

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Т.Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты

«Энергетика» кафедрасы



SATBAYEV
UNIVERSITY

Бейсенбай Дидар Бағдатұлы

110/10кВ кернеулі №5 қосалқы стансаның релелік қорғанысы және
автоматикасы

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5В071800 - Электр энергетикасы мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Т.Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты

«Энергетика» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

«Энергетика»

кафедрасының меңгерушісі м.а.,

ассистент профессор, PhD докторы

 Е.А. Сарсенбаев

« 17 » 05 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: 110/10 кВ кернеулі №5 қосалқы қосалқы стансаның релелік
қорғанысы және автоматикасы

5B071800 - Электр энергетикасы мамандығы бойынша

Орындаған

Бейсенбай Д.Б

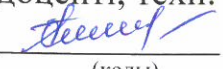
Пікір беруші

АЭЖБУ «Электр машиналары

және электр жетегі»

кафедрасының

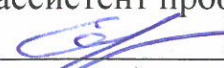
доценті, техн. ғыл.канд.

 Н.К. Алмуратова

(колы)

Ғылыми жетекші

ассистент профессор, PhD докторы

 Е.А. Сарсенбаев

(колы)

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Т.Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты

«Энергетика» кафедрасы

5B071800 - Электр энергетикасы

БЕКІТЕМІН

«Энергетика»

кафедрасының меңгерушісі м.а.,

ассоц.профессор, PhD

 Е.А.Сарсенбаев

«28» 01 2019 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Бейсенбай Дидар Бағдатұлы

Тақырыбы: 110/10кВ кернеулі №5 қосалқы стансаның релелік қорғанысы және автоматикасы

Университет проректорының 30.10.2018ж. №1210-б бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2019 жыл 6- мамыр.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Трансформатор түрі ТДН-16000/110, номиналды қуаты 16 МВА, Орам кернеуі 115 кВ.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

1) 110/кВ қосалқы стансасының электрлік бөлігін жасау;

2) Қосалқы станциядағы трансформатордағы релелік қорғанысы;

3) 110 кВ желінің релелік қорғанысы;

4) Электрлік қауіпсіздігі.

Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдарды слайдпен дайындау

Ұсынылатын негізгі әдебиет: 17 атау

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
1) 110/ кВ қосалқы стансасының электрлік бөлігін жасау	26-30 наурыз 2019ж.	<i>мсеб</i>
2) Қосалқы станциядағы трансформатордағы релелік қорғанысы	9-11 сәуір 2019ж.	<i>мсеб</i>
3) 110 кВ желінің релелік қорғанысы	15-18 сәуір 2019ж.	<i>мсеб</i>
4) Электрлік қауіпсіздігі	23-28 сәуір 2019 ж.	<i>мсеб</i>

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлімі	ассистент профессор, PhD докторы Е.А. Сарсенбаев	<i>30.03.19</i>	<i>Е.А. Сарсенбаев</i>
Электр қауіпсіздігі бөлімі	ассистент профессор, PhD докторы Е.А. Сарсенбаев	<i>11.04.19</i>	<i>Е.А. Сарсенбаев</i>
Экономикалық бөлімі	ассистент профессор, PhD докторы Е.А. Сарсенбаев	<i>18.04.19</i>	<i>Е.А. Сарсенбаев</i>
Норма бақылаушы	Н.Е Балғаев, сениор-лектор	<i>15.05.19</i>	<i>Н.Е. Балғаев</i>

Ғылыми жетекші
(қолы)

Е.А. Сарсенбаев
(қолы)

Е.А. Сарсенбаев

Тапсырманы орындауға алған білім алушы

Д.Б. Бейсенбай
(қолы)

Д.Б. Бейсенбай

Күні

" 4 " 03 2019 ж.

Ғылыми жетекшінің пікірі

Дипломдық жұмыс

(жұмыс түрлерінің атауы)

Бейсенбай Дидар

(оқушының аты жөні)

5B071800 – Электр энергетикасы

(мамандық атауы мен шифрі)

Тақырыбы: 110/10 кВ кернеулі №5 қосалқы стансаның релелік қорғанысы және автоматикасы

Бұл дипломдық жұмыста Алматы қаласындағы кернеуі 110/10 кВ-ты қосалқы станциясының жобалау қарастырылған. Жобалау барысында бастапқы берілген жүктеме графигінің негізінде қазіргі заман талаптарына сай негізгі электр жабдықтары таңдалынып, соларға тиісті релелік қорғаныс есебі мен уақыт ұстанымдары таңдалынып, соларға тиісті релелік қорғаныс есебі мен уақыт ұстанымдары есептелді. Сонымен қатар, негізгі бөлімде ажыратқыштың жұмыс істемеу кезіндегі резервті іске қосу құрылғысы қарастырылған. Жобада қосалқы стансаның принципиялдық сұлбасы, күштік қондырғылар және коммутациялық құрылғылар таңдалған. Қосалқы стансаның элементтері мен 110кВ шығу жолдарына релелік қорғаныс есептеулер жүргізілген.

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

Жалпы дипломдық жұмысты 85% «жақсы» бағалауға, ал диплом қорғаушы Бейсенбай Дидар 5B071800 мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры академиялық дәрежесіне лайық деп санауға болады.

Ғылыми жетекші

PhD докторы, ассистент профессор

(қызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)


(қолы)

Сарсенбаев Е.А.

« 11 »

2019 ж.

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

(жұмыс түрлерінің атауы)

Бейсенбай Дидар Бағдатұлы

(оқушының аты жөні)

5B071800 – Электр энергетикасы

(мамандықтың атауы мен шифрі)

Тақырыбы : Зауыттың электрмен жабдықтау жүйесінде электр энергияны үнемдеу жолдары

Орындалды:

а) графикалық бөлім 7 слайд

б) түсініктеме 64 бет

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Жұмыста зауыттың сыртқы электрмен жабдықталуының үш түрлі схемасы қарастырылған. Осылардан экономикалық және техникалық жағынан қарағанда ең тиімдісі таңдалған, бұл зауыттың зауытты қоректендірудің екінші нұсқасы болып келеді, мұнда электр энергиясы 110/10кВ кернеулі №5 қосалқы стансаның релелік қорғанысы және автоматикасы бойынша берілген. Қабылданған нұсқа бойынша келесідей жоғары вольтты қондырғылар таңдалған: тораптан шығатын желіні ажыратқыштар ажыратқыштар; жүктемені ажыратқыштар; сонымен қатар күштік кабельдер. Өлшеу құралдары, тоқ және кернеу трансформаторлары таңдалған.

Сонымен қатар еңбекті қорғау бөлімінде қауыпсіздік нормалары қарастырылып, жұмысшылардың жұмыс орындарында еркін жұмыс жасауы үшін бөлмелерді желдету, ал эвакуация жағдайында ғимарат ішіндегі адамдарды қауіпсіз сыртқа шығару мақсатында эвакуацияға есептеліп, қарастырылған. Экономика бөлімінде негізгі өндірістік қорлар, өндірістік үй және құрылыстар, энергиялар шығыны, қызметкерлер мен жұмысшылардың еңбек ақылары сияқты экономикалық есептеулер жүргізілген.

Ескерту:

Диплом жақсы деңгейде жазылған. Оның авторы 5B071800 электрэнергетика мамандығының студенті. Жұмыс өз деңгейінде жасалып, қорытынды мәліметтері нақты шыққан.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы дипломдық жұмысты 80 % «жақсы» деп бағалауға, ал студент Бейсенбай Дидар Бағдатұлы 5B071800 мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры академиялық дәрежесіне лайық деп есептеймін.

Рецензент

АЭЖБУ доценті

(қызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)

(қолы)

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Алмуратова Н.К.

« ____ »

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: Бейсенбай Дидар Бағдатұлы

Название: 110_10кВ кернеулі №5 қосалқы стансаның релелік қорғанысы және автоматикасы.doc

Координатор: Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1:1,3

Коэффициент подобия 2:0,6

Тревога:589

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:

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

15.05.19

Дата

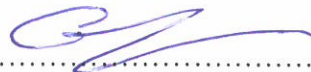
Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

допустить к защите

15.05.19



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: Бейсенбай Дидар Бағдатұлы

Название: 110_10кВ кернеулі №5 қосалқы стансаның релелік қорғанысы және автоматикасы.doc

Координатор: Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1: 1,3

Коэффициент подобия 2: 0,6

Тревога: 589

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:

.....

.....

.....

.....

.....

15.05.17

Дата

.....

Подпись Научного руководителя

АНДАТПА

Берілген бітіру жұмысы 110/10кВ кернеулі «№5» қосалқы стансаның релелік қорғанысы және автоматикасы» тақырыбы бойынша орындалған. Жобада қосалқы стансаның принципиалдық сұлбасы, күштік қондырғылар және коммутациялық құрылғылар таңдалған. Қосалқы стансаның элементтері мен 110 кВ шығу жолдарына релелік қорғаныс есептеулері жүргізілген.

Жұмыстың арнайы бөлімінде ажыратқыштың жұмыс істемеу кезіндегі резервті іске қосу құрылғысы қарастырылған.

Электр қауіпсіздігі бөлімінде қосалқы стансадағы электр қондырғыларына қызмет көрсетудегі қауіпсіздік қорғау шаралары және диспетчерлік бөлменің ауа алмасуын есептеу қарастырылған.

Берілген бітіру жұмысының экономикалық бөлімінде нарық жағдайындағы энергетикалық кәсіпорындар қызметінің тиімділігі қарастырылған.

АННОТАЦИЯ

Данная выпускная работа выполнена на тему «Релейная защита и автоматизация подстанции «№5» 110/10 кВ. В проекте произведен выбор принципиальной схемы подстанции, выбор силового оборудования и выбор коммутационной аппаратуры. Произведен расчет релейной защиты элементов подстанций и отходящих линий 110 кВ.

В специальной части рассмотрен устройство резервного отключения при отказе выключателя.

В разделе электробезопасности рассмотрена техника безопасности при эксплуатации оборудования, вентиляция диспетчерского отделения.

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

ANNOTATION

This final work was performed on the topic “Relay protection and automation of the substation“ No. 5 ”110/10 kV. The project made the selection of the concept of the substation, the choice of power equipment and the choice of switching equipment. The calculation of relay protection of elements of substations and outgoing lines 110 kV was made.

In the special part, the backup shutdown device is considered in case of a switch failure.

In the electrical safety section, the safety precautions for equipment operation and ventilation of the dispatching department are considered.

In the economic part of the final work, the calculation of the efficiency of the activity of regional energy enterprises in the market conditions was made.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	8
1 110/10 кВ қосалқы стансасының электрлік бөлігін жасау	9
1.1 Дипломдық жобаның берілгендері	9
1.2 Қосалқы станциясының бас электрлік сұлбасын таңдау	10
1.3 Элементтер параметрлерін есептеу	12
1.4 Қысқа тұйықталу тоғын есептеу	14
1.5 Электр қондырғыларын таңдау	16
2 Қосалқы станциядағы трансформатордың релелік қорғанысы	24
2.1 Трансформатордың дифференциалды қорғанысы	24
2.2 Максималды ток қорғанысы (МТҚ)	33
2.3 Ток үзіндісі	34
2.4 16 МВА 110/10 кВ трансформаторының асқын жүктемеден қорғанысы	34
2.5 БМРЗ-ТД-00-20-01 микропроцессоры жайлы негізгі мағлұмат	35
3 110 кВ желінің релелік қорғанысы	37
3.1 Үш сатылы дистанционды қорғаныс	37
3.2 Жерге тұйықталудан қорғайтын нөл реттік сатылы ток қорғанысын есептеу	44
4 Электр қауіпсіздігі	48
4.1 Электр қондырғыларына қызмет көрсетудегі қауіпсіздік шаралары	49
4.2 Қосалқы станцияның ауа алмасуын есептеу	52
5 Экономикалық бөлім	55
5.1 Жалпы бөлім.	55
5.2 Энергетикалық нысанның техника-экономикалық көрсеткіштерін есептеу	58
5.3 Өндірістің жылдық ұстанымдарын анықтау	61
5.4 Инвестицияның экономикалық тиімділігін бағалау	63
Қорытынды	64
Қолданылған әдебиеттер тізімі	65

КІРІСПЕ

Бұл дипломдық жұмыста Алматы қаласындағы кернеуі 110/10 кВ-ты қосалқы станциясын жобалау қарастырылған. 110 кВ-та қосалқы станция екі энерго жүйесімен байланысқан, сонымен қатар бірнеше тұтынушылар тұтынады. Жобаланып отырған қосалқы станцияның төменгі кернеуінен жергілікті тұтынушыларды электрмен жабдықтау үшін тарату пункттері қоректендіреді. Жобалау барысында бастапқы берілген жүктеме графигінің негізінде қазіргі заман талаптарына сай негізгі электр жабдықтары таңдалынып, соларға тиісті релелік қорғаныс есебі мен уақыт ұстанымдары есептелді. Сонымен қатар, негізгі бөлімде ажыратқыштың жұмыс істемеу кезіндегі резервті іске қосу құрылғысы қарастырылған.

Дипломдық жұмыстың электр қауіпсіздігі бөлімінде электр қондырғыларына қызмет көрсетудегі қауіпсіздік шаралары, қосалқы станцияның ауа алмасуын есептеу және экономика бөлімінде қосалқы станцияның нарық жағдайындағы энергетикалық кәсіпорындардың қызметінің технико-экономикалық негіздемесі келтірілген.

1 110/10кВ қосалқы станциясының электрлік бөлігін жасау

1.1 Дипломдық жұмыстың берілгендері

1.1-кестелер-Дипломдық жұмыстың берілгендері

ПС-1								
Трансформаторлар Т-1, Т-2								
S _{ном} , МВА	U _{ном} , кВ				U _к , %			
	U _{ВН} , кВ		U _{НН} , кВ					
25	115		10,5		10,5			
Трансформатор түрі	S _{ном} , МВА	Орам кернеуі, кВ		Шығындар, кВт		U _к , %		I _х , %
		ВН	НН	P _х	P _к	min	max	
ТДН-16000/110	16	115	10.5	18	85	9.8	11.71	0.7

ПС-2			
Трансформаторлар Т-3, Т-4			
S _{ном} , МВА	U _{ном} , кВ		U _к , %
	U _{ВН} , кВ	U _{НН} , кВ	
16	115	10,5	10,5

ПС-3			
Трансформаторлар Т-7, Т-8			
S _{ном} , МВА	U _{ном} , кВ		U _к , %
	U _{ВН} , кВ	U _{НН} , кВ	
10	115	10,5	10,5

ПС-4								
Т-9, Т-10								

$S_{ном}, \text{MBA}$	$U_{ном}, \text{кВ}$			$U_{к}, \%$		
	$U_{вн}, \text{кВ}$	$U_{сн}, \text{кВ}$	$U_{нн}, \text{кВ}$	$U_{к\text{ } C}$	$U_{к\text{ } Н}$	$U_{к\text{ } Н}$
40	115	38,5	11	10,5	17,5	6,5

1.2 Қосалқы станциясының бас электрлік сұлбасын таңдау

1.2.1 Жалпы жағдайы

Қосалқы станцияның электрлік бөлігі техникалық бөлікпен функционалды байланысты, ал құрылыс бөлікпен конструктивті байланысы бар және белгілі бір дәрежеде барлық объектінің технико-экономикалық сипаттамасын анықтайды.

Қондырғы құрамы, құрылыс алаңы, энерго жүйеге қуатты беру сұлбасы, қосалқы станциясының жүйеге қосылу сұлбасы, өміртіршілік қауіпсіздігі бойынша негізгі жобалаудың шешімдерін таңдау толығымен жобалаудың алгоритмін көрсетеді.

Қосалқы станциядағы негізгі энергетикалық қондырғыларды бір типті етіп таңдауға ұмтылу керек. Бұл жобада реакторларға, трансформаторларға, ажыратқыштарға қатысты. Сонымен қатар, перспективті, толығымен меңгерілген қондырғылар түрін таңдаған жөн.

Қосалқы станцияның электрлік және технологиялық бөлігі энерго жүйедегі рөлімен анықталады.

Қосалқы станцияның электрлік бөлігінің негізгі сапасын бас электрлік қосылыс сұлбасы анықтайды. Бас электрлік сұлбаға тәуелді:

- транзиттік қуаттың сенімділігі;
- қаражат салымдары;
- эксплуатациялық ұстанымдар;
- электр қондырғыны жөндеу мүмкіндігі;
- персонал қауіпсіздігі мен техникалық қызмет ыңғайлығы;
- қондырғыларды тиімді орналастыру, кейінгі дамуы мен кеңеюі;

Қосалқы станцияның бас электрлік сұлбасын жобалау келесідей амалды орындау барысында орындалады:

- принципіалды сұлбаны таңдау;
- қондырғыларды таңдау;
- өзіндік қажеттілік қорек көзін резервтеу сұлбасын таңдау.

1.2.2 Қосалқы станцияның принципіалдық сұлбасын таңдау

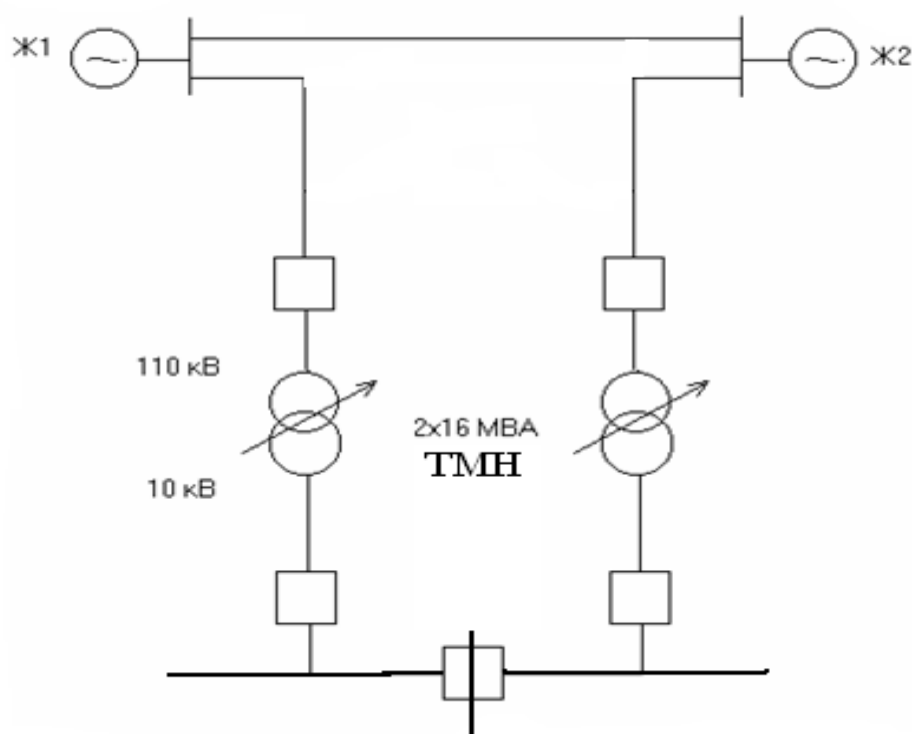
Қосалқы станцияның принципіалдық сұлбасын таңдау – күштік трансформатор немесе автотрансформатор қуатын, санын және типін таңдау

Бірінші және екінші категориялы тұтынушыларды электржабдықтау үшін әдетте екі трансформатор орнатылады. Бұдан да көп трансформаторларды орнату, тек технико–экономикалық дәлелдеуге сәйкес рұқсат етіледі.

Трансформаторды таңдау барысында басшылыққа алынуы тиіс:

Үшфазалы трансформатор таңдаған жөн, бірақ, тек қажетті қуатта үшфазалы трансформатор дайындап шығарылмағандықтан, бірфазалы трансформаторлар тобын қолдануға болады.

ТҚ үш түрлі кернеу болған жағдайда және егер орта кернеуі 10 кВ және жоғары, онда автотрансформатор қолданған дұрыс.



1.2.1-сурет-Жобаланатын қосалқы станцияның электр жүйелерімен қосылған бастапқы сұлбасы.

1.3 Элементтер параметрлерін есептеу

1.3.1 Элементтердің кедергілерін есептеу

Коммутациялық аппараттарды, кабелдерді, ток шектеуіштерін таңдаған кезде қысқа тұйықталу нүктелерінің тоғы керек.

Берілген энергожүйе бойынша әр элементтің кедергісін максималды және минималды режимдерінде анықтаймыз. Есептеу 110 кВ-қа келтірілген атаулы бірлікте есептеледі.

