

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

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

Энергетика кафедрасы

Өксікбай Батыр Ерболұлы

110/35-10-6 кВ қосалқы станциясының релелік қорғанысы мен
автоматикасының автоматтандырылған жүйесін құру

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5В071800 – Электр энергетикасы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

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

Энергетика кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі м.а.

PhD докторы, ассистент

профессор

 Е.А. Сарсенбаев

«20» 05 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «110/35-10-6 кВ қосалқы станциясының релелік қорғанысы мен автоматикасының автоматтандырылған жүйесін құру»

5B071800 – Электр энергетика мамандығы бойынша

Орындаған

Өксікбай Б.Е.

Пікір беруші

АЭЖБУ «Электр машиналар және электржетегі» кафедрасының доценті,
PhD докторы

 Алмуратова Н.К.

«20» 05 2019 ж.

Ғылыми жетекші

лектор

 Шакенов Қ.Б.

«20» 05 2019 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

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

Энергетика кафедрасы

5B071800 – Электр энергетикасы

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі м.а.

PhD докторы, ассистент

профессор

 Е.А. Сарсенбаев

«28» 01 2019 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Өксікбай Батыр Ерболұлы

Тақырыбы «110/35-10-6 кВ қосалқы станциясының релелік қорғанысы мен автоматикасының автоматтандырылған жүйесін құру»

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

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «22» сәуір 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістер: Қосалқы станцияның принципалдық схемасы; Күштік қондырғыларының қуаттары;

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

а) Технологиялық бөлімі;

б); Релелік қорғаныс және автомика

в) Экономикалық бөлім;

г) Электрқауіпсіздік бөлімі;

Сызбалық материалдар тізімі Сызбалық материалдарды слайдпен дайындау


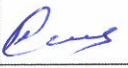

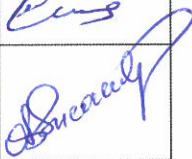
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер 15 атау

Дипломдық жұмысты дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
<u>Технологиялық бөлімі</u>	10.03.19ж	14015
<u>Релелік қорғаныс және автомика</u>	17.03.19ж	14015
Экономикалық бөлім	12.04.19ж	14015
Электрқауіпсіздік бөлімі	24.04.19ж	14015

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	Қ.Б.Шакенов лектор	20.05.2019	
Арнайы бөлім	Қ.Б.Шакенов лектор	20.05.2019	
Еңбек қорғау бөлімі	Қ.Б.Шакенов лектор	20.05.2019	
Норма бақылау	Б.О. Бердибеков Доктор PhD, сениор-лектор	20.05.2019	

Ғылыми жетекші



Қ.Б.Шакенов

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Е.Б.Өксікбай

Күні « 5 » 03 2019ж

Ғылыми жетекшінің пікірі

Дипломдық жұмыс

(жұмыс түрлерінің атауы)

Өксікбай Батыр Ерболұлы

(оқушының аты жөні)

5B071800 – Электр энергетикасы

(мамандық атауы мен шифрі)

Тақырыбы:

Дипломдық жұмыс «110/35/10-6кВ қосалқы станциясында релелік қорғаныс мен автоматикасының автоматтандырылған жүйесін құру» тақырыбы бойынша орындалған. Жұмыста қосалқы станцияның принципиалдық сұлбасы, күштік қондырғылар және жалғаулық аппараттар таңдалған. Қосалқы станцияның элементтері мен желілерге релелік қорғаныс және автоматика бойынша есептеу жасалған. Қысқа тұйықталуға есептелініп, қосалқы станцияның жабдықтарының қауіпсіздігі қарастырылған.

Еңбек қорғау бөлігінде қосалқы станцияны техникалық қолдану нормалары мен ережелі туралы айтылып, жұмысшылардың қорғаныс құралдары жайлы жіктеліп айтылды.

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

Жалпы дипломдық жұмысты 95% «өте жақсы» бағалауға, ал диплом қорғаушы Өксікбай Батыр Ерболұлы 5B071800 мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры академиялық дәрежесіне лайық деп санауға болады.

Ғылыми жетекші

Лектор

(қызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)


(қолы)

Шакенов Қ.Б

«20»

05

2019 ж.

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

(жұмыс түрінің атауы)

Өксікбай Батыр Ерболұлы

(білім алушының Т.А.Ә.)

5B071800 – Электрэнергетика

(мамандық атауы мен шифрі)

Тақырыбы: 110/35-10-6 кВ қосалқы станциясының релелік қорғанысы мен автоматикасының автоматтандырылған жүйесін құру.

Орындалды:

түсініктеме _____ 72 бет

Өксікбай Б.Е дипломдық жұмысы қосалқы станцияның релелік қорғаныс және автоматикасын жобаланылды, қосалқы станцияға коммутациялық және релелік қорғанысы таңдалған. Қосалқы станция сенімді жұмыс жасауы үшін заманауи жаңа элементтерді қажет етеді. Осы жұмыста коммутациялық және релелік қорғаныстың жаңа түрлері таңдалған. Орындалған жұмыс практикалық маңызға ие.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Жұмысқа келесідей ескертулер жасалды:

- түсініктемелік жазбада грамматикалық және стилистикалық қателер кездеседі;
- дипломдық жұмыста электр жабдықтар 2013-жылғы анықтамадан таңдалған.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Дипломдық жұмыс тапсырмаға сәйкес толық орындалған және «өте жақсы» (95%) бағаға бағалап, ал жұмыстың авторы Өксікбай Батыр Ерболұлы 5B071800 – «Электрэнергетикасы» мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін алуға лайық деп санаймын.

РЕЦЕНЗЕНТ

АЭЖБУ, «Электр машиналар және электржетек» кафедрасының доценті, PhD докторы.

«20» 05 2015 ж.



Н.К.Алмуратова

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: Өксікбай Батыр Ерболұлы

Название: 110_35-10-6 кВ қосалқы станциясының релелік қорғанысы мен автоматикасының автоматтандырылған жүйесін құру.doc

Координатор: Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1:29,9

Коэффициент подобия 2:16,9

Тревога:200


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:

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

27.05.19



Дата

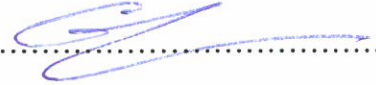
Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

допустить к защите

27.05.19



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: Әкісбай Батыр Ерболұлы

Название: 110_35-10-6 кВ қосалқы станциясының релелік қорғанысы мен автоматикасының автоматтандырылған жүйесін құру.doc

Координатор: Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1: 29,9

Коэффициент подобия 2: 16,9

Тревога: 200

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

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

Обоснование:

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

допускается к защите

.....
.....

21.05.2019

Дата

.....
.....



Подпись Научного руководителя

АНДАТПА

Дипломдық жұмыста «110/35/6 кВ ҚС РҚЖА микропроцессорлық қондырғыларды енгізу арқылы қайта құру» тақырыбы бойынша орындалған. Жұмыста қосалқы станцияның принципіалдық сұлбасы, күштік қондырғылар және жалғаулық аппараттар таңдалған. Қосалқы станцияның элементтері мен желілерге релелік қорғаныс және автоматика бойынша есептеу жасалған. Қысқа тұйықталуға есептелініп, қосалқы станцияның жабдықтарының қауіпсіздігі қарастырылған. Қосалқы станцияның желілеріне релелік қорғаныс және найзағайдан қорғау есептелген. Дипломдық жұмыстың арнайы бөлімі ретінде ДЗТ – 21 түріндегі релеге ТДТН – 16000/110/38,5/6,6 –У-1 трансформаторының тоқтық қорғаныстың дифференциалды іске қосу параметрлерін есептеп қарастыру мәселелері қарастырылған.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа выполнена на тему «Реконструкция ПС 110/35/6 путем внедрения микропроцессорных устоновок РЗиА». В работе произведен выбор принципиальной схемы подстанции, выбор силового оборудования и выбор коммутационной аппаратуры. Произведен расчет на релейной защиты элементов подстанции и отходящих линий.

На сегодняшний день уже недостаточно только контролировать и управлять. Полученные данные необходимо анализировать, работу сети оптимизировать, также необходимо снизить потери электрической энергии, повысить надежность, безопасность и качество энергосетей.

THE SUMMARY

Degree work is executed on a theme «Reconstruction of Sustation 110/35/6 through the introduction of microprocessor relay protection». In work the choice of the basic scheme of substation, a choice of the power equipment and a choice of switching equipment is made. Calculation on relay protection of elements of substation and departing lines with pressure 35 sq. is made .Substation is designed for networks of relay protection and lightning protection. At the same time, a special section of the total distribution of the load device is selected. MiCOM provides for the operation of the distribution of the total load device type

In section safety of ability to live the working condition analysis, and as calculation lightning protection, the earthing device, and calculation evacuation and ventiliyatsii.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Технологиялық бөлім	8
1.1 «Алатау жарық компаниясы» АҚ–ның атқаратын қызметіне жалпы шолу»	8
1.2 35 кВ орташа кернеу үшін график тұрғызу	9
1.3 6 кВ төменгі кернеудегі жүктеме графиктерін тұрғызу	12
1.4 110 кВ жоғарғы кернеудегі жүктеме графиктерін тұрғызу	16
1.5 Күштік трансформаторлар саны мен қуатын таңдау	25
1.6 Қысқа тұйықталу тоғын есептеу және алмастыру схемасын құру	26
1.7 Үш және екі фазалы қысқа тұйықталудың алмастыру схемасының параметрлері	28
1.8 Үшфазалы қысқа тұйықталу тоқтарын есептеу	30
1.9 Екі фазалы қысқа тұйықталу тоқтарын есептеу	31
1.10 Нөлдік тәртіптегі тоқ үшін алмастыру схемасының параметрін есептеу.	32
1.11 Бірфазалы қысқа тұйықталу кезінде нөлдік тәртіптегі үш еселенген тоқты есептеу	33
1.12 Жерге екіфазалы қысқа тұйықталу кезінде нөлдік тәртіптегі үш еселенген тоқты есептеу	36
1.13 Жерге екі фазалы қысқа тұйықталу тоғын есептеу	36
1.14 Қосалқы станциядағы электржабдықтарды таңдау	38
2 Релелік қорғаныс және автоматика	48
2.1 Релелік қорғаныс және автоматика тағайындаулары	48
2.2 Күштік үшорамды трансформаторлардың қорғанысы	49
2.3 Электр берілісінің желісін қазіргі заманғы микропроцессорлармен қорғау	53
2.4 35 кВ желіні қорғау үшін MiCOM–124 сериялы шағын процессорлы терминалды қолдану	54
2.5 MiCOM – 124 блогының үш сатылы тоқ қорғанысының іске қосылу параметрлерінің есептелулері	55
3 Экономика бөлімі	62
3.1 Негізгі өндірістік қорды есептеу	62
3.2 Энергиялар шығыны	63
4 Электрқауіпсіздік бөлімі	66
4.1 Электрқауіпсіздігі	66
Қорытынды	71
Пайдаланған әдебиеттер тізімі	72

КІРІСПЕ

Қазіргі кездегі техникалық дамулардағы үдеу дәл қазір өнеркәсіптік электр энергетиканың толық жетілдіруіне қажеттілікті арттырады. Өнеркәсіптік кәсіпорындардың жабдықтауының үнемді, сенімді жүйелерінің жасаулары, автоматтандырылған жүйе электр қозғағыштармен және технологиялық үдерістерді басқару, жарық, микропроцессорлық техниканың енгізулері, элегазды және вакуумды электр жабдығы, жаңа комплекті тарату құрылғылары болуын қажетсінеді. Өнеркәсіптік кәсіпорындардың жабдықтауын жобалауға түбегейлі тәжірибе жинаған инженерлік-техникалық қызметкерлердің көпшілігі шұғылданған. Техникадағы қарқынды өрлеуге және энергетикада жеке алғанда барлық жаңа мәселелер, жобалау және қазіргі торлық объекттердің ғимаратында есепке алынуы керек болатын сұрақтар қарастырылады.

Осы есептейтін аудан дамитын динамикалық болып табылады. Шағын ауданның байланысты белсенді құрылыс ошағымен электр қабылдағыштардың қоректенуі үшін қосымша қуат туралы сұрақ тұрады.

Аудан электр энергиясымен энергия жүйеден қамтамасыз етіледі 35 кВ сызықтар жобаланатын аудан осы жобада қоректену туралы мәселені талқыға салған, сонымен бірге 20 шаршының кернеудің тұтынушыларының қоректенуі.

Технологиялық үдерісті үзіліссіздік, ауыр электр қондырғыларды ауыр жұмыс жағдайлары және электр жабдық жабдықтауды жүйеге ерекше талаптарды құрады. Бұл қоректенудің сенімділік және үздіксіздіктері.

Бас схеманың таңдауында оның құрастыруын ажырамас бөлік жабдық және аппаратураның параметрлерінің дәлелдеу және таңдауы және схемадағы оларды тиімді қоюы, сонымен бірге қорғаудың маңызды мәселенің шешімдері болып табылады, дәреже автоматтандыру және подстанцияның қолдану кезіндегі қызмет көрсетуі. Электр қосуларының таңдаулы бас схемасы енді сенімділік сөндіргіштер оның санына күш беретін трансформаторлар кіретін құрамдас бөліктерінің сенімділігімен анықталады, құрама шиналар, сонымен бірге электр берілісі желісі, ажыратқыш.

Қысқа тұйықталудың тоқтарына қарағанда жауапты тұтынушылар және аппаратураның орнықтылығының жоғарылатуының электр энергиясының қоректенудің үздіксіздігінің қамтамасыз етулері мақсаттардағы жабдықтау жүйелеріндегі автоматтандыруы ескеріледі, подстанцияларда кезекті қызыметшісіз қарауға мүмкіндік берген. Кәсіпорынның электр Қосуларының бас схемасының экономикалық орындылығы жиынтық ең төменгі есепті шығындармен анықталады.

1 Технологиялық бөлім

1.1 «Алатау жарық компаниясы» АҚ-ның атқаратын қызметіне жалпы шолу

«Алатау жарық компаниясы» акционерлік қоғам электр энергиясын таратушы, өндіруші компания, оның құрамына ТЭЦ–1, ТЭЦ–2, ТЭЦ–3, Қапшағай ГЭС, Каскад Алматы ГЭС, ЗТК, ЦПВТ кіреді. Сонымен қатар «Алатау жарық компаниясы» АҚ–энергия беруші компания, оның құрамына АРЭК, ГЭРС кіреді. «Алатау жарық компаниясы» АҚ–өзі өндірген электр энергияларын республиканың оңтүстігіндегі өз қызмет аймағындағы Алматы қаласы мен Алматы облысының өнеркәсіптік және ауыл шаруашылық кәсіпорындарына, тұрғындарға электр энергиясын тасу және тарату бойынша ірі энергетикалық жүйесі.

«АЖК» АҚ табиғи монополиялар субъектісінің мемлекеттік тізімінің республикалық бөліміне кіреді.

Акционерлік қоғам құрамына кіретін желілер, 306,4 шақырым ұзындықта 220 кВ кернеулі электр беру әуе желісі; 2640,9 шақырым ұзындықта 110 кВ әуе желісі; 35 кВ кернеулі электр желісі – жалпы ұзындығы 2659,1 шақырымды әуелі және кабелді желілер; 10/0,4 кВ электр беру бөлу желілері 102,9 шақырымды құрайды.

«АЖК» АҚ қарамағына қосылатын қосалқы станциялар:

- 35 кВ және одан жоғары кернеулі 208 қосалқы станция;
- 6-10/0,4 кВ кернеулі 8 192 бөлу трансформатор қосалқы станциялары;
- 6 567 МВА қуатты 6-220 кВ – 9 876 трансформаторлардың жалпы саны.

Бүгінгі күні "АЖК" АҚ Алматы аймағының 2,2 миллиондай тұрғынын электрмен қамтамасыз етеді.

«АЖК» АҚ электр желілерін басқару жөніндегі Қазақстандық компаниямен (KEGOC) тығыз байланыс жасайды және Қазақстан, Өзбекстан, Тәжікстан, Қырғызстан, Түркменстанның энергетикалық компанияларының сенімді серіктесі болып табылады.

АЖК өндіріс орындары мен тұрғындарға сенімді қызмет көрсетуді басты мақсат тұтады. АЖК өз қызметінің қоршаған орта және қоғаммен үйлесім

табуына ерекше мән береді. Электр желілерінде коммерциялық және техникалық жоғалтуларды азайту. Қосалқы станциялардың негізгі құрылғылары жұмысының техникалық көрсеткішін жақсарту. Еңбек қауіпсіздігінің қажетті шараларын сақтау. Қоршаған ортаны қорғау ережесін сақтау. Әлеуметтік қамтамасыз етуге құрметпен қарау. Өз қызметінде «АЖК» АҚ тұрғындарды сенімді және үздіксіз электрмен қамтамасыз ету сұрағын басшылыққа алады.

1.2 35 кВ орташа кернеу үшін график тұрғызу

Тізімдемеге сәйкес максималды активты Р жүктемеден формулаға сәйкес қысқы период үшін реактивті $Q_{сн1}$ және толық қуатты $S_{сн1}$ есептейміз:

Бастапқы берілгені: $\text{tg}(\varphi)$

$$Q_{сн} = P_{сн} \cdot \text{tg}(\varphi) \text{ (МВАр)}, \quad (1.1)$$

$$S_{сн1} = \sqrt{P_{сн1}^2 + Q_{сн1}^2} \text{ (МВА)}, \quad (1.2)$$

35 кВ «Қала» тұтынушысы үшін реактивті $Q_{сн}$ және толық қуатты $S_{сн}$ (1.1 және 1.2) формула бойынша есептейміз: $\text{tg}(\varphi) = 0,38$

$$Q_{сн} = 9.2 \cdot 0.38 = 3.496 \text{ (МВАр)}$$

$$S_{сн1} = \sqrt{9.2^2 + 3.496^2} = 9.84 \text{ (МВА)}$$

«Қала» тұтынушысының қыс- жаз тәуліктік графигінің жүктеме сатыларын осы жолмен есептеп, кестеге енгіземіз.

35 кВ тұтынушылардың $Q_{сн}$ және $S_{сн}$ графигінің қалған сатыларын жазғы және қысқы период үшін осы жолмен есептейміз, және қуаттардың суммасы арқылы тәуліктік және жылдық графиктерді тұрғызамыз.

Есептеулер нәтижесін 1.1 және 1.2 кестеге енгіземіз.

1.1- кесте - Орташа кернеудегі электр жүктемесінің қысқы периодтағы тәуліктік графиктері

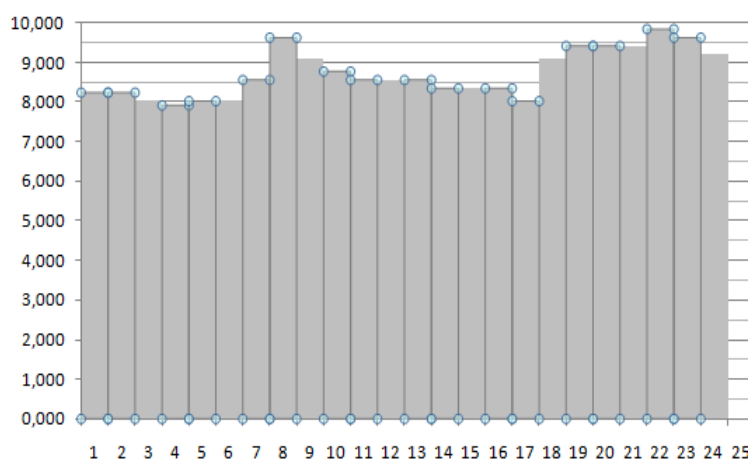
Қыс		Барлығы		
Уақыт		Р,МВт	Q,МВАр	S,МВА
0	-1	7,7	2,926	8,237
1	-2	7,7	2,926	8,237
2	-3	7,5	2,85	8,023

3	-4	7,4	2,812	7,916
4	-5	7,5	2,85	8,023
5	-6	7,5	2,85	8,023
6	-7	8	3,04	8,558
7	-8	9	3,42	9,628
8	-9	8,5	3,23	9,093
9	-10	8,2	3,116	8,772
10	-11	8	3,04	8,558
11	-12	8	3,04	8,558
12	-13	8	3,04	8,558
13	-14	7,8	2,964	8,344

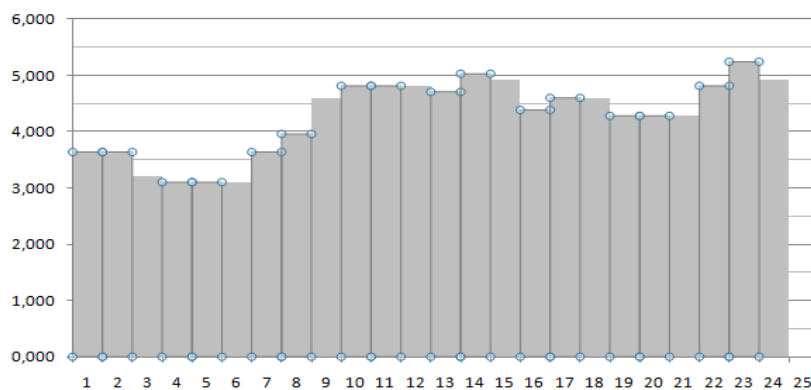
1.1 – кестенің жалғасы

14	-15	7,8	2,964	8,344
15	-16	7,8	2,964	8,344
16	-17	7,5	2,85	8,023
17	-18	8,5	3,23	9,093
18	-19	8,8	3,344	9,414
19	-20	8,8	3,344	9,414
20	-21	8,8	3,344	9,414
21	-22	9,2	3,496	9,842
22	-23	9	3,42	9,628
23	-24	8,6	3,268	9,200
24	-1	8,5	3,23	9,093
	Барлығы	204,1	77,558	218,339

1.1 және 1.2 кестегдегі есептеулер нәтижесі негізінде 1.1 және 1.2 суретте келтірілген ОК тәуліктік (қыс және жаз) графиктерін тұрғызамыз.

