

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Т.К. Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты

«Энергетика» кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

Кафедра меңгерушісі м.а.

PhD докторы, ассистент

профессор

 Е.А. Сарсенбаев

« 05 » 2019 ж.

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

Тақырыбы: ««АЖК» АҚ қарасты 110/35/10 кВ қосалқы станциясының релелік қорғанысы мен автоматикасын жобалау»

5B071800 – «Электр энергетикасы» мамандығы бойынша

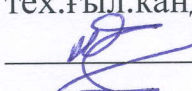
Орындаған

Ұйқас Ш.Д.

Пікір беруші

АЭЖБУ аға оқытушысы

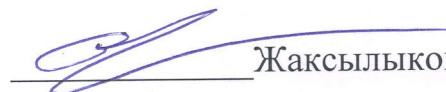
тех.ғыл.канд

 С.Ә. Юсупова

« 20 » 05 2019 ж.

Ғылыми жетекші

лектор

 Жаксылыкова С.Б.

« 18 » 05 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Т.К. Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты

«Энергетика» кафедрасы

5B071800 – «Электр энергетика» мамандығы

**БЕКІТЕМІН**

Кафедра меңгерушісі м.а.

PhD докторы, ассистент

профессор

 Е.А. Сарсенбаев

« 28 » 01 2019 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Ұйқас Шыңғыс Дарханұлы

Тақырыбы: «АЖК» АҚ қарасты 110/35/10 кВ қосалқы станциясының релелік қорғанысы мен автоматикасын жобалау».

Университет проректорының 2018ж. «30» қазандағы № 1210-б бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «24» сәуір 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістер: Қосалқы станцияның принципалдық схемасы; Трансформаторладың параметрлері;

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі : а) Негізгі бөлім. Қосалқы станцияның құнын жобалау;

б) Арнайы бөлім; в) Экономика бөлімі; г) Электрқауіпсіздік бөлімі.

Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдарды слайдпен дайындау






Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 8 атау.




Дипломдық жұмысты дайындау  
**КЕСТЕСІ**

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Негізгі бөлім. Қосалқы станцияның құнын жобалау	10.03.19ж	тоқ
Арнайы бөлім. Автоматты қайта қосу құрылғылары	17.03.19ж	тоқ
Экономикалық бөлім	20.04.19ж	тоқ
Электрқауіпсіздік бөлімі	25.04.19ж	тоқ

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	С.Б. Жаксылыкова лектор		
Арнайы бөлім	С.Б. Жаксылыкова лектор		
Экономика бөлімі	С.Б. Жаксылыкова лектор		
Электрқауіпсіздік бөлімі	С.Б. Жаксылыкова лектор		
Норма бақылау	Н.Е. Балғаев Доктор PhD, сениор-лектор	20.05.2019ж	

Ғылыми жетекші

 С.Б. Жаксылыкова

Тапсырманы орындауға алған білім алушы

 Ш. Ұйқас

Күні «3» 03 2019 ж.

## Ғылыми жетекшінің пікірі

Дипломдық жұмыс

(жұмыс түрлерінің атауы)

Ұйқас Шыңғыс

(оқушының аты жөні)

5B071800 – Электр энергетикасы

(мамандық атауы мен шифрі)

### Тақырыбы:

Дипломдық жұмыс ««АЖК» АҚ қарасты 110/35/10 кВ қосалқы станциясының релелік қорғанысы мен автоматикасын жобалау» тақырыбы бойынша орындалған. Жұмыста қосалқы станцияның принципіалдық сұлбасы, күштік қондырғылар және жалғаулық аппараттар таңдалған. Қысқа тұйықталуға есептелініп, қосалқы станцияның жабдықтарының қауіпсіздігі қарастырылған.

Дипломдық жұмысты орындау барысында диплом қорғаушы Ұйқас Шыңғыс Дарханұлы алдына қойылған тапсырмаларды уақытында орындап және теорияда алған білімін нақты есептерді шешу үшін қолдана алатынын көрсете білді.

Жалпы дипломдық жұмысты 95% «өте жақсы» бағалауға, ал диплом қорғаушы Ұйқас Шыңғыс Дарханұлы 5B071800 мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры академиялық дәрежесіне лайық деп санауға болады.

Ғылыми жетекші

лектор

( қызметі, ғыл дәрежесі, атағы)

Жаксылыкова С.Б.

(қолы)

« 20 » май 2019 ж.

## РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс  
(жұмыс түрінің атауы)

Ұйқас Шыңғыс Дарханұлы  
(білім алушының Т.А.Ә.)

5B071800 – Электр энергетика мамандығы

Тақырыбы: ««АЖК» АҚ қарасты 110/35/10 кВ қосалқы станциясының релелік қорғанысы мен автоматикасын жобалау»

Орындалды:

- а) графикалық бөлім \_\_\_\_\_ парақ  
б) түсініктеме \_\_\_\_\_ бет

Дипломдық жұмыс қосалқы станциясының релелік қорғанысы мен автоматикасын жобалауға арналған.


Дипломдық жұмыстың негізгі бөлімінде бас станция мен қосалқы станцияларға трансформаторлар таңдалған, электр тораптарының электр қауіпсіздігі және экономикалық бөлігі қарастырылды.

Арнайы бөлімде автоматты қайта қосу құрылғылары қарастырылған.

## ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Дипломдық жұмыс «өте жақсы» (93 %) бағаға орындалған, ал оның авторы 5B071800 – «Электр энергетикасы» мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін иеленуге лайық деп санаймын.

Рецензент  
АЭЖБУ аға оқытушысы  
тех.ғыл.канд.

 С.Ә. Юсупова

«20» май \_\_\_\_\_ 2019 ж.

## Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

**Автор:** Ұйқас Шыңғыс Дарханұлы

**Название:** «АЖК» АҚ қарасты 110\_35\_10 кВ қосалқы станциясының релелік қорғанысы мен автоматикасын жобалау.doc

**Координатор:** Ерлан Сарсенбаев

**Коэффициент подобия 1:** 24,9

**Коэффициент подобия 2:** 7,1

**Тревога:** 337

**После анализа Отчета подобия констатирую следующее:**

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

.....  
*Дата*

.....  
*Подпись Научного руководителя*



## Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

**Автор:** Үйқас Шыңғыс Дарханұлы

**Название:** «АЖК» АҚ қарасты 110\_35\_10 кВ қосалқы станциясының релелік қорғанысы мен автоматикасын жобалау.doc

**Координатор:** Ерлан Сарсенбаев

**Коэффициент подобия 1:**24,9

**Коэффициент подобия 2:**7,1

**Тревога:**337

**После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:**

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения



**Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

## АНДАТПА

Дипломдық жұмыста ««АЖК» АҚ қарасты 110/35/10 кВ қосалқы станциясының релелік қорғанысы мен автоматикасын жобалау» тақырыбы бойынша орындалған. Жұмыста қосалқы станцияның принципиалдық сұлбасы, күштік қондырғылар және жалғаулық аппараттар таңдалған. Қосалқы станцияның элементтері мен желілерге релелік қорғаныс және автоматика бойынша есептеу жасалған. Қысқа тұйықталуға есептелініп, қосалқы станцияның жабдықтарының қауіпсіздігі қарастырылған. Қосалқы станцияның желілеріне релелік қорғаныс және найзағайдан қорғау есептелген.

Жаңадан шығарылған РҚА микропроцессорлық техникасының өндірісінде әлемдік жетекшілер болып, еуропалық ALSTOM, ABB, SIEMENS Schneider Electric концерндері саналады.

## АННОТАЦИЯ

Дипломная работа выполнена на тему «Проектирование релейной защиты и автоматики подстанции 110/35/10 кВ АО «АЖК»». В работе произведен выбор принципиальной схемы подстанции, выбор силового оборудования и выбор коммутационной аппаратуры. Произведен расчет на релейной защиты элементов подстанции и отходящих линий.

На сегодняшний день уже недостаточно только контролировать и управлять. Полученные данные необходимо анализировать, работу сети оптимизировать, также необходимо снизить потери электрической энергии, повысить надежность, безопасность и качество энергосетей.

Надежность электроснабжения и качество электроэнергии.  
Возможность

## ANNOTATION

Degree work is executed on a theme «Design of relay protection and automation of 110/35/10 kV substation JSC "AZhK"». In work the choice of the basic scheme of substation, a choice of the power equipment and a choice of switching equipment is made. Calculation on relay protection of elements of substation and departing lines with pressure 35 sq. is made. Substation is designed for networks of relay protection and lightning protection. At the same time, a special section of the total distribution of the load device is selected. MiCOM provides for the operation of the distribution of the total load device type

In section safety of ability to live the working condition analysis, and as calculation lightning protection, the earthing device, and calculation evacuation and ventiliyatsii.

In the economy explains the main production resources, manufacturing and construction accounted for the SS as well as energy consumption, wages of workers, as well as the economic calculations.

## МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	9
1	Негізгі бөлім	10
1.1	«АЖК» АҚ-нің атқаратын қызметіне жалпы шолу	10
1.1.1	Компания құрамына кіретін қосалқы станциялар	10
1.1.2	Қызметінің басымды бағыттары	10
1.2	«АЖК» АҚ оңтүстік өңірін қуатпен жабдықтаудың сенімділігін арттыруға бағытталған көлемді іс-шара кешенін жүзеге асырады	10
1.3	«Оңтүстік» №132А 110/35/10 кВ қосалқы станциясы	11
2	Электір жүктемелерін есептеу	13
2.1	Есептеу жүктемелерін анықтау	13
2.2	Электр жүктемелерінің графиктерін құру	13
2.3	Жүктеменің жылдық графигін құру	18
2.4	Жүктеме графиктерін сипаттайтын негізгі көрсеткіштер мен коэффициенттер	25
2.5	Күштік трансформаторларын таңдау	26
2.6	Қосалқы станцияның электрлі қосылу схемасын құру	29
2.7	Қысқа тұйықталу тогын есептеу	30
2.7.1	Базистік шамалар	31
2.7.2	Салыстырмалы бірліктердегі орын ауыстыру сұлбасындағы кедергілерін есептеу	32
2.7.3	Қысқа тұйықталу тогын анықтау	34
2.8	Жабдық таңдау	38
2.8.1	Кернеуі 110 кВ – қа жабдық таңдау	38
2.8.2	Кернеуі 35 кВ-қа жабдық таңдау	41
2.8.3	Кернеуі 10кВ -қа жабдық таңдау	43
3	Релелік қорғанысты есептеу	51
3.1	Трансформатордың релелік қорғанысы	51
3.1.1	Трансформатордың максималды тоқтық қорғанысын есептеу	51
3.2	Ток кесуді есептеу	60
3.3	Дифференциалды қорғанысты есептеу	61
4	Экономика бөлімі	68
4.1	Капиталды шығындарды есептеу	69
4.2	Эксплуатациялық шығындар	72
4.3	Қондырғыға қызмет көрсететін персоналдың жалақысы	73
4.4	Болжам жасау бөлімінің инженерінің жылдық еңбек ақы қорын есептеу	74
4.5	Электр энергия шығындар	75
5	Электрқауіпсіздік бөлімі	78
5.1	Өндірістік қауіпті және зиянды факторлар	78
5.2	Жермен қосудың есебі	79
	Қорытынды	
	Пайдаланған әдебиеттер тізімі	

## КІРІСПЕ

Ғылыми-техникалық ілгерілеудегі үдеу дәл қазір өнеркәсіптік электр энергетиканың толық жетілдіруіне қажеттілікті арыттырады. Өнеркәсіптік кәсіпорындардың жабдықтауының үнемді, сенімді жүйелерінің жасаулары, автоматтандырылған жүйе электр қозғағыштармен және технологиялық үдерістерді басқару, жарық, микропроцессорлық техниканың енгізулері, элегазды және вакуумды электр жабдығы, жаңа комплекті тарату құрылғылары болуын қажетсінеді. Өнеркәсіптік кәсіпорындардың жабдықтауын жобалауға түбегейлі тәжірибе жинаған инженерлік-техникалық қызметкерлердің көпшілігі шұғылданған. Техникадағы қарқынды өрлеуге және энергетикада жеке алғанда барлық жаңа мәселелер, жобалау және қазіргі торлық объекттердің ғимаратында есепке алынуы керек болатын сұрақтар қарастырылады.

Осы есептейтін аудан дамитын динамикалық болып табылады. Шағын ауданның байланысты белсенді құрылыс ошағымен электр қабылдағыштардың қоректенуі үшін қосымша қуат туралы сұрақ тұрады.

Аудан электр энергиясымен энергия жүйеден қамтамасыз етіледі 35 кВ сызықтар жобаланатын аудан осы жобада қоректену туралы мәселені талқыға салған, сонымен бірге 20 шаршының кернеудің тұтынушыларының қоректенуі.

Технологиялық үдерісті үзіліссіздік, ауыр электр қондырғыларды ауыр жұмыс жағдайлары және электр жабдық жабдықтауды жүйеге ерекше талаптарды құрады. Бұл қоректенудің сенімділік және үздіксіздіктері.

Бас схеманың таңдауында оның құрастыруын ажырамас бөлік жабдық және аппаратураның параметрлерінің дәлелдеу және таңдауы және схемадағы оларды тиімді қоюы, сонымен бірге қорғаудың маңызды мәселенің шешімдері болып табылады, дәреже автоматтандыру және подстанцияның қолдану кезіндегі қызмет көрсетуі. Электр қосуларының таңдаулы бас схемасы енді сенімділік сөндіргіштер оның санына күш беретін трансформаторлар кіретін құрамдас бөліктерінің сенімділігімен анықталады, құрама шиналар, сонымен бірге электр берілісі желісі, ажыратқыш.

Қысқа тұйықталудың тоқтарына қарағанда жауапты тұтынушылар және аппаратураның орнықтылығының жоғарылатуының электр энергиясының қоректенудің үздіксіздігінің қамтамасыз етулері мақсаттардағы жабдықтау жүйелеріндегі автоматтандыруы ескеріледі, подстанцияларда кезекті қызыметшісіз қарауға мүмкіндік берген. Кәсіпорынның электр Қосуларының бас схемасының экономикалық орындылығы жиынтық ең төменгі есепті шығындармен анықталады.



## **1 Негізгі бөлім**

### **1.1 «АЖК» АҚ-нің атқаратын қызметіне жалпы шолу**

#### **1.1.1 Компания құрамына кіретін қосалқы станциялар**

Компания құрамына кіретін желілер, 306,4 шақырым ұзындықта 220 кВ кернеулі электр беру әуе желісі; 2640,9 шақырым ұзындықта 110 кВ әуе желісі; 35 кВ кернеулі электр желісі – жалпы ұзындығы 2659,1 шақырымды әуелі және кабелді желілер; 10/0,4 кВ электр беру бөлу желілері 102,9 шақырымды құрайды.

«АЖК» АҚ құрамына кіретін қосалқы станциялар:

- 35 кВ және одан жоғары кернеулі 58 қосалқы станция;
- 6-10/0,4 кВ кернеулі 8 192 бөлу трансформатор қосалқы станциялары;
- 6 567 МВА қуатты 6-220 кВ – 9 876 трансформаторлардың жалпы саны.

Бүгінгі күні "АЖК" аймақтың 1,2 миллиондай тұрғынын электрмен қамтамасыз етеді.

«АЖК» АҚ электр желілерін басқару жөніндегі Қазақстандық компаниямен (KEGOC) тығыз байланыс жасайды және Қазақстан, Өзбекстан, Тәжікстан, Қырғызстан, Түркменстанның энергетикалық компанияларының сенімді серіктесі болып табылады

#### **1.1.2 Қызметінің басымды бағыттары**

«АЖК» АҚ тұрғындарға сенімді қызмет көрсетуді басты мақсат тұтады. «АЖК» АҚ өз қызметінің қоршаған орта және қоғаммен үйлесім табуына ерекше мән береді. Электр желілерінде коммерциялық және техникалық жоғалтуларды азайту. Қосалқы станциялардың негізгі құрылғылары жұмысының техникалық көрсеткішін жақсарту. Еңбек қауіпсіздігінің қажетті шараларын сақтау. Қоршаған ортаны қорғау ережесін сақтау. Әлеуметтік қамтамасыз етуге құрметпен қарау. Өз қызметінде «АЖК» АҚ тұрғындарды сенімді және үздіксіз электрмен қамтамасыз ету сұрағын басшылыққа алады.

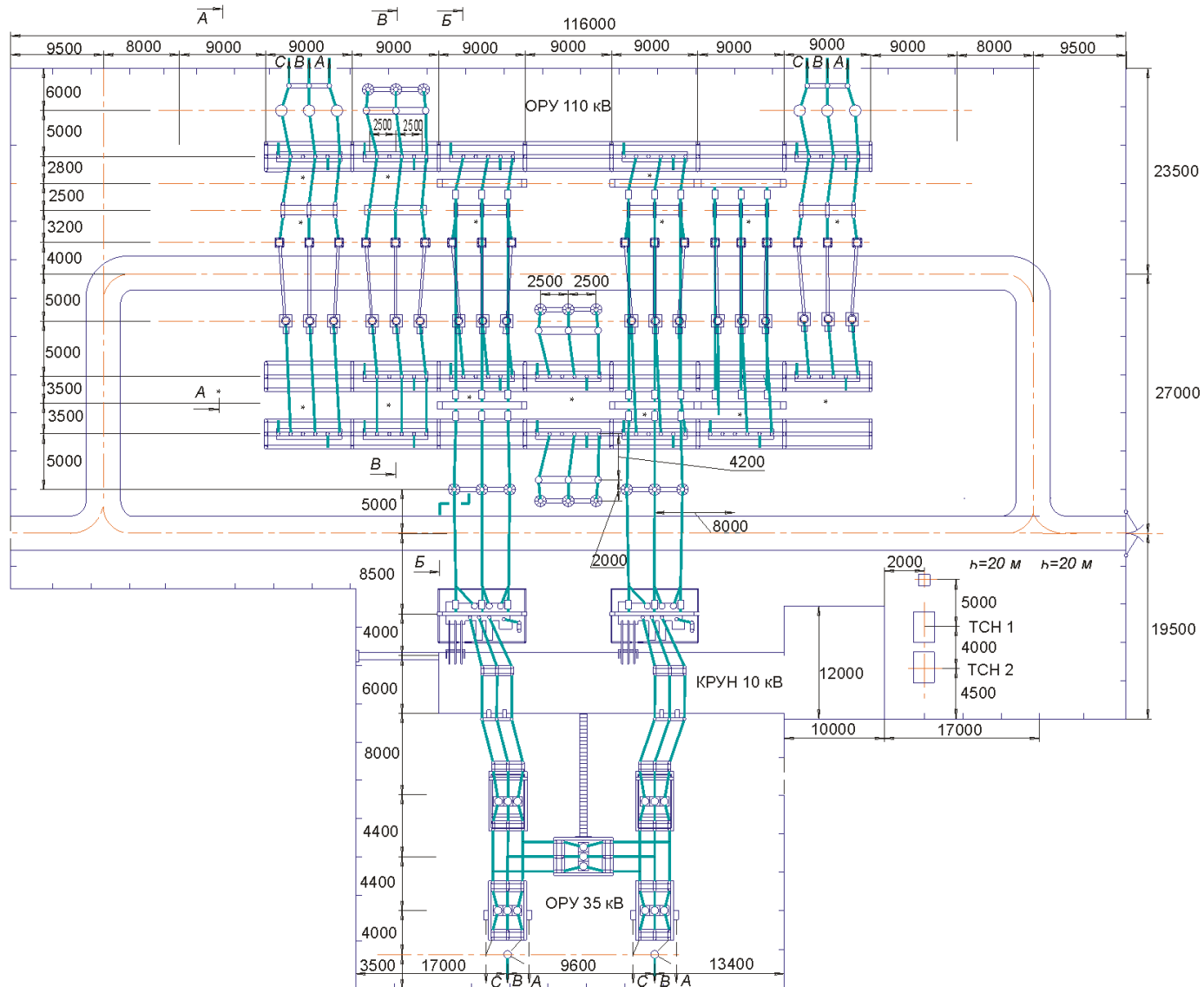
### **1.2 «АЖК» АҚ оңтүстік өңірін қуатпен жабдықтаудың сенімділігін арттыруға бағытталған көлемді іс-шара кешенін жүзеге асырады**

Қуат жеткізуші компания «АЖК» АҚ тұтынушыларды қуатпен жабдықтаудың сенімділігін арттыру жөніндегі үлкен жұмыстар жүргізуді. Соңғы жылдары трансформаторлық қуаттылық біршама артты, өңірдегі әлеуметтік маңызы бар және өндірістік объектілердің қоректену көзі болып табылатын ондаған негізгі қосалқы стансалар салынып, жөндеуден өтті. Барлық салынып және жөнделініп жатқан объектілерде әлемнің жетекші

өндірушілерінің қазіргі заманғы жабдықтары орнатылатын болады: Кернеулігі 220 кВ, 110кВ жиынтықты тарату құрылғылары; Электр қуатының шығынын төмендететін, өрт пен жарылыстың алдын алатын құралдармен жабдықталған жаңа буынның күш трансформаторы; 10 кВ жабық таратушы құрылғыда өрт шығу мүмкіндігін азайтатын және бұзылған қосылымдардың ажыратылуын қамтамасыз ететін вакуумды ажыратқыш қолданылған; Релелік қорғаныс, автоматика мен телемеханика құрылғылары қазіргі заманғы микропроцессорлы техниканы қолдану негізінде орындалған; Авариялық жағдайды жою және белгілеу уақытын қысқартатын басқару, ақпараттарды жинау мен өңдеу жүйесін (SCADA) тұтынушыларды қосу бойынша шұғыл-көшпелі бригадалардың жол жүрістерінің шығындарын азайтуға көмектесетін электр тораптарында шұғыл ауыстырып қосуға орнату.

### **1.3 «Оңтүстік» №132А 110/35/10 кВ қосалқы станциясы**

Бұл қосалқы станция ТЭЦ–1 ден қорек алады. Яғни, №132 А қосалқы станциясы ТЭЦ–1 ден шығатын 110 кВ кернеуге №130А қосалқы станциясы арқылы жалғасып жатыр. Ал екінші жағы №24А қосалқы станциясына жалғасып жатыр. Қосалқы станцияның бас схемасы А қосымшасында көрсетілген. Бұл қосалқы станция қабылдап алған 110 кВ кернеуді төмендеткіш трансформаторлардың көмегімен 10 кВ қа төмендетіп, төмендетілген кернеуді қосалқы станция айналасына орналасқан тұрғындарға, өндірістік орындарға жеткізіп беретін желілері бар. Бұл қосалқы станция Алматы қаласындағы Орталық саябақ маңындағы орналасқан тұрғын үйлермен қатар, орталық саябақты және бірқанша өндіріс орнын электр энергиясымен қамтамасыз етіп отыр. №132 А «Оңтүстік» қосалқы станциясының кірісі ТЭЦ-1 және шығысы тұтынушыларға жалғануының бейнеленуі төменде көрсетілген 1.2–суретте көрсетілген. №132 А «Оңтүстік» қосалқы станциясының сұлбасы 1.1-суретте көрсетілген.



**1.1-сурет - Кернеуі 110/35/10 кВ қосалқы стансасының бас жоспары**

## 2. Электір жүктемелерін есептеу

### 2.1. Есептеу жүктемелерін анықтау

Жүктемелерді анықтау үшін 2007 және 2017 жылдардағы бақыланған күндердің қысқы және жазғы өлшенген жүктемелердің ведомостқа енгізілген мәліметтері қолданған.

Негізгі формулалар:

$$Q = P \cdot \operatorname{tg} \varphi; \quad (2.1)$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}; \quad (2.2)$$

мұндағы:  $S$  – толық қуат, МВА;  
 $P$  – активті қуат, МВт;  
 $Q$  – реактивті қуат, Мвар;  
 $\operatorname{tg} \varphi$  - қуат коэффициенті.

ТК жүктемелерін анықтау, МВт:

$$P_{HH} = I_{HH} \cdot U_{HH} \cdot \sqrt{3}; \quad (2.3)$$

ОК жүктемелерін анықтау, МВт:

$$P_{CH} = I_{CH} \cdot U_{CH} \cdot \sqrt{3}; \quad (2.4)$$

ЖК жүктемелерін анықтау, МВт:

$$P_{BH} = P_{HH} + P_{CH}; \quad (2.5)$$

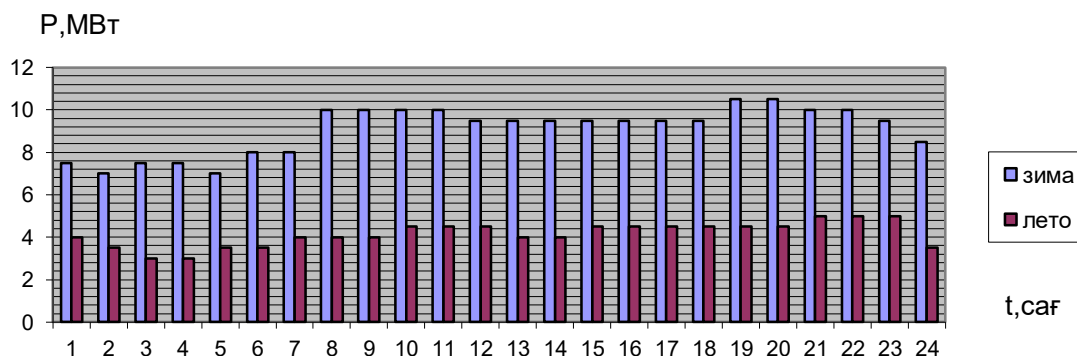
Есептелу нәтижелерін 2.1÷ 2.12 суреттерге енгіземіз.

