \cdot \Delta W_1 = 2 \cdot (130 \cdot 8100 + 660 \cdot (\frac{136,14}{200})^2 \cdot 7500) = 6,69 \cdot 10^6 \text{ КВт·сағ};$$

$$\Delta W_{3-4} = 2 \cdot \Delta W_3 = 2 \cdot (170 \cdot 8100 + 550 \cdot (\frac{136,14}{200})^2 \cdot 7500) = 6,58 \cdot 10^6 \text{ КВт·сағ};$$

$$\Delta W_{5-6} = 2 \cdot \Delta W_5 = 2 \cdot (120 \cdot 8100 + 400 \cdot (\frac{86,03}{125})^2 \cdot 7500) = 4,79 \cdot 10^6 \text{ КВт·сағ}.$$

Байланыс трансформаторлары үшін келесілерді анықтаймыз:

$T_{max}$=4700сағ. және cosφ=0,86,Т=8100сағ.кезіндеτ$_в$=τ$_с$=τ$_н$=3000сағ. екендігі анықталды.

$$\Delta P_{к,в} = 0,5 \cdot (P_{к,в-с} + \frac{P_{к,в-н}}{k^2_{выг}} - \frac{P_{к,с-н}}{k^2_{выг}}); \quad (2.10)$$

$$\Delta P_{к,с} = 0,5 \cdot (P_{к,в-с} + \frac{P_{к,с-н}}{k^2_{выг}} - \frac{P_{к,в-н}}{k^2_{выг}}); \quad (2.11)$$

$$\Delta P_{к,н} = 0,5 \cdot (\frac{P_{к,в-н}}{k^2_{выг}} + \frac{P_{к,с-н}}{k^2_{выг}} - P_{к,в-с}), \quad (2.12)$$

мұндағы $P_{к,в-с}, P_{к,в-н}, P_{к,с-н}$ −орамаалардың әрбір жұбы үшін қысқа тұйықталу шығындары;

$k_{выг}$- тиімділік коэффициенті.

$$k_{выг} = \frac{U_{вн} - U_{сн}}{U_{вн}}. \quad (2.13)$$

мұндағы $U_{вн}$, $U_{сн}$- ВН және СН орамаларының кернеуі.

$$k_{выг} = \frac{230 - 121}{230} = 0{,}474;$$

$$\Delta P_{к,в} = 0{,}5 \cdot (315 + \frac{280}{0{,}474^2} - \frac{275}{0{,}474^2}) = 168{,}63 кВт;$$

$$\Delta P_{к,с} = 0{,}5 \cdot (315 + \frac{275}{0{,}474^2} - \frac{280}{0{,}474^2}) = 146{,}37 кВт;$$

$$\Delta P_{к,н} = 0{,}5 \cdot (\frac{280}{0{,}474^2} + \frac{275}{0{,}474^2} - 315) = 1077{,}61 кВт;$$

$$\Delta W_{7-8} = 2 \cdot 65 \cdot 8100 + \frac{1}{2} \cdot 168{,}63 \cdot (\frac{46{,}2}{125})^2 \cdot 3000 + \frac{1}{2} \cdot 146{,}37 \cdot (\frac{46{,}2}{125})^2 \cdot 3000 = 1{,}12 \cdot 10^6 кВт \cdot саг;$$

$$\Delta W_I = \Delta W_{1-2} + \Delta W_{3-4} + \Delta W_{5-6} + \Delta W_{7-8} = (6{,}69 + 6{,}58 + 4{,}79 + 1{,}12) \cdot 10^6 = 19{,}18 \cdot 10^6 кВт \cdot саг.$$

II-нұсқа

Блокты трансформаторлар үшін T=8100сағ. және cosφ =0,87 кезінде τ=7500сағ. екендігі анықталды.

$$\Delta W_1 = 130 \cdot 8100 + 660 \cdot (\frac{136{,}14}{200})^2 \cdot 7500 = 3{,}35 \cdot 10^6 кВт \cdot саг;$$

$$\Delta W_{2-4} = 3 \cdot \Delta W_2 = 3 \cdot (170 \cdot 8100 + 550 \cdot (\frac{136{,}14}{200})^2 \cdot 7500) = 9{,}86 \cdot 10^6 кВт \cdot саг;$$

$$\Delta W_{5-6} = 2 \cdot \Delta W_5 = 2 \cdot (120 \cdot 8100 + 400 \cdot (\frac{86{,}03}{125})^2 \cdot 7500) = 4{,}79 \cdot 10^6 кВт \cdot саг.$$

Байланыс трансформаторлары үшін $T_{max}$=4700сағ. және cosφ =086, T=8100сағ. кезінде $\tau_в = \tau_с = \tau_н$ =3000сағ. екендігі анықталады.

$$k_{выг} = \frac{230 - 121}{230} = 0{,}474;$$

$$\Delta P_{к,в} = 0{,}5 \cdot (430 + \frac{340}{0{,}474^2} - \frac{310}{0{,}474^2}) = 281{,}76 кВт;$$

$$\Delta P_{к,с} = 0{,}5 \cdot (430 + \frac{310}{0{,}474^2} - \frac{340}{0{,}474^2}) = 148{,}24 кВт;$$

$$\Delta P_{к,н} = 0{,}5 \cdot (\frac{340}{0{,}474^2} + \frac{310}{0{,}474^2} - 430) = 1231{,}53 кВт;$$

$$\Delta W_{7-8} = 2 \cdot 105 \cdot 8100 + \frac{1}{2} \cdot 281{,}76 \cdot (\frac{145{,}78}{200})^2 \cdot 3000 + \frac{1}{2} \cdot 148{,}24 \cdot (\frac{145{,}78}{200})^2 \cdot 3000 = 2{,}04 \cdot 10^6 кВт \cdot саг;$$

$$\Delta W_I = \Delta W_1 + \Delta W_{2-4} + \Delta W_{5-6} + \Delta W_{7-8} = (3{,}35 + 9{,}86 + 4{,}79 + 2{,}04) \cdot 10^6 = 20{,}04 \cdot 10^6 кВт \cdot саг;$$

2.4.2 Тарату құрылғыларының схемаларын таңдау

Біз екі нұсқа үшін 10кВ, 110кВ, 220кВ ТҚ басты схемаларын, сонымен бірге блоктардың схемаларын таңдауымыз және екі нұсқа үшін сөндіргіштердің қажетті санын анықтауымыз қажет.

220кВ ТҚ және 110кВ ТҚ үшін өтпелігі бар екі жинақтау шиналарының схемасын таңдаймыз, себебі бұл схема жеткілікті түрде сенімді әрі үнемді болып табылады. 2.3-суретте келтірілген І-нұсқаға сәйкес, сөндіргіштердің саны 220кВ үшін – 9, 110кВ үшін – 18 болады, ал 2.4-суретте келтірлген ІІ-нұсқаға сәйкес, олардың саны сәйкесінше 8 және 20 болады.

10кВ ТҚ үшін, екі нұсқаға да сәйкес келетін және саны 13-ке тең болатын сөндіргіштері бар жинақтау шиналарының бірсекциялы жүйесін қабылдаймыз.

10кВ тұтынушының отпайкасы бар блоктары үшін, генераторлық сөндіргіштерді орнатамыз, екі нұсқа үшін де 2 сөндіргіш деп қабылдаймыз.

2.4.3 Жобаланушы электр станцияның нұсқаларының келтірілген шығындарын анықтау

Электр желісінің анағұрлым тиімді нұсқасын анықтау үшін, келтірілген шығындар әдісін пайдаланамыз. Келтірілген шығындар келесі қатынастардан анықталады:

$$З = p_н \cdot К + И, \qquad (2.14)$$

мұндағы $р_н$-тиімділіктің нормативті коэффициенті, 0,15-ке тең болады;
К-қаржы салымдары.

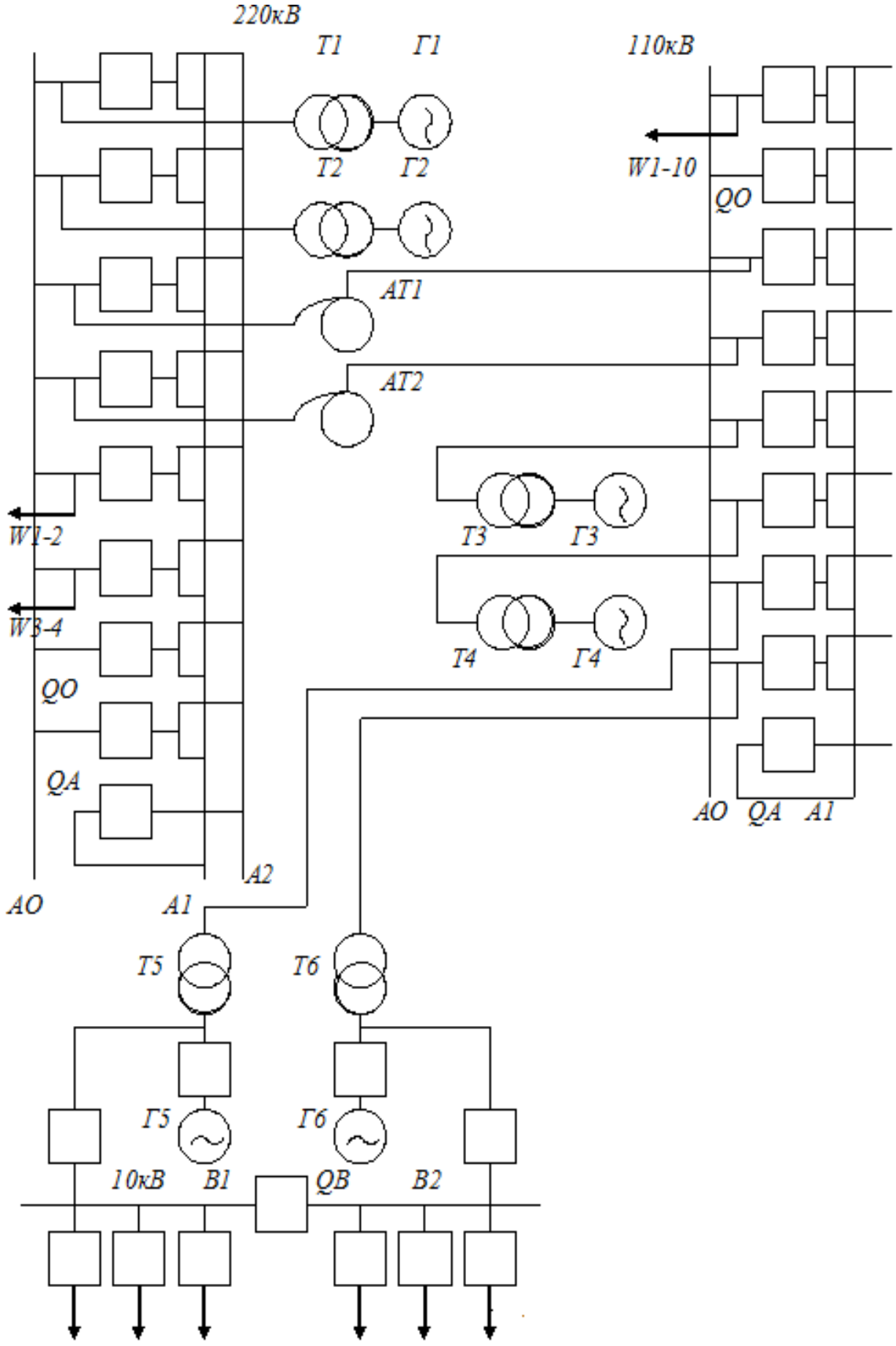
Электр жабдықтың, электр аппараттарының құнының ірілендірілген көрсеткіштері бойынша анықталады.

Жылдық пайдалану шығындары келесі формула бойынша анықталады:

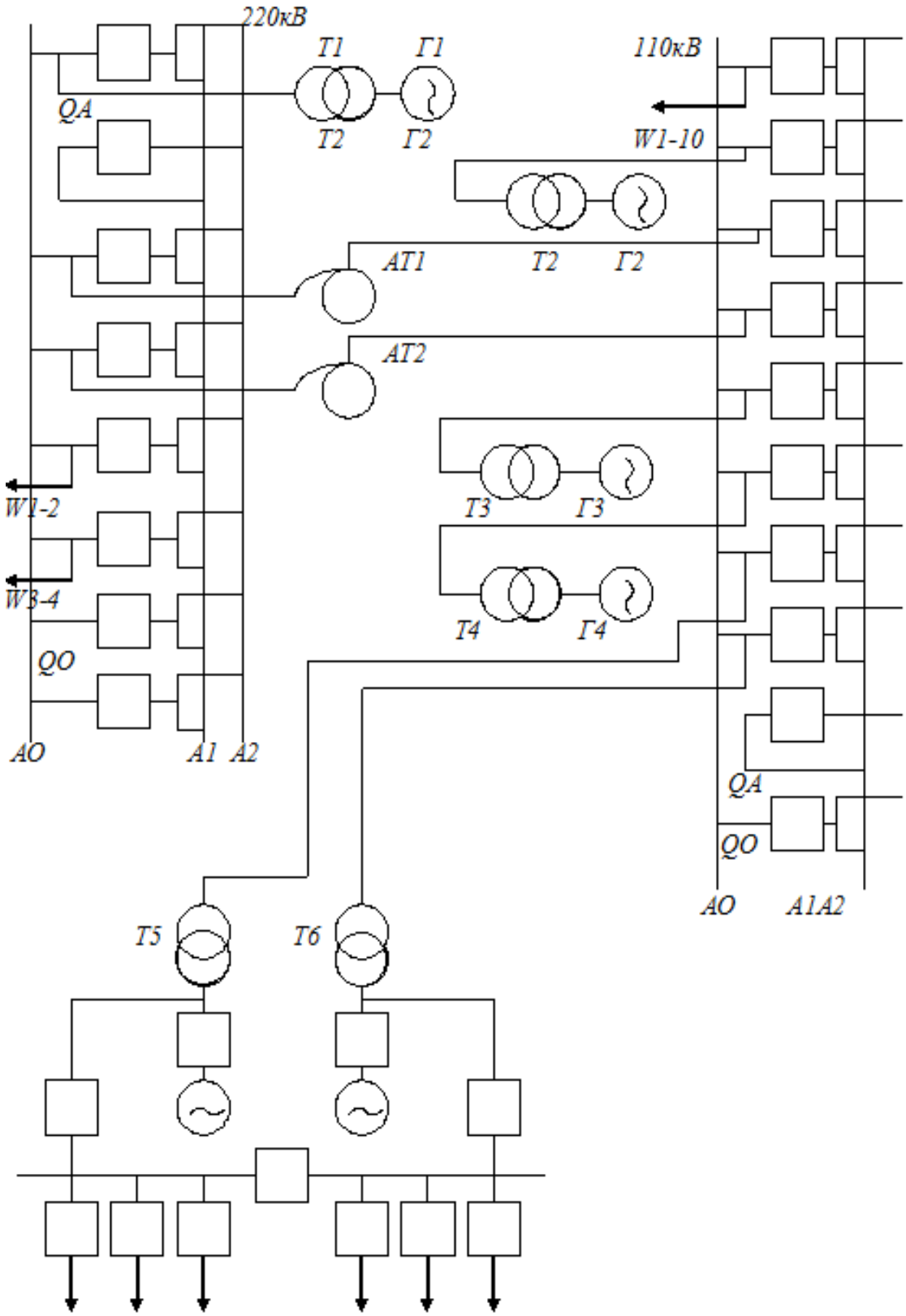
$$И = И_{ам} + И_{пот}, \qquad (2.15)$$

мұндағы $И_{ам}$-электр жабдықтың амортизациясына кететін жылдық шығындар, мың.тг;

$И_{пот}$-электр энергияның жылдық шығындарының құны.




2.3 сурет – ЖЭО басты сұлбасы I нұсқа үшін




2.4 сурет – ЖЭО басты сұлбасы II нұсқа үшін

$$И_{ам} = \frac{p_{ам} \cdot К}{100}; \quad (2.16)$$

$$И_{пот} = \beta \cdot \Delta W_{пот}, \quad (2.17)$$

мұндағы $р_{ам}$-амортизацяға кететін жылдық шығындардың нормалары,%;
β-электр энергиясының 1кВт/сағ. шығындарының құны.

$$И_{ам1} = \frac{p_{ам} \cdot К_1}{100} = \frac{9{,}4 \cdot 46819{,}5}{100} = 4401{,}033 тыс.тг.;$$

$$И_{ам2} = \frac{p_{ам} \cdot К_2}{100} = \frac{9{,}4 \cdot 46294{,}5}{100} = 4351{,}683 тыс.тг.;$$

$$И_{пот1} = \beta \cdot \Delta W_1 = 1{,}15 \cdot 19{,}18 \cdot 10^3 = 22057 тыс.тг.;$$

$$И_{пот2} = \beta \cdot \Delta W_2 = 1{,}15 \cdot 20{,}04 \cdot 10^3 = 23046 тыс.тг.;$$

$$И_1 = И_{ам1} + И_{пот1} = 22057 + 4401{,}033 = 26458{,}033 тыс.тг.$$

2.3 кесте - Подстанция құрылысы жұмсалатын қаржылық шығындар

| Жабдықтың түрі | Құны, мың.тг | I-нұсқа | | II-нұсқа | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Саны, дана | Жалпы құны, мың. тг. | Саны, дана | Жалпы құны, мың. тг. |
| АТДЦТН-125000/220/110 | 4050 | 2 | 8100 | - | - |
| АТДЦТН-200000/220/110 | 4740 | - | - | 2 | 9480 |
| ТДЦ-125000/110 | 2700 | 2 | 5400 | 2 | 5400 |
| ТДЦ-200000/110 | 3150 | 2 | 6300 | 3 | 9450 |
| ТДЦ-200000/220 | 4350 | 2 | 8700 | 1 | 4350 |
| ОРУ 220 кВ ұяшықтары | 1050 | 10 | 10500 | 9 | 9450 |
| ОРУ 110 кВ ұяшықтары | 345 | 18 | 6210 | 19 | 6555 |
| КРУ 10 кВ ұяшықтары: | 31,5 | 13 | 409,5 | 13 | 409,5 |
| Генераторлық сөндіргіш | 600 | 2 | 1200 | 2 | 1200 |
| Шығындардың тұрақты бөлігі, К | | | 46819,5 | | 46294,5 |

$$И_2 = И_{ам2} + И_{пот2} = 23046 + 4351{,}683 = 273970{,}683 тыс.тг.;$$

$$З_1 = p_н \cdot К_1 + И_1 = 0{,}15 \cdot 46819{,}5 + 26458{,}033 = 334800{,}958 тыс.тг.;$$

$$Ç_2 = ð_í \cdot Ê_2 + È_2 = 0{,}15 \cdot 46294{,}5 + 27397{,}683 = 343410{,}858 òûñ.òã.$$

2.4 кесте - Электр желісінің нұсқаларының техникалық-экономикалық көрсеткіштері

| Нұсқа № | Қаржылық шығындар,мың. тг. | Амортизация, жөндеу және қызмет көрсетуге жұмсалатын шығындар, мың. тг. | Электр энергиясы шығындарының құны, мың. тг. | Жылдық пайдалану шығындары, мың. тг. | Есептік шығындар, тыс. тг. |
|---|---|---|---|---|---|
| I | 468190,5 | 44010,033 | 220570 | 264580,033 | 334800,958 |
| II | 462940,5 | 43510,683 | 230460 | 273970,683 | 343410,858 |

$\frac{З_1}{З_2} \cdot 100\% = \frac{334800{,}958}{343410{,}858} \cdot 100\% = 97{,}49\%$, айырма 5%-дан аз болғандықтан, анағұрлым арзан I-нұсқаны таңдауымызға болады.

