

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

(жұмыс түрінің атауы)

Жанабай Жансерік Сабыржанұлы

(білім алушының Т.А.Ә.)

5B071800 – Электр энергетикасы

Тақырыбы: 110/10 кВ қосалқы станцияның релелік қорғаныс пен автоматикасын жобалау

Орындалды:

- а) графикалық бөлім 69 парақ
б) түсініктеме 11 бет

Дипломдық жұмыс Алмалы қосалқы станциясының релелік қорғанысы мен автоматикасымен жабдықтауды жобалауға арналған.

Дипломдық жұмыстың негізгі бөлімінде станцияның электрлік жүктемесі есептелініп, қосалқы станциялар мен оларға трансформаторлар таңдалған, зауыттың сыртқы электрмен жабдықталу сұрақтары қарастырылып, қорғаныстық, коммутациялық аппараттар мен өлшеу аспаптары таңдалған.


Арнайы бөлімде автоматика мен сигнал беру жүйесі құру жобасы қарастырылған.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жұмыста грамматикалық және стилистикалық қателер бар. Аса өрескел қателер жоқ. Дипломдық жұмыс «өте жақсы» (95 %) бағаға орындалған, ал оның авторы 5B071800 – «Электр энергетикасы» мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін иеленуге лайық деп санаймын.

Рецензент

М.Тынышбаев атындағы ҚазККА «Электр энергетика»
кафедрасының
PhD докторы

 Ж.Ж.Калиев

«14» МАМЫР 2019 ж.



Ғылыми жетекшінің пікірі

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

(жұмыс түрінің атауы)

Жанабай Жансерік Сабыржанұлы

(білім алушының Т.А.Ә.)

5B071800 – Электр энергетикасы

(мамандық атауы мен шифрі)

Тақырыбы: 110/10 кВ қосалқы станцияның релелік қорғаныс пен автоматикасын жобалау анықтау

Диплом бітіруші Жанабай Ж. дипломдық жұмысты графикке сәйкес орындап, жұмысты дайындау кезінде өзін сауатты, өздігінше қажетті материалдар мен әдебиеттерді іздей алатын, ынталы білім алушы ретінде көрсете білді. Жұмыста граматикалық және стилистикалық қателері бар.

Дипломдық жұмыс 110/10 кВ қосалқы станцияның релелік қорғанысы мен автоматикасын жобалау бойынша дайындалған.

Дипломдық жұмыстың негізгі бөлімінде зауыттың электрлік жүктемесі есептелінді, қосалқы станциялар мен оларға релелер таңдалды, қосалқы станцияның сыртқы электрмен жабдықталу сұрақтары қарастырылып, қорғаныстық, коммутациялық аппараттар мен өлшеу аспаптары таңдалды.

Электр қауіпсіздік бөлімінде қорғаныстың жерге қосу және найзағайдан қорғау аймағын есептеулер қарастырылған.

Дипломдық жұмыс «жақсы» (95%) бағаға орындалған, ал оның авторы 5B071800 – «Электр энергетикасы» мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін иеленуге лайық деп санаймын.

Ғылыми жетекші

лектор

(қызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)


қолы

Жаксылыкова С.Б.

Т.А.Ә.

«14» 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: Жанабай Жансерік Сабыржанұлы

Название: 110_10 кВ қосалқы станциясының релелік қорғаныс пен автоматикасын жобалау.doc

Координатор: Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1:19,7

Коэффициент подобия 2:6,5

Тревога:375

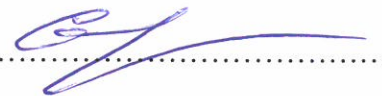
После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- 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:

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

14.05.19



Дата

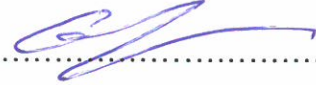
Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

допуска к защите

14.05.19



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: Жанабай Жансерік Сабыржанұлы

Название: 110_10 кВ қосалқы станциясының релелік қорғаныс пен автоматикасын жобалау.doc

Координатор: Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1: 19,7

Коэффициент подобия 2: 6,5

Тревога: 375

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:

Допускается к защите

14.05.19

Дата



Подпись Научного руководителя

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Т.К. Бәсенов атындағы сәулет құрылыс және энергетика институты

«Энергетика» кафедрасы

5B071800 – Электр энергетикасы

Жанабай Жансерік Сабыржанұлы

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «110/10 кВ қосалқы станцияның релелік қорғаныс пен автоматикасын жобалау»

5B071800 - «Электр энергетикасы»

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Т.К. Бәсенов атындағы сәулет құрылыс және энергетика институты

«Энергетика» кафедрасы

5B071800 – Электр энергетикасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

«Энергетика» кафедрасының
меңгерушісі, PhD докторы,

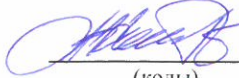
 Е.А. Сарсенбаев
«14» 05 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «110/10 кВ қосалқы станцияның релелік қорғаныс пен
автоматикасын жобалау»

5B071800 «Электр энергетикасы»

Орындаған
Пікір беруші
М. Тынышпаева атындағы Қазақ
көлік және коммуникациялар
академиясы
PhD, «Электроэнергетика»
кафедрасының доценті

 Ж.Ж. Калиев
(колы)

«14» мамыр 2019 ж.

Жанабай Ж.С.

Ғылыми жетекші
Лектор


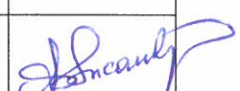
 С.Б. Жаксылыкова
(колы)

«15» мамыр 2019 ж.


**Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ**

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Қосалқы станцияның есептеулері	07.02.2019	ЖСОҚ
Релелік қорғаныстың аппараттарын таңдау	13.03.2019	ЖСОҚ
Электр және қауіпсіздігін қамтамасыз ету шаралары	6.05.2019	ЖСОҚ

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

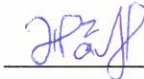
Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Қосалқы станцияның орталық сигналы	Жаксылыкова С.Б. Лектор	15.05.2019	
Норма бақылау	Бердібеков А.О.	15.05.2019	

Ғылыми жетекші



С.Б. Жаксылыкова

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Жанабай Ж.С.

Күні

« 1 » 04 2019 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

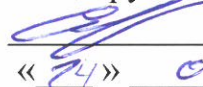
Т.К. Бәсенов атындағы сәулет құрылыс және энергетика институты

«Энергетика» кафедрасы

5B071800 – Электр энергетикасы

БЕКІТЕМІН

«Энергетика» кафедрасының
меңгерушісі, ассистент профессор

 Е.А. Сарсенбаев
«24» 09 2019 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Жанабай Жансерік Сабыржанұлы

Тақырыбы «110/10 кВ қосалқы станцияның релелік қорғаныс пен автоматикасын жобалау»

Университет ректорының 2019 ж. «1» сәуіріндегі № 1912 - б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «13» мамыр 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістер: Қосалқы станцияның максималды қуаты 5100 МВА Қосалқы станцияның минимал қуаты 4900 МВА

Желі 1 АС 240-17,7 км Желі 2 АС 185-13,2 км

Желі 3 АС 120-61,7 км Желі 4 АС 120-4 км

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

а) Қосалқы станцияны қайта жабдықтау;

б) Электрлік жүктемелерді есептеу;

в) Релелік қорғаныстың элементтерін таңдау;

г) Электр қауіпсіздігі;

Сызбалық материалдар тізімі Сызбалық материалдар слайдпен көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер 17 атау

АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста «110/10 кВ қосалқы станцияның релелік қорғаныс пен автоматикасын жобалау» тақырыбы бойынша орындалған. Жұмыста қосалқы стансаның принципіалдық 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. Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде жерге тұйықталу, найзағай қорғанысы, өндірістік жиіліктегі электромагнитті өрістерден қорғау және өндірістік шуды азайту және еңбек шарттарын талдау жасалған.

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

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа выполнена на тему «Проектирование релейной защиты и автоматики подстанции 110/10 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 безопасность жизнедеятельности произведен расчет заземляющего, молниезащитного устройств, защита от электромагнитных полей и уменьшение производственного шума, а так же анализ условия труда.

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

ANNOTATION

The diploma work was performed on the topic “Relay protection and automation of the 110/10 kV substation.” The project made a selection of the substation concept, the choice of power equipment and the selection of switching equipment. The relay protection of the substation elements and outgoing 110 kV lines was calculated. In the special part, the automatic switching on of the reserve is considered.

In the section of life safety, the calculation of the grounding, lightning protection devices, protection from electromagnetic fields and the reduction of industrial noise, as well as the analysis of working conditions.

In the economic part of the thesis, the calculation of the effectiveness of the activities of regional energy enterprises in market conditions was made.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Қосалқы 110/10 КВ станцияның электр бөлімі	8
1.1 Қосалқы станцияның принциптік және анықтаушы сұлбалары	8
1.2 Бір фазалы қысқа тұйықталу токтарын есептеу	20
1.3 Электр қондырғыларын таңдау	25
2 Қосалқы станцияның релелік қорғанысы	38
2.1 ПУЭ бойынша релелік қорғанысқа қойылатын талаптар	38
2.2 Трансформатордың дифференциалдық қорғанысы. Әсер ету принципі және қолдану аймағы	41
2.3 Газдық қорғаныс	46
3 Қосалқы станцияның орталық сигнал беруі	48
3.1 Жабдықтар құрылғысы және сигнал беру тізбектері	48
3.2 Сигнал беру және блогтау	54
3.3 БМ ЦС тізімге алу және жұмыс	59
3.4 Техникалық сипаттамалары	60
3.5 Шкафтың кіріс тізбектері	63
4 Электр қауіпсіздігі бөлімі	65
4.1 Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ететін шаралар	65
4.2 Электр қондырғыларына қызмет көрсетудегі қауіпсіздік шаралар	66
Қорытынды	68
Қолданылған әдебиеттер тізімі	69

КІРІСПЕ

Кеңес Одағы ыдырағаннан кейін әр тәуелсіз республикалардың еншісіне бұрынғы одақтың біріккен сақиналы түрде жасалған электрэнергетикалық жүйесі қалды. Республикалар бір-бірінен тәуелсіз болғандықпен электрэнергетикалық жүйелері біріккен болып қала берді. Сонымен қоса, электрэнергетика саласының дамуы әр елде өзгеше еді. Мысалы, көрші қырғыз, тәжік елдерінде су электр станциялары дамыған және электр энергиясын өндіру үрдісі жоғары деңгейде болатын, Ресейде энергетикалық салаға қажетті қондырғылардың көбісі өндірілетін. Осы орайда, елімізде негізінен өткен ғасырдың 60-70 жылдары салынған энергетикалық нысандар қолданыста болатын және желілері соңғы кезде құрт өскен жүктемелерге есептелмеген еді. Ескірген жабдықтармен қоса, тұтынатын электр энергияның үлкен көлемі шет елдерден тасымалданатын. Осыған байланысты Республикамызда энергетика саласына байланысты бағдарламалар қабылданды және Қазақстан Республикасының «Электр энергетика туралы» Заңы N 588-ІІ 9.07.2004 ж. қабылданды. Осы шаралардың арқасында қазіргі уақытта еліміздің энергетикалық тәуелсіздігін қамтамасыз ету үшін бірнеше ірі нысандар салынып, жобалар қарастырылды. Еліміздің солтүстігімен оңтүстігін байланыстыратын 500 кВ желі салынды, оның арқасында солтүстікте Екібастұз ГРЭС-да өндірілетін арзан электр энергия оңтүстік облыстарға тасымалданады. Құрылысы бітпей қалып қойған Мойнақ су электр станциясының құрылысы аяқталуда. Арал теңізі жағалауында және Қордай асуында жел электр станциялары пайдалануға берілді. Еліміздің әр облысында мини және микро СЭС салынып пайдалануға беріліп жатыр. Осыған байланысты, электр энергиясын тұтынушыларға сенімді түрде, шығынсыз жеткізу мәселесі туындап тұр. Қолданыстағы қосалқы трансформаторлық станциялардың пайдалану сенімділігін жоғарылату мәселесі де энергетиктар алдында тұр. Осы жұмыста жүргізілген зерттеулер мәселені шешуге қол ұшын тигізеді деп ойлаймыз.

Республикамыздағы қолданыста тұрған қосалқы электр станциялардың көбі өткен ғасырда салынғанын ескерсек, моральді және физикалық түрде қондырғылары тозыққа жеткенін алдыға қойсақ, жұмыстың алға қойған міндеттері де өседі.

Дипломдық жұмыстың мақсаты 110/10 кВ қосалқы трансформаторлық станцияларды жетілдіру; заманауи жабдықтарды қосалқы станцияға енгізу үшін әр ҚТС қажетті есептеулер жүргізу қажет; ҚТС негізгі аппаратурасының жұмысына еңгізілетін жаңа қондырғылар кедергі жасамау тиіс; еңгізілетін жаңа қондырғылар ҚТС ары қарай дамытуға мүмкіндік беру тиіс; жаңа қондырғылар қосалқы трансформаторлық станциясының пайдалану сенімділігін арттыруы тиіс.

Қосалқы станцияларда микропроцессорлық құрылғыларды қолданғаннан кейін пайдалану сенімділігі артып, оларды басқару, бақылау жұмыстары жеңілдейді.

1.1-кесте – Бастапқы берілгендері

Жүйенің қ.т. қуаты	Таугүль	АХБК	Алмалы	Трансформаторлар	
				АТДЦТН-125000/220/110-ВМУ1	ТДН-16000/110-У1
$S_{кз\ max}, МВА$	5100	4700	3700	—	—
$S_{кз\ min}, МВА$	4900	4300	3500	—	—
$S_{ном\ гр}, МВА$	—	—	—	125	40
$U_{ВН-НН}, \%$	—	—	—	11	10,5
$U_{ВН-СН}, \%$	—	—	—	45	—
$U_{СН-НН}, \%$	—	—	—	28	—

Желі 1 АС 240-17,7 км
 Желі 2 АС 185-13,2 км
 Желі 3 АС 120-61,7 км
 Желі 4 АС 120-4 км

Үш фазалы қысқа тұйықталыну тоқтарын есептеу

Кедергілерін есептеу
 Желінің кедергісін табу

Желі 1 2АС 240-17,7 км

$$X_{.l} = X_{y0} \cdot L \quad (1.1)$$

$$R_{.l} = R_{y0} \cdot L$$

$$X_{y0} = 0.435 \text{ Ом/км}$$

$$X_{.l1} = 0.435 \cdot 17,7 = 7,69 \text{ Ом}$$

$$R_{y0} = 0,121 \text{ Ом/км}$$

$$R_{.l1} = 0,121 \cdot 17,7 = 2,14 \text{ Ом}$$

Желі 2 2АС 185-13,2 км

$$X_{y0} = 0.413 \text{ Ом/км}$$

$$X_{.l3} = 0.413 \cdot 13,2 = 5,45 \text{ Ом}$$

$$R_{y0} = 0,162 \text{ Ом/км}$$

$$R_{.l3} = 0,162 \cdot 13,2 = 2,14 \text{ Ом}$$

Желі 3

АС 120-61,7 км

$$X_{y\partial} = 0.427 \text{ Ом/км}$$

$$X_{л3} = 0.427 \cdot 61,7 = 26,5 \text{ Ом}$$

$$R_{y\partial} = 0,249 \text{ Ом/км}$$

$$R_{л3} = 0,249 \cdot 61,7 = 15,36 \text{ Ом}$$

Желі 4

АС 120-4 км

$$X_{y\partial} = 0.413 \text{ Ом/км}$$

$$X_{л3} = 0.413 \cdot 4 = 1,62 \text{ Ом}$$

$$R_{y\partial} = 0,162 \text{ Ом/км}$$

$$R_{л3} = 0,162 \cdot 4 = 0,6 \text{ Ом}$$

Трансформатордың кедергісін есептеу

Трансформатор типі- АТДЦТН-125000/220/110-ВМУ1

Трансформатордың параметрі

$$S_{ном} = 125 \text{ МВА}$$

$$P_{кз} = 315 \text{ кВт}$$

$$U_{ном.вн} = 230 \text{ кВ}$$

$$U_{ном.сн} = 115 \text{ кВ}$$

$$U_{ном.нн} = 10,5 \text{ кВ}$$

$$U_{квс} = 11\%$$

$$U_{квн} = 45\%$$

$$U_{ксн} = 28\%$$

кедергісі

$$U_{кв} = 0,5 \cdot (U_{квс} + U_{квн} - U_{ксн}) = 0,5(11 + 45 - 28) = 14\%$$

$$U_{кс} = 0,5 \cdot (U_{квс} + U_{ксн} - U_{квн}) = 0,5(11 + 28 - 45) \approx 0\%$$

$$U_{кн} = 0,5 \cdot (U_{квн} + U_{ксн} - U_{квс}) = 0,5(45 + 28 - 11) = 31\%$$

$$X_{TB} = \frac{U_{кв} \cdot U_{ср.ном}^2}{100 \cdot S_{ном.т}} = \frac{14 \cdot (230 \cdot 10^3)^2}{100 \cdot 125 \cdot 10^6} = 59,24 \text{ Ом}$$

$$X_{TC} = \frac{U_{кв} \cdot U_{ср.ном}^2}{100 \cdot S_{ном.т}} = 0 \text{ Ом},$$

$$X_{TH} = \frac{U_{кн} \cdot U_{ср.ном}^2}{100 \cdot S_{ном.т}} = \frac{31 \cdot (10,5 \cdot 10^3)^2}{100 \cdot 125 \cdot 10^6} = 0,27 \text{ Ом}$$

$$X_{TP} = X_{TB} + X_{TC} = 59,24 \text{ Ом}$$

$$R_{mp} = 0$$

$$Z_{TP} = X_{TP}$$

Трансформатор типі- ТДН-16000/110-У1
Трансформатордың параметрі

$$U_{к} = 10,5 \%$$

$$U_{вн} = 115$$

$$U_{нн} = 11$$

$$P_{кз} = 85 \text{ кВт}$$

кедергісі

(1.2)

$$Z_T = \frac{(U_{кв} + U_{кн}) \cdot U_{ср}^2}{P_{кз} \cdot S_{нтр}}$$

$$R_T = \frac{P_{кз} \cdot U_{ср}^2}{S_{нтр}}$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2}$$

$$Z_T = \frac{10,5 \cdot 115^2}{85 \cdot 16} = 102,1 \text{ Ом}$$

$$R_T = \frac{85 \cdot 115^2}{16^2} = 4,4 \text{ Ом}$$

$$X_T = \sqrt{102,1^2 - 4,4^2} = 102,005 \text{ Ом}$$

Түйіндердегі тоқтарды есептеу. Таугұль қосалқы станциясы.
Жүйенің қысқа тұйықталыну қуаты:

$$S_{K \max} = 5100 \text{ МВА}$$

$$S_{K \min} = 4900 \text{ МВА}$$

Жүйенің кедергісі:

$$X_{c1\max} = \frac{U_{CP}}{S_{K\max}} = \frac{230^2}{5100} = 10,37 \text{ Ом}$$

$$R_{c1\max} = 0 \text{ Ом}$$

$$X_{c1\min} = \frac{U_{CP}}{S_{K\max}} = \frac{230^2}{4900} = 10,8 \text{ Ом}$$

$$R_{c1\min} = 0 \text{ Ом}$$

Түйін 1 Алмалы шинасының 110 кВ кернеуіне келтіреміз.

$$X_{\Sigma 1\max} = (X_{c\max} + X_{л1} + X_{TPB}) \cdot \frac{U_{CP110}}{U_{CP230}} + X_{TPC} = (10,37 + 7,69 + 59,24) \cdot \frac{115}{230} + 0 = 38,65 \text{ Ом}$$

$$R_{\Sigma 1\max} = (R_{c\max} + R_{л1} + R_{TPB}) \cdot \frac{U_{CP110}}{U_{CP230}} + R_{TPC} = (0 + 2,14 + 0) \cdot \frac{115}{230} + 0 = 1,07 \text{ Ом} \quad (1.3)$$

$$X_{\Sigma 1\min} = (X_{c\min} + X_{л1} + X_{TPB}) \cdot \frac{U_{CP110}}{U_{CP230}} + X_{TPC} = (10,8 + 7,69 + 59,24) \cdot \frac{115}{230} + 0 = 38,86 \text{ Ом}$$

$$R_{\Sigma 1\min} = (R_{c\min} + R_{л1} + R_{TPB}) \cdot \frac{U_{CP110}}{U_{CP230}} + R_{TPC} = (0 + 2,14 + 0) \cdot \frac{115}{230} + 0 = 1,07 \text{ Ом}$$

Тоғы

$$I_{кз\max}^{(3)} = \frac{U_{cp110}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 1\max}^2 + X_{\Sigma 1\max}^2}} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{1,07^2 + 38,65^2}} = 1,71 \text{ кА}$$

$$I_{кз\min}^{(3)} = \frac{U_{cp110}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 1\min}^2 + X_{\Sigma 1\min}^2}} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{1,07^2 + 38,86^2}} = 1,7 \text{ кА}$$

$$I_{кз\max.110}^{(3)} = 1,71 \text{ кА}$$

$$I_{кз\min.110}^{(3)} = 1,7 \text{ кА}$$

АХБК қосалқы станциясы

Жүйенің қысқа тұйықталыну қуаты

$$S_{K\max} = 4700 \text{ МВА}$$

$$S_{K\min} = 4300 \text{ МВА}$$

Жүйенің кедергісі:

$$X_{c2\max} = \frac{U_{CP}}{S_{K\max}} = \frac{115^2}{4700} = 2,81 \text{ Ом}$$

$$R_{c2\max} = 0 \text{ Ом}$$

$$X_{c2\min} = \frac{U_{CP}}{S_{K\max}} = \frac{115^2}{4300} = 3,07 \text{ Ом}$$

$$R_{c2\min} = 0 \text{ Ом}$$

Түйін 1 Алмалы 110 кВ кернеулі шинаға келтіреміз.

$$X_{\Sigma 2 \max} = X_{c2 \max} + X_{л2} = 2,81 + 5,45 = 8,26 \text{ Ом}$$

$$R_{\Sigma 2 \max} = R_{c2 \max} + R_{л2} = 0 + 2,14 = 2,14 \text{ Ом}$$

$$X_{\Sigma 2 \min} = X_{c2 \min} + X_{л2} = 3,07 + 5,45 = 8,52 \text{ Ом}$$

$$R_{\Sigma 2 \min} = R_{c2 \min} + R_{л2} = 0 + 2,14 = 2,14 \text{ Ом}$$

Тоғы

$$I_{K3 \max}^{(3)} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 2 \max}^2 + X_{\Sigma 2 \max}^2}} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{2,14^2 + 8,26^2}} = 7,78 \text{ кА}$$

$$I_{K3 \min}^{(3)} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 2 \min}^2 + X_{\Sigma 2 \min}^2}} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{2,14^2 + 8,52^2}} = 7,56 \text{ кА}$$

$$I_{K3 \max .110}^{(3)} = 7,78 \text{ кА}$$

$$I_{K3 \min .110}^{(3)} = 7,56 \text{ кА}$$

Алмалы қосалқы станциясы.

