

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

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

«Энергетика» кафедрасы

Мұқтар Маман

Жылу электр орталығының релелік қорғанысы

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B071800 – Электр энергетикасы мамандығы

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

«17» 05 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Жылу электр орталығының релелік қорғанысы»

5B071800 – Электр энергетика мамандығы бойынша

Орындаған

Мұқтар М.

Пікір беруші

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

 Алмуратова Н.К.

«17» 05 2019 ж.

Ғылыми жетекші

Ассистент профессор, PhD
докторы

 Е.А. Сарсенбаев

«17» 05 2019 ж.

Алматы 2019

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 *Мұқтар М*

Тақырыбы «Жылу электр орталығының релелік қорғанысы»

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

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «05» мамыр 2019 ж.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

- а) Жылу электр орталығының электрлік бөлігін есептеу;
- б) Генератор – трансформатор блоктарының релелік қорғанысы;
- в) Экономикалық бөлім;
- г) Электрқауіпсіздік бөлімі;




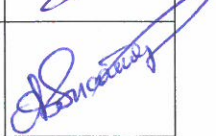
Сызбалық материалдар тізімі Сызбалық материалдар 15- слайд

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер 15 атау

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Жылу электр орталығының электрлік бөлігін есептеу	10.03.19ж	Мәс
Арнайы бөлім. Генератор – трансформатор блоктарының релелік қорғанысы	17.03.19ж	Мәс
Экономикалық бөлім	12.04.19ж	Мәс
Электрқауіпсіздік бөлімі	24.04.19ж	Мәс

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	PhDдокторы, ассистент Профессор Е.А. Сарсенбаев	10.03.19	
Арнайы бөлім	PhDдокторы, ассистент Профессор Е.А. Сарсенбаев	18.03.19	
Электр қауіпсіздік бөлімі	PhDдокторы, ассистент Профессор Е.А. Сарсенбаев	24.04.2019	
Норма бақылау	Ә.О. Бердібеков сениор-лектор	20.05.2019	

Ғылыми жетекші



Е.А. Сарсенбаев

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



М. Мұқтар

Күні

« 3 » 05 2019 ж.

АНДАТПА

Дипломдық жұмыста Алматы жылу электр орталығының электрлік бөлігінің қондырғылары есептеу мен таңдау қарастырылған. Жылу және электр энергиясын алудың негізгі технологиялық процесстері көрсетілген. Қысқа тұйықталу тогы есептелген, ЖЭО-ның электрлік бөлігіндегі электр қондырғылары, айырғыштар, автоматты ажыратқыштар таңдалған. Оқшаулағыштар таңдалып, жоғары кернеуде тексеруден өткізілген.

Арнайы бөлімде электр энергиясын алудағы дәстүрлі емес көздері қарастырылған, соның ішінде Қазақстанда жүзеге асатын электр станциялары қарастырылған.

Экономикалық бөлімде тиімді нұсқаны өндіріске енгізу есептері жасалып, өндіріс орындарындағы еңбек қорғау мен қауіпсіздік шаралары қарастырылған.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа рассмотрены вопросы проектирования электрической части Алматы ТЭЦ . Описание основных технологических процессов тепловой и электрической энергии. Рассчитано токи короткого замыкания и выбран электрический электрический часть ТЭЦ, а также, и это разъединителей, выключателей. Выбранный изоляции и испытания для высокого напряжения.

В специальной части рассматриваются нетрадиционные виды вырабатывания электроэнергии, именно те электро станции которые могут эксплуатироваться в Казахстане.

В экономической части расчетам с введением выбранного варианта для разработки и поставки ТЭЦ и принятых мерах по защите здоровья и безопасности

ABSTRACT

Research paper addressed the issues of designing the electrical part Astana CHP (ATETS). Describes the basic technological processes of heat and electrical energy. Calculated short-circuit currents and selected electrical electric part of CHP, as well and it disconnectors, circuit breakers. Chosen isolation and tested for high voltage.

A special part deals with unconventional generating electricity, it is those who are electro station operated in Kazakhstan.

In the economic part of the calculations made by the introduction of the option chosen for the design and supply ATETS and taken measures to protect the health and safety.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Жылу электр орталығының электрлік бөлігін есептеу	8
1.1	Алматы жылу орталығының жүктемелерін есептеу	8
1.2	Кернеуі 220/110/35 кВ АТҚ-ның қысқаша тұйықталу тоқтарын есептеу	9
1.3	Кернеуі 110кВ АТҚ-на электрлік аппараттар таңдау және тексеру	15
1.3.1	Ажыратқышты таңдау және тексеру	15
1.3.2	Айырғышты таңдау және тексеру	16
1.3.3	Өлшеуіш тоқ трансформаторын таңдау және тексеру	17
1.4	Кернеуі 6кВ желісінің қысқаша тұйықталу тоқтарын есептеу	17
1.5	Кернеуі 6 кВ өзіндік қажеттілікке кабель желісін таңдау	21
1.6	Кернеуі 6кВ желісіне шина таңдау және тексеру	22
1.7	Оқшаулағышты таңдау және тексеру	25
1.8	Реактор таңдау және тексеру	26
1.9	Кернеуі 6кВ , электрлік аппараттар таңдау және тексеру	27
1.10	Кернеуі 0,4 кВ қысқаша тұйықталу тоқтарын есептеу	37
1.11	Кернеуі 0.4 кВ-қа басқару және қорғаныс аппараттарын таңдау	40
1.12	Кернеуі 0,4 кабель және шина желісін таңдау	42
2	Генератор – трансформатор блоктарының релелік қорғанысы	43
2.1	Қолданылатын қорғаныс түрлері	43
2.2	Блоктағы жоғарлатқыш трансформатордың ТК жағында жерге тұйықталудан қорғаныс түрін таңдау	45
2.3	Генераторды тежеуі бар блоктың дифференциалды қорғанысын Есептеу	51
3	Экономикалық бөлім	46
3.1	260 МВт қуатты ЖЭО-ның жұмыс істеуінің нәтижелілігі	46
3.2	Жылулық энергияны өндіру	46
3.3	Капиталды шығындарды есептеу	47
3.4	Электрэнергия шығындары	48
4	Еңбекті қорғау	51
4.1	Алматы ЖЭО-дағы еңбекті қорғау	51
4.2	Техника қауіпсіздік шаралары	51
4.3	Жерге қосатын құрылғы және найзағайдан қорғаныс	52
4.4	Электр қауіпсіздігі	52
4.5	Қорғаныстық жермен қосуды есептеу	53
4.6	Найзағайдан қорғануды есептеу	55
	Қортынды	57
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	58

КІРІСПЕ

Қазақстан Республикасының барлықаймақтарында электр энергиясын пайдалану соңғы жылдары күрт өсті. Бұған мемлекетіміздегі кәсіпорындар санының өсуі себеп болып отыр. Бірақ сонымен бір мезгілде станциялардағы технологиялық жабдықтардың тозуы және басқа да қосалқы бөлшектердің құнының артуы электр энергиясы мен жылудың тарифтерін өсіруге мәжбүрлейді.

Қуаты 220 МВт болатын жылу электр станциясын (ЖЭС) Қазақстанның оңтүстік аймағына құру нәтижесінде энергия тапшылығы жойылып, тораптардың сенімділігі мен резервтелуін жоғарлатуға мүмкіндік береді. Жоба бойынша 1 млрд. кВт·сағ/ жыл көлемінде электр энергиясын өндіру жоспарланған.

Осы дипломдық жобада ЖЭС- тің жылулық сұлбасы мен жылулық қондырғылары таңдалған. Ал электрлік сұлбаны таңдау кезінде оның сенімді, әрі экономикалық тиімділігіне басты назар аударылған. Сонымен бірге сұлба түйіндеріндегі қысқа тұйықталу токтары есептеліп, электрлік жабдықтар таңдалған.

1 Жылу электр орталығының электрлік бөлігін есептеу

1.1 Алматы жылу орталығының жүктемелерін есептеу

Алматы ЖЭО-на әуе желісі арқылы 220 кВ кернеумен 90 МВт қуат электр энергиясы 220 кВ ашық тарату құрылғысына (АТҚ) келіп тұр. 220 кВ АТҚ-да екі автотрансформатор кернеуді 110 кВ-қа түсіріп, 110 кВ АТҚ-на жалғанған. Станциядағы электр жабдықтарының қолданылуы және конструкциялық орындалуы әр түрлі. Оны екі топқа бөлуге болады:

1) негізгі электр жабдықтар: генератор, трансформатор, автотрансформатор.

2) өндіріс процессін қамтамасыз ететін және электр жабдықтарының жұмыс тәртібін өзгертетін, энергияның сапасын бақылайтын авариялық жағдайдан жабдық элементтерін қорғайтын электр аппараттары.

Қазіргі уақытта Алматы ЖЭО-ның қуаты 240 МВт. Станцияда бес турбогенератор жұмыс істеп тұр. Турбогенераторлардың техникалық сипаттамасы 1.1- кестеде көрсетілген.

№ 6, 5 турбогенераторлар үш орамды кернеуді жоғарылататын екі трансформаторлар арқылы кернеуді 110кВ АТҚ-на және 35кВ АТҚ-на жалғанған. № 7 турбогенератор екі орамды күштік трансформатор арқылы 110 кВ АТҚ-на жалғанған (7Т). № 4,3 турбогенераторлар 6,3 кВ БТҚ-ның шинасымен үш орамды кернеуді жоғарылататын екі трансформатормен (3Т,4Т) арқылы 110 кВ АТҚ-на жалғанған.

1.1- кесте -Турбогенераторлардың техникалық сипаттамасы

Сх	Турбогенератор маркасы	Қуаты, МВт	Номинал кернеу $U_{ном}$, кВ	$\cos\varphi_{г}$	Реактивтілігі, $x''_d, \%$
Г3	ТФП-40-2	40	6,3	0,8	12,8
Г4	ТВС-30-2	30	6,3	0,8	15,2
Г5	ТВФ-63-2	63	10,5	0,8	14,2
Г6	ТВФ-63-2	63	10,5	0,8	14,2
Г7	ТВФ-60	60	10,5	0,8	14,6
Қорытынды		Σ 256			

Генераторлардың қуаттарын ескере отырып төменде көрсетілген формула арқылы әр генераторға сәйкес трансформатор таңдаймыз.

$$S_{расч}=(P_{ном г}- 0,06 P_{ном г})/\cos\varphi_{г}, \quad (1.1)$$

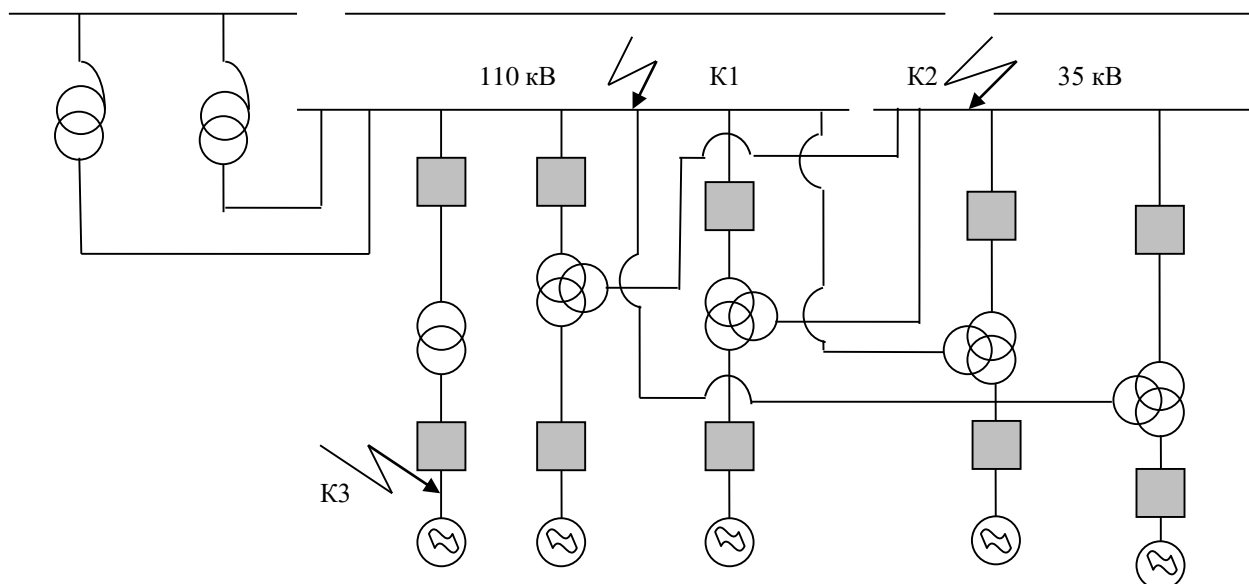
мұндағы $P_{ном Г}$ -генератордың номинал қуаты
 Осы формулаға сәйкес таңдалған трансформаторлар 1.2- кестеде көрсетілген.

