

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӨТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

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

Энергетика кафедрасы

Еркін Аружан

110/35/10 кВ ҚС қайта құру және күштік трансформаторлардың релелік
қорғанысын орындау

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5В071800 – Электр энергетикасы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

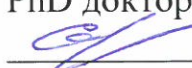
Т.К. Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты

Энергетика кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі м.а.

PhD докторы, ассистент профессор

 Е.А. Сарсенбаев

« 30 » 04 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «110/35/10 кВ ҚС қайта құру және күштік трансформаторлардың релелік қорғанысын орындау»

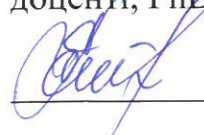
5B071800 – Электр энергетика мамандығы бойынша

Орындаған

Еркін А.

Пікір беруші

АЭЖБУ «Электр машиналары және электр жетектері» кафедрасының доценті, PhD докторы.

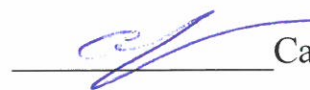


Алмуратова Н.К.

« 19 » 04 2019 ж.

Ғылыми жетекші

PhD докторы, ассистент профессор



Сарсенбаев Е.А.

« 29 » 04 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
СӨТБАЕВ 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 *Еркін Аружан*

Тақырыбы «110/35/10 кВ ҚС қайта құру және күйтік трансформаторлардың релелік қорғанысын орындау»

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

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «24» сәуір 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістер: Қосалқы станцияның принципалдық схемасы; Күйтік қондырғыларының түрі; ТДТН – 63000/10 үш орамды трансформаторы.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

а) Күйтік қондырғылар және жалғаулық аппараттар таңдау;

б) Қосалқы станцияның технологиялық бөлімі;

в) Арнайы бөлім. Қысқа тұйықталуға есептелініп жабдықтарының қауіпсіздігін қарастыру;

г) Экономикалық бөлім;

д) Электр қауіпсіздігі бөлімі;

Сызбалық материалдар тізімі Сызбалық материалдарды слайдпен дайындау

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер 16 атау

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Күштік қондырғылар және жалғаулық аппараттар таңдау	10.03.2019	жоқ
Қосалқы станцияның технологиялық бөлімі	17.03.2019	жоқ
Қысқа тұйықталуға есептелініп жабдықтарының қауіпсіздігін қарастыру	12.04.2019	жоқ
Экономикалық бөлім	18.04.2019	жоқ
Электр қауіпсіздігі бөлімі	24.04.2019	жоқ

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	Е.А. Сарсенбаев PhD докторы, ассистент профессор		
Еңбек қорғау бөлімі	Е.А. Сарсенбаев PhD докторы, ассистент профессор		
Норма бақылау	Н. Е. Балгаев Доктор PhD, сениор-лектор	29.04.1924	

Ғылыми жетекші



Е.А. Сарсенбаев

Тапсырманы орындауға алған білім алушы

_____ А. Еркін

Күні

«_____» _____ 2019 ж.

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: Еркін Аружан

Название: 110_35_10 кВ ҚС қайта құру және күштік трансформатордың релелік қорғанысын орындау.doc

Координатор: Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1: 28,9

Коэффициент подобия 2: 16,6

Тревога: 95

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

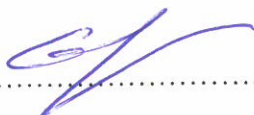
- ☒ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении 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:

..... допускаю к защите

..... 2.05.2019

Дата

..... 

Подпись Научного руководителя

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: Еркін Аружан

Название: 110_35_10 кВ ҚС қайта құру және күштік трансформатордың релелік қорғанысын орындау.doc

Координатор: Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1:28,9

Коэффициент подобия 2:16,6

Тревога:95

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:

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

..... 2.05.2019

Дата

.....
.....

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

допускается к защите

2-05-2019

.....

начальника структурного подразделения

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

(жұмыс түрінің атауы)

Еркін Аружан

(білім алушының Т.А.Ә.)

5B071800 – Электр энергетикасы

(мамандық атауы мен шифрі)

Тақырыбы: 110/35/10 кВ ҚС қайта құру және күштік трансформаторлардың релелік қорғанысын орындау.

Орындалды:

түсініктеме

68 бет

Еркін А. дипломдық жұмысы 110/35/10 кВ қосалқы стансаның электр бөлігін жасау, қосалқы станцияның және негізгі электр техникалық жабдықтардың басты электр сұлбасын таңдау, ТДТН - 63000/110 үш орамды трансформаторының релелік қорғанысын жасау мәселелерін қарастырылған. Қазіргі уақытта релелік қорғаныс электр станцияларының өсуіне, электр желілерінің кернеуінің артуына байланысты маңызды болып келеді. Релелік қорғанысты және автоматтандыруды микропроцессорлық базаға біртіндеп көшіру дипломның мақсаты болып табылады. Бұл жұмыс осы мәселені шешуге арналған. Сол үшін орындалған жұмыс практикалық маңызға ие.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Жұмысқа келесідей ескертулер жасалды:

- түсініктемелік жазбада грамматикалық және стилистикалық қателер кездеседі;
- дипломдық жұмыста электр жабдықтар 1963-жылғы анықтамадан таңдалған.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

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

РЕЦЕНЗЕНТ

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

«29» 04 20__ ж.



Алмуратова Н.К.

Ғылыми жетекшінің пікірі

Дипломдық жұмыс

(жұмыс түрлерінің атауы)

Еркін Аружан

(оқушының аты жөні)

5B071800 – Электр энергетикасы

(мамандық атауы мен шифрі)

Тақырыбы: 110/35/10 кВ ҚС қайта құру және күштік трансформаторлардың релелік қорғанысын орындау

Дипломдық жұмыс «110/35/6 кВ ҚС қайта құру және күштік трансформаторлардың релелік қорғанысын орындау» 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. Жаңадан шығарылған РҚА микропроцессорлық техникасының өндірісінде әлемдік жетекшілер болып, еуропалық ALSTOM, ABB, SIEMENS Schneider Electric концерндері саналады. Бұл фирмалармен шығарылатын, сандық қорғаныстар, жоғары құнға ие, дегенмен ол жоғары техникалық сипаттамамен және көпфункционалдығымен ақталады.

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

Жалпы дипломдық жұмысты 90% «өте жақсы» бағалауға, ал диплом қорғаушы Еркін Аружан 5B071800 мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры академиялық дәрежесіне лайық деп санауға болады.

Ғылыми жетекші

PhD докторы, ассистент профессор

(қызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)

Сарсенбаев Е.А.

(қолы)

« 4 »

2019 ж.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Технологиялық бөлім	10
1.1 Электрлік станция мен қосалқы станция жайлы жалпы сипаттама	10
1.2 35 кВ орташа кернеу үшін график тұрғызу	11
1.3 6 кВ төменгі кернеудегі жүктеме графиктер тұрғызу	14
1.4 110кВ жоғарғы кернеудегі жүктеме график тұрғызу	18
1.5 Күштік трансформатор саны мен қуатын анықтау	23
1.6 Қысқа тұйықталу тогын есептеу және алмастыру схемасын құру	24
1.7 Үш және екі фазалы қысқа тұйықталудың алмастыру схемасының параметрлері	26
1.8 Екі фазалы қысқа тұйықталу тоқтарын есептеу	29
1.9 Үш фазалы қысқа тұйықталу тоқтарын есептеу	30
1.10 Нөлдік тәртіптегі тоқ үшін алмастыру сұлбасының параметрін есептеу	30
1.11 Бірфазалы қысқа тұйықталу кезінде нөлдік тәртіптегі үш еселенген тоқты есептеу	32
1.12 Жерге екі фазалы қысқа тұйықталу кезінде нөлдік тәртіптегі үш еселенген тоқты есептеу	34
1.13 Жұмыс және номиналды тоқтарды есептеу	35
1.14 Қосалқы станциядағы электржабдықтарды таңдау	35
2 110/35/10 кВ күштік трансформаторлардың релелік қорғанысын орындау	45
2.1 Релелік қорғаныс және автоматика тағайындаулары	45
2.2 Күштік үшорамды трансформаторлардың қорғанысы	46
2.3 Электр берілісінің желісін қазіргі заманғы микропроцессорлармен қорғау	49
2.4 35 кВ желіні қорғау үшін Seram P3 сериялы шағын процессорлы терминалды қолдану	50
2.5 Easergy Seram P3 блогының үш сатылы тоқ қорғанысының іске қосылу параметрлерінің есептелулері	51
3 Экономика бөлімі	57
3.1 Негізгі өндірістік қорды есептеу	57
3.2 Энергиялар шығыны	58
4 Электр қауіпсіздігі	61
4.1 Электр қауіпсіздігі шаралары	61
Қорытынды	
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	

КІРІСПЕ

Біз бұл дипломдық жұмыста 110/35/10 кВ қосалқы стансаның электр бөлігін жасау, қосалқы станцияның және негізгі электр техникалық жабдықтардың басты электр сұлбасын таңдау, ТДТН - 63000/110 үш орамды трансформаторының релелік қорғанысын жасау мәселелерін қарастырамыз. Релелік қорғаныс қазіргі заманғы энергетикалық жүйелерде пайдаланылатын автоматтандырудың маңызды және ең жауапты компоненті болып табылады. Энергетикалық жүйелердің электрлі бөліктеріндегі зақымдар мен қалыпсыз режимдерді автоматты түрде жою, олардың сенімді жұмысын қамтамасыз етеді.

Қазіргі уақытта релелік қорғаныс электр станцияларының өсуіне, электр желілерінің кернеуінің артуына байланысты маңызды болып келеді. Релелік қорғанысты және автоматтандыруды микропроцессорлық базаға біртіндеп көшіру.

Релелік қорғанысты және автоматтандыруды одан әрі жетілдіру цифрлық технологияны кеңінен қолдану жолымен жүреді. Оның артықшылығы релелік қорғанысты және авариялық-құтқару және авариялық режимдерде автоматтандырудың әсерін анықтайтын параметрлерді түзету. Релелік қорғаныс - электр автоматикасының негізгі түрі болып табылады. Онсыз қазіргі энергетикалық жүйелердің сенімді жұмысы мүмкін емес. Ол энергожүйенің бүкіл бөліктерінің күй-жағдайын және жұмыс жүргісін тынымсыз тексереді және, пайда болған ақаулық пен қалыпсыз жұмысқа орай әрекет етеді. Бұзылған жер болса қорғаныс мұны табады да жүйеден ажыратады. Бос жүріс пайда болғанда қорғаныс оны анықтайды да, бұзылудың сипаттамасына байланысты, бос жүрісті қалпына келтіру үшін қажетті іс-әрекет жасайды немесе кезекші қызметкерлерге белгі береді.

Қазіргі электр жүйелердегі релелік қорғаныс электрлік автоматикамен тығыз байланыста. Бұл автоматика жүргіні қалпына келтіру мен тұтынушыларды қоректендіру үшін арналған. Электр станцияларын, қосалқы станцияларды, желілерді және энергетикалық жүйелерді қайта құрудың негізгі мақсаты: электр энергиясын өндіру, беру және бөлу; зауыт пен тұтастай алғанда энергетикалық жүйенің сенімділігі; көрсетілген қуат сапасы; электр энергия тораптарын пайдалану кезінде жыл сайынғы шығындарды азайту және бүліну.

1 Технологиялық бөлім

1.1 Электрлік станция мен қосалқы станция жайлы жалпы сипаттама

Қосалқы станция электр энергиясын қабылдауға, түрлендіруге және таратуға қолданылады. Ол трансформаторлардан немесе басқа да энергия түрлендіргіштерінен, коммутациялық аппараттар мен құрама шиналардан тұратын таратушы құрылғылардан, қорғанысты басқару, автоматтандыру, өлшеу құрылғыларынан және көмекші жабдықтардан тұрады. Пайдалануына байланысты қосалқы станциялар: түйіндік, бас, терең кірісті қосалқы станция, таратушы қосалқы станция, цехтық қосалқы станция болып бөлінеді. Басты төмендетуші қосалқы станцияда (БТҚС) трансформаторлар саны негізінен екіден аспайды. Бұл БТҚС-да қарапайым конструкциялық және схемалық шешім қабылдауға мүмкіндік береді. Екі трансформаторлы қосалқы станциялар әрқашан өндіріс орындарының электр желілерінің талаптарына дерліктей жауап береді және көп жағдайда барлық категорияның тұтынушыларының сенімді қоректенуін қамтамасыз етеді. БТҚС-ның трансформаторлары жұмысы дерліктей бір-біріне тәуелсіз, бұл кернеудің 1000 В дейінгі жағына коммутациялық мүмкіндіктері мен динамикалық төзімділігі бойынша коммутациялық аппараттар таңдағанда, ерекше маңызды.

БТҚС трансформаторлары негізінен трансформаторлардың біреуі істен шыққанда қалғаны уақытша мүмкін болатын жүктеменің шегін ескере отырып, өндірістің негізгі жұмысының шығынысыз, екінші реттік кернеуді көрші қосалқы станция және басқа да мүмкін болатын резервтелінген қорек көздеріне қосу арқылы өндірістегі жұмысты электр энергиясымен қамтамасыз етілетіндей болып таңдалады. Резервтеу деңгейі өндіріс түріне, өндіріс орынының жұмысының селективтілігіне, жүктеме графигінің сипаттамасына және басқа да факторларға байланысты.