Жүйе қуаттары 110 кВ: $S_{кз\max} = 3000$ МВА $S_{кз\min} = 2900$ МВА

$$X_{c\max} = \frac{U_{cp}^2}{S_{кз\max}} \quad (1.1)$$

(1.1)-формуласы бойынша максималды режимдегі жүйенің кедергісін анықтаймыз.

$$X_{c1\max} = X_{c2\max} = \frac{U_{cp}^2}{S_{кз}} = \frac{115^2}{3000} = 4,408 \text{ Ом}$$

$$X_{c\min} = \frac{U_{cp}^2}{S_{кз\min}} \quad (1.2)$$

(1.2)-формуласы бойынша минималды режимдегі жүйенің кедергісін анықтаймыз

$$X_{c1\min} = X_{c2\min} = \frac{U_{cp}^2}{S_{кз}} = \frac{115^2}{2900} = 4,56 \text{ Ом}$$

$$E_c = \frac{115}{\sqrt{3}} = 66,39 \text{ кВ}$$

Желілер :

$$X_{л} = x_{уд} \cdot l \cdot \frac{U_6^2}{U_{cp}^2} \quad (1.3)$$

(1.3)-формуласы бойынша желілердің кедергісін анықтаймыз.

$$X_{w1} = 0,4 \cdot 32 = 12,8 \text{ Ом}$$

$$X_{w2} = 0,4 \cdot 11 = 4,4 \text{ Ом}$$

$$X_{w3} = 0,4 \cdot 5 = 2 \text{ Ом}$$

$$X_{w4} = 0,4 \cdot 2 = 0,8 \text{ Ом}$$

$$X_{w5} = 0,4 \cdot 8 = 3,2 \text{ Ом}$$

$$X_{w6} = 0,4 \cdot 21 = 8,4 \text{ Ом}$$

$$X_{w7} = 0,4 \cdot 9 = 3,6 \text{ Ом}$$

$$X_{w8} = 0,4 \cdot 7 = 2,8 \text{ Ом}$$

$$X_{w9} = 0,4 \cdot 4 = 1,6 \text{ Ом}$$

$$X_{w10} = 0,4 \cdot 7,5 = 3 \text{ Ом}$$

$$X_{w11} = 0,4 \cdot 7 = 2,8 \text{ Ом}$$

$$X_{w12} = 0,4 \cdot 7 = 2,8 \text{ Ом}$$

$$X_{w13} = 0,4 \cdot 1 = 0,4 \text{ Ом}$$

$$X_{w14} = 0,4 \cdot 6 = 2,4 \text{ Ом}$$

$$X_{w15} = 0,4 \cdot 17 = 6,8 \text{ Ом}$$

$$X_{w16} = 0,4 \cdot 19 = 7,6 \text{ Ом}$$

Трансформаторлар:

$$X_{T1}^{(B)} = X_{T2}^{(B)} = 0,125 \cdot \frac{U_K}{100} \cdot \frac{U_B^2}{S_{H.T.}} = 0,125 \cdot \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115^2}{25} = 6,9 \text{ Ом}$$

$$X_{T1}^{(H1)} = X_{T1}^{(H2)} = X_{T2}^{(H1)} = X_{T2}^{(H2)} = 1,75 \cdot \frac{U_K}{100} \cdot \frac{U_B^2}{S_{H.T.}} = 1,75 \cdot \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115^2}{25} = 97,2 \text{ Ом}$$

$$X_{T3} = X_{T4} = \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115^2}{16} = 86,79 \text{ Ом}$$

$$X_{T7} = X_{T8} = \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115^2}{10} = 138,86 \text{ Ом}$$

$$X_{T9}^B = X_{T10}^B = \frac{10,5 + 17,5 - 6,5}{200} \cdot \frac{115^2}{40} = 35,54 \text{ Ом}$$

$$X_{T9}^C = X_{T10}^C = \frac{10,5 + 6,5 - 17,5}{200} \cdot \frac{115^2}{40} = -0,83 \approx 0 \text{ Ом}$$

$$X_{T9}^H = X_{T10}^H = \frac{6,5 + 17,5 - 10,5}{200} \cdot \frac{115^2}{40} = 22,32 \text{ Ом}$$

$$X_{T13\max} = X_{T14\max} = \frac{11,71}{100} \cdot \frac{115^2}{16} = 96,79 \text{ Ом}$$

$$X_{T13\min} = X_{T14\min} = \frac{9,8}{100} \cdot \frac{115^2}{16} = 81,003 \text{ Ом}$$

$$X_{T15} = X_{T16} = \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115^2}{16} = 86,79 \text{ Ом}$$

$$X_{T5} = \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115^2}{2,5} = 555,45 \text{ Ом}$$

$$X_{T6} = \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115^2}{4} = 347,16 \text{ Ом}$$

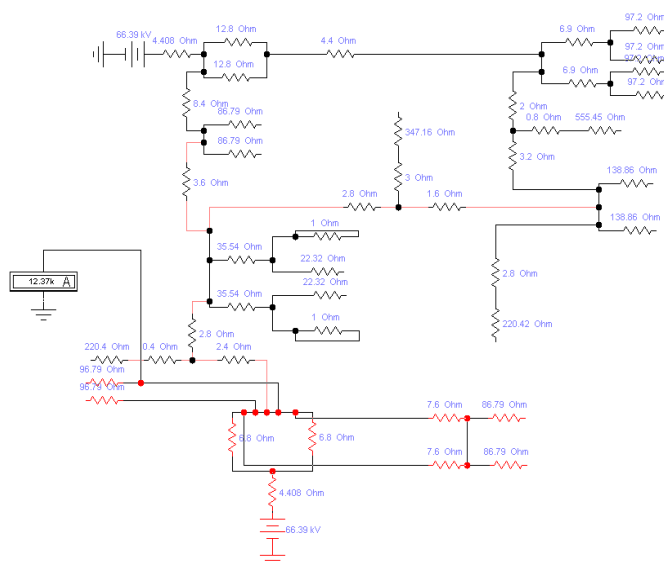
$$X_{T11} = \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115^2}{6,3} = 220,42 \text{ Ом}$$

$$X_{T12} = \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115^2}{6,3} = 220,42 \text{ Ом}$$

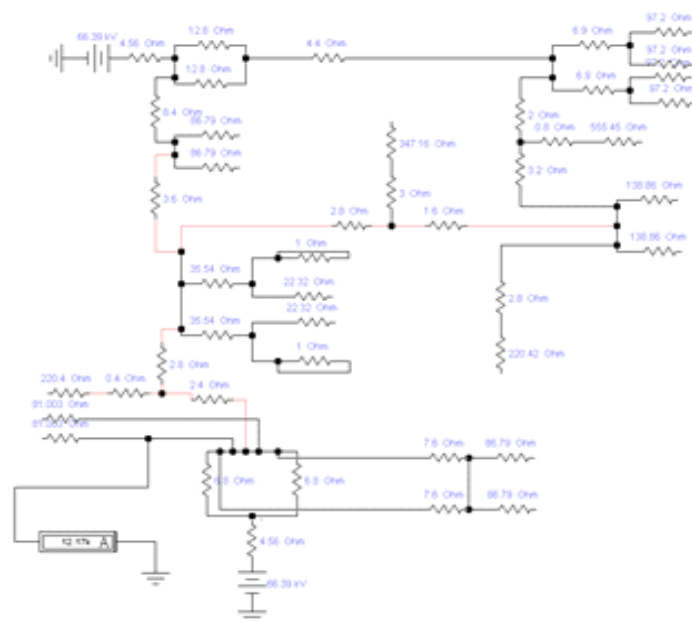
1.4 Қысқа тұйықталу тоғын есептеу

ҚТ тоғы коммутациялық аппараттарды ,кабельдерді , және т.б таңдау үшін қажет. ҚТ тоқтарын есептеу үшін орынбасу сұлбесін саламыз

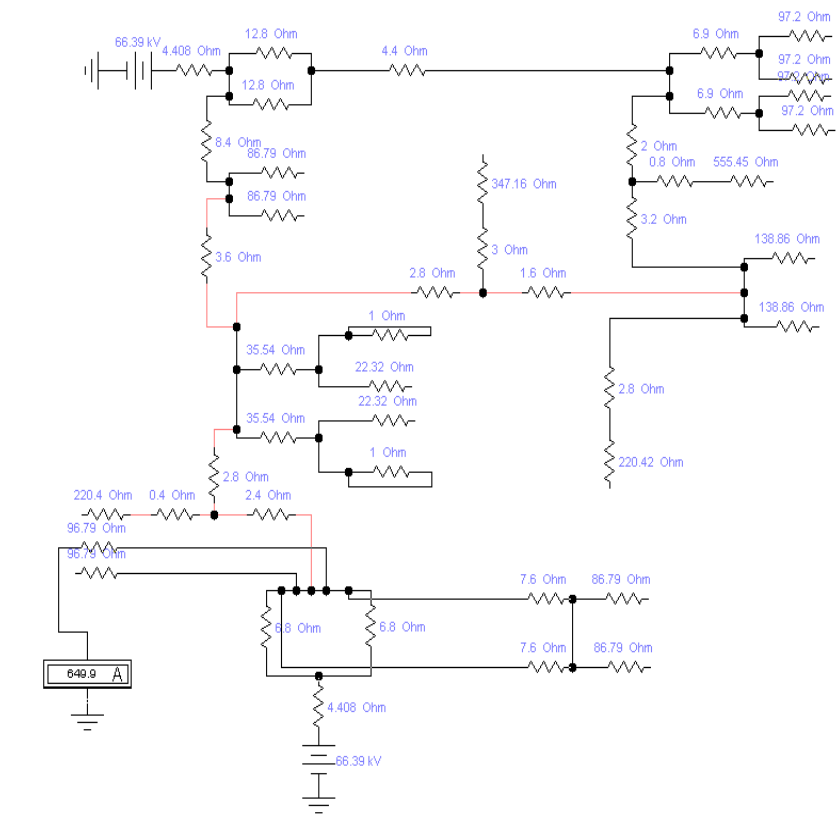
ҚТ тоқтарын есептеу үшін орынбасу сұлбасын құрастырамыз және "ELECTRONICS WORKBENCH" бағдарламасының көмегімен тоқтарды анықтаймыз.



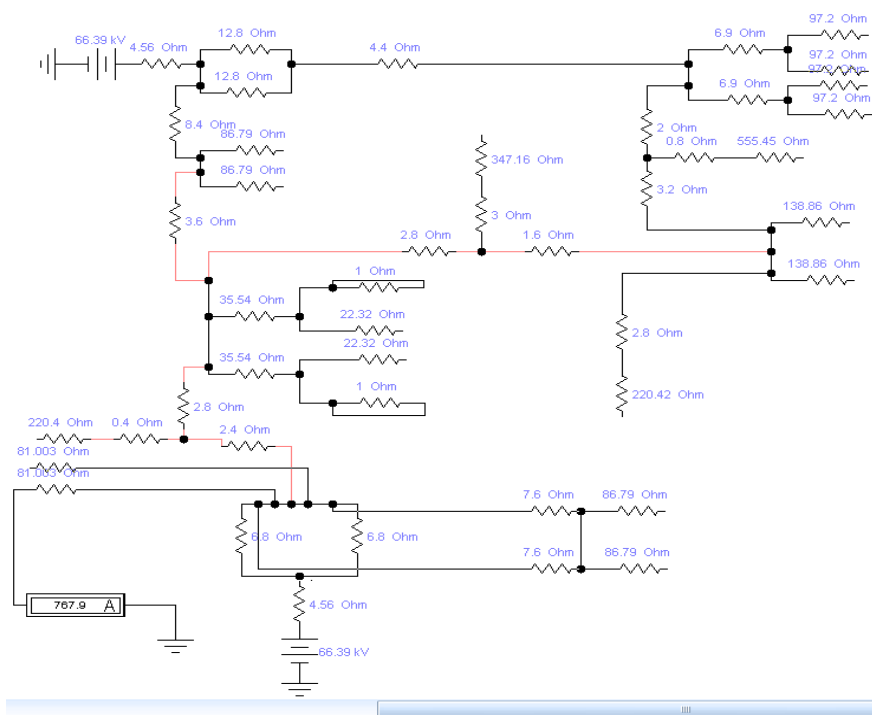
1.4.1-сурет-Максималды режимде 110 кВ-тағы қысқа тұйықталу тоғы



1.4.2-сурет- Минималды режимде 110 кВ-тағы қысқа тұйықталу тоғы



1.4.3-сурет-Максималды режимде 10 кВ-тағы қысқа тұйықталу тоғы



1.4.4-сурет-Минималды режимде 10 кВ-тағы қысқа тұйықталу тоғы

1.5 Электр қондырғыларын таңдау

1.5.1 Ажыратқыштарды таңдау

МЕМСТ687-78 –қа сәйкес ажыратқыштар мына шарттар бойынша таңдалады.

$$U_{\text{ном}} \geq U_{\text{ном. уст.}}; \quad I_{\text{ном}} \geq I_{\text{раб. расч.}}; \quad I_{\text{ном}} \geq I_{\text{мах}};$$

мұндағы, $U_{\text{ном}}$ - -ажыратқыштың номинал кернеуі.; $U_{\text{ном. уст}}$ – желінің номинал кернеуі; $I_{\text{ном}}$ - ажыратқыштың номинал тоғы; $I_{\text{раб. расч}}$ – номинал режимдегі есептік тоқ; $I_{\text{мах}}$ – ағымдық режимдегі есептелетін тоқ.

Осыдан кейін ажыратқыштың қосу қабілеті мына шарт бойынша тексеріледі:

$$I_{\text{вкл}} \geq I_{\text{п.о}};$$
$$i_{\text{дин}} > i_{\text{уд}} = k_{\text{уд}} \cdot I_{\text{п.о}} \cdot \sqrt{2} ;$$

мұндағы $I_{\text{вкл}}$ – ажыратқыштың номинал қосылу тоғының периодты құраушысының бастапқы әсерлік мәні. (номинал қосылу тоғын ҚТ ең үлкен мәнінде ажыратқыштың сенімді өшіру қабілеті деп түсіну керек.); $i_{\text{вкл}}$ -номинал қосылу тоғының ең шыңы.

Содан соң өшірілудің симметриялық тоғы тексеріледі:

$$I_{\text{отк. ном}} > I_{\text{п.т}} ;$$

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

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

$$i_{\text{а. ном}} \geq i_{\text{а.т}};$$
$$i_{\text{а. ном}} = \sqrt{2} \cdot I_{\text{отк. ном}} \cdot \frac{\beta_{\text{норм}}}{100} \quad (1.1)$$

мұндағы $i_{\text{а. ном}}$ – ажыратылуудың аperiodты құраушы тоғының номинал мәні;

$\beta_{\text{норм}}$ – ажыратылу тоғындағы аperiodты құраушының нормаланған пайыздық бөлігі;

$i_{\text{ат}}$ - ҚТ тоғының аperiodты құраушысы, (ҚТ-ң бастапқы кезінде. ажыратқыш доғасөндіргіш түйіспелерінің тарау тоғы).

Егер $I_{\text{откл. ном}} > I_{\text{п.т}}$, а $i_{\text{а. ном}} < i_{\text{ат}}$, болса, онда толық тоқтардың шартты мәндерін салыстыру керек.

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

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

$$\tau = t_{откл}; \quad t_{откл} = 0,01 + t_{с.в.}$$

Ажыратқыштың электродинамикалық тұрақтылығы ҚТ-ң шектік өтпе тоғымен тексеріледі:

$$I_{пр.скв} > I_{п.о}; \quad i_{пр.скв} > i_{уд}$$

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

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

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

$$I_{тер}^2 \cdot t_{тер} > B_k; \\ B_k = I_{п.о.}^2 \left[t_{откл} + T_a \cdot \left(1 - e^{-\frac{2t_{откл}}{T_a}} \right) \right] \quad (1.2)$$

мұндағы $I_{тер}$ – ажыратқыштың термиялық тұрақтылығының номинал тоғы;

$t_{тер}$ - термиялық тұрақтылығының нормаланған тоғының шектеулі рұқсат етілетін уақыты;

B_k – интегралдау шегі мынадай болатын Джоуль интегралы $0 \dots t_{откл}$, $кА^2 \cdot с$;

T_a – апериодикалық құраушының өшу уақыты.

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

Жоғарғы кернеулі ажыратқыштарды таңдау
110 кВ-қа ажыратқыштарды таңдау

Трансформатордың жоғарғы кернеуі 110 кВ-ғы максималды жұмыс тоғы оның қысқы уақыттағы максималды жүктеме кезіндегі бір трансформатордың істен шыққан кезіне сәйкес келеді.

$$I_{ном.расч} = \frac{S_{ном.тр}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.сети}} = \frac{16}{\sqrt{3} \cdot 110} = 83,978 \text{ А} \quad (1.3)$$

$$i_{а.ном} = \sqrt{2} \cdot I_{откл.ном} \cdot \frac{\beta_{ном}}{100} = \sqrt{2} \cdot 40 \cdot \frac{52}{100} = 29,42 \text{ кА}$$

Есептелген ҚТ тоқтарын 1- кестеден қабылдаймын.
 $I_{кз} = 12,37 \text{ кА}$;

$$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot k_{уд} \cdot I_{кз} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 12,37 = 31,489 \text{ кА} \quad (1.4)$$

Осы мәндерге қарап ВГБ-110-50 У1 типті элегазды ажыратқыштарын таңдаймын.

1.2-кесте- Ажыратқыштың параметрлері

$U_{\text{ном}}, \text{кВ}$	110	$U_{\text{раб.ном}}, \text{кВ}$	110
$I_{\text{ном}}, \text{А}$	3150	$I_{\text{отк}}, \text{кА}$	31,489
$I_{\text{тер}}, \text{кА}$	56	$t_{\text{с.в.откл}}, \text{с}$	0,3
$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}}, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	7500	$t_{\text{тер}}, \text{с}$	3
		$t_{\text{п.в.откл}}, \text{с}$	0,055

$$\text{Сөндірудің есептік уақыты } \tau = 0,01 + t_{\text{с.в.откл}} = 0,31 \text{ с}; \quad (1.5)$$

Есептік мәндер:

$$t_{\text{отк}} = t_{\text{п.з.}} + t_{\text{откл.в}} = 0,1 + 0,055 = 0,155 \text{ с}; \quad (1.6)$$

$$B_k \cdot h = I_{\text{п.0}}^2 \cdot \left[t_{\text{откл}} + T_a \cdot \left(1 - e^{-\frac{2t_{\text{откл}}}{T_a}} \right) \right] = 12,37^2 \cdot [0,155 + 0,06 \cdot (1 - e^{-\frac{2 \cdot 0,155}{0,06}})] = 32,846 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} \quad (1.7)$$

1.3-кесте-Ажыратқышты таңдау

Ажыратқыштың параметрлері		Таңдау шарты	Есептелген мәндері	
$U_{\text{ном}}, \text{кВ}$	110	$\geq$	$U_{\text{уст.ном}}, \text{кВ}$	110
$I_{\text{ном}}, \text{А}$	3200	$\geq$	$I_{\text{ном.расч}}, \text{А}$	83,978
$i_{\text{дин}}, \text{кА}$	50	$>$	$i_{\text{уд}}, \text{кА}$	31,489
$I_{\text{отк}}, \text{кА}$	50	$>$	$I_{\text{п.0}}, \text{кА}$	12,37
$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}}, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	7500	$>$	$B_k, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	32,846

Ажыратқыш барлық шарттарды қанағаттандырады.

1) 10 кВ-қа ажыратқыштарды таңдау

Трансформатордың төменгі кернеуі 10 кВ-ғы максималды жұмыс тоғы оның қысқы уақыттағы максималды жүктеме кезіндегі бір трансформатордың істен шыққан кезіне сәйкес келеді.

$$I_{\text{ном.расч}} = \frac{S_{\text{ном.тр}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном.сети}}} = \frac{16}{\sqrt{3} \cdot 10} = 923,76 \text{ А}$$

10 кВ-ғы ҚТ тоғының 110 кВ-қа келтірілген түрі

$$I_{\text{п.0}}^{110\text{кВ}} = I_{\text{п.0}}^{10\text{кВ}} \cdot \frac{U^B}{U^H} = 649,9 \cdot \frac{110}{10} = 7,149 \text{ кА}$$

$$I_{\text{кз}} = 7,149 \text{ кА}; \quad i_{\text{уд}} = \sqrt{2} \cdot k_{\text{уд}} \cdot I_{\text{кз}} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 7,149 = 18,198 \text{ кА}$$

Осы мәндерге қарап ВБУП-10-20/1000 УХЛ1 типті вакуумдық ажыратқыштарын таңдаймын.

1.4-кесте-Ажыратқыштың параметрлері

$U_{\text{ном}}, \text{кВ}$	10	$U_{\text{раб.ном}}, \text{кВ}$	10
$I_{\text{ном}}, \text{А}$	1000	$I_{\text{отк}}, \text{кА}$	20
$I_{\text{тер}}, \text{кА}$	20	$t_{\text{с.в.откл}}, \text{с}$	0,3
$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}}, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	1200	$t_{\text{тер}}, \text{с}$	3
		$t_{\text{п.в.откл}}, \text{с}$	0,025

Сөндірудің есептік уақыты $\tau = 0,01 + t_{\text{с.в.откл}} = 0,31 \text{ с}$;

Есептік мәндер: $t_{\text{отк}} = t_{\text{р.з.}} + t_{\text{откл.в}} = 0,1 + 0,025 = 0,125 \text{ с}$;

$$B_k \cdot h = I_{\text{п.о.}}^2 \left[t_{\text{откл}} + T_a \cdot \left(1 - e^{\frac{-2t_{\text{откл}}}{T_a}} \right) \right] = 7,149^2 \cdot [0,125 + 0,06 \cdot (1 - e^{\frac{-2 \cdot 0,125}{0,06}})] = 9,407 \text{ кА}^2 \text{с}$$

1.5-кесте-Ажыратқышты таңдау

Ажыратқыштың параметрлері		Таңдау шарты	Есептелген мәндері	
$U_{\text{ном}}, \text{кВ}$	10	$\geq$	$U_{\text{уст.ном}}, \text{кВ}$	10
$I_{\text{ном}}, \text{А}$	1000	$\geq$	$I_{\text{ном.расч}}, \text{А}$	923,76
$i_{\text{дин}}, \text{кА}$	20	$<$	$i_{\text{уд}}, \text{кА}$	18,19
$I_{\text{отк}}, \text{кА}$	20	$>$	$I_{\text{п.о.}}, \text{кА}$	7,14
$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}}, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	1200	$>$	$B_k, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	9,407

Ажыратқыш шарттарды қанағаттандырады.

1.5.2 Айырғышты таңдау

Айырғыштарды мына шарттар бойынша таңдалады:

$$\begin{aligned} U_{\text{ном}} &\geq U_{\text{ном.уст.}}; \\ I_{\text{ном}} &\geq I_{\text{раб.расч.}}; \quad i_{\text{дин}} \geq i_{\text{уд}}; \\ I_{\text{ном.отк.}} &\geq I_{\text{п.о.}} \\ I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}} &> B_k; \quad B_k \cdot h = I_{\text{п.о.}}^2 \left[t_{\text{откл}} + T_a \cdot \left(1 - e^{\frac{-2t_{\text{откл}}}{T_a}} \right) \right] \end{aligned}$$

Әрбір кернеу сатысына сәйкес айырғыштарды таңдаймыз:

— 110 кВ жоғарғы кернеуге РГПЗ-1-110/1000-УХЛ1 типті;

— 10 кВ төменгі кернеуге РЛНД-1-10/1000-II-УХЛ1 типті.

Есептелген шарттарға байланысты әрбір кернеуге таңдалған айырғыштар кестеде келтірілген.

1.6-кесте - 110 кВ жоғарғы кернеуге РГПЗ-1-110/1000-УХЛ1 типті

Айырғыштың параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{\text{ном}}, \text{кВ}$	110	$U_{\text{уст.ном}}, \text{кВ}$	110
$I_{\text{ном}}, \text{А}$	1000	$I_{\text{ном,расч}}, \text{А}$	83,978
$i_{\text{дин}}, \text{кА}$	100	$i_{\text{уд}}, \text{кА}$	31,489
$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}}, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	1128	$B, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	32,846

1.7-кесте - 10 кВ төменгі кернеуге РЛНД-1-10/1000-УХЛ1 типті

Айырғыштың параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{\text{ном}}, \text{кВ}$	10	$U_{\text{уст.ном}}, \text{кВ}$	10
$I_{\text{ном}}, \text{А}$	2000	$I_{\text{ном,расч}}, \text{А}$	923,76
$i_{\text{дин}}, \text{кА}$	85	$i_{\text{уд}}, \text{кА}$	18,19
$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}}, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	282	$B, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	9,407

Айырғыштар барлық шарттарды қанағаттандырады.

1.5.3 Тоқ трансформаторларын таңдау

Келесі шарттар бойынша тоқ трансформаторларын тандаймыз.

$$U_{\text{ном}} \geq U_{\text{ном. уст.}};$$

$$I_{\text{ном}} \geq I_{\text{раб. нб}};$$

$$i_{\text{скв}} \geq i_{\text{уд}};$$

$$I_{\text{тер}}^2 \cdot I_{\text{тер}} \geq B_{\text{к}}.$$

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

мұндағы $K_{\text{дин}}$ және $K_{\text{тер}}$ — термиялық және динамикалық тұрақтылыққа сәйкес еселігі тоғы;

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

$Z_{2\text{расч}}$ — екіншілік тізбектің есептік кедергісі, Ом.

ТТ дәлдік класын тағайындалуына сәйкес таңдалады. Егер ТТ-на электр энергиясының есептемелік счетчиктер орнатылса, онда оның дәлдік класы 0,5-тен кем болмау керек. Ал тек щитты өлшегіш құрал қосылатын болса, онда дәлдік класы 1 болса жеткілікті.

Дәлдік класымен алынған мән бойынша ТТ жұмыс істеуі үшін, екіншілік тізбектегі жүктеме номиналдық мәннен аспауы керек, яғни $I_{2ном}=5\text{ A}$

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

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

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

110 кВ қосалқы станциясының екіншілік тізбегінде алюминді кабель қолданылады ($\rho=0,028\text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$).

1. Сымның қимасын өлшеу дәлдік талаптарына сәйкес таңдайды.

