ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Т.Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты

«Энергетика» кафедрасы

Арғынбай Азамат Маратұлы

110/35/6 кернеулі қосалқы стансасының релелік қорғанысы және автоматикасын жобалау

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Мамандығы 5В071800 - Электр энергетикасы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

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

Энергетика кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Кафедра меңгерушісі м.а.
PhD докторы, ассистент профессор
_____Е.А. Сарсенбаев
«20» ___05___2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «110/35/6 кернеулі қосалқы станцияның релелік қорғанысы және автоматикасын жобалау»

5В071800 – Электр энергетика мамандығы бойынша

Орындаған Арғынбай А.М.

Пікір беруші
АЭжБУ «Жылуэнергетикалық қондырғылар» кафедрасының доценті, тех.ғыл.канд
_____Н.К. Алмуратова
«20» ___05___ 2019 ж.

Ғылыми жетекші
Лектор
_____Жаксылыкова С.Б.
«20» ___маусым___ 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

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

«Энергетика» кафедрасы

5В071800 – Электр энергетика мамандығы

БЕКІТЕМІН
Кафедра меңгерушісі м.а.
PhD докторы, ассистент
профессор
_____Е.А. Сарсенбаев
«28» 01 2019 ж.

Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы *Арғынбай Азамат Маратұлы*
Тақырыбы: *«110/35/6 кернеулі қосалқы стансасының релелік қорғанысы және автоматикасын жобалау» .*
Университет проректорының *2018ж. «30» қазандағы № 1210-б* бұйрығымен бекітілген.
Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: *«25» сәуір 2019 ж.*
Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістер: *Қосалқы стансаның электр бөлімі 110/35/6 кВ;*
Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі *:*
а) Үш фазалы қысқа тұйықталу токтарын есептеу;
б) Арнайы бөлім. Қосалқы станцияның релелік қорғаныс бөлімі;
в) Экономикалық бөлім;
Сызбалық материалдар тізімі: *Сызбалық материалдарды слайдпен дайындау*
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: *8 атау.*

Дипломдық жұмысты дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Үш фазалы қысқа тұйықталу токтарын есептеу	10.03.19ж	жоқ
Арнайы бөлім. Қосалқы станцияның релелік қорғанысы	17.03.19ж	жоқ
Экономикалық бөлім	25.04.19ж	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**
Негізгі бөлім	С.Б. Жаксылыкова лектор	20.05.2019	
Арнайы бөлім	С.Б. Жаксылыкова лектор	20.05.2019	
Электр қауіпсіздік бөлімі	С.Б. Жаксылыкова лектор	20.05.2019	
Норма бақылау	Н.Е. Балғаев PhD, сениор-лектор	20.05.2019ж	

Ғылыми жетекші _____ С.Б. Жаксылыкова

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ А.М.Арғынбай

Күні «20» мамыр 2019ж

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс
(жұмыс түрінің атауы)
Арғынбай Азамат Маратұлы
(білім алушының Т.А.Ә.)
5В071800 – Электроэнергетика
(мамандық атауы мен шифрі)

Тақырыбы: 110/35/6 кернеулі қосалқы стансасының релелік қорғанысы және автоматикасын жобалау

Орындалды:
түсініктеме 66 бет

Арғынбай А.М дипломдық жұмысы релелік қорғанысы мен автоматикасы құрылатын тұйықталу тоқтары есептеліп, қосалқы станцияға коммутациялық және релелік қорғанысы таңдалған. Қосалқы станция сенімді жұмыс жасауы үшін заманауи жаңа элементтерді қажет етеді. Осы жұмыста коммутациялық және релелік қорғаныстын жаңа түрлері таңдалған. Орындалған жұмыс практикалық маңызға ие.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Жұмысқа келесідей ескертулер жасалды:
- түсініктемелік жазбада грамматикалық және стилистикалық қателер кездеседі;
- дипломдық жұмыста электр жабдықтар 2015-жылғы анықтамадан таңдалған.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Дипломдық жұмыс тапсырмаға сәйкес толық орындалған және «өте жақсы» (85%) бағаға бағалап, ал жұмыстың авторы Арғынбай Азамат Маратұлы 5В071800 – «Электрэнергетикасы» мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін алуға лайық деп санаймын.

РЕЦЕНЗЕНТ
АЭжБУ, «Электр машиналар және электржетек» кафедрасының доценті, PhD докторы. Н.К.Алмуратова

«___» _____ 20___ ж.

Ғылыми жетекшінің пікірі

Дипломдық жұмыс
(жұмыс түрлерінің атауы)
Арғынбай Азамат Маратұлы
(оқушының аты жөні)
5В071800 – Электр энергетикасы
(мамандық атауы мен шифрі)

Тақырыбы:

Дипломдық жұмыс «110/35/6кВ кернеулі қосалқы станцияның релелік қорғанысы және автоматикасын жобалау» тақырыбы бойынша орындалған. Жұмыста қосалқы станцияның принципиалдық сұлбасы, күштік қондырғылар және жалғаулық аппараттар таңдалған. Қосалқы станцияның элементтері мен желілерге релелік қорғаныс және автоматика бойынша есептеу жасалған. Қысқа тұйықталуға есептелініп, қосалқы станцияның жабдықтарының қауіпсіздігі қарастырылған.. Еңбек қорғау бөлігінде қосалқы станцияны техникалық қолдану нормалары мен ережелі туралы айтылып, жұмысшылардың қорғаныс құралдары жайлы жіктеліп айтылды.

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

Жалпы дипломдық жұмысты 95% «өте жақсы» бағалауға, ал диплом қорғаушы Арғынбай Азамат Маратұлы 5В071800 мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры академиялық дәрежесіне лайық деп санауға болады.

Ғылыми жетекші
Лектор
(қызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)
Жаксылыкова С.Б.
(қолы)
«20» мамыр 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: Арғынбай Азамат Маратұлы

Название: 110_35_6 кернеулі қосалқы стансасының релелік қорғанысы және автоматикасын жобалау.doc

Координатор: Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1:9,1

Коэффициент подобия 2:1,2

Тревога:111

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:

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

20.05.19 .....

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

.....допустить к защите.....
.....
.....
.....
.....

20.05.13 .....

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: Арғынбай Азамат Маратұлы

Название: 110_35_6 кернеулі қосалқы стансасының релелік қорғанысы және автоматикасын жобалау.doc

Координатор:Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1:9,1

Коэффициент подобия 2:1,2

Тревога:111

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:

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

20.05.19 .....

Дата

..... *Подпись Научного руководителя*

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста "110/35/6 кВ кернеулі қосалқы стансасының релелік қорғанысы және автоматикасын жобалау" тақырыбы бойынша орындалған. Жұмыста қосалқы стансаның принципиалдық сұлбасы, күштік қондырғылар және коммутациялық құрылғылар таңдалған. Қосалқы стансаның элементтері мен 110 кВ кернеу жағындағы желілерге релелік қорғаныс және автоматика бойынша есептеу жасалған. Жұмыстың арнаулы бөлімінде резервті автоматтық қосу қарастырылған. Электр қауіпсіздігі бөлімінде жерге тұйықталу, найзағай қорғанысы, өндірістік жиіліктегі электромагнитті өрістерден қорғау жасалған.

Дипломдық жұмыстың экономикалық бөлімінде нарық жағдайындағы энергетикалық кәсіпорындардың қызметінің тиімділігі есептелді.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа выполнена на тему "Релейная защита и автоматизация подстанции 110/35/6 кВ». В проекте произведен выбор принципиальной схемы подстанции, выбор силового оборудования и выбор коммутационной аппаратуры. Произведен расчет релейной защиты элементов подстанции и отходящих линий 110 кВ. В специальной части рассмотрена автоматическое включение резерва. В разделе электробезопасность произведен расчет заземляющего, молниезащитного устройств, защита от электромагнитных полей.

В экономической части дипломной работы произведен расчет эффективности деятельности региональных энергопредприятий в условиях рынка.

ANNOTATION

This work was done on “Protection and Substation Automation 110/35/6 kV". The project made the concept substation, selection of power equipment and the choice of switching equipment. The measured of relay protection elements and outgoing lines 110kB of the substation. There is descried automatic reserve powering on in special part. Payment grounding, lightning-safe devices, protection from electromagnetic square and reduction of industrial noise and an analysis of the working conditions were been produced in life-safety section.

In the economic part of this work has been calculated the performance of the regional utilities in market conditions.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ		7
1	Қосалқы стансаның электр бөлімі 110/35/6 кВ	9
1.1	Үш фазалы қысқа тұйықталу токтарын есептеу	9
1.2	Бір фазалы қысқа тұйықталу токтарын есептеу	16
1.3	Электр қондырғыларын таңдау	20
2	Қосалқы станцияаның релелік қорғаныс бөлімі	30
2.1	ПУЭ бойынша релелік қорғанысқа қойылатын талаптар	30
2.2	Трансформатордың дифференциалдық қорғанысы	33
2.3	Максималдық ток қорғанысы	43
2.4	Газдық қорғаныс	50
2.5	Ошиновка қорғанысы	51
3	Электр қауіпсіздік бөлімі	54
3.1	Қауіпсіздік шарттарын талдау	54
4	Экономика бөлімі	60
4.1	110/35/6 кВ қосалқы стансасының модернизациялауының тиімділігінің технико-экономикалық негіздемесі	60
ҚОРЫТЫНДЫ		65
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ		66

КІРІСПЕ

Бұл дипломдық жұмыс "110/35/6 кернеулі қосалқы стансасының релелік қорғанысы және автоматикасын жобалау" тақырыбында орындалған. Жұмыста қосалқы станцияның схемалық диаграммасы, қуат көздері және коммутациялық құрылғылар таңдалды. Қосалқы станцияның элементтері және 110 кВ электр беру желілері релелік қорғаныс және автоматтандыруға арналған.

Қ/Ст- ның құрылымына байланысты, 115/38,5 / 6,3 кВ кернеумен 16 МВА қуаты бар 2 фазалы қуат трансформаторы DCP-16000/110-VMU кернеумен реттеледі.

110 – 4АН таратқыштың 110 кВ таратқыш тізбегі «трансформатормен алмастырылады» деп саналады.

6 кВ жағындағы схема 6 кВ жағында орта және төмен кернеу жағында «35 кВ жағында (әрқайсысы 2,5 МВА) және 4 бергіштің (1 МВА-нан әрқайсысы) 3 жалғаушы» сөндіргішті бар бір жолдағы шиналар жүйесі « , Тұрады

Қалыпты жағдайда қуатты трансформаторлар 35 кВ және 6 кВ жағында кернеуге бөлек дербес компьютермен қатар жұмыс істейді. Екі трансформатордың біреуі ажыратылған кезде, АВР 6 кВ жағында секцияның жұмыс істеуіне жауап береді.

Қосалқы станция жабдықтарын релелік қорғау.

Бұл бөлім трансформатордың негізгі және резервтік трансформаторларын талқылайды. Негізгі қорғау - DZT-11 релесінің көмегімен дифференциалды және газды қорғау, сондай-ақ резервтік қорғаныс, асқын кернеуді қорғау және т.б. сияқты аса қорғауды қамтамасыз ету. b.

Сондай-ақ, шина тогы кернеудің төменгі жағында есептеледі.

Еңбек және қоршаған орта департаменті

Бұл бөлімде еңбек талдауы, адам ағзасына электр энергиясының әсері, найзағайдан қорғау, топырақтың есептелуі және өрт қауіпсіздігі есептері талданады.

Экономика кафедрасы қосалқы станцияны жаңғыртудың тиімділігін, техникалық-экономикалық негіздемесін зерделейді.

110/35/6 кВ электр станциясының қосалқы станциясы

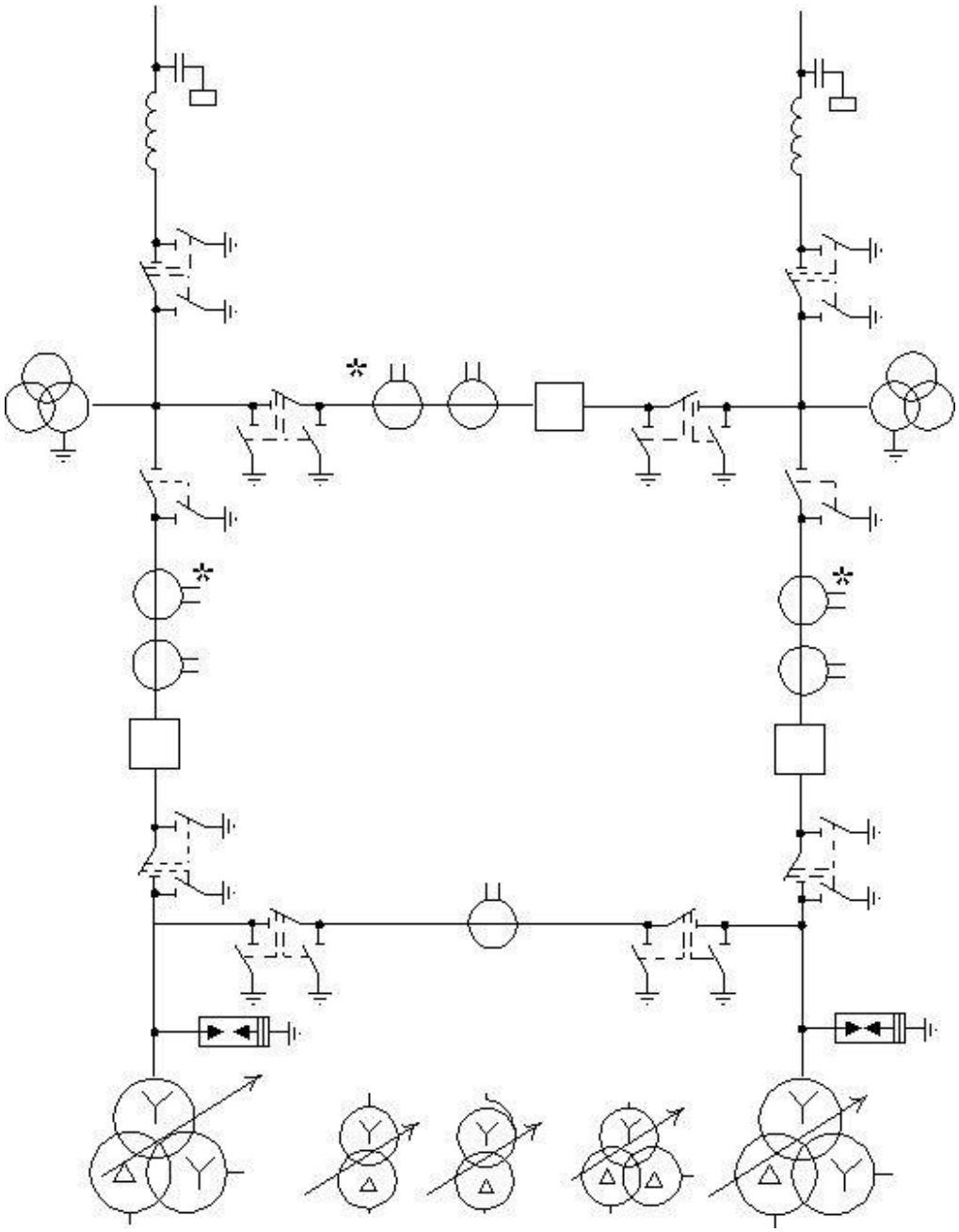
Дипломдық жобада қосалқы станцияның сипаттамасы

Қосалқы станцияда ұсынылған схема өнеркәсіптік электрмен жабдықтаудың барлық сатыларында қолданылады. 35-220 кВт қуат көзі бойынша бұл блок диаграмманы тікелей аудандық желілердегі қуат көзінен, сондай-ақ базалық станциядағы қуат көзінен тікелей пайдалануға болады. Бұл схема негізгі және радиалды қуат көздерінде де қолданылады.

1 Қосалқы стансаның электр бөлімі 110/35/6 кВ

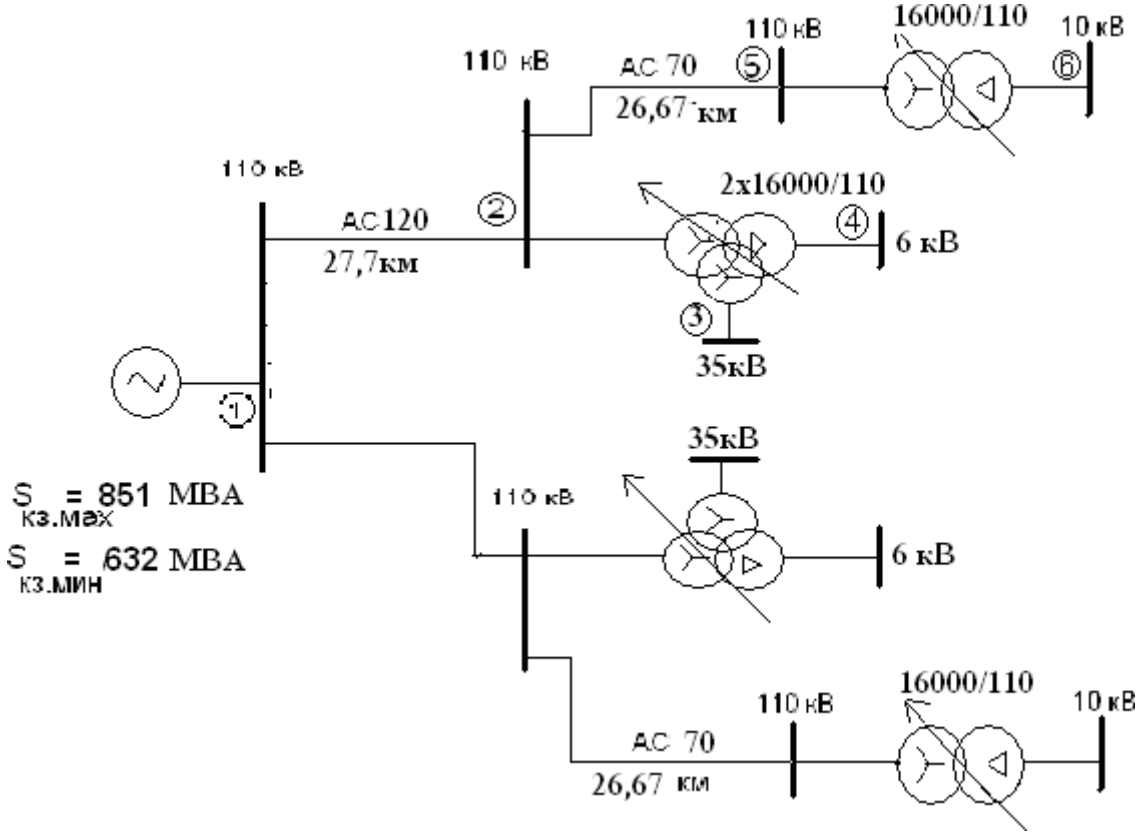
1.1 Үш фазалы қысқа тұйықталу токтарын есептеу

Ластанған жерлерде мұндай схемаларды пайдаланбаңыз; Олар апаттардың түрлерінің кең түрлерін және басқа құрылғылардың түрлерін пайдаланады.



1.1-сурет – 110-220 кВ –ты қ/ст- ның қорек беретін желілер қосылғыштар арасындағы терең енгізу сұлбасы

Қалыпты қосқыштар ажыратылған. Сурет 1.2-дегі диаграмма екі трансформаторды бір желіге қосуға мүмкіндік береді. Бұл трансформаторлық желінің басқа желілерден қуатын сақтап қалуына кері әсерін тигізбеуге мүмкіндік береді. Бұл үлгіні қоректендіру трансформаторының қорғанысын қысқа тұйықтау арқылы сигналды өшіру үшін пайдалануға болады.