1-ші түйіндегі қысқа тұйықталу токтарының қосындыларын табамыз:

$$I_{K3 \max}^{(3)} = I_{K3 \max \text{ Таяз}}^{(3)} + I_{K3 \max \text{ А}}^{(3)} = 1,71 + 7,78 = 9,49 \text{ кА}$$

$$I_{K3 \min}^{(3)} = I_{K3 \min \text{ Таяз}}^{(3)} + I_{K3 \min \text{ А}}^{(3)} = 1,7 + 7,56 = 9,26 \text{ кА}$$

Жүйенің қуаты:

$$S_{K \max} = \sqrt{3} \cdot U_{CP} \cdot I_{\max}^{(3)} = \sqrt{3} \cdot 115 \cdot 9,49 = 1890,3 \text{ МВА}$$

$$S_{K \min} = \sqrt{3} \cdot U_{CP} \cdot I_{\min}^{(3)} = \sqrt{3} \cdot 115 \cdot 9,26 = 1844,5 \text{ МВА}$$

Жүйенің кедергісін табу:

$$X_{c \max} = \frac{U_{CP}}{S_{K \max}} = \frac{115^2}{1890,3} = 9,45 \text{ Ом} \quad (1.5)$$

$$R_{c \max} = 0 \text{ Ом}$$

$$X_{c \min} = \frac{U_{CP}}{S_{K \min}} = \frac{115^2}{1844,5} = 9,8 \text{ Ом}$$

$$R_{c \min} = 0 \text{ Ом}$$

Ақыр төбе

$$S_{K \max} = 3700 \text{ МВА}$$

$$S_{K \min} = 3500 \text{ МВА}$$

Жүйенің кедергісін табу:

$$X_{c3 \max} = \frac{U_{CP}}{S_{K \max}} = \frac{115^2}{3700} = 3,57 \text{ Ом}$$

$$R_{c3 \max} = 0 \text{ Ом}$$

$$X_{c3 \min} = \frac{U_{CP}}{S_{K \max}} = \frac{115^2}{3500} = 3,78 \text{ Ом}$$

$$R_{c3 \min} = 0 \text{ Ом}$$

Тоғы

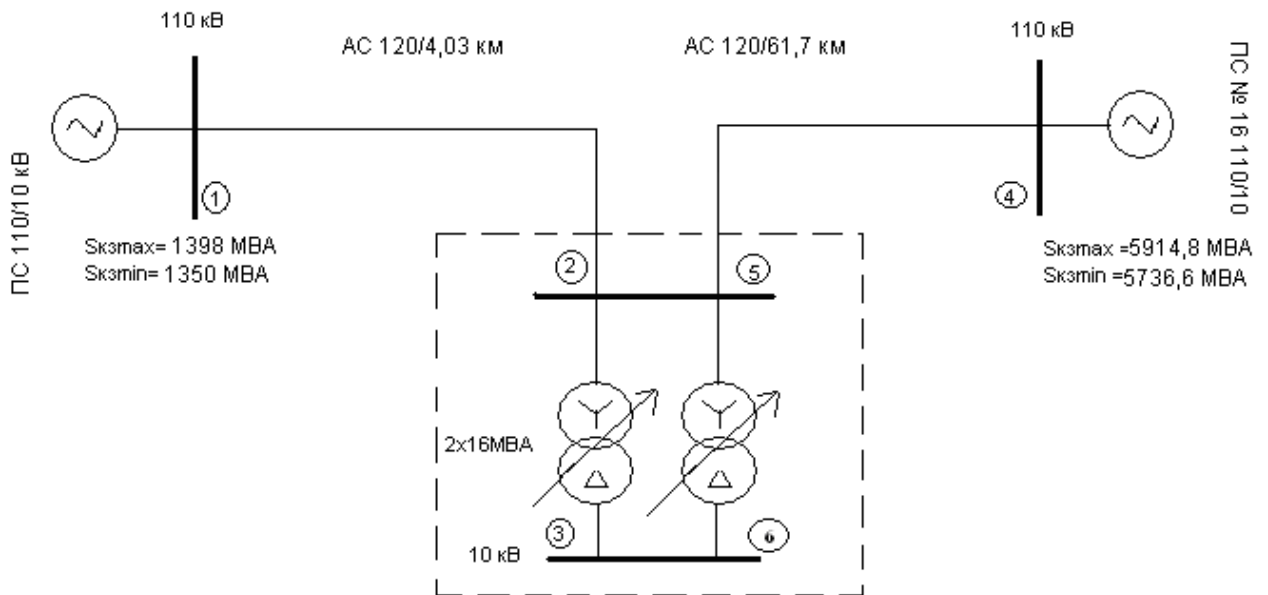
$$I^{(3)}_{кз \max} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 3 \max}^2 + X_{\Sigma 3 \max}^2}} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0 + 3,57^2}} = 18,6 \text{ кА}$$

$$I^{(3)}_{кз \min} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 3 \min}^2 + X_{\Sigma 3 \min}^2}} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0 + 3,78^2}} = 17,6 \text{ кА}$$

(1.6)

1.2-кесте – ҚТ нүктелерінің нәтижесі

Қосалқы станция	Алмалы		Таугүль		АХБК	
	Мах	min	max	min	max	min
$I^{(3)}_{кз}, \text{ кА}$	1,71	1,7	9,49	9,26	18,6	17,6



1.2-сурет – Подстанцияның принципіалдық схема

Қысқа тұйықталу тоқтары.

110/10 кВ-ты Алмалы қосалқы стансасы екі қорек көзінен: 110/10 кВ-ты Таугұль қосалқы стансасы және 110/10 кВ-ты №16 АХБК стансасынан алады.

Үшфазалы қысқа тұйықталу тоқтарын есептеу.

Кедергілерін есептеу.

110/10 кВ-ты Алмалы қосалқы стансасының жүктемесі

$$S_{кз\max} = 1890,3 \text{ MVA}$$

$$S_{кз\min} = 1844,5 \text{ MVA}$$

Энергожүйенің кедергілерін табу:

$$X_{с\max} = \frac{U^2}{S_{кз\max}} = \frac{115^2}{1890,3} = 9,45 \text{ Ом}$$

$$X_{с\min} = \frac{U^2}{S_{кз\min}} = \frac{115^2}{1844,5} = 9,8 \text{ Ом}$$

$$R_{с\max} = R_{с\min} = 0$$

Желінің кедергісілерін табу:

Желі 1 AC 120-4,03 км

$$X_{y\partial} = 0.43 \text{ Ом}$$

$$X_{.1} = 0.43 \cdot 4.03 = 1.73 \text{ Ом}$$

$$R_{y\partial} = 0.25$$

$$R_{.1} = 0.25 \cdot 4.03 = 1.007 \text{ Ом}$$

Трансформатордың кедергілерін есептеу
Трансформатор типі- ТДН-16000/110-У1
Трансформатордың параметрлері

$$U_{\kappa} = 10.5 \%$$

$$U_{\text{BH}} = 115$$

$$U_{\text{HH}} = 11$$

$$P_{\kappa\text{З}} = 85 \text{ кВт}$$

кедергісі

$$Z_T = \frac{(U_{\kappa\text{З}} + U_{\text{KH}}) \cdot U_{\text{CP}}^2}{P_{\kappa\text{З}} \cdot S_{\text{HTP}}} \quad (1.7)$$

$$R_T = \frac{P_{\kappa\text{З}} \cdot U_{\text{CP}}^2}{S_{\text{HTP}}}$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2}$$

$$Z_T = \frac{10.5 \cdot 115^2}{85 \cdot 16} = 102.1 \text{ Ом}$$

$$R_T = \frac{85 \cdot 115^2}{16^2} = 4.4 \text{ Ом}$$

$$X_T = \sqrt{102.1^2 - 4.4^2} = 102.005 \text{ Ом}$$

Түйіндердегі тоқтарды есептеу

Түйін 1

$$X_{\Sigma\text{max}} = X_{c1\text{max}} = 9.45 \text{ Ом}$$

$$R_{\Sigma\text{max}} = R_{c1\text{max}} = 0 \text{ Ом}$$

$$X_{\Sigma\text{min}} = X_{c1\text{min}} = 9.8 \text{ Ом}$$

$$R_{\Sigma\text{min}} = R_{c1\text{min}} = 0 \text{ Ом}$$

Тоғы

$$I_{K3 \max}^{(3)} = I_{K3 \max \text{ Тауыз}}^{(3)} + I_{K3 \max}^{(3)} = 1,71 + 7,78 = 9,49 \text{ кА}$$

$$I_{K3 \min}^{(3)} = I_{K3 \min \text{ Тауыз}}^{(3)} + I_{K3 \min}^{(3)} = 1,7 + 7,56 = 9,26 \text{ кА}$$

Түйін 2

Алмалы қосалқы станциясының 110 кВ кернеу жағындағы, қысқа тұйықталу тоғын есептеу:

$$X_{\Sigma 1 \max} = X_{c \max} + X_{л1} = 9,45 + 1,73 = 11,18 \text{ Ом}$$

$$R_{\Sigma 1 \max} = R_{c \max} + R_{л1} = 0 + 1,007 = 1,007 \text{ Ом}$$

$$X_{\Sigma 1 \min} = X_{c \min} + X_{л1} = 9,8 + 1,73 = 11,53 \text{ Ом}$$

$$R_{\Sigma 1 \min} = R_{c \min} + R_{л1} = 0 + 1,007 = 1,007 \text{ Ом}$$

Тоғы

$$I_{кз \max} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 1 \max}^2 + X_{\Sigma 1 \max}^2}} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{1,007^2 + 11,18^2}} = 5914,8 \text{ А}$$

$$I_{кз \min} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 1 \min}^2 + X_{\Sigma 1 \min}^2}} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{1,007^2 + 11,53^2}} = 5736,6 \text{ А}$$

Түйін 3

$$X_{\Sigma 2 \max} = X_{\Sigma 2 \max} + X_T = 11,18 + 102,005 = 113,18 \text{ Ом}$$

$$R_{\Sigma 2 \max} = R_{\Sigma 2 \max} + R_T = 1,007 + 0 = 1,007 \text{ Ом}$$

$$X_{\Sigma 2 \min} = X_{\Sigma 2 \min} + X_T = 11,53 + 102,005 = 113,53 \text{ Ом}$$

$$R_{\Sigma 2 \min} = R_{\Sigma 2 \min} + R_T = 1,007 + 0 = 1,007 \text{ Ом}$$

Тоғы 110 кВ-ты жоғары кернеуде есептелген

$$I_{кз \max} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 2 \max}^2 + X_{\Sigma 2 \max}^2}} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{1,007^2 + 113,18^2}} = 586,6 \text{ А}$$

$$I_{кз \min} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 2 \min}^2 + X_{\Sigma 2 \min}^2}} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{1,007^2 + 113,53^2}} = 584,6 \text{ А}$$

10 кВ-ты төменгі кернеуге келтіру

$$K_T = \frac{U_{cp6}}{U_{cpH}} = \frac{115}{10,5} = 10,9$$

$$I_{кз \max 10,5кВ} = K_T \cdot I_{кз \max 110кВ} = 10,9 \cdot 586,6 = 6393,4 \text{ A}$$

$$I_{кз \min 10,5кВ} = K_T \cdot I_{кз \min 110кВ} = 10,9 \cdot 584,6 = 6374,3 \text{ A}$$

110/10 кВ-ты АХБК қосалқы стансасы жүктемесі

$$S_{кз \max} = 3700 \text{ MVA}$$

$$S_{кз \min} = 3500 \text{ MVA}$$

Жүйенің кедергісі:

$$X_{c3 \max} = \frac{U_{CP}}{S_{K \max}} = \frac{115^2}{3700} = 3,57 \text{ Ом}$$

$$R_{c3 \max} = 0 \text{ Ом}$$

$$X_{c3 \min} = \frac{U_{CP}}{S_{K \max}} = \frac{115^2}{3500} = 3,78 \text{ Ом}$$

$$R_{c3 \min} = 0 \text{ Ом}$$

Желі 2 АС 120-61,7 км

$$X_{y0} = 0,43 \text{ Ом}$$

$$X_{л2} = 0,43 \cdot 61,7 = 26,5 \text{ Ом}$$

$$R_{y0} = 0,25$$

$$R_{л2} = 0,25 \cdot 61,7 = 15,36 \text{ Ом}$$

Түйін 4

$$X_{\Sigma \max} = X_{c2 \max} = 3,57 \text{ Ом}$$

$$R_{\Sigma \max} = R_{c2 \max} = 0 \text{ Ом}$$

$$X_{\Sigma \min} = X_{c2 \min} = 3,78 \text{ Ом}$$

$$R_{\Sigma \min} = R_{c2 \min} = 0 \text{ Ом}$$

Тоғы

$$I^{(3)}_{кз \max} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 3 \max}^2 + X_{\Sigma 3 \max}^2}} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0 + 3,57^2}} = 18,6 \text{ кА}$$

$$I^{(3)}_{кз \min} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 3 \min}^2 + X_{\Sigma 3 \min}^2}} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0 + 3,78^2}} = 17,6 \text{ кА}$$

Түйін 5

$$X_{\Sigma 3 \max} = X_{c2 \max} + X_{л2} = 3,57 + 26,5 = 30,07 \text{ Ом}$$

$$R_{\Sigma 3 \max} = R_{c2 \max} + R_{л2} = 0 + 15,42 = 15,42 \text{ Ом}$$

$$X_{\Sigma 3 \min} = X_{c2 \min} + X_{л2} = 3,78 + 26,5 = 30,28 \text{ Ом}$$

$$R_{\Sigma 3 \min} = R_{c2 \min} + R_{л2} = 0 + 15,42 = 15,42 \text{ Ом}$$

$$I_{кз \max} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 5 \max}^2 + X_{\Sigma 5 \max}^2}} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{15,42^2 + 30,07^2}} = 1964,8 \text{ А}$$

$$I_{кз \min} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 5 \min}^2 + X_{\Sigma 5 \min}^2}} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{15,42^2 + 30,28^2}} = 1953,9 \text{ А}$$

Түйін 6

$$X_{\Sigma 4 \max} = X_{\Sigma 3 \max} + X_T = 30,07 + 102,005 = 132,07 \text{ Ом}$$

$$R_{\Sigma 4 \max} = R_{\Sigma 3 \max} + R_T = 15,42 + 0 = 15,42 \text{ Ом}$$

$$X_{\Sigma 4 \min} = X_{\Sigma 3 \min} + X_T = 30,28 + 102,005 = 132,3 \text{ Ом}$$

$$R_{\Sigma 4 \min} = R_{\Sigma 3 \min} + R_T = 15,42 + 0 = 15,42 \text{ Ом}$$

Тоғы 110 кВ-ты жоғары кернеуде есептелген

$$I_{кз \max} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 2 \max}^2 + X_{\Sigma 2 \max}^2}} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{15,42^2 + 132,07^2}} = 416,4 \text{ А}$$

$$I_{кз \min} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 2 \min}^2 + X_{\Sigma 2 \min}^2}} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{15,42^2 + 132,3^2}} = 415,9 \text{ А}$$

10 кВ-ты төменгі кернеуге келтіру

$$K_T = \frac{U_{cpв}}{U_{cpн}} = \frac{115}{10,5} = 10,9$$

$$I_{кз \max 10,5кВ} = K_T \cdot I_{кз \max 110кВ} = 10,9 \cdot 416,4 = 4538,8 \text{ А}$$

$$I_{кз \min 10,5кВ} = K_T \cdot I_{кз \min 110кВ} = 10,9 \cdot 415,9 = 4533,3 \text{ А}$$

1.2. Бір фазалы қысқа тұйықталыну тоқтарын есептеу

Кедергілерді есептеу

I. Қорек көзінің 110/10 кВ-ты “Алмалы” қосалқы станцияның жүктемесі

$$S_{кз\max} = 1320 \text{ МВА}$$

$$S_{кз\min} = 1290 \text{ МВА}$$

Энергожүйенің кедергісін есептеу

$$X_{oc\max} = \frac{3 \cdot U_{cp}^2}{S_{кз\max}} - 2 \cdot X_{1C} = \frac{3 \cdot 115^2}{1318} - 2 \cdot 10,01 = 10,04 \text{ Ом}$$

$$X_{c\min} = \frac{3 \cdot U_{cp}^2}{S_{кз\min}} - 2 \cdot X_{1C} = \frac{3 \cdot 115^2}{1290} - 2 \cdot 10,3 = 10,32 \text{ Ом}$$

$$R_{c\max} = R_{c\min} = 0$$

Желінің кедергісін табу

Желі 1 АС 120-4,03 км

$$X_{ол1} = 3,43 \cdot X_{1,1} \quad (1.8)$$

$$X_{ол1} = 3,43 \cdot 1,73 = 5,93 \text{ Ом}$$

Трансформатордың кедергісін есептеу

Трансформатор типі- ТДН-16000/110-У1

Трансформаторлардың параметрлері

$$U_{к} = 10,5 \%$$

$$U_{вн} = 115$$

$$U_{нн} = 11$$

$$P_{кз} = 85 \text{ кВткедергісі}$$

$$Z_T = \frac{(U_{кв} + U_{кн}) \cdot U_{cp}^2}{P_{кз} \cdot S_{нтр}}$$

$$R_T = \frac{P_{кз} \cdot U_{cp}^2}{S_{нтр}}$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2}$$

$$Z_T = \frac{10,5 \cdot 115^2}{85 \cdot 16} = 102,1 \text{ Ом}$$

$$R_T = \frac{85 \cdot 115^2}{16^2} = 4,4 \text{ Ом}$$

$$X_T = \sqrt{102,1^2 - 4,4^2} = 102,005 \text{ Ом}$$

Түйіндердегі токтарды есептеу

Түйін 1

$$X_{\Sigma \max} = X_{c1 \max} = 10,04 \text{ Ом}$$

$$X_{\Sigma \min} = X_{c1 \min} = 10,32 \text{ Ом}$$

Тоғы

$$I_{\kappa \Sigma \max} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{cp}}{X_{o\Sigma} + 2 \cdot X_{1\Sigma}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 115 \cdot 10^3}{10,04 + 2 \cdot 9,45} = 6882,7 \text{ А} \quad (1.9)$$

$$I_{\kappa \Sigma \min} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{cp}}{X_{o\Sigma} + 2 \cdot X_{1\Sigma}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 115 \cdot 10^3}{10,32 + 2 \cdot 9,8} = 6657,3 \text{ А}$$

Түйін 2

$$X_{\Sigma 1 \max} = X_{oc \max} + X_{ol1} = 10,04 + 5,19 = 15,23 \text{ Ом}$$

$$X_{\Sigma 1 \min} = X_{oc \min} + X_{ol1} = 10,32 + 5,19 = 15,51 \text{ Ом}$$

Тоғы

$$I_{\kappa \Sigma \max} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{cp}}{\sqrt{R_{o\Sigma \max}^2 + X_{o\Sigma \max}^2} + 2 \cdot \sqrt{R_{1\Sigma \max}^2 + X_{1\Sigma \max}^2}}$$

$$I_{\kappa \Sigma \max} = \frac{\sqrt{3} \cdot 115 \cdot 10^3}{\sqrt{3,02^2 + 15,23^2} + 2 \cdot \sqrt{1,007^2 + 11,18^2}} = 5244,9 \text{ А}$$

$$I_{\kappa \Sigma \min} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{cp}}{\sqrt{R_{o\Sigma \min}^2 + X_{o\Sigma \min}^2} + 2 \cdot \sqrt{R_{1\Sigma \min}^2 + X_{1\Sigma \min}^2}}$$

$$I_{\kappa \Sigma \min} = \frac{\sqrt{3} \cdot 115 \cdot 10^3}{\sqrt{3,02^2 + 15,51^2} + 2 \cdot \sqrt{1,007^2 + 11,53^2}} = 5114 \text{ А}$$

Жүйенің қуаты:

$$\begin{aligned}
S_{K \max} &= U_{CP} \cdot I_{K3 \max}^{(1)} = 115 \cdot 5,2 = 598 \text{ MVA} \\
S_{K \min} &= U_{CP} \cdot I_{K3 \min}^{(1)} = 115 \cdot 5,1 = 586,5 \text{ MVA}
\end{aligned}
\tag{1.10}$$

Жүйенің кедергісі:

$$\begin{aligned}
X_{oc \max} &= \frac{3 \cdot U_{cp}^2}{S_{0k3 \max}} - 2 \cdot X_{C \max} = \frac{3 \cdot 115^2}{598} - 2 \cdot 10,04 = 46,26 \text{ Ом} \\
X_{oc \min} &= \frac{3 \cdot U_{cp}^2}{S_{0k3 \min}} - 2 \cdot X_{C \min} = \frac{3 \cdot 115^2}{586,5} - 2 \cdot 10,32 = 47 \text{ Ом} \\
R_{oc \max} &= 0 \text{ Ом} \\
R_{oc \min} &= 0 \text{ Ом}
\end{aligned}
\tag{1.11}$$

Түйін 3 Алмалы қосалқы станциясының 110 кВ кернеуі жағындағы, қысқа тұйықталу тогын есептеу:

$$\begin{aligned}
X_{0\Sigma \max} &= X_{oc \max} + X_{0,4} = 46,26 + 5,19 = 51,45 \text{ Ом} \\
X_{0\Sigma \min} &= X_{oc \min} + X_{0,4} = 47 + 5,19 = 52,19 \text{ Ом}
\end{aligned}$$

Тогы

$$\begin{aligned}
I_{k3 \max}^{(1)} &= \frac{\sqrt{3} \cdot U_{cp110}}{\sqrt{R_{o\Sigma \max}^2 + X_{o\Sigma \max}^2 + 2 \cdot \sqrt{R_{\Sigma \max}^2 + X_{\Sigma \max}^2}}} \\
I_{k3 \max}^{(1)} &= \frac{\sqrt{3} \cdot 115}{\sqrt{3,02^2 + 51,45^2 + 2 \cdot \sqrt{1,007^2 + 113,18^2}}} = 0,72 \text{ кА} \\
I_{k3 \min}^{(1)} &= \frac{\sqrt{3} \cdot U_{cp}}{\sqrt{R_{o\Sigma \min}^2 + X_{o\Sigma \min}^2 + 2 \cdot \sqrt{R_{\Sigma \min}^2 + X_{\Sigma \min}^2}}} \\
I_{k3 \min}^{(1)} &= \frac{\sqrt{3} \cdot 115}{\sqrt{3,02^2 + 52,19^2 + 2 \cdot \sqrt{1,007^2 + 113,53^2}}} = 0,71 \text{ кА}
\end{aligned}
\tag{1.12}$$

II. Қорек көзінің 110/10 кВ-ты “АХБК” қосалқы станцияның жүктемесі

$$\begin{aligned}
S_{K \max} &= 2590 \text{ MVA} \\
S_{K \min} &= 2450 \text{ MVA}
\end{aligned}$$

Энергожүйенің кедергісін табу

$$X_{oc\max} = \frac{3 \cdot U_{cp}^2}{S_{кз\max}} - 2 \cdot X_{1C} = \frac{3 \cdot 115^2}{2590} - 2 \cdot 5,1 = 5,1 \text{ Ом}$$

$$X_{c\min} = \frac{3 \cdot U_{cp}^2}{S_{кз\min}} - 2 \cdot X_{1C} = \frac{3 \cdot 115^2}{2450} - 2 \cdot 5,4 = 5,5 \text{ Ом}$$

$$R_{c\max} = R_{c\min} = 0$$

Желі 2 АС 120-61,7 км

$$X_{ол2} = 3 \cdot X_{1л1}$$

$$X_{ол2} = 3 \cdot 26,5 = 79,5 \text{ Ом}$$

Түйін 4

$$X_{\Sigma\max} = X_{c1\max} = 5,1 \text{ Ом}$$

$$X_{\Sigma\min} = X_{c1\min} = 5,5 \text{ Ом}$$

Тоғы

$$I_{кз\max} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{cp}}{X_{o\Sigma} + 2 \cdot X_{1\Sigma}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 115 \cdot 10^3}{5,1 + 2 \cdot 3,57} = 16273 \text{ А}$$

$$I_{кз\min} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{cp}}{X_{o\Sigma} + 2 \cdot X_{1\Sigma}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 115 \cdot 10^3}{5,5 + 2 \cdot 3,78} = 15251 \text{ А}$$

(1.13)

Түйін 5

$$X_{\Sigma o\max} = X_{oc\max} + X_{ол2} = 5,1 + 79,5 = 84,6 \text{ Ом}$$

$$R_{\Sigma o\max} = R_{oc\max} + R_{ол2} = 0 + 46,08 = 46,08 \text{ Ом}$$

$$X_{\Sigma o\min} = X_{oc\min} + X_{ол2} = 5,5 + 79,5 = 85 \text{ Ом}$$

$$R_{\Sigma o\min} = R_{oc\min} + R_{ол1} + R_{ол2} = 0 + 46,08 = 46,08 \text{ Ом}$$