ТТ-ның дәлдік класының жұмысын қамтамасыз ету үшін рұқсат етілген жүктеме шартына қарап сымның кедергісі мынадай болады:

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

мұндағы $Z_{конт}$ – түйіспелер кедергісі.

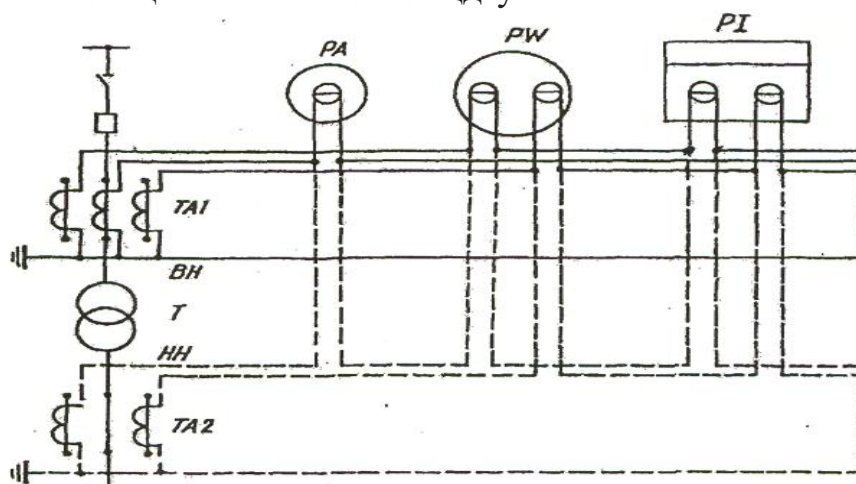
$Z_{пров} \approx r_{пров}$ теңсіздігін тексерсек, онда сымның рұқсат етілген қимасы төмендегі өрнектен кем болмау керек, мм^2 ,

$$S = \rho \cdot L_{расч} / r_{пров} \quad (1.8)$$

мұндағы: ρ – сымның материалының меншікті кедергісі;

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

ӨМТ –на қосылған ТТ-ын таңдау:



1.5.3- сурет – ӨҚТ –ға қосылған өлшеуіш құралдардың қосылу сұлбасы

Өзіндік қажеттіліктерге кететін активті энергия ереже бойынша ӨҚТ-ның жоғарғы кернеу жағында есептелінеді. Бірақ ӨҚТ-ның жоғарғы кернеу жағында орнатылған ӨТТ есептемелік счетчиктің керекті дәлдікпен жұмыс істеуін қамтамасыз етпейді, сондықтан ӨҚТ-ның ТК жағының ТТ-на өлшегі

құралмен счетчик орнатуға рұқсат етеді. Осы жағдайда ӨҚТ-ның энергия шығыны есептелмейді.

Таңдап алынған ажыратқыштардың өзінде орнатылған ТТ болмағандықтан, қосалқы станцияда сыртқа шығарылған ТФЗМ типті ТТ орнатылады. Қосалқы станциядағы автотрансформаторлардың шықпасына ТВТ типті ТТ орнатылған. ТТ параметрлері мен есептелген мәндерді кестеге келтірілген.

Сыртқа шығарылған ТФЗМ типті ТТ таңдау:

1.8-кесте - Таңдаймын: ТЛШ-10Б- 4000/5 У1

ТТ параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{ном}, кВ$	10	$U_{ном}, кВ$	10
$I_{ном}, А$	4000	$I_{ном}, А$	4000
$I_{скв}, кА$	40	$I_{скв}, кА$	40
$I_{тер}^2 \cdot I_{тер}, кА^2 \cdot с$	1328	$I_{тер}^2 \cdot I_{тер}, кА^2 \cdot с$	1328

1.9-кесте - Таңдаймын: ТФЗМ-110Б- 1000/5 У1

ТТ параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{ном}, кВ$	110	$U_{уст.ном}, кВ$	110
$I_{ном}, А$	1000	$I_{ном,расч}, А$	83,978
$I_{скв}, кА$	79	$i_{уд}, кА$	31,489
$I_{тер}^2 \cdot I_{тер}, кА^2 \cdot с$	2548	$B, кА^2 \cdot с$	32,846

1.10-кесте – ТТ құралын таңдау

Құрал	Құрал түрі	Тоқ өлшегіш құралдардағы жүктеме, В*А		
Амперметр	Э-665	0,5	0	0,5
Ваттметр	Д-335	0,5	0	0,5
Варметр	Д-304	0,5	0	0,5
Реактивті қуат	СР4	2,5	2	2,5

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

$$S_{приб} = 3 \cdot B \cdot A \quad I_2 = 5 \cdot A$$

$$R_{приб} = \frac{S_{приб}}{I_2^2}, \quad R_{приб} = 0,12 \text{ Ом} \quad (1.9)$$

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:

$$L_{\text{тр}} = 35 \text{ м } \rho = 0,028 \text{ Ом} \cdot \frac{\text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$L_{\text{расч}} = L_{\text{тр}} = 35 \text{ м}$$

$$S = \frac{\rho \cdot L_{\text{расч}}}{R_{\text{пров}}} = \frac{0,028 \cdot 35}{0,75} = 1,261_2 \text{ мм}^2$$

Табылған қима бойынша 6 мм^2 қималы АКРВГ маркалы бақылау кабелін таңдаймыз

Таңдалынған ТТ барлық шартты қанағаттандырады.

ТТ 10% қателікке сәйкес тексерудің қажеттілігі жоқ, себебі қазіргі кездегі релелік қорғаныс және автоматика құрылғылары аз ғана қуатты тұтынады. ТТ жүктемесі негізінен байланыс сымдарының кедергісіне қатысты.

1.5.4 Кернеу трансформаторларын таңдау

$$U_{\text{ном}} \geq U_{\text{ном.уст.}}$$

$$S_{2\text{.ном}} \geq S_{2\text{.расч.}}$$

мұндағы $S_{2\text{ном}}$ – берілген дәлдік класының жұмысына сәйкес және КТ-ң екіншілік тізбегінде пайдаланылатын номинал толық қуаты;

$S_{2\text{расч}}$ - екіншілік тізбегінде пайдаланылатын есептік толық қуат.

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

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

-110 кВ шинада КТ таңдау: НКФ-110-57У1;

-10 кВ шинада КТ таңдау: НАМИ-10-66УЗ

2 Қосалқы станциядағы трансформатордың релелік қорғанысы

2.1 Трансформатордың дифференциалдық қорғанысы

2.1.1 Негізгі жағдайы

ПУЭ талаптары бойынша барлық қондырғылар релелік қорғаныс құрылғыларымен жабдықталуы тиіс. Олар арналған:

- ажыратқыш көмегімен бүлінген элементті қалғанынан, яғни бүлінбеген энергожүйе бөлігінен автоматты түрде сөндіру. Егер (нейтралы тұйықталмаған тораптардағы жерге тұйықталу) бүліну электр жүйелердің жұмысын бұзбаса, онда релелік қорғаныс тек сигналға жіберілуі рұқсат етіледі.
- энергожүйедегі элементтің қауіпті, яғни қалыпты емес жұмыс істеу режиміне оның релелік қорғанысы сигналға немесе істе қалған элементтің бүлінуге алып келмейтіндей сөндіруге әрекет жасау.

ПУЭ-ға сәйкес жоғарғы кернеуі 110 кВ трансформатордың релелік қорғанысы келесідей бүлінулер мен қалыпты емес жұмыс істеуінен қарастырылуы тиіс:

- орамы мен шықпаларындағы көпфазды тұйықталу;
- нейтралы жерге тұйықталған жүйелерге қосылған орамы мен шықпаларындағы бірфазды жерге тұйықталу;
- орам арасындағы тұйықталу;
- сыртқы ҚТ туындаған орамдағы тоқтар;
- жүктемеден туындаған орамдағы тоқтар;
- май деңгейінің төмендеуі;
- магнит өткізгіштіктің «өртенуі».

Жоғарыдағыны ескере отырып және соған сәйкес жобаланатын қосалқы станцияның трансформаторына келесідей қорғаныстар қарастырылады.

Негізгі қорғаныс ретінде:

- трансформатордың дифференциалдық қорғанысы – трансформатордың орамы мен шықпаларындағы барлық түрдегі ҚТ қорғау;
- газдық қорғаныс – трансформатордың бағының ішіндегі ҚТ қорғау, яғни газдың бөліну нәтижесінде;
- Қосымша қорғаныс ретінде:
- трансформатордың жоғарғы және төменгі кернеу орамдарын жүктемеден қорғайтын бірфазды максималды тоқ қорғанысы;
- жағарғы және орта кернеудегі жерге ҚТ қорғайтын екі сатылы нөл ретті тоқтық қорғаныс;

- сыртқы ҚТ қорғайтын бағытталған кері ретті тоқ қорғанысы және үшфазды ҚТ қорғайтын кернеу түсумен максималды тоқ қорғанысы;
көпфазды тұйықталудан қорғайтын екі сатылы дистанционды қорғаныс

2.1.2 Трансформатордың дифференциалды қорғанысын есептеу

Екі орамды тарамдалған Y/Δ- топты төмендеткіш трансформаторларында дифференциалды қорғанысты екі релелі етіп орындайды, себебі Δ- жағындағы екі фазалы ҚТ-ға қорғаныстың сезімталдығы, үш релелі сұлбалардағы сияқты.

РПН-ды трансформатордың дифференциалды қорғанысы сыртқы ҚТ-ың максималды тоқтары кезінде селективті әрекетті және қорғаныс аумағындағы ҚТ және минималды ҚТ тоқтары кезінде ПУЭ бойынша қажетті сезімталдық коэффициентін қамтамасыз етуі керек.

Сенімділікті жоғарлату үшін бұл қорғаныстар магниттелу тоқтарының артуы кезінде трансформаторының жұмыс тоғынан келтірілуі керек.

Жоғары қуатты трансформаторлар үшін жартылай өткізгішті сезімталды ДЗТ-типті дифференциалды қорғанысты пайдаланған дұрыс.

РНТ және ДЗТ типті релелі дифференциалды қорғаныстың сезімталдығын жоғарлату үшін, яғни РПН- ді трансформатордың қорғанысындағы балансталмаған тоқтарды төмендету үшін, НТТ орамдарын есептеу орташа емес, оптималды кернеу бойынша жүргізіледі.

$$S_{н.тр}=16 \text{ МВА}; \quad U_{к.макс}=11,71 \%; \quad U_{к.мин}=9,8 \%;$$

$$P_x=18 \text{ кВт}; \quad P_k=85 \text{ кВт};$$

$$X_{T13-} = X_{T14-} = \alpha_{(+ \text{ рпн})}^2 \cdot \frac{U_{к\% \max}}{100} \cdot \frac{U_6^2}{S_{н.т}} = 1,16^2 \cdot \frac{11,71}{100} \cdot \frac{115^2}{16} = 130,241 \quad \text{Ом}$$

$$X_{T13+} = X_{T14+} = \alpha_{(- \text{ рпн})}^2 \cdot \frac{U_{к\% \min}}{100} \cdot \frac{U_6^2}{S_{н.т}} = 0,84^2 \cdot \frac{9,8}{100} \cdot \frac{115^2}{16} = 57,156 \text{ Ом}$$

Дифференциалды қорғаныстың екі релелі сұлбасын қабылдаймын. Номиналды біріншілік тоқтарды есептейміз:

$$I_{110,ном} = \frac{S_{н.тр}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{16000}{\sqrt{3} \cdot 110} = 83.98 \text{ А}; \quad (2.1)$$

$$I_{10,ном} = \frac{S_{н.тр}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{16000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 923.78 \text{ А}; \quad (2.2)$$

Трансформатор орамдарының жалғану сұлбасы – Y/Δ, екіншілік тоқтарын фаза бойынша тегістеу үшін тоқ трансформаторының жоғарғы кернеу жағынан жалғану сұлбасын - Δ, ал төменгі кернеу жағынан - Y деп қабылдаймыз, сонда:

$$n_{T110,расч} = \frac{I_{110,ном} \cdot k_{сх110}}{40} = \frac{83.98 \cdot \sqrt{3}}{40} = 3,63; \quad (2.3)$$

$$n_{T10,расч} = \frac{I_{10,ном} \cdot k_{сх10}}{400} = \frac{923.78 \cdot 1}{400} = 2,3; \quad (2.4)$$

мұнда: $K_{сх}$ – схема коэффициенті, ЖК үшін $\sqrt{3}$, ал ТК үшін 1-ге тең.

Қорғаныстың сенімділігін жоғарлату мақсатында ТТ-ың қателігін төмендету үшін n_T -дан жоғары етіп таңдаймыз, осылайша ҚТ тоқтарының қатынасын төмендетеміз және трансформатордың рұқсат етілетін асқын жүктемесін шектемейміз. МЕМСТ 7746-95 бойынша ТТ-ы номиналдыдан жоғары үлкен тоқтардың ағуын рұқсат етпейді.

Келесідей қабылдаймыз: $n_{T,110}=200/5$; $n_{T,10}=2000/5$;

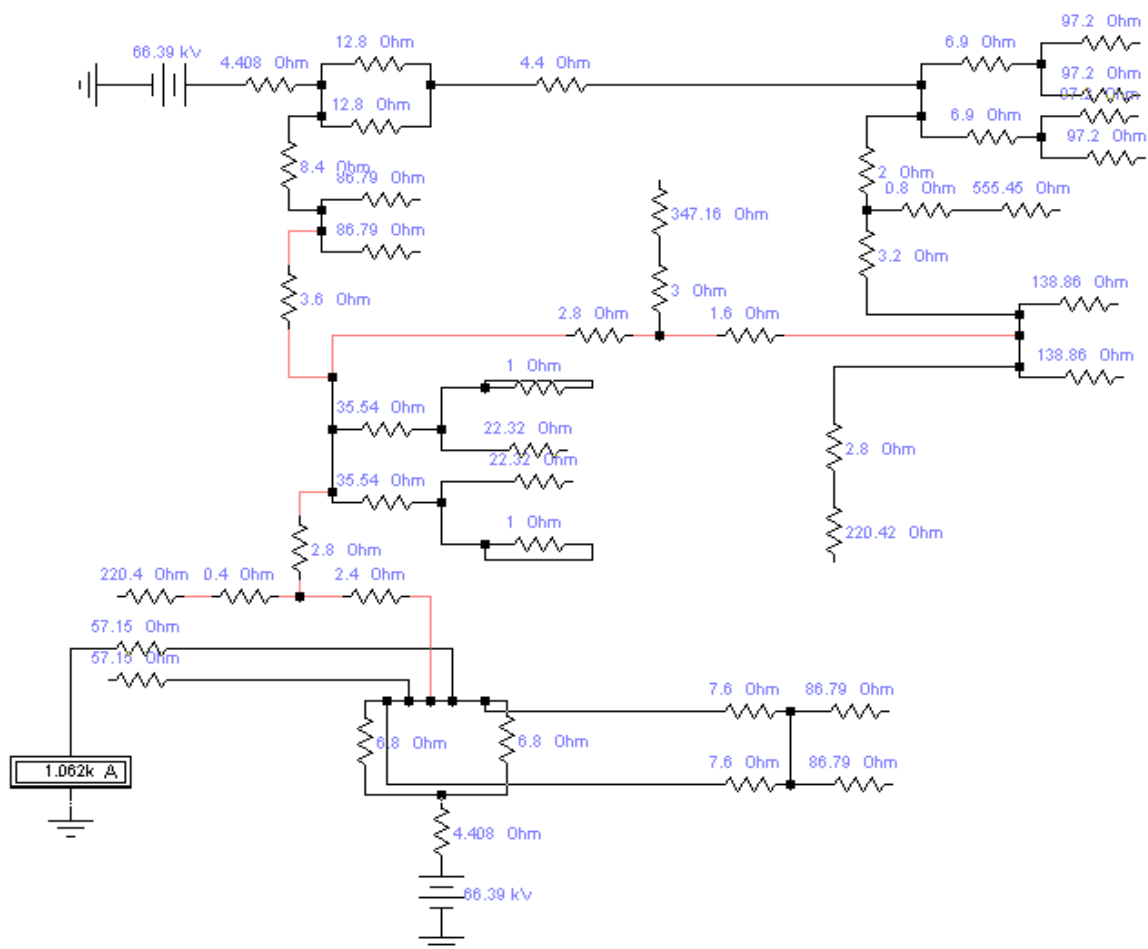
Қалыпты режимде дифференциалды қорғаныстың балансталмаған тоқтарын анықтау үшін, сыртқы ҚТ кезіндегі трансформатор арқылы өтетін максималды тоқты анықтау керек. Бұл тоқ, жүйенің максималды режимі кезіндегі тоқ. Қорғаныстың сезімталдық коэффициентін анықтаған кезде 10 кВ жағындағы минималды ҚТ тоғын есептеу керек. Бұл тоқ, жүйенің минималды режимі кезіндегі тоқ.

Трансформатордың көрсетілген кедергілері 110кВ кернеуіне келтірілген.

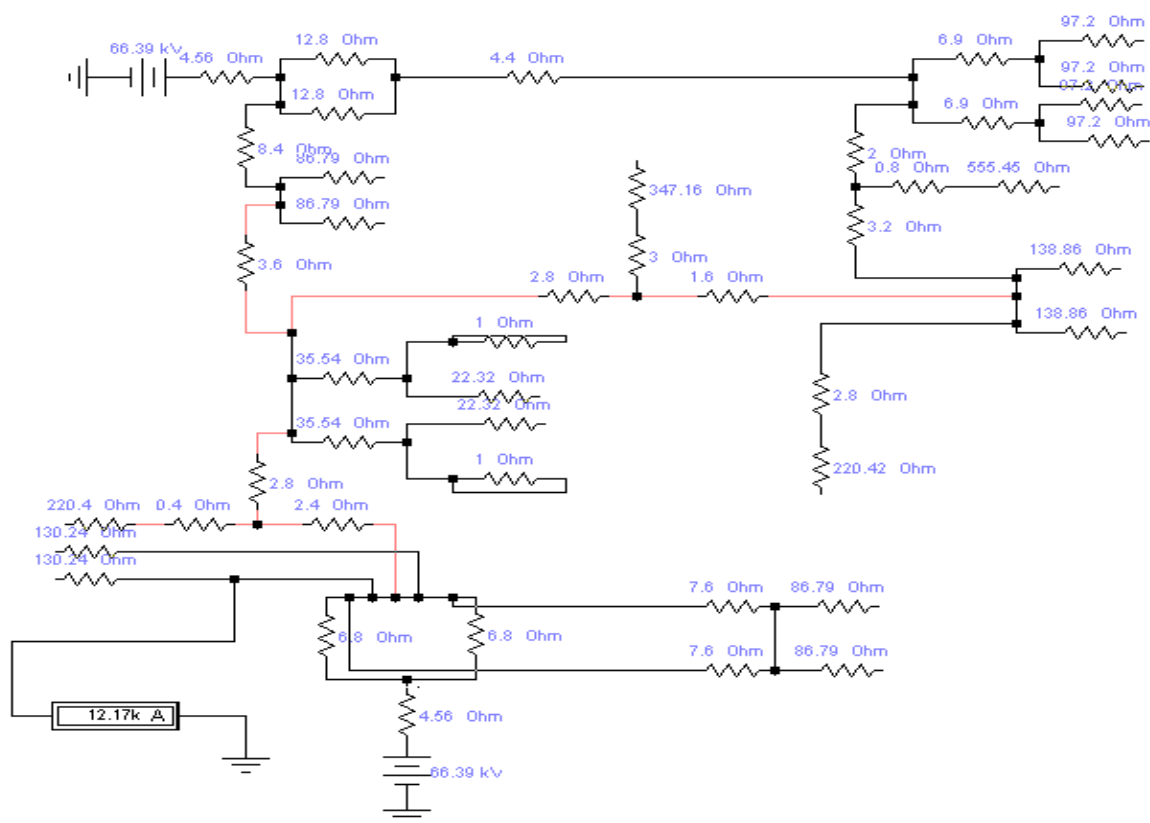
$$\alpha = 1 \pm \Delta U_{рег} = 1 \pm 0,16; \quad \alpha_{макс} = 1 + 0,16 = 1,16; \quad \alpha_{мин} = 1 - 0,16 = 0,84;$$

мұнда $\Delta U_{рег}$ – РПН құрылғысы орнатылған кездегі кернеудің миналдыдан максималды ауытқуы.

Жүйе максималды режимде болғандағы орынбасу сұлбалары



2.1-сурет- 1-ші нүкте 10 кВ жақтағы максималды ҚТ тоғы



2.4-сурет- 110 кВ жақтағы минималды ҚТ тоғы

ҚТ тоқтары: 110 кВ-жағында $I_{кз.макс} = 12,37 \text{ кА}$;

$I_{кз.мин} = 12,17 \text{ кА}$;

10 кВ-жағында $I_{кз.макс} = 1062 \text{ А}$;

$I_{кз.мин} = 489,3 \text{ А}$;

Егер де оның сезімталдық коэффициенті екіден төмен болса, онда тежелуі бар ДЗТ сериялы релесі бар дифференциалды қорғанысты қолданамыз.

Номиналды екіншілік тоқтар:

$$i_{ном}^B = \frac{I_{110 \text{ ном}} \cdot K_{сх}}{n_{п \ 110}} \quad (2.5)$$

$$i_{ном}^B = \frac{83.98 \cdot \sqrt{3}}{40} = 3.63$$

$$i_{ном}^H = \frac{I_{10 \text{ ном}} \cdot K_{сх}}{n_{п \ 10}} \quad (2.6)$$

$$i_{ном}^H = \frac{923.78 \cdot 1}{400} = 2,309$$

Екіншілік тоқтық тізбектердің негізгі жағын таңдаймыз: номиналды тоғының үлкені негізгісі болады, жоғарғы кернеу – негізгі жағы болып саналады, $3,63 > 2,309$.

Бірінші шарт – магниттелу тоғының лақтырысынан құрылым

$$I_{C3} = K_H \cdot I_{НОМ}^{осн}; \quad (2.7)$$

$$I_{C3} = 1,5 \cdot 83,98 = 125,97 \text{ А}.$$

мұнда $K_H = 1,5$ – сенімділік коэффициенті;

$I_{НОМ}^{осн}$ – негізгі жағының біріншілік номиналды тоғы.