1.2-сурет – 110/35/6кВ қосалқы стансасының принципиалдық сұлбасы

Бастапқы берілгендері:

110/35/6 кВ-ты қосалқы стансасының жүктемесі:

$$\left.\begin{aligned} S_{кз\,\max} &= 851\ МВА, \\ S_{кз\,\min} &= 632\ МВА. \end{aligned}\right\}$$

2. Желі 1 АС 120-27,7 км
3. Желі 2 АС 70-26,67 км

Трансформатор типі- ТДТН-16000/110-ВМУ1

Үшорамды трансформатордың параметрлері:

$$\left.\begin{aligned} &S_{ном} = 16 МВА; \\ &P_{кз} = 100\ кВт; \\ &U_{ном.вн} = 115 кВ; \\ &U_{ном.сн} = 38{,}5 кВ; \\ &U_{ном.нн} = 10{,}5 кВ; \\ &U_{квс} = 10{,}5\%; \\ &U_{квн} = 17{,}5\%; \\ &U_{ксн} = 6{,}5\%; \end{aligned}\right\} \qquad (1.1)$$

Кедергілерді есептеу
Энергожүйенің кедергісі берілген:

$$\left.\begin{aligned} &X_{c\max} = 13{,}83\ Ом; \\ &X_{c\min} = 19{,}613\ Ом; \\ &R_{c\max} = 7{,}085 Ом; \\ &R_{c\min} = 7{,}272 Ом; \end{aligned}\right\} \qquad (1.2)$$

10/35/6 кВ-ты стансасының тогы және жүктемесі:

$$I_{кзмax} = \frac{U_{ср}}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{R_{\Sigma 1\max}^{\ 2} + X_{\Sigma 1\max}^{\ 2}}} = \frac{115\cdot 10^3}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{7{,}085^2 + 13{,}83^2}} = 4273\ A, \qquad (1.1)$$

$$I_{кз\min} = \frac{U_{ср}}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{R_{\Sigma 1\min}^{\ 2} + X_{\Sigma 1\min}^{\ 2}}} = \frac{115\cdot 10^3}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{7{,}272 + 19{,}613^2}} = 3174\ A,$$

$$S_{кз\max} = \sqrt{3}\cdot U_{ср}\cdot I_{кзмax} = \sqrt{3}\cdot 115\cdot 4273 = 851\ МВА,$$

$$S_{кз\min} = \sqrt{3}\cdot U_{ср}\cdot I_{кз\min} = \sqrt{3}\cdot 115\cdot 3174 = 632\ МВА;' \qquad (1.2)$$

Желінің кедергісін табу:

Желі 1 АС 120-27,7 км

$$\left.\begin{aligned} &X_{л} = X_{уд}\cdot L, \\ &R_{л} = R_{уд}\cdot L, \end{aligned}\right\} \qquad (1.3)$$

$X_{уд} = 0.43\ Ом,$

$X_{л1} = 0.43\cdot 27{,}7 = 11{,}91\ Ом,$

$R_{уд} = 0{,}25,$

$R_{л1} = 0{,}25\cdot 27{,}7 = 6{,}925\ Ом,$

Желі 1' = Желі 1.
Желі 2 АС 70-26,67 км,

$$\left.\begin{aligned} X_{л} &= X_{уд} \cdot L, \\ R_{л} &= R_{уд} \cdot L, \end{aligned}\right\}$$

$X_{уд} = 0.44 \;\; Ом,$

$X_{л2} = 0.44 \cdot 26{,}67 = 11{,}73 \;\; Ом,$

$R_{уд} = 0{,}43,$

$R_{л2} = 0{,}43 \cdot 26{,}67 = 11{,}47 \; Ом,$

Желі 2'=Желі 2.

Трансформатордың кедергісін есептеу.
Трансформатор типі- ТДТН-16000/110-ВМУ1.
Үшорамды трансформатордың параметрлері:

$$\left.\begin{aligned} &S_{ном} = 16 МВА, \\ &P_{кз} = 100 \;\; кВт, \\ &U_{ном.вн} = 115 кВ, \\ &U_{ном.сн} = 38{,}5 кВ, \\ &U_{ном.нн} = 10{,}5 кВ, \\ &U_{квс} = 10{,}5\%, \\ &U_{квн} = 17{,}5\%, \\ &U_{ксн} = 6{,}5\%, \\ &кедергісі \end{aligned}\right\} \qquad (1.4)$$

$$U_{кв} = 0{,}5 \cdot (U_{квс} + U_{квн} - U_{ксн}), \qquad (1.4а)$$

$$U_{кс} = 0{,}5 \cdot (U_{квс} + U_{ксн} - U_{квн}), \qquad (1.4 б)$$

$$U_{кн} = 0{,}5 \cdot (U_{квн} + U_{ксн} - U_{квс}), \qquad (1.4 в)$$

$U_{кв} = 0{,}5(10{,}5 + 17{,}5 - 6{,}5) = 10{,}75\%$

$U_{кс} = 0{,}5(10{,}5 + 6{,}5 - 17{,}5) = -0{,}25 \approx 0\%$

$U_{кн} = 0{,}5(17{,}5 + 6{,}5 - 10{,}5) = 6{,}75\%$

$$X_{ТВ} = \frac{U_{кв} \cdot U_{ср.ном}^{2}}{100 \cdot S_{ном.т}}, , \qquad (1.5а)$$

$$X_{ТС} = \frac{U_{кс} \cdot U_{ср.ном}^{2}}{100 \cdot S_{ном.тр}} = 0 \;\; Ом, \;\; R_{тр} = 0, \qquad (1.5б)$$

$$X_{TH} = \frac{U_{кн} \cdot U_{ср.ном}^{2}}{100 \cdot S_{ном.тр}}, \qquad (1.5в)$$

$$X_{тр} = X_{TB} + X_{TH} = 144{,}64 \ Ом, \qquad (1.5г)$$

$$X_{TH} = \frac{6{,}75 \cdot (115 \cdot 10^{3})^{2}}{100 \cdot 16 \cdot 10^{6}} = 55{,}79 \ Ом,$$

$$X_{TB} = \frac{10{,}75 \cdot (115 \cdot 10^{3})^{2}}{100 \cdot 16 \cdot 10^{6}} = 88{,}85 \ Ом.$$

Трансформатордың -2 кедергісін есептеу.
Трансформатор 2 типі- ТДН-16000/110-У1.
Екі орамды трансформатордың параметрлері:

$$\left.\begin{aligned} &S_{ном} = 16 МВА, \\ &P_{кз} = 100 \ кВт, \\ &U_{к} = 10{,}5\%. \end{aligned}\right\}$$

Кедергісі:

$$Z_{T2} = \frac{(U_{кв} \cdot U_{кн}) U_{ср}^{2}}{P_{кз} \cdot S_{ном.т}} \qquad (1.6)$$

$$R_{T2} = \frac{P_{кз} \cdot U_{ср.ном}^{2}}{S_{ном.т}} \qquad (1.7)$$

$$X_{TP2} = \sqrt{Z_{T2}^{2} - R_{T2}^{2}} \qquad (1.8)$$

$$Z_{T2} = \frac{10{,}5 \cdot (115 \cdot 10^{3})^{2}}{100 \cdot 16 \cdot 10^{6}} = 86{,}79 Ом$$

$$R_{T2} = \frac{100 \cdot 10^{3} (115 \cdot 10^{3})^{2}}{(16 \cdot 10^{6})^{2}} = 5{,}2 Ом$$

$$X_{TP2} = \sqrt{86{,}79^{2} - 5{,}2^{2}} = 86{,}63 Ом$$

Түйіндердегі токтарды есептеу:

Түйін 1:

$$\left.\begin{aligned} &X_{\Sigma 1\,max} = X_{c1\,max} = 13{,}83 \ Ом, \\ &R_{\Sigma 1\,max} = R_{c1\,max} = 7{,}085 \ Ом, \\ &X_{\Sigma 1\,min} = X_{c1\,min} = 19{,}613 \ Ом, \\ &R_{\Sigma 1\,min} = R_{c1\,min} = 7{,}272 \ Ом. \end{aligned}\right\}$$

Тогы :

$$\left.\begin{aligned} I_{кзмax} &= \frac{U_{ср}}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{R_{\Sigma 1\max}{}^{2} + X_{\Sigma 1\max}{}^{2}}} \\ I_{кз\min} &= \frac{U_{ср}}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{R_{\Sigma 1\min}{}^{2} + X_{\Sigma 1\min}{}^{2}}} \end{aligned}\right\} \qquad (1.9)$$

$$I_{кз.max} = \frac{115\cdot 10^{3}}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{7{,}085^{2} + 13{,}83^{2}}} = 4273\,A,$$

$$I_{кз.\min} = \frac{115\cdot 10^{3}}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{7{,}272 + 19{,}613^{2}}} = 3174\,A,$$

$$I_{кз\max} = 4273\ A,$$

$$I_{кз\min} = 3174\ A.$$

Түйін 2:

$$\left.\begin{aligned} X_{\Sigma 2\max} &= X_{c\max} + X_{л1} \\ R_{\Sigma 2\max} &= R_{c\max} + R_{л1} \end{aligned}\right\} \qquad (1.10)$$

$$X_{\Sigma 2\max} = 13{,}83 + 11{,}91 = 25{,}74\ \ Ом,$$

$$R_{\Sigma 2\max} = 7{,}085 + 6{,}925 = 14{,}01\ Ом,$$

$$X_{\Sigma 2\min} = 19{,}613 + 11{,}91 = 31{,}523\ Ом,$$

$$R_{\Sigma 2\min} = 7{,}272 + 6{,}925 = 14{,}197\ \ Ом.$$

Тогы:

$$\left.\begin{aligned} I_{кзмax} &= \frac{U_{ср}}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{R_{\Sigma 2\max}{}^{2} + X_{\Sigma 2\max}{}^{2}}} = \frac{115\cdot 10^{3}}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{14{,}01^{2} + 25{,}74^{2}}} = 2265\ A, \\ I_{кз\min} &= \frac{U_{ср}}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{R_{\Sigma 2\min}{}^{2} + X_{\Sigma 2\min}{}^{2}}} = \frac{115\cdot 10^{3}}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{14{,}197^{2} + 31{,}523^{2}}} = 1920\ \ A. \end{aligned}\right\}$$

Түйін 3:

$$X_{\Sigma 3\max} = X_{c\max} + X_{л1} + X_{тв} + X_{тс} = 13{,}83 + 11{,}91 + 88{,}85 + 0 = 114{,}69\quad Ом,$$

$$R_{\Sigma 3\max} = R_{c\max} + R_{л1} + R_{тв} + R_{тс} = 7{,}085 + 6{,}925 + 0 + 0 = 14{,}01\ Ом,$$

$$X_{\Sigma 3\min} = X_{c\min} + X_{л1} + X_{тв} + X_{тс} = 19{,}613 + 11{,}91 + 88{,}85 + 0 = 120{,}373\ Ом,$$

$$R_{\Sigma 3\min} = R_{c\min} + R_{л1} + R_{тр1} = 7{,}272 + 6{,}925 + 0 + 0 = 14{,}197\quad Ом.$$

115кВ-қа келтірілген тогы:

$$\left.\begin{aligned} I_{кз\,max115} &= \frac{U_{ср}}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{R_{\Sigma 3\,max}{}^2 + X_{\Sigma 3\,max}{}^2}} = \frac{115\cdot 10^3}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{14{,}01^2 + 114{,}69^2}} = 575A, \\ I_{кз\,min\,115} &= \frac{U_{ср}}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{R_{\Sigma 3\,min}{}^2 + X_{\Sigma 3\,min}{}^2}} = \frac{115\cdot 10^3}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{14{,}197^2 + 120{,}373^2}} = 548A. \end{aligned}\right\}$$

38,5кВ-қа келтірілген тогы:

$$I^{(3)}_{max\,.38,5} = I_{max}\frac{U_{ср}}{U^{б}_{ср}}\ , \qquad (1.11)$$

$$I^{(3)}_{кз.мах.38,5} = 575\cdot\frac{115}{38,5} = 1717\ A\ ,$$

$$I^{(3)}_{min\,.38,5} = I_{min}\frac{U_{ср}}{U^{б}_{ср}} = 548\cdot\frac{115}{38,5} = 1637\ A\ ,$$

Түйін 4:

$$X_{\Sigma 4\,max} = X_{c\,max} + X_{л1} + X_{тр1} = 13{,}83 + 11{,}91 + 144{,}64 = 170{,}38\ \ Ом,$$

$$R_{\Sigma 4\,max} = R_{c\,max} + R_{л1} + R_{тр1} = 7{,}085 + 6{,}925 + 0 = 14{,}01\ Ом,$$

$$X_{\Sigma 4\,min} = X_{c\,min} + X_{л1} + X_{тр1} = 19{,}613 + 11{,}91 + 144{,}64 = 176{,}163\ \ Ом,$$

$$R_{\Sigma 4\,min} = R_{c\,min} + R_{л1} + R_{тр1} = 7{,}272 + 6{,}925 + 0 = 14{,}197\ \ Ом.$$

Тогы :

$$I_{кз\,max115} = \frac{U_{ср}}{\sqrt{3}\sqrt{R_{\Sigma 4\,max}{}^2 + X_{\Sigma 4\,max}{}^2}} = \frac{115\cdot 10^3}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{14{,}01^2 + 170{,}38^2}} = 388\ A,$$

$$I_{кз\,min\,115} = \frac{U_{ср}}{\sqrt{3}\sqrt{R_{\Sigma 4\,min}{}^2 + X_{\Sigma 4\,min}{}^2}} = \frac{115\cdot 10^3}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{14{,}197^2 + 176{,}163^2}} = 376\ A.$$

6,3 кВ-қа келтірілген тогы:

$$I^{(3)}_{max\,.6,3} = I_{max}\frac{U_{ср}}{U^{б}_{ср}} = 388\cdot\frac{115}{6,3} = 7082A,$$

$$I^{(3)}_{min\,.6,3} = I_{min}\frac{U_{ср}}{U^{б}_{ср}} = 376\cdot\frac{115}{6,3} = 6863A.$$

Түйін 5:

$$X_{\Sigma 5\,\max} = X_{c\,\max} + X_{л1} + X_{л2} = 13{,}83 + 11{,}91 + 11{,}73 = 37{,}47 \quad Ом,$$
$$R_{\Sigma 5\,\max} = R_{c\,\max} + R_{л1} + R_{л2} = 7{,}085 + 6{,}925 + 11{,}47 = 25{,}48 \quad Ом,$$
$$X_{\Sigma 5\,\min} = X_{c\,\min} + X_{л1} + X_{л2} = 19{,}613 + 11{,}91 + 11{,}73 = 43{,}253 \quad Ом,$$
$$R_{\Sigma 5\,\min} = R_{c\,\min} + R_{л1} + R_{л2} = 7{,}272 + 6{,}925 + 11{,}47 = 25{,}667 \quad Ом.$$

Тогы :

$$I_{кз\,max} = \frac{U_{ср}}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{R_{\Sigma 5\,\max}^{\;2} + X_{\Sigma 5\,\max}^{\;2}}} = \frac{115\cdot 10^3}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{25{,}48^2 + 37{,}47^2}} = 1465 \ A,$$
$$I_{кз\,\min} = \frac{U_{ср}}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{R_{\Sigma 5\,\min}^{\;2} + X_{\Sigma 5\,\min}^{\;2}}} = \frac{115\cdot 10^3}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{25{,}667^2 + 43{,}253^2}} = 1320 \ A.$$

Түйін 6:

$$X_{\Sigma 6\,\max} = X_{c\,\max} + X_{л1} + X_{л2} + X_{тр2} = 13{,}83 + 11{,}91 + 11{,}73 + 86{,}63 = 124{,}1 \ Ом,$$
$$R_{\Sigma 6\,\max} = R_{c\,\max} + R_{л1} + R_{л2} + R_{тр2} = 7{,}085 + 6{,}925 + 11{,}47 + 5{,}2 = 30{,}68 \quad Ом,$$
$$X_{\Sigma 6\,\min} = X_{c\,\min} + X_{л1} + X_{л2} + X_{тр2} = 19{,}613 + 11{,}91 + 11{,}73 + 86{,}63 = 129{,}883 \ Ом,$$
$$R_{\Sigma 6\,\min} = R_{c\,\min} + R_{л1} + R_{л2} + R_{тр2} = 7{,}272 + 6{,}925 + 11{,}47 + 5{,}2 = 30{,}867 \quad Ом.$$

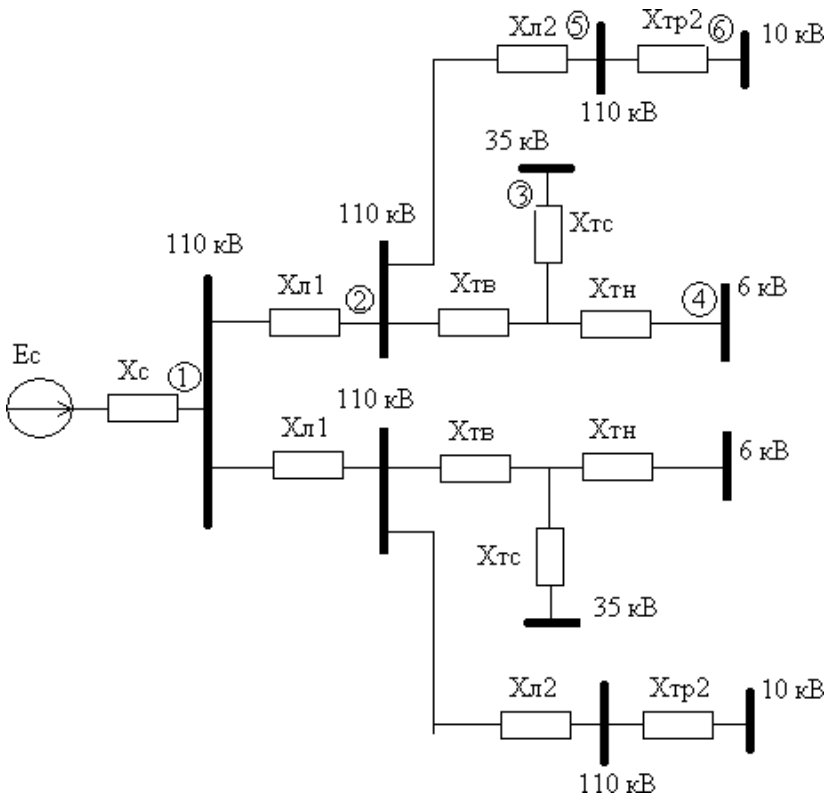
Тогы:

115кВ-қа келтірілген тогы:

$$I_{кз\,max} = \frac{U_{ср}}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{R_{\Sigma 6\,\max}^{\;2} + X_{\Sigma 6\,\max}^{\;2}}} = \frac{115\cdot 10^3}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{30{,}68^2 + 124{,}1^2}} = 519 \ A,$$
$$I_{кз\,\min} = \frac{U_{ср}}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{R_{\Sigma 6\,\min}^{\;2} + X_{\Sigma 6\,\min}^{\;2}}} = \frac{115\cdot 10^3}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{30{,}867^2 + 129{,}883^2}} = 497 A.$$

10,5кВ-қа келтірілген тогы:

$$I^{(3)}_{\max .10.5} = I_{\max}\frac{U_{ср}}{U^{б}_{ср}} = 519\cdot\frac{115}{10{,}5} = 5684 \ A,$$
$$I^{(3)}_{\min .10.5} = I_{\min}\frac{U_{ср}}{U^{б}_{ср}} = 497\cdot\frac{115}{10{,}5} = 5443 A.$$



1.3-сурет – Тура реттік орын басу сұлбасы

1.2 Бір фазалы қысқа тұйықталу токтарын есептеу

Кедергілерді есептеу

110/35/6 кВ-ты қосалқы стансасының жүктемесі:

$$\left.\begin{aligned} S_{кз\max} &= 707\ \ МВА \\ S_{кз\min} &= 532\ \ МВА \end{aligned}\right\}$$

Энергожүйенің кедергісін табу:

$$X_{ос\max} = \frac{3 \cdot U_{ср}^{2}}{S_{кз\max}} - 2 \cdot X_{1C} \qquad (1.12)$$

$$X_{с\min} = \frac{3 \cdot U_{ср}^{2}}{S_{кз\min}} - 2 \cdot X_{1C} = \frac{3 \cdot 115^{2}}{532} - 2 \cdot 19{,}613 = 35{,}35\ \ Ом\ ,$$

$$X_{ос\max} = \frac{3 \cdot 115^{2}}{707} - 2 \cdot 13{,}83 = 28{,}46\ \ Ом\ ,$$

$$R_{с\max} = 6{,}031 Ом, R_{с\min} = 6{,}265 Ом\ .$$

Желінің кедергісін табу:

Желі 1 АС 120-27,7 км

$$\left.\begin{aligned} X_{ол1} &= 3 \cdot X_{1л1} \\ R_{ол1} &= 3 \cdot R_{1л1} \end{aligned}\right\} \qquad (1.13)$$

$$X_{ол1} = 3 \cdot 11{,}91 = 35{,}73 \ \ Ом,$$
$$R_{ол1} = 3 \cdot 6{,}925 = 20{,}775 \ \ Ом.$$

Желі 1' = Желі 1

Желі 2 АС 70-26,67 км

$$\left.\begin{aligned} X_{ол2} &= 3 \cdot X_{2л2}, \\ R_{ол2} &= 3 \cdot R_{2л2}, \end{aligned}\right\}$$

$$X_{ол2} = 3 \cdot 11{,}73 = 35{,}19 \ \ Ом,$$
$$R_{ол2} = 3 \cdot 11{,}47 = 34{,}41 \ Ом.$$