2.4.5 Электр станцияның меншікті мұқтаждықтарын электрмен жабдықтаудың схемаларын таңдау

ТЭЦ блокты бөлігінің меншікті мұқтаждықтарының трансформаторларының қуатын келесі формула бойынша табамыз:

$$S_{сн} \geq P_{сн,max} \cdot k_c, \qquad (2.18)$$

мұндағы $P_{сн,max}$-энергия блогының меншікті мұқтаждықтарына қажетті максималды қуат;

$k_c$-сұраныс коэффициенті.

ТВФ-120-2 блоктары үшін:

$$S_{сн} = 12 \cdot 0{,}8 = 9{,}6 MBA.$$

4×ТДНС-10000/10 таңдап аламыз

ТВФ-100-2 блоктары үшін:

$$S_{сн} = 10 \cdot 0{,}8 = 8 MBA.$$

2×ТМНС-10000/10 таңдап аламыз.

Меншікті мұқтаждықтардың жіберу-резервті трансформаторының қуатын меншікті мұқтаждықтардың ең қуатты трансформаторынан бір саты

жоғары тұратынын, яғни ТДН-16000/110 таңдаймыз, оның ПРТСН санын 2-ге тең деп қабылдаймыз, бұл кездегі меншікті мұқтаждықтардың секцияларының саны 6-ға тең болады. ТСН блокты бөлігі энергия блоктарының отпайкаларымен жалғанады, ал ПРТСН болса 110кВ ТҚ-сына жалғанады, төменгі кернеу жағынан жинақтау шиналарының резервті жүйесіне қосылады. Төменгі кернеу жағтағы барлық ТСН жинақтау шиналарының резервті жүйесіне жалғанады.

# 3 Электр аппараттарын өткізгіштерді және жерге қосу құрылғыларын таңдау

## 3.1 Қысқа тұйықталу токтарын есептеу

10кВ тұтынушыларды қоректеуді 10кВ шиналарды секциялауы бар ТВФ-100-2 блоктарынан реактирленген отпайка арқылы жүргіземіз.

Номиналды кернеу және ток келесіге тең болған кезінде[1…7]:

$$I_{max} = \frac{S_{max}^{10}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{ср}} = \frac{38400}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10{,}5} = 1055{,}73\,А\,. \qquad (3.1)$$

2×РБ-10-1600-0,35 таңдаймыз $x_р$=0,35 кезінде алмастыру схемасын құрастырамыз және $S_б$=1000 МВА кезіндегі схеманың кедергісін анықтаймыз.

$$x_1 = x_c \cdot \frac{S_б}{S_c}, \qquad (3.2)$$

мұндағы $x_c$- жүйенің кедергісі;

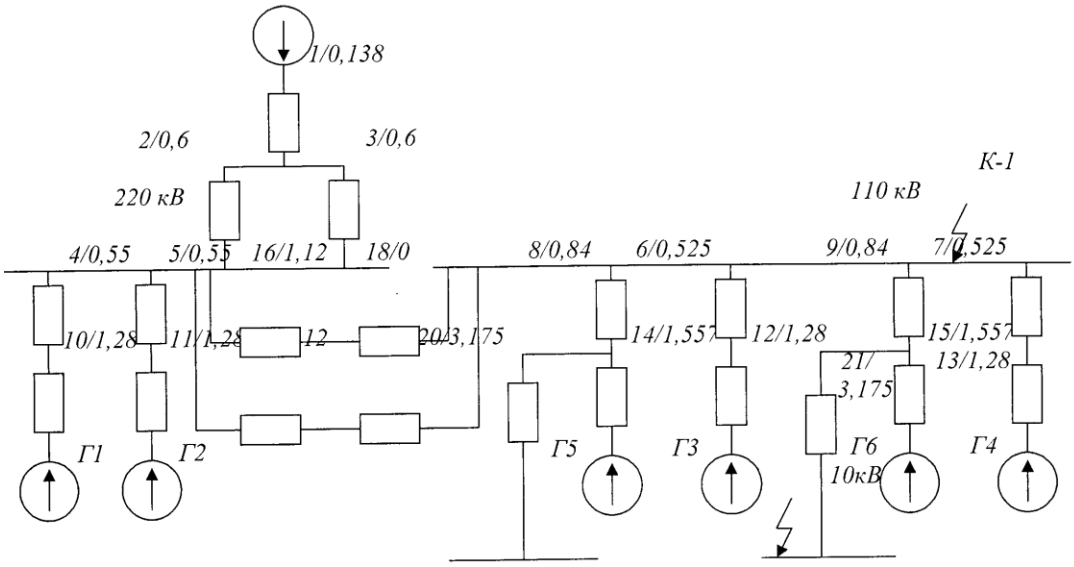
$S_c$- жүйенің қуаты.

$$x_л = x_0 \cdot l \cdot \frac{S_б}{U_{ср}^2}\,. \qquad (3.3)$$

мұндағы l-линияның ұзындығы;

$x_0$-линияның меншікті индуктивті кедергісі;

$U_{ср}$-сатының орташа кернеуі




3.1 сурет - Алмастыру схемасы

мұндағы l-линияның ұзындығы;

$x_0$-линияның меншікті индуктивті кедергісі;

$U_{ср}$-сатының орташа кернеуі

$$x_{тр} = \frac{u_к \cdot S_б}{S_{ном} \cdot 100}, ш.б \tag{3.4}$$

мұндағы $S_{ном}$-трансформатордың номиналды қуаты;

$u_к$-қысқа тұйықталу кернеуі [2].

$$u_{к,в} = 0{,}5 \cdot (u_{к,в-с} + u_{к,в-н} - u_{к,с-н}); \tag{3.5}$$

$$u_{к,с} = 0{,}5 \cdot (u_{к,в-с} + u_{к,с-н} - u_{к,в-н}); \tag{3.6}$$

$$u_{к,н} = 0{,}5 \cdot (u_{к,в-н} + u_{к,с-н} - u_{к,в-с}). \tag{3.7}$$

мұндағы $u_{к,н}, u_{к,с}, u_{к,в}$ – НН, СН ВН орамаларының қысқа тұйықталу кернеулері.

$$x_г = x_d'' \cdot \frac{S_б}{S_г}, \tag{3.8}$$

мұндағы $S_г$-генератордың номиналды қуаты;

$x_d$ ''-асқын өтпелі кедергі.

$$x_р = x_{ур} \cdot \frac{S_б}{U_{ср}^2}, \qquad (3.9)$$

мұндағы, $x_{ур}$- реактордың кедергісі.

$$x_1 = 1{,}1 \cdot \frac{1000}{8000} = 0{,}138 ш.б;$$

$$x_3 = x_2 = 0{,}4 \cdot 80 \cdot \frac{1000}{230^2} = 0{,}6 ш.б;$$

$$x_4 = x_5 = \frac{11 \cdot 1000}{100 \cdot 200} = 0{,}55 \text{ ш.б};$$

$$x_6 = x_7 = \frac{10{,}5 \cdot 1000}{100 \cdot 200} = 0{,}525 \text{ ш.б};$$

$$x_8 = x_9 = \frac{10{,}5 \cdot 1000}{100 \cdot 125} = 0{,}84 \text{ ш.б};$$

$$x_{10} = x_{11} = x_{12} = x_{13} = 0{,}192 \cdot \frac{1000}{150} = 1{,}28 \text{ ш.б};$$

$$x_{14} = x_{15} = 0{,}183 \cdot \frac{1000}{117{,}5} = 1{,}557 \text{ ш.б.}$$

АТДЦТН-125000/220/110 үшін келесілерді табамыз:

$$u_{к,в} = 0{,}5 \cdot (11 + 45 - 28) = 14\%;$$

$$u_{к,с} = 0{,}5 \cdot (11 + 28 - 45) = -3 \approx 0\%;$$

$$u_{к,н} = 0{,}5 \cdot (45 + 28 - 11) = 31\%;$$

$$x_{16} = x_{17} = \frac{14 \cdot 1000}{100 \cdot 125} = 1{,}12 \text{ ш.б};$$

$$x_{18} = x_{19} = \frac{0 \cdot 1000}{100 \cdot 125} = 0 \text{ ш.б};$$

$$x_3 = x_2 = 0{,}4 \cdot 80 \cdot \frac{1000}{230^2} = 0{,}6 \text{ ш.б;}$$

$$x_4 = x_5 = \frac{11 \cdot 1000}{100 \cdot 200} = 0{,}55 \text{ ш.б;}$$

$$x_6 = x_7 = \frac{10{,}5 \cdot 1000}{100 \cdot 200} = 0{,}525 \text{ ш.б;}$$

$$x_8 = x_9 = \frac{10{,}5 \cdot 1000}{100 \cdot 125} = 0{,}84 \text{ ш.б;}$$

$$x_{10} = x_{11} = x_{12} = x_{13} = 0{,}192 \cdot \frac{1000}{150} = 1{,}28 \text{ ш.б;}$$

$$x_{14} = x_{15} = 0{,}183 \cdot \frac{1000}{117{,}5} = 1{,}557 \text{ ш.б.}$$

АТДЦТН-125000/220/110 үшін келесілерді анықтаймыз:

$$u_{к,в} = 0{,}5 \cdot (11 + 45 - 28) = 14\%;$$

$$u_{к,с} = 0{,}5 \cdot (11 + 28 - 45) = -3 \approx 0\%;$$

$$u_{к,н} = 0{,}5 \cdot (45 + 28 - 11) = 31\%;$$

$$x_{16} = x_{17} = \frac{14 \cdot 1000}{100 \cdot 125} = 1{,}12 \text{ ш.б;}$$

$$x_{18} = x_{19} = \frac{0 \cdot 1000}{100 \cdot 125} = 0 \text{ ш.б;}$$

$$x_{20} = x_{21} = 0{,}35 \cdot \frac{1000}{10{,}5^2} = 3{,}175 \text{ ш.б.}$$

К-1 нүктесі үшін нәтижелік кедергілерді табамыз.

$$x_{22} = x_2 // x_3 = \frac{0{,}6}{2} = 0{,}3 \text{ ш.б;}$$

$$x_{23} = x_{22} + x_1 = 0{,}3 + 0{,}138 = 0{,}438 \text{ ш.б};$$

$$x_{24} = x_{25} = x_4 + x_{10} = 0{,}55 + 1{,}28 = 1{,}83 \text{ ш.б};$$

$$x_{26} = x_{24} // x_{25} = \frac{1{,}83}{2} = 0{,}915 \text{ ш.б};$$

$$x_{27} = x_{28} = x_6 + x_{12} = 0{,}525 + 1{,}28 = 1{,}805 \text{ ш.б};$$

$$x_{29} = x_{27} // x_{28} = \frac{1{,}805}{2} = 0{,}903 \text{ ш.б};$$

$$x_{30} = x_{31} = x_{16} + x_{18} = 0 + 1{,}12 = 1{,}12 \text{ ш.б};$$

$$x_{32} = x_{30} // x_{31} = \frac{1{,}12}{2} = 0{,}56 \text{ ш.б.}$$

К-1 нүктесі үшін нәтижелік кедергіні табамыз. Байланысқан тізбекті келесілерге бөлеміз: $x_{23}$, $x_{26}$, $x_{32}$. Баламалық кедергіні және коэффициенттерді табамыз.

$$x_{экв} = x_{23} // x_{26} = \frac{0{,}438 \cdot 0{,}915}{0{,}438 + 0{,}915} = 0{,}296 \text{ ш.б};$$

$$C_c = \frac{x_{экв}}{x_{23}} = \frac{0{,}296}{0{,}438} = 0{,}676;$$

$$C_{г1-2} = \frac{x_{экв}}{x_{22}} = \frac{0{,}296}{0{,}915} = 0{,}324;$$

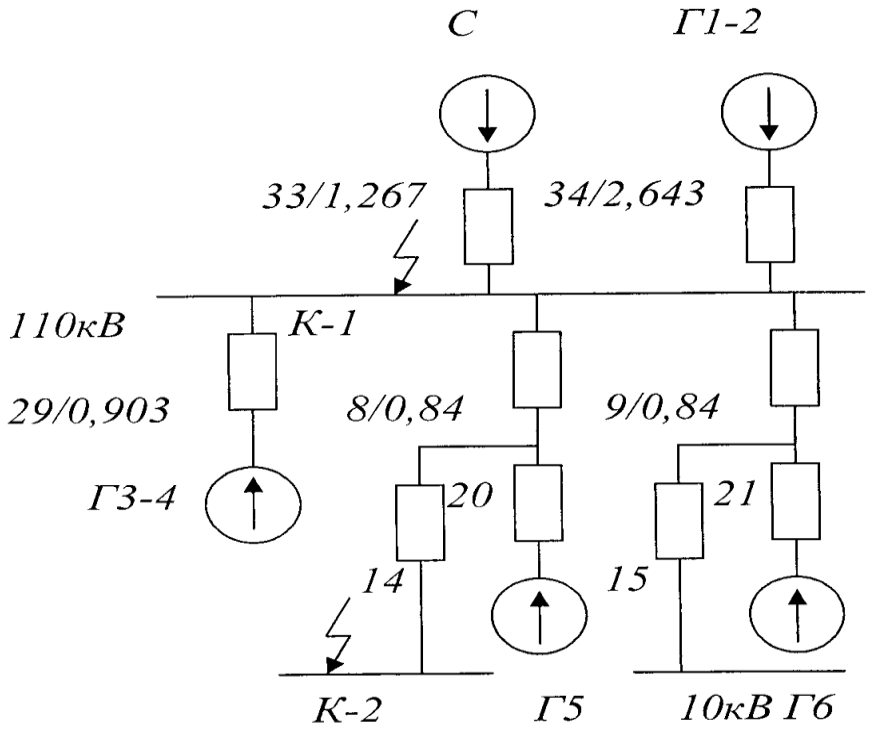
$$x_{рез} = x_{экв} + x_{32} = 0{,}296 + 0{,}56 = 0{,}856 \text{ ш.б};$$

$$x_{33} = \frac{x_{рез}}{C_c} = \frac{0{,}856}{0{,}676} = 1{,}267 \text{ ш.б};$$

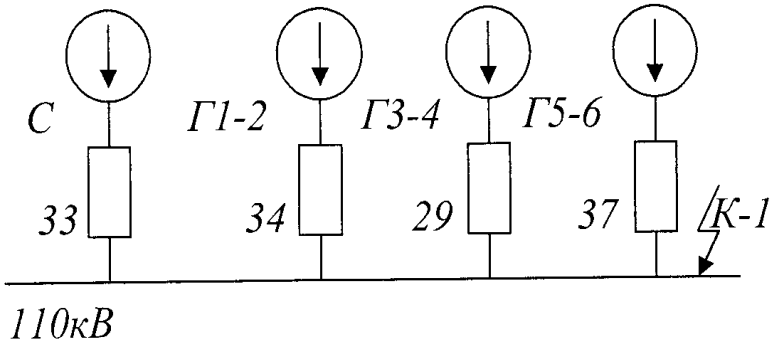
$$x_{34} = \frac{x_{рез}}{C_{Г1-2}} = \frac{0{,}856}{0{,}324} = 2{,}643 \text{ ш.б};$$

$$x_{35} = x_{36} = x_8 + x_{14} = 0{,}84 + 1{,}557 = 2{,}397 \text{ ш.б};$$

$$x_{37} = x_{35} // x_{36} = \frac{2{,}397}{2} = 1{,}199 \text{ ш.б};$$




3.2 сурет - К-1 және К-2 үшін алмастыру схемасы




3.3 сурет - К-1 үшін алмастыру схемасы

К-1 нүктесі үшін нәтижелік кедергіні табамыз. Байланысқан тізбектерді келесілерге бөлеміз: $x_{33}$, $x_{34}$, $x_{35}$, $x_{29}$. Баламалық кедергіні және коэффициенттерді табамыз.

$$x_{экв} = x_{29} // x_{33} // x_{34} // x_{35} = \frac{1}{\frac{1}{0{,}903} + \frac{1}{1{,}267} + \frac{1}{2{,}397} + \frac{1}{2{,}643}} = 0{,}371;$$

$$C_c = \frac{x_{экв}}{x_{35}} = \frac{0{,}371}{1{,}267} = 0{,}293;$$

$$C_{Г1-2} = \frac{x_{экв}}{x_{34}} = \frac{0{,}371}{2{,}643} = 0{,}141;$$

$$C_{Г3-4} = \frac{x_{экв}}{x_{29}} = \frac{0{,}371}{0{,}903} = 0{,}411;$$

$$C_{Г5} = \frac{x_{экв}}{x_{35}} = \frac{0{,}371}{2{,}397} = 0{,}155;$$

$$x_{рез} = x_{экв} + x_9 = 0{,}371 + 0{,}84 = 1{,}211 \text{ ш.б}$$

$$x_{38} = \frac{x_{рез}}{C_c} = \frac{1{,}211}{0{,}293} = 4{,}135 \text{ ш.б};$$

$$x_{39} = \frac{x_{рез}}{C_{Г1-2}} = \frac{1{,}211}{0{,}141} = 8{,}592 \text{ ш.б};$$

$$x_{40} = \frac{x_{рез}}{C_{Г3-4}} = \frac{1{,}211}{0{,}411} = 2{,}948 \text{ ш.б};$$

$$x_{41} = \frac{x_{рез}}{C_{Г5}} = \frac{1{,}211}{0{,}155} = 7{,}816 \text{ ш.б};$$

$x_{38}$, $x_{39}$, $x_{40}$, $x_{41}$, $x_{15}$ байланысқан тізбектерін бөлеміз. Баламалық кедергіні және коэффициенттерді табамыз.