Электростанцияларда және қосалқы станцияларда электр жабдықтарының негізгі элементтерін электрлік байланыстыру үшін тарату құрылғылары қолданылады. Тарату құрылғысы деп электр энергиясын қабылдау және тарату қызметін атқаратын және коммутациялық аппараттардан, жинау және жалғау шиналарынан, токөткізгіштерден, көмекші құрылғылардан (компрессорлық, аккумуляторлық және басқа құрылғылар), сонымен қатар релелік қорғаныс және автоматика құрылғыларынан, өлшеу есептеу кешендерінен тұратын құрылғыны айтамыз. Тарату құрылғыларында ажыратқышқа және айырғышқа қатысты барлық жалғанулар ток жүргізуші шиналардың (құрама шиналардың) ортақ бөлігіне қосылады.

1.2 35 кВ орташа кернеу үшін график тұрғызу

Максималды активты P жүктемеден формулаға сай қысқы период үшін реактивті $Q_{сн 1}$ және толық қуатты $S_{сн 1}$ анықтаймыз:

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

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

$$S_{сн 1} = \sqrt{P_{сн 1}^2 + Q_{сн 1}^2}. \quad (1.2)$$

35 кВ «Қала» тұтынушысы үшін реактивті $Q_{сн}$ және толық қуатты $S_{сн}$ (1.1 және 1.2) формула бойынша анықтаймыз.

$$Q_{сн} = 9.2 \cdot 0.38 = 3.496,$$

$$S_{сн 1} = \sqrt{9.2^2 + 3.496^2} = 9.84.$$

«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 осындай тәсілмен анықтаймыз. Сонымен қатар қуаттардың суммасы арқылы тәуліктік және жылдық графиктерді тұрғызамыз.

Нәтижелерді 1.1 және 1.2 кестеге енгіземіз.

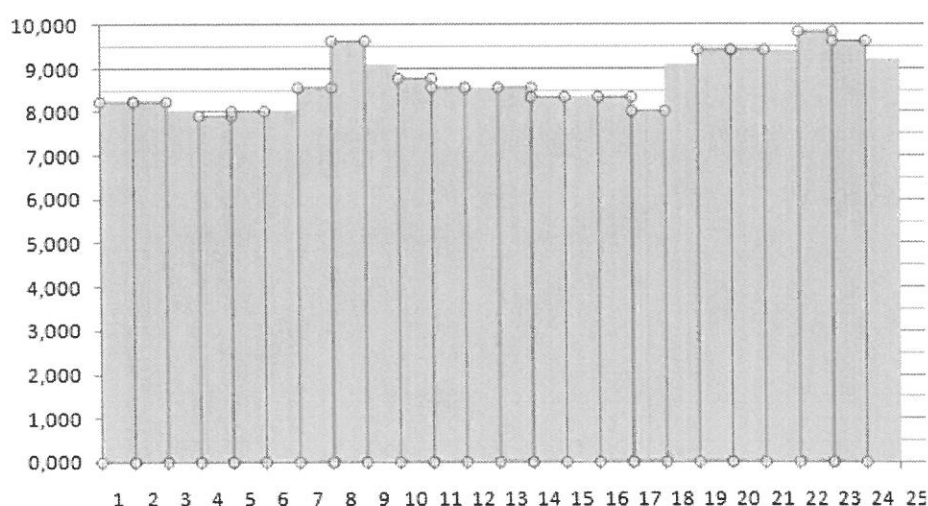
1.1-кесте - Орташа кернеудегі электр жүктемесінің қысқы периодтағы тәуліктік шамалары

Қыс		Барлығы		
Уақыт		P, 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

1.1 кестенің жалғасы

Қыс		Барлығы		
Уақыт		P,МВт	Q,МВАр	S,МВА
13	-14	7,8	2,964	8,344
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 кестедегі есептеулер нәтижесі негізінде 1.1 және 1.2-суретте беіілген ОК тәуліктік (қыс және жаз) графиктерін тұрғызамыз.



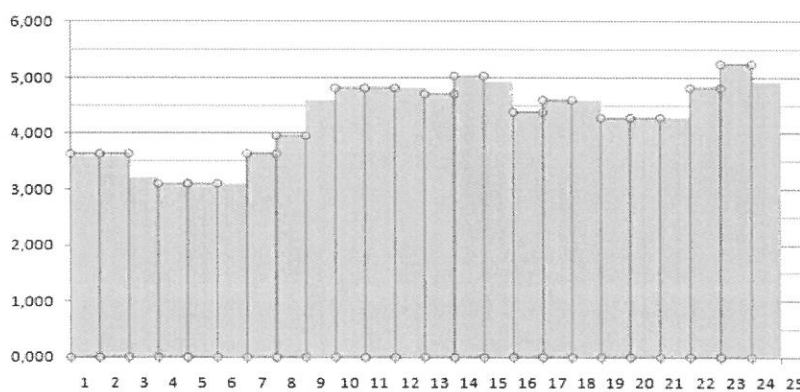
1.1-сурет - Орташа кернеудегі тәуліктік (қыс) график

1.2-кесте - Орташа кернеудегі электр жүктемесінің жазғы период-тағы тәуліктік шамалары

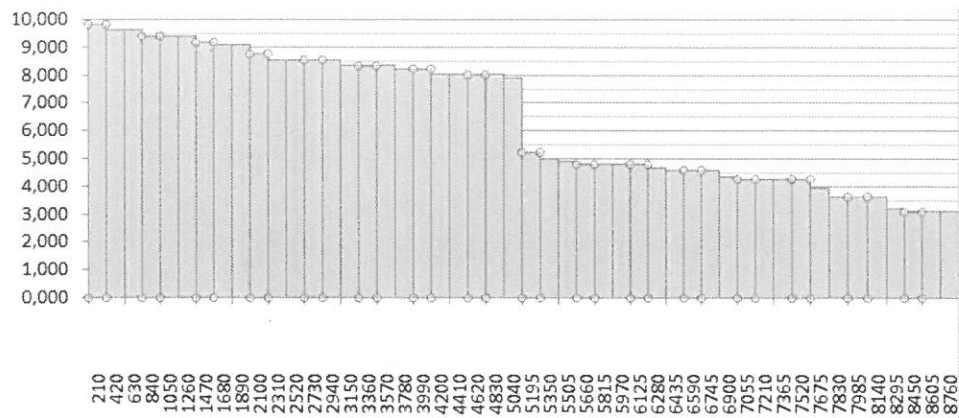
Жаз		Барлығы		
Уақыт		P,мВт	Q,мВАр	S,мВА
0	-1	3,4	1,292	3,637
1	-2	3,4	1,292	3,637

1.2-кестенің жалғасы

Жаз		Барлығы		
Уақыт		P,мВт	Q,мВАр	S,мВА
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
Барлығы		99,8	37,924	106,763



1.2-сурет - Орташа кернеудегі тәуліктік (жаз) график



1.3-сурет - Ұзақтығы бойынша ОК жылдық жүктеме графигі

Тұрғызылған график негізінде жылдық энергия тұтыну, МВт

$$W_{жыл} = \sum_{i=1}^N S \cdot t, \quad (1.3)$$

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

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

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

$$T_{max} = \frac{59826.68}{9.84} = 6078.804 \text{ с,}$$

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

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

Жоғары және төменгі кернеудегі жүктеменің жылдық графигі орташа кернеудегідей анықталады.

1.3 6 кВ төменгі кернеудегі жүктеме графиктерін тұрғызу

Максималды активты Р жүктемеден формулаға сай қысқы период үшін 6 кВ тұтынушыдағы реактивті $Q_{сн 1}$ және толық қуатты $S_{сн 1}$ анықтаймыз.

$$\operatorname{tg}(\varphi) = 0,44,$$

$$Q_{\text{сн}} = 8,2 \cdot 0,44 = 3,608 (\text{МВАр}),$$

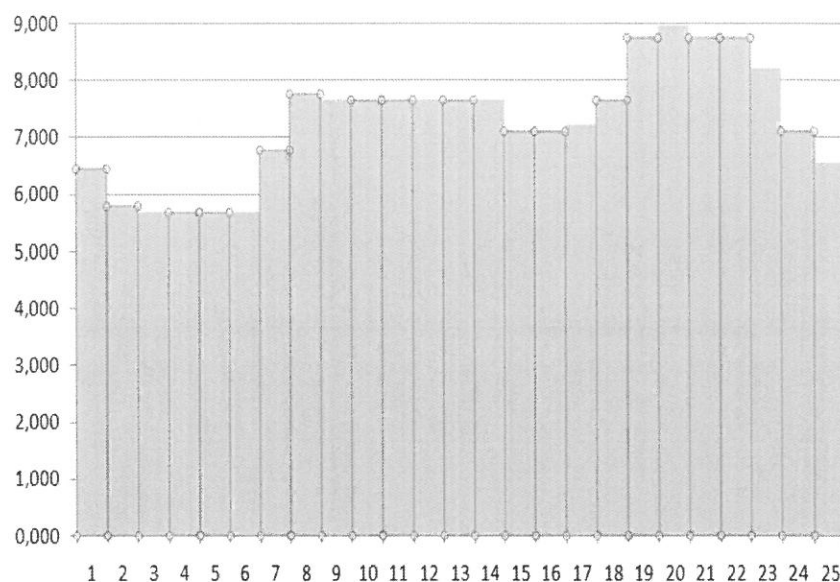
$$S_{\text{сн}} = \sqrt{8,2^2 + 3,608^2} = 8,96 (\text{МВА}).$$

10 кВ тұтынушылардың $Q_{\text{сн}}$ және $S_{\text{сн}}$ графигінің қалған сатыларын жазғы және қысқы период үшін осы тәсілмен анықтаймыз және қуаттардың суммасы арқылы тәуліктік және жылдық графиктерді тұрғызамыз.

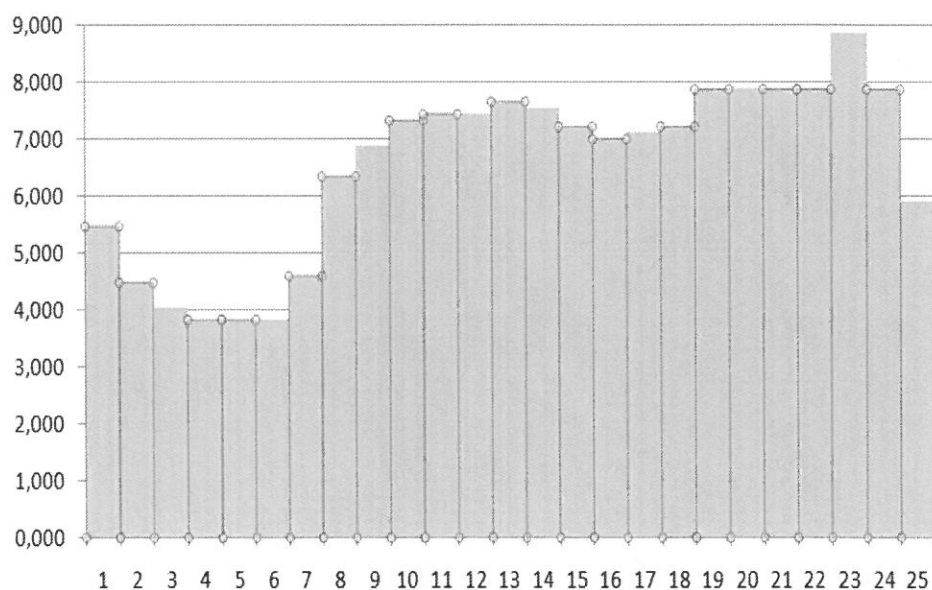
Есептеулер нәтижесін 1.3 және 1.4-кестелерге енгіземіз. 1.3 және 1.4-кестедегі есептеулер нәтижесі негізінде 1.4 және 1.5-суретте берілген ТК тәуліктік (қыс және жаз) графиктерін тұрғызамыз.