Желі 2' = Желі 2
Трансформатордың кедергісін есептеу:
Трансформатор типі- ТДТН-16000/110-ВМУ1
Үшорамды трансформатордың параметрлері:

$$\left.\begin{aligned} &S_{ном} = 16 МВА, \\ &P_{кз} = 100 \ кВт, \\ &U_{ном.вн} = 115 кВ, \\ &U_{ном.сн} = 38{,}5 кВ, \\ &U_{ном.нн} = 10{,}5 кВ, \\ &U_{кв\,с} = 10{,}5\%, \\ &U_{кв\,н} = 17{,}5\%, \\ &U_{ксн} = 6{,}5\%. \\ &кедергісі \end{aligned}\right\}$$

$$U_{кв} = 0{,}5 \cdot (U_{квс} + U_{квн} - U_{ксн}),$$
$$U_{кс} = 0{,}5 \cdot (U_{квс} + U_{ксн} - U_{квн}),$$
$$U_{кн} = 0{,}5 \cdot (U_{квн} + U_{ксн} - U_{квс}),$$
$$U_{кв} = 0{,}5(10{,}5 + 17{,}5 - 6{,}5) = 10{,}75\%,$$
$$U_{кс} = 0{,}5(10{,}5 + 6{,}5 - 17{,}5) = -0{,}25 \approx 0\%,$$
$$U_{кн} = 0{,}5(17{,}5 + 6{,}5 - 10{,}5) = 6{,}75\%.$$

$$X_{TB} = \frac{U_{кв} \cdot U_{ср.ном}^{2}}{100 \cdot S_{ном.т}} = \frac{10{,}75 \cdot (115 \cdot 10^{3})^{2}}{100 \cdot 16 \cdot 10^{6}} = 88{,}85 \ \ Ом,$$

$$X_{TC} = \frac{U_{кс} \cdot U_{ср.ном}^{2}}{100 \cdot S_{ном.тр}} = 0 \ \ Ом, \ \ R_{тр} = 0,$$

$$X_{TH} = \frac{U_{кн} \cdot U_{ср.ном}^{2}}{100 \cdot S_{ном.тр}} = \frac{6{,}75 \cdot \left(115 \cdot 10^{3}\right)^{2}}{100 \cdot 16 \cdot 10^{6}} = 55{,}79 \ \ Ом,$$

$$X_{тр} = X_{TB} + X_{TH} = 144{,}64 \ Ом.$$

Трансформатордың кедергісін есептеу:
Трансформатор типі- ТДН-10000/110-ВМУ1
Трансформатордың параметрлері:

$$\left.\begin{aligned} &S_{ном} = 16 MBA, \\ &P_{кз} = 100 \ кВт, \\ &U_{к} = 10{,}5\%. \end{aligned}\right\}$$

Кедергісі:

$$\left.\begin{aligned} &Z_{T2} = \frac{(U_{кв} \cdot U_{кн})U_{ср}^{2}}{P_{кз} \cdot S_{ном.т}}, \\ &R_{T2} = \frac{P_{кз} \cdot U_{ср.ном}^{2}}{S_{ном.т}}, \\ &X_{TP2} = \sqrt{Z_{T2}^{2} - R_{T2}^{2}}. \end{aligned}\right\}$$

$$Z_{T2} = \frac{10{,}5 \cdot \left(115 \cdot 10^{3}\right)^{2}}{100 \cdot 16 \cdot 10^{6}} = 86{,}79 Ом,$$

$$R_{T2} = \frac{100 \cdot 10^{3} (115 \cdot 10^{3})^{2}}{\left(16 \cdot 10^{6}\right)^{2}} = 5{,}2 Ом,$$

$$X_{TP2} = \sqrt{86{,}79^{2} - 5{,}2^{2}} = 86{,}63 Ом.$$

Түйіндердегі токтарды есептеу:
Түйін 1:

$$X_{0\Sigma\,\max} = X_{c1\max} = 28{,}46 \ \ Ом,$$

$$R_{0\Sigma\,\max} = R_{c1\max} = 6{,}031 \ Ом,$$

$$X_{0\Sigma\,\min} = X_{c1\min} = 35{,}35 \ \ Ом,$$

$$R_{0\Sigma\,\min} = R_{c1\min} = 6{,}265 \ \ Ом.$$

Тогы:

$$I_{кзм\,ах} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{ср}}{X_{o\Sigma} + 2 \cdot X_{1\Sigma}} \qquad (1.14)$$

$$I_{кзм\,ах} = \frac{\sqrt{3}\cdot 115\cdot 10^3}{28{,}46 + 2\cdot 13{,}83} = 3549\ A,$$

$$I_{кз\,\min} = \frac{\sqrt{3}\cdot U_{ср}}{X_{o\Sigma} + 2\cdot X_{1\Sigma}} = \frac{\sqrt{3}\cdot 115\cdot 10^3}{35{,}35 + 2\cdot 19{,}613} = 2671\ \ A.$$

Түйін 2:

$$X_{0\Sigma 2\,\max} = X_{ос\,\max} + X_{ол1} = 28{,}46 + 35{,}73 = 64{,}19\ Ом,$$
$$R_{0\Sigma 2\,\max} = R_{ос\,\max} + R_{ол1} = 6{,}031 + 20{,}775 = 26{,}806\ Ом,$$
$$X_{0\Sigma 2\,\min} = X_{ос\,\min} + X_{ол1} = 35{,}35 + 35{,}19 = 70{,}54\ Ом,$$
$$R_{0\Sigma 2\,\min} = R_{ос\,\min} + R_{ол1} = 6{,}265 + 34{,}41 = 40{,}675\ Ом.$$

Тогы:

$$I_{кзм\,ах} = \frac{\sqrt{3}\cdot U_{ср}}{\sqrt{R_{o\Sigma 2\max}{}^2 + X_{o\Sigma 2\max}{}^2} + 2\cdot\sqrt{R_{\Sigma 2\max}{}^2 + X_{\Sigma 2\max}{}^2}},$$

$$I_{кзмах} = \frac{\sqrt{3}\cdot 115\cdot 10^3}{\sqrt{26{,}806^2 + 64{,}19^2} + 2\cdot\sqrt{4{,}04^2 + 25{,}74^2}} = 1554A,$$

$$I_{кзмин} = \frac{\sqrt{3}\cdot U_{ср}}{\sqrt{R_{o\Sigma 2мин}{}^2 + X_{o\Sigma 2мин}{}^2} + 2\cdot\sqrt{R_{\Sigma 2мин}{}^2 + X_{\Sigma 2мин}{}^2}},$$

$$I_{кзмин} = \frac{\sqrt{3}\cdot 115\cdot 10^3}{\sqrt{40{,}675^2 + 70{,}54^2} + 2\cdot\sqrt{4{,}197^2 + 31{,}523^2}} = 1323A.$$

Түйін 5:

$$X_{5\Sigma o\,\max} = X_{ос\,\max} + X_{ол1} + X_{ол2} = 28{,}46 + 35{,}73 + 35{,}19 = 99{,}38\ Ом,$$
$$R_{5\Sigma o\,\max} = R_{ос\,\max} + R_{ол1} + R_{ол2} = 6{,}031 + 20{,}775 + 34{,}41 = 61{,}216\ Ом,$$
$$X_{5\Sigma o\,\min} = X_{ос\,\min} + X_{ол1} + X_{ол2} = 35{,}35 + 35{,}73 + 35{,}19 = 106{,}27\ \ Ом,$$
$$R_{5\Sigma o\,\min} = R_{ос\,\min} + R_{ол1} + R_{ол2} = 6{,}265 + 20{,}775 + 34{,}41 = 61{,}45 Ом.$$

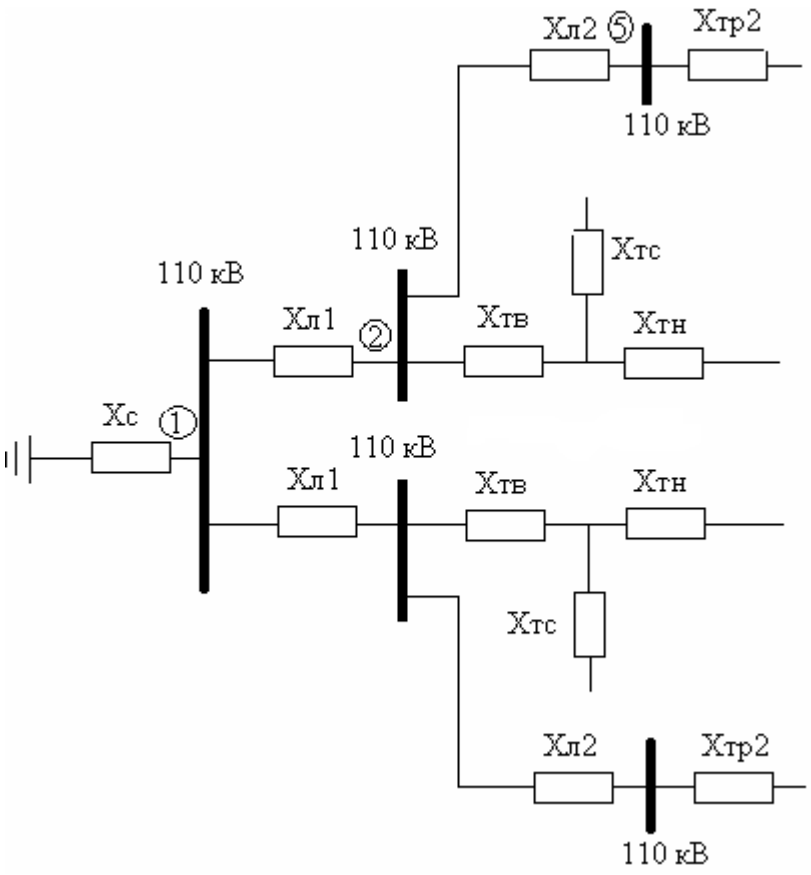
Тогы:

$$I_{кзм\,ах} = \frac{\sqrt{3}\cdot U_{ср}}{\sqrt{R_{o\Sigma 5\max}{}^2 + X_{o\Sigma 5\max}{}^2} + 2\cdot\sqrt{R_{\Sigma 5\max}{}^2 + X_{\Sigma 5\max}{}^2}},$$

$$I_{кзмах} = \frac{\sqrt{3}\cdot 115\cdot 10^3}{\sqrt{61{,}216^2 + 99{,}38^2} + 2\cdot\sqrt{25{,}48^2 + 37{,}47^2}} = 961A,$$

$$I_{кзм\,ин} = \frac{\sqrt{3}\cdot U_{ср}}{\sqrt{R_{o\Sigma\,мин}^{2} + X_{o\Sigma\,мин}^{2}} + 2\cdot\sqrt{R_{1\Sigma\,мин}^{2} + X_{1\Sigma\,мин}^{2}}},$$

$$I_{кзм\,ин} = \frac{\sqrt{3}\cdot 115\cdot 10^{3}}{\sqrt{61{,}45^{2} + 106{,}27^{2}} + 2\cdot\sqrt{25{,}667^{2} + 43{,}253^{2}}} = 892A,$$



1.4-сурет – Нөл ретті орынбасу сұлбасы

1.3 Электр қондырғыларын таңдау

Ажыратқыштарды таңдау

ГОСТ 687-78 –қа сәйкес өшіргіштер мына шарттар бойынша таңдалады.

$$\left.\begin{aligned} &U_{ном} \geq U_{сети,ном};\\ &I_{ном} \geq I_{норм.расч.};\\ &\kappa_{п}\cdot I_{ном} \geq I_{прод.расч} = I_{раб.нб.} \end{aligned}\right\}$$

1-кесте – ҚТ нүктелерінің нәтижелері

ҚТ нүктесі	1		2		3				4				5		6			
режимі	max	min	max	min	115 кВ келтірілген		38,5 кВ келтірілген		115 кВ келтірілген		6,3 кВ келтірілген		max	min	115 кВ келтірілген		10,5 кВ келтірілген	
					max	min	max	min	max	min	max	min			max	min	max	min
$I^{(3)}_{кз}$,А	4273	3174	2265	1920	575	548	1717	1637	388	376	7082	6863	1465	1320	519	497	5684	5443
$I^{(1)}_{кз}$,А	3549	2671	1554	1323	-	-	-	-	-	-	-	-	961	892				

мұндағы, $U_{ном}$ - -ажыратқыштың номинал кернеуі.; $U_{сети \cdot ном}$ – желінің номинал кернеуі; $I_{НОМ}$ - ажыратқыштың номинал тогы; $I_{прод.расч}$ – номинал режимдегі есептік ток; $k_п$ - ажыратқыштың мүмкін болатын жүктеменің нормаланған коэффициенті.; $I_{прод.расч}$ – ағымдық режимдегі есептелетін ток..

Осыдан кейін ажыратқыштың өшіру қабілеті мына шарт бойынша тексеріледі.

$$\left.\begin{aligned} &I_{вкл.} \geq I_{п.о} \\ &i_{вкл} \geq i_{уд.} = \kappa_{уд.} \cdot I_{п.о} \cdot \sqrt{2}, \end{aligned}\right\} \qquad (1.16)$$

мұндағы $I_{ВКЛ}$ – ажыратқыштың номинал қосылу тогының периодты құраушысының бастапқы әсерлік мәні. (номинал қосылу тогын ҚТ ең үлкен мәнінде ажыратқыштың сенімді өшіру қабілеті деп түсіну керек.); $i_{ВКЛ}$ - номинал қосылу тогының ең шыңы.

Содан соң өшірілудің симметриялық тогы тексеріледі:

$$I_{откл.ном} \geq I_{п.\tau}, \qquad (1.17)$$

мұндағы $I_{откл.ном}$ -ажыратқыштың номинал сөндіру тогы; $I_{ПТ}$ – ҚТ тогының периодты құраушысы, (ҚТ-ң бастапқы кезінде. ажыратқыш түйіспелерінің тарау тогы);

ҚТ-ң апериодты құраушы тогының мүмкін болу ажыратылуы келесі қатынаспен анықталады:

$$\left.\begin{aligned} & i_{a.ном.} \geq i_{a.\tau} \\ & i_{a.ном} = \sqrt{2} \cdot I_{откл.ном} \cdot \frac{\beta_{норм}}{100}, \end{aligned}\right\} \qquad (1.18)$$

мұндағы $i_{aНОМ}$ – ажыратылудың апериодты құраушы тогының номинал мәні; $\beta_{норм}$ – ажыратылу тогындағы апериодты құраушының нормаланған пайыздық бөлігі; $i_{a\tau}$ - ҚТ тогының апериодты құраушысы, (ҚТ-ң бастапқы кезінде ажыратқыш доғасөндіргіш түйіспелерінің тарау тогы).

Егер $I_{откл.ном} > I_{п.\tau}$, а $i_{a.НОМ} < i_{a\tau}$, болса, онда толық токтардың шартты мәндерін салыстыру керек..

$$\sqrt{2} \cdot I_{откл.ном} \cdot \left(1 + \frac{\beta_{норм}}{100}\right) \geq \sqrt{2} \cdot I_{п.\tau} + i_{a.\tau}, \qquad (1.19)$$

Сөндірудің есептік уақыты τ немесе $t_{откл}$ өзіндік өшірілу уақытының қосындысынан құралады: ажыратқыштың өзіндік өшірілу уақыты $t_{с.в.откл}$ мен негізгі қорғаныстың 0,01-ге тең болатын мүмкін минимал әсер ету уақыты:

$$\left.\begin{aligned} & \tau = t_{откл} \\ & t_{откл} = 0{,}01 + t_{св.откл.} \end{aligned}\right\} \qquad (1.20)$$

Ажыратқыштың электродинамикалық тұрақтылығы ҚТ-ң шектік өтпе тогымен тексеріледі:

$$\left.\begin{aligned} & I_{пер.скв} \geq I_{п.о} \\ & i_{пер.скв} \geq i_{уд.} \end{aligned}\right\}, \qquad (1.21)$$

мұндағы $I_{пр.скв}$- шектік өтпе тогының периодты құраушысының бастапқы әсерлік мәні ;

$i_{пр.скв}$ - шектік өтпе тогының ең шыңы,

Термиялық тұрақтылыққа тексеру келесі түрде болады: Егер $t_{откл} < t_{тер}$ (көп кездесетін жағдай), онда тексеру шарты:

$$I_{тер^2} \cdot t_{тер} \geq B_к, \qquad (1.22)$$

мұндағы $I_{тер}$ – ажыратқыштың термиялық тұрақтылығының номинал тогы; $t_{тер}$ - термиялық тұрақтылығының нормаланған тогының шектеулі рұқсат

етілетін уақыты; $B_к$ – интегралдау шегі мынадай болатын Джоуль интегралы 0... $t_{откл}$, $кА^2*с$.

ЕгерW^q,, онда термиялық тұрақтылыққа тексеру шарты келесідей болады:

$$I_{тер^2} \cdot t_{тер} \geq B_к$$

Әдетте, ажыратқыштың қайта қалпына келу параметрлері бойынша тексеру жүргізілмейді, өйткені энергожүйелердің көпшілігнде ажыратқыштың түйіспелеріндегі қайта қалпына келу кернеуі сынақ шарттарына сәйкес келеді. Қайта қалпына келу кернеуінің жылдамдығын кВ/мкс тексеру қажеттілігі туындайтын болса,онда ол тек әуелік ажыратқыштар үшін іске асырылады.

Жоғарғы кернеуде ажыратқыштарды таңдау

110 кВ әуелік желідегі ажыратқыштар.

ағымды есептік ток:

$$\left.\begin{array}{l} S_{\max .вн} = 16МВА \\ U_{ном.вн} = 110кВ \end{array}\right\}$$

$$I_{прод.\,расч.} = \frac{S_{\max .вн}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.сн}}, \qquad (1.23)$$

$I_{прод.\,расч} = 83{,}98$ А

Осы мәндерге қарап ВГТ110Б-40/2500УХЛ1 типті элегазды ажыратқыштарын таңдаймыз.

Ажыратқыштың параметрлері:

$U_{НОМ}$=110 кВ, $I_{Н0М}$=2500 А; $I_{ОТКЛ.Н0М}$ =40 кА; $I_{дин}$=40 кА; $I_{доп}$=40 кА; $I_{пр.скв}$=40 кА; $i_{пр.скв}$ =40 кА; $I_{вкл}$=40 кА; $I_{Вкл}$=52 кА; $I_{тер}$=20 кА; $t_{тер}$ = 3 сек; $t_{с.в.откл}$ =0,05 с.$\beta_{норм}$=25%

Сөндірудің есептік уақыты: $t_{ОТКЛ} = 0{,}01 + t_{с.в.откл} = 0{,}06$ с; $\tau. = t_{ОТКЛ}$

ҚТ-ң соқтық тогы:

$$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot к_{уд} \cdot I_{кз}$$

мұндағы $k_{уд}$=1,67 - соқтық коэффициенті.

$I_{кз}$=2265 А - ЖК жағындағы үшфазалы ток.

$$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot 1{,}67 \cdot 2265 = 5349А \approx 5{,}3кА$$

Қт процессінің басталу кезінде бірінші периодтағы Қт тогының ең үлкен әсерлік мәні:

$$I_у = I_{кз} \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (к_{уд} - 1)^2} = 2265 \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (1{,}67 - 1)^2} = 3120А \approx 3{,}1кА$$

Таңдалған ажыратқышты сөндіру қабілетіне тексереміз:

$I_{доп}$=40 кА > $I_{уд}$=3,1 кА;

τ кезіндегі ҚТ тогының апериодты құраушысы:

$$i_{a\tau\cdot вн} = \sqrt{2}\cdot I_{п.о.вн}\cdot e^{\frac{-\tau}{T_a}},$$

τ:=0.06 с $I_{п0вн}$ =2,265кА T_a:=0.06с

$$i_{a\tau\cdot вн} = \sqrt{2}\cdot I_{по\,вн}\cdot e^{\frac{-\tau}{T_a}} \qquad i_{a\tau\cdot вн} = 1.178\ кА,$$

$\beta_{норм}$:=25%

$$i_{a.ном} = \sqrt{2}\cdot I_{откл.ном}\left(1+\frac{\beta_{норм}}{100}\right),$$

$$i_{a\,ном} = 70{,}71 кА.$$

$I_{откл.ном} \square I_{п.\tau.вн}, i_{a.ном} \square i_{a.\tau.вн}$ болғандықтан, ажыратқышты сөндіру қабілетіне тексеру ҚТ толық тогы бойынша жүзеге асады. Сөндірудің толық тогы:

$I_{п.\tau.нн}$:= $I_{п.0.вн}$, $I_{ОТКЛ.Н0М}$ =40 кА ,

$$i_{a,\tau вн} = \sqrt{2}\cdot I_{п,ов н}\cdot e^{\frac{-\tau}{T_a}} = 1{,}178 \square i_{a.ном} = \sqrt{2}\cdot I_{откл.ном}\cdot\left(1+\frac{\beta}{100}\right) = 70{,}71 кА.$$

Таңдалған ажыратқышты электродинамикалық тұрақтылыққа тексереміз:

$I_{ОТКЛ.Н0М}$ =40 кА> $I_{п.\tau.вн}$ = 2,265 кА

Таңдалған ажыратқышты электродинамикалық тұрақтылыққа тексереміз:

$I_{дин}$=40 кА > $i_{уд.}$ = 5,3 кА.