$$x_{экв} = x_{38} // x_{39} // x_{40} // x_{41} // x_{15} = \frac{1}{\frac{1}{0{,}903} + \frac{1}{1{,}267} + \frac{1}{2{,}397} + \frac{1}{2{,}643} + \frac{1}{1{,}557}} = 0{,}681;$$

$$C_c = \frac{x_{экв}}{x_{38}} = \frac{0{,}681}{4{,}135} = 0{,}165;$$

$$C_{Г1-2} = \frac{x_{экв}}{x_{39}} = \frac{0{,}681}{8{,}592} = 0{,}079;$$

$$C_{Г3-4} = \frac{x_{экв}}{x_{40}} = \frac{0{,}681}{2{,}948} = 0{,}231;$$

$$C_{Г5} = \frac{x_{экв}}{x_{41}} = \frac{0{,}681}{7{,}816} = 0{,}087;$$

$$C_{Г6} = \frac{x_{экв}}{x_{15}} = \frac{0{,}681}{1{,}557} = 0{,}438;$$

$$x_{рез} = x_{экв} + x_{21} = 0{,}681 + 3{,}175 = 3{,}856 \text{ ш.б};$$

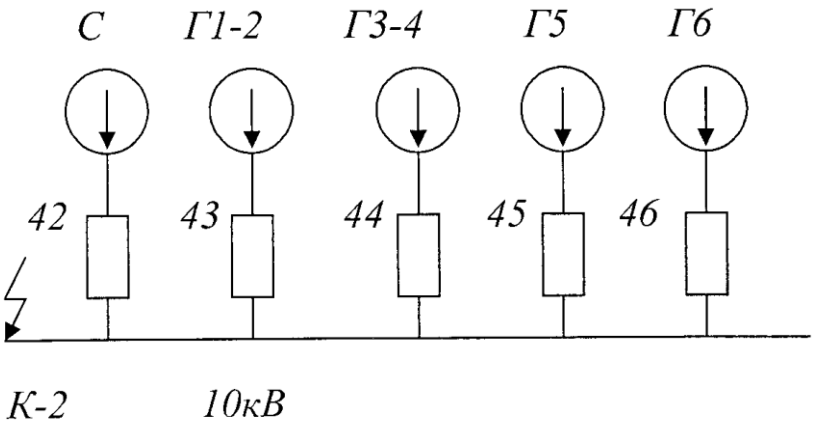
$$x_{42} = \frac{x_{рез}}{C_c} = \frac{3{,}856}{0{,}165} = 23{,}372 \text{ ш.б};$$

$$x_{43} = \frac{x_{рез}}{C_{Г1-2}} = \frac{3{,}856}{0{,}079} = 48{,}815 \text{ ш.б};$$

$$x_{44} = \frac{x_{рез}}{C_{Г3-4}} = \frac{3{,}856}{0{,}231} = 16{,}694 \text{ ш.б};$$

$$x_{45} = \frac{x_{рез}}{C_{Г5}} = \frac{3{,}856}{0{,}087} = 44{,}326 \text{ ш.б};$$

$$x_{46} = \frac{x_{рез}}{C_{Г6}} = \frac{3{,}856}{0{,}438} = 8{,}804 \text{ ш.б};$$




3.4 сурет - К-2 үшін алмастыру схемасы

Уақыттың бастапқы мезетіндегі қысқа тұйықталу токтарын анықтаймыз. Қысқа тұйықталу токтарын анықтау үшін, базисті токты табу қажет:

$$I_{б} = \frac{S_{б}}{\sqrt{3} \cdot U_{ср}} \ . \qquad (3.10)$$

Қысқа тұйықталу тогының периодты құраушысын келесі формула бойынша табамыз:

$$I_{п,0} = \frac{E_{*} \cdot I_{б}}{x_{рез}} \qquad (3.11)$$

мұндағы $E_{*}$- көздің ЭҚК-і;

$x_{рез}$-қысқа тұйықталу тізбегінің нәтижелік кедергісі.

Қысқа тұйықталу тогының апериодты құраушысын келесі формула бойынша табамыз:

$$i_{y} = \sqrt{2} \cdot k_{y} \cdot I_{п,о} \qquad (3.12)$$

мұндағы $k_y$-соқтығыс коэффициенті;

К-1 нүктесі үшін қысқа тұйықталу токтарын анықтаймыз.

$$I_{б} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 115} = 5{,}02кА.$$

С:

$$I^{c}_{п,о} = \frac{1 \cdot 5{,}02}{1{,}267} = 3{,}962кА, \ k_y=1{,}608, \ T_a=0{,}02с;$$

$$i^{c}_{y} = \sqrt{2} \cdot 1{,}608 \cdot 3{,}962 = 9{,}011кА.$$

Г1-2:

$$I^{Г1-2}_{п,о} = \frac{1{,}13 \cdot 5{,}02}{2{,}643} = 2{,}146кА, \ k_y=1{,}965, \ T_a=0{,}26с;$$

$$i^{Г1-2}_{y} = \sqrt{2} \cdot 1{,}965 \cdot 2{,}146 = 5{,}965кА.$$

Г3-4:

$$I^{Г3-4}_{п,о} = \frac{1{,}13 \cdot 5{,}02}{0{,}903} = 6{,}282кА, \ k_y=1{,}965, \ T_a=0{,}26с;$$

$$i_y^{Г3-4} = \sqrt{2} \cdot 1{,}965 \cdot 6{,}282 = 17{,}459кА.$$

Г5-6:

$$I_{п,о}^{Г5-6} = \frac{1{,}13 \cdot 5{,}02}{1{,}199} = 4{,}732кА,\ k_у=1{,}965,\ T_а=0{,}26с;$$

$$i_y^{Г5-6} = \sqrt{2} \cdot 1{,}965 \cdot 4{,}732 = 13{,}149кА;$$

$$\sum I_{п,о} = 3{,}962 + 2{,}146 + 6{,}282 + 4{,}732 = 17{,}122кА;$$

$$\sum i_y = 9{,}011 + 5{,}965 + 17{,}459 + 13{,}149 = 45{,}584кА.$$

К-2 нүктесіне арналған есептеулер де дәл жоғары К-1-ге ұқсас жүргізіледі, есептеулердің нәтижелері 5-кестеде келтірілген.

Қысқа тұйықталу токтарын уақыттың кез-келген мезетінде анықтаймыз. Уақыттың кез-келген мезетінде қысқа тұйықталу токтарын анықтау үшін, сөндіргіштің іске қосылу уақытын білу қажет, сондықтан 110кВ үшін алдын-ала ВМТ-110Б типті сөндіргішін қабылдаймыз, бұл кездегі - $t_{с,в}$=0,05с болады. Сонда, $t_{р.з.}$=0,01с. деп алар болсақ, қысқа тұйықталу токтарының толық іс-әрекет ету уақытын табамыз: $\tau = t_{с,в} + t_{р.з.} = 0{,}05 + 0{,}01 = 0{,}06$с.

Қысқа тұйықталу токтарының периодты құраушысын келесі қатынастардан табамыз:

$$I_{ном,г} = \frac{S_г}{\sqrt{3} \cdot U_{ср}}, \qquad (3.13)$$

мұндағы $S_г$-генератордың номиналды қуаты.

Қысқа тұйықталу токтарының апериодты құраушысын келесі формула бойынша табамыз:

$$i_{a,\tau} = \sqrt{2} \cdot I_{п,о} \cdot e^{-\frac{\tau}{T_a}}, \qquad (3.14)$$

мұндағы $T_а$ - апериодты құраушының өшулік уақытының тұрақтысы;

К - 1 нүктесі үшін қысқа тұйықталу токтарын анықтаймыз.

С: $I_{п,\tau}^{с} = I_{п,о}^{с} = 3{,}962кА;$

$$i_{a,\tau}^{с} = \sqrt{2} \cdot 3{,}962 \cdot e^{-\frac{0{,}06}{0{,}02}} = 0{,}277кА.$$

Г1-2:

$$I_{ном,г} = \frac{2 \cdot 150}{\sqrt{3} \cdot 115} = 1{,}506 кА;$$

$$I_{п,о} / I_{ном,г} = 2{,}146 / 1{,}506 = 1{,}425;$$

$$I_{п,\tau} / I_{п,о} = 0{,}98;$$

$$I_{п,\tau} = 0{,}98 \cdot I_{п,о} = 0{,}98 \cdot 2{,}146 = 2{,}1 кА;$$

$$i_{а,\tau}^{Г1-2} = \sqrt{2} \cdot 2{,}146 \cdot e^{-\frac{0{,}06}{0{,}26}} = 2{,}417 кА;$$

Г3-4: $I_{ном,г} = \frac{2 \cdot 150}{\sqrt{3} \cdot 115} = 1{,}506 кА;$

$$I_{п,о} / I_{ном,г} = 6{,}282 / 1{,}506 = 4{,}17;$$

$$I_{п,\tau} / I_{п,о} = 0{,}87;$$

$$I_{п,\tau} = 0{,}87 \cdot I_{п,о} = 0{,}87 \cdot 6{,}282 = 5{,}465 кА;$$

$$i_{а,\tau}^{Г3-5} = \sqrt{2} \cdot 6{,}282 \cdot e^{-\frac{0{,}06}{0{,}26}} = 7{,}075 кА;$$

Г5-6: $I_{ном,г} = \frac{2 \cdot 117{,}5}{\sqrt{3} \cdot 115} = 1{,}18 кА;$

$$I_{п,о} / I_{ном,г} = 4{,}732 / 1{,}18 = 4{,}01;$$

$$I_{п,\tau} / I_{п,о} = 0{,}88;$$

$$I_{п,\tau} = 0{,}88 \cdot I_{п,о} = 0{,}88 \cdot 4{,}732 = 4{,}164 кА;$$

$$i_{а,\tau}^{Г3-5} = \sqrt{2} \cdot 4{,}732 \cdot e^{-\frac{0{,}06}{0{,}26}} = 5{,}329 кА;$$

$$\sum I_{п,\tau} = 3{,}962 + 2{,}1 + 5{,}465 + 4{,}164 = 15{,}691 кА;$$

$$\sum i_{а,\tau} = 0{,}277 + 2{,}417 + 7{,}075 + 5{,}329 = 15{,}098 кА.$$

Қысқа тұйықталу токтарынан болатын жылулық импульстерді анықтаймыз. Оны келесі формуланың көмегімен табамыз:

$$B_к = I_{п,о}^2 \cdot (T_а + t_{отк}), \qquad (3.15)$$

мұндағы $t_{отк}$-өшірілу уақыты, ол келесіге тең:

$$t_{отк}=t_{р.з.}+t_{с.в.}=0,05+0,1=0,15с.$$

К-1 нүктесі үшін жылулық импульсті анықтаймыз:

С:

$$B_к^c = 3,962^2 \cdot (0,02 + 0,15) = 2,669 кА^2 \cdot с.$$

Г1-2:

$$B_к^{Г1-2} = 2,146^2 \cdot (0,26 + 0,15) = 1,888 кА^2 \cdot с.$$

Г3-4:

$$B_к^{Г3-4} = 6,282^2 \cdot (0,26 + 0,15) = 16,18 кА^2 \cdot с.$$

Г5-6:

$$B_к^{Г5-6} = 4,732^2 \cdot (0,26 + 0,15) = 9,181 кА^2 \cdot с;$$

$$\sum B_к = 2,669 + 1,888 + 16,18 + 9,181 = 29,918 кА^2 \cdot с.$$

3.1 кесте - Қысқа тұйықталу токтарының жылулық импульстердің мәні

| | | $I_{п,о}$, кА | $i_у$, кА | $I_{п,\tau}$, кА | $i_{а,\tau}$, кА | $B_к$, кА$^2$с |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 110кВ | С | 3,962 | 9,011 | 3,962 | 0,277 | 2,669 |
| | Г1-2 | 2,146 | 5,965 | 2,1 | 2,417 | 1,888 |
| | Г3-4 | 6,282 | 17,459 | 5,465 | 7,075 | 16,18 |
| | Г5-6 | 4,732 | 13,149 | 4,164 | 5,329 | 9,181 |
| | Қосынды | 17,122 | 45,584 | 15,691 | 15,098 | 29,918 |
| 10кВ | С | 2,353 | 6,438 | 2,353 | 1,71 | 1,882 |
| | Г1-2 | 1,273 | 3,537 | 1,273 | 1,228 | 0,729 |
| | Г3-4 | 3,722 | 10,343 | 3,722 | 3,592 | 6,234 |
| | Г5 | 1,402 | 3,895 | 1,402 | 1,353 | 0,885 |
| | Г6 | 7,057 | 19,712 | 6,986 | 7,796 | 29,383 |
| | Қосынды | 15,807 | 43,925 | 15,736 | 15,679 | 39,113 |

## 3.2 Берілген тізбектер үшін электр аппараттары мен ток жүретін бөліктерді таңдау

3.2.1 Жинақтау шиналарын және ток өткізгіштерді таңдау

Жинақтау шиналарын анағұрлым қуатты қосылыстың тогы бойынша таңдаймыз, яғни 110 кВ жинақтау шиналары үшін байланыс автотрансформаторының тізбегі бойынша және 10 кВ жинақтау шиналары үшін.

110 кВ жинақтау шиналары үшін максималды токты табамыз және сол бойынша жинақтау шиналарын таңдап аламыз [3].

$$I_{max} = \frac{1{,}4 \cdot S_г}{\sqrt{3} \cdot U_{ср}}, \qquad (3.16)$$

мұндағы $S_г$-генератордың номиналды қуаты.

1,45-автотрансформатордың 40%-дық жеткілікті түрдегі асқын жүктемесін ескеретін коэффициент.

$$I_{max} = \frac{1{,}4 \cdot 125000}{\sqrt{3} \cdot 115} = 878{,}58\,A.$$

d=29,4мм, $I_{доп}$=960А болатын АС-500/27 таңдап аламыз.

а) термикалық тұрақтылыққа тексеру.

$$F_{min} = \frac{\sqrt{B_к}}{C}, \qquad (3.17)$$

мұндағы С- алюминий шиналарға арналған функция, 91-ге тең болады.

$$F_{min} = \frac{\sqrt{29{,}918 \cdot 10^6}}{91} = 60{,}11мм^2,$$

F=500мм$^2$-ден аз болып тұр.

б) тәждің шарттары бойынша тексеру.

Сымдардың орналасуын жатық күйде D=3м деп аламыз, сонда $D_{ср} = \sqrt[3]{2} \cdot D = \sqrt[3]{2} \cdot 300 = 378см$, ал сымның радиусы келесіге тең:

$$r_0 = \frac{d}{2} = \frac{2{,}94}{2} = 1{,}47см.$$

Өрістің бастапқы критикалық кернеулігін келесі формула бойынша табамыз:

$$E_o = 30{,}3 \cdot m \cdot (1 + \frac{0{,}299}{\sqrt{r_0}}). \quad (3.18)$$

мұндағы m-сым бетінің тегіс еместігін ескеретін коэффициент.

$$E_o = 30{,}3 \cdot 0{,}82 \cdot (1 + \frac{0{,}299}{\sqrt{1{,}47}}) = 30{,}973 кВ/см.$$

Сым бетінің айналасындағы электр өрісінің кернеулігін табамыз.

$$E = \frac{0{,}354 \cdot U_{ср}}{r_0 \cdot lg\frac{D_{ср}}{r_0}}; \quad (3.19)$$

$$E = \frac{0{,}354 \cdot 115}{1{,}47 \cdot lg\frac{378}{1{,}47}} = 11{,}49 кВ/см.$$

Осылайша,

$$1{,}07 \cdot E = 1{,}07 \cdot 11{,}49 = 12{,}29 кВ/см < 0{,}9 \cdot E_0 = 0{,}9 \cdot 30{,}973 = 27{,}876 кВ/см,$$

онда тәждеу орын алмайды.

Динамикалық әсерлесуді тексермейміз, себебі

$$I_{п,о} = 17{,}122 кА < 20 кА,\ i_y = 45{,}584 кА < 50 кА.$$

Ток өткізгіштікті жұмыстық режимнің тогы бойынша және токтың экономикалық тығыздығы бойынша таңдап аламыз.

$T_{max}$=8000сағ. кезінде $I_{норм} = \frac{0{,}7 \cdot 12500}{\sqrt{3} \cdot 115} = 439{,}29 А$, $j_{эк}$=1А/мм$^2$ болады, сонда

$$F_{эк} = \frac{I_{норм}}{j_{эк}}; \quad (3.20)$$

$$F_{эк} = \frac{439,29}{1} = 439,29 мм^2 .$$

АС-400 , $I_{доп}$=860А таңдап аламыз.

а) рұқсат етілген ток бойынша тексеру.

$I_{доп}$=860А< $I_{max}$=878,58А – шарты рұқсат етілген ток бойынша өтпейді, сондықтан d=29,4 мм және $I_{доп}$=960А> $I_{max}$=878,58А болатын АС-500/27 таңдап аламыз.

б) термикалық беріктілігін тексеру.

$$F_{min} = \frac{\sqrt{29,918 \cdot 10^6}}{91} = 60,11 мм^2 ,$$

F=500мм$^2$ шамасынан аз болып тұр.

в) тәждің шарттары бойынша тексеру.

Жатық сымдардың орналасуын D=3м деп аламыз, сонда

$$D_{ср} = \sqrt[3]{2} \cdot D = \sqrt[3]{2} \cdot 300 = 378 см .$$

ал сымның радиусы келесіге тең болады:

$$r_0 = \frac{d}{2} = \frac{2,94}{2} = 1,47 см ;$$

$$E_o = 30,3 \cdot 0,82 \cdot (1 + \frac{0,299}{\sqrt{1,47}}) = 30,973 кВ / см ;$$

$$E = \frac{0,354 \cdot 115}{1,47 \cdot lg \frac{378}{1,47}} = 11,49 кВ / см .$$

Осылайша,

$$1,07 \cdot E = 1,07 \cdot 11,49 = 12,29 кВ / см < 0,9 \cdot E_0 = 0,9 \cdot 30,973 = 27,876 кВ / см .$$

болғандықтан тәждеу орын алмайды.

10кВ жинақтау шиналары үшін максималды токты табамыз және сол бойынша жинақтау шиналарын таңдаймыз.

$$I_{max} = \frac{S_{нагр}}{\sqrt{3} \cdot U_{ср}}, \qquad (3.21)$$

мұндағы $S_{нагр}$-10кВ тұтынушының максималды қуаты.

$$I_{max} = \frac{19200}{\sqrt{3} \cdot 10{,}5} = 1055{,}73A.$$

Параметрлері F=480мм$^2$ және $I_{доп}$=1150А болатын 80мм×6мм бір жолақты шинаны таңдап аламыз.

а) термикалық беріктілігін тексеру.

$$F_{min} = \frac{\sqrt{39{,}113 \cdot 10^6}}{91} = 68{,}73мм^2.$$

F=480мм$^2$-ден аз болып тұр.

б) динамикалық беріктігін тексеру.

