

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

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

Энергетика кафедрасы

Хамит Нұрбол Болатбекұлы

Кернеуі 220/110/10кВ №131 “Горный гигант” қосалқы станциясының  
тұтынушыларын қоректендіруші электр тораптарын жобалау

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

5B071800 – Электр энергетикасы

Алматы 2019

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

«20» 05 2019 ж.

### ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Кернеуі 220/110/10кВ №131“Горный гигант” қосалқы станциясының тұтынушыларын қоректендіруші электр тораптарын жобалау»  
5B071800 – Электр энергетикасы мамандығы бойынша

Орындаған

Хамит Н.Б.

Пікір беруші


АЭЖБУ “Электр машиналары және электр жетегі” кафедрасының доценті, PhD

 Алмуратова Н.К.

«10» 05 2019 ж.

Ғылыми жетекші

техн.ғыл.канд., асоц.профессор

 Ақпанбетов Д.Б.

«11» 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 энергетикасы

**БЕКІТЕМІН**

Кафедра меңгерушісі м.а.

PhD докторы, ассистент профессор

 Е.А. Сарсенбаев

«28» 01 2019 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы *Хамит Нұрбол Болтбекұлы*

Тақырыбы: *«Кернеуі 220/110/10кВ №131 “Горный гигант” қосалқы станциясының тұтынушыларын қоректендіруші электр тораптарын жобалау»*

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

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «25» сәуір 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістер:  $P1=20$  МВт,  $P2=50$  МВт,  $P3=20$  МВт,  $L1=20$  км,  $L2=35$  км,  $L3=50$  км,  $L5=140$  км,  $\cos \varphi=0.85$ ,  $T_{max}=6000$ ,  $Min_{режим}=48\%$

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

*а) Кернеуі 220 кВ электр торабын жобалау;*

*б) Арнайы бөлім. Тауғұл қосалқы станциясын жетілдіру;*

*в) Еңбек қорғау және қауіпсіздік;*

Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдарды слайдпен дайындау

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 18 атау

**Дипломдық жұмысты дайындау  
КЕСТЕСІ**

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кернеуі 220 кВ электр торабын жобалау	22.02.19.	21.04
Таугұл қосалқы станциясын жетілдіру	29.03.19.	20.05
Еңбек қорғау және қауіпсіздік	25.04.19.	21.05

**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	Д. Б. Ақпанбетов Техн.ғыл.канд, ассоц.профессор		
Еңбек қорғау және қауіпсіздік	Д. Б. Ақпанбетов Техн.ғыл.канд, ассоц.профессор		
Норма бақылау	Н.Е. Балгаев, сениор-лектор	3.05.19ж	

Ғылыми жетекші \_\_\_\_\_

Д.Б. Ақпанбетов

Тапсырманы орындауға алған білім алушы \_\_\_\_\_

Н.Б. Хамит

Күні \_\_\_\_\_

« 10 » 05 2019 ж.

**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:** Хамит Нұрбол Болатбекұлы

**Название:** Кернеуі 220\_110\_10кВ №131 “Горный гигант” қосалқы станциясының тұтынушыларын коректендіруші электр тораптарын жобалау.doc

**Координатор:** Дархан Акпанбетов

**Коэффициент подобия 1:**21,7

**Коэффициент подобия 2:**12,5

**Тревога:**25

**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:

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

10.05.2019



Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения



Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

*допустить к защите*

*10.05.2019*

Дата



Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Студент

Хамит Нұрбол

(аты-жөні)

**Дипломдық жұмысына  
П І К І Р**

Мамандық

5B071800 – Электр энергетикасы

Дипломдық жұмыс тақырыбы

**Кернеуі 220/110/10кВ №131 “Горный гигант” қосалқы станциясының  
тұтынушыларын қоректендіруші электр тораптарын жобалау**

- а) графикалық бөлімі 11 слайд Power point форматында;  
б) түсініктемелік жазба 55 бет.

**Дипломдық жұмыс бойынша ескертулер**

*Дипломдық жұмысты негізгі, арнайы бөлімдер, еңбекті қорғау, экономикалық бөлімдері құрайды. Негізгі бөлімде кернеуі 110кВ электр беріліс желісі үшін есептеулер жүргізіледі, қысқа тұйықталу токтары есептеледі, аппараттар, құрылғылар және тіректер таңдалады. Арнайы бөлімде аварияға қарсы автоматиканың құрылғылары қарастырылады, 7UT6 құрылғысына есептеулер жүргізіледі. Еңбек қорғау бөлімінде шу мен дірілдің адам ағзасына қандай зиян келтіретіні қарастырылды. Электр қауіпсіздік бөлімде найзағайдан қорғау және асқын керененуден есептелді.*

**Ескерту:**

*1) Электр жабдықтарды таңдау барысында тиімділіктері туралы ақпарат келтірілмеген.*

*1) Арнайы бөлімде тақырыбына сай теориялық мағлұматтар басым, келтірілген экономикалық тиімділік бойынша есептеулер жеткіліксіз.*

**Дипломдық жұмыстың бағасы**

*Дипломдық жұмыс «95б», «А», «өте жақсы» деп бағаланады, ал студент Хамит Нұрбол электрэнергетика мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры академиялық дәрежесіне лайық деп есептеймін.*

Пікір беруші

Алмуратова Н.Қ.

(аты-жөні)

Қызметі

**Алматы энергетика және байланыс университеті**

**«Электр машиналары және электр жетегі» кафедрасының доценті, PhD**

«10» мамыр 2019 жыл



Жоғары технологиялар инженериясы институты  
Энергетика кафедрасы

## ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС ЖЕТЕКШІСІНІҢ ПІКІРІ

Диплом  
қорғаушы

**Хамит Нұрбол Болатбекұлы**

(аты-жөні)

Тақырыбы

**Кернеуі 220/110/10кВ №131 “Горный гигант” қосалқы  
станциясының тұтынушыларын қоректендіруші  
электр тораптарын жобалау**

*Дипломдық жұмыстың түсіндірмелік жазбасы 4*

*бөлімнен құрылған. Бірінші бөлімінде электрэнергетиканың даму  
қарқынына байланысты ЭБЖ жобалау маңыздылығы көрсетілген.*

*Дипломдық жұмыстың негізгі бөлімінде ЭБЖ екі нұсқасы  
салыстырылып, техникалық экономикалық есептеулер бойынша  
тиімдісі таңдалған. Майлы ажыратқыштардың орнына элегазды  
ажыратқыштар, аз майлы ажыратқыштардың орнына вакуумдық  
ажыратқыштар таңдалған.*

*Арнайы бөлімінде қазіргі уақытта маңызды мәселелердің бірі -  
трансформатордың қорғанысын жақсарту мәселелері қарастырылған.*

*Берілген тапсырманы орындау барысында Хамит Н. дипломдық  
жұмысты тақырыбына сәйкес толық көлемде орындады және өзін  
сауатты, электр тораптарын жобалау мәселелерін өз бетімен шеше  
алатын, техникалық әдебиетпен жұмыс істей алатын  
маман ретінде көрсете білді.*

*Дипломдық жұмыс «96б», «А», «өте жақсы» деп бағаланады,  
ал студент Хамит Нұрбол Болатбекұлы 5В071800 – Электр  
энергетикасы мамандығы бойынша техника және технологиялар  
бакалавры академиялық дәрежесіне лайық деп есептеймін.*

Жетекші

*ассоц. профессор, техн. ғыл. канд.*

(ғылыми атағы, дәрежесі)

(қолы)

**Ақпанбетов Д.Б.**

(аты-жөні)

«11» 05 2019 жыл



## 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:** Хамит Нұрбол Болатбекұлы

**Название:** Кернеуі 220\_110\_10кВ №131 “Горный гигант” қосалқы станциясының тұтынушыларын қоректендіруші электр тораптарын жобалау.doc

**Координатор:** Дархан Ақпанбетов

**Коэффициент подобия 1:** 21,7

**Коэффициент подобия 2:** 12,5

**Тревога:** 25

**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.

## АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыс «Кернеуі 220/110/10кВ №131“Горный гигант” қосалқы станциясының тұтынушыларын қоректендіруші электр тораптарын жобалау» тақырыбы бойынша орындалған. Жұмыста қосалқы станцияларының қуаты мен саны таңдалған. Қуат және кернеу шығындары арқылы есептік жүктемелер есептелген. Сымдардың параметрлерін есептеп, соған сәйкес қимасы таңдалған.

Еңбек қорғау бөлімінде шу және діріл жұту жағдайлары қарастырылды.

Сонымен қатар электр қауіпсіздік бөлімінде қосалқы станцияны жай тартқыш арқылы тікелей найзағай соққысынан қорғау шаралары жүзеге асырылды.

## АННОТАЦИЯ

Дипломная работа выполнена на тему «Электроснабжение потребителей подстанции №131“Горный гигант” напряжением 220/110/10кВ». В работе выбрана мощность и количество подстанций. Расчетные нагрузки рассчитаны с учетом потерь мощности и напряжения. Рассчитываем параметры проводов, в соответствии с которыми выбрано сечение.

В отделе охраны труда рассмотрены условия шумового и вибрационного поглощения.

Кроме того, в части электробезопасности были осуществлены мероприятия по защите подстанции от ударов молнии непосредственно через молниеотводы.

## ANNOTATION

*Thesis is made on "Power supply to consumers of substation №131 "Gorniy Giant" with a voltage 220/110/10kV". The power and number of substations are selected in the work. Design loads are calculated taking into account power and voltage losses. Calculate the parameters of the wires, according to which the selected section.*

*The conditions of noise and vibration absorption are considered in the department of labor protection.*

*In addition, in terms of electrical safety, measures were taken to protect the substation from lightning strikes directly through lightning rods.*

## МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	
1	Технологиялық бөлім	8
1.1	Алматы облысының электр желілерінің дамуы	8
1.2	220/110/10 кВ "Горный гигант" қосалқы станциясының жүктемесін "Ерменсай" қосалқы станциясына ауыстыру	8
2	Негізгі бөлім	10
2.1	Жобаланатын тораптардың негізгі параметрлері	10
2.2	Электр беріліс желісінің номиналды кернеуін анықтау	10
2.3	Желі бойындағы қосалқы станцияларға трансформаторлар таңдау	12
2.3.1	Қосалқы станциялардың реактивті қуатын анықтау	13
2.4	Трансформаторлардың кедергілерін және шығындарын есептеу	13
2.4.1	Самал қосалқы станциялар үшін ТДН-16000/110 типті трансформаторының параметрлерін анықтау	14
2.4.2	Қазақфильм қосалқы станция үшін ТРДН-63000/220 типті трансформатордың параметрін анықтау	15
2.4.3	Горный гигант бас қосалқы станция үшін АДЦТН-125000/220/110 типті автотрансформаторының параметрлерін анықтау	16
2.5	Торап бөліктеріндегі қуат ағынын есептеу	19
2.5.1	Торап бөліктеріндегі қуат ағынын есептеу	19
2.6	Тұйықталған жүйе	
	Электр беріліс желілерінің қималарын есептеу және маркасын таңдау	21
2.6.1	маркасын таңдау	21
2.6.2	Тұйықталған жүйе	27
2.7	Ажыратылған жүйе	28
2.7.1	Максималды жүктемелердегі қуаттарды есептеу	
	Тұйықталған жүйе үшін электр беріліс желілерінің	28
2.8	максималды жүктемелердегі алмастыру схемасы және шығындары	30
2.9	Желідегі қысқа тұйықталу тогын табу және параметрлеріне сәйкес аппараттар таңдау (Қ Т)	35
2.10	сәйкес аппараттар таңдау (Қ Т)	37
3	Есептелген параметрлер бойынша электр аппараттарын таңдау	39
3.1	таңдау	39
3.2	Әуе электір беріліс желісі үшін тірек материалын таңдау	
	Таугүл қосалқы станциясын жетілдіру	40
3.3	Релелік қорғау және автоматика туралы жалпы ережелер	
	Сименс 7UT6 құрылғысын пайдалана отырып	42
4	трансформатордың қорғанысын есептеу	47

4.1	Трансформатордың дифференциалды қорғанысының	47
4.2	тағайыншамаларын есептеу	48
	Еңбекті қорғау бөлімі	53
	Шу мен дірілдің адам ағзасына, аспаптар мен жабдықтарға әсері	54
	Қондырғыларды найзағайдан асқын кернеуден қорғау	
	Қорытынды	
	Қолданылған әдебиеттер тізімі	



## ***КІРІСПЕ***

Электр энергиясын өндіру, жеткізу және тұтыну электр тарату желі жүйесіндегі маңызды буын болып табылады.

Электр тораптарының сенімді жұмысы үшін релелік қорғаныс және аварияға қарсы автоматика құрылғыларын дұрыс орындау және баптау және оның ішінде РҚА аппаратурасының жұмыс параметрлерін дұрыс таңдау маңызды.

Қосалқы станцияның тұтынушыларын электрмен жабдықтау жүйелерін жобалау күрделі және жауапты міндет болып табылады. Монтаждық жұмыстардың көлемі мен еңбек сыйымдылығына, электротехникалық қондырғыларды пайдаланудың қолайлылығы мен қауіпсіздігіне жобалық шешімдерді қабылдау тікелей әсер етеді.

Электрмен жабдықтаудың сұлбалық шешімдерін таңдау қарастырылған объектідегі қабылданған кернеу жүйелеріне байланысты. Кернеу классы көбінесе жобаланған объектідегі инвестицияларды, сондай-ақ жұмыс кезінде электр қуаты мен электр энергиясының шығындарын анықтайды. Желі кернеуін таңдау бойынша түпкілікті шешім нұсқаларды техникалық-экономикалық салыстыру негізінде қабылдану тиіс.

Электрмен жабдықтау жүйелерінің жобаларына негізгі талаптар тұтынушыларды электрмен жабдықтау сенімділігі және олардың үнемділігі болып табылады. Электрмен жабдықтаудың сенімділігі ең жетілдірілген электр аппараттарын, күштік трансформаторларды, кабель-өткізгіш өнімдерін таңдаумен, осы элементтердің номиналды жүктемелеріне қалыпты және авариялық режимдерде электр жүктемелерінің сәйкес болуымен, сондай-ақ электр торабын құрылымдық резервтеуді пайдаланумен және секциялаумен қамтамасыз етіледі.

Электрмен жабдықтау жүйесінде жоғарылатқыш және төмендеткіш қосалқы станцияларды салу үлкен материалдық шығындармен байланысты. Сондықтан жобалау кезінде жобалық шешімдердің үнемділігіне және электрмен жабдықтау жүйелерінің барлық элементтерінің жұмыс режимдеріне егжей-тегжейлі талдау жүргізілуі тиіс.

## **1 Технологиялық бөлім**

### **1.1 Алматы облысының электр желілерінің дамуы**

2030 жылға дейінгі кезеңге Алматы қаласы мен Алматы облысының аудандарын электрмен жабдықтау жүйесін дамытудың негізгі бағыттары- бұл электр желілерінің қазіргі жай-күйінің тар жерлерін жою, жаңа тұрғын үй-коммуналдық объектілерді іске қосу арқылы тұтынушыларды сенімді электрмен жабдықтауды қамтамасыз ету, энергия үнемдеуді ескере отырып, электр желілерін дамытуды оңтайландыру.

Қарастырылып отырған аймақта электр желілерін дамыту:

- табиғи және моральдық тозған электржелілік объектілерді қайта жаңарту және техникалық қайта жарақтандыру, трансформаторларды үлкен қуатқа ауыстыру, 110 кВ жаңа ҚС салу;

- 110/10 кВ жаңа және қолданыстағы тамақтану орталықтарын қосу үшін 220 кВ тірек ҚС құрылысы:

Электр тораптарын дамыту қарастырылып отырған аудандардың тұрғын үй құрылысы бойынша анықталған ең жоғары электр жүктемелерінің негізінде қолданыстағы 35 кВ және одан жоғары ҚС трансформаторларын тиеуге талдау жүргізілді, ол трансформаторлардың кейбір ҚС-на үлкен қуатқа ауыстыру қажеттілігін анықтады. Бұдан басқа, жаңа тұтынушыларды және тұрғын үй құрылысын электрмен жабдықтау үшін 110 кВ жаңа тамақтану орталықтарын салу көзделіп отыр. Қолданыстағы электр желілерін күшейту және жаңа 110 кВ ҚС қосу үшін 220 кВ ЭБЖ бар 220 кВ тірек ҚС салу қажет.