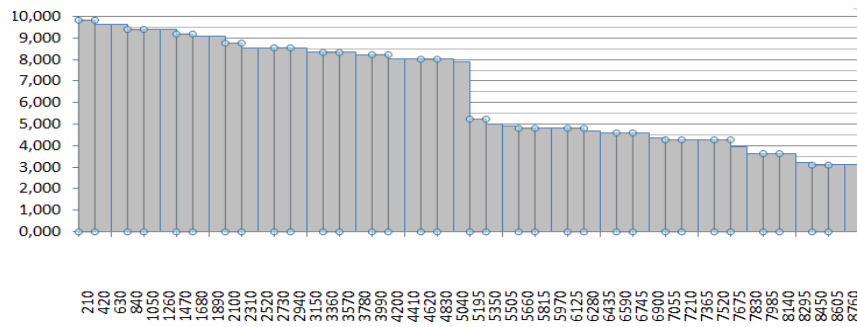


1.1 - сурет - Орташа кернеудегі тәуліктік (қыс) график



1.2 - сурет - Орташа кернеудегі тәуліктік (жаз) график
1.2- кесте - Орташа кернеудегі электр жүктемесінің жазғы
периодтағы тәуліктік графиктері

Жаз		Барлығы		
Уақыт		P, мВт	Q, мВАр	S, мВА
0	-1	3,4	1,292	3,637
1	-2	3,4	1,292	3,637
2	-3	3	1,14	3,209
3	-4	2,9	1,102	3,102
4	-5	2,9	1,102	3,102
5	-6	2,9	1,102	3,102
6	-7	3,4	1,292	3,637
7	-8	3,7	1,406	3,958
8	-9	4,3	1,634	4,600
9	-10	4,5	1,71	4,814
10	-11	4,5	1,71	4,814
11	-12	4,5	1,71	4,814
12	-13	4,4	1,672	4,707
13	-14	4,7	1,786	5,028
14	-15	4,6	1,748	4,921
15	-16	4,1	1,558	4,386
16	-17	4,3	1,634	4,600
17	-18	4,3	1,634	4,600
18	-19	4	1,52	4,279
19	-20	4	1,52	4,279
20	-21	4	1,52	4,279
21	-22	4,5	1,71	4,814
22	-23	4,9	1,862	5,242
23	-24	4,6	1,748	4,921
24	-1	4	1,52	4,279
Барлығы		99,8	37,924	106,763



1.3 - сурет. Ұзақтығы бойынша ОК жылдық жүктеме графигі

Тұрғызылған график бойынша келесі көрсеткіштер мен коэффициенттерді анықтаймыз: жылдық энергия тұтыну $W_{год}$; жылдық максимум жүктеме тұтыну сағатының саны T_{max} ; максимал шығын уақыты τ .

Жылдық энергия тұтыну, МВт

$$W_{год} = \sum_{i=1}^N S_i \cdot t_i , \quad (1.3)$$

$$W_{год} = 209.246 \cdot 210 + 102.483 \cdot 155 = 43941.721 + 15884.96 = 59826,68 \text{ мВт/сағ.}$$

Жүктеменің қуат максимумын S_{max} тұтынуының жылдық уақыты, сағат.

$$T_{max} = \frac{W_{год}}{S_{max}} , \quad (1.4)$$

$$T_{max} = \frac{59826.68}{9.84} = 6078.804c$$

$$\tau = \left(0,124 + \frac{T_{max}}{10000}\right)^2 \cdot 8760 \quad (1.5)$$

$$\tau = \left(0,124 + \frac{6078.804}{10000}\right)^2 \cdot 8760 = 4692.3c.$$

Жоғары және төменгі кернеудегі жүктеменің жылдық графигі орташа кернеудегідей есептеледі.

1.3 6 кВ төменгі кернеудегі жүктеме графиктерін тұрғызу

Тізімдемеге сәйкес максималды активты P жүктемеден формулаға сәйкес

қысқы период үшін реактивті $Q_{сн1}$ және толық қуатты $S_{сн1}$ есептейміз:
 Бастапқы берілгені: $tg(\varphi)$

$$Q_{сн} = P_{сн} \cdot tg(\varphi) \text{ (МВАр)},$$

$$S_{сн1} = \sqrt{P_{сн1}^2 + Q_{сн1}^2} \text{ (МВА)},$$

6 кВ тұтынушыдағы реактивті $Q_{сн}$ және толық $S_{сн}$ қуатты есептеу:

$$tg(\varphi) = 0,44$$

$$Q_{сн} = 8.2 \cdot 0.44 = 3.608 \text{ (МВАр)}$$

$$S_{сн} = \sqrt{8.2^2 + 3.608^2} = 8.96 \text{ (МВА)}$$

6 кВ тұтынушылардың $Q_{сн}$ және $S_{сн}$ графигінің қалған сатыларын жазғы және қысқы период үшін осы жолмен есептейміз, және қуаттардың суммасы арқылы тәуліктік және жылдық графиктерді тұрғызамыз.

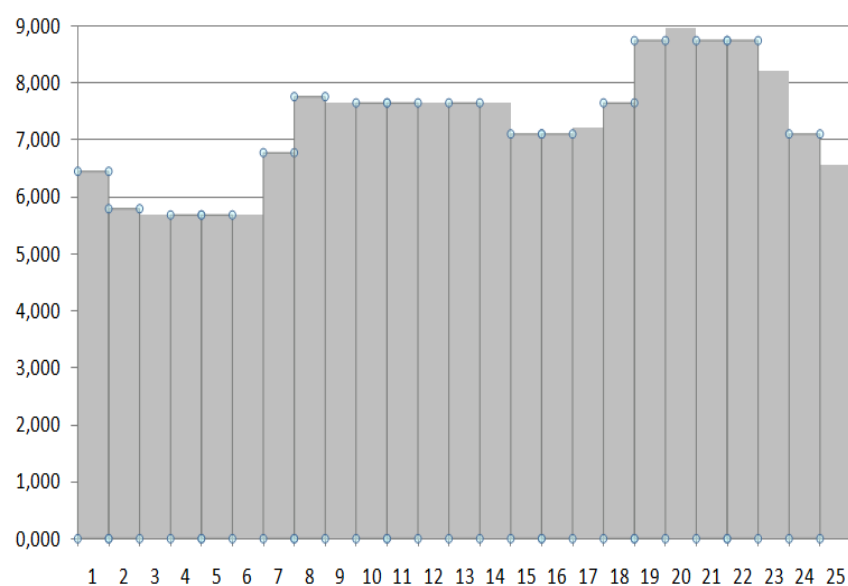
Есептеулер нәтижесін 1.3 және 1.4 кестелерге енгіземіз.

1.3 – кесте - Төменгі кернеудегі электр жүктемесінің қысқы периодтағы тәуліктік графигі

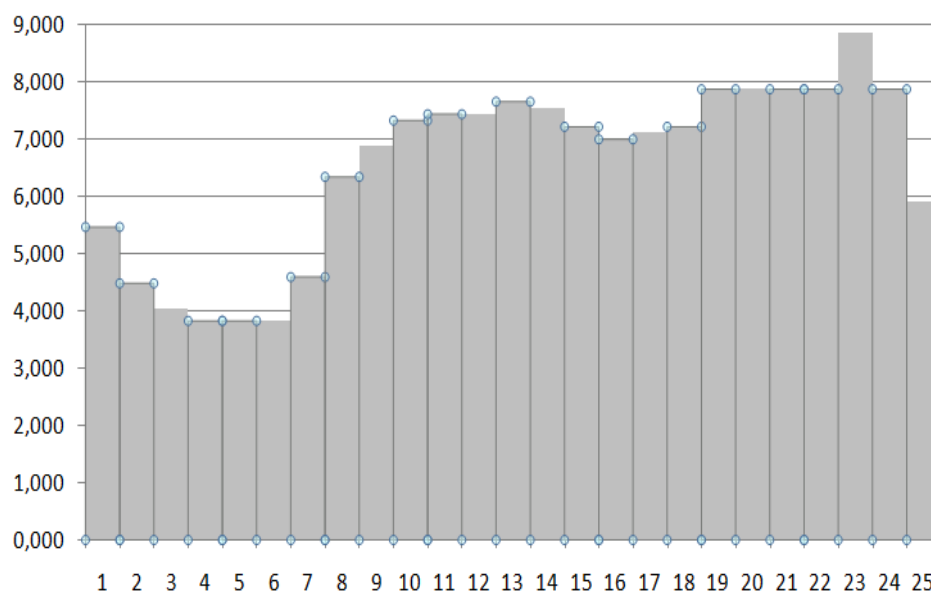
Қыс		Барлығы		
Уақыт		P, МВт	Q, МВАр	S, МВА
0	-1	5,9	2,596	6,446
1	-2	5,3	2,332	5,790
2	-3	5,2	2,288	5,681
3	-4	5,2	2,288	5,681
4	-5	5,2	2,288	5,681
5	-6	5,2	2,288	5,681
6	-7	6,2	2,728	6,774
7	-8	7,1	3,124	7,757
8	-9	7	3,08	7,648
9	-10	7	3,08	7,648
10	-11	7	3,08	7,648
11	-12	7	3,08	7,648
12	-13	7	3,08	7,648
13	-14	7	3,08	7,648
14	-15	6,5	2,86	7,101
15	-16	6,5	2,86	7,101
16	-17	6,6	2,904	7,211

17	-18	7	3,08	7,648
18	-19	8	3,52	8,740
19	-20	8,2	3,608	8,959
20	-21	8	3,52	8,740
21	-22	8	3,52	8,740
22	-23	7,5	3,3	8,194
23	-24	6,5	2,86	7,101
24		6	2,64	6,555
Барлығы		166,1	73,084	181,468

1.3 және 1.4 кестегдегі есептеулер нәтижесі негізінде 1.4 және 1.5 суретте келтірілген ТК тәуліктік (қыс және жаз) графиктерін тұрғызамыз.



1.4 – сурет - Төменгі кернеудегі тәуліктік (қыс) график

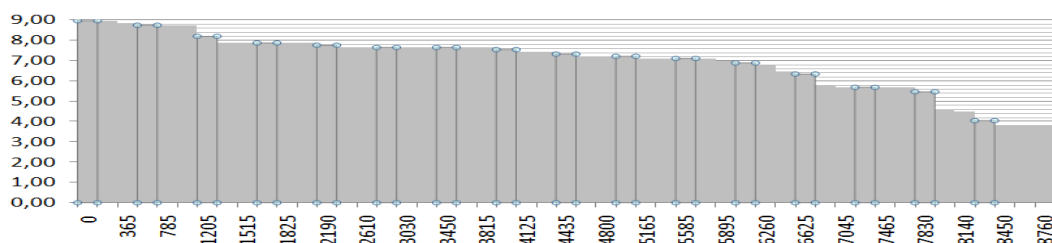


1.5 - сурет - Төменгі кернеудегі тәуліктік (жаз) график

1.4 - кесте - төменгі кернеудегі электр жүктемесінің жазғы периодтағы тәуліктік графиктері

Жаз		Барлығы		
Уақыт		P, мВт	Q, мВАр	S, мВА
0	-1	5	2,2	5,463
1	-2	4,1	1,804	4,479
2	-3	3,7	1,628	4,042
3	-4	3,5	1,54	3,824
4	-5	3,5	1,54	3,824
5	-6	3,5	1,54	3,824
6	-7	4,2	1,848	4,589
7	-8	5,8	2,552	6,337
8	-9	6,3	2,772	6,883
9	-10	6,7	2,948	7,320
10	-11	6,8	2,992	7,429
11	-12	6,8	2,992	7,429
12	-13	7	3,08	7,648

13	-14	6,9	3,036	7,538
14	-15	6,6	2,904	7,211
15	-16	6,4	2,816	6,992
16	-17	6,5	2,86	7,101
17	-18	6,6	2,904	7,211
18	-19	7,2	3,168	7,866
19	-20	7,2	3,168	7,866
20	-21	7,2	3,168	7,866
21	-22	7,2	3,168	7,866
22	-23	8,1	3,564	8,849
23	-24	7,2	3,168	7,866
24		5,4	2,376	5,900
Барлығы		149,4	65,736	163,222



1.6- сурет - Ұзақтығы бойынша ТК жылдық жүктеме графигі

Тұрғызылған график бойынша келесі көрсеткіштер мен коэффициенттерді анықтаймыз: жылдық энергия тұтыну $W_{год}$; жылдық максимум жүктеме тұтыну сағатының саны T_{max} ; максимал шығын уақыты τ .

Жылдық энергия тұтыну 1.3 формула бойынша анықталады

$$W_{год} = \sum_{i=1}^N S_i \cdot t_i$$

$$W_{год} = 181.468 \cdot 210 + 163.222 \cdot 155 = 38108.19 + 25299.49 = 63407.68 \text{ МВт/ч}$$

Жүктеменің қуат максимумын S_{max} тұтынуының жылдық уақыты (1.4) формуласымен анықталады.

$$T_{max} = \frac{63407.68}{8.959} = 7077.54 \text{ ч}$$

Максимал шығын уақыты (1.5), сағат.

$$\tau = (0,124 + \frac{T_{\max}}{10000})^2 \cdot 8760,$$

$$\tau = (0,124 + \frac{7077,54}{10000})^2 \cdot 8760 = 6060,34$$

1.4 110 кВ жоғарғы кернеудегі жүктеме графиктерін тұрғызу

Жоғарғы кернеудегі суммарлық жүктемені $P_{\max \text{ вн}}$, $Q_{\max \text{ вн}}$ формула бойынша анықтаймыз анықтаймыз:

$$P_{\max \text{ вн}} = P_{\max \text{ сн}} + P_{\max \text{ нн}}, \quad (1.6)$$

$$P_{\max \text{ вн}} = 9.2 + 8.2 = 17.4 \text{ МВт}$$

$$Q_{\max \text{ вн}} = Q_{\max \text{ сн}} + Q_{\max \text{ нн}}, \quad (1.7)$$

$$Q_{\text{вн}} = 3.496 + 3.608 = 7.104 \text{ МВАр}$$

Формула бойынша толық қуатты есептейміз

$$S_{\text{вн}1} = \sqrt{P_{\text{вн}1}^2 + Q_{\text{вн}1}^2}, \quad (1.8)$$

$$S_{\text{вн}1} = \sqrt{17.4_{\text{вн}}^2 + 7.104_{\text{вн}}^2} = 18.79 \text{ МВА}$$

Қыс- жаз тәуліктік графигінің жүктеме сатыларын осы жолмен есептеп, кестеге (қосымша 3) енгіземіз.

$Q_{\text{сн}}$ және $S_{\text{сн}}$ графигінің қалған сатыларын жазғы және қысқы период үшін осы жолмен есептейміз.

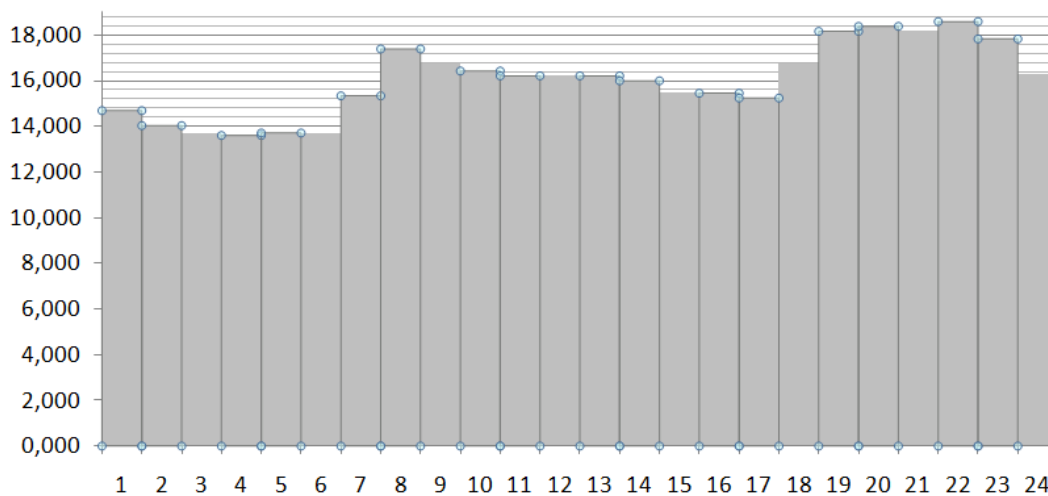
Есептеулер нәтижесін 1.5 ÷ 1.7 кестелерге енгіземіз.

1.5- кесте - Жоғарғы кернеудегі электр жүктемесінің қысқы периодтағы тәуліктік графиктері

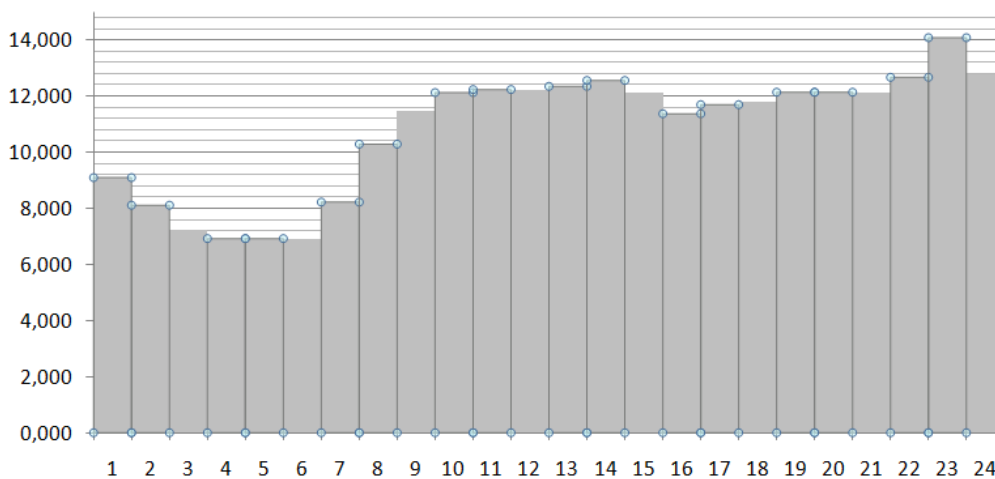
Қыс		Барлығы		
Уақыт		P, МВт	Q, МВАр	S, МВА
0	-1	13,6	5,522	14,678
1	-2	13	5,258	14,023
2	-3	12,7	5,138	13,700
3	-4	12,6	5,1	13,593
4	-5	12,7	5,138	13,700

5	-6	12,7	5,138	13,700
6	-7	14,2	5,768	15,327
7	-8	16,1	6,544	17,379
8	-9	15,5	6,31	16,735
9	-10	15,2	6,196	16,414
10	-11	15	6,12	16,200
11	-12	15	6,12	16,200
12	-13	15	6,12	16,200
13	-14	14,8	6,044	15,987
14	-15	14,3	5,824	15,440
15	-16	14,3	5,824	15,440
16	-17	14,1	5,754	15,229
17	-18	15,5	6,31	16,735
18	-19	16,8	6,864	18,148
19	-20	17	6,952	18,367
20	-21	16,8	6,864	18,148
21	-22	17,2	7,016	18,576
22	-23	16,5	6,72	17,816
23	-24	15,1	6,128	16,296
24				
Барлығы		355,7	144,772	384,033

1.5 және 1.6 кестегдегі есептеулер нәтижесі негізінде 1.7 және 1.8 суретте келтірілген ЖК тәуліктік (қыс және жаз) графиктерін тұрғызамыз.