Екінші шарт – теңсіздік тоғынан құрылым

$$I_{C3} = K_H \cdot I_{НБ}. \quad (2.8)$$

мұнда $K_H = 1,3$ – сенімділік коэффициенті;

$I_{НБ}$ – теңсіздік тоғы.

$$I_{НБ} = I'_{НБ} + I''_{НБ}. \quad (2.9)$$

мұнда $I'_{НБ}$ – тоқ трансформаторының қателігі бойынша теңсіздік тоғының құраушысы;

$I''_{НБ}$ – РПН жұмысы бойынша теңсіздік тоғының құраушысы.

$$I'_{НБ} = \varepsilon \cdot K_A \cdot K_{ОДН} \cdot I_{КЗ \max}^{10}; \quad (2.10)$$

$$I'_{НБ} = 0,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1062 = 106,2 \text{ А}.$$

мұнда $\varepsilon = 0,1$ – тоқ трансформаторының қателігі,

$K_A = 1$ – апериодикалық құраушысының коэффициенті,

$K_{ОДН} = 1$ – тоқ трансформаторының біртиптілік коэффи,

$I_{КЗ \max}^{осн} = I_{КЗ}^{10}$ – негізгі жағына келтірілген қ.т. тоғы.

$$I''_{НБ} = \Delta U_{РПН} \cdot I_{КЗ \max}^{10}. \quad (2.11)$$

мұнда $\Delta U_{РПН} = 0,16$ – РПН-ді реттеудегі жарты диапазон.

$$I''_{НБ} = 0,16 \cdot 1062 = 169,92 \text{ А};$$

$$I_{НБ} = I'_{НБ} + I''_{НБ} = 106,2 + 169,92 = 276,12 \text{ А};$$

$$I_{C3} = K_H \cdot I_{НБ} = 1,3 \cdot 276,12 = 358,956 \text{ А}.$$

Екі шарт бойынша үлкен тоқты таңдаймыз: $125,97 \text{ А} < 358,956 \text{ А}$;
 $I_{C3} = 358,956 \text{ А}.$

Сезімталдығын алдын ала тексеру

Сезімталдық коэффициенті

$$K_q = \frac{i_{p.min}}{i_{c.p.}}. \quad (2.12)$$

мұнда $i_{p.min}$ – трансформатордың арғы жағында, минималды режиміндегі екі фазалы к.т. кезіндегі реле тоғы,

$i_{c.p.}$ – реленің іске қосылу тоғы.

$$i_{p.min} = \frac{0,87 \cdot I_{K3 min}^{осн} \cdot K_{CX}^{осн}}{n_T^{осн}}. \quad (2.13)$$

мұнда $I_{K3 min}^{осн}$ – негізгі жағына келтірілген минималды қ.т. тоғы.

$$i_{p.min} = \frac{0,87 \cdot 12170 \cdot \sqrt{3}}{40} = 458,47 \text{ А};$$

$$I_{c.p.} = \frac{I_{C3} \cdot K_{CX}^{осн}}{n_m^{осн}}; \quad (2.14)$$

$$I_{c.p.} = \frac{358,956 \cdot \sqrt{3}}{40} = 15,52 \text{ А};$$

$$K_q = \frac{i_{p.min}}{i_{c.p.}} = \frac{458,47}{15,52} = 29,57.$$

$$K_q = 29,57 > 2.$$

ПУЭ-ға сәйкес сезімталдық коэффициенті 2-ден кем болмауы керек. Қажет етілетін сезімталдылықты 1,5-ке дейін төмендету рұқсат етіледі, егер ол қорғаныстың өте қиындауымен және трансформатор қуатының 80 МВА-ден кіші болуымен байланысты болса.

Қорғаныстың іске қосылу тоғы трансформатордың магниттелу тоғының лақтырысынан құрылым шарты бойынша алынады

$$I_{C3} = K_H \cdot I_{ном}^{осн}; \quad (2.15)$$

$$I_{C3} = 1,5 \cdot 83,98 = 125,97 \text{ А}.$$

Реленің іске қосылу тоғы

$$I_{c.p.} = \frac{I_{C3} \cdot K_{CX}^{осн}}{n_T^{осн}} = \frac{125,97 \cdot \sqrt{3}}{40} = 5,44 \text{ А}$$

Қорғаныстың негізгі жағына қосылған ораманың орам санының есептелінген мәні

$$W_{осн.расч} = \frac{F_{ср}}{i_{ср}} = \frac{100}{5,44} = 18,38 \text{ орам}.$$

Қорғаныстың негізгі жағына жалғанған ораманың орам манының қабылданған мәні

$$W_{осн.} = 18 \text{ орам}.$$

Қорғаныстың негізгі емес жағына жалғанған ораманың орам манының есептелінген мәні

$$W_{неосн.расч} = W_{осн} \cdot \frac{i_{ном}^{осн}}{i_{ном}^{неосн}} = 18 \cdot \frac{3,63}{2,3} = 28,409 \text{ орам}.$$

Қорғаныстың негізгі жағына жалғанған ораманың орам манының қабылданған мәні

$$W_{\text{неосн.}} = 28 \text{ орам.}$$

Реле орама орам сандарының есептелінген және қабылданған сандарының айырмасы бойынша теңсіздік тоғының құраушысы

$$I_{\text{нб.расч}}^{\text{III}} = \frac{W_{\text{неосн.расч}} - W_{\text{неосн.}}}{W_{\text{неосн.расч}}} \cdot I_{\text{КЗ max}}^{\text{II}} ;$$

$$I_{\text{нб.расч}}^{\text{III}} = \frac{28,409 - 28}{28,409} \cdot 1062 = 15,28 \text{ А.}$$

Теңсіздік тоғының толық мәні

$$I_{\text{нб}} = I_{\text{нб}}^{\text{I}} + I_{\text{нб}}^{\text{II}} + I_{\text{нб}}^{\text{III}} = 106,2 + 169,92 + 15,28 = 291,4 \text{ А.}$$

Тежеу орамасының орам саны

$$W_T = \frac{K_H \cdot I_{\text{нб}}^{\text{торм}} \cdot W^{\text{торм}}}{I_{\text{КЗ торм}}^{\text{торм}} \cdot \text{tg} \alpha}; \quad (2.16)$$

мұнда $K_H = 1,5$ – сенімділік коэффициенті,

$\text{tg} \alpha = 0,75$ – ДЗТ-11 релеснің тежеу сипаттама қисығының бұрыш тангенсі,

$I_{\text{нб}}^{\text{торм}}$ и $I_{\text{КЗ max}}^{\text{торм}}$ – Қорғаныстың тежеу орамы жалғанатын жағына келтірілген теңсіздік және қ.т. тоқтары,

$W^{\text{торм}}$ – қорғаныстың тежеу орамасы жалғанған жұмыс орамасының орам саны.

Қорғалатын трансформатор екі орамды және бәжақты қоректенген болғандықтан тежеу орамасы ТК иініне жалғанады, яғни тоқ төменгі кернеу жағынан ағады, бұдан шығатыны:

- $I_{\text{нб}}^{\text{торм}} = I_{\text{нб}}^{\text{HH}}$ – бұл төменгі кернеуге келтірілген теңсіздік тоғы, егер негізгі жағы ЖК болса, онда

$$I_{\text{нб}}^{\text{торм}} = I_{\text{нб}} \cdot \frac{U_{\text{BH}}}{U_{\text{HH}}}; \quad (2.17)$$

егер негізгі жағы ТК болса, онда

$$I_{\text{нб}}^{\text{торм}} = I_{\text{нб}}; \quad (2.18)$$

мұнда $I_{\text{нб}}$ – жоғарыда есептелінген теңсіздік тоғы;

$$I_{\text{КЗ max}}^{\text{торм}} = I_{\text{КЗ max}}^{10 \text{ кВ}} - \text{бұл төменгі кернеуге келтірілген қ.т. тоғы}; \quad (2.19)$$

$W^{\text{торм}} = W^{\text{HH}}$ – бұл реленің төменгі кернеу иініне қосылған жұмыс орамы, егер негізгі жағы ЖК болса, онда

$$W^{\text{торм}} = W^{\text{HH}} = W_{\text{неосн.расч}} - \text{орамның есептелінген мәні}, \quad (2.20)$$

егер негізгі жағы ТК болса, онда

$$W^{\text{торм}} = W^{\text{HH}} = W_{\text{осн.}} - \text{орамның қабылданған мәні}. \quad (2.21)$$

Бұл есептеуде олар келесідей болады

$$I_{\text{НБ}}^{\text{торм}} = I_{\text{НБ}} = 291,4 \text{ А};$$

$$I_{\text{КЗ max}}^{\text{торм}} = I_{\text{КЗ max}}^{10 \text{ кВ}} = 1062 \text{ А};$$

$$W^{\text{торм}} = W^{\text{НН}} = W_{\text{неосн.расч.}} = 28 \text{ орам};$$

$$W_{\text{T}} = \frac{K_{\text{Н}} \cdot I_{\text{НБ}}^{\text{торм}} \cdot W^{\text{торм}}}{I_{\text{КЗ торм}}^{\text{торм}} \cdot \text{tg} \alpha} = \frac{1,5 \cdot 291,4 \cdot 28}{1062 \cdot 0,75} = 15,36 \text{ орам.}$$

Алынған мәнді жақын мәніне дейін жуықтаймыз

$$W_{\text{T}} = 15 \text{ орам.}$$

Қорғаныстың сезімталдылығын тексеру

Сезімталдық коэффициенті

$$K_{\text{ч}} = \frac{i_{\text{р. min}}}{i_{\text{с.р.}}}; \quad (2.22)$$

мұнда $i_{\text{р. min}}$ – трансформатордың арғы жағында, минималды

режиміндегі екі фазалы к.т. кезіндегі реле тоғы,

$i_{\text{с.р.}}$ – реленің іске қосылу тоғы.

$$i_{\text{р. min}} = \frac{0,87 \cdot I_{\text{КЗ min}}^{\text{осн}} \cdot K_{\text{СХ}}^{\text{осн}}}{n_{\text{T}}^{\text{осн}}}; \quad (2.23)$$

мұнда $I_{\text{КЗ min}}^{\text{осн}}$ – негізгі жағына келтірілген минималды қ.т. тоғы.

$$i_{\text{р. min}} = \frac{0,87 \cdot 12170 \cdot \sqrt{3}}{40} = 458,47 \text{ А};$$

$$I_{\text{с.р.}} = \frac{F_{\text{с.р.}}}{W_{\text{осн.}}};$$

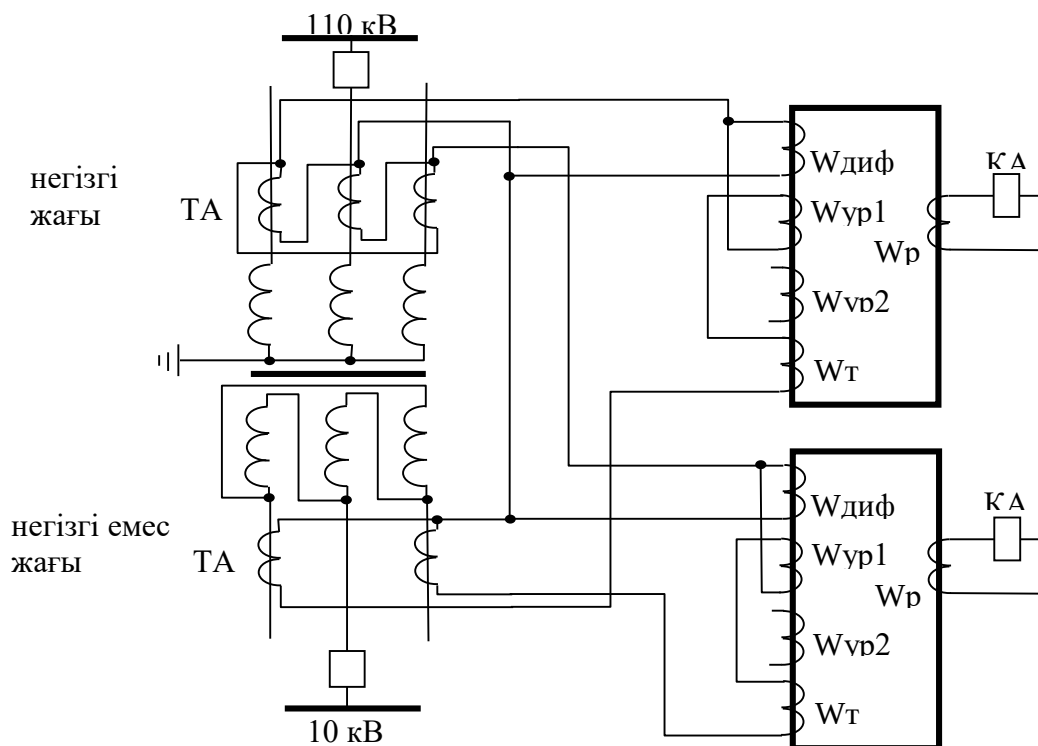
$$I_{\text{с.р.}} = \frac{100}{18} = 5,55 \text{ А};$$

$$K_{\text{ч}} = \frac{i_{\text{р. min}}}{i_{\text{с.р.}}} = \frac{458,47}{5,55} = 82,6.$$

$$K_{\text{ч}} = 82,6 > 2.$$

Сезімталдығы қанағатанарлықтай.

ДЗТ-11 релесінің жалғану сұлбасы 2.5-суретте көрсетілген.



2.5- сурет- ДЗТ-11 релесінің жалғану сұлбасы

2.2 Максималды ток қорғанысы (МТҚ)

МТҚ трансформатордың жоғарғы жағына қойылады, қосымша қорғаныс болып табылады және ҚТ кезінде уақыт ұстанымымен әрекет етеді.

МТҚ іске қосылу тоғы асқын жүктемеден (іске қосылмау) келтірілген шарт бойынша таңдалынады .

$$I_{110ном} = \frac{S_{т.ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{110ном}} = \frac{16000}{(\sqrt{3} \cdot 110)} = 83.98 \text{ A};$$

ТТ-ың бұрыштық ығысуын өтемдеу үшін 110 кВ жағын үшбұрышқа қосамыз, ал 10 кВ жағын-толық емес жұлдызшаға қосамыз, сонда:

$$n_{т110расч} = I_{110ном} \cdot k_{сх110}^{(3)} / 5 = 83,98 \cdot \sqrt{3} / 5 = 145,45 / 5 ;$$

Келесідей қабылдаймыз:

$$n_{т110расч} = 200 / 5;$$

$$I_{раб.мак.} = \frac{S_{нагр}}{\sqrt{3} \cdot U_{110ном}} = \frac{16000}{(\sqrt{3} \cdot 110)} = 83.98 \text{ A};$$

$$I_{сз} = \frac{k_{отс} \cdot k_{с.з.}}{k_{воз}} \cdot I_{раб.макс} = \frac{1,25 \cdot 2,5}{0,85} \cdot 83.98 = 308.75 \text{ A};$$

мұнда $K_{с.з.} = 2,5$ – жалпы жүктеменің өзіндік іске қосылу коэффициенті;

$K_{\text{роз}} = 0,85$ – реленің қайту коэффициенті.

Уақыт ұстанымы: $\Delta t = 0,7 \text{ сек}; \quad t = \Delta t + 1,5 = 0,7 + 1,5 = 2,2 \text{ сек};$

2.3 Тоқ бөлгіш

Қорғаныстың іске қосылу тоғы таңдалынады:

а) Трансформатордан кейінгі ҚТ-дың максималды тоғынан келтіріледі:

$$I_{\text{сз}} = K_{\text{отс}} \cdot I_{\text{КЗ max}}^{(3)}; \quad (2.24)$$

мұнда $K_{\text{отс}} = 1,25$ – келтіру коэффициенті.

$$I_{\text{сз}} = 1,25 \cdot 12,37 = 15,46 \text{ кА}.$$

б) Трансформаторды кернеуге қосқан кезде пайда болатын магниттелу тоғының секіруінен келтіріледі:

$$I_{\text{сз}} = K_{\text{отс}} \cdot I_{\text{ном.тр.}}; \quad (2.25)$$

мұнда $K_{\text{отс}} = 4$ – келтіру коэффициенті;

$$I_{\text{ном.тр.}} = \frac{S_{\text{т.ном}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ВН}}} = \frac{16000}{(\sqrt{3} \cdot 110)} = 83,98 \text{ А};$$

$$I_{\text{сз}} = 4 \cdot 83,98 = 335,92 \text{ кА}$$

$$I_{\text{сз}} = 335,92 \text{ кА} \text{ деп қабылдаймыз}$$

$$n_{10\text{трасч}} = 2000/5;$$

$$I_{\text{ср}} = I_{\text{сз}} \cdot K_{\text{сх}} / n_{\text{т}}^{\text{очн.}} = 335920 \cdot \sqrt{3} / 40 = 14,45 \text{ кА};$$

2.4 16 МВА 110/10 кВ трансформаторының асқын жүктемеден қорғанысы

1. МЕМСТ-12965-74 және 15957-70 бойынша екі орамды трансформаторының ТК орамының қуаты ЖК орамының номиналды қуатының 1000%-пайызына тең, яғни трансформатордың номиналды қуатының. Екі орамды трансформатордың асқын жүктемеден қорғанысы үшін бұл қорғанысты олардың әрқайсысында орнатқан жеткілікті.

Біріншілік іске қосылу тоғы:

$$I_{\text{с.з.ВН}} = k_{\text{н}} \cdot 0,6 \cdot I_{\text{т.ном}} / k_{\text{в}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{ВН}}; \quad (2.26)$$

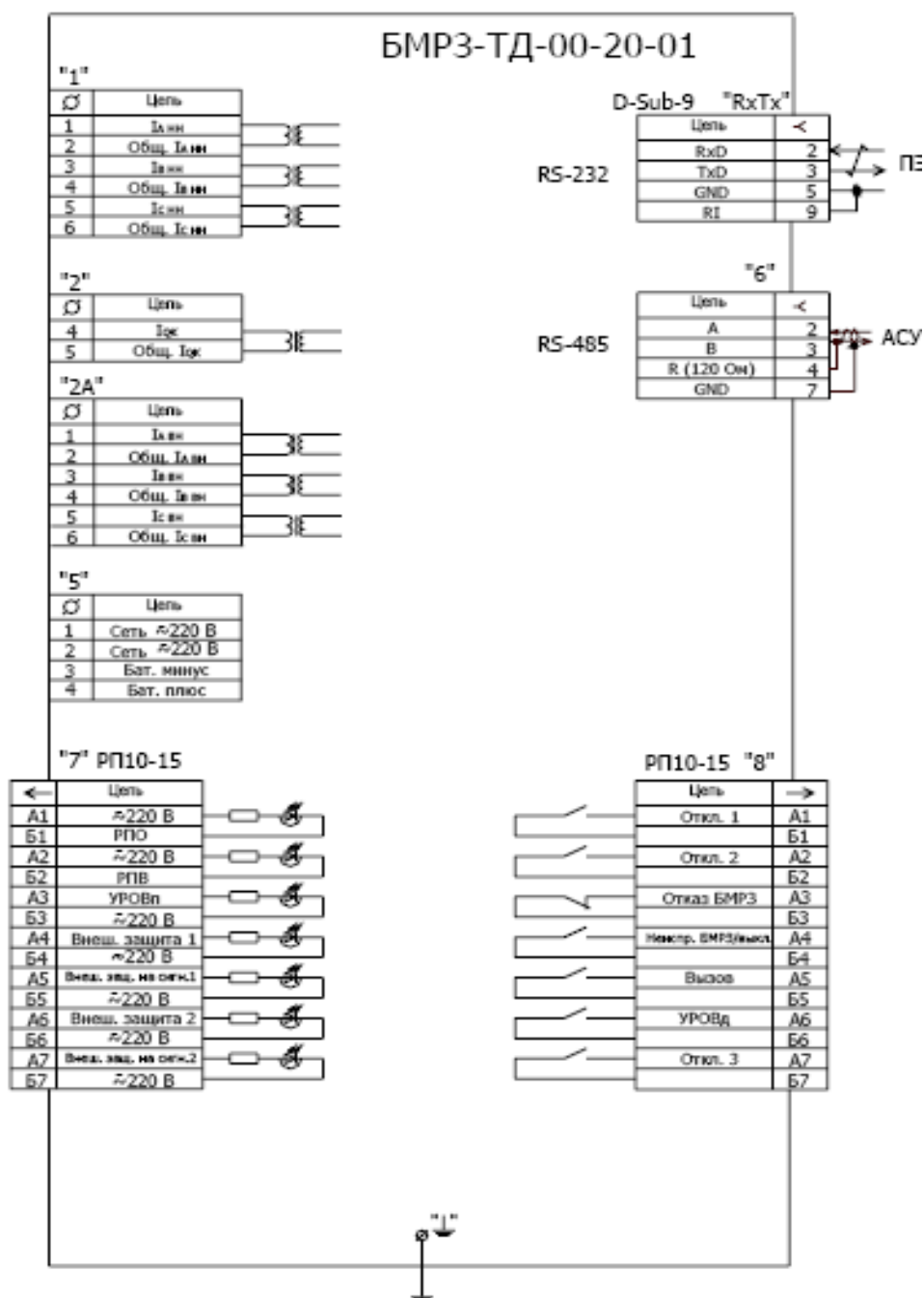
$$I_{\text{с.з.ВН}} = k_{\text{н}} \cdot 0,6 \cdot I_{\text{т.ном}} / k_{\text{в}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{ВН}} = 1,05 \cdot 0,6 \cdot 16000 / 0,85 \cdot \sqrt{3} \cdot 110 = 62,24 \text{ А} \quad n_{\text{т110р}} = 200/5;$$

$$I_{\text{ср}} = I_{\text{сз}} \cdot K_{\text{сх}} / n_{\text{тосн}} = 62,24 \cdot \sqrt{3} / 40 = 2,695 \text{ А}$$

Уақыт ұстанымы: $t_{\text{ср}} = 6 \text{ сек};$

2.5 БМРЗ-ТД-00-20-01 микропроцессоры жайлы негізгі мағлұмат

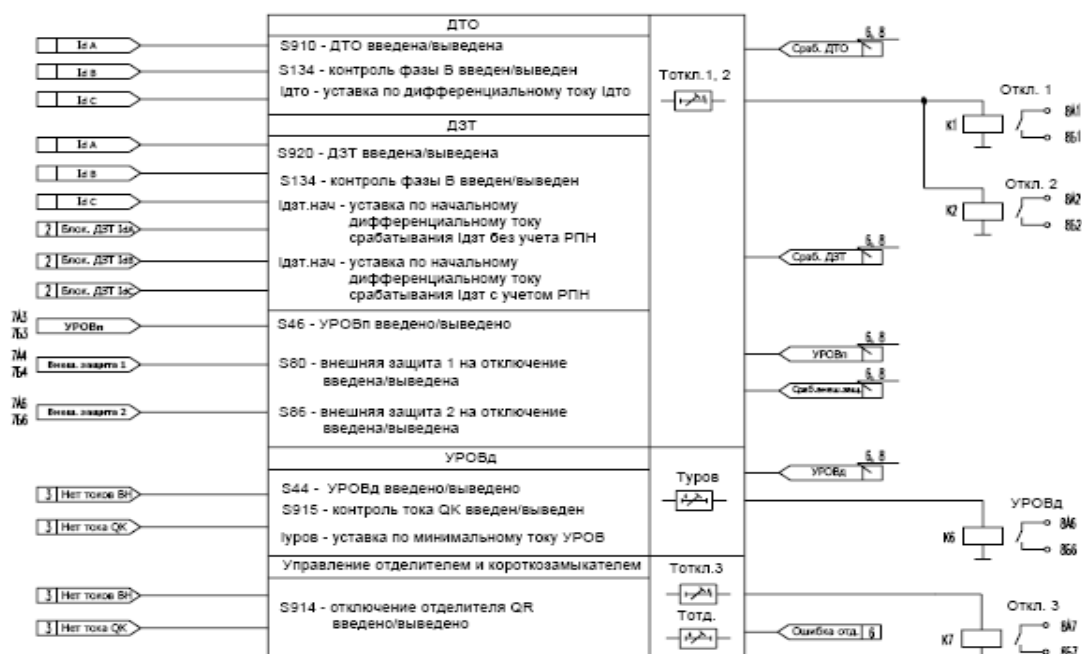
Релелік қорғаныстың микропроцессорлық блогі БМРЗ-ТД-00-20-01 ДИВГ.648228.016 (БМРЗ) негізгі тез іске қосылушы қорғаныстың функцияларын, жоғары кернеулі ажыратқыштың автоматикасын, басқару, өлшеу және екі орамды трансформатор мен 220 кВ-ке дейін төменгі кернеулі тарамдалған орамды трансформатордың сигнализациясын орындауға арналған.