### **1.2 220/110/10 кВ "Горный гигант" қосалқы станциясының жүктемесін "Ерменсай" қосалқы станциясына ауыстыру**

Алматыда төтенше жағдайлар туындататын және электр энергиясының апаттық жағдайда сөндірілуіне әкеліп соқтыратын қауіп-қатер толығымен жойылды. «СамұрықЭнерго» электр энергиясы холдингінің Алматы энергия кешеніне қарасты «Алатау Жарық Компаниясы» АҚ жүктемесін «Горный гигант» станциясынан қайта жаңартылған «Ерменсай» қосалқы станциясына ауыстыру жобасын аяқтады.

Атап өткен жөн, қаланың жоғарғы бөлігінде, тау бөктерінде орналасқан «Горный гигант» қосалқы станциясы арқылы Алматы қаласының Бостандық, Медеу аудандарындағы, Әуезов және Талғар аудандарының бір бөлігіндегі тұрғын үйлер мен өнеркәсіп нысандары электр қуатымен қамтамасыз етілді. Бұл қаладағы тозығы жеткен электр

қондырғыларының бірі саналады. Сонымен қатар трансформаторларға түсетін жүктеме өте жоғары деңгейде болғандықтан, жаңа тұтынушыларды қосу мүмкіндігі жоқ еді. 2016 жылы «Самұрық-Энерго» АҚ-ның Басқармасы және Инвестициялық-инновациялық кеңесі электр қуатының беріктігін қамтамасыз ету және төтенше жағдайлардың алдын алу мақсатында жобаның инвестициялық кезеңін іске асыруды мақұлдады. Құрылыстың жалпы құны 6,7 млрд теңгені құрады.

Жоба аясында «Ерменсай» шағын станциясынан 40 шақырымға жуық кабель желілері орнатылды және іске қосылды. «Горный гигант» қосалқы станциясының тұтынушыларын «Ерменсай» шағын станциясына қосу үшін ұзындығы 11 шақырымнан асатын екі әуе желісі қайта құрастырылды, электр энергиясын қабылдауға, бөлуге және таратуға арналған жоғары вольттік қондырғы кеңейтілді және қайта жаңартылды. Сонымен бірге энергияны есептеу жүйелері, апаттарға қарсы автоматтандырылған құрылғылар және реле қорғанысы қондырғылары қосымша орнатылды.

Жүргізілген жұмыстар нәтижесінде, бұған дейін 220/110/10кВ «Горный гигант» қосалқы станциясына қосылған тұтынушылар, оның ішінде «Самал», «Қазақфильм», «Бағанашыл», «Таугүл» шағын аудандарының тұрғындарын және т.б. қоса алғанда, 220/110/10 кВ «Ерменсай» жаңа қосалқы станциясына ауыстырылды. «Алатау Жарық Компаниясы» АҚ-ның Басқарма төрағасы Мұхит Үмбетов атап өткендей, жобаның сәтті аяқталуы ықтимал апаттардың алдын-алды. Сонымен бірге оңтүстік астананы электр қуатымен қамтамасыз етудің сенімділігін арттырып қана қоймай, жаңа тұтынушылардың қосылуына кедергі келтірген мәселені шешуге және таратылатын электр қуатының көлемін ұлғайтуға мүмкіндік берді. Компания басшысының сөзінше, жүктемені ауыстыру жұмыстары аяқталған соң, «Горный гигант» қосалқы станциясының алаңында оны бөлшектеу процесі басталды.

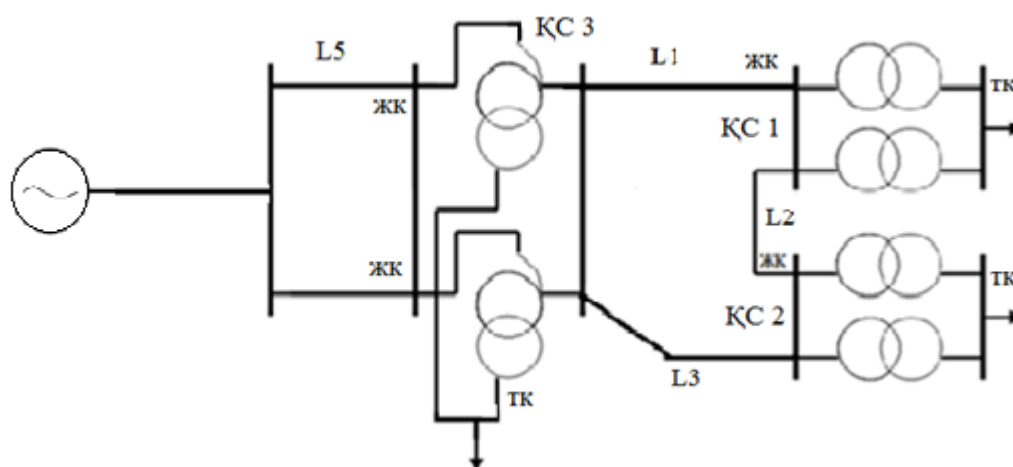
Бүгінгі таңда «Алатау Жарық Компаниясы» АҚ 2016-2020 жылдарға арналған Инвестициялық бағдарламадағы жобаларды іске асыруды жоспарлап отыр[1].

## 2 Негізгі бөлім

### 2.1 Жобаланатын тораптардың негізгі параметрлері

Тұйықталған электр беріліс желісі, үш қосалқы станциядан тұрады, олардың ұзындықтары  $L_1 = 20$  км,  $L_2 = 35$  км,  $L_3 = 50$  км,  $L_5 = 140$  км. Қосалқы станциялардың максималды жүктемелерінің мәні келесідей  $P_1 = 20$  МВт,  $P_2 = 50$  МВт,  $P_3 = 20$  МВт. Максималдық жүктеменің жылдық сағаты  $T_{max} = 6000$  сағ. Қуат коэффициенті  $\cos \varphi = 0.85$ .

Жобалау сұлбасы 2.1-суретте бейнеленген.



2.1-сурет – Дипломдық жобаға арналған электр торабының сұлбасы

Тұтынушыларды электр энергиясымен жабдықтайтын сұлбалар қуат көзінің сенімділік шарттары, электр қабылдағыштарындағы кернеу ауытқуының рұқсат етілген мәніне, даму келешегіне, электрмен жабдықтау жүргізілетін аймақтың географиялық ерекшеліктеріне байланысты болады.

Қарапайым тұйықталған желілер айналмалы желілер болып келеді. Олар бір ғана контур құрайды. Оның артықшылығы желінің бір учаскесі үзілгенде желі басқа учаскіден қоректені береді, яғни жоғары дәрежеде тұтынушыларға электр таратудың сенімділігі болып табылады[2].

### 2.2 Электр беріліс желісінің номиналды кернеуін анықтау

Бұл дипломдық жұмыста кернеуді Стилл формуласы бойынша анықтаймыз. Стилл формуласы электр беріліс желісінің ұзындығы 200 км-



ге дейін болғанда және тасымалдау қуаты 60 МВт дейін болғанда қолданылады.

Стилл формуласы келесідей анықталады[2]:

$$U = 4.34\sqrt{L + 16P}, \quad (2.2.1)$$

мұндағы  $P$ -активті қуат,  
 $L$ -желінің ұзындығы,  
 $U$ -желінің кернеуі.

Қосалқы станциялардағы кернеу

$$U_1 = 4.34\sqrt{20 + 16 \cdot 20} = 80,03 \text{ кВ} \approx 110 \text{кВ};$$

$$U_2 = 4.34\sqrt{35 + 16 \cdot 50} = 125,41 \text{ кВ} \approx 220 \text{ кВ};$$

$$U_3 = 4.34\sqrt{50 + 16 \cdot 50} = 126,53 \text{ кВ} \approx 220 \text{ кВ}.$$

Таугүл қосалқы станциямен Бағанашыл қосалқы станцияның арасындағы тасымалданатын қуат мәні Стилл формуласының шартына сәйкес келмейтіндіктен Илларионов формуласымен анықталады. Илларионов формуласы электр беріліс желісінің ұзындығы 1000 км-ге дейін және тасымалданатын қуат 60 МВт-тан жоғары болғанда қолданылады.

$$U_5 = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{L} + \frac{2500}{P}}} = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{140} + \frac{2500}{90}}} = 178,57 \text{ кВ} \approx 220 \text{ кВ}$$

Кернеу шығындары келесі формуламен анықталады:

$$\Delta U = \frac{P \cdot r_0 \cdot L + Q \cdot x_0 \cdot L}{U_{\text{ном}}}, \quad (2.2.2)$$

мұндағы  $r_0$ - меншікті активті кедергі, Ом/км;  $r_0 = 0.2$  Ом.

$x_0$  - меншікті реактивті кедергі, Ом/км;  $x_0 = 0.4$  Ом.

$$\Delta U_1 = \frac{20 \cdot 0.2 \cdot 20 + 12,4 \cdot 0.4 \cdot 20}{110} = 1,63 \text{ кВ};$$

$$\Delta U_2 = \frac{50 \cdot 0.2 \cdot 35 + 30,9 \cdot 0.4 \cdot 35}{220} = 3,56 \text{кВ};$$

$$\Delta U_3 = \frac{45 \cdot 0.2 \cdot 60 + 19.4 \cdot 0.4 \cdot 60}{220} = 10,36 \text{ кВ.}$$

### 2.3 Желі бойындағы қосалқы станцияларға трансформаторлар таңдау

Электр торабының сұлбасына сәйкес екі трансформаторлы қосалқы станция қолданылады, онда трансформатордың қуаты келесі формулалар бойынша есептеледі[3]:

$$S_{\text{ec}} = \frac{P}{\cos \varphi}, \quad (2.3.1)$$

мұндағы  $P$ - активті жүктеме, МВт  
 $\cos \varphi$  – қуат коэффициенті.

$$S_{\text{тр}} \geq \frac{S_{\text{ec}}}{2 \cdot 0.7}, \quad (2.3.2)$$

мұндағы  $S_{\text{ec}}$ - толық жүктеме;  
 $S_{\text{тр}}$ - трансформатордың қуаты.  
 Самал-қосалқы станция үшін

$$S_1 = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{20}{0,85} = 23,529 \text{ МВА,}$$

$$S_{\text{тр}} = \frac{S_1}{1.4} = \frac{23,529}{1,4} = 16,80 \text{ МВА.}$$

Қазақфильм-қосалқы станция үшін

$$S_2 = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{50}{0,85} = 58,823 \text{ МВА,}$$

$$S_{\text{тр}} = \frac{S_2}{1.4} = \frac{58,823}{1,4} = 42 \text{ МВА.}$$

Бас таратушы Горный гигант қосалқы станция үшін

$$S_5 = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{90}{0,85} = 105,88 \text{ МВА},$$

$$S_{\text{тр}} = \frac{S_5}{1.4} = \frac{105,88}{1.4} = 75,63 \text{ МВА}.$$

### 2.3.1 Қосалқы станциялардың реактивті қуатын анықтау

Реактивті қуатты келесі формуламен анықтаймыз[3]:

$$Q_{ij} = \sqrt{S_n^2 - P_n^2} \quad (2.3.1.1)$$

$$Q_1 = \sqrt{S_1^2 - P_1^2} = \sqrt{23,529^2 - 20^2} = 12,4 \text{ Мвар}$$

$$Q_2 = \sqrt{S_2^2 - P_2^2} = \sqrt{58,823^2 - 50^2} = 30,9 \text{ Мвар}$$

$$Q_3 = \sqrt{S_3^2 - P_3^2} = \sqrt{105,88^2 - 20^2} = 103,97 \text{ Мвар}$$

Жоғарыдағы формулалардың көмегімен трансформаторлардың қуатын анықтап, келесідей трансформаторлар таңдадым: Самал қосалқы станция үшін ТДН-16000/110 типті, Қазақфильм қосалқы станция үшін ТРДН-63000/220 типті трансформатор таңдадым. Алдағы уақытта елді мекеннің өркендеуіне байланысты Горный гигант қосалқы станция үшін АТДЦТН-125000/220/110 типті автотрансформатор таңдадым. 2.3.1-кестеде таңдалған трансформаторлар мен автотрансформатордың параметрлері көрсетілген.

#### 2.3.1-кесте- Таңдалған трансформатордың параметрлері

Трансформатор типі	$S_{\text{ном}}$ МВА	$U_{\text{вн}}$ кВ	$U_{\text{нн}}$ кВ	$P_{\text{к.т}}$ кВт	$P_{\text{б.ж}}$ кВт	$U_{\text{к}} \%$	$I_{\text{х}} \%$
ТДН-16000/110	16	115	11	85	18	10,5	0,7

ТРДН-63000/220	63	230	6,6-11	265	70	11,5	0,5
АТДЦТН 125000/220/110	125	230	10,5	315	65	10,5	0,4

## 2.4 Трансформаторлардың кедергілерін және шығындарын есептеу

Трансформаторлардың кедергілері мен шығындары төмендегі формулалармен есептелінеді[4]:

$$R_{\text{тр}} = \frac{\Delta P_{\text{к.т}} \cdot U_{\text{н}}^2}{100 \cdot S_{\text{н}}} \quad (2.4.1)$$

Әр орамның реактивті кедергісін анықтаймыз:

$$X_1 = \frac{U_{\text{к}} \% \cdot U_{\text{н}}^2}{100 \cdot S_{\text{н}}} \quad (2.4.2)$$

Қуат коэффициенті бойынша толық қуатты және реактивті қуатты анықтаймыз:

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot R; \quad (2.4.3)$$

$$\Delta Q = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot X; \quad (2.4.4)$$

$$P' + jQ' = (P + \Delta P) + j(Q + \Delta Q); \quad (2.4.5)$$

$$\Delta Q_{\mu} = \frac{I_0 \cdot S_{\text{н}}}{100}. \quad (2.4.6)$$

2.4.1 Самал қосалқы станциялар үшін ТДН-16000/110 типті трансформаторының параметрлерін анықтау

$$R_{\text{тр}} = \frac{\Delta P_{\text{к.т}} \cdot U_{\text{н}}^2}{1000 \cdot S_{\text{н}}} = \frac{85 \cdot 115^2}{1000 \cdot 16^2} = 4,4 \text{ Ом},$$



$$X_1 = \frac{U_k\% \cdot U_H^2}{100 \cdot S_H} = \frac{10,5 \cdot 115^2}{100 \cdot 16} = 86,8 \text{ Ом},$$

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U_H^2} \cdot R = \frac{20^2 + 12,4^2}{115^2} \cdot 4,4 = 0,2 \text{ МВА},$$