Фазалар арасындағы өзара әсерлесуден болған шиналар материалындағы кернеу.

$$\sigma_{ф} = \sqrt{3} \cdot 10^{-8} \cdot \frac{i_y^2 \cdot l^2}{a \cdot W}, \qquad (3.22)$$

мұндағы l = 2м - оқшаулағыштар арасындағы өту ұзындығы;

a = 0,8м-фазалар арасындағы ара-қашықтық;

W-шиналардың кедергісінің мезеті.

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6}, \qquad (3.23)$$

мұндағы b=0,6см- шинаның қалыңдығы;

h=8см- шинаның ені;

$$W = \frac{0{,}6 \cdot 8^2}{6} = 6{,}4см^3;$$

$$\sigma_{расч} = \sqrt{3} \cdot 10^{-8} \cdot \frac{43{,}925^2 \cdot 2^2 \cdot 10^6}{0{,}8 \cdot 6{,}4} = 26{,}1МПа.$$

Алюминий шиналар үшін $\sigma_{доп}$=40МПа болады, яғни шиналар механикалық жағынан берік болады.

d=20,6см, $I_{доп}$=945А Ток өткізгіштікті жұмыстық режимнің тогы бойынша және токтың экономикалық тығыздығы бойынша таңдап аламыз.

$T_{max}$=4700сағ. кезінде $I_{норм} = I_{max} = 1055{,}73А$, $j_{эк}$=1,1А/мм$^2$ болады, сонда

$$F_{эк} = \frac{1055{,}73}{1{,}1} = 959{,}75мм^2.$$

d=20,6см, $I_{доп}$=945А параметрлері бар екі сым, яғни 2×АС-500/64 таңдалынып алынады.

а) рұқсат етілген ток бойынша тексеру.

$$I_{доп} = 2 \cdot 945 = 1890А > I_{max}=1055{,}73А.$$

б) термикалық беріктілікке тексеру.

$F_{min} = 68{,}73мм^2$, яғни F=1000мм$^2$ шамасы аз болып тұр.

Динамикалық әсерлесуді тексермей-ақ қойса да болады, өйткені $i_y = 43{,}925кА < 50кА$.

3.2.2 Оқшаулағыштарды таңдау

а) тіректік оқшаулағыштар.

Таңдауды рұқсат етілген жүктеме бойынша жүргіземіз, жатық орналасқан жинақтау шиналары үшін оқшаулағышқа әсер етуші күшті келесі формула бойынша анықтаймыз:

$$F_u = \sqrt{3} \cdot \frac{i_y^2 \cdot l}{a} \cdot 10^{-7}, \qquad (3.24)$$

мұндағы l = 2 м - оқшаулағыштар арасындағы ара-қашықтық;

a = 0,8 м - фазалар арасындағы ара-қашықтық.

$$F_u = \sqrt{3} \cdot \frac{43{,}925^2 \cdot 2}{0{,}8} \cdot 10^{-7} = 835{,}475Н.$$

$F_{разр}$=1500Н тең болатын ОФ-10-1500 тіректі оқшаулағышын алдын-ала қабылдаймыз.

Оқшаулағыштың бір басына келетін рұқсат етілген жүктемені келесі формула бойынша табамыз:

$$F_{доп} = 0{,}6 \cdot F_{разр} = 0{,}6 \cdot 1500 = 900Н > F_{рас} = 835{,}475Н.$$

Оқшаулағыштар механикалық жағынан тұрақты деп санауға болады.

Жоғарыдағы есептеуге сәйкес, ОФ-10-1500 оқшаулағышын қабылдаймыз.

б) өтпелік оқшаулағыштар.

Өтпелік оқшаулағыштарды номиналды кернеу, номиналды ток және рұқсат етілген жүктеме бойынша таңдаймыз. Параметрлері $I_{доп}$=1600А>$I_{max}$=1055,734А және $F_{разр}$=1000Н болатын ИП-10/1600-1,00 оқшаулағышын алдын-ала таңдап аламыз.

Өтпелік оқшаулағыштар үшін есептік күш келесі формула бойынша анықталады:

$$F_{рас} = 0{,}5 \cdot F_{и} = 0{,}5 \cdot 835{,}457 = 417{,}73Н .$$

Оқшаулағыштың бір басына келетін рұқсат етілген жүктемені келесі формула бойынша табамыз:

$$F_{доп} = 0{,}6 \cdot F_{разр} = 0{,}6 \cdot 1000 = 600Н > F_{рас} = 417{,}73Н .$$

3.2.3 Сөндіргіштер мен ажыратып қосқыштарды таңдау

Сөндіргіштерді таңдауды жеңілдету үшін төмендегі кестеде таңдау жасалынған.

3.2 кесте - 110кВ сөндіргіштерді таңдау

| Таңдау шарты | Есептік деректер | Каталожды деректер |
|---|---|---|
| | | ВМТ-110Б-20 |
| $U_{уст} \le U_{ном}$ | $U_{уст}$=110кВ | $U_{ном}$=110кВ |
| $I_{max} \le I_{ном}$ | $I_{max}$=878,58А | $I_{ном}$=1000А |
| $I_{п,\tau} \le I_{н.отк}$ | $I_{п,\tau}$=15,691кА | $I_{н.отк}$=20кА |
| $i_{а,\tau} \le i_{а.ном}$ | $i_{а,\tau}$=15,098кА | $i_{а,ном}$=15,62кА |
| $I_{п,о} \le I_{дин}$ | $I_{п,о}$=17,122кА | $I_{дин}$=20кА |
| $i_{у} \le i_{дин}$ | $i_{у}$=45,584кА | $i_{дин}$=52кА |
| $B_{к} \le I_{тер}^2 \cdot t_{тер}$ | $B_{к}$=29,918 $кА^2 \cdot с$ | $I_{тер}^2 \cdot t_{тер} = 20^2 \cdot 3 = 1200кА^2 \cdot с$ |

3.3 кесте- 110кВ ажыратқышын таңдау

| Таңдау шарты | Есептік деректер | Каталожды деректер |
|---|---|---|
| | | РДЗ-110-1000 |
| $U_{уст} \le U_{ном}$ | $U_{уст}$=110кВ | $U_{ном}$=110кВ |
| $I_{max} \le I_{ном}$ | $I_{max}$=878,58А | $I_{ном}$=1000А |
| $i_{у} \le i_{дин}$ | $i_{у}$=45,584кА | $i_{дин}$=80кА |
| $B_{к} \le I_{тер}^2 \cdot t_{тер}$ | $B_{к}$=29,918 $кА^2 \cdot с$ | $I_{тер}^2 \cdot t_{тер} =$ $31{,}5^2 \cdot 3 = 2976{,}75А^2 \cdot с$ |

3.4 кесте - 10 кВ ажыратқыштарды таңдау

| Таңдау шарты | Есептік деректер | Каталожды деректер |
|---|---|---|
| | | ВК-10-20 |
| $U_{уст} \leq U_{ном}$ | $U_{уст}$=10кВ | $U_{ном}$=10кВ |
| $I_{max} \leq I_{ном}$ | $I_{max}$=1055,73А | $I_{ном}$=1600А |
| $I_{п,\tau} \leq I_{н.отк}$ | $I_{п,\tau}$=15,736кА | $I_{н.отк}$=20кА |
| $i_{а,\tau} \leq i_{а.ном}$ | $i_{а,\tau}$=15,679кА | $i_{а,ном}$=17,04кА |
| $I_{п,о} \leq I_{дин}$ | $I_{п,о}$=15,807кА | $I_{дин}$=20кА |
| $i_{у} \leq i_{дин}$ | $i_{у}$=43,925кА | $i_{дин}$=52кА |
| $B_к \leq I_{тер}^2 \cdot t_{тер}$ | $B_к$=39,113 $кА^2 \cdot с$ | $I_{тер}^2 \cdot t_{тер} =$ $20^2 \cdot 3 = 1200 кА^2 \cdot с$ |

Апериодты құраушының номиналды рұқсат етілген мәнін анықтау үшін келесі формуланы пайдаланамыз:

$$i_{а.ном} = \frac{\beta \cdot I_{н.отк} \cdot \sqrt{2}}{100}. \qquad (3.25)$$

мұндағы β-ажыратқыш токтағы апериодты құраушының құрамының қалыпты мәні.

Сонда

$$i_{а.ном} = \frac{55 \cdot 20 \cdot \sqrt{2}}{100} = 15,62кА.$$

ВК-10-20 сөндіргіші үшін табамыз:

$$i_{а.ном} = \frac{20 \cdot 60 \cdot \sqrt{2}}{100} = 17,04кА.$$

3.5 кесте - 10кВ ажыратқышын таңдау

| Таңдау шарты | Есептік деректер | Каталожды деректер |
|---|---|---|
| | | РВР-10-2000 |
| $U_{уст} \leq U_{ном}$ | $U_{уст}$=10кВ | $U_{ном}$=10кВ |
| $I_{max} \leq I_{ном}$ | $I_{max}$=1055,73А | $I_{ном}$=2000А |
| $i_{у} \leq i_{дин}$ | $i_{у}$=43,925кА | $i_{дин}$=85кА |
| $B_к \leq I_{тер}^2 \cdot t_{тер}$ | $B_к$=39,113 $кА^2 \cdot с$ | $I_{тер}^2 \cdot t_{тер} =$ $31,5^2 \cdot 4 = 3969 А^2 \cdot с$ |

3.2.4 Ток трансформаторларын таңдау

Ток трансформаторлары кернеу бойынша, рұқсат етілген ток бойынша, электр динамикалық және термикалық беріктілік, сонымен бірге екіншілік жүктеме бойынша таңдалынып алынады. Ток трансформаторларын таңдау 11 және 13-кестелерде келтірілген.

3.6 кесте - 110 кВ ток трансформаторының екіншілік жүктемесі

| Аспап | Түрі | Жүктеме | | |
|---|---|---|---|---|
| | | A | B | C |
| Амперметр | Э-335 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Ваттметр | Д-335 | 0,5 | - | 0,5 |
| Варметр | Д-335 | 0,5 | - | 0,5 |
| Есептік есептеуіштер: | | | | |
| Активті энергияның | И-674 | 2,5 | - | 2,5 |
| Реактивті энергияның | И-676 | 2,5 | - | 2,5 |
| Барлығы | | 6,5 | 0,5 | 6,5 |

3.7 кесте - 110кВ ток трансформаторын таңдау

| Таңдау шарты | Есептік деректер | Каталожды деректер |
|---|---|---|
| | | ТФЗМ-110-У1 |
| $U_{уст} \le U_{ном}$ | $U_{уст}$=110кВ | $U_{ном}$=110кВ |
| $I_{max} \le I_{ном}$ | $I_{max}$=878,58А | $I_{ном}$=1000А |
| $i_у \le i_{дин}$ | $i_у$=45,584кА | $i_{дин}$=106кА |
| $B_к \le I_{тер}^2 \cdot t_{тер}$ | $B_к$=29,918 $кА^2 \cdot с$ | $I_{тер}^2 \cdot t_{тер} = 34^2 \cdot 3 = 3468 кА^2 \cdot с$ |
| $S_2 \le S_{2,ном}$ | $S_2$=6,5ВА | $S_{2,ном}$=30ВА |

Ток трансформаторы таңдалынған дәлдік класында жұмыс істеуі үшін, екіншілік жүктеме номиналды жүктемеден асып кетпеуі қажет. Сондықтан, қосқыш сымдардың қимасы қандай екендігін білу қажет. Сымдардың қимасын анықтау үшін, алдымен ең үлкен рұқсат етілген кедергісін табуымыз керек.

$$r_{пр} = Z_{2,ном} - r_{приб} - r_к . \qquad (3.26)$$

мұндағы $Z_{2,ном}$-ток трансформаторының номиналды рұқсат етілген жүктемесі;

$r_{приб}$-аспаптардың кедергісі;

$r_к$ - 0,1 Ом-ға тең және аспаптар саны үштен асатын түйіспелердің кедергісі.

Белгісіз шамаларды табамыз.

$$r_{приб} = \frac{S_2}{I_2^2}\ , \qquad (3.27)$$

мұндағы $S_2$-аспаптармен тұтынылатын қуат;

$I_2$-аспаптың екіншілік номиналды тогы.

$$r_{приб} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26Ом;$$

$$Z_{2,ном} = \frac{S_{2,ном}}{I_2^2}\ . \qquad (3.28)$$

мұндағы $S_{2,ном}$-ток трансформаторының номиналды қуаты.

$$Z_{2,ном} = \frac{30}{5^2} = 1,2Ом\ .$$

Демек, сымдардың кедергісі келесідей болады:

$$r_{пр} = 1,2 - 0,26 - 0,1 = 0,84Ом.$$

Сымдардың кедергісі белгілі болатын болса, онда қосқыш сымдардың қимасын анықтауға әбден болады.

$$F = \frac{\rho \cdot l_{рас}}{r_{пр}}, \qquad (3.29)$$

мұндағы ρ-сым материалының меншікті кедергісі, алюминий үшін 0,0283-ке тең болады;

$l_{рас}$-ток трансформаторының схемасына тәуелді есептік ұзындық, 110кВ үшін 100м деп аламыз.

Сонда

$$F = \frac{0,0283 \cdot 100}{0,84} = 3,37мм^2\ .$$

Қимасы 4 мм$^2$ болатын АКРВГ бақылау кабелын таңдап аламыз.

3.8 кесте - 10кВ ток трансформаторының екіншілік жүктемесі

| Аспап | Түрі | Жүктеме | | |
|---|---|---|---|---|
| | | A | B | C |
| Амперметр | Э-335 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Активті энергияның есептегіші | И-674 | 2,5 | - | 2,5 |
| Реактивті энергияның есептегіші | И-676 | 2,5 | - | 2,5 |
| Барлығы | | 5,5 | 0,5 | 5,5 |

3.9 кесте - 10кВ ток трансформаторын таңдау

| Таңдау шарты | Есептік деректер | Каталожды деректер |
|---|---|---|
| | | ТПОЛ-10 |
| $U_{уст} \le U_{ном}$ | $U_{уст}$=10кВ | $U_{ном}$=10кВ |
| $I_{max} \le I_{ном}$ | $I_{max}$=1055,73А | $I_{ном}$=1500А |
| $i_у \le i_{дин}$ | $i_у$=43,925кА | $I_{дин}$=67,5кА |
| $B_к \le I_{тер}^2 \cdot t_{тер}$ | $B_к$=39,113 $кА^2 \cdot с$ | $(k_т \cdot I_{тер})^2 \cdot t_{тер} = (18 \cdot 1.5)^2 \cdot 3 = 2187 кА^2 \cdot с$ |
| $S_2 \le S_{2,ном}$ | $S_2$=5,5ВА | $S_{2,ном}$=10ВА |

Белгісіз шамаларды табамыз:

$$r_{приб} = \frac{5,5}{5^2} = 0,22 Ом;$$

$$Z_{2,ном} = \frac{10}{5^2} = 0,4 Ом.$$

Демек, сымдардың кедергісі келесіге тең:

$$r_{пр} = 0,4 - 0,22 - 0,1 = 0,08 Ом.$$

Сымдардың кедергісін біле отырып, қосқыш сымдардың қимасын анықтауға болады. Есептік ұзындықты 20м-ге тең деп аламыз. Сонда:

$$F = \frac{0,0283 \cdot 20}{0,08} = 7,075 мм^2.$$

Қимасы 10 $мм^2$ болатын АКРВГ бақылау кабелын таңдап аламыз.

### 3.3 Кернеу трансформаторларын таңдау

Кернеу трансформаторлары номиналды кернеу, дәлдік класы және екіншілік жүктеме бойынша таңдалынып алынады. Екіншілік жүктемені анықтау 14 және 15-кестелерде келтірілген.

3.10 кесте - 110 кВ кернеу трансформаторының екіншілік жүктемесі

| Аспаптар | Түрі | Жүктеме | Катушкалар саны | Cosφ | sinφ | Аспаптар саны | Жалпы жүктеме | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Р, Вт | Q, вар |
| Ваттметр | Д-335 | 1,5 | 2 | 1 | 0 | 3 | 9 | |
| Варметр | Д-335 | 1,5 | 2 | 1 | 0 | 3 | 9 | |
| Бекітуші аспап | ФИП | 3 | 1 | 1 | 0 | 2 | 6 | |
| Активті энергияны есептегіш | И-675 | 3Вт | 2 | 0,38 | 0,93 | 2 | 12 | 29,21 |
| Реактивті энергияны есептегіш | И-676 | 3Вт | 2 | 0,38 | 0,93 | 2 | 12 | 29,21 |
| Вольтметр | Э-335 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | |
| Жиілік есептегіш | Н-397 | 7 | 1 | 1 | 0 | 1 | 7 | |
| Вольтметр | Н-394 | 10 | 1 | 1 | 0 | 1 | 10 | |
| Ваттметр | Н-395 | 10 | 2 | 1 | 0 | 1 | 20 | |
| Жиілік есептегіш | Э-372 | 3 | 1 | 1 | 0 | 2 | 6 | |
| Вольтметр | Э-335 | 2 | 1 | 1 | 0 | 2 | 4 | |
| Синхронно-скоп | Э-327 | 10 | 1 | 1 | 0 | 1 | 10 | |
| Барлығы | | | | | | | 107 | 58,42 |

Толық екіншілік жүктеме келесіге тең:

$$S_{2\Sigma} = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{107^2 + 58{,}42^2} = 121{,}91BA.$$

Дәлдігі 0,5 болатын, $S_2$=400ВА $S_2$=400ВА жұлдызшасынна жалғанған 3×НКФ-110-58 құрылғысын аламыз. Демек, $S_{2,ном}$=3×400=1200ВА> $S_{2\Sigma}$=113,23ВА болады.

Аспаптарды кернеу трансформаторымен жалғау үшін, механикалық беріктігі F=2,5 мм$^2$ болатын АКРВГ бақылау кабелы алынады.

3.11 кесте - 10 кВ кернеу трансформаторының екіншілік жүктемесі

| Аспаптар | Түрі | Жүктеме | Катушкалар саны | cosφ | Sinφ | Аспаптар саны | Жалпы жүктеме | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Р, Вт | Q, вар |
| Вольтметр | Э-335 | 2 | 1 | 1 | 0 | 4 | 8 | - |
| Активті энергияның есептегіші | И-674 | 3Вт | 2 | 0,38 | 0,93 | 1 | 6 | 14,605 |
| Реактивті энергияның есептегіші | И-676 | 3Вт | 2 | 0,38 | 0,93 | 1 | 6 | 14,605 |
| Жиілік өлшегіш | Н-397 | 7 | 1 | 1 | 0 | 2 | 14 | - |
| Вольтметр | Н-394 | 10 | 1 | 1 | 0 | 2 | 20 | - |
| Ваттметр | Н-395 | 10 | 2 | 1 | 0 | 1 | 20 | - |
| Жиілік өлшегіш | Э-372 | 3 | 1 | 1 | 0 | 2 | 6 | - |
| Синхроноскоп | Э-327 | 10 | 1 | 1 | 0 | 1 | 10 | - |
| Барлығы | | | | | | | 70 | 29,21 |

Толық екіншілік жүктеме келесіге тең:

$$S_{2\Sigma} = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{70^2 + 29{,}21^2} = 75{,}85BA .$$

Дәлдігі 0,5 болатын, $S_2$=75ВА жұлдызшасында жалғанған 3×НОМ-10-66 қондырғысын аламыз. Демек, $S_{2,ном}$=3×75=225ВА> $S_{2\Sigma}$=75,85ВА болады.