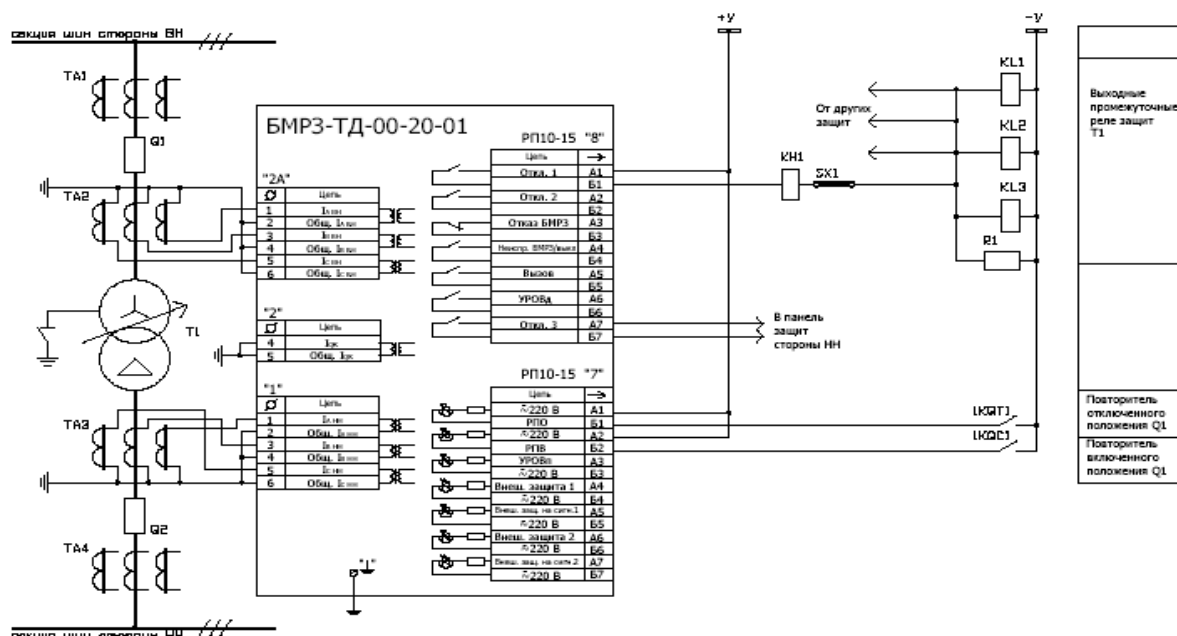
2.6 -Сурет - Электрлік қосылудың схемасы

2.5.1 Қорғаныстың функциялары

Тежелуі бар дифференциалды тоқ қорғанысы қорғалынатын трансформатордың төменгі кернеу жағынан тоқ трансформаторының үш фазалы (S134 кілті – 2.6-сурет) немесе екі фазалы (А және С фазалары) мүмкіндігімен орындалған. Егер күштік трансформатордың орамдары Δ/Y және $\Delta/Y-1$ схемасымен байланысса, онда ток трансформаторының екіфазалы қосылуына тиым салынады. Қорғаныс үшфазалымен орындалуы тиіс.



2.5.1 -сурет - Ажыратқыштармен басқару сигналдарының жасалуы



2.5.2 -сурет - Негізгі қорғанысы ретінде екі орамды трансформатордың қорғаныстың релелік панеліне және Q1 ажыратқышымен басқару БМР3-ТД-00-20-01 блогының қосылу схемасы

3 110 кВ желінің релелік қорғанысы

3.1 Үш сатылы дистанционды қорғаныс

Орынбасу сұлбасының параметірлерінің есептелінуі:

$$S_{K3.C1.MAX} = S_{K3.C2.MAX} = 3000 \text{ МВА} ;$$

$$S_{K3.C1.MIN} = S_{K3.C2.MIN} = 2900 \text{ МВА};$$

$$I_{РАБ.MAX} = 400 \text{ А}, \varphi_{РАБ} = 25^0 \text{ ф}_{МЧ} = 65^0$$

$$X_{T1 (+РПН)} = U_{K3.(+РПН)} \times U_{БАЗ}^2 \alpha_{(+РПН)}^2 / (100 \times S_{НОМ.ТР.}) ; \quad (3.1)$$

мұндағы $\alpha_{(+РПН)}$ –сеімталдық коэффициенті. Жүйе максимлды кезде РПН (+16 %), ал минималды кезде РПН (-16 %).

$$\alpha_{(+РПН)} = 1 - \Delta U_{РПН} = 1 - 0,16 = 0,84 ,$$

$$X_{T1}^{(B)} = X_{T2}^{(B)} = 0,125 \cdot \alpha_{(-РПН)}^2 \cdot \frac{U_{K3}}{100} \cdot \frac{U_B^2}{S_{H.T.}} = 0,125 \cdot 0,84^2 \cdot \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115^2}{25} = 4,899 \text{ Ом}$$

$$X_{T1}^{(H1)} = X_{T1}^{(H2)} = X_{T2}^{(H1)} = X_{T2}^{(H2)} = 1,75 \cdot 0,84^2 \cdot \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115^2}{25} = 68,587 \text{ Ом}$$

$$X_{T3} = X_{T4} = 0,84^2 \cdot \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115^2}{16} = 61,239 \text{ Ом}$$

$$X_{T7} = X_{T8} = 0,84^2 \cdot \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115^2}{10} = 97,982 \text{ Ом}$$

C_{MAX}

$$X_{T9+}^B = X_{T10+}^B = \alpha_{(-РПН)}^2 \cdot \frac{U_{BC} + U_{BH} - U_{CH}}{200} \cdot \frac{U_{\delta}^2}{S_{n.m}} = 0,84^2 \cdot \frac{9,52 + 17,04 - 6,5}{200} \cdot \frac{115^2}{40} = 23,339 \text{ Ом}$$

$$X_{T9+}^C = X_{T10+}^C = 0,84^2 \cdot \frac{9,52 + 6,5 - 17,04}{200} \cdot \frac{115^2}{40} = -0,19 \approx 0 \text{ Ом}$$

$$X_{T9+}^H = X_{T10+}^H = 0,84^2 \cdot \frac{6,5 + 17,04 - 9,52}{200} \cdot \frac{115^2}{40} = 16,354 \text{ Ом}$$

C_{MIN}

$$X_{T9-}^B = X_{T10-}^B = 1,16^2 \cdot \frac{9,52 + 17,04 - 6,5}{200} \cdot \frac{115^2}{40} = 44,622 \text{ Ом}$$

$$X_{T9-}^C = X_{T10-}^C = 1,16^2 \cdot \frac{9,52 + 6,5 - 17,04}{200} \cdot \frac{115^2}{40} = -2,269 \approx 0 \text{ Ом}$$

$$X_{T9-}^H = X_{T10-}^H = 1,16^2 \cdot \frac{6,5 + 17,04 - 9,52}{200} \cdot \frac{115^2}{40} = 31,187 \text{ Ом}$$

$$X_{T13-} = X_{T14-} = 1,16^2 \cdot \frac{11,71}{100} \cdot \frac{115^2}{16} = 130,241 \text{ Ом}$$

$$X_{T13+} = X_{T14+} = 0,84^2 \cdot \frac{9,8}{100} \cdot \frac{115^2}{16} = 57,156 \text{ Ом} \quad X_{T15} = X_{T16} = 0,84^2 \cdot \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115^2}{16} = 61,239 \text{ Ом}$$

$$X_{T5} = 0,84^2 \cdot \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115^2}{2,5} = 391,926 \text{ Ом}$$

$$X_{T6} = 0,84 \cdot \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115^2}{4} = 291,614$$

$$X_{T11} = 0.84^2 \cdot \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115^2}{6,3} = 155,526 \text{ Ом}$$

$$X_{T12} = 0.84^2 \cdot \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115^2}{6,3} = 155,526 \text{ Ом}$$

$$Z_{Л1} = X_{Л12} + X_{Л14} = 5,2 \text{ Ом}$$

$$Z_{Л2} = X_{Л7} = 3,6 \text{ Ом}$$

$$Z_{Л3} = X_{Л8} + X_{Л9} = 4,4 \text{ Ом}$$

ҚТ тоқтарын есептеу үшін орынбасу сұлбасын құрастырамыз және "ELECTRONICS WORKBENCH" бағдарламасының көмегімен тоқтарды анықтаймыз.

1-ші сатының кедергісін есептеу

1 – ші саты. Қорғаныстың бірінші аумағының іске қосылуының бірінші ретті уақыт ұстанымысыз кедергісі келесі өрнек бойынша желінің қарама-қарсы соңындағы маталдық ҚТ-дан орнатылады:

$$Z_{Л1}^I = Z_{Л1} / (1 + \beta + \delta); \quad (3.2)$$

$$Z_{Л1}^I = Z_{Л1} / (1 + \beta + \delta) = 0,85 \times Z_{Л1} = 0,85 \times (X_{Л12} + X_{Л14}) = 4,42 \text{ Ом}$$

Бірінші саты уақыт ұстанымысыз жұмыс істейді.

2-ші сатының кедергісін есептеу

2 – ші саты. Л1 желісінің екінші сатысы көршілес қосылулардың жылдам әсер етуші қорғаныштарымен үйлестірулі болу керек,оның яғни үш шарты бар:

- 1) Л2 – $Z_{Л2}^I$ желісінің 1-ші сатылы дистанциондық қорғанысы ,
- 2) Л3 – $Z_{Л3}^I$ желісінің 1-ші сатылы дистанциондық қорғанысы ,
- 3) Т6,Т10,Т12 трансформаторларының релелік қорғанысы .

3.1 Бірінші шарт бойынша Л2 желісінің 1-ші сатылы кедергісін есептеу керек

$$Z_{Л2}^I = Z_{Л2} / (1 + \beta + \delta) = 0,85 \times Z_{Л2} = 0,85 \times 3,6 = 3,06 \text{ Ом}$$

Л1 желісінің екінші сатысы

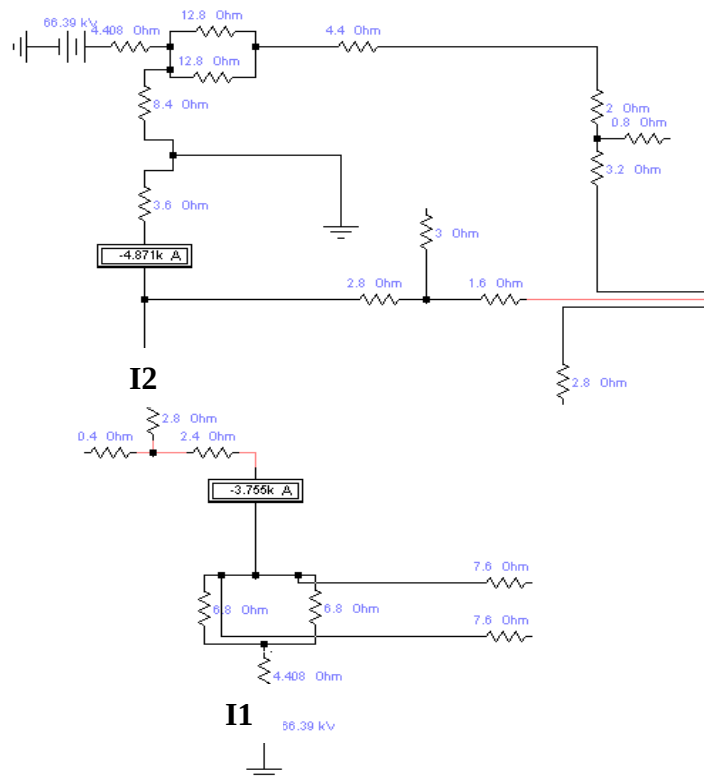
$$Z_{Л1}^{II} = (Z_{Л1} + (1 - \alpha) \times Z_{Л2}^I / K_{Т.Л2}) / (1 + \beta + \delta) = 0,85 \times Z_{Л1} + 0,66 \times Z_{Л2} / K_{Т.Л2}; \quad (3.3)$$

мұндағы $\alpha=0,1$ – тоқ трансформаторының кателігін ескеретін коэффициент,

$$K_{Т.Л2} = I_1 / I_2 ; \quad (3.4)$$

$K_{Т.Л2}$ -тоқ тарату коэффициент.

ҚТ тоқтарын есептеу үшін орынбасу сұлбасын құрастырамыз және "ELECTRONICS WORKBENCH" бағдарламасының көмегімен тоқтарды анықтаймыз.



3.1-сурет-ҚТ нүктесіндегі орынбасу сұлбасы , максималды режимде.

$$K_{T.L2} = I_1 / I_2 = 3755 / 4871 = 0,77$$

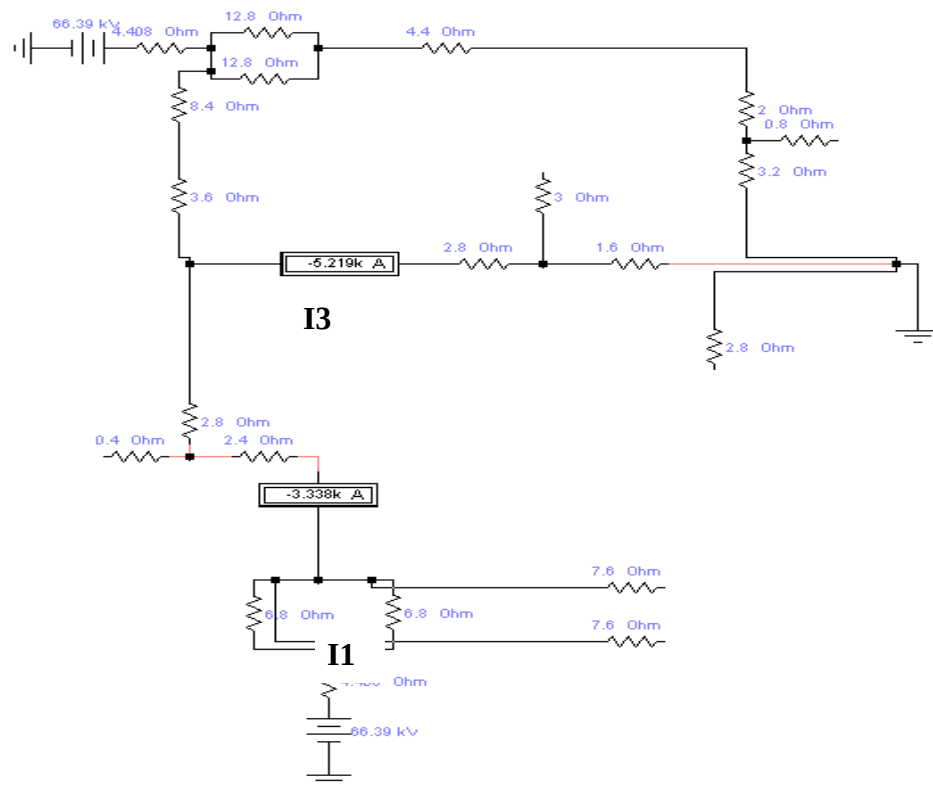
$$Z_{Л1}^{II} = (Z_{Л1} + (1 - \alpha) \times Z_{Л2}^I / K_{T.L2}) / (1 + \beta + \delta) = 0,85 \times Z_{Л1} + 0,66 \times Z_{Л2} / K_{T.L2} = 0,85 \times 5,2 + 0,66 \times 3,6 / 0,77 = 7,506 \text{ Ом.}$$

3.2 Екінші шарт бойынша Л3 желісінің 1-ші сатылы кедергісін есептеу керек.

$$Z_{Л3}^I = Z_{Л3} / (1 + \beta + \delta) = 0,85 \times Z_{Л3} = 0,85 \times 4,4 = 3,74 \text{ Ом.}$$

Л1 желісінің екінші сатысы

$$Z_{Л1}^{II} = (Z_{Л1} + (1 - \alpha) \times Z_{Л3}^I / K_{T.L3}) / (1 + \beta + \delta) = 0,85 \times Z_{Л1} + 0,66 \times Z_{Л3} / K_{T.L3} \quad (3.5)$$



3.2-сурет- ҚТ нүктесіндегі орынбасу сұлбасы , максималды режимде

$$K_{T.L3} = I_I / I_3 = 3338 / 5219 = 0,64$$

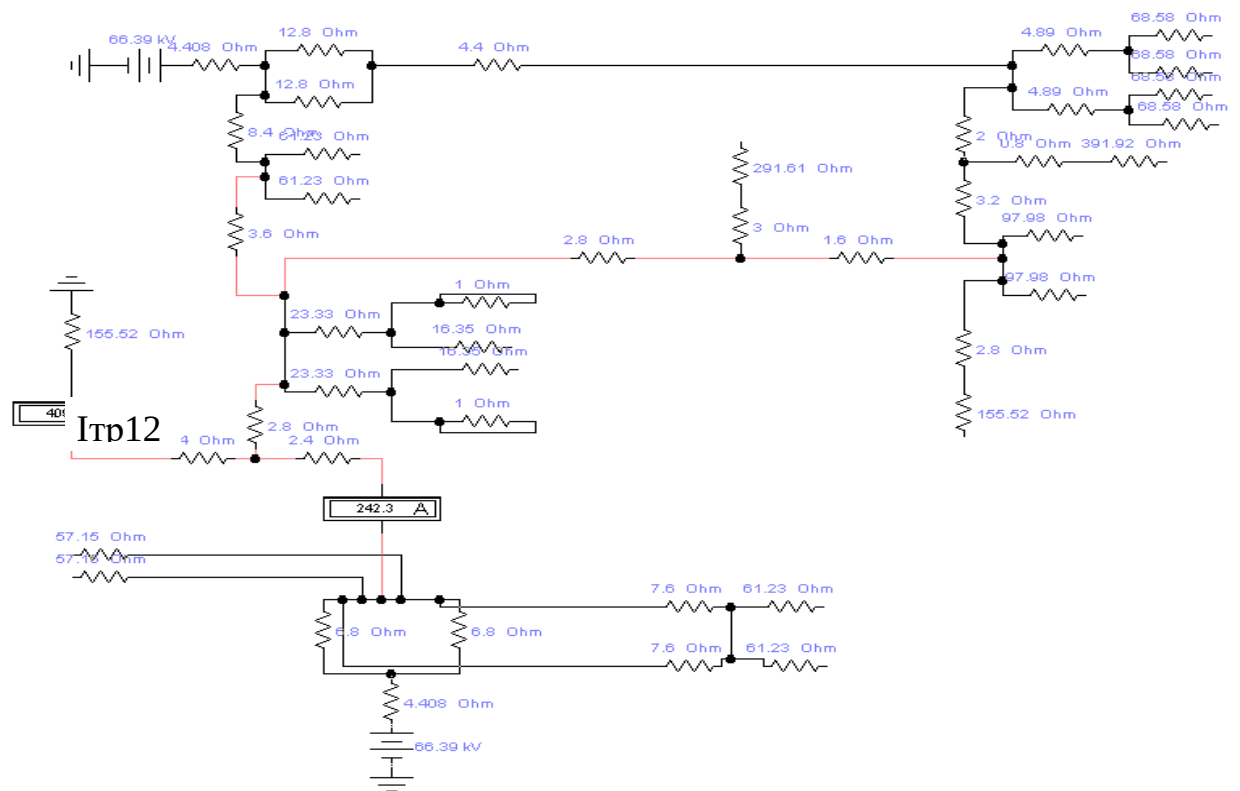
$$Z_{Л1}^{II} = (Z_{Л1} + (1-\alpha) \times Z_{Л3}^I / K_{T.L3}) / (1+\beta+\delta) = 0,85 \times Z_{Л1} + 0,66 \times Z_{Л3} / K_{T.L3} =$$

$$= 0,85 \times 5,2 + 0,66 \times 4,4 / 0,64 = 8,957 \text{ Ом.}$$

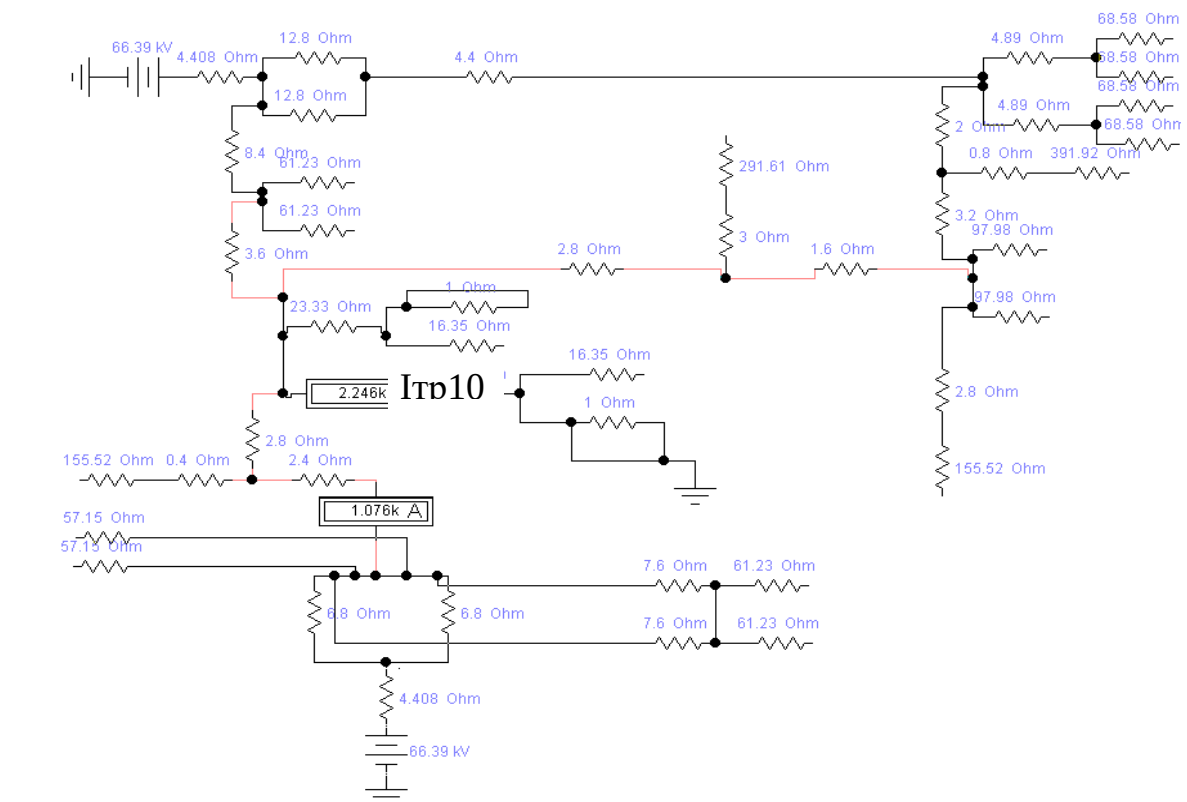
3.3 Үшінші шарт бойынша Л1 желісіндегі қорғаныстың 2-ші сатысы трансформаторлардың (Т6,Т10,Т12) артқы жағындағы 10кВ –тық шинадағы ҚТ-дан тұрғызылады

$$Z_{Л1}^{II} = (Z_{Л1} + Z_{ТР} / K_{T.ТР}) / (1 + \beta + \delta) = 0,85 \times (Z_{Л1} + Z_{ТР} / K_{T.ТР});$$