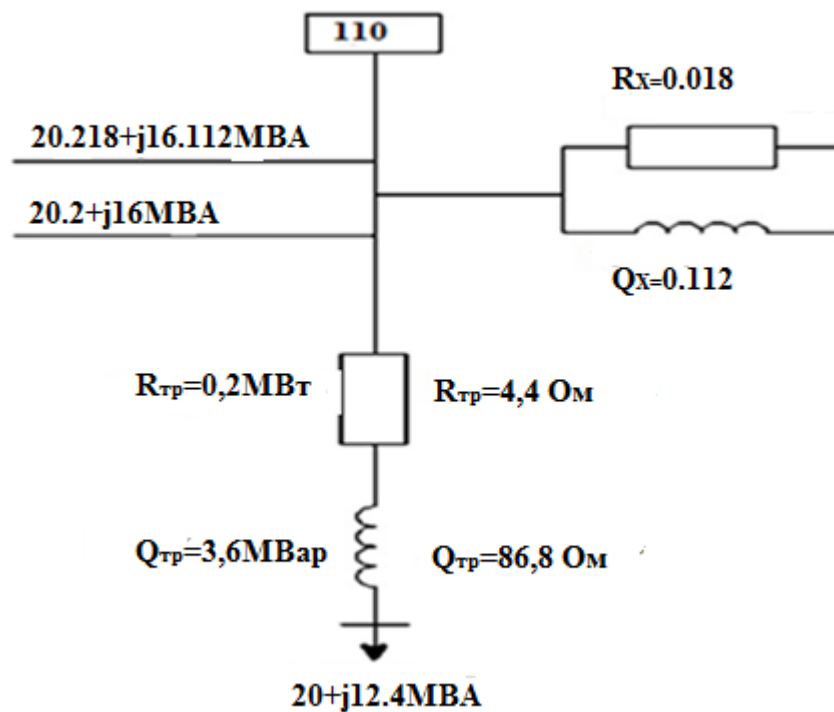
$$\Delta Q = \frac{P^2 + Q^2}{U_H^2} \cdot X = \frac{20^2 + 12,4^2}{115^2} \cdot 86,8 = 3,6 \text{ Мвар},$$

$$P' + jQ' = (P + \Delta P) + j(Q + \Delta Q) = (20 + 0,2) + j(12,4 + 3,6) = 20,2 + j16 \text{ МВА},$$

$$\Delta Q_\mu = \frac{I_0 \cdot S_H}{100} = \frac{0,7 \cdot 16}{100} = 0,112 \text{ Мвар},$$

$$\Delta P_0 = P_{\text{б.ж}} = 18 \text{ кВт} = 0,018 \text{ МВт},$$

$$\Delta P_1'' + jQ_1'' = (20,2 + 0,018) + j(16 + 0,112) = 20,218 + j16,112.$$



2.2- сурет – ТДН – 16000/110 типті трансформаторының алмастыру схемасы

2.4.2 Қазақфильм қосалқы станция үшін ТРДН-63000/220 типті трансформатордың параметрін анықтау

$$R_{\text{тр}} = \frac{\Delta P_{\text{к.т}} \cdot U_{\text{н}}^2}{1000 \cdot S_{\text{н}}^2} = \frac{85 \cdot 230^2}{1000 \cdot 63^2} = 1,1 \text{ Ом},$$

$$X_1 = \frac{U_{\text{к}}\% \cdot U_{\text{н}}^2}{100 \cdot S_{\text{н}}} = \frac{11,5 \cdot 230^2}{100 \cdot 63} = 96,6 \text{ Ом},$$

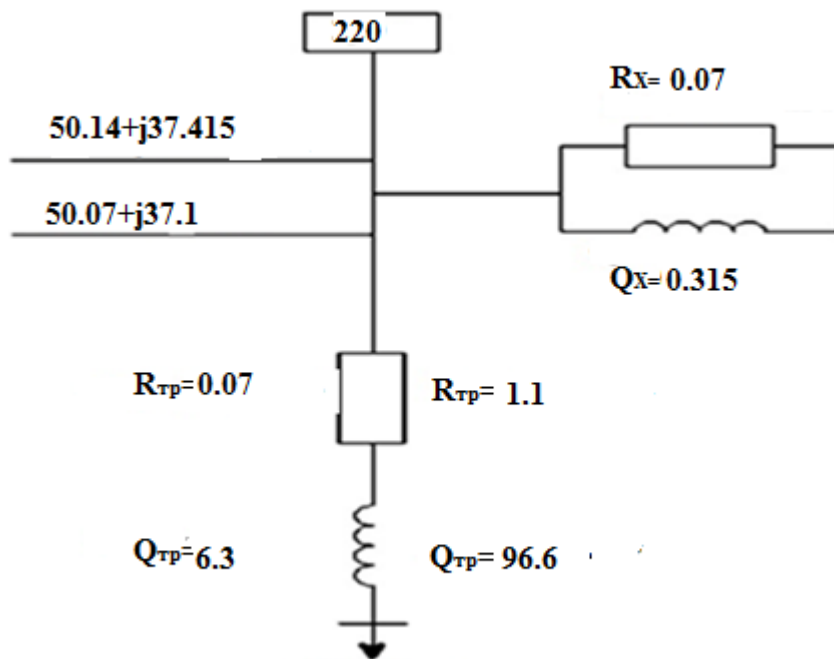
$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot R = \frac{50^2 + 30,9^2}{230^2} \cdot 1,1 = 0,07 \text{ МВА},$$
$$\Delta Q = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot X = \frac{50^2 + 30,9^2}{230^2} \cdot 96,6 = 6,3 \text{ Мвар},$$

$$P' + jQ' = (P + \Delta P) + j(Q + \Delta Q) = (50 + 0,07) + j(30,9 + 6,3) = 50,07 + j30,1 \text{ МВА},$$

$$\Delta Q_{\mu} = \frac{I_0 \cdot S_{\text{н}}}{100} = \frac{0,5 \cdot 63}{100} = 0,315 \text{ Мвар},$$

$$\Delta P_0 = P_{\text{б.ж}} = 70 \text{ кВт} = 0,070 \text{ МВт},$$

$$\Delta P_1'' + jQ_1'' = (50,07 + 0,07) + j(37,1 + ,315) = 50,14 + j37,415.$$



**2.3- сурет– ТДТН – 63000/220 типті трансформаторының алмастыру схемасы**

2.4.3 Горный гигант бас қосалқы станция үшін АТДЦТН-125000/220/110 типті автотрансформаторының параметрлерін анықтау

$$R_{\text{тр}} = \frac{\Delta P_{\text{к.т}} \cdot U_{\text{н}}^2}{1000 \cdot S_{\text{н}}^2} = \frac{315 \cdot 220^2}{1000 \cdot 125^2} = 0,288 \text{ Ом},$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = 0.5 \cdot R_{\text{тр}} = 0.5 \cdot 0,288 = 0,144 \text{ Ом}.$$

Әр фазаның қысқа тұйықталу кернеулері анықталады:

$$U_{\text{к1}} = 0.5 \cdot (U_{(\text{жк-ок})} + U_{(\text{жк-тк})} - U_{(\text{ок-тк})}) = 0.5 \cdot (109 + 219,5 - 110,5) \\ == 109\%,$$

$$U_{\text{к2}} = 0.5 \cdot (U_{(\text{ок-тк})} + U_{(\text{жк-ок})} - U_{(\text{жк-тк})}) = 0.5 \cdot (110,5 + 109 - 219,5) \\ == 0\%,$$

$$U_{\text{к3}} = 0.5 \cdot (U_{(\text{жк-тк})} + U_{(\text{ок-тк})} - U_{(\text{жк-ок})}) = 0.5 \cdot (219,5 + 110,5 - 109) \\ == 110,5\%,$$

$$X_1 = \frac{109 \cdot 220^2}{100 \cdot 125} = 461,29 \text{ Ом},$$

$$X_2 = \frac{0 \cdot 220^2}{100 \cdot 125} = 0 \text{ Ом},$$

$$X_3 = \frac{110,5 \cdot 220^2}{100 \cdot 125} = 467,64 \text{ Ом}.$$

Автотрансформатордың активті, реактивті қуаттарын анықтау:

$$S_{40} = \frac{36}{0,85} = 42,4 \text{ МВА},$$

$$Q_{40} = \sqrt{42,4^2 - 36^2} = 22,4 \text{ МВАР},$$

$$S_{60} = \frac{54}{0,85} = 63,5 \text{ МВА},$$

$$Q_{60} = \sqrt{63,5^2 - 54^2} = 33,4 \text{ Мвар},$$

$$\Delta P_{43} = \frac{P^2 + Q^2}{U_H^2} \cdot R = \frac{36^2 + 22,4^2}{220^2} \cdot 0,144 = 0,004 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_{43} = \frac{P^2 + Q^2}{U_H^2} \cdot X = \frac{36^2 + 22,4^2}{220^2} \cdot 467,64 = 16,04 \text{ Мвар},$$

$$P'_{43} + jQ'_{43} = (36 + 0,004) + j(22,4 + 16,04) = 36,004 + j38,44 \text{ МВА},$$

$$\Delta P_{42} = \frac{54^2 + 33,4^2}{220^2} \cdot 0,144 = 0,01 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_{42} = \frac{54^2 + 33,4^2}{220^2} \cdot 0 = 0 \text{ Мвар},$$

$$P'_{42} + jQ'_{42} = (54 + 0,01) + j(33,4 + 0) = 54,01 + j33,4,$$

$$P_{41} + jQ_{41} = (36 + 54) + j(38,44 + 33,4) = 90 + j71,84,$$

$$\Delta P_{41} = \frac{P^2 + Q^2}{U_H^2} \cdot R = \frac{90^2 + 71,84^2}{230^2} \cdot 0,144 = 0,06 \text{ МВт},$$

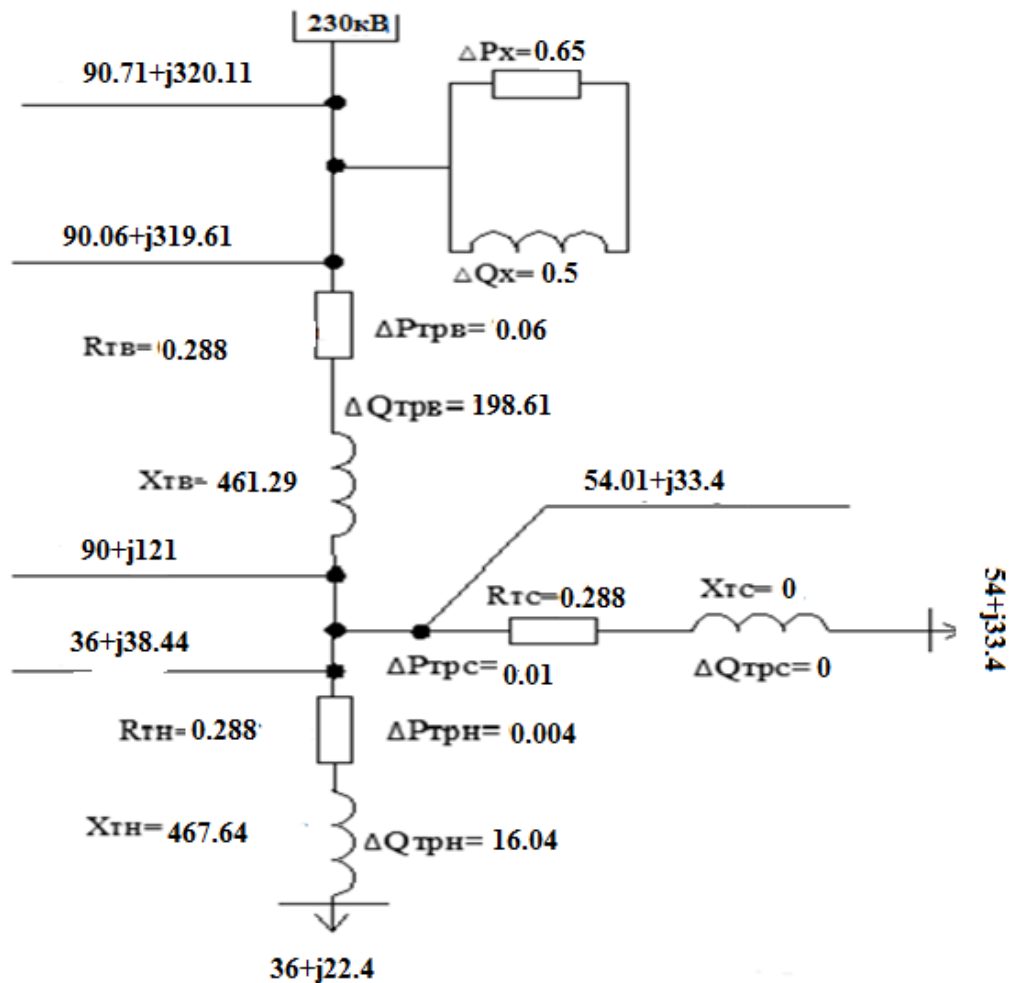
$$\Delta Q_{41} = \frac{P^2 + Q^2}{U_H^2} \cdot X = \frac{90^2 + 121^2}{220^2} \cdot 461,29 = 198,61 \text{ Мвар},$$

$$P'_4 + jQ'_4 = (90 + 0,06) + j(121 + 198,61) = 90,06 + j319,61,$$

$$\Delta P_0 = P_{6,ж} = 0.65 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_\mu = \frac{I_0 \cdot S_H}{100} = \frac{0.4 \cdot 125}{100} = 0,5 \text{ Мвар},$$

$$P''_4 + jQ''_4 = (90,06 + 0,65) + j(319,61 + 0,5) = 90,71 + j320,11.$$



2.4-сурет – АТДЦТН – 125000/220/110 типті автотрансформаторының алмастыру схемасы

## Қорытынды

Электрмен жабдықтау жүйесі жобалаудың бірінші кезеңі болғандықтан электр жүктемелерін анықтау болып табылады, біздің жағдайда осы тарауда электр жүктемелері тәуліктік өлшеулер деректері бойынша анықталған.

Сондай-ақ, бұл тарауда күштік трансформаторлардың саны мен қуатын таңдау жүргізілді. Трансформаторлардың қуаты (техникалық шарттар бойынша) және ОК және ТК желілері бойынша резервті есепке ала отырып, жұмыс кезінде жөндеу немесе ауыстыру олардың біреуінің қуатын ажырату толық жүктемені қоректендіруді қамтамасыз етті. Осыған байланысты ТДН-16000/110, ТРДН-63000/220, АТДЦТН-125000/220/110 күштік трансформаторларын тандадым.

## 2.5 Торап бөліктеріндегі қуат ағынын есептеу

### 2.5.1 Тұйықталған жүйе

Тұйықталған жүйенің электр желісіндегі активті және реактивті қуат ағынын қарастырған кезде тұйықталған желі 2 жақтан қоректендірілетін желі ретінде қарастырылады[5].

Қуат ағынын есептеу келесі формулалар арқылы жүргізіледі:

$$P_A = \frac{P_1(L1) + P_2(L1 + L2) + P_3(L1 + L2 + L3)}{L1 + L2 + L3 + L4}; \quad (2.5.1.1)$$

$$Q_A = \frac{Q_1(L1) + Q_2(L1 + L2) + Q_3(L1 + L2 + L3)}{L1 + L2 + L3 + L4}; \quad (2.5.1.2)$$

$$P'_A = \frac{P_3(L4) + P_2(L4 + L3) + P_1(L4 + L3 + L2)}{L1 + L2 + L3 + L4 + L5}; \quad (2.5.1.3)$$

$$Q'_A = \frac{Q_3(L4) + Q_2(L4 + L3) + Q_1(L4 + L3 + L2)}{L1 + L2 + L3 + L4}. \quad (2.5.1.4)$$

$$S_A = P_A + Q_A; \quad (2.5.1.5)$$

$$S'_A = P'_A + Q'_A. \quad (2.5.1.6)$$

Қуат ағынын есептеудің дұрыстығын тексеру шарты[5]:

$$P_A + P'_A = P_1 + P_2 + P_3; \quad (2.5.1.7)$$

$$Q_A + Q'_A = Q_1 + Q_2 + Q_3. \quad (2.5.1.8)$$

Желінің екі жақтан қоректендіруші қорек көзінің қуаттары (2.5.1.1) – (2.5.1.8) формулалары арқылы есептеледі:

$$P_A = \frac{20 \cdot 20 + 50 \cdot 20 + 35}{105} = 30 \text{ МВт},$$

$$Q_A = \frac{12,4 \cdot 20 + 30,9 \cdot 20 + 35}{105} = 18,548 \text{ МВАр},$$

$$P'_A = \frac{50 \cdot 5 + 20 \cdot 50 + 35 \cdot 175}{105} = 40 \text{ МВт},$$

$$Q'_A = \frac{30,9 \cdot 50 + 12,4 \cdot 50 + 355}{105} = 24,752 \text{ МВАр},$$

$$S_A = 30 + j 18,548,$$

$$S'_A = 40 + j 24,752,$$

$$P_A + P'_A = 30 + 40 = 70 \text{ МВт},$$

$$P_1 + P_2 = 30 + 40 = 70 \text{ МВт},$$

$$Q_A + Q'_A = 24,752 + 18,548 = 43,3 \text{ МВАр},$$

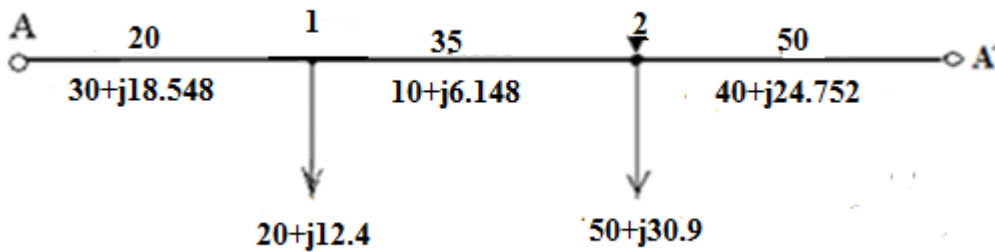
$$Q_1 + Q_2 = 12,4 + 30,9 = 43,3 \text{ МВАр},$$

$$S_{12} = S'_A - S_1 = 30 + j 18,548 - 20 - j 12,4 = 10 + j 6,148,$$

$$S_{23} = S_A - S_2 = 40 + j 24,752 - 50 - j 30,9 = 10 + j 6,148,$$

$$S_{\text{топ}} = S_A + S'_A = 30 + j 18,548 + 40 + j 24,752 = 70 + j 43,3.$$





2.5-сурет - Электр беріліс желісінің сұлбасы

## 2.6 Электр беріліс желілерінің қималарын есептеу және маркасын таңдау

### 2.6.1 Тұйықталған жүйе

Сымның қимасы есептік токты анықтау арқылы токтың экономикалық тығыздығы шартына тексеру арқылы анықталады.