1.2 - кесте-Трансформатордың техникалық сипаттамасы

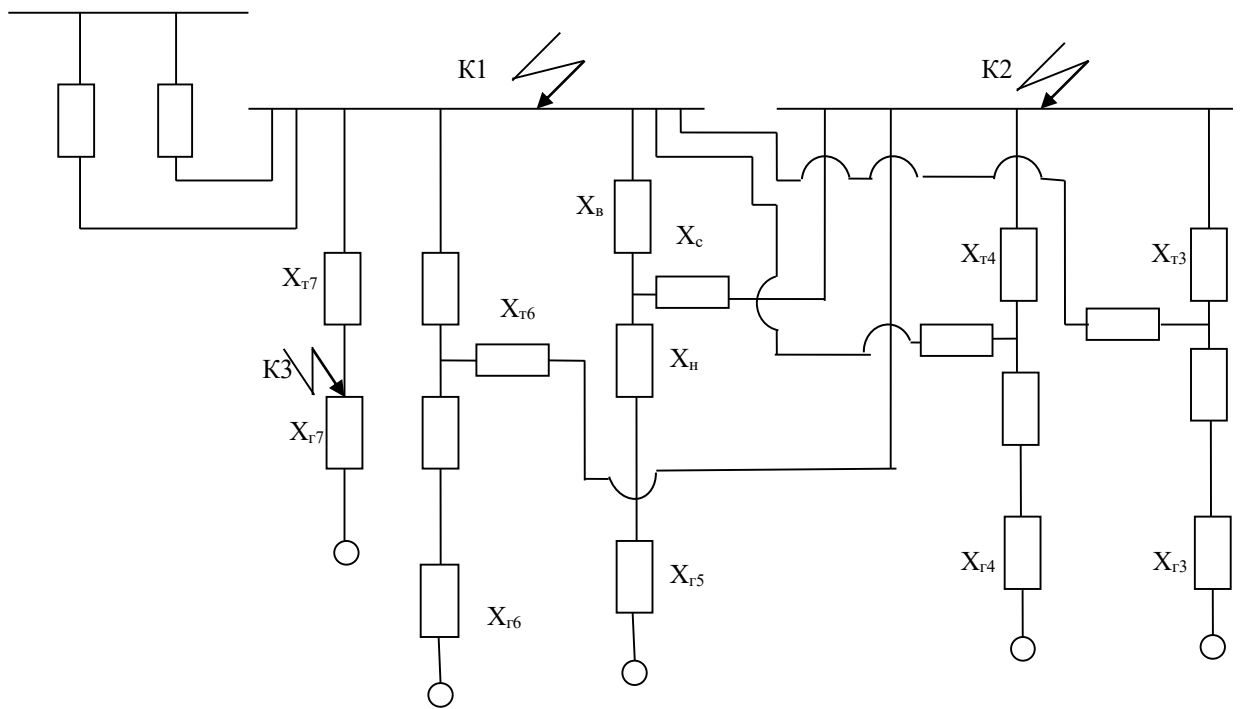
Сх	Трансформатор маркасы	Қаты МВА	$U_{кз} \%$			Әр орамның кернеуі, кВ		
			Орамдар арасындағы					
1АТ	АТДЦТГ	120	11,5	40	25,6	220	110	35
2АТ	АТДЦТН	120	11,8	40	25,6	220	110	35
3Т	ТДТН	63	17,41	9,83	6,51	110	35	6,3
4Т	ТДТНГ	63	17,41	9,83	6,51	110	35	6,3
5Т	ТДТНГ	80	21,6	12,1	8,39	110	35	6,3
6Т	ТДТНГ	80	21,6	12,1	8,39	110	35	6,3
7Т	ТД	80	-	10,4	-	110	-	10,5

1.2 Кернеуі 220/110/35 кВ АТҚ-ның қысқаша тұйықталу тоқтарын есептеу

Қысқаша тұйықталу тоқтарын есептеу үшін берілген есептік сызбаны алмастыру сызбасына ауыстырамыз. (1.1 және 1.2-суреттер.)



1.1-сурет. Есептік сызбасы



1.2-сурет. Алмастыру сызбасы

Есеп салыстырмалы бірлікте болғандықтан,
 Базисті қуат: $S_6 = 1000$ МВт,
 Базисті кернеу номинал кернеуден $\pm 5\%$ -ін құрайды.
 Базисті тоқтың есептеу формуласы:

$$I_6 = S_6 / \sqrt{3} \cdot U_n, \quad (1.2)$$

(1.2) формуласына сан мәндерін қойып есептейміз:

Кернеуі 110 кВ желісіне : $I_{61} = 1000 / \sqrt{3} \cdot 110 = 5,25$ кА,

Кернеуі 35 кВ желісіне : $I_{62} = 1000 / \sqrt{3} \cdot 35 = 16,5$ кА,

Кернеуі 10,5 кВ желісіне : $I_{63} = 1000 / \sqrt{3} \cdot 10,5 = 54,99$ кА .

220 кВ АТҚ-на келетін әуе байланыс желісінің кедергісі. Желінің ұзындығы $l=250$ км. Әуе байланыс желісінің базисті кедергісінің формуласы .

$$X_{вл} = X_{уд} \cdot l \cdot S_6 / U_{ат}^2. \quad (1.3)$$

мұндағы $X_{уд}$ – ауалық байланыс желісінің меншікті кедергісі ,
 $X_{уд} = 0,4$.

$$X_{вл} = 0,4 \cdot 250 \cdot 1000 / 220^2 = 2,07.$$

Генератордың базисті кедергісінің формуласы :

$$X_{\text{ген}} = X_{\text{d}''} \cdot S_{\text{б}} / S_{\text{ном.ген}} , \quad (1.4)$$

№ 3 генератор үшін : $X_{\text{бг3}} = 0,128 \cdot 1000 / 40 = 3,2$.

№ 4 генератор үшін : $X_{\text{бг4}} = 0,152 \cdot 1000 / 30 = 5,06$.

№5 және №6 генератор үшін $X_{\text{бг5}} = X_{\text{бг6}} = 0,142 \cdot 1000 / 63 = 2,25$.
себебі олардың қуаттары бірдей .

№7 генератор үшін: $X_{\text{бг7}} = 0,146 \cdot 1000 / 60 = 2,43$.

Трансформаторлардың базисті кедергісін табу үшін қысқаша тұйықталу уақытындағы әр орамының қ.т. кернеуінің кедергісін табамыз. Үш орамды күштік трансформаторлардың да кедергілері осылай есепте-лінеді . $3T = 4T$, $S_{\text{ном тр}} = 63 \text{ МВА}$ олардың кедергілері бірдей .Әр орамның қысқаша тұйықталуының кернеуі $U_{\text{кз}}$ келесі формуламен анықталады:

$$U_{\text{ТВ}\%} = 0,5 \cdot (U_{\text{нвн}} + U_{\text{нвс}} - U_{\text{нсн}}) , \quad (1.5)$$

$$U_{\text{ТС}\%} = 0,5 \cdot (U_{\text{нвс}} + U_{\text{нсн}} - U_{\text{нвн}}) , \quad (1.6)$$

$$U_{\text{ТН}\%} = 0,5 \cdot (U_{\text{нвн}} + U_{\text{нсн}} - U_{\text{нвс}}) . \quad (1.7)$$

(1.5),(1.6) және (1.7) формуларына сан мәндерін қойып есептейміз:

$$U_{\text{ТВ}\%3} = 0,5 \cdot (9,83 + 17,41 - 6,51) = 10,3 \text{ \%} ,$$

$$U_{\text{ТС}\%3} = 0,5 \cdot (17,41 + 6,51 - 9,83) = 7,05 \text{ \%} ,$$

$$U_{\text{ТН}\%3} = 0,5 \cdot (6,51 + 9,83 - 17,41) = -0,5 \text{ \%} .$$

Трансформатордың базисті кедергісінің формуласы

$$X_{\text{ТВ.б}} = U_{\text{к.з.}} \cdot S_{\text{б}} / 100 \cdot S_{\text{ном.тр}} , \quad (1.8)$$

(1.8) формуласына есептік сан мәндерді қойып трансформатордың әр орамының кедергісін есептейміз

$$X_{\text{ТВ.б.3}} = 10,3 \cdot 1000 / 100 \cdot 63 = 1,63 ,$$

$$X_{\text{ТС.б.3}} = 7,05 \cdot 1000 / 100 \cdot 63 = 1,1 ,$$

$$X_{ТН.6.3} = -0,5 \cdot 1000 / 100 \cdot 63 = -0,07.$$

5Т = 6Т , S_{ном.тр} = 80 МВА трансформаторлар бірдей болғандықтан бұлардың да кедергілері бірдей болады. Әр орамның қысқаша тұйықталуының кернеуі U_{кз} (1.5), (1.6) және (1.7) формаларына қойып есептейміз:

$$U_{ТВ\%5} = 0,5 \cdot (12,1 + 21,6 - 8,39) = 12,6 \%,$$

$$U_{Тс\%5} = 0,5 \cdot (21,6 + 8,39 - 12,1) = 8,9 \%,$$

$$U_{ТН\%5} = 0,5 \cdot (8,39 + 12,1 - 21,6) = -0,5 \%.$$

(1.8) формуласына есептік мәндерін қойып трансформатордың әр орамының базисті кедергісін есептейміз.

$$X_{ТВ.6.5} = 12,6 \cdot 1000 / 100 \cdot 80 = 1,5,$$

$$X_{Тс.6.5} = 8,9 \cdot 1000 / 100 \cdot 80 = 1,1,$$

$$X_{ТН.6.5} = -0,5 \cdot 1000 / 100 \cdot 80 = -0,06.$$

Екі орамды трансформатордың базисті кедергісін анықтау үшін (1.8) формуласына сан мәндерін қойып есептейміз , 7Т S_{ном.тр} = 80 МВА. Бұл екі орамды трансформатор болғандықтан оның бір орамын ғана есептейміз:

$$X_{Т.6.7} = 10,4 \cdot 1000 / 100 \cdot 80 = 1,3.$$

К1 нүктесінің қосынды базисті кедергілерін табамыз.
7-ші генератордан:

$$X_{рез1} = X_{бГ7} + X_{Т.6.7}, \quad (1.9)$$

$$X_{рез1} = 2,43 + 1,3 = 3,76.$$

6-шы және 5-ші генератордан :

$$X_{рез1} = X_{бГ5} + (X_{ТВ.6.5} \cdot X_{ТН.6.5} / (X_{ТВ.6.5} + X_{ТН.6.5})) + X_{Тс.6.5}, \quad (1.10)$$

$$X_{рез1} = 2,25 + (1,5 \cdot (-0,06) / (1,5 + (-0,06))) + 1,1 = 3,3.$$

4-ші генератордан :

$$X_{\text{рез1}} = X_{\text{бг4}} + (X_{\text{ТВ.6.4}} \cdot X_{\text{ТН.6.4}} / (X_{\text{ТВ.6.4}} + X_{\text{ТН.6.4}})) + X_{\text{Тс.6.4}} \quad (1.11)$$

$$X_{\text{рез1}} = 5,06 + (1,63 \cdot (-0,07) / (1,63 + (-0,07))) + 1,1 = 6.$$

3-ші генератордан :

$$X_{\text{рез1}} = X_{\text{бг3}} + (X_{\text{ТВ.6.3}} \cdot X_{\text{ТН.6.3}} / (X_{\text{ТВ.6.3}} + X_{\text{ТН.6.3}})) + X_{\text{Тс.6.3}} , \quad (1.12)$$

$$X_{\text{рез1}} = 3,2 + (1,63 \cdot (-0,07) / (1,63 + (-0,07))) + 1,1 = 4,2.$$

Қысқаша тұйықталу тоғының есептеу формуласы :

$$I_{\text{кз}} = I_{\text{б1}} / X_{\text{рез1}} . \quad (1.13)$$

7-ші генератордан : $I_{\text{кз1.г7}} = 5,24 / 3,76 = 1,4$ кА;

6-ші генератордан : $I_{\text{кз1.г6}} = 5,24 / 3,3 = 1,6$ кА;

5-ші генератордан : $I_{\text{кз1.г5}} = 5,24 / 3,3 = 1,6$ кА;

4-ші генератордан : $I_{\text{кз1.г4}} = 5,24 / 6 = 0,8$ кА;

3-ші генератордан : $I_{\text{кз1.г3}} = 5,24 / 4,2 = 1,25$ кА.