### 2.2. Электр жүктемелерінің графиктерін құру

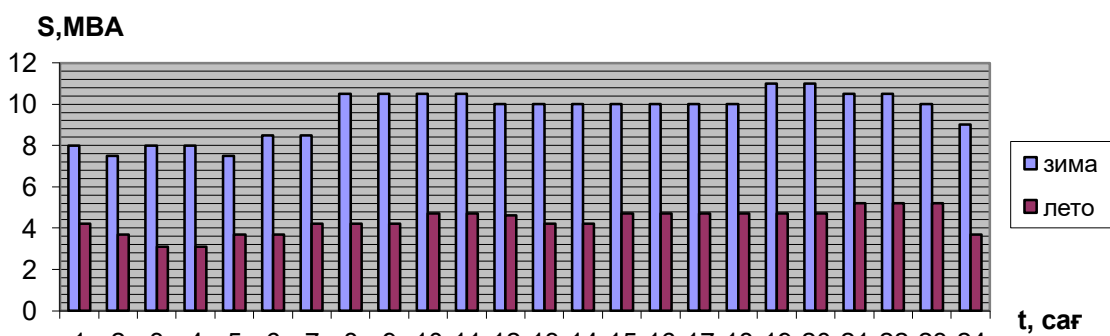
Графиктер арнайы уақыт периодындағы жүктеменің өзгерулерін бейнелейді. Осы қасиеттері бойынша оларды тәуліктік, кезеңдік және жылдық деп бөледі. Жүктеме графиктері электр жабдықтарын таңдау үшін және электр тораптарындағы кернеу шығындарын есептеу үшін, тәуліктік және жылдық электрді тұтынуды анықтау үшін максималды қуат пен тоқты анықтау үшін қажет, ол электр қондырғылар мен электрмен жабдықтау жүйелерінің технико-экономикалық көрсеткіштерін есептеу үшін қажет.



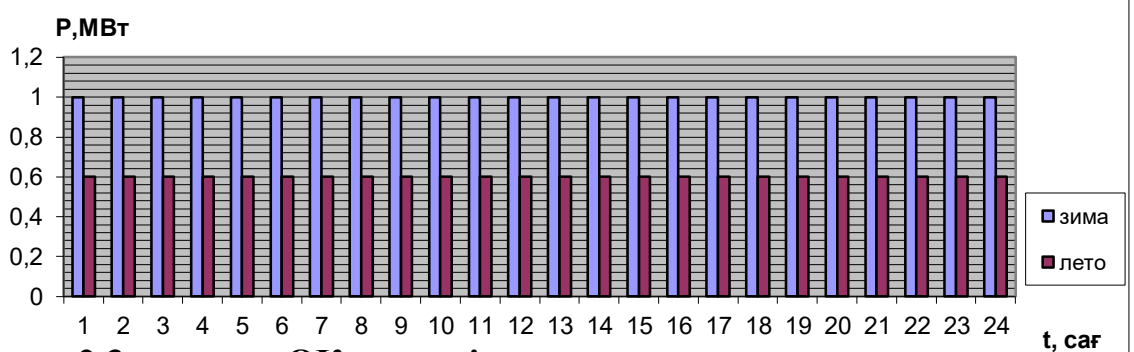
## 2007 жыл жүктемелерінің тәуліктік графиктері



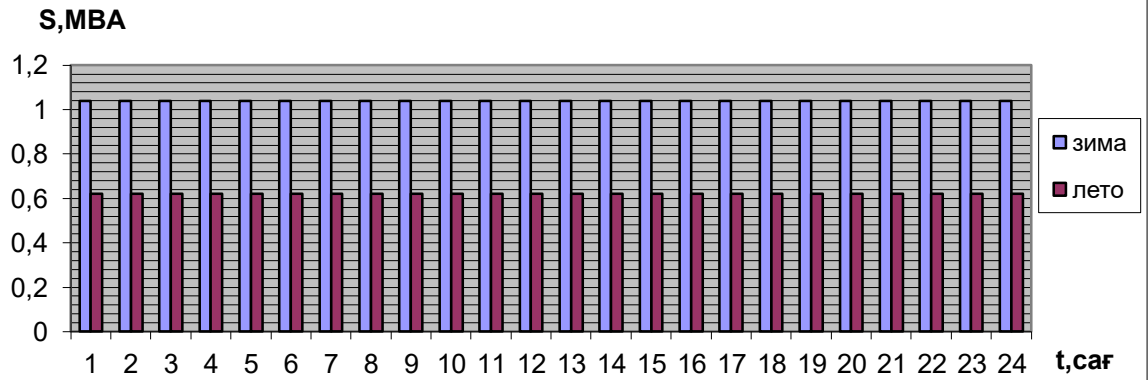
**2.1 - сурет - ТК активті қуатының суммаланған қысқы және жазғы тәулікті графигі**



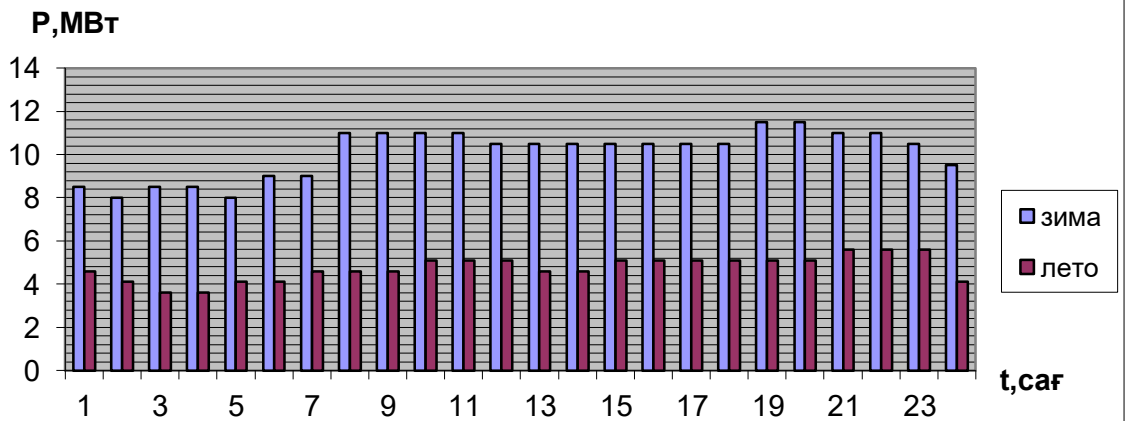
**2.2 - сурет - ТК толық қуатының суммаланған қысқы және жазғы тәулікті графигі**



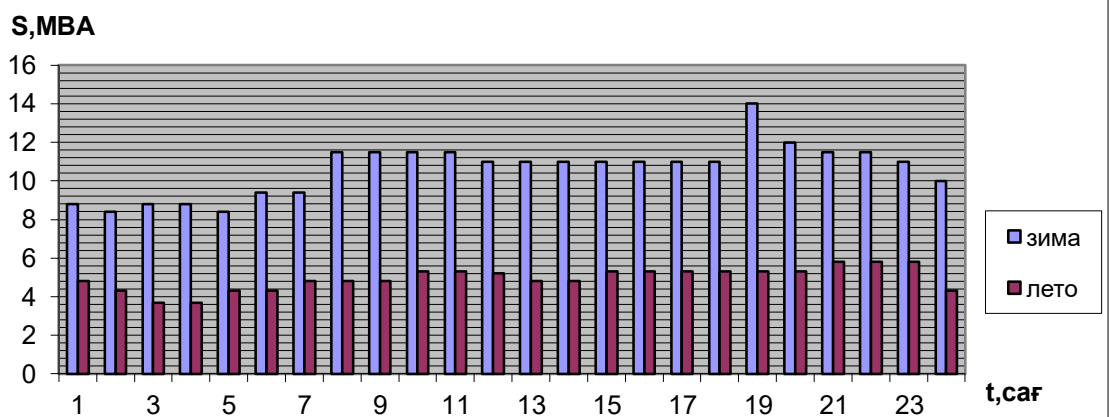
**2.3 - сурет - ОК активті қуатының суммаланған қысқы және жазғы тәулікті графигі**



**2.4 - сурет - ОК толық қуатының суммаланған қысқы және жазғы тәулікті графигі**

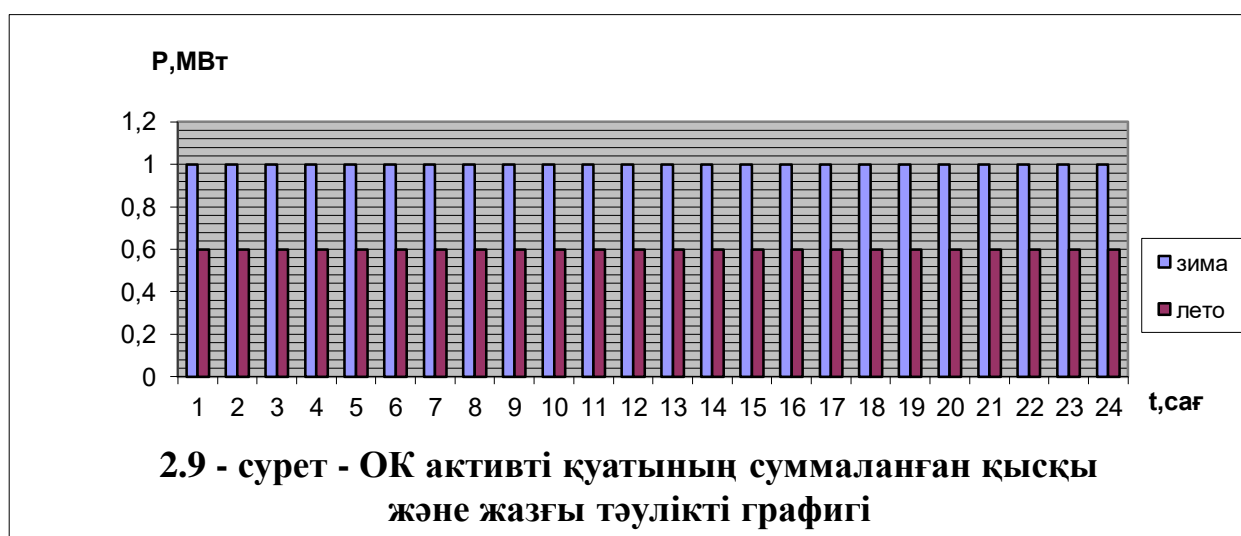
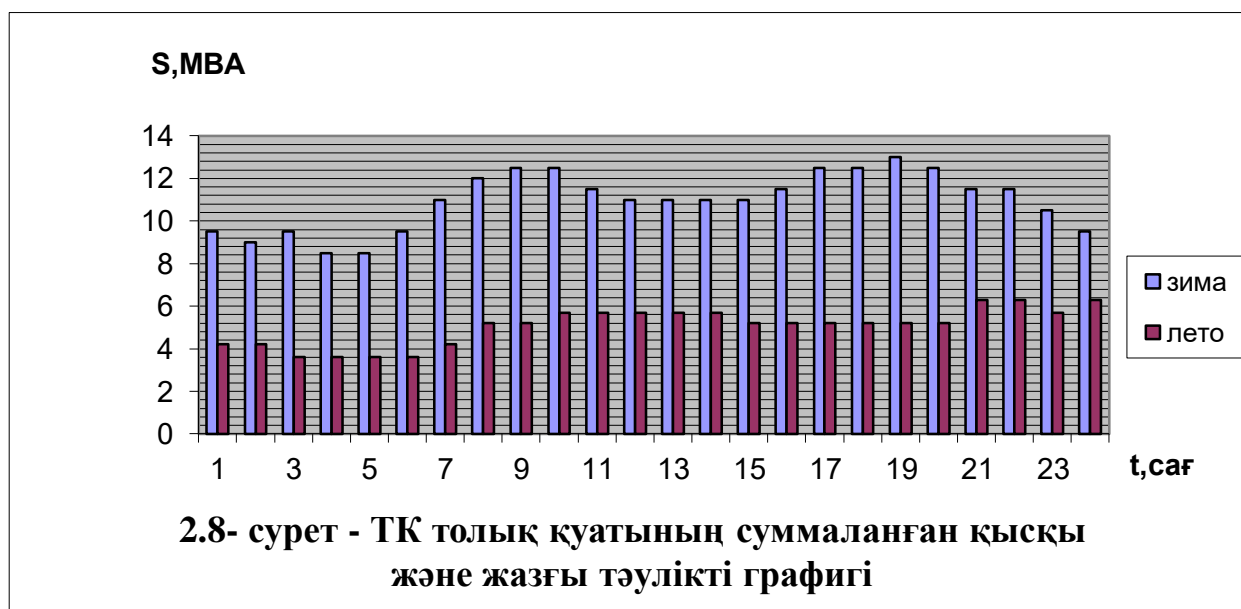
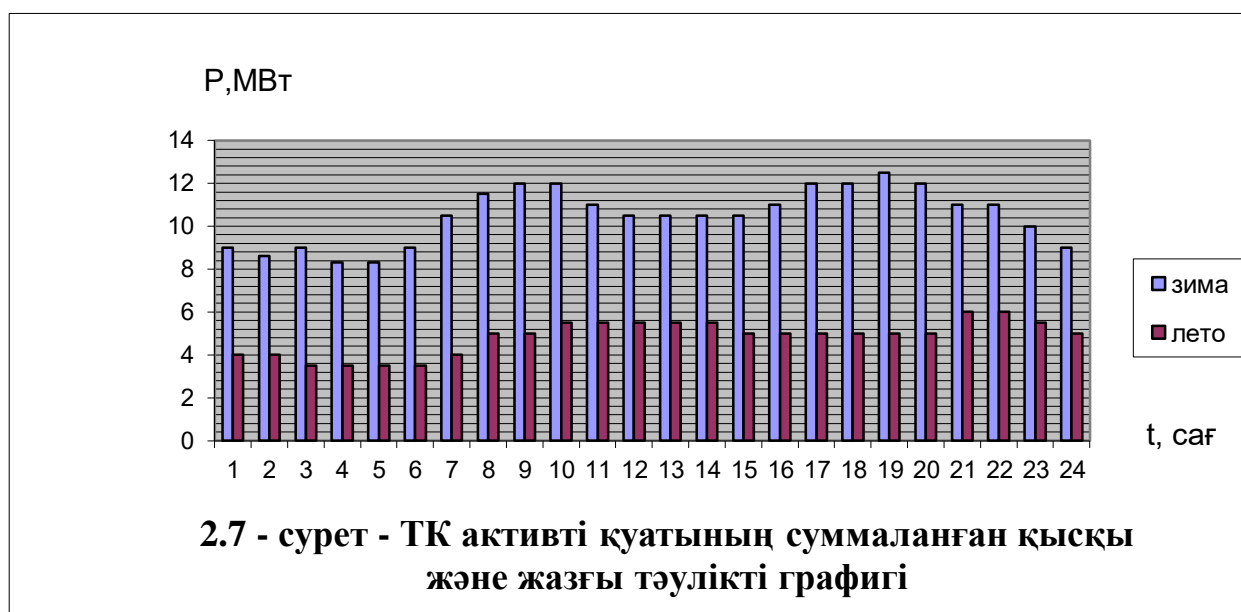


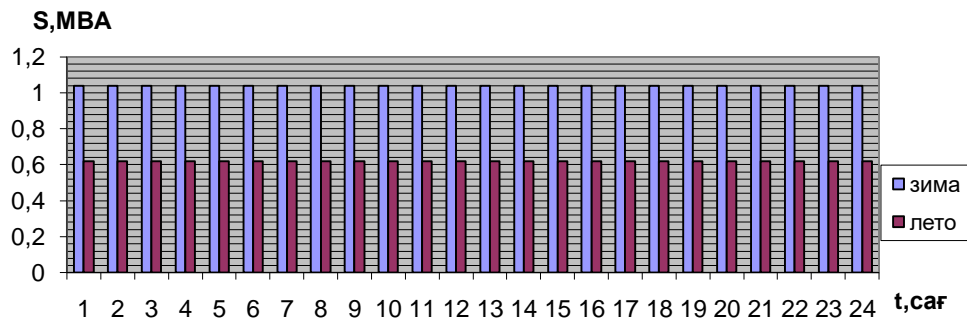
**2.5 - сурет - ЖК активті қуатының суммаланған қысқы және жазғы тәулікті графигі**



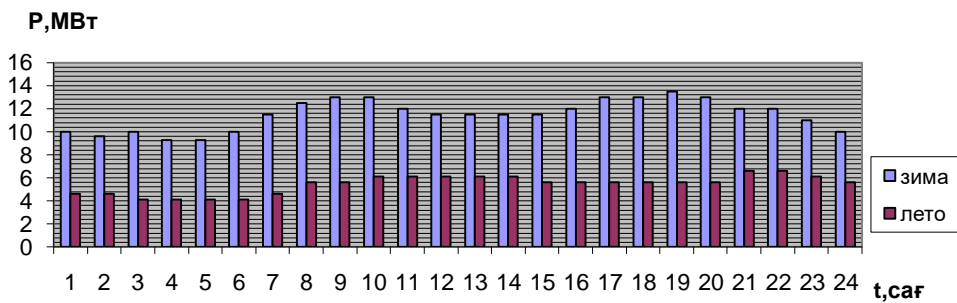
**2.6 - сурет - ЖК толық қуатының суммаланған қысқы және жазғы тәулікті графигі**

## 2017 жыл жүктемелерінің тәуліктік графиктері

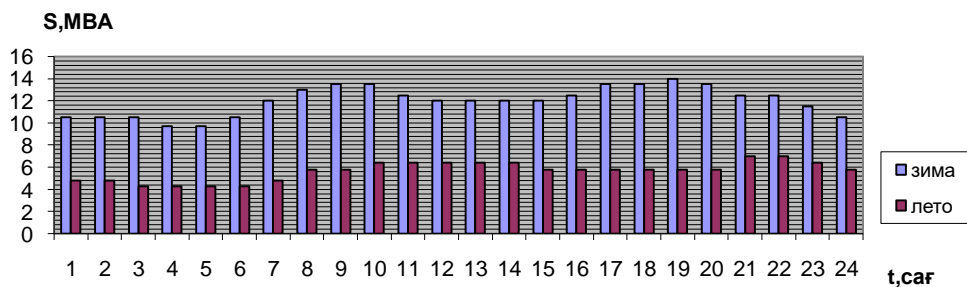




**2.10 - сурет. ОК толық қуатының суммаланған қысқы және жазғы тәулікті графигі**



**2.11 - сурет. ЖК активті қуатының суммаланған қысқы және жазғы тәулікті графигі**



**2.12 - сурет. ЖК толық қуатының суммаланған қысқы және жазғы тәулікті графигі**



### 2.3. Жүктеменің жылдық графигін құру

Жүктеменің жылдық графигін құру ұзақтығы бойынша жазғы және қысқы тәуліктік графиктер негізінде орындалады. Жылдық графикті құру кезінде ордината өсі бойынша жүктеме кВт, абсцисса өсі бойынша – жыл сағаттары 0 –ден 8760 жүргізіледі. Графикте жүктеме  $P_{\max}$  ден  $P_{\min}$  дейін төмендеу реті бойынша орналасады.

Жүктемені тұтыну ұзақтығы  $T_i$  келесі формуламен анықталады:

$$T_i = t_i \cdot N, \quad (2.6)$$

мұндағы:  $t_i$  – тәуліктік график сатысының ұзақтығы;

$N$  – күтізбе күндерінің саны:

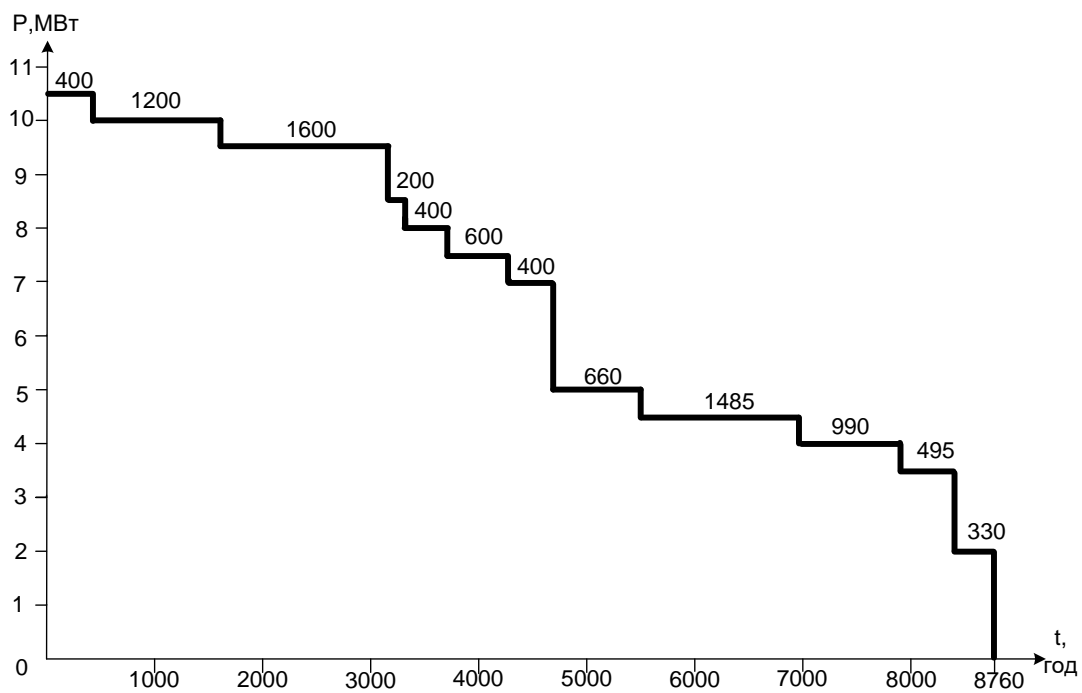
$N_{\text{кыс}} = 200$  күн,  $N_{\text{жаз}} = 165$  күн.

Есептеулер нәтижелерін 2.1÷2.5 кестелерге енгіземіз.

Ұзақтығы бойынша жүктеменің жылдық графигі 2.1 кестеде келтірілген.

**2.1 – кесте - 2007 жылдың ТК ұзақтығы бойынша жүктеменің жылдық графигі құру үшін мәліметтер**

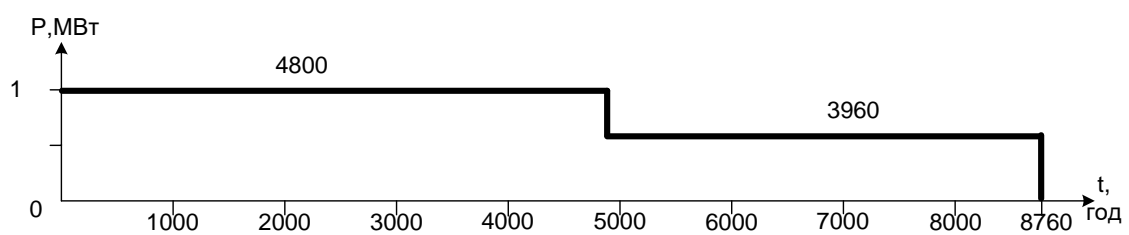
P, МВт	t,сағ	N, күндер	T,сағ
10,5	2	200	400
10	6	200	1200
9,5	8	200	1600
8,5	1	200	200
8	2	200	400
7,5	3	200	600
7	2	200	400
5	4	165	660
4,5	9	165	1485
4	6	165	990
3,5	3	165	495
2	2	165	330



**2.15 – сурет - 2004 жылдың ТК ұзақтығы бойынша жүктеменің жылдық графигі**

**2.2 – кесте - 2004 жылдың ОК ұзақтығы бойынша жүктеменің жылдық графигі құру үшін мәліметтер**

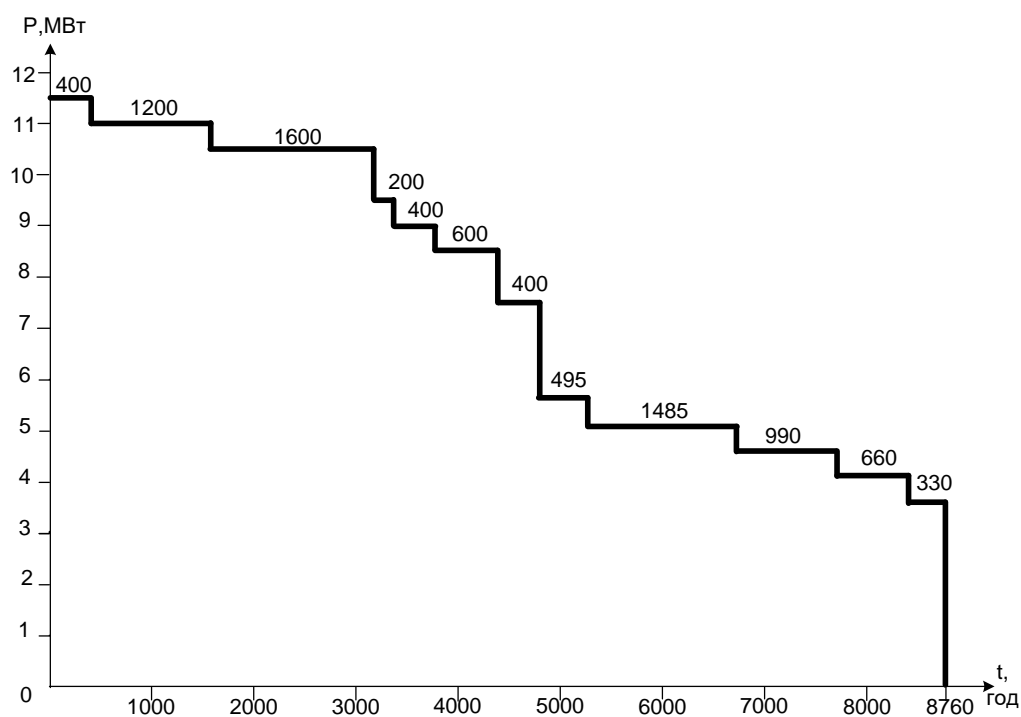
P, МВт	t, сағ	N, күндер	T, сағ
1	24	200	4800
0,6	24	165	3960