$t_{0ТКЛ}$ =0,01+0,05=0,06 с < $t_{тер}$=3 с болғандықтан, термиялық тұрақтылыққа тексеру мына шартпен орындалады:

T_a := 0.06 с $t_{0ТКЛ}$:= 0.06 с $I_{п0вн}$ =2,265кА $I_{тер}$:= 20 кА

$$B_к = I_{п.овн}^2\cdot\left[t_{откл} + T_a\cdot\left(1-e^{\frac{-2\cdot t_{откл}}{T_a}}\right)\right] \qquad B_к = 0{,}6°кА^2*с$$

$$I_{тер}^2\cdot t_{откл} \square B_к$$

$$I_{тер}\cdot t_{откл} = 20^2\cdot 0{,}06 = 24\ кА^2\cdot с > B_к = 0{,}6°кА^2*с.$$

Ажыратқыш барлық шарттарды қанағаттандырады.

Ортаңғы кернеудегі ажыратқыштарды таңдау

35 кВ кабельді желідегі ажыратқыштар.

Ажыратқыштың параметрлері:

$U_{НОМ}$=35 кВ, $I_{Н0М}$=630 А; $I_{ОТКЛ.Н0М}$ =25 кА; $I_{дин}$=63 кА; $I_{доп}$=20 кА; $I_{пр.скв}$=20 кА; $i_{пр.скв}$ =52 кА;

$I_{вкл}$=20 кА; $I_{тер}$=25 кА; $t_{тер}$ = 3 сек; $t_{с.в.откл}$ =0,035 с.$\beta_{норм}$=25%

Кабельді желідегі ағымды есептік:

$$\left.\begin{aligned} &S_{\max .вн} = 16\ МВА, \\ &U_{ном.вн} = 35\ кВ, \\ &I_{прод.расч.} = \frac{S_{\max .сн}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.сн}}, \\ &I_{прод.расч} = 264\ А \end{aligned}\right\}$$

Осы мәндерге қарап ВБЭТ-35 типті вакуумды ажыратқыштарын таңдаймыз.

Сөндірудің есептік уақыты: $t_{ОТКЛ} = 0{,}01 + t_{с.в.откл} = 0{,}045$ с; $\tau. = t_{ОТКЛ}$

ҚТ-ң соқтық тогы:

$$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot к_{уд} \cdot I_{кз}$$

мұндағы $k_{уд}$=1,7 - соқтық коэффициенті.
$I_{кз}$=1717 А - ТК жағындағы үшфазалы ток.

$$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot 1{,}7 \cdot 1717 = 4127\ А \approx 4{,}127 кА$$

Қт процессінің басталу кезінде бірінші периодтағы Қт тогының ең үлкен әсерлік мәні:

$$I_{у} = I_{кз} \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (к_{уд} - 1)^2} = 1717 \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (1{,}7 - 1)^2} = 2416\ А \approx 2{,}4\ кА$$

Таңдалған ажыратқышты сөндіру қабілетіне тексереміз:

$I_{доп}$=20 кА > $I_{уд}$=2,4 кА;
τ кезіндегі ҚТ тогының апериодты құраушысы:
$T_{а}$:=0.06с,
τ:=0.06 с,
$I_{п0сн}$ =1,717 кА,
$i_{a\tau \cdot сн} = 0{,}89\ кА$,
$\beta_{норм}$:=25 %,
$I_{ОТКЛ.Н0М}$ =25 кА,

$$i_{а.ном} = \sqrt{2} \cdot I_{откл.ном} \left(1 + \frac{\beta_{норм}}{100}\right),$$

$i_{а\ ном} = 44{,}2$ кА.

$I_{откл ном} \square I_{п.\tau.\infty}$, $i_{a\,ном} \square i_{a.\tau}$ болғандықтан, ажыратқышты сөндіру қабілетіне тексеру ҚТ толық тогы бойынша жүзеге асады. Сөндірудің толық тогы:

$I_{п.\tau.сн} := I_{п.0.сн}$,

$I_{ОТКЛ.Н0М}$ =25 кА> $I_{п.\tau.сн}$ = 8,83 кА,

$i_{a\,ном} = 44{,}2 > i_{a\tau \cdot сн} = 0{,}89\ кА$.

Таңдалған ажыратқышты электродинамикалық тұрақтылыққа тексереміз:

$I_{дин}$=63 кА > $i_{уд.}$ =2,4 кА.

$t_{0ТКЛ}$ =0,01+0,035=0,045 с < $t_{тер}$=3 с болғандықтан, термиялық тұрақтылыққа тексеру мына шартпен орындалады:

$T_а$:= 0.06 с $t_{0ТКЛ}$:= 0,045 с $I_{п0сн}$ =8,83 кА $I_{тер}$:= 25 кА

$$B_к = I_{п.осн}^{\ 2} \cdot \left[t_{откл} + T_a \cdot \left(1 - e^{\frac{-2 \cdot t_{откл}}{T_a}} \right) \right]$$ $B_к$ =7,143 кА^2*с

$I_{тер}^{\ 2} \cdot t_{откл} \square B_к$

$I_{тер} \cdot t_{откл} = 25^2 \cdot 0{,}045 = 28{,}125\ кА^2 \cdot с$ > $B_к$ =7,143 кА^2*с

Ажыратқыш барлық шарттарды қанағаттандырады.

Төменгі кернеуде ажыратқыштарды таңдау

6 кВ кабельді желідегі ажыратқыштар.

Кабельді желідегі ағымды есептік:

$$\left.\begin{aligned} &S_{max.вн} = 16\ МВА, \\ &U_{ном.нн} = 6\ кВ, \\ &I_{прод.расч.} = \frac{S_{max.сн}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.сн}} \\ &I_{прод.расч} = 1539\ А \end{aligned}\right\}$$

Осы мәндерге қарап ВР6 типті вакуумды ажыратқыштарын таңдаймыз.

Ажыратқыштың параметрлері:

$U_{НОМ}$=12 кВ, $I_{Н0М}$=2000 А; $I_{ОТКЛ.Н0М}$ =20 кА; $I_{дин}$=128 кА; $I_{доп}$=20 кА; $I_{тер}$=40 кА; $t_{тер}$ = 3 сек; $t_{с.в.откл}$ =0,05 с.$\beta_{норм}$=25%

Сөндірудің есептік уақыты $t_{ОТКЛ}$ = 0,01+ $t_{с.в.откл}$ =0,06 с; τ. = $t_{ОТКЛ}$

ҚТ-ң соқтық тогы:

$$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot к_{уд} \cdot I_{кз}$$

мұндағы $k_{уд}$=1,61 - соқтық коэффициенті.

$I_{кз}$=7082 А - ТК жағындағы үшфазалы ток.

$$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot 1{,}61 \cdot 7082 = 16125 \ \ A \approx 16{,}125 \ кА$$

Қт процессінің басталу кезінде бірінші периодтағы Қт тогының ең үлкен әсерлік мәні:

$$I_{у} = I_{кз} \cdot \ \sqrt{1 + 2 \cdot (к_{уд} - 1)^2} = 7082 \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (1{,}61 - 1)^2} = 9353 \ \ A \approx 9{,}3 \ кА$$

Таңдалған ажыратқышты сөндіру қабілетіне тексереміз:

$I_{доп}$=20 кА > $I_{уд}$=9,3 кА;

τ кезіндегі ҚТ тогының апериодты құраушысы:

τ:=0.06 с $I_{п0нн}$ =7,082 кА $T_а$:=0.06с,

$$i_{a,\tau нн} = \sqrt{2} \cdot I_{п,онн} \cdot e^{\frac{-\tau}{T_a}} \qquad i_{a\tau \cdot нн} = 3{,}68 \ кА \ ,$$

$\beta_{норм}$:=25 % , $I_{ОТКЛ.НОМ}$ =20 кА,

$$i_{a.ном} = \sqrt{2} \cdot I_{откл.ном} \left(1 + \frac{\beta_{норм}}{100} \right),$$

$$i_{a\ ном} = 35{,}355 \text{ кА}.$$

$I_{отклном} \square I_{п.\tau.нн}$, $i_{a\ ном} \square i_{a.\tau.нн}$ болғандықтан, ажыратқышты сөндіруқабілетіне тексеру ҚТ толық тогы бойынша жүзеге асады.

Сөндірудің толық тогы:

$I_{п.\tau.нн}$:= $I_{п.0.нн}$,

$I_{ОТКЛ.НОМ}$ =20 кА> $I_{п.\tau.нн}$ = 7,082 кА,

$$i_{a\ ном} = 35{,}355 > i_{a\tau \cdot нн} = 3{,}68 \ кА \ .$$

Таңдалған ажыратқышты электродинамикалық тұрақтылыққа тексереміз:

$I_{дин}$=128 кА > $i_{уд.}$ = 16,125кА.

$t_{0ТКЛ}$ =0,01+0,05=0,06 с < $t_{тер}$=3 с болғандықтан, термиялық тұрақтылыққа тексеру мына шартпен орындалады:

$T_а$:= 0,06 с $t_{0ТКЛ}$:= 0,06 с $I_{п0нн}$ =7,082 кА $I_{тер}$:= 40 кА

$$B_к = I_{п.онн}^{\ 2} \cdot \left[t_{откл} + T_a \cdot \left(1 - e^{\frac{-2 \cdot t_{откл}}{T_a}} \right) \right] \qquad B_к = 5{,}61 кА^2 * с,$$

$$I_{тер}^{\ 2} \cdot t_{откл} \square B_к ,$$

$$I_{тер}^{\ 2} \cdot t_{откл} = 40^2 \cdot 0{,}06 = 96 \ кА^2 \cdot с > B_к = 5{,}61 \ кА^2 * с.$$

Ажыратқыш барлық шарттарды қанағаттандырады.

Айырғышты таңдау

Айырғышты –токтың мәні ескерілмейтін немесе токсыз электртізбегін қосып өшіруге арналған түйіспелі коммутациялы құрылғы, қауіпсіздік мақсатында тұйіспелердің арасында өшіріліп тұрған жағдайда оқшаулағыш аралық болады.

Жоғарғы кернеуде айырғыштарды таңдау

Айырғыштар мына шарттар бойынша таңдалады:

$$\left.\begin{aligned}
&U_{ном} \geq U_{сети,ном};\\
&I_{ном} \geq I_{норм.\ расч.};\\
&\kappa_{п} \cdot I_{ном} \geq I_{прод.\ расч} = I_{раб.нб.}\\
&i_{дин} \geq i_{уд}\\
&I_{тер} \cdot t_{тер} \geq B_{к} \approx t_{откл} \geq t_{тер},\\
&I^{2}_{тер} \cdot t_{откл} \geq B_{к} \approx t_{откл} \leq t_{тер}
\end{aligned}\right\} \qquad (1.24)$$

Есептелген шарттарға байланысты жоғарғы кернеуге РДЗ.1-110||/1000Н УХЛ1 типті айырғыш таңдаймыз.

$$\left.\begin{aligned}
&U_{ном} = 110кВ = U_{сети.ном} = 110кВ,\\
&I_{ном} = 1000А \square I_{прод.расч.} = 83{,}98А,\\
&i_{пред.скв.} = 80кА \square i_{уд.махвн} = 5{,}3кА,\\
&t_{откл.} = 0{,}06с \square t_{тер} = 3с,\ I_{тер} = 25кА,\\
&I^{2}_{тер} \cdot t_{откл.} = 25^{2} \cdot 0{,}06 = 37{,}5кА^{2} \cdot с \square B_{к} = 0{,}6кА^{2} \cdot с.
\end{aligned}\right\}$$

Есептелген шарттарға байланысты ортаңғы кернеуге РДЗ.1-35||/1000Н УХЛ1 типті айырғыш таңдаймыз.

$$\left.\begin{aligned}
&U_{ном} = 35кВ = U_{сети.ном} = 35кВ,\\
&I_{ном} = 1000А \square I_{прод.расч.} = 264А,\\
&i_{пред.скв.} = 63кА \square i_{уд.м\ ахв\ н} = 4{,}127кА,\\
&t_{откл.} = 0{,}045с \square t_{тер} = 3с,\ I_{тер} = 25кА,\\
&I^{2}_{тер} \cdot t_{откл.} = 25^{2} \cdot 0{,}045 = 28{,}125кА^{2} \cdot с \square B_{к} = 7{,}143кА^{2} \cdot с.
\end{aligned}\right\}$$

Айырғыштар барлық шарттарды қанағаттандырады.

Асқын кернеуді шектеушілерді таңдау

Қосалқы станция трансформаторын сыртқы және ішкі асқын кернеулерден қорғау мақсатында ОПН орнатамыз.

ЖК (110 кВ) жағы:

Номиналдық кернеу бойынша ОПН-II-110/70 УХЛ1, ОПН-II-110/56 УХЛ1

ОК (35 кВ) жағы

Номиналдық кернеу бойынша ОПН-II-35 УХЛ11

ТК (6 кВ) жағы

Номиналдық кернеу бойынша ОПН-II-6 УХЛ1

ТТ –ны таңдау

Келесі шарттар бойынша ток трансформаторларын таңдаймыз:

$$\left.\begin{aligned} &U_{ном} \geq U_{сети.ном}, \\ &I_{1ном} \geq I_{норм.\,расч}, \\ &\kappa_{п} \cdot I_{прод.\,расч.} = I_{раб.нб.}. \end{aligned}\right\} \qquad (1.25)$$

$$\left.\begin{aligned} &i_{дин.} \square\ i_{уд.} или \sqrt{2} \cdot I_{1ном} \cdot \kappa_{дин} \geq i_{уд}, \\ &I^2_{тер} \cdot t_{тер} \geq B_{к} или \left(I_{1ном} \cdot \kappa_{тер}\right)^2 \cdot t_{тер} \geq B_{к}. \\ &Z_{2ном} \geq Z_{2\,расч.} \end{aligned}\right\} \qquad (1.26)$$

мұндағы $к_{дин}$ және $к_{тер}$ – термиялық және динамикалық тұрақтылыққа сәйкес біркелкілі тогы; $Z_{2НОм}$ – ТТ-ның екіншілік тізбегіндегі номинал кедергісі, берілген дәлділік классына сәйкес жұмыспен қамтамасыз етеді, Ом; $Z_{2расч}$ — екіншілік тізбектің есептік кедергісі, Ом.

2 Қосалқы стансияның релелік қорғаныс бөлімі

2.1 ПУЭ бойынша релелік қорғанысқа қойылатын талаптар

- Ережелердің негізгі бөлігі кернеуі 1 кВ-тан жоғары және электрмен жабдықтау жүйесінің элементтері бар өнеркәсіптік және басқа электр қондырғыларын релелік қорғау құралдарына қатысты.

- Электр қондырғылары келесіге арналған радиожиіліктік жабдықпен жабдықталуы керек:

а) бүлінбеген бөлігін электр тогының бүлінбеген бөлігін өшіріп тастаңыз;

b) энергожүйенің элементтерін сенсорлық және қауіпсіз пайдалану; Радиожиілікті электр станцияларының пайдалану жағдайларына және жұмыс режиміне байланысты бөлшектеу және белдік белбеуіне байланысты кейбір зақымдар орын алуы мүмкін.

- RF құрылғылары жүйенің жұмысын тегіс ұстап тұру үшін қысқа тұйықталу (ST) үшін ең қысқа уақытты қамтамасыз етуі керек.

- Ресей Федерациясының зақымдалған объектілерін өшіру қажет, бұл эрозияға әсер етеді - серпімділік талаптары.

Селективті емес қорғаныс қорғанысы (APV және AVR) қайтаруға рұқсат етіледі:

а) қажет болған жағдайда өшіруді тездету;

б) трансформатор немесе сепаратормен негізгі қоректендіру көзін пайдалану кезінде.

- Электр қуаты өшірілген жағдайда, РЖ құрылғысы кешіктіру 2.2.4 болса, уақытты кідіріспен таңдауға болады.

- Ресей Федерациясының жұмыс істеуінің сенімділігі (жұмыс жағдайының болуы және келісімшартсыз орындау), сипаттамаларға сәйкес келетін құрылғылар мен параметрлерді пайдалану арқылы қамтамасыз етілуі тиіс.

Қажет болған жағдайда функционалдық сенімділікті арттыру үшін арнайы шаралар қабылдау қажет, атап айтқанда: резервтеуді шектеу, электрмен жабдықтау жүйесін тұрақты бақылау. Ресей Федерациясынан түрлі операцияларды жүргізуге тартылған персоналдың қателіктерінің ықтималдығын ескеру қажет.

- РЖ айнымалы ток тізбектерінің қатысуымен:

сақтандырғыштар, тұтанғыштар, ажыратқыштар және ажыратқыштар (егер бұл ақаулар қалыпты тәртіпте жалған қорғауға әкелсе) және осы схемада сәтсіздік белгілерін көрсететін құрылғылар үшін ескеру керек.

- Бастапқы ағымдағы мәннен немесе ағымдық ақаулықтан қорғаудың сәтсіздігінен басқа, әрбір нақты жағдайда уақытша кідіріспен ток қоспағанда, шығындарды үнемдеуді ескеру жөн.

- Қашықтықты бұзуға арналған үзілістердің немесе қорғаныштардың өзара әрекеттесуі үшін резервтік қорғаныс орнату қажет.

Егер элементтің негізгі қорғанышы мүлдем селективті болса (мысалы, жоғары жиілікті қорғаныс, бойлық және көлденең дифференциалды қорғаныс), онда бұл элемент резервке орнатылуы керек, бастапқы қорғанысты қосу немесе бөлшектеу кезінде қосалқы қорғаныс белсендірілуі тиіс.

Егер 110 кВ-тық желінің негізгі қорғанысы салыстырмалы түрде іріктелсе (мысалы, уақытша ереуілмен бір сатылы қорғаныс), осы жолдағы аралас элементтерді қорғау қашықтағы резервтік жағдайдың бұзылуы жағдайында бөлек резервтік қорғанысты болдырмайды;

Бұл жағдайда ең жақын брондау шарттарына назар аударыңыз.

- Радиожиіліктердің негізгі түрлерінің сезімталдығы сезімталдық коэффициенті бойынша бағаланады, ол мынадай түрде анықталады:

зақымдалу кезіндегі физикалық зиянын бұзудан қорғау үшін физикалық санның (ток немесе кернеу) қорғалатын аумақта метеорологиялық қауіпсіздік сипаттамаларының параметрлеріне қатынасы;

Зақымдалу кезінде физикалық мөлшердің жоғалуын болдырмау үшін қорғалатын аймақта РР қорғанысымен осы металл бөлшектердің (қарсылық немесе кернеу) физикалық сипаттамаларының есептелген мәндері туралы.

- Сезімталдық коэффициенттері негізгі қорғаныс сезімталдығы үшін арнайы орнатылған:

1) СНР элементтерінің кернеуі мен тогы үшін, ол тұрақты және бағытталмаған кернеудің бағытынсыз 1,5 тең болуы керек;

2) көпфазалық SH-ден қашықтан қорғау;

3) кез келген типті қашықтықтан қорғауды жүзеге асыратын қатысушыны және қашықтықтың үшінші мүшесінің қашықтыққа -1.5;

4) қорғалатын аумақта қорғалатын аумақтың резервтік операцияларды қоспағанда, қашықтықты интеркосталь сүйегінің екінші сатысы үшін -1,5 және қорғаудың үшінші сатысы үшін -1,25 құрайды.

Қорғаныс орналасқан жерде, DC (RF) -2 ажыратылады.

- төтенше жағдайда қорғау сезімталдығын бағалау кезінде, сезгіштік коэффициенттерінің мәні жазылады:

ағымдағы кедергі - 1.2.

РЖ айнымалы ток тізбектерінің қорек көзі мынадай талаптарға сай болуы керек:

1. HF мөрленген аймақтан тыс болғанда артық ток қорғанысын болдырмау үшін ток трансформаторындағы (КТ) қателік ықтималдығы 10% - дан аспауы тиіс;

қадамдық қорғаныс деңгейінің әсер ету аймағының соңында, егер ҚТ бар болса, біртіндеп қорғау үшін, қадамдық қорғау үшін және сыртқы ҚТ кезінде;

ҚТ кезінде қалған қорғаныс үшін.

ПУЭ трансформатордан қорғау.

- Трансформаторлар қауіпсіз жұмыс істеу үшін және қауіпсіздіктің төмендегі түрлерімен қауіпсіз жабдықталуы тиіс:

1. трансформатордың шығыс және орауышындағы көпфазалы қысқа тұйықталу;

2. бейтарап бейтарап жерге қосылған трансформатордың шығу тесігі мен пакетінде орналасқан бір фазалы қысқа тұйықталу;

3. ораманың қақпақтары;

4. Сыртқы айнымалы токтың шығу тогы;

5. Ағымдық жүктемеден шығатын токтар;

6. Мұнай деңгейіне байланысты.

- Сыртқы қабаттың ішіндегі зақымдануы: майдың жоғалуы мен газдың ағып кетуінен қорғайтын газдан қорғау.

Төмендегі электрлік амортизаторлар үшін газды қорғау қажет:

6,3 МВА және одан жоғары қуаттылығы бар трансформаторлар;

6,3 МВА және одан жоғары қуаттылығы бар шеберхананың ішіне төмен вольтті трансформаторлар орнатылды;

КБР (РПН) трансформаторды қорғау үшін бөлек танкте жеке газ релесін орнатады.