К1 нүктесіндегі қосынды қортынды қысқаша тұйықталу тоғын мына формула арқылы табамыз:

$$I_{\text{кз1}\Sigma} = I_{\text{кз1г7}} + I_{\text{кз1г6}} + I_{\text{кз1г5}} + I_{\text{кз1г4}} + I_{\text{кз1г3}} , \quad (1.14)$$

$$I_{\text{кз1}\Sigma} = 1,4 + 1,6 + 1,6 + 0,8 + 1,25 = 6,65 \text{ кА.}$$

К2 нүктесі үшін қосынды қортынды базисті кедергілері мына формулалар арқылы анықталады:

6-шы және 5-ші генератордан :

$$X_{\text{рез2}} = X_{\text{бг5}} + (X_{\text{ТВ.6.5}} \cdot X_{\text{ТН.6.5}} / (X_{\text{ТВ.6.5}} + X_{\text{ТН.6.5}})) + X_{\text{Тс.6.5}} , \quad (1.15)$$

$$X_{\text{рез2}} = 2,25 + (1,5 \cdot (-0,06) / (1,5 + (-0,06))) + 1,1 = 3,3.$$

4-ші генератордан:

$$X_{\text{рез2}} = X_{\text{бг4}} + (X_{\text{ТВ.6.4}} \cdot X_{\text{ТН.6.4}} / (X_{\text{ТВ.6.4}} + X_{\text{ТН.6.4}})) + X_{\text{Тс.6.4}} , \quad (1.16)$$

$$X_{\text{рез2}} = 5,06 + (1,63 \cdot (-0,07) / (1,63 + (-0,07))) + 1,1 = 6.$$

3-ші генератордан:

$$X_{\text{рез2}} = X_{\text{бГ3}} + (X_{\text{ТВ.6.3}} \cdot X_{\text{ТН.6.3}} / X_{\text{ТВ.6.3}} + X_{\text{ТН.6.3}}) + X_{\text{Тс.6.3}}, \quad (1.17)$$

$$X_{\text{рез2}} = 3,2 + (1,63 \cdot (-0,07) / (1,63 + (-0,07))) + 1,1 = 4,2.$$

Қысқаша тұйықталу тоғының есептеу формуласы:

$$I_{\text{кз}} = I_{\text{б2}} / X_{\text{рез2}}, \quad (1.18)$$

(1.18) формуласына сан мәндерін қойып К2 нүктесі үшін қысқаша тұйықталу тоқтарын есептейміз :

К2 нүктесінің қысқаша тұйықталу тоқтары .

$$I_{\text{кз2Г6}} = 16,4 / 3,3 = 5 \text{ кА},$$

$$I_{\text{кз2Г5}} = 16,4 / 3,3 = 5 \text{ кА},$$

$$I_{\text{кз2Г4}} = 16,4 / 6 = 2,7 \text{ кА},$$

$$I_{\text{кз2Г3}} = 16,4 / 4,2 = 4 \text{ кА}.$$

К2 нүктесіндегі қосынды қортынды қысқаша тұйықталу тоғын мына формула арқылы табамыз:

$$I_{\text{кз2}\Sigma} = I_{\text{кз2Г6}} + I_{\text{кз2Г5}} + I_{\text{кз2Г4}} + I_{\text{кз2Г3}}, \quad (1.19)$$

$$I_{\text{кз2}\Sigma} = 5 + 5 + 2,7 + 4 = 16,7 \text{ кА}.$$

К3 нүктесі үшін қосынды қорытынды базисті кедергілер келесі түрде анықталады.

7-ші генератордан :

$$X_{\text{рез3}} = X_{\text{бГ7}} = 2,43,$$

К3 нүктесінің қысқаша тұйықталу тоғы келесі түрде анықталады:
7-ші генератордан :

$$I_{\text{кз3Г7}} = I_{\text{б3}} / X_{\text{рез3}} ; \text{ кА}, \quad (1.20)$$

$$I_{\text{кз3Г7}} = 55 / 2,43 = 22,6 \text{ кА}.$$

Қосынды қорытынды қысқаша тұйықталу тоғы мына түрде болады:

$$I_{кз3 \Sigma} = I_{кз3Г7} = 22,6 \text{ кА.}$$

Қосынды қорытынды қысқаша тұйықталу тоқтарын тапқаннан кейін соғылу тоқтарын есептейміз. Соғылу тоғы мына формулалар арқылы табылады:

$$i_y = \sqrt{3} \cdot K_y \cdot I_{кз\Sigma}, \quad (1.21)$$

мұндағы K_y – соғылу коэффициенті;
 $K_y = 1.72$ – 220 кВ кернеу үшін;
 $K_y = 1.61$ – 110 – 35 кВ кернеу үшін;
 $K_y = 1.95$ – 10.5 кВ кернеу үшін.
 $i_{y1} = \sqrt{3} \cdot 1,61 \cdot 6,65 = 18,5 \text{ кА,}$
 $i_{y2} = \sqrt{3} \cdot 1,61 \cdot 16,7 = 46,5 \text{ кА,}$
 $i_{y3} = \sqrt{3} \cdot 1,95 \cdot 22,6 = 76,3 \text{ кА.}$

Шыққан қысқаша тұйықталу тоқтарын 1.3 кестесіне енгіземіз.

1.3-кесте - Қысқаша тұйықталу тоқтарының мәндері

$I_{кз}$	$U_{ном,кВ}$	$I_6, кА$	G7	G6	G5	G4	G3	$I_{кз\Sigma}, кА$	$i_y, кА$
$I_{кз1}$	110	5,24	1,4	1,6	1,6	0,8	1,25	6,65	18,5
$I_{кз2}$	35	16,4	-	5	5	2,7	4	16,7	46,5
$I_{кз3}$	10,5	55	22,6	-	-	-	-	22,6	76,3

1.3 Кернеуі 110кВ АТҚ-на электрлік аппараттар таңдау және тексеру

1.3.1 Ажыратқышты таңдау және тексеру

Жоғары кернеулі ажыратқыштар – электр қондырғылардағы негізгі коммутациялық аппараттардың бірі. Ажыратқыштың негізгі атқаратын жұмысы – электр тізбегіндегі жүкті кез- келген режимде қосу немесе ажырату (қалыпты режим, апаттық режим, қ.т тоғынан ажырату, т.б). Ажыратқышты номинал кернеу бойынша, номинал тоқ бойынша, қысқаша тұйықталу тоғының жылулық импульсі бойынша таңдаймыз. Күштік трансформаторға ажыратқыш таңдаймыз. Ол үшін трансформатордың есептік тоғын табамыз:

$$I_{есеп} = S_{ном.тр} / \sqrt{3} \cdot U_{ном}, \quad (1.22)$$

$$I_{\text{есеп}} = 80000 / \sqrt{3} \cdot 110 = 420 \text{ А.}$$

Қысқаша түйықталу тоғының жылулық импульсінің формуласы :

$$W_k = I_{\text{кз}}^2 \cdot (t + T_a) . \quad (1.23)$$

мұндағы t - өшіру тоғы ; $t = 0.3$ сек .

T_a – қ.т. уақытындағы апериодты құраушысы $T_a = 0.185$ сек.

$$W_k = (6,65)^2 \cdot (0,3 + 0,185) = 21,5 \text{ кА}^2\text{с.}$$

Ажыратқыштың паспорттық берілгендері мен есептік берілгендерді 1.4 кестесіне салып , салыстырамыз . ВВК- 110-6 (вакумды) ажыратқыш.

Есептік берілгендермен паспорттық берілгендерді салыстырғанда таңдау шарттарын қанағаттандыра отырып біз ВВК-110-6 ажыратқышын таңдаймыз. Бұл ажыратқыш бүкіл шартты қанағаттандырады .

1.4-кесте - Ажыратқышты таңдау шарттары

Есептік берілгендер	Таңдап алу сипаттамалары	Паспорттық берілгендер
1. $U_{\text{ном}} = 110 \text{ кВ}$	$U_{\text{ном}} \geq U_{\text{конд}}$	$U_{\text{конд}} = 110 \text{ кВ}$
2. $I_{\text{есеп}} = 420 \text{ А}$	$I_{\text{есеп}} \leq I_{\text{ном}}$	$I_{\text{ном}} = 2000 \text{ А}$
3. $I_{\text{кз}} = 6,65 \text{ кА}$	$I_{\text{кз}} \leq I_{\text{отк}}$	$I_{\text{отк}} = 31,5 \text{ кА}$
4. $i_y = 18,5 \text{ кА}$	$i_y \leq i_{\text{пр.ск}}$	$i_{\text{пр.ск}} = 80 \text{ кА}$
5. $W_k = 21,5 \text{ кА}^2\text{с}$	$W_k \leq I^2 \cdot t$	$W_k = 32$

1.3.2 Айырғышты таңдау және тексеру

Электр қондырғыларында қауіпсіз жұмыс істеуді қамтамасыз етудің маңызды шараларының бірі-жұмыс істеуге тура келетін қондырғы бөліктерін кернеуге тұрған басқа қондырғы бөліктерінен сенімді ажырату болып саналады. Айырғыштың есептік берілгендері мен есептік берілген-дерін 1.5 кестесіне енгіземіз . РДЗ-110 / 20 – 1000 УЗ (сыртта орнатылатын).

Есептік және паспорттық мәндерді салыстыра отырып біз РДЗ-110/20-1000УЗ айырғышын таңдаймыз. Таңдалған айырғыш шарттарды қанағаттандырады .

1.5-кесте - Айырғышты таңдау шарттары

Есептік берілгендер	Таңдап алу сипаттамалары	Паспорттық берілгендер
1. $U_{\text{ном}} = 110 \text{ кВ}$	$U_{\text{конд}} \leq U_{\text{ном}}$	$U_{\text{конд}} = 110 \text{ кВ}$
2. $I_{\text{есеп}} = 420 \text{ кА}$	$I_{\text{есеп}} \leq I_{\text{ном}}$	$I_{\text{ном}} = 1000 \text{ А}$
3. $i_y = 18,5 \text{ кА}$	$i_y \leq i_{\text{пр.ск}}$	$i_{\text{пр.ск}} = 80 \text{ кА}$
4. $B_k = 80.2 \text{ кА}^2\text{с}$	$B_k \leq I^2 \cdot t$	$B = 2880$

1.3.3 Өлшеуіш тоқ трансформаторын таңдау және тексеру

Тізбекті жұмыс тоғын (1-ші орамдағы тоқты) стандарттық 5А не-месе 1А-ге дейін төмендететін электр өлшеуіш аспаптары – тоқ трансформаторы деп аталынады. Тоқ трансформаторының таңдау шартын, есептік берілгендерін және паспорттық берілгендерін 1.6 кестесіне енгіземіз.

1.6-кесте - Тоқ трансформаторын таңдау шарттары

Есептік берілгендер	Таңдалу шарты	Паспорттық берілгендер
1. $U_{\text{ном}} = 110 \text{ кВ}$	$U_{\text{ном}} \leq U_{\text{конд}}$	$U_{\text{конд}} = 110 \text{ кВ}$
2. $I_{\text{расч}} = 420 \text{ А}$	$I_{\text{расч}} \leq I_{\text{н}}$	$I_{\text{н}} = 1000 \text{ А}$
3. $i_y = 18,5 \text{ кА}$	$i_y \leq i_{\text{дин}}$	$i_{\text{дин}} = 81 \text{ кА}$
4. $I_{\text{кз}} \cdot \sqrt{t_{\text{п}}} \cdot I_{\text{н1}} \cdot \sqrt{t_{\text{ф}}} = 3,94$ $12.86 \cdot \sqrt{0,25/1000} \cdot \sqrt{0,25}$	$I_{\text{доп}} \leq K_{\text{тс}}$	$K_{\text{т.с}} = 32$

Шарт орындалып тұр.

1.5 Кернеуі 6кВ желісінің қысқаша тұйықталу тоқтарын есептеу

Қысқаша тұйықталу тоғының есептік сызбасы мен алмастыру сызбалары 1.3 және 1.4-суреттерде көрсетілген.

Қысқаша тұйықталу тоқтарын табу үшін керекті берілгендер:

Есепті салыстырмалы бірлікте жүргізгендіктен ;

Базисті қуат, $S_6 = 100 \text{ МВт}$,

Базисті кернеу, номинал кернеудің $\pm 5\%$ құрайды,

Трансформатор маркасы мен берілгендері : ТМ-6300

$$U_{\text{кз}} = 6,5 \% , V_{\text{Н}} = 10,5 \text{ кВ} , N_{\text{Н}} = 6,3 \text{ кВ} .$$

Реактордың маркасы мен берілгендері : РБА 10 – 1600 –0.25

$X_{\text{нр}} = 0.25 \%$ - реактордың реактив кедергісі ,

$I_{\text{нр}} = 1600 \text{ А} = 1.6 \text{ кА}$ - реактордың номинал тоғы ,

$U_{\text{нр}} = 10 \text{ кВ}$ – реактордың номинал кернеуі .