**2.16 – сурет - 2004 жылдың ОК ұзақтығы бойынша жүктеменің жылдық графигі**

**2.3 – кесте - 2004 жылдың ЖК ұзақтығы бойынша жүктеменің жылдық графигі құру үшін мәліметтер**

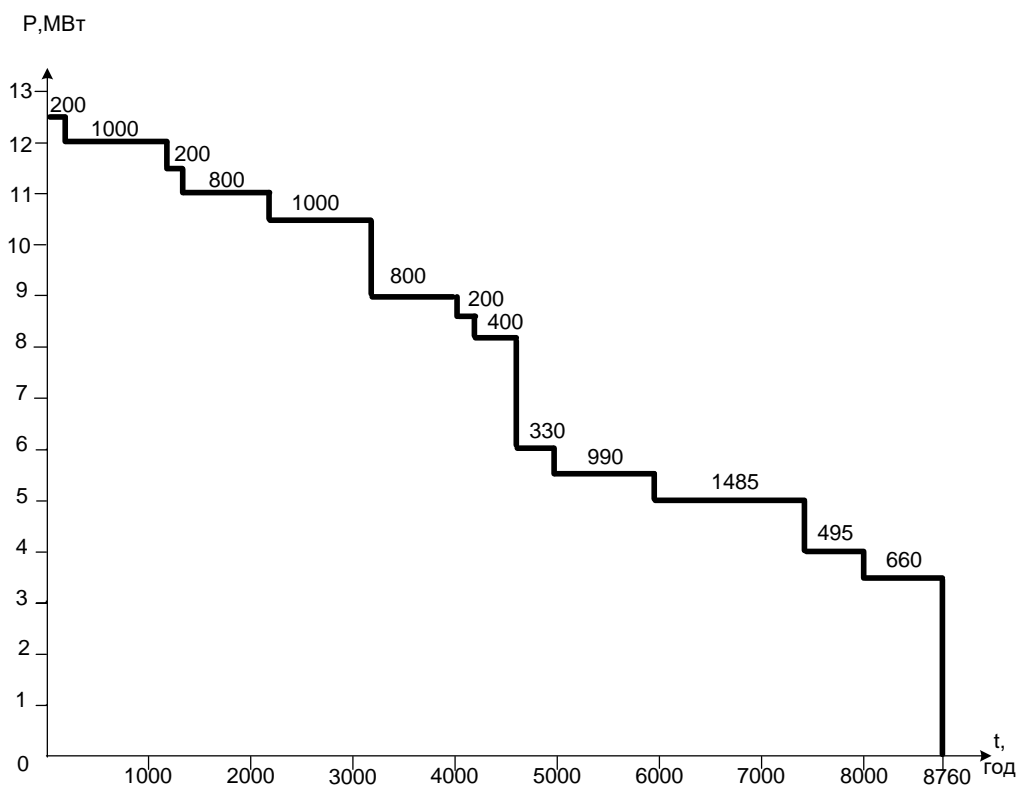
P, МВт	t,сағ	N, күндер	T,сағ
11,5	2	200	400
11	6	200	1200
10,5	8	200	1600
9,5	1	200	200
9	2	200	400
8,5	3	200	600
7,5	2	200	400
5,6	3	165	495
5,1	9	165	1485
4,6	6	165	990
4,1	4	165	660
3,6	2	165	330



**2.16 – сурет - 2004 жылдың ЖК ұзақтығы бойынша жүктеменің жылдық графигі**

**2.4 – кесте - 2014 жылдың ТК ұзақтығы бойынша жүктеменің жылдық графигі құру үшін мәліметтер**

P, МВт	t,сағ	N, күндер	T,сағ
12,5	1	200	200
12	5	200	1000
11,5	1	200	200
11	4	200	800
10,5	5	200	1000
9	4	200	800
8,6	1	200	200
8,3	2	200	400
6	2	165	330
5,5	6	165	990
5	9	165	1485
4	3	165	495
3,5	4	165	660

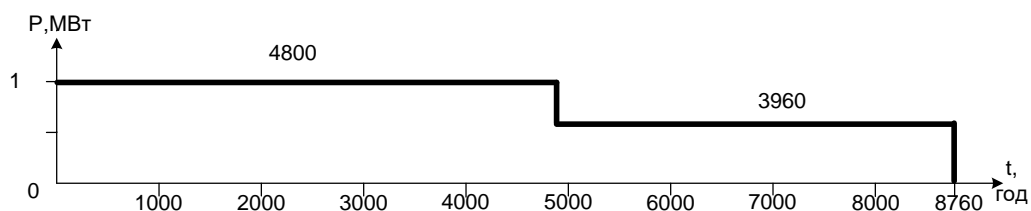


**2.17 – сурет - 2014 жылдың ТК ұзақтығы бойынша жүктеменің жылдық графигі**



**2.5 – кесте - 2014 жылдың ОК ұзақтығы бойынша жүктеменің жылдық графигі құру үшін мәліметтер**

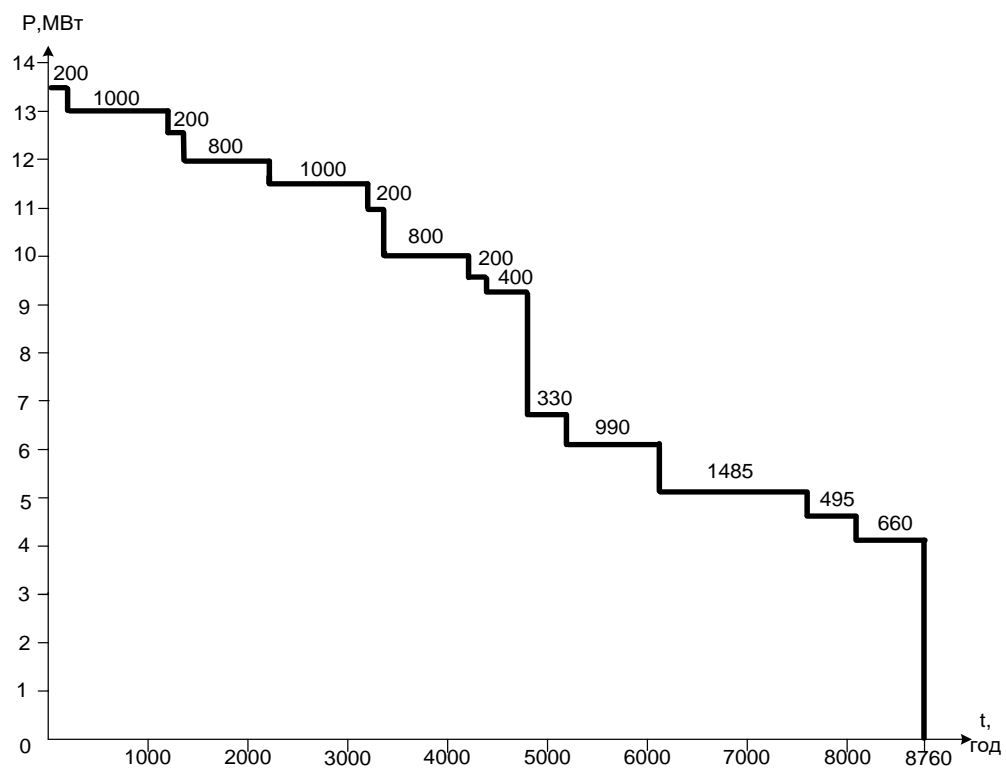
P, МВт	t,сағ	N, күндер	T,сағ
1	24	200	4800
0,6	24	165	3960



**2.18 – сурет - 2014 жылдың ОК ұзақтығы бойынша жүктеменің жылдық графигі**

**2.6 – кесте - 2014 жылдың ЖК ұзақтығы бойынша жүктеменің жылдық графигі құру үшін мәліметтер**

P, МВт	t,сағ	N, күндер	T,сағ
13,5	1	200	200
13	5	200	1000
12,5	1	200	200
12	4	200	800
11,5	5	200	1000
10	4	200	800
9,6	1	200	200
9,3	2	200	400
6,6	2	165	330
6,1	6	165	990
5,6	9	165	1485
4,6	3	165	495
4,1	4	165	660



**2.19 – сурет - 2014 жылдың ЖК ұзақтығы бойынша жүктеменің жылдық графигі**

## 2.4. Жүктеме графиктерін сипаттайтын негізгі көрсеткіштер мен коэффициенттер

Активті энергияны жылдық тұтыну, МВт·ч:

$$W = \sum_{i=1}^N (P_i \cdot T_i) ; \quad (2.7)$$

мұндағы:  $P_i$  - графиктің  $i$ -шы сатысының қуаты, МВт;

$T_i$  – графиктің  $i$ -шы сатысының ұзақтығы, сағ.

$$W_{HH} = 10,5 \cdot 400 + 10 \cdot 1200 + 9,5 \cdot 1600 + 8,5 \cdot 200 + 8 \cdot 400 + 7,5 \cdot 600 + 7 \cdot 400 + 5 \cdot 660 + 4,5 \cdot 1485 + 4 \cdot 990 + 3,5 \cdot 495 + 2 \cdot 330 = 59935 \text{ МВт·ч};$$

Қалған есептеулерді 2.19 кестеге енгіземіз.

Тәулік ішіндегі орташа активті қуат, МВт:

$$P_{CP.3/Л} = \frac{W}{8760} ; \quad (2.8)$$

$$P_{CP.3/Л.HH} = \frac{59935}{8760} = 6,84 \text{ МВт};$$

Қалған есептеулерді 2.7 кестеге енгіземіз.

Жүктеменің активті қуатының  $P_{max}$  (2.13 кесте) максимумын қолдану сағаттарының жылдық саны, сағ:

$$T_{max} = \frac{W}{P_{max}} ; \quad (2.9)$$

$$T_{max.HH} = \frac{59935}{10,5} = 5708 \text{ сағ};$$

Қалған есептеулерді 2.19 кестеге енгіземіз.

Максимум шығындар уақыты, сағ:

$$\tau_{max} = (0,124 + \frac{T_{max}}{10000})^2 \cdot 8760; \quad (2.10)$$

$$\tau_{max.HH} = (0,124 + \frac{5708}{10000})^2 \cdot 8760 = 4229 \text{ сағ};$$

Графикті толтыру коэффициенті:

$$K_{\text{толтыру}} = \frac{P_{\text{орт}}}{P_{\text{мах}}} ; \quad (2.11)$$

$$K_{\text{кыскы.ТК толтыру}} = \frac{6,84}{10,5} = 0,65 ;$$

$$K_{\text{жаз.ТК толтыру}} = \frac{6,84}{5} = 1,37 ;$$

Бір қалыпты еместік коэффициенті:

$$K_{\text{НЕРАВ}} = \frac{P_{\text{мин}}}{P_{\text{мах}}} ; \quad (2.12)$$

$$K_{\text{ТК.КЫС.б.калып.емес}} = \frac{7}{10,5} = 0,66 ;$$

$$K_{\text{ТК.ЖАЗ.б.калып.емес}} = \frac{2}{5} = 0,4 ;$$

Жүктемені жазғы төмендету коэффициенті:

$$K_{\text{ЖК.жаз.т.}} = \frac{P_{\text{мах.жаз}}}{P_{\text{мах.кыс}}} ; \quad (2.13)$$

$$K_{\text{ТК.жукт.жаз.томен}} = \frac{5}{10,5} = 0,48 ;$$

Қалған есептеулерді 2.7 кестеге енгіземіз.

**2.7 – кесте - Жүктеме графиктерін сипаттайтын негізгі көрсеткіштері мен коэффициенттері**

Көрсеткіштер	2004 ж.			2014 ж.		
	ТК	ОК	ЖК	ТК	ОК	ЖК
$W_{\text{жыл.}}$ , МВт·ч	59935	7176	66993,5	67480	7176	74456
$P_{\text{ор. к/ж}}$ , МВт	6,84	0,82	7,65	7,7	0,82	8,5
$T_{\text{мах}}$ , ч	5708	7176	5825,5	5398,4	7176	5115,3
$\tau_{\text{мах}}$ , ч	4229	6204,6	4373,1	3660,4	6204,6	3538,2
$K_{\text{ЗПкыс}}$	0,65	0,82	0,66	0,62	0,82	0,63
$K_{\text{ЗП.жаз}}$	1,37	1	1,36	1,28	1	1,29
$K_{\text{бірқ.емес. жаз}}$	0,66	1	0,65	0,66	1	0,68
$K_{\text{бірқ.емес. қыс}}$	0,40	1	0,64	0,66	1	0,62

## 2.5. Күштік трансформаторларын таңдау

Трансформатордың есептік қуаты жүктеменің құрылған тәуліктік графиктер негізінде анықталады, солар бойынша қосалқы станцияның максималды жүктемесін табамыз. Көбнесе екі трансформаторлы қосалқы станцияның әрбір трансформаторының қуатын, қосалқы станцияның суммаланған максималды жүктемесінің  $(0,65 \div 0,7)$  шамасына тең етіп таңдайды.

Трансформаторды таңдауды 2014 ж. Жүктеменің қысқы тәуліктік графигі бойынша орындаймыз. Күштік трансформаторлардың қуатын аппатық және рұқсат етілетін, мүмкін болатын жүйелік артық жүктеулерді ескере отырып таңдаймыз.

Қосалқы станцияның суммаланған максималды жүктемесі 6 суреттегі графикке сәйкес  $S_{\max} = 14$  МВА;

Бір трансформатордың қуаты, МВА:

$$S_{HT} = (0,65 \div 0,7) \cdot S_{\max}; \quad (2.14)$$

$$S_{HT} = (0,65 \div 0,7) \cdot 14 = 9,1 \div 9,8 \text{ МВА};$$

Анықтама бойынша қуаты жуық ең жақын трансформаторды таңдаймыз:

ТДТН – 10000/110

Тексеру:

Трансформаторды артық жүктелу бейімділігіне тексереміз:

$K_1$  кем жүктелу коэффициентін анықтаймыз:

$$K_1 = \frac{1}{S_{H.TP-PA}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k S_i^2 \cdot \Delta t_i}{\sum_{i=1}^k \Delta t_i}}, \quad (2.15)$$

мұндағы:  $S_i$  - кем жүктелу сатысы;

$\Delta t_i$  - саты ұзақтығы.

$$K_1 = \frac{1}{10} \sqrt{\frac{9,7^2 \cdot 2}{2}} = 0,97;$$

$K_2$  артық жүктелу коэффициентін анықтаймыз:

$$K_2 = \frac{1}{S_{H.TP-PA}} \sqrt{\frac{\sum S_i'^2 \cdot \Delta h_i}{\sum \Delta h_i}} ; \quad (2.16)$$

мұндағы:  $S_i'$  - кем жүктелу сатысы;  
 $\Delta h_i$  - саты ұзақтығы.

$$K_2 = \frac{1}{10} \sqrt{\frac{10,5^2 \cdot 5 + 11,5^2 \cdot 1 + 12^2 \cdot 5 + 12,5^2 \cdot 4 + 13^2 \cdot 1 + 13,5^2 \cdot 5 + 14^2 \cdot 1}{22}} = 1,23$$

$$K_{\max} = \frac{S_{\max}}{S_{H.TP-PA}} ;$$

$$K_{\max} = \frac{14}{10} = 1,4$$

$$K_{\max} \cdot 0,9 = 1,4 \cdot 0,9 = 1,26$$

$$0,9 \cdot K_{\max} = 0,9 \cdot 1,4 = 1,26$$

$$K_2 = 1,23 < 0,9 \cdot K_{\max} = 1,26$$

Ары қарай есептеулер үшін  $K_2 = 0,9 K_{\max}$  таңдаймыз.

1.36 /2/ анықтама кесетесі бойынша  $K_{2 \text{ доп}}$  таңдаймыз

$$K_{2 \text{ доп}} = 1,2$$

$K_{2 \text{ доп}} = 1,2 < K_2 = 1,26$  болғандықтан, трансформатор ТДТН – 10000/110 трансформаторы жүйелік артық жүктеулер бойынша өтеді.

Соңғы кезде өндірістік және тұрмыстық жүктемелер өсуіне байланысты ТДТН – 16000/110 трансформаторын қабылдаймыз.

Тексеру:

Трансформаторды артық жүктелу бейімділігіне тексереміз:

$K_1$  кем жүктелу коэффициентін анықтаймыз:

$$K_1 = \frac{1}{16} \sqrt{\frac{9,7^2 \cdot 2}{2}} = 0,6 ;$$

$K_2$  артық жүктелу коэффициентін анықтаймыз:



$$K_2 = \frac{1}{16} \sqrt{\frac{10,5^2 \cdot 5 + 11,5^2 \cdot 1 + 12^2 \cdot 5 + 12,5^2 \cdot 4 + 13^2 \cdot 1 + 13,5^2 \cdot 5 + 14^2 \cdot 1}{22}} = 0,74 ;$$

$$K_{\max} = \frac{S_{\max}}{S_{H.TP-PA}} ;$$

$$K_{\max} = \frac{14}{16} = 0,87 ;$$

$$K_{\max} \cdot 0,9 = 0,87 \cdot 0,9 = 0,78 ;$$

$$K_2 = 0,74 < 0,9 \cdot K_{\max} = 0,78 ;$$

Ары қарай есептеулер үшін  $K_2 = 0,9 K_{\max}$  таңдаймыз .

1.36 /2/ анықтама кесетесі бойынша  $K_{2 \text{ доп}}$  таңдаймыз

$$K_{2 \text{ доп}} = 1,2$$

$K_{2 \text{ доп}} = 1,2 > K_2 = 0,78$  болғандықтан , трансформатор ТДТН – 10000/110 трансформаторы жүйелік артық жүктеулер бойынша өтеді.

## 2.8 – кесте - Таңдалған трансформатор параметрі

Трансформатор типі	S <sub>ном</sub> , МВ А	Реттеу шектігі	Орамдар U <sub>ном</sub> , кВ			ΔР к, кВ Т	ΔР х, кВ Т	I <sub>х</sub> , %
			ЖК	ОК	ТК			
ТДТН-16000/110	16	±9х1,78 %	115	38, 5	11	10 0	21	0, 8

Трансформатор типі	Шеткі тармақ (-ΔU <sub>РПН</sub> ) U <sub>к</sub> , %			Орташа тармақ (ΔU <sub>РПН</sub> =0) U <sub>к</sub> , %			Шеткі тармақ (+ΔU <sub>РПН</sub> ) U <sub>к</sub> , %		
	ЖК- ОК	ЖК- ТК	ОК- ТК	ЖК- ОК	ЖК- ТК	ОК- ТК	ЖК- ОК	ЖК- ТК	ОК- ТК
ТДТН-16000/110	9,5	16,4	6,0	10,5	17	6,0	11,69	18,5	6,0

## 2.6 Қосалқы станцияның электрлі қосылу схемасын құру

Электр қосылулардың бас схемасы дегеніміз – өзара қосылу ретін бейнелейтін негізгі электр жабдықтардың, коммутациялық аппараттардың және тоқ жүргізу бөлшектердің жиынтығын айтамыз. Электр қосылулар схемасының негізгі қызметіне әртүрлі жұмыс режимдерінде қосылуларды өзара байланысын қамтамасыздандыру болып табылады.

Электр қосылулар схемасының сенімділігін талдау бас схема элементтерінде және қосылу орындарында пайда болуы мүмкін әртүрлі апаттық жағдайлардағы салдарларды бағалау жолымен орындалады.

Қосалқы станцияның электр қосылулар схемасы болашақта даму мүмкіндігі ескеріле отырып сенімділікке, үнемділікке және икемділікке қойылатын талаптар негізінде таңдалады. ТҚ типтік схемасын таңдауды ұсынылады.

Қуаты 4 МВА-ден жоғары 110 кВ екі тізбекті қосалқы станция үшін:

Жоғарғы кернеу жағында типтік схема қолданылады: бірлік ажыратқышпен секцияланған жинақтаушы шиналар жүйесі, екінші секциядан автоматты емес қосқышы бар желі жағынан шығатын 110 кВ ӘЖ қорек алады.

Орташа кернеуде: Айырғышпен секцияланған бірлік жинақтаушы шиналар жүйесі қолданылады.

Төменгі кернеуде: Бірлік секцияланған жинақтаушы шиналар жүйесі қолданылады.

2.20 суретте 110/35/10 кВ екі тізбекті қосалқы станция көрсетілген.

Жұмыстың нормалды режимі:

Қорек 1 және 2 желілермен іске асырылады.

Жөндеу жұмыстар қосқыштарының айырғыштары: QS5 , QS6 – сөндірілген күйде.

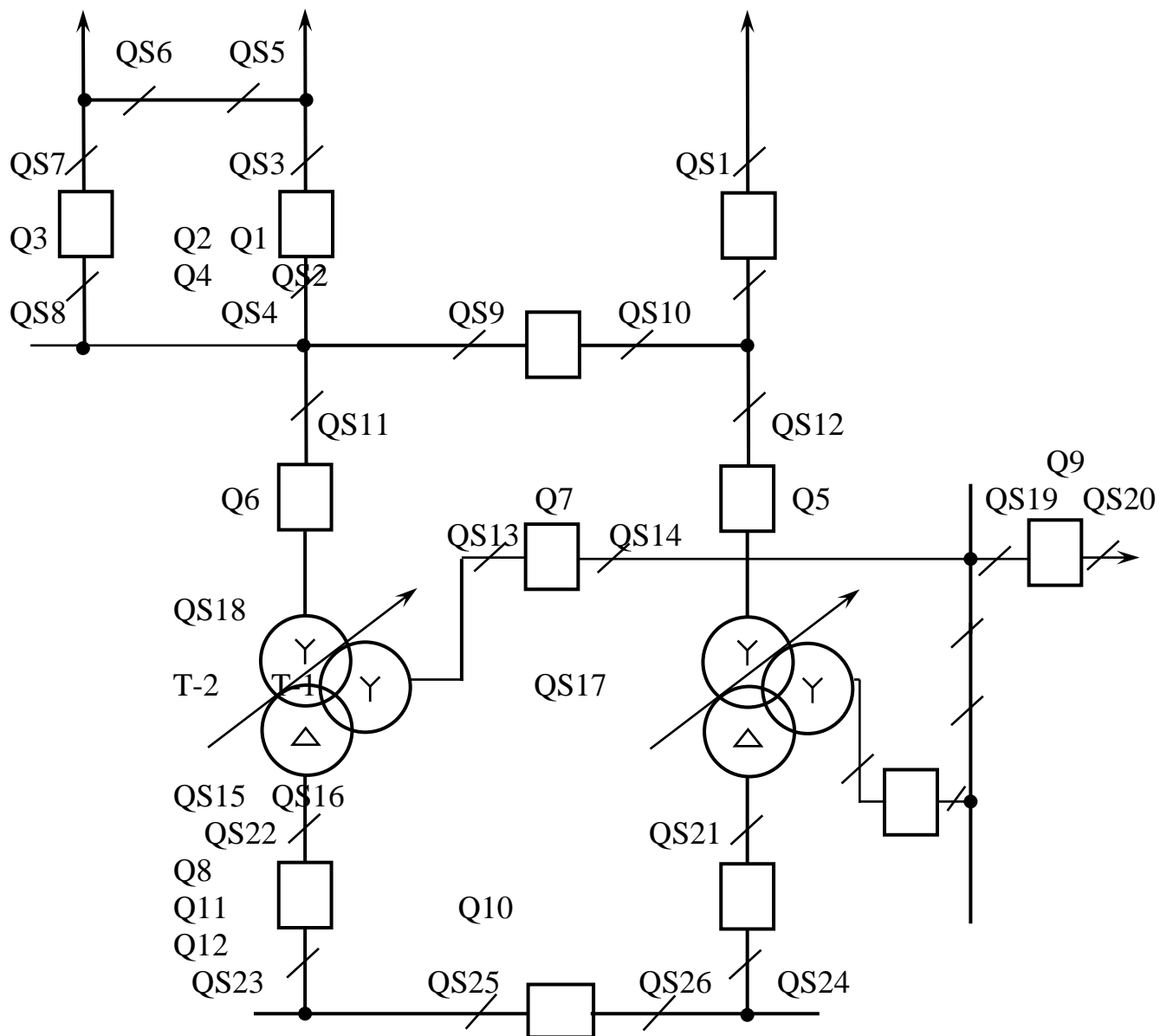
Ажыратқыштар: Q1, Q2, Q3, Q4 ,Q5, Q6, Q8, Q9, Q10, Q11– қосылған.

Ажыратқыштары: Q7, Q12 – сөндірілген күйде.

T-1, T-2 жұмыс күйінде.

Апаттық режим:

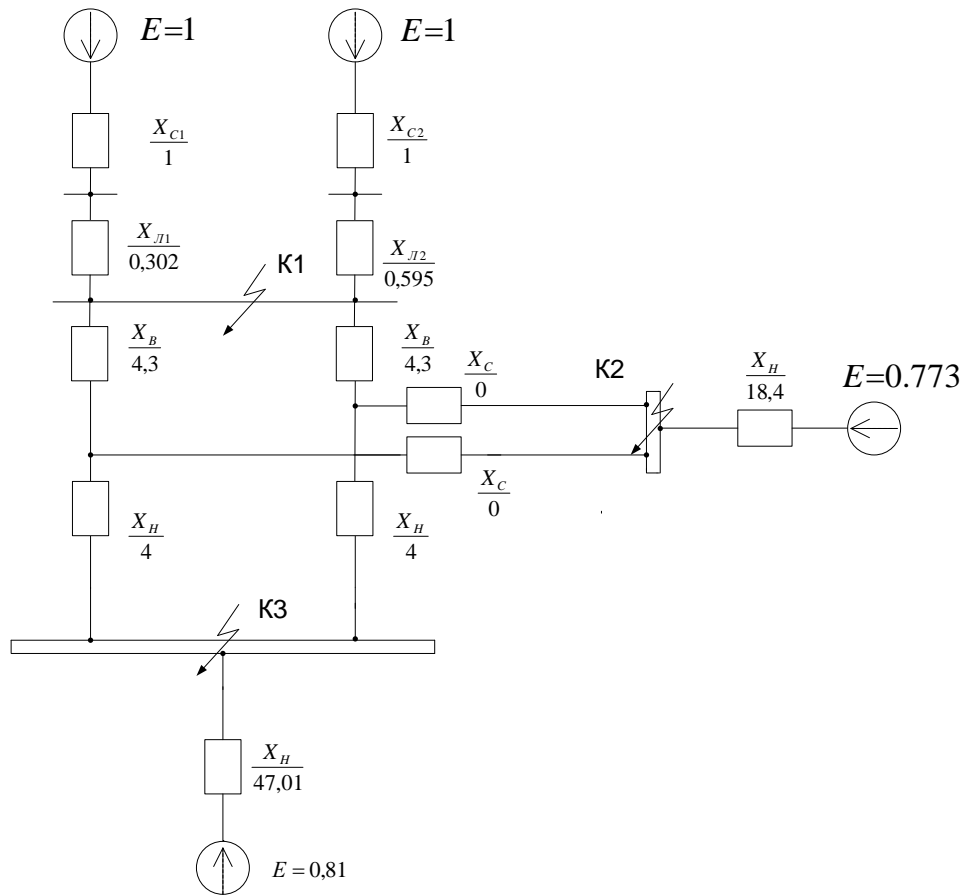
T-1 трансформаторында қысқа тұйықталу болған жағдайда, РҚ және А әрекеттерімен – Q5, Q8, Q810 ажыратқыштары ажыратылады. РАҚ іске қосылады да Q7 ажыратқышы мен Q12 секциялық ажыратқыштары қосылады. Осы кезде тқтвынушыларды қоректендіру T-2 трансформаторы арқылы орындалатын болады.