Тоғы

$$I_{кз\max} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{cp}}{\sqrt{R_{o\Sigma\max}^2 + X_{o\Sigma\max}^2} + 2 \cdot \sqrt{R_{1\Sigma\max}^2 + X_{1\Sigma\max}^2}}$$

$$I_{кз\max} = \frac{\sqrt{3} \cdot 115 \cdot 10^3}{\sqrt{46,08^2 + 84,6^2} + 2 \cdot \sqrt{15,42^2 + 30,07^2}} = 1215,1 \text{ А}$$

$$I_{кз\min} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{cp}}{\sqrt{R_{o\Sigma\min}^2 + X_{o\Sigma\min}^2} + 2 \cdot \sqrt{R_{1\Sigma\min}^2 + X_{1\Sigma\min}^2}}$$

$$I_{кз\min} = \frac{\sqrt{3} \cdot 115 \cdot 10^3}{\sqrt{46,08^2 + 85^2} + 2 \cdot \sqrt{15,42^2 + 30,28^2}} = 1209,8 \text{ А}$$

Жүйенің қуаты:

$$S_{K \max} = U_{CP} \cdot I_{K3 \max}^{(1)} = 115 \cdot 1,22 = 140,3 \text{ МВА}$$

$$S_{K \min} = U_{CP} \cdot I_{K3 \min}^{(1)} = 115 \cdot 1,2 = 138 \text{ МВА}$$

Жүйенің кедергісі:

$$X_{oc \max} = \frac{3 \cdot U_{cp}^2}{S_{0k3 \max}} - 2 \cdot X_{C \max} = \frac{3 \cdot 115^2}{140,3} - 2 \cdot 5,1 = 272,6 \text{ Ом}$$

$$R_{0c \max} = 0 \text{ Ом}$$

$$X_{oc \min} = \frac{3 \cdot U_{cp}^2}{S_{0k3 \min}} - 2 \cdot X_{C \min} = \frac{3 \cdot 115^2}{138} - 2 \cdot 5,5 = 276,5 \text{ Ом}$$

$$R_{0c \min} = 0 \text{ Ом}$$

Түйін 6 Алмалы қосалқы станциясының 110 кВ кернеу жағындағы, қысқа тұйықталу тоғын есептеу:

$$X_{0\Sigma \max} = X_{oc \max} + X_{0,л4} = 272,6 + 79,5 = 352,1 \text{ Ом}$$

$$X_{0\Sigma \min} = X_{oc \min} + X_{0,л4} = 276,5 + 79,5 = 356 \text{ Ом}$$

Тоғы

$$I_{к3 \max}^{(1)} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{cp110}}{\sqrt{R_{o\Sigma \max}^2 + X_{o\Sigma \max}^2 + 2 \cdot \sqrt{R_{\Sigma \max}^2 + X_{\Sigma \max}^2}}}$$

$$I_{к3 \max}^{(1)} = \frac{\sqrt{3} \cdot 115}{\sqrt{46,08^2 + 352,1^2 + 2 \cdot \sqrt{15,42^2 + 132,07^2}}} = 0,32 \text{ кА}$$

(1.14)

$$I_{к3 \min}^{(1)} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{cp}}{\sqrt{R_{o\Sigma \min}^2 + X_{o\Sigma \min}^2 + 2 \cdot \sqrt{R_{\Sigma \min}^2 + X_{\Sigma \min}^2}}}$$

$$I_{к3 \min}^{(1)} = \frac{\sqrt{3} \cdot 115}{\sqrt{46,08^2 + 356^2 + 2 \cdot \sqrt{15,42^2 + 132,3^2}}} = 0,31 \text{ кА}$$

1.3-кесте–ҚТ нүктелерінің нәтижелері

Қорек көзі	Таугұль станциясы жағынан							
	1		2		3(115 кВ)		3 (10,5 кВ)	
Режимдері	max	min	max	Min	max	3	max	min
Үшфазалы ҚТ	9490	9260	5914,8	5736,6	586,6	584,6	6393,4	6374,3
Бірфазалы ҚТ	6882,7	6657,3	5244,9	5114	720	710		

Қорек көзі	АХБК қ. станциясы жағынан							
ҚТ түйіндері	4		5		6 (115 кВ)		6 (10,5 кВ)	
Режимдері	max	min	max	Min	max	min	max	min
Үшфазалы ҚТ	18600	17600	1964.8	1953.9	416.4	415.9	4538,8	4533,3
Бірфазалы ҚТ	16273	15251	1215,1	1209,8	320	310		

1.3. Электр қондырғыларды таңдау

Ажыратқыштарды таңдау

ГОСТ 687-78 –қа сәйкес өшіргіштер мына талаптар негізінде таңдалады.

$$\begin{aligned}
 U_{ном} &\geq U_{сети,ном}; \\
 I_{ном} &\geq I_{норм.расч.}; \\
 k_n \cdot I_{ном} &\geq I_{прод.расч} = I_{раб.нб.}
 \end{aligned}
 \tag{1.15}$$

мұндағы, $U_{ном}$ - ажыратқыштың номинал кернеуі.;

$U_{сети,ном}$ – желінің номинал кернеуі;

$I_{ном}$ - ажыратқыштың номинал тогы;

$I_{прод.расч}$ – номинал режимдегі есептік тоқ;

k_n - ажыратқыштың мүмкін болған жүктеменің нормаландырылған коэффициенті.;

$I_{прод.расч}$ – ағымдық режимдегі есептелетін тоқ..

Бұдан кейін ажыратқыштың өшіру қабілеті мына шартқа сай тексеріледі.

$$\begin{aligned}
 I_{вкл.} &\geq I_{н.о} \\
 i_{вкл} &\geq i_{уд.} = k_{уд.} \cdot I_{н.о} \cdot \sqrt{2},
 \end{aligned}
 \tag{1.16}$$

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

$i_{вкл}$ -номинал қосылу тогының ең шыңы.

Содан соң өшірілудің симметриялық тогы тексеріледі:

$$I_{откл.ном} \geq I_{н.т}, \tag{1.17}$$

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

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

$$i_{a.ном} \geq i_{a.т}$$

$$i_{a.ном} = \sqrt{2} \cdot I_{откл.ном} \cdot \frac{\beta_{норм}}{100}, \quad (1.18)$$

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

Егер $I_{откл.ном} > I_{п.т}$, а $i_{a.ном} < i_{a.т}$, болса, онда толық тоқтардың шартты мәндерін салыстыру қажет.

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

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

$$\tau = t_{откл}$$

$$t_{откл} = 0,01 + t_{св.откл}, \quad (1.20)$$

Ажыратқыштың электродинамикалық тұрақтылығын ҚТ-ң шектік өтпе тоғымен тексеріледі:

$$I_{пер.скв} \geq I_{п.о}$$

$$i_{пер.скв} \geq i_{уд}, \quad (1.21)$$

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

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

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

$$I_{тер}^2 \cdot t_{тер} \geq B_k, \quad (1.22)$$

мұндағы $I_{тер}$ – ажыратқыштың температуралық тұрақтылығының номинал тогы; $t_{тер}$ - термиялық тұрақтылығының нормаланған тогының шектеулі рұқсат етілетін уақыты; B_k – интегралдау шегі болатын Джоуль интегралы $0 \dots t_{откл}$, $кА^2 \cdot с$.

Егер W^q , онда термиялық тұрақтылыққа тексеру шарты келесідей болады:

$$I_{тер}^2 \cdot t_{тер} \geq B_k \quad (1.23)$$

Әдетте, ажыратқыштың қайта қалпына келу параметрлері негізінде тексеру жүргізілмейді, себебі энергожүйелердің көпшілігінде ажыратқыштың түйіспелері қайта қалпына келу кернеуін сынақ шарттарына сәйкес келтіреді. Қайта қалпына келу кернеуінің жылдамдығын кВ/мкс тексеру қажеттілігі туындайтын болатын болса, онда ол тек әуелік ажыратқыш үшін іске асырылады.

Жоғарғы кернеуде ажыратқыштарды таңдау

110 кВ әуелік желідегі ажыратқыштар.

ағымды есептік ток:

$$S_{\max.ВН} = 16 \text{ МВА}$$

$$U_{\text{ном.ВН}} = 110 \text{ кВ}$$

$$I_{\text{прод.расч.}} = \frac{S_{\max.ВН}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном.ВН}}}$$

$$I_{\text{прод.расч.}} = \frac{16}{\sqrt{3} \cdot 110} = 83,9 \text{ кА}$$

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

Ажыратқыштардың параметрлері:

$U_{\text{НОМ}}=110 \text{ кВ}$, $I_{\text{НОМ}}=2500 \text{ А}$; $I_{\text{ОТКЛ.НОМ}}=40 \text{ кА}$; $I_{\text{ДИН}}=40 \text{ кА}$; $I_{\text{ДОП}}=40 \text{ кА}$;

$I_{\text{ТЕР}}=20 \text{ кА}$; $t_{\text{ТЕР}}=3 \text{ сек}$; $t_{\text{с.в.откл}}=0,05 \text{ с}$. $\beta_{\text{НОРМ}}=25\%$

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

ҚТ-ң соқтық тогы

$$i_{y\theta} = \sqrt{2} \cdot k_{y\theta} \cdot I_{кз} \quad (1.24)$$

мұндағы $k_{y\theta}=1,61$ - соққылық коэффициенті.

$I_{кз}=7044,7 \text{ А}$ - ЖК жағындағы үшфазалы ток.

$$i_{y\theta} = \sqrt{2} \cdot 1,61 \cdot 7044,7 = 16039,9 \text{ А} \approx 16,04 \text{ кА}$$

ҚТ процессі басталу кезінде бірінші периодтағы ҚТ тоғының ең үлкен әсерлік мәні

$$I_y = I_{кз} \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (k_{y\theta} - 1)^2} = 7044,7 \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (1,61 - 1)^2} = 9303,8 \text{ А} \approx 9,3 \text{ кА}$$

Таңдалған ажыратқышты сөндіру қабілетіне тексереміз:

$$I_{\text{доп}}=40 \text{ кА} > I_{\text{уд}}=9,3 \text{ кА};$$

τ кезіндегі ҚТ тоғының апериодты құраушысы:

$$i_{\text{а.}\tau} := \sqrt{2} \cdot I_{\text{п.0}} \cdot e^{\frac{-\tau}{T_a}}$$

$$\tau:=0.06 \text{ с} \quad I_{\text{п0вн}}=7,044 \text{кА} \quad T_a:=0.06 \text{с}$$

$$i_{\text{ат. вн}} = \sqrt{2} \cdot I_{\text{п0 вн}} \cdot e^{\frac{-\tau}{T_a}} \quad i_{\text{ат. вн}} = 3,665 \text{ кА}$$

$$\beta_{\text{норм}}:=0$$

$$i_{\text{а.норм}} := \sqrt{2} \cdot I_{\text{откл.норм}} \cdot \frac{\beta_{\text{норм}}}{100}$$

$$i_{\text{а норм}} = 0$$

$I_{\text{откл.норм}} > I_{\text{п.т.нн}}$, а $i_{\text{а.норм}} < i_{\text{а.т.нн}}$ болғандықтан, ажыратқышты сөндіру қабілетін тексеру ҚТ толық тоғы бойынша жүзеге асады. Сөндірудің толық тоғы:

$$I_{\text{п.т.нн}} := I_{\text{п.0.вн}}$$

$$I_{\text{откл.норм}} = 40 \text{ кА} > I_{\text{п.т.вн}} = 7,044 \text{ кА}$$

$$i_{\text{а норм}} = 0 > i_{\text{ат. вн}} = 3,665 \text{ кА}$$

Таңдалған ажыратқышты электродинамикалы тұрақтылыққа тексереміз:

$$I_{\text{дин}}=40 \text{ кА} > i_{\text{уд}}= 16,04 \text{кА.}$$

$t_{0\text{ТКЛ}} = 0,06+0,645=0,705 \text{ с} < t_{\text{тер}}=3 \text{ с}$ болғандықтан, термиялық тұрақтылыққа тексеру мына шартқа сай орындалады:

$$T_a := 0.06 \text{ с} \quad t_{0\text{ТКЛ}} := 0.705 \text{ с} \quad I_{\text{п0вн}}=7,044 \text{кА} \quad I_{\text{тер}} := 20 \text{ кА}$$

$$B_{\text{к}} := I_{\text{п.0.нн}}^2 \cdot \left[t_{\text{откл}} + T_a \cdot \left(1 - e^{\frac{-2 \cdot t_{\text{откл}}}{T_a}} \right) \right] \quad B_{\text{к}} = 37,96^\circ \text{кА}^2 \cdot \text{с}$$

$$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{откл}} > B_{\text{к}}$$

$$I_{\text{тер}} \cdot t_{\text{откл}} = 20^2 \cdot 0,705 = 282 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} > B_{\text{к}} = 37,96^\circ \text{кА}^2 \cdot \text{с}$$

Ажыратқыш барлық шарттарды қанағаттандырды.

Төменгі кернеуде ажыратқыштарды таңдау.

10 кВ кабельді желідегі ажыратқыштар.
Кабельді желідегі ағымды есептік.

$$S_{\max. \text{ВН}} := 16 \text{ МВА}$$

$$U_{\text{НОМ. ВН}} = 10 \text{ кВ}$$

$$I_{\text{прод. расч}} := \frac{S_{\max. \text{ВН}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ. ВН}}}$$

$$I_{\text{прод. расч}} = 924 \text{ А}$$

Осы мәндерге қарап Siemens-тің ЗАН типті әуелік ажыратқыштарды таңдаймыз.

Ажыратқыштың параметрлері:

$$U_{\text{НОМ}} = 12 \text{ кВ}; I_{\text{НОМ}} = 1000 \text{ А}; I_{\text{ОТКЛ. НОМ}} = 20 \text{ кА}; I_{\text{ДИН}} = 20 \text{ кА}; I_{\text{ДОП}} = 20 \text{ кА};$$

$$I_{\text{ТЕР}} = 20 \text{ кА}; t_{\text{ТЕР}} = 3 \text{ сек}; t_{\text{с.в.откл}} = 0,095 \text{ с}; \beta_{\text{НОРМ}} = 25\%$$

$$\text{Сөндірудің есептік уақыты } \tau = 0,01 + t_{\text{с.в.откл}} = 0,105 \text{ с}; t_{\text{ОТКЛ}} = \tau.$$

ҚТ-ң соқтық тогы

$$i_{\text{yд}} = \sqrt{2} \cdot k_{\text{yд}} \cdot I_{\text{кз}} \quad (1.25)$$

мұндағы $k_{\text{yд}} = 1,61$ - соққылық коэффициенті.

$I_{\text{кз}} = 6393,4 \text{ А}$ - ТК жағындағы үшфазалы тоқ.

$$i_{\text{yд}} = \sqrt{2} \cdot 1,61 \cdot 6393,4 = 14557 \text{ А} \approx 14,6 \text{ кА}$$

ҚТ процессінің басталу кезінде бірінші периодтағы ҚТ тоғының ең үлкен әсерлік мәні

$$I_{\text{y}} = I_{\text{кз}} \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (k_{\text{yд}} - 1)^2} = 6393,4 \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (1,61 - 1)^2} = 8443,6 \text{ А} \approx 8,4 \text{ кА}$$

Таңдалған ажыратқышты сөндіру қабілетіне тексереміз:

$$I_{\text{ДОП}} = 20 \text{ кА} > I_{\text{yд}} = 8,4 \text{ кА};$$

τ кезіндегі ҚТ тоғының апериодты құраушысы:

$$i_{\text{a.}\tau} := \sqrt{2} \cdot I_{\text{НОМ}} \cdot e^{-\frac{\tau}{T_a}}$$

$$\tau := 0,06 \text{ с} \quad I_{\text{НОМ}} = 6,3934 \text{ кА} \quad T_a := 0,06 \text{ с}$$

$$i_{\text{a.}\tau \text{ вн}} = \sqrt{2} \cdot I_{\text{НОМ}} \cdot e^{-\frac{\tau}{T_a}} \quad i_{\text{a.}\tau \text{ вн}} = 3,326 \text{ кА}$$

$$\beta_{\text{норм}} := 0$$

$$i_{\text{а.норм}} := \sqrt{2} \cdot I_{\text{откл.норм}} \cdot \frac{\beta_{\text{норм}}}{100}$$

$$i_{\text{а ном}} = 0$$

$I_{\text{откл.норм}} > I_{\text{п.т.вн}}$, $i_{\text{а ном}} > i_{\text{а.т.вн}}$ болғандықтан, ажыратқыштың сөндіру қабілетіне тексеру ҚТ толық тоғы бойынша жүзеге асырылады. Сөндірудің толық тоғы:

$$I_{\text{п.т.нн}} := I_{\text{п.0.вн}}$$

$$I_{\text{откл.норм}} = 20 \text{ кА} > I_{\text{п.т.вн}} = 6,393 \text{ кА}$$

$$i_{\text{а ном}} = 0 < i_{\text{а.т. вн}} = 3,326 \text{ кА}$$

Таңдалған ажыратқышты электродинамикалық тұрақтылығын тексереміз:

$$I_{\text{дин}} = 20 \text{ кА} > i_{\text{уд}} = 14,6 \text{ кА}$$

$t_{0\text{ТКЛ}} = 0,06 + 0,645 = 0,705 \text{ с} < t_{\text{тер}} = 3 \text{ с}$ болғандықтан, температуралық тұрақтылыққа тексеру мына шартпен орындалады:

$$T_{\text{а}} := 0,06 \text{ с} \quad t_{0\text{ТКЛ}} := 0,705 \text{ с} \quad I_{\text{п0вн}} = 6,393 \text{ кА} \quad I_{\text{тер}} := 20 \text{ кА}$$

$$B_{\text{к}} := I_{\text{п.0.нн}}^2 \cdot \left[t_{\text{откл}} + T_{\text{а}} \cdot \left(1 - e^{-\frac{2 \cdot t_{\text{откл}}}{T_{\text{а}}}} \right) \right] \quad B_{\text{к}} = 31,266 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

$$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{откл}} > B_{\text{к}}$$

$$I_{\text{тер}} \cdot t_{\text{откл}} = 20^2 \cdot 0,705 = 282 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} > B_{\text{к}} = 31,266 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

Ажыратқыш барлық талаптарды қанағаттандырады.

Айырғышты таңдау. Жоғарғы кернеудегі айырғыштарды таңдау.

Айырғыштарды мына талаптар бойынша таңдалады:

$$\begin{aligned}
U_{\text{ном}} &\geq U_{\text{сети.ном}}; \\
I_{\text{ном}} &\geq I_{\text{норм.расч}}; \\
K_{\text{п}} \cdot I_{\text{ном}} &\geq I_{\text{прод.расч}} = I_{\text{раб.нб}}; \\
i_{\text{дин}} &\geq i_{\text{уд}}; \\
I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}} &\geq B_{\text{к}} \text{ при } t_{\text{откл}} \geq t_{\text{тер}} \text{ и } I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{откл}} \geq B_{\text{к}} \text{ при } t_{\text{откл}} \leq t_{\text{тер}}.
\end{aligned}$$

Есептелген шарттарға байланысты жоғарғы кернеуге РГПЗ-1-110/1250-II-УХЛ1 типті айырғыш таңдаймыз.

$$\begin{aligned}
U_{\text{ном}} &= 110 \text{ кВ} = U_{\text{сети.ном}} = 110 \text{ кВ} \\
I_{\text{ном}} &= 1250 \text{ А} > I_{\text{прод.расч.}} = 80,32 \text{ А} \\
I_{\text{скв.ампл}} &= 63 \text{ кА} > i_{\text{у}} = 16,04 \text{ кА} \\
I_{\text{пред.терм}} &= 25 \text{ кА} > I_{\text{у}} = 9,3 \text{ кА}
\end{aligned}$$

Айырғыштар барлық талаптарды қанағаттандырады. Асқын кернеуді шектеушілерді таңдау.

Қосалқы станция трансформаторын сыртқы мен ішкі асқын кернеулерден қорғау үшін ОПН орнатамыз.

ЖК (110 кВ) жағы:

Номиналдық кернеу бойынша ОПН-II-110/77 УХЛ1, ОПН-II-110/56 УХЛ1.

Келесі шарттар бойынша тоқ трансформаторларын таңдаймыз.

$$\begin{aligned}
U_{\text{ном}} &\geq U_{\text{сети.ном}}; \\
I_{\text{ном}} &\geq I_{\text{норм.расч}}; \\
k_{\text{п}} \cdot I_{\text{ном}} &\geq I_{\text{прод.расч}} = I_{\text{раб.нб}};
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
i_{\text{дин}} &\geq i_{\text{уд}} \text{ или } \sqrt{2} \cdot I_{\text{ном}} \cdot k_{\text{дин}} \geq i_{\text{уд}}; \\
I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}} &\geq B_{\text{к}} \text{ или } (I_{\text{ном}} \cdot k_{\text{тер}})^2 \cdot t_{\text{тер}} \geq B_{\text{к}};
\end{aligned}$$

$$Z_{2\text{ном}} \geq Z_{2\text{расч}},$$

мұндағы $k_{\text{дин}}$ и $k_{\text{тер}}$ – температуралық және динамикалық тұрақтылыққа сай еселігі тоғы;

$Z_{2\text{ном}}$ – ТТ-ның екіншілік тізбегіндегі номинал кедергісі, берілген дәлділік классына сәйкес жұмыспен қамтамасыз етеді, Ом;

$Z_{2\text{расч}}$ — екіншілік тізбектің кедергісі, Ом. ТТ. дәлдік классын тағайындалуына сәйкес таңдалады. Егер ТТ-на электр энергиясының есептемелік счетчиктер орнатылса, онда оның дәлдік классы 0,5-тен кем болмау

қажет. Ал тек шитты өлшегіш құрал қосылатын болса, дәлдік классы 1 болса жеткілікті.

Дәлдік классымен алынған мән бойынша ТТ-пен жұмыс жасау үшін, екіншілік тізбектегі жүктеме номиналдық мәннен аспауы керек, яғни $I_{2ном}=5 \text{ А}$

$$S_2 \approx I_{2ном}^2 \cdot Z_2 \approx 25 \cdot Z_2 \leq S_{2ном} .$$

ТТ есептемелік жүктемесі $Z_{2расч}$ түйіспелер мен сымдардағы қуат шығынынан, өлшеуіш құралдардың жүктемелерінен құралады трансформатордың екіншілік тізбегін тізбектей қосылған құрал орамдарының қосынды кедергісі $Z_{\Sigma приб}$, фаза бойынша таралуы және қосылу сұлбесіне сәйкестеп есептейді. Өлшеуіш құралдардың үшсызықты қосылу сұлбесін құрастыру кезінде құралдың жалғану сұлбесін ескеру қажет.

Екіншілік тізбек сымның кедергісі жолға орнатылған сымның $L_{тр}$ ұзындығынан, қимасынан және ТТ-ң қосылу сұлбесінен тәуелді

110 кВ Қ/СТ-ның екіншілік тізбегінде алюминий кабель қолданылады ($\rho=0,028 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$).

1. Сымның қимасын есептеу дәлдік талаптарына сәйкес таңдайды.

ТТ-ның дәлдік классының жұмысын қамтамасыз ету үшін рұқсат етілген жүктеме шарты бойынша сымның кедергісі мынадай болады:

$$Z_{пров} \leq Z_{2ном} - Z_{\Sigma приб} - Z_{конт} ,$$

Мұндағы $Z_{конт}$ – түйіспелер кедергісі.

