

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

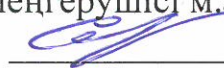
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

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

«Энергетика» кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

«Энергетика» кафедрасының  
меңгерушісі м.а. PhD докторы

 Е.А. Сарсенбаев

« 8 » 05 2019 г.

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

«Шардара су электр станциясының релелік қорғанысы мен  
автоматтандыруын жаңғырту»

5B071800 – «Электр энергетикасы» мамандығы бойынша

Орындаған:

Бейсенова П.М.

Пікір беруші

Ғылыми жетекші

АЭЖБУ «Электр машиналары және  
электржетегі» кафедрасының  
жетекшісі т.ғ.к., доцент

т.ғ.к., сениор-лектор

 К.Ж. Калиева

 А.А. Жуматова

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 ж.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 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, ассистент профессор

 Е.А. Сарсенбаев

«28» 01 2019 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Бейсенова Перизат Молдабекқызы

Тақырыбы: «Шардара су электр станциясының релелік қорғанысы мен автоматтандыруын жаңғырту»

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

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2019 жылғы «30» сәуір

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Шардара су электр станциясының сұлбалары;

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Релелік қорғанысты есептеу

б) Арнайы бөлімде Schneider Electric ток тізбегімен қоректенетін релелік қорғанысының құрылғысын қарастыру

в) Экономикалық бөлім

г) Электр қауіпсіздігі бөлімі

Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдарды слайдпен дайындау

Ұсынылатын негізгі әдебиет: 15 атау

Дипломдық жұмысты дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Негізгі бөлім	02.04.2019 ж.	тоқ
Арнайы бөлім	15.04.2019 ж.	тоқ
Экономикалық бөлім	18.04.2019 ж.	тоқ
Электр қауіпсіздігі бөлімі	22.04.2019 ж.	тоқ

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Экономикалық бөлімі	А.А. Жуматова т.ғ.к., сениор-лектор	06.05.19ж	тжр
Еңбек қорғау бөлімі	А.А. Жуматова т.ғ.к., сениор-лектор	06.05.19ж	тжр
Норма бақылаушы	Н.Е. Балгаев сениор-лектор	06.05.19ж	БН

Ғылыми жетекші тжр А.А. Жуматова  
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы Бейсенова П.М.  
(қолы)

Күні " 02 " 05 2019 ж.



**Ғылыми жетекшінің пікірі**

Шардара су электр станциясының релелік қорғанысы мен автоматтандыруын  
жаңғырту

Бейсенова Перизат Молдабекқызы

5B071800-Электр энергетика

**Тақырыбы:** «Шардара су электр станциясының релелік қорғанысы мен автоматтандыруын жаңғырту бойынша релелік қорғанысты есептеу мен Schneider Electric ток тізбегімен қоректенетін релелік қорғанысының құрылғысы қарастырылған.

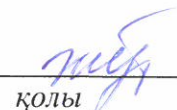
Дипломдық жұмыста 110/6кВ бас төмендеткіш қосалқы станциясының трансформаторларының релелік қорғанысы және Трансформаторлардың дифференциалды қорғанысы есептелінген. Сонымен қатар асқын жүктемеден қорғаныс және трансформатордың газдық қорғанысы келтірілген.

Электр қауіпсіздік бөлімінде қауіпсіздік техникасы және электр тораптарының қауіптілігін талдау қарастырылған.

Жұмысты орындау кезінде Бейсенова Перизат өзін жауапкершілігі жоғары, білім алуға талпынысы бар, еңбекқорлығы жақсы студент ретінде көрсетті.

Жалпы дипломдық жұмысты 93% «өте жақсы» деп бағалауға, ал қорғаушы Бейсенова Перизат 5B071800-Электр энергетика мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры академиялық дәрежесіне лайық деп санауға болады.

**Ғылыми жетекші**  
«Энергетика» кафедрасының  
т.ғ.к., сениор-лектор

  
қолы \_\_\_\_\_ Жуматова А.А.  
« 08 » \_\_\_\_\_ 05 \_\_\_\_\_ 20 19 ж.

## РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

(жұмыс түрінің атауы)

Бейсенова Перизат Молдабекқызы

(білім алушының Т.А.Ә.)

5B071800- Электр энергетика

(мамандық атауы мен шифрі)

Тақырыбы: Шардара су электр станциясының релелік қорғанысы мен автоматтандыруын жаңғырту

Орындалды:

а) графикалық бөлім \_\_\_\_\_ парак

б) түсініктеме \_\_\_\_\_ бет

### ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Дипломдық жұмыс «Шардара су электр станциясының релелік қорғанысы мен автоматтандыруын жаңғырту» бойынша Шардара СЭС туралы жалпы мәліметтер және 110/6кВ бас төмендеткіш қосалқы станциясының трансформаторларының релелік қорғанысының сұрақтары қарастырылған.

Электр қауіпсіздігі бөлімінде электр тораптарының қауіптілігін талдау және адам организміне электр тоғының әсері келтірілген.

### Ескерту

Түсініктемелік жазбада граматикалық қателер кездеседі.

### ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы дипломдық жұмысты 93% « өте жақсы» деп бағалауға , ал студент Бейсенова Перизат Молдабекқызы 5B071800- Электр энергетика мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры академиялық дәрежесіне лайық деп есептеймін.

### РЕЦЕНЗЕНТ

АЭЖБУ «Электр машиналары және  
электр жетегі» кафедрасының жетекшісі

Т.К. Калиева

К.Ж. Калиева

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:** Бейсенова Перизат Молдабеккызы

**Название:** Шардара су электр станциясының релелік корғанысы мен автоматтандыруын жаңғырту.doc

**Координатор:** Асель Жуматова

**Коэффициент подобия 1:**9,4

**Коэффициент подобия 2:**3,5

**Тревога:**76

**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:

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

8.05.2019



Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

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

.....  
8.05.2019

Дата

.....  
Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения



## 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:** Бейсенова Перизат Молдабекқызы

**Название:** Шардара су электр станциясының релелік корғанысы мен автоматтандыруын жаңғырту.doc

**Координатор:** Асель Жуматова

**Коэффициент подобия 1:** 9,4

**Коэффициент подобия 2:** 3,5

**Тревога:** 76

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

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



Обоснование:

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

06.05.19 г.

Дата

Мир. Мухомова А. А.

Подпись Научного руководителя

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Сәтбаев университеті  
Т.К. Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты  
«Энергетика» кафедрасы

Бейсенова Перизат Молдабекқызы

«Шардара су электр станциясының релелік қорғанысы мен  
автоматтандыруын жаңғырту»

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

Мамандығы 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:**  
Энергетика кафедра меңгерушісі  
асс.профессор, PhD  
\_\_\_\_\_ Е.А. Сарсенбаев  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**  
«Шардара су электр станциясының релелік қорғанысы мен  
автоматтандыруын жаңғырту»

Орындаған:

Бейсенова П.М.

Пікір беруші

Ғылыми жетекші

Т.Ғ.К., доцент

Т.Ғ.К., сениор-лектор

\_\_\_\_\_ К.Ж. Калиева

\_\_\_\_\_ А.А. Жуматова

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 ж.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 ж.



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Сәтбаев университеті  
Т.К. Бәсенов атындағы Сәулет және құрылыс институты  
«Энергетика» кафедрасы

5B071800 - Электр энергетикасы

**БЕКІТЕМІН**

Кафедра меңгерушісі м.а.,  
PhD, ассистент профессор  
\_\_\_\_\_ Е.А. Сарсенбаев  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Бейсенова Перизат Молдабекқызы

Тақырыбы: «Шардара су электр станциясының релелік қорғанысы мен автоматтандыруын жаңғырту»

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

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2019 жылғы «30» сәуір

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Шардара су электр станциясының сұлбалары;

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- a) Негізгі бөлім \_\_\_\_\_
- б) Арнайы бөлім \_\_\_\_\_
- в) Экономикалық бөлім \_\_\_\_\_
- г) Электр қауіпсіздігі бөлімі \_\_\_\_\_

Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдарды слайдпен дайындау  
Ұсынылатын негізгі әдебиет: 13 атау \_\_\_\_\_

Дипломдық жұмысты дайындау  
**КЕСТЕСІ**

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Негізгі бөлім	02.04.2019 ж.	
Арнайы бөлім	15.04.2019 ж.	
Экономикалық бөлім	18.04.2019 ж.	
Электр қауіпсіздігі бөлімі	22.04.2019 ж.	

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
Экономикалық бөлімі	А.А. Жуматова т.ғ.к., сениор-лектор		
Еңбек қорғау бөлімі	А.А. Жуматова т.ғ.к., сениор-лектор		
Норма бақылаушы	Н.Е. Балгаев сениор-лектор		

Ғылыми жетекші \_\_\_\_\_ А.А. Жуматова  
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы \_\_\_\_\_ Бейсенова П.М.  
(қолы)

Күні " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2019 ж.

## АНДАТПА

Дипломдық жұмысымда Шардара су электр станциясының релелік қорғанысы мен автоматтандыруын жаңғырту жүргіздім. Релелік қорғаныс жүргізу барысында дистанциондық, дифференциалдық, нөлдік реттілік тоқ қорғанысы, максималды тоқ қорғанысы, асқын жүктемеден қорғаныс есептеулерін жүргіздім. Қысқа тұйықталу, асқын жүктеме және т.б. апатты жағдайларға төтеп бере алатын коммутациялық аппараттарды таңдап, селективті картасын құрастырып, оперативті сұлбасын қарастырдым.

Дипломдық жұмыстың өмір тіршілік қауіпсіздік бөлімінде жөндеу-механикалық цехіне жарықтандыру жүргізіп, оған таңдалатын шам түрін анықтадым. Экономикалық бөлімінде қосалқы станцияны орнатуға кететін қаражатты анықтап, оның салғандағы қай уақыттан кейін пайда алып келетінін қарастырдым.

## АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе рассмотрела модернизацию релейной защиты и автоматики Шардаринской ГЭС. В качестве релейной защиты были проведены следующие расчеты: дистанционная защита, дифференциальная защита, токовая защита нулевой последовательности, максимальная токовая защита, защита от перегрузки. Выбрал коммутационное оборудование, которое может противостоять стихийным бедствиям, таких как короткое замыкание, перегруз и т.п. Затем разработал селективную карту, и рассматривал оперативную схему.

В разделе исследовательского проекта безопасности жизнедеятельности провел освещения ремонтно-механического цеха и выбрал соответствующие виды ламп. В экономической части была рассчитана технико-экономическая целесообразность строительство подстанции и возможная прибыль.

## ANNOTATION

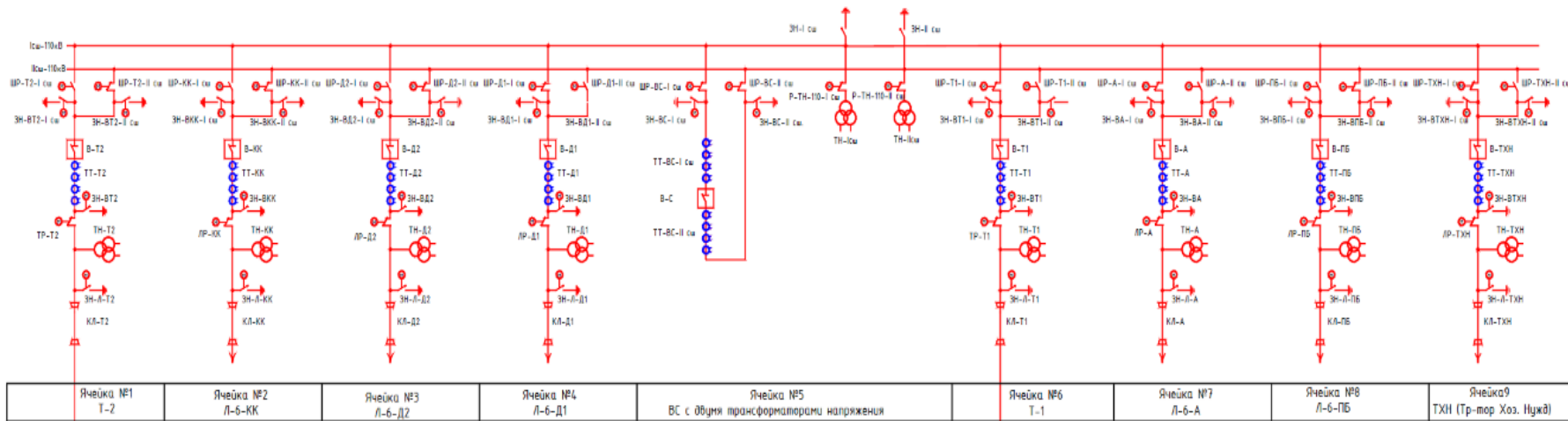
In this project I set protect of two coil transformer substation. As relay defence next calculations were conducted: the controlled from distance defence, differential defence, current defence of a zero sequence, maximal current defence, protecting from an overload. Chose an interconnect equipment that can resist to the natural calamities, such as a short circuit etc. Then worked out a selective map, and examined an operative chart.

In the division of research project of safety of vital functions conducted illuminations of repair-mechanical workshop and chose the appropriate types of lamps. In economic part technical and economic expediency construction of substation and possible profit is calculated the degree project.

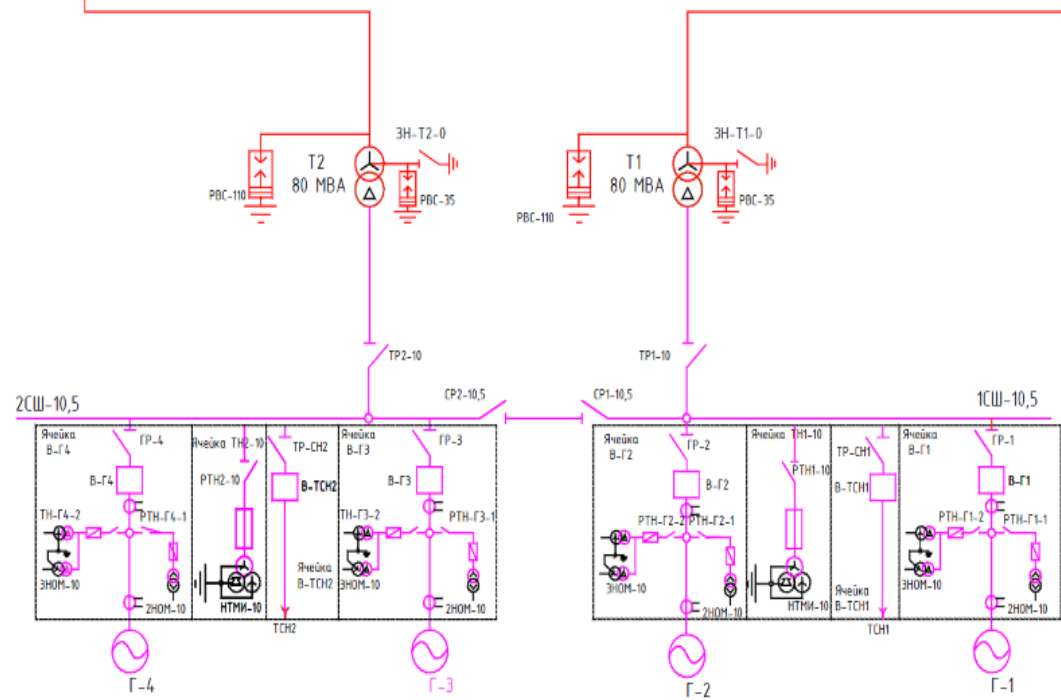


## МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Негізгі бөлім	8
1.1	Шардара СЭС туралы жалпы мәліметтер	8
1.2	Релелік қорғанысты есептеу	11
1.3	110/6кВ бас төмендеткіш қосалқы станциясының трансформаторларының релелік қорғанысы	19
1.3.1	Трансформаторлардың дифференциалды қорғанысы	19
1.3.2	Сыртқы қысқа тұйықталулардан трансформатордың максималды тоқтық қорғанысы	24
1.3.3	Асқын жүктемеден қорғаныс	26
1.3.4	Трансформатордың газдық қорғанысы	26
2	Schneider Electric ток тізбегімен қоректенетін релелік қорғанысының құрылғысы	29
2.1	Ауыспалы жұмыс тоғындағы релелік қорғаныс	30
2.2	Ағымдық ажыратқыштың ашық катушкаларын қолдану	33
3	Экономикалық бөлім	39
3.1	Автоматика және цифрлық қорғаныс құрылғылары АжЦҚ-110 қосалқы станциясына релелік қорғанысты енгізу тиімділігінің экономикалық есептемесі	39
3.2	Электроникалық қорғаныс құрылғыларын УЭЗФМ-110 қызметке және тағайын шамасына кететін шығындарға есептеме жүргізу	41
3.3	Келтірілген шығындар бойынша кеткен қаржының қайту мерзімін есептеу	43
4	Электр қауіпсіздігі бөлімі	45
4.1	Қауіпсіздік техникасы	45
4.2	Электр тораптарының қауіптілігін талдау	50
4.3	Жермен қосудың есебі	52
	Қорытынды	58
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	59



Технологический эскиз/шлейф
Стороны шин: I секция шин 110кВ, 1250А
Стороны шин: II секция шин 110кВ, 1250А
Комбинированный разъединитель Автоматическая выключатель ручной электромеханической ручкой разрывной пробой
Силы/базис выключатель: 4к=1250А; только 315кА
Трансформатор тока
Комбинированный разъединитель Автоматическая выключатель
Трансформатор напряжения 50/100/100
Быстродействующий разъединитель
В/В кабель: АПВВВн-6Л/110кВ
ВЛ-110кВ
Действующие наименования ячеек



1.2-сурет – Шардара СЭС-ның бір линиялық сұлбасы

## КІРІСПЕ

Тұрақсыз энергетикалық жүйелер мен төтенше жағдайларға байланысты электр станциялары, қосалқы станциялар, электр беру желілері.