Аспаптарды кернеу трансформаторымен жалғау үшін, механикалық беріктігі F=2,5 мм$^2$ болатын АКРВГ бақылау кабельін таңдап аламыз.

## 4 Қазандықтың үрлеуші желдеткішін басқару

### 4.1 Үрлеуші желдеткіштің өнімділігін реттеу

Қазандық агрегатының жұмысы кезінде, жылулық жүктеме мен қазанның жұмыс істеу режиміне байланысты үрлеуші желдеткіштердің өнімділігін өзгертуге тура келеді. Қазан пешіне жіберілетін ауа мөлшері пештегі оттек құрамына, яғни жану режиміне тікелей әсер етеді. Жану режимі айтарлықтай дәрежеде қазанның ПӘК анықтайды, сонымен қатар, газ атмосферасына шығарылатын жанудың зиянды өнімдерінің мөлшерін анықтайды. Қазанға берілетін ауаның оңтайлы мөлшерін сақтау – бұл үзіліссіз автоматтық реттеудің міндеті.

«ПромЭнергоПроект» институтымен 1964 жылы V кезектегі Ақтөбе ЖЭО жобалау кезінде, қазандық агрегаттарының үрлеуші желдеткіштері үшін асинхронды екі жылдамдықты электр қозғалтқыштарын орнату ұсынылады. Мұндай жағдайларда үрлеуші желдеткіштің реттеулерін электр қозғалтқыштың жылдамдығын сатылы ауыстырып қосылуы арқылы және үрлеуші желдеткіштің бағыттаушы аппаратына автоматтық ПИД-реттеушінің бірқалыпты әсер етуімен жүргізіледі. Сонымен қатар, металдың механикалық бағытынан пайда болатын бағыттаушы аппараттың жылдам тозуы жүзеге асады, ол қазандықтың толығымен міндеттемелің сенімділігін азайтады, ПӘК төмендетеді, атмосфераға зиянды қалдықтардың тасталу мөлшерін азайтады.

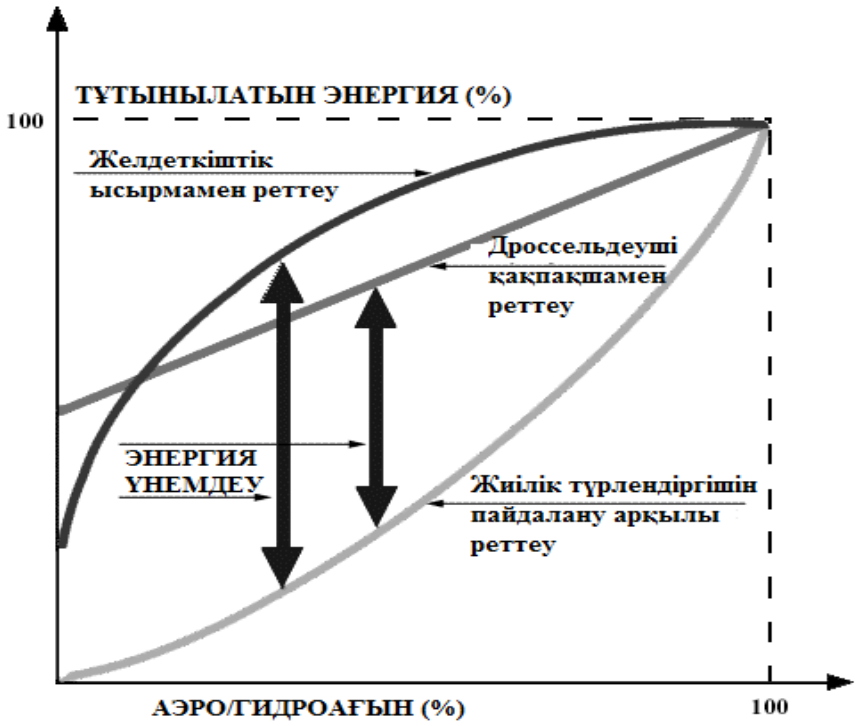
Дипломдық жобаның бұл бөлімінде V кезектегі Ақтөбе ЖЭО жылумеханикалық қондырғы құрамына кіретін, №№11, 12 қазандарының үрлеуші желдеткіштерінің өнімділігін өзгерту кезінде жиілік түрлендіргішін пайдалану мәселелерін қарастыру ұсынылады.

### 4.2 ЖТ пайдаланудың экономикалық тиімділігі

ЖТ пайдаланудың ерекше экономикалық тиімділігін сұйықтық пен газды тасымалдаумен қамтамасыз ететін нысандарға жиілікті реттеуішті пайдалану арқылы алуға болады. Егер қазіргі уақытқа дейін ең кең таралған аэро/гидроағындар шамаларын реттеу тәсілі ретінде желдеткіштік ысырма/дроссельдеуші қақпақшаларды пайдалану қарастырылса, қазіргі уақытта мысал ретінде сорғылық агрегаттың жұмыстық дөңгелегі, желдеткіштің жұмыстық агрегатын қозғалысқа келтіретін асинхронды қозғалтқыштың жиіліктік басқарылуы өзекті орын алуда. Жиіліктік реттеудің қарқындылығын төменде көрсетілген суреттен байқауға болады. Егер дроссельдеу кезінде ысырмамен ұсталатын энергия ағыны «желге ұшады» (ақшалармен бірге). ЖТ сорғылық агрегат құрамында немесе желдеткіш құрамында пайдалану талап етілетін шығынды алуға мүмкіндік береді, ол

электр энергиясының үнемділігімен ғана емес, сондай-ақ тасымалданатын заттың да үнемделуімен қамтамасыз етеді. Нақты нысанға және экономика коэффициентінің (ЭК) шешетін міндетіне байланысты 30-дан 80% дейін түрленеді. Энергияны тұтынудың сипаты желдеткіш өнімділін реттеудің әртүрлі тәсілдері диаграммада келтірілген (5.1-сурет).

Сонымен қатар, түрлендіргіштер энергия үнемдеудің арнайы міндеттемелеріне ие. Түрлендіргіш энергия үнемдеуші режимде жұмыс істей келе, токтың пайдаланылуын бақылайды, егер жүктеме мәні көп болмаса, шығыстық кернеудің мәнін ең аз мәніне төмендетеді. Яғни, ПӘК жоғарылайды. Бұл функцияны жүктеме ауыспалы шама болатын міндеттемелерле пайдалануға болады. Мысалы, осы сорғылық станцияларда су шығыны тәулік мерзіміне байланысты болады. үнемдеуші режимді «өлі аймақтарда» қосымша экономикалық әсер береді.




4.1 сурет - ЖТ пайдаланудың экономикалық тиімділігі

Түрлендіргіш сандық пультте берілген жылдамдық, шығыстық жиілік, қозғалтқыш тогы мен жылдамдығы, шығыстық қуат пен момент, дискреттік кірістер жағдайы, түрлендіргіштің жалпы жұмыс уақыты және т.с.с. жүйенің негізгі параметрлерін бақылауға және көрсетуге мүмкіндік береді. Жүктеме сипаттамасына байланысты сәйкес келетін вольт-жиіліктік сипаттаманы таңдауға және өзінің жеке сипаттамасын құруға болады.

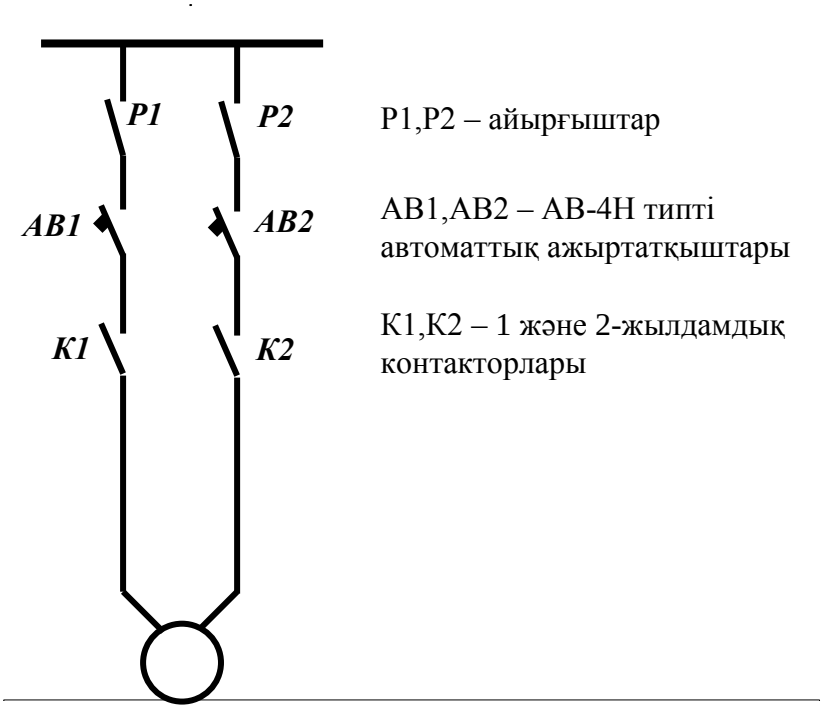
Қазіргі таңдағы ЖТ қымбат құнына қарамастан, қаржылық салымдардың өтелімділігі қорлардың үнемделуіне байланысты алты жылдан аспайды. Бұл шын мәнінде орындалатын мерзім болып табылады, ал осы

сияқты техниканың көпжылдық өмірлік қорларын ескере келіп, ұзақ мерзімді күтілетін үнемділікті есептеуге болады.

Осы сияқты жиілік түрлендіргішін пайдаланудың экономикалық тиімділіктерін есептеулері дипломдық жобаның экономикалық бөлімінде келтірілген.

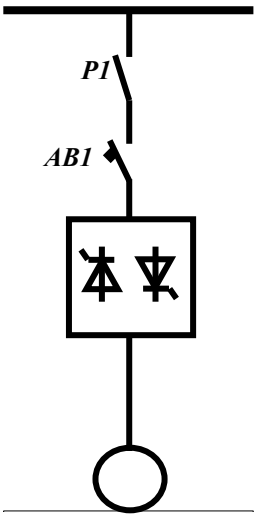
### 4.3 Үрлеуші желдеткішті басқару және қоректендіру сұлбасындағы өзгерістер

Бастапқы мәліметтер:
Екіжылдамдықты қозғалтқыш ДАЗО12-55-6/8
Рном=105/250кВт
Іном=220/ 480А
Айналу жылдамдығы – 740/980 айн/мин




4.2 сурет - 1964 жылғы жоба бойынша ДВ-11А қозғалтқышын қосу сұлбасы

Ұсынылатын нұсқа.
Екіжылдамдықты қозғалтқыш ДАЗО12-55-6/8
(2-жылдамдық орамын пайдалану)
Рном=250кВт
Іном=480А
Айналу жылдамдығы – 980 айн/мин.




Жиілік түрлендіргіші

ААБГ 2х(3х120+1х95) кабелі – экрандалған

4.3 сурет - Электр жетегін қосудың ұсынылатын нұсқасы

### 4.4 Жиілік түрлендіргішін таңдау

Жиілік түрлендіргіші (ЖТ) нарығындағы үлкен көлемді әртүрлілікке байланысты, ең көп қызығушылыққа SIEMENS фирмасының шкафты орындалудағы SINAMICS G150 түріндегі ЖТ ие болады.

Бұл ЖТ реттеу дәлділгінің жоғары емес талаптарымен төмен вольтті жетек механизмдерінің айналу жылдамдығын реттеу үшін және желіге энергияның рекуперациясын қажет етпейтіндеп үшін қолданылады, оларға:

- Ортадан тепкіш, бұрандалы, поршеньді сорғылар және т.б;
- Желдекіштер және ауа үрлегіштер;
- Ортадан тепкіш және бұрандалы ауа сығымдағыштар;
- Экструдерлер мен қоспалауыштар;
- Дирмендер.

ПЧ SINAMICS G150 шкафты орындаудағы ЖТ артқышылықтары:

- шағын модульді құрылымы, қызмет көрсетудегі оңтайлылығы мен қарапайымдылығы;
- минимум кемшілікпен жетекті жобалаудың қарапайымдылығы;
- монтаждың қарапайымдылығы, қосылуға дайын шкаф;
- пайдалануға тез іске қосылуы, күрделі параметрлерсіз, мәзір бойынша таңдау баптаулары;
- оператордың шағын графикалық панелін қолданумен пайдаланудың қарпайымдылығы мен ыңғайлылығы, ұқсас шкафтың түрінде немесе мәтіндік түрде өлшенетін шамалардың көрсетілуімен, уақыт бойынша хаттарды жазу.

Тапсырыс берілген спецификацияны таңдау SIEMENS D11каталогының негізінде жүргізіледі.

Тапсырма:

0,4 кВ желісіне төмен вольтті коммутациялық шкаф арқылы қосылу үшін, 980 айн/мин, 250 кВт қуатты желдеткіштің айналу жылдамдығын реттеу үшін шкафты орындаудағы жетек қажет болады. Шарт бойынша орнатылатын жерге, биіктігі 100мм қосымша цокольді қолдану, сонымен қатар IP20 қорғаныс деңгейіне ие болуы керек. Қоршаған ортаның температурасы $+45^0$C дейін, теңіздің деңгейінен биіктігі < 1000м.

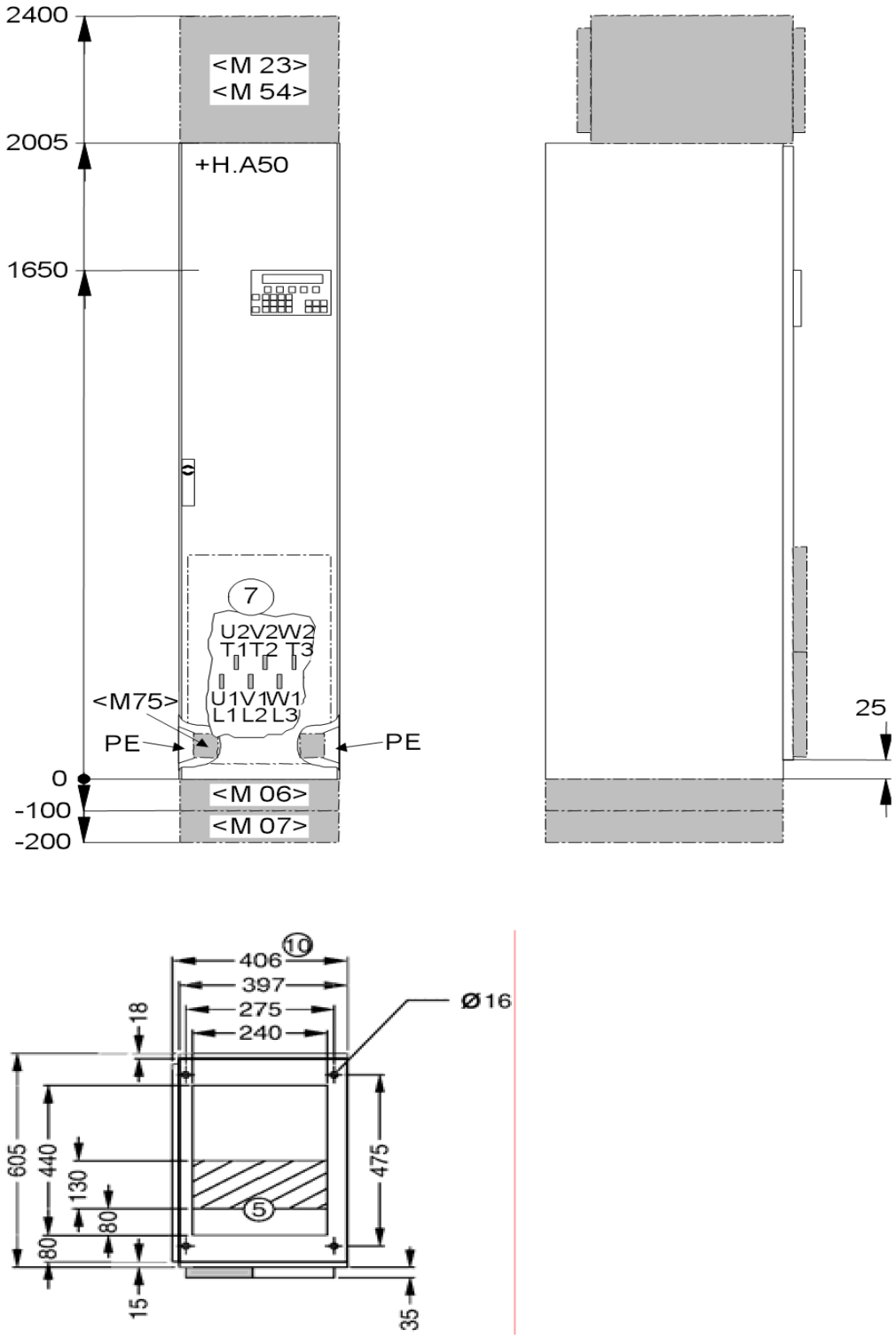
Шешімі:

Төмен вольтті коммутациялық шкафтың болуы, желілік сақтандырғыштар және бас контактор, бас ажыратқыш сияқтыларды, желіге қосу үшін құрауыштардың қойылуын қажет етпейді. Сәйкесінше, С орындау нұсқасында шағын жетекті таңдауға болады. Бұл қолданыс үшін, М06 қосымша опцилы (100мм қосымша цоколь биіктігі), 250 кВт, 400 В номиналды қуатты шкафты орындаудың айналу жылдамдығын реттегішті таңдаймыз.

Лайықты ЖТ:

| | |
|---|---|
| Тапсырыс нөмері | 6SL3710-1GE35-0AA0 |
| Номиналды қуаты | 250 кВт |
| Номиналды тұтынылатын ток | 519 А |
| Номиналды шықпалы ток | 490 А |
| Габаритті мөлшерлер | 5.4 сурет |

ЖТ шкафы ПСН-1100 шкафтарының өзіндік мұқтаждықтары 0,4 кВ таратқыш құрылғыларда орнатылады.