$Z_{пров} \approx r_{пров}$. теңсіздігін тексерсек, онда сымның рұқсат етілген қимасы төмендегі өрнектен кем болмау қажет, мм^2 ,

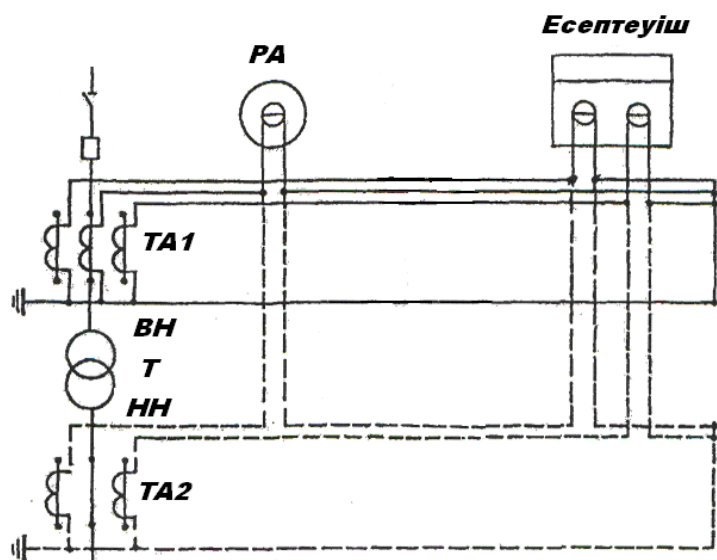
$$S = \rho \cdot L_{расч} / r_{пров} ,$$

мұндағы ρ – сымның материалының меншікті кедергісі;

$L_{расч}$ - ТТ –ның қосылу сұлбесінен тәуелді сымның есептік ұзындығы.

ӨҚТ –ға қосылған ТТ-ын таңдау:

ӨҚТ –ға қосылған өлшеуіш құралдардың қосылу сұлбесі төмендегі суретте келтірілген.



1.3-сурет – Өлшеуіш құралдың қосылу сұлбесі

Өзіндік қажеттіліктерге қажетті активті энергия ереже бойынша ӨҚТ-ның жоғарғы кернеу жағында есептеледі. Бірақ ӨҚТ-ның жоғарғы кернеуі жағында орнатылған ӨТТ Есептемелік счетчик керекті дәлдікпен жұмыс істеуін қамтамасыз етпейді, сондықтан ӨҚТ-ның ТК жағының ТТ-на өлшегі құралмен счетчик орнатуға рұқсат беріледі. Осы жағдайда ӨҚТ-ның энергия шығыны есептелмейді.

ЖК жағында орнатылған ТТ-на өлшегі құралмен счетчикті қосу кезінде ағымдық режимнің есептемелік тоғы:

$$P_{\max.сн} := 564\text{кВт} \quad \cos\phi_{сн} := 0.88 \quad U_{\text{НОМ}} := 10\text{кВ}$$

$$I_{\text{раб.нб}} := \frac{P_{\max.сн}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}} \cdot \cos\phi_{сн}} \quad I_{\text{раб.нб}} = 37,02 \text{ А}$$

Счетчиктардың керекті дәлдікпен жұмысын ТМ-100/10 типті ТТ атқарады. Олар электрдинамикалық және термиялық тұрақты болып келеді.

ҚТ-ң соқтық тоғы :

$$I_{\text{П.0.ТСН}} = I_{\text{кз.нн}} = 6393,4 \text{ кА} \quad k_{y\theta} = 1,61 \quad T_a := 0.06\text{с}$$

$$i_{y\theta} = \sqrt{2} \cdot 1,61 \cdot 6393,4 = 14557 \text{ А} \approx 14,6 \text{ кА}$$

ҚТ процессі басталу кезінде бірінші периодтағы Қт тоғының ең үлкен әсерлік мәні.

$$I_y = I_{кр} \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (K_{y0} - 1)^2} = 6393,4 \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (1,61 - 1)^2} = 8443,6 \text{ A} \approx 8,4 \text{ кА}$$

$t_{откл} := 0.105 \text{ с}$

$$B_k := I_{п.0.тсн_нн}^2 \cdot \left[t_{откл} + T_a \cdot \left(1 - e^{-\frac{2 \cdot t_{откл}}{T_a}} \right) \right]$$

$$B_k = 6,67 \text{ кА}^2 \text{ с}$$

$$I_{мер}^2 \cdot t_{мер} > B_k$$

$$I_{мер} = 20 \text{ кА} \quad t_{мер} = 1 \text{ с}$$

$$I_{мер}^2 \cdot t_{мер} = 20^2 \cdot 1 = 400 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} > B_k = 6,67 \text{ кА}^2 \text{ с}.$$

Таңдалынған ТТ барлық шартты қанағаттандырады. Дәлдік класспен жұмысын тексеру мақсатында өлшегіш құралдардың жүктемесіне есеп жүргіземіз.

1.4-кесте – Есептік құрылғылардың параметрлері

Құрал	Құрал түрі	Тоқ өлшегіш құралдардағы жүктеме, В*А, фаза бойынша		
		А	В	С
Амперметр көрсеткіші	Э-365.1	0,5	—	-
Ваттметр көрсеткіші	Ц-301/1	0,5	-	0,5
Есептік счетчик	ЕА05RAL-C -4	2,5	—	2,5
Барлығы		3.5	—	3,0

ТТ- көбірек жүктелген фазасы –А. Осы фазаға қосылған құралдың жалпы кедергісі:

$$S_{приб} = 0,5 \text{ В} \cdot \text{А} \quad I_2 := 5 \text{ А}$$

$$R_{приб} := \frac{S_{приб}}{I_2^2} \quad R_{приб} = 0.14 \cdot \text{Ом}$$

0,5 класс дәлдігінде номиналды екіншілік жүктемесі 0,4 Ом құрайды. Түйіспелердің кедергілерін 0,05 Ом деп қабылдап, онда сымның кедергісі:

$$R_{2ном} := 0.4 \cdot \text{Ом} \quad R_{конт} := 0.05$$

$$R_{пров} := R_{2ном} - R_{приб} - R_{конт} \quad R_{пров} = 0.21 \cdot \text{Ом}$$

Алюминді өзекшесі бар біріктірілетін сымның ұзындығын $L_{тр}=25$ метр деп қабылдаймыз, екі фазаға ТТ орналасуын ескеріп, олардың қимасын анықтаймыз:

$$L_{тр} := 25 \cdot \text{м} \quad \rho := 0.028 \cdot \text{Ом} \cdot \frac{\text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$L_{расч} := \sqrt{3} \cdot L_{тр} \quad L_{расч} = 43.301 \cdot \text{м}$$

$$S := \frac{\rho \cdot L_{расч}}{R_{пров}} \quad S = 5.774 \cdot \text{мм}^2$$

6 мм² қимасымен АҚРВГ маркалы бақылайтын кабелін таңдаймыз. 10 кВ тарату құрылғысынан кететін, кабельдік желіге орнатылатын ТТ:

$$S_{маx.нн} = 14 \text{ МВА} \quad N_{кл} = 14 - \text{екісызықты кабельдік желі саны.}$$

$$U_{ном.нн} = 10 \text{ кВ} \quad I_{раб.нб.нн.кл} = \frac{S_{маx.нн}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.нн} \cdot N_{кл}} = 54,99 \text{ А}$$

ТЛШ-10-1 типті ТТ-ы алынады:

$$U_{ном} = 10 \text{ кВ} = U_{сети.ном} = 10 \text{ кВ}$$

$$I_{ном} = 1000 \text{ А} > I_{прод.расч.} = I_{раб.нб} = 54,99 \text{ А}$$

$$i_{пред.ска.} = 63 \text{ кА} > i_{уд.маx.нн} = 14,6 \text{ кА}$$

$$t_{откл.} = 0,705 \text{ с} < t_{мер} = 4 \text{ с}, I_{мер} = 81 \text{ кА}$$

$$I_{мер}^2 \cdot t_{откл.} = 156,06 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} > B_{к} = 31,266 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

0,5 дәлдік класспен жұмысын тексеру мақсатында өлшегіш құралдардың жүктемесіне есеп жүргіземіз.

1.5-кесте – Есептік құрылғылардың параметрлері

Құрал	ҚҰРАЛ ТҮРІ	Тоқ өлшегіш құралдардағы жүктеме, В*А, фаза бойынша		
		А	В	С
Амперметр көрсеткіші	Э33	0,	0,5	0,5
Есептік счетчик	ЕА	2,	-	2,5
Барлығы		3,	0,5	3,0

ТТ- көбірек жүктелген фазасы –А. Және С Осы фазаларға қосылған құралдың жалпы кедергісі:

$$S_{\text{приб}} := 3 \cdot V \cdot A \quad I_2 := 5 \cdot A$$

$$R_{\text{приб}} := \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2} \quad R_{\text{приб}} = 0.12 \cdot \text{Ом}$$

0,5 класс дәлдігінде номиналды екіншілік жүктемесі 0,4 Ом құрайды. Түйіспелердің кедергісін 0,05 Ом деп қабылдап, онда сымның кедергісі:

$$R_{\text{конт}} = 0,05 \text{ Ом}$$

$$R_{2\text{ном}} = 0,4 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{пров}} = R_{2\text{ном}} - R_{\text{приб}} - R_{\text{конт}}$$

$$R_{\text{пров}} = 0,23 \text{ Ом}$$

Алюминді өзекшесі бар біріктірілетін сымның ұзындығын $L_{\text{тр}}=35$ метр деп қабылдап, екі фазаға ТТ орналасуын ескеріп, олардың қимасын анықтаймыз:

$$L_{\text{тр}} := 35 \cdot \text{м} \quad \rho := 0.028 \cdot \text{Ом} \cdot \frac{\text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$L_{\text{расч}} := L_{\text{тр}} \quad L_{\text{расч}} = 35 \cdot \text{м}$$

$$S := \frac{\rho \cdot L_{\text{расч}}}{R_{\text{пров}}} \quad S = 4.261 \cdot \text{мм}^2$$

Табылған қима бойынша 6 мм^2 қималы АКРВГ маркалы бақылау кабелін таңдаймыз. Таңдалынған ТТ барлық шартты қанағаттандырады.

Кернеу трансформаторларды таңдау.

Келесі шарттарға сәйкес таңдалады:

1. $U_{1\text{ном}} \geq U_{\text{сети.ном}}$;
2. $S_{\text{ном}} \geq S_{2\text{расч.}}$;
3. дәлдік класы бойынша;
4. құрылымы және қосылу сұлбесі бойынша.

мұндағы $S_{2\text{ном}}$ – берілген дәлдік классының жұмысына сәйкес және КТ-ң екіншілік тізбегінде пайдаланылатын номинал толық қуат; $S_{2\text{расч}}$ - екіншілік тізбегінде пайдаланылатын есептік толық қуат.

КТ-ң тізбегіндегі сымның қимасы механикалық беріктік және рұқсат етілетін кернеу шығынынан анықталады.. Бұндайда алюминді сымның қимасы механикалық беріктік шарты бойынша $2,5 \text{ мм}^2$ аспауы керек.

КН типі оның тағайындамасымен таңдалынады.. Егер КТ-нан есептік счетчиктер қорек көзін алатын болса, екі бірфазалық НАМИ серилы КТ-н қолдану тиімді. Жалғыз үшфазалы КТ-на қарағанда, екі бірфазалық КТ қуатты болып келеді, және де бағалары шамалас. 110 кВ пен одан жоғары кернеуде НКФ сериялы каскадты КТ қолданады.

1.6-кесте – Есептік құрылғылардың параметрлері

Құрал	Құрал түрі	Р _{общ.} Вт	Q _{Σ.} вар
V	Ц-301/1	3	-
V	Ц-301/1	3	-
Счетчик ЕвроАльфа	EA05RAL-C -4	38,4	89,28
Барлығы		44,4	89,28

Есептік екіншілік жүктеме:

$$S_{2p} = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{44.4^2 + 89.28^2} = 99.72 \text{ ВА}$$

110 кВ шинада КТ таңдау.

НКФ-110Б-83У1 типті КТ таңдаймыз

КТ-на қосылатын құралдар.

- аамперметр көрсеткіші
- вольтметр тіркеуші
- частотомер тіркеуші
- есептік счетчик

0,5 класс дәлдігінде номиналды екіншілік жүктемесі 100 В*А құрайды., ол есептік жүктемеден неғұрлым жоғары.

10 кВ шинада КТ.НАМИ-10-66У3 Шина таңдау.

Шина келесі шарттарға сәйкес таңдалады:

$$U_{ном} \geq U_{ном.уст}, I_{доп.прод} \geq I_{утяж},$$

$$S_{min} = \alpha \cdot I_{кз} \sqrt{t_{привод}} \leq S_{пров}, \sigma_{доп} \geq \sigma_{max};$$

$$\alpha = 12, t_{привод} = 1;$$

Ұзақтық режимнің есептік тогын анықтаймыз:

$$I_p = \frac{S_{mp}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{16 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 10} = 923 \text{ А}$$

$$I_{max} = 1.35 \cdot I_p = 1,35 \cdot 2309,4 = 1247 \text{ А}$$

2 Қосалқы станцияның релелік қорғанысы

2.1 ПУЭ бойынша релелік қорғанысқа қойылатын талаптар

- Ереженің негізгі бөлімі өнеркәсіп пен басқа да 1 кВ-тан жоғары электрқондырғылар, энергожүйенің электр бөлігі элементтерінің релелік қорғанысы (РҚ) құрылғыларына қатысты [9].

- Электрқондырғылары РҚ құрылғыларымен қамтамасыздандырылуы қажет, ол құрылғылар мыналар үшін арналған:

а) ажыратқыштың көмегімен электрқондырғылардың зақымдалған бөлігін зақымдалмаған бөлігінен ажыратып автоматты түрде сөндіру;

б) энергожүйесінің элементтерінің қауіпті және қауіпсіз режимде жұмысын анықтау; РҚ электрқондырғыларының пайдалану шарты және жұмыс режиміне байланысты кейбір зақымдануды тудыратын элементтері өшіруіне және белгі белуі арқылы орындалады.

- РҚ құрылғылары жүйенің зақымдалмаған бөлігінің үздіксіз жұмысын сақтау мақсатында қысқа тұйықталу (ҚТ) орын алған кезінде мүмкін болатын ең тез өшірілу уақытын қамтамасыз ету керек.

- Өшірілуге әсер ететін РҚ зақымдалған ғана элементті өшіру – селективтілік талабын орындауы қажет.

Қорғаныстың селективті емес жұмысы (АПВ мен АВР қайтарылатын әсерімен) рұқсат етеді:

а) егер қажет болатын болса ҚТ –дың өшірілуін тездету мақсатында;

б) трансформатар немесе желі тізбегінде бөлгіші бар қарапайымдатылған негізгі электр сұлбесін қолдану кезінде.

- Егер уақыт ұстамы мен ҚТ –ды өшіру кезінде 2.2.4 талабы орындалса, қорғаныс резервті түрде іске қосылса РҚ құрылғысы уақыт ұстамымен селективті түрде орындалуы рұқсат етеді.

- РҚ –тың функциялау сенімділігі (іскеқосылу шарты пайда болған кезде іскеқосылу және шарттың болмауын іскеқосылмау) параметр мен орындалуы бойынша берілгеніне сәйкес келетін құрылғылардың пайдаланылуымен қамтамасыздандырылуы керек.

Қажет болған жағдайда функциялаудың сенімділігін жоғарлату мақсатында арнайы шаралар қолданған дұрыс, анығырақ айтатын болсақ, сұлбелік резервтеу, энергосистеманың жағдайын үздіксіз бақылау керек. РҚ – пен түрлі операциялар оындауы кезінде қызымет көрсетуші персоналдардың қателік ықтималдылығын ескеру керек болады.

- Кернеулік тізбегі бар РҚ бар кезінде:

сақтандырғыштардың жанып кету, автоматты ажыратқыштардың өшірілуі және кернеу тізбегінде бұзылулар кезінде қорғанысты автоматты түрде қалыпты жағдайынан шығаратын құрылғылар (егер бұл бұзылулар қалыпты режимде қорғаныстың жалғап іске әкеп соқтыратын болса) және де осы тізбектегі бұзылулар туралы белгі беретін құрылғыларды қарастырған жөн.

- Әрбір нақты жағдайда уақыт ұстамы бар РҚ-үшін токтың бастапқы мәнінен немесе ҚТ кезде қорғаныстың кедергісі іске қосылуының бастартылуынан өзге қорғаныстың үнемділігін қарастырған жөн.

- Аралас элементтердің ажыратқыштың немесе қорғанысының істен шығу кезінде әсері үшін резервтік қорғанысын орнату қажет, бұл қашықтық резервтік әсер ету үшін арналған.

Егер элементтердің негізгі қорғанысы абсолют селективті болса (мысалы жоғарғы жиілікті қорғаныс, бойлық және көлденең дифференциалды қорғаныс), онда дәл осы элементте резервті қорғаныс орнатылуы қажет, резервті қорғаныс негіз қорғаныстың бастарту немесе істеншығу кезінде жұмыс істеп кетуі қажет.

Егер 110 кВ желінің негізгі қорғанысы салыстырмалы селективтілі болса (мысалы, уақыт ұстамы бар бір сатылы қорғаныс), онда: осы желіде ҚТ болған кезде аралас элементтер қорғанысының қашықтық резервтік әсер ету шарты орындалмаған кезде бөлек резервтік қорғанысты қарастырмауға рұқсат етеді;

Осы жағдайда жиі резервтеу шараларын қарастыру қажет.

- РҚ –тың негізгі түрлерінің сезімталдығының бағалануы сезімталдық коэффициентімен орындалады, ол былай анықталады:

зақымдалу кезінде физикалық шамалардың өсуін сезетін қорғаныстар үшін қорғалатын аймақта металдық ҚТ кезінде физикалық шаманың (ток немесе кернеу) есептік мәнінің қорғаныстың іскеқосу параметрлеріне қатынасымен;

зақымдалу кезінде физикалық мәндердің кемуін сезетін қорғаныстар үшін қорғалатын аумақта металдық ҚТ кезінде қорғаныстың іскеқосылу параметрлерінің осы физикалық мәндердің (кедергі немесе кернеу) есептік мәніне қатынасымен.

- Негізгі қорғаныстың сезімталдығын анықтау кезінде сезімталдық коэффициенттерінің мәндері арнайы бекітілген:

бағытталған және бағытталмаған кернеулердің жіберілуімен және жіберілмеуінсіз МТҚ –ның кернеуі және ток мүшелері үшін 1,5 –ке тең болу қажет;

көпфазалы ҚТ –дан дистанционды қорғаныс:

дистанциондық қорғаныстың кез –келген түрінің жіберілу мүшесі және дистанционды мүшенің үшінші сатысы үшін -1,5;

резервтік іскеқосылуды есептегенде қорғалынатын аймақтың ҚТ кезінде әсер ету қажет дистанционды мүшенің екінші сатысы үшін -1,5, қорғаныстың үшінші сатысы болғанда -1,25.

Қорғаныстың орнатылған жерінде ҚТ болған кезде трансформатордың уақыт ұстанымсыз ток үзіндісі (ТҮ) -2.

-Резервтік қорғаныстың сезімталдығын бағалау кезінде сезімталдық коэффициенттерінің мәні арнайы бекітілген:

кедергі, ток мүшелері үшін -1,2.

-Қт –дан РҚ құрылғыларының токтық тізбегін қоректендіруге арналған ТТ –ы келесі талаптарды қанағаттандыруы қажет:

1. қорғалынатын аймақтан тыс ҚТ болу кезінде қорғаныстың артық іскеқосылуын жою мақсатында ток трансформаторы (ТТ) –ның ықтималдық қателігі 10% -дан аспауы қажет, асқан жағдайда оған арнайы шаралар қолданылады;

сатылы қорғаныстар үшін –қорғаныс сатысының әсер ету аймағының соңында ҚТ болған кезінде, ал бағытталған сатылы қорғаныстар үшін сондай-ақ және сыртқы ҚТ кезінде;

Қалған қорғаныстар үшін ҚТ кезінде.

ПУЭ бойынша трансформатор қорғанысы.

-Трансформаторлар үшін жұмыстың қауіпсіз режимдерінен және зақымдалудың келесі түрлерінен РҚ –тың құрылғылары қарастырылуы қажет:

1) трансформатордың шығысында және орамында болатын көпфазалы тұйықталудан;

2) саңылаулыжерленген нейтральді торапқа қосылған трансформатордың шығысында және орамында болатын бірфазалы жерден тұйықталудан;

3) орамдардағы орамалық тұйықталудан;

4) сыртқы ҚТ –дан болатын орамдағы токтардан;

5) асқынжүктемеден болатын орамдағы токтардан;

6) май деңгейінің төмендеуінен.

-Сыртқы қабатының ішінде болатын зақымданудан қорғау: газдық қорғаныс, ол май деңгейінің түсуімен және газдың бөлінуінен қорғайды.

Газды қорғанысты мына электрқондырғылары үшін қарастыруымыз қажет:

қуаты 6,3 МВА және одан жоғары боларын трансформаторлар үшін;

қуаты 6,3 МВА және одан жоғары боларын цехтың ішінде орнатылған төмендеткіш трансформаторлар үшін;

КБР (РПН) трансформатор қорғанысы үшін бөлек бакка бөлек газдық реле орнатады.

-Қуаты 1 МВА және одан жоғары болатын трансформатордың орамдарындағы токтардан қорғаныс ретінде келесі қорғаныстарды қарастыруға болады:

1. төмендеткіш трансформаторларға кернеу бойынша жібелілу және жіберусіз МТҚ –сын;

екіжақты қорек көзі бар кезде симметриялы емес ҚТ –дан нөл реттілік ток қорғанысын орнатамыз.

-Жоғарғы жағынан қоректенетін екі орамды трансформаторларға көпфазалы ҚТ –дан ток қорғанысын орнатамыз.

110 кВ желі қорғанысы.

-110-500 кВ- ғы тораптардағы желі үшін жерден тұйықталған және көпфазалы ҚТ –дан РҚ құрылғыларды орнату қажет.

-Асинхронды жүріс немесе діріл болатын жағдайда қорғаныстың артық істеп кетуіне тыйым салатын РҚ құрылғымен жабдықталуы қажет.

-110-220 кВ желілер үшін негзгі қорғанысты қарастырған кезде бірінші кезекте энергожүйесі жұмысының тұрақтылықты сақтау талабын ескеру қажет.

Тұрақтылықты есептегенде басқа қатаң талап көрсетілмесе үш фазалы ҚТ кезінде электростасасы мен к/ст-ның шиналарындағы қалдық кернеу $0,6-0,7U_{ном}$ –төмен деп қабылданып уақытты ұстамынсыз өшіріледі.

-110-220 кВ –ты желі үшін негізгі қорғаныс ретінде дистанционды және нолдік бағытталған ток қорғанысын аламыз, бұлар құрылғы сезімталдық шарты бойынша тиімді.

Шина қорғанысы.

-110 кВ –ты шина үшін релелік қорғаныс құрылғысын таңдағанда екеуленген шина жүйесі үшін қарастырамыз.

-6-10 кВ –ты секциаланған толық емес екі сатылы дифференциалды қорғаныс қолданылады, оның бірінші сатысы кернеу және ток бойынша ТУ немесе дистанциондық қорғаныс түрінде, ал екінші сатысы МТҚ түрінде қолданылады.

2.2 Трансформатордың дифференциалдық қорғанысы. Әсер ету принципі және қолдану аймағы

Көлденең дифференциалдық ток қорғанысының әсер ету принципі 70 жылдардан бастап белгілі. Дифференциалды қорғаныстың (ары қарай "көлденең" сөзін алып тастаймыз) айналмалы ток пен принципіалды қандайда бір элементтің бір фазасына, біріншілік токтарының мәні ($I_{1-1} = I_{1-2}$), бастапқы және соңғы жағында бірдей болуы 1ТТ және 2ТТ –ның екіншілік орамдары тізбектей қосылған (1ТТ –ның соңы 2ТТ –ның басымен) қорғалып отырған элементтің екі жағында 1ТТ және 2ТТ ТТ-ы дифференциалды қорғаныстың әсер ету аймағында орнатылған. Дифференциалды қорғаныс тогының релесі ТД оған параллель қосылған. ҚТ нүктесі К дифференциал қорғаныстың әсер ету аймағы сырт жағында (мұндай ҚТ сыртқы немесе өтпелі деп аталады), ал қалыпты режимде ТТ –ның екіншілік тогының жүктемесі сәйкес $I_{2-1} = I_{2-2}$ қорғаныстың қосылатын сымдарымен циркуляцияндырылады.