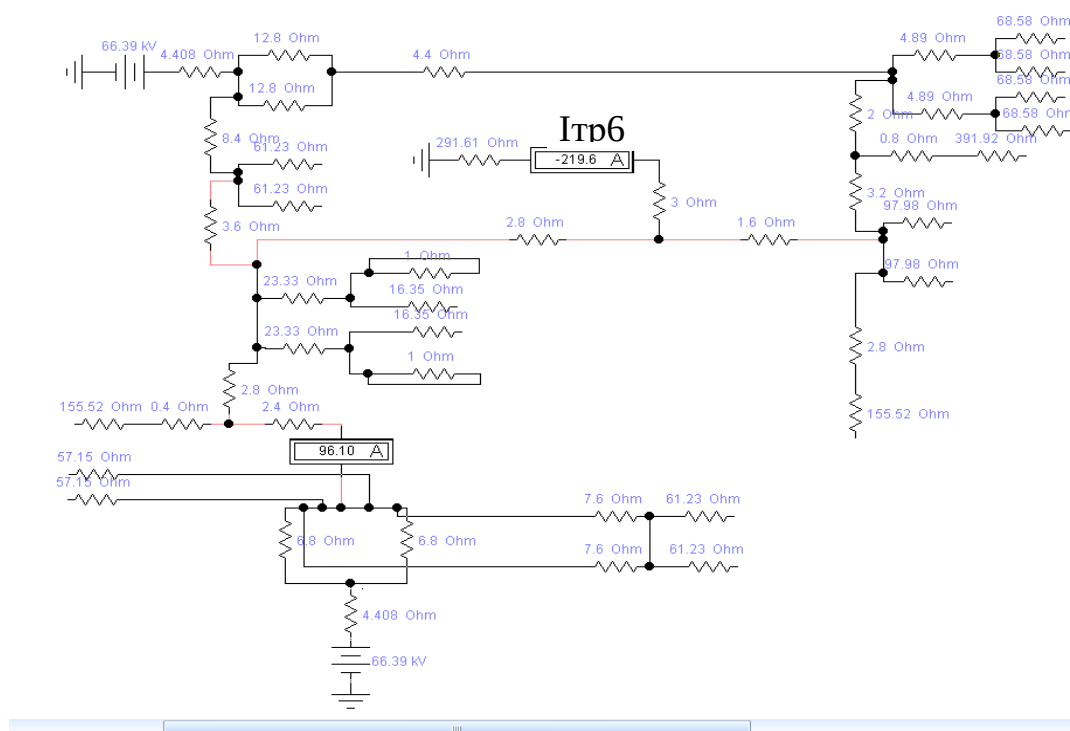
(3.6)



3.3-сурет-Т12 трансформаторының ҚТ



3.4-сурет-Т10 трансформаторының ҚТ



3.5-сурет-Т6 трансформаторының ҚТ

$$K_{T.TP.12} = I_I / I_{TP.12} = 242,3 / 409,9 = 0,59$$

$$K_{T.TP.10} = I_I / I_{TP.10} = 1076 / 2246 = 0,47$$

$$K_{T.TP.6} = I_I / I_{TP.6} = 96,10 / 219,6 = 0,43$$

Үш $K_{T.TP}$ ішінен ең үлкенін аламыз

$$Z_{Л1}^{II} = (Z_{Л1} + Z_{TP12} / K_{T.TP12}) / (1 + \beta + \delta) = 0,85 \times (Z_{Л1} + Z_{TP12} / K_{T.TP.12}) = 0,85 \times (5,2 + 155,52 / 0,59) = 228,47 \text{ Ом.}$$

3.4 Үш шарттың ішінен ең кіші кедергіні аламыз

$$Z_{Л1}^{II} = 7,506 \text{ Ом}$$

3.5 Л1 желісіндегі қорғаныстың 2-ші сатысының сезімталдығын тексеру.

ПУЭ бойынша бұл коэффициент 1,25-тен аз болмауы қажет.

$$K_{ч} = Z_{Л1}^{II} / Z_{Л1} = 7,506 / 5,2 = 1,443 > 1,25$$

Екінші сатыдағы кедергісінің мәні сезімталдылық бойынша қанағаттарлық.

3.6 Екінші сатының уақыт ұстанымдылығы

Екінші сатының уақыт ұстанымын селективтілік сатысына тең деп қабылдаймыз, яғни

$$t_{Л1}^{II} = \Delta t. \quad \Delta t = 0,5 \text{ сек.}$$

3-ші сатының кедергісін есептеу

Қорғаныстың үшінші сатысын іске асыратын қосқыш релелері жүктеменің жұмыс режиміндегі минималды кедергіден келтірілуі керек, яғни

эксплуатацияда мүмкін болатын шарттардағы максималды жұмыс тоғы $I_{\text{раб.макс.}}$ және минималды кернеу $U_{\text{раб.мин.}} = (0.9 - 0.95) U_{\text{ном.}}$

Тежелген қозғалтқыштардың өзіндік іске қосылу коэффициентін $k_z = 1.5$, сенімділік $k_n = 1.2$ және қайтымдылық коэффициенттерін $k_v = 1.05 - 1.1$ ескеріп, реленің бірінші ретгі іске қосу кедергісін келесідей анықтаймыз

$$\begin{aligned} Z_{\text{Л1}}^{\text{III}} &= Z_{\text{РАБ.МИН}} / (K_n \times K_{\text{ЗАП}} \times K_{\text{ВОЗ}}) = \\ &= U_{\text{РАБ.МИН}} / (\sqrt{3} \times K_n \times K_{\text{ЗАП}} \times K_{\text{ВОЗ}} \times I_{\text{РАБ.МАХ}} \times \cos(\varphi_{\text{МЧ}} - \varphi_{\text{РАБ}})) = \\ &= 0.9 \times 110000 / (\sqrt{3} \times 1.2 \times 1.5 \times 1.05 \times 400 \times \cos(65^\circ - 25^\circ)) = 99,481 \text{ Ом} \end{aligned}$$

Үшінші сатының сезімталдылық тексеру 2 шарт бойынша жүзеге асады.

- 1) Қорғап жатқан желінің соңындағы ҚТ
- 2) Резервтелген аймақтың соңындағы ҚТ, яғни үшінші соты ең ұзын көршілес желінің соңындағы ҚТ-ды жақсы зезуі керек.

3.7 Бірінші шарт бойынша сезімталдылық коэффициенті

ПУЭ бойынша $K_{\text{ч}}$ коэффициенттері сәйкесінше 1,5 шамадан үлкен болуы керек

$$K_{\text{ч}} = Z_{\text{Л1}}^{\text{III}} / Z_{\text{Л1}} = 99,481 / 5,2 = 19,131 > 1,5$$

Үшінші сатыдағы кедергісінің мәні сезімталдылық бойынша бірінші шартты қанағаттандырады.

3.8 Екінші шарт бойынша сезімталдылық коэффициенті ең ұзын желінің соңындағы ҚТ бойынша есептеледі. Жүйе минималды режим кезінде.

$$K_{\text{T.МИН}} = I_{\text{L.МИН}} / I_{\text{ЛЗ.МИН}} = 3315 / 5173 = 0,64$$

$$Z_{\text{ЗАЩ.МАХ}} = Z_{\text{Л1}} + Z_{\text{ЛЗ}} / K_{\text{T.МИН}} = 5,2 + 4,4 / 0,64 = 12,075 \text{ Ом}$$

$$K_{\text{ч}} = Z_{\text{Л1}}^{\text{III}} / Z_{\text{ЗАЩ.МАХ}} = 99,481 / 12,075 = 8,23 \geq 1,2$$

Үшінші сатыдағы кедергісінің мәні сезімталдылық бойынша екінші шартты қанағаттандырады.

Үшінші сатының уақыт ұстанымын қарсы сатылық принцип бойынша екінші қорғанысқа ұқсас уақыт ұстанымы селективтілік сатысына көбірек болады деп аламыз, яғни $t_{\text{Л1}}^{\text{II}} = 0.5 \text{ с}$ $\Delta t = 0.5 \text{ сек}$,

$$t_{\text{ЛЗ}}^{\text{III}} = t_{\text{Л1}}^{\text{II}} + \Delta t = 0.5 + 0.5 = 1 \text{ сек},$$

$$t_{\text{Л1}}^{\text{III}} = 1,5 \text{ сек}.$$

3.9 Дистанциондық қорғаныстың екіншілік кедергісі

1-ші сатының екіншілік кедергісі

$$Z^{\text{I}} = Z_{\text{Л1}}^{\text{I}} \times n_{\text{ТА}} / n_{\text{ТВ}} ; \quad (3.7)$$

мұндағы $n_{\text{ТА}}$ және $n_{\text{ТВ}}$ - тоқ және кернеу трансформаторының трансформациялық коэффициенті. Желінің максималды тоқ көрсеткіші бойынша $n_{\text{ТА}}$ таңдаймыз.

$$I_{\text{РАБ.МАХ}} = 400 \text{ А, выбираем } n_{\text{ТА}} = 400 / 5 = 80$$

$$110 \text{ кВ желі үшін } n_{\text{ТВ}} = 110000 / 100 = 1100.$$

$$Z^I = Z_{JI}^I \times n_{TA} / n_{TV} = 4,42 \times 80 / 1100 = 0,32 \text{ Ом.}$$

Екінші сатының екіншілік кедергісі

$$Z^{II} = Z_{JI}^{II} \times n_{TA} / n_{TV} = 7,506 \times 80 / 1100 = 0,54 \text{ Ом.}$$

Үшінші сатының екіншілік кедергісі

$$Z^{III} = Z_{JI}^{III} \times n_{TA} / n_{TV} = 99,48 \times 80 / 1100 = 7,23 \text{ Ом.}$$

3.2 Жерге тұйықталудан қорғайтын нөл реттік сатылы тоқ қорғанысын есептеу

Жерге тұйықталудан қорғайтын нөл реттік сатылы тоқ қорғанысын есептеу. Жерге тұйықталудан қорғайтын нөл реттік қорғаныстың сұлбасында соңғыдан басқа сатылардың барлығы тоқ үзіндісі болып табылады, олардың іске қосылу тоғы фиксацияланған нүктедегі жерге тұйықталу тоғынан реттелген, ал соңғы саты сондай-ақ алдыңғы бөлік қорғанысын резервтеу, іске қосылу тоғы сыртқы фаза аралық қысқа тұйықталулар кезінде тоқ трансформаторларының нөлдік өткізгіштеріндегі баланссыздық тоқтарынан реттелген тоқ қорғаныстың қызметін атқарады.

3.2.1 Орынбасу сұлбасының нөл реттік кедергілерінің есептелуі

$$X_{w1}^0 = X_{y00} \cdot l_1 \cdot \frac{U_{\phi}^2}{U_{cp}^2} = 1,28 \cdot 32 \cdot \frac{115^2}{115^2} = 40,96 \text{ Ом}$$

$$X_{w2}^0 = 1,28 \cdot 11 \cdot \frac{115^2}{115^2} = 14,08 \text{ Ом}$$

$$X_{w5}^0 = 1,28 \cdot 8 \cdot \frac{115^2}{115^2} = 10,24 \text{ Ом}$$

$$X_{w6}^0 = 1,28 \cdot 21 \cdot \frac{115^2}{115^2} = 26,88 \text{ Ом}$$

Жүенің нөлдік кедергілерін тура реттік кедергіге теңестіреміз

$$X_{C1.MAX}^0 = X_{C1.MAX}$$

$$X_{C1.MIN}^0 = X_{C1.MIN}$$

$$X_{C2.MAX}^0 = X_{C2.MAX}$$

$$X_{C2.MIN}^0 = X_{C2.MIN}$$

3.2.2 Бірінші сатыны есептеу

Нөл реттік тоқ қорғанысының КА₀-1 бірінші сатысының іске қосылу тоғы I_{c31}^I қарама-қарсы соңдарындағы II шиналарындағы жерге метал арқылы

тұйықталу кезінде I – II желілері арқылы ағатын максималды үш еселенген нөл реттік есептік тоқтан ($K_H 3I_{0.3\text{МАКС}}$) реттелуі керек.

Моделдеу қорытындысы бойынша $I^{(1,1)}_0 = 845,5\text{A}$ және $I^{(1)}_0 = 840,1\text{ A}$.

$I^{(1,1)}_0 > I^{(1)}_0$, сондықтан екі фазалы қысқа тұйықталуды аламыз.

$$I^I_{Л1} = K_H \times 3 \times I_0 = 1,3 \times 3 \times 845,5 = 3297,45\text{ A}.$$

3.2.3 Екінші сатыны есептеу

Екінші сатыны есептегенде кейінгі жатқан желінің бірінші сатысынан ретелуі керек.

1) 2-ші желінің бірінші сатысынан реттеу

2) 3-ші желінің бірінші сатысынан реттеу

3.1-кесте-2-ші және 3-ші желінің бірінші сатысынан реттеу

Желінің №	Бір фазалы жерге қысқа тұйықталу(A)	Екі фазалы жерге қысқа тұйықталу(A)
2	1313	1218
3	493,3	576,4

a) $I^I_{Л2} = K_H \times 3 \times I_0 = 1,3 \times 3 \times 1313 = 5120,7\text{A}$

b) Бақылау үшін $\frac{I^I_{Л7}}{3} = 1706,9\text{ A}$ ді аламыз

$$I^II_{Л1} = K_H \times 3 \times I_0 = 1,2 \times 3 \times 520,6 = 1874,16\text{ A}.$$

c) $I^I_{Л3} = K_H \times 3 \times I_0 = 1,3 \times 3 \times 1073 = 4184,7\text{ A}$

d) Бақылау үшін $\frac{I^I_{Л8}}{3} = 1394,9\text{ A}$ ді аламыз

$$3I_0 = 1250,7\text{ A}$$

$$I^II_{Л1} = K_H \times 3 \times I_0 = 1,2 \times 1250,7 = 1500,84\text{ A}.$$

Екі шарттан көбін аламыз

$$1874,16 > 1500,84$$

Қабылдаймыз

$$I^II_{Л1} = 1874,16\text{ A}.$$

3.2.3 Кч-ні есептейміз

Ол үшін жүйені кедергісін минималды қылып, трансформатор РПН-нын (-16) ға келтіреміз:

$$3 I_{0,Л1}^{(1)} = 2919,6 \text{ А}$$

$$K_{\text{ч}} = 3 I_{0}^{(1)} / I_{Л1}^{\text{II}} = 2919,6 / 1874,16 = 1,55 > 1,25$$

Кч- шартты қанағаттандырады, 2-ші саты Л-1 ті сенімді қорғайды.

3.2.6 3-ші сатыны есептеу

Үшінші саты ТЗНП қосылатын фильтрдегі $3I_0$ небаланс тоғынан реттеледі. Небаланс тоғының ең үлкен мәні үш фазалы қысқа тұйықталуда болады. Қысқа тұйықталу нүктесі, қорғалатын желіден кейінгі қосалқы станция соңында.

Біздің жағдайымызда қысқа тұйықталу нүктесі трансформатор №12, №10, №11 соңында. Екі шарттың біреуінің үлкен мәнін аламыз.

$$I_{КЗ 12} = 243,3 \text{ А}$$

$$I_{КЗ 10} = 1076 \text{ А}$$

$$I_{КЗ 11} = 96,10 \text{ А}$$

Осы үш $I_{КЗ}$ –нің ішінен ең үлкенін таңдаймыз $I_{КЗ 10} = 1076 \text{ А}$

$$I_{ЛЗ}^{\text{III}} = K_{\text{Н}} \times I_{\text{НБ}} ; \quad (3.8)$$

мұнда, $K_{\text{Н}} = 1,25$ – сенімділік коэффициенті, $I_{\text{НБ}}$ – небаланс тоғы.

$$I_{\text{НБ}} = I_{КЗ} \times \varepsilon \times K_{\text{А}} \times K_{\text{ОДН}} = 1076 \times 0,1 \times 1 \times 0,5 = 53,8 \text{ А}$$

мұнда, $\varepsilon = 0,1$ – ток трансформаторының қателігі, $K_{\text{А}} = 1$ – апериодикалық құрастырушының коэффициенті, $K_{\text{ОДН}} = 0,5$ – ток трансформаторының бір типтілік коэффициенті.

$$I_{Л1}^{\text{III}} = K_{\text{Н}} \times I_{\text{НБ}} = 1,25 \times 53,8 = 67,25 \text{ А}.$$

Сезімділік коэффициенті:

$$K_{\text{ч}} = 3 I_{0}^{(1)} / I_{Л1}^{\text{III}} ,$$

$$3 I_{0}^{(1)} = 15132$$

$$K_{\text{ч}} = 3 I_{0}^{(1)} / I_{Л1}^{\text{III}} = 9945 / 67,25 = 147,8 > 1,5$$

Кч- шартты қанағаттандыры.

ТЗНП желіге ток трансформаторларынан жиналған $3I_0$ фильтры арқылы қосылады, сондықтан ТЗНП релесінің іске қосылу уақытының қойылымы екінші ретті токтарда берілуі қажет.

$$i_{\text{С.Р.}}^{\text{I}} = I_{ЛЗ}^{\text{I}} / n_{\text{ТА}} ; \quad (3.9)$$

мұндағы, $n_{\text{ТА}}$ – трансформатордың трансформация коэффициенті.

$n_{\text{ТА}}$ –ны желінің максималды жұмыс істеу тогы арқылы таңдалады

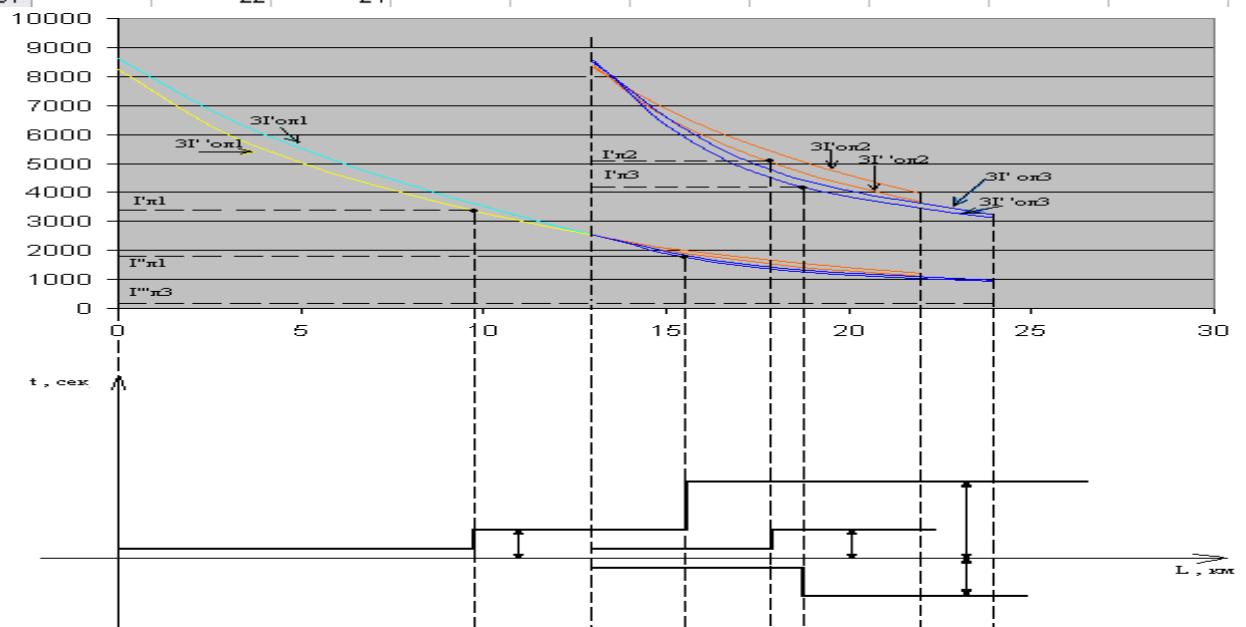
$$I_{\text{РАБ.МАХ}} = 400 \text{ А}, \text{ выбираем } n_{\text{ТА}} = 400 / 5 = 80.$$

$$i_{C.P.}^I = I_{Л1} / n_{ТА} = 3297,45 / 80 = 41,21 \text{ А.}$$

$$i_{C.P.}^{II} = I_{Л1}^{II} / n_{ТА} = 1874,16 / 80 = 23,42 \text{ А.}$$

$$i_{C.P.}^{III} = I_{Л1}^{III} / n_{ТА} = 67,25 / 80 = 0,84 \text{ А.}$$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Л1	Длина Л1	Ю 1 ф	Ю 2 ф			3 Ю 1 ф	3 Ю 2 ф		
2	0	0	2875	2742			8625	8226		
3	20	2,60	2258	2076			6774	6228		
4	40	5,2	1813	1652			5439	4956		
5	60	7,8	1443	1324			4329	3972		
6	80	10,4	1125	1060			3375	3180		
7	100	13	839,6	844,8			2518,8	2534,4		
8										
9	длина Л2	A1(1 ф кз)	A2(1 ф кз)	A1(2 ф кз)	A2(2 ф кз)		3Ю A1 1 ф	3Ю A2 1 ф	3Ю A1 2 ф	3Ю A2 2 ф
10	0	840,4	2771	844,8	2789		2521,2	8313	2534,4	8367
11	1,8	708,9	2336	682,6	2249		2126,7	7008	2047,8	6747
12	3,6	608,4	2001	571,6	1877		1825,2	6003	1714,8	5631
13	5,4	527,8	1732	488,3	1603		1583,4	5196	1464,9	4809
14	7,2	460,7	1508	424,7	1390		1382,1	4524	1274,1	4170
15	9	402,2	1313	373,8	1217		1206,6	3939	1121,4	3651
16										
17	длина Л3	A1(1 ф кз)	A2(1 ф кз)	A1(2 ф кз)	A2(2 ф кз)		3Ю A1 1 ф	3Ю A2 1 ф	3Ю A1 2 ф	3Ю A2 2 ф
18	0	839,7	2829	844,7	2847		2519,1	8487	2534,1	8541
19	2,2	633,9	2131	606,3	2040		1901,7	6393	1818,9	6120
20	4,4	496,7	1664	467,8	1568		1490,1	4992	1403,4	4704
21	6,6	415,7	1388	393,3	1310		1247,1	4164	1179,9	3930
22	8,8	366,7	1221	348,2	1161		1100,1	3663	1044,6	3483
23	11	323	1072	311,8	1033		969	3216	935,4	3099
24										
25		L2	L3							
26		13	13							
27		14,8	15,2							
28		16,6	17,4							
29		18,4	19,6							
30		20,2	21,8							
31		22	24							



3.6- сурет- 3-ші сатыны есептеу

4 Электр қауіпсіздігі

4.1 Алматы қаласындағы қосалқы стансаның электр қондырғыларына қызмет көрсетудегі қауіпсіздік шаралары

Қосалқы стансада мынадай құрылғылар бар: ажыратқыштар , айырғыштар , кернеу және тоқ трансформаторлары бар. Оларға қызмет көрсетудегі қауіпсіздік шаралары төмендегідей жүргізіледі.