Опциялары сұр түске боялған фон ретінде көрсетілген

4.4 сурет - ПЧ SINAMICS G150 габаридтік сызбасы

## 4.5 Электр жетегімен басқару сұлбасының қысқаша сипаттамасы

Дипломдық жобаның графикалық бөлімінде үрлегіш желдеткішті электр қозғалтқышын басқару жүйесінің принциптік сұлбасы көрсетілген. Бұл қолданыстағы сұлба қазандықты цехтің механизмдерін электр жегімен басқару сұлбаларымен біріктірілген және сәйкес келетін осы механизмдермен өзара әркеттесу тізбектерінің таңбалануына ие.

А1 жиілікті түрлендіргіші РУСН-0,4 кВ мекемесінде орнатылады. ЖТ шкафының есігінде оның параметрлері үшін панель бар. Релелік сұлба, автоматты ажыратқыш, айырғылар ПСН-1162 түріндегі ЖТҚ шкафында орнатылады. Бұл ұяшыққа ТА1 ток трансформаторы және техникалық есептеулер үшін PW1 активті энергияның есептеуіші орнатылған.

Электр жетегімен басқару оргадары, нақтсында SA1 қосу-өшіру кілті және SA2 басқар механизмермен бұғаттауларды қайта қосу кілті №№ 11, 12 қазандықтардың топтық басқару қалқанында орналасқан. SB1 апаттық өшіру тетігі орны бойынша тез өшіру мүмкіндігі үшін қозғалтқышқа жақын орналасқан.

РА1 айналу жиілігін және РА2 ток қозғалтқышын бақылайтын құралдар қазандықты агрегаттың жылулық қалөанында орналасқан.

Үрленетін желдеткішті қосу В1 жағдайында, SA1 кілтінің бұрылысымен жүргізіледі, сол кезде ЖТ дискретті кірісіне өзінің түйіспелерімен сигнал беретін, KQ1 пәрменінің тұрақтандыру релесі іске қосылады. Қосу пәрмені бойынша ЖТ А2 айналымдарының берілген тапсырыстарға дейін қозғалтқышты қалыпты айналдырады. Айналу жиілігі қолмен тапсырушының потенциометрінің айналуымен, немесе ТАИ цехының автоматты реттелетін қазандықды жағуда оттегінің құрамын автоматты реттеу режімінде өзгеруі мүмкін.

Үрленетін желдеткішті өшіру О1 жағдайында, SA1 басқару кілтін бұру кезінде, немесе SB1 апаттық тетігін басу кезінде болады. Сонымен қатар, үрленетін жетдеткіш технологиялық сұлбаның үрленетін желдеткішімен түйіндескен, басқа механизмдердің қорғанысы немесе басқару сұлбасынан бұлағаттау және минималды кернеуді қорғау, қазандықтардың технологиялық қорғауларының жұмысынан сөндірілуі мүмкін. Желдеткішті басқа механизмдердің бұғатталуымен сөндіру мүмкіндігі SA2 кілтімен жүргізіледі, бұл жөндеу кезінде қажетті болады..

Сұлбада HLG1 және HLR1B бақылаушы шамдармен үрленетін желдеткіш (қосулы/сөнулі) жағдайының сигнал беруі, технологиялық қорғаныстан сөндірілуі (KH2 көрсеткіш реле), басқару тізбектерінің үзілу сиганлы (KH1) қарастырылған. Сонымен қатар ЖТ, KLF1–KLF 4 релесінің көмегімен электр қозғалтқышы мен ЖТ өзінің қалыпты емес жұмыс режімдері немесе бұзылғандықтар туралы бағдарланатын дискретті шығыстарда сигналдар қалыптастырылады.

.

## 5 Экономикалық бөлім

Бұл бөлімде қазан агрегаттарының үрленетін желдеткіштерін басқаруға арналған жиілікті түрлендіргішті (ЖТ) қолданудың экономикалық нәтижесі қарастырылған. Барлығы үрленетін желдеткіштердің өнімділігін басқаруға арналған төрт жиілікті түрлендіргіш орнату жоспарланып отыр ДВ-11А, ДВ-11Б, ДВ-12А, ДВ-12Б.

### 5.1 Техникалық-экономикалық негіздеме

Қазіргі уақытта Ақтөбе ЖЭО жеткіліксіз экономикалық және ескірген аэродинамикалық сұлбалар бойынша орындалған үрленетін желдеткіштер пайдаланылады. Мұндай машиналарды пайдалануда сақтау тарту күшіне және үрлеуге кететін электр энергиясының жоғары шығынын туғызады. Машинаның жетегіне кететін энергияның шығынын азайту, сондай ақ агрегаттарды ағымдық пайдалануда ресурстарды үнемдеуге олардың жаңартылуы мүмкіндік береді – яғни жиілікті реттелетін электр жетегін пайдалану. Сонымен қатар қолданыстағы электр сұлбасы электр қозғалтқышының (күштік автомат) толық қорғынысын қамтамасыз ете алмайды, жиілікті түрлендіргішті пайдалану қозғалтқыштың қорғанысының мәселесін де шешуге мүмкіндік береді.

### 5.2 Күрделі қаржы жұмсалымдарын есептеу

5.2.1 Күрделі қаржы жұмсалымдарын есептеу

КЖ кезіндегі күрделі қаржы жұмсалымдары өндірістік негіздегі барлық шығындарды қосады:

$$КВ = К_О + К_{С.М} + К_{ТР} + К_{ПР}, \quad (5.1)$$

мұндағы $К_Н$ - негізгі және қосалқы жабдықтың құны, тг;
$К_{Қ.Ж}$ - құрылыс және жөндеу жұмыстарының құны, тг;
$К_{КШ}$ - көлік шығындары, тг;
$К_{БШ}$ - жабдықты пайдалануға берумен байланысты басқа да шығындар, тг.

Төрт SINAMICS G150 жиілік түрлендіргіштерін жеткізу шарты бойынша жабдық құны:

$$К_Н = 4 \cdot 4132 = 16000 \text{ мың. тг.}$$

Жөндеу ұйымымен шарт бойынша құрылыс және жөндеу жұмыстарының құны:

$$К_{Қ.Ж} = 48,33 \text{ мың. тг.}$$

Автокөліктік тасымалдауға әрекеттегі сағаттық тариф бойынша (2сағат үшін) Защита стансасынан Ақтөбе ЖЭО дейін жеткізу бойынша көліктік шығындар:

$$К_{КШ} = 2 \cdot 1,8 = 3,6 \text{ мың. тг.}$$

Жөндеу құнынан 15% мөлшерінде пайдалануға енгізумен байланысты басқа да шығындар:

$$К_{БШ} = 0,15 \cdot 48,33 = 7,25 \text{ мың. тг.}$$

Жиілік түрлендіргішті орнатуға кететін барлық күрделі қаржы жұмсалымдары:

$$КЖ = 16000+48,33+3,6+7,25 = 16059,18 \text{ мың. тг.}$$

5.2.2 Қосалқы жабдықты дайындаудың өзіндік құны

Ақтөбе ЖЭО қызметкерлердің шектелген санымен және қосалқы жабдықты дайындау бойынша аумақтың жұмыспен толық қамтылуымен байланысты қосалқы жабдықты дайындаудың өзіндік құны нөлге тең деп қабылданған.

## 5.3 Пайдалану шығындарын анықтау

Пайдалану шығындарын анықтау екі нұсқа үшін орындалады. Бірінші нұсқа – жиілік түрлендіргішті орнатқаннан кейін, екіншісі – ЖТ орнатпай.

5.3.1 Амортизациялық аударымдарды анықтау

Амортизацияға аударымдар электр жабдығының қызмет мерзімінің соңына дейін орнатуға кеткен шығындар толығымен қайтарылатындай түрде орнатылады.

Қайта қалпына келтіруге (қайта жаңарту) кететін жыл сайынғы амортизациялық аударымдар $А_м$ өз кезегінде негізгі құралдың қызмет мерзіміне байланысты орнатылатын норма бойынша анықталады:

$$Ам = \frac{Сперв \cdot Нпв}{100}, \qquad (5.2)$$

мұндағы $С_{перв}$ - негізгі құралдың бастапқы құны (7.2.1ден), мың. тг;

$Н_{пв}$ - толығымен қайта қалпына келтіруге кететін амортизациялық аударымдардың нормасы (А қосымшасындағы кестеден [17]), % бастапқы құнынан.

$$Ам1 = \frac{16000 \cdot 6,4}{100} = 1024 \text{ тыс.тг}$$

$$Ам2 = 0.$$

5.3.2 Пайдалану қызметтеріне кететін шығындарды анықтау

Пайдалану қызметтеріне кететін шығындарға тораптық аумақтардың және қызметтердің пайдалану қызметкерлерінің еңбекақысы бойынша шығындар, тораптың ағымдық жөндеуге кететін шығындар, қосымша материалдарға шығындар, қосалқы қызметтермен атқарылатын қызметті төлеу бойынша шығындар, сондай ақ жалпы тораптық және басқа да шығындар жатады.

Жиіліктік-реттелетін жетекті пайдалану ілмектік арматураны, коммутациялық аппаратураны, сорғыны және электр қозғалтқышты ұстауға кететін пайдалану шығындарын анағұрлым төмендетуге және жөндеу аралық мерзімді үш есе ұлғайтуға мүмкіндік береді.

а) жөндеуге кететін шығындар:

Шығындар қосымша материалдарға шығындарды, басқа қызметті төлеу бойынша шығындар және басқа да шығындарды ескергендегі кәсіпорындағы берілгендер (кесте 5.1) бойынша анықталады. Жөндеу аралық интервалдың үш есеге ұлғайғанымен байланысты бірінші нұсқа үшін екінші нұсқа бойынша шығындардан үштен бір бөлігін құрайды.

5.1 кесте – Үрленетін желдеткіштерді жөндеуге кететін шығындар

| Механизмнің элементі | Бірлігіне кететін шығындар, мың. тг. | Саны, дана. | Барлық шығындар, мың. тг. |
|---|---|---|---|
| Электр қозғалтқыш | 12 | 4 | 48 |
| Желдеткіш | 30 | 4 | 120 |
| Реттеуші арматура (қақпағы) | 1 | 4 | 4 |
| Барлығы: | | | 172 |

$Зр_2$= 172 мың. тг;

$Зр_1$= 172/3=57,33 мың. тг.

Қорытынды: жиілік түрлендіргішті орнатқаннан кейін электр қозғалтқыштың, желдеткіштің, реттеуші қақпақтың жұмыс жағдайының жақсару әсерінен жөндеу аралық мерзімнің ұлғаюы есебінен жөндеуге шығындарды 114670 тенге мөлшерінде үнемдеу күтілуде.

б) еңбекақыны төлеуге кететін шығындар:

«AES Ақтөбе ЖЭО» АҚ кәсіпорнында ИТД бойынша жұмысшының міндеттерін атқарғаны үшін еңбекақысы орнатылады, оған аймақтық коэффициент, жұмыс уақытынан тыс демалыс және мереке күндері жұмыс істегені үшін ақы, кіріс салығы, міндетті зейнетақы жарнасы, сондай ақ Семей полигоны үшін 1308 тг құрайтын өтемақыдан басқа ҚР заңнамасымен қарастырылған әр түрлі үстемақылар, қосымша ақы және өтемақылар кіреді.

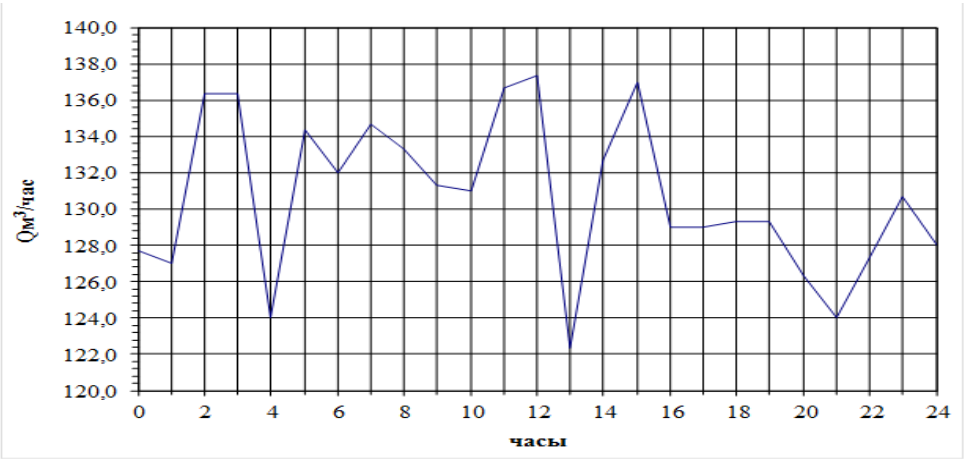
Жиілік түрлендіргішті орнатқаннан кейін жөндеу жұмысшыларының санын қысқарту жобаланбайды, сондықтан тиімділігін бағалау кезінде еңбекақыны төлеуге кететін шығындар екі нұсқа бойынша өзара жойылады.

в) электр энергиясына кететін шығындар:

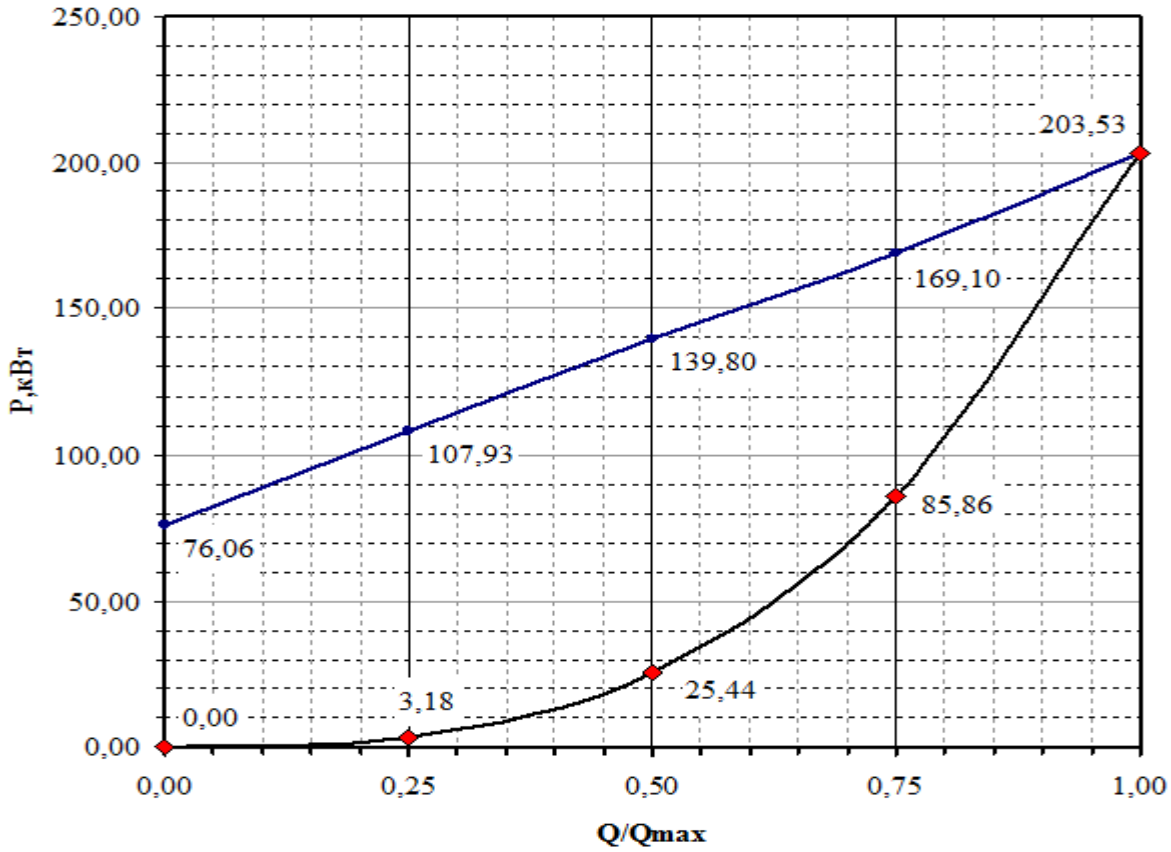
Электр энергиясын тұтынуы үрленетін желдеткіштердің электр энергиясын тұтынуының және өнімділігінің орташаландырылған деректерін бақылау негізінде есептелген. Қажетті деректер 5.2 кестеде және 5.1 мен 5.2 суреттерде келтірілген.

5.2 кесте – Реттеу кезіндегі ҮЖ электр энергиясын тұтынуы

| Өнімділігі Q/Qmax | Реттеу кезіндегі тұтынуы | |
|---|---|---|
| | дроссельді Рд, кВт | жиілікті Рч, кВт |
| 0 | 76,06 | 0,00 |
| 0,25 | 107,93 | 3,18 |
| 0,5 | 139,80 | 25,44 |
| 0,75 | 169,10 | 85,86 |




5.1 сурет – Үрлеу желдеткештердің орташа тәуліктік графигі




5.2 сурет – Желдеткіш өнімділігіне тәуелді электр энергиясын қолдану сипаттамасы

13 тг тарифі кезіндегі жылына 250 тәулік жұмысы үшін электр энергиясына кететін шығын (Ақтөбе ЖЭО үшін):

$$Сээ_1 = 2040,16 \cdot 250 \cdot 13 = 6630520 \text{ тг};$$

$$Сээ_2 = 3904,32 \cdot 250 \cdot 13 = 12689040 \text{ тг}.$$

Қорытынды: жиілік түрлендіргішті орнату электр энергиясына кететін шығындарын 6058520 тенге мөлшерінде төмендетуіне алып келеді.

5.3.3 Пайдалану шығындарын есептеу

Төрт үрленетін желдеткіш үшін пайдалану шығындары келесіні құрайды:

$$С_{пайд} = (Зр + Сээ) \cdot 4; \quad (5.3)$$

$$С_{пайд1} = (57,33 + 663,1) \cdot 4 = 2881,72 \text{ мың. тг};$$

$$С_{пайд2} = (172 + 1268,9) \cdot 4 = 5763,6 \text{ мың. тг}.$$

$$С_{пайд1} = (57,33 + 663,1) \cdot 4 = 2881,72 \text{ мың. тг};$$

$C_{пайд2}$= (172+1268,9)·4= 5763,6 мың. тг.