Бұл электр қондырғыларына және тұтынушы құрылғыларына зақым келтіруі мүмкін. Уақытылы шаралар қабылданса, шұғыл шараларға жол берілмейді. Электрлік құралда немесе қуат көзінде қауіпті жағдайлар туындаса, оны белгіленген уақытта өшіру керек. Автоматты орнату арқасында жылдам әрі тез. Автоматты құрылғылар күтпеген және зиянды жағдайларда жұмыс істейді, релелік қорғаныс элементіне үнемі мониторинг жүргізеді. Релелік қорғаныс апат аймағын жылдам анықтайды және зақымдалған бөлікті электр жүйесінен жылдам ажыратады. Релелік қорғаныс - электр жүйесінің негізгі бөлігі және басқа электр қондырғыларымен тығыз байланыста.

Бұл Шардара су электр станциясының релелік қорғауды жақсартуға арналған. Бұл станция ажыратқыштар, ажыратқыштар, ажыратқыштар, ток трансформаторлары, кернеу трансформаторлары және үздіксіз қуат және авариялық қысқа тұйықталу токтарын ұстап тұруға және ұстауға қабілетті автобустарды таңдау болып табылады. Қазіргі заманғы релелік қорғаныс гидроэлектриктерін ескере отырып. Қорғаныс релесін сынау кезінде келесі қорғаныс түрлері бойынша есептеулер жасалды:

- артық токтан қорғау;
- дифференциалды қорғау;
- қашықтықтан қорғау;
- нөлдік тізбектің токын қорғау;
- Өте жоғары кернеуді қорғау.

Гидроэнергетикалық релелік қорғаныспен қатар мен құтқару цехы мен машина цехын жабуды қамтамасыз еттім және экономикалық бөлімдерде жобаланған шығындарға байланысты қосалқы станция құрылысын төлеу үшін қанша уақыт жұмсадық туралы жалпы ақпарат ұсындым.



## 1.1 Негізгі бөлім

### 1.1 Шардара СЭС туралы жалпы мәліметтер

Гидроарал институтының Орталық Азия филиалының жобасы бойынша Сырдария өзенінде Шардар гидротехникалық гидротехникалық кешені құрылды. С.Я. Саңырауқұлақты КСРО Ауыл шаруашылығы министрлігінің мақұлдауымен (12 қазан, №20 хаттама). Оның мақсаты күрделі: суару, энергия, су тасқынына бақылау, балық шаруашылығы. 1.1-суретте Шардара су электр станциясының пайда болуы көрсетілген. Гидроэлектрстансасының су қоймасы, Оңтүстік Қазақстан облысының Шардар қаласында орналасқан.

Гидроэнергетика жобасының (Орталық Азия бөлімі) Институтының шешіміне сәйкес, 1960 жылы Шардара су қоймасына техникалық толықтыру аяқталды және жұмыс сызбалары ұсынылды. Құрылыс сол сызбаларға сәйкес жүргізілді. Шардарахстрой әкімшілігінің бірінші басшысы Қасымов А.К. болды, штаб-пәтері Жаучикке келді.

Ағындарды реттеу маусымдық болып табылады, ал жыл өте сирек. Шардара СЭС-і - 10, пайдалану мерзімі - 10/15/1967. Шардара ГЭС - Нарын-Сырдария каскадының соңғы СЭС.

«Шардара СЭС» АҚ 100% -дық қатысуымен, Оңтүстік Қазақстан облысының мемлекеттік мүлік және жекешелендіру жөніндегі аумақтық комитеті, тамыздың 25-і. Қазақстан Республикасы Үкіметінің 4 ақпандағы қаулысымен бекітілген Шардара СЭС-ның мүліктік кешенінің базасында №76 қаулыны орындау мақсатында құрылған. Сонымен қатар, Шардара ГРЭС-і 1998 жылғы 22 қыркүйекте Шардара СЭС-і мен қоймаға бөлу балансына сәйкес құқықтар мен міндеттердің құқық иеленушісі болып табылады. .

Шардара СЭС Сырдария өзенінің ортаңғы бөлігінде орналасқан және Нарын-Сырдария сарқырамасындағы қоршау үшін ілгек.

Шардара су электр станциясы өзенінің түбінен 5 шақырымға дейін созылатын Жаушикум жотасының етегінде орналасқан. Шардара маусымдық реттелетін су қоймасының гидроэнергетикалық жүйесі күрделі кешенде жобаланып, салынған, оны пайдаланудың негізгі бағыттарының бірі орта және төменгі өзен жағалауларында орналасқан құнарлы ауыл шаруашылық жерлерін суару болып табылады.

Шардара гидравликалық желісінің құрылысы энергетикалық режимде суару қызметтерін қамтамасыз етуге және жоғарғы сарқыраманың суаруын суарудан босатуға мүмкіндік берді.

«Шардара СЭС» АҚ жалғыз акционері «Самұрық-Энерго» АҚ болып табылады, оның үлесі 92,14% құрайды.

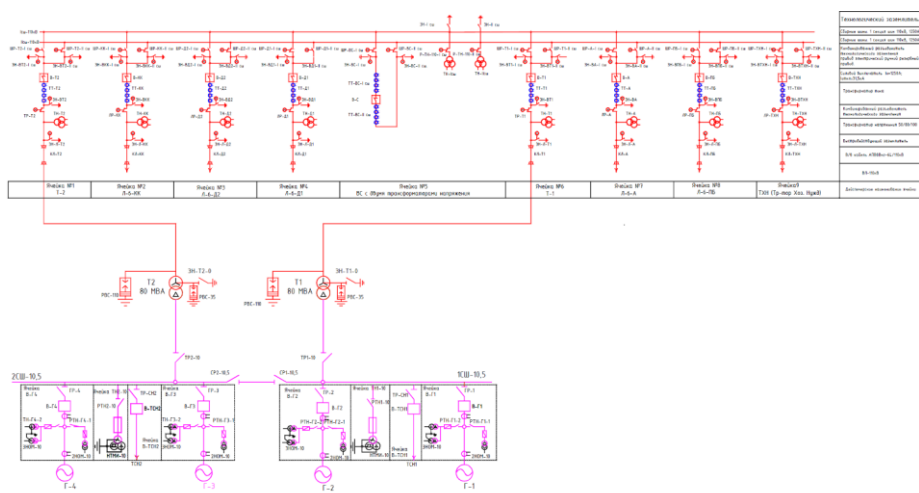
2013 жылы электр энергиясын өндіру 1683 млн. кВт / сағ құрады. жасады.



**1.1-сурет – Шардара СЭС-ның сыртқы көрінісі**

«Шардара СЭС» АҚ құрудың мақсаты - Нарын-Сырдария каскадының су-энергетикалық кешенін пайдалану бойынша іс-әрекеттерді үйлестіруді күшейту, су бассейні потенциалын пайдаланудың тиімділігін арттыру, Қазақстан Республикасының оңтүстік аймағын энергиямен қамтуболып табылады.

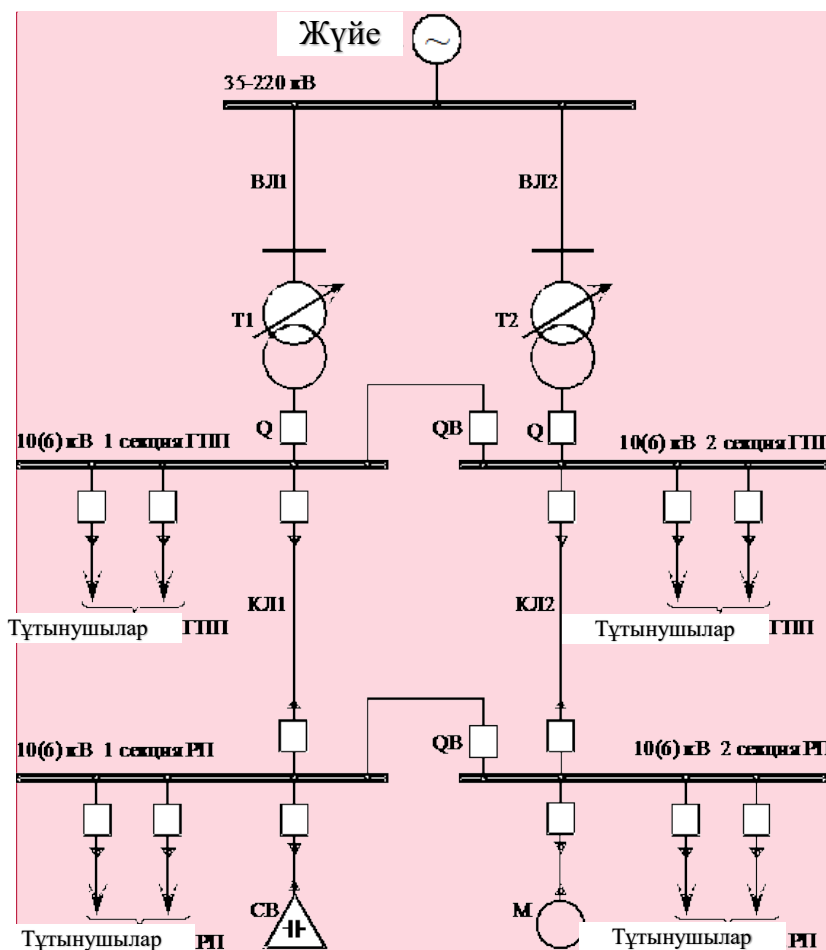
Шардара СЭС-ның бір линиялық сұлбасы 1.2-суретте келтірілген.



1.2-сурет – Шардара СЭС-ның бір линиялық сұлбасы

## 1.2 Релелік қорғанысты есептеу

Есептеменің берілгені: 1) Электрлендіру жүйесінің бастапқы сұлбасында электр құрылғыларының қуатымен түрлері, электр беру желісінің ұзындығы, номиналды кернеуі және жүктеме қуаты (1.3-сурет).



Добавлено примечание ([s1]):

1.3-сурет - Электрлендіру жүйесінің бастапқы сұлбасы

2) Релелік қорғаныстың бастапқы мәндері:

Жүйе

Кернеуі	110 кВ
Қысқа тұйықталу қуаты $S_k$	900 МВА
ЭЖБ тұтынушының ұзындығы АЖ1 (АЖ2)	9 км

Негізгі төмендеткіш қосалқы станция (НТҚ)

Кернеуі	6 кВ
Трансформатор түрі мен қуаты	ТМН-80000 кВА
Кабельдік желінің қуаты КЖ1 (КЖ2), $P_{кж1\ max} = P_{кж2\ max}$ ,	$P_{кж1\ max} = 1,7\ МВт$
$tgj$	$tgj=0,2$
Кабельдік желінің ұзындығы КЛ1 (КЛ2)	1,4 км
Кабельдік желінің суммалық ұзындығы	18 км

Тарататын пункт (ТП)

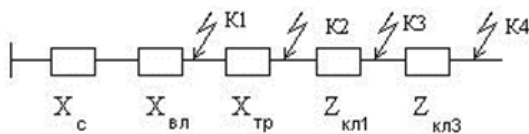
Электрқондырғының түрі мен қуаты	КУ-400 квар
КЖ ұзындығыэ лектрқондырғыдан ТП-ға дейін	145 м
Сөндергіштің жетек түрі	серпімді
Максималды іске қосу уақыты ТП	0,9 с

3) Қысқа тұйықталу тоғын есептеу

Қысқа тұйықталу тоғын негізгі қорғау параметрлерін және принциптерін таңдау үшін есептелінеді.

Қорғаныстың іске қосу параметрлерін есептеу үшін қысқа тұйықталу тоғының максималды мәнін есепте керек, ал сезімділікті бағалау үшін минималдысын есептеу керек.

Электрлендіру жүйесінің алмастыру сұлбасы 1.4-суретте келтірілген



1.4-сурет Электрлендіру жүйесінің алмастыру сұлбасы

Жүйенің кедергісі:

$$X_c = \frac{U_c^2}{S_k} = \frac{110^2}{900} = 13,44 \text{ Ом}$$

мұндағы  $U_c$  – жүйе шинасының фаза аралық кернеуі  
 $S_k$  – қысқа тұйықталу қуаты

Электр беріліс ауа желісінің кедергісі:

$$X_{\text{ауа}} = x_0 \cdot l = 0,4 \cdot 9 = 3,6 \text{ Ом}$$

мұндағы  $x_0$  – ауа желісінің реактивті меншікті кедергісі  
 $l$  – АЖ ұзындығы

Трансформатор кедергісі жоғарғы кернеу жағынан реттейтін:

$$X_{\text{ТР}_{\text{ср}}} = \frac{U_{\text{к.ср}\%} \cdot U_{\text{срВН}}^2}{100 \cdot S_{\text{н.тр}}} = \frac{7,5 \cdot 115^2}{100 \cdot 8} = 123,3 \text{ Ом}$$

мұндағы  $U_{\text{к.ср}\%}$  - қысқа тұйықталу кернеуінің орташа мәні,  $U_{\text{к.ср}\%} = 7,5\%$

$U_{\text{срВН}}$  – фаза аралық орташа кернеу мәні, жоғарғы жағында,  
 $U_{\text{срВН}} = 115 \text{ кВ}$ .

$$X_{\text{ТР}_{\text{мин}}} = \frac{U_{\text{к.мин}\%} \cdot U_{\text{минВН}}^2}{100 \cdot S_{\text{н.тр}}} = \frac{7 \cdot 33,67^2}{100 \cdot 8} = 12,6 \text{ Ом}$$

$$X_{\text{ТР}_{\text{макс}}} = \frac{U_{\text{к.макс}\%} \cdot U_{\text{максВН}}^2}{100 \cdot S_{\text{н.тр}}} = \frac{8,6 \cdot 40,33^2}{100 \cdot 8} = 22,2 \text{ Ом}$$

мұндағы  $U_{\text{к.мин}\%}$ ,  $U_{\text{к.макс}\%}$  - минимальды және максимальды қысқа тұйықталу кернеуі

$$\Delta U_{\text{рпн}} = \frac{\Delta U_{\text{рпн}\%}}{100} = \frac{\pm 9}{100} = \pm 0,09$$

$$U_{\text{минВН}} = U_{\text{срВН}} \cdot (1 - \Delta U_{\text{рпн}}) = 37 \cdot (1 - 0,09) = 33,67 \text{ кВ}$$

$$U_{\text{максВН}} = U_{\text{срВН}} \cdot (1 + \Delta U_{\text{рпн}}) = 37 \cdot (1 + 0,09) = 40,33 \text{ кВ}$$



КЖ1 и КЖ2 Кабельді желінің кедергісі  
Кабельдің кедергісін токтың экономикалық тығыздығына байланысты таңдаймыз.