1ТТ және 2ТТ трансформаторының трансформация коэффициенті бірдей болған жағдайда және олардың қателіксіз жұмыс жасау екіншілік токтарының $I_{2-1} = I_{2-2}$ мәні бір – біріне тең, ал олардың реле ТД –ға бағыты қарама – қарсы. Сонымен, біз қарастырылып отырған идеалды жағдайда реле ТД тогы:

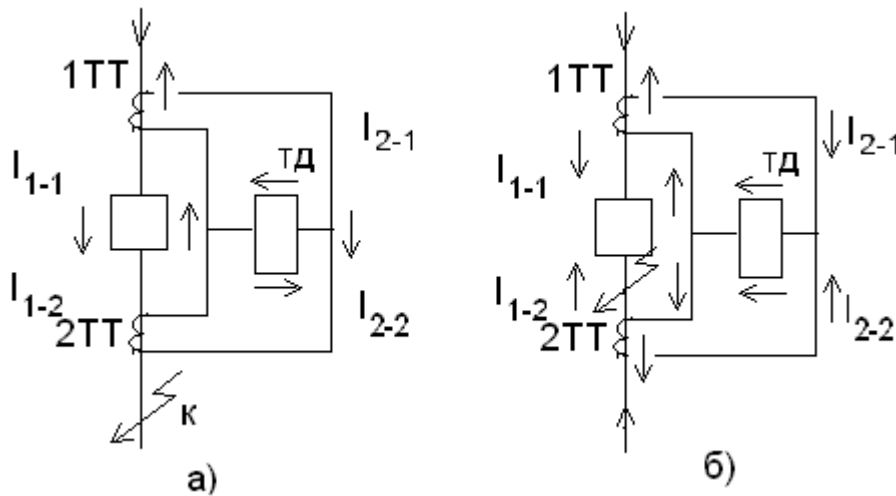
$$I_p = I_{2-1} - I_{2-2} = 0, \quad (2.1)$$

Сонымен, әсер ету принципі бойынша дифференциалды қорғаныс өзінің әсер ету аймағындағы зақымдалуды сезбейді, яғни көрші элементтерде (селіде, қозғалтқыштарда), сондықтан уақыт ұстанымсыз болуы мүмкін. Бұл қорғаныс абсолютті селективті қорғаныс тобына жатады.

Жүктеме режимінде әсіресе сыртқы ҚТ кезінде, ТД релесіндегі ток нөлге тең болуы мүмкін емес, өйткені 1ТТ және 2ТТ ТТ әртүрлі мәндердегі қателіктерге ие, тіпті біріншілік токтарда екіншілік токтар I_{2-1} және I_{2-2} бір –

бірімен тең емес. ТД релесіндегі ток жүктеме режимінде және сыртқы ҚТ теңсіздік тогы $I_{нб}$ деп аталады. Сонымен, (2.1 [3]) өрнекті өзгертеміз:

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



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

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

Бұл режимдерде дифференциалды қорғаныс жұмыс істемеуін қамтамасыз ету үшін ТД релесінің іскеқосылу тогын теңсіздік тогынан жоғары етіп таңдаймыз:

$$I_{с.р} \geq k_n I_{нб} , \quad (2.2)$$

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

ҚТ кезінде дифференциалды қорғаныстың әсер ету аймағы қорғалып отырған элементтің екі жақты қоректену жағдайында, I_{1-2} біріншілік тогымен I_{2-2} екіншілік тогының бағыты 180° – қа өзгереді. Осыған байланысты ТД релесінен ҚТ – ның қосындысы өтеді:

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

ТД релесі қорек көзінен зақымдалған элементті ажыратуға іске қосады. Бір жақты қоректену жағдайында ТД релесінен ҚТ токтарының бірі I_{2-1} немесе I_{2-2} өтеді. Осыған байланысты дифференциалды қорғаныста ажырату үшін іске қосылуға міндетті. Бір жақты қоректену режимі дифференциалды қорғаныстың сезімталдық бағасының есептелінуі болып табылады, ол сезімталдық коэффициент көмегімен өрнектеледі:

$$K_{\text{ч}} = I_{\text{р.мин}} / I_{\text{с.р}} \approx 2, \quad (2.4)$$

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

Ереже бойынша көлденең дифференциалды қорғаныс қуаты $S = 6.3 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ және одан да үлкен трансформаторларда қолданылуы міндетті, және де $S = 4 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ трансформаторларда параллель қосылады. Содан басқа $S = 1 \div 2,5 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ трансформаторларда дифференциалды қорғаныс қолданылуы мүмкін, егер де ТҮ сезімталдылық талаптарын қанағаттандырмаса, ал максималды ток қорғанысы (МТК) $t > 0,6 \text{ с}$ іске қосылу уақыт болады.

Трансформатордағы дифференциалды қорғаныс орындалудың ерекшеліктері.

Күштік трансформатор және оның көлденең дифференциалды қорғаныс орындалуына желіге, генераторға, қозғалтқышқа қарағанда бірқатар сипаттамалық ерекшеліктері болады.

Күштік трансформаторда басқа орамда болмайтын, қорек көзі жағынан орамда магниттеліу тоғы өтеді, сондықтан ТД релесіне теңсіздік тоғы барады. Қалыпты жағдайда магниттелу тоғының мәнісі номиналды токтың бірнеше пайзынан аспайды. Мысалы, 110 кВ трансформаторға (ГОСТ 12965-74) магниттелу тоғы номиналды токтың 1,5 0,55%.

Бірақ трансформаторларды кернеуі бар кезде қосқанда немесе жақын жердегі ҚТ өшіру кезіндегі кернеудің қайта қалпына келуі кезінде магниттелу тоғы лақтыруы кезінде ТТ – ның номиналды тоғынан 5-8 есе артады. Сондықтан дифференциалды қорғаныстың (оның іске қосылмауы) магниттеліу тоғының лақтыруынан ретке келтіру бүгінгі күні әлі толық есептелмеген есеп болып тұр.

Күштік трансформаторда орамдардың біріншілік токтары ЖК, орта кернеу (ОК) және ТК бір – біріне тең емес, ал стандартты ТТ- ның трансформация коэффициенті мынадай, олардың көмегімен тәжірибеде дифференциалды қорғаныстың иықтарындағы екіншілік токтардың мәнін теңдестіру мүмкін емес. (2.1а) өрнегінде көріп тұрғанымыздай екіншілік ток мәндерінің теңсіздігі теңсіздік тоғын туғызады.

Екіншілік токтың мәндерінің теңсіздігі және теңсіздік тоғы мына себептерден де болуы мүмкін:

әртүрлі қателіктегі, әр типтегі ТТ – ның жұмыс істеуі

трансформатордың бір жақ бетінен кернеуді реттеу салдарынан біріншілік және екіншілік ток мәндерінің өзгеруі және басқа беттегі ток мәндерінің өзгермеуінен;

орам сандары топ жалғауы кезінде $\Delta/\Delta/Y$ - 11 фазалық шығыстағы біріншілік токтардың бұрышты ығысуынан; егер арнайы шаралар қолданылмаса бұл бұрыштың ығысу екіншілік токтар арасында болады.

Бұл қарастырылған күштік трансформаторының ерекшеліктері бұның дифференциалды қорғаныстың ерекшеліктерін анықтайды. Бұны орындау үшін негізгі екі есеп есептелінуі қажет:

трансформаторды қосқан кезде пайда болатын магниттелу тогының секіріп өзгеруінен қарап қойылуы;

сыртқы ҚТ кезіндегі теңсіздік тогына қарап реттелуі.

Кернеу бар кездегі магниттелу тогының лақтыру арқылы ретке келтіру жолы.

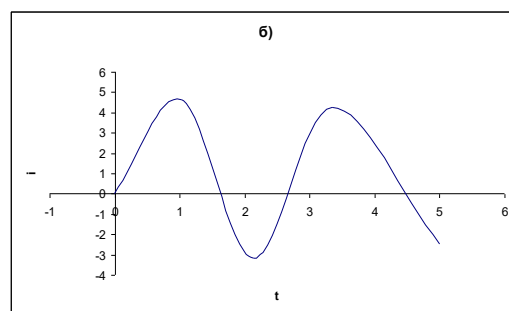
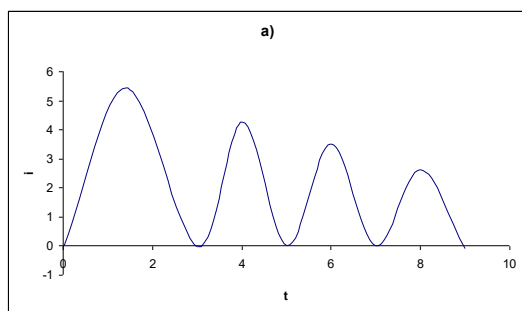
Күштік трансформатордың кернеуі бар кездегі қосылуы магниттелінген тогының жетілуі мүмкін, жоғарыда көрсетілгендей номиналды токтың мәні 5-8 мәрте, бірақ ол тез өшеді де $t = 0,5 \div 1$ с – тан кейінгі номиналдан көбірек азая түседі. Бұл ерекшелік дәрежелікке қолдануына арналған, бірақ тез істейтін дифференциалды қорғанысты – дифференциалды үзінді деп аталады. Бұл іскеқосылу ТҮ – н трансформатордың номиналды тогынан 3-4 есе үлкен етіп таңдайды. Осындай дәрежі келтірудің арқасында және кей іскеқосылудың бәсеңдетілуінен магниттелінген токтың лақтыруынан дифференциалды үзінді ретке келтірген болуы мүмкін, бірақ оның істеу аймағында ҚТ кезіндегі сезімталдығының төмен болуынан. Дифференциалды үзіндінің сезімталдығының төмендігінен соңғы жағдайда әрқашан қолданады және де оны жаңа шарттарда қарастырмайды.

Қазіргі кезде дифференциалды қорғаныс кеңінен қолданылады, ретке келтіру үшін магниттелген токтың лақтырылуына қолданылады, синусоидалы емес пішіндегі тегіс емес токты дифференциалдық тізбектердің ерекшелігі кернеу бар кездегі трансформатордың қосылуында, дәлірек:

магниттелген токтың қисық лақтырылуындағы аралау бір жағы нөлдік желі мен жартытолқынның артқа қайтуының болмауы;

магниттелмеген токтың лақтыруында токсыз токтау 7-10 мс созылуы магниттелген токтың жартылайтолқын қатыспауы болғандықтан (2.2 а) сур. [3]);

магниттелген токтың лақтыруында жұп гармониктердің құрамы үлкен.



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

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

Көбіне дифференциалды қорғанысты РНТ және ДЗТ орындалған, ретке сәйкес келтіруге магниттелген токтың лақтыруына негізгі бірінші қарастырылғандарды пайдаланады. Бұл релелердің орындаушы мүшесі (ток

релесі) аралық трансформатор арқылы дифференциал тізбекті магнитті сымында жоғарлатылған индукциясымен қорғанысқа қосылған. Сондай ақ трансформатор тогының біріншілік орамына бірполярлық ток беріледі (2.2 а сур.), бұл токтың апериодты құраушысы магнитті сымынға терең қанықталған, барлық біріншілік токтар магниттелген токқа айналады және идеалды жағдайда екіншілік орамда трансформациаландайды (тасымалданбайды). Орындаушы мүше қаныққан ТТ–ның екіншілік орамына қосылғаны себептен іске қосыла алмайды. Мұндай ТТ – ы тез қаныққан (ТҚТТ) я қаныққан ТТ – ы (ҚТТ) деп аталады.

Егер ҚТ қорғаныстың істеу аймағында ҚТТ – ның біріншілік орамы арқылы синусойдалы ҚТ тогы өтеді (екі полярлы) (2.2 б сур.), онда ҚТТ бұл токты екіншілік орамда тасымалдайды және орындаушы мүшенің іскеқосылуын РНТ немесе ДЗТ релелерін қамтамасыз етеді. Айта кететін жайт, ол ҚТ апериодты құраушысына пайдалану алады, ҚТТ қанығатын және периодты құраушыға тасымалдануына кедергі жасайды. Бірақ ҚТ тогының апериодты құраушысы тез өседі, содан кейін периодтықұраушысының есебінен реле іске қосылады. ҚТТ мен қорғаныстың іскеқосылуының толық уақыты қолайсыз шарттарда $t = 0,12$ с- тан аспайды .

Жазылған идеалды анық ҚТТ –ның жағдайына айырмашылығы магниттелген токтың бирполярлы бөлігін тасымалдайды. Одан өзге, қосылулы үш фазалы трансформатордың кернеуі бар апериодты токтың магниттелген тогының лақтыру кезінде фазалардың біреуі қатыспауы ықтимал (осылай аталатын периодтың магниттелген токтың лақтыруын, ҚТТ- сыз жақсы тасымалдайды). Сондай форма ҚТТ- ның кірісіндегі қисық тогы орынды пайдалануы мүмкін және сол жағдайда, егер дифференциалды қорғаныстың трансформаторының тогы үлкен кателікпен істесе және магниттелген токтың лақтыруындағы периодты құраушысын ғана тасымалдаса. Барлық бұл болатын жағдайлар күштік трансформатордың жоғарысезімталды дифференциалды қорғанысына ҚТТ –ның көмегінсіз орындалуына кедергі келтіреді. Тәжірибе жүзінде іске қосылу тогы мына релелер үшін қолданады: РНТ $I_{с.з} \geq 1,3 I_{ном.тр}$, ал ДЗТ үшін $I_{с.з} \geq 1,5 I_{ном.тр}$, яғни қорғалып отырған трансформаторлардың номиналды тоғынан үлкен.

Әсіресе, шет мемлекеттердің тәжірибесінде қолданатын магниттелінген токтың лақтыруының ретке келтіру жолы екінші гормониканың көмегімен дифференциал қорғаныстың іскеқосылу тогымен орындалуына көмек береді, ТТ –ның аз номиналымен, бірақ анықталған жеткіліксіздікті пайдаланады: аумақтағы ҚТ кезіндегі іске қосылу баяулауының елеулігі және де ҚТ тогының үлкен қысқалықтары кезіндегі бастартуының мүмкін, дифференциалды қорғаныстың қаныққан ТТ –ғы екіншілік тогында терең жұп гормоникалар пайда болады. Зақымдалған трансформатордың өнуіндегі бастартуынан құтылу үшін қосымша дәрекі дифференциалды үзінді қойылады.

Жартылай өткізгішті элементтің көмегімен магниттелген токтың лақтыруын реттеу үшін пайдалану мүмкіндігі пайда болады және магниттелген токтың лақтыруындағы токсыз үзіліс айырмашылығы және трансформатордың

зақымдалуындағы ҚТ тогы (2.2 а,б сурет). Соңғы жылдары зерттеулердің көрсетуі бойынша барлық негізгі нұсқаулардағы магниттелген токтың қисық лақтыруының формалары токсыз үзілісті қолданады. Ол арнайы сұлбалармен тіркеледі және алдын ала берілген үзіліс мәнімен салыстырылады. Егер белгіленген үзіліс берілген мәннен көп бастартса, онда қорғаныс әсеріне тыйым салынады. Бұл принципті қолданушы дифференциалды реле, ол импульсті – уақыт деп аталады, және соның негізінде ДЗТ- 11 ифференциалды релесі жасалған. Қорғаныстың істеу аймағындағы ҚТ кезінде ҚТ тогының токсыз үзілістері токтың үлкен бөліктерінде орыналуы мүмкін, ол негізгі ТТ- ның дифференциалды қорғанысының терең қаныққан кезінде байқалады. Импульсті –уақыт релесін істеусіз мүмкіндігін қолдай отырып, қорғаныста бұл жағдайда қосымша дифференциалды ТҮ- сі іскеқосылу тогының үлкен мәнімен қарастырылған. Магниттелу тогының лақтыруындағы трансформатордың дифференциалды қорғанысын ретке келтіруінің басқа да амалдары көрсетіледі, пайдаланушы көрсетілгенінің айырмашылығы бұл қисық токтың формасы синусойдадан тәуелді. Мысалы, жартылайөткізгіштің қойылу сериясы РНТ- 560 және ДЗТ -10 релелеріне жасалған, бұл релелерді дөрекілейтін бірінші туынды дифференциалды токтың лақтыруындағы үзілістің пайда болуы. Осындай қойылу ҚТ тогымен трансформатордың дифференциалды қорғанысының сезімталдығын айтарлықтай көтеруіне болады.

2.3 Газдық қорғаныс

Іске қосылу принципі және пайдалану аймағы ГОСТ 10472-71 газдық қорғаныс маймен толтырылған күштік трансформаторларды қоғау үшін арналған, олар кеңейткішпен жабдықталған, ішкі зақымдалудың барлық түрінен қорғайды, газдың бөлінуімен бірге майдың бактан кеңейткішке үдемелі ағуынан және трансформатор багынан майдың ағып кетуінен де сақтайды.

Газдық қорғаныстың өлшеуіш мүшесі болып газ релесі алынады. Газ релесе металданжасалған екі қалытқысы бра ыдыс тәрізді, олар трансформатор багынан кеңейткішпен қосатын иілген құбыр желісіне соғылады. Қалыпты жағдайда да газ релесі трансформатор майымен толтырылып, қалытқылар көтеріңкі қалпында болады және олармен байланысқан электр түйіспелері ажыратылған болады. Елеулі емес зақымдалуларда трансформатордың ішіндегі майдан аймақтық қызудың әсерінен газ бөлінеді, олар бактың қақпағына қарай ұмтылады, сөйтіп газ релесінің жоғарғы жағына жиналып, оның ішінен майды ығыстырады. Екі қалытқының жоғарғысы май деңгейімен бірге төмен түсіп, түйіспелері тұйықталып, ескерту сигналына әсер етеді.

Ал күрделі зақымдалуда трансформатор ішін көп мөлшерде газ бөлініп, майды жылдам бактың ішінен кеңейткішке ығыстырады. Майдың ағымы газ релеі арқылы өтедіжәне төменгі қалытқыны іске қосады, ол зақымдалған трансформаторды өшіруге бұйрық береді. Бұл элемент тағы, трансформатор ішіндегі майдың мөлшері өте төмендеп кеткен жағдайда да іске қосылады (мысалы, бак зақымдалғанда және май ағатын болса).

Газдық қорғаныс өте сезімтал және зақымдалуды бастапқы сатысында таба алады. Трансформатордағы күрделі зақымдалуларда газдық қорғаныс жеткілікті жылдам істейді (0,1-0,2 с). Осы артықшылықтың арқасында газдық қорғаныс 6,3 МВА қуатты трансформаторда міндетті түрде орнатылады және одан жоғарыларда да, және де цех ішіндегі төмендеткіш 630 кВА қуатты трансформаторда, пайдаланылады. 1-ден 4 МВА-ға дейінгі трансформаторларда да газдық қорғанысты орнатуға болады.

Газдық қорғанысты баптау

Трансформаторлардың басқа қорғаныстарынан ГҚ едәуір айырмашылықтары бар, біріншіден, өзінің трансформатор ішіндегі зақымдалуларды жоғарғы сезімталдығымен, екіншіден, ГҚ сигналға немесе өшіруге істегенде, газ релесінде ауа немесе газ қалады. Бұл алынған өзге өзгешеліктерден трансформатордың зақымдалуын анықтауға болады. ГҚ қызмет көрсету бір қатар өшгешеліктері бар және белгілі жоспармен жасалады.

Жаңа трансформаторды бірінші рет қосқанда газдық қорғанысты қолдану әдісі. Жаңа трансформаторды кернеуге қосар алдында газ релесінің сигналға істейтін элементтің түйіспесіне параллель қосып, екі элементтің жұмысын өшіруге қосамыз. Мұндай сұлбе уақытша алғашқа 30 минут, трансформатор кернеуге қосылып тұрғанда сақталу қажет. Осы алғашқы минуттарда жаңа трансформатордың ақауын және зақымдалғанын көруге болады, бұл жағдайда сигналдық элемент трансформаторды өшіреді, және де зақымдалудың алдын алады. 30- минуттық аралықтан кейін трансформатор тексеріске өшіріледі және сигналдық элементтің түйіспесі өзінің сигналдық орнына қайтарылады. Ал өшіруге бағытталған элемент өзінің өшірулі жағдайында болуы керек. Жаңа трансформатор майында, орамдар арасында және трансформатордың жаңа бұйымдарының арасында белгілі бір мөлшерде ауа болады, ол ауа трансформаторды тоқпен қыздырғанда трансформатордың жоғарғы қақапағына қарай көтеріледі және газ релесінің жоғарғы кернеу жағында жиналады.

3 Қосалқы станцияның орталық сигнал беруі

3.1 Жабдықтар құрылғысы және сигнал беру тізбектері

Сигнал берудің негізгі бекітілуіне (түрі, жарығы, дыбыс белгілеріне) жедел қызмет етушілер тізбектің электр сұлбасындағы өзгеріске назар аудару қажет, тізбектің қауіпті режимінің немесе нақты жабдықтардың РҚА нақты құрылғысына әсер етеді және тағы басқа.

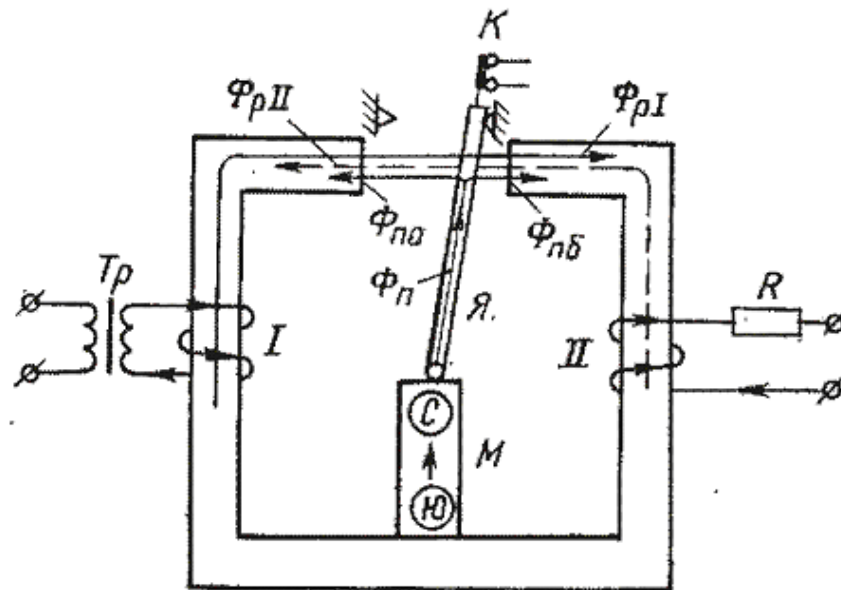
Сигнал беру құрылғылары. Нысандарда жабдықтардың әртүрлі белгілері пайдаланылады: көрсеткіш реле, реленің сигналы импульстік түрде беріледі, шырылдау, дыбыс беру нысандары, табло, сигнал шамдар және тағы сол сияқты.

Көрсеткіш релесі сигнал беру үшін, дұрыс режиммен жұмыс жасаудың бұзушылығына сипаттама беру жайлы әрекет атқару үшін қолданылады (мысалы, жабдықталуды жүктеу, тізбектерді жерге тұйықталу және тағы басқа). Сондай ақ РҚА-ң нақты құрылғысының не кейбір элементтерінің жұмыс жасауына керек. Жақсы жағдайда, тоқ көрсеткіш релесінің орамынан өтпесе, онда реленің жалаушасы реленің шыққан якорының (зәкір) бортында көтерілген күйінде қалады. Көрсеткіш релесінің орамасынан өткен тоқтың, якорь реле жүрекшесіне қарай тартады, жалаушаны босатып, ол өз күшінің әсерінен құлайды. Мұндай кезде реле жалаушасы (терезе) арқылы көрінеді. Қызметші құлаған жалаушаны байқау мүмкіндігін жоғарылату үшін оны ашық-қызыл немесе сары бояуға бояйды.