1.3-кесте - Төменгі кернеудегі электр жүктемесінің қысқы периодтағы тәуліктік графиктері

Қыс		Барлығы		
Уақыт		P, МВт	Q, МВАр	S, МВА
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



1.4-сурет - Төменгі кернеудегі тәуліктік (кыс) график



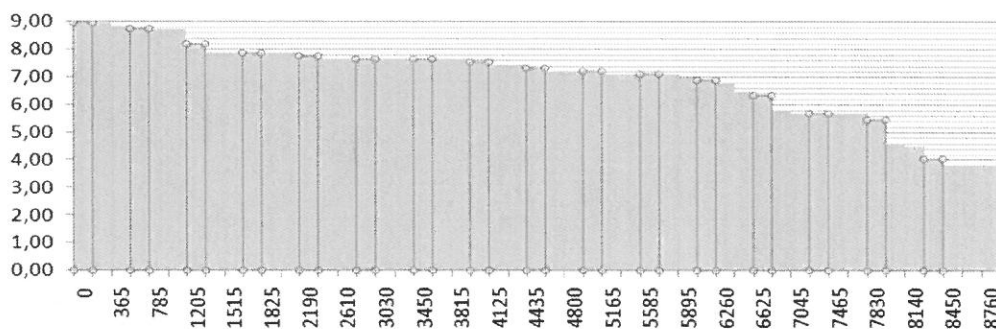
1.5-сурет - Төменгі кернеудегі тәуліктік (жаз) график

1.4-кесте - Төменгі кернеудегі электр жүктемесінің жазғы периодтағы тәуліктік шамалары

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

1.4-кестенің жалғасы

Жаз		Барлығы		
Уақыт		P, мВт	Q, мВАр	S, мВА
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
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 жылдық энергия тұтыну (1.3) формула бойынша анықталады.

$$W_{\text{эл}} = 181.468 \cdot 210 + 163.222 \cdot 155 = 38108.19 + 25299.49 = 63407.68 \text{ мВт/сағ.}$$

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

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

Максимал шығын уақыты (1.5) формула бойынша анықталады.

$$\tau = (0,124 + \frac{7077.54}{10000})^2 \cdot 8760 = 6060,3 \text{ с.}$$

1.4 110 кВ жоғарғы кернеудегі жүктеме графиктерін тұрғызу

Жоғарғы кернеудегі суммарлық жүктемені $P_{\max \text{ вн}}$, $Q_{\max \text{ вн}}$ формула бойынша [4] 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:

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

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

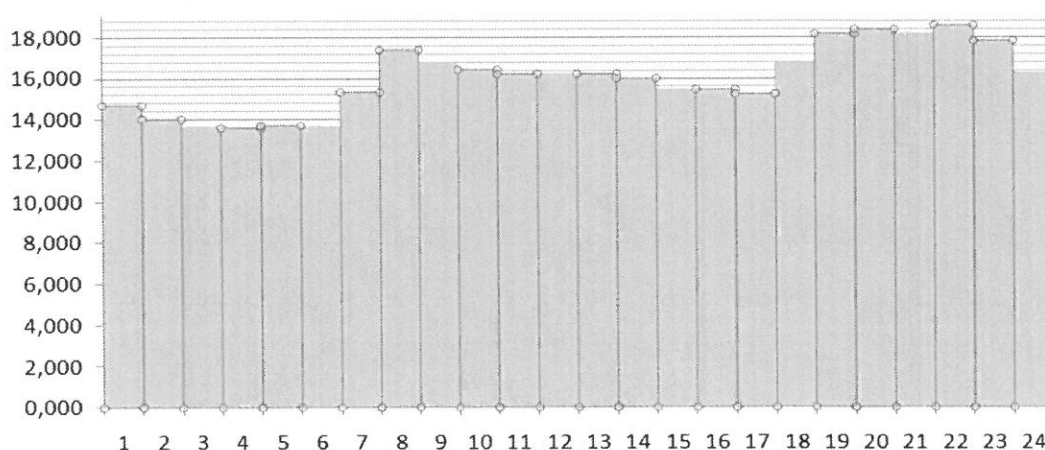
Есептеулер нәтижесін 1.5 және 1.6-кестелерге енгіземіз.

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

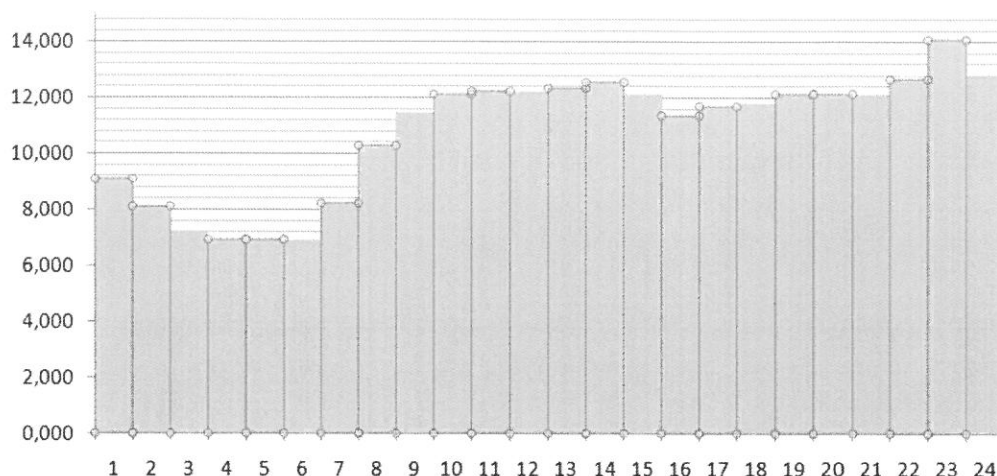
Қыс		Барлығы		
Уақыт		Р,МВт	Q,МВАр	S,МВА
0	-1	13,6	5,522	14,678
1	-2	13	5,258	14,023
2	-3	12,7	5,138	13,700
3	-4	12,6	5,1	13,593

1.5-кестенің жалғасы

Қыс		Барлығы		
Уақыт		P,МВт	Q,МВАр	S,МВА
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



1.7-сурет - Жоғарғы кернеудегі тәуліктік (қыс) график



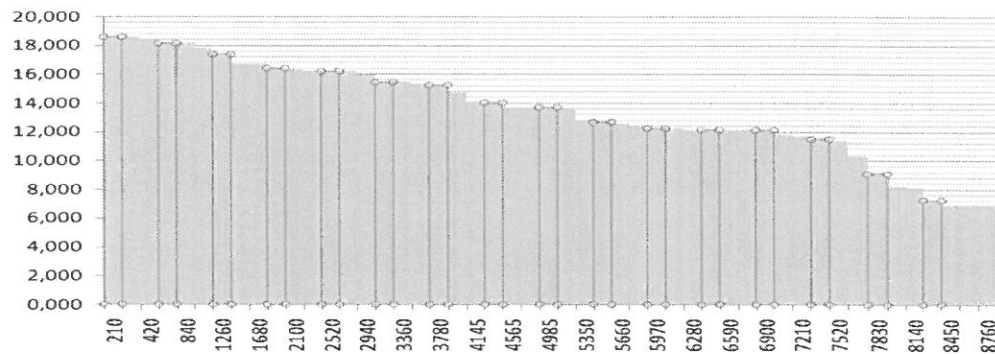
1.8-сурет - Жоғарғы кернеудегі тәуліктік (жаз) график

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

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

1.6-кестенің жалғасы

Жаз		Барлығы		
Уақыт		P, МВт	Q, МВАр	S, МВА
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 графигі

Тұрғызылған график бойынша жылдық энергия тұтыну (1.3) формула бойынша анықталады.

$$W_{\text{жыл}} = \sum_{i=1}^N S \cdot t_i$$

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

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

$$T_{\text{max}} = \frac{W_{\text{жыл}}}{S_{\text{max}}} = \frac{120904,4}{18,576} = 6508,6 \text{ сағ.}$$

Максимал шығын уақыты (1.5) бойынша.

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

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

1.5 Күштік трансформаторлар саны мен қуатын таңдау

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

Осыған байланысты, бірнеше трансформаторы бар төмендеткіш қосалқы станцияға трансформатордың қуатын мына формуламен есептеуге болады:

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

мұндағы $S_{\max}$ – тұтынушылардың максималды қуаты, МВА;
 n – орнатылатын трансформатор саны.

Қосалқы станцияның суммарлық максимал қуаты $S_{\max}$:

$$S_{\max} = 18,58 \text{ МВА},$$

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

Трансформатордың номинал қуатын анықтағаннан кейін, апаттық аса жүктелу бойынша барлық трансформатор іске қосулы кездегі максималды режим үшін жүктелу коэффициенті анықталады.

$$K_z = \frac{S_{\max}}{n \cdot S_{T_{\text{ном}}}} = \frac{18,58}{2,16} = 0,6 \quad (1.10)$$

Сонымен қатар орнатылған қуаты 16 МВА екі ТДТН 16000-110/35/10 трансформаторын таңдаймыз.

Трансформатордың каталогтағы берілгендері 1.7-кестеде көрсетілген

1.7-кесте - Трансформатордың каталогтық берілгендері

Трансформатор типi	U _{ном} , кВ			U _k %			ΔP _k кВт	ΔP _{xx} %	I _{xx} , %
	ЖК	ОК	ТК	ЖК ОК	ЖК ТК	ОК ТК			
ТДТН - 16000/110/35/10	115	38,5	11	10,50	17,5	6,5	100	21	0,8

1.6 Қысқа тұйықталу тогын есептеу және алмастыру схемасын құру

Алмастыру схемасы – есептік схемада келтірілген барлық электрлік және магниттік (трансформаторлық) байланыстары кедергілер арқылы келтірілген электрлік схеманы айтамыз. Қысқа тұйықталу токтарын анықтағанда қорек көздері (энергосүйе, генераторлар, электр қозғалтқыштары) орынбасу схемасына ЭҚК ретінде көрсетіледі, ал қысқа тұйықталу тогы өтетін пассивті элементтер ток шамасына әсер ететін параметрлері көрсетіліп, индуктивті кедергі ретінде көрсетіледі. Орынбасу схемасының элементтерінің параметрлерін атаулы немесе базисті шарт беріп, салыстырмалы бірлікте анықтауға болады. Атаулы бірлікпен анықтағанда, схеманың 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 керек. Оммен өрнектелген кедергілерді таңдалған базалық кернеуге келтіру мына формула бойынша есептеледі:

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

мұндағы X – кернеуі $U_{ср}$ сатыға қосылған элементтің индуктивті кедергісі, Ом

$X_{пр}$ – таңдалған U_{σ} базисты кернеуге келтірілген элементтің индуктивті кедергісі, Ом.

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

$$U_1 = 115 \text{ кВ}; U_2 = 38,5 \text{ кВ}; U_3 = 11 \text{ кВ}$$

Кернеуі 0,4 – 220 кВ тораптарда қысқа тұйықталу тогын есептегенде жуықталған тәсіл пайдаланады. Сондықтан, есептеу кезінде мыналарды есепке алынбайды:

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;

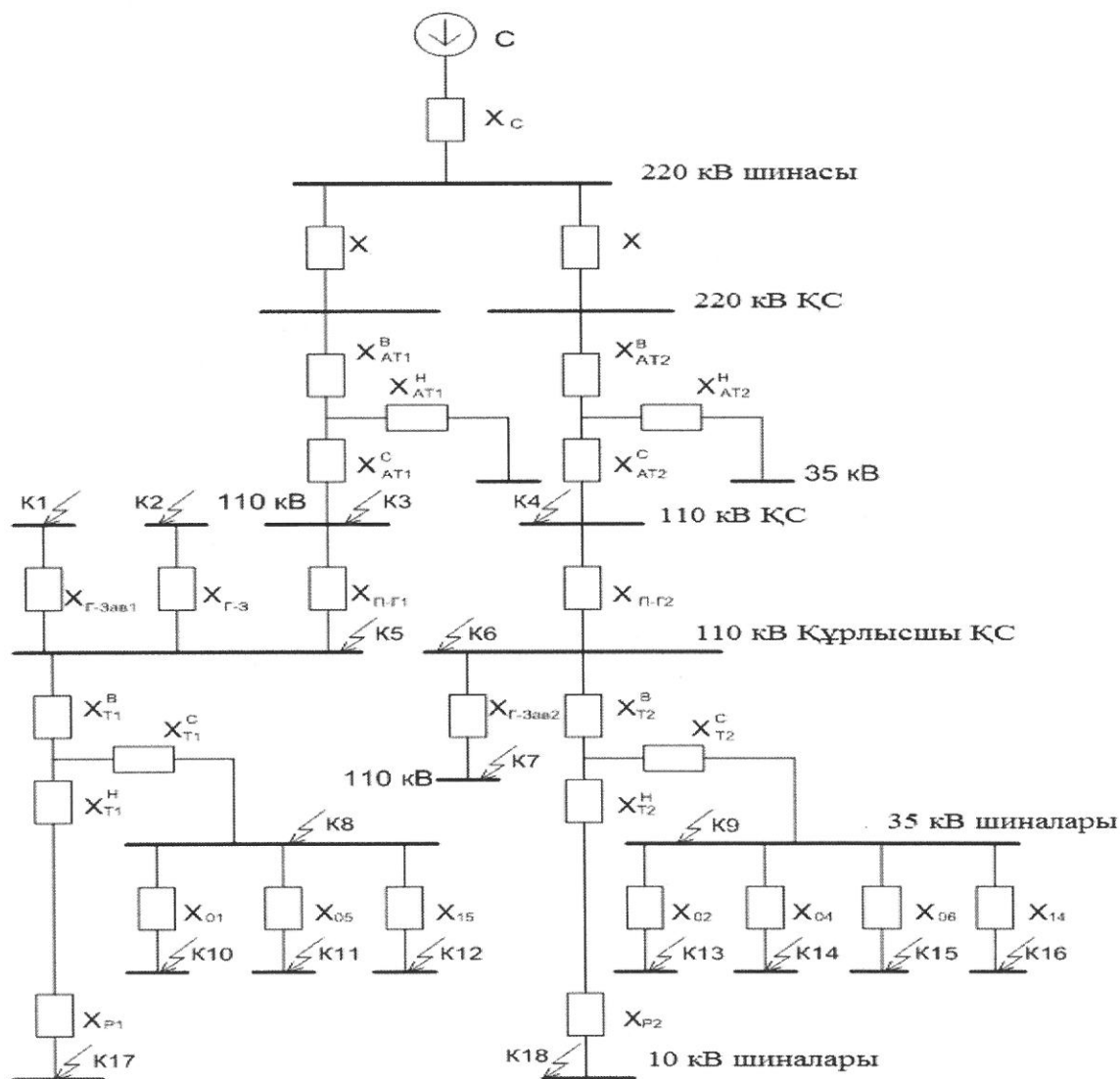
5. Үш фазалы жүйенің мүмкін болатын симметрия еместігін;

6. Энергосүйенің қуаты біріңғай және шексіз деп қарастырылады, яғни қысқа тұйықталу кезінде, қосалқы станцияның шиналарында кедергісі X_c симметриялы үш фазалы кернеу жүйесі өзгеріссіз қалады;

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 – 16000/110/38,5/11 –У-1 трансформаторының 6 кВ шығу желілерінің релелік қорғанысы қарастырылмайды. Сонымен қатар осыған байланысты 1.11 суреттегі көрсетілген қысқа тұйықталу токтарын есептеу үшін орынбасу 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 орынбасу схемасының параметрлері мына формулалар бойынша анықталады.