1 кВ жоғары кернеулі сымдар мен кабельдердің қимасын таңдау экономикалық интервалдар әдісін қолдану арқылы экономикалық тұрғыдан қалыпты режим шарттары үшін орындалады.

Желінің әрбір бөлігіндегі токтары анықталады, ол тасымалданатын қуат пен кернеуге байланысты келесідей табылады[6]:

$$I_{ec} = \frac{S_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}, \quad (2.6.1.1)$$

$$I_{01} = \frac{\sqrt{70^2 + 43,3^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 216,036 \text{ A},$$

$$I_{12} = \frac{\sqrt{30^2 + 18,548^2}}{\sqrt{3} \cdot 110} = 160,321 \text{ A},$$

$$I_{31} = \frac{\sqrt{40^2 + 24,752^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 123,787 \text{ A},$$

$$I_{23} = \frac{\sqrt{10^2 + 6,148^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 30,89 \text{ A}.$$

Экономикалық қиманы таңдау келтірілген шығынның минималды шығындары болып табылады. Келтірілген шығынның минималды мәніне сәйкес келетін қима – экономикалық қима деп аталады. Экономикалық қима токтың экономикалық тығыздықтары нормаланған мәніне сай таңдалады[6].

$$S_{\text{эк}} = \frac{I}{j_{\text{эк}}}, \quad (2.6.1.2)$$

мұндағы  $j_{\text{эк}}$  – токтың экономикалық тығыздығы, ол ( $j_{\text{эк}}=1,5\text{A}/\text{мм}^2$ ) тең.

Сымның қимасы есептеледі:

$$S_{\text{эк01}} = \frac{216,036}{1.5} = 144,024 \text{ мм}^2.$$

Табылған мәнге сәйкес АС-150/34 маркалы алюминий-болат сым таңдалды. Апаттық режимдегі тогы:

$$I_{\text{доп}} = 450 \text{ А.}$$

Сымның қимасы есептеледі:

$$S_{\text{эк12}} = \frac{160,321}{1.5} = 106,88 \text{ мм}^2.$$

Табылған мәнге сәйкес АС-120/27 маркалы алюминий-болат сым таңдалды. Апаттық режимдегі тогы:

$$I_{\text{доп}} = 375 \text{ А.}$$

Сымның қимасы есептеледі:

$$S_{\text{эк31}} = \frac{123,787}{1.5} = 82,544 \text{ мм}^2.$$

Табылған мәнге сәйкес АС-95/16 маркалы алюминий-болат сым таңдалды. Апаттық режимдегі тогы:

$$I_{\text{доп}} = 330 \text{ А.}$$

Сымның қимасы есептеледі:

$$S_{\text{эк23}} = \frac{30,88}{1.5} = 20,59 \text{ мм}^2.$$

Табылған мәнге сәйкес АС-25/4,2 маркалы алюминий-болат сым таңдалды. Апаттық режимдегі тогы:

$$I_{\text{доп}} = 142\text{А}.$$

Таңдалған сым маркасы мен есептелген қиманың мәні туралы мәліметтер 2.6.1- кестеге жазылады.

### 2.6.1.1 - кесте - Таңдалған сым маркасы мен есептелген қиманың мәні туралы мәліметтер

Аймақтар	$I_{\text{ес}}$ , А	$S_{\text{эк34}}$ , мм <sup>2</sup>	Сым маркасы, мм <sup>2</sup>	$I_{\text{доп}}$ , А
0-1, L=140км	216,036	144,024	АС-150/34	450
1-2, L=20км	160,321	106,88	АС-120/27	375
2-3, L=35км	30,88	20,59	АС-25/4,2	142
3-1, L=50км	123,787	82,544	АС-95/16	330

Кернеуі 110 кВ біртізбекті және 220 кВ екі тізбекті әуе электр беріліс желісінің салыстырмалы параметрлері анықталады..

Сымның параметрлері келесідей анықталады:

Меншікті активті кедергі, Ом/км[7]

$$r_0 = \frac{\rho}{S}. \quad (2.6.1.3)$$

Сымның радиусы, мм

$$r_{\text{сым}} = \frac{D_{\text{сым}}}{2}. \quad (2.6.1.4)$$

Меншікті реактивті кедергі, Ом/км

$$x_0 = 0,144 \cdot \lg \cdot \left( \frac{D_{\text{опт}}}{r_{\text{сым}}} \right) + 0,0157. \quad (2.6.1.5)$$

Меншікті реактивті өткізгіштік, См/км

$$b = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(D_{opt} / r_{сым})}. \quad (2.6.1.6)$$

Сымдардың арасындағы орташа геометриялық арақашықтық мынаған тең

$$D_{opt} = \sqrt[3]{D_{1-2} \cdot D_{2-3} \cdot D_{1-3}}. \quad (2.6.1.7)$$

Тұйықталған желінің кедергілерін келесі формулалар арқылы есептеледі.

Желінің активті кедергісін келесі формула арқылы есептеледі[6]

$$R_i = r_0 \cdot l. \quad (2.6.1.8)$$

Желінің реактивті кедергісін келесі формула арқылы есептеледі

$$X_i = r_0 \cdot l. \quad (2.6.1.9)$$

Желінің реактивті өткізгіштігін келесідей есептеледі

$$B_i = b_0 \cdot l. \quad (2.6.1.10)$$

Желінің соңындағы зарядтық қуатты келесі формуламен есептеледі

$$Q_{ci} = \frac{1}{2} \cdot U_{ном}^2 \cdot B_i. \quad (2.6.1.11)$$

Горный гигант-Самал аймағы үшін (2.6.1.3)-(2.6.1.11) формулалары арқылы салыстырмалы параметрлері есептелінеді:

$$r_{01} = \frac{31.52}{150} = 0.21 \frac{\text{Ом}}{\text{км}},$$

$$r_{сым 01} = \frac{1.75}{2} = 0.855 \text{ см},$$

$$D_{opt 01} = \sqrt[3]{8 \cdot 8 \cdot 8} = 8 \text{ м} = 800 \text{ см},$$

$$x_{01} = 0.144 \cdot \lg\left(\frac{D_{\text{опт}}}{r_{\text{сым } 01}}\right) + 0.0157 = 0.144 \lg\left(\frac{800}{0.855}\right) + 0.0157 = 0.442,$$

$$b_{01} = \frac{7.58 \cdot 10^{-6}}{\lg(D_{\text{опт}}/r_{\text{сым } 01})} = \frac{7.58 \cdot 10^{-6}}{\lg\left(\frac{800}{0.855}\right)} = 2.56 \cdot 10^{-6} \text{ СМ/КМ},$$

$$R_{01} = r_{01} \cdot l = 0.21 \cdot 140 = 29,4 \text{ Ом},$$

$$X_{01} = x_{01} \cdot l = 0.442 \cdot 140 = 61,88 \text{ Ом},$$

$$B_{01} = b_{01} \cdot l = 2,56 \cdot 10^{-6} \cdot 140 = 358,4 \cdot 10^{-6} \text{ СМ},$$

$$Q_{01} = \frac{1}{2} U_{\text{ном}}^2 \cdot B_{01} = \frac{1}{2} \cdot 220^2 \cdot 385,4 \cdot 10^{-6} = 8,67 \text{ МВар}.$$

Самал-Қазақфильм аймағы үшін (2.6.1.3)-(2.6.1.11) формулалары арқылы салыстырмалы параметрлері есептелінеді:

$$r_{12} = \frac{31.52}{120} = 0,26 \text{ Ом/КМ},$$

$$r_{\text{сым } 12} = \frac{1,54}{2} = 0,77 \text{ СМ},$$

$$D_{\text{опт } 12} = \sqrt[3]{5 \cdot 5 \cdot 5} = 5 \text{ М} = 500 \text{ СМ},$$

$$\begin{aligned} x_{12} &= 0.144 \cdot \lg\left(\frac{D_{\text{опт}}}{r_{\text{сым } 12}}\right) + 0.0157 = 0.144 \lg\left(\frac{500}{0,77}\right) + 0.0157 \\ &= 0,42 \text{ Ом/КМ}, \end{aligned}$$

$$b_{12} = \frac{7.58 \cdot 10^{-6}}{\lg(D_{\text{опт}}/r_{\text{сым } 01})} = \frac{7.58 \cdot 10^{-6}}{\lg\left(\frac{500}{0,77}\right)} = 2,69 \cdot 10^{-6} \text{ СМ/КМ},$$

$$R_{12} = r_{12} \cdot l = 0,26 \cdot 20 = 5,2 \text{ Ом},$$

$$X_{12} = x_{12} \cdot l = 0,42 \cdot 20 = 8,4 \text{ Ом},$$

$$B_{12} = b_{12} \cdot l = 2,69 \cdot 10^{-6} \cdot 20 = 53,8 \cdot 10^{-6} \text{ СМ},$$

$$Q_{12} = \frac{1}{2} U_{\text{НОМ}}^2 \cdot B_{12} = \frac{1}{2} \cdot 110^2 \cdot 53,8 \cdot 10^{-6} = 0,325 \text{ МВар.}$$

Қазақфильм-Бағанашыл аймағы үшін (2.6.1.3)-(2.6.1.11) формулалары арқылы салыстырмалы параметрлері есептелінеді:

$$r_{23} = \frac{31,52}{25} = 1,2 \text{ Ом/км,}$$

$$r_{\text{СЫМ } 23} = \frac{0,69}{2} = 0,345 \text{ см,}$$

$$D_{\text{ОРТ } 23} = \sqrt[3]{8 \cdot 8 \cdot 8} = 8 \text{ м} = 800 \text{ см,}$$

$$\begin{aligned} x_{23} &= 0,144 \cdot \lg\left(\frac{D_{\text{ОРТ}}}{r_{\text{СЫМ } 23}}\right) + 0,0157 = 0,144 \lg\left(\frac{800}{0,345}\right) + 0,0157 \\ &= 0,5 \text{ Ом/км,} \end{aligned}$$

$$b_{23} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(D_{\text{ОРТ}}/r_{\text{СЫМ } 23})} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg\left(\frac{800}{0,345}\right)} = 2,25 \cdot 10^{-6} \text{ См/км,}$$

$$R_{23} = r_{23} \cdot l = 1,2 \cdot 35 = 420 \text{ м,}$$

$$X_{23} = x_{23} \cdot l = 0,5 \cdot 35 = 17,5 \text{ Ом,}$$

$$B_{23} = b_{23} \cdot l = 2,25 \cdot 10^{-6} \cdot 35 = 78,75 \cdot 10^{-6} \text{ См,}$$

$$Q_{23} = \frac{1}{2} U_{\text{НОМ}}^2 \cdot B_{01} = \frac{1}{2} \cdot 220^2 \cdot 78,75 \cdot 10^{-6} = 1,9 \text{ МВар.}$$

Бағанашыл-Самал аймағы үшін (2.6.1.3)-(2.6.1.11) формулалары арқылы салыстырмалы параметрлері есептелінеді:

$$r_{31} = \frac{31,52}{95} = 0,331 \text{ Ом/км,}$$

$$r_{\text{СЫМ } 31} = \frac{1,35}{2} = 0,675 \text{ см,}$$

$$D_{\text{ОРТ } 31} = \sqrt[3]{8 \cdot 8 \cdot 8} = 8 \text{ м} = 800 \text{ см,}$$

$$x_{31} = 0.144 \cdot \lg\left(\frac{D_{\text{орт}}}{r_{\text{сым 41}}}\right) + 0.0157 = 0.144 \lg\left(\frac{800}{0.675}\right) + 0.0157 = 0.458 \text{ Ом/км},$$

$$b_{31} = \frac{7.58 \cdot 10^{-6}}{\lg(D_{\text{орт}}/r_{\text{сым 41}})} = \frac{7.58 \cdot 10^{-6}}{\lg\left(\frac{800}{0.675}\right)} = 2.466 \cdot 10^{-6} \text{ См/км},$$

$$R_{31} = r_{41} \cdot l = 0.331 \cdot 50 = 16,5 \text{ Ом},$$

$$X_{31} = x_{41} \cdot l = 0.458 \cdot 50 = 22,9 \text{ Ом},$$

$$B_{31} = b_{41} \cdot l = 2.466 \cdot 10^{-6} \cdot 50 = 123,5 \cdot 10^{-6} \text{ См},$$

$$Q_{31} = \frac{1}{2} U_{\text{ном}}^2 \cdot B_{41} = \frac{1}{2} \cdot 220^2 \cdot 123,5 \cdot 10^{-6} = 2,99 \text{ МВар}.$$

Тұйықталған жүйенің электр беріліс желісінің параметрлері 2.6.2-кестеде көрсетілген.

### 2.6.1.2-кесте Тұйықталған жүйенің электр беріліс желісінің параметрлері

Аймақтар	$r_n$ , ,Ом /км	$R_n$ , ,Ом	$x_n$ , ,Ом/ км	$X_n$ , ,Ом	$b_n$ ,См/км	$B_n$ ,См	$Q_{cn}^k$ , ,М Вар
Горный гигант-Самал, L=140км	0,21	29,4	0,442	61,88	$2,56 \cdot 10^{-6}$	$358,4 \cdot 10^{-6}$	8,67
Самал-Қазақфильм, L=20км	0,26	5,2	0,42	8,4	$2,69 \cdot 10^{-6}$	$53,8 \cdot 10^{-6}$	0,325
Қазақфильм-Бағанашыл, L=35км	1,2	42	0,5	17,5	$2,25 \cdot 10^{-6}$	$78,75 \cdot 10^{-6}$	1,9
Бағанашыл-Самал, L=50км	0,33	16,5	0,458	22,9	$2,47 \cdot 10^{-6}$	$123,5 \cdot 10^{-6}$	2,99

### 2.6.2 Ажыратылған жүйе

Желінің әрбір бөлігіндегі токтары анықталады[8]:

$$I_{ec} = \frac{S_{\text{ном}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}}, \quad (2.6.2.1)$$



$$I_{01} = \frac{\sqrt{20^2 + 12,4^2}}{\sqrt{3} \cdot 110} = 123,65 \text{ A},$$

$$I_{02} = \frac{\sqrt{50^2 + 30,9^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 154,43 \text{ A},$$

$$I_{03} = \frac{\sqrt{20^2 + 103,97^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 278,18 \text{ A}.$$

Экономикалық қима токтың экономикалық тығыздықтары нормаланған мәніне сай таңдалады[7].

$$S_{\text{эк}} = \frac{I}{j_{\text{эк}}}, \quad (2.6.2.2))$$

мұндағы  $j_{\text{эк}}$  – токтың экономикалық тығыздығы, ол ( $j_{\text{эк}}=1,5\text{A}/\text{мм}^2$ ) тең.

$$S_{\text{эк}01} = \frac{123,65}{1.5} = 82,43 \text{ мм}^2.$$

Табылған мәнге сәйкес АС-95/16 маркалы алюминий-болат сым таңдалды. Апаттық режимдегі тогы:

$$I_{\text{доп}} = 330 \text{ A}.$$

Сымның қимасы есептеледі

$$S_{\text{эк}02} = \frac{154,43}{1.5} = 102,95 \text{ мм}^2.$$

Табылған мәнге сәйкес АС-120/27 маркалы алюминий-болат сым таңдалды. Апаттық режимдегі тогы:

$$I_{\text{доп}} = 375 \text{ A}.$$

Сымның қимасы есептеледі

$$S_{\text{эк}03} = \frac{278,18}{1.5} = 185,45 \text{ мм}^2.$$

Табылған мәнге сәйкес АС-185/24 маркалы алюминий-болат сым таңдалды. Апаттық режимдегі тогы:

$$I_{\text{доп}} = 520 \text{ А.}$$

## Қорытынды

Бұл тарауда тұйықталған және ажыратылған жүйелер үшін қуат ағындарын есептеп оның дұрыстығын тексеру керек болды. Тұйықталған желі екі жақтан қоректенетін жүйе ретінде қарастырылады.