Электр қондырғыларды қарау. Электр қондырғылардан кернеуін шешпей, тоқ жүретін бөліктерінен алыс жерде қарайды. Бүлінулерді бірден дыбысынан анықтайды. Электр қондырғыларды қарауға квалификациялық тобы III кезекші немесе кернеуі 100 В жоғары қондырғыларға V топты административті – техникалық жұмысшы, және IV топты кернеуі 100 В төмен жұмысшы құқылы.

Қарау кезінде қоршаудан өтуге болмайды, және оларды шешіп қоршауы жоқ тарату құрылғыларының камерасына кіруге болмайды. Қажет болған жағдайда квалификациялық тобы IV кем емес жұмысшыға рұқсат етіледі, бірақ тоқ жүретін бөліктері жетпейтін, яғни оқшаулағыштың төменгі сатысы еденнен 2 м биіктікте болу керек, ал қоршалмаған тоқ өткізетін бөлігі 35 кВ кернеуде 2,75 м, 110 кВ кернеуде 3,5 м қашықтықта болу керек.

Жедел қосулар. Электр сұлбелерінде сөндіру немесе өзгерулер тек қана берілген қондырғының басқаруы қолыда бар кезекші персоналдың рұқсатымен болады. Өрт болған жағдайда, жазым болғанда жоғары тұрған кезекші персоналдың рұқсатынсыз электр қондырғыны сөндіруге болады, бірақ артынан ескерту керек.

Бұйрық орындалды деп есептеледі, егер кезекші телефон арқылы энергожүйенің, тораптық ауданның кезекші диспетчеріне, бас инженерге, яғни бұйрықты берген жаққа хабарлауынан кейін.

Қосуларға рұқсат берген жақ жедел сұлбе бойынша операцияның орындалу тізбегін тексеруі міндетті. Бұйрықты алған кезекші, оны қайталап, жедел журналына жазып алуға міндетті.

Жедел сұлбе немесе оның макеті бойынша кезекші операциялар кезегін белгілейді. Егер қосуларды екі жақ істесе, онда бірінші жақ екінші жаққа тапсырманы және операцияның орындалу кезегін түсіндіреді.

Дұрыс емес операциялардан толық қорғаумен қамтылмаған айырғышты кернеуі 1000 В жоғары электр қондырғыларда, күрделі қосулар бланк бойынша іске асырылады.

Қосулар бланкінде электрқондырғыларды қосу және сөндіру операциялары реті негізінде қалай болса, дәл сон дай ретпен толтырылады.

Бір электр жалғауындағы және қондырғыдағы, толығымен ажыратқыш қорғауымен қате қосылу операцияларынан қорғалған қарапайым қосуларды, бланкісіз орындауға болады.

Қосулар бланкін тәуелсіз орындаушы болып табылатын кезекші толтырылады және қолын қояды. Операция орындалуын қадағалайтын аға кезекші, бланкті тексереді және қолын қояды. Жұмыс орнында аға кезекші операция мазмұнын орындайды, орындаушы оқығанды қайталайды және жұмысқа кіріседі. Аға кезекші орындаушыны қадағалайды және операция орындалуын бланкіге енгізеді. Күдік туғанда операция дұрыс ретін анықтағанша тоқтатылады. Егер кезекші қосуларды өзі істейтін болса, бұйрық берген аға кезекшіге телефон арқылы бланкідегі көрсетілген операциялар ретін оқиды. бұл кезекші қадағалаушы болып табылады.

Қосуларға рұқсатты орындаушы оларды орындауда телефон арқылы алуға міндетті.

Жалғауларды қосып ажыратуды ажыратқыш көмегімен істейді. Егер ажыратқыш қолмен қосылатын жетекті болса, онда қосуларды оқшаулаушы негізді, диэлектрлік қолғаппен орындайды. Ажыратқышты тез және шегіне дейін қосу керек.

Айырғыштарды қосу және ажыратуды жүктемесіз орындайды. Айырғыштармен жерге тұйықталған тоқтарды және әуе желісінің немесе кабельдің төменде 5.1 кестеде келтірілген мәндерінен аспайтын зарядтық тоқтарын сөндіру үшін қолданылады:

4.1-кесте- Айырғыштармен жерге тұйықталған тоқтарды және әуе желісінің немесе кабельдің мәндері

Кернеуі, кВ	Жерге тұйықталу тоғы А	Фазаға келетін зарядтық тоқ, А
3-6	7,5	2,5
10-20	3,0	1,0
35	1,5	0,5

Айырғыштарды жұлқып қосу керек. Егер мұнымен қоса доға пайда болса, пышақтарын аяғына дейін апару керек. Пышақтың артқа қайтуы доғаның күшеюін тудырады және жазымға әкеледі. Айырғышты керісінше жәй сөндіру керек, әсіресе бастапқы кезінде. Егер пышақтар ажырауында доға туса, айырғышты қайта қосу керек.

Айырғыштарды диэлектрлік қолғаптарда сөндіреді (қосады). Фазалық басқарудағы және вертикалды орналасқан айырғыштарды оқшаулағыш штанга көмегімен, оқшаулағыш бетте тұрып, диэлектрлік қолғап киіп қосады. Бір жалғауы бар қарапайым қосуларды кем дегенде IV квалификациялық тобы бар жедел персоналға жеке орындауға рұқсат беріледі.

Кернеудің жоқтығын тексеруді, жылжымалы жерлегіштерді кем дегенде екі орындаушыға орындауға рұқсат беріледі.

1000 В дейінгі қондырғыдағы аппаратураларды III квалификациялық тобы бар бір жұмысшы қосады, егер ол кезекші болса, немесе IV квалификациялық тобы бар жұмысшы, егер ол кезекші болмаса.

Қосуларды орындайтын персонал, қалыпты қолдану жағдайында, сонымен бірге апатта, кернеу жоғала қалған жағдайда, ол қайта берілуі мүмкіндігін қатаң білу керек.

Техникалық қорғау шараларына: жерге қосу, нөлдеу, ескарту плакаттарын, оқшауланған қорғау құралдарын және т.б. жатқызуға болады.

Жерге қосу. Қорғаныстық жерге қосу дегеніміз, кернеу астында қалуы мүмкін болған электр қондырғысының металды бөліктерін жермен арнайы қосуды айтамыз. Қорғаныстық жерге қосуды аспаптардың, электр инструменттерінің, щит, шкафтардың металды корпустарына, сонымен бірге кабелдік муфталар, электр сымның болаттан жасалған трубаларының металды бөліктеріне жүргіземіз.

Қорғаныстық жерге қосудың мақсаты, ол корпус пен жер арасындағы кернеуді, яғни жанасу кернеуін және де соған байланысты адам денесі арқылы жүріп өтетін тоқты қауіпсіз шамаға дейін азайту болып табылады.

Біздің төмендеткіш ҚС 110/10 кВ екі трансформатор орналасқан. Оның 110 кВ-тағы нейтралды жерге қосылған. 6/0,4 кВ трансформатор өзіндік қажетіне арналған. Ол толық жерге қосылған. 110 кВ тарату құрылғыларға ашық түрдегі, 6 кВ жабық түрде.

Қорғаныстық жерге қосу құрылғысының техникалық жағдайын анықтау үшін оларды мезгілімен тексеріп және кедергісін өлшеп тұрамыз. Кәсіпорындарда қорғаныстық жерге қосу құрылғысының кедергісін өлшеу жылына 2 рет жүргізіледі: жазда (топырақ кепкен кезде), қыста (топырақ катқан кезде). Электр станцияларында тексеру әр жыл сайын болса, ал әуе және кабелдік желілерінде найзағай болу мерзімінің алдында (сәуір-мамыр айлары) жүргізіледі.

Өлшеуді арнайы М-416 елшегісімен немесе амперметр-вольтметр әдісімен жүргіземіз.

Жерге қосқыштар табиғи және жасанды болады.

Табиғи жерге қосқыш ретінде ғимараттардың жерге көмілген ток өткізетін беліктерін, су және басқа құбырларын, кабелдің қорғасын қабатын пайдалануға болады. Бірақ та табиғи жерге қосқыш ретінде газ және басқа жарылғыш заттар жүретін құбырларды пайдалануға болмайды.

Біз өзіміздің қосалқы станциямызға жасанды жерге қосуды таңдадық.

Жасанды жерге қосқыш ретінде болат, мыстан жасалған құбырларды және басқа металдарды қолданады. Олар траншеяға топырақ катпайтын тереңдікте көміледі. (құбыр диаметрті 5-6 см, ал қалыңдығы 3,6 мм аз болмауы керек). Жерге қосқыштар бір-бірімен пісіріп бекітіледі.

Стансаның қондырғыларын нөлдеу

Нөлдеу. Нөлдеу дегеніміз, кернеу астында қалуы мүмкін болған электр қондырғысының металды бөліктерін қорғаныстық нөлдік сыммен қосуды айтамыз.

Нөлдеудің мақсаты - бір фазалы қысқа тұйықталуда корпусқа өтіп кетуінің алдын - ала отыра, қорғанысты іске қосып және қоректену торабынан электр қондырғысын аз уақыт ішінде ажырату.

Станса аймағында біршама адамдардың жұмыс істеуіне байланысты, олардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету керек. Сондықтан аса маңызды шаралардың бірі кернеуі 1000 В дейінгі электр тоғынан зақымданудан қорғанудың негізгі шаралары нөлдеу болып табылады.

Нөлдеудің мақсаты бір (немесе екі) фаза корпусқа тұйықталғанда, электрқондырғыны желіден тез арада сөндіру. Апатқа ұшыраған кезеңде адамның нөлденген қорабқа тиіп кету қауыпсіздігін қамтамасыз етеді. Нөлдеуге жататын бөлігі мыналар: трансформаторлар, аппараттар және т.б. электр аппараттарының тартпалары, өлшеуіш трансформаторлардың екінші орамы, тарату қондырғыларының екінші металдық конструкциясы, және жөндеуге арналған орындар, жазылмалы және қозғалмалы электрқабылдағыштың қораб бөлігінде орналасқан.

Қорғау құралы ретінде балқымалы сақтандырғыштар және автоматты ажыратқыштар қолданылады. Үлкен тоқ пайда болған кезде (ҚТ тоғы) балқымалы сақтандырғыштар күйеді немесе автоматта электромагнитті тізбек ашылады, тізбек ажыратылады және электр қондырғысы тораптан ажыратылады.

Нөлдеу құрылғысында қоректену көзінің бейтарабы жерге қосамыз. Ол нөлдік сымдағы, сонымен бірге фазалардың жерге кездейсоқ тұйықталуында электр қондырғысының корпусындағы кернеуді азайту үшін жүргізіледі.

Қорғаныстық нөлдік сым белгілі қашықтықта қайталап жерге міндетті түрде қосамыз.

Нөлдік сымды қайталап қосу нөлдік сым үзіліп қалу жағдайында немесе фазаның корпусқа тұйықталуында электр тоғының әсер ету қауіпін азайту мақсатында жүргіземіз.

Қондырғыны пайдалану алдында, сонымен бірге мерзімді түрде нөлдену тексеріліп тұрады.

Оқшауланған қорғаныс құралдары және оларды қолдану.

Оқшауланған қорғаныс құралдары адамды кернеу астындағы электр қондырғыларынан және жерден оқшаулайды.

Барлық оқшауланған қорғаныс құралдары негізгі және қосымша болып бөлінеді. Негізгі оқшауланған құралдарын қолданып адам кернеуге қосылған тоқ өткізгіш бөліктерді ұстауға болады. Сондықтан, бұл заттардың оқшаулағышы электр құралдарының жұмыс кернеуін сенімді ұстауы керек.

Қосымша қорғаныс құралдары негізгі қорғаныс құралдарымен бірге қолданылады, сонымен қатар қадам кернеуінен қорғану шараларына жатады.

1000 В қа дейінгі және жоғары кернеулерге арналған қондырғыларда әр түрлі қорғаныс құралдарын қолданамыз.

Кернеуі 1000 В электр құрылғыларды оқшаулайтын негізгі оқшаулағыштарға оқшаулағыш штангілер, оқшаулағыш және тоқ өлшегіш қысқыштар, кернеу көрсеткіштері, оқшаулағыш құрылғылар және жөндеу жұмыстарына арналған құралдар (оқшаулағыш сатылар, аудандар, габариттер және т.б.).

Қосымша оқшаулағыш құралдарға диэлектрлік қолғаптар, диэлектрлік резеңке кілемшелері және қосалқы қойғыштар.

Диэлектрлік қолғаптарды екі түрде 1000 В – қа дейінгі және 1000 В – тан жоғары құрылғыларға арналған. Жұмыс алдында қолғаптарды тексеру керек.

4.2 №5 қосалқы стансадағы диспечерлік бөлменің ауа алмасуын есептеу

Қосалқы стансаларда кез-келген технологиялық процесстерді атқару барысында жұмыс бөлмелеріндегі ауаға әртүрлі зиянды заттар кіреді. Кейбір жағдайларда олардың көзі болып технологиялық қондырғы болады, ал басқа жағдайда – технологиялық процесстердің жүру кезіндегі құрылатын зиянды шықпалар.

Өндіріс бөлмелеріндегі тиісті метеорологиялық жағдайды құру, яғни шанды, газдармен буларды, жарылыс тудыратын концентрацияларды жоюдың эффективті тәсілі – өнеркәсіптік ауа алмастыру болып табылады.

Ауа алмастыру жүйесінің жұмысы тұрақты жұмыс орнында, жұмыстық және қызмет көрсету аймақтарында СН 245-71 и МЕМСТ 12. 1005-76 « Жұмыс аумағының ауасы» - санитарлы нормаға сәйкес метеорологиялық жағдай және ауа ортасының таза болуын жасау тиіс.

Сонымен қатар, ауа алмастыру технологиялық процесстердің, құрылғылардың сақталу және ғимараттардың құрылыс конструкцияларының талаптарына сәйкес жағдайды қамтамасыз етуі тиіс.

Ауа алмастыру – бұл бөлмедегі ұйымдастырылған ауа алмасу. Бұл жұмыста жабық тарату құрылғысындағы (ЖТҚ) табиғи ауа алмастыру қарастырылады.

Бөлмеде бес жұмысшы қызмет етеді. ПС ғимаратының ауданы 12 м² жеті терезе.

Жылы кездегі бөлмеден шығаруға қажетті артық жылу мөлшерін анықтйық:

$$Q_{изб} = Q_{об} + Q_{осв} + Q_{л} + Q_{р}, \quad (4.2.1)$$

мұндағы:

$Q_{об}$ - өнеркәсіптегі құрылғының жылуы, Вт;

$Q_{осв}$ – жасанды жарық жылуы, Вт;

$Q_{л}$ – жұмыс персоналының жылуы, Вт;

$Q_{р}$ – күн сәулесінің жылуы, Вт.

Өнеркәсіптегі құрылғының жылуы:

$$Q_{об} = P_{об} \cdot \eta, \quad (4.2.2)$$

мұндағы: $P_{об}$ – құрылғының қуаты, кВт;

η - жылудың бөлмеге өту коэффициенті ($\eta=0,85$ -ОБП үшін).

$$Q_{об} = 35000 \cdot 0,85 = 29750 \text{ Вт}$$

Жасанды жарықтанудан шығатын жылуы:

$$Q_{\text{осв}} = P_{\text{осв}} \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \cos \varphi, \quad (4.2.3)$$

мұндағы: $P_{\text{осв}}$ – жасанды жарық қуаты, Вт;

α – электр энергияның жылуға өту ПӘК (жай шам үшін -0,92 - 0,97, желдеткіш үшін - 0,4, басқа қондырғылар үшін - 0,1- 0,2);

β – құрылғылардың бір уақытта істеу ПӘК (барлық құрылғы істесе ($\beta=1$)).

$\cos \varphi$ – коэффициент 0,7÷0,95.

$$Q_{\text{осв}} = 20 \cdot 40 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 0,95 = 570 \text{ Вт};$$

Жұмыс персоналының жылуы:

$$Q_{\text{л}} = n \cdot q_{\text{чел}}, \quad (4.2.4)$$

мұндағы: n – бөлмедегі адам саны;

$q_{\text{чел}}$ – бір адамның жылу шығыны (80 - 116 Вт);

$$Q_{\text{л}} = 5 \cdot 100 = 500 \text{ Вт}$$

Күн сәулесінің жылуы:

$$Q_{\text{р}} = m \cdot F \cdot q_{\text{ост}}, \quad (4.2.5)$$

мұндағы: m – терезе саны;

F – бір терезе ауданы, м²;

$q_{\text{ост}}$ – ауданы 1 м² әнек бетіндегі күн радиациясы.

$$Q_{\text{р}} = 7 \cdot 1,8 \cdot 128 = 1612,8 \text{ Вт}$$

Толық жылу шығыны :

$$Q_{\text{изб}} = 29750 + 570 + 500 + 1612,8 = 34122,08 \text{ Вт}$$

Бөлмедегі артық жылуды шығару келесі өрнек бойынша анықталады:

$$L_{\text{б}} = \frac{Q_{\text{изб}}}{C_{\text{б}} \cdot \Delta t \cdot \gamma_{\text{б}}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4.2.6)$$

мұндағы: $Q_{\text{изб}}$ – артық жылу, Вт;

$C_{\text{б}}$ – ауның жылу сыйымдылығы (0,278 Вт*ч/(кг °С);

$$\Delta t = t_{\text{вых}} - t_{\text{вх}}, \quad (4.2.7)$$

мұндағы: $t_{\text{вых}}$ – бөлмеден шығатын ауа температурасы, °С =28 °С;

$t_{\text{вх}}$ – бөлмеге келетін ауа температурасы, °С; жаз үшін – +20 °С

$\gamma_{\text{б}}=1,206 \text{ кг/м}^3$ – келетін ауаның салыстырмалы массасы.

$L_{\text{б}}$ келесі өрнектен анықталады:

$$L_{\text{б}} = \frac{34122,08}{0,278 \cdot 8 \cdot 1,206} = 12721,94 \text{ м}^3/\text{ч}$$

ОБП ғимаратынан желдің жылдамдығы 12 м/с кезіндегі 123456 м³ жылу шығынын шығару үшін ЦАГИ типті дефлекторларға есептеу жүргіземін. Дефлектор патрубкасындағы ауа жылдамдығын анықтаймын:

$$v_{\text{о}} = 0,2 \cdot 12 = 2,4 \text{ м/с}$$

Дефлектор диаметрі::

$$D = 0,0188 \cdot \sqrt{\frac{13000}{2,4}} = 1,4 \text{ м};$$

Дефлектор қимасының ауданы:

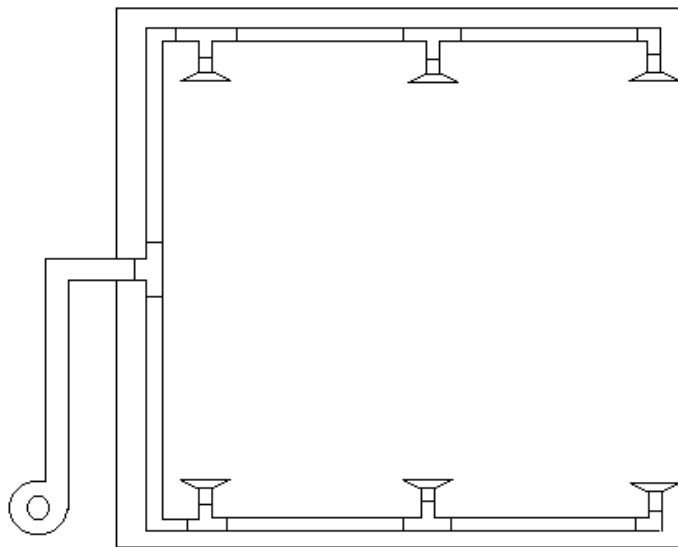
$$S = \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 = 3,14 \cdot 0,7^2 = 1,54 \text{ м}^2$$

Бір дефлектордың жұмыс өнімділігі:

$$W_{\text{вд}} = 3600 \cdot v_{\text{д}} \cdot S = 3600 \cdot 2,4 \cdot 1,54 = 13305,6 \text{ м}^3 / \text{ч} \quad (4.2.8)$$

Жылу шығынын шығару үшін ұсынылып отырған ЦАГИ дефлекторы шартты қанағаттандарады.

Сонымен ғимараттағы ауа алмастыру шахтасына диаметрі 1,4 м және жұмыс өнімділігі 12345 м³/сағ. бір дефлектор орнатылады.



4.2.1-сурет – ПС ғимаратындағы ауа алмастыру

5 Экономикалық бөлім

5.1 Жалпы бөлім

5.1.1 Жобаны жасаудың мақсаты

Берілген бөлімде Алматы қаласының маңында «№5» подстанциясын салу көзделіп отыр. Яғни, бұл электр стансасын салу үшін құрылыс материалдар, көптеген әр түрлі жабдықтар мен аппараттар қажет болады. Осы салынғалы жатқан станцияда ТДН-16000/110 типті екі трансформатор бар. Станция орналасқан жердің климаты қоңыржайлы климат болып келеді.

Бұл станцияны салудың негізгі мақсаты – тұтынушыларды электр энергиясымен қамтамасыз ету болып табылады.

5.1.2 Нарықты талдау

Бұл аймақта қуат жетіспеушілігі байқалады. Ал болашақта осы қосалқы станцияны іске қосқаннан кейін, тұтынушыларға қосымша электрэнергиясы беріледі.

5.1-кесте– Электрэнергиясын тұтыну

<i>Есептік период</i>	<i>2016 ж., млн. кВт·сағ</i>	<i>2018 г., млн. кВт·сағ</i>
Электрэнергиясын қосынды тұтыну	360	543,9

5.1.3 Электр энергиясының тарифі

Электрэнергисының тарифін таратып жатқан электрэнергисының өзіндік құнынан белгілейміз. Құндық есеп үшін қазіргі тариф пен бағаны қарастырамыз.

5.1.4 Өндіріс жоспары

Нысанды салу, қайта құру немесе жаңарту сипаттамасын беру керек және барлық жұмыстардың мерзімін көрсету керек. “№5” подстанциясын салу мерзімі құрылыстық норма бойынша 12 айға созылады. Кесте 1 берілген сияқты, электр энергиясын электр станция шинасынан жіберу бағдарламасы анықталады. “№5” подстанциясын салу қайта құрғаннан кейінгі жетінші жылы электрэнергиясын тарату 360 кВт·сағ құрайды. Жылдық электроэнергия шығыны кВт·сағ.

1. Энергияның айнымалы шығындары және оған байланысты ұстанымдар

Айнымалы шығындар трансформаторлардағы айнымалы шығындарды және линияның сымдары мен кабелдерінің активті кедергілеріндегі шығындарын есептеу арқылы анықталады.

Трансформаторлардағы айнымалы шығындардың мәндері келесі кейіптемемен анықталады:

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{перем.т.р.}} = n \cdot \Delta P_K \cdot T \cdot \frac{S_{\max}}{S_{\text{н.н.о}}}; \quad (5.1)$$

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{перем.т.р.}} = n \cdot \Delta P_K \cdot T \cdot \frac{S_{\max}}{S_{\text{ном.}}} = 2 \cdot 310 \cdot 85 \cdot \frac{100000}{16000} = 329400000 \text{ кВт} \cdot \text{сағ};$$

мұндағы ΔP_K – қысқа тұйықталу шығыны.

