

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ  
МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

Сайын Әлихан Мұратқанұлы

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

Әр түрлі есептеу әдістерін қолдана отырып 1000 В жоғары желілерде қысқа  
тұйықталу тоқтарын анықтау

6B07101 – Энергетика

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ  
МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ  
ИАО «КазНУТУ им. К.И. Сәтбаева»  
Институт энергетика  
и машиностроения

КАФЕДРА МЕНДЕРУШІСІ  
PHD, ассистент-профессор  
Е.А. Сарсенбаев

« 20 » 10 2022 ж.

### ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС


Тақырыбы: «Әр түрлі есептеу әдістерін қолдана отырып 1000 В жоғары  
желілерде қысқа тұйықталу тоқтарын анықтау»

6B07101– «Энергетика»

Орындаған:

Сайын Ә.М.

Ғылыми жетекші  
аға оқытушысы

 Абитайева Р.  
« 11 » қазан 2022ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ  
МИНИСТРЛІГІ

СӨТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Энергетика және машина жасау институты


Энергетика кафедрасы

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

**БЕКІТЕМІН**

Кафедра меңгерушісі

PhD, ассоц.-профессор

 Е.А. Сарсенбаев

«5» 09 2022ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Сайын Әлихан Мұратқанұлы

Тақырыбы: Әр түрлі есептеу әдістерін қолдана отырып 1000 В жоғары желілерде қысқа тұйықталу тоқтарын анықтау

Университет ректорының 2021 ж. «24» желтоқсандағы № 489-ПӨ бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2022 жылғы «28» қазан.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

*а) Электрмен қамтамасыз ету сұлбасын таңдау және орнатылатын электр жабдықтарды негіздеу*

*б) Электр жабдықтары мен 1000 В жоғары өткізгішті таңдау*

*в) Әр түрлі есептеу әдістерін қолдана отырып 1000 В жоғары желілерде қысқа тұйықталу тоқтарын анықтау*

Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдарды слайдпен дайындау

Ұсынылатын негізгі әдебиет: 9 атау

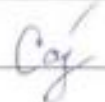
Дипломдық жұмысты дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Электрмен қамтамасыз ету сұлбасын таңдау және орнатылатын электр жабдықты негіздеу	12.09.2022	жоқ
Электр жабдықтары мен 1000 В жоғары өткізгішті өнімді таңдау	26.09.2022	жоқ
Әр түрлі есептеу әдістерін қолдана отырып 1000 В жоғары желілерде қысқа тұйықталу тоқтарын анықтау	10.10.2022	жоқ

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
Электрмен қамтамасыз ету сұлбасын таңдау	Абитаева Р. аға оқытушы	12.09.2022	
Электр жабдықтары мен 1000 В жоғары өткізгішті өнімді таңдау	Абитаева Р. аға оқытушы	26.09.2022	
Әр түрлі есептеу әдістерін қолдана отырып 1000 В жоғары желілерде қысқа тұйықталу тоқтарын анықтау	Абитаева Р. аға оқытушы	10.10.2022	
Норма бақылаушы	Бердібеков Ә.О. аға оқытушы	21.10.2022	

Ғылыми жетекші  Р.Ш. Абитаева

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  Ә.М. Сайын

Күні "05" қыркүйек 2022 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
«К.И.СӨТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ»

Сайын Әліхан Мұратқанұлы

(аты-жөні)

6807101 - Энергетика мамандығы бойынша

(мамандығы)

«Әр түрлі есептеу әдістерін қолдана отырып 1000 В жоғары желілерде қысқа

тұйықталу токтарын анықтау»

(дипломдық жұмыстың тақырыбы)

тақырыбындағы дипломдық жұмысына

### ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Осы дипломдық жұмыста студент Сайын Әліхан, жаңу электр станциясының турбиналық цехына су жылыту қисымының есептеулері ұсынылған. Бұл дипломдық жұмыста күштік трансформаторлардың қуаттары есептеледі, болат алюминий сымдардың қималары таңдалды, қысқа тұйықталу токтарының есептеулері жүргізілді, электр аппаратурасы таңдалды.

Арнайы бөлімінде әр түрлі есептеу әдістерін қолдана отырып 1000 В жоғары желілерде қысқа тұйықталу токтарын анықталды.

Дипломдық жұмыс бірнеше бөлімнен тұрады, олар электр жүктемесінің есебі, сызықпен қоса қорытынды және қолданылған әлебинеттер тізімі келтірілген.

Қорытынды мен ұсыныстарының айғақтылығы және нақтылығы бойынша дипломдық жұмыстағы алдына қойылған мәселені шешу дәрежесі жақсы, зерттеу толығымен аяқталған.

Диплом жазушы Сайын Әліхан теориялық дайындығын жеткілікті көрсетті, практикамен ұштастыра біледі, алдына қойылған тапсырмаларды өздігінен шешіп, жұмысты жақсы меңгерді.

Дипломдық жұмыс қойылатын талаптарға сәйкес келеді және мемлекеттік аттестациялық комиссияның отырысында қорғауға жіберіледі. Ал, түлек Сайын Әліхан «Энергетикасы» мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесіне лайықты және дипломдық жұмысын В «жақсы» 80 баллмен бағалаймын.

#### Ғылыми жетекші

Техника ғылымдарының магистрі,

«Энергетика» кафедрасының

аға оқытушысы

— Аманжол Аманжол —

« 27.05.2018 » ж.



Тақырыбы: «Әр түрлі есептеу әдістерін қолдана отырып 1000 В жоғары желілерде қысқа тұйықталу токтарын анықтау»

6В07101 – Энергетикасы  
(шафр және мамандық атауы)

Сайын Әлихан Мұратқанұлы  
(Студенттің аты-жөні)

Дипломдық жұмысына  
(жұмыс түрінің атауы)

### СЫН ПІКІР

Бұл дипломдық жұмыста жылу электр станциясының турбиналық цехына су жылыту қазандығының электрмен жабдықтауын жобалау болып табылады. Осы дипломдық жұмыста әр түрлі есептеу әдістерін қолдана отырып 1000 В жоғары желілерде қысқа тұйықталу токтарын анықтау талқыланды. Жоғары кернеу желілерде қысқа тұйықталу токтары әр түрлі есептеу жолдарымен анықталған. Енбекті қорғау және электр қауіпсіздігі мәселелері қаралды.

Дипломдық жұмыс бірнеше бөлімнен тұрады, олар электр жүктеме есебі, электр аппараттарды таңдау, сонымен қоса қорытынды және қолданылған әдебиеттер тізімі келтірілген.

Жалпы дипломдық жұмысты орындау барысында түлектің өзі өз ойымен жазып, есептеулерін есептеп шығарғаны байқалады.

#### Жұмыс бойынша ескерту:

Ескерту ретінде, грамматикалық қателіктер, тыныс белгілері дұрыс қойылмай кеткендігін және қазақша аудармалары кейбір жерлерде дұрыс аударылмағандығын айтуға болады. Жалпы дипломдық жұмысы талаптарға сәйкес жазылған.

#### Жұмысты бағалау

Жоғарыда айтылғандарды қорыта келе, Сайын Әлиханұлының дипломдық жұмысы В «жақсы» (80 балл) бағасына, ал автор – электроэнергетика бакалавры академиялық дәрежесін немендетуе лайық деп бағалаймын.

#### Сын-пікір беруші

Г. Даукеев атындағы Алматы байланыс және радиотехника университеті,

«Автоматика және робототехника»

кафедрасының доценті, к.т.н.

А. А. Юсупова



2022 ж.  
«          » тоқсанын оқтаймын  
«          » айында қол қойып, заңғармын

*(Handwritten signature)*  
«          » айында  
«          » күні  
2022 ж.



## Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Саиын Өлжихан Мұратқанұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Өртүрлі есептеу әдістерін қолдана отырып 1000 В жоғары желілерді қысқа тұйықталу токтары анықтау

Научный руководитель: Рахимаш Абитаева

Коэффициент Подобия 1: 16.7

Коэффициент Подобия 2: 4.7

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 149

Интервалы: 1

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

2022-10-26

Дата

Заведующий кафедрой Энергетики

Сирсидов Е.А.



## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Сайын Әлихан Мұратқанұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Әртүрлі есептеу әдістерін қолдана отырып 1000 В жоғары желілерді қысқа тұйықталу токтарын анықтау

Научный руководитель: Рахимаш Абитасва

Коэффициент Подобия 1: 16.7

Коэффициент Подобия 2: 4.7

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 149

Интервалы: 1

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

2022-10-26

Дата



Нуржан Балгаев

проверяющий эксперт



## **АНДАТПА**

Бұл дипломдық жұмыс негізгі үш бөлімнен тұрады. Электрмен қамтамасыз ету сұлбасын таңдау және орнатылатын электр жабдықты негіздеу. Электр жабдықтары мен 1000 В жоғары өткізгішті өнім таңдау. Негізгі бөлім « Әр түрлі есептеу әдістерін қолдана отырып 1000 В жоғары желілерде қысқа тұйықталу тоқтарын анықтау». Нақтырақ айтқанда, 1000 В жоғары желілерде шектелмеген қуаттар жүйесі және жобалық қисықтар бойынша қысқа тұйықталу тоқтарын есептеу жолдары қарастырылады. Дипломдық жұмыстың мақсаты желілерде және цехтың қосалқы станциясында қысқа тұйықталу тоқтарын есептеп салыстырмалы түрде қорытынды шығару.

## **АННОТАЦИЯ**

Данная дипломная работа состоит из трех разделов, где рассмотрены вопросы выбора схемы электроснабжения и расчет электрических нагрузок. Выбор электрооборудования и электрических аппаратов напряжением до и выше 1000 В. Специальная часть дипломной работы на тему «Определение токов короткого замыкания в сетях выше 1000 В с применением различных методов расчета». В частности, рассматриваются системы неограниченных мощностей в сетях выше 1000 В и способ расчета токов короткого замыкания методом расчетных кривых. Целью дипломной работы является сравнение токов короткого замыкания при расчете различными методами.

## **ABSTRACT**

This thesis consists of three main parts. Selection of power supply schemes and justification of electrical equipment to be installed. The choice of electrical equipment and products with a high conductivity of 1000V. The main section "Determination of short-circuit currents in networks above 1000 V using various calculation methods" in particular, the system of unlimited power in networks above 1000 V and ways to calculate short-circuit currents according to design curves are considered. The purpose of the thesis is to draw a comparative conclusion on the calculation of short-circuit currents in the boiler room and the substation of the workshop.

## МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Электрмен қамтамасыз ету сұлбасын таңдау және орнатылатын электр жабдықтарды негіздеу	8
1.1	Кернеуі 0,4 кВ жақтауындағы электрлік жүктеменің есебі	8
1.1.1	Жарықтандыру жүктемесінің есебі	8
1.1.2	Кернеуі 0,4 кВ жақтауындағы реактивті өтеу	8
1.2	Кернеуі 0,4 кВ қорғаныстық коммутационды аппаратураларды және өткізгіш өнімдерін таңдау	14
1.2.1	Кернеуі 0,4 кВ кірмесіне автоматты таңдау	14
1.2.2	Секциялық автоматты ажыратқышты таңдау	16
1.2.3	Бір электр қабылдағышқа коммутациялық аппаратураны және қондырғы таңдау	16
1.2.4	Кабель таңдаймыз	18
2	Электр жабдықтары мен 1000 в жоғары өткізгішті өнімді таңдау	19
2.1	Шектеулі мүмкін тоқ бойынша шина таңдаймыз	20
2.1.1	Шектеулі мүмкін тоқты анықтаймыз	20
2.1.2	Жоғары вольтты ажыратқыш пен айырғышты таңдау және тексеру	22
2.1.3	Кернеу бойынша кернеу трансформаторын таңдау	26
2.2	Релелік қорғаныс және автоматика	27
2.2.1	Сезімталдығын тексеру	28
3	Әр түрлі есептеу әдістерін қолдана отырып 1000 В жоғары желілерде қысқа тұйықталу тоқтарын анықтау	30
3.1	Қысқа тұйықталу	30
3.2	Шектелмеген қуаттар жүйесі	33
3.3	Жобалық қисықтар бойынша қысқа тұйықталу тоқтарын есептеу	36
3.4	Цехтың қосалқы станциясындағы шиналардың 0,4 кВ қысқа тұйықталу тоғын есептеу	37
	Қорытынды	40
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	41

## КІРІСПЕ

"Өскемен ЖЭО" ЖШС Шығыс Қазақстандағы электр энергиясының ірі өндірушісі болып табылады, ірі өнеркәсіптік кәсіпорындар мен қалалық тұрғын үй және мемлекеттік сектор салмағының 80%-ын қамтамасыз ете отырып, жылу энергиясын өндірумен айналысады. Орнату жабдығы: өнімділігі 75 т/сағ-тан 500 т/сағ-қа дейінгі 1 қазандық; СЕЕ көмірінде жұмыс істейтін қуаты 4-тен 120 МВт-қа дейінгі 1 турбина, жылытуға арналған отын-мазут

Жылу электр станциясының (ЖЭС) түрі - Жылу электр станциясы (ЖЭО). Жылу электр станциясы-бұл электр энергиясын өндіретін ғана емес, сонымен қатар батареядан жылуды жылу желісі арқылы ыстық су түрінде беретін жылу электр станциясының бір түрі. Электр станциясынан пәтерге (үйге) дейінгі энергетикалық жол.

Жылу электр станциясының турбиналық цехына су жылыту қазандығын орнатыңыз. Жанармай жанған кезде қазандықтағы су бірнеше жүз градусқа дейін қызады және буға айналады. Қысым әсерінен бу турбиналық пышақтарды айналдырады, ал турбина өз кезегінде генераторды айналдырады. Генератор ток шығарады. Ток электр желісіне түседі және ол арқылы қалаларға, ауылдарға, зауыттарға, мектептерге, ауруханаларға және тұрғын үйлерге жетеді. Электрмен жабдықтау желісі бойынша электр станциясынан электр энергиясын беру 110-500 кВ кернеуде, яғни генератордың жоғары кернеуінде жүзеге асырылады. Шалғай аудандарға қуат беру кезінде кернеуді арттыру қажет. Содан кейін кернеуді тұтынушыларға ыңғайлы деңгейге дейін төмендету керек. Трансформаторлар Электр станцияларындағы кернеуді түрлендіру үшін қолданылады. Ток үйге жерден кабельдер мен жер үстіндегі сымдар арқылы беріледі. Жылу медициналық орталықтан келіп, жер асты жылу құбырлары арқылы ыстық су түрінде өтеді.

Қазандық цехы-бұл ыстық су мен бу шығару үшін қолданылатын механизмдер мен құрылғылардың жиынтығы. Қазандық цехы қазандық жабдығынан және қосалқы жабдықтан (газ және ауа құбырлары, үрлеу құрылғылары және т.б.) тұрады. Тұрғын үйлерді, қоғамдық және өнеркәсіптік ғимараттарды, сондай-ақ техникалық тұтынушыларды жылыту, желдету және ыстық сумен жабдықтау жүйелерін (өнеркәсіптік мекемелер және т.б.) жылыту үшін пайдаланылады. Қазандық цехында әдетте бірнеше қазандық орнатылады. Бұл қазандықтар жалпы магистральмен қоректенеді. Мерзімді бумен жылытылатын қуатты қазандық қазандық турбиналарының блок жүйесін құрайды. Қуатты қазандық бірнеше мың текше метр аумақты алып жатыр және сағатына 500 тонна бу шығара алады.

# 1 Электрмен қамтамасыз ету сұлбасын таңдау және орнатылатын электр жабдықтарды негіздеу

## 1.1 Кернеуі 0,4 кВ жақтауындағы электрлік жүктеменің есебі

Кейбір желілік түйіндерде олар 0,4 кВ ТР және 6 кВ шиналарына қуат жүктемесін есептеу үшін қолданылады.

Электр жүктемесін есептеу кернеуі 1 кВ дейінгі электр қабылдағыштар үшін жүргізіледі (әрбір электрмен жабдықтау блогы үшін ЦСУ, АШР, ШРА және т.б. жүргізіледі).

### 1.1.1 Жарықтандыру жүктемесінің есебі

Цехтің ауданын анықтау

$$S = a \cdot b = 18 \cdot 108 = 1944 \text{ м}^2$$

Люстраның биіктігіне, шеберхананың ауданына, шамның түріне және жарықтың қарқындылығына байланысты біз  $P_{уд}=6,5$  кВт/м<sup>2</sup> шаршы метрді құрайтын Жарық диодты шамның нақты жарықтандыру қуатын таңдаймыз.

$$P_{уст} = P_{уд} \cdot S \cdot 10^{-3} \quad P_{уст} = P_{уд} \cdot S \cdot 10^{-3} = 1,12 \cdot 10,8 \cdot 1944 \cdot 10^{-3} = 23,51 \text{ кВт}$$

Жарықтандырудың қабылдағыштарының есептік қуаты

$$P_{р,д} = K_c \cdot P_{ст} = 0,95 \cdot 23,514 = 22,33 \text{ кВт}$$

мұнда  $K_c=0,95$ -сұрау коэффициенті

### 1.1.2 Кернеуі 0,4 кВ жақтауындағы реактивті өтеу

Қосымша қуаты 630 кВА-дан төмен трансформаторлары бар өнеркәсіптік кәсіпорындар үшін өтемақы құрылғысының Q қуат мәні тікелей электр жүйесімен беріледі, бұл өнеркәсіптік электрмен жабдықтау жобаларын іске асыру үшін міндетті талап болып табылады.

Есептік қуат

$$P_p = 756,683 \text{ кВт}; Q_p = 550,758 \text{ кВАр}$$

Жарықтандыру есебінен есептік тангенсті анықтаймыз

$$\operatorname{tg}\phi_p = \frac{Q_p}{P_p} = \frac{550,758}{756,683} = 0,727$$

Береміз  $\cos\phi_p = 0,92$ ;  $\Rightarrow \operatorname{tg}\phi_{\text{эк}} = 0,142$ .

Өтеуге қажетті реактивті қуатты есептейміз

$$Q_{KV} = P_p \cdot (\operatorname{tg}\phi_p - \operatorname{tg}\phi_{\text{эк}}) = 756,683 \cdot (0,727 - 0,142) = 443,309 \text{квар}$$

УКМ63-0,4-250-12,5 УЗ типті конденсатор құрылғы жиынтығын, екі құрылғыны таңдаймыз:

$$\left. \begin{array}{l} \text{УКМ63-0,4-250-25 УЗ} \\ \text{УКМ63-0,4-250-25 УЗ} \end{array} \right\} -500 \text{ квар } 2 \text{ дана}$$

Жиынтық конденсаторлық құрылғының есептік қуатын енгіземіз.

Есептік суммарлық қуатты анықтаймыз

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + (Q_p - Q_k)^2} = \sqrt{756,68^2 + (550,75 - 443,309)^2} = 758,38 \text{кВА}$$

Аралық суммарлық қуатты анықтаймыз

$$S_{\text{ИП}} = \sqrt{P_{\text{ИП}}^2 + (Q_{\text{ИП}} - Q_{KV})^2} = \sqrt{820,539^2 + (599 - 500)^2} = 826,44 \text{кВА}$$

Жүктеу коэффициенті

а) Аралық:

$$K_{\text{зп}} = \frac{S_{\text{ИП}}}{N \cdot S_T} = \frac{826,44}{2 \cdot 630} = 0,65$$

б) Есептік:

$$K_p = \frac{S_p}{N \cdot S_T} = \frac{758,38}{2 \cdot 630} = 0,60$$

$S_{\text{HT}} = 630$  кВА қуатпен ТСЗ-630 (Т-үшфазалы трансформатор; С-құрғақ; 3-табиғи ауа суытылумен жабық орындалу) маркалы күштік трансформаторды қабылдаймыз. Трансформатордың техникалық параметрлері 1.1-кестеде көрсетілген.