**2.20 – сурет - Қосалқы станция схемасы**

### **2.7 Қысқа тұйықталу тогын есептеу**

Қысқа тұйықталу тогын есептеу үшін қосалқы станцияның есептік сұлбасы келесі 2.20-суретте келтірілген.



2.21 – сурет - Есептік алмастыру сұлбасы

### 2.7.1 Базистік шамалар

$S_B = 10000 \text{ MVA}$  - базистік қуаты;

$U_{B1} = 115 \text{ кВ}$ ,  $U_{B2} = 37 \text{ кВ}$ ,  $U_{B3} = 10,5 \text{ кВ}$  - базистік кернеу;

ҚТ базистік ток келесі формуламен анықталады:

$$I_B = \frac{S_B}{\sqrt{3} \cdot U_B}; \quad (2.18)$$

$$I_B = \frac{S_B}{\sqrt{3} \cdot U_{B1}} = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 115} = 50,2 \text{ кА};$$

$$I_B = \frac{S_B}{\sqrt{3} \cdot U_{B2}} = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 37} = 156 \text{ кА};$$

$$I_B = \frac{S_B}{\sqrt{3} \cdot U_{B3}} = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 888,23 \text{ кА}.$$

## 2.7.2 Салыстырмалы бірліктердегі орын ауыстыру сұлбасындағы кедергілерін есептеу

Энергожүйе:

$$X_1 = \frac{S_B}{S_{KT}}; \quad (2.19)$$

$$I_B = \frac{10000}{4000} = 2,5.$$

Желі:

$$X_2 = X_3 = l \cdot X_0 \cdot \frac{S_B}{U_{op}^2}; \quad (2.20)$$

$$X_2 = X_3 = 20 \cdot 0,4 \cdot \frac{10000}{115_{op}^2} = 6.$$

Трансформатор:

$$X_{TB} \% = 0,5 \cdot (u_{KB-C} \% + u_{KB-H} \% - u_{KC-H} \%); \quad (2.21)$$

$$X_{TB} \% = 0,5(10,5 + 30 - 6,5) = 17\%;$$

$$X_{TC} \% = 0,5 \cdot (u_{KB-C} \% + u_{KC-H} \% - u_{KB-H} \%); \quad (2.22)$$

$$X_{TC} \% = 0,5(10,5 + 6,5 - 30) = -6,5 \approx 0;$$

$$X_{TH} \% = 0,5 \cdot (u_{KB-H} \% + u_{KC-H} \% - u_{KB-C} \%); \quad (2.23)$$

$$X_{TH} \% = 0,5(30 + 6,5 - 10,5) = 13\%;$$

$$X_4 = X_5 = \frac{X_{TB} \%}{100} \cdot \frac{S_B}{S_{ном}}; \quad (2.24)$$

$$X_4 = X_5 = \frac{17}{100} \cdot \frac{10000}{40} = 42,5;$$

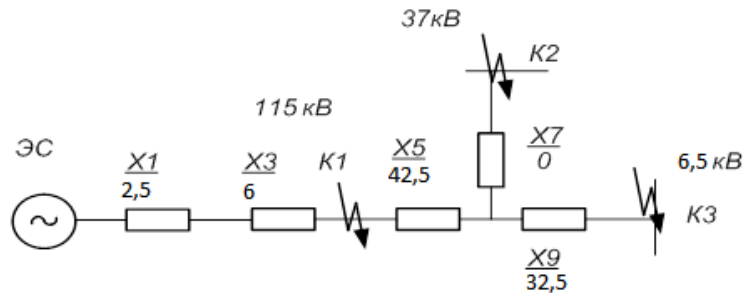
$$X_6 = X_7 = 0; \quad (2.25)$$

$$X_8 = X_9 = \frac{X_{TC} \%}{100} \cdot \frac{S_B}{S_{ном}}; \quad (2.26)$$

$$X_8 = X_9 = \frac{13}{100} \cdot \frac{10000}{40} = 32,5.$$

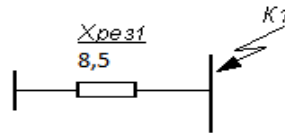
Бастапқы схеманы келтіреміз

$Q_1$  мен  $Q_2$  өшіргенде, онда  $X_2$ ,  $X_4$ ,  $X_6$ ,  $X_8$  – есептелмейді, сонда келтірілген ауыстыру сұлбасы 2.21–суретте келтірілген.



2.22 – сурет - Келтірілген сұлба

2.22 - сурет бойынша К-1 ге алмастыру сұлбасын құрастырасыз сонда келтірілген сұлба 2.23–суретте көрсетілген.

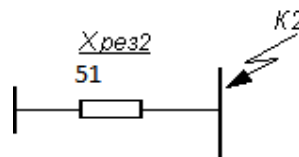


2.23–сурет-К–1 нүктесі үшін келтірілген сұлба

$$X_{рез1} = X_1 + X_3; \quad (2.27)$$

$$X_{рез1} = 2,5 + 6 = 8,5.$$

2.23-сурет бойынша К-2 ге алмастыру сұлбасын құрастырамыз, бұл кездегі келтірілген сұлба 2.24–суретте көрсетілген.



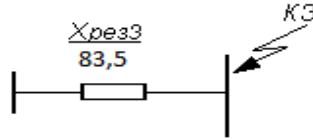
2.24–сурет-К–2 нүктесі үшін келтірілген сұлба

$$X_{рез2} = X_1 + X_3 + X_5 + X_7; \quad (2.28)$$



$$X_{рез2}=2,5+6+42,5+0=51.$$

2.24-сурет бойынша К-3 ге алмастыру сұлбасын құрастырамыз, сонда келтірілген сұлба 2.25–суреттегідей болады.



**2.25–сурет. К – 3 нүктесі үшін келтірілген сұлба**

$$X_{рез3}=X_{рез1}+X_5+X_9; \quad (2.29)$$

$$X_{рез3}=8,5+42,5+32,5=83,5.$$

### 2.7.3 Қысқа тұйықталу тогын анықтау

Қ.Т токтың бастапқы периодті құраушысы келесі формуламен анықталады:

$$I_{по} = \frac{E_c''}{X_{рез}} \cdot I_B; \quad (2.30)$$

$$\text{К-1 } I_{по} = \frac{1 \cdot 50,2}{8,5} = 5,9 \text{ кА};$$

$$\text{К-2 } I_{по} = \frac{1 \cdot 156}{51} = 3,06 \text{ кА};$$

$$\text{К-3 } I_{по} = \frac{1 \cdot 888,23}{83,5} = 10,6 \text{ кА}.$$

мұндағы  $E_c'' = 1$  - э.қ.к. бірлік салыстырмалы көзі.

Қысқа тұйықталудағы соққы тогының лездік амплитудалық мәні келесі формуламен анықталады:

$$i_y = \sqrt{2} \cdot I_{но} \cdot K_y; \quad (2.31)$$

$$\text{К-1 } i_y = \sqrt{2} \cdot 5,9 \cdot 1,608 = 13,41 \text{ кА};$$

$$\text{К-2 } i_y = \sqrt{2} \cdot 3,06 \cdot 1,82 = 7,87 \text{ кА};$$

$$K-3 \quad i_y = \sqrt{2} \cdot 10,6 \cdot 1,82 = 27,28 \text{кА},$$

мұндағы  $K_y$  – соққы коэффициенті [1] әдебиеттің 3.8-кестесі бойынша.

Қысқа тұйықталудағы соққы тогының әсерлік мәні келесі формуламен анықталады:

$$I_y = I_{по} \sqrt{1 + 2(K_y - 1)^2}; \quad (2.32)$$

$$K-1 \quad I_y = 5,9 \cdot \sqrt{1 + 2(1,608 - 1)^2} = 7,78 \text{кА};$$

$$K-2 \quad I_y = 3,06 \cdot \sqrt{1 + 2(1,82 - 1)^2} = 7,175 \text{кА};$$

$$K-3 \quad I_y = 10,6 \cdot \sqrt{1 + 2(1,82 - 1)^2} = 24,85 \text{кА}.$$

ҚТ ауыспалы процесстің уақытының кез келген уақыты үшін ҚТ-дың тоқтарының мәнін келесі формуламен анықтаймыз:

$$i_{ат} = \sqrt{2} \cdot I_{но} \cdot e^{-\frac{\tau}{T_a}}; \quad (2.33)$$

$$K-1 \quad i_{ат} = 1,4 \times 5,9 \times 0,44 = 3,66 \text{кА},$$

мұндағы,  $T_a = 0,03$  [2] 3,8 кестеден;

$$\tau = t_{св} + 0,01 = 0,035 + 0,01 = 0,045 \text{с};$$

$$e^{-\frac{\tau}{T_a}} = 0,44 \quad [2]$$

$$K-2 \quad i_{ат} = 1,4 \times 3,06 \times 0,42 = 1,81 \text{кА},$$

мұндағы,  $T_a = 0,05$  [2] 3,8 кестеден;

$$e^{-\frac{\tau}{T_a}} = 0,42;$$

$$K-3 \quad i_{ат} = 1,4 \times 10,6 \times 0,45 = 6,72 \text{кА},$$

мұндағы,  $e^{-\frac{0,04}{0,05}} = 0,45$  [2] 3.25 – сурет.

ҚТ-дың квадратты тоғының толық импульсі келесі формуламен анықталады:

$$B_{\kappa} = I_{\text{но}}^2 \times (t_{\text{отк}} + T_a) \kappa A^2 c; \quad (2.34)$$

$$B_{\kappa} = 5,9^2 \cdot (0,44 + 0,03) = 16,36 \kappa A^2;$$

$$B_{\kappa} = 3,06^2 \cdot (0,42 + 0,05) = 4,4 \kappa A^2;$$

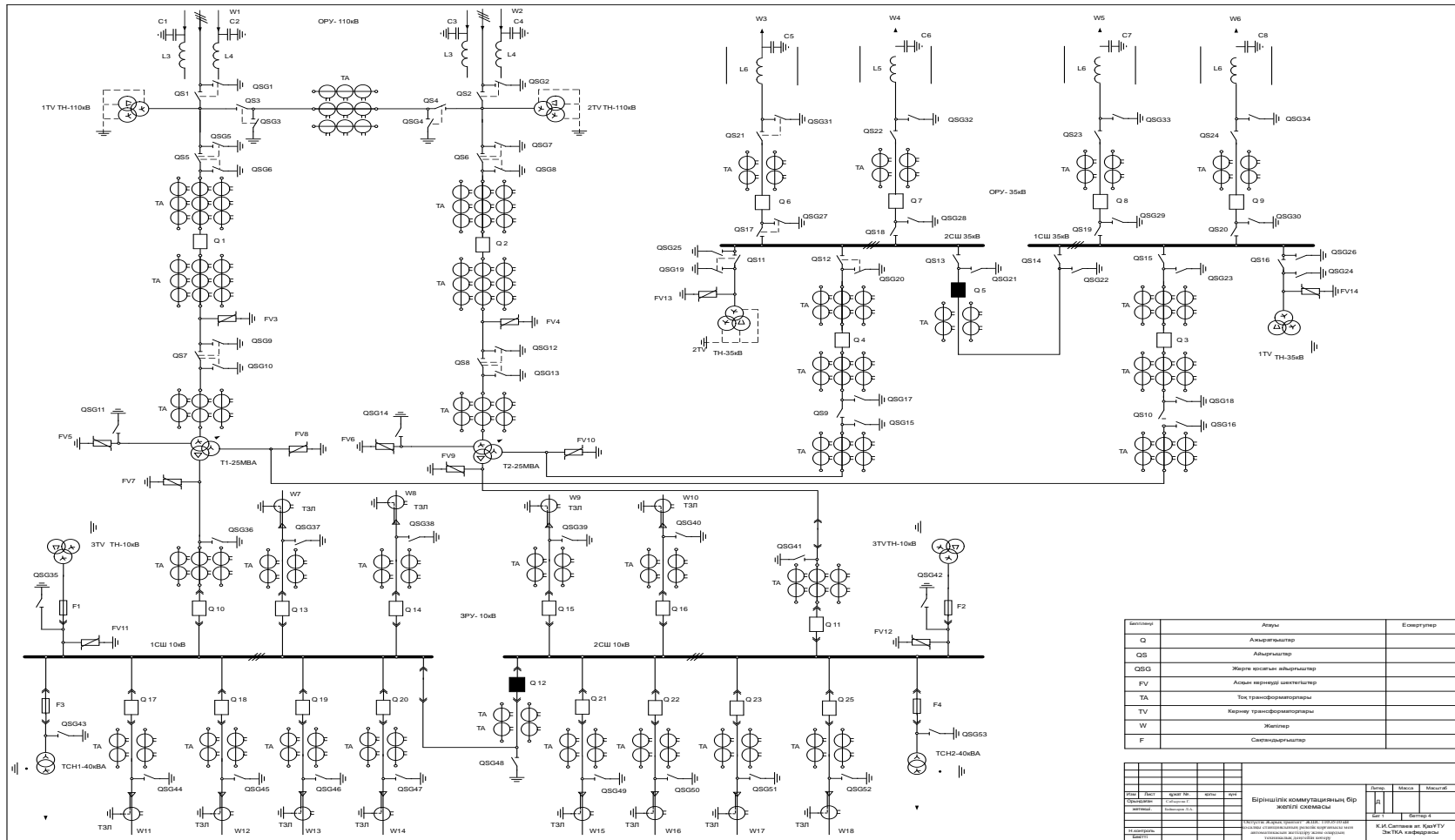
$$B_{\kappa} = 10,6^2 \cdot (0,42 + 0,05) = 52,8 \kappa A^2,$$

мұндағы  $t_{\text{отк}} = t_{\text{рз}} + t_{\text{св}}$

К-1, К-2, К-3 нүктесіндегі қысқа тұйықталуларды есептегендегі бастапқы периодты құраушысы, соққы тоғының лездік амплитудалық мәні, соққы тоғының әсерлік мәні және кез келген уақыт үшін ҚТ токтарының мәндері төмендегі 2.4-кестеде келтірілген.

### 2.9-кесте-ҚТ-дың токтарының құрама кестесі

	U <sub>ор</sub>	I <sub>б</sub>	I <sub>по</sub>	I <sub>соқ</sub>	I <sub>у</sub>	i <sub>ат</sub>	B <sub>κ</sub>
К-1	115	50,2	5,9	13,41	7,78	3,66	16,36
К-2	37	156	3,06	7,87	7,175	1,81	4,4
К-3	6,5	888,23	10,6	27,28	24,85	6,72	52,8



Белгілеу	Атауы	Есептеулер
Q	Айырмақыштар	
QS	Айырмақыштар	
QSG	Жерге қосылым айырмақыштар	
FV	Адам қорғау ішкі қысқыштары	
TA	Ток трансформаторлары	
TV	Кернеу трансформаторлары	
W	Желілер	
F	Сигналырқыштар	

Қосымша	Қосымша	Қосымша	Қосымша	Қосымша	Қосымша
Біріншілік қосымшалардың Бір желілі схемасы					
<p>Мәтіндік және графикалық бейнеленген құжаттардың біріншілік және екіншілік нұсқаларының жинақталуы және сақталуы үшін қосымшалардың жинақталуы және сақталуы.</p>					
Қ.Қ.Сегізбаев аты Қарағанды облыстық Энергетикалық компаниясы			Қарағанды облыстық Энергетикалық компаниясы		

2.26-сурет - Кернеуі 110/35/10 кВ қосалқы стансасының бір желілі электр схемасы

## 2.8 Жабдық таңдау

### 2.8.1 кернеуі 110 кВ – қа жабдық таңдау

Жұмысшы ток келесі формуламен анықталады:

$$I_{жс} = \frac{S_T \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{ВН}}; \quad (2.35)$$

$$I_{жс} = \frac{40 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 110} = 209,94 A.$$

Максимальды жұмысшы ток келесі формуламен анықталады:

$$I_{мак.жс} = 1,4 \cdot I_{жс}; \quad (2.36)$$

$$I_{мак.жс} = 1,4 \cdot 209,94 = 293,916 A.$$

Айырғыш пен ажыратқыш таңдау

ВГП-110П-20/2500 УХЛ 1 типті айырғышты каталог бойынша таңдаймыз. ВГП сериялы элегазды бакты ажыратқыш.

ВГБ сериялы ажыратқыш элегазовые доғаның сөндіруін белгілі қағиданың базасында жасалған. Ажыратқышты байланысулары арқылы элегазды ажыратқыштың істеуінде қымқырылып доғаның сөндіруі жүзеге асырылады.

Келесідей қасиеттері бар: отырғызылған резервуар (үлкен қауіпсіздік); үлкен сейсмөтөзімділік (аласа ауырлық центрі); Қызмет көрсетудегі ең төменгі қажеттілік; үлкен сенімділік, қауіпсіздік және конструкцияның оңайлығы; кірістірілген тоқ трансформаторлары; Монтаждың ең төменгі уақыты; Кремнийорганикалық резеңкемен пластиктен жасалған енгізулері;

РГ-110/1000. УХЛ1 типті айырғышты каталог бойынша таңдаймыз, ажыратқыштыда, айырғыштыда таңдап алындым. Оларды таңдау шарттары 2.10-кестеде келтірілген. 2.10–суретте ВГП-110П 20/2500 УХЛ 1 типті ажыратқыш көрсетілген. Ал РГ-110/1000. УХЛ1 типті айырғыш 2.11–суретте көрсетілген.

### 2.10-кесте-Ажыратқыш пен айырғыш таңдау

Таңдау шарттары	Есептік берілулер	Каталогтық берілулер	
		ВГП-110 П - 20/2500 УХЛ 1	РГ-110/1000 УХЛ1

### 2.10 кестенің жалғасы

$U_{н.в.ыкл} > U_{уст}$ кВ	110	126	110
$I_{н.в} > I_{р.м.}$ А	293,916	2500	1000
$I_{ажыр} \geq I_{пт}$ кА	3,66	20,36	-
$I_{np} \geq I_{по}$ кА	5,9	40	31,5
$i_{np.c} \geq i_{y\theta}$ кА	13,41	125	80
$I_T^2 \times t_T \geq BK$ кА <sup>2</sup> ·с	16,36	40 <sup>2</sup> ·3=4800	40 <sup>2</sup> ·3=4800
Жетек		Моторлы	ПРГ-6

Сөндіру бейімділігі бойынша тексеру:

$$i_a = \sqrt{2} \cdot I_{отк} \cdot \frac{\beta}{100}; \quad (3.37)$$

$$i_a = \sqrt{2} \cdot 40 \cdot \frac{36}{100} = 20,36 \text{ кА.}$$

Ток трансформаторын таңдау

ТВ-110 типті келтірілген ток трансформаторын каталог бойынша таңдаймыз. Таңдалған ТТ-дың белгіленген мәндері 2.11–кестеде көрсетілген.

### 2.11–кесте-Каталогтық берілулер

Тип ТТ	U <sub>н</sub> , кВ	Ном. Ток		Z <sub>2</sub> ВА	Дин.беріктілік		Тер. беріктілік.		
		I <sub>НОМ</sub>	I <sub>2НОМ</sub>		К <sub>д</sub>	I <sub>дин.</sub>	К <sub>т</sub>	I <sub>т</sub>	T <sub>т</sub>
ТВ-110-І-300/5	110	300	5	60	20	-		25	3

Есептелген мәндер мен каталогтағы берілген мәндерді салыстыру 2.12-кестеде көрсетілген.

### 2.12-кесте-Мәндерді салыстыру

Есептік мәндер.	Каталогтық мәндер
	ТВТ-110
U=110 кВ	U=110 кВ
I <sub>мак.жұм</sub> = 293 А	I <sub>НОМ</sub> =300 А
B <sub>к</sub> =16,36 кА <sup>2</sup> с	I <sub>т</sub> <sup>2</sup> t <sub>т</sub> = 25 <sup>2</sup> × 3 = 1875 кА <sup>2</sup> с

Қажетті өлшегіш аспаптарды 4.11 кесте бойынша [2] әдебиеттің 362-беттен таңдаймын.

Икемді шина таңдау

ПУЭ бойынша ең төменгі қиманың есепке алуы бар мүмкін тоғы шарты бойынша таңдалады:

$$I_{ic.k} \geq I_{мак.ж.}$$

7.35 [3] кесте бойынша сым маркасын таңдалады:

АС-95/16

d=95мм

$I_{p.ет.} = 330 \text{ A} > I_{мак.ж.} = 293,916 \text{ A}$

$I_{по} \leq 20 \text{ кА}$  бойынша да тексереміз.

Коронирования шарт бойынша [1] сәйкес § 2.5.41 70 мм<sup>2</sup>-ші ең төменгі қима қабылданады. Ескере отырып, ОРУ-110 кВ әуе жолдарында, есептеуді осы бөлімде қарап шығуға қарағандағысы аз есептейміз.

Бастапқы критикалық кернеулік келесі формуламен есептеледі:

$$E_0 = 30,3 \cdot m \cdot \left(1 + \frac{0,299}{\sqrt{r_0}}\right); \quad (2.38)$$

$$E_0 = 30,3 \cdot 0,82 \cdot \left(1 + \frac{0,299}{\sqrt{0,57}}\right) = 34,6 \text{ кВ} / \text{см};$$

$$r_0 = \frac{d_0}{2}; \quad (2.39)$$

$$r_0 = \frac{11,4}{2} = 5,7 \text{ мм} = 0,57 \text{ см};$$

мұндағы  $m=0,82$  – өткізгіш бетінің кедірін есепке алатын коэффициент;

$r_0$  – сым радиусы.

Айналасы жарықшақты емес өткізгіш электр өрісінің кернеулігі :

$$E = \frac{0,354 \cdot U}{r_0 \cdot \lg \frac{D_{op}}{r_0}}; \quad (2.40)$$

$$E = \frac{0,354 \cdot 121}{0,57 \cdot \lg \frac{315}{0,57}} = 26 \text{ кВ} / \text{см},$$

мұндағы  $U$  – максималды желілік кернеу =121кВ;  
 $D_{op}$  – фазалардың орташа геометриялық өткізгіштер арасындағы қашықтығы =1,26Д;  
 $D$  – көрші фазалар арасындағы қашықтық.  $D=250$  см.

$$D_{op}=1,26 \cdot D; \quad (2.41)$$

$$D_{op}=1,26 \cdot 250=315 \text{ см.}$$

Тексеру: егер  $0,9 \cdot E_0$  аспайтын өрістің ең үлкен кернеулігі кез келген өткізгіштің бет болса, өткізгіштерді тәж кигізбейді,. Сайып келгенде, тәждің білімінің шарты түрде жазып алуға болады:

$$1,07 \cdot E \leq 0,9 \cdot E_0; \quad (2.42)$$

$$1,07 \cdot 26 \leq 0,9 \cdot 34,6;$$

$$27,82 < 31,14 \text{ кВ/см.}$$

Коронирования шарты бойынша АС-95/16 сымы өтеді.

Тіректегі өткізгіштерінің бекіткіштері үшін түрдің аспалы изоляторларын таңдаймын.

110 кВ ашық тарату құрылғысының блоктары өзара қатты шиналаумен қосылады. Қатты шиналау 1915Т немесе АД31Т алюминий құймасынан жасалған құбырлармен орындалады. Келесі 2.12-суретте 110 кВ ашық тарату құрылғысының блоктары өзара қатты шиналары көрсетілген.

### 2.8.2 Кернеуі 35 кВ-қа жабдық таңдау

Жұмысшы ток жоғарыда келтірілген (2.35) формуламен анықталады:

$$I_{жс} = \frac{18,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 35} = 305,17 \text{ А.}$$

Максимальды жұмысшы ток жоғарыда келтірілген (2.36) формула бойынша есептеледі:

$$I_{мак.жс} = 1,4 \cdot 305,17 = 427,23 \text{ А.}$$

Ажыратқыш пен айырғыш таңдау

Каталог бойынша ВБС-35Ш-25/1000 УХЛ1 типті ажыратқыш таңдаймын. Вакуумды, электромагнитті еріксіз келтірумен, күшейтілген оқшауламамен,



сыртқы қондырғының сөндіргіштері ашық станциялардың бір бөліктеріне электр желдеріндегі жұмысы үшін арналған, Қосалқы станция үш фазалық айнымалы тоқ желілеріндегі электрлендірілген темір жолдардың тарту қосалқы станциялары, таратқыш құрылғыларғы үшін арналған.

Каталог бойынша РГ-35/1000 УХЛ1 типті айырғышты таңдаймыз, таңдалған ажыратқыш пен айырғыштың каталогтық мәндері, есептік мәндері және таңдау шарттары 2.8-кестеде келтірілген. ВБС-35Ш-25/1000 УХЛ1 типті ажыратқыш. Ал РГ-35/1000 УХЛ1 типті айырғыш таңдап алынды.

### 2.13-кесте-Ажыратқыш пен айырғыш таңдау

Таңдау шарттары	Есептік мәндер	Каталогтық мәндер	
		ВГБ-35-12,5/1000	РГ-35/1000 УХЛ1
$U_{ном.кос} > U_{орн}$ кВ	35	35	35
$I_{ном.к} > I_{макс}$ А	427,23	1000	1000
$I_{ажыр} \geq I_{пт}$ кА	1,81	12,37	-
$I_{пр} \geq I_{по}$ кА	3,06	35	40
$i_{пр.с} \geq i_{сок}$ кА	7,87	64	63
$I_T^2 \times t_T \geq BK$ кА <sup>2</sup> ·с	4,4	12,5 <sup>2</sup> ·4=1953	16 <sup>2</sup> ·4=1024
СЫМ		Моторлы	ПРГ-01-5 УХЛ1

Сөну бейімділігі бойынша тексеру жоғарыда келтірілген (2.37) формула бойынша есептеледі:

$$i_a = \sqrt{2} \cdot 35 \cdot \frac{25}{100} = 12,37 \text{ кА.}$$

Ток трансформаторын таңдау

Кесте бойынша 5.10 [3] келтірілген ток трансформаторы ТФЗМ-35А - 600/5 типті таңдаймыз.