2. Тұрақты шығындар қосалқы станциялардағы автотрансформаторларда ысырап болатын шығындарды есептеу арқылы анықталады:

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{пост.т.р.-р}} = n \cdot \Delta P_{\text{xx}} \cdot 8760; \quad (5.2)$$

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{перем.т.р.}} = 2 \cdot 18 \cdot 8760 = 315360 \text{ кВт} \cdot \text{сағ};$$

мұндағы n – трансформаторлар немесе автотрансформаторлардың саны;

ΔP_{xx} – трансформатор немесе автотрансформатордағы бос жүріс шығындары.

5.2-кесте - Қосалқы станция шинасынан электр энергиясын жіберу бағдарламасы

Көрсеткіштер	Нысанды салу және пайдалану жылдары			
Жүктеменің өсу коэффициенті, %				
Қосалқы станцияны және желілерді салу бойынша				
Желіге келіп түскен электр энергиясы, млн.кВт				
Энергия шығыны, млн.кВт.сағ:				

5.1.5 Ұйымдастыру жоспары

Электр стансасында жоғары автоматтандырылған жабдықтар орнатылады. Бұл электрмен жабдықтаудың сенімділігінің көзі. Жабдықтарды, арматураны электр стансасының персоналы жөндейді. Ал аса күрделі жөндеу жұмыстарын арнайы жөндеу ұйымдардың персоналы көмегімен іске асады.

5.1.6 Зандық жоспар

Электр станцияны салу инвесторлардың көмегімен жүзеге асады. Электр стансасы салынғаннан кейін станция өзі өндіретін электр энергиясының 10 %-дан көп емес мөлшерін ғана пайдалануы тиіс. Несиені төлеу схемасын жылына 18 % және іске қосқаннан бірінші жылынан деп қабылдаймыз.

5.1.7 Экологиялық ақпарат

Электр станция салынатын аймақтың экологиялық жағдайы санитарлық нормаларға сәйкес және электр станцияны іске қосқаннан кейін де, экологиялық жағдай аса өзгермейді.

5.2 Энергетикалық нысанның техника-экономикалық көрсеткіштерін есептеу

5.2.1 Электр стансасын салуға қажетті қаржыны анықтау

Жылу электр стансаларына салынатын меншікті қаржы орнатылатын қуаттың бір киловат-сағаттағы құнын анықтауға мүмкіндік береді. Оның құны стансаға орнатылатын қондырғылардың түрлеріне, қуатына технологиялық байланыс схемаларына, салынатын жердің жағдайына, пайдаланатын отын түрлеріне байланысты болады.

Электр стансасын салуға кететін қаржы салымдары:

$$K = K_{\text{менш.}} * T_{\text{орн}} * K_{\text{т.к.}} ; \quad (5.3)$$

мұндағы $K_{\text{менш.}}$ - меншікті қаржы салымы, теңге (кесте 2 қараңыз).

$T_{\text{орн}}$ - орнатылатын қуат , МВт;

$K_{\text{т.к.}}$ - станасаны қандай аймаққа салынатын ескеретін түзету коэффициенті (0,99-1.1 аралығында алуға болады).

$$K = K_{\text{менш.}} * T_{\text{орн}} * K_{\text{т.к.}} = 2597 \text{ \$/кВт} * 100 * 1,05 = 272685 \text{ млн.\$};$$

5.2.3 Электр стансаны салуға кететін қаржы салымдарын анықтау

Электр сатнсаға кететін қаржы салымдары келтірілген анықтамаларда жалпылама қосынды құндары келесідегідей құраушылармен анықталады:

- Кернеу және ток трансформаторлары;
- трансформаторлар (автотрансформаторлар (АТ));
- ажыратқыштар және айырғыштар;
- шығындардың тұрақты бөліктері.

Электр сатнсаны салуға қажетті қаржы төмендегідей анықталады:

$$K_{\text{к/ст}} = (\sum K_i \cdot n_i + K_{\text{тұр.}}) \cdot \alpha_p; \quad (5.4)$$

мұндағы K_i – таратушы құрылғалардың, трансформаторлардың, ток шектеуіш реакторлардың құндық көрсеткіштері, сонымен қатар жоғары

жиеліктік байланыспен жабдықталған сызықты ұяшықтарға қосымша қаржы салымдары;

n_i – ондағы жабдықтар бірлігінің саны;

$K_{\text{тұр.}}$ – электр стансаның қуатына аз тәуелді болып келетін электр станса бойынша шығындардың тұрақты бөлігі;

a_p – қандай аймаққа салынатынын ескеретін коэффициент.

$K_{\text{эл.ст}} = ((50000 \cdot 2 + 60000 \cdot 2 + 55000 \cdot 2 + 60000 \cdot 2 + 60000 \cdot 3) + 94500) \cdot 0,99 = 717255$ теңге;

ТҚ ұяшығының құнына ажыратқыштардың, айырғыштардың, ток пен кернеу трансформаторларының, қайта кернеуленуді шектегіштің, басқару аппаратурасының, сигнал берудің, ЖҚ және А, бақылау кабелдерінің, шиналық өткізгіштердің, құрылыс конструкцияларының, фундаменттердің, сондай-ақ құрылыс-монтаждық жұмыстардың құндары кіреді.

Трансформаторлардың есептік құнын есептеген кезде шиналық өткізгіштерді де орнату, шина өткізгіштерін, найзағайдан қорғану, жерге тұйықтау, бақылау кабелдері, релелік қорғаныс, құрылыс конструкцияларының, құрылыс-монтаждық жұмыстардың шығындарын есепке алыну керек.

Электр станса бойынша шығындардың тұрақты бөлігінің көрсеткіштері нысан салынатын ауданның дайындаудың, жалпы қосалқы сансаны басқару пунтінің, өз қажетіне жұмсалатын шығындар бойынша құрылыстардың, аккумуляторлық батерея, компрессор, ішкі және сыртқы жолдардың, байланыс пен телемеханика құралдарының, май шаруашылығы, су тасымалы, канализация, сыртқы жарықтандыру және басқа да жалпы қосалқы стансалық элементтердің құны бойынша қосынды толық шығындар кіреді.

Электр стансаға қажетті барлық қаржы салымдары бойынша есептеулер кесте 2 енгізіледі.

Электр станцияны қайта құруға кететін қаржы салымын анықтайық. Ол трансформатор, ажыратқыш, айырғыш, ток және кернеу трансформаторларының құнынан тұрады.

Электр станцияға қажетті барлық қаржы салымдары бойынша есептеулер кесте 3.3 енгізіледі.

Қосалқы станцияның жабдықтарына кететін капиталдық салым:

$K_{\text{пс}} = 204,8 + 29,18 = 233,98$ млн. теңге;

Материалға кететін шығындар:

$$I_{\text{матер.}} = (0,1 \div 0,15) \cdot K_{\text{пс}}; \quad (5.5)$$

$I_{\text{матер.}} = 0,15 \cdot 233,98 = 35,097$ млн. теңге;

Жалақыға кететін шығындар:

$$I_{\text{зн}} = \sum (H_i \cdot 3\Pi_i) \cdot 1,215 \cdot m; \quad (5.6)$$

мұндағы H_i - бригададағы i -ші разрядты жұмысшылар саны;

$ЗП_i$ - і-ші разрядты жұмысшылардың жалақысы, млн. тенге;
 m - салыну мерзімі, ай;

5.3 -кесте - Нысанға салынатын қаржы

<i>Жабдық атауы</i>	<i>Жабдық саны, дана</i>	<i>Бір бірлік жабдықтың құны, млн. тг.</i>	<i>Жалпы құны, млн. тг.</i>
Трансформатор 16000000-110 кВ	2	45,67	91,34
110 кВ ажыратқыш	2	12,6	25,2
110 кВ айырғыш	2	3,4	6,8
10 кВ айырғыш	16	2,42	38,72
110 кВ шығарылған тоқ трансформаторы	2	0,66	1,32
10 кВ шығарылған тоқ трансформаторы	19	0,56	10,64
110 кВ кернеу трансформаторы	2	0,84	1,68
10 кВ кернеу трансформаторы	4	0,6	2,4
Барлығы			204,8

5.4-кесте -Қосалқы станцияға қаржы салымы (төменгі кернеулі жабдық)

<i>Жабдық атауы</i>	<i>Саны, дана</i>	<i>Бірлік құны, млн. тг.</i>	<i>Барлығы</i>
110 кВ желінің релелік қорғаныс шкафы «SIEMENS» фирмасы	2	6,48	12,96
Трансформатордың релелік қорғанысы. «SIEMENS» фирмасы	2	8,11	16,22
Барлығы			29,18

Электр станцияны қайта салуға қажетті жұмысшылар құрылымы:

5.5-кесте -Жұмысшылардың жалақысын есептеу

Квалификациясы	Разряд	Саны	ЗП _i , мың тенге	Σ ЗП _i , мың тенге
Монтаждаушы	IV	8	70	420
Монтаждаушы	V	5	70	350
Дәнекерлеуші	IV	2	70	140
Слесарь	III	3	55	165
Слесарь	IV	2	65	130
Баптаушы	IV	6	100	600
Бригадир	V	1	120	120
Жұмысшыларға кететін жалақы шығыны				1925
Электр стансасын қайта құру мерзімі, ай				12

5.2.4 Желілерге қажетті қаржы салымдарын анықтау

Электр желілерін салу құны негізгі оның параметрлері: кернеуі, ұстынының түрі, сым маркасының, фаза конструкциясының салынатын аймақтың, трассаның сипаттамасы, климаттық жағдайы арқылы анықталады және төмендегідей берілді:

$$K_{эж} = k_{менш} \cdot L \cdot \alpha_{жт} \cdot \alpha_a + \Delta K_{о.кес.} + \Delta K_{ж.ж.} + n_{р.б.} \cdot K_{ж.б.} + K_{бл.}; \quad (5.7)$$

мұндағы $K_{менш.i}$ –кернеу мен және цептердің санына сәйкес, сондай-ақ трассаның жүріп өту шартын (тегіс жермен, егер орман болса 10% артық емес, жүкті трассаға дейін жеткізу 20 км-ден артық емес және жабдықты трасса бойынша тасу 10 км артық емес) ескеретін, әрбір 1 км линияға қажетті меншікті құн;

L - линия ұзындығы;

$\alpha_{жт}$ – желдің тегеурінінің жылдамдығын ескеретін түзету коэффициенті;

α_a – трассаның қандай аймақпен өтетін ескеретін коэффициент;

$\Delta K_{о.кес.}$ – ормандағы ағаштарды кесуге кететін шығындар, егер орман трассаның 10% құрайтын болса;

$\Delta K_{ж.ж.}$ – жүкті линияға жеткізу шығындары, егер жеткізу шарты жоғарыдағыдан айырмасы болса;

$n_{р.б.}$ – линия бойы бойынша жөндеу базаларының саны;

$K_{ж.б.}$ – бір жөндеу базасын салуға және жабдықтауға қажетті шығындар;

$K_{бл.}$ – тасымалдау желілері бойы бойынша байланыс желілерін тарту шығындары.

Есептеу кезінде бір жөндеу базасын салуға және жабдықтауға қажетті шығындарды, сонымен қатар айланыс линияларының шығындары 10% деп алынады.

$$K_{эж} = 1000000 \cdot 10000 \cdot 1 \cdot 1,1 + 150000 + 50000 + 8 \cdot 63000 + 80000 = 11000,78 \text{ млн. теңге};$$

5.3 Өндірістің жылдық ұстанымдарын анықтау

5.3.1 Стансаның жылдық шығындарын анықтау

Отын шығындары төмендегідей анықталады:

$$Ш_{отын} = B_{отын} \cdot B_{ш.о.} \quad (5.8)$$

Мұндағы $B_{ш.о.}$ - электр энергиясын жіберуге кететін шартты отынның жылдық шығыны:

$$B_{ш.о.} = B_{менш} \cdot W_{жыл} = (0,16 - 0,3) W_{жыл} = 0,3 \cdot 8760 = 2628 \text{ кг.ш.о./жыл},$$

мұндағы $B_{менш.}$ - меншікті шартты отынның жылдық шығыны, кг.ш.о./кВт*сағ.

Энергияны жіберуге кеткен табиғи отынның жылдық шығыны:

$$B_{т.о.} = 2628 \cdot 29300 / 39430 = 1952,83 \text{ т/жыл}.$$

Мұндағы 29300 – шартты отынның меншікті жану жылуы, кДЖ/кг;

Q – табиғи отынның меншікті жану жылуы, кДЖ/кг:

Көмір үшін - 27217 кДЖ/кг (Қарағанды), 20306 кДЖ/кг (Екібастұз);

Мазут үшін- 39430 кДЖ/кг;

Газ үшін – 34330 кДЖ/м³.

Қаржы салулар және негізгі қорлардың амортизациялық шыға-рылулары Иа шығындық немесе негізгі жабдықтардың, құрылыстар, ғимараттар, қосалқы жабдықтарды жетілдіруі мен жаңартылуына шығарылатын қаржымен анықталады.

$$Ш_{аморт} = 37,41 / 100 \cdot 272685 = 102011,45 \text{ млн. теңге};$$

мұндағы α_i – амортизацияның орта өлшем мөлшері (5-8) %

K – стансаны салуға кеткен қаржы салымдары, млн.теңге.

Стансаның пайдаланатын қызметкерлер табысы $Ш_{сак}$, соның ішінде: негізгі жұмысшы қызметкерлер табысын; инженерлі- техникалық жұмысшылар, жөндеуші қызметкерлер, әкімшілік қызметкерлер табыстары жатады.

$$Ш_{сак} = n_{дана} N_y \cdot EA_{орт}, \quad (5.9)$$

мұндағы $n_{дана}$ - берілген станса үшін штаттық коэффициент - 1,5;

N_y - электр стансасының орнатылған қуаты.

$EA_{орт}$ - өндірістегі қызметкерлердің бір адамның орта жылдық қорының табысы.

$$Ш_{сак} = 1,5 \cdot 32 \cdot 72000 = 3,456 \text{ млн. теңге};$$

Жөндеу шығындары $\Pi_{\text{жөн}}$, негізгі және қосалқы жабдықтар, құрылыстар, ғимараттар және автопарктің жөндеуінің шығындары

$$\Pi_{a/ж} = (0,1 - 0,2) \cdot \Pi_{аморт}, \quad (5.10)$$

$$\Pi_{a/ж} = (0,1 - 0,2) \cdot \Pi_{аморт} = 0,2 \cdot 102011,45 = 20402,29 \text{ млн.теңге.}$$

Жалпы станциялық шығындарға $\Pi_{\text{ж.ст.}}$ өзіне сым тетікке, ұялы байланыс және байланыстың басқа түрлеріне кететін шығындар, есептегіш техниканың қызметі, еңбекті қорғау шығындары, кадрлар дайындау шығындары, құқықтық дәрістік шығындар, банк қызметі, агротехника қызметі, лифтілер, өрт сөндіруші және қорғаныс қызметі, кеңселік және пошталық қызметтері кіреді.

$$\Pi_{\text{ж.ст.}} = (0,16 - 0,32) \cdot (\Pi_{\text{еак}} + \Pi_{\text{амотр}} + \Pi_{a/ж}); \quad (5.11)$$

$$\Pi_{\text{ж.ст.}} = 0,32 \cdot (3,456 + 102011,45 + 20402,29) = 39173,50 \text{ млн.теңге}$$

Жалпы стансаға кететін жылдық шығындар:

$$\Pi_{\text{ст}} = \Pi_{\text{а}} + \Pi_{\text{еак}} + \Pi_{\text{жөн}} + \Pi_{\text{жст.}}; \quad (5.12)$$

$$\Pi_{\text{ст.}} = 102011,45 + 3,456 + 20402,29 + 39173,5 = 161590,69 \text{ млн.теңге.}$$

5.3.2 Өзіндік құн

Кәсіпорынның электр желілеріндегі электр энергиясын тасымалдаудың толық өзіндік құны энергияны тасымалдау мен бөліп таратуға байланысты қосынды ұстанымдар және тұтынушыға таза жіберілген энергияның мөлшерімен анықталады:

$$\Pi_{\Sigma} = \Pi_{\text{айн}} + \Pi_{\text{тұр}} \quad (5.13)$$

Стансадан өндірілген немесе қосалқы сатнасадан өткізілген электр энергиясының өзіндік құны

$$S_{\text{тасым}} = \frac{\Pi_{\Sigma}}{\mathcal{E}_{\text{жыл}}}$$

$$S_{\text{тасым.}} = \frac{161590696000}{62780000000} = 2,57 \text{ теңге/кВт·сағ.}$$

5.3.3 Өткізу көлемі. Пайданы анықтау

Өткізу көлемі (өткізілген электр энергиясының құны) электр энергиясының тұтыну көлемінің өсуіне байланысты өсіп отырады:

$$Q_{p,t} = B_{\text{э}} \cdot (\mathcal{E}_t - \Delta \mathcal{E}_{\text{всп.т}}); \quad (5.14)$$

мұндағы $B_{\text{э}}$ – электр энергиясының бағасы;

$\mathcal{E}_t$ – электр энергиясының тұтыну көлемінің өсуіне байланысты тасымалданған электр энергиясының көлемі және келесідегідей тәуелділікті көрсетеді:

$$\mathcal{E}_t = k_{\text{игеру.т}} \cdot \mathcal{E}; \quad (5.15)$$

$\Delta \mathcal{E}_{\text{ыср},t}$ – электр энергиясының тұтыну көлемінің өсуіне байланысты қаралып отырған желідегі электр энергиясының шығыны келесідегідей есептеледі:

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{пот},t} = \Delta \mathcal{E}_{\text{ыср}} + k_{\text{игеру},t}^2 \cdot \Delta \mathcal{E}_{\text{айн}} ; \quad (5.16)$$

Станса үшін электр энергиясының өзіндік құнына қажеті рентабелділік нормасын қосу арқылы анықтауға немесе егер нарықта біәсекелестік болатын болса онда нарықтағы бағадан жоғары қоюға мүмкін болмайды. Оны төмендегідей беруге болады:

$$Б_{\text{ээ}} = S \cdot (1 + \rho); \quad (5.17)$$

Мұндағы ρ - рентабелділік нормасы.

$$Б_{\text{ээ}} = S \cdot (1 + \rho) = 2,57 \cdot 1,5 = 3,855 \text{ тенге/кВт} \cdot \text{сағ};$$

$$Q_{p,t} = Б_{\text{ээ}} \cdot \mathcal{E}_t = 3,855 \cdot 62780000000 = 242016900000 \text{ тенге};$$

$$П_t = Q_{p,t} - III_{\Sigma} = 242016900000 - 161590696000 = 80426204000 \text{ теңге};$$

5.4 Инвестицияның экономикалық тиімділігін бағалау

5.4.1 Инвестицияның экономикалық тиімдігін есептеудің негізгі әдістері

Инвестицияның қаржылық-экономикалық тиімділігінің көрсеткіштері мен критерийлері ретінде қаржылық салымдардың қарапайым өтелу мерзімі, таза келтірілген (дисконтталған) құн (ТДҚ), ішкі табыс нормасы, дисконтталған өтелу мерзімі, инвестицияның рентабелділік индексі қолданылады.

Осы әртүрлі әдістерді қолданған кезде бір-біріне қайшы нәтижелерді алынуы мүмкін, сондықтан инвестицияны бағалау әдістерін кешенді салыстыра отырып жобаның қайсысы тиімдірек екені таңдалады.

1 Қаржылық салымдардың қарапайым өтелу мерзімі - таза пайданы салынған инвестицияны қанша уақыттан кейін қайтара алатын көрсетеді, содан кейін таза пайданың өз игілігіне пайдаланылатынын білдіреді.

$$T_{\text{отелу}} = \frac{I}{П_{\text{жоба}}}; \quad (5.18)$$

мұндағы I – капитал салымдары (инвестиция);

$П_{\text{жоба}}$ – жобаны енгізу нәтижесінде алынатын жылдық пайда.

$$T_{\text{отелу}} = \frac{I}{П_{\text{жоба}}} = \frac{272685000000}{80426204000} = 4 \text{ жыл};$$

Жобаның өтелу мерзімі 4 жылды құрады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жобада қысқа тұйықталу тоқтарын есептеп, алынған тоқтар бойынша негізгі электр құрылғыларын, шиналарды таңдадым. Қосалқы

стансада орналасқан трансформатордың дифференциалды қорғанысын есептедім. Сонымен қатар трансформатордың тоқ үзіндісі, асқын жүктемеден қорғанысы, максималды тоқ қорғанысын есептедім.

110 кВ кернеулі желілердің үш сатылы дистанционды есептер жүргіздім.

Арнайы бөлімде ажыратқыштың жұмыс істемеу кезіндегі резервті іске қосу құрылғысының логикалық сұлбасын жасап, оның жасап тұрғанын тексердім.

Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде электр қондырғыларына қызмет көрсетудегі қауіпсіздік шаралары, қосалқы станцияның ауа алмасуының есептеулері жүргізілді.

Экономикалық бөлімде берілген тапсырмаларға сәйкес электр энергия сұранысының өзгеруіне байланысты шығынды болжау және талдау, аймақтық электр желілері компаниялардың желілеріне электр энергиясын тасымалдау мен тарату қызметтерінің тариф деңгейлерінің есебі, тарифтік смета жасалды.

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть ЭС и ПС: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Уч.пос. для вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608с.

- 2 Шабад М.А. Расчеты РЗ и А распределительных сетей: Монография.- СПб.: ПЭИПК, 2003г.- 350с.
- 3 Чернобровов Н.В., Семенов В.А. РЗ энергетических систем: Уч.пос. для техникумов. В. М.: Энергоатомиздат, 1998.
- 4 Руководящие указания по РЗ. Вып. 13Б. Релейная защита понижающих трансформаторов и автотрансформаторов 110 – 500 кВ. Расчеты. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 96с.
- 5 Федосеев А.М. Релейная защита электрических систем: - М.: Энергия, 1992, - 560 с.
6. Басс Э.И., Дорогунцев В.Г. Релейная защита электроэнергетических систем./ Под ред. А.Ф. Дьякова.- М. :Изд. МЭИ, 2002.- 295 с.
7. Справочник по проектированию эл.снабж./ Под ред. Ю.Г. Барыбина и др. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 576с.
8. Л.Д. Рожкова., В.С. Козулин. Электрооборудование станций и подстанций: Учебник для техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 648с.
9. Б.А. Князевский., Б.Ю. Липкин. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1979. – 431с.
10. Авербух А.М. Релейная защита в задачах с решениями и примерами. Л.: «Энергия», 1975. 416с.
11. Фигурнов Е.П., Релейная защита. Учебник для вузов железнодорожного транспорта. – М.: Желдориздат, 2002. – 720с.
12. Руководящие указания по РЗ. Вып. 12. Токовая защ. нулевой последовательности от замыканий на землю линий 110 – 500 кВ. Расчеты. – М.: Энергия, 1980. – 88с.
13. Правила устройства электроустановок. 6-е изд. М.: Энергоатомиздат, 1986.
14. Быков В.А., Зимаков В.А., Овласюк В.Я., Хальков В.С., Шилов Л.Н. Электронные устройства релейной защиты и автоматика в системах тягового энергоснабжения. М.: «Транспорт», 1974. – 304с.
15. Справочник по электроснабжению железных дорог. / Под ред. К.Г. Марквардта и др. – М.: Транспорт, 1981. – 392с.
16. Башкиров М.В., Бугубаев С.А. Спец. главы РЗ и автоматики систем электроснабжения. Метод. ук. – Алматы, АИЭС, 1999. -18с.
17. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 24 с.