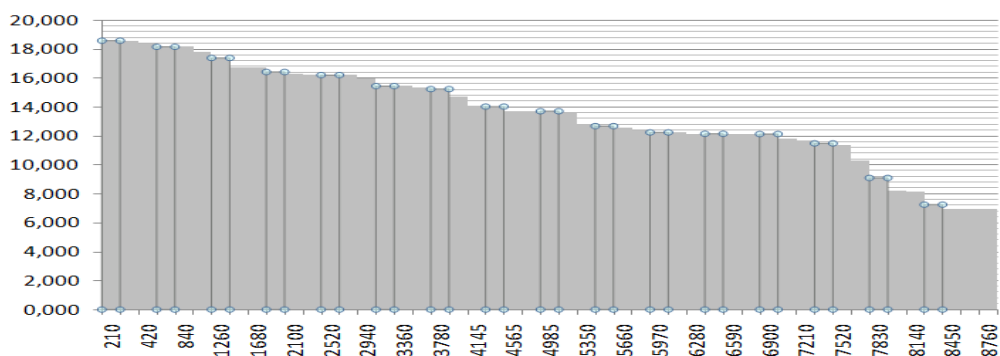
1.7 - сурет - Жоғарғы кернеудегі тәуліктік (қыс) график



1.8 - сурет - Жоғарғы кернеудегі тәуліктік (жаз) график

1.6- кесте - Жоғарғы кернеудегі электр жүктемесінің жазғы периодтағы тәуліктік графиктері

Жаз		Барлығы		
Уақыт		P, МВт	Q, МВАр	S, МВА
0	-1	8,4	3,492	9,097
1	-2	7,5	3,096	8,114
2	-3	6,7	2,768	7,249
3	-4	6,4	2,642	6,924
4	-5	6,4	2,642	6,924
5	-6	6,4	2,642	6,924
6	-7	7,6	3,14	8,223
7	-8	9,5	3,958	10,292
8	-9	10,6	4,406	11,479
9	-10	11,2	4,658	12,130
10	-11	11,3	4,702	12,239
11	-12	11,3	4,702	12,239
12	-13	11,4	4,752	12,351
13	-14	11,6	4,822	12,562
14	-15	11,2	4,652	12,128
15	-16	10,5	4,374	11,375
16	-17	10,8	4,494	11,698
17	-18	10,9	4,538	11,807
18	-19	11,2	4,688	12,142
19	-20	11,2	4,688	12,142
20	-21	11,2	4,688	12,142
21	-22	11,7	4,878	12,676
22	-23	13	5,426	14,087
23	-24	11,8	4,916	12,783
24				
Барлығы		239,8	99,764	259,725



1.9- сурет - Ұзақтығы бойынша ЖК жылдық жүктеме графинін құрамыз

Тұрғызылған график бойынша келесі көрсеткіштер мен коэффициенттерді анықтаймыз: жылдық энергия тұтыну $W_{год}$; жылдық максимум жүктеме тұтыну сағатының саны T_{max} ; максимал шығын уақыты τ .
 Жылдық энергия тұтыну 1.3 формула бойынша анықталады

$$W_{год} = \sum_{i=1}^N S \cdot t ,$$

$$W_{год} = 384,033 \cdot 210 + 259,725 \cdot 155 = 80746,01 + 40257,36 = 120904,4 \text{ МВт/ч}$$

Жүктеменің қуат максимумын S_{max} тұтынуының жылдық уақыты (1.4)

$$T_{max} = \frac{W_{год}}{S_{max}} = \frac{120904,4}{18,576} = 6508,6 \text{ ч}$$

Максимал шығын уақыты (1.5), сағат.

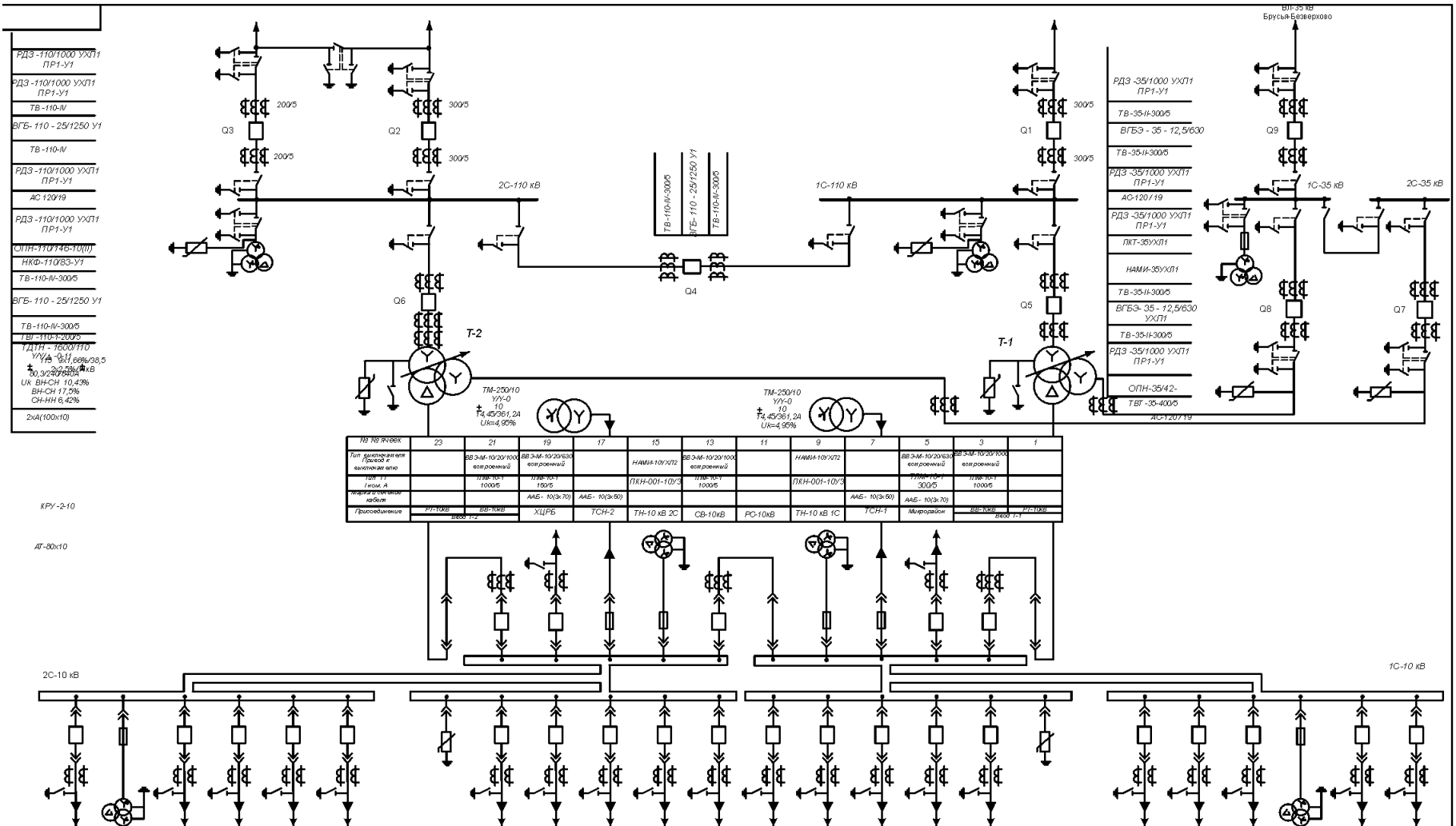
$$\tau = (0,124 + \frac{T_{max}}{10000})^2 \cdot 8760 ,$$

$$\tau = (0,124 + \frac{6508,6}{10000})^2 \cdot 8760 = 7077,7 \text{ ч}$$

Алынған нәтижелерді кестеге енгіземіз.

1.7- кесте - Есептелінген мәндер

Кернеу, кВ	$W_{год}, \text{ МВА} \cdot \text{ч}$	$T_{max}, \text{ сағ}$	$\tau, \text{ сағ}$
ТК	63407,68	7077,5	6060,3
ОК	59826,68	6078,8	4692,3
ЖК	120904,4	6508,6	7077,7



1.10- сурет - 110/35/10 (6) кВ ҚС бас электр схемасы

1.5 Күштік трансформаторлар саны мен қуатын таңдау

Күштік трансформаторды таңдағанда, экономикалық тиімді жұмыс режиміне ұмтыла отырып, бір трансформатор өшкен кездегі қорек көзінің резервтенуін қамтамасыздандыру қажет, және қалыпты режимде трансформатордың жүктемесі (қызуы бойынша) оның қызмет ету уақытын қысқартпауы тиіс.

Осыған байланысты, бірнеше трансформаторы бар төмендеткіш қосалқы станцияға трансформатордың қуатын мына өрнектен анықтауға болады:

$$S_{TRACЧ} = \frac{S_{\max}}{1,4(n-1)} \quad (1.9)$$

мұндағы S_{\max} – тұтынушылардың максималды қуаты, МВА

n – орнатылатын трансформатор саны.

Трансформатордың номиналды қуатының нақты мәні

Қосалқы станцияның суммарлық максимал қуаты S_{\max} ;

$$S_{\max} = 18,58 \text{ МВА}$$

$$S_{TRACЧ} \geq \frac{18,58}{1,4} = 13,27 \text{ МВА}$$

Апаттық аса жүктелу бойынша барлық трансформатор іске қосулы кездегі максималды режим үшін жүктелу коэффициенті анықталады.

$$K_3 = \frac{S_{\max}}{n \cdot S_{TНОМ}} \quad (1.10)$$

$$K_3 = \frac{18,58}{2 \cdot 16} = 0,6$$

Сонымен, орнатылған қуаты 16 МВА екі ТДТН 16000-110/35/6 трансформаторын таңдаймыз.

Трансформатордың каталогтағы берілгендері 1.8-кестеде көрсетілген

1.8 – кесте - Трансформатордың каталогтық берілгендері

Трансформатор	$U_{НОМ}$, кВ	$U_k\%$	ΔP_k	ΔP_{xx}	I_{xx} ,
---------------	----------------	---------	--------------	-----------------	------------

типi	ЖК	ОК	ТК	ЖК ОК	ЖК ТК	ОК ТК	кВт	%	%
ТДТН - 16000/110/35/6	115	38,5	6,5	10,50	17,5	6,5	100	21	0,8

1.6 Қысқа тұйықталу тогын есептеу және алмастыру схемасын құру

Алмастыру схемасы – есептік схемада берілген барлық электрлік және магниттік (трансформаторлық) байланыстары кедергілер арқылы берілген электрлік схеманы айтамыз. Қысқа тұйықталу токтарын есептегенде қорек көздері (энергояүйе, генераторлар, электр қозғалтқыштары) алмастыру схемасына ЭҚК ретінде енгізіледі, ал қысқа тұйықталу тогы өтетін пассивті элементтер ток шамасына әсер ететін параметрлері көрсетіліп, индуктивті кедергі ретінде көрсетіледі. Алмастыру схемасының элементтерінің параметрлерін атаулы немесе базисті шарт беріліп, салыстырмалы бірлікте анықтауға болады. Атаулы бірлікте есептегенде сұлбаның барлық кедергілері Оммен өрнектеліп, базалық кернеу шамасына келтірілуі керек (бір электрлік сатының орташа кернеуіне). Бұл келтіру қорек көзі мен қысқа тұйықталу нүктесіне дейін бір немесе бірнеше трансформация коэффициенті бар болса қажет. Оммен өрнектелген кедергілерді таңдалған базалық кернеуге келтіру мына формула бойынша жүзеге асады

$$X_{\text{пр}} = X \cdot \frac{U_{\text{б}}^2}{U_{\text{ср}}^2}, \quad (1.11)$$

мұндағы X – кернеуі $U_{\text{ср}}$ сатыға қосылған элементтің индуктивті кедергісі, Ом
 $X_{\text{пр}}$ – таңдалған $U_{\text{б}}$ базисты кернеуге келтірілген элементтің индуктивті кедергісі, Ом.

Есептеуді жеңілдету үшін нақты кернеудің орнына әр трансформация сатысы үшін мына кернеулерді қолдану рұқсат етілген:

$$U_1 = 115 \text{ кВ}; U_2 = 38,5 \text{ кВ}; U_3 = 6,6 \text{ кВ}$$

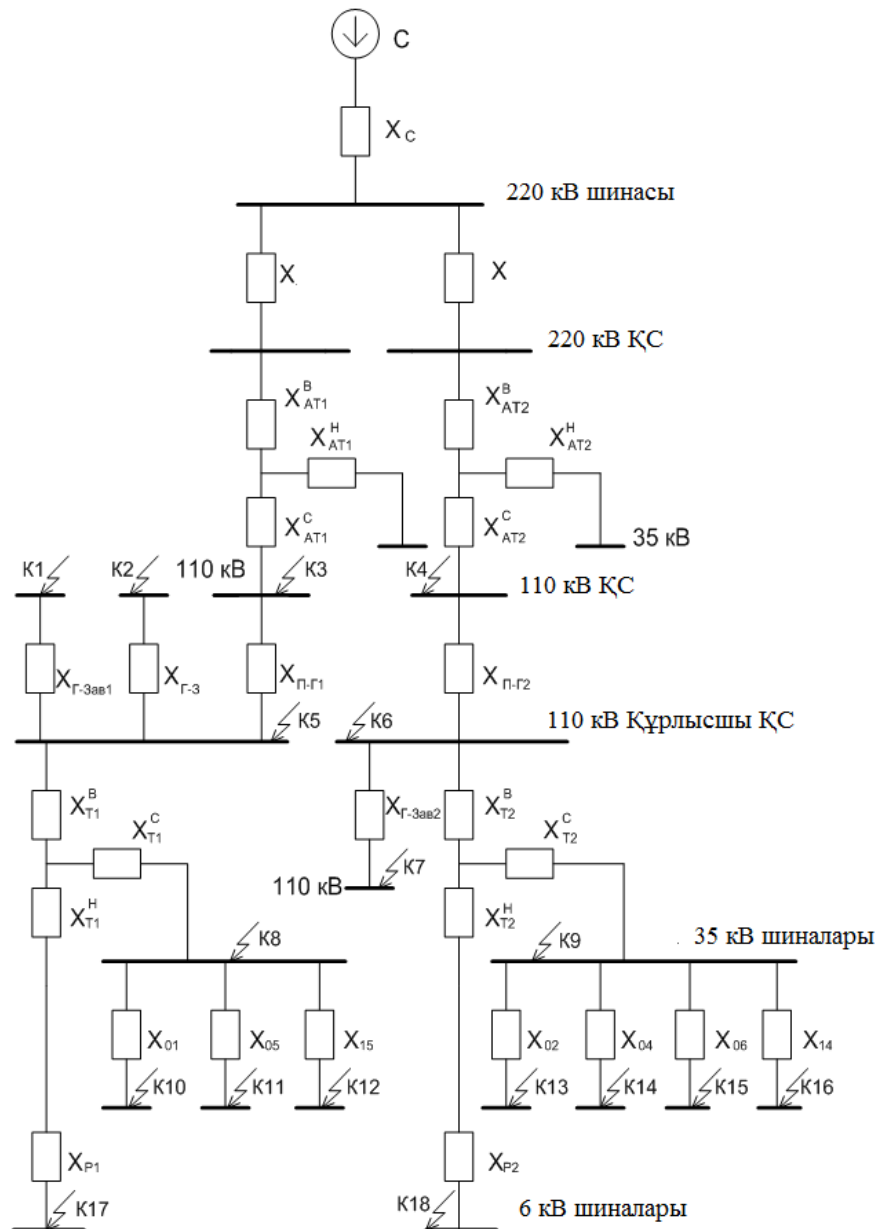
Кернеуі 0,4 – 220 кВ тораптарда қысқа тұйықталу тогын есептегенде жуықталған әдіс пайдаланады. Сондықтан, есептеу барысында мыналарды ескермейді:

- 1) Синхронды қозғалтқыштардың роторының айналу жиілігінің өлшемі мен, ЭҚК фазалық ығысуын;
- 2) Трансформаторлардың магниттелу тогын;
- 3) Трансформатор, генератор және электр қозғалтқыштардың магнитті жүйенің қанығуын;
- 4) Әуе және кабель желілердің сыйымдылықты өткізгіштігін;
- 5) Үш фазалы жүйенің мүмкін болатын симметрия еместігін;

- б) Энергожүйенің қуаты бірінғай және шексіз деп қарастырылады, яғни қысқа тұйықталу кезінде, қосалқы станцияның шиналарында кедергісі X_c симметриялы үш фазалы кернеу жүйесі өзгеріссіз сақталады;
- 7) Қозғалмайтын жүктеменің қысқа тұйықталу тогына әсері;
- 8) Кернеуі 1 кВ-тан жоғары тораптардағы қысқа тұйықталуды есептегенде 1 кВ-қа дейінгі электр қозғалтқыштарының қосымша қоректендіруі;
- 9) Активті кедергінің шамасы индуктивті кедергі шамасының 30 % аспаған жағдайдағы ескерілмеуі (кернеуі 1 кВ жоғары электр қондырғыларында, егер $r_{\Sigma} \leq 0,3X_{\Sigma}$ шарты орындалса);
- 10) Синхронды машиналардың көлденең және бойлық осьтері бойынша асқын өтпелі кедергілердің айырмашылығы.

Көрнекілік үшін және қысқа тұйықталу тогын есептеуді жеңілдету үшін оны атаулы бірлікте жүргіземіз. Ол үшін кернеудің негізгі сатысы ретінде орташа номиналды кернеуді аламыз $U_{CP.HOM} = 115$ кВ.

Бұл жобада ТДТН – 16000/110/38,5/6,6 –У-1 трансформаторының, сондай-ақ 6 кВ шығу желілерінің релелік қорғанысы қарастырылмайды, осыған байланысты 1.11 көрсетілген суреттегі қысқы тұйықталу тоқтарын есептеу үшін алмастыру схемасында көрсетілген трансформаторлар мен желілер кірмеген.



1.11- сурет - ҚТ токтарын есептеу үшін алмастыру схемасы
1.7 Үш және екі фазалы қысқа тұйықталудың алмастыру
схемасының параметрлері

Тура тізбекті алмастыру схемасының параметрлері мына формулалар бойынша анықталады. [5]

1) Жүйенің кедергісі:

$$X_C = \frac{U_{CP.HOM}^2}{S_{K3}^{(3)}}, \quad (1.12)$$

мұндағы $U_{CP.HOM}$ – трансформация сатысының орташа номинал кернеуі, кВ;

$S_{K3}^{(3)}$ – қоректендіруші кернеудің шиналарындағы 3 фазалы қысқа тұйықталу қуаты, МВА.

Жүйенің 230 кВ кернеуге келтірілген кедергісі белгілі және максимал режимде 4,725 Ом, ал минималды режимде 24,150 Ом тең. Осы кедергіні таңдалған базалық 115 кВ кернеуге келтіреміз:

$$X_c^{MAX} = 4,725 \cdot \frac{115^2}{230^2} = 1,181 \text{ Ом}; \quad X_c^{MIN} = 24,150 \cdot \frac{115^2}{230^2} = 6,038 \text{ Ом.}$$

Әуе және кабель электр беріліс желілерінің кедергісі:

$$X_{л} = X_{уд} \cdot L, \quad (1.13)$$

мұндағы: $X_{уд}$ – желінің меншікті кедергісі, Ом/км;

L – желі ұзындығы, км.