## 1-кесте - Трансформатордың техникалық параметрлері

$S_{HT}$	$U_{BH}$	$U_{HH}$	$\Delta P_{XX}$	$\Delta P_{K3}$	$U_{K3}$	$I_{XX}$
кВА	кВ	кВ	кВт	кВт	%	%
630	6	0,4	2	7,3	5,5	3

Күштік трансформатордың реактивті қуаттың шығыны

а) Бос жүру кезінде:

$$q_{XX} = \frac{I_{XX} \%}{100} \cdot S_{TP} = \frac{3}{100} \cdot 630 = 18,9 \text{квар};$$

б) Қысқа тұйықталу кезінде:

$$q_{K3} = \frac{U_{K3} \%}{100} \cdot S_{TP} = \frac{5,5}{100} \cdot 630 = 34,65 \text{квар}.$$

Күштік трансформаторлардағы активті және реактивті қуаттардың аралық шығыны

$$\Delta p_{T.LP} = N \cdot (\Delta p_{XX} + K_{ZIP}^2 \cdot \Delta p_{K3}) = 2 \cdot (2 + 0,65^2 \cdot 7,3) = 10,28 \text{квар}$$

$$\Delta q_{T.LP} = N \cdot (\Delta q_{XX} + K_{ZIP}^2 \cdot \Delta q_{K3}) = 2 \cdot (18,9 + 0,65^2 \cdot 34,65) = 67,61 \text{квар}$$

Күштік трансформаторлардағы активті және реактивті қуаттың есептік шығыны

$$\Delta p_{TP} = N \cdot (\Delta p_{XX} + K_P^2 \cdot \Delta p_{K3}) = 2 \cdot (2 + 0,60^2 \cdot 7,3) = 9,28 \text{кВт}$$

$$\Delta q_{TP} = N \cdot (\Delta q_{XX} + K_P^2 \cdot \Delta q_{K3}) = 2 \cdot (18,9 + 0,60^2 \cdot 34,65) = 62,90 \text{квар}$$

Электрлік жүктеме кестелері 2-кестеде берілген.



Кесте альбом 1

Кесте альбом 2

Реактивті қуаттың өтемділігін есептеу 3-кестеде көрсетілген.

### 3-кесте - Реактивті қуаттың өтемділігін есептеу

$P_p$ (кВт)	$tq_1$	$tq_2$	$Q_p$	$Q_k$	$Q_{k/2}$	$Q_{k_y}$	$n$	$S_{HT}$ (кВА)	$n \cdot S_{HT}$
756,683	0,72	0,14	550,75	443,3	221,654	500	2	630	1260

Аралық және есептік қуатты және жүктеу коэффициенттерін есептелуі 4-кестеде көрсетілген.

### 4-кесте-Аралық және есептік қуатты және жүктеу коэффициенттері

$P_{пр}$	$Q_{пр}$	$Q_{ку}$	$S_{пр}$	$P_p$	$Q_p$	$S_p$	$K_{з.п}$ $p$	$K_{з.р}$
820,539	599	500	826,44	756,68	550,7	758,38	0,65	0,6018

Күштік трансформаторларда шығындарды есептеу								Аралық шығындар		Есептік шығындар		
Стр, кВА	$I_{xx}\%$	$u_{кз}\%$	$r_{xx};$ кВт	$r_{кз};$ кВт	$q_{xx};$ кВАр	$q_{кз};$ кВАр	$k_{з.пр}$	$k_{з.р}$	$P_{пр};$ кВт	$Q_{пр};$ кВАр	$P_p;$ кВт	$Q_p;$ кВАр
630	3	5,5	2	7,3	18,9	34,6	0,655	0,601	10,281	67,61	9,289	62,90

### 1.2 Кернеуі 0,4 кВ қорғаныстық комутационды аппаратураларды және өткізгіш өнімдерін таңдау

Цехтағы температура  $25^{\circ}\text{C} \Rightarrow K_t = 1;$

Ұзақ мерзімді режим  $\Rightarrow K_{пв} = 1;$

Кабельде үш талсым болғандықтан  $\Rightarrow K_n = 1;$

$K_t$  – ортаның есептік темп. токтарға түзету коэффициенті

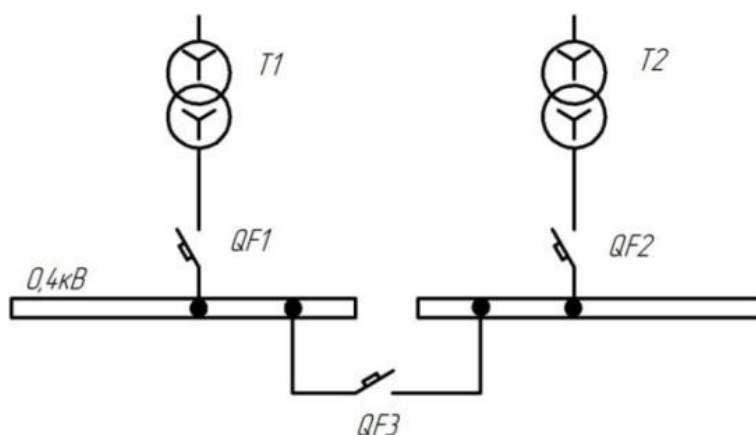
$K_{пв}$  – эл. қабылдағыштың жұмыс режимін ескеретін коэф.

$K_n$  – жанында жатқан сым мен кабельдердің санын ескеретін коэф.

$K_3$  – асқын жүктемеден қорғау қажеттілігін ескеретін коэф.

Кірме және секция автоматты ажыратқыштарын таңдау

Кірме және секция автоматты ажыратқыштарының орналасуы 1-суретте көрсетілген.



**1-сурет - Кірме және секция автоматты ажыратқыштарының орналасуы**

*1.2.1 Кернеуі 0,4 кВ кірмесіне автоматты таңдау*

$$I_{p(A)} = 1095,93 \text{ A}$$

$$P_H = 160 \text{ кВт}$$

$$U_H = 0,38 \text{ кВ}$$

$$K_H = 0,65$$

$$\cos \varphi = 0,91$$

$$\eta = 0,92$$

$$K = \frac{I_{\text{пуск}}}{I_{\text{ном}}} = 6$$

Есептік тоқты анықтаймыз

$$I_p = \frac{I_{p(A)}}{2} = \frac{1095,93}{2} = 547,97 \text{ A}$$

Цех бойынша ең қуатты қозғалтқыштың (сорғы) номиналды тоғын анықтаймыз

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \eta \cdot \cos \varphi} = \frac{160}{1,73 \cdot 0,38 \cdot 0,92 \cdot 0,9} = 293,94 \text{ A}$$

Іске қосу тоғын анықтаймыз

$$I_{\text{пуск}} = I_H \cdot K = 293,94 \cdot 6 = 1763,65 \text{ A}$$

Ең жоғары тоқты анықтаймыз

$$I_{\text{ник.}} = I_{\text{пуск}} + (I_p - K_H \cdot I_H)$$

$$I_{ник.} = 1763,65 + (1095,93 - 0,65 \cdot 293,94) = 2668,51A$$

Кіріме автоматты ажыратқышты екі шарт бойынша таңдаймыз

$$I_{mp} \geq 1,1 \cdot I_p = 1,1 \cdot 1095,93 = 1205,5A;$$

$$I_{эp} \geq 1,25 \cdot I_{ник} = 1,25 \cdot 2668,51 = 3335,64A$$

ВА74-43 маркалы автоматты таңдаймыз:

$$I_H = 1600 A;$$

$$I_{т.рас} = 1250 A;$$

$$I_{эл.рас} = 5625 A.$$

$I_{т.рас}$  – жылу ағытқышының тоғы;

$I_{эл.рас}$  – электр магнитті ағытқышының тоғы.

*1.2.2 Секциялық автоматты ажыратқышты таңдау*

Ең жоғары токты анықтаймыз

$$I_{ник} = I_{пуск} + (I_{p(A)} - K_u \cdot I_H)$$

$$I_{ник} = 1763,65 + (547,97 - 0,65 \cdot 293,94) = 2120,55A$$

Секциялық автоматты ажыратқышты екі шарт бойынша таңдаймыз:

$$I_{mp} \geq 1,1 \cdot I_p = 1,1 \cdot 547,97 = 602,77A$$

$$I_{эp} \geq 1,25 \cdot I_{ник} = 1,25 \cdot 2120,55 = 2650,69A$$

ВА74-40 маркалы автоматты таңдаймыз:

$$I_H = 800 A;$$

$$I_{т.рас} = 625 A;$$

$$I_{эл.рас} = 4688 A .$$

Кірімедегі уақытты ұстау уақыты 0,38 сек, ал секциялықта уақытты ұстау уақыты 0,18 сек.

Түйінге және электр қабылдағышқа қорғаныстық, коммутациялық аппаратураны және қондырғы таңдау

*1.2.3 Бір электр қабылдағышқа коммутациялық аппаратураны және қондырғы таңдау*

Таңдау үшін мәліметтер:

$$P_H = 160 \text{ кВт}$$

$$U_H = 0,38 \text{ кВ}$$

$$\cos\phi = 0,91$$

$$\eta = 0,935$$

$$K = 6$$

$$K_u = 0,8$$

$$K_t = 1, \quad t^\circ = 25 \text{ }^\circ\text{C} \text{ болғандықтан;}$$

$$K_n = 1, \quad n = 3 \text{ болғандықтан;}$$

$$K_{пв} = 1, \quad \text{ұзақ мерзімді режим болғандықтан;}$$

$$K_{поп} = K_t * K_n * K_{пв} = 1$$

$$K_3 = 1, \quad \text{торап асқын жүктемеден қорғаныс талап еткендіктен.}$$

Қозғалтқыштың номиналды тоғын таңдаймыз:

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \eta \cdot \cos\phi} = \frac{160}{1,73 \cdot 0,38 \cdot 0,935 \cdot 0,91} = 286 \text{ А}$$

Қозғалтқыштың іске қосу тоғы:

$$I_{н\text{уск.}} = I_H \cdot K = 286 \cdot 6 = 1716,3 \text{ А}$$

Автоматты таңдаймыз:

$$I_{Т.РАС} \geq 1,1 \cdot I_{н\text{д}} = 1,1 \cdot 286 = 314,65 \text{ А;}$$

$$I_{\text{ЭЛ.РАС}} \geq 1,25 \cdot I_{н\text{уск}} = 1,25 \cdot 1716,3 = 2145,4 \text{ А.}$$

Келесі маркалы автоматты ажыратқыш таңдаймыз:

ВА52-39

$$I_H = 630 \text{ А}$$

$$I_{тр} = 320 \text{ А}$$

$$I_{\text{ЭЛ.РАС}} = 3200 \text{ А}$$

Контактор:

$$I_{нд} = 286 \text{ А} \quad \text{Марка КМ-2037} \quad I_{ном} = 400 \text{ А}$$