- 1 МВА және одан жоғары трансформаторлық пакеттердегі токтардан қорғау мынадай қорғаныс түрлері ретінде қарастырылуы мүмкін:

Кернеу трансформаторлары бойынша қосалқы станциялар мен тарату құрылғылары;

2. Қосымша қуат көзін орнатқан кезде теңгерілмеген ҚТ -дан нөлдік тізбекті ток қорғанысын орнатамыз.

- Біз екі жоғары вольтті трансформаторларда бірнеше фазалы айнымалы токқа қарсы қорғауды қамтамасыз етеміз.

110 кВ желілерді қорғау.

-1-10-500 кВ желілерде желілер үшін жердегі және көпфазалы ҚТ блоктары орнатылуы керек.

- Дәлсіздік немесе дірілдеу жағдайында шамадан тыс қорғануға тыйым салатын РҚ дизайнымен жабдықталуы керек.

-1-10-220 кВ желілерінің негізгі қорғанысын қарастырған кезде алдымен электрмен жабдықтау жүйесінің тұрақтылығын сақтау қажеттілігін ескеру керек. Үш фазалы қысқа тұйықталу жағдайында электр станцияларында және шиналарда қалдық кернеу 0,6-0,7 $U_{ном}$ тең емес деп қарастырылмайды.

-110-220 кВ желісі үшін біз сезімталдық жағдайында тиімді болатын басты қорғаныс ретінде ағымдағы және нөлдік ток қорғанысын пайдаланамыз.

Шиналарды қорғау.

-110 кВ-тық автобустың релелік қорғанысын таңдау кезінде, автобус жүйесі үшін ағызуды қарастырамыз.

Жоғары вольтты қуатты шиналар мен 35 кВ және одан жоғары кернеулі шиналардан қорғау үшін, біз шиналар секциясына жататын барлық элементтерді қамтитын уақытты үнемдейтін дифференциалдық токқа ие

болдық. Бұл қорғанысты қорғау тікелей токпен байланысты теңсіздіктермен реттелетін арнайы ток релесін қолдану арқылы жүзеге асырылады.

6-10 кВт қуаттылықпен толық емес екі сатылы дифференциалды қорғаныс пайдаланылады, оның бірінші фазасы ТҮ немесе қашықтыкқ қорғаныс түрінде,, ал екінші кезең МТҚ түрінде қолданылады.

2.2 Трансформатордың дифференциалдық қорғанысы

Әсер ету қағидасы мен ауқымы

Көлденең дифференциалдық ток күшінің жұмыс принципі 70 жылдан бері белгілі. Дифференциалды қорғаныс (бұдан әрі - «көлденең») циркуляциялық ток тізбегі және негізгі токтың кез келген элементінің бір фазасына негізгі перпендикуляр (I_{1-1}= I_{1-2}).ТТТ дифференциалды қорғаныс аймағы қорғалған элементтің екі жағында да орнатылады (1ТТ 2ТТ соңы) және 2ТТ ТТ. Дифференциалдық ток релесі теледидарға параллель орналасқан. КТ нүктесі дифференциалды қорғаныс аймағының артқы жағында (сыртқы немесе өтпелі деп аталады), қалыпты жұмыс кезінде DC жүктемесі I2-1 = I2-2 қорғаныс кабельдері арқылы айналады.

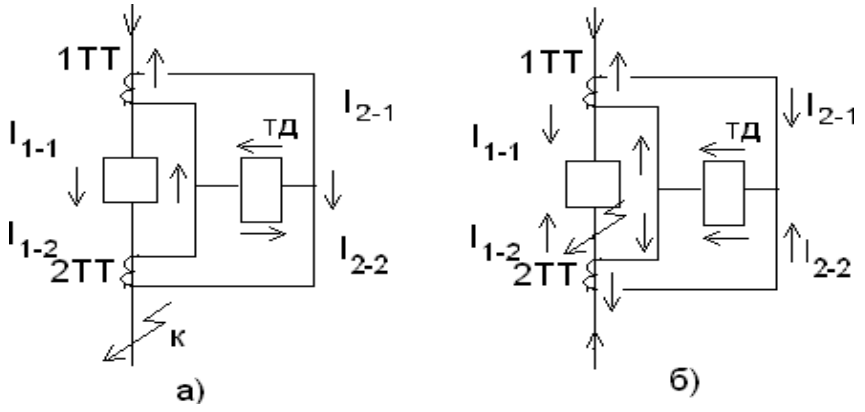
Егер 1Т және 2Т түрлендіру коэффициенттері бірдей болса және олардың жұмысы қате болмаса, I_{2-1}= I_{2-2} қайталама ток бірдей және реле теледидарға қарама-қарсы. Осылайша, идеалды жағдайда теледидар ток релесі:

$$I_p=I_{2-1}- I_{2-2}=0 , \qquad (2.1)$$

Осылайша, соққы қағидасына сәйкес дифференциалды қорғаныс әсер аймағында зақымдамайды, яғни көрші элементтерде (сызықта, қозғалтқыштарда), сондықтан уақыт тұрақсыз болуы мүмкін. Бұл қорғаныс қорғаныс тобы болып табылады.

Жүктеме режимінде, әсіресе сыртқы ST кезінде, теледидардағы реле ток нөлге тең болмайды, өйткені ток трансформаторлары 1Т және 2ТТ әртүрлі мәндердегі қателіктерге ие, және тіпті негізгі токтардағы I2-1 және I2-2 негізгі токтар сәйкес келмейді. Ағымдағы режимде ТД релесі мен сыртқы DC теңсіздігіндегі жүктеме IGB деп аталады. (2.1) осылайша, өрнектейміз:

$$I_p=I_{2-1}- I_{2-2}=I_{нб} , \qquad (2.1)$$



а) сыртқы ҚТ кезіндегі токтың таратылуы; б) қорғаныс әсер ету аймағындағы ҚТ

2.1 -сурет – Көлденең дифференциалды қорғаныс айналмалы токтар мен принципиалды сұлба

Дифференциалды қорғаныс осы режимдерде жұмыс істемеуін қамтамасыз ету үшін, біз қазіргі кездегі теңсіздікке қарағанда, ТД релесінің шамының шығуын орнатамыз:

$$I_{с.р} \geq к_н \, I_{нб} \qquad (2.2)$$

мұндағы $к_н$ – сенімділік коэффициенті, оны соңғы типті дифференциалды қорғаныс үшін 1,3 деп қабылдайды.

Қорғалған элементтің екі жақты қоректенуін қорғауда дифференциалды қорғаныс аймағында I2-2 негізгі ток I2-2 бастап бастапқы ток 180 ° -ге ауысады. Осыған байланысты телевизиялық реле ТД-нің тіркесіміне ие:

$$I_{р.к}=I_{2-1}+ I_{2-2} \, , \qquad (2.3)$$

ТД релесі зақымдалған элементті қуат көзінен іске қосады. Бір бағытты қуат жағдайында, I2-1 немесе I2-2 желілік ағымдардың бірі телевизиялық реле арқылы өтеді. Сондықтан дифференциалды қорғанысты өшіруді бастау керек. Бір жақты қуат режимі - сезімталдық коэффициентімен көрсетілген дифференциалды қорғаныс сезімталдығын есептеу:

$$K_ч =I_{р.мин} /I_{с.р} \approx 2 \, , \qquad (2.4)$$

мұндағы $I_{р.мин}= I_{2-1}$ немесе I_{2-2} .

Әдетте, S = 6,3 МВ * А және одан жоғары трансформаторларда және трансформаторлармен параллельді S = 4 МВ * А көлденең дифференциалды қорғаныс қолданылуы тиіс. Сонымен қатар, акустикалық сезімталдық талаптары сақталмаса және максималды ток қорғанысы (ТД)> 0,6 сек болса,

дифференциалды қорғауды S = 1 ÷ 2,5 МВ * А трансформаторы үшін пайдалануға болады.

Трансформатордағы дифференциалды қорғаныс ерекшеліктері.

Қуат трансформаторы желінің, генератордың, қозғалтқыштың көлденең дифференциалды қорғауында бірқатар ерекшеліктерге ие.

Қуат трансформаторында басқа қораптағы қуат көзінің магниттік ағыны жоқ, сондықтан теледидарлық реледе теңсіздік ток бар. Әдеттегі жағдайда магнитизация токының мәні номиналды ток бірнеше есе аспайды. Мысалы, 110 кВ трансформатор үшін (ГОСТ 12965-74) магнит тогы номиналды токтың 1,5 0,55% құрайды.

Дегенмен, трансформатор кернеуге қосылған кезде немесе қалдық кернеудің жақын жатқан өрісте пайда болған кезде магнитизация ток КТ-ның номиналды ток шамасының 5-8 есе артады. Демек, дифференциалды қорғанысты толығымен есептелмеген ағымның магнетизмінен ажырату қиын. Қуат трансформаторында орамалардың бастапқы орамасы, қайталама кернеу (ОН) және ТС тең емес, ал ТТ стандартының стандартты айырбастау коэффициенті іс жүзінде дифференциалды қорғау құралдарындағы қайталама токтардың мәнін теңдестіру мүмкін емес. 2.1а суретте көрсетілгендей, қайталама ток мәндерінің теңсіздігі теңсіздіктерді тудырады.

Қосарлы ток пен теңсіздіктің теңсіздігі төмендегілерге байланысты болуы мүмкін:

- әртүрлі қателіктермен әртүрлі TTL түрлерін пайдалану
- трансформатордың бір жағында кернеуді реттеуге және трансформатордың екінші жағында токтың тұрақты мәндеріне байланысты бастапқы және қайталама ток мәндерінің өзгеруі;
- Δ / Δ / Y тобы бойынша тізбектердің қосындысы - 11 - ажыратылған кезде негізгі токтың бұрыштық жылжуы; егер арнайы шаралар қабылданбаса, бұл бұрыштың орнын толтыру екінші токтар арасында болады.

Қуат трансформаторының бұл ерекшелігі осы дифференциалды қорғаныстың ерекшеліктерін анықтайды. Ол үшін екі негізгі есептеуді есептеу керек:

- Трансформаторды қосудан туындайтын тоқтың магниттік ауытқуларына шолу;
- Сыртқы курс кезінде реттелетін тұтқырлық.

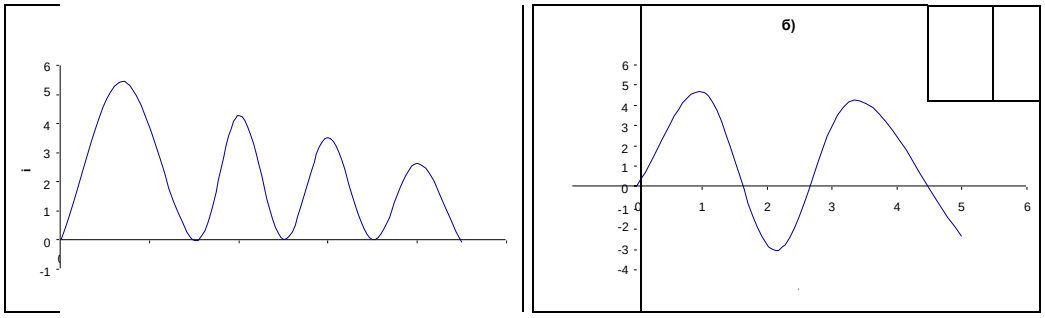
Кернеудің төмендеуі кезінде магнетизмді реттеу әдісі.

Қуат трансформаторында кернеу болған кезде, магнитизация ток жоғарыда көрсетілгендей, номиналды ток шамасы 5-8 есе артуы мүмкін, бірақ ол тез ыдырайды және t = 0,5 ÷ 1с номиналдан асып кетеді. Бұл функция қаттылық үшін пайдаланылатын дифференциалды операция деп аталады, бірақ жоғары жылдамдықты дифференциалды қорғаныс болып табылады. Бұл крутящий трансформатордың номиналды токынан 3-4 есе көп. Осы өрескел кесу мен кейбір баяулаудың арқасында магниттік токтардан дифференцирленген сығындылар ұйымдастырылуы мүмкін, бірақ қамту аймағындағы сезімталдықтың төмен болуына байланысты. Соңғы жағдайда

дифференциалды эпизодтың сезімталдығы төмен болғандықтан, бұл жаңа жағдайларға қолданылмайды.

Қазіргі уақытта дифференциалды қорғаныс кеңінен қолданылуда, ол кернеу арқылы трансформатордың қосылысындағы синусоидальды емес токтардағы дифференциалдық тізбектердің айырмасын реттеу үшін магниттелген ток беру үшін қолданылады, дәлірек айтқанда:

- магниттік токтардың бір жағында нөлдік желінің және жарты толқынның кері кетуінің болмауы;
- магниттелген ағынның болмауы салдарынан магниттелген ток 7-10 мс болған кезде магниттік емес ток (2.2, сур.
- Магниттік токтарда гармоникалық жұптардың көп саны бар.



а) токтың қисық лақтыруының сипаттамасы және б) ҚТ –дың қисық тогы

2.2-сурет – Күштік трансформатордың қосалқы кернеуі бар кездегі бір фазасының магниттелген

РНТ және ДЗТ дифференциалды қорғаныспен пайдаланылады, олардың негізгі бөлігі негізінен магнитизацияланған токтарға арналған. Релелік элемент (ток релесі) аралық трансформатор арқылы дифференциалды тізбектің магниттік тізбегін индукция арқылы қорғауға қосылады. Мұндай трансформатор токының бастапқы орамасына бір полюстік ток беріледі (2.2а-сурет). магнитті ток сымымен терең қаныққан, қорытпаның ағымдары магнетизмге айналады және екінші жағдайда мінсіз жағдайда тасымалданады (тасымалданбайды). Элемент қаныққан DC қосалқы пакетіне қосылған, сондықтан ол іске қосылмайды. КТ-ның бұл түрі тез қаныққан (TST) немесе қаныққан ТТ (КТТ) деп аталады.

ST қорғаныс аймағы болған жағдайда бастапқы КТТ бумасы ағымдағы SN (биполярлық) арқылы өтеді (2.2-сурет). онда КТТ бұл токты қайталама орамға жібереді және жетектің жұмысын бастау үшін RNT немесе DZT релесін береді. Айта кету керек, ҚТД қанықтылығына және мерзімді компонентке көшуіне жол бермей, апериодтық компонент үшін ST-ды қолдануға болады. Бірақ тұрақты компонент тез өсіп, реле мерзімді құрылысшы есебінен жұмыс істейді. ҚТТТ-нің жалпы уақыты және қорғау уақыты қолайсыз жағдайларда т = 0,12 сек артық болмайды.

Жазылған Идеал СТТ позициясынан айқын айырмашылығы бар магниттелген токтың бір бөлігін орындайды. Сонымен қатар, фазалардың біріне қосылған үшфазалы трансформатордың кернеуі бар сыртқы ток арқылы магнитизацияланған ток қозғалған кезде, бір фаза болмауы мүмкін (сондықтан деп аталатын кезеңнің магнетизацияланған розеткасы ҚТТ-ға жақсы жіберіледі). Сол нысанды ҚТТ ағымының қисық сызығында қолдануға болады, ал дифференциалды қорғаныс трансформаторы ток үлкен қателікте болмаса және магниттік токтардың мерзімді компоненттерін ауыстырса. Барлық осы жағдайлар КТТ көмегімен сыртқы трансформатордың жоғары вольтты дифференциалды қорғанысын жүзеге асыруға жол бермейді. Тәжірибелік ток келесі реле үшін пайдаланылады: RTSI ≥ 1.3 IOM және DZT ≥ 1.5 IOM үшін, яғни трансформатор трансформаторының номиналды токынан жоғары.

Атап айтқанда, шет елдік тәжірибеде қолданылатын магниттік ағымдар, кішігірім ТТ-мен екінші гормонды қолдану арқылы дифференциалды қорғанысты жүргізуге көмектеседі, бірақ тапшылық тапты: аймақтағы КТ-ның баяулауы және қатты бас ауруларының пайда болуы, дифференциалды қорғанысты қанықтыру мүмкіндігі. гармоника. Зақымдалған трансформатордың бүлінуінен құтылу үшін қосымша қалың дифференциалды фрагмент салынған.

Жартылай өткізгіш элементтерді пайдаланып магниттелген токтар мен магниттік импульстың ағымы мен трансформатор зақымдалуындағы ток (2.2, а, р) арасындағы айырмашылықты қолдануға болады. Соңғы жылдары магнитті резонансты жыпылықтаудың барлық негізгі қағидалары ұзақ уақыт үзілістер үшін қолданылған. Ол арнайы диаграммалармен жазылып, алдын-ала анықталған айырмашылықпен салыстырылады. Кідіріс белгіленген мәннен асып кетсе, қорғаныс әрекеттеріне тыйым салынады. Бұл принцип - импульстік реле деп аталатын дифференциалдық реле және оның негізінде РТТ-11 дифференциалды релесі жасалады. Қорғау аймағының жоғары кернеуліктегі тікелей ток аймағында негізгі КТ дифференциациясының терең қанықшылығында байқалатын ток тізбектері пайда болуы мүмкін. Импульстік ток релесінің жұмыс істеуін қамтамасыз ету, бұл жағдайда қорғаныс қосымша дифференциалдық ток үлкен мәнімен қамтамасыз етіледі. Трансформатордың дифференциалды қорғанышының басқа әдістері магнитизмді тастаған кезде көрсетіледі, пайдаланушының айырмашылығы, ағымдағы қисық синусоидқа тәуелді болады. Мысалы, жартылай өткізгіштер сериялары RNT-560 және DZT-10 релестеріне негізделген, бұл реле жұмысын бұзатын бірінші туындының дифференциалды ток үзілуі әкеледі. Бұл ток трансформаторының дифференциалды қорғаныс сезімталдығын айтарлықтай арттыра алады.

Трансформатордан қорғау. Біз трансформатор трансформаторлық типті трансформатор TNCT-16000/110-U1. Ондағы шиеленісті созыңыз

115 ± 9 × 1,78%, Y / Y / Δ (жұлдыз / жұлдыз / үшбұрыш /) қосылым диаграммасы.

- Трансформатордың номиналды жүктемесіне сәйкес қорғалатын жағында бастапқы ток келесі өрнекке ие

Қорғаныш білігінің екінші токтарының:

$$I_{нв\,н} = \frac{S_н}{\sqrt{3}\cdot U_{ср.расч}} = \frac{16}{\sqrt{3}\cdot 115} = 80{,}33\ A,$$
$$I_{ннн} = \frac{S_н}{\sqrt{3}\cdot U_{ср.расч}} = \frac{16}{\sqrt{3}\cdot 6{,}3} = 1466\ A. \qquad (2.5)$$

115 кВ-ты кернеуде үшфазалы максимал ҚТ тогы есептелген:
2-нүктеде (трансформаторға дейін):

$$I^{(3)}_{кз.\max} = 2265\ A;$$

4-нүктеде (трансформатордың төменгі жағынан кейін):

$$I^{(3)}_{кз.\max} = 388\ A;$$

115 кВ-ты кернеуде үшфазалы минимал ҚТ тогы есептелген:
2-нүктеде (трансформаторға дейін):

$$I^{(3)}_{кз.\min} = 1920\ A;$$

4-нүктеде (трансформатордан төменгі жағынан кейін):

$$I^{(3)}_{кз\min} = 376\ A;$$

Орнатылған ток трансформаторлары:

ЖК ТРГ-110||-0.2/5Р -100-УК

n_{TT} = 300/5=60,
ТЛК-6-600/5,
n_{TT} =2000/5=400.

Қорғаныс иініндегі екіншілік токтар:

ЖК: $i_{н.вY} = \frac{I_H}{n_{TY}} = \frac{80{,}33}{60} = 1{,}34$ А, (2.6)

ТК: $i_{н.в\Delta} = \frac{\sqrt{3}\cdot I_H}{n_{T\Delta}} = \frac{\sqrt{3}\cdot 1466}{400} = 6{,}35$ А.

6 кВ-ты шинада сырттық үшфазалық ҚТ кезіндегі теңсіздік біріншілік есептеме тогы:

$$I^{I+II}_{нб.\,расч} = (K_{апер} \cdot K_{одн} \cdot f_i + \Delta U) \cdot I^{(3)}_{к\max}, \qquad (2.7)$$

$K_{апер} = 1$- өтпелі кезеңді ескеретін коэффициент (токтың апериодты құраушының болуы)

$K_{одн} = 1$- ток трансформаторының біртектілік коэффициенті.

$f_i = 0.1$- магниттелу тогына қатысты мән.