Жалауша құлаған сәтте көрсеткіш релесінің түйіспесі зақымдалынады, олар белгі беру түрін және дыбыс беруші сигнализациясының тұйықталуы үшін қолданылады. Белгі беруші жалауша мен көрсеткіш релесінің түйіспесі жедел қызмет етуші, оларды дұрыс күйге келтірмегенше сол күйінде тұрады. Жалаушаны көтеру мен түйіспелердің ажырауы батырма арқылы немесе реленің сыртқы қаптамасында қондырылған қайтарылымның бұрылысын басушы сы арқылы атқарылады. Реле жалаушалары кездейсоқ дірілден немесе тербелістен құламауы үшін өзі қондырылған орнына мықтап бекітіледі. Әрбір көрсеткіш құрылғы релеге немесе оның қасына жалауша құлауын себебін түсіндіретін плакат жазып қою керек (мысалы, жерге тұйықталу, қорғанысқа қосылуының бір әрекеті, тағы басқалары). РТ-80, РТ-90, дистанционды бөлек түрлері, аралық және тағы басқадай реле тоғының түрлері қатар жалаушалар деп аталады. Алайда, жедел қызметшілердің ескеретіні деректері мыналар: қатарлас жалаушалардың құлауы әртүрлі және дыбысты сигнализацияның бір мезгілде қызмет атқаруына кедергі келтірмейді. Қатарлас жалаушалардың дұрыс режимі бұзылғанда қорғаныс құрылғыларының әрекет етуіне көмектеседі. Көрсеткіш релесінің бүкіл тізбегі әрекет етушінің нұсқаулығында болуы керек (реле қатарлас жалаушаларымен) әрбір реленің қолданылуының түсіндірмесімен қоса және де олардың көрсеткішімен, іске қосылуымен бірге.

Жарық таблосы басқару қалқасындағы панельдердің пульттарына орналастырады. Олардың кейбіреулерінің корсеткіші релеге сәйкестері жалаушалары көтерілгенікезде ғана өшіріледі.

Импульстік сигнал беру релесі (ИРС) орталық дыбыстық сигнал берумен қатар апат сызбасында және дабыл беру кезінде қолданылады.



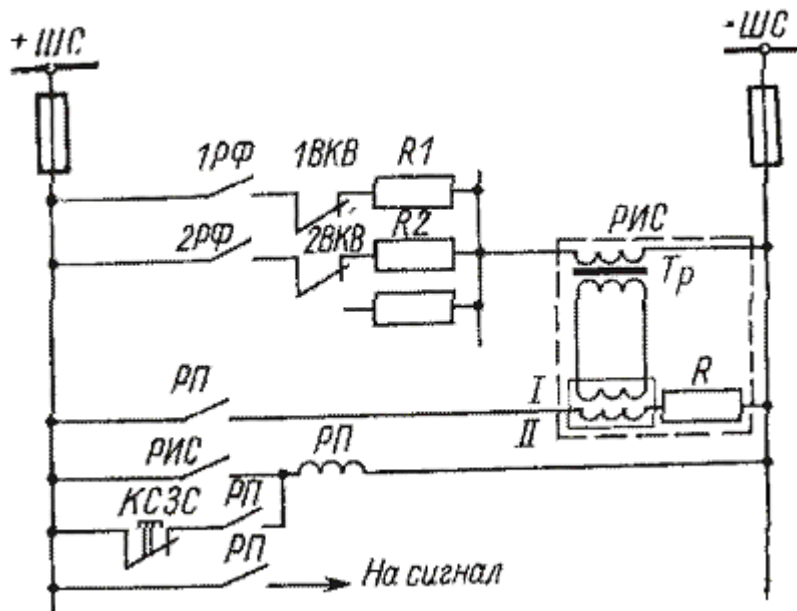
3.1-сурет – Импульстік сигнализация релесінің сұлбасы

Бұл құрылғы T_r трансформаторларынан, R резисторынан және полярлау релесінен тұрады (3.1-сурет). Өрістік реле M тұрақты магнит, $Я$ қозғалмалы якорь және I II екі орамалы электромагниттен тұрады. Ток электромагнитті I орамамен реле якорына өткен кезде, екі магниттік ағын: тұрақты магниттік ағын, ол Φ_p және электромагниттік ағын ол жұмысшы Φ_r деп аталады. Φ_p полярлы ағын солтүстік поюстан шығатын тұрақты магнит пен ауа саңлауында $\Phi_{па}$ мен $\Phi_{пб}$ болып екі түрге бөлінеді. Тұрақты тоқтық сигналды тізбегіндегі зақымдануда, осы тізбектегі токтың өсуі кезінде және T_r алғашқы орамада магниттік сымдағы магниттік ағын өсімі T_r индукциялы екінші орамаға өтетін. Осы ораманың әсері I полярлы релеге өте қысқа уақытта ток береді. I электромагнитті орамадағы токтың өтуі сол жақ бөліктегі ауа саңлауы $\Phi_a = \Phi_{па} - \Phi_{рI}$ магниттік ағынға әсер береді, нәтижелі магниттік ағын ауа саңлауының оң жақ бөлігінде $\Phi_b = \Phi_{пб} + \Phi_{рI}$, $\Phi_b > \Phi_a$. Мұндай жағдайда Φ_b магниттік ағын әсерінен реле якоры оң жаққа шегеріліп, K түйіспесі тұйықталынады.

II электромагнитті орам бойынан токтың өтуі Φ_r магниттік ағынның бағыты өзгереді; бұл жағдайда $\Phi_a > \Phi_b$ және реле якоры солға шегеріледі, K түйіспесін ажыратады. Электромагнитті орамада токтың жоғалуы Φ_p магниттік ағынының әсері реле якоры осының алдында орналасқан күйінде қалады (реле екі позициялы жұмыс атқарады).

Тұрақты жедел токтың өндірісінде (ИРС-Э2М) импульсты сигнал беру релесі шығарылуда. Бұл реленің ішінде жартылай өткізгіш триодтардың

күшейткіштері қосымша бекітіледі, полярлы реле орамасындағы тоқты күшейткіш, яғни ИСР-Э2 релесімен салыстырғанда сол мағынаны береді, трансформатордың екінші орамасында ИСР-ЭММ реле түріне 30 сигнал беруге (тоқтың 30 өзгерісіне сәйкестендірген) жарамдылығы қарастырылады, Тр трансформаторындағы алғашқы орамадағы тұрақты тоқты біртіндеп өсіреді, бұрынғы сигналдардың орнын басады.



3.2-сурет – ИСР типті релесімен апаттық сигнализация тізбегінің сұлбасы

Сигнал берудің тізбектері. Бекітуге байланысты апатқа сигнал беру тізбегін айыру белгісі ажыратқыш ережесінің сигнал беру тізбегіне, бөлгіштер мен басқа да аппараттар ескерту сигналдарын беру тізбектеріне байланысты.

Апаттық сигнал беру тізбектері. ИСР импульстік сигнал беруші релені қолдану арқылы жүзеге асырылады. 3.2-суретте ажыратқыштың түйіспесінің ережесін қосқанда және басқарушының сұлбасындағы басқа релелердің түйіспесінің ажыратқыштарының өшірілуіне сәйкестендірілген, 3.2-суреттегі (1 РФ, 2РФ) ажыратқыштардағы реле түйіспесінде орналасқан. Жанып тұрғанда, мысалыға 18 ажыратқыш түйіспесі ашылған болса, 1 РФ түйіспесі жабық. Апат кезінде өшірілгенде 1 В ажыратқыш түйіспесі зардап шегеді және де трансформаторға алғашқы орамамен тоқ барады. ИСР релесі жұмыс атқарады, оның түйіспесі аралық реленің қызметін атқаруына зор әсерін тигізеді. АР түйіспесінің тұйықталуы апат сигналын беруге әсер етеді, ИСР полярлы II реленің орамалары жабылды, полярлы релелік якоры бастапқы қалыпына келеді, ИСР түйіспесіне ықпал етіп, АР орама тоғы зақымдалып, БСДС дыбыс сигналының кнопкасы ИСР түйіспейді, АР қорек тізбегін үзеді, АР реле түйіспелері бұрынғы қалпына келіп, дыбыс сигналы өзінің қызметін атқара алмай қалады және да апат сигналының сұлбасы әрекет етуге дайын болып тұрады. Ажыратқыштың дабыл беру тізбегіндегі ораласу, сондай-ақ сигнал

бергіш шамдардың қосылып, өшуінің сұлбасы 3.1-суретте [8] бейнеленген. Ажыратқышты қосуға (басқарушы кілттің БК) дистанциондық қосуға сигнал берілгенде РКӨ релені қосуға сигнал бергенде түйіспе тұйықталынады, АК тізбектегі орама контактарындағы ажыратқыш қосылады, 2 ВҚК АРЗ релесі іске қосылады. Бұл реледе түйіспе зақымданып, оның 5-6, 9-10 түйіспелері тұйықталады, 7-8, 11-12 түйіспелері ажырайды. Ажыратқышты қосу шамы АШ жанады, 3 В АТ ажыратқыш қосылғанда зақымданады, ажыратқыш ӨШ өшкенде, 4 В ТЖ түйіспеде зақымданады. Апат жағдайында (немесе басқару кілтінсіз) ажыратқышты өшіргенде реле бастапқы күйінде болады, ажыратқыш түйіспесі жаңа-өшіргіш-өшіру жағдайына (4 В ӨТ түйіспесі, ал 3 В ҚТ зақымданады) сәйкестендіріледі. Реле жағдайы сәйкестендірілмейді, біріншіден, ажыратқыш және қосымша түйіспелері әсер етсе, екіншіден, сигнал беруші шамдардың өшіп-жануы 1 АР және 2 АР ажыратқыш реледен тұратын сұлба әрекет етеді. Өшіп-жану сұлбасы 1АР реле орамасының тізбесінде зақымдануға әсерін тигізеді, РФ релесінің 5-6 түйіспесі арқылы 4 В ҚК және ЖШ сөнеді. 1 АР іске қосылып, оның түйіспесіндегі 2 АР іске қосылып, ЖШ шамына жедел тоққа қосылу белгісі белгіленіп, 1 АР орамасынсыз ЖШ толық шаншымалы жанады. 2 АР реле түйіспесі 1 АР орама тізбесінде уақытқа жетпей зақымданады (1 АР және 2 АР уақытына қарамай жұмысын атқара береді, ал қайтуда аз уақыт мөлшерінде). 1АР түйіспесі аз уақытта жабылып, ЖШ шамы сөнеді, ал 2 АР тізбегі жабылады. 2 АР якоры қалып қояды, 2 АР түйіспесі аз уақытта жабылады, 1 АР-нің жұмыс атқарушы мүмкіндік туғызады, 1АР және ЖШ шамының жануына да мүмкіндік туғызады, ЖШ шамының өшуі мен жануы аз уақыттан соң шамның өшіп-жануы себепкер болғандай әрекет етеді. Реле ажыратқышын ретке келтіру үшін басқарушы кілтпен өшіру операциясын орындау жүреді. Онда РФ релесі жұмысын артқара бастайды, 5-6 түйіспелері, 7-8 түйіспелері жабылады, одан кейін ЖШ шамы жарық болып жанып, 1 АР мен 2 АР істен шығады. Сұлбаның соңғы тізбесі – «тізбелерді басқарудың үзілуі» тізбе сигналы ажыратқыш релесінің жабылған түйіспелерінің біртіндеп жалғанған қалпынан тұрады.

Басқару тізбесі ажыратқыш релесінің түйіспелерін өшірмекші болғанда бақылаушы тізбесі (мысалы, өшіргіш ажыратқышын АРӨ жандыру тізбегінде) жабылуы мүмкін, ал екінші реле түйіспесі жабық қалпында (3.1-сурет). Егер тізбек жөнделмесе, онда түйіспе де жабылады және ескерту сигналы беріледі (Л таблодағыдай) сигнал беру жерге тұйықтаудың торабында 10-35, кВ. Тораптағы 1 фазаның жерге тұйықталуы оқшауланып жекеленеді, зақымдану орнында сыйымдылық тоқтар өтеді, олар электрлік доғалардың пайда болуына әсерін тигізеді, торапта кернеу пайда болып, жерге қатысты қосымша оқшауланды зақымданады. Сондықтан [4] ережелерінде сыйымдылық тогының қаматалау туралы жалпы талаптары 30 А-дан асады, 3-6 кВ торабында 20 А-дан аса, 10 кВ торабында 15 А-дан асады, 15-20 кВ торабында 1 А-дан асады, 35 кВ торабында да. Егер электр 10-35 кВ кернеумен ауа желісі темір бетонмен немесе металмен тірелсе жерге тұйықталудағы сыйымдылық тобы [4] кернеуіне қарамастан 10 А-дан аспауы керек. Блоктың сұлбадағы (генератор кернеуіндегі) доғалы

генератор-трансформатор сыйымдылық тогында жерге тұйықталуда 5 А-дан аса қоданылады. Жерге ұзақ режимді жұмысын ескере отырып, жерге тұйықталудың бір фазасында фазааралық жабдықтың зақымдалуына мүмкіндік тудырады, сондай-ақ ағаш тіреуінің жануына немесе темір бетонның жарылуына қауіп төнеді, зақымдануды іздеуді жеделдету қажет және дұрыс жұмыс режимін қалыптастыру керек. Желінің бөлімшесін іздеуді жеделдету үшін жерге тұйықталудағы әртүрлі сигнал беру құрылымының (оқшауланған жеке желі үшін) желіде жайластыру үшін қолданылады. Осы құрылымның сұлбадағы құрылымы оның қай желіге қолданылатынына байланысты: кабельді немесе ауа арқылы, сәулелі немесе сақиналы. Электростансаларда немесе ірі түйінді қосалқы стансаларда сигнал беру құрылымы қондырылады, олар орнықты автоматикалық және талғаулық әсер береді, кейде уақытша жерге тұйықталады. Кішірек қосалқы стансаларда жеке аспаптар қолданылады, өлшеу арқылы желі бөлімшесінің зақымдануын іздейді. Жерге тұйықталудың кабелді желісінде сигнал берудің УСЗ түрі қолданылады. Осы әрекеттің принципіне қысқаша тоқталып өтетін болсақ, ол жерге тұйықталуда нөлге дейін түскен қисық тоқтан синусоидтарі ерекшеленеді. Бұндай қисық тоқтың формасын синусоид тогының қатарына өндірістік желілікке жоғары жиіліктегі тоқты алуға болады.

Эксперимент және есептеу арқылы 250-300, Гц жоғарғы гармоник жиілігі зақымдануға бөлімше желісінде нөлдік әсерінің едәуір үлкендігін дәлелдейді, зақымданбаған бөлімшедегіге қарағанда. [8] УСЗ құрылымы көрсетілген. 250-300, Гц жиілікте жоғарғы гармоникадағы сезгіштіктен төменгі сезгіштікке 50, Гц жиіліктегіге теңгермелі тоқты теңестіреді. Сондықтан зақымданған бөлімшеде желінің УСЗ едеуір үлкен болып шығатынын өлшеуіш аспап көрсетеді. Объектілерде УСЗ-3, УСЗ-3М екі түрі қолданылады. УСЗ-3М құрылғысы барлық кабельдік желілерде трансформатордың тогы нолдік тізбектелікте (ТНТ) және екінші тізбектің трансформаторлары панелге шығарылып тасталса, онда УСЗ-3М құрылымына бастырма арқылы кезекпен біртіндеп оларды қосуға болады.

УСЗ3 құрылымын кабелдерінде ТНТ жоқ объектілерінде қолданады. УСЗ-3 КЭ44 сияқты тоқ өлшегіш қармауыштарда ТНТ алмастырады. Нолдік тізбектілікте УСЗ құрылымы көмегімен өлшенеді, сондай-ақ жерге тұйықталудан басқа құрылымдық түрлер қорғаныстың және сигнал берудің дұрыс әрекетін қарастырады, кабелді желіде мынаны ескеру керек: жерге тұйықталуда кабелді желіге жақын, объектілерде электрсваркілеу аппараты істегенде (жергегі кабелдің желіге жақын тоқ өткен жағдайда) тоқтың бір бөлігі кабелдік сауыт және қорғасынды қабықша арқылы өтеді. Кабельді воронка корпусы (3.2-сурет) жерден Ібр арқылы өтіп, ТНТ екінші орамасын шақырмай-ақ жерге тұйықталудағы қорғаныс немесе сигнал беру арқылы ТНТ терезесінен кабель воронкасын, жерден өтетін сымдарды өткізеді. Сауыт пен қорғасынды қабықша ТНТ бөлімшесінен воронкаға дейін жерден және ТНТ жүрекшесінен оқшаулану қажет. Ісау. тогы ТНТ терезелері арқылы екі рет өтеді, жерге тұйықталудағы қорғаныс немесе сигнал беруге кері әсер етпейді. КЭ44

қармауыштары жерден өтетін тоқ сымдары қармауыш терезелерінен өтетіндей етіп тарту керек. Жерге тұйықталудың ауадағы желісінің әртүрлі құрылымы қарастырылады. Мысалы, ауадағы желі үшін 10-35,кВ «Поиск-1», «Волна», «Зонд» аспаптары қолданылады. [9] Союзтехноэнерго шығапған «Поиск-2» аспап 8-10, м қашықтықта сымдар жүйесіне магниттік индукцияға айналасындағы сымдардан келетін тоқтардың жоғарғы гармоникаларын реттейді. Желіге жақын зақымданғандардың аспаптардағы көрсеткіші зақымданбағандағыдан едәуір көбірек көрсеткіш. Қосалқы станса арқылы зақымданған орынға барса, онда жерге тұйықталу көрсеткіші аспабы тез азайтады. Тоқ жүктемесі желідегі сыйымдылық тоқтары арқылы өтеді. «Поиск-1» желі 25,км 6,кВ үшін, 15,км 10,кВ және 10,км 35,кВ үшін қолданады.

Тізбектердің қызмет көрсетуі және сигнал беру құрылымы.

Қызметші аралағанда барлық көрсеткіш релесін анықтап тексереді және жан-жақтағы реле жалаушаларының түрлерін, олардың барлығының көтеріліп тұрғандығын көрсетеді.

Дұрыс режим кезінде құлаған сигнал беру жалаушаларын алдын ала жазып, одан кейін қай реледе құлағандығын екеулеп тексеру керек. Өйткені, қорғаныс құрылымы қызметінің себебін анықтау үшін ол жазбалардың дұрыстығын тексеру, әдетте реле корпусының жанына құлаған жалауша мен бірге панельге бормен белгілеу қажет. Бұл белгілерді уақытылы өшіріп отыруы қажет, өйткені ескі белгілермен шатасып едәуір қателеседі.

Жедел қызметші жергілікті нұсқаулықты бекітілген дыбысты және түрлі сигнал берудің жарамдылығын барлық сигнал беруші лампалары тексереді, табылған ақауларды жөндеуге шара қолданады. Сигнал беруші шамның сөнуі және РЗА қызмет көрсетудің жедел қызметшісінің болмауы (егер арматура шамы жарамды болса), онда шамның жарамдылығын, сосын сигнал беруші сақтандырғыш құрылымының жарамдылығын тексеру керек (автоматтардың ережесі). Егер шам және сақтандырғыш жарамды болса (автоматтар қосулы), онда РЗА жергілікті қызметшісіне ақаудың жоқтығы туралы міндетті түрде хабарланады. Егер шамның сөнуі қорғаныс құрылымының тізбектерінің ақаулығы туралы сигнал берсе немесе жалғанған ажыратқыштың бәрі жарамсыз болса, онда жедел қызметші нұсқаулық бойынша әрекет етеді. Жабдықты, жалғағышты, желілерді, трансформаторларды және генераторларды релелік қорғаныс құрылымынсыз қалдырмайды. Күн күркірегенде жедел қызметші тез жазу қажет және құлаған сигнал беруші жалаушыларды түзетіп, күн күркіреуіштің қайталануын ескере отырып, сигнал құрылымын өшірген сайын уақытылы және дұрыс жалғауын, орнықтырылуын бақылайды.

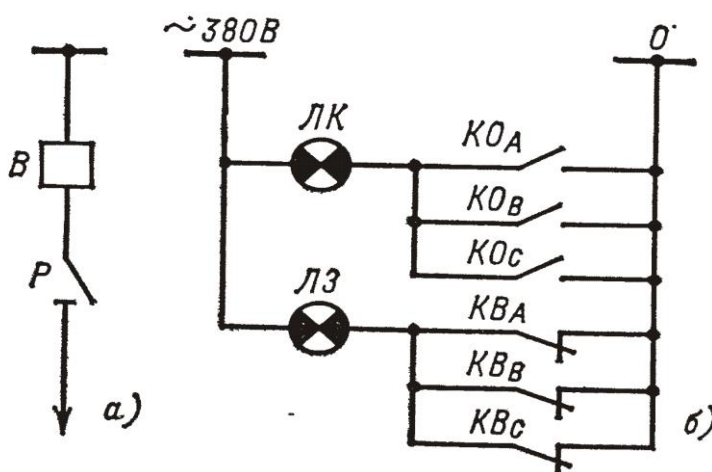
Ұдайы жедел тоқтың желісіндегі оқшаулауды сезгіштікке бақылаудың жерге қосарланған тұйықталудың пайда болу мүмкіндігін шектейді. Ажыратқышы өздігінше өшіру апатқа ұшыратады, көбінесе қысқа тұйықталумен жабдықталады.

3.2 Сигнал беру және блогтау

Қалқанды басқаруда сигнал берудің төмендегідей түрлері қарастырылады: коммутациялық аппараттардың ережелері, апатты, сақтандырғыш команды беруші.

а) Коммутациялық аппараттардың сигнал беру қалпы.

Коммутациялық аппараттардың сигнал беру қалпы (ажыратқыштар, айырғылар, олардың жерлендіру шаппасы) апатты жағдайлардағы сұлбаларының жағдайы туралы ақпарат беру үшін қызмет атқарады. (3.3-суретте) жарық сигнал берудің қағидалы сұлбасының қалпы фазалардың басқару үшін берілген (220-750 кВ).



3.3-сурет – Жарық сигнал берудің қағидалы сұлбасының жалпы фазалардың басқару үшін берілген сұлба.