Сондай-ақ тұйықталған және ажыратылған желілер үшін сымның қималарын есептеп маркасын тандадым.

## 2.7 Максималды жүктемелердегі қуаттарды есептеу

*2.7.1 Тұйықталған жүйе үшін электр беріліс желілерінің максималды жүктемелердегі алмастыру схемасы және шығындары*

Самал-Қазақфильм аймақ үшін (1.4.1)-(1.4.6) формулаларын пайдалана отырып, есептеледі:

$$S_{12} = 30 + j(18,548 - 0,325) = 30 + j 18,223,$$

$$\Delta P_{12} = \frac{30^2 + 18,223^2}{110^2} \cdot 5,2 = 0,53 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_{12} = \frac{30^2 + 8,223^2}{110^2} \cdot 8,4 = 0,86 \text{ МВт},$$

$$S_{12} = (30 + 0,53) + j(18,223 + 0,86) = 30,53 + j 19,039,$$

$$S_{12} = 30,53 + j(19,093 - 0,325) = 30,53 + j 18,768.$$

Қазақфильм-Бағанашыл аймақ үшін (2.4.1)-(2.4.6) формулаларын пайдалана отырып, есептеледі:

$$S_{23} = 10 + j(6,148 - 1,9) = 10 + j 4,248,$$

$$\Delta P_{23} = \frac{10^2 + 4,248^2}{220^2} \cdot 42 = 0,1 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_{23} = \frac{10^2 + 4,248^2}{220^2} \cdot 17,5 = 0,043 \text{ МВт},$$

$$S_{23} = (10 + 0,1) + j(4,248 + 0,043) = 10,1 + j 4,291,$$

$$S_{23} = 10,1 + j(4,291 - 1,9) = 10,1 + j 2,348.$$

Бағанашыл-Самал аймақ үшін (2.4.1)-(2.4.6) формулаларын пайдалана отырып, есептеледі:

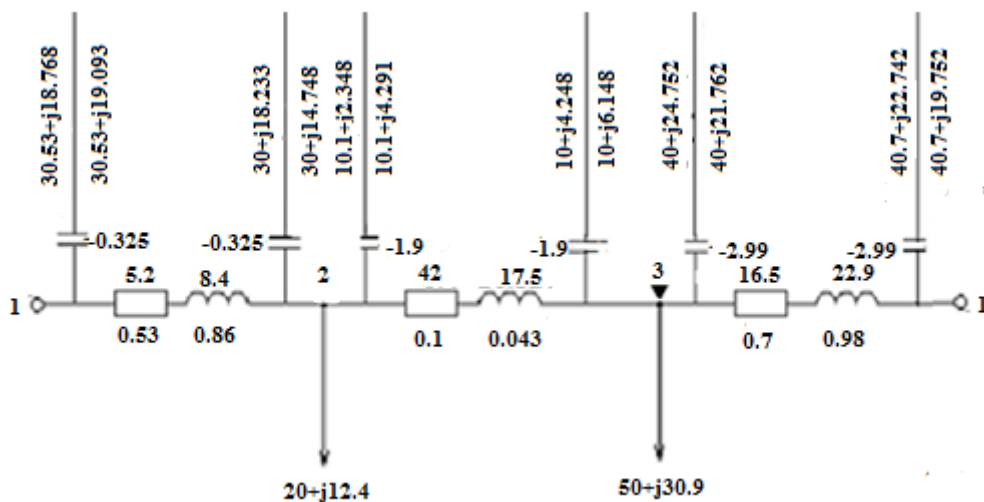
$$S_{31} = 40 + j(24,752 - 2,99) = 40 + j 21,762,$$

$$\Delta P_{31} = \frac{40^2 + 21,762^2}{220^2} \cdot 16,5 = 0,7 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_{31} = \frac{40^2 + 21,762^2}{220^2} \cdot 22,9 = 0,98 \text{ МВт},$$

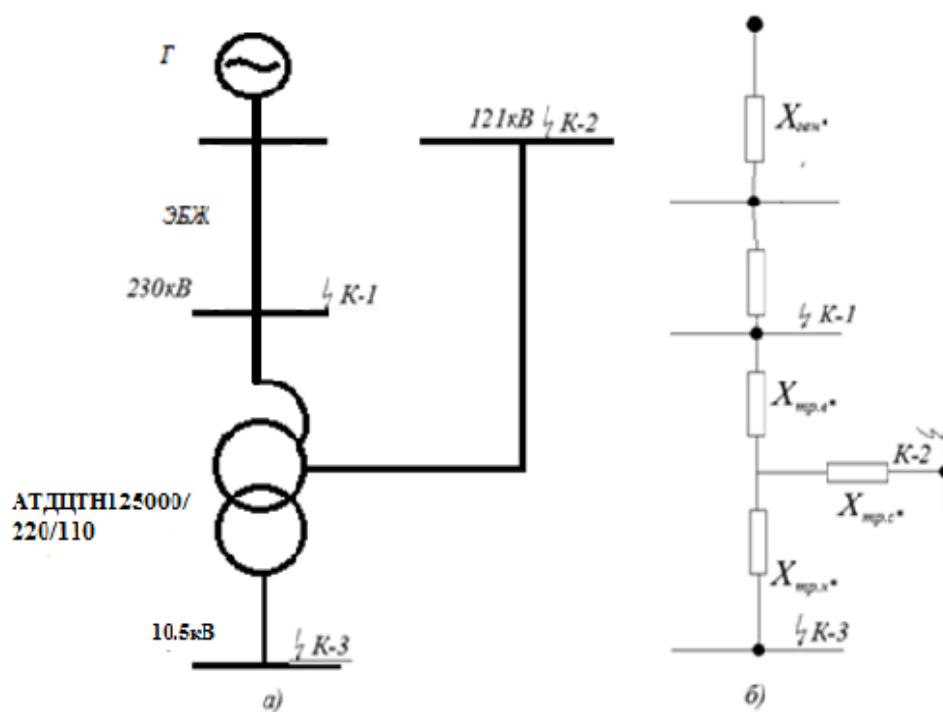
$$S_{31} = (40 + 0,7) + j(21,762 + 0,98) = 40,7 + j 22,742,$$

$$S_{31} = 40,7 + j(22,742 - 2,99) = 40,7 + j 19,752.$$



2.7-сурет—Тұйықталған желінің қуат шығынының схемасы

## 2.8 Желідегі қысқа тұйықталу тогын табу және параметрлеріне сәйкес аппараттар таңдау (Қ Т)



2.8-сурет – Апаттық режим орындалатын аймақтың структуралық (а) және алмастыру сұлбасы (б)

Салыстырмалы бірлікте базистік қуат

$$S_б = 100 \text{ МВА.}$$

Базистік кернеу

$$U_{\text{баз } KI} = 230 \text{ кВ,}$$

$$U_{\text{баз } KI} = 110 \text{ кВ,}$$

$$U_{\text{баз } KI} = 10,5 \text{ кВ.}$$

2.8.1-кесте–АТДЦТН-125000/220/110 типті автотрансформаторының паспорттық берілгені

Трансформатор типі	Sном, МВА	Реттеу шектері	Каталогты берілгендері								
			Уном.орам, кВ			Uк, %			Рқ. т, кВ	Рб .ж кВ	I,%
			ЖК	ОК	ТК	Ж-О	Ж-Т	О-Т			
АТДЦТН-125000/220/110	125	-12% ÷ +10%	220	121	10,5	9	60	48	315	65	0.4

Генератордың кедергісі[9]:

$$X_{Г*} = x'_d \frac{S_6}{S_{НГ}}, \quad (2.8.1)$$

мұндағы  $X_{Г*}$  - генератор кедергісі

$x'_d$  - аса өтпелі индуктивті кедергі

$S_6$  - базистік қуат, МВА

$S_{НГ}$  - генератордың номиналды қуаты, МВА

(2.8.1) формулаға сәйкес

$$X_{Г*} = 0.3 \cdot \frac{100}{125} = 0,24.$$

Желілердің кедергілері[9]:

$$X_L = x_0 l \cdot \frac{S_6}{U_6^2}. \quad (2.8.2)$$

(2.8.2) формулаға сәйкес

$$X_L = 0.4 \cdot 140 \cdot \frac{100}{220^2} = 0,12.$$

Трансформатордың кедергілері

$$X_{\text{тр}} = \frac{U_{\text{кз}}}{100} \cdot \frac{S_6}{S_{\text{HT}}}, \quad (2.8.3)$$

мұндағы  $X_{\text{тр}}$ -трансформатордың кедергілері;

$U_{\text{кз}}$ -трансформатордың қысқа тұйықталу кернеуі;

$S_{\text{HT}}$ -трансформатордың қуаты.

Әр орамның қысқа тұйықталу кернеулері анықталады[9]

$$U_{\text{к1}} = 0.5 \cdot (U_{(\text{жк-ок})} + U_{(\text{жк-тк})} - U_{(\text{ок-тк})}); \quad (2.8.4)$$

$$U_{\text{к1}} = 0.5 \cdot (U_{(\text{жк-ок})} + U_{(\text{жк-тк})} - U_{(\text{ок-тк})});$$

$$U_{\text{к1}} = 0.5 \cdot (U_{(\text{жк-ок})} + U_{(\text{жк-тк})} - U_{(\text{ок-тк})}).$$

(2.8.4) формулаға сәйкес

$$U_{\text{к1}} = 0.5 \cdot (U_{(\text{жк-ок})} + U_{(\text{жк-тк})} - U_{(\text{ок-тк})}) = 0.5 \cdot (109 + 219,5 - 110,5) \\ == 109\%,$$

$$U_{\text{к2}} = 0.5 \cdot (U_{(\text{ок-тк})} + U_{(\text{жк-ок})} - U_{(\text{жк-тк})}) = 0.5 \cdot (110,5 + 109 - 219,5) \\ == 0\%,$$

$$U_{\text{к3}} = 0.5 \cdot (U_{(\text{жк-тк})} + U_{(\text{ок-тк})} - U_{(\text{жк-ок})}) = 0.5 \cdot (219,5 + 110,5 - 109) \\ == 110,5\%.$$

(2.8.3) формулаға сәйкес

$$X_{\text{тж}} = \frac{109 \cdot 100}{100 \cdot 125} = 0,872,$$

$$X_{\text{то}} = 0,$$

$$X_{\text{тт}} = \frac{110,5 \cdot 100}{100 \cdot 125} = 0,884.$$

Қысқа тұйықталу нүктесіне дейінгі нәтижелік кедергі

$$X_{\text{резб}^*} = X_{\Gamma^*} = 0,24, \quad (2.8.5)$$

$$x_{\text{кос2}} = X_{\Gamma^*} + X_{\text{Л}} + X_{\text{ТЖ}} + X_{\text{ТО}}. \quad (2.8.6)$$

(2.8.5)-(2.8.6) формулаларға сәйкес

$$X_{\text{резб}^*} = 0,24 + 0,12 + 0,872 + 0 = 1,232,$$

$$x_{\text{кос3}} = X_{\Gamma^*} + X_{\text{Л}} + X_{\text{ТЖ}} + X_{\text{ТТ}}. \quad (2.8.7)$$

(2.8.7) формулаға сәйкес

$$X_{\text{резб}^*} = 0,24 + 0,12 + 0,872 + 0,884 = 2,116.$$

Нүктелердегі базистік тоқты табу

$$I_{\text{б1}} = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_6}. \quad (2.8.8)$$

(2.8.8) формулаға сәйкес

$$I_{\text{б1}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 220} = 0,49 \text{ кА},$$

$$I_{\text{б2}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 121} = 0,26 \text{ кА},$$

$$I_{\text{б3}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 5,6 \text{ кА}.$$

К1 және К2 нүктелердің ҚТ токтары

$$I_{\text{кз}} = \frac{I_6}{X_{\text{рез}}}. \quad (2.8.9)$$

(2.8.9) формулаға сәйкес

$$I_{\text{к-1}} = \frac{0,26}{0,24} = 1,08 \text{ кА},$$



$$I_{к-2} = \frac{0,49}{1,232} = 0,398 \text{ кА},$$

$$I_{к-3} = \frac{5,6}{2,116} = 2,647 \text{ кА}.$$

Қысқа тұйықталу тогынан пайда болатын соққы топтар[10]:

$$i_{y,t=0} = k_{уд} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{кз t=0}. \quad (2.8.10)$$

(2.8.10) осы формулаға сәйкес

$$i_{y,t=0} = 1,78 \cdot \sqrt{2} \cdot 1,08 = 2,71 \text{ кА},$$

$$i_{y,t=\infty} = 1,78 \cdot \sqrt{2} \cdot 0,398 = 1 \text{ кА},$$

$$i_{y,t=\infty} = 1,78 \cdot \sqrt{2} \cdot 2,647 = 6,7 \text{ кА}.$$

Трансформатордың (2.6.1.1) формула бойынша жоғарғы және төменгі орамдарындағы есептік токтары

$$I_{расч} = \frac{125000}{\sqrt{3} \cdot 230} = 328,43 \text{ А},$$

$$I_{расч} = \frac{125000}{\sqrt{3} \cdot 121} = 595 \text{ А},$$

$$I_{расч} = \frac{125000}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 6881 \text{ А}.$$

Барлық есептелініп шығарылған мәндердің топтастырылған жиынтығы 2.8.2 - кестеде көрсетілген.

### 2.8.2-кесте – Қысқы тұйықталу болған аймақтың параметрлері

Нүкте/ Параметр	К1	К2	К3
$U_{ж}$	230 кВ	121 кВ	10,5 кВ
$I_{б}$	0,26 кА	0,49 кА	5,6 кА

$I_{КТ}$	1,08 кА	0,398 кА	2,647 кА
$i_{СОККЫ}$	2,71 кА	0,398 кА	6,7 кА
$I_{ес}$	328,43 А	595 А	6881 А

## 2.9 Есептелген параметрлер бойынша электр аппараттарын таңдау

Аппараттар мен өткізгіштерді таңдағанда, олардың қандай жағдайда жұмыс істей алуынан бастайды, олардың құрылысы ішке (жабық) және сыртқа (ашық) орналастыру талаптарын қанағаттандыру керек.

Өткізгіштер (шина, кәбіл) үшін қажетті материал (альюминий немесе мыс) орындау және ауада немесе жерде орналастыру жағдайларын ескерілуі керек. Көбінесе өткізгіштердің материалы ретінде алюминий және өте айрықша жағдайда мыс қолданылады. Аппараттар мен өткізгіштер жұмыс режимдері қалыпты ауырлау және қысқа тұйықталу режимі деп бөлінеді.