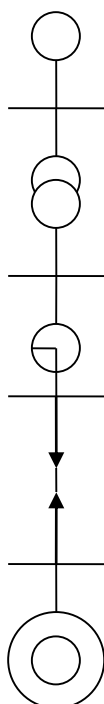
Базисті тоқты мына түрде табуға болады:

$$I_{б1} = S_6 / \sqrt{3} \cdot U_{вн}. \quad (1.28)$$

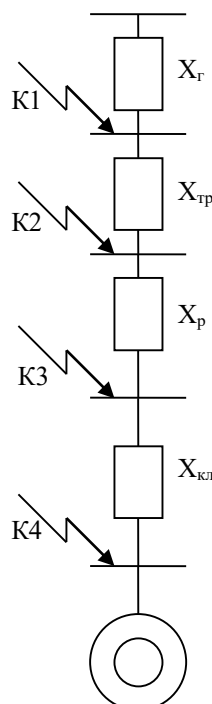
$$I_{б2} = S_6 / \sqrt{3} \cdot U_{нн}. \quad (1.29)$$

$$I_{б1} = 100 / \sqrt{3} \cdot 10,5 = 5,5 \text{ кА},$$

$$I_{б2} = 100 / \sqrt{3} \cdot 6,3 = 9,16 \text{ кА}.$$



1.3-сурет.
Есептік сызбасы



1.4- сурет.
Алмастыру сызбасы

$$X_{бГ} = 0,142 \cdot 100 / 63 = 0,225.$$

Трансформатордың базисті кедергісін мына түрде анықтауға болады:

$$X_{б.тр} = U_{кз} / 100 \cdot (100 / S_{нт}). \quad (1.30)$$

$$X_{б.тр} = 6,5 / 100 \cdot (100 / 6,3) = 1,03.$$

Реактордың базисті кедергісін мына формула арқылы табуға болады :

$$X_{б.р} = X_{р\%} \cdot I_{б2} \cdot U_{н.р} / 100 \cdot I_{н.р} \cdot U_{б}. \quad (1.31)$$

мұндағы $X_{р\%}$ - реактордың реактивтілігі мына түрде анықталады;

$$X_{р\%} = X_{н.р} \cdot I_{н.р} \cdot \sqrt{3} / 10 \cdot U_{ном}. \quad (1.32)$$

Сан мәндерін (1.32) және (1.31) формулаларына қойып есептесек

$$X_{р\%} = 0,25 \cdot 1600 \cdot \sqrt{3} / 10 \cdot 6,3 = 11\%,$$

$$X_{б.р} = 11 \cdot 9,16 \cdot 10,5 / 100 \cdot 1,6 \cdot 6,3 = 1,05.$$

Кабель желісінің базисті кедергісін төменднгі формуласына қойып есептейміз:

$$X_{б.кж} = X_0 \cdot L \cdot S_б / U_{б}^2, \quad (1.33)$$

$$X_{б.кж} = 0,08 \cdot 0,05 \cdot 100 / 6,3^2 = 0,01.$$

мұндағы $X_0 = 0,08$ Ом/км – кабель желісінің меншікті кедергісі;

$L = 50$ м –кабель желісінің ұзындығы .

Қысқаша тұйықталу нүктелері үшін қорытынды кедергілері .

К1 нүктесі үшін қорытынды қосынды кедергі :

$$X_{рез1} = X_{бг} = 0,225.$$

К2 нүктесінің қорытынды қосынды кедергісі :

$$X_{рез2} = X_{рез1} + X_{б.тр}. \quad (1.34)$$

$$X_{рез2} = 0,225 + 1,03 = 1,255.$$

К3 нүктесінің қорытынды қосынды кедергісі :

$$X_{рез3} = X_{рез2} + X_{б.р}. \quad (1.35)$$

$$X_{рез3} = 1,255 + 1,05 = 2,3.$$

К4 нүктесінің қорытынды қосынды кедергісі :

$$X_{рез4} = X_{рез3} + X_{б.кж}. \quad (1.36)$$

$$X_{рез4} = 2,3 + 0,01 = 2,31.$$

Әр нүктедегі қысқаша тұйықталу тоғын мына формула арқылы есептейміз .

$$I_{кз} = I_{бн} / X_{резн} . \quad (1.37)$$

$$K1 \text{ нүктесі үшін : } I_{кз1} = 5,5 / 0,225 = 25,3 \text{ кА};$$

$$K2 \text{ нүктесі үшін : } I_{кз2} = 9,16 / 1,255 = 7,3 \text{ кА};$$

$$K3 \text{ нүктесі үшін : } I_{кз3} = 9,16 / 2,3 = 3,9 \text{ кА};$$

$$K4 \text{ нүктесі үшін : } I_{кз4} = 9,16 / 2,31 = 4 \text{ кА}.$$

Қысқаша тұйықталу тоғын есептеп болғаннан кейін әр нүктедегі соққы тоғын мына формуламен табамыз:

$$i_y = K_y \cdot \sqrt{2} \cdot I_{кзн} . \quad (1.38)$$

мұндағы K_y -соғылу коэффициенті,
 $K_y=1,85$ - 10,5 кВ кернеуі үшін,
 $K_y=1,8$ - 6,3 кВ кернеуі үшін.

$$K1 \text{ нүктесі үшін : } i_{y1} = 1,85 \cdot \sqrt{2} \cdot 25,3 = 66,2 \text{ кА};$$

$$K2 \text{ нүктесі үшін : } i_{y2} = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 7,3 = 18,6 \text{ кА};$$

$$K3 \text{ нүктесі үшін : } i_{y3} = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 3,9 = 9,9 \text{ кА};$$

$$K4 \text{ нүктесі үшін : } i_{y4} = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 4 = 10,1 \text{ кА}.$$

Қуаты ең үлкен қозғалтқышты қосқандағы қысқаша тұйықталу тоғын табу үшін қозғалтқыштың қосқандағы тоғын табу керек. Ол келесі формуламен анықталады.

$$I_{номд} = P_{ном\Sigma} / \sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos\varphi . \quad (1.39)$$

$$I_{номд} = 4370 / \sqrt{3} \cdot 6,3 \cdot 0,85 = 471,1 \text{ А}.$$

Қозғалтқыштағы қысқаша тұйықталу тоғының формуласы:

$$I_{кзд} = I_{номд} \cdot 0,9 / 0,2 . \quad (1.40)$$

$$I_{кзд} = 0,4711 \cdot 0,9 / 0,2 = 2,12 \text{ кА}.$$

Қозғалтқыштың қысқаша тұйықталу тоғын қосқандағы қосынды қысқаша тұйықталу тоғының формуласы мына түрде болады :

$$I_{кз\Sigma Д} = I_{кз4} + I_{кз Д}, \quad (1.41)$$

$$I_{кз\Sigma Д} = 4 + 2,12 = 6,12 \text{ кА.}$$

Қозғалтқышты қосқандағы қосынды соғылу тоғының формуласы келесі түрде анықталады:

$$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot (K_y \cdot I_{кз5} + 4,5 \cdot I_{ном Д}), \quad (1.42)$$

$$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot (1,8 \cdot 4 + 4,5 \cdot 0,4711) = 13,2 \text{ кА.}$$

Кернеуі 6 кВ –ғы есептелген қысқаша тұйықталу тоқтарымен соғылу тоқтарын 1.8 кестесіне енгіземіз.

1.8-кесте - Есептік ҚТ тоқтары

U _{ном} , кВ	I _б , кА	К1		К2		К3		К4	
		I _{кз} ,	i _y	I _{кз}	i _y	I _{кз}	i _y	I _{кз}	i _y
10,5	5,5	25,3	66,2	-	-	-	-	-	-
6,3	9,16	-	-	7,3	18,6	3,9	9,9	4	10,1

1.6 Кернеуі 6 кВ өзіндік қажеттілікке кабель желісін таңдау

Кабельдерді жер астында ,су астында , жоғары , әрі төмен кер-неулі электр энергиясын тұтынушыларға беру үшін қолданылады .Тоқ өт-кізіш талшықты кабельдер мыс пен алюминийден жасалады . Кабельдер 1, 2 ,3 және 4 талшықты болады . Кабельдерді таңдау үшін төмендегі шарттарды қарастыру керек .

Кабель желісін таңдау үшін 6-кВ-тағы тұтынушылардың ең үлкен қуат бар тұтынушыныңқуатын алып номинал есептік тоқты есептеу керек. Ол келесі формула бойынша есептеледі:

$$I_{есеп} = P_{ном} / \sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos\varphi , \quad (1.43)$$

$$I_{есеп} = 1000 / \sqrt{3} \cdot 6,3 \cdot 0,85 = 107,8 \text{ А.}$$

Номинал есептік тоқ бойынша ААШВ маркалы , қимасы $S = 70 \text{ мм}^2$, ұзақтық есептік тоғы $I_{дл,доп} = 135 \text{ А}$, болатын кабель желісін таңдадық.

Таңдалған кабель желісін тексеру шартымен салыстырамыз :

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{расч.}} \quad (1.44)$$

мұндағы жіберілетін тоқ $I_{\text{доп}}$

$$I_{\text{доп}} = k \cdot I_{\text{дл.доп}}, \quad (1.45)$$

$$I_{\text{доп}} = 0,87 \cdot 135 = 117,45 \text{ А.}$$

(1.44) формуласына сан мәнін қойып шартты тексеретін болсақ $117,45 \text{ А} \geq 107,8 \text{ А}$ шарт қанағаттандырылады .

Кабель желісінің қимасын қысқаша тұықталу тоғына термиялық ұстамдылығына тексереміз :

$$S = \alpha \cdot I_{\text{кз}\Sigma\text{Д}} \cdot \sqrt{t_{\text{п}}} . \quad (1.46)$$

мұндағы α - кернеуі 10 кВ- қа дейінгі кабель желісінің термиялық коэф-фициенті , алюминий кабель желісі үшін $\alpha = 12$.

$t_{\text{п}}$ – күштік ажыратқыштың әсер ету уақытына байланысты,

$$t = 0,5\text{с.}$$

$$S = 12 \cdot 6,12 \cdot \sqrt{0,5} = 52 \text{ мм.}$$

Кабель желісін экономикалық қимасын есептейміз .

$$q_{\text{э}} = I_{\text{есеп}} / J_{\text{у}} . \quad (1.47)$$

мұндағы $J_{\text{у}}$ - нормальдалған экономикалық тоқ тығыздығы , $J_{\text{у}} = 1,2 \text{ А/мм}^2$

$$q_{\text{э}} = 107,8 / 1,2 = 89,8 \text{ мм}^2.$$

Сонымен қорыта келгенде біз ААШВ (3 х 95) кабель желісін таңдадық, жіберілетін тоқ $I_{\text{доп}} = 165 \text{ мм}^2$.

1.7 Кернеуі 6кВ желісіне шина таңдау және тексеру

Электр станциялардың жабдықтарын және аппараттарын өзара қосу үшін изоляциясыз тоқ өткізгіштер (шиналар) пайдаланылады .

Шинаны таңдау үшін есептік тоқты табу керек .

$$I_{\text{есеп}} = S_{\text{есеп}} / \sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} . \quad (1.48)$$

$$I_{\text{есеп}} = 4040,5 / \sqrt{3} \cdot 6,3 = 370,3 \text{ А.}$$

Есептік тоқ арқылы қимасы алюминий шинасын таңдаймыз. Шинаның ұзақ өткізгіш тоғы $I_{\text{дл.доп}} = 480 \text{ А}$, тік бұрышты бір жолақты шинаның қимасы $(40 \times 4) \text{ мм}$, жолақтың қимасы $S = 160 \text{ мм}^2$.

Қоршаған ортаның температурасына байланысты есептік тоқтың мәні келесі формула арқылы есептеледі:

$$I'_{\text{есеп}} = I_{\text{есеп}} / K_3. \quad (1.49)$$

мұндағы $K_3 = 0,94$, қоршаған ортаның температурасына байланысты түзету коэффициенті, $t = \pm 35^\circ \text{ С}$ болғанда.

$$I'_{\text{есеп}} = 370,3 / 0,94 = 394 \text{ А.}$$

Ұзақтық тоғына таңдау шарты:

$$I_{\text{дл.доп}} \geq I'_{\text{есеп}}. \quad (1.50)$$

(1.50) формуласы бойынша сан мәндерін қойсақ $480 \text{ А} \geq 394 \text{ А}$, шарт қанағаттандырылады.

Таңдалған шинаны қысқаша тұйықталу уақытындағы динамика-лық тұрақтылығына тексереміз. Үш фазалы қысқаша тұйықталу уақытындағы шинаға түсетін ең үлкен механикалық күштің анықтау формуласы:

$$F_{\text{расч}}^{(3)} = 1,76 \cdot (i_y^{(3)})^2 \cdot L \cdot 10^{-2} / a. \quad (1.51)$$

мұндағы a – фазалардың ара қашықтығы, $a = 70 \text{ см} = 0,7 \text{ м}$

$$F_{\text{расч}}^{(3)} = 1,76 \cdot (9,9)^2 \cdot 2 \cdot 10^{-2} / 0,7 = 5 \text{ даН.}$$

Шинаның иілу моментінің формуласы:

$$M_{\text{изг}} = F_{\text{расч}}^{(3)} \cdot L / 8. \quad (1.52)$$

мұндағы $L = 2 \text{ м}$ – оқшаулағыш арақашықтығы.

$$M_{\text{изг}} = 5 \cdot 2 / 8 = 1,25 \text{ даН}\cdot\text{см.}$$

Тік орналасқан шинаның (ребро) кедергі моментінің формуласы мына түрде анықталады:

$$W = h \cdot b^2 / 6. \quad (1.53)$$

мұндағы $B = 4 \text{ мм} = 0,4 \text{ см}$, $h = 40 \text{ мм} = 4 \text{ см}$.

$$W = (0,4)^2 \cdot 4 / 6 = 0,1.$$

Иілген уақыттағы шина материалының күшеюі

$$\sigma_{\text{есеп}} = M / W. \quad (1.54)$$

$$\sigma_{\text{есеп}} = 1,25 / 0,1 = 12,5 \text{ даН/см}^2.$$

Шина механикалық беріктігін тексеру үшін мына шарт арқылы тексеруге болады егер :

$$\sigma_{\text{есеп}} \leq \sigma_{\text{доп}}. \quad (1.55)$$

мұндағы $\sigma = 70 \text{ даН/см}^2$, ПУЭ бойынша жіберілетін механикалық беріктік.