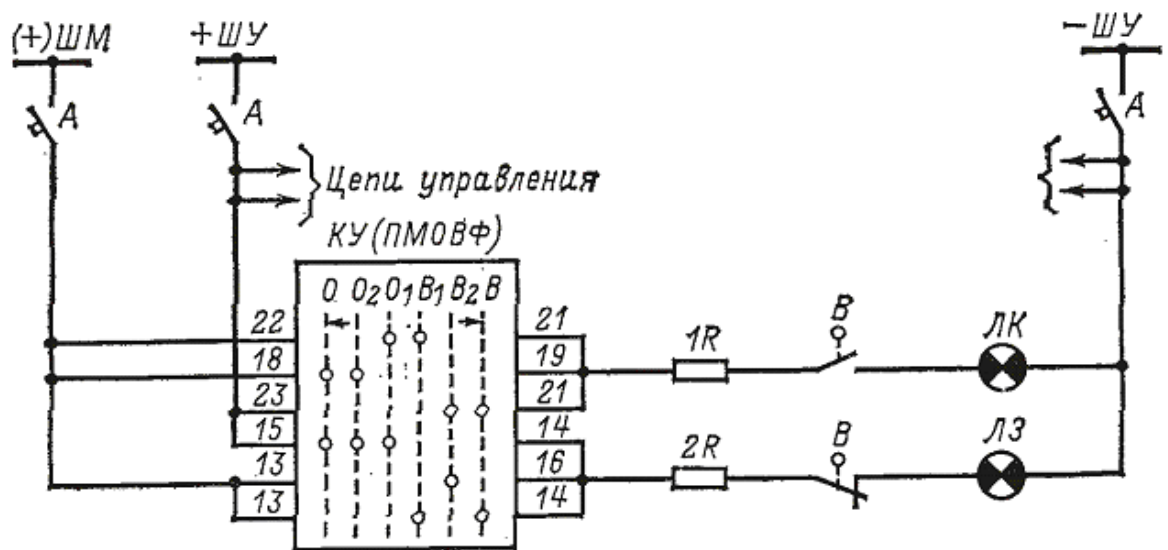
Айырудың әрбір фазасы элетр қозғалтқыш жетегі арылы ПДН сияқты әрекет етеді. Сигнал беру шамы – қызыл (жанып тұрғанын) және жасыл (өшіп тұрғанын) білдіріп – дистанционды басқару пультінде орналастырылады. Өшірілген жағдайда айырғының КВ көмекші түйіспелері тұйықталып және сигнал беру шамының жасылы жанады. КВ және КО түйіспелері жетекпен байланысты, айырғының соңғы ажыратқышында жанып өшеді. Ажыратқыштың сигнал беру қалпы сигнал беру шамдарының көмегімен орындалады. Сигнал беру шамы басқару кілтінде немесе қалқан сұлбасында орналасады. Жарық беру сигналының қалпы ажыратқышты басқару сұлбасына байланысты орындалады. 3.4-суретте [5] ПМОВФ кілтін қолданғандағы сигнал берудің сұлбасы келтірілген. Бұл сұлбада түйіспелер кілті сигнал беру тізбегінде команда бергенде бір мезгілде өшіріледі, ажыратқыш қалпы өшіргіштің қосымша өзгерістерін бақылайды. Ажыратқыштың негізгі қалпы «қосылды», «өшірілді» деген сигнал беруін түйіспе ажыратқышының кілтін бұрау қалпына сәйкестендіріледі. Мысалы, кілт «өшірілді» қалпында тұрса, онда «өшірілді» және ажыратқышта өшіріледі, (3.4-сурет) сұлбада тізбе құрылды: +ШУ, 15-4

түйіске контактілері, 2R резистор, В өшіргіштің қосымша түйықталу түйіспесі, жасы шам ЛЗ-ШУ. Жасыл шам тез жарық береді. Қызыл шам тізбегі ажыратылады.

Егер кілт «қосылу» қалпында болса, онда ажыратқыш қосылады, сигнал беру тізбегі: + ШУ, кілтін 23-21 түйіспесі 1R резистор, В өшіргіш түйіспесі (қосылғыш қосылғанда түйықталады), шам ЛК –ШУ. Қызыл шам түзу түспен жанады.

Жедел қызметшінің назарарын аударту үшін автоматты қосқанда немесе ажыратқышты өшіргенде сигнал беру шамы жанып-өшіп жанады.

ПМОВФ сызбасында кілтті қолданғанда, кілт қалыпы мен ажыратқыш түйіспелері сәйкес келмейді (мысалы, «қосылу» кілт қалпында «алдын ала қосылады», ал ажыратқыш өшіріледі немесе кілт «өшірілген» қалпында, «алдын ала өшіріліп», ал ажыратқыш қосылады).



3.4-сурет – ПМОВФ кілтін қолданғандағы сигнал берудің сұлбасы

«Қосылу» қалпында және ажыратқыш «өшірілген» қалпында тоқ мына тізбектер арқылы өтеді: (+) ШМ, 13-14 түйіспе кілті, 1R резистор, ажыратқыштың қосымша түйіспелері В, ЛК – ШУ шамдары. Қызыл шам өшіп-сөнөді, жасыл шам өшіп-жанады. Жасыл шам өшіп-жанады, алдын ала қосылу және өірілгенде жасыл «шам өшіп-жанады». Келтірілген сұлба ажыратқыштың барлық қалпын басқарады және басқару командасын бақылауды орындайды.

ПМОВ, КВ және МКВ кілттер түрлерін қолданғанда ажыратқыш қалпының сигнал берудегі сызбасы ерекше және сигнал беру қалпының тізбесін қалыптастыру үшін қажет. Бұндай жағдайда сигнал беру үшін РФК команда беруге арнаулы реле қолданылады.

Ажыратқыш қалпының сигнал беру сызбасына 3.5-суретте [6] РФК релесі қолданылған. МКВ кілті арқылы ажыратқыш басқарылады.

Реле сапасы ретінде екі орауы бар екі позициялы реле қолданылады, екі қалыптың қай-қайсысына болса да реле якорі қосыла береді. РФК релесінің

қайта қосылуы орауға импульс береді, өйткені оның түйіспесі тізбекте тұйықталған. Ораудағы РФК якорі тоқ өткенде қалпын өзгертеді және өз түйіспелерін қосады. Реле түйіспелері екінші орауға импульс бергенше, тоқтың өткеніне дейін түйіспелердің жаңа қалпы сақталады. Реленің осы импульсі бұрынғы қалпына келеді.

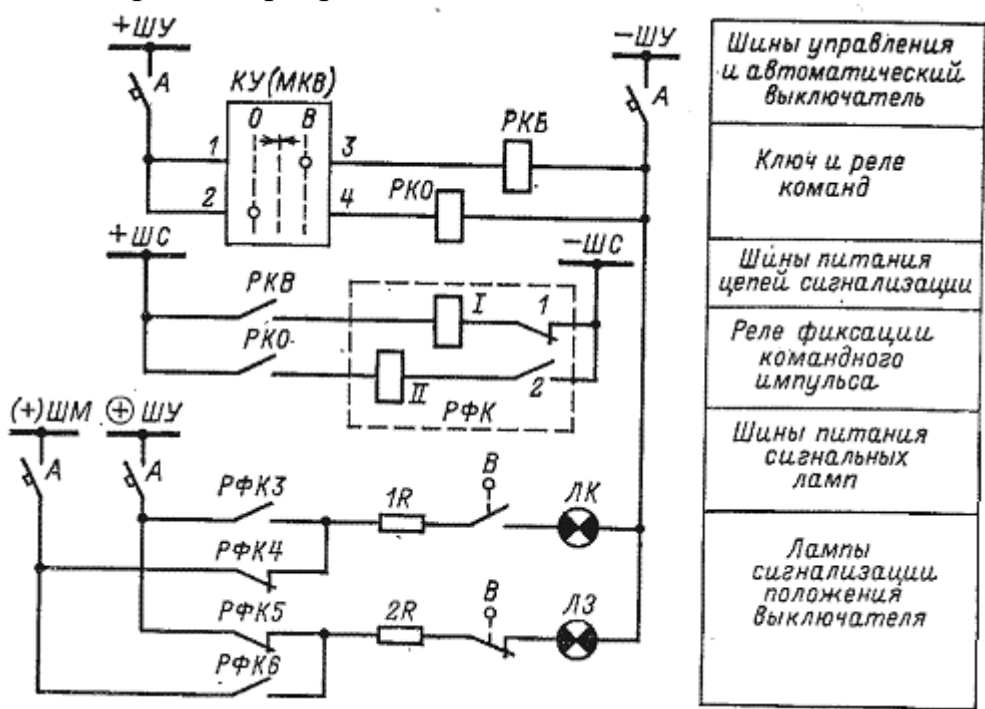
3.5-суреттегі сұлбаның жағдайы ажыратқыштың өшірілген қалпына келеді. Жасыл шамның тізбегі құрылды:

+ШУ, РФК5 тұйықталу түйіспесі, 2 R резистор, В ажыратқышының көмекші түйіспелері, ЛЗ, ШУ шамдары – тең жарық бергіштер.

Түйіспелер кілтін басқарудың «Қосу» командасы берілгенде 1-3 реле тізбегіндегі орау 1-3 тұйықталуда РКВ 1 релеге РФК (+ШС, РКВ түйіспелері, 1 РФК орауы, түйіспелер РФК 1, -ШС қорек береді). РФК релесі якорін екінші қалыпқа тастайды, 2,3,6 түйіспелер тұйықталады және 1,4,5 ажыратылады.

Қосу операциясы біткенде В қосымша түйіспелері өз қалпын өзгертеді және қызыл шамға қорек беруші тізбектерді құрайды: +ШУ, РФК3 түйіспелері, В қосымша түйіспесі, ЛК-ШУ шамы. Қызыл шам тең жарық береді. Сигнал беру сызбасында өзгеріс болмайды. Ажыратқыш қосылуы тұрғанда қызыл шам ылғи жанады. Автоматты өшірілгенде қорғаныс арқылы жасыл шам өшіп-жанады, ол РФК6 түйіспесі арқылы жанады.

Түйіспелер кілті команда берілгенде өшіруге РКО релесі, II РФК орау тізбесі өз түйіспелерінде тұйықталады. РФК релесі – 1,4,5 түйіспелері тұйықталады және 2,3,6 ажыратылады. В ажыратқышы өшірілгенде сигнал беру тізбегі «өшіру» қалпына келеді. Автомат қосылғанда, мысалы АВР арқылы қосылса РФК4 түйіспелері арқылы қызыл шам жанып-өшеді.



3.5-сурет- Релелік сұлбасын басқаруды пайдаланғанда ажыратқыштың сигнал беру қалпының сұлбасы

Өшіру командасы берілгенде реле РКО жұмыс істейді, II РФК орау тізбесіндегілер тұйықталады. РФК релесі қосылып, 1,4,5 түйіспелер тұйықталады және 2,3,6 ажыратылады. В ажыратқышы өшірілгенде сигнал беру тізбегі өшіріледі. Ажыратқыш автоматты өшірілгенде АВР арқылы РФК4 түйіспесі арқылы қызыл шам өшіп-жанады.

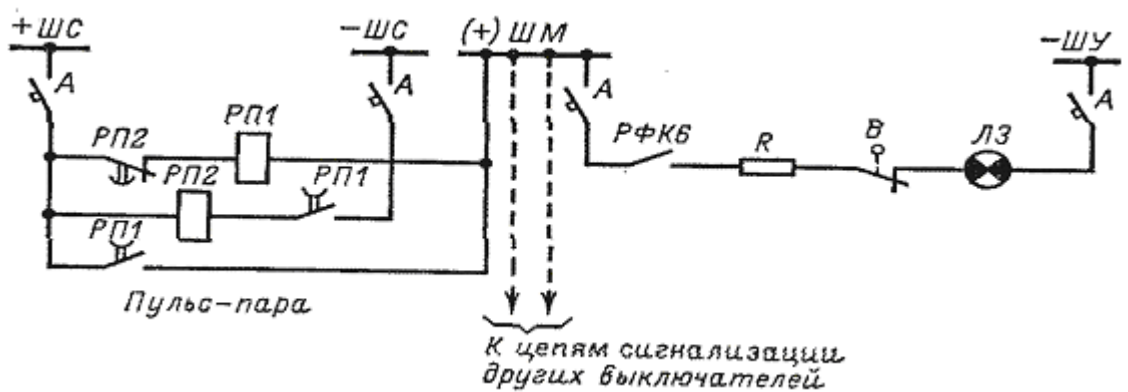
3.4, 3.5-суретерді, [11] сызбаларды салыстырғанда ПМОВФ кілтін қолданғанда көп сымдар қажет болатындығын, сигнал беру құрылғысы пульсте кілтті қосатындығын, МКВ кілтін қолданғаннан гөрі ПМОВФ кілтінің тиімділігін және оның әртүрлі пакеттер жинау керектігін, ПМОВФ кілтінің көбісі басқару қалқанын үлкейтеді. Сондықтан ПМОВФ кілті ажыратқыштар азайғанда пайдалану тиімділігі ұсынылады.

б) Ажыратқыштарды өшірудің апатты сигнал беруі

Сигнал берудің бұл түрі қызметшіге хабарлама беру үшін, сондай-ақ реле қорғанысы ажыратқышын өшіруге және жарық, дыбыс сигналын беру үшін қолданылады. Дыбыс сигналын беру- қызметшінің өшірілген жағдайға назарын аударуына, ал жарық беру- өшірілген аппаратты көрсету үшін беріледі.

Жеке апатты сигнал беру басқару кілті қалпына, ажыратқыш қалпына (реле фиксациясының) сәйкестендірілмей құрылған.

(3.4, 3.5-сурет [9]) ажыратқыш қалпының жарық беру тізбегіне апатты жарық сигналын беру үшін қолданылады. Апат болғанға дейін ажыратқыш қосылуы және сигнал беру сұлбасы қызыл шамның тең жану қалпын бейнелейді. Ажыратқышты апат кезінде өшіру сұлбадағы көмекші түйіспелердің қалпының өзгергенін, сәйкес келмейтін тізбектердің пайда болғанын және жасыл шамның өшіп-жанғанын бейнелейді. Бұл тізбектерді басқару қалқанында өшіп-жанудың жалпы құрылғысы құрылады. 3.6-суретте осы қосарланған пульстің екі аралық РП1 мен РП2 релесінің (РП1) түйіспелерінің ажырауына және (РП2) тұйықталуына пайдалану мақсатында қолданылады.

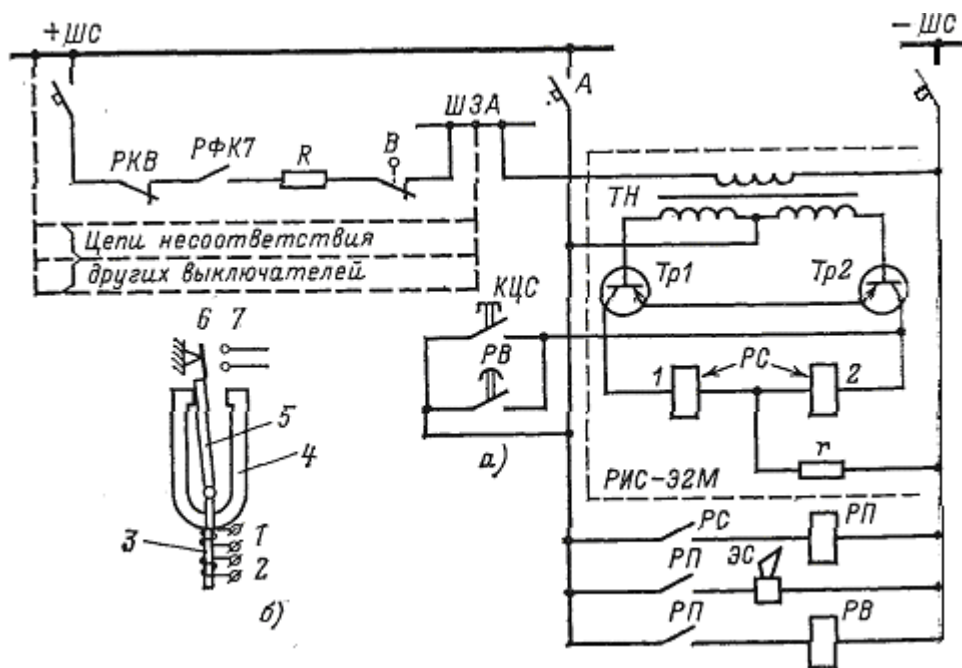


3.6-сурет – Апаттық сигнал беру жарық тізбегінің қалыптасу сұлбасы

Қосарланған пульсті қосу кез-келген ажыратқыштағы сигнал беру сұлбасындағы тізбектердің сәйкестендірілмеуінен пайда болады, осы

қалқандағы басқару міндетін атқарады. Тізбектер пайда болғанда (3.6-суре [12]) –ШУ мен +(ШМ) арасында сигнал беру шамы қосулы болады және РП1 орауы мен R резисторда кернеудің әсерінен жанбай қалады. РП1 релесі орауы ток арқылы жұмыс істейді, РП2 орауындағы тізбектің зақымдануынан (+) ШМ-ге бір мезгілде қосылады. Сигнал беру шамы толық жанады. 2 РП түйіспелер релесін РП1 релесінен кернеуді шығарады. Бірақ, РП1 түйіспелер релесі тұйықталған қалпында біраз уақытқа дейін шам жанғанша сол қалпында болады. Түйіспелердің ажырауынан РП1 релесі (+)ШМ-дан шығарылады. РП2 релесі өз түйіспелерінің кернеуі азайғанда орауынан тұйықталады. РП2 реле түйіспелері тұйықталғанда сұлбаның жаңа циклі әрекет етеді. Жеке жарықтың апатты сигнал беруі кілт арқылы немесе РФК релесінің „өшіру” қалпы әсерінен тоқтатылады. Бұл операция сигнал беру түбіршегі деп аталады.

Жеке жарқы сигналымен бірге дыбысты жалпы апатты сигнал беру әрекет етеді. 3.7- суретте дыбысты апатты сигнал беру сызбасы көрсетілген, РИС-Э2М релесінің импульсті сигнал беру көмегімен орындалады. Бұл реленің негізгі элементтері: РС полярлы сигналды реле, ТМ кернеу трансформаторларынан, ТР1 және ТР екі транзисторлы қосқыштан тұрады. Полярлы реле РС4 тұрақты магниттен, 3 жүрекшеден, 5 қозғалмалы якордан, бтүйіспелі көпірден, 1,2 орамды басқарудан, 7 түйіспелерден тұрады. Тұрақты магнит якордің соңғы қалпын реттеу қызметін атқарады. Якордің қалпы орамды басқаруға (1 немесе2) ток бергенде өзгереді. 3.7-суреттегі сұлбада МКВ ажыратқыш кілтін басқару үшін дыбыс апатты сигналына әрекет ету қабілетін анықтайды.



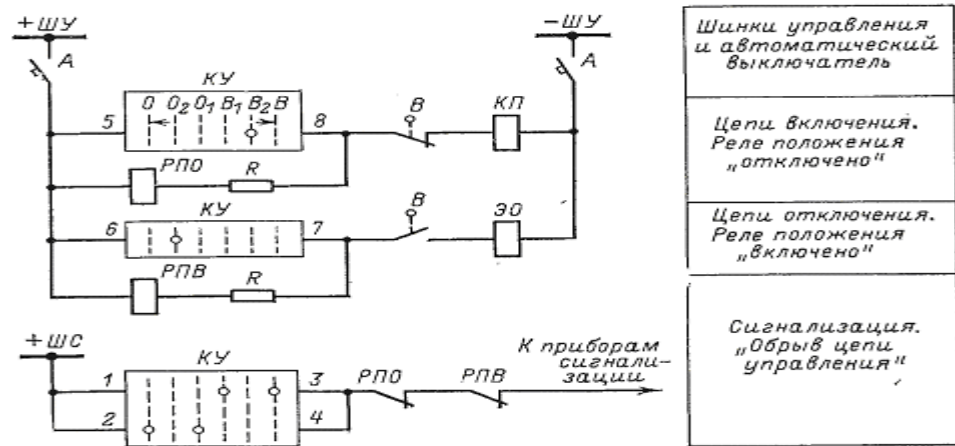
3.7-сурет – Дыбысты апатты сигнал беру сызбасы

Ажыратқышты қосқанда РФК7 релесінің түйіспелері тұйықталады, В қосымша түйіспесі ажырайды. Ажыратқышты өшіргенде В тұйықталады, ал

РФК7 түйіспесі жабылады, РФК7 реле түйіспелері және ажыратқыштар арасында сәйкессіздік пайда болады. ШЗА плюс, ТН релесі РНС –Э2М-нен ток өтеді. ТН орамасында ток көбейеді, РС релесі іске кіріседі.

в) Ескерту сигналы

Қызметшіге бақылаушы объектілердегі, электр қондырғылар немесе қорғаныс тізбектері және автоматтың дұрыс жұмыс істемеген, релесі бұзылған жағдайын хабарлау үшін ескерту сигналы қолданылады.



3.8-сурет – Ескерту сигналының тізбектерін басқаруда үзілген жағдайдағы сұлба

3.8 суретте ескерту сигналының тізбектерін басқаруда үзілген жағдайдағы (ПМОВФ кілтімен сұлбасы) көрсетілген. Тізбектерді басқару үшін екі аралық релені бақылауға: РПВ „қосылу” релесін қалпы, ажыратқыш қосылған күйінде және бақылаушы тізбектен өшірілгенде РПО релесі өшіріледі.

г) Блокировкалар

Блокировкалардың негізгі екі түрі бар: қауіпсіздік және жедел.

Қауіпсіздік блокировкасы деп бөлу құрылымы камерасына немесе жабдықтарға, яғни ток келетін бөліктерге немесе жабдықтарға ток кернеуі көп орындарға пайдалануға беретін немесе жөндейтін қызметшілердің кірмеуін ескертетін қондырғыны айтады. Бұндай камераға электр құлпын қолданады.

3.3 БМ ЦС тізімге алу және жұмыс

1. БМЦС орталық сигнал берудің микропроцессорлық блогы.

ДИВГ.421452.001(ары қарай-блок), электрлік қосалқы станциялардың және электростанциялардың орталық сигнал беру құрылысының жалпы секциялық міндетін атқару үшін реле қорғанысы мен (РЗЛ) автоматының цифрлық немесе электромеханикалық құрастырылуына арналған.

Блок электростанса мен қосалқы стансалардың панельдерінде, шкафтарында, релелік залдарында және пульттерінде қалқанда басқаруды қондыруға арналған. Блокты газ бен мұнай шығаратын объектілерде де қолданады. Метрополитен мен электрленген темір жолдардың тартылыс

қосалқы стансаларында, өндірістік кәсіпорындардың қосалқы стансаларында, технологиялық процестердің басқару жүйелерінде сигнал беруді ұйымдастыру үшін блок қолданылады.

2 Блок - төменгі дәрежедегі жүйе ретінде АСУ және ақпаратты – басқарушы комплекстерге қосылады.

3 Блок - орталық сигнал берудің қазіргі цифрлық құрылғысы болып табылады және көп қызмет атқарушы қиыстырылған құрылғы, апат және ескерту сигналын қабылдаушы және бейнесін түсіруші, жинақтау сигналын беру, сигналды қабылдау және осы ақпаратты байланыс каналдары арқылы бір-біріне беру қызметін атқарады.

Блокта микропроцессорлық элементтер базасын қолдану, бағдарламалық ақпарат алуды қамтамасыз етеді, жұмыстың қабілеттілігін, тұрақтылық сипатын, шешімін арттырады.

3.4 Техникалық сипаттамалары

Негізгі параметрлері және өлшемдері

Блок қорегі (45-тен 55 Гц-ға дейін) ауыспалы, тұрақты және түзу ток көзінен өндіріледі. Номиналды кернеуде қорек 220 В. Қорек кернеуі диапазонында 88-ден 264 В-қа дейін. Жедел тоқтың аталған кез-келген көздеріне блокты қосуға мүмкіндік бар. Қорек берудің 0,5с ұзақтығындағы үзілістерді блок сезбейді, блокқа ДИВГ.673841.001 конденсаторын қосқанда (жеке тапсырыс арқылы алынады) – 10с-ға дейінгі ұзақтықта.

Қуат (блокқа жедел ток көзінен алынады) 10 В-тан аспайды.

Блоктың габаритті өлшемі – 355*257*205 мм-нен аспайды.

Блоктың массасы қаттамасыз 8 кг-нан аспайды.