Жоғары кернеулі ажыратқыштар жоғары кернеулі электр тізбегін қосуға және ажыратуға, сондай ақ қысқа тұйықталу кезінде ажыратуға арналған. Оның ажырататын қабілеті жеткілікті, қысқа уақытта орындайтын жұмысы сенімді болуы тиіс. Жоғары вольтты ажыратқыштар қопарылудан және өрттен қауіпсіз, құрылымы қарапайым, пайдаланылуы ыңғайлы, мөлшері мен салмағы мүмкіндігінше шағын болғаны жөн [11].

Ажыратқыш – коммутациялық аппарат, тоқты қосуға және ағытуға арналған. Ажыратқыш электр қондырғыларындағы негізгі аппарат болып табылады және ол кез келген режимдегі тізбекті ажыратып, қосу қызметін атқарады. Ұзақ жүктеме, асқын жүктеме, қысқаша тұйықталу, бос жүріс, синхронды емес жұмыс. Ең қиын және жауапты операциялар бұл қысқа тұйықталу тоқтарының ажыратылуы және берілген қысқаша тұйықталуға қосылуы.

Ажыратқыштың негізгі конструкциялық бөліктері: контактілі жүйе, ұшқын сөндіретін құрылғымен, тоқ жетекші бөлік, корпус, оқшауламалық және жетектік механизм.

Айырғыш-контактілі коммутациялық аппарат тоғы жоқ немесе аз ғана тоғы бар электрлік тізбекті ажыратуға немесе қосуға арналған, техника қауіпсіздігін сақтау үшін ажыратылған жағдайда контактілер арасында оқшауламалық аралық болады.

Айырғыштармен жүктеме тоғын ажыратуға болмайды. Өйткені контактілі жүйеде ұшқын сөндіретін құрылғы жоқ, ал жүктеме тоқтарын қателесіп ажыратса, ұшқын пайда болады, ол фазалық қысқы тұйықталуға және жұмыс істеп жатқан жағдайда, адамдардың жарақатталуына әкеп соқтырады.

К1-3 нүктесіне таңдалған ажыратқыштар мен айырғыштар ток

трансформаторы келесі кестелерде көрсетілген.

### 2.9.1-кесте – К1 нүктесіне таңдалған аспаптар

Таңдау шарты	Есептелген мәндер	Каталогтағы берілгендер		
		Ажыратқыш ВГУ-220	Айырғыш РДЗ-1-220/3200	Ток трансформаторы ТФЗМ220-У1
$U_{ж} \leq U_{н}, кВ$	220	220	220	220
$I_{есеп} \leq I_{н}, А$	328,43	3150	3200	600
$I_{кз} \leq I_{откл}, кА$	1,08	45	---	---
$i_y \leq k_{\delta} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{н}$	2,71	150	100	-

### 2.9.2-кесте – К2 нүктесіне таңдалған аспаптар

Таңдау шарты	Есептелген мәндер	Каталогтағы берілгендер		
		Ажыратқыш ВГУ-110	Айырғыш РНДЗ-110/1250	Ток трансформаторы ТФЗМ110-У1
$U_{ж} \leq U_{н}, кВ$	110	110	110	110
$I_{есеп} \leq I_{н}, А$	595	2000	1250	600
$I_{кз} \leq I_{откл}, кА$	0,398	40	---	---
$i_y \leq k_{\delta} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{н}$	1	102	100	-

### 2.9.3-кесте – К3 нүктесіне таңдалған аспаптар

Таңдау шарты	Есептелген мәндер	Каталогтағы берілгендер		
		Ажыратқыш МГУ-20-90	Айырғыш РВР-20/8000	Ток трансформаторы ТШВ15У3
$U_{ж} \leq U_{н}, кВ$	10	20	20	15

$I_{есеп} \leq I_H, A$	6881	9500	8000	8000
$I_{КЗ} \leq I_{откл}, kA$	2,647	90	-	-
$i_y \leq k_\delta \cdot \sqrt{2} \cdot I_H$	6,7	105	320	-

Кернеу трансформаторларын таңдау. Бұл аспаптар өз шарттарына байланысты таңдалады және сақтау және қорғау аспаптарының қорек көзі ретінде электротехникада маңызды орынға ие аспаптарға жатады[12].

#### 2.9.4-кесте – Кернеу трансформаторларының таңдалуы

Типі	Кернеу класы,кВ	Орамдардағы кернеу, кВ		Номиналды қуат,ВА 0,5 класс	Шектелген қуат,ВА
		Біріншілік	Екіншілік		
НТМИ-10- 66	10	10 000	0,1	120	960
НКФ-110-58	110	110/√3	0,1/√3	400	2000
НКФ-220/58	220	220/√3	0,1/√3	400	2000

#### 2.10 Әуе электір беріліс желісі үшін тірек материалын таңдау

Есептелетін ӘЭБЖ номиналды кернеуі 220 кВ болғандықтан, техника – экономикалық көрсеткіш бойынша ең тиімді электр желісі үшін темірбетонды тіректер қолданылады.

Темірбетонды тіректер жоғары механикалық беріктікке ие, ұзақмерзімді қызмет атқарады және пайдалану кезінде көп шығынды қажет етпейді. Оларды құруға кететін жұмыс шығыны, ағаш және металл тіректерге қарағанда біршама төмен.

Темірбетонды тіректердің кемшілігі ауыр салмақтылығы. Бұл оны тасымалдау үшін көліктік шығынның өсуіне әкеледі және құру мен монтаждау кезінде үлкен жүк көтерімділікті крандардың қолданылуын қажет етеді.

Темірбетонды тіректерде созылу кезінде негізгі күш болат арматураға, сығылу кезінде-бетонға түседі. Болаттың және бетонның температуралық созылу коэффициенті шамамен бірдей болады, темірбетонда температура өзгерісі кезінде ішкі кернеулердің пайда болуын жояды.

Темірбетонның артықшылығы металл бөлігін коррозиядан берік қорғау болса, кемшілігі онда жарықтардың пайда болуы.

## 2.10-кесте - Тіректердің паспорттық мәліметері

Номиналь кернеуі $U_H, \text{кВ}$	Тіректің шифры	Қаданың шифры	Тіректің биіктігі, м	Тіректің төменгі траверске дейінгі биіктігі, м	Болат.	Цементь $\text{м}^3$
110	ПБ110-4	СК26.1-2.0	22,5	13,5	0,42	2,52
220	ПБ220-3	СК26.1-6.1	25,5	17,5	0,58	2,52

### **3 Таугүл қосалқы станциясын жетілдіру**

#### **3.1 Релелік қорғау және автоматика туралы жалпы ережелер**

Жүктеме, кернеудің едәуір құлауы, қысқа тұйықталу және басқа да қалыпты режимнің бұзылуы аппаратура мен ток өткізетін электр қондырғыларының бүлінуіне және бұзылуына әкеп соқтыруы мүмкін.

Электр қондырғыларын авариялардан немесе нормаланбаған режимдерден қорғау бір немесе бірнеше келісілген реледен тұратын релелік қорғаныс (РҚ) жүргізілуі мүмкін, олар авариямен немесе нормаланбаған режиммен учаскенің автоматты бөлінуін қамтамасыз етеді және оны ажыратуға команда береді немесе қызмет көрсетуші персоналға сигнал береді.

ҚТ кезінде релелік қорғаныс әрқашан зақымдалған желіні ажыратуға әрекет етеді. Егер қандай да бір учаскені дереу ажырату қажеттілігінің қалыпты режимін бұзған жағдайда (мысалы, оқшауланған нейтралмен желілерде жерге тұйықталғанда), онда РҚ сигналға жұмыс істей алады[13].

Бұл дипломдық жобада Горный гигант қосалқы станциясының желі учаскелері есептеледі.

Электрмен жабдықтау, әдетте, кернеуі 10 және одан аз 6 кВ ӘЖ бойынша жүзеге асырылады, олар жоғары кернеулі 35 немесе 110 кВ қосалқы станцияларға, ал кейде одан да жоғары кернеулі қосалқы станцияларға қосылады.

Ауылдық жерлерде 10 кВ желілердің көпшілігі бірнеше 10/0,4 кВ трансформаторлық қосалқы станциялар әр түрлі қуаттылықтағы (25-тен 630 кВА-ға дейін) қоректендіреді. Бұл трансформаторлық қосалқы станциялар желіден тарамдарға, негізінен ПКТ типті кварцты сақтандырғыштар арқылы қосылады. Ірі ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының трансформаторлық қосалқы станцияларында (құс фабрикалары, мал шаруашылығы кешендері, қоймалар және т.б.) қуаттылығы 630 және 1000 кВА болатын 10 кВ майлы ажыратқыштары және релелік қорғанысы бар трансформаторлар орнатылуы мүмкін[13].

Ауылдық жерлерде 10 кВ желілері әдетте жалғыз орындалады және бір жақты қоректенуі бар. Мұндай желілерді көп фазалы к. з. қорғау үшін. екі сатылы ток қорғанысы орнатылуы тиіс, оның бірінші сатысы ток кескіш түрінде, ал екіншісі — уақыт ұстамдылығының тәуелсіз сипаттамасымен тәуелді немесе ең жоғары ток қорғанысы түрінде орындалған. Көп жағдайда уақыт ұстамдылығының тәуелді сипаттамасы бар қорғаныс қолданылады, өйткені айнымалы оперативті тогы бар қосалқы станцияларда олардың орындалуы тәуелсіз сипаттамасы бар қорғанысқа қарағанда оңай және арзан. Әсіресе, 10 кВ ажыратқыштың жетегіне орнатылған, мысалы РТВ типті тікелей әсер ететін релелік қорғаныс қарапайым және арзан. Уақыт

ұстамының тәуелді сипаттамасы, әдетте, қоректендірілетін трансформаторлардың балқымалы сақтандырғыштарымен келісу (селективтілік) шарты бойынша қорғаныстың іске қосылуының аз тогын таңдауға мүмкіндік береді.

### 3.2 Сименс 7UT6 құрылғысын пайдалана отырып трансформатордың қорғанысын есептеу

Горный гигант қосалқы станциясының трансформаторларын "7UT6" типті қорғаныс құрылғысын орнату арқылы трансформаторларға релелік қорғаныс жасаймыз.

АТДЦТН-125000/220/110/10 трансформаторын қорғау үшін 7UT6 құрылғысының параметірлерін таңдау қажет

- жоғары кернеу жағында-жұлдыз;
- орта кернеу жағында-жұлдыз;
- төменгі кернеу жағында-үшбұрыш.

Трансформатордың паспорттық деректері:

- трансформатордың номиналды қуаты-125 МВ А
- номиналды кернеу-230/121/10, 5 кВ.
- РПН реттеу диапазоны  $\pm 12 \cdot 1,0\%$ .

Трансформатордың максималды жүктемесі- $S_{нагр. max} = 125$  кВ А.

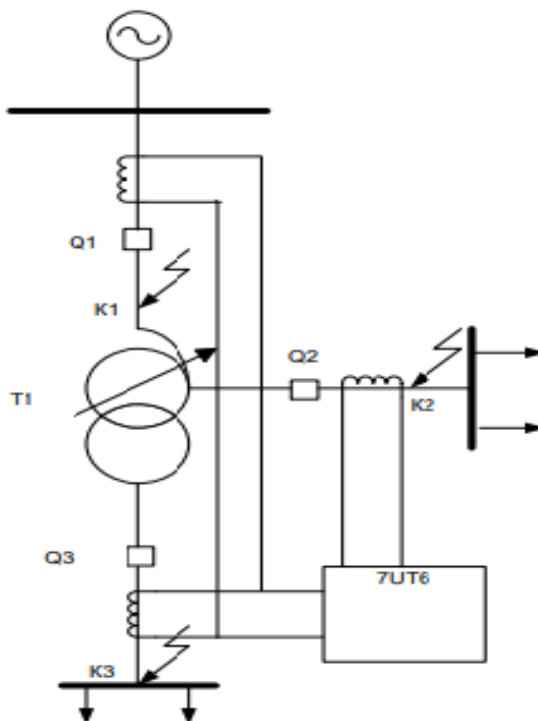
(жүктемелердің тәуліктік кестесі бойынша ең жоғары жүктеме). Трансформатордың, ОК және ТК шиналарынан шығатын желілерді қорғаудың максималды уақыты[14].

Энергия жүйесінің жұмыстары максималды және минималды режиміндегі қысқа тұйықталу токтары 220 кВ (К1 нүктесі), 110 кВ (К2 нүктесі), 10 кВ (К3 нүктесі) 3.2-кестеде келтірілген.

### 3.2-кесте-Қорғаныс тағайыншамаларын есептеу үшін трансформатордың қысқа тұйықталу токтары

ҚТ токтарын есептеу	энергожүйенің режимі	ҚТ тогы
220 кВ жағында (К1)	Максималды	$I_{K1max} = 2228$ А
	Минималды	$I_{K1min} = 1354$ А
110 кВ жағында (К2)	Максималды	$I_{K2max} = 1620$ А
	Минималды	$I_{K2min} = 943$ А

10 кВ жағында (К3)	Максималды	$I_{K3max} = 4675 \text{ A}$
	Минималды	$I_{K3min} = 1619 \text{ A}$



**3.2-сурет – Трансформатордың қорғаныс тағайын шамаларын есептеу үшін ҚТ нүктелерінің орналасуы**

Трансформатордың қорғанысы трансформатордың жоғары кернеуінің жағында орнатылған ток трансформаторларына қосылған болғандықтан, сондықтан шиналарда зақымданған кезде олар бойынша төмен кернеу жағында қандай токтар ағатынын білу қажет. Трансформатордың ЖК жағында тұйықталу нүктесі К3, К2 тарапта мынадай формула бойынша орындалады[14]:

$$I_{K2} = \frac{I_{K3max}}{k_T}, \quad (3.2.1)$$

мұндағы  $I_{K3max}$  110 кВ шиналарындағы үшфазалы қысқа тұйықталу тогы (К2 нүктесінде);

$k_T$  – 230/10,5 кВ номиналды кернеулердің қатынасына тең күш



трансформаторының трансформация коэффициенті.

Формула бойынша трансформатордың үш фазалы қысқа тұйықталу токты ең жоғары режимде 110 және 10 кВ шиналарындағы (К2,К3 нүктесі)

$$I_{K2max} = \frac{1620}{230/120} = 852 \text{ A,}$$

$$I_{K3max} = \frac{1620}{230/10,5} = 294 \text{ A.}$$

### 3.3 Трансформатордың дифференциалды қорғанысының тағайынамаларын есептеу

Трансформатордың дифференциалды қорғанысы 7УТ6 құрылғысын пайдалану арқылы қолданылады. Оның параметрлерін таңдау үшін алдымен трансформаторларының трансформация коэффициенттері қорғалатын трансформатордың барлық жақтарында таңдау керек[15]. Бұл таңдау әдісі 3.3-кестеде келтірілген.

#### 3.3-кесте-Трансформатордың қорғалатын жағында ток трансформаторларын таңдау

Шамалар атауы	Тараптар сандық мән үшін		
	ЖК/230 кВ	ОК/120кВ	ТК/10,5кВ
АТДЦТН 220 / 110 / 10 трансформаторының номиналды тогы	$I_{ном} = \frac{S_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}$ $I_{ном} = \frac{125000}{\sqrt{3} \cdot 220}$ $= 328 \text{ A}$	$I_{ном} = \frac{S_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}$ $I_{ном} = \frac{125000}{\sqrt{3} \cdot 120}$ $= 603 \text{ A}$	$I_{ном} = \frac{S_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}$ $I_{ном} = \frac{125000}{\sqrt{3} \cdot 10}$ $= 7225 \text{ A}$
Күштік трансформатордың орамдары мен қосылымдары	Y	Y	Δ
Схемалар коэффициенті (K <sub>сх</sub> )	$\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$

Ток трансформаторының есептік трансформация коэффициенті	$K_{\Delta} = \frac{K_{CX} I_{НОМ}}{5}$ $K_{\Delta} = \frac{\sqrt{3} I_{НОМ}}{5}$	$K_{\Delta} = \frac{K_{CX} I_{НОМ}}{5}$ $K_{\Delta} = \frac{\sqrt{3} I_{НОМ}}{5}$	$K_{\Delta} = \frac{K_{CX} I_{НОМ}}{5}$ $K_{\Delta} = \frac{\sqrt{3} I_{НОМ}}{5}$
Ток трансформаторының қабылданған трансформация коэффициенті	$K_{ТТ} = \frac{200}{5}$	$K_{ТТ} = \frac{400}{5}$	$K_{ТТ} = \frac{600}{5}$

Таңдау кезінде ток іске қосылу қорғауды қамтамасыз ету қажет емес қорғалатын трансформатордың екі жұмыс режиміндегі қорғаныс әрекеті:

– трансформаторды тек қорек көзі жағынан қосқан кезде, трансформатордың қоректік орамында қосылу кезінде магниттеу тогының маңызды тесіктері пайда болғанды.