Таңдалған ТФЗМ-35А -600/5 типті ток трансформаторының каталогтық берілген мәндері 2.14 – кестеде келтірілген.

### 2.14 – кесте - Каталогтық берілулер

Тип ТТ	U <sub>н</sub> ,кВ	НОМ.ТОК		Z <sub>2прик</sub> л.0,5	Дин. ст-ть		Тер. Ст-ть.		
		I <sub>1ном</sub>	I <sub>2ном</sub>		K <sub>д</sub>	i <sub>дин.</sub>	K <sub>т</sub>	I <sub>т</sub>	t <sub>т</sub>
ТФЗМ-35А- 600/5	35	600	5	2		63		10	3

Таңдалған ток трансформаторының каталогтық мәндері мен есептік мәндерінің салыстырылуы 2.15 – кестеде келтірілген.

### 2.15 –кесте-Мәндеріді салыстыру

Таңдау шарттары	Есептік мәндер	Каталогтық мәндер
		ТФЗМ-35А-600/5
$U_{тт} \geq U_{ори}$ кВ	35	35
$I_{лтт} \geq I_{мак.ж}$	427,23	600
$i_{дин} \geq i_{сок}$ кА	7,87	11.8
$I_T^2 \times t_T \geq BK$ кА <sup>2</sup> ·с	4,4	$10^2 \cdot 3 = 300$ кА <sup>2</sup> с

Динамикалық беріктілікке тексеру:

$$i_{дин} \geq i_{сок}; \quad (2.43)$$

$$11,8 \text{ кА} \geq 7,87 \text{ кА.}$$

Динамикалық беріктілікке тексеру:

$$I_{тер} \cdot t_{тер} \geq B_k; \quad (2.44)$$

$$10^2 \cdot 3 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} \geq 4,4 \text{ кА}^2 \cdot \text{с.}$$

Таңдап алынған ток трансформаторымыз динамикалық және термиялық беріктілік шартын қанағаттандырады.

а) магнит өткізгіш орамдары; 1-біріншілік орамы; 2-оқшауламасы; 3-трансформатор майы; б) ток трансформаторының көлденеңінен қарағандағы көрінісі

*Икемді шина таңдау*

ПУЭ-ге сәйкес шинаның ауданын  $I_{ис.к} \geq I_{мак.ж}$  шарты бойынша таңдаймыз.

Құрама шиналардың қимасы қосуды ең үлкен жұмыс тоғы бойынша таңдаймыз. Ең үлкен жұмыс тоғы жоғарыдағы есептелген бойынша 427,23А-ге тең.

Кесте 7.35 [3] бойынша сым маркасын минималды ауданымен таңдаймыз АС-150/19, d=150мм, I<sub>р.ет.</sub>=450А.

ПУЭ ге сәйкес термиялық және электродинамикалық беріктілікке шинаны тексермейміз және коронирования шарты бойыншада тексерілмейді.

Тіректегі өткізгіштерінің бекіткіштері үшін түрдің аспалы изоляторларын таңдаймыз.

### 2.8.3 Кернеуі 6кВ -қа жабдық таңдау

Жұмысшы ток жоғарыда келтірілген (2.35) формуламен есептеледі:

$$I_{жс} = \frac{6,3 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 6} = 606,2 A.$$

Максимальды жұмысшы ток жоғарыда келтірілген (2.36) формуламен есептеледі:

$$I_{мак.жс} = 1,4 \cdot 606,2 = 848,68 A.$$

#### Ажыратқыш таңдау

Каталог бойынша FRX073116 типті элегазды ажыратқышты таңдаймыз.

Бөлек полюстері бар элегазды ажыратқыш болып табылады, 6 кВ қа дейін номиналды диапазонды кернеулер кезінде бөлмелерде қондырылады. Ажыратқыштар вертикальды түрде орналастырылады.

Таңдап алынған FRX073166 типті элегазды ажыратқыштың каталогтық мәндері мен есептелген мәндерді салыстыру төмендегі 2.16-кестеде келтірілген.

#### 2.16-кесте-Ажыратқыш таңдау

Таңдау шарттары	Есептік мәндер	Каталогтық берілулер
		FRX073116
$U_{н.выкл} > U_{уст}$ кВ	6	7,2
$I_{н.в} \geq I_{р.м.}$ А	848,68	1600
$I_{но} \geq I_{отк.}$	10,6	31,5
$i_a \geq i_{отк.ном.}$ кА	6,72	17,8
$I_{нр} \geq I_{ПО}$ кА	10,6	10
$i_{нр.с} \geq i_{yд}$ кА	27,28	100
$I_T^2 \times t_T \geq B_K$ кА <sup>2</sup> ·с	52,2	31,5 <sup>2</sup> · 1=992,5
Жетек		Эл.моторлы

Сөну бейімділігіне тексеру (2.37) формула бойынша есептелінеді:

$$i_a = \sqrt{2} \cdot I_{но.} \cdot \frac{\beta}{100} = \sqrt{2} \cdot 31,5 \cdot \frac{40}{100} = 17,8 кА.$$

FRX073166 типті элегазды ажыратқыштың сырытқы көрінісі келесі 2.16–суретте көрсетілген.

Ток трансформаторын таңдау

5.9 [3] табица бойынша ток трансформаторы Т0Л-10-1000/5 типін таңдаймыз. Таңдап алынғын ток трансформаторының сырытқы көрінісі 2.17–суретте көрсетілген. Жалпы көрінісі 2.18-суретте көрсетілген.

Таңдап алынған ток трансформаторының каталогтық мәндері төмендегі 2.12-кестеде көрсетілген.

### 2.17-кесте - Каталогтық берілулер

Тип ТТ	U <sub>н</sub> , кВ	Ном. Ток		Z <sub>2</sub> для кл. 0,5	Дин. ст-ть		Тер. Ст-ть.		
		I <sub>1ном</sub>	I <sub>2ном</sub>		K <sub>д</sub>	I <sub>дин.</sub>	K <sub>т</sub>	I <sub>т</sub>	t <sub>т,с</sub>
ТОЛ-10	10	1000	5	0,4	-	47	-	31,5	1

Динамикалық беріктілікке тексеру (2.43) формула бойынша анықталады:

$$47 \text{ кА} \geq 27,28 \text{ кА.}$$

Динамикалық беріктілікке тексеру (2.44) формула бойынша анықталады:

$$31,5^2 \cdot 1 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} \geq 27,4 \text{ кА}^2 \cdot \text{с.}$$

Таңдап алынған ток трансформаторының есептік және каталогтық мәндерін салыстыру келесі 2.13-кестеде келтірілген.

### 2.13-кесте - Есептік және каталогтық мәндерді салыстыру

Есептік мәндер	Каталогтық берілулер.
	ТОЛ-10-1000/5
U <sub>орн</sub> =6 кВ	U <sub>н</sub> =10 кВ
I <sub>макс.ж</sub> = 848,68А	I <sub>ном</sub> =1000 А
I <sub>у</sub> =27,28	I <sub>дин</sub> =47 кА
I <sub>т</sub> <sup>2</sup> × t <sub>т</sub> ≥ B <sub>к</sub> кА <sup>2</sup> ·с	31,5 <sup>2</sup> · 1=992,25

Керенуі 6кВ-қа шина таңдау

Таңдау үшін мәндер:

$$I_p=606,2\text{А}$$

$$t_c=0,25 \text{ с}$$

$$U=6 \text{ кВ}$$

$$K_t=1$$

$$L=1000 \text{ мм}$$

$$K_p=0,95$$

$$a=250 \text{ мм}$$

$$K_n=1$$

$$\tau_o=70^{\circ}\text{C}$$

$$K_{\text{поп}}=K_t \cdot K_n \cdot K_{\text{нв}}=1 \cdot 1 \cdot 0,95=0,95$$

$$i_y=27,28 \text{ кА}$$

$$I''=10,6 \text{ кА}$$

Рұқсат етілген тоқы анықтаймыз:

$$I_{p.ет.} = \frac{I_{ж}}{K_t \cdot K_p \cdot K_n}; \quad (2.45)$$

$$I_{p.ет.} = \frac{606,2}{1 \cdot 0,95 \cdot 1} = 638 \text{ А.}$$

Термиялық беріктілікке сәйкес минималды ауданын табамыз:

$$q_{мин} = \frac{\sqrt{B_k}}{C}; \quad (2.46)$$

$$q_{мин} = \frac{\sqrt{52,2 \cdot 10^3}}{91} = 79 \text{ мм}^2.$$

Шина термиялық беріктілікке сәйкес 1.3.31 [1] кесте бойынша тікбұрышты алюминилі шинаны таңдаймыз: АТ-50×6,  $I_{p.ет.}=740 \text{ А}$ .

Ток сымды динамикалық беріктілікке тексереміз. Өзара әрекеттесу күшін келесі формуламен анықтаймыз.

$$f = 1,76 \cdot K_\phi \cdot i_{сок}^2 \cdot \frac{1}{a} \cdot 10^{-7}; \quad (2.47)$$

$$f = 1,76 \cdot 1 \cdot 18,47 \cdot (10^3)^2 \cdot \frac{1000}{250} \cdot 10^{-7} = 240 \text{ Н.}$$

Июші момент келесі формуламен анықталады:

$$M = \frac{F \cdot l}{10}; \quad (2.48)$$

$$M = \frac{240 \cdot 1000}{10} = 24 \text{ Н.}$$

Шиналардың кедергі моменті төмендегі формула бойынша анықталады:

$$W = \frac{h \cdot b^2}{6}; \quad (2.49)$$

$$W = \frac{0,6 \cdot 5}{6} = 2,5 \text{ см}^3.$$

Металлдағы кернеу июші моменттің пен кедергі моментке қатынасы бойынша анықталады:

$$\sigma_{есеп} = \frac{M}{W}; \quad (2.50)$$

$$\sigma_{есеп} = \frac{24}{2,5} = 9,6 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{есеп} \leq \sigma_{р.ет.}; \quad (2.51)$$

$$9,6 \text{ МПа} \leq 70 \text{ МПа}.$$

## 2.9 Жерлендіру құрылғысын есептеу

ПУЭ ге сәйкес 110 кВ бейтарап жерге қосумен желінің электр қондырғыларын жерлендіргіш құрылғыны тиімді кедергі немесе тиіп кетуді шекті кернеуді  $R_3 \leq 0,5 \text{ Ом}$  есепке алумен орындалады.  $R_3 \leq 0,5 \text{ Ом}$  мүмкін кедергі бойынша есептеу өткізгіш материалдың керексіз шығынына және еңбек шығыны жерлендіргіш құрылғыларды ғимаратта өндіріп алады. 110 кВ және одан жоғары таратқыш құрылғыларды пайдалануды тәжірибе жанасу кернеуінің мөлшерлеуіне өтуге мүмкіндік береді, R3 көлемі емес. Күрделі жерлендіру Стың олардың аудандарының теңдігінің шартында есепті квадрат үлгісімен ауыстырылады, көлденең өткізгіш, t тың олардың салуын тереңдік, сан және тік жерлендіргіш ұзындық және олардың салуын тереңдіктердің ортақ ұзындығы. Жерлендірудің сұлбасы төмендегі 2.25-суретте көрсетілген.

Көп қабатты жер есептеуде екі қабат көрінеді  $r_1$  меншікті кедергісі бар  $h_1$  жоғарғы жуандығы, төменгісі  $r_2$ . меншікті кедергісімен.  $t=0,5-0$ , жерлендіргіш құрылғысын салудың тереңдігі,  $lv=3-5$ м вертикалды жерлендіргіш,  $lv=5$ м қабылдаймыз және  $a=5$ м горизонтал жерлендіргіштерінің арасындағы қашықтық.

ОРУ 110кВ – көпір схемасы, грунт, 7.4 кесте [2] әдебиет 592–бет.  $\rho_1=400$  Ом·м – Супесок.  $\rho_2=200$  Ом·м .  $t_{отк}=0,16$  қорғаныс зонасымен [2]. Сәйкесінше бөлім графикалық бет 3  $S=32 \cdot 69,5=2224 \text{ м}^2$  деп қабылдаймыз;  $h_1=2$ м грунтты қабаттың жоғарғы жуандылығы; Жерлендіру қондырғысының глубина заложения  $0,5-0,7$ м,  $t=0,5$ м қабылдаймыз;  $3-5$ м вертикалды жерлендіру ұзындығы,  $lv=5$ м қабылдаймыз;  $4-6$ м вертикалды полосалы жерлендірудің арасындағы қашықтық,  $a=5$ м қабылдаймыз.

Горизонталды жерлендірудің ұзындығы:

$$L_r = (\sqrt{S} \cdot \frac{\sqrt{S}}{a} + 1) \cdot 2; \quad (2.52)$$

$$L_r = (\sqrt{2224} \cdot \frac{\sqrt{2224}}{5} + 1) \cdot 2 = 891,6 \text{ м}.$$

Тип кету кернеу коэффициенті:

$$K_{II} = \frac{M \cdot \beta}{\left( \frac{l_B \cdot L_{II}}{a \cdot \sqrt{S}} \right)^{0,45}}; \quad (2.53)$$

$$K_{II} = \frac{0,62 \cdot 0,63}{\left( \frac{5 \cdot 891,6}{5 \cdot \sqrt{2224}} \right)^{0,45}} = 0,1.$$

мұндағы  $M$  – [2] әдебиет, 598-бет.  $M=0,62$  жерлердің меншікті кедергінің қатынасқа байланысты коэффициент;

$\beta$  -  $R_{\text{адам}}$  адамның денесінің кедергісі бойынша анықталатын коэффициент және  $R_{\text{таб}}$  ның адам табанымен тоқтың кедергіге жайылуы. Есептеу кезінде  $R_{\text{адам}}=1000\text{Ом}$ ;  $R_{\text{таб}}=1,5\rho l$  деп қабылдаймыз.

$$\beta = \frac{R_{\text{адам}}}{R_{\text{адам}} + R_{\text{таб}}}; \quad (2.54)$$

$$\beta = \frac{1000}{1000 + 1,5 \cdot 400} = 0,63.$$

Жерлендіруге кернеуін келесі формула бойынша анықтаймыз:

$$U_{\text{жер}} = \frac{U_{\text{пр.доп}}}{K_{II}}; \quad (2.55)$$

$$U_{\text{жер}} = \frac{400}{0,1} = 4000, \text{В.}$$

мұндағы  $U_{\text{рұқ.ж.}}$  – рұқсат етілген жанасу кернеуі=400В болғанда,  $t_{\text{ажырау}}=0,16\text{с.}$ ,. 596 бет [2].

Ағып келетін тоқта жобаланатын жерлендіргіш құрылғыны жайтартқыштан тоқ, бір фазалы қысқа тұйықталу  $I_{\text{жс}} = 1,25\text{кА}$ .

Жерлендіру құрылғыға рұқсат етілетін кедергі:

$$R_{\text{жс.р.}} = \frac{U_{\text{жс}}}{I_{\text{жс}}}; \quad (2.56)$$

$$R_{\text{жс.р.}} = \frac{4000}{1250} = 3,2, \text{ Ом.}$$

Вертикалды жерлендіру саны:

$$n_B = \frac{\sqrt{S} \cdot 4}{\frac{a}{l_B} \cdot l_B}; \quad (2.57)$$

$$n_B = \frac{\sqrt{2224} \cdot 4}{\frac{5}{5} \cdot 5} = 37,7 = 40 \text{ дана.}$$

$n_B = 37,7$  дана болғандықтан, оның санын 40 дана деп қабылдаймыз.

Вертикалды жерлендірудің жалпы ұзындығы:

$$L_B = n_B \cdot 5; \quad (2.58)$$

$$L_B = 40 \cdot 5 = 200 \text{ м.}$$

Жерлендіргіш құрылғыны салыстырмалы тереңдікке салу:

$$a = \frac{l_B + t}{\sqrt{S}}; \quad (2.59)$$

A – коэффициент 599–бет [2].

$$A = (0,444 - 0,84 \cdot \frac{l_B + t}{\sqrt{S}}); \quad (2.60)$$

$$A = (0,444 - 0,84 \cdot \frac{5 + 0,5}{\sqrt{2224}}) = 0,33.$$

Жоғарғы қабаттағы жуан қатынасы:

$$\frac{h_1 - t}{l_B} = \frac{2 - 0,5}{5} = 0,3. \quad (2.61)$$

[2] 600-бет 7.6-кестемен тік вертикалды жерлеткіш бар торлар үшін баламалы меншікті кедергі қатынасы:

$$\rho_{ЭК}^* = \frac{1,1 + 1,13}{2} = 1,115. \quad (2.62)$$

Эквивалентті жер кедергісі:



$$\rho_{ЭК} = \rho_{ЭК}^* \cdot \rho_2; \quad (2.63)$$

$$\rho_{ЭК} = 1,115 \cdot 200 = 223 \text{OM} \cdot \text{м}.$$

Күрделі жерлендіргіштің жалпы кедергісі:

$$R_{жс} = A \cdot \frac{\rho_{Э}}{\sqrt{S}} + \frac{\rho_{Э}}{L_B + L_T}; \quad (2.64)$$

$$R_{жс} = 0,33 \cdot \frac{223}{\sqrt{2224}} + \frac{223}{1147,68 + 205} = 1,72 < 2,54 \text{OM}.$$

Жанасу кернеуі:

$$U_{жанасу} = K_{II} \cdot I_{жс} \cdot R_{жс}; \quad (2.65)$$

$$U_{жанасу} = 0,1 \cdot 1250 \cdot 1,72 = 215 \text{В};$$

$$U_{жанасу} < U_{р.ет.жанасу}; \quad (2.66)$$

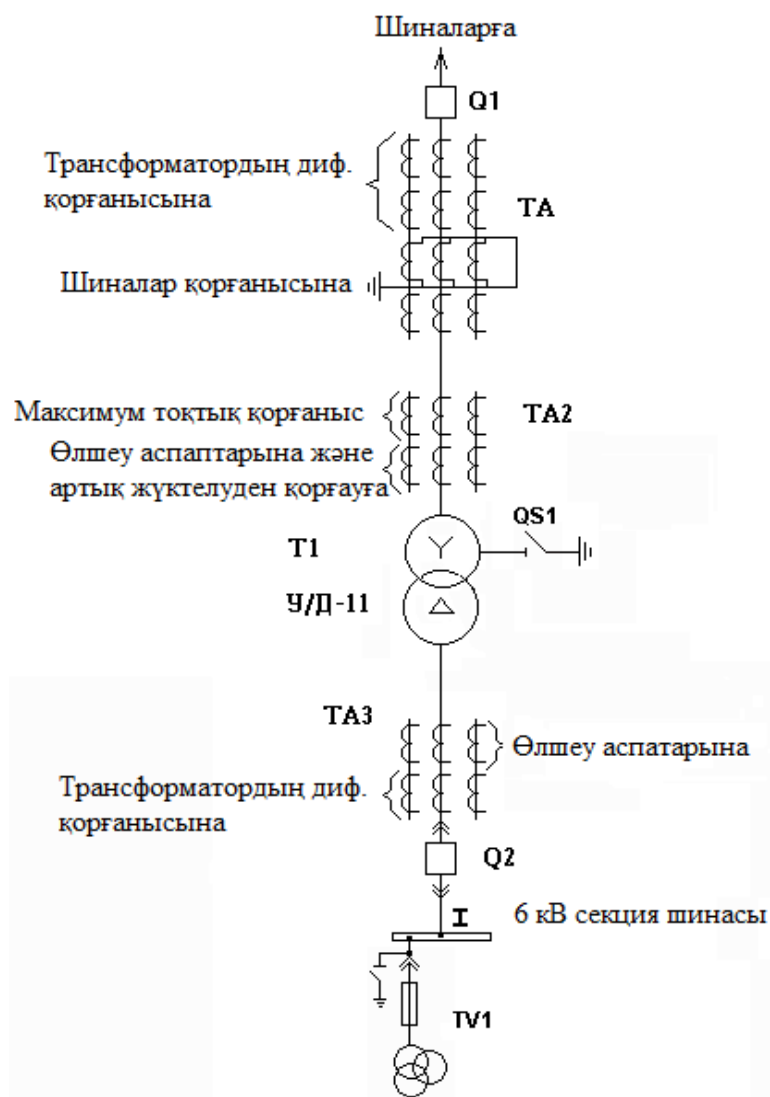
$$215 \text{В} < 400 \text{В}.$$

### 3. Релелік қорғанысты есептеу

#### 3.1 Трансформатордың релелік қорғанысы

##### 3.1.1 Трансформатордың максималды тоқтық қорғанысын есептеу

Тармақталған орамдары бар трансформаторларда МТҚ жоғарғы кернеу жағынан да, сондай-ақ төменгі кернеу шығыстарында да қондырылады.



3.1 – сурет - Күштік трансформатордың релелік қорғанысы

ЖК жағында максималды тоқтық қорғанысты есептеу.  
РПН-нің орташа жағдайы үшін ЖК жағындағы трансформатордың номиналды тоғы:

$$I_{\text{ном тр ВН}} = \frac{S_{\text{ном.тр}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном.тр}}}; \quad (3.1.1)$$

мұндағы  $U_{\text{ном.тр}}$  – трансформатордың ЖК орамының номиналды кернеуі, кВ;

$S_{\text{ном}}$  – трансформатордың номиналды қуаты, МВА.

$$I_{\text{ном тр ВН}} = \frac{6.3}{\sqrt{3} \cdot 35} = 0,104 \text{ кА}$$

Жалпыланған жүктеменің кедергісі:

$$X_{\text{нагр}} = \frac{0,35 \cdot [U_{\text{ср.ВН}} \cdot (1 - \Delta U_{*РПН})]^2}{S_{\text{ном тр}}} = \frac{0,35 \cdot 35^2 \cdot (1 - 0,09)^2}{6.3} = 56.35 \text{ Ом} \quad (3.1.2)$$

Секция қозғалтқышының өзіндік қосылу тоғы:

$$I_{\text{с.з.}} = \frac{U_{\text{ном}}}{\sqrt{3} \cdot (X_{\text{рез max}} + X_{\text{тр max}} + X_{\text{нагр}})}; \quad (3.1.3)$$

мұндағы  $X_{\text{рез max}}$  – максималды режимдегі жүйенің нәтижелік кедергісі, Ом;

$X_{\text{тр max}}$  – максималды режимдегі трансформатордың кедергісі, Ом.

$$I_{\text{с.з.}} = \frac{35}{\sqrt{3} \cdot (1.59 + 16.28 + 56.35)} = 0,272 \text{ кА}$$

өзіндік қосылу коэффициенті:

$$k_{\text{с.з.}} = \frac{I_{\text{с.зп}}}{0,7 \cdot I_{\text{ном тр}}} = \frac{0,272}{0,7 \cdot 0,104} = 3.736 \quad (3.1.4)$$

Максималды жүктеуші ток:

$$I_{\text{нагр max}} = 0,7 \cdot k_{\text{с.з.}} \cdot I_{\text{ном тр}} + 0,7 \cdot I_{\text{ном тр}} = 0,7 \cdot 0,104 \cdot 3.736 + 0,7 \cdot 0,104 = 0.343 \text{ кА} \quad (3.1.5)$$

Қорғаныстың іске қосылу тоғы:

$$I_{с.з.} = \frac{k_H \cdot I_{нагрmax}}{k_B}; \quad (3.1.6)$$

мұндағы  $k_H$  – сенімділік коэффициенті;  
 $k_H = 1,2$ ;

$k_B$  – қайтару коэффициенті,  $k_B = 0,85$ .

$$I_{с.зш} = \frac{1,2 \cdot 0,343 \cdot 10^3}{0,85} = 484,23 \text{ A}$$

Үшбұрыш схемасы үшін реленің іске қосылу тоғы:

$$I_{ср} = \frac{k_{сх} \cdot I_{с.зш}}{n_{ТТ}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 484,23}{300/5} = 4,66 \text{ A} \quad (3.1.7)$$

РТ-40/10 релесін қабылдаймыз, тағайындалу тоғы 6А.

Үшбұрыш схемасы үшін 2-фазалы қысқа тұйықталудың минималды тоғы:

$$I_{рmin} = \frac{1,5 \cdot I_{к2minBH}}{\eta_T}, = \frac{1,5 \cdot 605}{300/5} = 15,125 \text{ A} \quad (3.1.8)$$

Сезімталдылық коэффициенті

$$k_q = \frac{I_{рmin}^{(2)}}{I_{ср}} = \frac{15,125}{4,66} = 3,25 \geq 1,5 \quad (3.1.9)$$

Яғни қорғаныс жеткілікті сезімталдылыққа ие.