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:

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

мұндағы X_{JI} – желінің меншікті кедергісі, Ом/км;

L – желі ұзындығы, км.

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

$$X_{IЭС-П1} = 1,76 \text{ Ом}; \quad X_{IЭС-П2} = 1,8 \text{ Ом}.$$

Осы кедергіні таңдалған базалық 115 кВ кернеуге келтіреміз:

$$X_{IЭС-П1} = 1,76 \cdot \frac{115^2}{230^2} = 0,44 \text{ Ом}; \quad X_{IЭС-П2} = 1,8 \cdot \frac{115^2}{230^2} = 0,45 \text{ Ом}.$$

Кернеуі 110 кВ желілердің кедергісін анықтаймыз:

«Саркент – Құрлысшы» желісі:

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

«Құрлысшы – Зайсан» желісі:

$$X_{I-3ав} = 0,413 \cdot 5,022 = 2,074 \text{ Ом}$$

«Құрлысшы – Кәсіпорын» желісі:

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

2. 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 – 16000/110/38,5/11 –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-16000/110/38,5/11-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 – 0,20 У1 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:

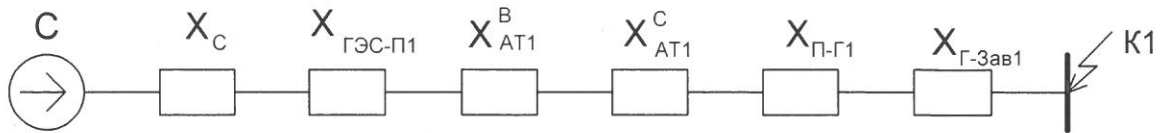
$$I_{K3}^{(3)} = \frac{U_{\delta}}{\sqrt{3} \cdot X_{\Sigma}}, \quad (1.18)$$

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

U_{δ} – базалық кернеу, кВ.

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

К1 нүктесіндегі қысқа тұйықталу:



1.12-сурет – Үш фазалы қысқа тұйықталудың орынбасу сұлбасы

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:

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

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

1.9 Екі фазалы қысқа тұйықталу токтарын есептеу

Екі фазалы қысқа тұйықталу тоғы мына формула бойынша есептелінеді:

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

мұндағы 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:

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

1.10 Нөлдік реттік ток үшін алмастыру сұлбасының параметрін есептеу

Нөлдік реттегі алынған кедергі былайша анықталады:

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

мұндағы X_B , X_C – трансформатордың жоғары және орташа кернеудегі орамдардың тура тәртіптегі кедергілері.

ТДТН – 16000/110/35/10–У-1 трансформатордың нөлдік реттегі алынған кедергісін анықтаймыз :

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

Саркент қосалқы станциясында қойылған автотрансформатордың орамдар кедергісін өзгертпейміз.

Әуе желісіндегі нөлдік реттегі кедергісін есептеу кезінде қиын тапсырма болып табылады. Қиындығы – жерге тоқты тарату. Қиындықты азайту үшін, әуе желісіндегі нөлдік тәртіптегі кедергіні тірек материалынан, номиналды кернеуден, сымдардың орналасуынан сәйкес келетін анықтамадан есептейтін боламыз:

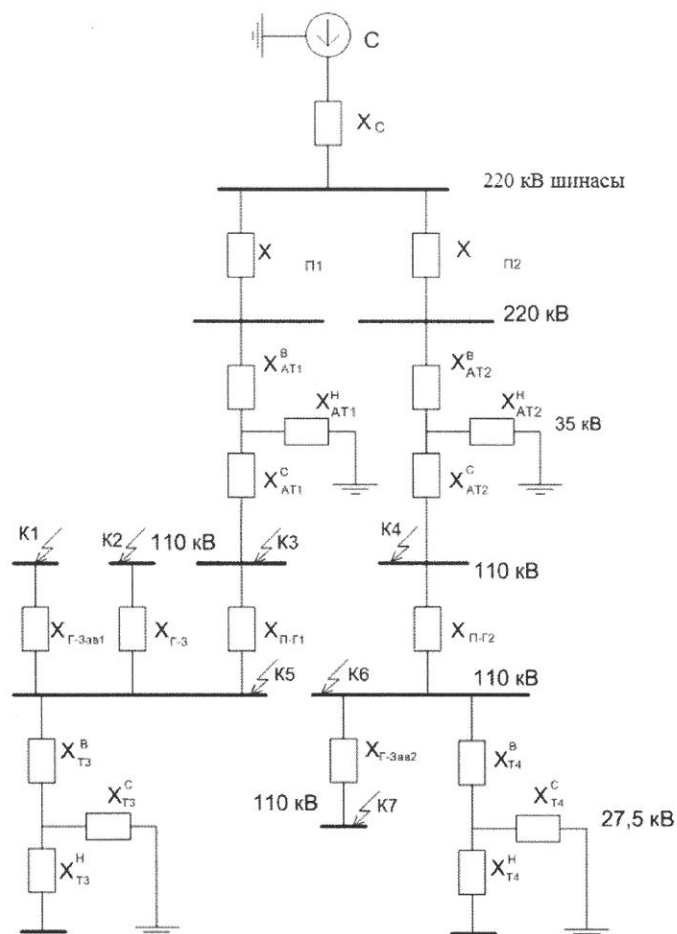
1) «БГЭС – Саркент» желісіне 220 кВ:

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

Берілген кедергіні 115 кВ кернеу деңгейіне айналдырамыз:

$$X_0^{I\text{ЭС}-П1} = 5,54 \cdot \frac{115^2}{230^2} = 1,385 \text{ Ом,}$$

$$X_0^{I\text{ЭС}-П2} = 5,67 \cdot \frac{115^2}{230^2} = 1,418 \text{ Ом.}$$



1.13-сурет – Нөлдік реттік орынбасу сұлбасы

2) 110 кВ желіге:

«Саркент – құрлысшы»:

$$X_0^{II-I'} = 4,456 \cdot 3,58 = 15,952 \text{ Ом.}$$

«Құрлысшы – Зайсан»:

$$X_0^{I'-Зав} = 2,074 \cdot 3,58 = 7,425 \text{ Ом.}$$

«Құрлысшы – кәсіпорын»:

$$X_0^{I'-З} = 12,349 \cdot 3,58 = 44,209 \text{ Ом.}$$

Жеңілдету үшін кедергілер жүйесін өзгертпесе болады.

1.11 Бірфазалы қысқа тұйықталу кезінде нөлдік реттік үш еселенген тоқты есептеу

Бірфазалы қысқа тұйықталу кезінде:

$$3I_0^{(1)} = I_{\kappa 3}^{(1)}.$$

Тура кедергі мен кері тәртіптегі кедергіні теңбе-тең деп алсақ, онда бірфазалы қысқа тұйықталу тоғын мына формула бойынша анықтайды:

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

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:

$$X_1 = X_0^{T4} + X_{\Pi-\Gamma 2} + X_{T2}^C, \quad (1.22)$$

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

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

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

$$X_3 = X_2 + X_{T2}^B + X_{\Gamma \text{ЭС}-\Pi 2}, \quad (1.24)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$X_{0\Sigma(KK1)} = X_8 + X_{I-3aa1}, \quad (1.30)$$

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

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

2) Минималды режимде:

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

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

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

$$X_5 = X_4 + X_{I\Delta C-III} + X_{T1}^B, \quad (1.32)$$

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

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

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

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

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

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

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

$$X_{0\Sigma(KK1)} = X_8 + X_{I'-3ав1}, \quad (1.36)$$

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

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

1.12 Жерге екі фазалы қысқа тұйықталу кезінде нөлдік реттік үш еселенген тоқты есептеу

Жерге екі фазалы қысқа тұйықталу кезінде нөлдік реттік үш еселенген тоқты мына 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:

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

1.13 Жұмыс және номиналды тоқтарды есептеу

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.

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

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

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

1.14 Қосалқы станциядағы электржабдықтарды таңдау

Кернеуі 110 кВ – қа электр аппараттарын таңдау.
Жұмысшы ток мына формуламен анықталады:

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

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

Максимальды жұмысшы ток келесі формуламен анықталады:

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

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

Айырғыш пен ажыратқыш таңдау [7].

ВГП-110П-20/2500 УХЛ 1 типті айырғыш ВГП сериялы элегазды бакты ажыратқыш.

ВГБ сериялы ажыратқыш элегазды доғаның келесідей қасиеттері бар:

- номиналды кернеуі 35 кВ;
- номиналды тогы 1000 А;
- электродинамикалық тұрақтылығы 35 кА;
- термиялық тұрақтылық тогы 12,5 А;
- жалпы салмағы 650 кг.

1.8-кесте - Ажыратқыш пен айырғыш таңдау

Таңдау шарттары	Есептік берілулер	Каталогтық берілулер	
		ВГП-110 П - 20/2500 УХЛ 1	РГ-110/1000 УХЛ1
$U_{\text{н.выкл}} > U_{\text{уст}}$ кВ	110	126	110
$I_{\text{н.в}} > I_{\text{р.м.}}$ А	119,786	2500	1000
$I_{\text{ажыр}} \geq I_{\text{пт}}$ кА	3,66	20,36	-
$I_{\text{нр}} \geq I_{\text{по}}$ кА	5,9	40	31,5
$i_{\text{нр.с}} \geq i_{\text{уд}}$ 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:

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

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

Ток трансформаторын таңдау.

ТВ-110 типті келтірілген ток трансформаторын каталог бойынша [5] таңдаймыз. Таңдалған ТТ-дың белгіленген мәндері 1.9 кестеде көрсетілген.

1.9-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 1.10 кестеде көрсетілген.

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

1.10-кесте - Мәндерді салыстыру

Есептік мәндер.	Каталогтық мәндер
	ТВТ-110
U=110 кВ	U=110 кВ
I _{мак.жұм} = 293 А	I _{ном} =300 А
B _к =16,36 кА ² с	$I_T^2 t_T = 25^2 \times 3 = 1875 \text{ кА}^2\text{с}$

Икемді шина таңдау [7].

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

$$I_{ic.k} \geq I_{мак.ж.},$$

Ендігі кезекте сым маркасы таңдалады:

АС-95/16

d=95мм

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

I_{но}≤20кА бойынша да тексереміз.

Тәждік разряд шарт бойынша 70 мм²-ші ең төменгі қима қабылданады. Бастапқы критикалық кернеулік келесі формуламен есептеледі:

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

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

$$r_0 = \frac{d_0}{2}, \quad (1.43)$$

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

мұндағы $m=0,82$ – өткізгіш бетінің кедірін есепке алатын коэффициент;
 r_0 – сым радиусы.

Айналасы жарықшақты емес өткізгіш электр өрісінің кернеулігі:

$$E = \frac{0,354 \cdot U}{r_0 \cdot \lg \frac{D_{op}}{r_0}}, \quad (1.44)$$

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

мұндағы U – максималды желілік кернеу $=121 \text{ кВ}$;
 D_{op} – фазалардың орташа геометриялық өткізгіштер арасындағы қашықтығы $=1,26D$;
 D – көрші фазалар арасындағы қашықтық. $D=250 \text{ см.}$

$$D_{op} = 1,26 \cdot D, \quad (1.45)$$

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

Тексеру: егер $0,9 \cdot E_0$ аспайтын өрістің ең үлкен кернеулігі кез-келген өткізгіштік бет болса, өткізгіштерге тәж кигізбейді. Бірақ, тәжді шартты түрде жазуға болады:

$$1,07 \cdot E \leq 0,9 \cdot E_0 \quad (1.46)$$

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

$$27,82 < 31,14 \text{ кВ/см.}$$

Тәждік разряд шарты бойынша АС-95/16 сымы өтеді.

Тіректегі өткізгіштерінің бекіткіштері үшін түрдің аспалы изоляторларын [2] 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 [2].

Жұмысшы ток жоғарыда келтірілген (1.41) формуламен анықталады:

$$I_{ж} = \frac{18,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 35} = 305,17 A$$

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

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

Ажыратқыш пен айырғыш таңдау [3].

Каталог бойынша ВБС-35III-25/1000 УХЛ1 типті ажыратқыш таңдаймын. Ашық электр оқшаулаумен электромагниттік және серіппелі электромагнитті ағытпалы электромагнитті ажыратқыштар, үш фазалы желілерінде электрлендірілген темір жолдардың тартқыш қосалқы станциялары үшін станциялардың, қосалқы станциялардың ашық бөліктеріндегі электр желілерінде жұмыс істеуге арналған сыртқы қондырғы.