«Саябақ» қосалқы станцияға электр станциялар шиналарынан 220 кВ кернеумен келетін желінің кедергісі:

$$X_{ГЭС-III} = 1,76 \text{ Ом}; \quad X_{ГЭС-II2} = 1,8 \text{ Ом.}$$

Осы кедергіні таңдалған базалық 115 кВ кернеуге келтіреміз:

$$X_{ГЭС-III} = 1,76 \cdot \frac{115^2}{230^2} = 0,44 \text{ Ом}; \quad X_{ГЭС-II2} = 1,8 \cdot \frac{115^2}{230^2} = 0,45 \text{ Ом.}$$

Кернеуі 110 кВ желілердің кедергісін анықтаймыз:

«Саябақ – Құрлысшы» желісі:

$$X_{II-Г} = 0,413 \cdot 10,79 = 4,456 \text{ Ом}$$

«Құрлысшы – Заводская» желісі:

$$X_{Г-Зав} = 0,413 \cdot 5,022 = 2,074 \text{ Ом}$$

«Құрлысшы – Өндіріс» желісі:

$$X_{Г-3} = 0,413 \cdot 29,9 = 12,349 \text{ Ом}$$

Кернеуі 35 кВ желілердің кедергісін анықтап, таңдалған базалық 115 кВ кернеуге келтіреміз:

$$X_{01} = X_{02} = 0,432 \cdot 3,5 = 1,512 \text{ Ом}; \quad X_{01}^{np.} = X_{02}^{np.} = 1,512 \cdot \frac{115^2}{38,5^2} = 13,49 \text{ Ом}$$

$$X_{04} = 0,421 \cdot 14,93 = 6,286 \text{ Ом}; \quad X_{04}^{np.} = 6,286 \cdot \frac{115^2}{38,5^2} = 56,09 \text{ Ом}$$

$$X_{05} = X_{06} = 0,421 \cdot 10 = 4,210 \text{ Ом}; \quad X_{05}^{np.} = X_{06}^{np.} = 4,210 \cdot \frac{115^2}{38,5^2} = 37,56 \text{ Ом}$$

$$X_{14} = X_{15} = 0,421 \cdot 0,7 = 0,295 \text{ Ом}; \quad X_{14}^{np.} = X_{15}^{np.} = 0,295 \cdot \frac{115^2}{38,5^2} = 2,63 \text{ Ом}$$

3. Үшорамды трансформаторлардың кедергісі:

$$X_B = \frac{U_{K\%}^B \cdot U_{CP.HOM}^2}{100 \cdot S_{HOM.TP}}, \quad (1.14)$$

$$X_C = \frac{U_{K\%}^C \cdot U_{CP.HOM}^2}{100 \cdot S_{HOM.TP}}, \quad (1.15)$$

$$X_H = \frac{U_{K\%}^H \cdot U_{CP.HOM}^2}{100 \cdot S_{HOM.TP}}, \quad (1.16)$$

мұндағы: $U_{K\%}$ – сәйкес орамның қысқа тұйықталу кернеуі, %;

$U_{CP.HOM}$ – трансформация сатысының негізгі кернеуі, кВ;

$S_{HOM.TP}$ – трансформатордың номинал қуаты, МВА.

$$U_{K\%}^B = 0,5 \cdot (U_{K\%}^{B-C} + U_{K\%}^{B-H} - U_{K\%}^{C-H}),$$

$$U_{K\%}^C = 0,5 \cdot (U_{K\%}^{B-C} + U_{K\%}^{C-H} - U_{K\%}^{B-H}),$$

$$U_{K\%}^H = 0,5 \cdot (U_{K\%}^{B-H} + U_{K\%}^{C-H} - U_{K\%}^{B-C}),$$

ТДТН – 16000/110/38,5/6,6 –У-1 трансформаторының қысқа тұйықталу кернеуін анықтаймыз:

$$U_{K\%}^B = 0,5 \cdot (10,5 + 17,5 - 6,5) = 10,75 \%$$

$$U_{K\%}^C = 0,5 \cdot (10,5 + 6,5 - 17,5) = -0,25 \approx 0 \%$$

$$U_{K\%}^H = 0,5 \cdot (17,5 + 6,5 - 10,5) = 6,75 \%$$

ТДТН–16000/110/38,5/6,6 –У-1 трансформаторының орамдарының кедергісін анықтаймыз:

$$X_{T3,T4}^B = \frac{10,75 \cdot 115^2}{100 \cdot 16} = 88,8554 \text{ Ом}$$

$$X_{T3,T4}^C = \frac{0 \cdot 115^2}{100 \cdot 16} = 0 \text{ Ом}$$

$$X_{T3,T4}^H = \frac{6,75 \cdot 115^2}{100 \cdot 16} = 55,792 \text{ Ом}$$

Реакторлардың кедергісі:

$$X_P = \frac{X_{\%}}{100} \cdot \frac{U_{P.HOM}}{\sqrt{3} \cdot I_{P.HOM}}, \quad (1.17)$$

мұндағы: $X_{\%}$ – реактор кедергісі, %;

$U_{P.HOM}$ – реактодың номинал кернеуі, кВ

$I_{P.HOM}$ – реактодың номинал тогы, кА.

РБ – 10 – 2500 – 0,20У1 типті реакторлар үшін 115 кВ кернеуге келтірілен кедергісі мынаған тең:

$$X_P = 0,2 \cdot \frac{115^2}{10,5^2} = 23,991 \text{ Ом}$$

1.8 Үшфазалы қысқа тұйықталу тоқтарын есептеу

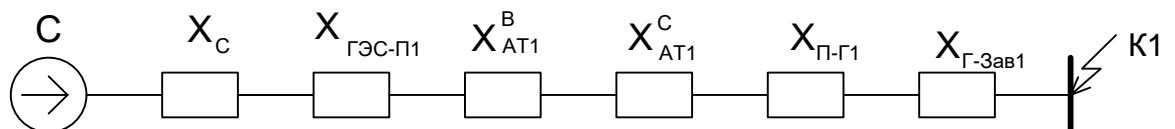
Үшфазалы қысқа тұйықталу тоғы келесі формула бойынша есептелінеді:

$$I_{K3}^{(3)} = \frac{U_{\phi}}{\sqrt{3} \cdot X_{\Sigma}}, \quad (1.18)$$

мұндағы X_{Σ} – Қысқа тұйықталу нүктесіне дейінгі сұлбаның жалпы кедергісі;

U_{ϕ} – базалық кернеу, кВ.

Қысқа тұйықталу тоқтарын есептеу үшін максималды және минималды режимге өндіреміз. Максималды режимде жүйенің кедергісі $X_C^{MAX} = 1,181 \text{ Ом}$ құрайды, ал минималды режимде $X_C^{MIN} = 6,038 \text{ Ом}$.



1.12 – сурет - К1 нүктесіндегі қысқа тұйықталуы:

1) Максималды режимде:

$$X_{\Sigma} = 1,181 + 0,44 + 11,85 + 0 + 4,456 + 2,074 = 20,001 \text{ Ом}$$

$$I_{K3(K1)max}^{(3)} = \frac{115}{\sqrt{3} \cdot 20,001} = 3,320 \text{ кА}$$

2) Минималды режимде:

$$X_{\Sigma} = 6,038 + 0,44 + 11,85 + 0 + 4,456 + 2,074 = 24,858 \text{ Ом}$$

$$I_{K3(K1)min}^{(3)} = \frac{115}{\sqrt{3} \cdot 24,858} = 2,671 \text{ кА}$$

Келесі есептеулерді жоғарыда көрсетілген принцип бойынша есептейміз, және нәтижесін 1.10 кестеге жазамыз.

1.9 Екі фазалы қысқа тұйықталу тоқтарын есептеу

Екі фазалы қысқа тұйықталу тоғы келесі формула бойынша есептелінеді:

$$I_{K3}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{U_{\phi}}{\sqrt{3} \cdot X_{\Sigma}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{K3}^{(3)}, \quad (1.19)$$

где X_{Σ} – Қысқа тұйықталу нүктесіне дейігі сұлбаның жалпы кедергісі;

U_{ϕ} – базалық кернеу, кВ.

Есептеу кезінде, кері тәртіптегі кедергі тура тәртіптегі кедергіге тең деп қабылдайдыз, яғни $X_{1\Sigma} = X_{2\Sigma}$.

1) Максималды режим:

$$I_{K3(K1)max}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 3,320 = 2,875 \text{ кА}$$

2) Минималды режим:

$$I_{K3(K1)min}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2,671 = 2,313 \text{ кА}$$

Келесі есептеулер 1. кестеде берілген.

1.10 Нөлдік тәртіптегі тоқ үшін алмастыру сұлбасының параметрін есептеу

Нөлдік тәртіптегі алынған кедергі былайша анықталады:

$$X_0 = X_C + X_B, \quad (1.20)$$

мұнда X_B , X_C – тиісінше, трансформатордың жоғары және орташа кернеудегі орамдардың тура тәртіптегі.

ТДТН – 16000/110/38,5/6,5 –У-1 трансформатордың нөлдік тәртіптегі алынған кедергісін анықтаймыз :

$$X_0^{T3,T4} = 35,542 + 0 = 35,542 \text{ Ом}$$

Саябақ қосалқы станциясында орнатылған автотрансформатордың орамдар кедергісін өзгеріссіз қалдырамыз.

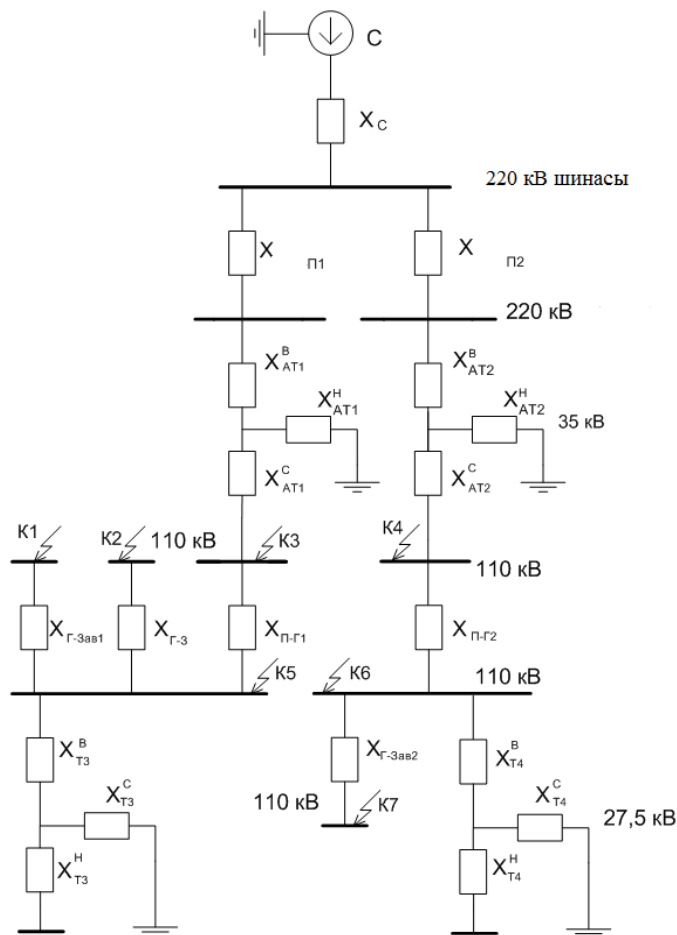
Әуе желісіндегі нөлдік тәртіптегі кедергісін анықтау негізінде қиын тапсырма болып табылады. Ең басты қиындығы – жерге тоқты тарату болып табылады [5]. Жеңілдету үшін, әуе желісіндегі нөлдік тәртіптегі кедергіні тірек материалынан, номиналды кернеуден, сымдардың орналасуынан сәйкес келетін анықтамадан анықтайтын боламыз [5]:

1) «БГЭС – Саябақ» желісіне 220 кВ:=

$$X_0^{ГЭС-П1} = 5,54 \text{ Ом}; X_0^{ГЭС-П2} = 5,67 \text{ Ом}$$

Берілген кедергіні 115 кВ кернеу деңгейіне айналдырамыз:

$$X_0^{ГЭС-П1} = 5,54 \cdot \frac{115^2}{230^2} = 1,385 \text{ Ом}; X_0^{ГЭС-П2} = 5,67 \cdot \frac{115^2}{230^2} = 1,418 \text{ Ом}$$



1.13 – сурет - Нөлдік тәртіптегі алмастыру сұлбасы

2) 110 кВ желіге:

«Саябақ – құрлышы»: $X_0^{П-Г} = 4,456 \cdot 3,58 = 15,952 \text{ Ом}$

«Құрлышы – Заводская»: $X_0^{Г-Зав} = 2,074 \cdot 3,58 = 7,425 \text{ Ом}$

«Құрлышы – Өндіріс»: $X_0^{Г-3} = 12,349 \cdot 3,58 = 44,209 \text{ Ом}$

Жеңілдету үшін кедергілер жүйесін өзгеріссіз қалдырса болады.

1.11 Бірфазалы қысқа тұйықталу кезінде нөлдік тәртіптегі үш еселенген тоқты есептеу

Бірфазалы қысқа тұйықталу кезінде: $3I_0^{(1)} = I_{кз}^{(1)}$. Тура кедергі мен кері тәртіптегі кедергіні тең деп қабылдасақ, онда бірфазалы қысқа тұйықталу тоғын келесі формула бойынша анықтайды:

$$I_{\kappa}^{(1)} = \frac{3 \cdot U_{\phi}}{\sqrt{3} \cdot (X_{1\Sigma} + X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma})} = \frac{3 \cdot U_{\phi}}{\sqrt{3} \cdot (2X_{1\Sigma} + X_{0\Sigma})} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{\phi}}{(2X_{1\Sigma} + X_{0\Sigma})}, \quad (1.21)$$

Мұндағы. $X_{1\Sigma}$ – тура тәртіптегі кедергі;

$X_{2\Sigma}$ – кері тәртіптегі кедергі;

$X_{0\Sigma}$ – нөлдік тәртіптегі кедергі.

К1 нүктесіндегі қысқа тұйықталу:

Жеңілдету және эквивалентті кезіндегі кедергілер сұлбасын анықтаймыз:

1) Максимальды режимде:

$$X_1 = X_0^{T4} + X_{II-T2} + X_{T2}^C, \quad (1.22)$$

$$X_1 = 35,542 + 15,952 + 0 = 51,494 \text{ Ом}$$

$$X_2 = \frac{X_1 \cdot X_{T2}^H}{X_1 + X_{T2}^H}, \quad (1.23)$$

$$X_2 = \frac{51,494 \cdot 20,630}{51,494 + 20,630} = 14,729 \text{ Ом}$$

$$X_3 = X_2 + X_{T2}^B + X_{T3C-II2}, \quad (1.24)$$

$$X_3 = 14,729 + 11,850 + 1,418 = 27,997 \text{ Ом}$$

$$X_4 = \frac{X_3 \cdot X_C}{X_3 + X_C}, \quad (1.25)$$

$$X_4 = \frac{27,997 \cdot 1,181}{27,997 + 1,181} = 1,133 \text{ Ом}$$

$$X_5 = X_4 + X_{T3C-III} + X_{T1}^B, \quad (1.26)$$

$$X_5 = 1,133 + 1,385 + 11,850 = 14,368 \text{ Ом}$$

$$X_6 = \frac{X_5 \cdot X_{T1}^H}{X_5 + X_{T1}^H}, \quad (1.27)$$

$$X_6 = \frac{14,368 \cdot 20,630}{14,368 + 20,630} = 8,469 \text{ Ом}$$

$$X_7 = X_6 + X_{T1}^C + X_{II-\Gamma1}, \quad (1.28)$$

$$X_7 = 8,469 + 0 + 15,952 = 24,421 \text{ Ом}$$

$$X_8 = \frac{X_7 \cdot X_0^{T3}}{X_7 + X_0^{T3}}, \quad (1.29)$$

$$X_8 = \frac{24,421 \cdot 35,542}{24,421 + 35,542} = 14,475 \text{ Ом}$$

$$X_{0\Sigma(KK1)} = X_8 + X_{\Gamma-3a\epsilon1}, \quad (1.30)$$

$$X_{0\Sigma(K1)} = 14,475 + 7,425 = 21,900 \text{ Ом}$$

$$I_{K3(K1) \max}^{(1)} = \frac{\sqrt{3} \cdot 115}{(2 \cdot 20,001 + 21,900)} = 3,218 \text{ кА}$$

2) Минималды режимде:

$$X_1 = 51,494 \text{ Ом}; X_2 = 14,729 \text{ Ом}; X_3 = 27,997 \text{ Ом}$$

$$X_4 = \frac{X_3 \cdot X_C}{X_3 + X_C}, \quad (1.31)$$

$$X_4 = \frac{27,997 \cdot 6,038}{27,997 + 6,038} = 4,967 \text{ Ом}$$

$$X_5 = X_4 + X_{\Gamma\epsilon C-\Pi1} + X_{T1}^B, \quad (1.32)$$

$$X_5 = 4,967 + 1,385 + 11,850 = 18,202 \text{ Ом}$$

$$X_6 = \frac{X_5 \cdot X_{AT1}^H}{X_5 + X_{AT1}^H}, \quad (1.33)$$

$$X_6 = \frac{18,202 \cdot 20,630}{18,202 + 20,630} = 9,670 \text{ Ом}$$

$$X_7 = X_6 + X_{AT1}^C + X_{II-\Gamma1}, \quad (1.34)$$

$$X_7 = 9,670 + 0 + 15,952 = 25,622 \text{ Ом}$$

$$X_8 = \frac{X_7 \cdot X_0^{T3}}{X_7 + X_0^{T3}}, \quad (1.35)$$

$$X_8 = \frac{25,622 \cdot 35,542}{25,622 + 35,542} = 14,889 \text{ Ом}$$

$$X_{0\Sigma(KK1)} = X_8 + X_{\Gamma-3a61}, \quad (1.36)$$

$$X_{0\Sigma(K1)} = 14,889 + 7,425 = 22,314 \text{ Ом}$$

$$I_{K3(K1)\max}^{(1)} = \frac{\sqrt{3} \cdot 115}{(2 \cdot 22,479 + 22,314)} = 2,961 \text{ кА}$$

1.12 Жерге екіфазалы қысқа тұйықталу кезінде нөлдік тәртіптегі үш еселенген тоқты есептеу

Жерге екі фазалы қысқа тұйықталу кезінде нөлдік тәртіптегі үш еселенген тоқты келесі формула бойынша есептейміз:

$$3I_0^{(1,1)} = 3I_0^{(1)} \cdot \frac{2 \cdot X_{1\Sigma} + X_{0\Sigma}}{2 \cdot X_{0\Sigma} + X_{1\Sigma}}, \quad (1.37)$$

мұндағы $X_{1\Sigma}$ – Қысқа тұйықталу нүктесіне дейінгі тура тәртіптегі кедергі;

$X_{0\Sigma}$ – Қысқа тұйықталу нүктесіне дейінгі нөлдік тәртіптегі кедергі.

К1 нүктесіндегі қысқа тұйықталу:

1)Максималды режимде:

$$3I_{0(K1)\max}^{(1,1)} = 3,218 \cdot \frac{2 \cdot 20,001 + 21,900}{2 \cdot 21,900 + 20,001} = 3,122 \text{ кА}$$

2)Минималды режимде:

$$3I_{0(K1)\min}^{(1,1)} = 2,961 \cdot \frac{2 \cdot 22,479 + 22,314}{2 \cdot 22,314 + 22,479} = 2,968 \text{ кА}$$

Келесі есептеулер 1.9 кестеде жазылған.

1.13 Жұмыс және номиналды тоқтарды есептеу

35 – 110 кВ желідегі жұмыс тоқтары және ТДТН – 16000/110/38,5/6,6 –У-1 күштік үшорамды трансформаторлар 2006 жылғы берілген өлшеммен белгілі және 1.10 кестеде келтірілген.

Трансформатордағы номиналды тоқтарды анықтаймыз:

$$I_{ном.тр.} = \frac{S_{ном.тр.}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}, \quad (1.38)$$

мұндағы $S_{ном.тр.}$ – трансформатордың номиналды қуаты;
 $U_{ном}$ – трансформатордың орамындағы номинал кернеу.

$$I_{ном.Т1,Т2}^{ВН} = \frac{16 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 115 \cdot 10^3} = 81,8414 \text{ А}$$

$$I_{ном.Т1,Т2}^{СН} = \frac{16 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 38,5 \cdot 10^3} = 244,46 \text{ А}$$

$$I_{ном.Т1,Т2}^{НН} = \frac{16 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 6,5 \cdot 10^3} = 1448 \text{ А}$$

Трансформатордың табылған номиналды тоқтары, сонымен қатар, 1.10 кестеде берілген.