Параметр атауының маңыздылығы

Сигналдың кірісі „потенциалды кірісі”

тұрақты ток

берілген тоқты қосу үшін 32 кіріс саны

жүру мерзіміне берілген ұстамдылық диапазоны, 0,03-тен 99,99-ға дейін

қайту мерзіміне берілген ұстамдылық диапазоны, 0,03-тен 99,99-ға дейін

ұстамдылық мерзімі 0,01

негізгі мөлшерлі шегі, аспайтын:

диапазондағы абсолютті мөлшерін 0,03-тен 10,00 с, мс±10

диапазондағы салыстырмалысы 10,01-ден 99,99 с, % ±0,1

кіріс саны 2

кернеуі В 220

ұстамдылық кернеуі В 170

диапазонның ұстамдылық кернеуі В 0-140

кернеу шегі В 264

кіріс сигналындағы кіріс тогы МА 3,5-тен аспайды

уақытылы дискреттілік мс 1

уақыт бойынша қосарланып кіруге мүмкіндік, мс, 2-ден аспайды

сигналдың ең аз ұзақтығы мс 20 ± 2

2 Топтама сигналының (тоқпен) кірістері

- кіріс саны 4
- тұрақты тоқтың түрі
- тоқтың импульсі, мА 50
- тоқ импульсінің шыдамдылығы мА, 40-тан кем емес
- импульс ұзақтығы мс, 50-ден кем емес
- анық қабылданған сигналдар саны, 30-дан кем емес
- диапазонның ұстамдылық уақыты 00,0-ден 99,9-ға дейін
- уақыт ұстамдылығы 0,1-ден абсолютті шектеулігі негізінде $\pm 0,1$ -ден аспайды
- бағаналы ұзақтығы А, 1,8-ден кем емес
- уақыт аралығы мс 10
- рұқсат берілген уақыт бойынша (1 кіріспе) мс, 80-нен кем емес
- қайту тогы диапазонның мәні мА 65-70
- кіріске кедергі Ом, 2-ден кем емес.

Параметр атауының маңыздылығы

3 Дискретті сигналды басқару және сигнал берудің кірістері

- дискретті кіріс сигналдарының саны 8
- айырып – қосқыш түйіспелерінің түрлері
- тұрақты уақыттағы айырма тогы L/R 20 мс және 250 В, мА кенуінде 150-ден аспайды.

Блок дұрыс істейді және зақымданбайды:

жедел тоқ бергенде және өшіргенде, қорек берудің үзілісі, қайта қалпына келтірілуі;

жедел тоқтың тізбектерінің жерге тұйықталуы

Блок «параметрге шығатын» «жергілікті» «дистанционды» (бағдарлама кілтін) қалыпқа келтіреді.

Блок өз қызметінде барлық мерзімде бағдарламалық қалыпты, жағдайлар журналын және жинақталған ақпаратты сақтауды қамтамасыз етеді.

Блок сағаттың жүрісін қамтамасыз етеді:

жедел тоқ барда- шексіз;

жедел тоқ жоқта – 200 сағаттан кем емес.

4 Оқшаулануға электр тізбектері мен корпус арасындағы суық қалпында сыртқы тізбектерге тәуелді емес электрлік қарсылықты құрайды:

- 100 МОм-нан кем емес – НКУ;
- 1МОм-нан кем емес - жоғарғы ылғалдылықта.

5 Электрлік оқшаулану сыртқа электрлік тізбектер мен осы тізбектердің арасында және корпусының суық қалпында НКУ қайта жабылмаған күйінде төзімді:

- ауысу тогының сынамалық кернеуі 2000 В (әрекет етуші мәні) жиілігі (50 ± 1) Гц 1 мин ағымында;
- импульстік сынамалы кернеу 3 жарамды және параметрлік импульстарымен;
- амплитуда 4,5-тен 5 кВ-қа дейін;
- энергия импульсінің $(0,50 \pm 0,05)$ Дж;

- толқыны (1,20±0,36) мкс;
- толқынның құлдыраған уақыты (50±10) мкс;
- импульстік кернеу көзінің қарсыласуы (500±10) Ом;
- импульстарымен арақашықтығының ұзақтығы 5 с-дан кем емес.

Қызмет сипаттамалары

Блокқа кіру

Блокқа кірудің 3 тобы бар:

- 32 кіріс („потенциалды” кіру) „потенциалды кіру” немесе „кұрғақ түйіспе” дискретті берушілерді қосу үшін;
- тоқтың 4 кірісі (КИС) сигнал берудің импульстық каналдары жинақты сигнал беруді қосу үшін;
- квиттік екі кіріс;
- 16 кіріс қосу үшін қосарланған, жалпы түйіспесі бар

Блок тізбектер арасында және құрылымның процессорлық бөлігінде барлық тәуелсіз тізбектерді босатуды қамтамасыз етеді. Кіріс қорегі тұрақты жедел тоқтың сыртқы көзінің қызметін атқарады.

- беруші;
- қозғалу уақыты;
- қайтару уақыты (СПИ, ССИ, СПСИ-ден басқа)
- релеге дыбыстық және жинақтық сигнал беру әрекеттері.
- әрбір кірісте берушілердің біреуін таңдауға мүмкіндікті қамтамасыз етеді:
- тұйықтаушы түйіспе (ЗК);
- ажыратушы түйіспе (РК);
- импульс көтерілгендегі импульстық сигнал (СПИ);
- импульс төмендегендегі импульстық сигнал (ССИ);
- импульс көтерілгендегі немесе төмендегендегі импульстық сигнал (СПСИ);

Берушіге негізгі ережеге сәйкес бағдарламалық кілт қондырылады. Берушіге негізгі ережедегідей бағдарламалық кілт қондырғысымен кіріс өшіріледі „откл”.

Берушілер үшін ЗК және РК жағдайлар журналдарында сигнал пайда болып және қайтарылып, ал СПИ, ССИ, СПСИ берушілері үшін – сигнал пайда болады. Барлық берушілер үшін

$$R = \frac{U_{ш}}{0,05}, \quad (3.1)$$

мұндағы R - резистор кедергісі, Ом;

U_ш – қорек кернеуі, В;

R кедергі стандарттық маңызға кішірейтіледі.

Мысалы, 220 В-қа тең кернеу қорегі үшін қарсыласу есебінің мәні 4-4 кОм-ды құрайды.

Стандарттық мәнге жақын 4,3 кОм тең. Резисторды 3,9 кОм номиналды мәнмен қолдануға болады.

Шинкалардың дұрыстығын және КИС каналын тексеру үшін әрбір шинкаға бір-бірден қосымша резистор (RK резистор 2 сурет) қосылу қажет. Блог үзілген шинканы табуға, әрі оның КИС ішкі тізбектерінің тоқсыздалған немесе жарамсыздығын табуға тиіс. RK резисторын КИС шинкаларының ең соңына қондырылу ұсынылады.

КИС жағдай шина тогының үдеп 40 мА жетуі таңғарлық. Блог шинка тогының аздап өзгеруі байқалады. КИС сезгішсіздігі шинка қорегінің -20% +10% номиналды кернеу өзгерісін қамтиды. КИС1 каналы шинкаға 30 дейінгі берушілерге қосылуға тиіс. КИС қайтуы шинка тогының 65 мА төменгі мәнде азаюынан болады (берушілердің түйіспелері ажыратылған).

Импульстық сигнал берудегі оқиғалары төзімсіз немесе канал уақытының мәніне қарай төзімді мерзімде тіркеледі. Әрбір КИС үшін 0,00-99,9, 0,1 с дискретті тапсырма беріледі. Берілуінің нольдік мәні қосымша уақытта төзімді.

Егер уақыт төзімділігі нольден өте жақсы болса, онда бірінші сигнал берілісімен уақыт өлшемі сигнал береді. Шыдамдылықта берушілердің іске қосылуы мен қайтуының саны есептелінеді. Егер төзімділік уақыттағы берушілер мәні көбейсе, онда қорғаныс мәні қосу кезінде КИС шығыс сигналы болып қалыптасады. Берушілер КИС 50 мс төмен (қайтару). Бағдарламалық кілті бар әрбір КИС "ЗС" дыбыстық сигнал беру және "ОС-1" -"ОС-5". Жинақы сигнал беру басқару келесі арқылы әрекет етеді. Әрбір КИС бағдарлама сәйкес қондырғыдан "ОТКЛ" қалпында істен шығады.

3.5. Шкафтың кіріс тізбектері

Шкафтың жиынтығында кіріс тізбектері қарастырылған, олар қондырғы сыртындағы сигналдарды қабылдау үшін қарастырылған:

ажыратқышты (А1 жиынтықта) телемеханикадан немесе басқару кілтінен (КСС) қосу және (КСТ) өшіру үшін;

(РЗ) резервтегі қорғаныс ажыратқышты өшіргенде (тек А1 жиынтығында);

блог-түйіспе ажыратқышын құрастыру ЗНФ қосуға (А1 жиынтығын ғана фазалы электромагнитті басқару ажыратқыштары үшін);

АПВ (А1 жиынтығын ғана) сыртқы құрастыруға тиім салу;

АЧР қосу АПВ (А1 жиынтығы ғана) қосуды блокировкалау;

Элегаз қосымын төмендету, блокировкаға қосу және өшіру, жедел тоқтық тізбектерінің жарамсыздығы, (пружина заводындағы) ажыратқыштың өтімі қосудың блокировкасы (А1 жиынтығын);

ДЗШ және басқа қорғанысты УРОВ жіберу (екі жиынтық үшін);

(РПВ) ажыратқышты реле қалпынан "қосу" УРОВ жұмыс режимі РПВ қорғанысы (тек А2 жиынтығында) жіерілгенде бақыланады;

(РПО) ажыратқыш реле қалпынан "өшірілді" және желіде қорғаныстың жеделдетілген жұмысында ажыратқыш (тек А2 жиынтығында) "қосылады";

АПВ шектеуі кіріс сигналдарының жұмыс істеуіне әрекет етеді, "АПВ", "АПВ2", "ДЗШ-дан АПВ шектеу".

Шкафтағы сыртқы сигнал беру

Шкаф жиынтығындағы сыртқы сигнал берудің төмендегісі қарыстырылады:

сыртқы немесе ішкі штаттан тыс жағдайлар туралы сигнал (түзетілмеген реле және түзетілмеген шам);

УРОВ қорғаныстан ажыратқышты өшіру туралы сигнал немесе АПВ орындалуы ("срабатывание реле" және "срабатывание лампы" реле көрсеткіші);

"шығару" шамы (УРОВ, ДЗ, ТНЗНП, ТО неіесе жинақтаудың жұмыстан жедел шығуы);

"жедел шамы ендірілді" шамы (ДЗ немесе ТНЗНП А2 жиынтығында жедел шығару ендірілгенде);

ЦС "Срабатывание " орталық сигнал беруге түйіспе шығысы;

ЦС "түзелмеген" түйіспе шығысы;

ЦС "монтажды бірлік" түйіспе шығысы;

ЦС түзелмегені туралы дыбыс беру түйіспенің шығысына;

ЦС ажыратқышты апат кезінде өшіру туралы түйіспе шығысы;

Көрсеткіш релесінен қайтару шкаф есігі жабық тұрғанда іске асды. Ол үшін дыбыс беру сигналы алынып, жарық индикатомен және реле көрсеткішінің шығыс түйіспелері де алынады.

4 Электр қауіпсіздігі бөлімі

4.1 Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ететін шаралар

Электр тоғының, электрлік доғаның және электромагниттік өрістердің адамға қауіпті және зиянды әсері электрлік жарақат пен кәсіптік аурулар түрінде байқалады. Адамға электр тоғының, электрлік доғаның және электромагниттік өрістердің қауіпті және зиянды әсерінің көрсеткіші кернеу мен тоқтың, электр тоқ жиілігінің түрі мен көлеміне, адам денесі арқылы өтетін тоқ жолдарына, электр тоғының немесе электромагниттік өрістің адам организміне әсер ету ұзақтығына, ішкі ортаның шарттарына байланысты.

Жұмыс жасаушылардың қорғаушы құралдары сипаттамалары мен қолдануларына байланысты екі категорияға бөлінеді: ұжымдық қорғаушы құралдары және жеке қорғаушы құралдары.

Ұжымдық қорғау құралдары электр қауіпсіздігінде тағайындалуына байланысты келесі кластарға бөлінеді: электромагниттік шағылысудың үлкен көлемінен қорғау құралдары, магниттік және электрлік өрістің үлкен мәндегі кернеуліктен қорғау құралдары, электр тоқ соғудан қорғау құралдары, үлкен мәндегі статикалық электрліктен қорғау құралдары.

Жеке қорғау құралдары электр қауіпсіздігінде тағайындалуына байланысты келесі кластарға бөлінеді: оқшаулағыш костюмдер, тыныс алу мүшелерін қорғау құралдары, арнайы қорғағыш киім, аяқ қорғау құралдары, бас қорғау құралдары, қол қорғау құралдары, бет қорғау құралдары, көз қорғау құралдары, есту мүшелерін қорғау құралдары, комплексті қорғау құралдары.

Ұжымдық қорғау құралдарын қарастырайық. Жоғарғы көлемдегі электромагниттік шағылысудан қорғау құралдарына мыналар жатады: қоршағыш құрылғылар, қорғаныстық жабын, герметикалық құрылғылар, автоматты бақылау мен сигнализация құрылғылар, дистанциялық бақылау құрылғылар, қауіпсіздік белгілер.

Магниттік және электрлік өрістердің жоғарғы кернеуліктерінен қорғау құралдарына мыналар жатады: қоршағыш құрылғылар, қорғағыш жерлегіш, оқшаулағыш құрылғылар мен жабындар, қауіпсіздік белгілер.

Электрлік тоқ соғудан қорғау құралдарына мыналар жатады: қоршағыш құрылғылар, автоматты бақылау мен сигнализация құрылғылар, оқшаулағыш құрылғылар мен жабындар, жерлестіру мен нөлдеу қорғағыш құрылғылары, автоматты сөндіру құрылғылары, потенциалды түзеу мен кернеуді төмендету құрылғылары, дистанциялық бақылау құрылғылар, сақтандырғыш құрылғылар, найзағай қайтарғыш пен разрядтаушылар, қауіпсіздік белгілер.

Статикалық электрдің жоғарғы мәнінен қорғау құралдарына жататындар: жерлегіш құрылғылар, нейтралдаушылар, дымқылдатқыш құрылғылар, антиэлектростатикалық заттар, экрандаушы құрылғылар.

Жеке қоғау құралдарына жататындар: пневмокостюмдер, респираторлар, пневмобаскиімдер, күрткелер, комбинезондар, қолғаптар, аяқкиімдер, жартылай қолғаптар, саусақкигіштер, напульсниктер, қорғағыш каскілер, шлемдер, қорғағыш көзілдіріктер, шудан қорғағыш шлемдер, шудан қорғағыш наушниктер.

4.2 Электр қондырғыларына қызмет көрсетудегі қауіпсіздік шаралар

Жұмыс істейтін электр қондырғыларда жүзеге асатындар:

1) оперативті қызмет көрсету, сонымен қатар:

а) электр жабдықтарын периодты бақылау, ғимаратты тазалау, пайдаланудың ағымдағы жөндеуі мен кернеуді алуды қаламайтын басқа да жұмыстар;

б) электр қондырғының жұмысының сұлбесі мен режимінің өзгеруімен байланысты оперативті ауыстырып қосу;

2) жөндеу жұмыстары, сонымен қатар:

а) бүкіл электр қондырғыдан немесе бір бөлігінен кернеуді алуды қалайтын электр жабдықты периодты жөндеу мен сынау;

б) аппараттық жөндеу;

в) электр жабдықтың монтажы немесе демонтажы.

Адамның электр қондырғыларда жұмыс істеу нәтижесінде электр тоқ соғуы мүмкін. Қызмет көрсетуші персоналдың жоғары техникалық білімділігі, тәртіптілігі мен эксплуатация техникасының ережелері мен қауіпсіздік техника ережелерін бұлжытпай орындауы қауіпсіз жұмыстың негізі болып табылады.

110 кВ және одан жоғары кернеулі электр қондырғыларда жұмысты қауіптілігі мен қорғаныстың қажетті шараларының дәрежесіне қарай келесі топтарға бөлінеді:

I топ – кернеуді алмай, тоқ өткізуші бөліктерден алыс орындалатын жұмыстар;

II топ – кернеуді алмай, жақын және кернеу астында орналасқан тоқ өткізуші бөліктерде орындалатын жұмыстар;

III топ – кернеуді бөліктеп алу арқылы жүргізілетін жұмыстар; IV топ – кернеуді толықтай алу арқылы жүргізілетін жұмыстар;

Жұмыс орнына кенеттен кернеудің қосылуынан сақтау үшін немесе кернеу астында қалған тоқ өткізуші бөліктерге жақындаудан сақтау үшін электр қондырғыларда жұмыс барысында техникалық және ұйымдық сақтық шаралары орындалады.

Электр қондырғылардан кернеуді алмай-ақ, оларды тоқ өткізуші бөліктерден алыс қашықтықта қарастыруға болады. Өзіндік түрде электр қондырғыларды қарауға квалификациялы III топтан төмен емес кезекші

немесе V топты иеленген әкімшілік - техникалық жұмысшының құқы бар.

Ереже бойынша қарау барысында қоршаудан өтуге болмайды, сонымен қатар тосқауылы жоқ тарататын құрылғылар камераларына кіруге және алып тастауға болмайды. Қажет болған жағдайда қоршаудан өтуге квалификациялы IV топтан төмен емес жұмысшыға рұқсат етіледі. Алайда тоқ өткізуші бөліктер қол жетпейтін шартпен, яғни оқшаулатқыштың төменгі түтіктерді пісірудегі бөлшектері еденнен 2 метрден жоғары қашықтықта орналасса, ал қоршалмаған тоқ өткізуші бөлшектер 2,75 метрден жоғары қашықтықтағы 35 кВ кернеумен және 3,5 м 110 кВ кернеумен болғанда рұқсат етіледі.

Оперативті сөндіру. Сөндіру немесе электрлік сұлбаларда өгерту жүргізілуі тек бұйрық бойынша немесе кезекші персоналдың бақылауы арқылы орындалуы мүмкін.

Айырғышпен дұрыс емес операциялардан толық блокировкамен жабдықталмаған кернеуі 110 кВ электр қондырғыларда ауыр болып келетін ауыстырып қосу бланк арқылы жүргізіледі.

Қосылуды қосып немесе сөндіру ажыратқыштардың көмегі арқылы жүргізіледі. Егер ажыратқыш қол жетекті болса, оқшаулағыш негізінде операциялар диэлектрлік қолғаптарда жүргізіледі. Ажыратқышты тез және тірекке дейін нық қосу керек.

Айырғышты жұлқып қосу қажет. Егер бұл кезде доға пайда болса, онда оның пышақтарын аяғына дейін жеткізу керек. Олай болмаған жағдайда пышақтың кері жүрісі доғаның пайда болуын және қайғылы оқиғаны туғызады. Керісінше, ажыратқышты ақырын сөндіру керек, әсіресе бастапқы кезде. Егер пышақтың кері жүрісінде доға пайда болса, онда айырғышты қайта қосу қажет.

Айырғыштарды диэлектрлік қолғаптар арқылы қосу (сөндіру) керек. Фазалы басқарылатын және вертикалды орналасқан айырғышты оқшаулағыш штангы мен оқшаулағыш төсеніште тұрып, диэлектрлік қолғаптар сөндіру үшін пайдаланылады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыста "110/10 кВ кернеулі қосалқы станциясының пайдалану сенімділігін жоғарылату мақсатында жобалық шешімдерін қарастырдым.

Жұмыстың бірінші бөлімінде трансформаторлық қосалқы станциялардың электр бөлігін есептеу жолдары көрсетілді. Қорыта айтқанда, қосалқы станциясының схемасы қарастырылып, қысқа тұйықталу токтарын есептеу және есептер нәтижесінде жоғары және төмен кернеу жақтарындағы аппараттарды таңдау әдістемесі келтірілді.

Екінші бөлімде қосалқы станцияның релелік қорғанысы қарастырылды. Релелік қорғанысқа ПУЭ бойынша қойылатын талаптар көрсетілді. Трансформатордың дифференциалдық қорғанысы, әсер ету принципі және қолдану аймағы қарастырылып, қорғанысты тағайындау жолдары көрсетілді. Сонымен қоса, газдық қорғаныстың принциптері қарастырылды.

Үшінші бөлімде трансформаторлық қосалқы станциялардан шығатын желілерді қорғау жолдары көрсетілді. 110кВ желіні қашықтан қорғау, бағытталған ток қорғаныстары, ток үзіндісі қарастырылды. Осы қорғауларды тағайындауға қажетті нұсқаулар берілді және қажетті есептеулерді жүргізу жолдары көрсетілді. Трансформаторлық қосалқы станциялардың пайдалану сенімділігін жоғарылату мақсатында желіні қорғайтын және басқаратын микропроцессорлық техника негізінде жасалған екі шкаф ұсынылды. ШЭ2607 011021, ШЭ2607 012021 типті шкафтар 110 кВ желіні қорғауға және желілік ажыратқышты басқаруға арналған. ШЭ2607 011021 шкафы электрмагниттері үшфазалы басқарылатын ажыратқыштарға, ал ШЭ2607 012021 – электрмагниттері фазалы басқарылатын ажыратқыштарға арналған. Шкафтар тәуелсіз қызметтеуге мүмкіндік беретін екі комплектіден тұрады.

Бірінші комплект "А1" АУВ, УРОВ, АПВ функцияларын орындайды және үшсатылы қашықтық қорғауды (ДЗ), төртсатылы тоқтық, бағытталған нольдік тізбек (ТНЗНП) қорғауларын бағытталған және тоқтық үзіндіні (ТО) қамтамасыз етеді.

Екінші комплект "А2" ДЗ, ТНЗНП функцияларын қосымша осы қорғаулардың іске қосылуын жедел ауыстырып қосылулардан және ВЧТО сигналдарынан үдеуін, ВЧТО сигналдарын желінің арғы ұшына берілуін, сонымен қоса тоқтық үзіндіні, УРОВ және ток бойынша асқын жүктелу кезінде (АРПТ) жүктемені азайту автоматикасын қамтамасыз етеді.

Жоғарыда көрсетілген А1 комплектінің функциялары БЭ2704 011 (БЭ2704 012) микропроцессорлық терминал базасы көмегімен асырылған, ал А2 комплектінің - БЭ2704 021 микропроцессорлық терминал базасы көмегімен асырылған.

Төртінші бөлімде қосалқы станцияның орталық сигнал беруі қарастырылған. Жаңа қондырғылар енгізілгеннен кейін олардың бақылау және сигналдау қондырғыларын қосалқы станцияда орнатылған бұрыннан келе жатқан сигналдау қондырғыларымен байланыстыру жұмыстары жасалды.

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Е.Н. Беляева « Как рассчитать 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; «Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудование» РД 153-34.0-20.527-98, Москва, 2002;
4. Шабад М.А. «Защита трансформаторов распределительных сетей», Ленинград, 1989;
5. «Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания, выбору и проверке аппаратов, проводников по условиям короткого замыкания » Москва: «МЭИ», 1976;
6. Правила устройства электроустановок, 6-издание Москва: «ЭнергоАтом - Издат», 1986;
7. Рожков Л.Д. , В.С. Козулин В.С. «Электрооборудование станций и подстанций» Москва: «ЭнергоАтом Издат», 1987;
8. Андреев В.А. «Релейная защита систем электроснабжения» Москва: «Высшая школа», 1991;
9. Чернобровов Н.В. «Релейная защита» Москва, 1971;
10. Чернобровов Н.В. ,Семенов В.А. «Релейная защита электроэнергетических систем» I –том Москва: «ЭнергоАтомИздат», 1998;
11. Федосеев А.М. ,Федосеев М.А. «Релейная защита электроэнергетических систем» Москва: «ЭнергоАтомИздат», 1992;
- 12.Кривенков В.И. «Релейная защита систем электроснаб- жения» Москва: «ЭнергоАтомИздат», 1981;
13. Дьяков В.В. «Основа проектирования релейная защита электроэнергетических систем» Учебное пособие - Москва: «МЭИ», 2000;
14. Защита персонала от поражения электрическим током, Методические указания. Алматы, 1996; СанПиН 1.01.001.94, п. 2.5.6;
15. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений. РД 34.21.122-87;
16. Князевский Б.А. Охрана труда. //2-е изд., перераб.и доп.//М.:Высш. Школа, 1982;
17. Долин П.А. Справочник по технике безопасности //6-е изд.,перераб.и доп.//М.: «ЭнергоАтомИздат», 1985