Кабельді екі шарт бойынша таңдаймыз:



$$I_{ДОП} = \frac{I_{НД}}{K_{ПОПР}} = \frac{286}{1} = 286A$$

$$I_{ДОП} = \frac{I_3 \cdot K_3}{K_{ПОПР}} = \frac{320 \cdot 1}{1} = 320A$$

Таңдалған қозғалтқыш қорек алатын қосалқы станциядан ШРА-1 түйініне коммутационды аппаратура мен қондырғы таңдау

Берілгені:

$$I_p = 373 A$$

$$I_{шик} = 1945,58A$$

Автоматты таңдау:

$$I_{Т.РАС} \leq 1,1 \cdot I_p = 1,1 \cdot 373 = 410,3A$$

$$I_{ЭЛ.РАС} \geq 1,25 \cdot I_{шик} = 1,25 \cdot 1945,58 = 2431,98A$$

ШРА-1-ге келесі маркалы автоматты ажыратқыш таңдаймыз:

ВА51-39

$$I_n = 630 A$$

$$I_{тр} = 500 A$$

$$I_{эл.рас} = 2500 A$$

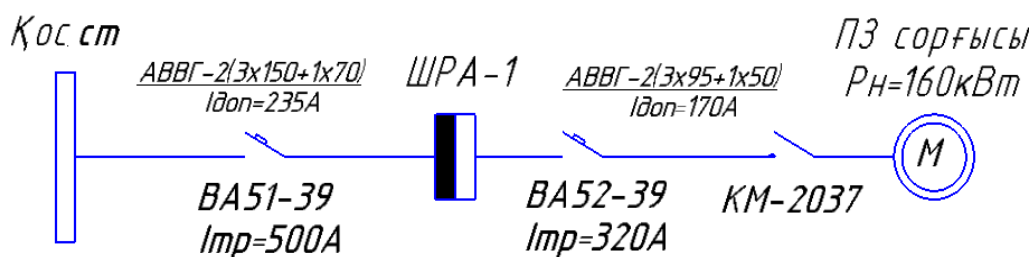
Кабельді екі шарт бойынша таңдаймыз:

$$I_{дон} \geq \frac{I_{p(A)}}{K_{нонр}} = \frac{373}{0,92} = 405A$$

$$I_{дон} \geq \frac{I_3 \cdot K_3}{K_{нонр}} = \frac{500 \cdot 1}{0,92} = 445,97A$$

мұнда  $K_3=1$ , автомат үшін

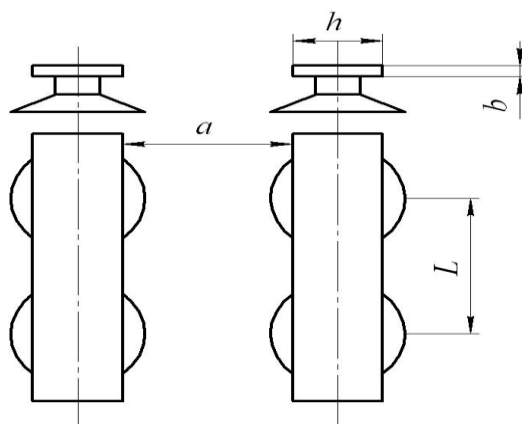
Қосалқы станциядан электр қозғалтқышқа дейінгі қорғаныстық коммутационды аппаратура мен өткізгіштік өнімі 2-суретте көрсетілген.



2-сурет - Қосалқы станциядан электр қозғалтқышқа дейінгі қорғаныстық коммутационды аппаратура мен өткізгіштік өнім

## 2 Электр жабдықтары мен 1000 в жоғары өткізгішті өнімді таңдау

3-суретте Кернеуі 0,4 кВ шина таңдау сұлбасы көрсетілген.



3-сурет - Шиналардың орналасуы

Таңдау үшін мәліметтер:

$$I_{p(A)} = 1095,93A$$

$$U_n = 0,38кВ$$

$$a=150 \text{ мм}$$

$$L=800 \text{ мм}$$

$$I'' = 9,11кА$$

$$I_\infty = 9,11кА$$

$$i_y = 17,58кА$$

$$K_{нор} = 0,92$$

### 2.1 Шектеулі мүмкін тоқ бойынша шина таңдау

#### 2.1.1 Шектеулі мүмкін тоқты анықтау

$$I_{дон} \geq \frac{I_{p(A)}}{K_{нор}} = \frac{1095,93}{0,92} = 1191,22A$$

$$F = 1,76 \cdot K_\phi \cdot i_y^2 \cdot \frac{L}{a} \cdot 10^{-7}$$

$$F = 1,76 \cdot 1 \cdot (17,58 \cdot 10^3)^2 \cdot \frac{800}{150} \cdot 10^{-7} = 290,1H$$

Бүгілмелі момент

$$M = \frac{F \cdot L}{10} = \frac{290,1 \cdot 0,8}{10} = 23,208 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Кернеу моменті

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{6 \cdot 0,6^2}{6} = 0,36 \text{ см}^2.$$

Металлдағы кернеу

$$\sigma_{рас} = \frac{M}{W} = \frac{23,208}{0,36} = 64,47 \text{ МПа}.$$

Металлдағы кернеуді сәйкес мүкін кернеу мен салыстырамыз

$$\sigma_{дон} = 64,47 \text{ Мпа}$$

$70 \geq 64,47$  - шина динамикалық тұрақтылық бойынша өтеді

Таңдалған шинаны термиялық тұрақтылыққа тексереміз:

Шинаның бастапқы температурасын анықтаймыз

$$\mathfrak{T}_{нач} = \mathfrak{T}_0 + (\mathfrak{T}_{дон} - \mathfrak{T}_0) \cdot \left( \frac{I_p}{I_{дон}} \right)^2$$

$$\mathfrak{T}_{нач} = 25 + (70 - 25) \left( \frac{547,96}{1350} \right)^2 = 32,2^\circ \text{C}$$

мұнда  $I_p \equiv \frac{I_p(A)}{2}$

Бастапқы температура бойынша бөлінетін жылуды анықтаймыз

$$A_{нач} = 0,32 \cdot 10^4 \text{ А}^2 \cdot \text{с/мм}^2.$$

Жылулық импульсті анықтаймыз

$$B'' = \frac{I''}{I_\infty} = \frac{9,11}{9,11} = 1.$$

Келтірілген мерзімдік уақытты анықтаймыз

$$t_{np.n} = f(\beta''; t_g) = f(1; 1,995) = 1,62 \text{ с}.$$

Келтірілген периодтық уақытты анықтаймыз

$$t_{np.a} = 0,05 \cdot (B//)^2 = 0,05 \cdot (1)^2 = 0,05c.$$

Толық келтірілген уақытты анықтаймыз

$$t_{np} = t_{np.n} + t_{np.a} = 1,62 + 0,05 = 1,67c$$

Қысқа тұйықталудағы бөлінген жылу мөлшерін анықтаймыз

$$A_k = A_n + \frac{I_\infty^2}{(e \cdot h)^2} \cdot t_{np} = 0,322 \cdot 10^4 + \left(\frac{9,11}{(60 \cdot 6)}\right)^2 \cdot 1,67 = 1,06 \cdot 10^4 \frac{A^2 C}{mm}$$

Қысқа тұйықталудағы қызудың соңғы температурасын анықтаймыз

$$T_k = 106^\circ C$$

Соңғы температураны рұқсат етілген температурамен салыстырамыз

$$T_{доп} = 200^\circ C$$

$200^\circ \geq 106^\circ$ -шина қызу тұрақтылығы бойынша өтеді

*2.1.2 Жоғары вольтты ажыратқыш пен айырғышты таңдау және тексеру*

Берілген мәлімет:

$$U_n = 6 \text{ кВ};$$

$$I_{p(a)} = 74,6 \text{ А}$$

$$I'' = 5,2 \text{ кА}$$

$$i_y = 10,3 \text{ кА}$$

$$t_{p3} = 0,025 \text{ с};$$

$$t_\theta = 0,05 \text{ с}.$$

Кернеу бойынша вакуумды ажыратқышты таңдау

$$U_{н.в} \geq U_{уст} = 6 \text{ кВ}.$$

Номинал ток бойынша

$$I_{р.вв} \geq I_{p(a)} = 74,6 \text{ А}.$$

Ішкі құралымы.

Вакуумды ажыратқышты таңдаймыз

ВММ-10А-400-10У2

Ажырату тоғы бойынша тексереміз

$$\begin{aligned} I_{откл. вык.} &\geq I'' \text{ кА}; \\ 10 &\geq 5,2 \text{ кА}; \\ I_{а вык} &\geq i_{ат} \text{ кА}; \\ i_{Авык} &= 0,4 * 10 = 4 \text{ кА}; \end{aligned}$$

мұнда 40% - Ажыратқыштың ажырату токтағы аperiodты токтың үлесі  
 $\tau$  уақыттағы аperiodты ток:

$$i_{ат} = \sqrt{2} \cdot I'' \cdot e^{-\frac{\tau}{Tа}} = 1,41 \cdot 5,2 \cdot 0,01 = 0,073$$

мұнда  $e^{-\frac{\tau}{Tа}} = 0,01$

$$i_{Авык} \geq i_{ат} \text{ кА};$$

$$4 \geq 0,073 \text{ кА}.$$

Динамикалық төзімділігін тексереміз :

$$I_{пр.с} \geq I'' \text{ кА};$$

$$10 \text{ кА} \geq 5,2 \text{ кА};$$

$$i_{пр.с} \geq i_y \text{ кА};$$

$$25,5 \text{ кА} \geq 10,03 \text{ кА};$$

$I_{пр.с}$  и  $i_{пр.с}$  – каталогтан алынған мәліметтер.