1.10 - кесте-Трансформатордағы және желідегі жұмыс тоқтары

Байланыс атаулары	Номиналды кернеу	Номиналды ток	Максимал жұмыс тоғы
	кВ	А	А
Трансформатор Т1	115	81,8414	120
	38,5	244,46	154
	6,6	1448	2300
Трансформатор Т2	115	81,8414	110
	38,5	244,46	160
	6,6	1448	900
Құрлысшы – Заводская 1әуе желісі	110		85
Құрлысшы – Заводская 2әуе желісі	110		76
Құрлысшы – Өндіріс әуе желісі	110		135
Саябақ – Құрлысшы 1 әуе желісі	110		181
Саябақ – Құрлысшы 2 әуе желісі	110		190
35 әуе желісі – 01	35		109
35 әуе желісі – 02	35		102
35 әуе желісі – 04	35		11
35 әуе желісі – 05	35		48
35 әуе желісі – 06	35		45

1.10 – кестенің жалғасы

35 әуе желісі – 14	35		13
35 әуе желісі – 15	35		8

1.14 Қосалқы станциядағы электржабдықтарды таңдау

Кернеуі 110 кВ – қа электр апаратын таңдау:

Жұмысшы ток келесі формуламен анықталады:

$$I_{жс} = \frac{S_T \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{ВН}}, \quad (1.39)$$

$$I_{жс} = \frac{16 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 110} = 85,561 A$$

Максимальды жұмысшы ток келесі формуламен анықталады:

$$I_{мак.жс} = 1,4 \cdot I_{жс}, \quad (1.40)$$

$$I_{мак.жс} = 1,4 \cdot 85,561 = 119,786 A$$

Айырғыш пен ажыратқыш таңдау

ВГП-110П-20/2500 УХЛ 1 типті айырғышты каталог бойынша таңдаймыз.

ВГП сериялы элегазды бакты ажыратқыш.

ВГБ сериялы ажыратқыш элегазды доғаның сөндіруін белгілі қағиданың базасында жасалған

Келесідей қасиеттері бар: отырғызылған резервуар (үлкен қауіпсіздік); үлкен сейсмөтөзімділік (аласа ауырлық центрі); Қызмет көрсетудегі ең төменгі қажеттілік; үлкен сенімділік, қауіпсіздік және конструкцияның оңайлығы; кірістірілген тоқ трансформаторлары

1.11 – кесте - Ажыратқыш пен айырғыш таңдау

Таңдау шарттары	Есептік берілулер	Каталогтық берілулер	
		ВГП-110 П - 20/2500 УХЛ 1	РГ-110/1000 УХЛ1
$U_{н.выкл} > U_{уст}$ кВ	110	126	110

1.11 – кестенің жалғасы

$I_{н.в} > I_{р.м.}$ А	119,786	2500	1000
$I_{ажыр} \geq I_{пт}$ кА	3,66	20,36	-
$I_{np} \geq I_{по}$ кА	5,9	40	31,5
$i_{np.c} \geq i_{y\delta}$ кА	13,41	125	80
$I_T^2 \times t_T \geq BK$ кА ² ·с	16,36	40 ² ·3=4800	40 ² ·3=4800
жетек		Моторлы	ПРГ-6

Сөндіру бейімділігі бойынша тексеру:

$$i_a = \sqrt{2} \cdot I_{отк} \cdot \frac{\beta}{100} , \quad (1.41)$$

$$i_a = \sqrt{2} \cdot 40 \cdot \frac{36}{100} = 20,36 \text{ кА}$$

Ток трансформаторын таңдау

ТВ-110 типті келтірілген ток трансформаторын каталог бойынша таңдаймыз. Таңдалған ТТ-дың белгіленген мәндері 1.12–кестеде көрсетілген.

1.12–кесте - Каталогтық берілулер

Тип ТТ	U _н , кВ	Ном. Ток		Z ₂ ВА	Дин.беріктілік		Тер. беріктілік.		
		I _{1ном}	I _{2ном}		K _д	I _{дин.}	K _т	I _т	T _т
ТВ-110-I- 300/5	110	300	5	60	20	-		25	3

Есептелген мәндер мен каталогтағы берілген мәндерді салыстыру 1.13-кестеде көрсетілген.

Қажетті өлшегіш аспаптарды 4.11 кесте бойынша [2] әдебиеттің 362-беттен таңдаймын.

1.13-кесте - Мәндерді салыстыру

Есептік мәндер.	Каталогтық мәндер
	ТВТ-110
U=110 кВ	U=110 кВ
$I_{\text{мак.жүм}}=293$ А	$I_{\text{ном}}=300$ А
$B_k=16,36$ кА ² с	$I_{\text{T}}^2 t_{\text{T}} = 25^2 \times 3 = 1875$ кА ² с

Икемді шина таңдау

ПУЭ бойынша ең төменгі қиманың есепке алуы бар мүмкін тоғы шарты бойынша таңдалады:

$$I_{\text{с.к}} \geq I_{\text{мак.ж.}},$$

7.35 [3] кесте бойынша сым маркасын таңдалады:

АС-95/16

d=95мм

$I_{\text{р.ет.}}=330$ А $> I_{\text{мак.ж.}}=293,916$ А

$I_{\text{по}} \leq 20$ кА бойынша да тексереміз.

Коронирования шарт бойынша [1] сәйкес § 2.5.41 70 мм²-ші ең төменгі қима қабылданады. Ескере отырып, ОРУ-110 кВ әуе жолдарында, есептеуді осы бөлімде қарап шығуға қарағандағысы аз есептейміз.

Бастапқы критикалық кернеулік келесі формуламен есептеледі:

$$E_0 = 30,3 \cdot m \cdot \left(1 + \frac{0,299}{\sqrt{r_0}}\right), \quad (1.42)$$

$$E_0 = 30,3 \cdot 0,82 \cdot \left(1 + \frac{0,299}{\sqrt{0,57}}\right) = 34,6 \text{ кВ} / \text{см}$$

$$r_0 = \frac{d_0}{2}, \quad (1.29)$$

$$r_0 = \frac{11,4}{2} = 5,7 \text{ мм} = 0,57 \text{ см}$$

мұндағы $m=0,82$ – өткізгіш бетінің кедірін есепке алатын коэффициент;

r_0 – сым радиусы.

Айналасы жарықшақты емес өткізгіш электр өрісінің кернеулігі :

$$E = \frac{0,354 \cdot U}{r_0 \cdot \lg \frac{D_{op}}{r_0}}, \quad (1.43)$$

$$E = \frac{0,354 \cdot 121}{0,57 \cdot \lg \frac{315}{0,57}} = 26 \text{ кВ / см}$$

мұндағы U – максималды желілік кернеу = 121 кВ;
 D_{op} – фазалардың орташа геометриялық өткізгіштер арасындағы қашықтығы = 1,26Д;

Д – көрші фазалар арасындағы қашықтық. Д=250 см.

$$D_{op} = 1,26 \cdot D, \quad (1.44)$$

$$D_{op} = 1,26 \cdot 250 = 315 \text{ см}$$

Тексеру: егер $0,9 \cdot E_0$ аспайтын өрістің ең үлкен кернеулігі кез келген өткізгіштің бет болса, өткізгіштерді тәж кигізбейді. Сайып келгенде, тәждің білімінің шарты түрде жазып алуға болады:

$$1,07 \cdot E \leq 0,9 \cdot E_0 \quad (1.45)$$

$$1,07 \cdot 26 \leq 0,9 \cdot 34,6$$

$$27,82 < 31,14 \text{ кВ/см}$$

Коронирования шарты бойынша АС-95/16 сымы өтеді.

Тіректегі өткізгіштерінің бекіткіштері үшін түрдің аспалы изоляторларын таңдаймын.

110 кВ ашық тарату құрылғысының блоктары өзара қатты шиналаумен қосылады. Қатты шиналау 1915Т немесе АД31Т алюминий құймасынан жасалған құбырлармен орындалады.

Кернеуі 35 кВ-қа электржабдықтарын таңдау:

Жұмысшы ток жоғарыда келтірілген (1.41) формуламен анықталады:

$$I_{жс} = \frac{18,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 35} = 305,17 \text{ А}$$

Максимальды жұмысшы ток жоғарыда келтірілген (1.42) формула бойынша есептеледі:

$$I_{мак.ж} = 1,4 \cdot 305,17 = 427,23 A$$

Ажыратқыш пен айырғыш таңдау

1.14-кесте - Ажыратқыш пен айырғыш таңдау

Таңдау шарттары	Есептік мәндер	Каталогтық мәндер	
		ВГБ-35-12,5/1000	РГ-35/1000 УХЛ1
$U_{ном.кос} \succ U_{ори}$ кВ	35	35	35
$I_{ном.к} \succ I_{мак.ж}$ А	427,23	1000	1000
$I_{ажыр} \geq I_{пт}$ кА	1,81	12,37	-
$I_{пр} \geq I_{по}$ кА	3,06	35	40
$i_{пр.с} \geq i_{сок}$ кА	7,87	64	63
$I_T^2 \times t_T \geq BK$ кА ² ·с	4,4	12,5 ² ·4=1953	16 ² ·4=1024
СЫМ		Моторлы	ПРГ-01-5 УХЛ1

Сөну бейімділігі бойынша тексеру жоғарыда келтірілген (1.43) формула бойынша есептеледі:

$$i_a = \sqrt{2} \cdot 35 \cdot \frac{25}{100} = 12,37 кА$$

Ток трансформаторын таңдау

Кесте бойынша 5.10 [3] келтірілген ток трансформаторы ТФЗМ-35А - 600/5 типті таңдаймыз.

Таңдалған ТФЗМ-35А -600/5 типті ток трансформаторының каталогтық берілген мәндері 1.15–кестеде келтірілген.

1.15–кесте - Каталогтық берілулер

Тип ТТ	U _н ,кВ	НОМ.ТОК		Z _{2прик} л.0,5	Дин. ст-ть		Тер. Ст-ть.		
		I _{1НОМ}	I _{2НОМ}		K _д	i _{дин.}	K _т	I _т	t _т
ТФЗМ-35А- 600/5	35	600	5	2		63		10	3

Таңдалған ток трансформаторының каталогтық мәндері мен есептік мәндерінің салыстырылуы 1.16 –кестеде келтірілген.

1.16 –кесте- Мәндеріді салыстыру

Таңдау шарттары	Есептік мәндер	Каталогтық мәндер
		ТФЗМ-35А-600/5
$U_{тт} \geq U_{орн}$ кВ	35	35
$I_{лтт} \geq I_{мак.ж}$	427,23	600
$i_{дин} \geq i_{сок}$ кА	7,87	11.8
$I_T^2 \times t_T \geq BK$ кА ² ·с	4,4	$10^2 \cdot 3 = 300$ кА ² с

Динамикалық беріктілікке тексеру:

$$i_{дин} \geq i_{сок}, \quad (1.46)$$

$$11,8 \text{ кА} \geq 7,87 \text{ кА}$$

Динамикалық беріктілікке тексеру:

$$I_{тер} \cdot t_{тер} \geq BK, \quad (1.47)$$

$$10^2 \cdot 3 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} \geq 4,4 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

Таңдап алынған ток трансформаторымыз динамикалық және термиялық беріктілік шартын қанағаттандырады.

Икемді шина таңдау

ПУЭ-ге сәйкес шинаның ауданын $I_{ис.к} \geq I_{мак.ж}$ шарты бойынша таңдаймыз.

Құрама шиналардың қимасы қосуды ең үлкен жұмыс тоғы бойынша таңдаймыз. Ең үлкен жұмыс тоғы жоғарыдағы есептелген бойынша 427,23А-ге тең.

Кесте 7.35 [3] бойынша сым маркасын минималды ауданымен таңдаймыз АС-150/19, d=150мм, $I_{р.ет.}=450$ А.

ПУЭ ге сәйкес термиялық және электродинамикалық беріктілікке шинаны тексермейміз және коронирования шарты бойыншада тексерілмейді.

Тіректегі өткізгіштерінің бекіткіштері үшін түрдің аспалы изоляторларын таңдаймыз.

Кернеуі 6кВ -қа электржабдықтарын таңдау:

Жұмысшы ток жоғарыда келтірілген (1.39) формуламен есептеледі:

$$I_{ж} = \frac{6,3 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 6} = 606,2 A$$

Максимальды жұмысшы ток жоғарыда келтірілген (1.40) формуламен есептеледі:

$$I_{мак.ж} = 1,4 \cdot 606,2 = 848,68 A$$

Ажыратқыш таңдау

Каталог бойынша FRX073116 типті элегазды ажыратқышты таңдаймыз.

Бөлек полюстері бар элегазды ажыратқыш болып табылады, 6 кВ қа дейін номиналды диапазонды кернеулер кезінде бөлмелерде қондырылады. Ажыратқыштар вертикальды түрде орналастырылады.

Таңдап алынған FRX073166 типті элегазды ажыратқыштың каталогтық мәндері мен есептелген мәндерді салыстыру төмендегі 1.17-кестеде келтірілген.

Сөну бейімділігіне тексеру (1.41) формула бойынша есептелінеді:

$$i_a = \sqrt{2} \cdot I_{по.} \cdot \frac{\beta}{100} = \sqrt{2} \cdot 31,5 \cdot \frac{40}{100} = 17,8 кА.$$

1.17-кесте- Ажыратқыш таңдау

Таңдау шарттары	Есептік мәндер	Каталогтық берілулер
		FRX073116
$U_{н.в.вкл} \succ U_{уст}$ кВ	6	7,2
$I_{н.в} \geq I_{р.м.}$ А	848,68	1600
$I_{по} \geq I_{отк.}$	10,6	31,5
$i_a \geq i_{отк.ном.}$ кА	6,72	17,8
$I_{нр} \geq I_{по}$ кА	10,6	10
$i_{нр.с} \geq i_{уд}$ кА	27,28	100
$I_T^2 \times t_T \geq B_K$ кА ² ·с	52,2	31,5 ² · 1=992,5
Жетек		Эл.моторлы

Ток трансформаторын таңдау

5.9 [3] таблица бойынша ток трансформаторы Т0Л-10-1000/5 типін таңдаймыз.

Таңдап алынған ток трансформаторының каталогтық мәндері төмендегі 1.18-кестеде көрсетілген.

1.18-кесте-Каталогтық берілулер

Тип ТТ	U _н , кВ	Ном. Ток		Z ₂ для кл. 0,5	Дин. ст-ть		Тер. Ст-ть.		
		I _{1ном}	I _{2ном}		K _д	I _{дин.}	K _т	I _т	t _{т,с}
ТОЛ-10	10	1000	5	0,4	-	47	-	31,5	1

Динамикалық беріктілікке тексеру (2.43) формула бойынша анықталады:

$$47 \text{ кА} \geq 27,28 \text{ кА}$$

Динамикалық беріктілікке тексеру (2.44) формула бойынша анықталады:

$$31,5^2 \cdot 1 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} \geq 27,4 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

Таңдап алынған ток трансформаторының есептік және каталогтық мәндерін салыстыру келесі 1.19-кестеде келтірілген.

1.19-кесте -Есептік және каталогтық мәндерді салыстыру

Есептік мәндер	Каталогтық берілулер.
U _{орн} =6 кВ	U _н =10 кВ
I _{макс.ж} = 848,68А	I _{ном} =1000 А
I _у =27,28	I _{дин} =47 кА
$I_T^2 \times t_T \geq B_K \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$31,5^2 \cdot 1=992,25$

Керенуі 6кВ-қа шина таңдау

Таңдау үшін мәндер:

$$I_p=606,2\text{А}$$

$$t_c=0,25 \text{ с}$$

$$U=6 \text{ кВ}$$

$$K_t=1$$

$$L=1000 \text{ мм}$$

$$K_p=0,95$$

$$a=250 \text{ мм}$$

$$K_n=1$$

$$\tau_o=70^{\circ}\text{C}$$

$$K_{\text{попр}} = K_t \cdot K_n \cdot K_{\text{пв}} = 1 \cdot 1 \cdot 0,95 = 0,95$$

$$i_y=27,28 \text{ кА}$$

$$I''=10,6\text{кА}$$

Рұқсат етілген тоқы анықтаймыз:

$$I_{\text{р.ет.}} = \frac{I_{\text{ж}}}{K_t \cdot K_p \cdot K_n}, \quad (1.48)$$

$$I_{p.ет.} = \frac{606,2}{1 \cdot 0,95 \cdot 1} = 638 \text{ А}$$

Термиялық беріктілікке сәйкес минималды ауданын табамыз:

$$q_{мин} = \frac{\sqrt{B_k}}{C} \quad , \quad (1.49)$$

$$q_{мин} = \frac{\sqrt{52,2 \cdot 10^3}}{91} = 79 \text{ мм}^2$$

Шина термиялық беріктілікке сәйкес 1.3.31 [1] кесте бойынша тікбұрышты алюминилі шинаны таңдаймыз: АТ-50×6, $I_{p.ет.} = 740 \text{ А}$.

Ток сымды динамикалық беріктілікке тексереміз. Өзара әрекеттесу күшін келесі формуламен анықтаймыз.

$$f = 1,76 \cdot K_\phi \cdot i_{сок}^2 \cdot \frac{1}{a} \cdot 10^{-7} \quad , \quad (1.50)$$

$$f = 1,76 \cdot 1 \cdot 18,47 \cdot (10^3)^2 \cdot \frac{1000}{250} \cdot 10^{-7} = 240 \text{ Н}$$

Июші момент келесі формуламен анықталады:

$$M = \frac{F \cdot l}{10} \quad , \quad (1.51)$$

$$M = \frac{240 \cdot 1000}{10} = 24 \text{ Н}$$

Шиналардың кедергі моменті төмендегі формула бойынша анықталады:

$$W = \frac{h \cdot b^2}{6} \quad , \quad (1.52)$$

$$W = \frac{0,6 \cdot 5}{6} = 2,5 \text{ см}^3$$

Металлдағы кернеу июші моменттің пен кедергі моментке қатынасы бойынша анықталады:

$$\sigma_{есен} = \frac{M}{W} \quad , \quad (1.53)$$

$$\sigma_{есеп} = \frac{24}{2,5} = 9,6 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{есеп} \leq \sigma_{р.ет.} \quad (1.54)$$

$$9,6 \text{ МПа} \leq 70 \text{ МПа.}$$

$$215 \text{ В} < 400 \text{ В}$$

Бас схеманың таңдауында оның құрастыруын ажырамас бөлік жабдық және аппаратураның параметрлерінің дәлелдеу және таңдауы және схемадағы оларды тиімді қоюы, сонымен бірге қорғаудың маңызды мәселенің шешімдері болып табылады, дәреже автоматтандыру және подстанцияның қолдану кезіндегі қызмет көрсетуі. Электр қосуларының таңдаулы бас схемасы енді сенімділік сөндіргіштер оның санына күш беретін трансформаторлар кіретін құрамдас бөліктерінің сенімділігімен анықталады, құрама шиналар, сонымен бірге электр берілісі желісі, ажыратқыш.

2 Релелік қорғаныс және автоматика

2.1 Релелік қорғаныс және автоматика тағайындаулары

Релелік қорғаныс және автоматика – автоматтық басқару және автоматтық реттеу құрылғыларынан тұратын, автоматтық құрылғылардың кешені [6].

Кез – келген электрэнергетикалық жүйеде жобалау және эксплуатациялау кезінде [7] оған зақым кіру мүмкіндігін және қалыпты емес жұмыс режимін есепке алуға тура келеді.

Көбінесе қауіпті және жиі зақым –электрлік қондырғының фазалар арасындағы қысқа тұйықталу және тораптажерге терең жерлендірілген бейтараппен фазалардың қысқа тұйықталуы [6]. Қысқа тұйықталу мен фазалардың үзілісімен сүйемелдеуімен одан да қиын зақымдар болуы мүмкін.Электрлік машиналарда және трансформаторда берілген зақымдармен қатар, бір фазаның орамдар арасында тұйықталу пайда болады.Қысқа тұйықталудан кейін синхронды генераторларға, компенсаторға, синхронизмдегі электр қозғалтқыштарға мүмкін болған шығысы бар электрмен қамтамасыздандыру жүйесінің нормалды жұмысы бұзылады және тұтынушының жұмыс режимі бұзылады.Қауіп,сонымен қатар,қысқа тұйықталу тоғының термиялық және динамикалық әсері жағынан болуы мүмкін.

Апаттың алдын алу үшін және қысқа тұйықталу кезінде зақымның аумағын азайту үшін, электрмен қамтамасыздандыру жүйелеріндегі зақымдалған элементті тез анықтап,оны өшіру керек.Кейбір жағдайларда,зақым секунд фракциясында таратылатын болуы керек. Адамның бұл тапсырмамен айналысуға қауқары жетпейтіні айқын. Зақымдалған элементті анықтайды және өшіруге әрекеттілігі бар релелік қорғаныстың сәйкес келетін ажыратқыштарын өшіруге әсер етеді [6]. Релелік қорғаныстың негізгі элементі болатын арнайы аппарат – ол реле.Кейбір жағдайларда ажыратқыш және қорғаныс, қорғаныс және коммутацияның бір құрылғысына араласып кетеді, мысалы балқымалы сақтандырғыш.