Кабель желісінің толық максималды қуаты

$$S_{\text{КЛмакс}} = \frac{P_{\text{макс}}}{\cos \varphi_{\text{КЛ}}} = \frac{1,7}{0,98} = 1,735 \text{ МВА},$$

мұндағы  $P_{\text{макс}}$  – КЖ берілетін активті қуат, берілгенінде көрсетілген.

$$I_{\text{раб}} = \frac{S_{\text{КЛмакс}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{1,735}{\sqrt{3} \cdot 6} = 0,16 \text{ кА}$$

КЖ1 және КЖ2 экономикалық қимасы

$$q_{\text{ЭКЛ1}} = q_{\text{ЭКЛ2}} = \frac{I_{\text{раб}}}{j_{\text{э}}} = \frac{100}{1,4} = 71,34 \text{ мм}^2,$$

мұндағы  $j_{\text{э}} = 1,4 \text{ А/мм}^2$  – кабель алюминиді жиласының экономикалық тығыздығы

Жақын үлкен қимасын таңдаймыз

$$S_{\text{ст}}=85 \text{ мм}^2: \quad r_0 = 0,326 \frac{\text{Ом}}{\text{км}}, \quad x_0 = 0,083 \frac{\text{Ом}}{\text{км}}.$$

Кабель желісінің кедергісі

$$R_{\text{КЖ}} = I_{\text{КЖ}} \cdot r_0 = 1,2 \cdot 0,326 = 0,391 \text{ Ом}$$

$$X_{\text{КЖ}} = I_{\text{КЖ}} \cdot x_0 = 1,2 \cdot 0,083 = 0,099 \text{ Ом}$$

ТП электрқұрылғыға дейінгі кабель желісінің кедергісі:  
Конденсатор құрылғысына

$$S_{\text{к.ср}} = Q_{\text{к.ср}} = 400 \text{ квар}$$

Конденсатор құрылғысының номиналды тоғы

$$I_{\text{кон}} = \frac{S_{\text{к.ср}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 6} = 61 \text{ А}$$

Экономикалық қимасы

$$q_{\text{ЭКЖЗ}} = \frac{I_{\text{кон}}}{j_3} = \frac{61}{1,4} = 43,57 \text{ мм}^2.$$

Стандартты қимасы  $q_{\text{ст}} = 50 \text{ мм}^2$ :

$$r_0 = 1,24 \frac{\text{Ом}}{\text{км}}, x_0 = 0,099 \frac{\text{Ом}}{\text{км}}$$

Кабель желісінің кедергісі

$$R_{\text{КЖЗ}} = I_{\text{КЖЗ}} \cdot r_0 = 0,13 \cdot 1,24 = 0,161 \text{ Ом}$$

$$X_{\text{КЖЗ}} = I_{\text{КЖЗ}} \cdot x_0 = 0,13 \cdot 0,099 = 0,013 \text{ Ом}$$

1) К1 нүктесіндегі қысқа тұйықталу тоғын есептеу

Максималды болатын қысқа тұйықталу тоғын анықтаймыз:

$$I_{\text{кзВН}}^{(3)} = \frac{U_{\text{номВН}}}{\sqrt{3} \cdot (X_c + X_{\text{ВН}})} = \frac{35}{\sqrt{3} \cdot (1,36 + 2,8)} = 4,85 \text{ кА.}$$

2) К2 нүктесіндегі қысқа тұйықталу тоғын есептеу

Максималды болатын қысқа тұйықталу тоғын анықтаймыз

$$I_{\text{К2максВН}}^{(3)} = \frac{U_{\text{номВН}}}{\sqrt{3} \cdot (X_c + X_{\text{ВН}} + X_{\text{тр.мин}})} = \frac{35}{\sqrt{3} \cdot (1,36 + 3,6 + 12,6)} = 0,82 \text{ кА}$$

$I_{\text{КмаксВН}}^{(3)}$  минималды коэффициент трансформациясы бойынша төменгі жағындағы реттемейтін кернеуді келтіреміз:

$$I_{\text{К2максНН}}^{(3)} = \frac{I_{\text{К2максВН}}^{(3)} \cdot U_{\text{минВН}}}{U_{\text{НН}}} = \frac{0,798 \cdot 33,67}{6} = 2,79 \text{ кА.}$$

Минималды қысқа тұйықталу тоғы:

$$I_{K2\text{минВН}}^{(3)} = \frac{U_{\text{номВН}}}{\sqrt{3} \cdot (X_c + X_{\text{ВН}} + X_{\text{тр.макс}})} = \frac{35}{\sqrt{3} \cdot (1,36 + 3,6 + 22,2)} = 0,508 \text{ кА}$$

$$I_{K2\text{минНН}}^{(3)} = \frac{I_{K2\text{минВН}}^{(3)} \cdot U_{\text{максВН}}}{U_{\text{НН}}} = \frac{0,49 \cdot 40,33}{10} = 2,05 \text{ кА.}$$

3) К3 нүктесіндегі қысқа тұйықталу тоғын есептеу

К3 нүктесіне дейінгі эквивалентті кедергі

$$Z_{K3\text{макс}} = \sqrt{(X_{\text{Эмакс}} + X_{KЛ\text{макс}})^2 + R_{KЛ\text{макс}}^2} =$$

$$= \sqrt{(4,16 + 19,839 + 0,941)^2 + 4,433^2} = 25,331 \text{ Ом}$$

$$Z_{K3\text{мин}} = \sqrt{(X_{\text{Эмин}} + X_{KЛ\text{мин}})^2 + R_{KЛ\text{мин}}^2} = \sqrt{(4,16 + 34,97 + 1,61)^2 + 6,359^2} = 41,23 \text{ Ом}$$

Максималды болатын қысқа тұйықталу тоғын анықтаймыз К3 нүктесінде:

$$I_{K3\text{максВН}}^{(3)} = \frac{U_{\text{номВН}}}{\sqrt{3} \cdot Z_{K3\text{макс}}} = \frac{35}{\sqrt{3} \cdot 25,331} = 0,798 \text{ кА}$$

$I_{K3\text{максВН}}^{(3)}$  төменгі жағына келтіреміз

$$I_{K3\text{максНН}}^{(3)} = \frac{I_{K3\text{максВН}}^{(3)} \cdot U_{\text{минВН}}}{U_{\text{НН}}} = \frac{0,798 \cdot 33,67}{10} = 2,68 \text{ кА.}$$

Минималды қысқа тұйықталу тоғы К3 нүктесінде

$$I_{K3\text{минВН}}^{(3)} = \frac{U_{\text{номВН}}}{\sqrt{3} \cdot Z_{K3\text{макс}}} = \frac{35}{\sqrt{3} \cdot 41,23} = 0,49 \text{ кА}$$

$$I_{K3\text{минНН}}^{(3)} = \frac{I_{K3\text{минВН}}^{(3)} \cdot U_{\text{максВН}}}{U_{\text{НН}}} = \frac{0,49 \cdot 40,33}{10} = 1,976 \text{ кА}$$

4) К4 нүктесіндегі қысқа тұйықталу тоғын есептеу

К3 нүктесіндегідей кедергілерді анықтаймыз:

Кабель желісінің кедергісі

$$X_{KЛЗ\text{макс}} = x_{KЛЗ} \cdot \left( \frac{U_{\text{максВН}}}{U_{\text{номНН}}} \right)^2 = 0,014 \cdot \left( \frac{33,67}{10} \right)^2 = 0,159 \text{ Ом}$$

$$X_{KЛЗ\text{мин}} = x_{KЛЗ} \cdot \left( \frac{U_{\text{минВН}}}{U_{\text{номНН}}} \right)^2 = 0,014 \cdot \left( \frac{40,33}{10} \right)^2 = 0,228 \text{ Ом}$$

$$R_{KЛЗ\text{макс}} = r_{KЛЗ} \cdot \left( \frac{U_{\text{максВН}}}{U_{\text{номНН}}} \right)^2 = 0,174 \cdot \left( \frac{33,67}{10} \right)^2 = 1,972 \text{ Ом}$$

$$R_{KЛЗ\text{мин}} = r_{KЛЗ} \cdot \left( \frac{U_{\text{минВН}}}{U_{\text{номНН}}} \right)^2 = 0,174 \cdot \left( \frac{40,33}{10} \right)^2 = 2,83 \text{ Ом}$$

К4 нүктесіндегі эквивалентті кедергі

$$Z_{K4\text{мин}} = \sqrt{(X_{Э\text{макс}} + X_{KЛ\text{мин}} + X_{KЛЗ\text{мин}})^2 + (R_{KЛ\text{мин}} + R_{KЛЗ\text{мин}})^2} = \\ = \sqrt{(4,16 + 1,61 + 34,97 + 0,228)^2 + (6,359 + 2,83)^2} = 41,986 \text{ Ом}$$

$$Z_{K4\text{макс}} = \sqrt{(X_{Э\text{макс}} + X_{KЛ\text{макс}} + X_{KЛЗ\text{макс}})^2 + (R_{KЛ\text{макс}} + R_{KЛЗ\text{макс}})^2} = \\ = \sqrt{(4,16 + 19,839 + 0,941 + 0,159)^2 + (4,433 + 1,972)^2} = 25,674 \text{ Ом}$$

Максималды болатын қысқа тұйықталу тоғын анықтаймыз К4 нүктесіндегі:

$$I_{K4\text{максВН}}^{(3)} = \frac{U_{\text{номВН}}}{\sqrt{3} \cdot Z_{K4\text{макс}}} = \frac{35}{\sqrt{3} \cdot 25,674} = 0,787 \text{ кА}$$

$I_{K4\max BH}^{(3)}$  төменгі жағына келтіреміз

$$I_{K4\max NH}^{(3)} = \frac{I_{K4\max BH}^{(3)} \cdot U_{\max BH}}{U_{NH}} = \frac{0,787 \cdot 33,67}{10} = 2,648 \text{ кА}$$

Миниалды қысқа тұйықталу тоғы K4 нүктесінде:

$$I_{K4\min BH}^{(3)} = \frac{U_{\text{ном}BH}}{\sqrt{3} \cdot Z_{K4\max}} = \frac{35}{\sqrt{3} \cdot 41,986} = 0,49 \text{ кА}$$

$$I_{K4\min NH}^{(3)} = \frac{I_{K4\min BH}^{(3)} \cdot U_{\max BH}}{U_{NH}} = \frac{0,49 \cdot 40,33}{10} = 1,976 \text{ кА}$$

Қысқа тұйықталу тоғының есептемесін кестеге енгіземіз:

#### 1.1-кесте – Үш фазалы қысқа тұйықталу тоғы

Қ.т. нүктесі	K1	K2	K3	K4	K1	K2	K3	K4
Токтын мәні	ІВН	ІНН	ІВН	ІНН	ІВН	ІНН	ІВН	ІНН
max	4,85		0,82	2,79	0,798	2,68	0,787	2,648
min	4,85		0,508	2,05	0,49	1,976	0,49	1,976

5) Екі фазалы қысқа тұйықталу тоғына есептеме жүргіземіз

Екі фазалы қысқа тұйықталу тоғы келесі теңдікпен есептелінеді:

$$I^{(2)} = \frac{\sqrt{3} \cdot I^{(3)}}{2} = 0,87 \cdot I^{(3)}$$

Екі фазалы қысқа тұйықталу тоғының есептемесін кестеге енгіземіз

### 1.2-кесте - Екі фазалы қысқа тұйықталу тоғы

Қ.т. нүктесі	K1	K2	K3	K4	K1	K2	K3	K4
Токтын мәні	ІВН	ІНН	ІВН	ІНН	ІВН	ІНН	ІВН	ІНН
max	4,219		0,713	2,427	0,694	2,332	0,756	2,304
min	4,219		0,442	1,783	0,426	1,719	0,426	1,719

### 1.3 110/6кВ бас төмендеткіш қосалқы станциясының трансформаторларының релелік қорғанысы

#### 1.3.1 Трансформаторлардың дифференциалды қорғанысы

Қуаты 6,3 МВА және одан жоғары трансформаторлардың орамдарындағы және шығысындағы қосымша тармақтық орамдағы барлық қысқаша тұйықталулардан қорғау үшін, тік дифференциалдық қорғаныс қолданылады. Қорғаныста ДЗТ-11 типті реле қолданылады.

Екі орамдық трансформатордың қорғанысын екі релелік түрінде, тоқтық трансформатордың екінші ретті орамдарын жоғарғы кернеу жағында үшбұрыш, ал төменгі кернеу жағында толық емес жұлдызша түрінде жалғап, орындаған жөн.

1) Қорғалатын трансформатордың номиналды қуатына сәйкес бірінші ретті токтар

$$I_{НОМ} = \frac{S_{т.НОМ}}{\sqrt{3} \cdot U_{т.НОМ}}, \quad (1.1)$$

мұндағы  $S_{т.НОМ}$  – трансформатордың номиналды қуаты, 16 МВА;  
 $U_{т.НОМ}$  – трансформатордың сәйкесінше номиналды кернеулері,  
 $U_{т.НОМ}=115\text{кВ}$ ,  $U_{т.НОМ}=6,6\text{ кВ}$ .

$$I_{в.н.} = \frac{16000}{\sqrt{3} \cdot 115} = 80,327 \text{ А.}$$

$$I_{н.н.} = \frac{16000}{\sqrt{3} \cdot 6,6} = 1399,637 \text{ А.}$$



2) Жүйенің кедергісі

$$x_{с.макс.} = x_{с.мин.} = \frac{U_{ср}^2}{S_{к.макс.}}, \quad (1.2)$$

мұндағы  $S_{к.макс.} = S_{к.мин.}$  – жүйенің қысқа тұйықталу қуаты,

$$S_{к.макс.} = S_{к.мин.} = \sqrt{3} \cdot U_{в.н.} \cdot I_{с.кз.} \quad (1.3)$$

$$S_{к.макс.} = S_{к.мин.} = \sqrt{3} \cdot 115 \cdot 9,7 = 1932,103 \text{ МВА.}$$

$$x_{с.макс.} = x_{с.мин.} = \frac{115^2}{1932,103} = 6,845 \text{ Ом.}$$

3) Кернеуі 6,6кВ жағындағы қысқа тұйықталу тоқтары.