Ажыратқыш динамикалық тұрақты. Термиялық төзімділігін тексереміз

$$I_{НТУ}^2 * t_{НТУ} \geq \beta_k;$$

$$I_{НТУ}^2 * t_{НТУ} = 10^2 * 3 = 300 \text{ кА}^2 \text{ с};$$

$$\beta_k = (I'')^2 * (t_g + T_a) = 5,2^2 * (0,075 + 0,01) = 2,29 \text{ кА}^2 \text{ с};$$



$$t_g = t_{p3} + t_e = 0,025 + 0,05 = 0,075 \text{ с}$$

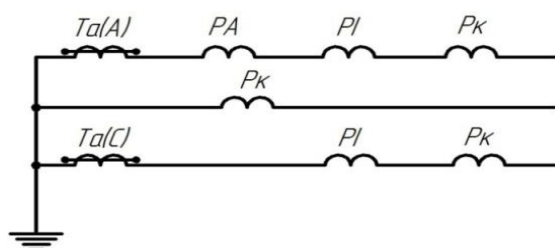
$$300 \text{ кА}^2\text{с} \geq 2,29 \text{ кА}^2\text{с}.$$

Вакуумді ажыратқыш термиялық тұрақты. Жоғары вольтті қондырғыны таңдау 5-кестеде көрсетілген.

### 5-кесте - Жоғары вольтті қондырғыны таңдау

Таңдау шарты	Есептік берілгендер	Каталогтық мәліметтер		Ескерту
		ВММ-10А-400-10У2	РВЗ-6-400	
$U_H \geq U_{уст}$	6	10	6	U бойынша
$I_H \geq I_{p(A)}$	74,6	400	400	I бойынша
$I_{откл} \geq I''$	5,2	10	41	Өшіру тоғы бойынша
$i_{ат} = \sqrt{2} * I'' * e^{-\frac{\tau}{Ta}} \geq i_a$	0,073	4	-	-
$I_{прс} \geq I''$	5,2	10	-	Динамикалық тұрақтылық
$i_{прс} \geq i_y$	10,3	25,5	-	Динамикалық тұрақтылық
$I_{нту}^2 * t_{нту} \geq \beta_k$	2,29	300	-	Термиялық тұрақтылық
Жетегі	-	ППВ	ПР-10	-

Өлшеу тоқ трансформаторын таңдау және тексеру сұлбасы 4-суретте көрсетілген.



4-сурет - Тоқ трансформатор желісі

Берілгені:

$$I_{p(a)} = 74,6 \text{ А} \quad I'' = 5,2 \text{ кА} \quad U_H = 6 \text{ кВ} \quad i_{уд} = 10,3 \text{ Ка}$$

Тоқ пен кернеу бойынша тоқ трансформаторын таңдау

$$a) I_{1TT} \geq I_{p(a)} \quad 100 > 74,6$$

$$б) U_{1TT} \geq U_{уст} \quad 10 \geq 6$$

Тоқ трансформаторының маркасын таңдау:

ТПЛ-10-100/5-УЗ

$$R_k=0,4 \quad t_{thy}=3 \text{ с} \quad K_{TK}=45 \quad K_d=250$$

Динамикалық беріктігіне тексереміз:

$$K_{ду} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{1TT} \geq i_{уд}$$

$$250 \cdot 1,41 \cdot 0,1 \geq 10,3$$

Термиялық тұрақтылығын тексереміз:

$$(K_{ty} \cdot I_{1TT})^2 \cdot t_{thy} \geq B_k$$

$$(K_{ty} \cdot I_{1TT})^2 \cdot t_{thy} \geq (I'')^2 \cdot (t_d + T_a)$$

$$(45 \cdot 0,1)^2 \cdot 3 \geq (5,2)^2 \cdot (0,05 + 0,01)$$

$$60,75 > 1,62$$

Тоқ трансформаторы термиялық тұрақты.

Дәлдік классы бойынша тексереміз:

Өлшеуіштер есептеу есебін жүргізгендіктен, дәлдік классы 0,5 тең болуы қажет. Аспаптың техникалық берілгендері б-кестеде келтірілген.

#### б-кесте - Аспаптың техникалық берілгендері

Құрал атауы	Типі	Фаза бойынша жүктеме		
		A(ВА)	B(ВА)	C(ВА)
PI	CA3Y	2,5		2,5
PK	CP4Y	2,5	0,55	2,5
PA	Э712	0,5		
Барлығы		5,5	0,55	5

Сым кедергісін анықтаймыз

$$R_k \geq R_{\text{кон}} + R_{\text{приб}} + R_{\text{пров}}$$

$R_k = 0,4$  Ом себебі дәлдік классы 0,5

$R_{\text{кон}} = 0,1$  Ом себебі екі құралдан көп

$$R_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_{2\text{тт}}^2} = \frac{5,5}{5^2} = 0,22 \text{ Ом}$$

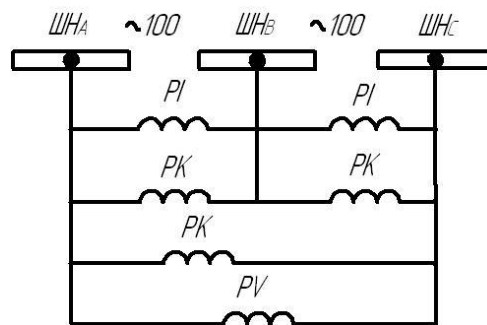
$$R_{\text{пров}} = R_k - R_{\text{кон}} - R_{\text{приб}} = 0,4 - 0,1 - 0,22 = 0,08 \text{ Ом}$$

Сым қимасын анықтаймыз:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L}{R_{\text{пров}} \cdot \gamma} = \frac{\sqrt{3} \cdot 4}{0,08 \cdot 32} = 2,7 \text{ мм}^2$$

мұнда  $\gamma = 32$

Кернеу трансформаторын таңдау мен тексеру сұлбасы 5-суретте көрсетілген.



**5-сурет - Кернеу трансформатор желісі**

2.1.3 Кернеу бойынша кернеу трансформаторын таңдау

$$U_{1\text{тн}} \geq U_{\text{уст}} \quad 6 \text{ кВ} = 6 \text{ кВ}$$

Кернеу трансформаторын таңдаймыз: НТМИ-6-66-У3  
 $S_k = 75 \text{ ВА}$

Аспаптың техникалық берілгендері 7-кестеде келтірілген.

## 7- кесте - Аспап берілгендері

Атауы	Типі	S	cosφ	sinφ	n	n <sub>1</sub>	P <sub>н</sub>	Q <sub>н</sub>
PI	САЗУ	0,75	0,38	0,92	6	2	0,98	19,32
PK	CP4Y	0,75	0,38	0,92	2	3	0,99	0,66
PV	Э335	2	1	0	1	1	2	0
Барлығы							3,97	8,98

Активті және реактивті есептеуіштер қуатын таңдаймыз

$$P_{\Sigma a} = S \cdot \cos\phi \cdot n \cdot n_1 = 1,75 \cdot 0,38 \cdot 6 \cdot 2 = 7,98 \text{ Вт};$$

$$Q_{\Sigma a} = S \cdot \sin\phi \cdot n \cdot n_1 = 1,75 \cdot 0,92 \cdot 6 \cdot 2 = 19,32 \text{ Вар};$$

$$P_{\Sigma p} = S \cdot \cos\phi \cdot n \cdot n_1 = 1,75 \cdot 0,38 \cdot 2 \cdot 3 = 3,99 \text{ Вт};$$

$$Q_{\Sigma p} = S \cdot \sin\phi \cdot n \cdot n_1 = 1,75 \cdot 0,92 \cdot 2 \cdot 3 = 9,66 \text{ Вар};$$

$$P_{\Sigma} = P_{\Sigma a} + P_{\Sigma p} + P_{PV} = 7,98 + 3,99 + 2 = 13,97 \text{ Вт};$$

$$Q_{\Sigma} = Q_{\Sigma a} + Q_{\Sigma p} = 19,32 + 9,66 = 28,98 \text{ Вар}$$

Толық қуат

$$S = \sqrt{P_{\Sigma}^2 + Q_{\Sigma}^2} = \sqrt{13,97^2 + 28,98^2} = \sqrt{195 + 839,8} = 32,16 \text{ ВА.}$$

## 2.2 Релелік қорғаныс және автоматика

Күштік трансформатордың релелік қорғанысы

Бастапқы деректер:

$$I_p = 74,6 \text{ А}$$

$$I_{k2} = 5,2 \text{ кА}$$

$$I_{k3} = 9,11 \text{ кА}$$

ТПЛ-10-100/5 тоқ трансформаторын таңдаймыз. Трансформация коэффициенті  $K_{\text{тт}} = 100/5 = 20$ . Күштік трансформатордың релелік қорғанысы SEPAM терминалын қолдануымен орындалған.

Қорғаныстың жұмыс істеу тоғы

$$I_{c3} = \frac{K_n \cdot K_{c.з} \cdot I_{p.a}}{K_{\phi}} = \frac{1,1 \cdot 2 \cdot 74,6}{0,975} = 168,33 \text{ А}$$

мұндағы,  $K_H$ ,  $K_{C3}$ ,  $K_B$  – қозғалтқыштарды өздік қосу, SEPAM үшін қайтару, беріктілік коэффициенттері.

SEPAM жұмыс істеу тоғы.

$$I_{c.c} = \frac{K_{cx} \cdot I_{c.3}}{K_{TT}} = \frac{1 \cdot 168,33}{20} = 8,16A$$

SEPAM  $-I_{yct} = 9$  А тағайындама шамасын қабылдаймыз.