(1.55) формуласын тексеретін болсақ: $12,5 \text{ даН/см}^2 \leq 70 \text{ даН/см}^2$, шарт қанағаттандырылады .

Шинаны минимал қимасына термиялық беріктігіне тексереміз , тексеру шарты келесі түрде болады :

$$S_{\text{мин}} \leq S. \quad (1.56)$$

мұндағы

$$S_{\text{мин}} = J_{\infty} \cdot \sqrt{t} / C. \quad (1.57)$$

мұндағы $C = 90$, кернеу 10 кВ уақытындағы алюминий шинасының коэффициенті,

J_{∞} -шинаның термиялық ұстамдылығы, $J_{\infty}=3,9$

$$S_{\text{мин}} = 3,9 \cdot \sqrt{0,5 \cdot 10^3} / 90 = 30,64 \text{ мм}^2.$$

(1.56) формуласына қойып $30,64 \text{ мм}^2 \leq 160 \text{ мм}^2$, шарт қанағаттандырылады.

Сонымен қимасы $S = 160 \text{ мм}^2$, өлшемі (40 х 4) мм, тік бұрышты боялған шина таңдаймыз.

1.8 Оқшаулағышты таңдау және тексеру

Оқшаулағыштар тоқ жүретін бөліктерді бекіту үшін, оларды жерден және қондырғының басқа да бөліктерінен оқшаулау (изоляциялау) үшін қолданылады. Сондықтан да изоляторлардың электрлік және меха-никалық беріктігіне тексеруіне жеткілікті болуы, ыстыққа төзімді, әрі ылғал өткізбеуі тиіс. Оқшаулағыштар станциялық, аппараттық және линиялық болып бөлінеді.

Станциялық оқшаулағыштар электр станциялары мен подстанцияларының тарату құрылғыларындағы шиналарды бекіту, әрі изоляциялау үшін қолданылады. Олар өз кезегінде тіректік және өтпелі болып бөлінеді. Барлық изоляторларды кернеуіне орнатылу түріне және шектеулі механикалық күшіне қарай таңдайды.

Оқшаулағыштың шектеулі механикалық күшіне қарай таңдаған-да мына шарт орындалуы тиіс:

$$F_{\text{доп}} \leq 0.6 \cdot F_{\text{расч}}. \quad (1.58)$$

Үш фазалы қысқа тұйықталатын соққы тоғы кезіндегі изоля-тордағы ең көп есептік күшінің формуласы мына түрде болады:

$$F_{\text{расч}} = k_h \cdot F_u. \quad (1.59)$$

мұндағы шинаның иілу күші мына формула арқылы анықталады:

$$F_u = 1,73 \cdot i_y^2 \cdot L \cdot k_h \cdot 10^{-7} / a = f_0 \cdot l \cdot k_h. \quad (1.60)$$

Биіктіктегі шинаның түзету коэффициенті:

$$k_h = H / H_{\text{из}}. \quad (1.61)$$

мұндағы H - оқшауламаның биіктігі мына формуласымен анықталады

$$H = H_{\text{из}} + b + h / 2. \quad (1.62)$$

$$H = 100 + 0,4 + 4 / 2 = 102,4 \text{ см},$$

$$k_h = 102,4 / 100 = 1,024,$$

$$F_u = 1,73 \cdot (9,9 \cdot 10^3)^2 \cdot 2 \cdot 1,024 \cdot 10^{-7} / 0,7 = 49,6 \text{ Н},$$

$$F_{\text{расч}} = 1,024 \cdot 49,6 = 50,8 \text{ Н}.$$

Тіректік оқшаулағыш үшін , ОФ – 6 – 375 таңдадық ал енді осы тіректік оқшаулағышты (1.58) формуласына сан мәнін қойып шарттың орын-далуын тексереміз:

$$50,8 \text{ Н} \leq 0,6 \cdot 375 \text{ Н},$$

$$50,8 \text{ Н} \leq 225 \text{ Н}, \text{ шарт орындалды.}$$

Өтпелі оқшаулағыш үшін , П 6 / 400 – 375 оқшаулағышын осы шартқа да тексереміз :

$$50,8 \text{ Н} \leq 225 \text{ Н}, \text{ шартты қанағаттандырады.}$$

1.9 Реактор таңдау және тексеру

Реакторлар электр қондырғыларында кейбір уақытта болатын қысқаша тұйықталу тоғын шектеуге қолданылады . Тізбекке қосылған реактордан кейін бұзылыс болса, онда реактор жинақтаушы кернеудің белгілі (керекті) деңгейін сақтайды . Станцияға біз РБА 10 – 1600 -0,25 реакторын алып тексереміз.

Реактордың керекті реактивтілігін мына формула арқылы анықтаймыз :

$$X_{p\%} = [I_6 / I_{нтс} - X_{*6}] \cdot I_{н.р} \cdot U_{н.р} \cdot 100 / I_6 \cdot U_{н.р}. \quad (1.63)$$

мұндағы $I_{нтс}=53$ кА деп қарастыра отырып (2.63) формуласына қоямыз.

Реактордың базисті кедергісі мына формула арқылы анықталады

$$X_{*6} = X_{нр} \cdot I_6 \cdot U_{н.р} / 100 \cdot I_{н.р} \cdot U_6. \quad (1.64)$$

$$X_{*6} = 0,25 \cdot 9,16 \cdot 10 / 100 \cdot 1,6 \cdot 6,3 = 0,02.$$

$$X_{p\%} = [9,16 / 53 - 0,02] \cdot 1,6 \cdot 10 \cdot 100 / 9,16 \cdot 10 = 2,6 \%.$$

Реактордың реактивтілігін мына түрде есептейміз :

$$X_{нр\%} = X_{нр} \cdot U_{н.р} \cdot 10 / \sqrt{3} \cdot I_{нс}, \quad (1.65)$$

$$X_{нр\%} = 0,25 \cdot 10 \cdot 10 / \sqrt{3} \cdot 1,6 = 9,02 \%.$$

Реактордағы қалдық кернеуді мына формула арқылы анықтауға болады:

$$U_{ост\%} = X_{нр\%} \cdot i^{(3)}_y \cdot U_{н.р} / I_{н.р} \cdot U_{ном}, \quad (1.66)$$

$$U_{\text{ост}\%} = 9,02 \cdot 9,9 \cdot 10 / 6,3 \cdot 1,6 = 88 \%$$

Берілген ГОСТ бойынша реакторды тексеру шарты мына түрде болады:

$$U_{\text{ост}\%} \geq 60 \%. \quad (1.67)$$

(1.67) шартын тексереміз: $88 \% \geq 60 \%$

Реактордың паспорттық берілгендері мен есептік берілгендерін және таңдалу шартын 1.9-кестесіне салып тексереміз.

1.9-кесте - Реактордың таңдау шарттары

Есептік берілгендер	Таңдалу шарты	Паспорттық берілген
1. $U_{\text{ном}} = 6,3 \text{ кВ}$	$U_{\text{ном}} \leq U_{\text{ном.у}}$	$U_{\text{ном.у}} = 10 \text{ кВ}$
2. $U_{\text{ост}} = 88 \%$	$U_{\text{доп}} \leq U_{\text{ост}}$	$U_{\text{доп}} = 60\%$
3. $i_{\text{у}} = 9,9 \text{ кА}$	$i_{\text{у}} \leq i_{\text{дин}}$	$i_{\text{дин}} = 53 \text{ кА}$
4. $I_{\text{расч}} = 370,3 \text{ А}$	$I_{\text{расч}} \leq I_{\text{нр}}$	$I_{\text{ном.р}} = 1600 \text{ А}$

Реактор барлық шарттарды қанағаттандырады .

1.10 Кернеуі 6кВ , электрлік аппараттар таңдау және тексеру

Ажыратқыш пен айырғышты таңдау және тексеру.Өзіндік қажеттілікке жұмсалатын трансформатордың ажыратқышын таңдау. Ол үшін есептік тоқты есептейміз . Ол мына формула арқыла есептеледі.

$$I_{\text{расч}} = S_{\text{р}} / \sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}, \quad (1.68)$$

$$I_{\text{расч}} = 6300 / \sqrt{3} \cdot 6,3 = 577,3 \text{ А.}$$

Қысқаша тұйықталу тоғына термиялық ұстамдылығына есептейміз.

$$B_{\text{к}} = I_{\text{кз}}^2 \cdot (t_{\text{отк}} + T_{\text{а}}), \quad (1.69)$$

$$B_{\text{к}} = 7,3^2 \cdot (0,5 + 0,185) = 36,5 \text{ кА}^2\text{с.}$$

Есептік тоқ арқылы біз ВВ-TEL–10–12,5/630 вакумды ажыратқыш таңдаймыз. Ажыратқыштың паспорттық берілгендері мен есептік берілгендерін 1.10-кестесіне салып тексереміз.

1.10-кесте - Ажыратқыш таңдау шартты

Есептік берілгендер	Таңдалу шарты	Паспорттық берілгендер
1. $I_{расч} = 577,3 \text{ А}$	$I_{расч} \leq I_{ном}$	$I_{ном} = 630 \text{ А}$
2. $U_{ном} = 6 \text{ кВ}$	$U_{ном} \leq U_{ном.у}$	$U_{ном.у} = 10 \text{ кВ}$
3. $i_y = 18,6 \text{ кА}$	$I_y \leq i_{пр.ск}$	$I_{пр.ск} = 32 \text{ кА}$
4. $I_{кз} = 7,3 \text{ кА}$	$I_{кз} \leq I_{отк}$	$I_{отк} = 12,5 \text{ кА}$
5. $B_k = 36,5 \text{ кА}^2\text{с}$	$B_k \leq I_t^2 \cdot t$	-

Қарастырған ажыратқыш шарттарды қанағаттандырады .

Қарастырған ажыратқыш шарттарды қанағаттандырады .

Айырғышты да ажыратқыш сияқты таңдайды. РВФ-10-630 айырғыштың есептік мәндерін, паспорттық берілгендерін және таңдалу шартын 1.12-кестесіне салып тексереміз .

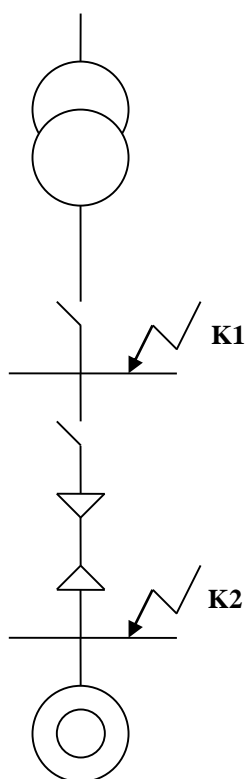
1.12-кесте - Айырғыш таңдау шарттары

Есептік берілгендер	Таңдалу шарты	Паспорттық берілгендер
1. $U_{ном} = 6 \text{ кВ}$	$U_{ном} \leq U_{ном.у}$	$U_{ном.у} = 10 \text{ кВ}$
2. $I_{расч} = 577,3 \text{ А}$	$I_{расч} \leq I_{ном}$	$I_{ном} = 630 \text{ А}$
3. $i_y = 18,6 \text{ кА}$	$i_y \leq i_{пр.ск}$	$i_{пр.ск} = 60 \text{ кА}$
4. $B_k = 36,5 \text{ кА}^2\text{с}$	$B_k \leq I^2 \cdot t$	$I^2 \cdot t = 40^2 \cdot 4 = 1600 \text{ кА}^2\text{с}$

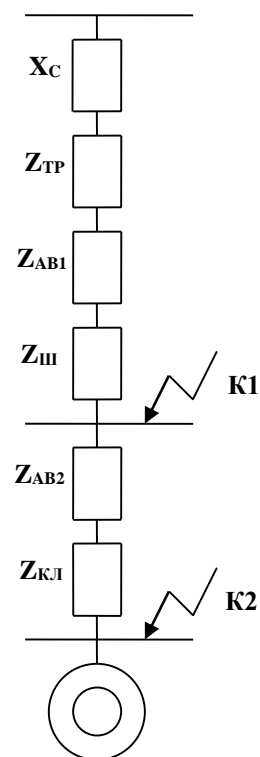
Айырғыш барлық шарттарды қанағаттандырады

1.12 Кернеуі 0,4 кВ қысқаша тұйықталу тоқтарын есептеу

Қысқаша тұйықталудың есептік сызбасы мен алмастыру сызбасын төменде көрсетеміз (1.5 және 1.6-суреттер.)



1.5-сурет.
Есептік сызбасы



1.6-сурет .
Алмастыру сызбасын

Есептік берілгендер :

Трансформатор типі : ТЗС- 1000/6:

$U_k = 5,5\%$, $VH = 6\text{кВ}$, $HH = 0,4\text{ кВ}$, $P_{xx} = 2,1\text{кВт}$, $P_{кз} = 11\text{кВт}$,

$I_{xx} = 1,4\%$,

$K = 3,78\text{ млн.тг}$.