1.11-кесте - Ажыратқыш пен айырғыш таңдау

Таңдау шарттары	Есептік мәндер	Каталогтық мәндер	
		ВГБ-35-12,5/1000	РГ-35/1000 УХЛ1
$U_{ном.кос} > U_{орн}$ кВ	35	35	35
$I_{ном.к} > I_{макс.ж}$ 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 [3].

Келтірілген ток трансформаторы ТФЗМ-35А -600/5 типті таңдаймыз.

Таңдалған ТФЗМ-35А -600/5 типті ток трансформаторының каталогтық берілген мәндері 1.12-кестеде келтірілген.

1.12-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 1.13-кестеде келтірілген.

1.13–кесте- Мәндерді салыстыру

Таңдау шарттары	Есептік мәндер	Каталогтық мәндер
		ТФЗМ-35А-600/5
$U_{mm} \geq U_{орн}$ кВ	35	35
$I_{1mm} \geq I_{макс.жс}$	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 ·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:

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

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

Таңдап алынған ток трансформаторымыз динамикалық және термиялық беріктілік шартын қанағаттандырады.

Иілгіш шина таңдау.

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

Құрама шиналардың қимасы қосуды ең үлкен жұмыс тоғы бойынша [5] тандаймыз. Ең үлкен жұмыс тоғы жоғарыдағы есептелген бойынша 427,23А-ге тең.

Сым маркасын минималды ауданымен аламыз АС-150/19, d=150мм, $I_{p.ст.}=450A$.

ПУЭ-ге сәйкес термиялық және электродинамикалық беріктілікке шинаны тексермейміз және тәждік разряд шартымен тексерілмейді.

Тіректегі өткізгіштерінің бекіткіштері үшін түрдің аспалы изоляторларын тандаймыз.

Кернеуі 10кВ-қа электржабдықтарын тандау [5].

Жұмысшы ток жоғарыда келтірілген (1.39) формуламен есептеледі:

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

Максимальды жұмысшы ток жоғарыда келтірілген (1.40) формуламен есептеледі:

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

Ажыратқыш тандау [5].

Каталог бойынша FRX073166 типті элегазды ажыратқышты тандаймыз.

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

Таңдап алынған FRX073166 типті элегазды ажыратқыштың каталогтық мәндері мен есептелген мәндерді салыстыру төмендегі 1.14-кестеде келтірілген.

Сөну бейімділігіне тексеру (1.41) формула бойынша есептелінеді:

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

1.14-кесте - Ажыратқыш тандау

Таңдау шарттары	Есептік мәндер	Каталогтық берілулер
		FRX073116
$U_{н.выкл} > U_{уст}$ 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
$I_{пр} \geq I_{по}$ кА	10,6	10
$i_{пр.с} \geq i_{yo}$ кА	27,28	100

1.14-кестенің жалғасы

Таңдау шарттары	Есептік мәндер	Каталогтық берілулер
		FRX073116
$I_T^2 \times t_T \geq B_K \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	52,2	$31,5^2 \cdot 1 = 992,5$
Жетек		Эл.моторлы

Ток трансформаторын таңдау [5].

Ток трансформаторы Т0Л-10-1000/5 типін аламыз.

Алынған ток трансформаторының каталогтық мәндері төмендегі 1.15-кестеде көрсетілген.

1.15-кесте - Каталогтық берілулер

Тип ТТ	U _н , кВ	Ном. Ток		Z ₂ для кл. 0,5	Дин. ст-ть		Тер. Ст-ть.		
		I _{ном}	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 (1.46) формула бойынша орындалады:

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

Динамикалық беріктілікке тексеру (1.47) формула бойынша орындалады:

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

Таңдап алынған ток трансформаторының есептік және каталогтық мәндерін салыстыру келесі 1.16-кестеде келтірілген.

1.16-кесте - Есептік және каталогтық мәндерді салыстыру

Есептік мәндер	Каталогтық берілулер.
	Т0Л-10-1000/5
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
$I_T^2 \times t_T \geq B_K \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$31,5^2 \cdot 1 = 992,25$

Кернеуі 10кВ-қа шина таңдау.

Таңдау үшін мәндер:

$$\begin{aligned}
I_p &= 606,2 \text{ A} \\
U &= 10 \text{ кВ} \\
L &= 1000 \text{ мм} \\
a &= 250 \text{ мм} \\
\tau_0 &= 70^\circ \text{C} \\
i_y &= 27,28 \text{ кА} \\
I'' &= 10,6 \text{ кА}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
t_c &= 0,25 \text{ с} \\
K_t &= 1 \\
K_p &= 0,95 \\
K_n &= 1 \\
K_{\text{поп}} &= K_t \cdot K_n \cdot K_{\text{нв}} = 1 \cdot 1 \cdot 0,95 = 0,95
\end{aligned}$$

Рұқсат етілген токты анықтаймыз:

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

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

Термиялық беріктілікке сәйкес минималды ауданын табамыз:

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

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

Шина термиялық беріктілікке сәйкес кесте бойынша тікбұрышты алюминилі шинаны таңдаймыз: АТ-50×6, $I_{\text{р.ет.}} = 740 \text{ A}$.

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

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

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

Шиналардың кедергі моменті төмендегі формула бойынша анықталады:

$$W = \frac{h \cdot b^2}{6}, \quad (1.51)$$

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

Металлдағы кернеу июші момент пен кедергі моментке қатынасы бойынша анықталады:

$$\sigma_{ecen} = \frac{M}{W} , \quad (1.52)$$

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

$$\sigma_{ecen} \leq \sigma_{p.ет}, \quad (1.53)$$

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

2 110/35/10 кВ күштік трансформаторлардың релелік қорғанысын орындау

2.1 Релелік қорғаныс және автоматика тағайындаулары

Релелік қорғаныс және автоматика — автоматтық басқару және автоматтық реттеу құрылғыларынан тұратын, автоматтық құрылғылардың жиынтығы. Релелік қорғаныс — электр автоматикасының негізгі түрі болып табылады. Онсыз қазіргі энергетикалық жүйелердің сенімді жұмысы мүмкін емес. Релелік қорғаныстың басты элементі болатын арнайы құрылғы — ол реле. Ол энергожүйенің бүкіл бөліктерінің күй-жағдайын және жұмыс жүргісін тынымсыз тексереді және, пайда болған ақаулық пен қалыпсыз жұмысқа орай әрекет етеді. Бұзылған жер болса қорғаныс мұны табады да жүйеден ажыратады. Бос жүріс пайда болғанда қорғаныс оны анықтайды да, бұзылудың сипаттамасына байланысты, бос жүрісті қалпына келтіру үшін қажетті іс-әрекет жасайды немесе кезекші қызметкерлерге белгі береді.

Уақытында іс-шаралар қолдансақ, қауіпті жағдайдың алдын алуға болады (мысалы, көтерілген ток немесе кернеуді төмендетсек болғаны). Егер қондырғы немесе жүйеде қауіпті режим пайда болса, онда оны дер кезінде берілген уақыттарда өшіріп тастау керек. Ал, бұл автоматты құрылғы арқылы ғана жүзеге асады. Осы себептен электр жабдықтарын және оның элементтерін қауіпті жағдайлардан және бір қаліпті емес режимдерден автоматты құрылғылар арқылы қорғайды. Бірінші кезекте автоматты құрылғы (қорғаныс) ретінде балқымалы сақтандырғыштар қолданылды. Кейін қорғаныс құралы ретінде электрлі автомат- релесі арқылы қолданылды. Сондықтан қорғаныс құрылғыларды жасауда релелі пайдаланғандықтан, оны релелік қорғаныс деп атады.

Релелік қорғаныс (РҚ) ЭЖ (Электрмен жабдықтау) элементін үздіксіз бақылай отырып, бұзылулар мен нормальді емес режим кезінде бірден әсерге келеді. Бұзылулар кезінде релелік қорғаныс бұзылған участокты анықтап, оны ЭЭС-тен ажыратады, күштік ажыратқыштарға Q әсер береді, ол өз кезінде үлкен токтарды ажыратады. Нормальді емес режимде релелік қорғаныс бұзылуды анықтап, бұзылу түріне қарай ажыратады немесе автоматты түрде операцияларды өзі қолдануы керек. Болмаса жедел қызмет көрсетушіге сигнал беру арқылы нормальді емес режимді қалпына келтіру үшін керекті жұмыстар атқарылады. Кернеудің төмендеуі электр энергия тұтынушылардың және электр станцияларының энергожүйесінің (ЭЭЖ) тұрақты қосарластық (параллель) жұмысының қалыпты жұмысын бұзады. Қалыптан тыс режимдер кернеудің, токтың және жиіліктің, белгіленген мөлшерден ауытқуына алып кеп соқтырады. Жиілік пен кернеудің төмендеуі кезінде тұтынушының қалыпты жұмысының бұзылуына және электр жеткізу желісінің орнықтылығына қауіп туады, ал ток пен кернеудің көтерілуі электр жеткізу желісінің және жабдықтардың бұзылуына қатер төндіреді. Ақау орнындағы бұзылуды

төмендету және электр жеткізу желісінің зақымдалған бөлігінің қалыпты жұмысын қамтамасыз ету үшін ақау орнын тез анықтап және ЭЭЖ зақымдалмаған бөлігінен ақау орын бөліп алу қажет. Ақауды анықтау мен ажыратуды тез іске асыру қажет- көп жағдайларда ондық және жүздік секунд мөлшерінде, бұл тек автоматика құралдарынмен ғана қамтамасыз етіледі. Осыған байланысты ЭЭЖ және оның элементтерін ақаудың қауіпті салдары мен қалыптан тыс режимдерден қорғайтын автоматты құрылғыларды жасау және қолдану қажеттілігі туды. Бастапқыда аталған (қорғау) автоматика түрінде ерігіш сақтандырғыш қолданылған. Соңынан электрлік автоматтар көмегімен қорғаныс құрылғылар реле жасалды.

2.2 Күштік үш орамды трансформаторлардың қорғанысы

Дифференциалды ток трансформаторының қорғаныс аймағы мен қолданылуы келесідей орындалады:

- дифференциалды ток кескіш, РТ-40;
- дифференциалды ток қорғанысы аралық ток трансформаторымен;
- релелік қорғаныс тежеумен ДЗТ-11;
- релелік қорғаныс ДЗТ-21;
- жартылай өткізгіш релелік қорғаныс;
- микропроцессорлық қорғаныс;

Есепті берілген әдіс бойынша жүргіземіз:

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

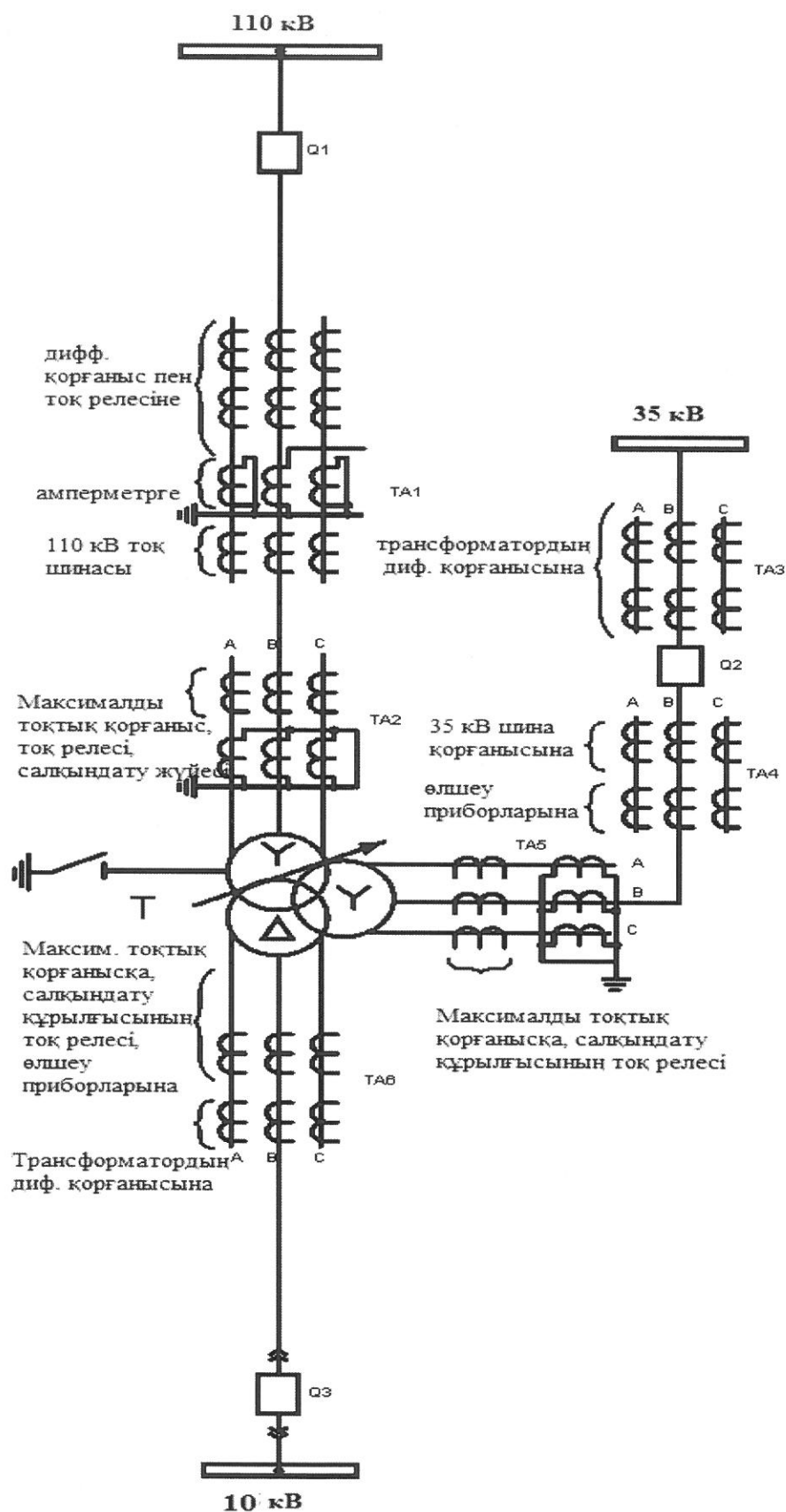
$$I_{НОМ} = \frac{S_{НОМ}}{\sqrt{3} \cdot U_{НОМ}}, \quad (2.1)$$

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

$U_{НОМ}$ – трансформатордың 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 ток:

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

ТК жағындағы ток:

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

Күштік трансформатордың жалғану орамдарының $Y/Y/\Delta$ сұлбасымен $\Delta/\Delta/Y$ тоқ трансформаторының екіншілік орамындағы жалғану сұлбасын тандап, ДЗТ – 21 үш релеге дифференциалдық тұйықталуын орнатамыз.