Кернеу бойынша РН-58/160 реле таңайындылығы:

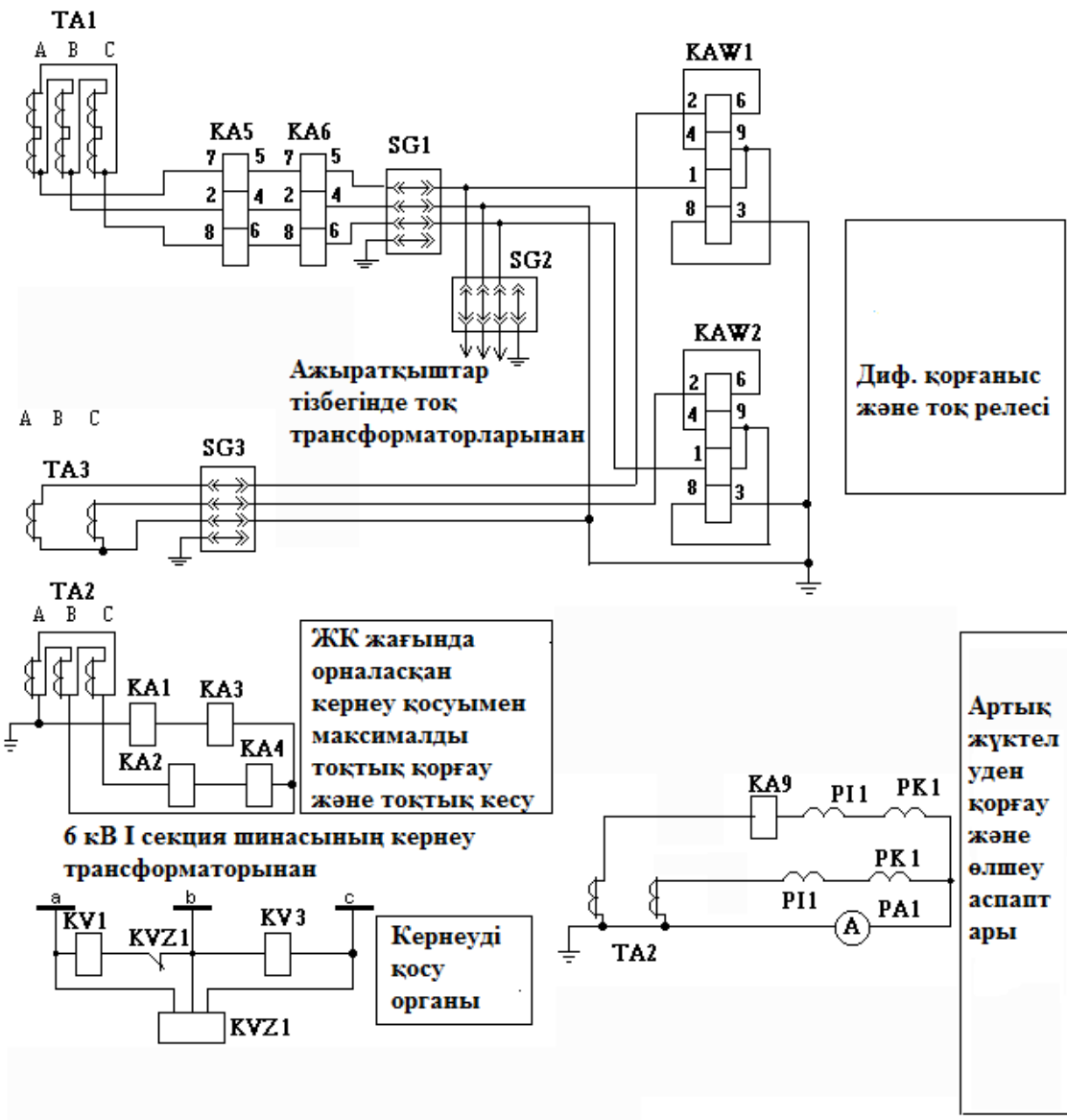
$$U_{ср} = \frac{U_{рабmin}}{k_H \cdot k_B \cdot n_H}; \quad (3.1.12)$$

мұндағы  $U_{раб min} = 0,95 U_{ном}$  – минималды жұмыс кернеуі, В;

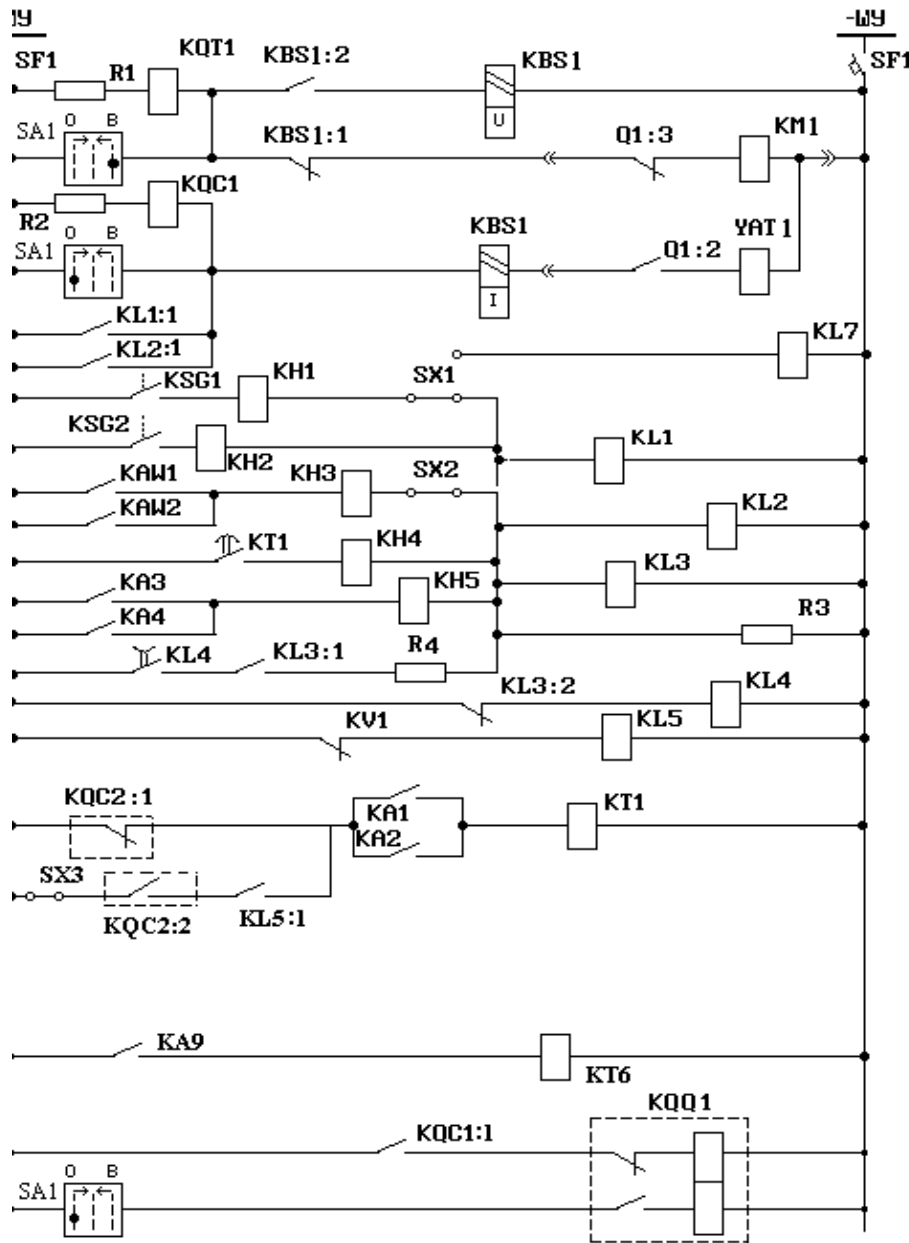
$k_H = 1,2$  – сенімділік коэффициенті;

$k_B = 1,15$  – қайтару коэффициенті.

$$U_{ср} = \frac{0,95 \cdot 35000}{1,2 \cdot 1,15 \cdot 35000/100} = 68,84$$



3.2 – Сурет - Күштік трансформаторлардың релелік қорғанысы, тоқ және кернеу тізбектері



Шинки управления и автомат	
Реле положения "Отключено" и блокировка KBS	
Цепи включения	
Реле положения "Включено"	
Ключом	Отключение
От зашит	
Трансформатора	Газовая защита
РПН	
Дифференциальная защита	
Отключение максимальной токовой зашитой	
Токвая отсечка	
Цепь самоудержания выходных реле	
Реле контроля оперативного тока	
Повторители пусковых органов напряжения	
Максимальная токвая защита с пуском напряжения, установленная на стороне ВН	
Защита от перегрузки	
Реле фиксации положения выключателя	

### 3.3 – Сурет - Күштік трансформаторлардың релелік қорғанысы, оперативтік тізбектер, ЖК жағы

ТК жағында максималды тоқтық қорғанысты есептеу РПН-нің орташа жағдайы үшін ЖК жағындағы трансформатордың номиналды тоғы:

$$I_{\text{ном тр ВН}} = \frac{S_{\text{ном.тр}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном.тр}}}; \quad (3.1.13)$$

мұндағы  $U_{\text{ном тр}}$  – трансформатордың ТК орамының номиналды кернеуі, кВ.

$$I_{\text{ном тр ВН}} = \frac{6.3}{\sqrt{3} \cdot 6.3 \cdot 2} = 0,28 \text{ кА}$$

Жалпыланған жүктеменің кедергісі:

$$X_{\text{нагр}} = \frac{0,35 \cdot [U_{\text{ср.ВН}} \cdot (1 - \Delta U_{*\text{РПН}})]^2}{S_{\text{ном тр}}}; \quad (3.1.14)$$

$$X_{\text{нагр}} = \frac{0,35 \cdot 35^2 \cdot (1 - 0,09)^2}{6.3 \cdot 0,5} = 112.71 \text{ Ом}$$

Секция қозғалтқышының өзіндік қосылу тоғы:

$$I_{\text{с.з.}} = \frac{U_{\text{ном}}}{\sqrt{3} \cdot (X_{\text{резmax}} + X_{\text{трmax}} + X_{\text{нагр}})}; \quad (3.1.15)$$

$$I_{\text{с.з.}} = \frac{35}{\sqrt{3} \cdot (1.59 + 16.28 + 112.71)} = 0,154 \text{ кА}$$

Өзіндік қосылу коэффициенті:

$$k_{\text{с.з.}} = \frac{I_{\text{с.зп}}}{0,7 \cdot I_{\text{ном тр}}}; \quad (3.1.16)$$

$$k_{\text{с.з.}} = \frac{0,154}{0,7 \cdot 0,5 \cdot 0,28} = 1.571$$

Максималды жүктелу тоғы:

$$I_{\text{нагр max}} = 0,7 \cdot k_{\text{с.з.}} \cdot I_{\text{ном тр}} + 0,7 \cdot I_{\text{ном тр}}; \quad (3.1.17)$$

$$I_{\text{нагр max}} = 0,7 \cdot 1.571 \cdot 280 + 0,7 \cdot 280 = 503.92 \text{ А}$$

Қорғанысты іске қосу тоғы:

$$I_{\text{с.зщ}} = \frac{k_{\text{н}} \cdot I_{\text{нагр max}}}{k_{\text{в}}}; \quad (3.1.18)$$

$$I_{\text{с.зщ}} = \frac{1,2 \cdot 503.92}{0,85} = 711.42 \text{ А}$$

Үшбұрыш схемасы үшін реленің іске қосылу тоғы:

$$I_{cp} = \frac{k_{cx} I_{c.зш}}{n_{гг}}; \quad (3.1.19)$$

$$I_{cp} = \frac{\sqrt{3} \cdot 711.42}{3000/5} = 2.051 \text{ A}$$

РТ-40/10 релесін қабылдаймыз, тағайындалу тоғы 4А.  
2-фазалы қысқа тұйықталудың минималды тоғы:

$$I_{pmin} = \frac{\sqrt{3} \cdot 3377}{3000/5} = 9.73 \text{ A} \quad (3.1.20)$$

Сезімталдылық коэффициенті:

$$k_{ч} = \frac{I_{pmin}^{(2)}}{I_{cp}} = \frac{9.71}{4} = 2.43 \geq 1,5 \quad (3.1.21)$$

Яғни қорғаныс жеткілікті сезімталдылыққа ие.

Трансформатордың МТҚ уақыт ұстамдылығы

Қабылдаймыз:

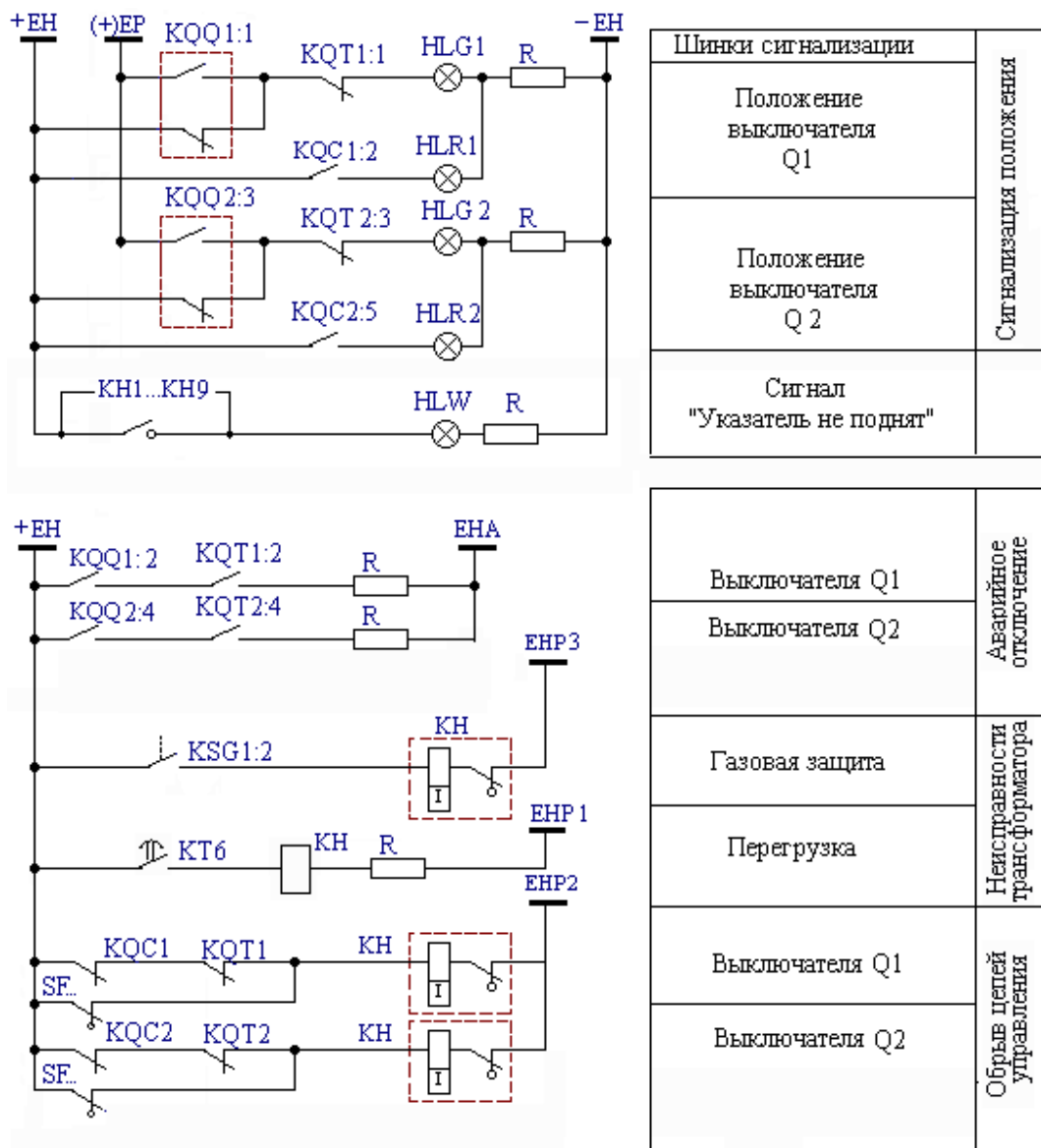
- 1) ТК шығу желілеріндегі уақыт ұстамдылығы  $t_1=0,5$  с.
- 2) МТҚ секциялық ажыратқыштарда тек АВР жұмысы кезіндегі қосу моментінде ғана енгізіледі және уақыт ұстамдылығына ие емес.

Сонда:

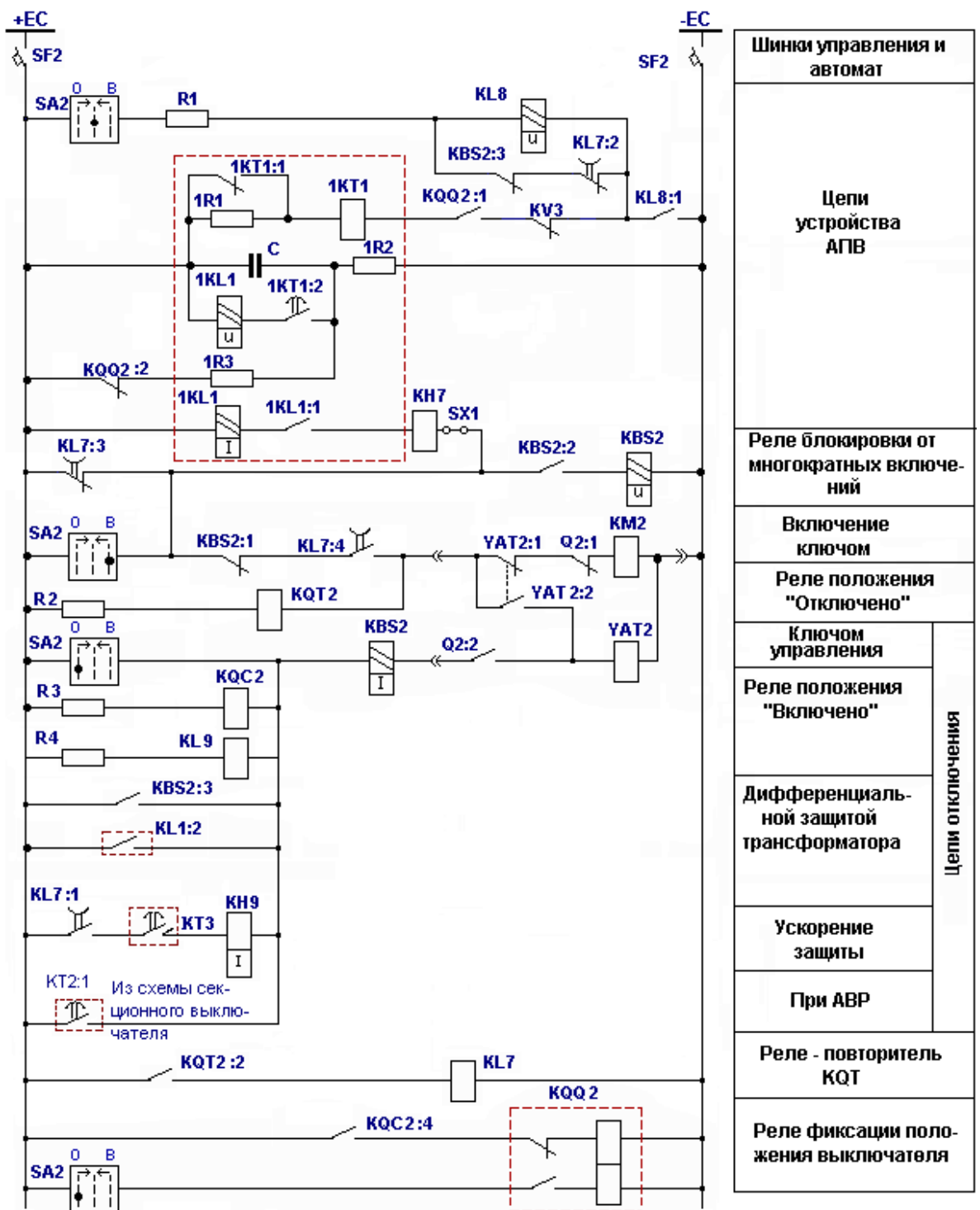
$$T_{MT3 \text{ HH}} = t_1 + \Delta t = 0,5 + 0,5 = 1 \text{ с.}; \quad (3.1.22)$$

$$T_{MT3 \text{ BH}} = t_{MT3 \text{ HH}} + \Delta t = 1 + 0,5 = 1,5 \text{ с}$$





**3.3 – Сурет - Күштік трансформаторлардың релелік қорғанысы, сигнализация тізбектері**



3.4 – сурет - Күштік трансформаторлардың релелік қорғанысы, ТК жағы

### 3.2 Тоқ кесуді есептеу

Кесу ЖК жағында орналасады.

Кесудің іске қосылу тоғы:

$$I_{c.з} = 1,3 \cdot 1.131 = 1.470 \text{ кА} \quad (3.1.23)$$

Тоқ трансформаторларының үш бұрышқа қосылу кезіндегі реленің іске қосылу тоғы:

$$I_{cp} = \frac{\sqrt{3} \cdot 1.47}{300/5} = 42.4 \text{ А} \quad (3.1.24)$$

Тағайындалу тоғы 44 А болатын РТ-40/50 типті релені таңдаймыз.

К<sub>1</sub> нүктесінде екіфазалы қысқа тұйықталу кезінде реледегі минималды тоқ:

$$I_{pmin}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{2049}{300/5} = 29.53 \text{ А} \quad (3.1.25)$$

Кесудің минималды тоғы:

$$k_q = \frac{29.53}{44} = 0.67 \leq 2 \quad (3.1.26)$$

Кесу – ЖК шығыстарындағы қысқа тұйықталу тоғына жеткілікті сезімталдылыққа ие емес.

### 3.3 Дифференциалды қорғанысты есептеу

Дифференциалды тоқтық кесуді есептеу

Күштік трансформатордың магниттелу тоғынан құрылып шығатын шарт бойынша дифференциалды тоқтық кесудің іске қосылу тоғын таңдау:

$$I_{c.з} = (3 \div 4) I_{ном тр} = 4 \cdot 280 = 1120 \text{ А} \quad (3.1.27)$$

Баланстық емес тоқтан құрылып шығатын шарт бойынша:

$$I_{c.з} = (\Delta \Delta_{выр} + \Delta U_{рег} + k_a k_{одн} \varepsilon) \cdot \frac{I_{кmax}^{(3)}}{100 \cdot n_m}; \quad (3.1.28)$$

мұндағы  $\Delta U_{рег}$  – РПН-ді бір жаққа қарай реттеу диапазоны, %;

$k_a = 1,8-2$  – қысқа тұйықталу тоғының апериодты құрамасының коэффициенті;

Дифференциалды қорғаныстардың екіншілік тоқтары 3.1 кестеде келтірілген.

### 3.1 кесте-Екіншілік тоқтарды есептеу

Шамалар атаулары	Жақтар үшін сандық мәндер	
	110 кВ	10 кВ
Трансформатордың біріншілік номиналды тоқтары	104 А	280 А
Тоқ трансформаторының трансформациялау коэффициенті	$300/5=60$	$3000/5=600$
Трансформатор орамдарының қосылу схемалары	Ү	Δ
Тоқ трансформаторларының қосылу схемалары	Δ	Ү
Дифференциалды қорғаныстардың екіншілік тоқтары	$\frac{104 \cdot \sqrt{3}}{300/5} = 2.99 \text{ А}$	$\frac{2800}{3000/5} = 4.6 \text{ А}$

$k_{одн} = 1$  – біртектілік коэффициенті;

$\varepsilon = 10 \%$  - тоқ трансформаторының қателігі.

$\Delta f_{выр}$  теңестіру қателігі, қорғау схемасына қосылған арнайы теңестіру автотрансформаторы арқылы жоюылуы мүмкін, яғни сондықтан да  $\Delta f_{выр}$  – ді нөлге тең деп қабылдауға болады.

$$I_{с.з} = (0 + 0.09 + 2 \cdot 1 \cdot 10) \cdot \frac{5893}{100} = 104.99 \text{ А}$$

Анықтаушы болып бірінші шарт қабылданады.

Қорғаныс релесінің іске қосылу тоғы:

$$I_{ср} = \frac{\sqrt{3} \cdot 1120}{300/5} = 32.29 \text{ А} \quad (3.1.29)$$

Минималды режимдегі екі фазалы тоқ кезіндегі реледегі тоқты анықтаймыз:

$$I_{pmin} = \frac{1,5 \cdot 605}{300/5} = 15.125 \text{ А} \quad (3.1.30)$$

Кесудің сезімталдығы:

$$k_q = \frac{15.125}{32.29} = 0,46 < 2 \quad (3.1.31)$$

Дифференциалды тоқтық кесу жеткілікті сезімталдылыққа ие емес, сондықтан да РНТ типті релесі бар дифференциалды қорғанысты қарастырған дұрыс.

*РНТ типті релесі бар дифференциалды қорғанысты есептеу*

Баланс еместіктің біріншілік тоғы  $I''_{нб}$  баланс еместік тоғын құрайтын теңестіру қателігін ескермей анықталады, себебі реленің теңестіру орамдарының тармақтарының саны қаншалықты дәл таңдалатыны белгісіз.

$$I_{н.б} = (15.125 + 1 \cdot 1 \cdot 10) \cdot \frac{5893}{100} = 1480.62 \text{ А} \quad (3.1.32)$$

Іске қосу тоғының мәнін  $k_H=1,3$  қабылдай отырып ( $I''_{нб}$  ескермей ақ).

$$I_{с.з} \geq I_{нб};$$

$$I_{с.з} \geq K_H \cdot I_{нб}; \quad (3.1.33)$$

$$I_{с.з} \geq 1,3 \cdot 1480.62 = 1924.806 \text{ А}$$

Магниттелу тоғын лақтырылуынан бастап құрылып шығатын шарт бойынша:

$$I_{с.з} \geq I_{ном.тр};$$

$$I_{с.з} \geq K_H \cdot I_{нб}; \quad (3.1.34)$$

$$I_{с.з} \geq 1,3 \cdot 104 = 135.2 \text{ А}$$

Анықтаушы болып бірінші шарт саналады.

Екі фазалы қысқа тұйықталу үшін қорғаныс сезімталдылығын алдын ала тексеру:

$$I_{pmin} = \frac{1,5 \cdot 605}{300/5} = 15.125 \text{ А} \quad (3.1.35)$$

Реленің іске қосылу тоғы:

$$I_{cp} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{сз}}{n_T}; \quad (3.1.36)$$

$$I_{cp} = \frac{\sqrt{3} \cdot 135.2}{300/5} = 3.89 \text{ A}$$

Сезімталдылық коэффициенті:

$$k_q = \frac{I_{pmin}}{I_{c3}} \geq 2; \quad (3.1.37)$$

$$k_q = \frac{15.125}{3.89} = 3.88 \geq 2$$

РНТ-сі бар қорғаныс жеткілікті сезімтал.

*ДЗТ типті релесі бар трансформатордың дифференциалды қорғанысын есептеу*

ДЗТ релесінің тежегіш орамы бір жақты қорек кезінде ТК жағынан қосылады.