### 2.2.1 Сезімталдығын тексеру

1) Күштік трансформатордың трансформация коэффициентін анықтаймыз

$$K_{cm} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{6}{0,4} = 15$$

2) Кернеуі 0,4 кВ-қа қысқа тұйықталу тоғын бкВ желісіне аударамыз.

$$I_{k3}(0.4) = \frac{I_{k3}}{K_{cm}} = \frac{9110}{15} = 607,33A$$

Таңдалған тағайындаманың ескеруімен қорғаныстың жұмыс істеу тоғын есептейміз

$$I_{c.p1} = \frac{K_{mm} \cdot I_{yct}}{K_{cx}} = \frac{20 \cdot 9}{1} = 180A$$

3) Сезімталдық коэффициенті

$$K_{\check{c}} = \frac{0,867 \cdot I_{k3}(0.4)}{I_{c.3.1}} = \frac{0,867 \cdot 607,33}{168,33} = 3,13 > 1,5, \text{ ПУЭ бойынша}$$

SEPAM қолдануымен тоқ бөлуінің тағайындама шамасын есептеу

1) Қорғаныстың әсер ету тоғы

$$I_{c.3} = K_H \cdot I_{k3}(0.4) = 1,05 \cdot 607,33 = 637,69A$$

2) Реленің әсер ету тоғы

$$I_{c.p} = \frac{K_{cx} \cdot I_{c.3}}{K_{TT}} = \frac{1 \cdot 637,69}{20} = 31,8A$$

3) SEPAM тағайындаманы таңдаймыз,  $I_{yct} = 32A$

4) Таңдалған тағайындаманың ескерілуімен қорғаныстың әсер ету тоғы

$$I_{p.c1} = \frac{K_{тт} \cdot I_{уст}}{K_{сх}} = \frac{20 \cdot 32}{1} = 640A$$

5) Сезімталдық коэффициенті

$$K_q = \frac{0,867 \cdot I_{кз}(6)}{I_{p.c1}} = \frac{0,867 \cdot 5200}{640} = 7,04 > 2$$

Бір фазалы қысқа тұйықталу тогынан қорғау сигналға әсер етеді. SEPAM-ды бір фазалы жерге тұйықталудан қорғау үшін өлшеу құрылғысы ретінде пайдаланған кезде селективті қорғаныстың іске қосылуы оқшауланған бейтараптық режимінде (желі жұмысының барлық режимдерінің ең азы мүмкін) жүреді. Желі сыйымдылығының жалпы тогы кез-келген фидерге тең. Мах (сыртқы ОЗЗ бар) өз сыйымдылығы ток айтарлықтай асып қамтамасыз ете алады. Осы Шарттың қорғаныс әсерінен болатын токтың екі шарты: салмақсыздық және жедел жадтың сыртқы шарттары.

$$I_{сз} \geq K_{он} \cdot K_{бр} \cdot I_{с.фид.макс} ,$$

мұндағы,  $K_{он}=1,2$ (беріктілік коэффициенті);

$K_{бр}=1-1,5$ (сыйымдылық тоғын лақтыру коэффициенті) SEPAM үшін қабылданған;

$I_c$  - сезімталдықтың әсер ету шарты:

$$K_q = I_{сs} / I_{сз} = 1,5-2$$

Кабельді линияның ұзындығы  $L = 0,5$ км,[25], 39 беттегі кестемен сәйкес, таңдалған кабельдің  $25\text{мм}^2$  қимасы үшін сыйымдылық тоғы  $I_c = 0,5$ А/км. Кабельді линияның сыйымдылық тоғы,

$$I_{с.фид.макс} = L \cdot I_c = 0,5 \cdot 0,5 = 0,25A.$$

сыртқы ОЗЗ үшін әсер етпеу шарты,

$$I_{сз} \geq K_{он} \cdot K_{бр} \cdot I_{с.фид.макс} = 1,2 \cdot 1,5 \cdot 0,25 = 0,45A.$$

SEPAM-ға  $I_{сз}=0,8A$  саламыз және келесі формула бойынша сезімталдық коэффициентін тексереміз

$$K_q = \frac{I_{сs}}{I_{сз}} = \frac{25}{0,45} = 55,5 > 1,5$$

Сыйымдылық тоғы  $I_{c.3}=25A$ , электротехникалық зертхананың берілгені бойынша.

Доғадан қорғау. Ашық доғалар мен қысқа тұйықталу жағдайында КСО зақымдануды азайту үшін батареяның барлық бөліктерінде орындалады. Доғалық қорғаныс электр тізбегінде қорғаныс қосылысының қысқа тұйықталу тогының мәнін бақылау арқылы жүзеге асырылады. Логикалық доғалық қорғаныс сигналы SEPAM-ға жіберіледі.

### **3 Әр түрлі есептеу әдістерін қолдана отырып 1000 в жоғары желілерде қысқа тұйықталу тоқтарын анықтау**

#### **3.1 Қысқа тұйықталу**

Қысқа тұйықталу-бұл электр тізбегіндегі әртүрлі потенциалдары бар нүктелердің бір-біріне ең аз кедергі арқылы электрлік қосылуы. Қысқа тұйықталу Электр қондырғыларының оқшаулағыштарының зақымдануынан, ток өткізгіш бөліктердің бір-бірімен немесе жермен тікелей немесе өткізгіштер арқылы жанасуынан болады. Қуатты ток тұтынушыларын бір уақытта қосу желідегі ток күшінің артуына әкеледі, өйткені сымдар әдетте қызып кетеді және тарату біліктері жанып кетуі мүмкін. Тізбектегі ток рұқсат етілген мәннен асып кетсе, қысқа тұйықталу пайда болады.

Қысқа тұйықталудың салдары және оның алдын алу әдістері. Қысқа тұйықталу-зиянды құбылыс. Қысқа тұйықталу жағдайында электр энергиясын қажетсіз тұтынумен қатар ток көзі де істен шығады. Осы уақытта пайда болатын күшті токтар сымдарды қатты қыздыратындықтан, олар өте қауіпті, олар өрт тудыруы мүмкін. Олай болса, тұйық контурды құрайтын сымдар тек бір-бірінен ғана емес, сонымен қатар еденнен, яғни қабырғадан, еденнен және т.б. жақсы оқшаулануы керек.

Қысқа тұйықталудың негізгі себебі-электр жабдықтарын оқшаулаудың бұзылуы. Бұған мыналар себеп болуы мүмкін: желінің шамадан тыс жүктелуі, оқшаулаудың қартаюы, оқшаулаудың механикалық зақымдануы және т.б. Электр қондырғыларының зақымдануының себебі көбінесе қызмет көрсетушілердің біліктілігі жоқ әрекеттері болып табылады.

Қысқа тұйықталу-жерге тұйықталу немесе нөлдік сымды бір фазалы немесе екі фазалы сымға қосу. Екі өткізгіштің әртүрлі потенциалдармен өзара әрекеттесуі алынады. Қосылым қысқа деп аталады, себебі ол электрлік құралсыз болды. Бұл сымдар қосылған кезде кішкене жарылыс болады.

Қысқа тұйықталудан қорғаудың ыңғайлы әдісі-жүйені уақтылы өшіру кезінде апатты болдырмайтын қосқыш. Лезде әрекет ететін блокаторлар бар, олардың жұмыс принципі электромагниттік. Сондай-ақ, газ тарату клапаны бар қосқыш бар.

Кернеуі 1000 В-тан жоғары электр қондырғыларындағы қысқа тұйықталу режимдерін есептеу электр қосу схемаларын таңдау.

Жабдықтар мен қосқыштарды іріктеу және тексеру. Релелік қорғанысты есептеу және басқа мақсаттар үшін жүргізіледі.



3.1.1 Кернеуі 6 кВ шиналарындағы қысқа тұйықталудағы тоқты есептеу

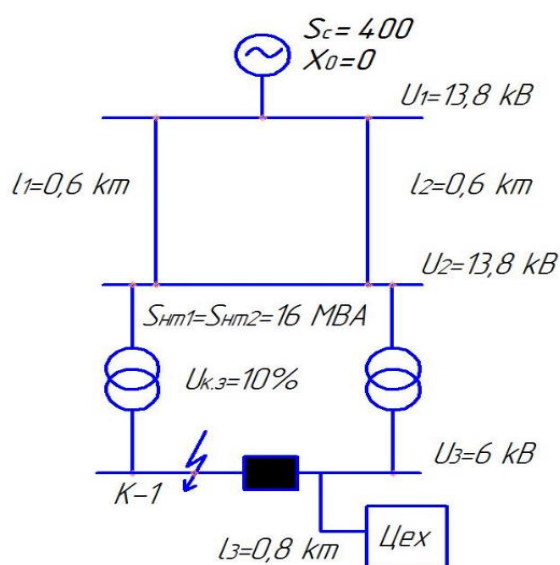
Қысқа тұйықталу жағдайында тандалған электр жабдықтарының ағымдағы кедергісін тексеру үшін біз оларды есептейміз.

Қысқа тұйықталу тогын есептеу салыстырмалы бірліктерде жүзеге асырылады, негіз өлшеу арқылы орнатылады және барлық кедергілер базалық мәнге қатысты көрсетіледі. Шығындық мағлұматтар 8-кестеде көрсетілген.

8 - кесте - Қысқа тұйықталудағы тоқты есептеу үшін шығындық мағлұмат

$S_C$	$X_C$	$S_{1HT}=S_{2HT}$	$U_{кз}$	$U_1=U_2$	$U_3$	$L_1=L_2$	$L_3=L_4$
МВА		МВА	%	кВ	кВ	кМ	кМ
400	0	16	10	13,8	6	0,6	0,8

6-суретте цехтің сыртқы электрмен қамтамасыздандыру сұлбасы көрсетілген.



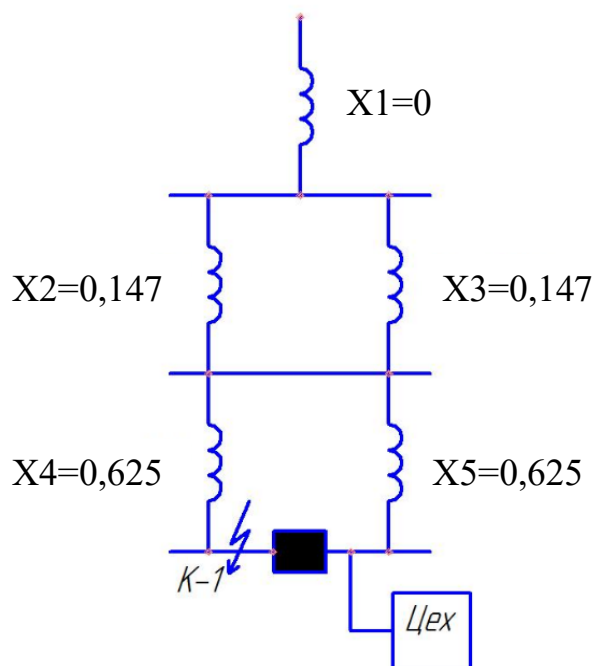
6-сурет – Жобаланатын цехтің сыртқы электрмен қамтамасыздандыру сұлбасы

Негізгі шартқа, негізгі қуатқа сұраулар береміз. 7-суретте және 8- суретте орынбасу сұлбасын қоямыз.

$S_B = 100$  МВА, негізгі кернеу  $U_B = 6,3$  кВ мен негізгі тоқты анықтаймыз:

$$I_B = \frac{S_B}{\sqrt{3} \cdot U_6} = \frac{100}{1,73 \cdot 6,3} = 9,17 \text{ Ka}$$

Орын басу сұлбасы 7-суретте көрсетілген.