Трансформаторды қосу кезінде магниттеу тогын лақтырудан жою құрылғысы екінші және бесінші гармоника бойынша ток сүзгілерімен жабдықталған. Өндіруші ұсынған іске қосу құрылғысы дифференциалды токтың бірінші гармоникасының 20% құрайды.

– үшфазалы ҚТ қорғаныс әрекет ету аймағынан тыс кезде трансформатор арқылы өтетін кезде сыртқы қысқа тұйықталудың максималды өтпелі тогы. Бұл 7УТ6 релесінің тежегіш сипаттамасын пайдаланумен қамтамасыз етіледі.

Тежеу мінездемесінде тұрақты тежеу коэффициенті бар. Ол теңгерімсіздік тогынан пайда болу жағдайына байланысты таңдалған сыртқы ҚТ және шекті шарттар:

- ток трансформаторларының қателігі: 10%;
- трансформатордың РПН реттеу диапазоны: 12%;
- қорғаныс иықтарында токтарды дәл теңестіру есебінен қателік: 5%.

$$K_T = 1,5 \cdot (0,10 + 0,12 + 0,05) = 0,40.$$

7УТ6 құрылғысының дифференциалды қорғанысының сезімтал сатысының тежеуіш сипаттамасы тұрақты тежелу коэффициенті 0,5-ке тең.

трансформатор жүктемесінің номиналды тогы кезінде тежелудің басталу тогы әсер етпеу мақсатында таңдалады. Өйткені ток трансформаторлары ТК жағында номиналдық ток бойынша таңдалады, сондықтан жүктеме тогы кезінде реледен екінші ток 5 А-дан кем ток өтеді. Жүктеме тогынан тежелу әрекетін қамтамасыз ету үшін тежелу тогын  $I_{\text{тор}} = 5,0 \text{ А}$  деп қабылдауға болады[15].

Мынадай параметрлер есептеледі:

- әрқайсысы үшін ағымдағы теңестіру коэффициенттері анықталады.

Ток трансформаторлары үшбұрышқа жиналатын ЖК жағы үшін теңестіру коэффициенті мынадай формула бойынша анықталады[16]:

$$K_{B1} = \frac{I_{\text{НОМ } TT}}{\sqrt{3} \cdot I_{\text{НОМ } TP}}, \quad (3.3.1)$$

мұндағы  $I_{\text{НОМ } TT}$  – трансформатордың ЖК жағынан орнатылған трансформаторының номиналды бастапқы тогы;

$I_{\text{НОМ } TP}$  – күштік трансформатордың ЖК жағындағы номиналды тогы.

$$K_{B1} = \frac{200}{\sqrt{3} \cdot 328} = 0.35.$$

Ток трансформаторлары жұлдызға жинақталған ОК жағы үшін, теңестіру коэффициенті анықталады:

$$K_{B1} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 603} = 0.38,$$

$$K_{B1} = \frac{600}{\sqrt{3} \cdot 7225} = 0.048.$$

– дифференциалды қорғаныстың және дифференциалды үзілістің іске қосылу тогы таңдалады.

Трансформатордың номиналды тогы үлесіндегі сезімтал дифференциалды қорғанысы сатысының орнату нүктесінде таңдалады:

$I_{\text{CP}}^{\text{ДТ}} = 0,5 - 1,0$  (трансформатордың номиналды тогынан үлесі).

Трансформатор үшін қуаты 125 МВ·А сезімтал

трансформатордың номиналдық тогы үлесіндегі дифференциалды қорғаныс сатылары үшін  $I_{\text{CP}}^{\text{ДТ}} = 1,0$  таңдаймыз.

Коэффициенттерді таңдағаннан кейін ток бойынша тағайынамаларды теңестіру мынадай формулалар бойынша анықталады[16]:

$$I_{\text{УСТ}} = \frac{5 \cdot I_{\text{CP}}^{\text{ДТ}}}{K_{B1}}, \quad (3.3.2)$$

мұндағы 5-ток трансформаторының номиналды екінші тогы;

$I_{\text{CP}}^{\text{ДТ}}$  - трансформатордың номиналды тогы үлесіндегі дифқорғанысты орнату (0,5÷1,0 тең);

$K_{B1}$ - ЖК үшін ток бойынша теңестіру коэффициенті.

$$I_{уст} = \frac{5 \cdot I_{CP}^{ДТ}}{K_{B2}}, \quad (3.3.3)$$

$$I_{устВН}^{ДТ} = \frac{5 \cdot 1}{0,35} = 14А.$$

Қорғаныс іске қосылуының нақты тағайыншамасын қамтамасыз ету үшін бұрын таңдалған тағайыншамадан кем емес ең жақын үлкен тағайыншаманы қабылдау қажет, оны 7УТ6 құрылғысына қоюға болады. Сондықтан қорғаныс іске қосылу тогы  $I_{устВН}^{ДТ} = 14А$  ЖК жағынан алынады.

$$I_{устСН}^{ДТ} = \frac{5 \cdot 1}{0,38} = 13А.$$

Бұдан бұрын көрсетілген пайымдаулардан қорғаныстың іске қосылу тогының тағайыншамасы  $I_{устСН}^{ДТ} = 6А$  ОК жағы бойынша қабылданады.

$$I_{устНН}^{ДТ} = \frac{5 \cdot 1}{0,048} = 104А.$$

Бұдан бұрын көрсетілген пайымдаулардан қорғаныстың іске қосылу тогының тағайыншамасы  $I_{устНН}^{ДТ} = 14А$  ТК жағы бойынша қабылданады.

Дифференциалды қорғаныстың сезімтал сатысының іске қосылу нақты тогы:

$$I_{сз.ВН}^{ДТ} = \frac{I_{устВН}^{ДТ} \cdot K_{тт.ВН}}{K_{сх.ВН}}, \quad (3.3.4)$$

мұндағы  $I_{устВН}^{ДТ}$ - ЖК жағында қорғаныштың іске қосылу тогы;  
 $K_{тт.ВН}$ -ЖК жағындағы ток трансформаторының коэффициенті;  
 $K_{сх.ВН}$ - ЖК жағындағы сұлба коэффициенті.

$$I_{сз.ВН}^{ДТ} = \frac{6,8 \cdot 100/5}{\sqrt{3}} = 158А.$$

ҚТ кезіндегі қорғаныс сезімталдығының коэффициентін тексеру тежеу болмаған кезде ТК (К2 нүктесінде) мынадай формула бойынша:

$$k_{\text{ч}} = \frac{I_{\text{КЗmax}}^{(2)}}{I_{\text{СР.ТО}}}, \quad (3.3.5)$$

мұндағы  $I_{\text{КЗmax}}^{(2)}$  - К2 нүктесіндегі екі фазалы ҚТ минималды тогы.

Ең аз режимде үшфазалы ҚТ тогының белгілі мәні бойынша К2 және К3 нүктесінде екі фазалы ҚТ тогын мына формула бойынша табамыз:

$$I_{\text{КЗ}}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{\text{КЗ}}^{(3)}, \quad (3.3.6)$$

$$I_{\text{КЗ}}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 852 = 73\text{A},$$

$$k_{\text{ч}} = \frac{158}{73} = 2,1,$$

$$I_{\text{КЗ}}^{(3)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 294 = 25\text{A},$$

$$k_{\text{ч}} = \frac{158}{73} = 2,1.$$

Осыдан 7УТ6 құрылғысы сезімталдық коэффициенті бойынша талаптарды қанағаттандырады.

Дифференциалды үзілістің өрескел сатысы іске қосу тогын орнату шамасы бойынша магниттеу тогын лақтырудан тұрады. Орташа шарттар үшін оның іске қосылу тогы ( $5 \div 6$ ) тең болуы тиіс

Газды қорғау

Трансформатор багының газ қорғанысының сигналдық және ажыратқыш сатыларынан және РПН багының газ қорғанысынан (ағынды реле) іс-қимыл қамтамасыз етіледі. Сигнал беруге әрекет ететін газдық қорғаныс тізбектерін оқшаулауды бақылау іске асырылды, ақаулы газдық қорғаныстан ажыратуға әрекет етуді бұғаттау мүмкіндігі қарастырылған. Байланыс дребезгінің әсерін болдырмау үшін газ қорғанысынан ажыратудың ең аз ұзақтығы қамтамасыз етіледі.

Газ қорғанысының ажыратқыш сатысы оперативтік ауыстырып қосқыштың көмегімен сигналға, сигналдық саты – бағдарламалық жапсырманың көмегімен ажыратуға ауыстырылуы мүмкін.

ЖК ажыратқыштарының істен шығуларын резервтеу құрылғысының қайтару уақыты аз (20 мс артық емес) ток релесін пайдалана отырып, ток бойынша бақылаумен орындалды[16].

## **Қорытынды**

Бұл тарауда Таугұл қосалқы танциясының релелік қорғаныс арқылы жетелдірдім. Сименс 7UT6 құрылғысын пайдалана отырып трансформатордың дифференциалды қорғанысының тағайыншамаларын есептеді. Сонымен қатар трансформатор бағының газ қорғанысының сигналдық сатыларын қалай жұмыс жасайтының қарастырдым.

## **4 Еңбекті қорғау бөлімі**

### **4.1 Шу мен дірілдің адам ағзасына, аспаптар мен жабдықтарға әсері**

Қазіргі уақытта технологиялық жабдықтардың басым көпшілігін, энергетикалық қондырғыларды, әртүрлі машиналар мен механизмдерді және т.б. пайдалану химиялық өнеркәсіпте адам ағзасына өте қолайсыз әсер ететін әртүрлі жиіліктегі және қарқындылықтағы шу мен дірілдің пайда болуымен сөзсіз байланысты.

Шу мен діріл көп немесе аз дәрежеде адам ағзасының белгілі бір психикалық процестерін уақытша белсендіруі немесе үнемі басуы мүмкін. Физиологиялық патологиялық салдар есту және басқа да талдағыштардың, мысалы, вестибулярлық аппараттың, бас миының қабығының, жүйке немесе ас қорыту жүйесінің, қанайналым жүйесінің функцияларын үйлестіретін функцияларының бұзылуы түрінде пайда болуы мүмкін. Сонымен қатар, шу көмірсулар, май және ақуыз алмасуына әсер етеді.

Естуді жоғалту әдетте 3000...6000 Гц жиілік диапазонында шудың әсерінен туындайды, ал сөйлеудің анық бұзылуы-1000...2000 Гц жиілік кезінде. Есту қабілетін жоғалту алғашқы он жыл бойы орын алады, бұл қауіп жасына байланысты артады.

Күтпеген және импульстік шулар қорқыныш реакциясын және мінез-құлықтың барабар еместігін тудыруы мүмкін. Тұрақты шу сенсорлық функцияларға белгілі бір әсер етуі мүмкін мысалы, көздің қозғалыс жылдамдығының төмендеуіне, көру өрісінің тарылуына, түс қабылдауының өзгеруіне, тепе-теңдіктің бұзылуына, ауырсыну сезгіштігінің жоғалуына әкеледі.

Дірілге келетін болсақ, дірілдің әсеріне төзімділіктің төменгі деңгейі 5 Гц жиілігінде байқалады: бұл жиілікте дененің жеке мүшелерінің резонансы аса қарқынды. Көру өткірлігінің ең үлкен бұзылуы 10...25 Гц жиілік диапазонында діріл әсерінде байқалады. Қозғалыс функцияларының ең ауыр бұзылулары 5 Гц төмен діріл кезінде байқалады[17].

Бұл ретте шу мен дірілдің әсеріне әртүрлі психологиялық реакциялармен байланысты адамның жеке ерекшеліктері (оларды қабылдау және әр түрлі жұмыстарды орындауға әсер ету) өте елеулі әсер ететінін ұмытпаған жөн.

Шу мен діріл адамның көңіл-күйін нашарлатып қана қоймай, еңбек өнімділігін орта есеппен 10... 15%-ға төмендетеді, бірақ жиі кәсіби ауруларға (құлақ мүкістігі және керендік, сүйек-буын зақымданулары, виброболез) әкеліп соғады[17].

Кәсіптік аурулардың бұл түрлерін тиімді емдеу тек ерте кезеңдерде ғана мүмкін, сонымен қатар ағзалардың бұзылуларын қалпына келтіру өте баяу жүреді, ал аса ауыр жағдайларда ағзада мүгедектікке әкелетін қайтымсыз өзгерістер туындайды.

Бұл аурулардан болған материалдық шығын кез келген кәсіби аурудан әлдеқайда көп және жалпы еліміз бойынша силикоздан кейін екінші орында тұр. Сондықтан шу мен дірілмен күрес тек санитарлық-гигиеналық ғана емес, сонымен қатар үлкен техникалық-экономикалық мәнге ие. Сонымен қатар, діріл технологиялық жабдық үшін де, құрылыс конструкциялары үшін де өте қауіпті.

Конструкция бойынша тарала отырып, діріл сығудың, созудың, жылжудың, майысудың қайтымсыз деформациясын, сондай-ақ теңгерімсіздік салдарынан жабдықтың айналмалы бөліктерінің тез тозуын тудыруы мүмкін.

Дірілдің және шудың жоғары деңгейі полимерлік материалдарды өндіру мен өңдеу кезінде пайдаланылатын БӨА-ға және басқа аппаратураға теріс әсер етеді, дәлдік сенімділігінің төмендеуіне және қызмет ету мерзімінің азаюына алып келеді, бұл өз кезегінде авариялық жағдайларға алып келуі мүмкін.

## **4.2 Қондырғыларды найзағайдан асқын кернеуден қорғау**

Салынып жатқан және пайдаланылатын электр қондырғыларының қауіпсіздігі бірінші кезекте бірінші кезекте электр қондырғыларына қойылатын қорғау шараларын жүзеге асыру жолымен қамтамасыз етіледі.

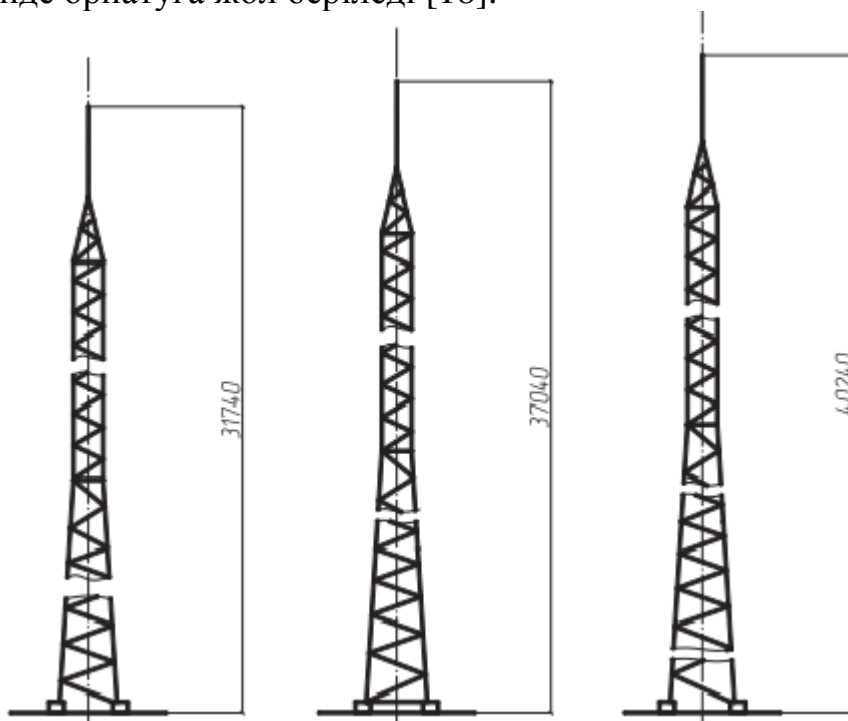
Жерге тұйықтау — бұл генераторлардың, трансформаторлардың және автотрансформаторлардың нейтралдарын жерге тұйықтау.