6,6кВ шинадағы үшфазалы қысқаша тұйықталу кезіндегі 115кВ жағына келтірілген трансформатор арқылы өтетін максималдық авариялық ток

$$I_{т.ав.макс.}^{(3)} = \frac{U_{нн,ном} \cdot k_{т.мин.рег.}}{\sqrt{3} \cdot (x_{с.макс.} + x_{с.мин.})}, \quad (1.4)$$

$$I_{т.ав.мах}^{(3)} = \frac{6600 \cdot (115 / 6,6) \cdot 0,84}{\sqrt{3} \cdot (6,845 + 6,845)} = 4073,925 \text{ А.}$$

Минималды реттеу жағындағы ток

$$I_{т.мин.рег.}^{(3)} = \frac{S_{т.ном.}}{\sqrt{3} \cdot U_{т.ном.} \cdot \alpha_{мин.}}, \quad (1.5)$$

мұндағы  $\alpha_{мин}$  - теріс реттеудің шеткі сатысы

$$\alpha_{мин} = 1 - 0,16 = 0,84.$$

$$I_{т.мин.рег.}^{(3)} = \frac{16000}{\sqrt{3} \cdot 115 \cdot 0,84} = 95,627 \text{ А.}$$

Трансформатор арқылы өтетін нақты ток

$$I_{т.макс.}^{(3)} \approx I_{т.ав.макс.}^{(3)} + 0,6 \cdot I_{т.мин.рег.}^{(3)}, \quad (1.6)$$

$$I_{т.макс.}^{(3)} \approx 4073,925 + 0,6 \cdot 95,627 = 4169,552 \text{ А.}$$

Трансформатор арқылы өтетін минималды ток минималды авариялық ток бойынша анықталады

$$I_{т.мин.}^{(3)} \approx I_{т.ав.мин.}^{(3)} = \frac{U_{нн.ном} \cdot k_{т.макс.рег.}}{\sqrt{3} \cdot (x_{т.макс.} + x_{т.мин.})}, \quad (1.7)$$

$$I_{т.мин.}^{(3)} \approx \frac{6600 \cdot (115/6,6) \cdot 1,16}{\sqrt{3} \cdot (6,845 + 6,845)} = 5625,897 \text{ А.}$$

4) Дифференциалдық қорғаныстың бірінші ретті орындалу тоғы екі шартпен таңдалады:

магниттелген токтың лақтыру шарты бойынша

$$I_{с.з} \geq K_n \cdot I_{т.мин.рег.} \quad (1.8)$$

мұндағы  $K_n$  – сенімділік коэффициенті, ДЗТ-11 релесі үшін  $K_n=1,5$ .

$$I_{с.з} = 1,5 \cdot 95,627 = 143,44 \text{ А,}$$

есептік максималды балансты емес ток бойынша

$$I_{нб.расч.} = I_{нб.ε} + I_{нб.рег.} + I_{нб.выр.} \quad (1.9)$$

$$I_{с.з.} = K_n \cdot I_{нб.расч.} = (K_{анер} \cdot K_{одн} \cdot ε + \Delta U_{рег} + \Delta f_{выр}) \cdot I_{к.вн.макс.}^{(3)} \quad (1.10)$$

мұндағы  $K_{анер}=1$  – аperiodтық коэффициенті;

$K_{одн}=1$  – ток трансформаторларының біртегілік коэффициенті;

$ε=0,1$  – ток трансформаторларының рұқсат етілген салыстырмалы ауытқуы;

$\Delta U_{рег} = 0,16$  - кернеуді жүктемеде реттеуімен шекті жағдайларының біріне орнатқан кездегі номиналды кернеуден салыстырмалы максималды ауытқуы.

$$I_{с.з.} = (1 \cdot 1 \cdot 0,1 + 0,16) \cdot 4169,652 = 1626,125 \text{ А.}$$

Қабылдаймын  $I_{c.з.} = 1626,125 \text{ A}$ .

5) Қорғаныстың екінші ретгі тоқтары

$$I_{115B} = \frac{I_{ном.115} \cdot k_{cx}}{n_{mm115}} \quad (1.11)$$

$$I_{6,6B} = \frac{I_{ном.6,6} \cdot k_{cx}}{n_{mm6,6}}$$

$$I_{115B} = \frac{80,327 \cdot \sqrt{3}}{300/5} = 2,319 \text{ A.}$$

$$I_{6,6B} = \frac{1399,637 \cdot 1}{4000/5} = 1,75 \text{ A.}$$

Трансформатордың кернеуі 110кВ жағын негізгі деп қарастырамын (1.3-кесте).

**1.3-кесте – Есептік кесте**

Формула	Жоғарғы жақ	Төменгі жақ
1	2	3
1. $I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_n}$	$I_i = \frac{16000}{\sqrt{3} \cdot 115} = 80,327 \text{ A}$	$I_i = \frac{16000}{\sqrt{3} \cdot 6,6} = 1399,637 \text{ A}$
2. Жалғану сызбасы	$\Delta$	$Y$
3. Сызба коэффициенті	$\sqrt{3}$	1
4. Трансформация коэффициенті $n_{mm}$	$n_{mm} = 300/5$	$n_{mm} = 4000/5$
5. Трансформатор тоғының екінші ретгі тоғы $i_{2ном} = \frac{I_{1н} \cdot K_{cx}}{n_{mm}}$	$i_{2ном} = 2,319 \text{ A}$	$i_{2ном} = 1,75 \text{ A}$

б) Негізгі жақтың орауыштарының есептік саны

$$\omega_{осн.расч.} = \omega_{раб.расч.} = \frac{F_{c.p.}}{I_{c.p.}}, \quad (1.12)$$

мұндағы  $F_{c.p.}$  – реле орындалуының магниттік қозғаушы күші, 100А.

$$\omega_{осн.расч.} = \frac{100}{46,942} = 2,1.$$

Реленің орындалу тоғы

$$I_{ср.осн.} = \frac{I_{с.з.} \cdot k_{сх}^{(3)}}{n_{тт}}, \quad (1.13)$$

$$I_{ср.осн.} = \frac{1626,125 \cdot \sqrt{3}}{300/5} = 46,942 \text{ А.}$$

Қабылдаймын  $\omega_{осн.расч.} = 2$  орам

7) Қабылданған негізгі жақтың орауыш санына байланысты қорғаныстың орындалу тоғы

$$I_{с.з.} = \frac{F_{с.р.} \cdot n_{тт.осн.}}{\omega_{осн.} \cdot K_{сх.осн.}^{(3)}}, \quad (1.14)$$

$$I_{с.з.} = \frac{100 \cdot 300/5}{2 \cdot \sqrt{3}} = 1732,05 \text{ А.}$$

8) Негізгі емес жақтың есептік орауыш саны

$$\omega_{неосн.расч.} = \omega_{осн.} \cdot \frac{I_{осн.в}}{I_{неосн.в}}, \quad (1.15)$$

$$\omega_{неосн.расч.} = 2 \cdot \frac{2,319}{1,75} = 2,65.$$

Қабылдаймын  $\omega_{неосн.расч.} = 3$  орам.

9) Трансформатордың төменгі кернеу жағындағы үшфазалық қысқа тұйықталу кезіндегі есептік жағына келтірілген максималды бірінші ретті балансты емес ток

$$I_{нб.л.} = (K_{анер} \cdot K_{одн} \cdot \varepsilon + |\omega_{расч} - \omega| \cdot K_{ток1} / \omega) \cdot I_{к.вн.макс.}^{(3)}, \quad (1.16)$$

мұндағы  $K_{токл}$  – негізгі емес жақтың тоқ таралуының коэффициенттері 1-ге тең;

$\omega_{расч}, \omega$  - негізгі емес жақтың есептік және қабылданған орауыш саны.

$$I_{нб.п.} = (1 \cdot 1 \cdot 0,1 + |2,65 - 3| \cdot 1/3) \cdot 4169,552 = 903,403 \text{ А.}$$

10) Реленің тежегіш орамының есептік орауыш саны

$$\omega_{т.расч.} = \frac{K_{отс} \cdot I_{нб.п.} \cdot \omega_{раб}}{0,75 \cdot I_m}, \quad (1.17)$$

мұндағы  $K_{отс}=1,5$  – құрылу коэффициенті;

$I_m$  – бірінші ретті тежегіш ток,  $I_{к.вн.макс.}^{(3)}$  -қа тең алынады.

$$\omega_{т.расч.} = \frac{1,5 \cdot 903,403}{0,75 \cdot 4169,552} = 0,4.$$

Сенімділігі жоғары болу үшін  $\omega_m = 3$  орам қабылдаймын.

11) Тежеу жоқ кезде төменгі кернеу жауындауы екі фазалық металдық қысқа тұйықталу кезіндегі сезгіштік коэффициенті

$$K_{чmin}^{(2)} = \frac{I_{к.min}^{(2)}}{I_{с.з.}} \geq 2. \quad (1.18)$$

$$K_{чmin}^{(2)} = \frac{0,87 \cdot 4169,552}{1626,125} = 2,23 > 2.$$

### 1.3.2 Сыртқы қысқа тұйықталулардан трансформатордың максималды тоқтық қорғанысы

Максималды тоқтық қорғаныстың бірінші ретті орындалу тоғы

$$I_{с.з.} = \frac{K_n \cdot K_{сзн} \cdot I_{раб.max.}}{K_{\theta}}, \quad (1.19)$$

мұндағы  $I_{раб.мах.}$  - қорғаныстың орнатылған жеріндегі максималды жұмысшы тоғы,

$$I_{раб.мах.} = I_{ном.тр.} \cdot 1,4 \cdot \quad (1.20)$$

$K_{сеп}$  - өздігінен іске қосылу коэффициенті,  $K_{сеп} = 2,5$ ;

$K_{н}$  - сенімділік коэффициенті,  $K_{н} = 1,2$ ;

$K_{г}$  - реленің қайту коэффициенті  $K_{г} = 0,8$ .

$$I_{т.ном.} = \frac{S_{тр}}{\sqrt{3} \cdot U_{н}} \cdot \quad (1.21)$$

$$I_{т.ном.} = \frac{16000}{\sqrt{3} \cdot 115} = 80,327 \text{ А.}$$

$$I_{с.з.} = \frac{1,2 \cdot 2,5 \cdot (80,327 \cdot 1,4)}{0,8} = 421,717 \text{ А.}$$

Реленің орындалу тоғы

$$I_{с.р.} = \frac{I_{с.з.} \cdot K_{сх}}{n_{тт}}, \quad (1.22)$$

$$I_{с.р.} = \frac{421,717 \cdot \sqrt{3}}{150/5} = 24,348 \text{ А,}$$

мұндағы  $n_{тт}$  - трансформатор тоғының трансформация коэффициенті, 150/5.

Максималды токтық қорғаныстың сезімталдылығы:

$$K_{ч} = \frac{I^{(2)}_{к.мин}}{I_{с.з.}} > 1,5, \quad (1.23)$$

$$K_{ч} = \frac{0,87 \cdot 4081}{421,717} = 8,4 > 1,5.$$

РТ-40 релесін таңдаймын, оның шектік орындалу тоғы 0,5-20А.



### 1.3.3 Асқын жүктемеден қорғаныс

Асқын жүктемеден қорғаныстың орындалу тоғы

$$I_{с.з.} = \frac{K_H \cdot I_{НОМ.}}{K_{\phi}}, \quad (1.24)$$

$$I_{с.з.} = \frac{1,05 \cdot 80,327}{0,8} = 105,429 \text{ А.}$$

Асқын жүктемеден қорғаныстың орындалу тоғы максималды тоқтық қорғаныстың орындалу уақытынан талғамдылық сатысына көп алынады, ол сыртқы зақымдалуларға байланысты.

РТ-40/2 релесін таңдаймын, оның шектік орындалу тоғы 2-10А.

### 1.3.4 Трансформатордың газдық қорғанысы

Газ қорғанысы, қоректену майымен толтырылған трансформаторды, болаттың тұтануынан, қаптамаға қысқа тұйықталудан, резервуардан мұнай ағып кетуден қорғау үшін қолданылады (1-сурет). Ол сондай-ақ трансформатордың ішкі түрлендірулерінің қалыпты режимдері және қызып кетуден кейін резервтік қорғаныс ретінде қолданылуы мүмкін.

Газды қорғау қағидаты мынадай, кез-келген миниатюралық жарақаттардың, сондай-ақ трансформаторлық резервуардағы жылудың ұлғаюының нәтижесі болып табылады, бұл майдың және органикалық окшаулаудың жойылуына әкеледі, бұл газдың ыдырауына әкеледі. Газды қорғау тек аз мөлшерде газ пайда болғанда және газ тым күшті болғанда іске қосылады, трансформаторды өшіріңіз.

Газдың ағып кетуінің негізгі элементі - бұл трансформатордың тығыздағышын кеңейту шоғырсымына қосатын құбырға орналастырылған газ релесі. Газ газды мұнайдың бөлінуінен және мұнайдың ағып кетуінен туындайды. Ол трансформаторға зиян келген жағдайда кеңейтуге бағытталған. Бұл қатты газдың және резервуардағы артық қысымның пайда болуына байланысты.

Күш трансформаторының бөлігі РГЧЗ-66 сияқты газ релесімен жабдықталған.

Қосалқы станцияның негізгі трансформаторының релелік қорғанысы В қосымшасында келтірілген.

1) Қорғаныс жерін негізгі төменгі қосалқы станцияға қосыңыз.

Қалыпты пайдалану жағдайларында электр жабдықтың жекелеген бөліктері шиеленісе алмайды. Оқшаулау зақымданған кезде, бұл бөлшектер бөлінеді. Қосалқы станциядағы адамның қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін

жерге тұйықтау құрылғысын жасайды және электр құрал-жабдықтардың жерге тұйықталуы, яғни қорғаныс жерге тұйықтау торын жасайды. Қорғайтын жерге қосу қызметі - жерге тұйықталуға төзімді емес метал бөлшектер мен жердің арасындағы электрлік қосылыс, жерге қосылатын элементтердің параллель қосылуы өмірге қауіп төндіреді.

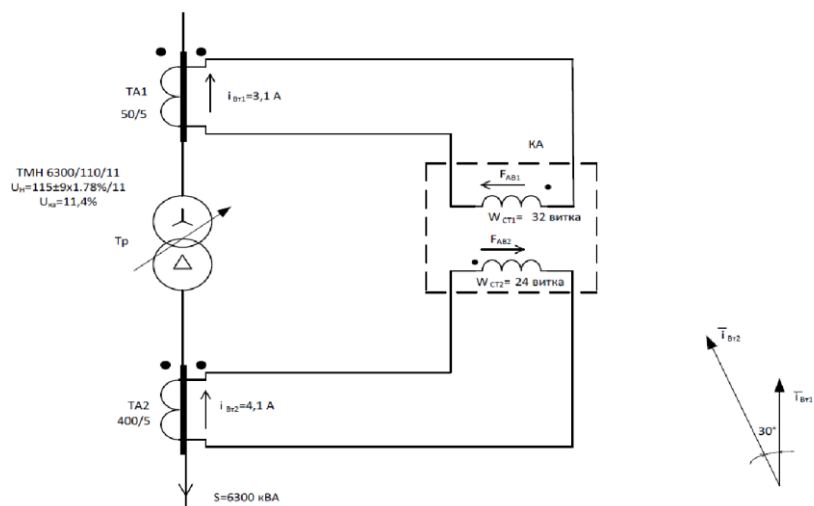
Жерге кедергі жасау құрылғыларының қауіпсіздігі:

- 1000 В-тан жоғары электр қондырғылар үшін 500 м-ден астам бір фазалы қысқа тұйықталу токтарына арналған - 0,5 Ом-дан аспайды;
- сол электр жабдығы үшін, бірақ 500 А-дан төмен қысқа тұйықталу тогы - 10 Ом-дан аспайды;
- 1000 В дейінгі кернеулі электр қондырғылары үшін - 4 Ом-тан аспауы тиіс.

Жерге қосу құрылғысы жерге қосылған консольде - жерге қосылған бір немесе бірнеше металл өткізгіштер және жерлендіргішті жерлендірілген бөлшектерге жалғайтын жерге тұйықтағыштар.

Қуат көзіне қойылатын талаптар:

- 1) тірі бөлшектерге енудің мүмкін еместігін қамтамасыз ету. Бұл қорғау өте жоғары биіктікте электр қуат сымымен жабдықталған.
- 2) Кездейсоқ байланыста болған кезде электр тогынан сақтану. Бұл қорғаныс жарылысқа төзімді корпус және шахтаның электр жабдығының жабық құлыптары, сондай-ақ кернеуді қоспай ток өткізгіштеріне тиіп кетпейтін құлыптармен қорғалған.
- 3) Төмен кернеуді пайдалану.
- 4) Электр қозғалтқыштарын оқшаулау. Бұл қорғаныс әртүрлі электрлік жабдықта өткізгіш бөліктерге зақым келген жағдайда өткізбейтін бөліктердің кернеуін болдырмау үшін қолданылады.
- 5) Қауіпсіз жер және жерге тұйықтау цилингі.
- 6) электр оқшаулауының зақымдануын бақылау және сақтау.
- 7) оқшауланған трансформаторлар арқылы жекелеген тұтынушыларды қосу арқылы электр желілерін бөлу.
- 8) Қорғаушы өшіру.
- 9) Жалпы қауіпсіздік шаралары.