$\Delta U = 0.16$- ЖК жағындағы кернеудің реттелу диапазонының қосындысының жартысына қатысты мән:

$$I^{I+II}_{нб.\,расч} = (1 \cdot 1 \cdot 0{,}1 + 0{,}16) \cdot 388 = 100{,}88\ A\ .$$

Теңсіздік тогынан немесе магниттелу тогының лақтыруынан реттелінетін шартпен анықталатын қорғаныстың алдын-ала іскеқосылу тогы:

$I_{с.з} = K_{отс} \cdot I_н$- магниттелу тогының лақтыруынан;

$$I_{с.з} = 1{,}5 \cdot 80{,}33 = 120{,}5\ \ A\ ;$$

$K_{отс} = 1{,}5$ - реттелу тогының коэффициенті;

$I_{с.з.} = K_н \cdot I^{I+II}_{нб.расч}$- теңсіздік тогы;

$$I_{с.з.} = 1{,}2 \cdot 100{,}88 = 121{,}1\ \ A\ ;$$

$K_н = 1{,}2$ -сенімділік коэффициенті.

110 кВ-ты негізгі жағындағы реленің іскеқосылу тогы:

$$I_{ср.осн} = \frac{K_{сх} \cdot I_{с.з} \cdot U_{хх.вн}}{n_{ТТ} \cdot U_{хх.осн}}; \qquad (2.8)$$

$n_{ТТ} = 300/5 = 60$ - ТТ-ң трансформация коэффициенті

$U_{хх.вн} = U_{ххосн} = 115\ \ кВ$ - ЖК-гі және негізгі жағындағы бос жүріс кернеуі.

$K_{сх} = 1$- жұлдызша қосылу сүлбесі үшін; ($K_{сх} = \sqrt{3}$ үшбұрыш қосылу сүлбесі үшін:

$$I_{ср.осн} = \frac{1 \cdot 121{,}1 \cdot 115}{60 \cdot 115} = 2{,}02\ A\ .$$

Негізгі жақ үшін реленің қанығатын трансформатор орама орам саны:

$$W_{осн.расч} = \frac{F_{ср}}{I_{ср.осн}}. \qquad 2.9)$$

$F_{с.р} = 100\ A$ -реле іске қосылу үшін қажетті магнитқозғаушы күші:

$$W_{осн.расч} = \frac{100}{2{,}02} = 49{,}5, \quad W_{осн.рас} \approx 50\ вит.$$

Негізгі жақ үшін релеге сәйкес іскеқосылу тогы:

$$I_{ср.осн} = \frac{F_{ср}}{W_{осн.расч}},$$

$$I_{ср.осн} = \frac{100}{50} = 2.$$

Осы негізгі жағында (115 кВ) үшін қорғанысты орнату үшін алдын-ала қабылданған орам саны:

$$W_{осн} = 50.$$

Негізгі емес жақ үшін реленің қанығатын трансформатор орама орам саны, 6 кВ:

$$\omega_{1\,расч} = W_{осн} \cdot \frac{i_{осн.в}}{i_{I.в}},$$

$$i_{осн.в} = i_{н.вY}, \qquad (2.10)$$

$$i_{I.в} = i_{н.в\Delta},$$

$$\omega_{1\,расч} = 50 \cdot \frac{1{,}34}{6{,}35} = 10{,}55.$$

Осы негізгі емес жағында (6 кВ) үшін қорғанысты орнату үшін алдын-ала қабылданған орам саны:

$\omega_{осн} = \omega_1 = 10$;

Негізгі емес жақ (6 кВ) үшін орам санын жуықтау шартынан алынған біріншілік теңсіздік тогының құраушысы:

$$I^{III}_{нб.расч} = \frac{\omega_{1\,расч} - \omega_1}{\omega_{1\,расч}} \cdot I^{(3)}_{к\max}, \qquad (2.11)$$

$$I^{III}_{нб.расч} = \frac{\omega_{1расч} - \omega_1}{\omega_{1расч}} \cdot I^{(3)}_{к4\max} = \frac{10{,}55 - 10}{10{,}55} \cdot 388 = 20{,}23.$$

$I^{III}_{нб.расч}$-н құраушысы ескерілген біріншілік теңсіздік тогы (10 кВ-ты ТК жағындағы ҚТ):

$$I_{нб.расч} = I^{I+II}_{нб.расч} + I^{III}_{нб.расч}, \qquad (2.12)$$

$$I_{нб.расч} = 100{,}88 + 20{,}23 = 121{,}1\ A\ .$$

Қорғанысты орнату үшін алдын-ала қабылданған орам саны:

- негізгі жағы $W_{осн} = 50$
- негізгі емес жағы $\omega_{осн} = 10$

Қорек беруші жағындағы қанығатын трансформатор орама орам санына сәйкес реленің іскеқосылу тогы:

$$I_{ср} = \frac{F_{ср}}{W_{осн}};$$

$$I_{ср.осн} = \frac{100}{50} = 2\ .$$

6 кВ жағында екі фазалық қысқа тұйықталу кезіндегі 110 кВ жағындағы реледегі тогы:

$$I_{р.полн} = \frac{\sqrt{3} \cdot I^{(2)}_{кз.\min}}{K_{т}}, \qquad (2.13)$$

$I^{(2)}_{кз.\min}$ - 110 кВ шинадағы екі фазалы минимал қысқа тұйықталу тогы;

$$I^{(2)}_{кз.\min} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I^{(3)}_{кз\min};$$

$I^{(2)}_{к5.\min} = 376$ - 4- нүктедегі екі фазалы минимал қысқа тұйықталу тогы;

$$I^{(2)}_{к3.\min} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I^{(3)}_{к3\min} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 376 = 325{,}62, \qquad (2.14)$$

$$I_{р.полн} = \frac{\sqrt{3} \cdot 325{,}62}{60} = 9{,}4\ A\ .$$

6 кВ кернеу жағында екі фазалы қысқа тұйықталу кезіндегі сезімталдық коэффициенті:

$$K_{ч} = \frac{I_{р.полн}}{I_{с.р}}, \qquad (2.15)$$

$$K_{ч} = \frac{9{,}4}{2} = 4{,}7\ .$$

Дифференциалдық қорғаныстың іскеқосылу тогы:

$$I_{с.з} = \frac{I_{с.р} \cdot n_{ТТ}}{K_{сх}}, \qquad (2.16)$$

$$I_{с.з} = \frac{2 \cdot 60}{1} = 120\ A\ .$$

Тежелу жоқ болған кезде трансформатордың дифференциалдық қорғанысының (ТДҚ) бастапқы токқа қатысты іске қосылуын анықтау:

$$I_{Д0\,расч} = K_{отс} \cdot \left(K_{одн} \cdot \varepsilon_{н.т} + \Delta U \cdot n_{ТТ} + I_{нб.вып}\right); \qquad (2.17)$$

Өрнектегі коэффициент мәндерін 1-нұсқаудан аламыз:

$$I_{Д0\,расч} = 1{,}5 \cdot (1 \cdot 0{,}05 + 0{,}16 \cdot 1 + 0{,}03) = 0{,}36$$

ТДҚ –ң тежелу коэффициентін анықтау:

$$I_{Д0\,расч} = 1{,}2 \cdot \left(K_{пер} \cdot \varepsilon_{кз} + \Delta U \cdot n_{ТТ} + I_{нб.вып}\right), \qquad (2.17)$$

$$I_{Д0\,расч} = 1{,}2 \cdot (2 \cdot 0{,}1 + 0{,}16 \cdot 1 + 0{,}03) = 0{,}468\ .$$

ТДҚ –ң тежелуінің бастапқы ток шамасын таңдау:

ТДҚ –ң тежелуінің бастапқы тогы, синхронды емес АВР-ы болатындай трансформаторларға және қосылатын артық трансформаторлар үшін 0,6-ға тең деп беріледі, ал басқа қалған жағдайларда 1-ге тең деп аламыз.

Тағайыншаманың қабылданған мәні $I_{Т.0} = 1$

ТДҚ –ң блоктауда болатын тежелу тогының шамасын таңдау:

Дифференциалды-фазалық әсер ету принципін қолданатын қорғаныстың өтпелі ток шамасымен, яғни ішкі ҚТ болу кезінде жүктеменің өтпелі максимал тогының мәнімен анықталады.

Тағайын шаманың шамалас қабылданған мәні $I_{Т.бл} = 1{,}5$

Дифференциалды үзіндінің іскеқосылу тогының шамасы реттелу шартынан алынады:

- магниттелу тогының лақтырылуынан $I_{отс} = 16{,}5$
- сыртқы ҚТ- ң теңсіздік максимал тогынан:

$$I_{отс} \left(= 1{,}5 \cdot I_{кз.отн} \cdot K_{пер} \cdot {}_{кз} + \Delta U \cdot K_{ТТ}\right) + I_{нб.вып}$$

мұндағы

$$I_{кз.отн} = \frac{I_{кз\,\max}}{I_{б(ном.вн)}}, \qquad (2.17)$$

$$I_{кз.отн} = \frac{2265}{80,33} = 28,2$$

$$I_{отс} = 1,5 \cdot 28,2 \cdot (2 \cdot 0.1 + 0.16 \cdot 1 + 0.03) = 16,5 .$$

2.3 Максималдық ток қорғанысы (МТҚ)

35 кВ-тағы шинааралық ажыратқыш (Сириус-21-С)

-Төменгі кернеу жағынадағы (ТК) ток трансформаторының трансформация коэффициенті:

$$n_{TT} = 600 / 5 = 120$$

-Қорғаныстың іскеқосылу екіншілік тогын анықтау:

$$I_{с.з.в\,т.} = \frac{(K_н \cdot I_{P\max})}{K_в \cdot n_{TT}}, \qquad (2.12)$$

$$I_{р.мах} = 07 \cdot I_н , \qquad (2.13)$$

$$I_н = I^{(2)}_{кз.\min} = 0,87 \cdot I^{(3)}_{кз.\min} = 0,87 \cdot 1920 = 1670,4\ A ,$$

$$I_{р.мах} = 0,7 \cdot 1670,4 = 1169,28 ,$$

$$I_{сз.вт} = \frac{1,2 \cdot 1169,28}{0,9 \cdot 120} = 8,13 .$$

Қабылданған мән $I_{уст} = 8$

- Қорғаныстың іскеқосылу біріншілік тогын анықтау:

$$I_{с.з.вт.} = n_{TT} \cdot I_{уст} , \qquad (2.14)$$

$$I_{сз.вт} = 8 \cdot 120 = 960 .$$

- Қорғанысты сезімталдыққа тексеру:

$$K_ч = \frac{I_{кз.\min}}{I_{с.з}} ; \qquad (2.15)$$

3- түйіндегі (трансформатордан кейін) 35 кВ-ты кернеуге келтірілген үшфазалы минимал қысқа тұйықталу тогы $I^{(3)}_{к3\max} = 1637\ A$.

Осы түйіндегі үшфазалы токты екіфазалы токқа келтіру:

$$I^{(2)}_{кз.\min} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I^{(3)}{}_{кз\min}, \qquad (2.16)$$

$$I^{(2)}_{к6.\min} = 0.87 \cdot 1637 = 1454{,}2\ A,$$

$$K_ч = \frac{1454{,}2}{960} = 1{,}51\ .$$

Сезімталдық коэффициенті МТҚ үшін негізгі аумақта ПУЭ бойынша:

$K_ч \geq 1{,}5$, артықтау аумағында $K_ч \geq 1{,}2$

6 кВ-тағы шинааралық ажыратқыш (Сириус-21-С)

ТК жағынадағы ток трансформаторының трансформация коэффициенті $n_{TT} = 2000 / 5 = 400$.

Қорғаныстың іскеқосылу екіншілік тогын анықтау:

$$I_{с.з.в\ т.} = \frac{(K_н \cdot I_{P\max})}{K_в \cdot n_{TT}},$$

$$I_{P\max} = 0.7 \cdot I_H,$$

$$I_н = I^{(2)}_{кз.\min} = 0{,}87 \cdot I^{(3)}_{кз.\min 2} = 0{,}87 \cdot 1920 = 1670{,}4\ A,$$

$$I_{P\max} = 0.7 \cdot 1670{,}4 = 1169{,}28\ A,$$

$$I_{с.з.вт} = \frac{1{,}2 \cdot 1169{,}28}{0{,}9 \cdot 400} = 3{,}89\ A.$$

Қабылданған мән: $I_{уст} = 4$

Қорғаныстың іскеқосылу біріншілік тогын анықтау:

$$I_{с.з.вт.} = n_{TT} \cdot I_{уст},$$

$$I_{с.з.вт.} = 4 \cdot 400 = 1600\ A.$$

Қорғанысты сезімталдыққа тексеру:

$$K_ч = \frac{I_{кз.\min}}{I_{с.з}}$$

6- түйіндегі (трансформатордан кейін) 6 кВ-ты кернеуге келтірілген үшфазалы минимал қысқа тұйықталу тогы $I^{(3)}{}_{к4\max} = 6863\ A$

Осы түйіндегі үшфазалы токты екіфазалы токқа келтіру:

$$I^{(2)}_{кз.\min} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I^{(3)}_{кз\min},$$

$$I^{(2)}_{к\,6.\min} = 0.87 \cdot 6863 = 5971\ A,$$

$$K_ч = \frac{5971}{1600} = 3,73\ .$$

Сезімталдық коэффициенті МТҚ үшін негізгі аумақта ПУЭ бойынша $K_ч \geq 1,5$, артықтау аумағында $K_ч \geq 1,2$

35 кВ-ты енгізу.

Негізгі (шкаф ШЭ 2607 041015) және қордағы қорғаныс (Сириус-21-В)

Кернеудің жіберілуі бойынша МТҚ.

1.Қорғаныстың іскеқосылу біріншілік тогын анықтау.

а) Жүктеменің максимал тогынан реттелу шарты бойынша:

$$I_{с.з.в\ т.} = \frac{(K_н \cdot I_н)}{K_в}, \qquad (2.17)$$

$$I_{с.з.в\ т.} = \frac{(1.2 \cdot 1670,4)}{0.9} = 2227,2\ A\ .$$

б) 35 кВ-ты шинааралық ажыратқыштағы МТҚ-мен келісушілік шарты бойынша:

$$I_{с.з.} = 1,1 \cdot I_{с.з.СВ35кВ}, \qquad (2.18)$$

$$I_{с.з.} = 1,1 \cdot 960 = 1056\ A.$$

2. Қорғаныстың іскеқосылу екіншілік тогын анықтау:

$$I_{с.з.вт.} = \frac{(I^{б}_{с.з.})}{n_{TT}}, \qquad (2.19)$$

$$I_{с.з.в\ т.} = \frac{1056}{120} = 8,41\ .$$

Қабылданған мән: $I_{уст} = 8$

3. Қорғаныстың іскеқосылу біріншілік тогын анықтау:

$$I_{с.з.вт.} = n_{TT} \cdot I_{уст},$$

$$I_{с.з.вт.} = 120 \cdot 8 = 960\ A.$$

4. Қорғаныстың сезімталдыққа тексеру:

$$K_ч = \frac{I^{(2)}_{кз.\,\min}}{I_{с.з}},$$

$$K_ч = \frac{1454,2}{960} = 1,515.$$

6 кВ-ты енгізу.

Негізгі (шкаф ШЭ 2607 041015) және қордағы қорғаныс (Сириус-21-В) Кернеудің жіберілуі бойынша МТҚ.

Қорғаныстың іскеқосылу біріншілік тогын анықтау.

а) Жүктеменің максимал тогынан реттелу шарты бойынша:

$$I_{с.з.в\,т.} = \frac{(K_н \cdot I_н)}{K_в},$$

$$I_{с.з.в\,т.} = \frac{(1.2 \cdot 1670,4)}{0.9} = 2227,2\ A\ .$$

б) 6 кВ-ты шинааралық ажыратқыштағы МТҚ-мен келісушілік шарты бойынша:

$$I_{с.з.} = 1,1 \cdot I_{с.з.СВ6кВ},$$

$$I_{с.з.} = 1,1 \cdot 1600 = 1760\ A.$$

5. Қорғаныстың іскеқосылу екіншілік тогын анықтау:

$$I_{с.з.в\,т.} = \frac{(I^{б}_{с.з.})}{n_{TT}},$$

$$I_{с.з.в\,т.} = \frac{1760}{400} = 4,4.$$

Қабылданған мән: $I_{уст} = 4$

6. Қорғаныстың іскеқосылу біріншілік тогын анықтау:

$$I_{с.з.вт.} = n_{TT} \cdot I_{уст},$$

$$I_{с.з.вт.} = 400 \cdot 4 = 1600\ A.$$

7. Қорғаныстың сезімталдыққа тексеру:

$$K_ч = \frac{I^{(2)}_{кз.\min}}{I_{с.з}},$$

$$K_ч = \frac{5971}{1600} = 3{,}73.$$

8. Кернеу бойынша тағайыншама мынадай өрнекке тең деп қабылданады:

0,6*$U_{ном}$

$0.6 \cdot 110 = 66\ кВ$

110 кВ-ты енгізу.

Кернеудің жіберілуі бойынша қосымша МТҚ (шкаф ШЭ 2607 041015, терминал БЭ 2704 V041) .

Қорғаныстың іскеқосылу біріншілік тогын анықтау.

а) Жүктеменің максимал тогынан реттелу шарты бойынша:

$$I_Н = \frac{S_Н}{\sqrt{3} \cdot U_Н},$$

$$I_Н = \frac{16}{\sqrt{3} \cdot 115} = 80{,}33\ А,$$

$$I_{с.з.в\ т.} = \frac{(K_н \cdot I_н)}{K_в},$$

$$I_{с.з.в\ т.} = \frac{(1.2 \cdot 80{,}33)}{0.9} = 107{,}11\ А\ .$$

б) 110 кВ-ты енгізудегі МТҚ-мен келісушілік шарты бойынша:

$$I_{с.з.} = 1{,}1 \cdot I_{с.з.СВ110кВ},$$

$$I_{с.з.} 1{,}1 \cdot 107{,}11 = 117{,}82\ А.$$

Қорғаныстың іскеқосылу екіншілік тогын анықтау:

$$I_{с.з.в\ т.} = \frac{(I_{с.з.})}{n_{ТТ}},$$

$$I_{с.з.в\ т.} = \frac{117{,}82}{60} = 1{,}96\ А.$$

Қабылданған мән: $I_{уст} = 2\ A$

Қорғаныстың іскеқосылу біріншілік тогын анықтау:

$$I_{с.з.вт.} = n_{ТТ} \cdot I_{уст},$$
$$I_{с.з.вт.} = 60 \cdot 2 = 120\ \ A.$$

Қорғанысты сезімталдыққа тексеру:

$$K_ч = \frac{I^{(2)}_{кз.\min}}{I_{с.з}},$$
$$K_ч = \frac{1670,4}{120} = 13,92.$$

Қордағы трансформатор МТҚ (шкаф ШЭ 2607 041015, терминал БЭ 2704 V015)

Қорғаныстың іске қосылу екіншілік тогын анықтау.

$$I^{МТЗ}_{с.з.} = \frac{(K_н \cdot I_{P\max})}{K_в}, \qquad (2.20)$$

$$I_{P\max} = 1.4 \cdot I_Н, \qquad (2.21)$$

$$I_{P\max} = 1.4 \cdot 80.33 = 112,462\ A,$$
$$I^{МТЗ}_{с.з.} = \frac{(1,2 \cdot 112,462)}{0,9} = 149,95\ A,$$
$$I^{МТЗ}_{ср} = \frac{K_{сх} \cdot I^{МТЗ}_{с.з.}}{n_{ТТ}}, \qquad (3.52)$$
$$I^{МТЗ}_{ср} = \frac{1 \cdot 149,95}{60} = 2,5\ A,$$
$$K_ч = \frac{\square_{к\min}\ I^{(2)}}{I_{ср.прив} \cdot n_{ТТ} / K_{сх}}, \qquad (2.23)$$
$$K_{ч35} = \frac{1454,2}{2 \cdot 60/1} = 6,059,$$
$$K_{ч6} = \frac{5971}{2 \cdot 400/1} = 7,46 \cdot$$

Қабылданған мән: $I_{уст} = 2\ A$

Трансформатордың асқын жүктемесінен қорғаныс.
(шкаф ШЭ 2607 041015)

110 кВ-ты енгізу.