**7-сурет – Орын басу сұлбасы**

Қорек көзінің кедергісі анықтаймыз:

$$X_1 = X_C \cdot \frac{S_B}{S_C} = 0 \frac{100}{400} = 0$$

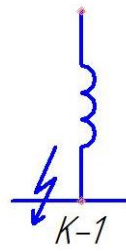
Сызықтар кедергісі анықтаймыз:

$$X_2 = X_3 = l_1 \cdot X_0 \cdot \frac{S_B}{U_{CP}^2} = 0,7 \cdot 0,4 \cdot \frac{100}{13,8^2} = 0,147$$

Екі орамды трансформатор кедергісін анықтаймыз :

$$X_4 = X_5 = \frac{U_K\%}{100} \cdot \frac{S_B}{S_{HT}} = \frac{10}{100} \cdot \frac{100}{16} = 0,625$$

Орынбасу сұлбасы 8-суретте көрсетілген.



8-сурет - Орын басу сұлбасы

Есептік кедергіні анықтаймыз:

$$X_{рас} = X_{рез} \cdot \frac{S_c}{S_B} = 0,772 \cdot \frac{400}{100} = 3,08 > 3$$

### 3.2 «Шектелмеген қуаттар жүйесі» әдісі арқылы есептеу

Базистік ток :

$$I_B = \frac{S_B}{\sqrt{3} * U_{CP}}$$

$$I_B = \frac{100}{1,73 * 6,3} = 9,17 \text{ кА}$$

Қысқа тұйықталудың аса өтпелі тогын анықтаймыз:

$$I'' = I_{\infty} = \frac{I_B}{X_{PE3}} = \frac{9,17}{0,772} = 11,87 \text{ кА}$$

Қысқа тұйықталудың соққы тогын анықтаймыз:

$$i_{yD} = \sqrt{2} * K_y * I'' = 1,41 * 1,369 * 11,87 = 22,91 \text{ кА}$$

Қысқа тұйықталудағы токтың толық жүретін мәні:

$$I_y = I'' \sqrt{1 + 2(K_y - 1)^2} = 11,87 * \sqrt{1 + 2(1,369 - 1)^2} = 13,38 \text{ кА}$$

Қысқа тұйықталудағы тоқтың қуаты:

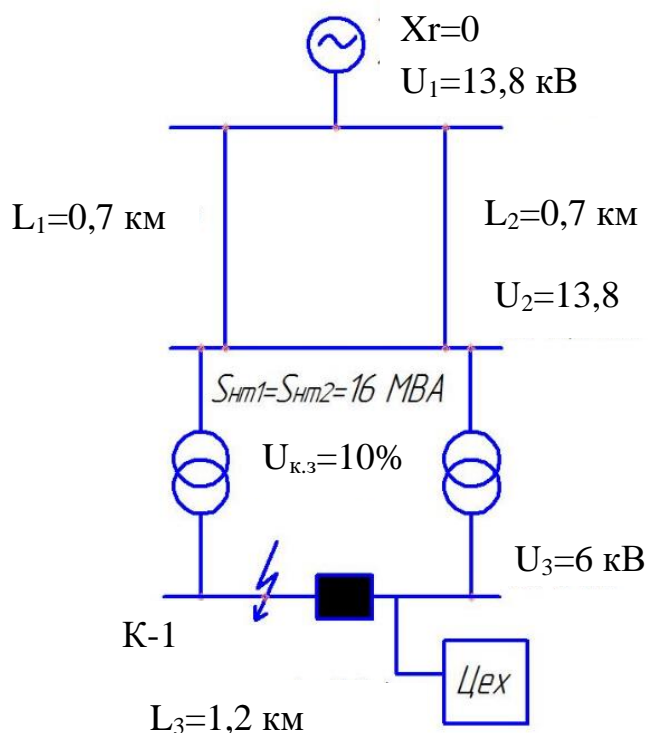
$$S'' = \frac{S_B}{X_{PE3}} = \frac{100}{0,772} = 129,53 \text{ MVA}$$

Қысқа тұйықталу тогын есептеуге кеткен шығындық мағлұмат 9-кестеде көрсетілген. Жобаланатын цехтің сыртқы электрмен қамтамасыздандыру сұлбасы 9-суретте көрсетілген.

**9- кесте - Қысқа тұйықталудағы тоқты есептеу үшін шығындық мағлұмат**

$S_r$	$X_r$	$S_{1HT}=S_{2HT}$	$U_{кз}$	$U_1=U_2$	$U_3$	$L_1=L_2$	$L_3=L_4$
MVA	MVA	MVA	%	кВ	кВ	км	км
200	0	16	10	13,8	6	0,7	1,2

Жобаланатын цехтің сыртқы электрмен қамтамасыздандыру сұлбасы 9-суретте көрсетілген.

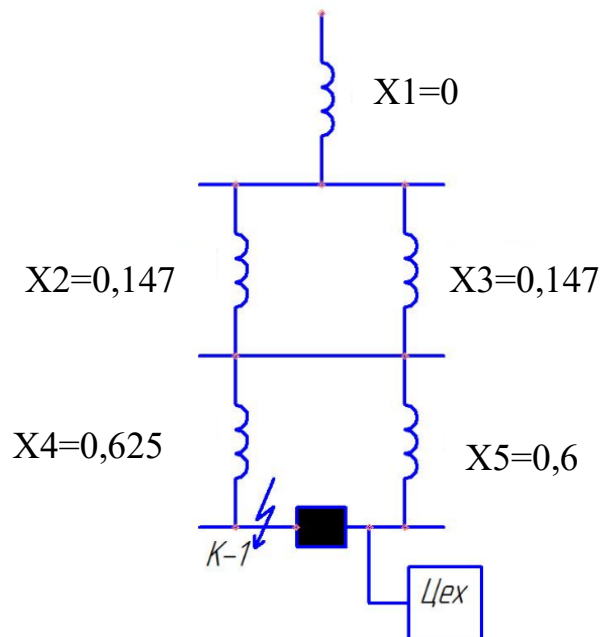


**9-сурет – Жобаланатын цехтің сыртқы электрмен қамтамасыздандыру сұлбасы**

$S_B = 100$  МВА, негізгі кернеу  $U_B = 6,3$  кВ мен негізгі тоқты анықтаймыз:

$$I_B = \frac{S_B}{\sqrt{3} * U_B} = \frac{100}{1,73 * 6,3} = 9,17 \text{ кА}$$

Негізгі шартқа, негізгі қуатқа сұраулар береміз. Орынбасу сұлбасын саламыз, 10-сурет.



**10-сурет – Орын басу сұлбасы**

Қорек көзінің кедергісі анықтаймыз:

$$X_1 = X_c \cdot \frac{S_B}{S_r} = 0,125 \cdot \frac{100}{200} = 0,06$$

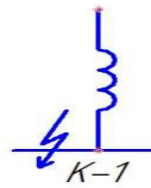
Сызықтар кедергісі анықтаймыз:

$$X_2 = X_3 = l_1 \cdot X_0 \cdot \frac{S_B}{U_{cp}^2} = 0,7 \cdot 0,4 \cdot \frac{100}{13,8^2} = 0,147$$

Екі орамды трансформатор кедергісін анықтаймыз :

$$X_4 = X_5 = \frac{U_K\%}{100} \cdot \frac{S_B}{S_{nm}} = \frac{10}{100} \cdot \frac{100}{16} = 0,625$$

Орынбасу сұлбасы 11-суретте көрсетілген.



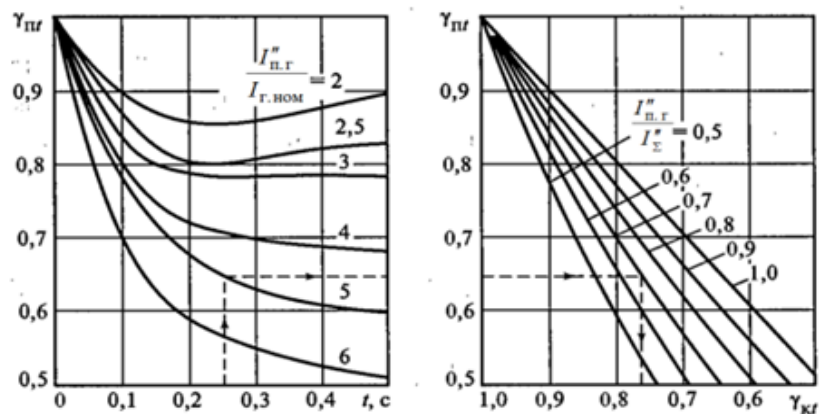
11-сурет - Орын басу сұлбасы

Есептік кедергіні анықтаймыз:

$$X_{рас} = X_{рез} \cdot \frac{S_c}{S_B} = 0,832 \cdot \frac{200}{100} = 1,6 < 3$$

### 3.3 Жобалық қисықтар бойынша қысқа тұйықталу тогын есептеу әдісі

Жобалық қысқа тұйықталу қисықтары 12-суретте көрсетілген.