Ток трансформаторының есептеу коэффициентін мына формула бойынша анықтаймыз:

$$K_{ТА\text{ расч}} = \frac{I_{НОМ} \cdot K_{CX}}{I_{НОМ\text{ ТА}}}, \quad (2.2)$$

мұндағы $I_{НОМ}$ – қорғалған трансформатор жағындағы номиналды ток, А;
 $I_{НОМ\text{ ТА}} = 5 \text{ А}$ – ток трансформаторының номиналды екіншілік тоғы;

K_{CX} – орамдарды косу сұлбасының коэффициенті;

$K_{CX} = 1$ Y үшін;

$K_{CX} = \sqrt{3}$ Δ үшін.

ЖК жағында:

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

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

ОК жағында:

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

ТК жағында:

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

Реленің тежелу тізбегіндегі аралық трансформатор тоғының тармағындағы есептік ток мына формула бойынша анықталады:

$$I_{\text{ОТВ.ТОРМ.РАСЧ.}} = \frac{I_{\text{НОМ.В}}}{K_{\text{АТ}}}, \quad (2.3)$$

мұндағы $K_{\text{АТ}}$ – Тежелу іске асатын жердегі теңестірілген трансформатордың трансформация коэффициенті. Егер автотрансформатор жоқ болса, онда $K_{\text{АТ}} = 1$.

ЖК жағы (негізгі):

$$I_{\text{ОТВ.ТОРМ.РАСЧ.}}^{\text{ВН}} = \frac{4,6}{1} = 4,6 \text{ А.}$$

ОК жағы:

$$K_{\text{АТ}} = 1,64, \quad I_{\text{ОТВ.ТОРМ.РАСЧ.}}^{\text{СН}} = \frac{8,3}{1} = 8,3 \text{ А.}$$

ТК жағы:

$$K_{\text{АТ}} = 1,6, \quad I_{\text{ОТВ.ТОРМ.РАСЧ.}}^{\text{НН}} = \frac{4,8}{1} = 4,8 \text{ А.}$$

Тежелу тізбегіндегі ток трансформаторының аралық номері:

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

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

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

2.3 Электр берілісінің желісін қазіргі заманғы микропроцессорлармен қорғау

Релелік қорғаныстағы теорияның және тәжірибенің болашағы зор бағыт болып, сандық микроЭВМ-ді және соның негізінде қорғаныс бағдарламаларын қолдану болып табылады. Мұндай мүмкіндік, релелік қорғаныстың мәліметті арифметика-логикалық жүйеге алмастыруымен сипатталады. Бұл алмастыру әсерлі шамалардан тұрады. Ал алмастыру процессін қорғаныс функциясының алгоритмі болып саналатын, аналитикалық өрнек ретінде бағалаймыз.

Қазіргі заманғы микропроцессорлық релелерде, әр түрлі функциясы және сипаттамасы (алгоритмдары) бар көптеген қорғаныс бағдарламалары болады. Қорғаныстың жұмыстық алгоритмдары уақыттың нақты қарқынында орындалады. Сонымен қатар компьютерлік программаларды микропроцессорлық релелердің функционалды қамтамасыздандырылуы үшін ғана емес, сонымен бірге оларды алыстан қызмет көрсету үшін пайдаланады.

Бұл қорғаныстың микропроцессорлық техникасының және басқарудың толық емес артықшылықтарынан байқайтынымыз, релелік қозғалыс техникасын және оның бағдарламалық қамтамасыздандыру автоматикасын (РҚА) әдістемелік жағынан үйрену керек екенін айтады. Бағана көрсетілгендей, РҚА микропроцессорлық қондырғылары сырт мемлекеттерде жиырма жылдай бұрын уақытта қолданылған. Бұл уақыт кезеңінде реленің аппаратты бөлігінің ыңғайлы жағы анықталды. Жауап ретінде айтсақ, қазіргі кездегі сандық релелер, әр түрлі маркалармен өндірілсе де, көптеген ортақ қасиеттерге ие, ал олардың сипаттамасы бір-біріне байланысты болады.

Көп функционалды жаңадан шыққан қорғаныстарды білсемде, Shneider Electric еуропалық фирмасымен шығарылатын, Sepam маркасының микропроцессорлы блок қорғаныстарын таңдадым.

2.4 35 кВ желіні қорғау үшін Sepam P3 сериялы шағын процессорлы терминалды қолдану

Sepam P3 - трансформаторды, электр қозғалтқышын және генераторды қамтитын орта кернеу тарату желілеріне арналған қорғаныс және басқару құрылғыларының сериясы. Easergy Sepam P3 - бұл күн сайын пайдаланудың сенімділігі мен қарапайымдылығы бойынша өз класында ең жоғары сипаттамаларға ие сенімді және ең заманауи құрылғы. Ал кіріктірілген доғалы қорғаныс эксплуатациялық персонал үшін де, электр жабдықтары үшін де, оның қызмет ету мерзімін ұзарта отырып, қауіпсіздіктің жоғары деңгейіне кепілдік береді.

Sepam P3 шағын процессорлы блок өзіне көптеген қорғаныс функциясын, автоматиканы және басқаруды алады:

1. Қорғаныс функциясы:

- а) доғалы тұйықталудан кіріктіріме қорғаныс;
- б) жерге тұйықталудан үш деңгейлі тоқтық қорғаныс;
- в) минималды тоқ қорғанысы.

2. Автоматика функциясы:

- а) техникалық қолдану ыңғайлылығы;
- б) сымның үзілуінде қорғаныс;
- в) Ажыратқышты керек етпейтін резервтік құрылғы (АРҚ);
- г) өшірудің бақылау тізбегі;
- д) ажыратқыштың басқару және бақылау жағдайы.

3. Тіркеу функциясы:

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

Easergy Seram P3 қалалық электрмен жабдықтау объектілерінің, инфрақұрылым объектілерінің (әуежайлар, жолдар), сумен жабдықтау, коммерциялық ғимараттар, қонақ үйлер, өнеркәсіптік кәсіпорындар, коммуналдық қызметтер-электр энергиясын бөлу және т. б. электр жабдықтарын қорғау функцияларын қамтамасыз етеді.

Easergy Seram P3 40-тан астам қорғаныс функцияларын желіні, секциялық ажыратқышты, трансформаторды, қозғалтқышты және генераторды қорғауды қамтиды.

2.5 Easergy Seram P3 блогының үш сатылы ток қорғанысының іске қосылу параметрлерінің есептелулері

Seram сандық терминалдарының берілістері номиналды мәндерден процент арқылы беріледі. Сандық релелерді пайдалану, әр реленің бастапқы баптауларының керектілігінен алып тастамайды. Үш сатылы тоқтық қорғаныс есептерінің нәтижесінде классикалық қорғаныс есептерінің аналогиясымен әр сатының іске қосылу тогы мен іске қосылу уақытын таңдау керек.

Қорғаныстың бірінші сатысы болып лездік әрекеттің селективті тоқтық кесуі (ТК) болып табылады, (2.1) теңдеуімен іске қосылу тогын табамыз, сандық реле қорғанысы уақытында сенімділік коэффициенттерін 1,1 мен 1,15 шектігінде алу қажет:

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

(2.2) теңдеуі бойынша ТК-ның сезгіштігін тексерейік:

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

Яғни қорғаныс сезімталдығы ПУЭ шарттарын қанағаттандырмайды. Блоктың екі сатылы қорғанысы болғасын, селективті емес тоқтық кесудің қолданылуы қаралмайды.

Реленің бірінші сатылы қорғанысының іске қосылу тогын анықтаймыз: ток трансформаторының трансформация коэффициентін $K_{TA} = \frac{300}{5}$, ал схема коэффициентін $K_{CX} = 1$ деп қабылдаймыз, сол кезде:

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

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

Қосалқы станциясының трансформаторының кедергісі:

$$X_{T \text{ Осиновка}} = 105,82 \text{ Ом.}$$

(1.18) теңдеу 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:

$$I''_{C.З.} = 1,1 \cdot 415,5 \cdot \frac{115}{38,5} = 1365,2 \text{ А}$$

Қорғаныстың сезімталдығын сезгіштік коэффициентімен анықтаймыз:

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

Яғни коэффициент ПУЭ шарттарын қанағаттандырады.

Реленің екінші сатылы қорғанысының іске қосылу тоғын (2.3) анықтаймыз:

$$I''_{C.P.} = \frac{K_{CX} \cdot I''_{C.З.}}{K_{ТА}}$$

$$I''_{C.P.} = \frac{1 \cdot 1365,2}{300} = 22,75 \text{ А}$$

$4,55 I_{НОМ}$ 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.

МТҚ-ның іске қосылу тоғын [3] есептеп, сенімділік коэффициентін және цифрлық реленің қайту коэффициентін 1,1 және 0,95 аралығында қабылдаймыз.

$$I_{C.3.}''' = \frac{1,1 \cdot 2}{0,95} \cdot 109 = 252,4 \text{ A}$$

Үшінші сатылы қорғаныстың сезімталдығын [3] анықтаймыз:

$$K_{q.оч.} = \frac{977}{252,4} = 3,87 > 1,5$$

Бұл негізгі участок негізінде сезгіштік коэффициенті ПУЭ-дегі бүкіл шарттарды қанағаттандырады.

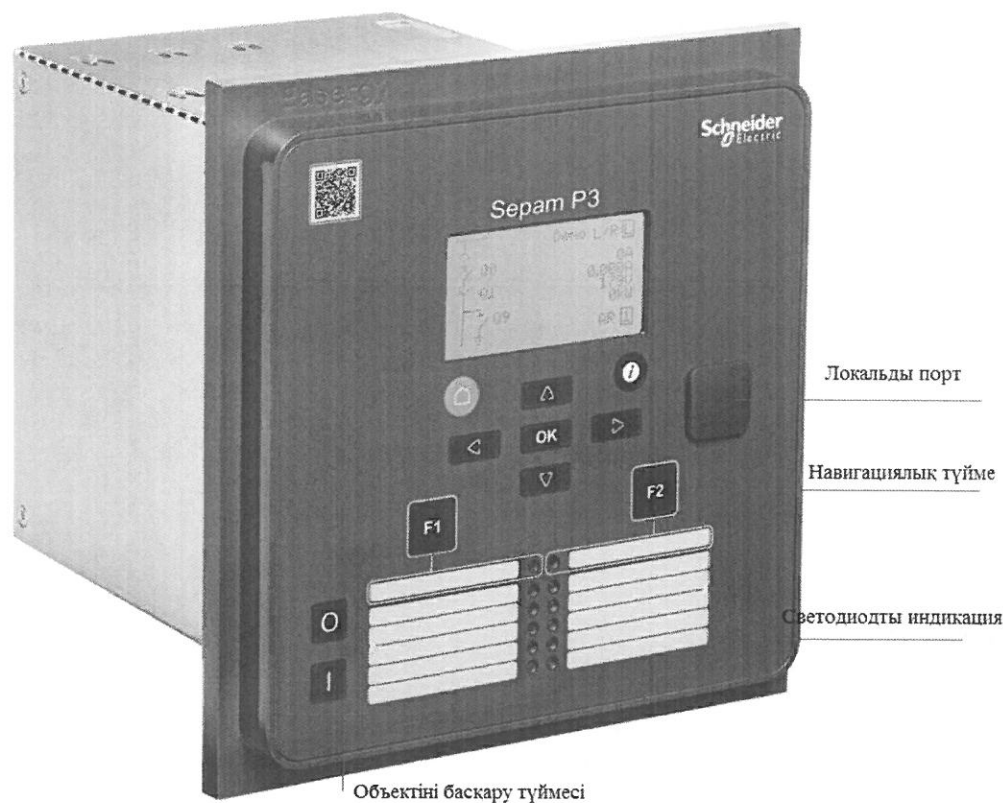
$$K_{q.пез.} = \frac{349}{252,4} = 1,38 > 1,2$$

Бұл қосымша участок негізінде сезгіштік коэффициенті ПУЭ-нің бүкіл шарттарды қанағаттандырады.