**1.5-сурет – Трансформатордың дифференциалдық қоғанысының  
принципалды сұлбасы**

## 2 Schneider Electric ток тізбегімен қоректенетін релелік қорғанысының құрылғысы

Электр желілерінде релелік қорғаныс құрылғыларын қолдану мәселесі өзекті болып табылады, оның қуаты құрылғының өзімен бақыланатын және, осылайша, міндетті түрде арнайы электрмен жабдықтау жүйесін талап етпейтін ток тізбектерінен қамтамасыз етілген. Осындай құрылғыларға арналған типтік бағдарламалар:

- Батареяны орнату жоспарланбаған таратушы құрылғылардың релелік қорғанысы.
- Техникалық қызмет көрсету көлемін ең азға дейін қысқартуға болатын немесе қызмет көрсету персоналына қиындық тудыратын (миналар, химия өнеркәсібі) жылдам қосылуға арналған құрылғылар.

Schneider Electric компаниясы ағымдағы мобильдік MiCOM P11x қорғау құрылғыларының релесін ұсынады:

P114S - ток трансформаторы (ТТ) нөлдік тізбегі арқылы қуатталады;

P114D - DIP қосқыштары арқылы оңай орнату арқылы;

P115 - дисплей мен пернетақтамен бірге, оқиғаларды тіркейді;

P116 - жаңа: қорғау функцияларының кеңейтілген жиынтығы және төтенше режимдердің тіркеушісі.

P114S құрылғысы тек ТТ арқылы іске қосылады, сондықтан автоматтандырылған басқару жүйелеріне (ACS) интеграциялау үшін байланыс интерфейсі жоқ. Барлық басқа құрылғыларда біріктірілген тамақтану блогы бар (яғни, ТТ және / немесе жұмыс ток кернеуінен) және RS-485 интерфейсімен жабдықталған Modbus RTU және IEC 103 протоколдарына қолдау көрсету. Релелік қорғасытың MiCOM P116 (2.1-сурет).



2.1 -сурет - MiCOM P116

## 2.1 Ауыспалы жұмыс тоғындағы релелік қорғаныс

Айнымалы ток токтарына релелік қорғауды енгізу ақаулық (қысқа тұйықталу) жағдайында жұмыс істеп тұрған ток кернеуінің жоғалуының нақты қауіпін ескеруі керек. релелік қорғаныс қолданылуы тиіс.

Жалпы жағдайда, релелік қорғаныс жүйесі үш маңызды элементті қамтиды: өлшеу ТТ, қорғаныс құрылғысы (реле) және қуат қосқышы. ТТ-ры қорғаныс релесі және электр сөндіргішті ашу үшін қуат көзі болуы мүмкін қуат көзі бола алады. Өлшеу ТТ-ны қуат көзі ретінде қолдану олардың техникалық сипаттамаларына қойылатын талаптарды арттыра алады, бұл олардың құнын сөзсіз арттырады.

Қосылуды қосу, сондай-ақ ажырату атқарушы құрылғылармен басқарылатын қуат қосқыштары арқылы жүзеге асырылады. Дискінің түріне ауыспалы жұмыс істеп тұрған ток бойынша релелік қорғауды орындау қабілеті мен әдістеріне байланысты.

Ауыспалы жұмыс токінде релелік қорғауды орындаудың келесі әдістерін қарастырыңыз:

- Алдында белгіленген конденсатордың энергиясын пайдалану;
- Қосалқы ТТ тізбегіне қосылған өшіру катушкасын қолдану.

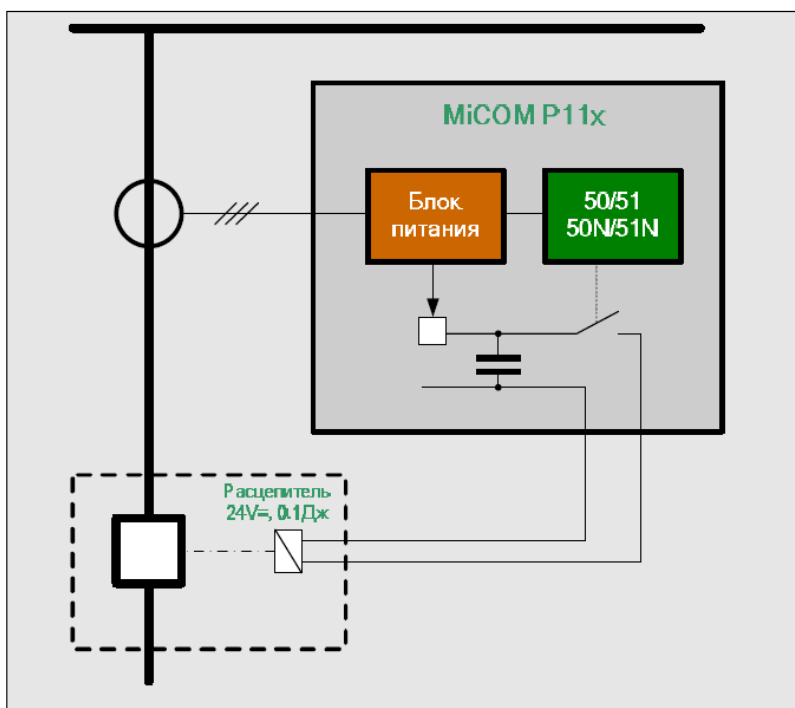
Коннекторды конденсатордың қуатымен ажырату. Нарықта ажыратқыштар бар, олардың конденсатор блогы орнатылған. Оларда сақталатын энергия қосқышты басқару үшін қолданылады.

Ажыратқыштың атқарушы құрылғылары қуаттың төмен тұтынуымен жабдықталуы мүмкін және олардың жұмыс істеуі үшін қажетті қуат қорғаныс құрылғысының өзі жинақталуы мүмкін.

Коммутаторды MiCOM P116/P115/P114 құрылғылары жинақтаған энергиясымен ажырату

Қосқышты өшіру қуаты екі электр шығысымен жабдықталатын MiCOM P116/P115/P114 релесінің ішкі конденсаторымен сақталады:  $= 24 \text{ В} / 0,1 \text{ Дж}$  және  $= 12 \text{ В} / 0,02 \text{ Я}$  (Schneider Electric - MITOP, ABB / VD- 4 - M03). MiCOM P116/P115/P114 құрылғылары арқылы релелік қорғанысты орындаудың мысалы мысалда көрсетілген 2.2-сурет.

Қайта қорғаудың осындай құрылысы үшін маңызды талаптар, егер қорғаныс релесінің ішкі конденсаторы зақымданғанға дейін толығымен босатылған болса, автоматты сөндіргішті жылдам ажыратуды қамтамасыз ету болып табылады. Бұл қосқышты қысқа тұйықталу және жұмыс ток кернеуінің болмауы кезінде мүмкін.



**2.2 –сурет - MiCOM P116/P115/P114 релесінің ішкі конденсаторын пайдаланатын ажыратқышты басқару схемасы**

P116 қорғаныс құрылғысына қатысты зақымдарды қалпына келтірудің қол жетімді уақытын қарастырыңыз. Операциялық ток кернеуінің өз әрекет ету уақыты - 25-35 мс. Коммутатор қысқа тұйықталу кезінде, толығымен разрядталған конденсатормен және жұмыс кернеуінің болмауымен қосылса, реле өз әрекет ету уақытын 15-36 мс (қысқа тұйықталу ток шамасына байланысты) артады. Заманауи қосқыштардың жабылу уақытын ескере отырып, қысқа тұйықталуды жоюдың толық уақыты 100-150 мс құрайды. Мұндай авариялық режим 6 (10) кВ кернеу үшін әбден қолайлы және елеулі зақым келтіру мүмкін емес.

Осындай қорғаудың маңызды артықшылығы - ішкі қуаттылықты авариялық жағдай орын алғанға дейін зарядтау қажеттілігінің жоқтығы.

Бұл шешімді Еуропадағы (Франция, Германия, Ұлыбритания, Польша және т.б.) өндірушілер кеңінен пайдаланады.

Schneider Electric төменгі қуат шығыны бар катушкалар өшірілмеген жетектермен қосқыштар үшін MiCOM P116/P115/P114 релесімен жұмыс істеуге

арналған сыртқы ажыратқышты қамтамасыз етеді (2.3-сурет). Мұндай реле коммутаторға орнатылып, жетектің қақпасына механикалық әсер етеді.

Коммутаторды басқарудың қуат көзі екі тәуелсіз конденсаторлық банктермен жабдықталған сыртқы MiCOM E124 құрылғысы болуы мүмкін. Осындай құрылғыны электрмен қамтамасыз ету қосымша трансформатордан немесе өлшеу кернеуінің трансформаторынан ауыспалы немесе тұрақты кернеудің жұмыс тоқынан ұйымдастырылуы мүмкін.

Коммутаторды басқару үшін жеткілікті қуат беретін сыртқы қуат қондырғыларын пайдаланатын релелік қорғаныс құрастыру оларды тез зарядтауға мүмкіндік бермейді және нәтижесінде ұзақ уақыт болмағаннан кейін кернеуді кернеу беру кернеуіне жүйенің дайындығына кепілдік бермейді.

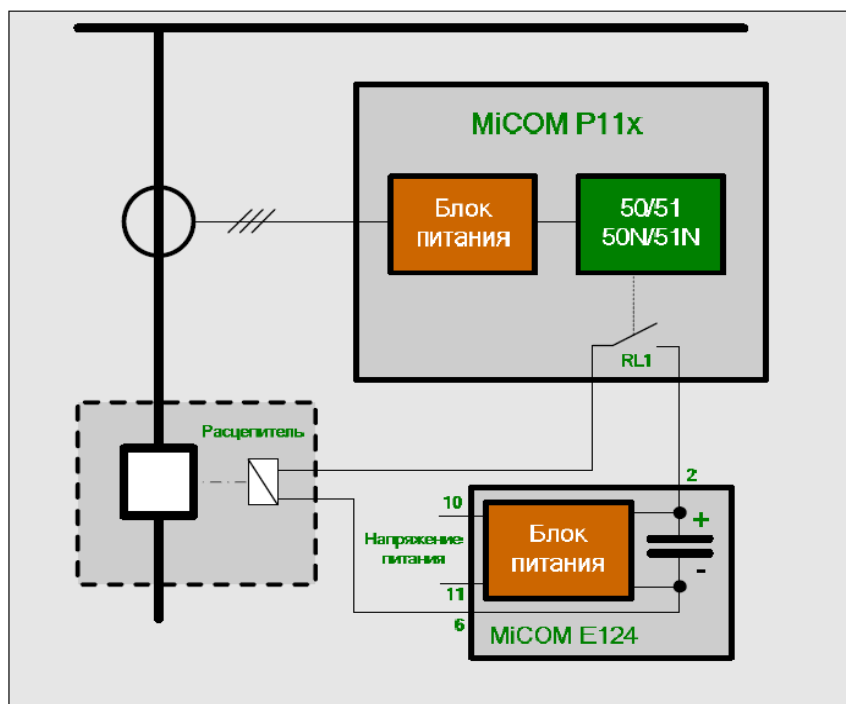


### **2.3-сурет - MiCOM P116 / P115 / P114 құрылғыларымен жұмыс істеу үшін сыртқы шығарылым**

Бұл проблеманы шешу мүмкін болған жағдайда, қуат кернеу жоғалып кеткеннен кейін, конденсатор блогының заряды мүмкіндігінше ұзақ сақталуын қамтамасыз ету. Міндеттерді іске асыру белгілі бір қиындықтарды тудырады және қазіргі заманғы технологияларды және арнайы электронды компоненттерді пайдалануды талап етеді.

Осындай шешімнің мысалы - ішкі конденсаторларды толығымен зарядтағаннан кейін (оның ұзақтығы 1 минуттан аспайтын) MiCOM E124 құрылғысы, коммутаторды 8 күн бойы басқаруға мүмкіндік береді. Екі тәуелсіз конденсатор блогының болуы сөндіргішті ашудың сенімділігін айтарлықтай арттырады.

Релелік қорғаудың артықшылығы MiCOM E124 сыртқы конденсатор блогын пайдалану әр түрлі қосқыштармен оны пайдалану мүмкіндігін береді. MiCOM E124 резервтік трансформаторды қорғауда кеңінен қолданылады.



2.4 – сурет - MiCOM E124 құрылғысын пайдалану схемасы

## 2.2 Ағымдық ажыратқыштың ашық катушкаларын қолдану

Өлшеу ТТ-лерінің қосалқы тізбектерінде ағымдағы тоқтау катушқасын қосу үшін әдеттегі аралық ТТ пайдаланылады, әдетте автоматты ажыратқыш өндірушімен жабдықталған және ағымдағы токарлық катушкалармен бірге қолданылады. Аралықты қолдану

ТТ мыналарға мүмкіндік береді:

- үлкен қысқа тұйықталу токтарының өтуінен ажырайтын катушқаны қорғау;
- қысқа тұйықталудың әртүрлі типтерінде катушкалардың қажетті сезімталдығын қамтамасыз ету;
- басқару контактісінің коммутациялық сыйымдылығына қойылатын талаптарды азайтады.



Сонымен қатар, аралық ТТ жоғары импеданс катушкалар өлшеу ТТ-дің қосалқы тізбектерімен сәйкестенуге мүмкіндік береді және кіріктірілген түзеткіш

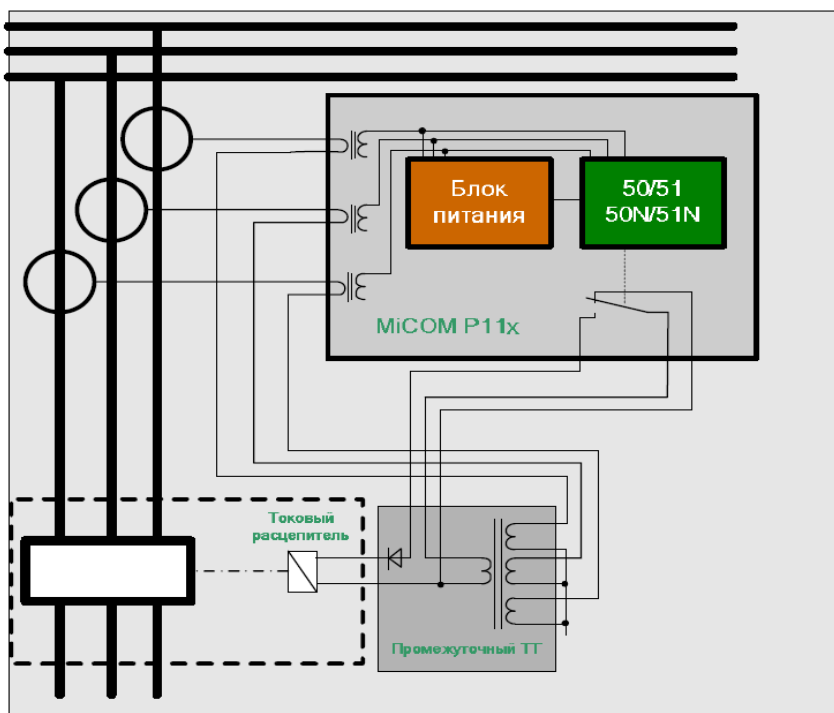
DC кернеудегі катушканы қолдану

Бұл шешімнің жетіспеушілігі коммутаторды ағымдағы катушкалармен жабдықтау және өлшеу ТТ-леріне қосымша жүктеме жасайтын аралық ТТ-ны пайдалану қажеттілігі болып табылады және сөзсіз олардың ризашылығына әкеледі. Бұл шешім Германияда кеңінен қолданылады.

Барлық сипатталған шешімдер олардың артықшылықтары мен кемшіліктеріне ие. Релелік қорғанысты құру әдісін таңдау әр іс бойынша егжей-тегжейлі талдау нәтижелерімен анықталады.