Қорғаныстық жерге қосу — Қондырғының барлық металл бөліктерін (корпустарды, қаңқаларды, аппараттардың жетектерін, тірек және монтаждау конструкцияларын) жерге қосу.

Найзағайдан қорғау жерге тұйықтау — найзағайдан қорғау арқандарын, разрядтағыштарды, ОПН (асқын кернеулерді шектегіштерді) жерге тұйықтау.

Қорғаныш жерге тұйықтау электр қондырғыларын пайдалануда қауіпсіздікті арттыру мақсатында орындалады.

ҚС аумағын найзағайдың тікелей соққысынан қорғау порталдарда орнатылған жайтартқыштармен жүзеге асырылады және жеке тұрған өзекті жайтартқыштармен (4.2.1-сурет). Жайтартқыштары бар АТҚ 110 және 220 кВ конструкцияларының тіректерінен кемінде екі-үш бағытта жерге қосу магистральдары бойынша найзағай тогының ағуы қамтамасыз етілуі тиіс. Бұдан басқа, найзағай тартқыш орнатылған тіректен электрод ұзындығынан кем емес қашықтықта ұзындығы 3-5 м болатын бір-екі тік электрод орнатылуы тиіс. Трансформаторларға немесе шунттаушы реакторларға жақын жайтартқыштарды 15 м-ден кем қашықтықта мынадай шарттарды орындау кезінде орнатуға жол беріледі [18]:

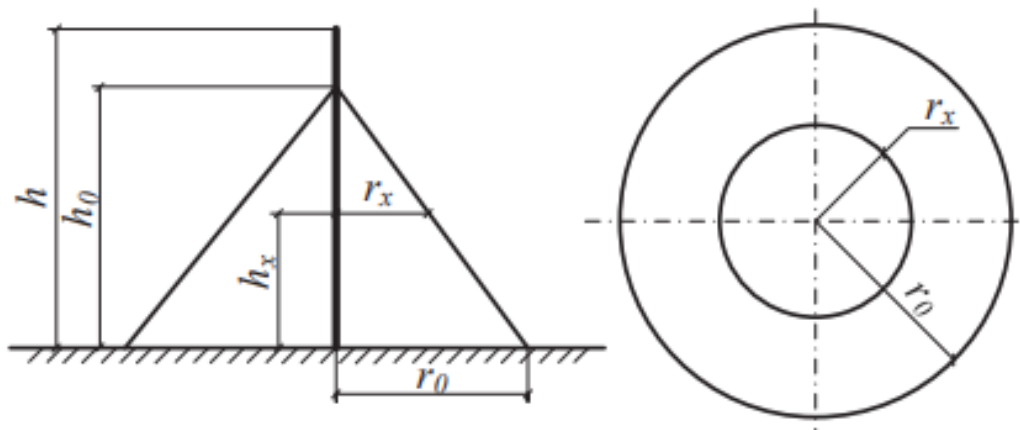


**4.2.1-сурет – МС маркалы болат жайтартқыштар (31,7; 37,0; 40,2)**



Бір өзекті найзағайдан қорғау аймағы  $h$  биіктігі  $h_0 < h$  конус болып табылады, оның шыңы найзағайдың тік осімен сәйкес келеді.

Қорғау аймағының өлшемдері екі параметрмен анықталады:  $h_0$  — конус биіктігі,  $r_0$  — конус радиусы жер деңгейінде.



**4.2.2-сурет – Бір өзекті жайтартқышты қорғау аймағы**

$h_x$  қорғалатын объектінің биіктігіндегі қорғау радиусы "ғимараттардың, құрылыстардың және өнеркәсіптік коммуникациялардың найзағайдан қорғау құрылғысы жөніндегі нұсқаулыққа" сәйкес анықталады.» [18]:

$$r_x = \frac{r_0(h_0 - h_x)}{h_0}, \quad (4.2.1)$$

мұндағы  $r_x$  — қорғалатын объектінің биіктігіндегі  $h_x$  қорғау радиусы;  $h_0$ - қорғау сенімділігі мен биіктігіне байланысты анықталатын конус биіктігі;  $r_0$  - конустың радиусы.

**4.2.1-кесте - бір өзекті жайтартқыштын қорғау аймағын есептеудің параметрлік көрсеткіштері**

Қорғау сенімділігі $P_x$	Жайтартқыштың биіктігі $h$ , м	Конус биіктігі $h_0$ , м	Конус радиусы $r_0$ , м
0,9	0 ден 100	0,85 $h$	1,2 $h$
	100 ден 150	0,85 $h$	[1,2–10–3 ( $h$ — 100)] $h$

0,99	0 ден 30	0,8 h	0,8 h
	30 дан 100	0,8 h	$[0,8-1,43 \cdot 10^{-3} (h - 30)] h$
	100 ден 150	$[0,8-10^{-3} (h - 100)] h$	0,7 h
0,999	0 ден 30	0,7 h	0,6 h
	30 дан 100	$[0,7-7,14 \cdot 10^{-4} (h - 30)] h$	$[0,6-1,43 \cdot 10^{-3} (h - 30)] h$
	100 ден 150	$[0,65-10^{-3} (h - 100)] h$	$[0,5-2 \cdot 10^{-3} (h - 100)] h$

Егер стержендер арасындағы қашықтық  $L$  -ның шекті мәнінен аспайтың болса, қосарлы деп саналады (4.2.2-кесте).

Найзағай тартқыштар арасындағы қашықтық  $L < L_c$  кезінде (4.2.3-сурет) аймақ шекарасының салмағы болмайды ( $h_c = h_0$ ).  $L_c < L < L_{max}$  Қашықтық кезінде  $h_c$  биіктігі келесі өрнек бойынша анықталады:

$$h_c = \frac{L_{max} - L}{L_{max} - L_c} \cdot h_0. \quad (4.2.2)$$

Қорғалатын  $h_x$  объектісінің биіктігіндегі қорғау аймағының жарты ені келесідей анықталады:

$$r_x = \frac{r_0(h_0 - h_x)}{h_0}. \quad (4.2.3)$$

Көлденең қиманың ұзындығы  $lx$  биіктікте :

$$lx = \frac{L \cdot (h_0 - h_x)}{2 \cdot (h_0 - h_c)}. \quad (4.2.4)$$

Айта кету керек,  $h_x < h_c$   $lx = L_x / 2$  кезінде қорғалатын объектінің биіктігіндегі көлденең аймақтың ені  $h_x < h_c$  екі жай қабылдағыш арасындағы ортада  $2 \cdot r_{cx}$  құрайды ,

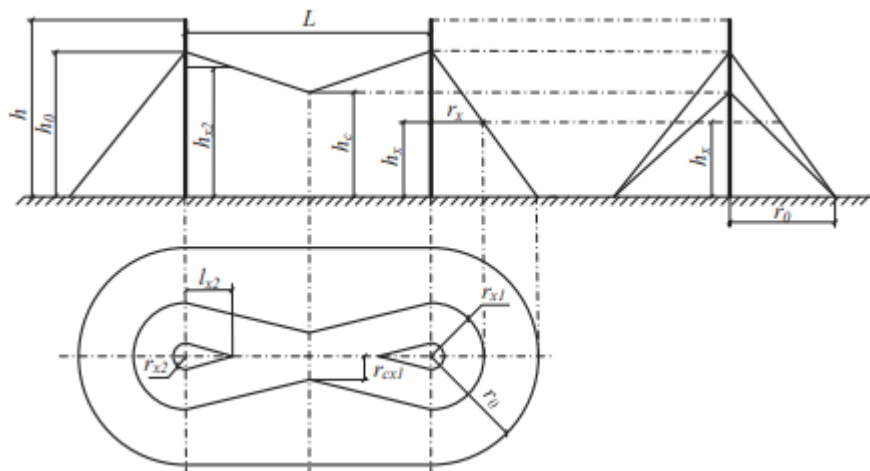
(4.2.5)

$$r_{cx} = \frac{r_0(h_c - h_x)}{h_c}.$$

**4.2.2-кесте - Қос өзекті жайтартқышты қорғау аймағын есептеудің параметрлік көрсеткіштері**

Қорғау сенімділігі $P_x$	Жайтартқыштың биіктігі $h$ , м	$L_{max}$ , м	$L_c$ , м
0,9	0 ден 100	5,75 h	2,5 h
	30 дан 100	$[5,75 - 3,57 \cdot 10^{-3}(h - 30)]h$	2,5 h
	100 ден 150	5,5 h	2,5 h
0,99	0 ден 30	4,75 h	2,25 h
	30 дан 100	$[4,75 - 3,57 \cdot 10^{-3}(h - 30)]h$	$[2,25 - 0,0107(h - 30)]h$
	100 ден 150	4,5 h	1,5 h
0,999	0 ден 30	4,25 h	2,25 h
	30 дан 100	$[4,25 - 3,57 \cdot 10^{-3}(h - 30)]h$	$[2,25 - 0,0107(h - 30)]h$
	100 ден 150	4,0 h	1,5 h

Алынған мәліметтер бойынша қорғаныс аймағының қимасы құрылады.



**4.2.3-сурет – Қос өзекті найзағайдан қорғау аймағы**

### **Қорытынды**

Дипломның бұл бөлімінде Таугұл қосалқы станциясын жетілдіру жұмыстары жүргізілді. Таугұл қосалқы станциясының трансформаторларына релелік қорғаныс "Сименс" компаниясының 7UT6 құрылғысы арқылы жүзеге асырылды. Қосалқы станциядағы трансформаторлардағы қысқа тұйықталу токтарын есептеп соған байланысты релелік қорғаныс жүргіздім.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Осы дипломдық жұмыста 220/110/10 кВ "Горный гигант" қосалқы станциясының электрмен жабдықтау жүйесін жобаладым. Электрмен жабдықтау жүйесі жобалаудың бірінші кезеңі болғандықтан электр жүктемелерін анықтау болып табылады, біздің жағдайда осы тарауда электр жүктемелері тәуліктік өлшеулер деректері бойынша анықталған.

Сондай-ақ, күштік трансформаторлардың саны мен қуатын таңдау жүргізілді. Трансформаторлардың қуаты (техникалық шарттар бойынша) және ОК және ТК желілері бойынша резервті есепке ала отырып, жұмыс кезінде жөндеу немесе ауыстыру олардың біреуінің қуатын ажырату толық жүктемені қоректендіруді қамтамасыз етті. Осыған байланысты ТДН-16000/110, ТРДН-63000/220, АТДЦТН-125000/220/110 күштік трансформаторларын тандадым.

Бұл тарауда тұйықталған және ажыратылған жүйелер үшін қуат ағындарын есептеп оның дұрыстығын тексеру керек болды. Тұйықталған желі екі жақтан қоректенетін жүйе ретінде қарастырылады.

Сондай-ақ тұйықталған және ажыратылған желілер үшін сымның қималарын есептеп маркасын тандадым.

Сонымен қатар желінің кернеу шығындарын, желінің технико-экономикалық тиімділігін есептедім. Және де ең маңызды нәрсе, ол желінің максималды жүктеме мен минималды жүктеме кезіндегі қуатты есептеу, содан кейін қосалқы станцияның минималды режимін есептеу болды. Апаттық режимді есептеу кезінде мен бір участокты қиып алдым, содан кейін оның жүктемелерін қалған участоктарға қоса отырып оның есептік қуатын және кернеу шығындарын есептедім. Сымдардың механикалық есептеулерін жүргіздім, сонымен қатар қысқа тұйықталу тоқтарын есептеп, қажетті аппаратураларды тандадым.

Дипломның арнайы бөлімінде Таугүл қосалқы станциясын жетілдіру жұмыстары жүргізілді. Таугүл қосалқы станциясының трансформаторларына релелік қорғаныс "Сименс" компаниясының 7UT6 құрылғысы арқылы жүзеге асырылды. Қосалқы станциядағы трансформаторлардағы қысқа тұйықталу тоқтарын есептеп соған байланысты релелік қорғаныс жүргіздім.

Дипломдық жұмыста еңбекті қорғау және қоршаған ортану қорғау мәселелері қарастырылды. Қосалқы станциядағы діріл мен шудың жұтылуы қарастырылды, және соларға сәйкес есептеулер жүргіздім.

Таугүл қосалқы станциясына найзағайдан қорғау МС маркалы болат жайтартқыштар арқылы жүзеге асырылды. Сондай-ақ Қосалқы станцияға бір және екі өзекті жайтартқыштардың параметрлерін есептеп қорғау аймағын анықтадым.

## ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. [www.longreads.samruk-energy.kz](http://www.longreads.samruk-energy.kz)
2. Методические указания к дипломному проекту "Электроснабжение города" / В.В. Зорин, Н.Н. Федосенко, П.Я. Экель, В.А. Дубров, А.З. Крушельницкий, В.А. Попов. – Киев: КПИ, 1982 – 68с.
3. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования/Под ред. Круповича В.И., Барыбина Ю.Г., Самовера
4. Справочник по проектированию электроэнергетических систем/ В.В. Ершевич, А.Н. Зейлигер, Г.А. Илларионов и др.; Под ред С.С. Рокотяна и И.М. Шапиро. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 352.
5. Рожкова Л. Д., Козулин В. С. Электрооборудование станций и подстанций: Учебник для техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 648 с.
6. Зорин В.В., Тисленко В.В. Системы электроснабжения общего назначения. – Чернигов: ЧГТУ, 2005. – 341с
7. Боровиков В.А., Косарев В.К., Хотод Г.А. Электрические сети и системы. Учеб. пособие для техникумов. М.: Энергия, 1968.
8. Шийко А. ВЛ 0,4-20 кВ с изолированными и защищенными проводами: опыт проектирования, строительства и эксплуатации/ Новости ЭлектроТехники.–2002.–№5(17). – с. 19-21.
9. Надежность систем электроснабжения. Зорин В.В., Тисленко В.В., Клеппель Ф., Адлер Г. – Высш шк. Головное изд-во, 1984. –192с.
10. Пособие к курсовому и дипломному проектированию для электроэнергетических специальностей: Учеб. пособие для студентов электроэнерг. спец. вузов, 2-е изд., перераб. и доп./ В.М. Блок , Г.К. Обушев, Л.Б. Паперно и др.; Под ред. В.М Блок. – М.: Высш. шк., 1990, – 383с.: ил.
11. Правила устройства электроустановок/ Минэнерго СССР. – 6-е изд., перераб и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985. –640 с.
12. Баумштейн И.А. Справочник по электрическим установкам высокого напряжения. М.: Энергоиздат, 1981 г.
13. СО 153–34.21.122–2003. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. М. : ЦПТИ ОРГЭС, 2004. 59 с.
14. Шабад М.А. Расчёты релейной защиты и автоматики распределительных сетей. – 3-ие изд., перераб. и доп. - Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. Отд-ние, 1985. – 296 с., ил.
15. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: Учеб. Для вузов по спец. "Электроснабжение". – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1991. – 496 с.

16. Шабад М.А. Расчет релейной защиты и автоматики распределительных систем. – Ленинград: Энергоатомиздат, 1985 г.

17. Охрана труда в энергетике: Учебник для техникумов/ Л. Д. Борисов, Б. А. Князевский, С. М. Кучерук и др.; под ред. Б. А. Князевского. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 376 с

18. СО 153–34.21.122–2003. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. М. : ЦПТИ ОРГЭС, 2004. 59 с.

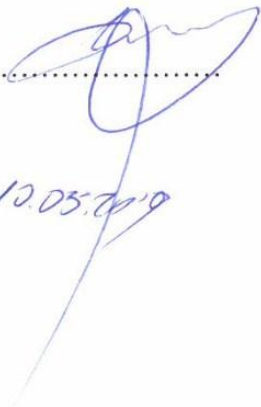
Обоснование:

Рекомендуется к защите

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

Дата

10.05.2019



Подпись Научного руководителя

Александр В. Св

.....