Оқшауланған немесе сөндіру реакторы арқылы жерлендірілген тораптарда жерге бірфазалы тұйықталу үлкен тоқтың келуімен еріп жүрмейді (тоқтар бірнеше ондаған амперден аспайды). Фазааралық кернеу мұнымен өзгермейді және электрмен қамтамасыздандыру жүйесінің жұмысы бұзылмайды. Сонымен қатар, бұл жұмыс режимін қалыпты деп есептеуге болмайды, себебі зақымдалмаған фазалардың кернеуі жерге қатысты өспейді және көпфазалы қысқа тұйықталуы бар жерге бірфазалы тұйықталудың ауысу қауіпі туындайды.Бірақ, зақымдалған бөлікті тез өшіруге мұқтаж емес, себебі жерге тұйықталатын релелік қорғаныс құрылғысы персоналдың назарын аудару үшін сигналға әсер етеді[6].

Басқа элементтерге кіретін сыртқы қысқа тұйықталу немесе құралға артық жүктеме тудыратын қалыпты емес режимдер эксплуатацияда кейде

туындайды. Соған қарамастан, құралдардың тозуына, мезгілсіз оқшауламаның ескіруіне алып келетін тоқ зақымдалмаған құралдарда өтеді. Сыртқы қысқа тұйықталуды тудыратын тоқтар, өзінің қорғанысындағы зақымдалған элемент өшкеннен кейін жойылады. Асқын жүктемедегі тоқтарға сәйкес келетін құрылғыларда сигналға әсер ететін қорғаныс болуы керек. Содан жедел қызметкер құралдарды түсіруге немесе құралдарды өшіруге шаралар қабылдайды. Тұрақты кезекші қызметкер болмаған жағдайда, онда қорғаныс автоматты түсіру немесе өшіруге дайын болуы тиіс.

Өзіне тән қалыпты емес режим болып синхронды машиналарды және басқаларын тежеуге алып келетін, қысқа тұйықталудың әсерінен пайда болатын, синхронды электрлік машина негізінде жұмыс істейтін параллельді тербеліс режимі. Тербеліс тоқтың жоғарылауымен және кернеудің төмендеуімен, пульстық сипаттамасы бар әсер етіп тұрған мәнге өзгеруімен сүйемелденеді. Соған қарамастан, релелік қорғаныс құрылғысы өшіруге әрекет етпеуі керек [6].

2.2 Күштік ұшорамды трансформаторлардың қорғанысы

Трансформаторлардың дифференциалдық қорғанысының сезімталдық коэффициентінің жоғарылау мәселесі бұл күндегі өзекті мәселе болып табылады, себебі, ДЗТ – 11 релесінің сезімталдық қорғанысы минималды шектік мәнге әрең қанағаттандыратынын практика дәлелдеген. [9]. ДЗТ – 21 жартылай өткізгішті дифференциалды релесінің трансформаторлық қорғанысы магниттелген тоқты ұшыру және балансталмаған тоқтан құрылмаған жүйесі бар және ДЗТ – 11 электромеханикалық реледегі қорғаныспен салыстырғанда 3 – 5 рет жоғары сезімталдығы бар [9]. Трансформаторлар ВН ± 9×1,783% жағында жүктеме кезіндегі реттілік (РПН) жүйесі бар номиналды және СН ± 2×2,25% жағында номиналдыда кернеу реттейді (трансформатор өшірулі болғанда).

Есепті берілген әдіс бойынша жүргіземіз [9]:

Номиналды қуатына сәйкес келетін барлық жағынан қорғалған трансформатордың біріншілік тоғын анықтау.

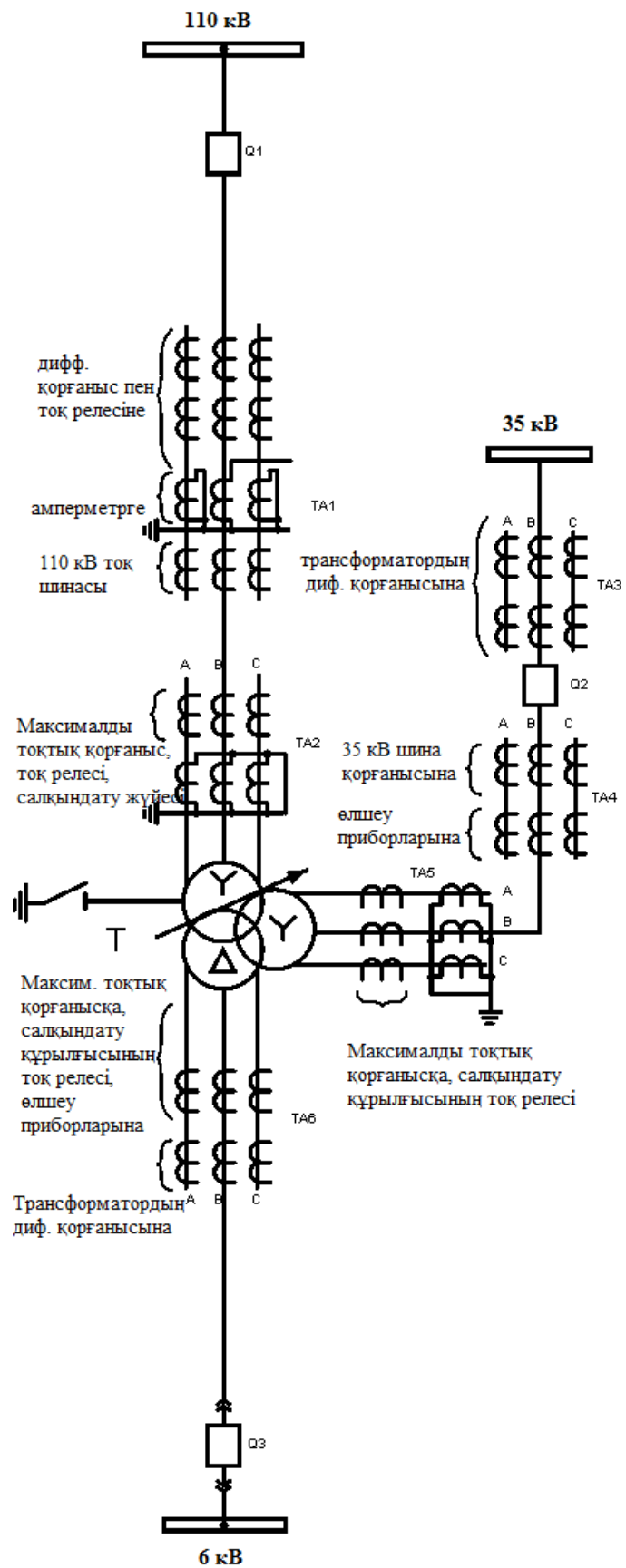
$$I_{НОМ} = \frac{S_{НОМ}}{\sqrt{3} \cdot U_{НОМ}}, \quad (2.2)$$

мұндағы $S_{НОМ}$ – қорғалған трансформатордың номиналды қуаты, кВА;

$U_{НОМ}$ – трансформатордың жоғары, орташа немесе төмен жағының номиналды кернеуі, кВ.

ЖК жағындағы ток:

$$I_{НОМ}^{ВН} = \frac{16000}{\sqrt{3} \cdot 115} = 81,84 \text{ А}$$



2.1 – сурет - Қосалқы станцияның күштік трансформаторының РҚ

ОК жағындағы тоқ:

$$I_{НОМ}^{СН} = \frac{16000}{\sqrt{3} \cdot 38,5} = 244,46 \text{ А}$$

ТК жағындағы тоқ:

$$I_{НОМ}^{НН} = \frac{16000}{\sqrt{3} \cdot 6,5} = 1448 \text{ А}$$

Күштік трансформатордың жалғану орамдарының $Y/Y/\Delta$ сұлбасымен $\Delta/\Delta/Y$ тоқ трансформаторының екіншілік орамындағы қосылу сұлбасын таңдаймыз. Сонымен қатар ДЗТ – 21 үш релеге дифференциалдық тұйықталу орнатамыз.

Тоқ трансформаторының есептеу коэффициентін мына формула бойынша анықтаймыз:

$$K_{ТА\text{ расч}} = \frac{I_{НОМ} \cdot K_{СХ}}{I_{НОМТА}}, \quad (2.3)$$

мұндағы $I_{НОМ}$ – қорғалған трансформатор жағындағы номиналды есептік тоқ, А;

$I_{НОМТА} = 5 \text{ А}$ – тоқ трансформаторының номиналды екіншілік тоғы;

$K_{СХ}$ – орамдарды қосу сұлбасының коэффициенті

$K_{СХ} = 1$ Y үшін;

$K_{СХ} = \sqrt{3}$ Δ үшін.

ЖК жағында:

$$K_{ТА\text{ расч}}^{ВН} = \frac{81,84 \cdot \sqrt{3}}{5} = \frac{139,128}{5}$$

Тоқ трансформаторын $K_{ТА}^{ВН} = \frac{150}{5}$ былай алса болады.

ОК жағында:

$$K_{ТА\text{ расч}}^{СН} = \frac{244,46 \cdot \sqrt{3}}{5} = \frac{415,582}{5}. K_{ТА}^{СН} = \frac{500}{5} \text{ қабылдаймыз.}$$

ТК жағында:

$$K_{ТА\text{ расч}}^{НН} = \frac{1448 \cdot 1}{5}. K_{ТА}^{НН} = \frac{1500}{5} \text{ қабылдаймыз.}$$

Қорғаныс иығындағы екіншілік тоқтарды есептеу:

$$I_{НОМ.В} = \frac{I_{НОМ} \cdot K_{СХ}}{K_{ТА}}, \quad (2.4)$$

мұндағы $I_{НОМ}$ – қорғалған трансформатор жағындағы номиналды есептік біріншілік тоқ, А;

$K_{СХ}$ – тоқ трансформаторы орамдарының қосылу сұлбасының коэффициенті;

K_{TA} – берілген жағындағы тоқ трансформаторының трансформация коэффициенті.

ЖК жағында:

$$I_{НОМ.В}^{BH} = \frac{81,84 \cdot \sqrt{3}}{150/5} = 4,6 \text{ А}$$

ОК жағында:

$$I_{НОМ.В}^{CH} = \frac{244,46 \cdot \sqrt{3}}{250/5} = 8,3 \text{ А}$$

ТК жағында:

$$I_{НОМ.В}^{HH} = \frac{1448 \cdot 1}{1500/5} = 4,826 \text{ А}$$

1. Реленің тежелу тізбегіндегі аралық трансформатор тоғының тармағындағы есептік тоқ мына формулабойынша анықталады:

$$I_{ОТВ.ТОРМ.ПАСЧ.} = \frac{I_{НОМ.В}}{K_{AT}}, \quad (2.7)$$

мұнда K_{AT} – Тежелу іске асатын жердегі теңестірілген трансформатордың трансформация коэффициенті. Егер автотрансформатор жоқ болса, онда $K_{AT} = 1$.

$$\text{ЖК жағы (негізгі): } I_{ОТВ.ТОРМ.ПАСЧ.}^{BH} = \frac{4,6}{1} = 4,6 \text{ А}$$

$$\text{ОК жағы, } K_{AT} = 1,64, \quad I_{ОТВ.ТОРМ.ПАСЧ.}^{CH} = \frac{8,3}{1} = 8,3 \text{ А}$$

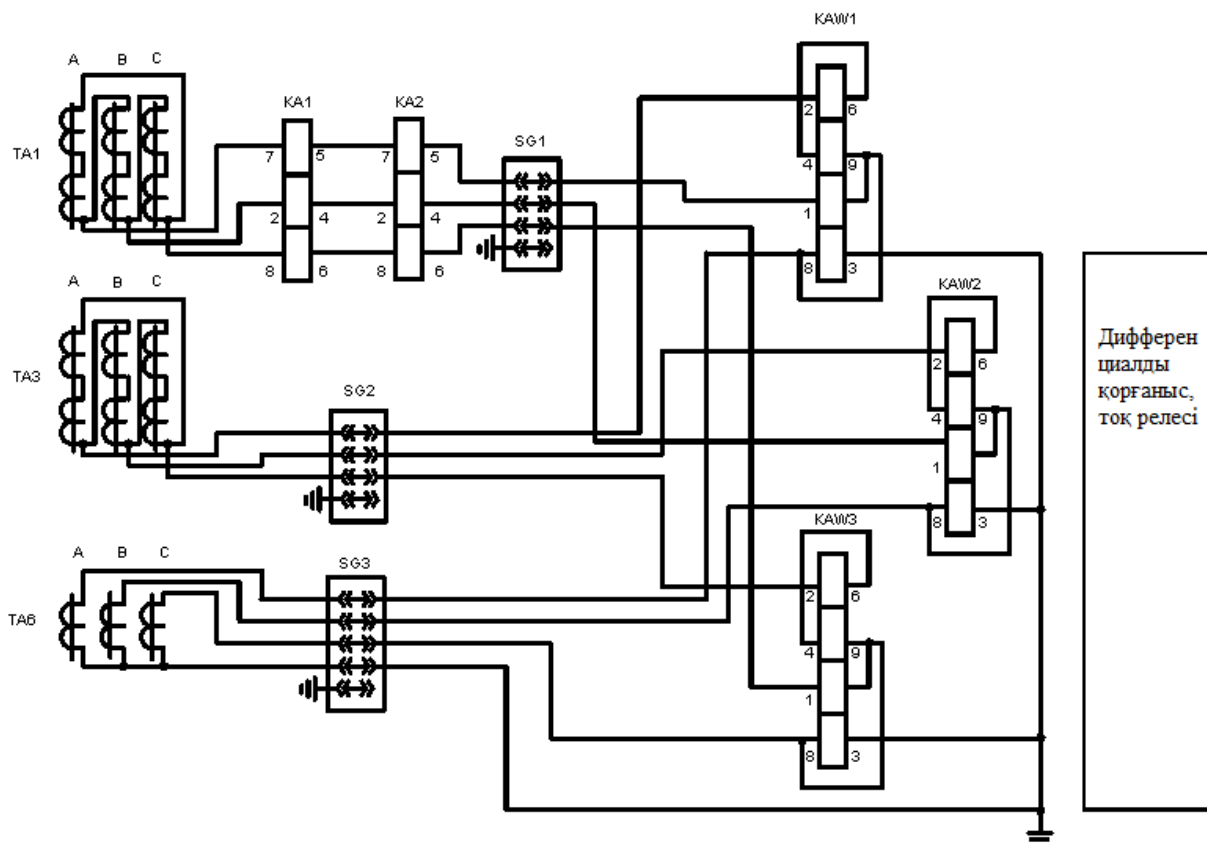
$$\text{ТК жағы, } K_{AT} = 1,6, \quad I_{ОТВ.ТОРМ.ПАСЧ.}^{HH} = \frac{4,8}{1} = 4,8 \text{ А}$$

[4.4кесте,9] негізінде, есептік тоққа жақын, аз немесе тең номиналды тоқты таңдаймыз және тежелу тізбегіндегі тоқ трансформаторының аралық номері:

$$\text{ЖК жағы үшін: } I_{ОТВ.ТОРМ.НОМ}^{BH} = 3,75 \text{ А, тармақ номері – 2}$$

$$\text{ОК жағы үшін: } I_{ОТВ.ТОРМ.НОМ}^{CH} = 2,5 \text{ А, тармақ номері – 4}$$

$$\text{ТК жағы үшін: } I_{ОТВ.ТОРМ.НОМ}^{HH} = 3,75 \text{ А, тармақ номері – 2}$$



2.2 – сурет - Қосалқы станцияның күштік трансформаторының дифференциалды

2.3 Электр берілісінің желісін қазіргі заманғы микропроцессорлармен қорғау

Релелік қорғаныстағы теорияның және тәжірибенің келешекті бағыты болып, сандық микроЭВМ-ді және соның негізінде қорғаныс бағдарламаларын қолдану болып табылады. Мұндай мүмкіндік, релелік қорғаныстың мәліметті арифметика-логикалық жүйеге түрлендіруімен түсіндіріледі, бұл түрлендіру әсерлі мөлшерлерден тұрады, ал түрлендіру процессінің өзін, қорғаныс функциясының алгоритмі болып саналатын, аналитикалық өрнек ретінде сипаттауға болады. микроЭВМ-де арифметико-логикалық түрлендіруді микропроцессор орындайды, ол әсерлік мөлшерлі мәліметті сандық кодқа түрлендіреді, сондықтан мұндай қорғаныс бағдарламаны микропроцессорлы немесе сандық релелі қорғаныс деп атайды [6]. Әсерлік мөлшер болып синусоидалы кернеулер және ток болғандықтан, олар алдын ала аналогты-сандық түрлендіргіштер (АСТ) көмегімен түрлендірілуі қажет. Қорғаныстың атқарушы органдары үшін аналогты сигналдар қажет, сондықтан қорғаныстың сыртқы элементтері сандық – аналогты түрлендіргіштерден тұрады (САТ).

Қазіргі заманғы сандық релелерде, әр түрлі функциясы және сипаттамасы (алгоритмдары) бар көптеген қорғаныс бағдарламалары жазылады. Қорғаныстың жұмыстық алгоритмдары уақыттың нақты қарқынында

орындалады. Сонымен бірге компьютерлік бағдарламаларды сандық релелердің функционалды қамтамасыздандырылуы үшін ғана емес, сонымен қатар оларды қашықтықтан қызмет көрсету үшін (жарамсыздану параметрлерінің өзгеруі және ұсынылуы) және оларды зерттеу үшін қолданылады [14].

Қорғаныстың сандық релелері көптеген тамаша қасиеттерге ие болады, бұл қасиеттер оның дәстүрлі, электромеханикалық, жартылай өткізгішті аналогтармен салыстырғанда, артықшылығын анықтайды. Бұл артықшылықтарға ең біріншіден жатқызуға болады:

1.Өзіндік диагностика. Сандық релелердің автоматты түрдегі тоқтаусыз өзіндік тексерісі, қызметшілердің олардың ыңғайлы күйде болуына және қысқа тұйықталу кезінде жарамсыздану сенімділігінде болуына сенімділігін арттырады;

2.Әр микропроцессорлы блоктың электрқондырғысында басқару, бақылау және қорғаныс функцияларын қоса атқару, олардың негізінде АБЖ-ның төменгі деңгейін жасауға мүмкіндік береді – электрлік немесе басқа объектінің технологиялық процесстерінің автоматтандырылған басқару жүйесі;

3.Қысқа тұйықталудың өшірілуін жылдамдату, ол әр түрлі уақыт токтарын, ток қорғанысының үш сатысын, іріктеменің минималды сатысын қолданумен (0,15 – 0,2 с) жүзеге асады, сонымен қатар «АПВ-дан кейін қорғанысты жылдамдату» және электр қондырғысының қоректену режимі өзгерген кезде, қондырғының әр түрлі екі жиынтығын қолданумен жүзеге асады;

4.Шығындарды азайту, энергетикалық объектілерді жабдықтаған кезде және оларға қызмет көрсету кезінде;

5.Қауіпсіздікті қамтамасыз ету, оперативті және релелік қызметшілерді, қашықтықтан қызмет көрсету көмегімен қауіпсіздікті қатамасыз ету.

Бұл, қорғаныстың сандық техникасының және басқарудың толық емес артықшылықтарынан көретініміз, релелік қозғалыс техникасын және оның бағдарламалық қамтамасыздандыру автоматикасын (РҚА) тәжірибелік жағынан меңгеру қажет екенін түсіндіреді. Жоғарыда айтылғандай, РҚА сандық қондырғылары шет елдерінде жиырма жылдан бұрын астам уақытта қолдана бастаған. Бұл уақыт аралығында реленің аппаратты бөлігінің қолайлы құрылымы анықталды, көптеген техникалық шешімдер типті болды. Салдар ретінде, қазіргі таңдағы сандық релелер, әр түрлі фирмалармен шығарылса да, көптеген ортақ қасиеттерге ие, ал олардың сипаттамасы бір біріне өте жақын.

2.4 35 кВ желіні қорғау үшін MiCOM–124 сериялы шағын процессорлы терминалды қолдану

MiCOMP124 сериялы максималды тоқ қорғанысы –бұл операторлық тоқ және тоқ тізбегінен қуат көзі бар универсал тоқ қорғанысы. MiCOM қорғанысыP124 сериялы басқару, қорғаныс және өндірістік қондырғыларда бақылау,тарату тораптары және қосалқы станция үшін жобаланған және

сыртқы электр қуатын талап етпейді, сонымен қатар олар ЖК-лі электрлік тораптар үшін резервтік қорғаныс ретінде де пайдаланылады [15].