5.3 кесте – Электр энергиясын тәуліктік қолданылуы

| Период | Расход,Q$м^3$/ч | Рд, кВт | Рч, кВт |
|---|---|---|---|
| t1 | 127,67 | 160,04 | 79,02 |
| t2 | 127,00 | 159,43 | 77,79 |
| t3 | 136,33 | 168,00 | 96,23 |
| t4 | 136,33 | 168,00 | 96,23 |
| t5 | 124,00 | 156,67 | 72,41 |
| t6 | 134,33 | 166,16 | 92,06 |
| t7 | 132,00 | 164,02 | 87,35 |
| t8 | 134,67 | 166,47 | 92,75 |
| t9 | 133,33 | 165,25 | 90,02 |
| t10 | 131,33 | 163,41 | 86,03 |
| t11 | 136,67 | 168,31 | 96,94 |
| t12 | 137,33 | 168,92 | 98,37 |
| t13 | 122,33 | 155,14 | 69,53 |
| t14 | 132,67 | 164,63 | 88,68 |
| t15 | 137,00 | 168,61 | 97,65 |
| t16 | 129,00 | 161,26 | 81,52 |
| t17 | 129,00 | 161,26 | 81,52 |
| t18 | 129,33 | 161,57 | 82,16 |
| t19 | 129,33 | 158,81 | 82,16 |
| t20 | 126,33 | 158,81 | 76,57 |
| t21 | 124,00 | 156,67 | 72,41 |
| t22 | 127,33 | 159,73 | 78,40 |
| t23 | 130,67 | 162,80 | 84,72 |
| t24 | 128,00 | 160,34 | 79,64 |
| Қорытынды | | 3904,32 | 2040,16 |

## 5.4 Экономикалық тиімділігін бағалау

Күрделі қаржы жұмсалымдарын талап ететін шараның экономикалық тиімділік көрсеткіші болып жылдық пайдалану шығындарының 1 тенге күрделі қаржы жұмсалымдарына төмендеуін көрсететін экономикалық тиімділік коэффициенті болып табылады.

$$E = \frac{\Delta Сэкс}{КВ} \quad , \qquad (5.4)$$

мұндағы ΔСэкс – жылдық пайдалану шығындарын үнемдеу, тг;
Кв – шараны енгізуге кететін күрделі қаржы жұмсалымдары, тг.

$$E = \frac{5763,6 - 2881,72}{16059} = 0,179 > Ен = 0,12.$$

Осылайша жиілікті түрлендіргішті орнату тиімді.

Өтелу мерзімі:

$$Ток = \frac{КВ}{\Delta Сэкс} = \frac{1}{E} = \frac{1}{0,179} = 5,6 \text{ жыл.} \qquad (5.5)$$

Есептік өтелу мерзімі нормативтіден төмен (8,33 жыл).

Жиілікті түрлендіргішті орнатуды негіздеу күрделі қаржы жұмсалымдарының экономикалық тиімділігін анықтау негізінде жүргізіледі, оның өлшемі болып минималды келтірілген жылдық шығындар болып табылады. Әдістің мәні келесіде, әрбір нұсқа үшін (енгізгенге дейін және кейін) күрделі қаржы жұмсалымдарының тиімділігінің нормативтік коэффициентін $E_н$ = 0,12 енгізумен бір жылға келтірілген шығындар анықталады.

Келтірілген шығындар:

$$С_{шығ} = Е_н \cdot КВ + С_{экс} \qquad (6.6)$$

$$Скелт_{дейін} = 0,12 \cdot 0 + 5763,6 = 5763,6 \text{ мың. тг;}$$

$$Скелт_{кейін} = 0,12 \cdot 16059 + 2881,72 = 4808,8 \text{ мың. тг.}$$

Құндық мәндегі экономикалық нәтиже:

$$Э = Скелт_{дейін} - Скелт_{кейін}; \qquad (6.7)$$

$$Э = 5763,6 – 4808,8 = 954,8 \text{ мың.}$$

Қорытынды:

Есептеу көрсеткендей, жиілікті түрлендіргішті орнату тиімді (Е>Ен), есептік өтелу мерзімі нормативтіден аз. Электр энергиясын есептеу есебінен пайдалану шығындарына үнемдеу 2881,88 мың. Тенгені құрады. Жылдық экономикалық нәтиже 954,8 мың. Тенгені құрады.

Барлық көрсеткіштер Ақтөбе ЖЭО үрлейтін желдеткіштердің қозғалтқыштарын басқаруға арналған жиілікті түрлендіргіштерді орнату тиімді және қажетті екенін көрсетеді.

## 6 Өмір тіршілік қауіпсздігі

Осы дипломдық жобаның аясында басты корпустың жабық бөлмесінде орналасқан өзіндік мұқтаждықтарды тарату құрылғыларын жөндеу бойынша жұмыстар қарастырылған.

«Жобаның қауіпсіздігі және экологиялылығы» бөлімінде жөндеу жұмыстарын жүргізу кезіндегі қауіпсіздік, электр қауіпсіздігі бойынша сұрақтар қарастырылған, жеке қорғаныс құралдарын пайдалану бойынша ұсыныстар берілген.

Қоршаған ортаны қорғау сұрақтары бойынша стансаның қоршаған ортаға зиянды әсерін азайту бойынша жалпы шаралар қарастырылған.

### 6.1 Қосалқы электр станциясын пайдаланудағы техникалық шаралар, талдау жасау

Жұмыс орнында алдымен жұмыс жағдайларының қауіпсіздігі қамтамасыз етілуі керек: сорғылық агрегаттар арасындағы ара қашықтық сорғылавр жұмысын бақылауға және оларды қызмет етуге мүмкіндік берукерек; баспалдақтар және траптар ыңғайлы, жарықтандыру жақсы, вентиляция және жылыту жеткілікті болу керек.

Келесі ережелер сақтау міндетті:

1) жұмыс орнында арнайы киімде болу керек;

2) жұмыс орнында резеңке қолғаптар, көзәйнектер, анықталған маркалы және типті противогаз болу керек;

3) айналатын және қозғалатын бөлшектер қоршалуын бақылау керек;

4) сорғы жұмысы кезінде болттарды және шпилькаларды тартпау керек және сальниктерді және қақпақшаларды ауыстыру керек;

5) оңай жанғыш және улы заттардың ағуын болдырмау керек;

6) сүрту материалдарын арнайы жабдық металл қораптарында сақтау керек.

Қауіпті факторларға: электр қауіпсіздігі,өрт қауіпсіздігі,техникалық қауіпсіздік шаралары жатады.

Құрылғыны жұмысқа бастау туралы дыбыстық белгімен немесе дауыспен хабарлау керек.

Құрылғыны жіберу алдында оның барлық механизмдері мен түйіндері жұмысшы күйге келтірілуі керек.

Қауіпсіздік шаралар көрсету.

Құрылғыдағы жұмысқа тек құрылғыға тікелей қатысы бар, ПНБ-4 машинасын пайдалану бойынша нұсқаумен танысқан және де қауіпсіздік техникасыныңсәйкес ережелерімен танысқан адамдар жіберіледі

Құрылғыны қосу алдында және оның жұмысы кезінде құрылғы платформасында бөгде заттар болмауы керек. Құрылғы жұмысы кезінде оның

қасындағы ағынды құбыржайында және де соңғысымен кез-келген жұмыстар жүргізуге тыйым салынады.

От сөндіргішсіз қондырғыны пайдалануға болмайды. Жер астында жұмыс істеген кезде темекі тартуға тыйым салынады.

Мүлде тыйым салынады:

1. Сақтандырғыш қақпақша жөнделмеген кезінде құрылғымен жұмыс істеу;

2. Құрылғы сипаттамасында көрсетілгендерден асатын қысым кезінде жұмыс істеу.

6.1.1 Жұмыс аяқталғандағы қауіпсіздік талаптары

Жұмыс аяқталғаннан кейін механикаландырылған құрал және жұмыста басқа да пайдаланылған жабық қорек көзінен ажыратылады. Жұмыс орны ретке келтіріледі, жолдан бөгде заттар алынады. Құралдың үйкелген бөліктері сүртіледі және майланады, және сақтауға құрал, аспап, өлшеу аспабы қоймаға өткізіледі. Қауіпті аумақтардың, қорғаныстарды, бұғаттауларының қоршаулары қайта қалпына келтіріледі, қажет болған жағдайда ескерту жазулары мен плакаттары ілінеді.

6.1.2 Апаттық жағдайлардағы қауіпсіздік

Жұмыс уақытында дайындаушы-зауыттардың нұсқамасының талаптарына сәйкес оларды пайдалануға тыйым салынатын тас төсеу құралдарының, қолданылатын жабдықтың, қорғаныс құралдарының ақаулықтары табылған жағдайда жұмыс тоқтатылады.

Жұмыс аумағында қауіпті жағдайлар пайда болғанда (тұйықтаудың ақаулығы; кабель құрылысында газ иісінің пайда болуы), жұмыс атқару аумағында тұрақтылығының жоғалуы кезінде немесе құрастырылымның тұтастығының бұзылуы кезінде де жұмыс тоқтатылады.

Жазатайым оқиға болған жағдайда дереу сол жерде алғашқы медициналық көмек көрсетіледі және жазатайым оқиға туралы стансаның кезекші инженеріне хабарланады.

Жалындау немесе өрт пайда болған жағдайда міндетті түрде телефонның көмегімен немесе айналадағы адамдар арқылы стансаның кезекші инженеріне хабарланады; мүмкіндігі бойынша өрт сөндіру шаралары қолданылады.

Апаттық жағдай пайда болған жағдайда электр монтаждаушылардың денсаулығына немесе айналадағы адамдарға қауіп төнгеннен жұмысты тоқтатады және қауіпті аумақты босатады.

## 6.2 Қосалқы станциядағы диспетчерлік жұмыс бөлмесінің жалпылама механикалық ауа алмасуын есептеу

Жұмысты орындау кезінде ағзадағы зат алмасу процесі күшейеді, оның өнімділігі де ерекшеленеді, сәйкесінше қоршаған ортаға анағұрлым қарқынды

ауа берілісі талап етіледі, олай болмасаң адам денесінің температурасы артуы мүмкін, ол өз кезегінде адам денсаулығының нашарлауына алып келеді.

Жылулық баланстың бұзылуы адам денесінің қатты қызуына алып келеді. Дене температурасы ең ауыр жағдайларында 40-41 және одан жоғары болады, терінің бөлінуі болады, тамыр соғысы және тыныс алу жиілейді, баста шу пайда болады, кей жағдайларда естен айырылуға алып келеді.

Диспетчерлік пункітінің ғимаратындағы оңтайлы климат жағдайы адам ағзасы және қоршаған орта арасындағы теңдіктің сақталуына кепілдік береді.

Төменде жұмыстық тұрақ жайдағы салқындату жүйесінің есептеулері келтірілген. Салқындату жүйесі жұмыстық ғимараттағы климаттық нормативтік мәндерге сай келуімен қамтамасыздандырады.

Ағындық ауаның мөлшері $L_{ағ}$, $м^3$/сағ, келесі формуламен анықталады.

$$L_{ағ} = \frac{Q_{арт}}{c \cdot p_{пр} \cdot (t_{шығ} \cdot t_{ағ})} \quad (6.1)$$

мұндағы $Q_{арт}$ - айқын жылудық артық бөлінуі, кДж/сағ;

с – тұрақты қысым кезіндегі ауаның меншікті жылу сыйымдылығы, с = 1кДж/(кг·С);

$p_{ағ}$ - тұрақ-жайға келіп түсетін ауаның тығыздығы, 1,2кг/$м^3$;

$t_{шығ}$ – жұмыстық немесе қызмет көрсететін шегіне ғимараттан шығарылатын ауаның температурасы, $^0$С;

$t_{ағ}$ - ағындық ауа темературасы, С.

Тұрақ-жайдан шығарылатын ауаның температурасы $t_{шығ}$, $^0$С төмендегі формуламен анықталады:

$$t_{ж.а} = t_{рз} + \Delta t \cdot (h_c - H) \quad (6.2)$$

мұндағы $t_{ж.а}$ – жұмыстық аймақтағы температура, оның мәні норма бойынша рұқсат етілген мәннен аспауы керек, ($t_{ж.а} \leqq t_{кос}$), С;

Δt – ғимарат биіктігі бойынша температуралық градиент (Δt = 0,5 – 1,5), $^0$С;

$h_c$ – еденнен тартпалық саңылаулардың ортасына дейінгі қашықтық (салқындатқыш), м;

Н – жұмыстық аймақ биіктігі, м.

Есептеулер жылдың жылы мерзімі үшін шығарылатындықтан, $t_{ж.а} = 22^0$С деп аламыз. салқындатқыштың ішкі бөлігі $h_c$ = 2,5 м биіктікте орналасқан

$$t_{ж.а} = 22 + 1.2 \cdot (2.5 - 2) = 23.8\,℃$$

Ағындық ауа температурасы $t_{аг}$ айқын жылудың артық болуы кезінде жұмыстық аймақтың темперетурасынан 5-7$^0$С төмен болуы керек

$$t_{аг} = 22 - 7 = 15℃$$

Жылудың артық бөлінуінің шамасын $Q_{арт}$ ғимараттағы жылу балансы негізіне сүйеніп, төмендегі формула бойынша анықтайды

$$Q_{арт} = \sum Q - \sum Q_{шығ} \quad (6.3)$$

мұндағы $\sum Q$ – ғимаратқа түсетін жылудың қосынды мөлшері, Вт;

$\sum Q_{шығ}$ - ғимараттан шығарылатын жылудың қосынды мөлшері, Вт, (қоршаулар жылу шығынының есебінен, ғимаратқа түсетін ауаның қызуымен және т.с.с.)

Терезелік саңылаулар арқылы күн сәулесімен енгізілетін жылуды анықтаймыз

$$Q_1 = F_0 \cdot m \cdot K \cdot q_c \quad (6.4)$$

мұндағы $F_0$ – диспетчерлік пункттің бір терезесінің ауданы, 7,5 м$^2$ тең деп алынады;

$m$ – терезелер ауданы, m=2

$q_c$ – 1 м$^2$ терезе арқылы жылу түсімі

Бір реттік әйнектелу кезінде және ағашты жақтауларда $q_c$ =224 Вт/м$^2$ (диспетчерлік пункттің терезелері оңтүстікке қарайды) және екі реттік әйнектелген терезелер үшін түзету коэффициенті К=0,6 болады. Осыған байланысты анықтаймыз:

$$Q_1 = 7.4 \cdot 2 \cdot 0.6 \cdot 224 = 199.12 \text{ Вт}$$

Артық жылудың негізгі көздері ретінде өлшеуіштік қондырғылар, жарықтандыру аспаптары, қызметкерлер және т.с.с. алынады. Жасанды

жарықтандырудан жылу бөлінуін $Q_2$ барлық тұтынылатын энергияның соңғы нәтижесінде жылуға айналу шарты арқылы, келесі формуламен анықтайды:

$$Q_2 = \eta \cdot N \qquad (6.5)$$

мұнда η - η= 0,5÷0,6 люминесцентті шамдарды пайдалану кезіндегі, электр энергиясының жылу энергиясына өтетін коэффициенті

N – шамдардың жұмсалатын қуаты, Вт.

$$Q_2 = 0,5 \cdot 975 = 487,5 \text{ Вт.}$$

$Q_3$ қызметкерінен жылудың бөлінуі мына формула бойынша анықталады:

$$Q_3 = n \cdot q_a, \qquad (6.6)$$

мұнда n – жұмыскерлердің саны;

$q_a$ – бір адамнан бөлінетін, жылудың саны, Вт (6.2 кестені қараңыз).

6.2 кесте – қоршаған ортаның температурасы мен жұмыстың категориясына тәуелді, бір адамнан бөлінетін жылудың саны

| Жұмыстың санаты | Жылу,Вт | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Толық | | Анық | |
| | $10^oC$ кезінде | $35\ ^oC$ кезінде | $10^oC$ кезінде | $35\ ^oC$ кезінде |
| Жеңіл | 180 | 145 | 150 | 5 |

$$Q_3 = 3 \cdot 145 = 435 \text{Вт.}$$

Георграфиялық енін ескергендегі жылудың түсуінің орташа мәнін $Q_{прад}$=18 Вт тең деп қабылдаймыз.

Терезе, есік ойықтары және қабырғалар арқылы $Q_{шы}$ кВт мекемесіндегі жылудың шығыны шамамен келесі формула бойынша бағаланады:

$$Q_{шы} = \frac{\lambda \cdot S \cdot (t_{вы} - t_{пр})}{\delta}, \qquad (6.7)$$

мұнда λ – қабырғалардың жылу өткізгіштігі, Вт/(м·$^o$C);

S – ауданы, м$^2$;

δ - қабырғалардың қалыңдығы, м.

Жұмыс мекемесінің қабырғалары М600 ауыр бетоннан дайындалған, оның жылу өткізгіштігі 1,2 Вт/(м·°С) тең. Қабырғалардың қалыңдығы δ = 0,5 м.

$$Q_{шы} = \frac{1{,}2 \cdot 120 \cdot (23{,}8 - 15)}{0{,}5} = 2534{,}4 Вт. \quad (6.8)$$

Мекемеге түсетін жылудың қосынды санын төмендегі формуласы бойынша анықтаймыз:

$$\sum Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_{п.рад}, \quad (6.9)$$

$$\sum Q = 1989{,}12 + 4875 + 435 + 18 = 7317{,}12 \text{ Вт}.$$

Жылудың артық бөліну шамасын анықтаймыз:

$$Q_{арт} = 7317{,}12 - 2534{,}4 = 4782{,}72 \text{ Вт}.$$

Шығатын ауаның санын анықтаймыз:

$$L_{шы} = \frac{4782{,}72}{1 \cdot 1{,}2 \cdot (23 - 15)} = 498{,}2 м^3 / саг$$

Салқындатқышты орнатамыз: General (Fujitsu) ABG35U

General (Fujitsu) ABG35U техникалық сипаттамалары:
1) салқын өндіргіштігі, кВт: 8,60;
2) жылу өндіргішітігі, кВт: 9,70;
3) жүйемен (салқындату) тұтынылатын қуат, кВт: 3,05;
4) жүйемен (қыздыру) тұтынылатын қуат, кВт: 2,95;
5) ауаның (салқындату) шығыны, $м^3$/сағ: 900;
6) ауаның (қыздыру) шығыны, $м^3$/сағ: 900;
7) дыбыс қысымының деңгейі: 40;
8) ауданды (шамамен) мекемелер үшін, $м^2$: 125;

Сыртқы блок:
1) габариттік мөлшерлері, мм: 835х900х340;
2) жұмыс температураларының диапазоны (қыздыру), °С: +15;
3) жұмыс температураларының диапазоны (салқындату), °С: - 15;

Ерекше атқарымдарға жұмыстың арнайы «түндегі» режімін, толық функционалдық қашықтықтан басқаруын, қарапайым құрылымын, СК-дисплейді жатқызуға болады.

### 6.3 Қорғаныстық жерге қосу құрылғысына есеп жүргізу

Қондырғылардың ережесі бойынша қорғаныс жерге тұйықтаудың кедергісі $R \le 5$ Ом

Қорғаныс жерге тұйықтаудың кедергісі келесі өрнекпен анықталады:

$$R_m = \frac{0{,}3 \cdot S}{l} \cdot \left( \lg \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4h + l}{4h - l} \right) \qquad (6.5)$$

.