Сенімділік тұрғысынан, конденсаторды немесе конденсатор блоктарын өлшеуден бастап, конденсаторлар жеткілікті сапада болатын және кең температуралық диапазонда сенімді жұмыс істейтін жағдайда (Э124 үшін -25-ден 55 С-ге дейін) қандай электр энергиясын өшіру керектігі маңызды емес).

Алдын ала зарядталған конденсатордың энергиясына негізделген шешімдер әдетте арзан және барлық қосқыштар түрлеріне қолданылады.



2.5 – сурет - Өткізгіш катушкаларды қолдану схемасы

Schneider Electric компаниясынан жаңа: MiCOM P116 қорғау құрылғысы MiCOM P116 дәстүрлі өлшем CTs (In-5 немесе 1A) -мен пайдалануға арналған.

Бұл орташа вольтты жасушаны қорғауға қажетті барлық функцияларды орындайтын толық көлемді сандық реле және оқиғаларды және авариялық режимдерді жазу үшін кең мүмкіндіктерге ие, сондай-ақ жергілікті және қашықтық байланыс функциялары. P116 басқару түймелерінің алдыңғы панеліндегі қосқышты қосу және ажырату үшін орнатылған.

ТТ қорғау релесінің қорек көзі резервтік ретінде қарастырылуы мүмкін - жұмыс кернеуінің кернеуінің болған жағдайда немесе ең бастысы - жұмыс кернеуінің кернеуі болған жағдайда.

P116 артықшылығы - өлшеу ТТ-ге өте аз жүктеме: Ішкі конденсатордың зарядталуын ескере отырып In үшін 2,5 ВА-дан кем. Өлшеу СТ-ін таңдағанда, ток тізбектерінің рұқсат етілген жүктемесі КТ-ның шектік көптігіне, қосылатын сымдар ұзындығына және көлденең қимасына байланысты болады. ТТ таңдау үшін есептеу үлгісі P116 техникалық құжаттамасында берілген. ТТ-ның номиналды қуаты олардың бағасының деңгейіне айтарлықтай әсер етеді.

P116-нің тағы бір тән ерекшелігі - релдің жұмыс істеуі үшін қажетті төменгі ток деңгейі: 0,2 В бір фазада.

Еске салайық, коммутатор қысқа тұйықталуға қосылса және жұмыс ток кернеуінің болмауы 15-35 мс болса, релдің ішкі реакциясы уақыты. Эстафетаның жұмыс уақыты жұмыс істеп тұрған ток кернеуінің кернеуіне байланысты қамтамасыз етіледі. Бұл функция P116 релесін оқшауланған немесе өтелмеген бейтарап желілерде пайдалану кезінде өте маңызды, олар жерге тұйықталған ток тізбегінің бұзылуымен сипатталады. Реле қажеттілікке тез дайын болу қажеттілігі кернеу коммутациялық аппаратқа қолданылғанда және жерге тұйықтау реле жұмыс істемейтін токпен жеткіліксіз болады. Бұл жағдайда оның жұмыс қабілеттілігі (бірінші кезекте, жерге тұйықталудан қорғау үшін) жұмыс кернеуінің болуымен қамтамасыз етіледі, ол коммутацияға кернеуді қолданғаннан кейін қалпына келтіріледі.

Көрсетілген ерекшеліктер релелік қоректендіру жүйесінің жоғары тиімділігін көрсетеді.

P116 құрылғысындағы маңызды ерекшелігі мен артықшылығы - алдыңғы панельдегі USB портының болуы. Ол P116 мен дербес компьютер (PC) арасындағы жергілікті байланыспен қамтамасыз етіп қана қоймай, сонымен бірге компьютердің өзі немесе USB интерфейсі бар басқа қуат көзі болуы мүмкін сыртқы қуат көзі үшін интерфейс ретінде қызмет етеді. Бұл жағдай P116 құрылғысының ақпаратын авариялық жағдайды талдау кезінде пайдалануға мүмкіндік береді, бұл кернеудің қалпына келуін күтпей, коммутация құрылғысын толық өшіруге әкелді.

Жақсы ойластырылған дизайнымен қатар, P116 қорғаныс, сондай-ақ байланыс және диагностикалық функциялардың кең спектрі бар:

- Үш аса токпен қорғау кезеңдері (MT3);
- Нөлдік тізбектің (TZNP) бағытты ток қорғауының екі сатысы;

- Жердің бүлінуінен қорғаныс;
- Қысқа тұйықталу арқылы қосқан кезде қорғауды жеделдету;
- Ағымдағы қорғаныстың кері тәртібі (TZOP);
- Толық емес фазалық режимнен қорғау (кері және тікелей тізбектің ағымдарының өлшемі бойынша);
- Термиялық жүктемені қорғау (термиялық модель);
- Автоматты түрде қайта қосу (AR);
- Қосымша таймерлер;
- Ажыратқышты қорғауды қамтамасыз ету үшін автоматты сөндіргішті (үзіліссіз қорғаныс) қорғауға арналған құрылғы.
- Дискретті кірулер арқылы қорғауды құлыптау;
- Резервтік токтардан қорғауды қамтамасыз ету - ағымдағы қорғаныс параметрлерін динамикалық түрде өзгертуге мүмкіндік береді қосқышты қосу сәтінде;
  - Екінші гармоника арқылы қорғанысты блоктау (трансформатордың ауытқу тогы);
  - Параметрлердің екі тобы;
  - USB және RS-485 байланыс интерфейстері (хаттамалар Modbus RTU / IEC 103);
  - Шұғыл тәртіптерді тіркеу (20), оқиғалар (200), авариялық режимдердің осциллограммы (жалпы ұзақтық 7,5 сек) тіркеу;
  - Басталу, кірістерді қосу, өшіру, АР циклдары;
  - Электр сөндіргішті диагностикалау және өшіру тізбегін басқару Қосымша функциялар. Толық релелік конфигурация орындалуы мүмкін. пернетақта мен дисплей арқылы алдыңғы басқару панелінен - дербес компьютерді пайдаланбай.

Ерекше шешім - оқиғаларды толық тіркеу, тіпті Р116 электр қуатымен тек ток тізбектерінен болған кездегі авариялық режимдер. Айта кету керек, реле ішкі сағатын қолдайтын конденсатор, электр қуатын тек жұмыс істеп тұрған ток тізбектерінен алады. Бұл шешім өлшеу СТ-ге жүктемені азайту үшін жасалды. Демек, ішкі сағаттың жұмысы және, демек, уақытша мөртабандардың нақты орнатылуы жұмыс істеп тұрған ток кернеуінің жойылғаннан кейін шамамен үш күн бойы сақталады.

Уақытты синхрондау RS-485 порты немесе екілік енгізу арқылы (қосалқы станциядағы сыртқы сағат) орындалуы мүмкін.

Өлшеуіш трансформаторлардан қуат беру релесі ретінде Р116 құрылғысында көптеген дискреттік кірулер (6), шығыс релесі (7), жарықдиодтар (8), электромагниттік индикаторлық реле (5) бар.

Р116 екілік кірістердің екі түрімен жабдықталуы мүмкін:

- номиналды кернеуі 24-240 В айнымалы немесе тұрақты ток бар әмбебап кірулер;
- Тұрақты кернеудегі кіріс кернеуі.

Әмбебап кірулерде индукциялық кедергіден қорғауды қамтамасыз ететін арнайы сүзгілеу алгоритмдері бар.

Кедергіден екілік кірістерді қорғаудың бірінші элементі кіріс кедергісін динамикалық өзгертуге негізделген сүзу алгоритмі. Енгізуді қоздыру үшін кернеу шекті мәні (19 В) және 35 мА жоғары токтың (ток шегі қосымша кернеу мәніне байланысты емес) жоғары болуы керек. 35 мА жоғары ток шегі шуылдың кірісінде пайдалы сигналдың болуын ажыратуға мүмкіндік береді. 35 мА кіріс тогы 2 мс-ге дейін сақталады, одан кейін кіріс кедергісі екілік кіріс арқылы ток 5 мА-ға тең етіп өзгереді.

Екінші элемент бинарлы кіруді бөгеуілден қорғау үшін сандық сүзу алгоритмі болып табылады.

Жоғарғы деңгейдегі екілік енгізу хабарының көрінісі оның күйін бағдарламалы түрде тексеру процесін бастайды. Бақылау кезеңі дифференциалды кіруге қолданылатын кернеу түріне байланысты: АС / DC, АС немесе DC. Таңдау әрбір екілік кіру үшін тәуелсіз.

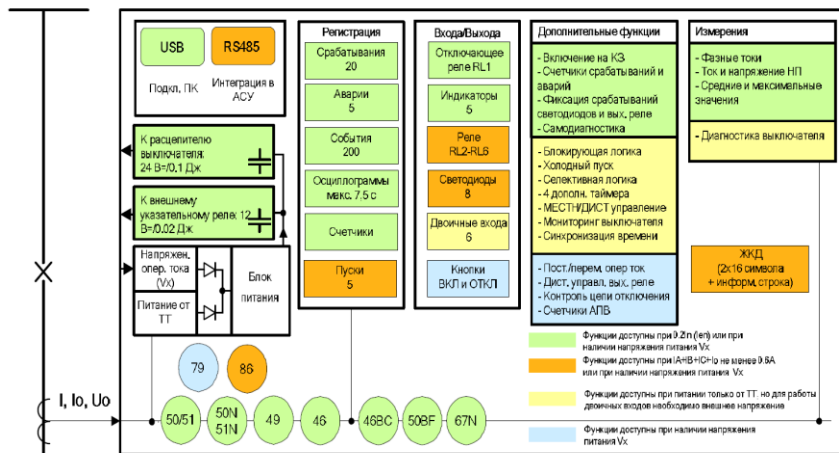
Қорытындылай келе Schneider Electric ұсынысы ауыспалы ток тогынан релелік қорғаныс жүргізу мүмкіндігін ашады.

Экономикалық тұрғыдан жақсы шешім - қорек сөндіргішті өшіру үшін қорғаныс релесіне орнатылған конденсаторды қолдану. Бұл шешім тек қосқышты басқаруға арналған төменгі сұранысқа ие катушкалар немесе конденсатор блоктары бар жаңа қосқыштар үшін қолданылуы мүмкін.

Ерте шығарылымдардың жаппай басқарылатын қосқыштары үшін ең жақсы шешім - бұл өз таратушы құрылғысымен жұмыс істейтін MiCOM E124 сыртқы конденсатор блогын пайдалану.

Зарядталған конденсатордың энергиясын пайдалану ТТ-ны өлшеудің қосымша талаптарын белгілемейді және сондықтан олардың құнының артуына әкелмейді.

ТТ-ны өлшеуден қоректену релесі заманауи цифрлық технологияны қолданады және бүгінгі таңда міндетті болып табылады: авариялық режимдерді (уақытша мөртабан) тіркеу, әр түрлі автоматтандырылған басқару жүйелеріне интеграциялау мүмкіндігі. Жаңа Р10 платформасындағы USB портын пайдалану пайдаланушыға қосымша ыңғайлылықты тудырады және кернеу болмаған кезде реле жұмыс істеуге мүмкіндік береді.



2.6 – сурет - MiCOM P116 функционалдык диаграммасы

MiCOM P116 қорғау құрылғысы бар мыналарды қамтамасыз ететін бірқатар артықшылықтар:

- жұмыс істеп тұрған ток кернеуінің әр түрлі типтері бар коммутациялық аппараттардағы сенімді жұмыс;
- ҚБС-ға интеграциялану мүмкіндігі;
- мүмкіндіктері бар толық цифрлық шешім өзін-өзі диагностикалау және өзін-өзі бақылау;
- олардың бағасына әсер етпейтін КТ өлшеуге арналған жүктеме;
- жылдам әрекет уақыты – толығымен қысқа тұйықталу ток туындаған сәттен бастап немесе коректендіру кернеуін беруден бастап командалық сигнал берілмес бұрын реле Ішкі танкілердің заряды ескерілген өшіру 60-70 мс;
- қорғау және диагностиканы енгізу функциялар, мысалы, бағдарлы HDL, предшественник келесі модельдер (MiCOM P124);
- Тіркеу функцияларын жүзеге асыру жағдайында да ТТ-дан релені қуаттағанда және басқа болмаған жағдайда gogo қосалқы қуаты;
- жергілікті және қашықтан басқару пультінің өшірілуі оқырман.

### 3 Экономикалық бөлім

#### 3.1 Автоматика және цифрлық қорғаныс құрылғылары КРУЭ-110 қосалқы станциясына релелік қорғанысты енгізу тиімділігінің экономикалық есептемесі

КРУЭ-110 және пайдалану шығындарының құнын бағалау. Жобаның экономикалық деректерінің бөлігі релелік қорғаныстың тиімділігін экономикалық есептеу болып табылады. КРУЭ-110 қосалқы станциясының жеті көшірмесі автоматты және сандық қорғау үшін цифрланған.

Есепте қызметкердің жалақысы және басқа да операциялық шығындар қамтылмайды. КРУ-110 қондырғысын күрделі жөндеуді релелік қорғаныс қызметкерлері жүзеге асырады, және әрбір алты жылда бір ауысымда, 3.1-кесте.

#### 3.1-кесте – КРУЭ-110 кВ тартым қосалқы станциясы үшін блоктардың бағасын анықтау

Блоктың атауы	Орналастыру Орны	Блоктардың саны, (дана)	Бір блоктың бағасы, евро €	Жалпылама бағасы, евро €
КРУЭ-110	қосалқы станциясының	7	2640	18480

КРУЭ-110 блоктарын алу үшін жұмсалатын жалпы шығынды есептеу.

КРУЭ-110 кВ блоктарын алу үшін жұмсалатын жалпы шығындар құрайды:

$$K_{жалпы.е} = K_{ТТФ} \quad (3.1)$$

Микропроцессорлық релелік қорғаныс блогын құру үшін кететін шығындар МРҚБ-110 оны 3.1-кестеге қараңыз.

$$K_{жалпы.е} = 7 \cdot 2640 = 18480 \text{ евро.}$$

мұндағы  $K_{ТТФ}$  – түйіспелі тораптың фидерінің бір блогының бағасы, евро;  
 $n$  – блок саны, дана;

Өрімен қарай есептеу үшін жалпы ақша айналымынан евроны теңгеге айналдырып аламыз, валюталардың курсына сүйене отырып айтар болсақ 1 евро=35 тенге деп аламыз.

$$K = K_{жалпы.у.е} \cdot 35 \quad (3.2)$$

олай болса,

$$K_1 = 18480 \cdot 646800. \text{ теңге.}$$

Осы кезеңде ең талап етілетін өндірістік процесті қамтамасыз ететін темір жолдың пайдалану шығыны операциялық шығындар деп аталады.

Бұл есеп отынның, энергияның және басқа да еңбек шығындарының, әлеуметтік қажеттіліктердің, материалдық және материалдық шығындар сияқты амортизациялық аударымдарға тең.

$$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_{амор}. \quad (3.3)$$

мұндағы  $\mathcal{E}_{амор}$  - амортизациялық төлемдер пайдаланудағы шығындар, теңге.

Тозуды есептеу. Амортизациялық төлемдер негізгі құралдардың орташа жылдық құнына және оларды толық қалпына келтіруге арналған тарифтердің негізінде есептеледі.

$$\mathcal{E}_{амор} = 0,05 \cdot K_1, \quad (3.4)$$

$$\mathcal{E}_{амор} = 0,05 \cdot 646800 = 32340 \text{ теңге,}$$

$$\mathcal{E}_{амор} = 0,05 \cdot 646800 = 32340 \text{ теңге,}$$

$$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_{амор} = 32340 \text{ теңге.}$$

Автоматика және цифрлық қорғаныс құрылғыларына есептемелерді осы реттілік пен жүргіздім келесі 3.2-бөлімінде электрондық қорғаныс құрылғыларына есептеме жүргіземін.