MiCOM – 124 шағын процессорлы блок өзіне көптеген қорғаныс функциясын, автоматиканы және басқаруды алады:

1. Қорғаныс функциясы:

- а) Фазааралық ҚТ-дан үшденгейлі тоқтық қорғаныс;
- б) жерге тұйықталудан үшденгейлі тоқтық қорғаныс;
- в) минималды тоқ қорғанысы;

г) кері тәртіптегі максималды тоқ бойынша қорғаныс.

2. Автоматика функциясы:

- а) Көп дүркін АҚК;
- б) сымның үзілуі кезіндегі қорғаныс;
- в) Ажыратқыштан бас тартатын резервтік құрылғы (АРК);
- г) өшірудің бақылау тізбегі;
- д) ажыратқыштың басқару және бақылау жағдайы.

3. Тіркеу функциясы:

- а) апатты тіркеу;
- б) оқиғаны тіркеу;
- в) осциллограф.

MiCOM – 124 барлық келтірілген функциясы 35 кВ желідегі қорғаныс кешені және автоматика қасиеттерін қолдануға рұқсат береді.

2.5 MiCOM – 124 блогының үш сатылы тоқ қорғанысының іске қосылу параметрлерінің есептелулері

MiCOMцифрлы терминалдарының шарттары номиналды мәндерден процент арқылы беріледі. Цифрлық релелерді қолдану, әр реленің бастапқы баптауларының қажеттілігінен арылтпайды. Үш сатылы тоқтық қорғаныс есептерінің қорытындысында классикалық қорғаныс есептерінің аналогиясымен әр сатының іске қосылу тогы мен іске қосылу уақыты таңдалу қажет.

Қорғаныстың бірінші сатысы болып лездік әрекеттің селективті тоқтық кесуі (ТК) болып табылады, (2.40) теңдеуімен іске қосылу тогын табамыз, цифрлық реле қолданысы кезінде сенімділік коэффициенттерін 1,1 мен 1,15 шектігінде алу қажет [16]:

$$I'_{с.з.} = 1,1 \cdot 1230 \cdot \frac{115}{38,5} = 4041,4 \text{ А}$$

(4.41) теңдеуі бойынша ТК-ның сезгіштігін тексереміз:

$$K_q = \frac{1268 \cdot 115}{4041,4 \cdot 38,5} = 0,937 < 1,3$$

яғни қорғаныс сезімталдығы ПУЭ шарттарын қанағаттандырмайды. (2.19) теңдеуі бойынша реленің бірінші сатылы қорғанысының іске қосылу тоғын анықтаймыз: тоқ трансформаторының трансформация коэффициентін $K_{TA} = \frac{300}{5}$, ал схема коэффициентін $K_{CX} = 1$ деп қабылдаймыз, сонда:

$$I'_{C.P.} = \frac{1 \cdot 4041,4 \cdot 5}{300} = 67,4 \text{ А}, 13,48 I_{НОМ} \text{ құрайды,}$$

мұндағы $I_{НОМ} = 5 \text{ А}$ – тоқ трансформаторының екіншілік номиналды тоғы.

Қорғаныстың екінші сатысы болып аз ғана ұстам уақытымен тоқтық кесу болып табылады. Баптауларын қосалқы станциясындағы максималды қысқа тұйықталу тоғынан жүзеге асырамыз:

қосалқы станциясының трансформаторының кедергісі: $X_{T \text{ Осиновка}} = 105,82 \text{ Ом}$. (3.8) теңдеуі бойынша қысқа тұйықталу тоғын табамыз:

$$I_{КЗ}^{(3)} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot (53,983 + 105,82)} = 415,5 \text{ А}$$

Онда іске қосылу тоғы: $I''_{C.3.} = 1,1 \cdot 415,5 \cdot \frac{115}{38,5} = 1365,2 \text{ А}$

Қорғаныстың сезімталдығын сезгіштік коэффициентімен анықтаймыз:

$$K_{\eta} = \frac{1268 \cdot 115}{1365,2 \cdot 38,5} = 2,774 > 1,3, \text{ яғни коэффициент ПУЭ шарттарын}$$

қанағаттандырады.

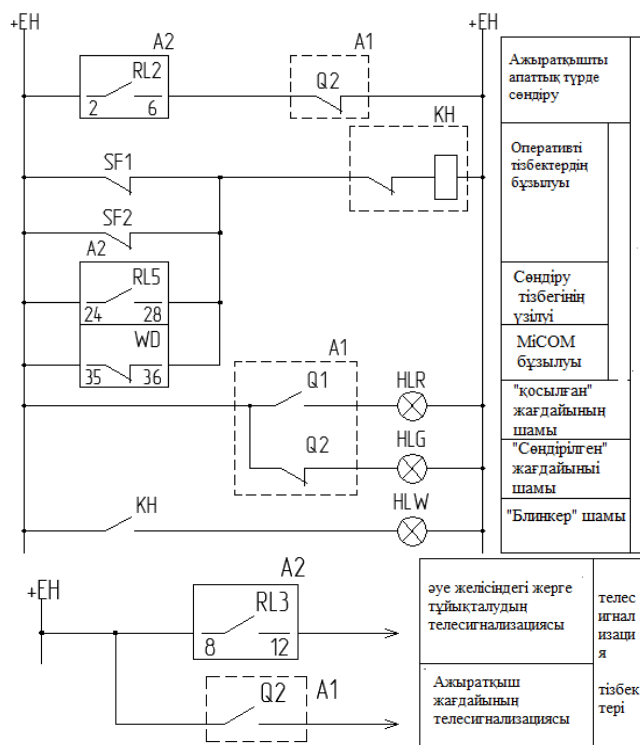
(2.19) теңдеуі бойынша реленің екінші сатылы қорғанысының іске қосылу тоғын анықтаймыз:

$$I''_{C.P.} = \frac{1 \cdot 1365,2 \cdot 5}{300} = 22,75 \text{ А}, 4,55 I_{НОМ} \text{ құрайды}$$

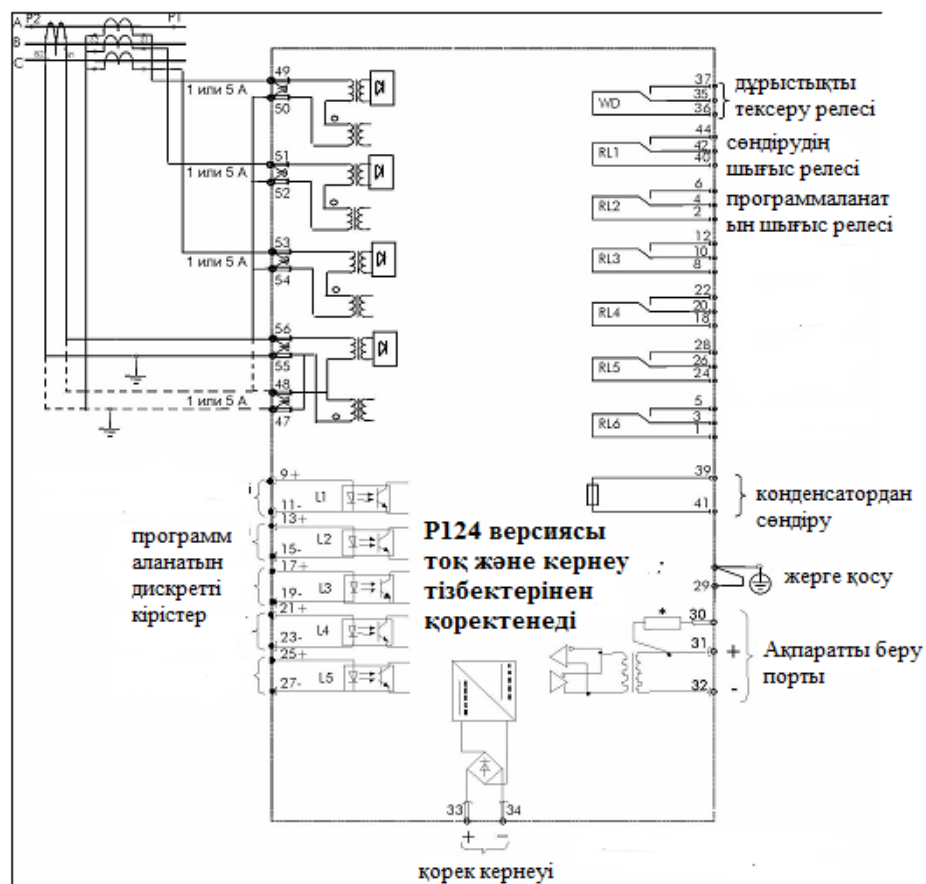
Осиновка қосалқы станциясының трансформаторлары лезде әрекет ететін қорғаныспен жабдықталғандықтан, селективтілік сатысына уақыт ұстанымын жоғарырақ алуға болады, яғни $t'' = 0,5 \text{ с}$.

Максималды тоқтық қорғаныс желінің үшінші сатылы қорғанысы болып табылады, сонымен қатар көрші участканың қорғаныс резервациясын жүзеге асырады.

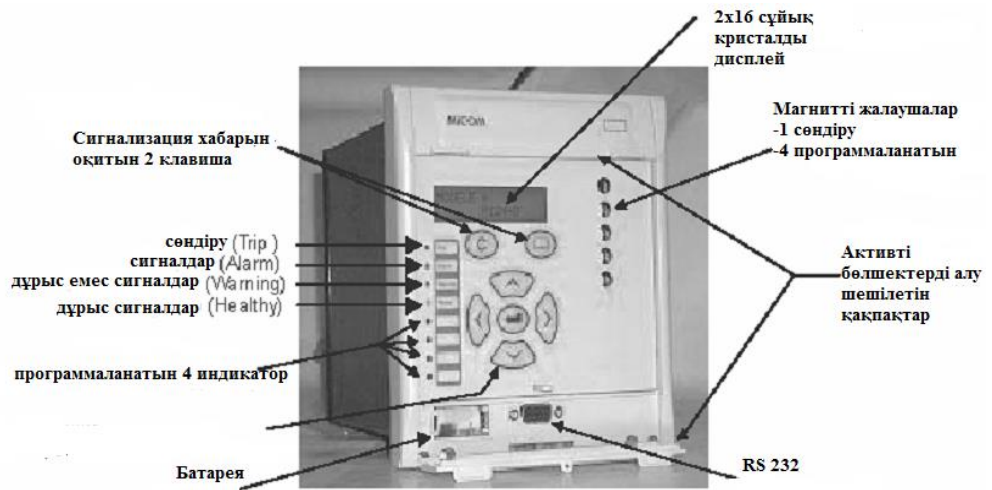
(2.46) теңдеуі бойынша МТҚ-ның іске қосылу тоғын анықтаймыз, сенімділік коэффициентін және цифрлық реленің қайту коэффициентін 1,1 және 0,95 аралығында қабылдаймыз:



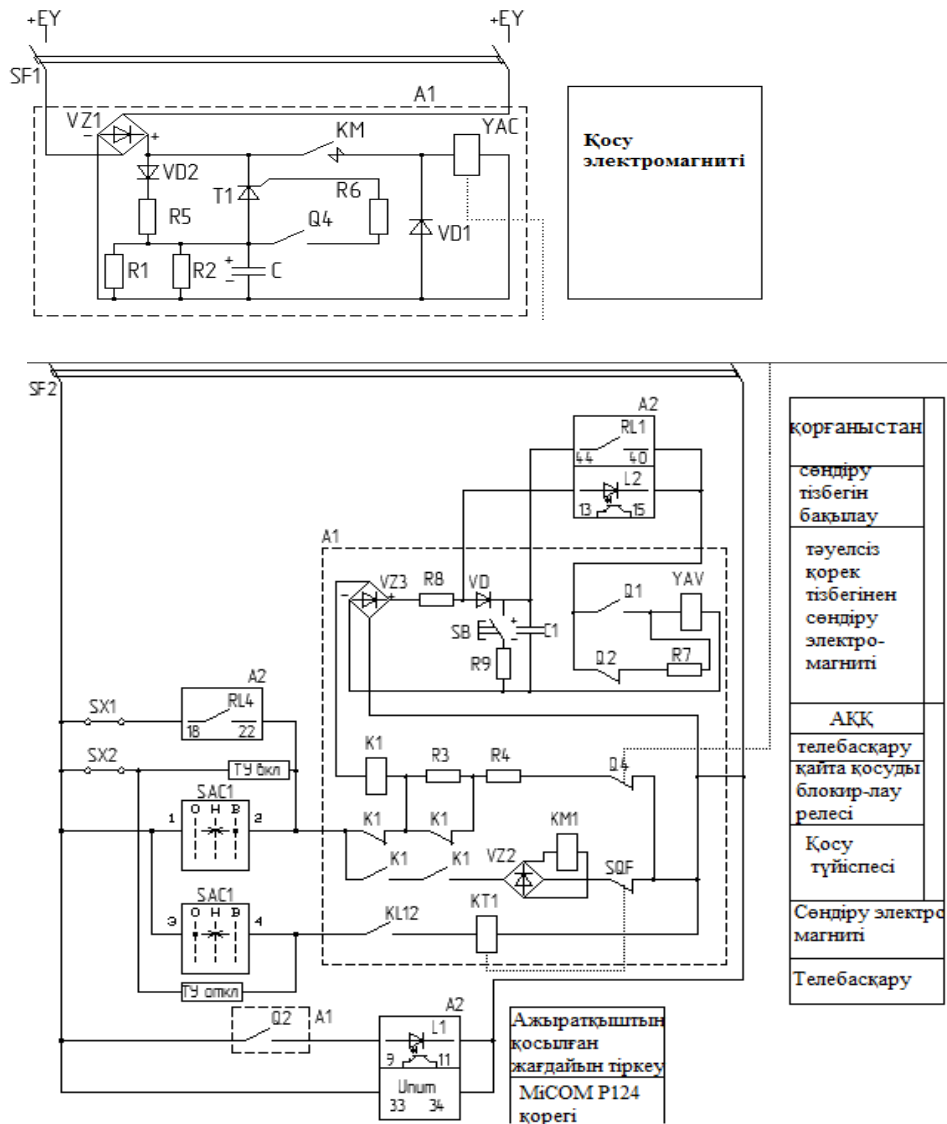
2.4 – сурет - Сигнализация тізбектері



2.5 – сурет - Терминалдың сыртқы қосылулар схемасы



2.6– сурет - MiCOM 124D релесінің алдыңғы панелі



2.8– сурет - Ажыратқыштарды басқару тізбектері

Жоғарыда аталып кеткендей, цифрлық релелік қорғаныс, оның ішінде MiCOM – 124 қорғанысы, қорғаныс туралы бастапқы берілістерді қажет ететін жұмыс үшін арнайы программалық қамтамасыз етуін функциялайды. Конфигурация файлында таңдалған іске қосылу қорғанысының параметрлері көрсетілген. Бұл файлдың көмегімен қорғаныстың қажет түрлерін, іске қосылу сатысының санын, сонымен қатар автоматиканың қажет түрін программалауға болады.

35 кВ желіге автоматика және қорғаныс түрлерін жобалауға қажетті файл-конфигурацияның кейбір параметрінің расшифровкасы төменде келтірілген:

Меню асты 'CT Ratio' – Тоқ трансформаторы трансформация коэффициентінің тапсырмасы:

Line CT primary – Фазалық тоқ трансформаторының біріншілік номинал тоғының тапсырмасы.

Меню асты 'RL1 Output Relay' – RL1 өшіру релесінің шығыс жұмыс режимі тапсырмасы:

Fail-safe Relay – RL1 реленің жұмыс режимін таңдау. Қауіпсіздік режимін таңдау Да (Yes) қондырғысы арқылы жүзеге асады.

Меню асты 'Group Select' – шарттар тобының конфигурациясын таңдау:

Group Select – шарттардың белсенді тобын таңдау үшін қызмет етеді (1 или 2).

Меню 'PROTECTION' – шарттардың тапсырмалар мәзірі:

Меню асты '[50/51] Phase OC' – Фазаарлық қысқа тұйықталудан үш деңгейлі тоқтық қорғаныс тобына сәйкес келетін шарттар таңдау:

[50/51] I> – Ия немесе Жоқ (Yes немесе No) таңдау жолымен бірінші деңгейдің жұмысын енгізу; Ия болса, онда бірінші деңгейдегі конфигурациялар мәзіріне көшеміз:

[50/51] I> = 0.1In – Реленің іске қосу тоғы бойынша шарттардың тапсырмасы. Диапазон регулирования уставки от 0.1-ден 4-ге In дейін шарттардың реттеу диапазоны, мұнда $In=5$ А – тоқ трансформаторының екіншілік номинал тоғы;

[50/51] (DelayType) DMT – ұстам уақыты түрін таңдау: DMT – тәуелсіз сипаттама; X-КА – IEEE/ANSI -ның кері тәуелді сипаттамалары; RI – электромеханикалық реленің кері тәуелді сипаттамасы;

[51] tI> – 0-ден 180 с-қа дейінгі диапазонда іске қосу уақытының шартты тапсырмасы;

Қалған деңгейлер мынадай түрде беріледі.

'AUTORECLOSE' ішкі мәзірі – АҚҚ шартты тапсырмасының ішкі мәзірі:

[79] (Autoreclose ?) – АҚҚ функциясын таңдау (ИЯ немесе ЖОҚ). Егер ИЯ болса, онда АҚҚ конфигурациясының мәзірі шығады:

[79] (tD1)= – АҚҚ-ның бірінші циклдегі тоқсыз үзіліс ұзақтығын таңдау;

[79] (tD2)= – АҚҚ-ның екінші циклдегі тоқсыз үзіліс ұзақтығын таңдау;

[79] (tD3)= – АҚҚ-ның үшінші циклдегі тоқсыз үзіліс ұзақтығын таңдау;

[79] ($tD4$)= – АҚҚ-ның төртінші циклдегі тоқсыз үзіліс ұзақтығын таңдау;

[79] (*Reclaim Time*) tR = –АҚҚ дайындық уақытын таңдау;

[79] (*Inhib Time*) tI = – Қолмен өшіргеннен кейінгі АҚҚ-ның тыйым салу уақытын таңдау;

[79] (*Phase Cycles*) – МТҚ-дан қосқан кездегі АҚҚ-дың әрекеттік санын таңдау;

[79] *Cycles* 4321–0= tI >АҚҚ-ны бұғатымен өшіруге әрекет етеді.

tI >, tI >>, tI >>> 1210 1= tI >> АҚҚ-ны бастауымен өшіруге әрекет етеді.

2= tI >>>берілген циклде өшіруге әрекет етпейді

Меню асты *'Trip Command'* –RL1 шығыстық өшіру релесінің бөлігін немесе қорғаныс функциясының барлығын белгілейді:

Trip tI> = – RL1шығыс релесіне МТҚ-ның бірінші деңгейін белгілеу (ИЯ немесе ЖОҚ-ты таңдаймыз); егер ИЯ таңдалған болса, онда tI > уақыттан кейін шығыс релені өшіруге жұмыс жасайды;

3 Экономика бөлімі

3.1 Негізгі өндірістік қорды есептеу

Негізгі өндірістік қордың мөлшері, құрамындағы элементтердің шамалары анықталады. Өндірісте жабдықтар екі топқа бөлінеді: негізгі(технологиялық) және көмекші жабдықтар.

1) Технологиялық жабдықтар:

$T_{ж1}$ жабдықтар саны берілген, 38. Енді, жабдықтар, станоктар жұмысының сағатпен берілген уақытының жылдық қорын есептейміз:

$$Y_{ж1} = J_k \cdot K_y \cdot K_c \cdot (1-L/100) \quad (3.1)$$

Мұндағы. $Y_{ж1}$ —жабдықтар, станоктар жұмысының сағатпен берілген уақытының жылдық қоры, сағат;

J_k —жыл ішіндегі жұмыс күнінің саны;

K_y —кезең уақытының шамасы, сағат;

K_c —тәуліктегі кезеңнің саны;

L —жұмыс істеп тұрған жабдықтарының ақауларын жоюға, жөндеу жұмыстарын атқаруға жалдық уақыт қорынан бөлінетін уақыттың мөлшері, пайызбен.

Бір жылда 299 жұмыс күні бар. 1 кезең уақыты 8 сағат. Жұмыс істеп тұрған жабдықтардың жылына жылдық жұмыс уақыт қорынан 3 – 5% уақыты жабдықтардың ақауларын жоюға, жөндеу жұмыстарын атқаруға бөлінеді.