Кабель желісі: $L_{кл} = 8\text{м}$, $S = 50\text{ мм}^2$, $X_o = 0,625\text{Ом/км}$,

$r_o = 0,085\text{Ом/км}$.

Шинаның өлшемі: $L_{ш} = 10\text{ м}$, $(40 \times 4)\text{ мм}$, $X_o = 0,119\text{ мОм}$,

$r_o = 0,099\text{мОм}$.

Автомат АВМ : $I_y = 1500\text{ А}$, $r_{pp1} = 0,1\text{мОм}$, $X_{аб1} = 0,05\text{мОм}$, $r_{аб1} = 0,08\text{ мОм}$,

$I_{отк} = 50\text{ кА}$.

Автомат А2140 ;

$I_y = 200\text{ А}$, $r_{pp2} = 0,6\text{ мОм}$, $X_{аб2} = 0,28\text{мОм}$, $r_{аб2} = 0,36\text{мОм}$,

$I_{отк} = 20\text{кА}$.

Системаның активті кедергісі :

$X_c = 0,3 \div 0,5\text{ мОм}$.

Трансформатордан кейінгі автоматтың есептік тоғының формуласы :

$$I_p = S_{\text{ном.тр}} / \sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} . \quad (1.70)$$

Есептік берілгендерді (2.90) формуласына қойып есептейміз :

$$I_p = 1000 / \sqrt{3} \cdot 0,4 = 1443 \text{ A} = 1500 \text{ A}.$$

Қозғалтқышқа дейінгі автоматтың есептік тоғының формуласы:

$$I_p = P_{\text{ном}} / \sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos\varphi . \quad (1.71)$$

Есептік берілгендерді (1.90) формуласына қойып есептейміз :

$$I_p = 75 / \sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 0,8 = 135 \text{ A} = 200 \text{ A}.$$

Шинаның және кабельдің индуктив және актив кедергілерінің формуласы

$$X = X_0 \cdot L , \quad (1.72)$$

$$r = r_0 \cdot L . \quad (1.73)$$

мұндағы X_0 - кабель және шинаның меншікті актив кедергісі , мОм/м

r_0 - кабель және шинаның меншікті индуктив кедергісі, мОм/м

Есептік берілгендерді (1.72) және (1.73) формулаларына қоямыз .
Кабель желісі үшін :

$$X_{\text{кл}} = 0,625 \cdot 0,008 = 0,005 \text{ мОм},$$

$$r_{\text{кл}} = 0,085 \cdot 0,008 = 0,00068 \text{ мОм} .$$

Шина үшін :

$$X_{\text{ш}} = 0,119 \cdot 10 = 1,19 \text{ мОм},$$

$$r_{\text{ш}} = 0,099 \cdot 10 = 0,99 \text{ мОм}.$$

Трансформатордың актив кедергісін есептеу формуласы :

$$R_{\text{тр}} = (P_{\text{к.з.}} / S_{\text{ном. тр.}}) \cdot (U_{\text{ном}}^2 / 1000). \quad (1.94)$$

Сан мәндерін (1.74) формуласына қоямыз :

$$R_{\text{тр}} = (11 / 1000) \cdot (400^2 / 1000) = 1,76 \text{ мОм.}$$

Трансформатордың индуктив кедергісін есептеу формуласы :

$$X_{\text{тр}} = X'_{\text{тр}} \cdot U_{\text{ном}}^2 / 1000. \quad (1.75)$$

Трансформатордың базисті кедергісі анықтау формуласы :

$$X'_{\text{тр}} = \sqrt{((U_{\text{кз}} / 100)^2 - r_{\text{тр}}^2)}, \quad (1.76)$$

$$r_{\text{тр}} = P_{\text{кз}} / S_{\text{ном.тр}}. \quad (1.77)$$

$$X'_{\text{тр}} = \sqrt{((5,5 / 100)^2 - 0,011^2)} = 0,056 \text{ мОм,}$$

$$r_{\text{тр}} = 11 / 1000 = 0,011 \text{ мОм.}$$

$$X_{\text{тр}} = (0,056 \cdot 400^2) / 1000 = 8,96 \text{ мОм.}$$

Қысқаша тұйықталу тоғын есептеу үшін ,ең алдымен қорытынды есептік актив және индуктив кедергілерін есептейміз :

$$R_1 = r_{\text{тр}} + r_{\text{ав1}} + r_{\text{пав1}} + r_{\text{ш}} + r_{\text{неуч}}. \quad (1.78)$$

$$X_1 = X_c + X_{\text{тр}} + X_{\text{ав1}} + X_{\text{ш}}. \quad (1.79)$$

Есептелген сан мәндерін (1.98) және (1.99) формулаларына қойып есептейміз .

$$R_1 = 1,76 + 0,08 + 0,1 + 0,99 + 15 = 17,93 \text{ мОм,}$$

$$X_1 = 0,5 + 8,96 + 0,05 + 1,19 = 9,74 \text{ мОм.}$$

Қысқаша тұйықталу нүктесі үшін толық қорытынды кедергіні есептеу формуласы:

$$Z = \sqrt{(R_1^2 + X_1^2)}. \quad (1.80)$$

Қысқаша тұйықталу тоғын есептеу формуласы :

$$I_{\text{кз}}^{(3)} = U_{\text{ном}} / \sqrt{3} \cdot Z. \quad (1.81)$$

Есептік берілгендерді (1.80) және (1.81) формулаларға қойып есептейміз:

$$Z = \sqrt{(17,93^2 + 9,74^2)} = 20,4 \text{ мОм,}$$

$$I_{кз}^{(3)} = 400 / \sqrt{3} \cdot 20,4 = 11,3 \text{ кА.}$$

Қысқаша түйықталудың соғылу тоғының формуласы :

$$i_y = \sqrt{3} \cdot K_y \cdot I_{кз} . \quad (1.82)$$

мұндағы $K_y = 1,3$ соғылу тоғының коэффициенті .

$$i_y = \sqrt{3} \cdot 1,3 \cdot 11,3 = 25,4 \text{ кА.}$$

К2 нүктесі үшін қорытынды актив және индуктив кедергісі анықтау формуласы :

$$r_2 = r_1 + r_{кл} + r_{ав2} + r_{апв2} . \quad (1.83)$$

$$X_2 = X_2 + X_{кл} + X_{ав2} . \quad (1.84)$$

$$r_2 = 17,93 + 0,00068 + 0,36 + 0,6 = 18,9 \text{ мОм,}$$

$$X_2 = 9,74 + 0,005 + 0,28 = 10,025 \text{ мОм.}$$

К2 нүктесі толық есептік кедергі есептейміз:

$$Z_2 = \sqrt{(18,9^2 + 10,025^2)} = 21,3 \text{ мОм.}$$

К2 нүктесінің қысқаша түйықталу тоғын есептейміз .

$$I_{кз2}^{(3)} = 400 / \sqrt{3} \cdot 21,3 = 10,84 \text{ кА.}$$

К2 нүктесінің қысқаша түйықталу тоғының соғылу тоғын есептейміз

$$i_{y2} = \sqrt{3} \cdot 1,3 \cdot 10,84 = 24,4 \text{ кА.}$$

1.13 Кернеуі 0.4 кВ-қа басқару және қорғаныс аппараттарын таңдау

Автоматты ұстамдылық тоғына тексеркіміз . Ұстамдық тоғына тексеру шартының формуласы :

$$I_y > I_{н.раб} \cdot 1,5. \quad (1.85)$$

$$I_{н.раб} = P_{ном} / \sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos\varphi . \quad (1.86)$$

Берілгендерді (1.86) формуласына қойып есептейміз .

$$I_{н,раб} = 810 / 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 0,8 = 730,7 \text{ А.}$$

Есептелінген мәнді (1.85) шартына қойып 1-ші автоматтың ұстамдылық тоғына тексереміз :

$$1500\text{А} > 730,7 \cdot 1,5 = 1096,05\text{А.}$$

Шарт орындалды.

Енді автоматты сезімталдылық коэффициентіне тексереміз .
Сезімталдылық коэффициентінің таңдалу шартының формуласы

$$K_{ч} < I_{кз}^{(2)} / i_{у} . \quad (1.87)$$

мұндағы $K_{ч} = 1,5$ – сезімталдылық коэффициенті ,
 $I_{кз}^{(2)}$ - 2 фаза аралық қысқаша тұйықталу тоғы төмендегі
формула арқылы анықталады:

$$I_{кз}^{(2)} = 0,87 \cdot I_{кз}^{(3)} . \quad (1.88)$$

АВМ автоматы үшін :

$$I_{кз}^{(2)} = 0,87 \cdot 11,3 = 9,831 \text{ кА} = 9831 \text{ А.}$$

А2410 автоматы үшін :

$$I_{кз}^{(2)} = 0,87 \cdot 10,84 = 9,431 \text{ кА} = 9431 \text{ А.}$$

АВМ автоматы үшін:

$$1,5 \text{ А} < 9831 / 1096,05 = 8,9 \text{ А.}$$

А2410 автоматы үшін :

$$1,5 \text{ А} < 9431 / 1096,05 = 8,6 \text{ А.}$$

Шарт орындалды.

Таңдалған автоматтың сөндіру тоғы жоғары болуы керек . Яғни мына шартты қанағаттандыру керек .

$$I_{кз}^{(3)} \cdot 1,2 < I_{отк} . \quad (1.89)$$

АВМ автоматы үшін:

$$11,3 \cdot 1,2 = 13,56 \text{ кА} < 50 \text{ кА.}$$

А2410 автоматы үшін:

$$10,84 \cdot 1,2 = 13 \text{ кА} < 20 \text{ кА}.$$

1.14 Кернеуі 0,4 кабель және шина желісін таңдау

Кабель желісін таңдау үшін, қуаты ең үлкен қозғалтқыштың ол су беретін сораптың есептік номинал тоғын есептейміз.

$$I_{\text{расч}} = P_{\text{ном}} / \sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos\varphi \cdot \eta. \quad (1.90)$$

$$I_{\text{расч}} = 75 / \sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 0,8 \cdot 0,93 = 145,5 \text{ А}.$$

Есептік тоқ бойынша маркасы ААШВ, қимасы 50 мм², ұзақтық жіберу тоғы $I_{\text{дл.доп}} = 155 \text{ А}$ болатын кабель желісін таңдадық.

Таңдалған кабель желісін мына шарт бойынша тексереміз.

$$I_{\text{дл.доп}} \geq I_{\text{расч}}. \quad (1.91)$$

155 А \geq 145,5 А, шарт орындалды.

Кабель желісін жоғалу кернеуімен тексереміз.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot (R_o \cdot \cos\varphi + X_o \cdot \sin\varphi) < 4\%. \quad (1.112)$$

мұндағы қозғалтқыштың берілгендері: $\sin\varphi - 0,6$, $\cos\varphi - 0,8$

Кабель желісінің актив және индуктив кедергісі – $R_o - 0,625 \text{ Ом}$

/м,

$X_o - 0,0625 \text{ Ом /м}.$

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot (0,625 \cdot 0,8 + 0,0625 \cdot 0,6) = 1,2 \% < 4\%.$$

шарт орындалды.

Шина желісін таңдау.

Шинаны таңдау үшін есептік тоқты есептейміз.

$$I_{\text{расч}} = 1000 / 1,732 \cdot 0,4 \cdot 2 = 712,7 \text{ А}.$$

Есептік тоқ бойынша, тік бұрышты алюминий, өлшемі (40 x 4)

мм,

Ұзақтық жіберу тоғы $I_{\text{дл.доп}} = 840 \text{ А}.$

Таңдалған шинаны тексереміз.

$$840 \text{ А} > 712,7 \text{ А}.$$

Шарт орындалды.

2 Генератор – трансформатор блоктарының релелік қорғанысы

2.1 Қолданылатын қорғаныс түрлері

Энергиясы тұтынушыларға 110-750 кВ жоғары кернеулі желілер арқылы берілетін қазіргі кездегі қуатты электр станцияларында блокты жалғау сұлбалары қолданылады. Әдетте бір блокқа генератор және екі не үш орамды трансформатор немесе автотрансформатор мен өзіндік қажеттер трансформаторы (ӨҚТ) жалғанады.

Генераторлар мен ӨҚТ тізбектерінде қуаты 100 МВт-қа дейінгі блоктарда ажыратқыштар орнатылуы мүмкін. Қуаты 100 МВт-тан жоғары блоктар үшін бұл тізбектерде ажыратқыштар орнатылмайды. Сондай-ақ ажыратқыштары бар екі генераторды екі тарамдалған орамасы бар бір трансформаторға қосу сұлбасын қолданады. Блоктың 330-500 кВ жағында бір жарым бөлмелі сұлбалар, үшбұрыш, көпбұрыш т.б. сұлбалары қолданылады, ал 110-220 кВ жағында қосарланған айналмалы немесе айналмасыз шиналар жүйесін қолданады.