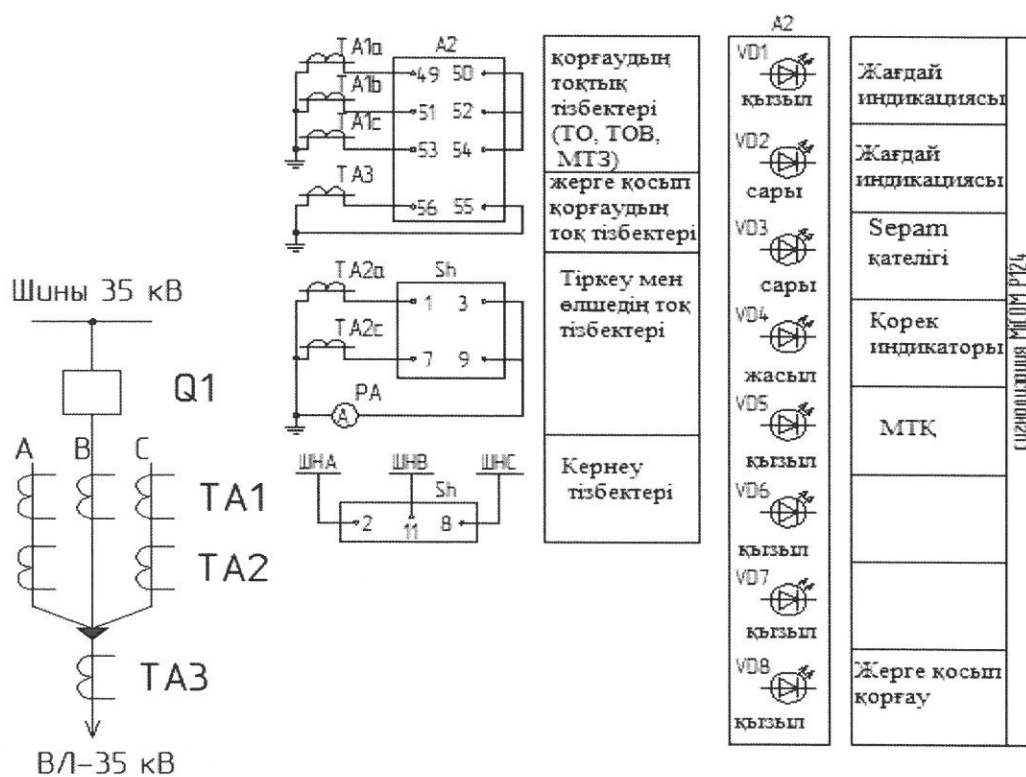
Реленің үшінші сатылы қорғанысының іске қосылуын (2.3) анықтап, номинал токтың қанша құрайтынын есептейміз:

$$I_{C.P.}''' = \frac{1 \cdot 252,4}{300} = 4,21 \text{ A}$$

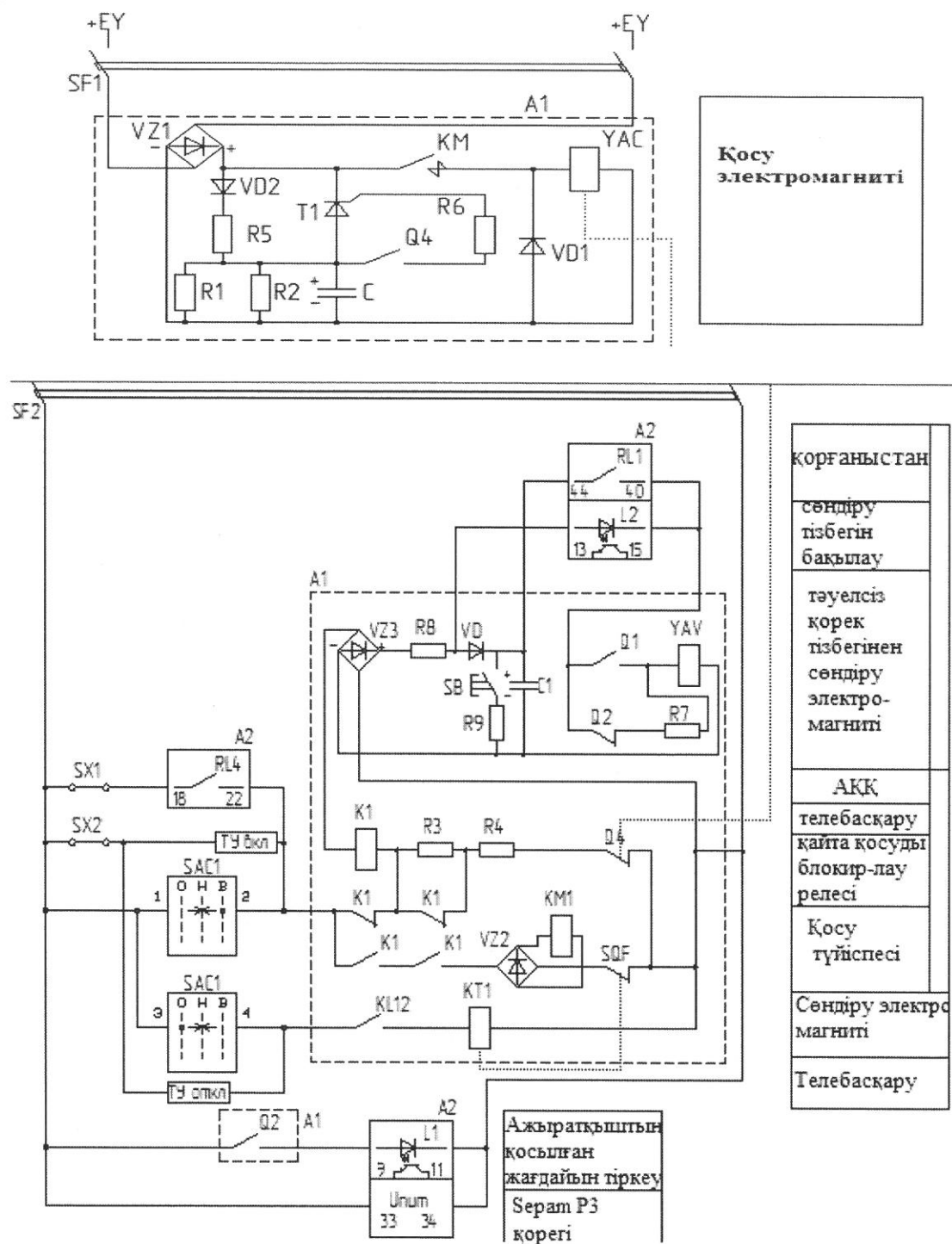
$0,84I_{\text{НОМ}}$ құрайды.



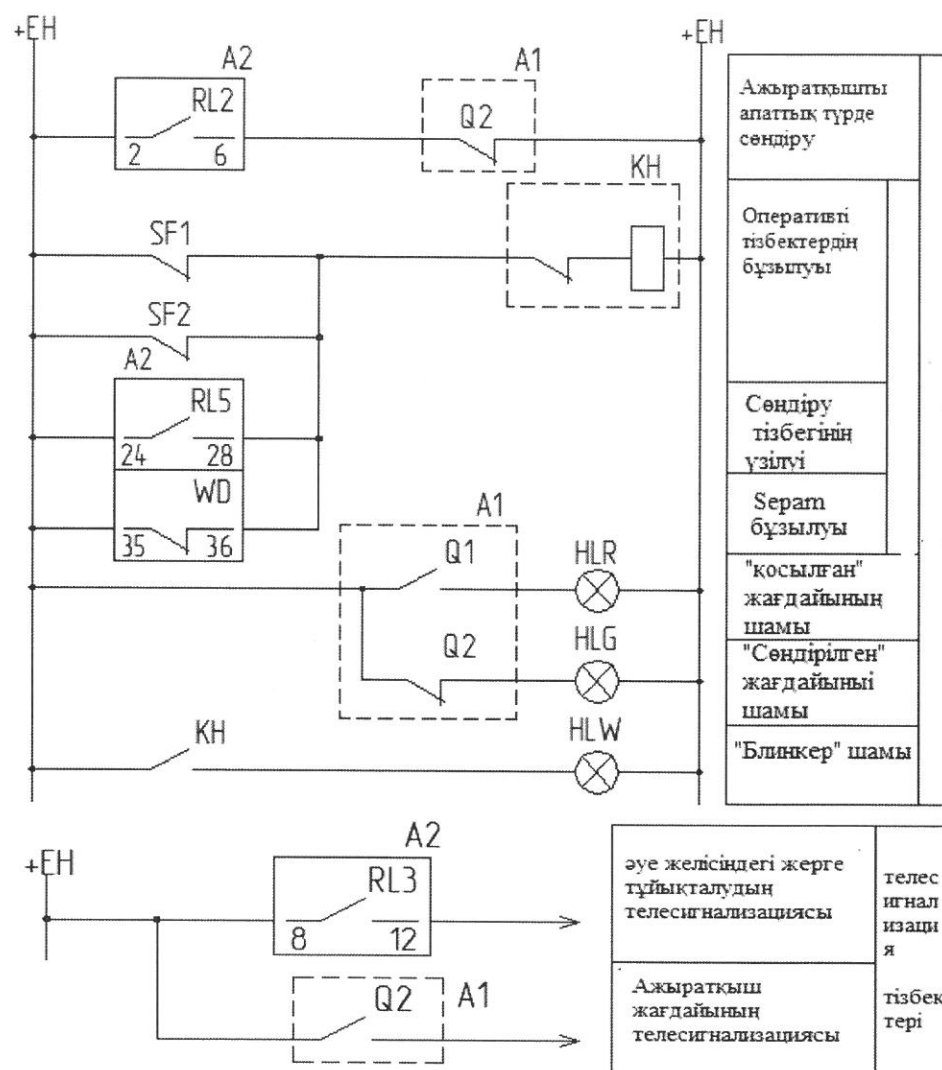
2.2-сурет – SepamP3 релесінің алдыңғы панелі



2.3-сурет - Қорғау схемасының өлшеу бөлігі



2.4-сурет - Ажыратқыштарды басқару тізбектері



2.5-сурет - Сигнализация тізбектері

35 кВ желіге автоматика және қорғанысты проекциялауға керекті файл-конфигурацияның кейбір параметрлері мынадай болады:

[F1, F2] – бағдарламаланған функционалдық батырмалар.

[OK] – функцияны қосу немесе растау үшін енгізу түймесі.

[Λ] – мәзір бойынша жоғары жылжу немесе мәнді арттыру батырмасы.

[V] – мәзір бойынша төмен жылжу немесе мәнді азайту батырмасы.

[<] – мәзір бойынша солға жылжу немесе сандық мәнді таңдауға арналған навигациялық түйме.

[>] – мәзір бойынша оңға жылжу немесе сандық мәнді таңдауға арналған түйме.

[0] – ажыратқышты ажырату түймесі.

[I] – ажыратқышты қосу батырмасы.

3 Экономика бөлімі

3.1 Негізгі өндірістік қорды есептеу

Негізгі өндірістік қордың деңгейі, құрамындағы элементтердің мөлшері анықталады. Өндірісте құрылғылар екіге бөлінеді: негізгі және көмекші құрылғылар.

1) Негізгі құрылғылар:

$T_{ж_i}$ құрылғылар саны - 38. Ендігі кезекте құрылғылардың сонымен қатар станоктардың жұмысының сағатпен қойылған уақытының жылдық қорын анықтаймыз:

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

мұндағы $Y_{ж_i}$ – құрылғылар, станоктар жұмысының сағатпен қойылған уақытының жылдық қоры, сағат;

J_k – бір жылдағы жұмыс күнінің саны;

K_y – период кезеңінің шамасы, сағат;

K_c – бір күн ішіндегі кезеңнің саны;

L – жұмыс істеп тұрған құрылғылардың бұзылған жерлерін жоюға, жөндеу жұмыстарын жасауға жылдық уақыт қорынан қойылатын уақыттың мөлшері.

Бір жылда 299 жұмыс күні бар. 1 период уақыты 8 сағат. Жұмыс істеп тұрған жабдықтардың 1 жылда жылдық жұмыс уақыт қорынан 3 – 5% уақыты жабдықтардың бұзылған жерлерін жоюға, жөндеу жұмыстарын жасауға бөлінеді.

Сонда құрылғылардың бір жылдағы уақыт қорының шамасы күніне 1 периодта ғана жұмыс жасаса, мынаған тең:

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

Ал 3 периодта жұмыс жасаса мынаған тең:

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

Орта есеппен құрылғылардың ең бірінші бағасының мәнін мынадай формуламен есептейміз:

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

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

мұндағы A_k – құрылғылардың ең бірінші бағасы, теңге;

C_k – құрылғылардың сату бағасы, теңге;

Демек тасымалдау мен монтаждауға жұмсалатын шығынның бағасы орта есеппен сату бағасынан 10% шамасында алынады.

3.2 Энергиялар шығыны

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

Электр энергиясы кәсіпорынның электр энергияға керекті екі түрге бөлінеді:

- өндірістік мақсатта;
- жарық түсіру үшін.