12-сурет – Жобалық қысқа тұйықталу қисықтары

$$I_H = \frac{S_r}{\sqrt{3} \cdot U_{CP}} = \frac{200}{1,73 \cdot 6,3} = 18,3 \text{ кА}$$

Мұндағы номиналды ток :

$$I_n = I \cdot n(n) \Sigma I_n$$

$$I_{nt} = t=0 = 0,7 \cdot 18,3 = 12,8 \text{ кА}$$

$$I_{nt} = t=0,1 = 0,69 \cdot 18,3 = 12,6 \text{ кА}$$

$$I_{nt} = t=0,2 = 0,68 \cdot 18,3 = 12,4 \text{ кА}$$

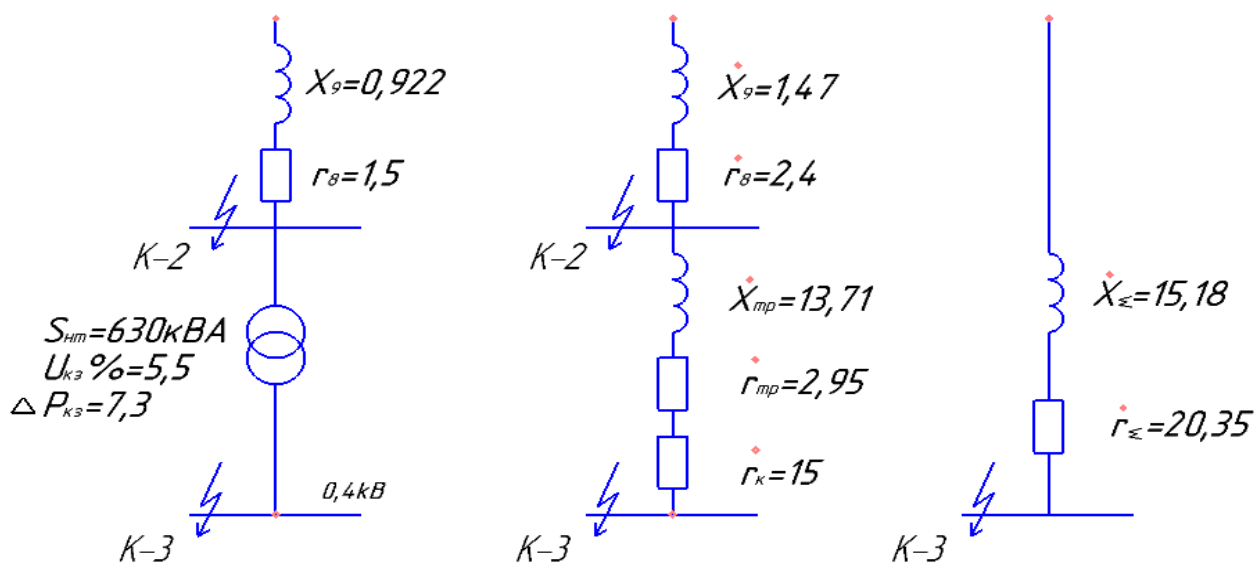
$$I_{nt} = t=0,3 = 0,7 \cdot 18,3 = 12,8 \text{ кА}$$

$$I_{nt} = t=0,4 = 0,74 \cdot 18,3 = 13,5 \text{ кА}$$

Есептеу қисықтары әдісі. Бұл әдіс 1940 жылдан бастап жасалған. Кезеңнің салыстырмалы мәнін анықтауға мүмкіндік береді. Электр энергиясын беру қашықтығы мен уақытына байланысты қысқа тұйықталу тогының құрамдас бөлігі. Есептеу бөлек жүргізілуі керек. Әр түрлі типтегі және қашықтықтағы генераторлық қондырғылар үшін.

### 3.4 Цехтың қосалқы станциясындағы шиналардың 0,4 кВ қысқа тұйықталу тогын есептеу

Ескертпе: есептеу номиналды бірліктерде жүргізіледі, ал барлық кедергілер миллиметрмен 13-суретте көрсетілген.



13-сурет – Орын басу және қосалқы станция сұлбасы

Трансформатордың салыстырмалы активті және реактивті кедергілерін анықтаймыз:

$$r_{тп} = \frac{P_{кз}}{S_{шт}} = \frac{7,3}{630} = 0,0116 \text{ мОм}$$

$$x_{тп} = \sqrt{\left(\frac{U_{кз}\%}{100}\right)^2 - r_{тп}^2} = \sqrt{\left(\frac{5,5}{100}\right)^2 - 0,0116^2} = 0,054 \text{ мОм}$$

Кернеуі 0,4 кВ жақтауының жоғары жағындағы салыстырмалы кедергіні миллиомға келтіреміз.

$$x'_9 = x_9 \cdot \frac{U_{cp}^2}{S_6} = 0,922 \cdot \frac{400^2}{100000} = 1,47 \text{ МОм}$$

$$r_8 = r_8 \cdot \frac{U_{cp}^2}{S_6} = 1,5 \cdot \frac{400^2}{100000} = 2,4 \text{ МОм}$$

Суммарлы активті және реактивті кедергілерді анықтаймыз:

$$r_{\Sigma} = r_8 + r_{mp} + r_k = 2,4 + 2,95 + 15 = 20,35 \text{ МОм}$$

$$x_{\Sigma} = x_9 + x_{mp} = 1,47 + 13,71 = 15,18 \text{ МОм}$$

Егер ажыратқыштың, машинаның және т.б. байланыс кедергісі, доғаның ауыспалы кедергісі белгісіз болса, онда өлшемдерге сәйкес, 0,4 кВ шиналардағы қысқа тұйықталу тогын есептеу кезінде кедергілер жиынтығы ескеріледі.  $R_k = 15 \text{ МОм}$ . Қысқа тұйықталу нүктелеріндегі тоқтардың мәліметтері 12-кестеде көрсетілген.

Толық кедергісі:

$$Z_{pez} = \sqrt{r_{\Sigma}^2 + x_{\Sigma}^2} = \sqrt{20,35^2 + 15,18^2} = 25,38 \text{ МОм}$$

Қысқа тұйықталудағы жоғары өткізгіштік ток:

$$I'' = I_{\infty} = \frac{U_{сркз}}{\sqrt{3} \cdot Z_{pez}} = \frac{400}{1,73 \cdot 25,38} = 9,11 \text{ кА}$$

Қысқа тұйықталудағы соққы тоғы:

$$i_{y\partial} = K_y \cdot \sqrt{2} \cdot I'' = 1,369 \cdot 1,41 \cdot 9,11 = 17,58 \text{ кА}$$

Қысқа тұйықталудағы токтың толық жүретін мәні:

$$I_y = I'' \cdot \sqrt{1 + 2(K_y - 1)^2} = 9,1 \cdot \sqrt{1 + 2(1,369 - 1)^2} = 10,26 \text{ кА}$$

$$\text{Қуат: } S'' = \sqrt{3} \cdot U_{сркз} \cdot I'' = 1,73 \cdot 0,4 \cdot 9,11 = 6,3 \text{ МВА}$$



**10-кесте--Қысқа тұйықталу нүктелеріндегі тоқтардың мәліметтері:**

ҚТ орны	$I''$ ,кА	$I_{\infty}$ , кА	$i_{уд}$ , кА	$I_y$ ,кА	$S''$ , МВА
ГПП шиналарда	11,87	11,87	22,91	13,38	129,53
РУ шиналарда	5,2	5,2	10,03	5,86	56,8
0,4 кВ шиналарда	9,11	9,11	17,58	10,26	6,3

## ҚОРЫТЫНДЫ

Қысқаша айтқанда, электрмен қамтамасыз ету сұлбасын таңдау және орнатылатын электр жабдықты негіздеу және электр жабдықтары мен 1000 В жоғары өткізгішті өнім таңдау бөлімдері есептелді. Бірінші бөлімде 0,4 кВ жақтауындағы электрлік жүктеменің есебі және 0,4 кВ қорғаныстық коммутационды аппаратураларды және өткізгіш өнімдері таңдалып 1-6 кестелерде қорытынды мәндері келтірілген.

Кернеуі 0,4 кВ жақтауындағы электрлік жүктемелер есептелді. Бір электр қабылдағышқа коммутациялық аппаратураны және қондырғы таңдап бірінші бөлімді аяқтадым.

Екінші бөлімде кернеуі 0,4 кВ шина және жоғарғы вольтті қондырғы таңдап алдым. Шектеулі мүмкін тоқты анықтап, жоғары вольтты ажыратқыш пен айырғышты тексеріп есептеу жүргізілді. Кернеу бойынша кернеу трансформаторын таңдап сезімталдылыққа тексердім. Релелік қорғаныс пен жерлендіру құрылғысы есептелді. Еңбекті қорғау бөлімі қондырғыны жерлендіру бойынша жазылды.

Негізгі үшінші бөлімде қысқа тұйықталу жайында қысқаша мәлімет жаздым. Таңдап алынған электржабдықты қысқа тұйықталудағы тоққа беріктілігін тексеру үшін олардың есебін жүргіздім.

Қысқа тұйықталудың салдары және оның алдын алу әдістерін қарастырдым. Шектелмеген қуаттар жүйесінде.Базистік тоқ  $I_B = 9,17кА$ . Қысқа тұйықталудың аса өтпелі тогы  $I'' = 11,87кА$ . Қысқа тұйықталудың соққы тогы  $I_{уд} = 22,91кА$ . Қысқа тұйықталудағы тоқтың толық жүретін мәні  $I_y = 13,38кА$ .

Жобалық қисықтар бойынша қысқа тұйықталу тогы. Номиналды тоқ  $I_n = 18,3кА$ . Цехтың қосалқы станциясындағы шиналардың 0,4 кВ қысқа тұйықталу тогы. Қысқа тұйықталудағы жоғары өткізгіштік тоқ  $I'' = 9,11кА$ . Қысқа тұйықталудың соққы тогы  $I_{уд} = 17,58кА$ . Қысқа тұйықталудағы тоқтың толық жүретін мәні  $I_y = 10,26кА$ . Есептеу арқылы салыстырмалы түрде шыққан мәліметтерді қорытындылай келе кестелерге енгіздім.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Кабельные и воздушные линии электропередачи, Бадалян Н.П., 2019 ж.- 27-86 б.
- 2 Электрическая часть станций и подстанций. Шихкеримов И.А., Изд-во МЭИ, 2012ж. - 224 б.
- 3 Шаповалов «Справочник по расчету электрических сетей». Издательство ТПУ, 2015ж. - 47–66 б.
- 4 Справочная книга для проектирования электрического освещения//Под редакцией К.Н.Кнорринга.- М.: Энергия, 2013ж. - 387 б.
- 5 Проектирование электрической сети. Малдыбаева Т. С., Бердибеков А. О. Аденова Д. Методические указания к курсовой работе для студентов специальности 5в071800) - Алматы:КазНТУ им. К. И. Сатпаева, 2016. б. 1-45.
- 6 В.И. Григорьев «Справочник энергетика». -М Колос, 2012ж.
- 7 [https://bigenc.ru/technology\\_and\\_technique/text/2146410](https://bigenc.ru/technology_and_technique/text/2146410)
- 8 <https://extxe.com/22451/vozdushnye-linii-jelektroperedach-vljep/>
- 9 [https://studwood.net/2265836/metod\\_raschetnyh\\_krivyh](https://studwood.net/2265836/metod_raschetnyh_krivyh)