Қорғаныстың іскеқосылу екіншілік тогын анықтау.

$$I_{с.з.в\ т.} = \frac{(1.05 \cdot I_H)}{K_в \cdot n_{TT}}, \qquad (2.24)$$

3- түйіндегі (трансформатордан кейін) ҚТ тогы:

$$I^{(3)}_{к3\max} = 575\ A,$$

$$I_{с.з.в\ т.35} = \frac{(1.05 \cdot 575)}{0.9 \cdot 60} = 11{,}2\ A,$$

$$I_{уст} = 11\ A.$$

Қорғаныстың іскеқосылу біріншілік тогын анықтау:

$$I_{с.з.в\ т.} = n_{TT} \cdot I_{уст},$$

$$I_{с.з.в\ т.} = 60 \cdot 11 = 660\ A.$$

Қорғанысты сезімталдыққа тексеру:

$$K_ч = \frac{I^{(2)}_{кз.\min}}{I_{с.з}},$$

$$K_ч = \frac{5971}{660} = 9{,}047.$$

35 кВ-ты енгізу.
Қорғаныстың іске қосылу екіншілік тогын анықтау:

$$I_{с.з.в\ т.} = \frac{(1.05 \cdot I_H)}{K_в \cdot n_{TT}}$$

4- түйіндегі (трансформатордан кейін) ҚТ тогы: $I^{(3)}_{к4\max} = 388\ A$

$$I_{с.з.в\ т.6} = \frac{(1.05 \cdot 388)}{0.9 \cdot 60} = 7{,}54\ A,$$

$$I_{уст} = 7\ A.$$

Қорғаныстың іске қосылу біріншілік тогын анықтау:

$$I_{с.з.в\ т.} = n_{TT} \cdot I_{уст},$$

$$I_{с.з.в\ т.} = 60 \cdot 7 = 420\ A.$$

Қорғанысты сезімталдыққа тексеру:

$$K_ч = \frac{I^{(2)}_{кз.\min}}{I_{с.з}},$$

$$K_{ч} = \frac{1454,2}{420} = 3,46 .$$

Трансформатордың жоғарғы кернеу жағындағы кернеумен реттеуді ток арқылы блокировка (шкаф ШЭ 2607 041015)

Есептік тағайыншама:

$$I_{уст.расч} = 2 \cdot I_{н} / n_{TT} , \qquad (2.25)$$

$$I_{уст.расч} = 2 \cdot 80,33 / 60 = 2,68 A .$$

Қабылданған мән: $I_{уст} = 3\ A$

Ток бойынша трансформатордың жіберу автоматикасын салқындатуы. (шкаф ШЭ 2607 041015)

6 кВ-ты енгізу.
Есептік тағайыншама:

$$I_{уст.расч} = I_{н} / n_{TT}$$

$$I_{уст.расч} = 80,33 / 400 = 0,2\ A$$

Қабылданған мән: $I_{уст} = 0,2\ A$

2.4 Газдық қорғаныс (ГҚ)

Әрекет қағидасы және ауқымы.

ГОСТ 10472-71 қазандықтан кеңейту сымына және трансформатор қорабынан мұнайдың ағып кетуінен газ ағызылатын кезде де, ішкі зақымданудың барлық түрлерінен қорғайтын майлармен толтырылған майлармен толтырылған газ трансформаторларын қорғауға арналған.

Газ релесі газды қорғаудың өлшеу элементі ретінде қабылданады. Газ релесі трансформаторлық резервуарды қазандыққа жалғастыратын қисық құбырға дәнекерленген металл қос қабатты ыдыстардан жасалған. Әдеттегі жағдайда газ релесі трансформатор майымен толтырылады, қылшықтар көтеріледі және олармен байланысты электр қосылыстары ажыратылады. Ауыр зақымдалған жағдайда трансформатор ішіндегі газ аймақтық жылу әсерінен газға бөлінеді, ол қақпақтың қақпағына түседі, осылайша газ релесінің жоғарғы жағында жиналып, одан май алынып тасталады. Шыңның жоғарғы жағы мұнай деңгейінде төмендетіледі, ал контактілер жақын және ескерту сигналына әсер етеді.

Ауыртпалық болған жағдайда трансформатор қазандыққа газдың үлкен мөлшерін бұзады және қазандықтан майды тез шығарады. Мұнай ағымы газ релесінен өтіп, төменгі кесуді белсендіреді, бұл өз кезегінде зақымдалған трансформаторды өшіруге нұсқау береді. Бұл элемент трансформатор ішіндегі май тым төмен болса да (мысалы, егер зақымдалған болса және май ағып кетсе) белсендіріледі.

Газ қорғау өте сезімтал және оны ерте кезеңде табуға болады. Трансформатордан күрделі зақым келтірілген жағдайда газдан қорғау өте жылдам (0,1-0,2 с). Осы артықшылыққа байланысты газды қорғау жоғары қуаттылықпен 6.3 МВА трансформаторға орнатылуы керек және күштік трансформаторда да, 630 кВА күштік трансформаторда да қолданылуы мүмкін. Газды қорғау 1-ден 4 МВА трансформаторларға орнатылуы мүмкін.

Газ қорғау конфигурациясы

Өзге трансформаторлардың қорғаныс құрылғылары арасында айтарлықтай айырмашылықтар бар, біріншіден, трансформатор ішіндегі датчиктердің жоғары сезімталдыққа, екіншіден, GH сигналына немесе өшіруіне байланысты газ релеінде ауа немесе газ бар. Басқа айырмашылықтардан трансформатор зақымдалуы анықталуы мүмкін. GP қызметі бірнеше кемшіліктерге ие және белгілі бір жоспарға сәйкес жасалады.

Жаңа трансформаторда газды қорғауды алғаш рет пайдалану тәсілі. Жаңа трансформаторды кернеуге қоспас бұрын, біз газ релесін сигнал элементінің контактілерімен параллель байланыстырамыз және екі элементті өшіреміз. Алғашқы 30 минут, трансформатор кернеуге қосылған кезде оны сақтау керек. Алғашқы бірнеше минут ішінде сіз жаңа трансформатордың ақаулығы мен зақымдануын көре аласыз, бұл жағдайда сигнал элементі трансформаторды өшіреді және зақымдануды болдырмайды. 30 минуттық интервалдан кейін трансформатор өшеді және сигнал элементі оның сигнал жағдайына оралады. Осьтік элемент жұмыс істемейтін күйде болуы керек. Трансформаторды трансформатордың жоғарғы жағына жылытқанда және газ релесінің жоғары кернеулі жағында жинақталған кезде жаңа трансформаторлық майлар, қаптамалар мен жаңа трансформаторлық өнімдер арасында белгілі бір ауаға ие.

2.5 Ошиновка қорғанысы

110 кВ-ты енгізу.

1. Есептемелік тағайыншама $I_{уст.расч} = \frac{I_H}{K_{mm}}$, (2.26)

$$I_{уст.расч} = \frac{80,33}{60} = 1,34\ A$$

Ошиновканың дифференциалдық қорғанысы.
(бұдан былай ОДҚ)

ОДҚ сүлбесі ШЭ 2607 051 051 шкафы арқылы жасалады, ол екі тәуелсіз жиынтықтан тұрады. Әрбір жиынтыққа UROV жіберу және шығару жүйесі, APV логикасы, SFD логикасы, ақаулықты қадағалаушы контроллер және ODR релесі кіреді.

ҚҚС-ны іске қосу APV-ді таңдағанда трансформатордың 110 кВ ажыратқышын ажырату керек.

Трансформация коэффициенті $n_{TT} = 300/5$,

Жүктеменің максимал тогы $I_{ном} = 80{,}33\ A$,

$I^{(2)}_{кз.мин} = 0{,}87 \cdot I^{(3)}_{кз.мин(2)} = 0{,}87 \cdot 1920 = 1670{,}4\ A$,

Екіншілік базистік ток $I_{баз} = 5\ A$,

Қабылданған қор коэффициенті $k_{зап}$ 1,3,

Қабылданған теңсіздік коэффициенті $k_{нб} = 0{,}03$,

Қабылданған реттелу коэффициенті $k_{отс} = 1{,}2$,

Бастапқы іске қосылу тогы (салыстырмалы бірлікте) $I_{до} = 0.4 - 1.2$,

Қабылданған мән $K_T = 1.2$,

Қорғаныстың іске қосылу тогы $I_{сз} = I_{до} \cdot I_{баз} \cdot n_{TT} = 1{,}2 \cdot 5 \cdot 60 = 360\ A$.

(2.27)

Іске қосылу сипаттамсының бастапқы аумағының ұзындығы бойынша тағайыншама (тежелудің басталу кезіндегі ток):

$$I_{TO} = \kappa_{зап} \cdot I_{ном} / I_{баз} \cdot n_{TT} (от\ 1{,}0 до 2{,}0), \qquad (2.28)$$

$$I_{TO} = 1{,}3 \cdot 80{,}33 / 5 \cdot 60 = 0{,}35.$$

Тежеу коэффициенті бойынша тағайыншама $K_T = 0.2 - 1.2$ Қабылданған мән:

$K_T = 1.2$,

$$\kappa_ч = I^{(2)}_{кз.мин} / I_{сз} = 1670{,}4 / 360 = 4{,}64.$$

Ток тізбегінде үзілісті бақылатын реленің іске қосылу тогы (салыстырмалы бірлікте) :

$$I_{ср} = \kappa_{отс} \cdot \kappa_{нб} \cdot I_{ном} / I_{баз} \cdot n_{TT} = 1{,}2 \cdot 0{,}03 \cdot 80{,}33 / 5 \cdot 60 = 0{,}01\ A \qquad (2.29)$$

Қабылданған мән: $I_{ср} = 0{,}01\ A$

Шинаның логикалық қорғанысы 6 кВ (ШЛҚ)

ШЛҚ үшін кіріске I_{max} үшінші саты тогы және тармақталған желі қорғанысымен блокталатын 6 кВ кернеудегі секциялық ажыратқыш үшін I_{max} екінші саты Тогы қолданылады.

ШЛҚ-ның іске қосылу тогы 6 кВ шинасындағы қысқа тұйықталу кезіндегі сезімталдық коэффициенті 2-ден кем болмайтындай етіп таңдалады.

$$I_{co} = \frac{I^{(2)}_{кз.м\,ин}}{K_ч} = \frac{5971}{2} = 2985{,}5\ A$$

Кіріс 6 кВ

Реледегі есептік тағайыншама

$$I_d = \frac{I_{co}}{I_{НТА}} = \frac{2985{,}5}{2000} = 1{,}493\ A \qquad (2.30)$$

1,7 мәні қабылданады және қорғаныстың біріншілік іске қосылу тогы:

$$I_{сз} = 1{,}5 \cdot 2000 = 3000\ A$$

Секциялық ажыратқыш 6 кВ

Реледегі есептік тағайыншама: $I_d = \frac{I_{co}}{I_{НТА}} = \frac{2985{,}5}{1000} = 2{,}9855\ A$,

3,4 мәні қабылданады және қорғаныстың біріншілік іске қосылу тогы:

$$I_{сз} = 3 \cdot 1000 = 3000\ A\ ;$$

ЭКРА.656453.022 РЭ

Ток үзіндісінің уақыт ұстанымы 60 мкс деп қабылданады. Уақыт ұстанымы ШЛҚ іске қосылмай тұрып төменде орналасқан РҚ құрылғыларынан блоктаушы сигналдарды қабылдау мүмкін болу үшін қажет.

3 Электр қауіпсіздік бөлімі

3.1 Қауіпсіздік шарттарын талдау

Бұл тезис жобасы 110/35/6 кВ қосалқы станциясында қосалқы станция болып табылады. Қосалқы станцияда 2 * 16МВА-110/35/6 фазалы трансформатор орнатылған. Өз қажеттіліктері үшін энергияны жеткізетін 6 / 0,4 кВ трансформатор бар.

110/35/6 кВ қосалқы станциясын жобалау ғимараттарды жобалау кезінде жарылғыш, өрт сөндіру және құрылыс нормаларының талаптарына сәйкес жүргізілді. Отқа төзімді қондырғы маймен толтырылған күштік трансформатор ретінде жобаланған қабатта жасалған. Өрттің алдын алу шарасы ретінде майды жағатын клапандар мұнайдың ағып кетуіне арналған. Кабельдер сияқты

Әуе электр желілерінде жұмыс істеу кезінде қауіпсіздік шаралары.

HVAC тапсырмалары үш санатқа бөлінеді: басқа әсерлі HSE-лерден қашықтан желіге қосылу; басқа SRS автономды желісінде жұмыс істеу; стресс жағдайында жұмыс істеу.

Басқа әсерлі HWS құрылғысындағы оффшорлық байланыс желіге қосылу, желіге қызмет көрсету және кешіктіру арқылы қамтамасыз етіледі. Сонымен қатар, ол СҚО-да өрт сөндіру бойынша жұмыс істейді, қосалқы станциядағы кезекші офицерді жерлеуден басқа, оның жұмыс аймағында тағы бірнеше сызықты орналастыру керек. Олар кем дегенде 2 метр қашықтықта орналасқан.

Егер сым бір қуатты төмендету кезеңінде жарылса, ол тек осы фазаға ғана шектелуі мүмкін. Бұдан басқа, жерасты кабельдердің қалған екі фазасынан қашықтығы кемінде 35 м-ден кем болмауы тиіс; 110 кВ биіктікте 3 м; 4 кВ 154 кВ-ке; 220 кВ және 5 м кернеуде; 330 кВ және 7 м және 500 кВ 10 м.

Жоғары жиілікті диапазонға қосылған кезде, қуат сымын ажырату үшін телемеханикалық және жалғаушы құрылғыны шүмек қаптамасы арқылы ажыратуға болады.

1000-нан астам кернеумен жұмыс үш санатқа бөлінеді:

Санат I - тірек элементтерін бұзбай жұмыс істеу. Мұндай жұмыстарды стендке көтермеуге немесе 3 метрден артық болмауға тиіс (3.1 сур., 1-1 сурет). Бұл коррозияға қарсы және шіріп кетуге қарсы негіз болып табылады, бояуды тексереді, бұрандалы қосылыстар, бояулар, төзімділікке қарсы төзімділік, айақшаларды және түтіндіктің және т.б.

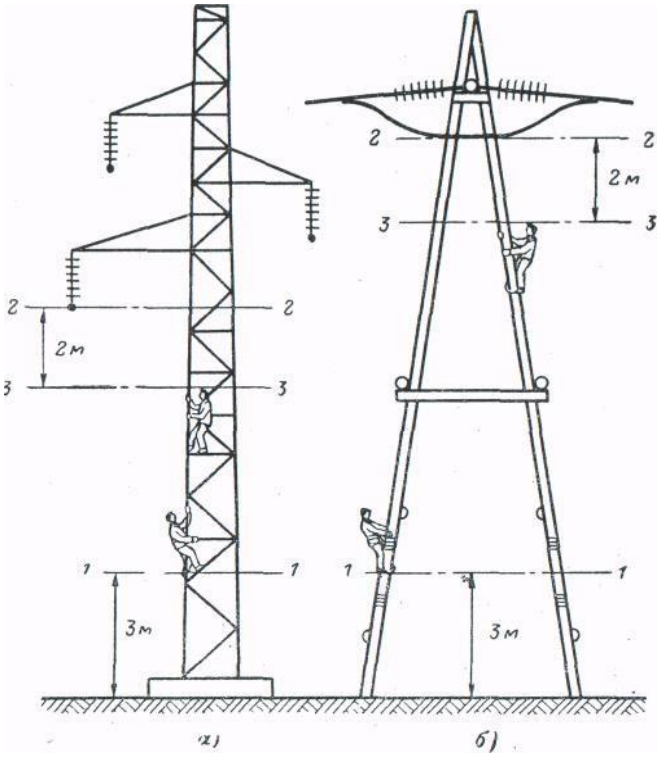
II санат - сөреде орындалатын жұмыстар, төменгі сым биіктігінен 2 метрден аспайды.

III санат - сымдарды, тығындарды, оқшаулағыш құралдарды, тірек бөліктерін сымдарсыз рамалық төбеге дейін және жұмыстың орындалуын қамтамасыз етеді.

Кернеу астында жұмыс істейтін адамның денесі мен контактілі ток арасындағы айырмашылық болған кезде, сондай-ақ, адамның жерге және басқа ықтимал фрагменттерге бөлінгендігі фактісі қауіпсіз болады.

Үш фазалы кернеу жағдайында электр қозғалтқышы жұмыс алаңында, телескопиялық төбеде, суспензиялық немесе айналмалы аймақта оқшауланған фитингке бекітілген жерде тұрақты болып табылады. Оқшаулағыш қондырғы бірнеше жүз мегаваттқа төзімді, ал жұмыс алаңы жерінен оқшауланады. Сайт оқшаулағыш плитаға бекітілген якорьмен икемді шунтталған өткізгішпен жабдықталған.

3.2-сурет бейтарап үш фазалық сым (а), қуат көзі және бір фазалы зарядтаушы (b) көрсетеді. Адам денесі оқшауланған құрылғының жер бетіндегі қарсыласуынан оқшауланады. Оқшауланған бөлікте ағып шығу Ағымдағы 1 Өткізу адам денесінен емес, шунтталған өткізгіш арқылы өтеді.



3.1-сурет – Тірекке көтерілудің шекті деңгейлері

а) аралық тіреу; б) анкерлік тіреу; 1 - 1 - I - категориялы жұмыстарға жерден 3 м жоғары емес; 2 - 2 - төменгі сым деңгейі; 3 - 3 - II категориялы жұмыстарға төменгі сым деңгейінен 2 м кем емес.

Адам денесіне жерге қатысты пайда болған сыйымдылықты ток $I_{адам}$ әсер етеді. Бұл ток (мА);

$$I_{чел} = \omega \cdot C_{чел} \cdot U_{ф} \approx 0{,}007 \cdot U, \qquad (3.1)$$

мұнда U —тораптың сызықты (номинальное) кернеуі , кВ;

$U_ф - U / \sqrt{3}$ — фазалық кернеу, кВ;

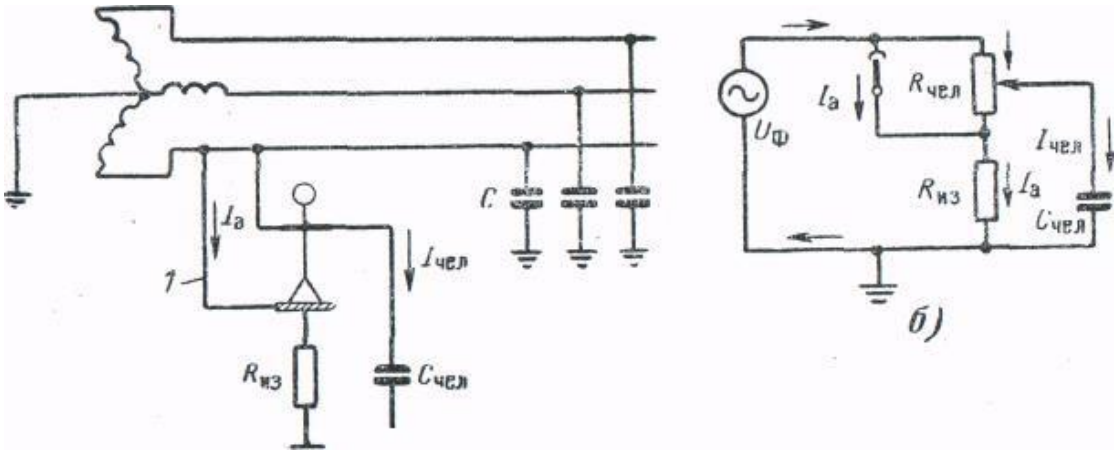
$C_{чел}$ — $40 \cdot 10^{-12}$ — жерге қатысты 6-7 м биіктіктегі тұрған адамның сыйымдылығы, Ф;

$\omega = 2лf = 2\pi \cdot 50 = 314\ с^{-1}$ — айнымалы токтың бұрыштық жиілігі.

110 - 500 кВ кернеулі электр жеткізу желілеріндегі жұмыстардағы бұл ток:

$I_{чел} = 0{,}8 - 3{,}5$ мА.

Оның әсері ауыр. 220 кВ және одан жоғары кернеуде жұмыс істегенде қауіпсіздік техникасына сәйкес электрик металл қорғаныс костюмін, қолшатырды және аяқ киімді киюі керек. Костюм матамен металды киіп, металл өңдеуге байланысты. Қорғаныш киімнің сыйымдылығы токты 10-15 есеге азайтады.



3.2 -сурет – Кернеу астыда жұмыс істеу сүлбесі

III санаттағы шығармаларда, яғни кернеу шатырдың үстіне немесе сымдарда, ток соғу қаупі төмендегідей болуы мүмкін:

1. қызметкердің сымына (немесе көмуге) жақындау. Бірдей ішімді емес бөлшектердің адамдар арасындағы ең үлкен рұқсат етілген қашықтығы номиналды радиусы L-ға байланысты және келесі мәндерге ие:

U, кВ	35	110	150	220	330	500
L, м	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,5

2.жерден оқшауланған немесе жерді күйдіретін құрылғыны оқшаулаудың жарамсыздығы. Кереует астындағы жұмыс кезінде оқшаулау құрылғысының минималды ұзындығы осы кернеу шамасына байланысты:

	U, кВ…	35	110	150	220	330	500
Оқшаулағыш бөліктің ұзыдығы:	L, м …	2,0	2,0	2,0	3,0	3,5	5,5
Ұстауыштар тартпасының ұзындығы:	L, и…	0.5	0,8	1,3	2,0	2,3	3,5

Электр тогының соққыдағы діріл аймағының әсері электр тогының айнымалы ток сымдарына, айнымалы магнит өрісіне айналуын тудырады. Бұл өріс сымдармен жақын әрекет етеді және ЭҚҚ құрастыру үшін (В) индуцирует:

$$E = \omega \cdot M \cdot l \cdot I, \ldots\ldots\ldots \quad (3.2)$$

немесе сымның бірлік ұзыдығына (В/км):

$$E' = \frac{E}{l} = \omega \cdot M \cdot l \cdot I, \quad (3.3)$$

мұнда $M \approx 1/1000 \cdot I + 0{,}1 \cdot \lg \frac{\rho}{\alpha^2}$ – жұмыс істеп тұрған және сөдірілген сымдар арасындағы өзіндік индукция коэффициенті, Гн/км; а — сымдар арасындағы ара қашықтық, м; р — жердің меншікті кедергісі, Ом • м; I — сөндірілген сымның ұзындығы, км; I — мүмкін болатын, ең үлке токты таңдап алатын индукция Тогы, мысалы, жұмыс істеп тұрған желінің жерге бір фазалық тұйықталу Тогы, А; ω = 2πf = 314 c^{-1}— айнымалы токтың бұрыштық жылдамдығы .