**3.2 Электроникалық қорғаныс құрылғыларын УЭЗФМ-110 қызметке және тағайын шамасына кететін шығындарға есептеме жүргізу**

Енді дәл сол реттілік пен электрондық релелік қорғанысқа есептеме жүргіземіз.

**3.2-кесте – УЭЗФМ-110 кВ тартым қосалқы станциясы үшін блоктардың бағасын анықтау**

Блоктардың атаулары	Орналастыру орны	Блоктардың саны, (дана)	Бір блоктың бағасы, евро €	Жалпы бағасы, евро €
УЭЗФМ-ТТФ	қосалқы станциясының	7	1300	9100

УЭЗФМ-ТТФ-110, блоктарын алу үшін кететін шығындарға есептеме жүгізу.

$$K_{жалпы.у.е} = 7 \cdot K_{ТТФ} , \tag{3.5}$$

$$K_{жалпы.у.е} = 7 \cdot 1300 = 9100 \text{ €}.$$

Әрі қарай есеп беру үшін біз еуродан теңгеге үлестік инвестицияларды 1 еуро = 35 теңге валютасына аударамыз.

$$K_2 = 9100 \cdot 35 = 318500 \text{ теңге}.$$

Қолдану кезіндегі шығындардың есептеме жүргізу.

$$\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_{амор} + \mathcal{E}_{еак} + \mathcal{E}_{амб} + \mathcal{E}_{ээ} . \tag{3.6}$$

мұндағы  $\mathcal{E}_{амор}$  -амортизациялық төлемдегі қолдану кезіндегі шығындары, теңге;

- $\mathcal{E}_{еак}$  -еңбекақының қоры;
- $\mathcal{E}_{амб}$  -әлеуметтік мұқтаждықтарға бөлу;
- $\mathcal{E}_{ээ}$  -электр энергиясына шығындар

Амортизациялық төлемдер үшін есептеме жүргізу



$$\mathcal{E}_{амор} = 0,05 \cdot K_2, \quad (3.7)$$

$$\mathcal{E}_{амор2} = 0,05 \cdot 318500 = 15925 \text{ теңге.}$$

Формула бойынша сыйақы және он үшінші еңбекақының есепке алуы бар еңбекақысының қорының анықталуы:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{eak} = & 12 \cdot C_{енбекақы.ай} + \frac{(40\%)}{(100\%)} \cdot 12 \cdot \mathcal{E}_{енбекақы.ай} + \\ & + C_{енбекақы.ай}, \end{aligned} \quad (3.8)$$

$$C_{енбекақы.ай} = C_1 + 3C_2. \quad (3.9)$$

мұндағы  $C_1$  -аға электрмеханиктің айлығы 10000 теңгеге тең;  
 $C_2$  -электрмеханиктердің айлығы, 7000 теңгеге тең;  
 3 адам-электрмеханиктердің саны.

Аға электрмеханиктің және механиктердің Шама мен қабылданған айлығы.

$$C_{енбекақы.ай} = 10000 + 3 \cdot 7000 = 31000 \text{ теңге,}$$

$$C_{eak} = 12 \cdot 31000 + \frac{(40\%)}{(100\%)} \cdot 12 \cdot 31000 + 31000 = 551800 \text{ теңге.}$$

Өз қажеттіліктеріңізге бөліңіз. Әлеуметтік қаржыландыру белгілі бір критерийлер бойынша шығынды білдіреді. Қазақстан Республикасында олар жалақының 27% құрайды.

$$\mathcal{E}_{амб} = 0,27 \cdot \mathcal{E}_{eak}, \quad (3.9)$$

$$\mathcal{E}_{амб} = 0,27 \cdot 55188 = 148986 \text{ теңге.}$$

Электр энергиясының құнын есептеу. Электр энергиясына арналған шығындар жабдық пен құрылымдардың саны, олардың қуаты мен жұмыс уақытымен анықталады [14].

$$\mathcal{E}_{ээ} = C_{ээ} \cdot 1,2 K_{сур} \cdot P_{таг.шама} \cdot F_{жаб} \cdot M_{ауысым} K_{жукт}. \quad (3.10)$$

мұндағы  $C_{\text{ээ}} - 1$  кВт·сағ электрэнергияның бағасы,  $C_{\text{ээ}} = 1,28$  теңге/(кВт·сағ);

$K_{\text{сур}}$  -сұраныстың орта коэффициенті,  $K_{\text{сур}} = 0,3$ ,

$P_{\text{таг.шама}}$  -құрылғының орнатылған толық қуаты, кВт;

$F_{\text{жаб}}$  -бір ауысымға арналған жабдықтың бір жылдық фонды,

$F_{\text{жаб}} = 2004$  сағ;

$M_{\text{аусым}}$  -жабдықтың жұмысының ауысымының саны,

$M_{\text{аусым}} = 3$ ;

$K_{\text{жукт.}}$  -жүктеме коэффициенті,  $K_{\text{жукт.}} = 0,75$ .

Жабдықтың қуатының қосындысын шамамен келесі түрде алуға болады:

$P_{\text{жаб}} = 0,11$  кВт.

$$\mathcal{E}_{\text{ээ}} = 1,28 \cdot 1,2 \cdot 0,3 \cdot 0,144 \cdot 2004 \cdot 3 \cdot 0,75 = 299 \text{ теңге.}$$

Қолдану кезіндегі шығындарды құрады:

$$\mathcal{E}_2 = 15925 + 551800 + 148986 + 299 = 717010 \text{ теңге.}$$

### 3.3 Келтірілген шығындар бойынша кеткен қаржының қайту мерзімін есептеу

АжЦҚ-110 үшін келтірілген шығындарын есептеу

$$\mathcal{E}_{\text{келт.АжЦК}} = \mathcal{E}_1 + E_n \cdot K_1. \quad (3.11)$$

мұндағы  $E_n$  -нормативтік тиімділік коэффициенті, тартым қосалқы станциясы үшін 0,125 нормативтік тиімділік коэффициенті қолданылған.

$$\mathcal{E}_{\text{келт.АжЦК}} = 32340 + 0,125 \cdot 646800 = 113190 \text{ теңге.}$$

УЭЗФМ (электроникалық қорғаныс түрі) үшін келтірілген шығындарды есептеу

$$\mathcal{E}_{\text{келт.УЭЗФМ}} = \mathcal{E}_2 + E_n \cdot K_2. \quad (3.12)$$

$$\mathcal{E}_{\text{келт.УЭЗФМ}} = 717010 + 0,125 \cdot 318500 = 756822,5 \text{ тенге.}$$

Электрондық релелік қорғаныс құрылғыларын және микропроцессорлық релелік қорғаныстың базасы МРҚБ келтірілген шығындардағы айырмашылықты есептеу.

$$\Delta \mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{келт.УЭЗФМ}} - \mathcal{E}_{\text{келт.АжЦК}}, \quad (3.13)$$

$$\Delta \mathcal{E} = 756822,5 - 113190 = 643632,5 \text{ тенге.}$$

АжЦК ФКС-110 қайту мерзімін келесі формула арқылы анықтаймыз

$$T = \frac{K_1}{\Delta \mathcal{E}}, \quad (3.14)$$

$$T = \frac{646800}{643632,5} = 1,004 \text{ жыл.}$$

## 4 Электр қауіпсіздігі бөлімі

### 4.1 Қауіпсіздік техникасы

Травматика - адамның денесінің күтпеген шығуы сыртқы әсер етудің әртүрлі деңгейлерінде. Жарақат - көрініс, сыну, дене жоғалту және тағы басқалар. Эпикалық кешеннің әсері. Жарақат алу немесе жазатайым оқиғалар негізінен техникалық, санитарлық-гигиеналық және ұйымдық талаптарға байланысты.

Адам ағзасына электр тоғының соғу қаупі алғашқы электрофорез эксперименттерінен бері белгілі болды. Энергияның дамуы эпидемияға байланысты жарақаттану оқиғаларының көбеюіне әкелді. Электрлік жарақаттар басқа кәсіби жарақаттарға қарағанда жиі кездеседі, бірақ бірінші кезекте салдары мен ауырлық дәрежесі бойынша. Электр тоғының соғу қаупі арнайы жабдықтың көмегімен анықталмайды. Бұдан басқа, электр қондырғыларында қорғаныс жабдығының қалай пайдаланылғаны анық. Адам ағзасына электр тоғының әсер етуі ағымның беріктігіне, ағзаның әсер ету мерзіміне және организмнің жеке басына байланысты. Әртүрлі электр жабдықтардың әсері әртүрлі болады, өйткені қуат көзінің сипаттамалары, жабдықтың пайдалану шарттары және кіріктірілген ғимараттың сипаты әр түрлі (4.1 және 4.2 кестелер).

**4.1-кесте – Адам денесі арқылы өтетін электр тоғының тегінен және мәнінен тәуелді зақымдалулардың сипаттамасы**

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

#### 4.2 Электр тораптарының қауіптілігін талдау

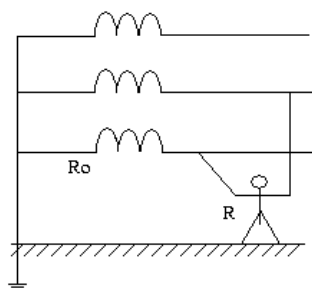
Адам денесі арқылы өтетін ток электр қондырғысының кернеуіне, адамның сымына, бейтарап режимге, электр қуатына және желінің кедергісіне байланысты.

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

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

Электр энергиясы екіге және бір полюске бөлінеді. Биполярлық сенсор - бір уақытта екі құрылғы тіреуішінің тіркесімі. Полюстің бір қолы - бір полюс.

Егер айнымалы ток қуаты айнымалы ток көзіне қосылса, бұл контактілер екі фазалы және екі фазалы деп аталады. Биполярлы немесе екіфазиялық контактілер ең қауіпті болып табылады, себебі контакт бойынша кернеу құрылғының максималды кернеуі мен кернеуі болып табылады (4.1-сурет).



**4.1-сурет – Адамның электр торабына екі фазалы жанасуы**

Мұндай қосылу кезінде адамның денесі арқылы ағатын ток келесі өрнектің көмегімен анықталады:

$$I_h = \frac{U_{np}}{R_h} = \frac{U_{л}}{R_h} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{\phi}}{R_h}, \quad (4.1)$$

мұндағы:  $I_h$  – адам арқылы ағатын ток, А;

$U_{np}$  – жанасу кернеуі, В;

$U_{л}$  – үшфазалы айнымалы тоқтағы тораптар үшін желілік кернеу, В;

$U_{\phi}$  – фазалы кернеу, В;

$R_h$  – адам денесінің кедергісі, Ом;

Адам денесі арқылы өтетін тоқты келесі формуламен табуға болады:

$$I_h = \frac{U_{np}}{R_h}. \quad (4.2)$$

Орынбасу схемасын пайдаланып, жанасу кернеуін анықтауға болады:

$$U_{np} = \frac{R_h \cdot r_1}{R_h + r_1} \cdot I_{общ}. \quad (4.3)$$

Орынбасу схемасын жалпы тоқты да анықтауға болады:

$$I_{общ} = \frac{U}{r_2 + R_h \cdot r_1 / (R_h + r_1)}. \quad (4.4)$$

Жалпы тоқтың өрнегін жанасу кернеуінің формуласына қойып келесі өрнекті аламыз:

$$U_{np} = U \cdot \frac{r_1 \cdot R_h}{r_1 \cdot r_2 + r_1 \cdot R_h + r_2 \cdot R_h}. \quad (4.5)$$

Адам денесі арқылы өтетін тоқты келесідей анықтаймыз:

$$I_h = \frac{U_{np}}{R_h} = U \cdot \frac{r_1}{r_1 \cdot r_2 + r_1 \cdot R_h + r_2 \cdot R_h}. \quad (4.6)$$

Егер  $r_1=r_2=r_{из}$  ( $r_{из}$  – оқшаулама кедергісі) болса, онда :

$$U_{np} = U \frac{R_h}{2 \cdot R_h + r_{из}} \quad , \quad (4.7)$$

$$I_h = U \frac{1}{2 \cdot R_h + r_{из}} \quad , \quad (4.8)$$

тораптың оқшаулама кедергісінің артуымен адам арқылы ағатын тоқ азаяды деп қорытындылауға болады (4.2-сурет).

Егер адам автономды еденде аяқ киімде болса, еденнің тозуына және тозуға қарсылығын ескеру керек.

Бұл жағдайда формула мынадай:

$$I_h = U \cdot \frac{1}{2 \cdot (R_h + r_n + r_{оо} + r_{из})} \quad . \quad (4.9)$$

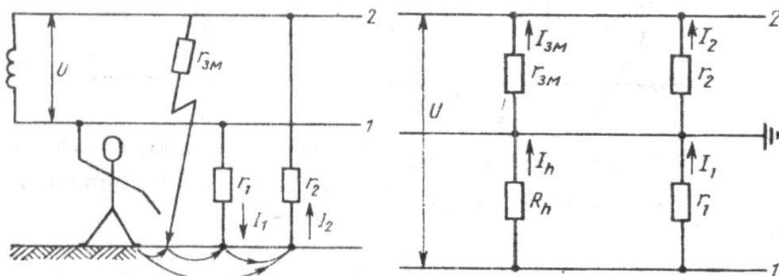
Әдетте жерге тұйықталу кедергісі  $r_{зм}$ , оқшаулама кедергісі  $r_1, r_2$  және адам денесінің кедергісінен  $R_h$  біршама аз, сондықтан  $r_2$  кедергісін  $r_2 = r_2 r_{из} / (r_2 + r_{из})$  эквивалентті кедергіге ауыстырып келесі өрнекті аламыз:

$$U_{np} = \frac{U \cdot r_1 \cdot R_h}{r_1 \cdot r_3 + r_1 \cdot R_h + r_3 \cdot R_h} \quad , \quad (4.10)$$

$$I_h = U \cdot \frac{r_1}{r_1 \cdot r_3 + r_1 \cdot R_h + r_3 \cdot R_h} \quad . \quad (4.11)$$

$r_{зм}$  – кедергісі нөлге жақын болғандықтан формулалары келесідей болады:

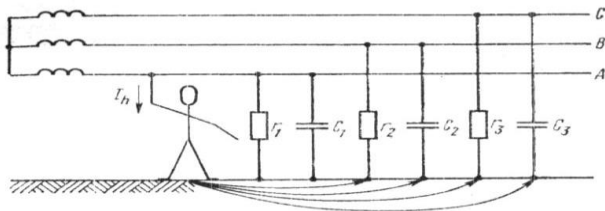
$$\begin{aligned} U_{np} &= U. \\ I_h &= U / R_h \end{aligned} \quad (4.12)$$



**4.2-сурет – Апаттық режимде адамның электр торабына бір полюсті жанасуы**

Төтенше жағдай кезінде байланыс кернеуі блоктық кернеуге тең және адам ағзасы арқылы ағымдық сын нүктесіне жете алатыны туралы қорытынды жасауға болады. Бұл жағдайда оқшаулау кедергісі адамға әсер етпейді.

Көптеген жағдайларда үш фазалық түйін оқшауланған және бейтараптандырылады, байланыс құрылғылары үшін жерге тұйықталуда. Нейтралды оқшауланған торапта бір фазамен байланысқан кезде адам денесінің фазалық сыйымдылығына және оқшаулау кедергісіне байланысты болады (4.3-сурет).



**4.3-сурет – Нейтралы оқшауланған үш сымды торапқа бір фазалы жанасу**

Сымдардың оқшауламаларының кедергілері  $r_1=r_2=r_3=r_{uz}$  және сыйымдылықтар  $C_1=C_2=C_3=C$  тең болған кезде:

$$I_h = \frac{U}{R_h} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + r_{uz}(r_{uz} + 6 \cdot R_h)/9 \cdot R_h^2 (1 + r_{uz}^2 \cdot \omega^2 \cdot C^2)}} \quad (4.13)$$

Егер жердің фазаға тәуелді фазаларын ескермейтін болсақ, мысалы, ұзақ уақыт түйіндер үшін, формула (4.8) жеңілдетіледі және келесідей болады:



$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h + (r_{из}/3)}. \quad (4.14)$$

Егер оқшаулама кедергісі адам денесінің кедергісінен үлкен болса, онда ток шекті рұқсат етілетін мәннен аспайды.