Қорғаныстың іске қосылу тоғы тек магниттелу тоғын лақтырылуынан бастап құрылып шығатын шарт бойынша таңдалады.

$k_n$  сенімділік коэффициентінің мәні анықталады.

$U_k = 11\%$  кезінде, кедергі:

$$X_{B*}^{(1)} = \frac{(12,7 + U_k)}{1,35}; \quad (3.1.38)$$

$$X_{B*}^{(1)} = \frac{(12,7 + 7,5)}{1,35} = 14,96 \%;$$

$$X_B^{(1)} = X_{B*}^{(1)} \cdot \frac{U_{cp}^2}{100 \cdot S_{ном тр}}; \quad (3.1.39)$$

$$X_B^{(1)} = 14,96 \cdot \frac{35^2}{100 \cdot 6,3} = 29,088 \text{ Ом}$$

$X_{рез max K1} = 8,949 \text{ Ом}$  кезінде, келесіні аламыз

$$X_k = X_{рез max} + (1,1 \div 1,15) \cdot X_B^{(1)}; \quad (3.1.40)$$

$$X_k = 1,59 + 1,15 \cdot 29,088 = 35,04 \text{ Ом};$$

$$x_{к*} = \frac{x_{к} \cdot S_{ном.тр}}{U_{cp}^2}; \quad (3.1.41)$$

$$x_{к*} = 35.04 \cdot \frac{6.3}{35^2} = 0,18$$

Осыдан

$$k_{н} = 2,1 - 3,7 \cdot x_{к*}; \quad (3.1.42)$$

$$k_{н} = 2,1 - 3,7 \cdot 0,18 = 1,94$$

Магниттелу тоғын лақтырылуынан бастап құрылып шығатын шарт бойынша дифференциалды қорғаныстың іске қосу тоғы:

$$I_{с.з} = 1,2 \cdot I_{ном.тр.ВН}; \quad (3.1.43)$$

$$I_{с.з} = 1,2 \cdot 280 = 336 \text{ A}$$

ДЗТ -11 реле тежеу орамының тармақтар санын анықтаймыз:

$$W_{т} = k_{н}'' I_{нб} W_{р} / (I_{к2 макс} \operatorname{tg} \alpha); \quad (3.1.44)$$

$$W_{т} = \left[ 1,5 \cdot 259.76 \cdot \frac{35 \cdot (1 - 0,09)}{6.3} \right] / 1131 \cdot 0,75 = 2.322 \text{ витков}$$

Тежеу орамының ең жуық үлкен тармақтар саны қабылданады ( $W_{т}=1,3,5,7,9,11,13,18,24$ ).

$W_{т}=3$  тармақ.

Қорғаныс сезімталдығы:

$$I_{рmin} = \frac{1,5 \cdot 605}{300/5} = 15.125 \text{ A}; \quad (3.1.45)$$

$$I_{cp} = 100/28 = 3.571 \text{ A}; \quad (3.1.46)$$

$$k_{ч} = \frac{15.125}{3.571} = 4.235 > 2 \quad (3.1.47)$$

Қорғаныс сезімталдылық талаптарын қанағаттандырады.

Осындай түрде күштік трансформаторда келесі қорғаныс түрлері орындалады: МТҚ, тоқтық кесу, ДЗТ типті реледе дифференциалды қорғаныс.

3.2 кесте бойынша ДЗТ релесінің теңестіру орамдарының тармақтар санын анықтаймыз

### 3.2 – кесте - $W_{ур1,2}$ тармақтар санын анықтау

№ п/п	Шама және есептік өрнектердің белгіленулері	Сандық мәндер
1	$I_{с.р.неос} = \frac{I_{с.э.неос} \cdot K_{с.х.неосн}}{П_{т.неосн}}$	$\frac{336 \cdot \sqrt{3}}{300/5} = 9.688A$
2	$W_{неос.расч} = F_{с.р} / I_{с.р.неос}$	$100/9,688=10,32\text{вит.}$
3	$W_{неос}$ (ең жуық кіші шама)	10 вит.
4	$I_{с.р.осн(сторона НН)} = \frac{I_{с.э.} \cdot U_{вн} (1 - \Delta U)}{U_{нн}}$	$336 \cdot \frac{35 \cdot (1 - 0,09)}{6.3} = 1698A$
5	$W_{осн.расч} = W_{неос} I_{2 неос} / I_{2 осн}$	$10 \cdot 2,99/4,6 = 6,5\text{вит.}$
6	$W_{осн}$ (ближайшее целое число)	6 вит.
7	$I''_{нб} = I_{к2max}^{(3)} \cdot \frac{W_{осн.расч} \cdot W_{осн.}}{W_{осн.расч.}}$	$3377 \cdot \frac{6 - 6.5}{6.5} = 259.76A$
8	$I_{нб}$ с учётом $I'''_{нб}$	$1698 + 259,76 = 1957,76 A$
9	Тармақтардың соңғы қабылданған сандары $W_{осн} = W_{ур1}$ (ТК жағы) $W_{неосн} = W_{ур2}$ (ЖК жағы)	10 тармақ 6 тармақ
10	Тексеру	$2,99 \cdot 10 \approx 4,6 \cdot 6$ $29,9 \approx 27,6$

Қосалқы станцияда күштік трансформаторды қорғау үшін ШЭ2607 041 типті шкаф қолданылады, ол екі комплектіден тұрады.

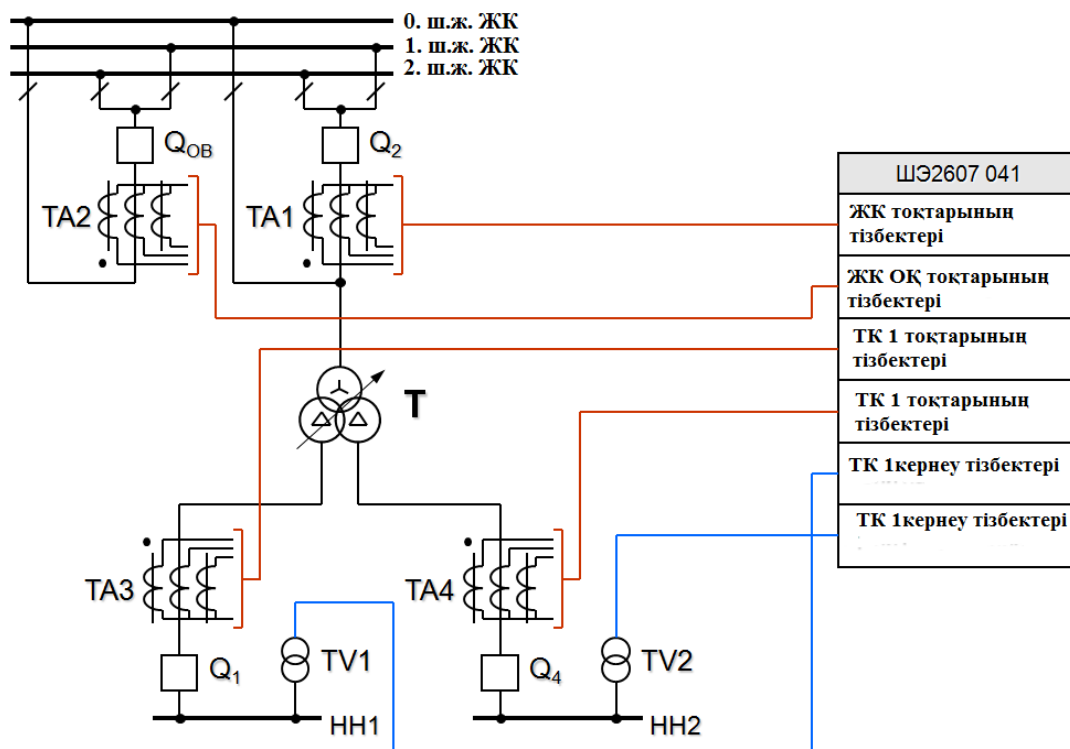
Бірінші комплект («комплект А1») трансформатордың негізгі және резервті қорғаныстар функциясын атқарады:

- Дифференциалды тоқтық қорғаныс (ДЗТ), бак ішінде ҚТ барлық түрлерінен қорғайды;
- ЖК жоғарғы кергнеу жағындағы (ТЗНП) нөлдік тізбектелген тоқтық қорғаныс;
- Кернеу бойынша қосылатын ЖК жоғарғы жағындағы максималды тоқтық қорғаныс (МТЗ ВН);
- Кернеу бойынша қосылатын ОК орташа кернеу жағындағы максималды тоқтық қорғаныс (МТЗ СН);
- Кернеу бойынша қосылатын 1 секцияның (НН1) ТК төменгі кернеу жағындағы максималды тоқтық қорғаныс (МТЗ НН1);
- Кернеу бойынша қосылатын 2 секцияның (НН2) ТК төменгі кернеу жағындағы максималды тоқтық қорғаныс (МТЗ НН2);
- МТҚ ЖК, МТҚ ОК, МТҚ ТК1, МТҚ ТК2 –ді кернеу бойынша қосу үшін фазаарлық кернеудің төмендеуіне әрекет ететін ОК, ТК1, ТК2 жақтарындағы минималды кернеу релесі.

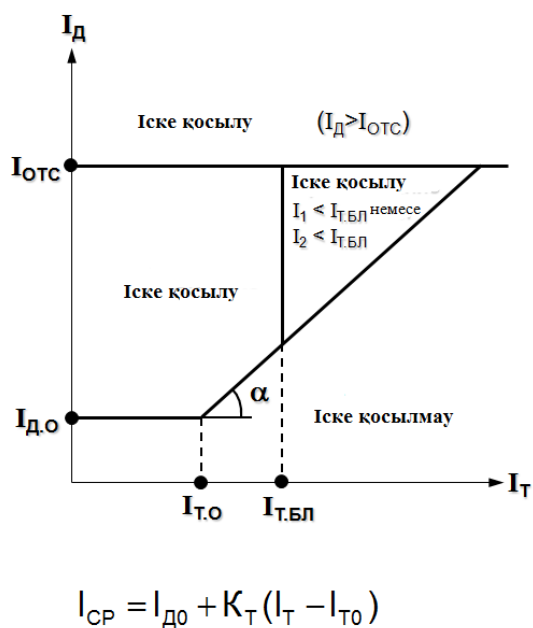


Екінші комплект (ары қарай комплект 2) ГЗТ, ГЗ РПН сөндіретін сатылардан сөндіру сигналдарын қабылдауды қамтамасыздандырады және сөндіруді сөндіргіш релелерінің екі тобы арқылы орындайды.

ШЭ2607 041 типті шкафын трансформаторға қосу 3.5 – суретте көрсетілген.

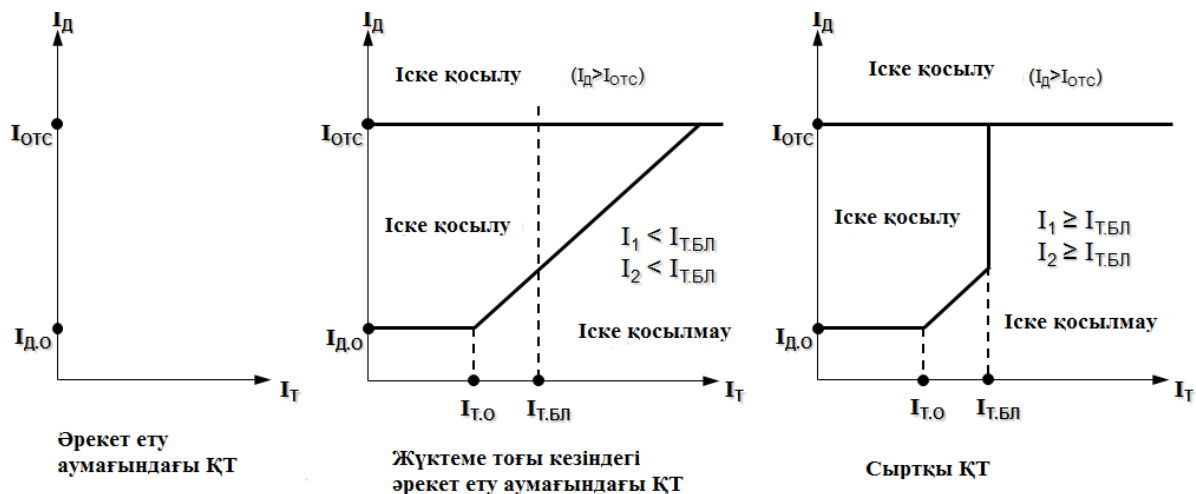


3.5-сурет-ШЭ2607 041 типті шкафын қосу схемасы

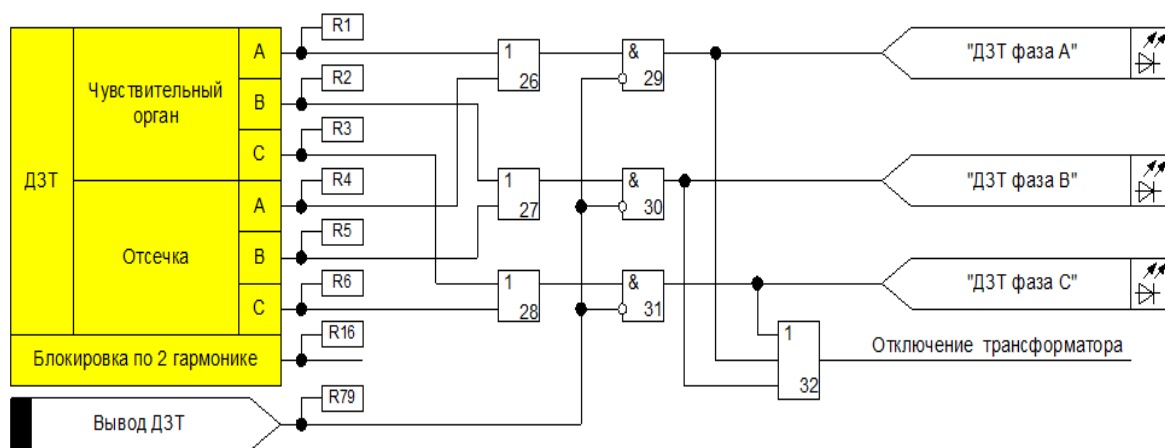


$I_{D0}$	ДТҚ іске қосылу тоғы, к.б.	0,2...1,0
$I_{T0}$	ДТҚ тежеу басталуының тоғы, к.б.	0,6...1,0
$I_{TБЛ}$	ДТҚ блокіровкаудың тежеу тоғы, к.б.	1,2...3,0
$K_T$	ДТҚ тежеу коэффициенті $K_T = \tan \alpha$	0,2...0,7
$I_{OTC}$	ДТҚ дифф. кесуінің іске қосылу тоғы	6,5...12

3.6 – сурет - ДЗТ-ның іске қосылу және тағайындалу сипаттамасы



3.7 – сурет - ДТҚ-ның іске қосылу сипаттамасы



3.8 – сурет - ДТҚ-ның логикалық схемасы

ДЗТ – көлденең дифференциалды тоқтық қорғаныс – орамдарда және шығыстарда ҚТ барлық түрлерінен қорғайды.

#### 4 Экономикалық бөлім

Негізгі мақсат, Қазақстан Республикасындағы электр энергия нарығының даму шартына байланысты кернеуі 110/35/10 кВ болатын қосалқы станцияның қызметінің тиімділігін бағалау былай жүргізілді:

- аймақта тұтынушыларды электр энергиясымен қамтамасыз етуді сенімді әрі тиімді қамту;
- энергетикалық нарығының субъектілері арасындағы екі жақты келісім-шартты жедел жасаудың тиімді нұсқасын таңдау әрі негіздеу;
- электр энергия шығындарын азайту шараларын жүзеге асыру және таңдау;
- кәсіпорынды қаржыландыруды жандандыру бағдарламасын жүзеге асыру және өңдеу;
- кәсіпорынның электр энергия мен қуатты тасымалдау қызметін есептеу жүйелерін жетілдіру.

Энергетикалық компанияның жеке жақтарының қызметін сипаттайтын тиімділік жүйесінің көрсеткіші, оның менеджментінің сапасына жан-жақты баға беруге мүмкіндік береді. Осындай баға компанияның басшылығына қалай қажет болса, электр энергиясын қолданушыларға да, реттеуші органдарға да, қоғамдық топтарға (экология қорғаушыларына) да және сыртқы инвесторларға да сондай қажет.

Тиімділік жүйесін үш негізгі блокқа бөледі:

- нәтижелілік аймақтық компаниялардың өндірістік-инновациялық қызметі және қолданушылармен өзара іс-қимылы;
- үнемділік (экономикалық тиімділік) - өнімнің өзіндік құнын, қор қайтарылымы және өндірістік қуат пен қондырғыларды тиімді қолданудың басқа да көрсеткіштерін бағалау;
- пайдалылық (қаржы тиімділігі) - қорытындылық пен үнемділіктен басқа сыртқы ортамен компаниялардың өзара іс-қимылы факторына байланысты компанияның, қаржы қызметінің қорытынды көрсеткішінің анықталуы.

*Жалпы жағдай.* Қызылорда облысындағы 110/35/10 кВ қосалқы станциясы құрылысы жобасын құрудағы мақсат электр торабын дамыту болып табылады.

Бұл аудандағы қосалқы станцияны салуына болған негізгі себеп тұтынушылардың жүктеме қуаттарының көбеюіне байланысты болып келеді.

Келтірілген есептеулердің негізгі мақсаты жобаның экономикалық тиімділігін анықтау болып табылады. Есептеуге капиталды шығындарды есептеу, эксплуатациялық шығындарды және берілген жобаның өзін-өзі ақтау мерзімін анықтау болып табылады.

*Өткізу нарығы.* Осы қосалқы станцияға қосылған барлық тұтынушылар өткізу нарығы болады.

Жүктеменің өсуіне байланысты қосалқы стансаның салынуы РЭК-тің тұтынушыларға қосымша электр энергиясын беруге мүмкіндігі туады.

Құрылыстың экономикалық эффективтілігін анықтау үшін анықталынған есептік мерзім алынады.

Есептелінетін мерзімге қосалқы стансаның құрылыс уақыты, уақытша эксплуатация мерзімі және қалыпты эксплуатация режимдері жылдарынан бастап ҚС негізгі энергетикалық жабдықтарының ақырғы физикалық сақталу мерзімі кіреді. Экономикалық анализ объектісі қосалқы станциясы болып табылады.

*Қызмет көрсету және тауар түрлері.* Өндірістің негізгі тауары – ТЭЦ-1, ТЭЦ-2ден сатып алынатын тұтынушылар тораптарына жеткізетін электр энергиясы болып табылады. Объектінің электр жабдықтарын эксплуатациялау және қызмет көрсету жұмыстарын өндіріс қызметкерлері жасайды.

*Электр энергиясына тарифтері.* Электр тораптық объектілердің өндірістік саласының нәтижелерін талдау торапқа қосымша келіп жатқан электр энергиясының сатуы арқасында пайда болады

Энерго тораптық объектілердің өнеркәсіптік қызметтерін бағалау торапқа қосымша түсіп жатқан энергиясын сату негізінде жасалынады.

Нәтижені бағалау үшін нақты бағалар мен тарифтер қолданылады. Берілетін электр энергиясының өзіндік құн негізінде алынып, қабылданады.

Есеп беру және перспективті жылдары электр энергиясын тұтынуды қарап шығайық.

#### **4.1 Капиталды шығындарды есептеу**

Капиталды шығындар – бұл негізгі қорлардың бар түрлерін жақсартуға және жаңа түрін жасауға арналған ақша қаражаттары. Капиталды шығындар, қондырғылар мен аспаптарды алуға кеткен шығыннан, көліктік шығындарынан және монтаж жасауға кететін шығындардан есептеледі. Сметаны жасау үшін негіз болып: қондырғының спецификациясы, бағалар тізімі, монтаж жасау бағасы табылады.

Қосалқы станцияны жобалау барысында кететін негізгі шығындарды келесідей тізбектеуге болады:

- а) өндірушілердің жалақысы (әлеуметтік қажеттіліктеріне);
- в) қосалқы станция қондырғыларына кететін капиталды шығындар;
- с) жөндеу жұмыстарына кететін шығындар.

*Өндірушілердің жалақысы (әлеуметтік қажеттіліктеріне)*

Қосалқы станцияда электр энергиясын өндіру және таратуды қамтамасыз ету үшін келесідей персонал қажет:

#### 4.1– кесте -Жалақыға кететін шығындар

Мамандық	Адам саны	Еңгізу уақыты, ай	Айлық төлемақы, тенге	Барлығы, тенге
Бас энергетик	1	12	130 000	1 560 000
Станция басшысы	1	12	100 000	1 200 000
Инженер-энергетик	3	12	90 000	3 240 000
Кезекші-электромонтер	1	12	65 000	780 000
Бригадир	3	12	75 000	2 700 000
Электро-слесарь	3	12	60 000	2 160 000
Жүргізуші	4	12	55 000	2 640 000
Барлығы (С <sub>орт</sub> ):				14 280 000

Өндіруге кеткен шығындар жұмысшылардың жалпы жалақысы мен әлеуметтік төлемдердің қосындысына тең. Жұмысшылардың жалпы жалақысы  $Ш_{жал} = 14\,280\,000$  теңге.

Әлеуметтік төлем келесі формула бойынша есептеледі:

$$T = (Ш_{жал} - Ш_{жал} \cdot \frac{H_3}{100}) \cdot \frac{H_C}{100}; \quad (3.1)$$

мұндағы  $Ш_{жал}$  – жұмыскердің жалақысы, теңге;

$H_3$  – жинақтаушы зейнетақы қорына төленетін төлем, %;

$H_C$  - әлеуметтік салық нормасы, %.

Жинақтаушы зейнетақы қорына төленетін төлем –10 %.

$$T_1 = (14\,280\,000 - 14\,280\,000) \cdot 0,11 = 1413720 \text{ теңге}$$

$$T = 1 \cdot 1 \cdot 1413720 \cdot 2 = 2827440 \text{ теңге}$$

Өндіруге кеткен шығындар:

$$Ш_{онд} = Ш_{жал} + T_M;$$

$$Ш_{онд} = 14\,280\,000 + 1413720 = 15\,693\,720 \text{ теңге}$$

Қосалқы станция қаражаттарын және аспаптарды алуға кететін шығындар.

Қосалқы станцияны жаңаландыру үшін екі төмендеткіш трансформатор (ТДН-10000/35/10), ажыратқыштар, кабельді өнімдер, сымдар, қосымша құрылғылар (вентильдер, айырғыштар, компьютерлер және т.б.) қажет.

*Қондырғыға кететін капиталды шығындар*

#### 4.2 –кесте -Құралдардың бағасы

Қондырғы атауы	Өлшеу бірліктері	Саны	Бағасы, тг	
			Бірлікт ер	Жалпы
1	2	3	4	5
Төмендеткіш трансформатор	МВА	2	1500000	3000 000
Ажыратқыштар	кА	2	500000	1000 000
Сым (АС-120)	Км	120	120	900 000
Сым ( АС-95)	Км	95	95	250000
Қосымша құрылғылар	дана	12		1 200 000
<b>Қондырғының толық құны: 6350 000тг.</b>				
1	2	3		
Көліктік шығындар 7,5% қондырғы бағасынан	$3\,984\,400\text{тг} \cdot 7,5/100=$	298830		
Салу-монтаждау жұмыстары 10% қондырғы бағасынан(СМЖ)	$3\,984\,400\text{тг} \cdot 10/100=$	398440		
Жүкқағаздық шығындар, 21% СМЖ-дан(ЖШ)	$398440 \cdot 21/100=$	83 672,4		
Жоспарлық жинақтау 8% СМЖ мен ЖШ бағасынан	$(3\,98440+83\,672,4) \cdot 8/100=$	38 568,992		
Қондырғы алуға кеткен капиталды шығындар бағасы	$298830+398440+83\,672,4+ 38\,568,992=$	819511,392		
<b>Барлығы: 7 200 911,392 тг</b>				

*Қондырғыны монтаждауға кететін шығындар*  
 Қондырғыны монтаждауға кететін шығындар капиталды шығындар бағасынан 25%-ті құрайды:

$$Ш_{\text{монт.}} = Ш_{\text{қонд.}} \cdot 0,25 \quad (3.3)$$

$$Ш_{\text{монт.}} = 7200911,392 \cdot 0,25 = 1800227,848 \text{ тг.}$$

Қосалқы станцияға кететін толық капиталды шығындар:

$$Ш_{\text{енг}} = ЖАЛ_{\text{өнд}} + Ш_{\text{қонд.}} + Ш_{\text{монт.}}$$

$$Ш_{\text{енг}} = 14\,280\,000 + 7200\,911,392 + 1800227,848 = 23\,281\,139,24 \text{ тг}$$

## 4.2 Эксплуатациялық шығындар

Эксплуатациялық шығындар өзіндік құн статияларының өзгерулеріне байланысты есептеледі, оларға; амортизациялық төлемдер, қосалқы станцияның диагностикалық бөлімін қамтамасыз етуге кететін шығындар, электрэнергия шығындары, жалақы шығындары.

*Амортизациялық төлемдер*

$$A_{\text{жыл}} = \frac{Ш \cdot Н}{100\%}, \text{ тг} \quad (3.4)$$

мұндағы Ш-капиталы шығындар;

Н-амортизациялық төлемдер нормасы (Н=15%).

$$A_{\text{жыл}} = \frac{7200911,392 \cdot 15}{100} = 1080000,7088 \text{ тг}$$

*Ағымды жөндеу жұмыстары және эксплуатациялауға кететін шығындар*

$$Ш_{\text{ажж}} = \frac{Ш \cdot Н_{\text{ж}}}{100\%} \text{ тг} \quad (4.5)$$

мұндағы Н<sub>ж</sub>-эксплуатациялау мен ағымды жөндеу жұмыстарының шығындарын төлеу нормасы, Н<sub>ж</sub> қондырғы бағасының 6%-тің құрайды (Н<sub>р</sub>=6%).

$$Ш_{ажж} = \frac{7200911,392 \cdot 6}{100} = 432054,683 \text{ тг}$$

### 4.3 Қондырғыға қызмет көрсететін персоналдың жалақысы

Ашық және Жабық Реттеу құрылғыларын бақылау үшін келесідей персонал құрамы қажет:

- Болжам жасау бөлімінің инженері;
- Көмекшісі.