Кірістірілген EF мәні сызықтық емес сызық болып табылады, бірақ сызықтың ұзындығы мен ток ағымына байланысты.

Желінің сымдарымен, сымдардағы сымдармен және конденсаторлармен байланысатын қосымша әлеует бар. Бұл потенциалдардың құны келесі формула бойынша анықталады:

$$\varphi = k \cdot U_{\phi}, \quad (3.4)$$

мұнда U_{ϕ}- желіің фазалық кереуі, кВ; k= 0,13 - 0,18 - сөдірілген және сөндірілмеген сымдар арасындағы сыйымдылықты байланыс коэффициенті (а = 3 - 4 м), аспа биіктігі (Н = 6 - 8 м) және сымдар диаметрі (d = 6 - 25 мм).

сыйымдылықты потециал желі кернеуіне байланысты, ара қашықтығына және ток мәніне байланысты емес. Үш фазалы 220 кВ сөдірілген желідегі сыйымдылықты байлаыс әсерінен потенциал пайда болады:

$$\varphi = 0{,}14 \cdot 220 / \sqrt{3} = 17{,}8 \text{ кВ}.$$

Ендірілген әлеуетті қорғаудан негізгі қорғаныш - бұл электродтың жұмыс орнына жақын орналасқан жерлеуі. Содан кейін сымдағы сымға 1 оқшаулағыш штангамен 4 электродқа 4 сөндіргіш қойыңыз.

Өрт сөндіргіш - доға соққысына кедергі болып табылады, ол аралық қысымдар жерге қосылған сымға жақындағанда пайда болады. Дәнекерлік тор жұмыс орнына жақын жерде немесе екі нүктеге 2 км артық емес жерге негізделген.

EF (В) тудырған сым ұзындығы бойынша шектелген байланыс кернеуінің рұқсат етілген мәніне тең немесе одан аз:

$$U_{пр.доп} \le E' \cdot l_{доп.}, \qquad (3.5)$$

бұдан

$$l_{доп} = U_{пр.доп} / E', \qquad (3.6)$$

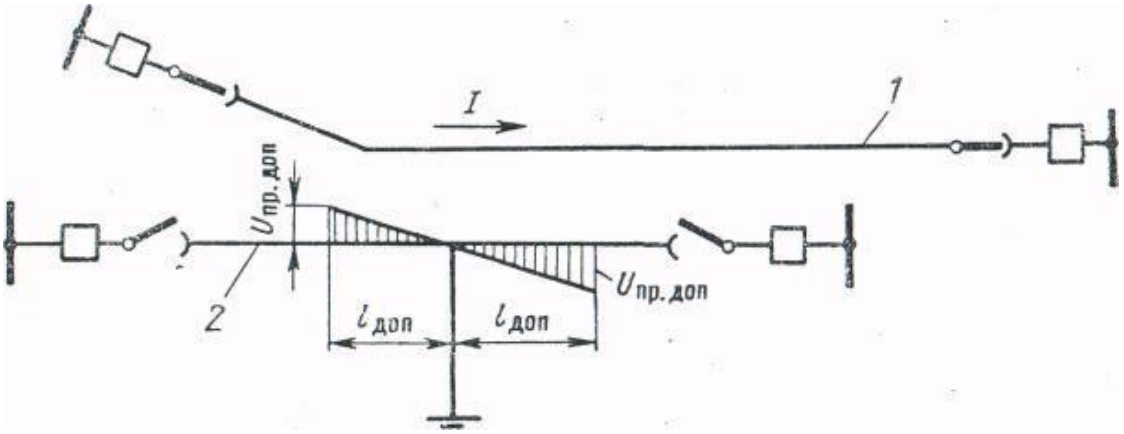
Мысалы, егер сөндірілген сымда ЭҚҚ E' = 800 В/км, ал шекті жанасу кереуі $U_{пр.доп}$ = 40 В тең болдса, онда жерлегіштің екі жағынан рұқсат етілген жұмыс істеу зонасы:

$$l_{доп} = \frac{40}{800} = 0{,}05 \text{ км} \quad = 50 \text{ м}.$$

Жөндеу кезеңінде топсаның екі жағындағы жұмыс аймағы 20 м-де орнатылған, әдетте, бірнеше орындарда ажыратылған фазаларды көмуге жол берілмейді, себебі жұмыс қауіпсіздігі қамтамасыз етілмейді: ЕАФ-мен жасалған ағымдар бірнеше рет жасырылады; Жердің ішкі қарсылылығына байланысты, қыздырғыштардың санына байланысты қауіпсіз аймақ.

HVAC - қолданыстағы сымдар мен сымдардағы әлеуетті кеңістік болып табылатын әсер ету аймағы. Желінің кернеуіне қарай бұл аймақтар келесідей:

U, кВ	Әсер ету аймағы; м
110.....	100
154-220	150
330—500	200



2 - жұмыс істеп тұрған желі; 2 - 1 желі әсер ету зонасындағы желі

3.3-сурет – Жерлегіш маңында қауіпсіз жұмыс істеу зонасы

Фазалық ауыспалы және жоқ секіргіштерде жұмыс істейді (бір сым үзіліп, қалған екеуі жұмыс істейді) өте қауіпсіз қауіпсіздік шаралары арқылы бақыланады.

Көру кезінде теле арқылы өтпеңіз және оларды алып тастамастан камераларға қол жеткізе алмайсыз. Қажет болған жағдайда қатайтушы топ кем дегенде 4 жұмысшыға жұмыс істеуге рұқсат етіледі, бірақ төменгі оқшаулағыштың деңгейі еденнен 2 метр биіктікте болуы керек, ал ашық ток өткізгіші 35 кВ және 2,75 м кернеуі 110 кВ болғанда. болу керек.

Кем дегенде, кем дегенде 3 біліктілік топтың кем дегенде екінші жағы болса, қазіргі жолдар 3.1-кестеде көрсетілгеннен кем емес болуы мүмкін.

3.1-кесте – Жұмыс өндіріліп жатқан жерден кернеуіне байланысты ток жүретін бөліктерге дейінгі рұқсат етілетін арақашықтық

Электр қондырғысының номиналды кернеуі, кВ	Рұқсат етілген арақашықтық, м
15 дейін	0,7
15-30	1,0
35-110	1,5
154	2
220	2,5
330	3,5
400-500	4,5
750	6,4

4 Экономика бөлімі

4.1 110/35/6 кВ қосалқы стансасының модернизациялауының тиімділігінің технико-экономикалық негіздемесі

Техникалық-экономикалық негіздеме жобаның тиімділігін растайды.

Негіздердің мақсаты:

1. 110/35/6 кВ қосалқы станцияны сенімді электр қуатын бөлу және оны пайдалану арқылы жаңғыртудың техникалық-экономикалық негіздемесі;

2. Несие желісінің талаптарын растау және қарызды белгіленген мерзімде өтеу.

Қосалқы станцияның негізгі станциясы тұтынушыларды сенімді және үзіліссіз электрмен жабдықтауды қамтамасыз етеді.

Қосалқы станцияны модернизациялау нәтижесінде келесі міндеттер орындалады:

1. Электрмен қамтудың сенімділігін және тұтынушыларға қызмет көрсету сапасын арттыру;

2. Моральдық және физикалық тозған жабдықтарды, олардың аварияларын азайтатын электр қондырғыларын жаңғырту.

3. Жабдықты жөндеу және техникалық қызмет көрсету бойынша тікелей шығындарды азайту.

Қосалқы станцияның күйін талдау.

Қосалқы станциялардың құрамдас бөліктерінің физикалық және моральдық нашарлауы электр қуатының үзілуіне және электр қуатының жетіспеушілігіне алып келеді.

Бұл қосалқы станция 20-30 жылдан астам жұмыс істеп келеді және түбегейлі өзгерістер мен жаңғыртуды талап етеді. Орташа алғанда, оның тозуы шамамен 70-80 пайызды құрайды.

Қосалқы станцияны пайдалану мүмкіндігі қазіргі кезде оны қалпына келтіруге және техникалық қызмет көрсетуге байланысты шығындарға байланысты өте төмен.

Бұл жердегі тозу - бұл желінің немесе трансформатордың ажыратылуына әкеліп соғатын жазатайым оқиғалардың ең көп тараған себебі.

Қосалқы станциялардың автоматты ажыратқыштарын вакуум немесе цилиндрлік ажыратқыштармен ауыстыру нұсқалары бар.

Жұмыста екі салыстыру шамамен бірдей сенімділік деңгейін білдіреді. Осылайша, электр энергиясының тоқтап қалуынан туындаған тұтынушыларға зиян келтірмейді. Сонымен қатар, түйіндердің қажеттілігі бір мезгілде салынуы керек және жыл сайынғы позициялар тұрақты деп саналады.

Амортизацияға қаржы салымының 4% кетеді. Енгізілетін қаржы салымдарының амортизациясына бөлінетін ақша:

1 нұсқа

$$И_{дп}=0,1\cdot К_{выклч}=0,04\cdot 5440= 217,6 \text{ мың. теңге.,} \qquad (4.1)$$

2 нұсқа

$$И_{дп}=0,1\cdot К_{выклч}=0,04\cdot 5120=204,8 \text{ мың. теңге}$$

Шығындар сметасын кестеге енгіземіз.

4.1-кесте – Шығындар сметасы

Шығындар	1 нұсқа	2 нұсқа
Ажыратқыштың құны	5440	5120
25 жылдағы ажыратқыштың жөндеудің құны	2290	542
Мерзімдік қызмет көрсетуге кеткен еңбек шығындары	2133	-
Ажыратқыштың құнын қоспағандағы шығындар	4423	542
Жалпы шығын	9863	5662

Құрылыс-монтаждық жұмыстарға кеткен ұстанымдар

1 нұсқа

$$И_{стр}=0,15\cdot 5440=816 \text{ мың тенге,} \quad (4.2)$$

2 нұсқа

$$И_{стр}=0,15\cdot 5120=768 \text{ мың тенге.}$$

Технико-экономикалық негіздеменің нәтижесі кестеге енгізілген.

4.2- кесте – Технико-экономикалық негіздеменің нәтижесі

Атауы	1 нұсқа – вакуумды ажыратқыш	2 нұсқа – элегазды ажыратқыш
Қаржы салымы	5440	5120
Жыл сайынғы тұрақты ұстанымдар	275,53	16,27
Құрылыс-монтаждық жұмыстарға кеткен ұстанымдар	816	768

Тұтынушылардың электр қуатының тоқтауы электр энергиясының бақылаушы және электр жабдықтары бойынша бухгалтерлік жазбалар бойынша авариялық тоқтаумен байланысты жыл ішінде 1300 мың кВт / сағ құрады.

Төтенше жағдайлар бойынша бір сағатқа арналған шығындарды есептеу:

Тасымалдаушы электронды тасымалдаушының жалақы мөлшері - 38,30 теңге;

Әлеуметтік салық - 7,2 теңге;

Электрлік бригаданың жалақысы - 27,40 теңге;

Әлеуметтік салық - 5,6 теңге;

Автокөліктің 1 сағатқа құнсыздануы - 14,44 теңге;

Техникалық қарау және техникалық қызмет көрсету құны - 1 млн. сағат 33,72 теңге;

Мазут - 1 мч / сағ 65,20 теңге;

Барлығы тікелей шығындар: 38,30 + 7,2 + 27,40 + 5,6 + 14,44 + 33,72 + 65,20 = 191,86 теңге 1 ай / сағат.

Жалпы құны 1 сағатқа 191,86 теңгені құрайды.

Төтенше экипаждың жыл сайынғы шығындары

Жылына жазатайым оқиғалардың саны 29, апатқа жұмсалған уақыт - 3 сағат.

Экипаждың кетуіне жылдық шығындар $87 \cdot 191{,}86 = 16{,}7$ мың теңге. Орташа жылдық энергия тапшылығы

1300 мың кВт.сағ. 110 кВ ажыратқыштар мен жұмыстан босату салдарынан. Электр қуаты жоқ 29 оқиға болды.

Электр энергиясына арналған шығындардың (тұрақты емес энергия шығыны) 1300 · 0.5 = 650 мың теңге,

мұнда 0,5 - 1 кВт / сағ. орташа жылдық пайда.

Жылына шығындар = Қайта қалпына келтіру шығындары + Төтенше экипажға арналған жыл сайынғы шығындар + Энергия шығындары

= 900 + 16,7 + 650 = 1566,7 мың теңге.

Жаңарту жұмыстары авариялық тоқтатудың шамамен 70% -ын болдырмайды.

Постмодернизацияның табыстылығы учаскедегі авариялық жағдайларды азайту, сондай-ақ алғашқы және екінші нұсқаларға сәйкес авариялық оңалтуға байланысты шығындарды төмендету арқылы бағаланады.

Қаржылық жоспар. Жыл сайын жобаны ақтау үшін қаржылық жарналар қажет. Желі құрылысы үшін алынған несие электр энергиясының өсуі мен пайдаланылуы нәтижесінде алынған жалпы табыстың орнын толтырады.

Жаңарту үшін кірісті есептеу. Энергия шығындарын төмендету және жедел жөндеу жұмыстарының құнын төмендету арқылы үнемдеу үнемделеді.

4.3-кесте – Шығындар мен модернизация өлшемдері

Атауы	2008 жыл	2009 жыл	2010 жыл	2011 жыл
Апаттық қалыпқа келтіру жұмыстарына кеткен шығындар	850	850	850	850
Электр энергиясын толығымен жіберілмеуден болған нұқсан	666,2	666,2	666,2	666,2
Жылдық қосынды шығындар	1516,2	1516,2	1516,2	1516,2
Модернизациядан кейін шығындар 70 % төмендейді	454,86	454,86	454,86	454,86

Шығындарды түсіруден болған үнемділік	1061,34	1061,34	1061,34	1061,34

Электрмен жабдықтауды таңдау тиімділігі

Энергиямен жабдықтаудың тиімді схемасының тиімділігін анықтау үшін келесі әдістерді қолданады:

• NPV - меншікті капиталды анықтау әдісі;

• IRR - бұл кірістің ішкі мөлшерлемесін есептеудің әдісі.

Жобаның экономикалық тиімділігін есептеу

Қосқыштардың қызмет ету мерзімі - 25 жыл.

Сыйақы мөлшерлемесі 10%.

NPV - меншікті капиталды анықтау әдісі

Бұл компанияның құны инвестициялық жобаны іске асыру нәтижесінде өсетін инвестициялық талдау әдісі болып табылады:

1) кез келген компания өзінің құндылығын арттыруға ұмтылады;

2) әртүрлі уақыттық шығындардың құны басқаша.

Ақшаның құны уақыт өте келе өзгереді. Бұл мәселе инфляцияға жатпайды, бірақ жыл ішінде коммерциялық қызметтен түсетін табысқа байланысты айтарлықтай сома болуы мүмкін.

Дисконт - бұл инвестицияланған құралдар бойынша болашақ ақшалай қаражаттардың ағындарын есептеу немесе бағалау құны, яғни ол бүгін белгілі мөлшерде инвестициялауға болатын инвестиция көлемін анықтау:

$$PV = FV \cdot \frac{1}{(1+r)^n};, \qquad (4.3)$$

мұндағы, PV – құралдардың болашақ қосындысы;

FV – банктің пайыздық ставкасы;

n – жобаны іске асыру уақыты.

NPV – бұл жобаны іске асыру тудыратын ақша салымдарының қосындысымен, оның ағындық құнына дисконтталған және осы жобаны іске асыруға қажетті барлық шығындардың ағындық құндарының дисконтталған қосындысы:

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{CFn}{(1+r)^t} - I_0 \qquad (4.4)$$

мұндағы, I_o – бастапқы салынған құралдар;

CF – қаржы құралдарының түсуі;

r – банктың пайыздық ставкасы;

t – жобаның іске асыру жылдары.

Екі нұсқада NPV оң болады. Нәтижесінде фирманың жобалық құны артып, инвестиция табысты болды, жобаны құптайды.

Кірістің ішкі мөлшерлемесін (IRR) есептеу әдісі. Ішкі IRR әдісі инвестициялық мақсаттарға немесе NPV үшін құндылықтарға инвестициялауға арналған. IRR - жоба тәуекелінің көрсеткіші. IRR фирмасының тосқауылдарын еңсеру әлдеқайда алда, сондықтан жобаның жоғары тұрақтылығы жақсы, ал болашақ ақша ағымдарының қателігі төмен:

$$NPV = r_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \cdot (r_2 - r_1), \qquad (4.5)$$

мұндағы, NPV_1 - 10% ставкадағы таза ағындық құн;

NPV_2 - 30% ставкадағы таза ағындық құн;

r_1 және r_2 - 10% және 30% сәйкесінше банктің пайыздық ставкалары.

Бұдан:

бірінші нұсқа бойынша - IRR=17%

екінші нұсқа бойынша - IRR=22,2%

Т (ақталудың дисконтталған уақыты) – интегралды эффект оң болатын ол келешекте сол күйде қалатын жобаны іске асыру басталған интервал – минималды уақыт:

$$T = \frac{K}{П}, \qquad (4.6)$$

егер Т – минималды болса, онда жоба тиімді.

Т – дисконттаумен анықталуы керек (қарапайымдалған сұлбада дисконттауды қолданбауға болады).

Есептен:

Бірінші нұсқа бойынша ақталу мерзімі – 14,1 жыл;

Екінші нұсқа бойынша ақталу мерзімі – 9,7 жыл.

ҚОРЫТЫНДЫ

Жобаланған дипломдық жұмыста «110/35/6 кернеулі қосалқы стансасының релелік қорғанысы және автоматикасын» қарастырдым. Қорыта келе жұмыста қосалқы стансаның принципиалдық сұлбасы, күштік қондырғылар және коммутациялық құрылғылар таңдалды. Қосалқы стансаның элементтері мен 110 Кв кернеу жағындағы желілерге релелік қорғаныс және автоматика бойынша есептеу жасалды.

Қ/Ст- ның жобалаудың берілгеніне сәйкес транформаторға, электр желісіне қажетті қорғаныстарды орнаттым, атап айта кететін болсақ олар – дистансонды қорғаныс, ток үзіндісі, максималды ток қорғанысы, газдық қорғанысы тағысын тағы.

6 Кв жағындағы сұлба 10-1 «ажыратқышы бар бір секциаланған шина жүйесі» деп қабылданған, сонымен қатар төменгі кернеу жағы 7 фидерден тұрады.

Қалыпты жағдайларда күштік трансформаторлар ЖК жағында параллель жұмыс істейді, 6 Кв-ты жағындағы кернеуге бөлек. Екі трансформатордың біреусінің өшірілуі кезінде АВР 6 Кв жағында секциондық ажыратқыштың іске қосылуына жауап береді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

[1] Е.Н. Беляева. « Как расчитать ток короткого замыкания». //Библиотека электромонтера// - Москва, 1983.

[2] «Расчеты токов короткого замыкания для релейной защиты и системной автоматики в сетях 110-750 кВ». //Руководящие указания по релейной защите, №11// -Москва: «Энергия», 1979.

[3] «Короткое замыкание в электроустановках переменного тока напряжением выше 1 кВ» ГОСТ 27514-87 Издание официальное.

[4] «Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудование» РД 153-34.0-20.527-98, Москва, 2002.

[5] М.А. Шабад. «Защита трансформаторов распределительных сетей», Ленинград, 1981.

[6] Справочник института «КазСельЭнергоПроект».

[7] Единная система конструкторской документации, графические условные обозначения.

[8] М.А. Шабад. «Защита трансформаторов распределительных сетей», Ленинград, 1989.

[9] «Короткое замыкание в электроустановках» ГОСТ 28249-93, Москва, 1994.

[10] «Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания, выбору и проверке аппаратов, проводников по условиям короткого замыкания » Москва: «МЭИ», 1976.

[11] Правила устройства электроустановок, 6-издание Москва: «ЭнергоАтом -Издат», 1986.

[12] Л.Д. Рожков, В.С. Козулин «Электрооборудование станций и подстанций» - М.: «ЭнергоАтом Издат», 1987.

[13] В.А. Андреев «Релейная защита систем электроснабжения». - М.: «Высшая школа», 1991.

[14] Н.В. Чернобровов. «Релейная защита». – М.: Энергоатомиздат, 1971.

[15] Н.В. Чернобровов, В.А. Семенов «Релейная защита электроэнергетических систем» I –том. - Москва: «ЭнергоАтомИздат», 1998.