Өндірістік мақсатта жұмсалатын электр энергияның жылдық шығынын төмендегідей есептеуге болады:

$$\mathcal{E}_T = Y_{жк} \cdot P \cdot K_{ж} \cdot K_c \cdot B_3, \quad (3.3)$$

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

мұндағы $Y_{жк}$ – құрылғылар жұмысының сағатпен берілетін жылдық уақытының қоры;

P – барлық қойылған құрылғылардың қосынды қуатының шамасы, кВт;

$K_{ж}$ – құрылғылардың уақыт мерзімінде пайдалануын сипаттайтын жүктеу коэффициенті, орташа есеппен бұл коэффициенттің шамасын 0,8 – 0,9 мөлшерде алуға болады;

K_c – сұраныс коэффициенті, яғни құрылғылардың қуатын пайдаланудағы жүктелуін есепке алатын коэффициент, оның мөлшерін орташа есеппен 0,4 – 0,6 шамасында алуға болады;

B_3 – электр энергиясының 1кВт құны, теңге.

Жарықты түсіру үшін жұмсалатын электр энергиясының жылдық шығыны бойынша есептеледі:

– Өндірістік аудандарда, тұрмыстық бөлмелерде 1 м^3 жерге 1 сағат көлемінде 30Вт электр энергиясы жұмсалады;

– Жарық шамасы 1 жылда, бір кезеңде 800 сағат, екі кезеңде 2400 сағат, үш кезеңде 4700 сағат.

Яғни жалпылама ауданы өндірісте үш кезеңмен жұмыс жасайтын қосалқы станция өндіріске керекті электр энергиясының жарықты түсіру үшін жұмсалатын шығынның шамасы:

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

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

Электр энергиясының 1кВт құны 10,5 теңге болғанда, онда электр энергиясының шығынын ақшамен есептеген кезде:

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

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

Сонда өндіріске кететін жалпылама электр энергиясының шығыны:

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

2)Бу шығыны:

Бу шығынын тұрмыстық қажеттілік кезінде есептейміз, оны төмендегідей формуламен есептеуге болады:

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

мұндағы V – өндірістің көлемі, м^3 ;

$B_{\text{б}}$ – будың құны, теңге.

1) Су шығыны

Суға деген қажеттілік кәсіпорынның технологиялық процессіне байланысты, жалпы суға қажеттілікті екіге бөлеміз: өндірістік және тұрмыстық қажеттілік. Бірақ біздің кәсіпорын қосалқы станция болғандықтан құрылғыларға, станоктарға су қолданылмайды. Тек жұмысшылар қолданатын тұрмыстық судың шығыны ғана есептелінеді. Демек өндірістің орны бойынша суға деген қажеттілік төмендегідей формуламен есептелінеді:

$$\mathcal{Ш}_c = \mathcal{Ж} \cdot N_c \cdot 3 \cdot \mathcal{Ж}_{\text{кк}} \cdot B_c, \quad (3.7)$$

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

мұндағы $\mathcal{Ж}$ – жұмысшылар саны;

N_c – әр жұмысшыларға судың мөлшері, литр;

$\mathcal{Ж}_{\text{кк}}$ – бір жыл ішіндегі күнтізбелік күндердің саны (299 күн);

B_c – судың бағасы, теңге.

2)Тығыз ауа шығыны

Тығыз ауаға деген қажеттілік кәсіпорындағы технологиялық процесстермен байланысты болады. Электр энергетика саласындағы қосалқы станциялардағы құрылғыларды, трансформаторларды желдетіп салқындату үшін тығыз ауаны қолданады.

Орта есеппен тығыз ауа шығыны норма бойынша 1 сағат ішіндегі нормасы 1 м^3 .

$$\text{Ш}_{\text{та}} = \text{Ж}_c \cdot \text{У}_{\text{жк}} \cdot \text{Н}_{\text{та}} \cdot \text{Б}_{\text{та}}, \quad (3.8)$$

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

мұндағы Ж_c – қондырғылардың саны;

$\text{У}_{\text{жк}}$ – жұмыс уақытының 1 жыл ішіндегі қоры;

$\text{Н}_{\text{та}}$ – тығыз ауаның 1 сағат ішіндегі нормасы, м^3

$\text{Б}_{\text{та}}$ – тығыз ауаның 1 м^3 ның құны, теңге.

4 Электр қауіпсіздігі

4.1 Электр қауіпсіздігі шаралары

Электрқондырғыларын құруды еңбек қорғау шарттарына сай электротехникалық квалификациясы бар мамандар жасау керек.

1000 В дейінгі электр желілер кабелдері тректерде немесе желілер механикалық беріктілігі теңіз деңгейінен:

- 3,5 м – өтпелі жерлерде;
- 6,0 м – көлік өтетін жерде;
- 2,5 м – жұмыс жерлерінде кем емес болуы тиіс.

Электрқондырғының бөлігі оңаша, қоршалған болу керектігіне қарамастан, көлденең орналасқан электрқондырғысы үшін қорғалған болуы тиіс. Штепселдик розеткалар 42 В дейінгі жеілерде қолданып конструкциясы 42 В үлкен розеткадан реконструкциясы басқаша болуы керек.

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

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

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

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 есептейік:

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

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

мұндағы Ψ – көп қабатты жердегі периодтық өзгерістер қабаты үшін периодтылық коэффициенті;

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

Периодтылық коэффициентін ескеретін ρ_1/ρ_2 қатынасы:

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

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

Тігінен орналасқан электродтар санын анықтаймын:

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

мұндағы S – жермен тұйықтағыш алып жатқан шекара ауданы, м^2 ;
 a – жермен тұйықтағыш моделіндегі тік электродтар арасындағы қашықтық, $a=3 \text{ м}$;

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

Тік электродтың үстіңгі бөлігінің, яғни жердің жоғарғы бөлігінде орналасқан бөлігінің салыстырмалы ұзындығы $l_{\text{омн}}$ мына өрнекпен анықталады:

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

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

Екі қабатты жердің эквивалентті меншікті кедергісі ρ_s :

$$\rho_s = \rho_2 (\rho_1 / \rho_2)^k,$$

мұндағы $k = 0,43 \cdot (l_{\text{омн}} + 0,272 \cdot \ln \cdot (a \cdot \sqrt{2} / l_a))$ дәреже көрсеткіші.

$$k = 0,43 \cdot (0,56 + 0,272 \cdot \ln \cdot (3 \cdot \sqrt{2} / 5)) = 0,222, \quad (4.5)$$

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

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

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

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

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

n – тік өткізгіштер саны;

L – өткізгіштердің жалпы ұзындығы;

l_1 және l_2 мәндері мына формулада көрсетілген.

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

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

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

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

Жанасу кернеуінің коэффициенті λ_1 өткізгіштері бірдей қойылған және қосымша тік өткізгіші бар тор типіндегі жермен қосқыштар үшін мына жуықталған өрнек бойынша анықталады:

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

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 үстіңгі қабатының меншікті кедергісіне тәуелді жанасу кернеуінің төмендеу коэффициентін мына формуламен анықтаймыз:

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

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 мына 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 қадамдық 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:

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

Жермен эффективті қосылған торапта жермен тұйықталған заттарға адамның жақындауының қауіпсіздігінің шарттарынан:

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

келесіні аламыз:

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

мұндағы I_h – адам арқылы өтетін ток.

(4.15) формуласына қойып есептейміз:

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

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

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

Шарт орындалады.

Тік сымдар қатарынан және тордан тұратын күрделі жермен тұйықтағыш үшін қадамдық кернеуінің коэффициенті былай анықталады:

$$\beta_1 = 0,15.$$

Жердің жоғарғы жағының меншікті кедергісіне тәуелді кадам кернеуінің төмендеу коэффициенті:

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

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

Қадамдық кернеуін мына 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 аймағында жүрген адам үшін қойылған қауіпсіздіктің шарттары:

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

мұндағы $U_{\text{пр.дон}} = 450 \text{ В}$ МЕМСТ-ке сай, АПВ $t=0,15\text{с}$ ескеретін қысқа тұйықталудың әсер ету уақытының 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:

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

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

Қауіпсіздік шарттарын тексеру:

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

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

Шарт орындалады.

R_3 талаптарымен берілген жермен тұйықтағыштың қолданылу аясын қарастырып көрейік:

$$R_3^I = \frac{U_{np\ доп}}{I_3 \cdot \lambda_1 \cdot \lambda_2}, \quad (4.20)$$

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

$$R_3^{II} = \frac{U_{ш\ доп}}{I_3 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}, \quad (4.21)$$

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

Есептеулерден кейін алынған жермен тұйықтағыш кедергісі $R_3 = 0,35 \text{ Ом}$ ЭОЕ талаптарын, сонымен қатар жоғарыда қарастырылған шарттарды да қанағаттандырады.

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

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыста «110/35/10 кВ ҚС қайта құру және күштік трансформаторлардың релелік қорғанысын орындау» тақырыбы бойынша орындалған. Жұмыстың бірінші бөлігінде 110/35/10 кВ қосалқы станциясының электрлік бөлігі әзірленді. Атап айтқанда - қосалқы станцияның құрылымдық сұлбасын таңдау (трансформаторлардың саны, түрі мен қуаты олардың жүктеме кестелеріне сәйкес, РУ 110, 35, 10 кВ схемалары, қосалқы электрмен жабдықтау тізбектері). Сондай-ақ, электр аппараттары (қосқыштар, айырғыштар, реакторлар, сақтандырғыштар, асқын тоқтың ажыратқыштары, құралдың ток және кернеу трансформаторлары) таңдалды. Жұмыстың осы бөлігінде қосалқы станцияның барлық кернеулеріндегі шиналардағы қысқа тұйықталу токтарының, сондай-ақ қосалқы станцияның электр жабдықтарын таңдау үшін қажетті әртүрлі режимдерде есептелді. Сондай-ақ, қысқа тұйықталу токтарының шектелуіне арналған құралдарды орнатудың орындылығы туралы мәселе қаралды. Қосалқы станцияның элементтері мен желілерге релелік қорғаныс және автоматика бойынша есептеу жасалған. Дипломдық жұмыстың арнайы бөлімі ретінде ДЗТ – 21 түріндегі релеге ТДТН–40000/110/38,5/11–У-1 трансформаторының тоқтық қорғаныстың дифференциалды іске қосу параметрлерін есептеп қарастыру мәселелері қарастырылған.

Жаңадан шыққан РҚА микропроцессорлық технологиясының өндірісінде ғаламдық көшбасшылар еуропадағы ALSTOM, ABB, SIEMENS Schneider Electric маркалары саналады. Бұл маркалармен өндірілетін сандық қорғаныстар, жақсы бағаға ие. Сонымен қатар ол сапалы техникалық сипаттамамен және көп функционалдығымен сипатталады.

Көп функционалды жаңартылған қорғаныстарды білсемде, мен әйгілі Schneider Electric еуропалық фирмасымен шығарылған SEPAM маркасындағы микропроцессорлы блокты таңдадым.

Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімшесінде еңбек шарттарына байланысты талдау жасалынып, найзағайдан қорғаныс, жерлестіру аппараттарына есептеулер жасалған.

Дипломдық жұмыстың экономика бөлімшесінде нарық кезіндегі энергетикалық кәсіпорындардың қызметтерінің тиімді жағы қарастырылып көрсетілген.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. - 2-е издание – М.: Энергия, 2007. -236б.
- 2 Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций. - 2-е издание – М.: Энергоатомиздат, 2000. -270б.
- 3 Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций.- М.: Энергоатомиздат, 2013.-608б.
- 4 Справочник по проектированию электроснабжения/ Под ред. Ю.Г.Барыбина.-М.:Энергоатомиздат, 1990. -576с.
- 5 И. Карапетян, И. Шапиро, Д. Файбисович. Справочник по проектированию электрических сетей. – М.: Энергоатомиздат, 2006. -352б.
- 6 Сивков А.А., Сайгаш А.С, Герасимов Д.Ю. Основы электроснабжения. Уч. пособие для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 2016. -174с.
- 7 Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. Учеб. пособие для энергоэнергетических специальностей вузов. Б.Н. Неклепаева. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергия, 2013. -608с.
- 8 Инструкция по проектированию силового и осветительного оборудования промышленных предприятий. СН РК 4.04-19-2003 - Астана, 2004год.
- 9 Справочник по электроустановкам промышленных предприятий / Под ред. Я.М. Болыпмана. - М.: Госэнергоиздат, 1963год. -719с.
- 10 Экономика труда и социально-трудовые отношения / Под ред. Г.Г. Меликьяна, Р.П. Колосовой.-М.: Издательство МГУ
- 11 Справочник по проектированию электроснабжения / Под ред. Ю.Г.Барыбина и др. - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 464с.
- 12 Экономика предприятия. Волков. О.И, Девяткин О.В. -М.: Экономика, 2008. -600с
- 13 Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок республики Казахстан. РД 34 РК.03.202-04. - Алматы, 2004 год
- 14 Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам ГОСТ 2.105 - 95 – М.: Изд. стандартов, 1996. – 42с.
- 15 Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Общие требования к чертежам. ГОСТ 2.109-73.
- 16 Экономика производственного объединения (предприятия) /А.М.Омаров. -М.: Экономика, 1995.-383