Егер оқшаулама кедергісі шексіз үлкен болса:  $r_1=r_2=r_3=\infty$ , ал фаза сыйымдылықтары өзара тең болса:  $C_1=C_2=C_3=C$ , бұл кабельді тораптарға жарамды, онда адам денесі арқылы өтетін ток үшін формула келесідей болады:

$$I_h = \frac{U_\phi}{\sqrt{R_h^2 + (X_c/3)^2}}, \quad (4.15)$$

мұндағы  $X_c=1/\omega C$  – сыйымдылық кедергісі, Ом;

Формулада түйіннің күші неғұрлым көп болса, дененің ағымы ағзадан көбірек болады; жоғары қуаты қауіпті токқа жетуі мүмкін.

Бейтарап оқшауланған тораптың жұмысы фазаның сәтсіздігіне байланысты. Егер жерге тұйықталу кедергісі төмен болса, онда ток ағзаның адам ағзасына өтеді:

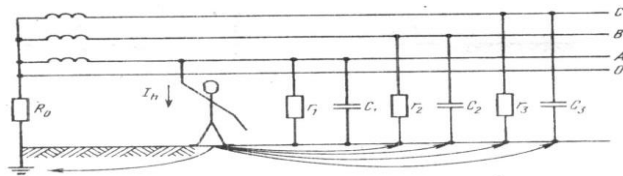
$$I_h = \frac{U_\phi \cdot \sqrt{3}}{R_h + r_{из}}. \quad (4.16)$$

Әдетте  $r_{из} R_h$  – тан аз болғандықтан, жанасу кернеуі келесідей болады:

$$U_{np} = I_h \cdot R_h = U_\phi \cdot \sqrt{3} = U_\lambda. \quad (4.17)$$

Осылайша, адам сызықтық кернеуге ұшырайды және оқшаулау кедергісі маңызды емес. Тиісінше, түйіндер қалыпты жұмыс істеуге қарағанда өте қауіпті.

Қалыпты жұмыс кезінде терең бейтарап жерге тұйықтауы бар үш фазалық түйіндерде бейтараптардың жерге тұйықталуына төзімділігі оқшаулауға кедергі келтіреді (4.4-сурет). Сондықтан, адамның денесі арқылы берілетін байланыс кернеуін және кернеуін ескере отырып, сымдардағы ауытқуларды елемей маңызды.



**4.4-сурет – Нейтралы жерге тұйықталған төрт сымды торапқа бір фазалы жанасу**

Бұл жағдайда адам арқылы өтетін жанасу тоғын және кернеуін есептеу үшін формула келесідей болады:

$$U_{np} = \frac{U_{\phi} \cdot R_h}{R_h + R_0}, \quad (4.18)$$

$$I_h = \frac{U_{\phi}}{R_h + R_0}, \quad (4.19)$$

мұндағы  $R_0$  – нейтралдың жерге тұйықталу кедергісі, Ом.

Жерге тұйықталу кедергісі 10 Ом-нан көп болмауы керек, ал адам денесінің кедергісі бірнеше жүз Ом-нан аз болмайды, сондықтан (4.15)-ші және (4.16)-ші формулаларында  $R_0$  кедергісін ескермеуге болады:

$$U_{np} = U_{\phi}, \quad (4.20)$$

$$I_h = \frac{U_{\phi}}{R_h}. \quad (4.21)$$

Сайттың қалыпты жұмысы кезінде фазалық сымға қосылған кезде адам фазалық кернеу алады. Бұл жағдайда сымдар оқшаулау кедергісі де қорғалмайды.

Фазалардың біреуі авариялық режимде тұрса, фазалық фазамен байланыс фазадан гөрі жоғары кернеуге әкеледі, бірақ жолдан төмен:  $U_r < U_p < U_{np}$ . Бұл жағдайда адамның денесі арқылы байланыс кернеуі мен ағымы келесі формула бойынша анықталады:

$$U_{np} = U_{\phi} \cdot R_h \cdot \frac{r_{zm} + R_0 \cdot \sqrt{3}}{R_0 \cdot r_{zm} + R_h \cdot (r + R_0)}, \quad (4.22)$$

$$I_h = U_{\phi} \cdot \frac{r_{zm} + R_0 \cdot \sqrt{3}}{r_{zm} + R_h \cdot (r + R_0)}. \quad (4.23)$$

Жердегі ақаулық тотығы неғұрлым көп болса, адам ағзасындағы ток төмендейді.

Осылайша, талдау көрсеткендей, фазалық фазалық үш фазалық түйіндерде бір фазалық байланыс терең жабық бейтарап жерлерге қарағанда, ал төтенше жағдайда - керісінше қауіпті емес. Сондықтан, егер бейтарап жерге тұйықталу терең жабық тізбектерді пайдаланса, оқшаулау кедергісін жеткілікті жоғары деңгейде ұстап тұру мүмкін болмаса, бейтарап оқшауланған түйіндерді пайдалану ұсынылады.

### 4.3 Жермен қосудың есебі

Сыртқы қабатқа және төменгі қабатқа төзімділік  $\rho_{1изм}$  электромеханикалық шеберхананың шекарасында ашық және жабық типтегі  $\rho_{2изм}$  дистрибьюторларға өз қарсыласуымен жерге тұйықтаушы қондырғылар. Жерге қосу тізбегі периметрі бойынша, жердің диаметрі  $d$ , жер бетінің қалыңдығы  $l$  және  $h_1$  жердің тік сызықтары бұзылуы керек.

Бастапқы мәліметтер:

$$U_{АТҚ} = 110 \text{ кВ};$$

$$U_{ЖТҚ} = 10/0,4 \text{ кВ};$$

АТҚ өлшемдері  $45 \cdot 40$  м;

$$\rho_{1изм} = 45 \text{ Ом} \cdot \text{м}; \quad \rho_{2изм} = 30 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

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

III – климаттық зона;

$$I_{кз} = 691 \text{ А};$$

Электродтың жерге ену тереңдігі – жер бетінен электродқа дейінгі қашықтық  $t_0 = 0,5$  м.

Шешуі:

1. 110 кВ АТҚ үшін контурлық жермен қосу құрылғысын есептеу. Бастапқы берілгендерді есептеуге келтірейік:

$$\rho_{1расч} = \rho_{1изм} \cdot \Psi = 45 \cdot 2 = 90 \text{ Ом} \cdot \text{м},$$

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

$\Psi = 2$  - III – климаттық зона үшін, өйткені, III климаттық зонада маусымдық өзгерістер қабатының шартты қалыңдығы жердің үстіңгі қабатының  $H = 2,2$  м-ге тең қалыңдығынан аз  $h_1 = 3,31$  м-ге тең болады.

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

$$\frac{\rho_{1расч}}{\rho_{2расч}} = \frac{\rho_{1изм} \cdot \Psi}{\rho_{2изм}} = \frac{45 \cdot 2}{30} = 3.$$

Тігінен орналасқан электродтар санын анықтаймын:

$$n = \frac{4 \cdot \sqrt{S}}{a}, \quad (4.24)$$

мұндағы  $S$  – жермен тұйықтағыш алып жатқан шекара ауданы,  $m^2$ ;  
 $a$  – жермен тұйықтағыш моделіндегі тік электродтар арасындағы қашықтық,  $a=3$   
 $m$ ;

$$n = \frac{4 \cdot \sqrt{45 \cdot 40}}{3} \approx 56,568.$$

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

$$l_{omn} = (h + t_0) / l_e = (3,31 - 0,5) / 5 = 0,56 \text{ м}.$$

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

$$\rho_3 = \rho_2 (\rho_1 / \rho_2)^k \quad (4.25)$$

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

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

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

Тігінен электродтары бар тік жердегі шыбықтардан тұратын тізбектегі коннектор мен тордың кедергісін анықтаңыз:

$$R_3 = 0,443 \cdot \frac{\rho_2}{\sqrt{S}} \cdot \left( \frac{\rho_1}{\rho_2} \right)^g + \frac{\rho_1}{L + n \cdot l_e}, \quad (4.26)$$

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

$$l_1 = l_1 + l_2 \cdot \rho_1 / \rho_2, \quad (4.27)$$

$n$  – тік өткізгіштер саны;  
 $L$  – өткізгіштердің жалпы ұзындығы;  
 $l_1$  және  $l_2$  мәндері [28, таб 5, стр.6] көрсетілген.

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

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

$$L = 23 \cdot 45 + 24 \cdot 30 = 1755 \text{ м},$$

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

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

$$\lambda_1 = M \cdot \left(\frac{a \cdot \sqrt{S}}{l_e \cdot L_r}\right)^{0,45}, \quad (4.28)$$

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

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

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

$$\lambda_2 = \frac{R_h}{R_h + 1,5 \cdot \rho_1}, \quad (4.29)$$

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

$$\lambda_2 = \frac{1000}{1000 + 1,5 \cdot 100} = 0,869.$$

Жанасу кедергісін келесі формула бойынша анықтаймын:

$$U_{np} = I_3 \cdot R_3 \cdot \lambda_1 \cdot \lambda_2 = 691 \cdot 0,35 \cdot 0,204 \cdot 0,869 = 42,874 \text{ В}.$$

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

Жермен қосқыш потенциалы:

$$\varphi_3 = 691 \cdot 0,35 = 241,85 \text{ В}.$$

Кернеу:

$$U_{np \text{ max}} = \varphi_3 \cdot \lambda_1 = 241,85 \cdot 0,204 = 49 \text{ В}.$$

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

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

келесіні аламыз:

$$I_h = U_{np \text{ max}} / (R_h + 1,5 \cdot \rho_C), \quad (4.30)$$

мұндағы  $I_h$  – адам арқылы өтетін ток формуласына орнына қойып мынаны есептейміз:

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

Қауіпсіздік шарттарын тексерейік, мұндағы  $U_{np,дон} = 450 \text{ В}$ , МЕМСТ 12.1.038-82 бойынша анықталады:

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

Шарт орындалады.

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

$$\beta_1 = 0,15.$$

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

$$\beta_2 = R_h / (R_h + 6 \cdot \rho_c) = 1000 / (1000 + 6 \cdot 100) = 0,625 .$$

Қадам кернеуін келесі формуламен анықтаймыз:

$$U_{III} = I_3 \cdot R_3 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 = 691 \cdot 0,35 \cdot 0,15 \cdot 0,625 = 22,673 \text{ В} .$$

Токтың таралу зонасында жүрген адам үшін қауіпсіздік шарттары:

$$U_{III} = U_{1-2 \text{ мх}} - I_h \cdot 6 \cdot \rho_1 \leq U_{\text{дон}},$$

мұндағы  $U_{\text{пр.дон}} = 450 \text{ В}$  МЕМСТ-ке сәйкес, АПВ  $t=0,15\text{с}$  ескеретін қысқа тұйықталудың әсер ету уақыты барысындағы мәні.

$$U_{1-2 \text{ мх}} = \varphi_3 \cdot \beta_1 = 241,85 \cdot 0,15 = 36,2775 \text{ В} .$$

Адам денесі арқылы өтетін ток:

$$I_h = U_{1-2 \text{ мх}} / (R_h + 6 \cdot \rho_c) = 36,2775 / (1000 + 6 \cdot 100) = 0,023 \text{ А} .$$

Қауіпсіздік шарттарын тексеремін:

$$U_{1-2 \text{ мх}} - I_h \cdot 6 \cdot \rho_1 \leq U_{\text{дон}},$$

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

Шарт орындалады.

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

$$R_3^I = \frac{U_{\text{пр.дон}}}{I_3 \cdot \lambda_1 \cdot \lambda_2} = \frac{450}{691 \cdot 0,204 \cdot 0,869} = 3,673 \text{ Ом},$$

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

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

$$R_3 < R_{3 \text{ пвэ}}, R_3 < R_3', R_3 < R_3''.$$

Қосалқы станциялар порталдарына қосалқы станцияларды орнату кезінде найзағайдан қорғауды арттыру үшін сізге қажет:

а) үш-бес метр ұзындығы, екі немесе үш құбыры бар жарықтандыру конструкцияларының политтеріне жақын жерге орнатылуы тиіс;

б) найзағайдан ағызушыларға ағым бағытының кем дегенде төрттен үш бөлігінің болуы;

в) екі оқшауланған порталы тізілімінде әдеттегідей оқшауланған санын көбейту;

д) Трансформаторлар жерге тұйықталудан кемінде он бес метр тереңдікте орналасуы керек.

Бұл бөлімде адам ағзасына электр тогының әсер етуі және 110 кВ тарату желілерінің қоршаған ортаға әсері, 110 кВ және 110 кВ-ке арналған жерге тұйықтау жабдығының есептеуі, сондай-ақ 10 / 0,4 кВ-ға арналған жерге тұйықтау құрылғысы және станциялардың қорғауы есептелді. Есептеу нәтижелері қалыпты мәндерден аспайды, сондықтан шарттар орындалады.



## ҚОРЫТЫНДЫ

Шардара су электр станциясының релелік қорғаныс және гидроэлектростанциясында Schneider Electric сериясындағы көп функционалды микропроцессорлық есептегіштерді қолдану туралы тезистері қарастырылады.

Жұмыстың негізгі бөлігінде электр жүктемелерін, қуат көзінің тізбегін, қуатын және таңдалған күштік трансформаторлардың санын есептеу; қысқа тұйықталу токтарының жабдықтарды дұрыс таңдағанға дейін орындалды; Қосымша қорғаныс құралдары анықталды және трансформатордың релелік қорғанысы сипатталды.

Арнайы бөлімге Schneider Electric ток тізбегі қорғау құрылғысы кіреді.

Электр қауіпсіздігі бөлімі электр қауіптілігін талдау және жерге қосуды қамтамасыз етеді.

Экономикалық бөлікте КРУЭ-110 қосалқы станциясының релелік қорғаныс кірісінің тиімділігіне және автоматтандыру және цифрлық қорғау құралдарымен байланысты шығындардың қайтарылу мерзімін есептеудің экономикалық есептері бар.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Чернобровов Н.В, Семенов В.А. Релейная защита энергетических систем. М. – Энергоатомиздат, 1998.
2. Андреев В.А. Релейная защита, автоматика и телемеханика в системах электроснабжения. – М.: Высшая школа, 1985.
3. Шеховцев В.П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. – М.: Форум-Инфра М, 2004г. – 265с.
4. Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий. – М.: Высшая школа, 1990.
5. Медведев Г.Д. Электрооборудование и электроснабжение горных предприятий. – М.: Недра, 1988.
6. Пивняк Г.Г., Шкрабец Ф.П., Горбунов Я.С. Релейная защита электроустановок на открытых горных работах: Справочное пособие. – М.: Недра, 1992.
7. Сибикин Ю.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. – М.: Высшая школа, 2001г. – 340с.
8. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. – М.: Энергоатомиздат, 1989.
9. Правила устройства электроустановок. – Санкт-Петербург: Энергоатомиздат, 2000.
10. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов М.: Высшая школа, 2002г. - 320с.
11. Рожков Л.Д., Карнеев Л.К., Чирков Т.В.. Электрооборудование электрических станций и подстанций. М.: Высшая школа, 2004г. 448 с.
12. Федоров А.А., Старкова Л.Е. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий: Учебное пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1987.
13. Шабад М.А. Расчеты релейной защиты и автоматике распределительных сетей. – Л.: Энергоатомиздат, 1985.
14. Дистанционная защита линий 35-330 кВ. Руководящие указания по релейной защите. Выпуск 7. М.Л. – Энергия, 1966.
15. Токовая защита нулевой последовательности от замыканий на землю линий 110-500 кВ. Расчеты. Руководящие указания по релейной защите. Выпуск 12. М. – Энергия, 1980.