Осыған байланысты, генератордың, жоғарлатқыш трансформатордың, немесе ӨҚТ-ң ішкі зақымдануларынан қорғаныс іске қосылғанда тек блоктың барлық ажыратқыштары мен өріс сөндіру автоматтарының (ӨСА) ажыратылуы емес, сондай-ақ технологиялық қорғаныстар тізбектері арқылы турбинаның тоқтатылуы және қазандықтың сөндірілуі қарастырылады. Блокты ажыратқанда торапта сыртқы қ.т.-дан қорғаныс іске қосылғанда блоктың жылулық бөлігінің бос жүріс режиміне бір уақытта ауысуы қарастырылады. Себебі, бұл жағдайларда блоктың торапқа тез қайта қосылу мүмкіндігі бар.

1) Дифференциалды қорғаныс

Қуаты 150 МВт және одан жоғары блоктар генераторларында, оның ажыратқышы бар боса да, жоқ болса да ДЗТ-11/5 типті релесі бар, тежеуі бар үшфазалы үшрелелі сезімтал дифференциалды қорғаныс сұлбасы қолданылады.

ТТ-ның ток тізбектерінің қалыпты жұмыс істеуі бақылауға алынбайды. Және де, генератор ажыратқышы болмаған жағдайда блоктың жалпы дифференциалдық қорғанысын немесе ажыратқыш болған жағдайда жеке трансформатордың дифференциалды қорғанысы қарастырылады.

2) Кернеудің жоғарлауынан қорғаныс

Бұл қорғанысты қуаты 150 МВт және одан жоғары генераторлары блоктарда (генератор тізбегінде ажыратқыш болған жағдайда және болмаған жағдайда) орнатады. Оның мақсаты – бос жүріс режимінде трансформаторлар мен генераторларда кернеудің шамадан тыс көтерілуіне жол бермеу. Сондықтан, бұл қорғаныс РТ-40/Р типті ток релесімен бекітілген. Реле генератор мен трансформатор тізбегінде ток жоғалған кезде қорғанысты іске қосады. Қорғаныстың тағайыншамасы

$$U_{с.з.} = 1,2 \cdot U_{г.ном.}; I_{с.з.} = 0,1 \cdot I_{г.ном.}; t = 3 с.$$

3) Блоктың генератор жағында жерге тұйықталудан қорғаныс

Блокты сұлбаларда генератордың, жоғарлатқыш трансформатордың ТК орамасының, ӨҚТ-ң ЖК орамасының таратушы тораппен электрлік байланысы болмайды. Ол дегеніміз генераторлық кернеуде жерге тұйықталудан қорғанысты айтарлықтай қарапайымдатады. Қуаты 300 МВт және одан төмен генераторлардың статор орамасының жерге тұйықталу сиымдылық тогы 5 А-ден аспайды. Одан қуатты блоктар үшін, генераторлық кернеуде жерге тұйықталу тогы 5 А-ден жоғары болған кезде, генератор бейтарабына доға сөндіруші орауыш орнату арқылы бұл токты компенсациялау қолданылады.

Жерге тұйықталудан қорғаныс ретінде нөл реттік максималды кернеу қорғанысы қолданылады. Генераторда ажыратқыш болған жағдайда (2.1-сурет, в мен е) бұл қорғаныс генератордың шықпаларында және жеке жоғарлатқыш трансформатордың ТК шықпаларында орнатылады.

2.2 Блоктағы жоғарлатқыш трансформатордың ТК жағында жерге тұйықталудан қорғаныс түрін таңдау

Генераторды ажырату режимінде трансформатордың немесе автотрансформатордың ТК жағында оқшауламаны бақылау үшін уақыт ұстамы бар белгіге әсер ететін максималды нөл реттік кернеу қорғанысы қолданылады. Бұл қорғаныс трансформатордың (автотрансформатордың) ТК шықпаларында орнатылған КТ-на жалғанады. 1Н₀ релесі минималды іске қосылу кернеуі $U_{с.р.мин}=15$ В термиялық төзімді РН-53/60Д типті алынады. Берілген тағайыншамада реле блоктың ЖК торабында жерге қ.т. болған кезде және қалыпты режимде оның қысқыштарындағы кернеуден шеттетілген. Тағайыншамасы 4-8 В, 100 В кернеуге ұзақ уақыт термиялық төзімді, жоғары гармониктерден шеттетілген кернеу релесі шығарылса, РН-53/60Д релесінің орнына қолдануға болады.

2.3 Генераторды тежеуі бар блоктың дифференциалды қорғанысын есептеу

Ішкі қ.т.- рдан сезімтал дифференциалдық ток қорғанысын қолданамыз.

Жоғары сезімталдықты қамтамасыз ету мақсатында қорғаныс ДЗТ-11/5 типті, тежеуіш сипаттамасы бар релемен іске асады. Бұл реленің бір тежеуіш орамасы (орамдары штепсельді колодкаға кететін) және бір

жұмыс орамасы (орам саны $\omega_{\text{раб}}=144$ және шығарылған орта нуктесі бар) болады.

Тежеуіш орамасы генератордың сызықтық шықпалары жағынан орнатылған ТТ-на қосылады, ал жұмыс орамасы – дифференциалды тізбекке (1.2-сурет). Бірі генераторда болған екі жерге тұйықталуды жылдам сөніру мүмкіндігі үшін берілген дифференциалды қорғаныс үшфазалы үшрелелі болып орындалады.

Теже жоқ кезде реленің іске қосылу тогы

$$I_{c.p.o}=F_{c.p.o}/\omega_{\text{раб}}=100/144=0,693 \text{ А,}$$

мұндағы $F_{c.p.o}=100 \text{ А}$ – Реленің жұмыс орамының іске қосылу м.қ.к.

Генератордың номинал тогына қарағанда, ТТ-ң таңдап алынған жақын үлкен номинал тогына байланысты, қорғаныстың біріншілік іске қосылу тогы $(0,15-0,2)I_{\text{Г.НОМ}}$ құрайды.

Қорғаныстың сыртқы қ.т. кезінде балансталмаған токтардан шеттетілуі ДЗТ-11/5 релесінде тежеуіш ораманың болуымен жүзеге асады.

РНТ-565 релесін қолданған кезде дифференциалдық қорғаныстың сезімділігі $(0,5-0,6)I_{\text{Г.НОМ}}$ болады, ол ДЗТ-11/5 релесімен салыстырғанда шамамен үш есе үлкенірек.

Генератор бос жүріп тұрғанда тежеу болмайды, бірақ оның қажеті де жоқ, себебі бұл режимде генераторда қ.т. болғанда қорғаныс іске қосылуы керек.

ДЗТ-11/5 типті ресілесі бар дифференциалды қорғанысты есептегенде реленің тежеуіш орамасының $\omega_{\text{ТОРМ}}$ орам санын таңдау қажет сезімділік коэффициентін анықтау керек: а) $k_{\text{ч}}$ генератор шықпаларында металл арқылы екіфазалы қ.т. болғанда және ол бос жүріп тұрғанда (тежеусіз); б) $k_{\text{ч.ТОРМ}}$ – генератор шықпаларында өтпелі кедергі арқылы үшфазалы қ.т. болғанда және ол ЖК торапқа номиналды жүктемемен жұмыс істеп тұрғанда (тежеу бар).

$k_{\text{ч.ТОРМ}}$ және $\omega_{\text{ТОРМ}}$ 1.3-сурет келтірілген ДЗТ-11/5 релесінің тежеуіш сипаттамасымен анықталады.

Жұмыс орамасының орам санын таңдаудың қажеті жоқ, себебі олар зауыттан ешбір аралық бұрусыз беріледі (ортаңғысынан басқа – м.қ.к. теңестіру үшін) және тежеу болмаған кезде бұл қорғаныстың сезімділігін сипаттайды. ТТ-ң трансформация коэффициентін сызықтық және нөлдік жағынан бірдей және тең қылып аламыз (2.3-сурет): $I_{\text{Г.НОМ}}=10200 \text{ А}$ қарамастан $n_{\text{т}}=12000/5$.

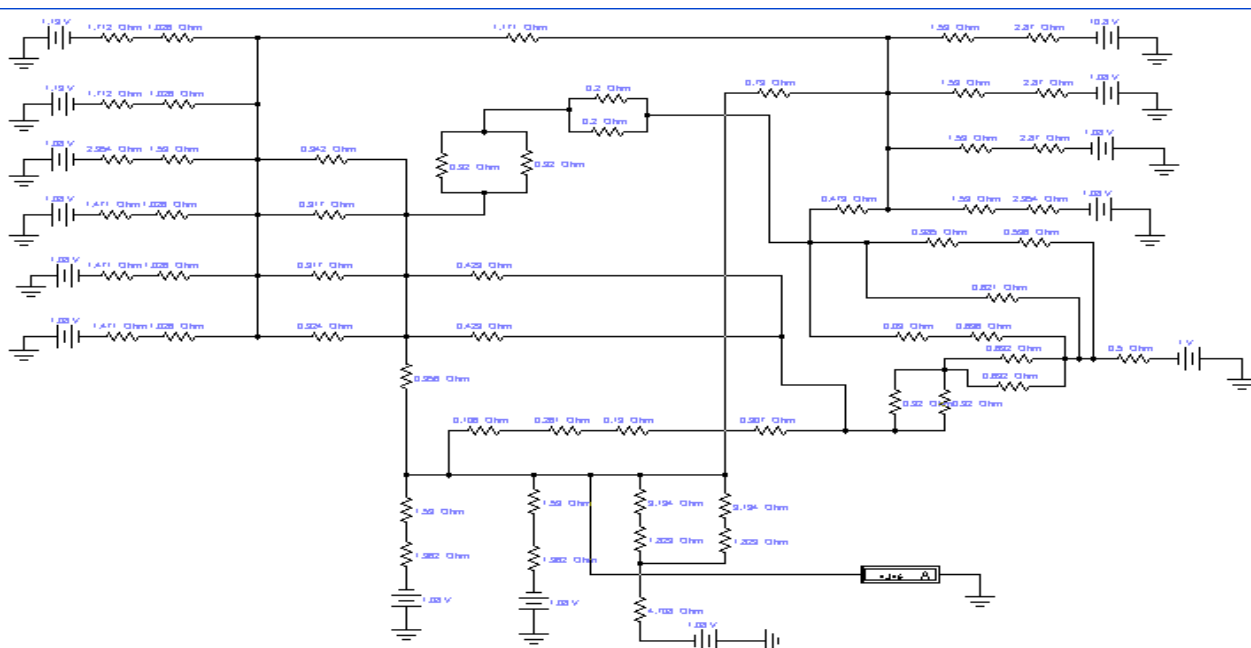
Генератордың жүйеге қатысты максималды шайқалу тогы олардың э.к.к-рінің арасы 180° болғанда келесідей есептеледі

$$I_{\text{кач}} = (U_c + E_d') / [\sqrt{3}(x_d'' + x_T + x_c)],$$

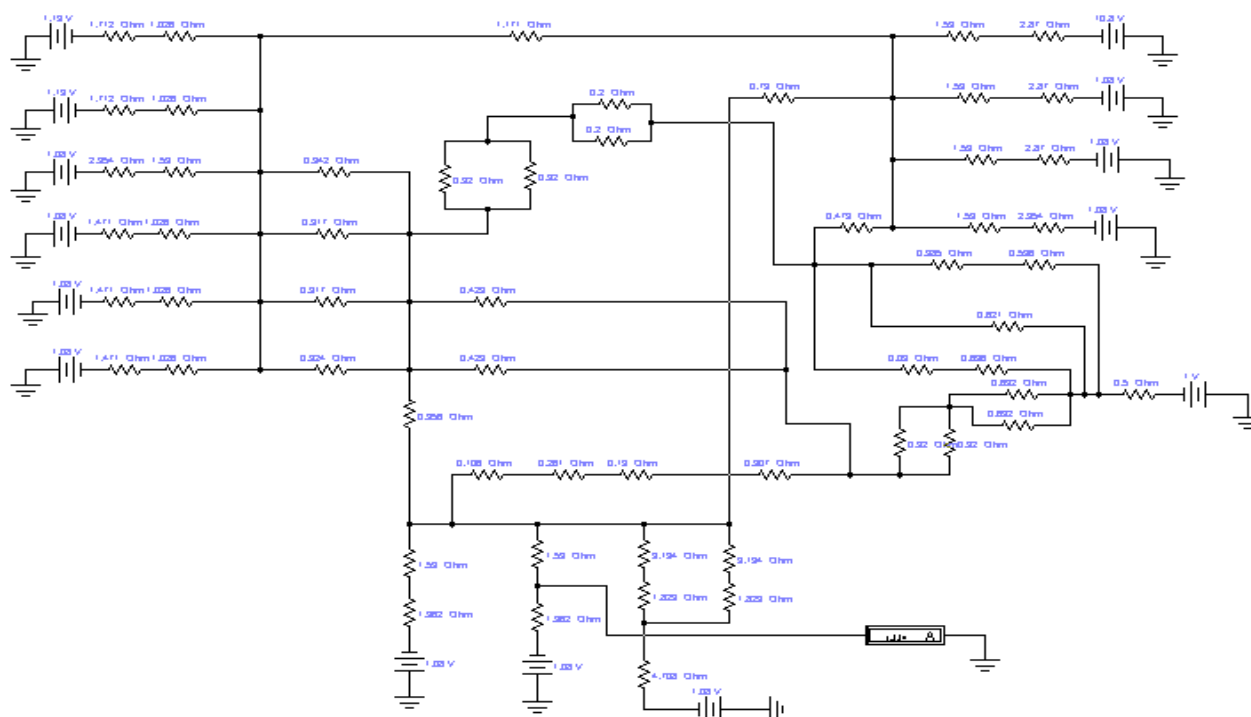
мұндағы x_T, x_c – сәйкесінше трансформатор мен жүйенің кедергілері;

$U_c=115 \text{ кВ}$ – жүйенің есептік кернеуі.