мұндағы: $l = 3000$ мм-стержень ұзындығы,

$h -$ жазықтықтан стержень центріне дейінгі ара қашықтық:

$$h = R_1 + \frac{1}{2} l = 50 + \frac{1}{2} \cdot 3000 = 1550 \text{ м.}$$

мұндағы: $d = 50$ мм- стержень диаметрі.

$p = 0{,}32 \cdot 10^4$ Ом/ мм-стержень материалының меншікті кедергісі:

$$R_r = \frac{0{,}3 \cdot 0{,}32 \cdot 10^4}{3000} \cdot \left( \lg \frac{2 \cdot 3000}{50} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 1550 + 3000}{4 \cdot 1550 - 3000} \right) = 8{,}45 \text{ м.}$$

Стержень саны:

$$n = \frac{R_\Sigma}{R_3} \cdot \frac{\eta_e}{\eta_3} \qquad (6.6)$$

мұндағы: $\eta_e = 1{,}3 -$ грунт кедергісін есепке мезгіл коэффициенті;

$\eta_з = 0{,}67 -$ жерге тұйықтаушы қондырғының экрандалуын ескеретін коэффициент.

$$n = \frac{8{,}45}{4} \cdot \frac{1{,}3}{0{,}67} = 1{,}088 .$$

$n = 1$ деп алайық.

$$R_n = \frac{R_\Sigma \cdot R_H}{R_\Sigma \eta_n + R_H \eta_n n} = \frac{8{,}45 \cdot 41{,}5}{8{,}45 \cdot 0{,}75 + 41{,}5 \cdot 0{,}76 \cdot 1} = 9.3 \text{ Ом}$$

Осыдан:

$$R_n = \frac{R_e \cdot R_n}{R_e + R_n} = \frac{5{,}1 \cdot 9{,}3}{5{,}1 + 9{,}3} = 3{,}3 \text{ Ом.}$$

Кесте 6.1 - Жеке қорғаныс құралдарының түрлері және тағайындалуы.

| Қорғаныс құралдарының тағайындалуы | Қорғаныс құралдары |
|---|---|
| Есту мүшелерін қорғау | Шуға қарсы шлемдер, құлаққаптар |
| Көзді қорғау | Қорғаныс көзілдіріктері, бетперделер |
| Қолды қорғау | Қолғаптар |
| Бетті қорғау | Қорғаныс көзілдіріктері, қорғаныс бетперделері |
| Дем алу мүшелерін қорғау | Газтұтқыштар, респираторлар, пневма шлемдер, пневма бетперделер |
| Арнайы киім | Комбинезондар, жартылай комбинезондар, күрткелер, шалбарлар, костюмдер, халаттар, жамылғылар, қысқа тондар |
| Арнайы аяқ киім | Етіктер, бәтеңкелер, боттар, галоштар |
| Басты қорғау | Каскалар, шлемдер, бас киімдер |

Жұмысшыларды қорғау құралдарының негізгі түрлері.

Зиянды және қауіпті өндірістік факторлардың әсерін төмендету немесе жою арналған жұмысшыларды қорғау құрылғылары ұжымдық және жеке қорғаныс құралдары болып бөлінеді.

Жеке қорғаныс құралдары 6.1 кестеде қарастырылады.

Жеке қорғаныс құралдарынан басқа сақтандырғыш құралдар да бар. Оларға жатады: сақтандырғыш белдіктер, ток өткізбейтін қолғаптар, кілемшелер, қолмен қармауыштар, манипуляторлар.

### 6.4 Өрт қауіпсіздігі

Өрт қауіпсіздігі түсінігі өрт мүмкіндігі болмайтын нысандарды білдіреді, ал оның пайда болуы жағдайында өрттің қауіпті факторларының адамға әсері жойылады және материалдық құндылықтарының қорғанысы қамтамасыз етіледі.

Өрттің адамдар үшін қауіпті факторы болып ашық от, ұшқын, ауаның және заттардың жоғары температурасы, жанудың уытты заттары, түтін,

оттектің төмен шоғырлануы, ғимараттардың, құрастырылымдардың, қондырғылардығ бұзылуы және құлауы, сондай ақ жарылыс болып табылады.

Архитектуралық–жоспарлық шешімдерде өртке қарсы шаралар ғимарат құрастырылымы және құрастырылымында реттерлген отқа төзімділік және жанғығыштық шегімен қарастырылған, және ғимараттарда өртке қарсы бөгеттер құрылғыларын, адамдарды көшіруді қамтамасыз ету шаралары қарастырылған

Нысандарды өрттен сақтау Өскемен ЖЭО ерікті өрт жасағымен қамтамасыз етіледі.

Стансаның аумағы бойынша айнылмалы диаметрі 100- 200 мм болатын, 29 өрт гидранты орнатылған сақиналы су құбыры өтеді (1994 ж. жағдайы бойынша). Су құбырындағы күш 5 атм.(м), өрт болған жағдайда күші 10 атм.(м) дейін жоғарылайды, сол үшін өрт сорғы-жоғарылатқыштар қарастырылған. Су құбырындағы судың максималды шығыны су бергіштікке тексеру актісіне сәйкес 24 л/с құрайды.

Стансаның аумағында 3 сифон құдығы бар. Олар турбиналық цехтың, ГРУ, ГЩУ, май шаруашылығы аумағы ғимаратын жағалай жол бойынша орналасқан. Сифон құдықтарынан су алу кезінде соратын жеңқұбырлы желілерінің ұзындығы 4 метр.

Кабельді бөлмелердің құрамына кіреді: кабельді галереялары, туннельдер және жартылай қабаттар. Кабельді туннельдер мен галереяларға ені 1 ден 3 метрге дейінгі, биіктігі 1,6 – 2,5 м жабық дәліздер жатады. Қабырғалары, едендері және жабындары темір бетонды. Бақылау кабельдері күштік, сонымен қатар өзіндік мұқтаждық кабельдерімен бірге төселген. Туннельдегі кабельдер тіреуіштерге төселген. Ұзындығы бойынша кабельді туннельдер бөліктерге бөлінеді, әрбір 40 метр сайын өртке төзімділігі 0,75 сағат болатын өртке қарсы қоршаулармен бөлінген және одан тыс 100 – 150 метрде. Бір турбоблоктың аараллель туннельдері мен бөліктері өртке қарсы есіктермен қорғалған өзара ойықтармен, тесіктермен байланысқан. Туннельдердің желдеткіштері табиғи.

Кабельді жартылай қабаттардың бөлмелері басқару қалқанына келетін және кететін бақылау кабельдерін орналастыруға және таратуға арналған, олар негізі ГЩУ мен ГрЩУ бөлмелерінің жанында немесе астына жайғастырылады. Жартылай қабат кабельді туннельдермен есік ойықтары арқылы байланысады, ал люк пен арналар арқылы басқару қалқандары бөлмелерімен, машиналық және қазандық залдармен байланысады.

Кабельді бөлмелердің жану жүктемесі кабель оқшауламаларынан тұрады және 15 тен 35 кг/м$^2$ дейін құрайды. Кабельдердің оқшауламасы үлкен түтін түзетін қабілетке ие (6 м$^3$/кг) сонымен қатар түтін улы, жартылай жанатын өнімдердің едәуір санына ие.

Кабельді бөлмелер тұрақты сөндіру қондырғысымен жабдықталған. Көбікті өрт сөндіру қондырғысының қосылуы (егер автоматика іске қосылмай қалса) № 9 турбогенератор аумағының +0,00 белгісіндегі турбиналық цехта

орналасқан өрт сөндіру стансасынан жүзеге асырылады және де ГЩУ бөлмесіндегі басқару құрылғысынан.

ЖЭО басты корпусының бөлмелеріндегі өртті сөндіру үшін ұнтақты және көмірқышқылды өрт сөндіргіштерді орналастыру қарастырылған.

Өзіндік мұқтаждықтарын тарату құрылғыларында көмірқышқылды өрт сөндіргіштер немесе сумен өртті сөндіру қарастырылған. Электр қондырғыларынан кернеуді алмай шағын және шашыраңқы су ағынымен өртті сөндіру тек оқпаншы көрінетін ашық электр қондырғаларында ғана жүзеге асырылады. Сонымен қатар оқпаны жерге тұйықталады, ал оқпаншы ток өткізбейтін етік пен қолғаптарда жұмыс істейді, және сәйкесінше шашырау диаметрі 14 мен 19 мм кезіндегі 4,5 және 8 м кем емес арақашықтықта тұрады. Для тушения небольших очагов пожара в РУСН шағын өрт ошағын сөндіру үшін көмірқышқылды өрт сөндіргіштер бар ОУ-5 (2 дана) мен ОУ-80 (1дана).

Өрт оқпандарын жерге тұйықтауға арналған құрылғылар қажетті мөлшерде дайындалады және мерзімді түрде сынаудан өтеді. Жерге тұйықтағыш құрылғыларды, ток өткізбейтін аяқ киім мен қолғаптарды сақтау пайдалануға қол жетімді орындарда жүзеге асырылады.

## 6.5 Трансформаторда өрттің алдын алу шаралары

Электрлік қондырғылар үлкен қауіп төндіреді, себебі эксплуатация немесе профилактикалық жұмыстар барысында адам кернеу астындағы бөліктеріне жанасуы мүмкін. Адамның электр қондырғысының ток өткізгіш бөліктеріне жанасу қауіптілігі адам денесі арқылы өтетін ток шамасымен анықталады.

Өрт келесідей себептермен пайда болуы мүмкін , егер электр өткізгіштерінің оқшауланууы зақымдалғанда , сонымен қатар электр аппаратына басқа да металл заттар түскен жағдайда . Егер вагонда күйіктің немесе түтіннің иісі сезілсе жұмысты жалғастыруға болмайды , бұл жағдай түсіндірілмей және жөнделмейінше. Электр қондырғыларының құрамына жанатын оқшауланууы бар , лакпен , смоламен , парафин және басқа да жанатын заттармен сіңдірілген күштік кабельдер және сымдар кіреді . Өрттің пайда болу мүмкіндігін болдырмау, систематикалық бақылау және профилактикалық оқшаулауда , дұрыс күтуде және қазіргі кездегі техникалық қарауларды жүргізуде және сәйкес жөндеу жұмыстарында жүзеге асырылуы мүмкін.Барлық күштік кабельдер , басқару тізбегінің өткізгіштері, жарықтануы, жылу беру, энергия көздері , мемлекеттік стандартқа сәйкес болуы керек. Өткізгіштердің оқшауланууы және электрлік аппараттар әрекет ететін шарттарға сәйкес сынақтарға төзу керек .

Мұнай өнеркәсібіндегі электр қондырғыларында жұмыс істеу қауіпсіздігі жұмысты дұрыс ұйымдастыру арқылы қамтамасыз етіледі.

Журналда ауысымды қабылдау және тапсыру жөнінде, кілттерді беру, режимнің өзгерісі, авариялярды жою  т.б.  туралы жазылып отырылады.

Өрттің пайда болу мүмкіндігін жою үшін және токтың бір сымнан екіншісіне өтуі тек ток қабылдағыштары арқылы жүруін қамтамасыз ету үшін ток өткізгіш бөліктер оқшауланады. Электр сымдарының оқшауламасының кедергісі екі сақтандырғыш арасында кез-келген учаскесінде, сым және жер арасында, және кез-келген екі сым арасында 0,5 МОмға тең болуы қажет. Бұл электр қауіпсіздігін қамтамасыз етудің негізгі шарты. Эксплуатация кезінде ылғалдылық, шаң, температура және де басқа факторлардың әсерінен оқшаулама жарамсыз болуы мүмкін, осының салдарынан өрт және адамның электр тогымен зақымдану қаупі туады. Сондықтан  кез-келген жаңа электр қондырғысы немесе оның бір бөлігі монтждау немесе жөндеу жұмыстарынан кейін кернеу көзіне қосу алдында сымдарының, электраппаратурасының, электрмашиналарының және т.б. оқшауламасының кемшіліктерін анықтау үшін тексерілуі қажет. Эксплуатациялау жағдайында оқшауламаны ылғалды бөлмелерде жылына 2 реттен кем емес, құрғақ бөлмелерде 1 рет тексеріледі.

Номиналды жүктемеден 75%ға трансформатордың асқын жүктемелілігі тек кей жағдайларды ғана рұқсат беріледі. Оның ұзақтығы бірнеше минуттарға ғана созылу мүмкіндігі бар. Өндірістік шараларда асқын жүктеме электроқозғалтқыштың 10-40с қосылу тогына байланысты болады. Қосылу тогы жүйелік болғандықтан, кәсіпорындарда жүктеме трансформаторлары арнайы электрмен қамтамасыз ету құрылымдары мен графиктерін өңдейді, ол асқын өткізгіштердің мәнін азайтады.

Трансформатор өткізгішіндегі және орамдарындағы жұмыс шығындары жылуға айналады. Орнықты мәннен асқан уақытта жүктеме температурасы қоршаған ортаға беріледі.

Трансформатордың және өзге электрқондырғылардың өрт қауіпсіздігіне алдымен электр оқшауламасының беріктілігіне байланысты болады. Электрқозғалтқышының сипаттамасы электртехникалық өнімнің электрлік беріктігіне байланысты, ал ол өз алдына механикалық беріктілікке, серпімділікке, деформациялануға аз ұшырайтын және де механикалық жүктемеге, қызуға төзімді материалдарға тәуелді. Біркелкі және тұтас оқшауламаның құрылымы жергілікті қызуға және жоғары жылуөтімділіктің мәнін азайтады.

Оқшауламаның бұзылуы негізінен токтың қызуына және қоршаған ортаның температурасына, өзге де механикалық әсердің дірілінен пайда болады. Температураның 8-9°С жоғарылауы оқшауламаның қолдану мерзімін екі есе азайтады. Оқшауламаның нашарлауы электр өрісіне де байланысты.

## Қорытынды

«Ақтөбе облысының ЖЭО-ғы өзіндік мұқтаждардың электрмен жабдықтау сұлбасын жасау» атты дипломдық жобаны қарастырылды. 0,4 және 6 кВ өзіндік мұқтажының электрлік жүктемесіне есеп жүргізілді. 6 және 0,4 кВ желідегі қысқа тұйықталу тоғы есептелді. Желідегі өзіндік мұқтажының электржабдықтары таңдалды.

Жиілік түрлендіргіші таңдалып,үрлендіргіш желдеткішінің басқару схемасы құрастырылды.

Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде техника қауіпсіздігі қарастырылып, Ақтөбе ЖЭО – да өртке қарсы және қоршаған ортаны қорғауға байланысты шаралар қарастырылды. Эканомикалық бөлімінде жиілік түрлендіргіш қондырғысының эканомикалық негізделуі жүргізілді.

Электр жүктемесін есептеу бөлімінде берілген электр жүктемесіне толық есеп жүргізілді. Жүктеме денгейі орташамен 25%-ға өсті. Бастапқыда 0,4 кВ секциясын қоректендіру үшін 750 кВА қуатындағы күштік трансформатор қолданылды, ал қазір 1000 кВА қолданылады

Қысқа тұйықталу тогын есептеу бөлімінде 6 және 0,4 кВ желісіндегі қысқа тұйықталу тоғы есептелді. 0,4 кВ желісіндегі қысқа тұйықталу тоғын есептеу кезінде жерлендірілген бір фазалы қысқа тұйықталу тоғы анықталды.

Электр жабдығын таңдау бөлімінде өзінідік мұқтаж электр жабдығының ішінара қайта құруы жүргізілді. КРУ-6 кВ ұяшығы «ALSTOM» фирмасынының вакуумдық өшіргіштері бар D12 ұяшығына толықтай ауыстырылды. 0,4 кВ қалқандары үшін жабық орындалатын ПСН-1100 сериялы панель қолданылды.

Арнайы бөлімінде жиілік түрлендіргіші таңдалды және қазандық агрегатының үрлегіш желдеткішінің басқару схемасы құрастырылды. Схема қазіргі жағдайларға максималды бейімделген және қолданылуға дайын болып табылады. Берілген қондырғының тиімділігі экономика бөлімінде көрсетілген.

**Әдебиеттер тізімі**


1. Хожин Г.Х., Электроэнергетика («Электр станциялары бөлімі»); Оқулық.Алматы: ЖШС РПБК «Дәуір» 2011 - 416 бет

2. Х 67 Электр станциялары мен қосалқы станциялар: Оқулық Хожин Г.- Алматы, 2014. – 452 бет.

3. Хожин Г.Х., Кузембаева Р.М., Соколов С.Е. Электр станциялары және қосалқы станциялар №2 Есептеу- сызбалық дұмысқа арналғанәдістемелік нұсқаулар (5В071800- электр энергетика мамандығы бойынша барлық оқу түрінің студенттеріне арналған), Алматы: АЭжБУ., 2011- 38 б.

4. Хожин Г.Х., Кузембаева Р.М., Соколов С.Е. Электр станциялары және қосалқы станциялар №1 Есептеу- сызбалық дұмысқа арналғанәдістемелік нұсқаулар (5В071800- электр энергетика мамандығы бойынша барлық оқу түрінің студенттеріне арналған), Алматы: АЭжБУ., 2013- 19 б.

5. Қазақстан электрстанциялары мен тораптарын техникалық пайдалану ережелері. Қазақстан Респуликасы энергетика және минералдық ресурстар министрлігінің 2002 жылғы 14 қарашадағы №247 бұйрығымен бекітілген. Астана,. 2002.-236 б.

6. Чернобровов Н.В. релейная защита, изжание третье, переработанное и дополненное, М.: изд. «Энергия», 1967. 760 с. ил.

7. Пожаробеззопасность в электроустановках, правила и нормы 19 г.

8. Князевский Б.А., Охрана труда в электроустановках. 1983г., 336 с.

9. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П.Электрическая часть станций и подстанций. Спаровочные материалы. М.: Энергоатомиздат, 1989 г.

10. Хожин Г.Х. Электр станциялары мен қосалқы станциялар,. Қазақстан Республикасы білім, мәдениет және денсаулық сақтау министрлігінің Білім комитеті оқулық ретінде ұсынған., Алматы,. Ы.Алтынсарин атындағы Қазақтың Білім академиясының республикалық басты кабинеті., 1998., 253 б.

11. Кузембаева Р.М., Соколов С.Е., Хожин Г.Х. Электрические станций и подстанций. Методические указания к выполнению курсавой работы (для студентов специальностей электроэнергетического направления) – Алматы: АИЭС: 2004-27 с. ил.

12. Хожин Г.Х. электрическая часть станций и подстанций. Учебное пособие, АИЭ, Алматы 1995 г ., 75 с.

13. Хожин Г.Х. Электроэнергетика. (Электр станциялары). Оқулық. Қазақстан Республикасының білім және ғылым министрлігі бекіткен. ЖШС РПБК «Дәуір», Алматы, 2011 ж.