Бір жұмыскердің болжамдық уақыт тепе-теңдігін есептеу 3.3 кестесінде келтірілген.

### 4.3–кесте -Жұмыс уақытының жылдық тепе-теңдігі

Тепе-теңдік бап	Үзіліссіз Өндіріс
1	2
1. Календарлық уақыт, $T_T$	365
2. Жұмыс істемейтін күндер, соның ішінде: — мерекелік күндер — демалыс күндер	114 10 104
3. Жұмыс уақытының номиналды қоры, $T_H$	251
4. Жұмысқа шықпау себептері, соның ішінде: — кезекті және қосымша демалыс	24 15 7
— ауру себебінен	1
— мемлекеттік міндет	1
— студенттерге демалыс	
5. Жұмыс уақытының тиімді қоры $T_T$ .	227
6. Номиналды уақытты пайдалану ( $T_T/T_H$ )*100	90,44
7. Жұмыс күнінің ұзақтығы, сағ	8
8. Жұмыс уақытының қоры, сағ	1816



#### 4.4–кесте - Штаттық ақпарат тізімі

Мамандық атауы	разряд	Жалақы	Барлығы
Болжам жасау бөлімінің инженері	6	80 000	1
Көмекшісі	4	45 000	1

Жұмыс төлемінің жылдық қоры – бұл өндіріс жұмыскерлерінің жалақысын төлеуге кететін ақша қаражаттар суммасы.

#### 4.4 Болжам жасау бөлімінің инженерінің жылдық еңбек ақы қорын есептеу

1) Болжам жасау бөлімінің инженерінің жалақысы 80 000 тенге. Жылдық жалақы (он екі ай):

$$Ж = \text{Төлем ақы} \cdot 12, \text{ тг} \quad (3.6)$$

$$Ж = 80\,000 \cdot 12 = 960\,000 \text{ тг}$$

Зиянды қауіп-қатерге төленетін ақы:

$$Ж_з = \frac{Ж \cdot \mathcal{E}}{100\%} \text{ тг}, \quad (3.7)$$

мұндағы  $\mathcal{E}$  – зиянды қауіп-қатерге төлемнің проценті - 15%.

$$Ж_з = \frac{960\,000 \cdot 15}{100} = 144\,000 \text{ тг}$$

Барлығы :  $Ж_{\text{барл.}} = Ж_з + Ж, \text{ тг}$

$$Ж_{\text{барл.}} = 144\,000 + 960\,000 = 1\,104\,000 \text{ тг}$$

2) Көмекшінің жалақысы 45 000 теңге. Жылдық жалақысы (3.6) формуласымен анықталады:

$$Ж = \text{Төлем ақы} \cdot 12, \text{ тг}$$

$$Ж = 45\,000 \cdot 12 = 540\,000 \text{ тг}$$

Зиянды қауіп-қатерге төленетін ақы (95) формуласымен анықталады.

$$Ж_3 = \frac{Ж \cdot Э}{100\%}, \text{ тг}$$

$$Ж_3 = \frac{540000 \cdot 15}{100} = 81000 \text{ тг}$$

Барлығы:  $Ж_{барл} = Ж_3 + Ж$ , тг

$$Ж_{барл} = 540000 + 81000 = 621000 \text{ тг}$$

Жұмыскерлердің жалпы еңбек ақы төлеу қоры:

$$ЕТҚ_{жалп} = 1104000 + 621000 = 1725000 \text{ тг}$$

Жалақы төлемдерін төмендегілер құрайды:

$$T = (Ж - Ж \cdot \frac{H_3}{100}) \cdot \frac{H_c}{100}; \quad (3.8)$$

мұндағы Ж – жұмыскердің жылдық жалақысы, теңге;

$H_3$  – жинақтаушы зейнетақы қорына төленетін төлем, %;

$H_c$  - әлеуметтік салық нормасы, %.

Жинақтаушы зейнетақы қорына төленетін төлем – 10 %.

$$T_{инженер} = (960000 - 96000) \cdot 0,11 = 95040 \text{ тг}$$

$$П_{инженер} = Ж_{инженер} + T_{инженер} = 960000 + 95040 = 1055040 \text{ тг}$$

$$T_{комек} = (540000 - 54000) \cdot 0,11 = 53460 \text{ тг}$$

$$П_{комек} = Ж_{комек} + T_{комек} = 540000 + 53460 = 593460 \text{ тг}$$

$$П = П_{инженер} + П_{комек} = 1055040 + 593460 = 1648500$$

## 4.5 Электр энергия шығындар

Электр энергия шығындарын құрайтындар:

$$P_{эл} = \sum W \cdot t \cdot k \cdot n \cdot m,$$

мұндағы  $\Sigma W$  – электрқондырғы мен есептеу техникасы пайдаланатын суммарлық қуат. Ол құжаттық мәліметтер бойынша анықталады және мынаған тең 2.5 кВт/сағ болады;  
 $t$  – бір күндік жұмыстың уақыт саны – 8 сағат;  
 $k$  – қуатты пайдалану коэффициенті – 0,86;  
 $n$  – басқаратын комплекстер саны – 1;  
 $m$  – бір жылдағы жұмыс істеу күндер саны – 180;

$$P_{эл} = 2,5 \cdot 8 \cdot 0,86 \cdot 1 \cdot 180 = 3096 \text{ кВт/сағ.}$$

Электр энергиясының құны  $C_{эл} = 7,8$  теңге/кВт, олай болса жылдық электрэнергия шығыны мынаны құрайды:

$$C_{эл.э} = P_{эл} \cdot 7,8 \quad (3.9)$$

$$C_{эл.э} = 3096 \cdot 7,8 = 24148,8 \text{ тг.}$$

Бірақ энергияны 30%-70%-ке дейін үнемдей алатын импульсті реттегішті қолданудың арқасында, электроэнергия шығыны мынаған тең болады:

$$C_{эл.э,2} = \frac{24148,8 \cdot 50}{100} = 12074,4 \text{ тг}$$

Сонымен эксплуатациялық шығындар суммасы мынаған тең:

$$ЭШ = A_{жыл} + Ш_{ажжс} + C_{эл.э} + П$$

$$ЭШ = 720586,7088 + 288234,683 + 24148,8 + 1648500 = 2681470,47 \text{ тг}$$

Экономикалық тиімділік бірнеше құраушылардан тұрады:

- энергияны үнемдеу 30%-70%-ке дейін  $24148,8 \cdot 0,7 = 16904,16$
- Cosφ дің 0.9-0.95-ке дейін ұлғаюы 320 000
- ПӘК-і 97%-дейін ұлғаюы 276 559
- трансформатордың және ажыратқыштардың жұмыс істеу мерзімінің ұлғаюы 800000

Барлығы:  $Э = 16904,16 + 320000 + 276559 + 800000 = 1413663$  тг

Жылдық экономикалық тиімділік мына формула бойынша анықталады:

$$Э_{ж} = Э - E_H K_{кос},$$

мұндағы:  $Э$  – енгізу нәтижесіндегі алынған үнемдеу, тг;

$E_H$  – тиімділіктің нормативтік коэффициенті, 032;

$K_{кос}$  – жаңаландыруға кететін қосымша капиталды

шығындар, тг.

$$\mathcal{E}_{ж} = 1413663 - 0,32 \cdot 2101814,34 = 741082,41.$$

Өтімділік мерзімін келесі формуламен анықтаймыз:

$$T_{от} = \frac{K_{кос}}{\mathcal{E}_{ж}} \text{ ЖЫЛ},$$

$$T_{от} = \frac{2101814,34}{741082,41} = 2,8 \text{ ЖЫЛ}.$$

Осыдан шығатыны, өтімділік мерзімі нормативті шамадан төмен, бұл жобаның тиімділігін дәлелдейді.

Кернеуі 35/10 кВ болатын екі трансформаторлы қосалқы станциясын жобалау жұмысының экономикалық бөлімінде берілген тапсырмаларға сәйкес электр энергия сұранысының өзгеруіне байланысты шығынды болжау және талдау, аймақтық электр желілері компаниялардың желілеріне электр энергиясын тасымалдау мен тарату қызметтерінің тариф деңгейлерінің есебі, эксплуатациялық шығындарды және есептеу жүргізілді. Яғни осы алынған нәтижелер бойынша өтімділік нормативті шамадан төмен, бұл жобаның тиімділігін дәлелдедім.

## 5 Электрқауіпсіздік бөлімі

### 5.1 Өндірістік қауіпті және зиянды факторлар

Бұл дипломдық жұмыста «Алатау жарық компаниясы» АҚ 110/35/10 қосалқы станциясын жобаладық. Қосалқы станцияны жобалау барысында адам өміріне электр тогының әсері өте зиян болуы мүмкін. Өйткені қосалқы станцияны жобалау барысында тарату құрылғысы арқылы 110кВ кернеу өтеді. Ол кернеу адам өміріне өте қауіпті. Адамның өмір сүру ортасымен қауіпсіз қарым-қатынасы мен оны қорғауға, төтенше жағдайларда шаруашылық объектілерінің тұрақты жұмыс істеуіне, табиғи және техногендік сипаттағы төтенше жағдайлардың салдарын ескерту мен жоюға, сондай-ақ осы заманғы зақымдау құралдарының қолдануына бағытталған шаралар кешенін тіршілік қауіпсіздігі деп қарастырамыз.

Электр қауіпсіздігі – бұл адамдарды электр тогының, электр доғасының, электромагнитті өрістің, статикалық электрліктің зиянды және қауіпті әсерінен қорғауды қамтамасыз ететін ұйымдастырылған және техникалық шаралардың жүйесі.

Электр тоғы адам денесі арқылы өтеді, егер оның екі нүктесі арасында потенциалдар айырмасы болса. Адам тоқ тізбегінің бір уақытта ұстап тұрған екі нүктелер арасындағы кернеу жанасу кернеуі деп аталады.

Адам денесі арқылы өтетін электр тоғы жылулық, биологиялық және электролиттік әсер етуі мүмкін. Тоқтың жылулық әсері электр энергиясының жылулыққа ауысуы кезінде байқалынылады және терінің, бұлшық еттердің, қан тамырларының қызуын тудырады. Тоқтың биологиялық әсері бұлшық еттердің тартылуынан байқалынады. Электролиттік әсер ету электр тоғы қанның ұйыуын тудырады және оның құрамын өзгертеді.

Электр тоғымен жарақаттанудың келесі түрлері бар: күйу, терінің металдануы, электрлік белгілер, электроофтальмия, электрлік соққы, механикалық зақымдалулар.

Электрлік күйулер электр тоғымен жылулық әсер ету кезінде пайда болады. Ең қауіпті болып электрлік соққының әсерінен пайда болған күйулер табылады, себебі оның температурасы  $3000^{\circ}\text{C}$ -дан жоғары болуы мүмкін.

Тоқ өткізгіш бөлікпен тығыз байланыста болған кезде пайда болатын сұр немесе ашық-сары түсті дақтар (олармен жұмыс кезінде электр тоғы өтеді) электрлік белгілер болып табылады. Электрлік белгілердің табиғаты толық зерттелінбеген.

**5.1-кесте - Адам денесі арқылы өтетін электр тогының тегінен және мәнінен тәуелді зақымдалулардың сипаттамасы**

Т, мА	50 Гц, айнымалы ток кезінде	Тұрақты ток кезінде
0,6-1,5	Сезілу пайда болады, саусақтардың жеңіл дірілдеуі	Сезілмейді
5-7	Қолдың тартылуы	Сезілу пайда болады, терінің қызуы
8-10	Электродтан қол әрең алынады	Қызу артады
20-25	Электродтан қол алынбайды, тыныс ауырлайды	Бұлшық еттер шамалы тартылады
50-80	Тыныс тоқтайды, жүректің фиброляциясы басталады	Қатты қызу, қол бұлшық еттері тартылады, тыныс ауырлайды
90-100	Дем және жүрек тоқтайды	Дем тоқтайды

**5.2 – кесте - Адам денесі арқылы өтетін токтардың  $I_h$  және кернеулердің  $U_{пр}$  рұқсат етілу нормалары**

Қондырғы	Нормалан а-тын шама	Тоқтың әсер ету ұзақтығы, с					
		0,1	0,2	0,5	0,7	1	3
Айнымалы ток 1000 В-қа дейінгі кернеуде, жиілігі 50 Гц	$U_{пр}$ , В	500	250	100	75	50	63
	$I_h$ , мА	500	250	100	75	50	6
Жиілігі 400 Гц кезде	$U_{пр}$ , В	-	500	200	140	100	36
	$I_h$ , мА	-	500	200	140	100	8
Тұрақты ток кезінде	$U_{пр}$ , В	500	400	250	200	150	100
	$I_h$ , мА	500	400	250	200	150	50

**5.2 Жермен қосудың есебі**

"АЖК" АҚ қосалқы станция құрылғылары үшін адам ағзасына электр тогының әсері аз болуы үшін жермен қосу құрылғыларын орындау қажет.

Жермен қосу контурының периметрі бойынша жерге диаметрі  $d$ , ұзындығы  $l$  және жерінің үстіңгі қабатының қалыңдығы  $h_1$ , тік стержньдер қағылуы керек.

Бастапқы мәліметтер:  $U_{АТҚ} = 110 \text{ кВ}$ ;  $U_{ЖТҚ} = 10/0,4 \text{ кВ}$ ;

АТҚ өлшемдері  $45 \cdot 40 \text{ м}$ ;  $\rho_{1узм} = 45 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ ;  $\rho_{2узм} = 30 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ ;

$d = 0,08 \text{ м}$ ;  $l = 5 \text{ м}$ ;  $h_1 = 3,31 \text{ м}$ ;

III – климаттық зона;

$I_{кз} = 691 \text{ А}$ .

Электродтың жерге ену тереңдігі – жер бетінен электродқа дейінгі қашықтық  $t_0 = 0,5 \text{ м}$ ;

Шешуі:

1. 110 кВ АТҚ үшін контурлық жермен қосу құрылғысын есептеу.

Бастапқы берілгендерді есептеуге келтірейік

$$\rho_{1расч} = \rho_{1узм} \cdot \Psi = 45 \cdot 2 = 90 \text{ Ом} \cdot \text{м}; \quad (4.1)$$

мұндағы  $\Psi$  – көп қабатты жердегі маусымдық өзгерістер қабаты үшін маусымдылық коэффициенті;

$\Psi = 2$  - III – климаттық зона үшін өйткені, III климаттық зонада маусымдық өзгерістер қабатының шартты қалыңдығы жердің үстіңгі қабатының

$H = 2,2 \text{ м}$ -ге тең қалыңдығынан аз  $h_1 = 3,31 \text{ м}$ -ге тең болады.

Маусымдылық коэффициентін ескеретін  $\rho_1/\rho_2$  қатынасы:

$$\frac{\rho_{1расч}}{\rho_{2расч}} = \frac{\rho_{1узм} \cdot \Psi}{\rho_{2узм}} = \frac{45 \cdot 2}{30} = 3; \quad (4.2)$$

Тігінен орналасқан электродтар санын анықтаймын:

$$n = \frac{4 \cdot \sqrt{S}}{a};$$

мұндағы  $S$  – жермен тұйықтағыш алып жатқан шекара ауданы,  $\text{м}^2$ ;

$a$  – жермен тұйықтағыш моделіндегі тік электродтар арасындағы қашықтық,  $a = 3 \text{ м}$ ;

$$n = \frac{4 \cdot \sqrt{45 \cdot 40}}{3} \approx 56,568; \quad (4.3)$$

Тік электродтың жоғарғы бөлігінің, яғни, жердің жоғарғы бөлігінде орналасқан бөлігінің салыстырмалы ұзындығы  $l_{омн}$  келесі өрнекпен анықталады:

$$l_{омн} = (h + t_0) / l_e = (3,31 - 0,5) / 5 = 0,56 \text{ м}; \quad (4.4)$$

Екі қабатты жердің эквивалентті меншікті кедергісі  $\rho_3$ , тік электродтардан орындалған тік тор түріндегі тұтас жермен қосқыш үшін келесідей формуламен анықталуы мүмкін:

$$\rho_3 = \rho_2 (\rho_1 / \rho_2)^k;$$

мұндағы  $k = 0,43 \cdot (l_{\text{отн}} + 0,272 \cdot \ln \cdot (a \cdot \sqrt{2} / l_g))$  дәреже көрсеткіші,

$$k = 0,43 \cdot (0,56 + 0,272 \cdot \ln \cdot (3 \cdot \sqrt{2} / 5)) = 0,222; \quad (4.5)$$

$$\rho_3 = 30 \cdot (100 / 30)^{0,222} = 39,192 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

Тік электродтармен қосылған тік жермен тұйықтағыштар контурынан тұратын тұтас жермен қосқыштың және контур ішінде орналысқан тордың кедергілерін анықтайық:

$$R_3 = 0,443 \cdot \frac{\rho_2}{\sqrt{S}} \cdot \left( \frac{\rho_1}{\rho_2} \right)^g + \frac{\rho_1}{L + n \cdot l_g};$$

мұндағы  $g = 2 \cdot h_1 / (\sqrt{S} + n \cdot l_2)$ ;

$$l_1 = l_1 + l_2 \cdot \rho_1 / \rho_2;$$

$n$  – тік өткізгіштер саны;

$L$  – өткізгіштердің жалпы ұзындығы;

$l_1$  және  $l_2$  мәндері көрсетілген.

$$l_1 = (3,31 - 0,5) + (3,31 - 0,5) \cdot 4,6 = 15,68 \text{ м}; \quad (4.6)$$

$$g = 2 \cdot 3,31 / (\sqrt{1800} + 57 \cdot 15,68) = 0,007; \quad (4.7)$$

$$L = 23 \cdot 45 + 24 \cdot 30 = 1755 \text{ м}; \quad (4.8)$$

$$R_3 = 0,443 \cdot 30 \cdot \left( \frac{100}{30} \right)^{0,007} + \frac{100}{691 + 57 \cdot 5} = 0,35 \text{ Ом}; \quad (4.9)$$

Жанасу кернеуінің коэффициенті  $\lambda_1$  өткізгіштері біркелкі орналастырылған және қосымша тік өткізгіші бар тор түріндегі жермен қосқыштар үшін келесі жуықталған өрнек бойынша анықталады:



$$\lambda_1 = M \cdot \left( \frac{a \cdot \sqrt{S}}{l_g \cdot L_r} \right)^{0,45};$$

мұндағы  $\lambda = P/N$  – тік өткізгіштер арасындағы арақашықтық, м;  
 $P$  – тор периметрі, м;  
 $M = \rho_1 / \rho_2$  қатынасының функциясы,  $M=0,9$

$$\lambda_1 = 0,9 \cdot \left( \frac{3 \cdot \sqrt{1800}}{5 \cdot 691} \right)^{0,45} = 0,204; \quad (4.10)$$

Жердің жоғарғы қабатының меншікті кедергісіне тәуелді жанасу кернеуінің төмендеу коэффициентін келесі формуламен анықтауға болады:

$$\lambda_2 = \frac{R_h}{R_h + 1,5 \cdot \rho_1};$$

мұндағы  $\rho_1$  – жердің жоғарғы қабатының меншікті кедергісі;  
 $R_h$  - адам денесінің кедергісі.

$$\lambda_2 = \frac{1000}{1000 + 1,5 \cdot 100} = 0,869; \quad (4.11)$$

Жанасу кедергісін келесі формула бойынша анықтаймын:

$$U_{np} = I_3 \cdot R_3 \cdot \lambda_1 \cdot \lambda_2 = 691 \cdot 0,35 \cdot 0,204 \cdot 0,869 = 42,874 \text{ В}; \quad (4.12)$$

АҚК ескерілген,  $t=0,15c$ -қа тең жанасу және қадам кернеуін есептеуге арналған уақытта рұқсат етілген кернеу 43 В-ты құрайды.

Жермен қосқыш патенциалы:

$$\varphi_3 = 691 \cdot 0,35 = 241,85 \text{ В}; \quad (4.13)$$

Кернеу:

$$U_{np \text{ max}} = \varphi_3 \cdot \lambda_1 = 241,85 \cdot 0,204 = 49 \text{ В}; \quad (4.14)$$

Жермен эффективті қосылған торапта ЖҚ зонасындағы жермен тұйықталған заттарға адамның жақындауының қауіпсіздігі шарттарынан:

$$U_{np} = U_{np \text{ max}} - I_h \cdot 1,5 \cdot \rho_C \leq U_{дон}$$

келесіні аламыз:

$$I_h = U_{np \max} / (R_h + 1,5 \cdot \rho_C); \quad (4.15)$$

мұндағы  $I_h$  – адам арқылы өтетін ток.

(4.15) формуласына орнына қойып мынаны есептейміз:

$$I_h = 49 / (1000 + 1,5 \cdot 100) = 0,043 \text{ A};$$

Қауіпсіздік шарттарын тексерейік, мұндағы  $U_{np.\partial on} = 450 \text{ B}$ , МЕМСТ 12.1.038-82 бойынша анықталады:

$$49 - 0,204 \cdot 1,5 \cdot 100 \leq 450; \quad 18,4 \leq 450;$$

Шарт орындалады.

Тік сымдар қатарынан және тордан тұратын күрделі жермен тұйықтағыш үшін қадам кернеуінің коэффициенті келесідей анықталады:

$$\beta_1 = 0,15$$

$\beta_2$  коэффициентін анықтайық – жердің жоғарғы бөлігінің меншікті кедергісіне тәуелді қадам кернеуінің төмендеу коэффициенті:

$$\beta_2 = R_h / (R_h + 6 \cdot \rho_C) = 1000 / (1000 + 6 \cdot 100) = 0,625; \quad (4.16)$$

Қадам кернеуін келесі формуламен анықтаймыз:

$$U_{III} = I_3 \cdot R_3 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 = 691 \cdot 0,35 \cdot 0,15 \cdot 0,625 = 22,673 \text{ B}; \quad (4.17)$$

Токтың таралу зонасында жүрген адам үшін қауіпсіздік шарттары:

$$U_{III} = U_{1-2 \max} - I_h \cdot 6 \cdot \rho_1 \leq U_{\partial on}.$$

мұндағы  $U_{np.\partial on} = 450 \text{ B}$  МЕМСТ-ке сәйкес, АПВ  $t=0,15c$  ескеретін қысқа тұйықталудың әсер ету уақыты барысындағы мәні.

$$U_{1-2 \max} = \varphi_3 \cdot \beta_1 = 241,85 \cdot 0,15 = 36,2775 \text{ B}; \quad (4.18)$$

Адам денесі арқылы өтетін ток:

$$I_h = U_{1-2 \max} / (R_h + 6 \cdot \rho_c) = 36,2775 / (1000 + 6 \cdot 100) = 0,023 \text{ A}; \quad (4.19)$$

Қауіпсіздік шарттарын тексеремін:

$$U_{1-2 \max} - I_h \cdot 6 \cdot \rho_1 \leq U_{\text{дон}};$$

$$36,2775 - 0,35 \cdot 6 \cdot 100 \leq 450; \quad 15,2775 \leq 450;$$

Шарт орындалады.

$R_3$  талаптары бойынша берілген жермен тұйықтағыштың қолданылу мүмкіндігін қарастырайық:

$$R_3^I = \frac{U_{np \text{ дон}}}{I_3 \cdot \lambda_1 \cdot \lambda_2} = \frac{450}{691 \cdot 0,204 \cdot 0,869} = 3,673 \text{ Ом}; \quad (4.20)$$

$$R_3^{II} = \frac{U_{ш \text{ дон}}}{I_3 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2} = \frac{450}{691 \cdot 0,15 \cdot 0,625} = 6,946 \text{ Ом}; \quad (4.21)$$

Есептеулер нәтижесінде алынған жермен тұйықтағыш кедергісі  $R_3 = 0,35 \text{ Ом}$  ЭОЕ талаптарын, сондай-ақ, жоғарыда көрсетілген шарттарды да қанағаттандырады, яғни,

$$R_3 < R_{3 \text{ ПУЭ}}, \quad R_3 < R_3^I, \quad R_3 < R_3^{II}.$$

## ҚОРЫТЫНДЫ

Осы дипломдық жұмыс «110\35\10 кВ қосалқы станциясын қайта құру және күштік трансформаторлардың релелік қорғанысын орындау» тақырыбы бойынша орындалған. Жұмыста қосалқы станцияның принципіалдық схемасы, бас электр схемасы, негізгі жабдықтар, күштік трансформаторлар және коммутациялық аппараттар таңдалған. Қосалқы станцияның алмастыру схемасы құрылып қысқа тұйықталуға есептелінген, қосалқы станцияның жабдықтарының қауіпсіздігі қарастырылған. Есептеу нәтижелері бойынша коммутациялық аппараттардың ЭҚЭЕ талаптарына сай жаңа түрлері мен типтері таңдалған. Қосалқы станцияның найзағайдан қорғау шаралары есептеліп таңдалған.

Экономика бөлімінде негізгі өндірістік қорлар, өндірістік үй және құрылыстар, энергиялар шығыны, қызметкерлер мен жұмысшылардың еңбек ақылары сияқты экономикалық есептеулер жүргізілген.

## ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Электрооборудование станций и подстанций Л.Д. Рожкова, В.С. Козулин 2-е издание – М.: Энергия, 2007-236б.
2. Электрическая часть электростанций и подстанций Б.Н. Неклепаев 2-е издание – М.: Энергоатомиздат, 2000-270б.
3. Электрическая часть электростанций и подстанций Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков М.: Энергоатомиздат, 1989.
4. Справочник по проектированию электроснабжения / под ред. Ю.Г.Барыбина и др.-М.: Энергоатомиздат, 1990,- 576с.
5. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию -: В 2т. / под ред. А.А.Федорова.-М.: Энергоатомиздат, 1986,-568с.
6. Федоров А.А., Старкова Л.Е. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий: Уч. пособие для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1987,-368с.
7. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. Учеб. пособие для энергоэнергетических специальностей вузов / Под ред. Б.Н. Неклепаева - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергия, 1978, - 456с.
8. Инструкция по проектированию силового и осветительного оборудования промышленных предприятий.СН РК 4.04-19-2003 - Астана, 2004год.