Сонда жабдықтардың жылдық уақыт қорының шамасы тәулігіне бір кезең ғана жұмыс істесе, мынаған тең:

$$Y_{ж1} = 299 \cdot 8 \cdot 1 \cdot (1-5/100) = 2272 \text{ сағат}$$

Ал үш кезең жұмыс істесе мынаған тең:

$$Y_{ж3} = 299 \cdot 8 \cdot 3 \cdot (1-5/100) = 6817 \text{ сағат}$$

2) Көмекші жабдықтар:

Технологиялық жабдықтардың жұмысы дұрыс жүріп тұруына қызымет жасау қажет, осы қызыметтер көмекші көмекші жабдықтар арқылы орындалады. Мысалы істен шыққан аспапты қайта іске қосу үшін қажет жөндеу қажетпа, былайша айтқанда, осындай жұмысты атқару үшін жабдықтар қажет, бұндай жабдықтарды көмекші жабдықтар деп атайды. Оларды негізгі (технологиялық) жабдықтардан екі пайыз алу керек.

Негізгі өндірістік қор дегеніміз бұл өндірістік құралдардың ақша арқылы көрсетілген құны, сондықтан жабдықтарға жұмсалған қаржының есебін шығару қажет.

Жабдықтарға жұмсалған қаржыны оның сату бағасына, тасымалдау мен монтаждауға жұмсалатын шығындарды қосып есептейді. Экономикада бұны жабдықтардың алғашқы құны деп атайды. Орта есеппен жабдықтарды сатып алған пункіден орнатылған кәсіпорынға дейін тасымалдауға жұмсалатын шығынның шамасын сатып алынған бағасынан 3% мөлшерінде алуға болады.

Орта есеппен жабдықтардың алғашқы құнының мәнін төмендегідей формуламен есептейді:

$$A_k = C_k + 0,03 C_k + 0,07 C_k = 1,10 C_k, \quad (3.2)$$

$$A_k = 1,10 C_k = 1,1 \cdot 600000 = 660 \text{ мың теңге}$$

мұндағы, A_k —жабдықтардың алғашқы құны, теңге;

C_k —жабдықтардың сату құны, теңге;

Сонымен тасымалдау мен монтаждауға жұмсалатын шығынның құны орта есеппен сату құнынан 10% мөлшерінде алынады.

3.2 Энергиялар шығыны

Өндірісте энергиялардың құрамына электр энергиясы, су, бу (жылыту), тығыз ауа жатады.

1) Электр энергия – кәсіпорынның электр энергияға қажеті екі түрге бөлінеді, өндірістік мақсатта және жарық түсіру үшін:

Өндірістік мақсатта жұмсалатын электр энергияның жылдық шығынын мына формула бойынша есептеуге болады:

$$\Delta_T = U_{жк} \cdot P \cdot K_{ж} \cdot K_c \cdot B_э, \quad (3.3)$$

$$\Delta_T = 6817 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 0,5 \cdot 10,5 = 286,314 \text{ мың теңге,}$$

мұндағы $U_{жк}$ —жабдықтар жұмысының сағатпен берілген жылдық уақытының қоры;

P —барлық орнатылған жабдықтардың қосынды қуатының мөлшері, кВт;

$K_{ж}$ —жабдықтардың уақыт мерзімінде пайдалануын сипаттайтын жүктеу коэффициенті, орта есеппен бұл коэффициенттің мөлшері 0,8 – 0,9 шамасында алуға болады;

K_c —сұраныс коэффициенті, бұл жабдықтардың қуатын пайдаланудағы кем жүктелулерін есепке алатын коэффициент, оның шамасын орта есеппен 0,4 – 0,6 мөлшерінде алуға болады;

$B_э$ —электр энергияның 1кВт бағасы, теңге.

Жарық түсіру үшін жұмсалатын электр энергияның жылдық шығыны бойынша есептеледі:

– Өндірістік аудандарда, тұрмыстық бөлмелерде 1м^3 жерге 1 сағаттың ішінде 30Вт электр энергия жұмсалады;

– Жарық әлеуетінің жылдық мөлшері бір кезеңде 800 сағат, екі кезеңде 2400 сағат, үш кезеңде 4700 сағат.

Сонда, жалпы ауданы өндіріс үйінде үш кезең бойынша жұмыс істейтін қосалқы станция өндіріс үйіне қажетті электр энергияның жарық түсіру үшін жұмсалатын шығынның мөлшері:

$$\mathcal{E}_{\text{жт1}} = S \cdot 4700 \cdot (N/1000) \quad (3.4)$$

$$\mathcal{E}_{\text{жт1}} = 756 \cdot 4700 \cdot (30/1000) = 1065,960 \text{ кВт}$$

Электр энергияның 1кВт бағасы 10,5 теңге болса, онда электр энергияның шығынын ақшамен есептегенде:

$$\mathcal{E}_{\text{жт}} = \mathcal{E}_{\text{жт1}} \cdot 10,5 \quad (3.5)$$

$$\mathcal{E}_{\text{жт}} = 1065,960 \cdot 10,5 = 11,19 \text{ мың теңге}$$

Сонда өндіріс үйіне кетеін жалпы электр энергия шығыны:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{т}} + \mathcal{E}_{\text{жт}} = 286,314 + 11,19 = 297,504 \text{ мың теңге}$$

2)Бу (өндіріс үйін жылытуға кететін жылу) шығыны:

Бу шығыны тұрмыстық қажеттілікте ғана есептеледі, оны келесі формула бойынша анықтауға болады:

$$Q = 0,5 \cdot V \cdot B_{\text{б}} \quad (3.6)$$

$$Q = 0,5 \cdot 3628,8 \cdot 50 = 90,720 \text{ мың теңге}$$

мұндағы V —өндірістік үйдің көлемі, м^3 ;

$B_{\text{б}}$ —будың бағасы, теңге.

1) Судың шығыны

Суға қажеттілік кәсіпорынның технологиялық процессімен байланысты, жалпы суға қажеттілік екіге бөлінеді: өндірістік және тұрмыстық қажеттілік. Бірақ біздің кәсіпорын қосалқы станция болғандықтан қондырғыларға, станоктарға су қолданылмайды. Тек қана жұмысшылар қолданатын тұрмыстық су шығыны есептелінеді.

Орта есеппен санитарлық норма әрбір жұмысшы 1 кезең ішінде 20 литр мөлшерінде болады(бұл жерде тазалық жасауға кеткен суда кіреді, яғни, өндіріс үйінің ішін тазалау үшін кеткен су мөлшеріде бар). Сонда өндіріс орны бойынша суға қажеттілік мына формуламен есептелінеді:

$$Ш_c = Ж \cdot Н_c \cdot 3 \cdot Ж_{кк} \cdot Б_c \quad (3.7)$$

$$Ш_c = 16 \cdot 20 \cdot 3 \cdot 299 \cdot 40 = 11481,600 \text{ мың теңге}$$

мұндағы Ж–жұмысшылардың саны;

$Н_c$ –әрбір жұмысшыға судың нормасы, литр;

$Ж_{кк}$ –бір жылдағы календарлық күндер саны (299 күн);

$Б_c$ –судың бағасы, теңге.

2) Тығыз ауа шығыны

Тығыз ауаға қажеттілік кәсіпорындағы технологиялық проуесспен байланысты. Электр энергетика саласында қосалқы станциялардығы жабдықтарды, қондырғыларды, трансформаторларды желдетіп салқындату үшін тығыз ауаны қолданады.

Орташа есеппен тығыз ауа шығыны норма бойынша 1 сағаттағы нормасы 1 м^3 .

$$Ш_{та} = Ж_c \cdot У_{жқ} \cdot Н_{та} \cdot Б_{та} \quad (3.8)$$

$$Ш_{та} = 38 \cdot 6817 \cdot 1 \cdot 50 = 12952,3 \text{ мың теңге}$$

мұндағы $Ж_c$ – қондырғылар саны;

$У_{жқ}$ – жұмыс уақытының жылдық қоры;

$Н_{та}$ – тығыз ауаның бір сағаттағы нормасы, м^3

$Б_{та}$ – тығыз ауаның 1 м^3 ның бағасы, теңге.

4 Электрқауіпсіздік

4.1 Электрқауіпсіздігі

Электрқондырғыларын құруды еңбек қорғау ережелеріне сәйкес электротехникалық квалификациясы бар мамандар жасау керек .

1000 В дейінгі электр желілер кабелдері тректерде немесе желілер механикалық беріктілігі теіз денгейінен

3,5 м – өтпелі жерлерде

6,0 м – көлік өтетін жерде

2,5 м – жұмыс жерлерінде , кем емес болуы тиіс.

Электрқондырғының бөлігі онаша, шарбақты болуға керекке қарамастан көлденең электрқондырғысы үші қорғалған болуы тиіс .

Штепселдик розеткалар 42 В дейінгі жеілерде қолданып конструкциясы 42 В улкен розеткаладан конструкциясы өзгеше облұы тиіс .

Бастапқы мәліметтер: $U_{АТҚ} = 110 \text{ кВ}$; $U_{ЖТҚ} = 10/0,4 \text{ кВ}$

АТҚ өлшемдері $45 \cdot 40 \text{ м}$; $\rho_{1\text{узм}} = 45 \text{ Ом} \cdot \text{м}$; $\rho_{2\text{узм}} = 30 \text{ Ом} \cdot \text{м}$

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

III – климаттық зона;

$I_{кз} = 691 \text{ А}$.

Электродтың жерге ену тереңдігі – жер бетінен электродқа дейінгі қашықтық $t_0 = 0,5 \text{ м}$;

Шешуі:

1. 110 кВ АТҚ үшін контурлық жермен қосу құрылғысын есептеу.

Бастапқы берілгендерді есептеуге келтірейік

$$\rho_{1\text{расч}} = \rho_{1\text{узм}} \cdot \Psi; \quad (4.1)$$

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

мұндағы Ψ – көп қабатты жердегі маусымдық өзгерістер қабаты үшін маусымдылық коэффициенті;

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

Маусымдылық коэффициентін ескеретін ρ_1/ρ_2 қатынасы:

$$\frac{\rho_{1\text{расч}}}{\rho_{2\text{расч}}} = \frac{\rho_{1\text{узм}} \cdot \Psi}{\rho_{2\text{узм}}}; \quad (4.2)$$

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

Тігінен орналасқан электродтар санын анықтаймын:

$$n = \frac{4 \cdot \sqrt{S}}{a}$$

мұндағы S – жермен тұйықтағыш алып жатқан шекара ауданы, м²;
 a – жермен тұйықтағыш моделіндегі тік электродтар арасындағы қашықтық,
 $a=3$ м;

$$n = \frac{4 \cdot \sqrt{45 \cdot 40}}{3} \approx 56,568 \quad (4.3)$$

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

$$l_{омн} = (h + t_0) / l_g; \quad (4.4)$$

$$l_{омн} = (3,31 - 0,5) / 5 = 0,56 \text{ м}$$

Екі қабатты жердің эквивалентті меншікті кедергісі ρ_3 :

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

мұндағы $k = 0,43 \cdot (l_{омн} + 0,272 \cdot \ln \cdot (a \cdot \sqrt{2} / l_g))$ дәреже көрсеткіші,
 $k = 0,43 \cdot (0,56 + 0,272 \cdot \ln \cdot (3 \cdot \sqrt{2} / 5)) = 0,222$ (4.5)

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

Тік электродтармен қосылған тік жермен тұйықтағыштар контурынан тұратын тұтас жермен қосқыштың және контур ішінде орналысқан тордың кедергілерін анықтайық:

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

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

$$l_1 = l_1 + l_2 \cdot \rho_1 / \rho_2$$

n – тік өткізгіштер саны;

L – өткізгіштердің жалпы ұзындығы;

l_1 және l_2 мәндері көрсетілген.

$$l_1 = (3,31 - 0,5) + (3,31 - 0,5) \cdot 4,6 = 15,68 \text{ м} \quad (4.6)$$

$$g = 2 \cdot 3,31 / (\sqrt{1800} + 57 \cdot 15,68) = 0,007 \quad (4.7)$$

$$L = 23 \cdot 45 + 24 \cdot 30 = 1755 \text{ м} \quad (4.8)$$

$$R_3 = 0,443 \cdot 30 \cdot \left(\frac{100}{30}\right)^{0,007} + \frac{100}{691 + 57 \cdot 5} = 0,35 \text{ Ом} \quad (4.9)$$

Жанасу кернеуінің коэффициенті λ_1 өткізгіштері біркелкі орналастырылған және қосымша тік өткізгіші бар тор түріндегі жермен қосқыштар үшін келесі жуықталған өрнек бойынша анықталады:

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

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

$$\lambda_1 = 0,9 \cdot \left(\frac{3 \cdot \sqrt{1800}}{5 \cdot 691}\right)^{0,45} = 0,204 \quad (4.10)$$

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

$$\lambda_2 = \frac{R_h}{R_h + 1,5 \cdot \rho_1}$$

мұндағы ρ_1 – жердің жоғарғы қабатының меншікті кедергісі;
 R_h - адам денесінің кедергісі.

$$\lambda_2 = \frac{1000}{1000 + 1,5 \cdot 100} = 0,869 \quad (4.11)$$

Жанасу кедергісін келесі формула бойынша анықтаймын:

$$U_{np} = I_3 \cdot R_3 \cdot \lambda_1 \cdot \lambda_2 = 691 \cdot 0,35 \cdot 0,204 \cdot 0,869 = 42,874 \text{ В} \quad (4.12)$$

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

Жермен қосқыш патенциалы:

$$\varphi_3 = 691 \cdot 0,35 = 241,85 \text{ В} \quad (4.13)$$

Кернеу:

$$U_{np \text{ max}} = \varphi_3 \cdot \lambda_1 = 241,85 \cdot 0,204 = 49 \text{ В} \quad (4.14)$$

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

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

келесіні аламыз:

$$I_h = U_{np \text{ max}} / (R_h + 1,5 \cdot \rho_C) \quad (4.15)$$

мұндағы I_h – адам арқылы өтетін ток.

(4.15) формуласына орнына қойып мынаны есептейміз:

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

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

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

Шарт орындалады.

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

$$\beta_1 = 0,15$$

β_2 коэффициентін анықтайық – жердің жоғарғы бөлігінің меншікті кедергісіне тәуелді қадам кернеуінің төмендеу коэффициенті:

$$\beta_2 = R_h / (R_h + 6 \cdot \rho_C), \quad (4.16)$$

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

Қадам кернеуін келесі формуламен анықтаймыз:

$$U_{III} = I_3 \cdot R_3 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2, \quad (4.17)$$

$$U_{III} = 691 \cdot 0,35 \cdot 0,15 \cdot 0,625 = 22,673 \text{ В}$$

Токтың таралу зонасында жүрген адам үшін қауіпсіздік шарттары:

$$U_{III} = U_{1-2 \text{ max}} - I_h \cdot 6 \cdot \rho_1 \leq U_{don}$$

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

$$U_{1-2 \text{ max}} = \varphi_3 \cdot \beta_1, \quad (4.18)$$

$$U_{1-2 \text{ max}} = 241,85 \cdot 0,15 = 36,2775 \text{ В}$$

Адам денесі арқылы өтетін ток:

$$I_h = U_{1-2 \max} / (R_h + 6 \cdot \rho_c), \quad (4.19)$$

$$I_h = 36,2775 / (1000 + 6 \cdot 100) = 0,023 \text{ A}$$

Қауіпсіздік шарттарын тексеремін:

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

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

Шарт орындалады.

R_3 талаптары бойынша берілген жермен тұйықтағыштың қолданылу мүмкіндігін қарастырайық:

$$R_3^I = \frac{U_{np \text{ дон}}}{I_3 \cdot \lambda_1 \cdot \lambda_2}; \quad (4.20)$$

$$R_3^I = \frac{450}{691 \cdot 0,204 \cdot 0,869} = 3,673 \text{ Ом}$$

$$R_3^{II} = \frac{U_{u \text{ дон}}}{I_3 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}, \quad (4.21)$$

$$R_3^{II} = \frac{450}{691 \cdot 0,15 \cdot 0,625} = 6,946 \text{ Ом}$$

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

$$R_3 < R_{3 \text{ ПУЭ}}, \quad R_3 < R_3^I, \quad R_3 < R_3^{II}$$

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыста «110/35/6 кВ ҚС РҚЖА микропроцессорлық қондырғыларды енгізу арқылы қайта құру» тақырыбы бойынша орындалған. Жұмыста қосалқы станцияның принципіалдық сұлбасы, күштік қондырғылар және жалғаулық аппараттар таңдалған. Қосалқы станцияның элементтері мен желілерге релелік қорғаныс және автоматика бойынша есептеу жасалған. Қысқа тұйықталуға есептелініп, қосалқы станцияның жабдықтарының қауіпсіздігі қарастырылған. Қосалқы станцияның желілеріне релелік қорғаныс және найзағайдан қорғау есептелген. Дипломдық жұмыстың арнайы бөлімі ретінде ДЗТ – 21 түріндегі релеге ТДТН – 40000/110/38,5/6,6 –У-1 трансформаторының тоқтық қорғаныстың дифференциалды іске қосу параметрлерін есептеп қарастыру мәселелері қарастырылған.

Жаңадан шығарылған РҚА микропроцессорлық техникасының өндірісінде әлемдік жетекшілер болып, европалық ALSTOM, ABB, SIEMENS Schneider Electric концерндері саналады. Бұл фирмалармен шығарылатын, сандық қорғаныстар, жоғары құнға ие, дегенмен ол жоғары техникалық сипаттамамен және көпфункционалдығымен ақталады.

Көп функционалды жаңартылған қорғаныстарды есепке ала тұра, менің таңдауым, жалпыға белгілі Schneider Electric европалық фирмасымен шығарылатын, MiCOM сериясындағы микропроцессорлы блок қорғаныстарына түсті.

Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде еңбек шарттарына талдау жасалынып, найзағайдан қорғаныс, жерлестіру құрылғысын есептеу, желдету, эвакуацияға есептеулер жүргізілген.

Экономика бөлімінде негізгі өндірістік қорлар, өндірістік үй және құрылыстар, энергиялар шығыны, қызметкерлер мен жұмысшылардың еңбек ақылары сияқты экономикалық есептеулер жүргізілген.

Дипломдық жұмыстың экономикалық бөлімінде нарық жағдайындағы энергетикалық кәсіпорындар қызметінің тиімділігі қарастырылған.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Электрооборудование станций и подстанций Л.Д. Рожкова, В.С. Козулин 2-е издание – М.: Энергия, 2007-236б.
- 2 Электрическая часть электростанций и подстанций Б.Н. Неклепаев 2-е издание – М.: Энергоатомиздат, 2000-270б.
- 2 Электрическая часть электростанций и подстанций Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков М.: Энергоатомиздат, 1989.
- 3 Справочник по проектированию электроснабжения / под ред. Ю.Г.Барыбина и др.-М.: Энергоатомиздат, 1990,- 576с.
- 4 Справочник по электроснабжению и электрооборудованию -: В 2т. / под ред. А.А.Федорова.-М.: Энергоатомиздат, 1986,-568с.
- 5 Федоров А.А., Старкова Л.Е. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий: Уч. пособие для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1987,-368с.
- 6 Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. Учеб. пособие для энергоэнергетических специальностей вузов / Под ред. Б.Н. Неклепаева - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергия, 1978, - 456с.
- 7 Инструкция по проектированию силового и осветительного оборудования промышленных предприятий.СН РК 4.04-19-2003 - Астана, 2004год.
- 8 Заводские каталоги на типовое оборудование
- 9 Прейскуранты заводов - изготовителей оборудования
- 10 Укрупненные показатели стоимости элементов электроснабжения промышленных предприятий (УП-ЭС) «Электропромпроект»
- 11 Справочник по электроустановкам промышленных предприятий / под ред. Я.М.Большмана-М.: Госэнергоиздат, 1963год, -719с.
- 12 Экономика труда и социально-трудовые отношения / под ред. Г.Г. Меликьяна, Р.П. Колосовой.-М.: Издательство МГУ
- 13 Справочник по проектированию электроснабжения / под ред. Ю.Г.Барыбина и др. - М.: Энергоатомиздат, 1991,- 464с.
- 14 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений» СН РК 2.04-29-2005
- 15 Экономика производственного объединения (предприятия) /А.М.Омаров.-М.: Экономика, 1995,-383с
- 16 Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок республики Казахстан. РД 34 РК.03.202-04.- Алматы, 2004 год
- 17 Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам ГОСТ 2.105-95
- 18 Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Общие требования к чертежам. ГОСТ 2.109-73.
- 19 Экономика производственного объединения (предприятия) /А.М.Омаров.-М.: Экономика, 1995,-383