Қ.Т. токтарын есептейміз.



2.4-сурет. 110 кВ шинада ҚТ тогын есептеу



2.5-сурет. 6,3 кВ шинада ҚТ тогын есептеу

Шыққан нәтиже: $I_{к.с.}^{(3)}=4,346 \cdot 2,51 \cdot 230/115=21,82$ кА;

$$I_{к.г.}^{(3)}=1,334 \cdot 2,51 \cdot 115/6,3=61,12$$
 кА;

$$I_{к.г.}^{(2)}=0,87 \cdot I_{к.г.}^{(3)}=0,87 \cdot 61,12=53,174$$
 кА.

Сонда

$$I_{\text{кач}} = (U_c + E_d'') / [\sqrt{3}(x_d'' + x_T + x_c)] = (115 + 6,3) / [\sqrt{3}(0,147 + 0,122 + 3,043)] = 21,145 \text{ кА}.$$

мұндағы x_d'', x_T, x_c - сәйкесінше атаулы бірлікте генератор, трансформатор және жүйе кедергілері.

Тежеуіш ораманың орам санын анықтау үшін реледегі $F_{\text{раб.нб}}$ жұмыс м.к.к. есептейміз. $F_{\text{раб.нб}}$, $I_{\text{к.г.}}^{//(3)}$ немесе $I_{\text{кач}}$ токтарының үлкенінен шақырылатын $I_{\text{нб.расч}}$ балансталмаған есептік токтан алынады.

$$F_{\text{раб.нб}} = \frac{k_n I_{\text{нб.расч}} \omega_{\text{раб}}}{n_m} = \frac{k_n k_{\text{анер}} k_{\text{одн}} \varepsilon I_{\text{кач}} \omega_{\text{раб}}}{n_m}, \quad (2.1)$$

мұндағы $k_n=1,6$; $k_{\text{одн}}=0,5$; $k_{\text{анер}}=1$ – сәйкесінше сенімділік, өтпелі режим және ТТ-ң біртектілік коэффициенттері;

$\varepsilon=0,1$ – ТТ-ң рұқсатетілген толық қателігі.

$$F_{\text{раб.нб}} = \frac{1,6 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 0,1 \cdot 21,145 \cdot 144}{12000/5} = 101,5 \text{ А},$$

Реленің 2 тежеуіш сипаттамасынан (2.4-сурет) минималды тежелу шарты бойынша және де серіппенің нормальды тартылуы бойынша $F_{\text{торм}}=20$ А тежелу м.к.к-ін табамыз, бұл м.к.к есептелген $F_{\text{раб.нб}}=101,5$ А сәйкес келеді.

$I_{\text{кач}}$ тогы бойынша, $F_{\text{торм}}$ және n_T бойынша тежегіш ораманың есептік орамдар санын мына формуламен табамыз.

$$\omega_{\text{торм.расч}} = \frac{F_{\text{торм}}}{I_{\text{кач}} / n_m} = \frac{20}{21145/2400} = 2,27 \text{ орам}.$$

$\omega_{\text{торм}}=4$ орам деп аламыз.

Қорғаныстың екі фазалы қ.т. кезінде сезімділік коэффициентін есептейміз. Мұндағы қ.т. бос жүріс күйдесі (тежеусіз) генератордың шықпаларындағы қорғаныс аймағында.

$$k_{\text{ч}} = \frac{F_{\text{раб.к}}}{F_{\text{с.р.о}}} = \frac{I_{\text{к.г.}}^{//(2)}}{n_m I_{\text{с.р.о}}} = \frac{53147}{2400 \cdot 0,693} = 31,955 > 2.$$

Қорғаныстың үш фазалы қ.т. кезінде сезімділік коэффициентін анықтаймыз. Мұндағы қ.т. тежеуі бар және генератордың шықпаларындағы аймақта, яғни генератордың жұмыс режимі энергожүйемен параллель. Сол үшін жалпы жұмыс м.к.к $F_{\text{раб}\Sigma}$ және тежеуіш м.к.к $F_{\text{торм.к}}$ есептейміз

$$F_{\text{раб}\Sigma} = \frac{(I_{\text{к.с}}^{//3} + I_{\text{к.з}}^{//3})\omega_{\text{раб}}}{n_m} = \frac{(21,82 + 61,12) \cdot 144}{2400} = 4,976 \text{ кА};$$

$$F_{\text{торм.к}} = I_{\text{к.с}}^{//3} \omega_{\text{торм}} / n_T = 21,82 \cdot 4 / 2400 = 0,036 \text{ кА}.$$

$F_{\text{торм.к}}$ және $F_{\text{раб}\Sigma}$ мәндерін ДЗТ-11/5 релесінің тежеуіш сипаттамалар өрісіне енгізу мүмкіндігі болмағандықтан, координаттар басынан ОМ түзуін келесі бұрышпен абцисса осіне жүргіземіз:

$$\alpha = \arctg \frac{F_{\text{раб}\Sigma}}{F_{\text{торм.к}}} = \arctg \frac{4,976}{0,036} = 89,585^\circ.$$

ОМ түзуі мен серіппесі қалыпты тартылған максималды тежеуге сәйкес келетін реленің 1 іске қосылу сипаттамасының қиылысу нүктесі – өтпелі кедергі арқылы қ.т. болған кезде қорғаныстың іске қосылу шегінде тұрған нүкте болып табылады.

Бұл нүктеге реленің $F_{\text{раб.ср}} = 102 \text{ А}$ іске қосылу жұмыс м.қ.к. сәйкес келеді.

Тежеу бар кезде сезімділік коэффициенті келесі формуламен аықталады.

$$k_{\text{ч.торм}} = F_{\text{раб}\Sigma} / F_{\text{раб.с.р}} = 4,976 / 0,102 = 48,784 >> 2.$$

$1,2I_{\text{с.р.о}}$ сәйкес серіппе тарту кезінде (3 сипаттама, 2.3- сурет.) $F_{\text{раб.с.р}} \approx 180 \text{ А}$ және $k_{\text{ч.торм}} = 44,7$.

Таңдаған ДЗТ-11/5 типті релесі бар генератордың дифференциалды қорғанысы көріп отырғандай сезімтал.

3. Экономикалық бөлім

3.1 260 МВт қуатты ЖЭО-ның жұмыс істеуінің нәтижелілігі

Өзіміздің электрлік станцияларымызбен электр энергиясын өндіруде қарқынның (патенциалдың) едәуір бар екендігін көрсетті, ЖЭО-да қуаттың орта жылдық қор өлшемі 2297 МВт құрады.

Жүктемелер максимумының ең көп өсуі Қазақстанның батыс облыстарында болды. 2017 жылмен салыстырғанда жүктеменің максимумы 114 МВт-қа немесе 12,9 %-ға өсті.

Мұнай және табиғи газды табудың көлемін өсу себебімен тұтыну өсімі болады. Жүктеме максимумы 1297 МВт-ты құрады. Шектік жүктемелік гидро-электрлік станциялар 524 МВт, жылу электрлік станциялар 290 МВт есебінен және жиынтық өлшемі 566 МВт қуаттың сыртқы асқын тоқ есебінен жабылды.

Гидроэлектр станцияларымен 8860,9 млн кВт/сағ;

Газ турбиналы электрлік станцияларымен 2251,4 млн кВт/сағ.

3.2 Жылулық энергияны өндіру

Энергетикалық нәтижелілік протоколға сәйкес экологиялық көрінісінен энергетикалық партияға араластырылған оралымдағы жылу және электр энергия өндірісі бар орталықтанған жылумен жабдықтау отын энергиясын қолданудағы өмір сүру ортасына түсетін экологиялық жүктемені азайту мен ресурс сақтауда ең басым бағыт деп мойындалынады. Әлемнің 51 елінде, соның ішінде Қазақстанда.

Негізінен жылулық графигімен жұмыс істеуге салынған және қазіргі уақытта істеп тұрған ЖЭО-ның анықталған электр қуаты 6700 МВт-ты құрайды (барлық электр станциялардың қуатынан 38 %)

Өткен соңғы жылдардағы Республикадағы жылу тұтынудың жалпы құлдырауы алдымен Республиканың экономикасын өзгертудегі өтпелі кезеңде өнеркәсіптік өндірістің төмендеуімен қатар тұрғын үй құрылысы қарқынның баяулауына байланысты.

Орталықталған жылумен жабдықтау жүйелерінің ең негізгі элементтері болып табылатын Қазақстандық жылулық тораптар мәңгілік емес жабдықтармен қолданылған ескірген технологиялармен орындалған, орнатқанда және пайдаланғанға жұмысы көп. Сондықтан қазіргі уақытта олар өздерінің негізінде рационалды жүйесінде ең сенімсіз буын болды. Ал 42 %-ға жететін шығындар жылумен жабдықтау өз идеясын анықтамайды.

Қазіргі кезде Республикадан көптеген энергия өндіретін серіктестіктер жеке меншікте. Ең ірілері мемлекет меншігінде қалады, бірақ олардың бір бөлі-

гі көп мезгілде Республикадағы ұсақ жұмысқа емес, уақытша пайдалануды көз-деген жеке шет ел қаржы салушылар басқаруында.

3.3 Капиталды шығындарды есептеу

Капиталды шығындар – бұл негізгі қорлардың бар түрлерін жақсартуға және жаңа түрін жасауға арналған ақша қаражаттары. Капиталды шығындар, қондырғылар мен аспаптарды алуға кеткен шығыннан, көліктік шығындарынан және монтаж жасауға кететін шығындардан есептеледі. Электрэнергияны тарату кезіндегі шығындарды келесідей тізбектеуге болады:

- а) өндірушілердің жалақысы (әлеуметтік қажеттіліктеріне);
- в) электрқондырғылардағы шығындар;
- с) монтажға кететін шығындар.
- д) өндірушілердің жалақысы.

Электрэнергияны тарату үшін келесідей персонал қажет:

3.1 кесте - Жалақыға кететін шығындар

Мамандық	Адам саны	Енгізу уақыты, ай.	Айлық төлемақы,тг	Барлығы, тенге
Бас энергетик	1	1	100 000	100 000
Мастер	1	1	70 000	70 000
Электрослесарь	2	1	45 000	90 000
Электромонтер	3	1	40000	120000
Барлығы (C _{орг}):				380 000

Электрқондырғыларды және аспаптарды алуға кететін шығындар;

Қосалқы станцияларды жаңалау үшін электрқондырғылар, трансформаторлар, ажыратқыштар, сигнал шамдар, тоқ және кернеу трансформаторлары, сымдар, оқшауламалар, арматуралар, реакторлар, конденсаторлар және сол сияқты.

3.2 кесте - Құралдардың бағасы

Қондырғы атауы	Өлшеу бірліктері	Саны	Бағасы, тг	
			Бірліктер	Жалпы
Күштік трансформатор	к-т	2	52000000	104000000
Ажыратқыштар	к-т	2	5000000	10000000
Өлшеуіш трансформаторлар	к-т	16	1200000	1200000
Сым, 220 кВ	км	80	10000000	800000000
Қондырғының толық құны: 906200000тг.				
Көліктік шығындар 7,5% қондырғы бағасынан	9062000007,5/100=		67965000	
Салу-монтаждау жұмыстары 10% қондырғы бағасынан (СМЖ)	90620000010/100=		90620000	
Жүкқағаздық шығындар, 21% СМЖ-дан(ЖШ)	90620000021/100=		190302000	
Жоспарлық жинақтау 8% СМЖ мен ЖШ бағасынан	(90620000+190302000)8/100=		22473760	
Қондырғы алуға кеткен капиталды шығындар бағасы	67965000+90620000+190302000+22473760		371360760	
Барлығы: 1277560760тг				

3.4 Электрэнергия шығындары

Электрэнергия шығындарын құрайтындар:

$$P_{эл} = \sum W \cdot t \cdot k \cdot n \cdot m,$$

мұндағы $\sum W$ – электрқондырғы мен есептеу техникасы пайдаланатын суммарлық қуат. Ол құжаттық мәліметтер бойынша 2,5 кВт/сағ болады.

t – бір күндік жұмыстың уақыт саны – 8 сағат;

k – қуатты пайдалану коэффициенті – 0,85;

n – басқаратын комплекстер саны – 1;

m – бір жылдағы жұмыс істеу күндер саны – 180;

$$P_{эл} = 2,5 \cdot 8 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 180 = 3060 \text{ кВт.}$$

Электр энергиясының құны $Ц_{эл} = 13,84$ теңге/кВт, олай болса жылдық электрэнергия шығыны мынаны құрайды:

$$Ц_{эл.э.} = P_{эл} \cdot 13,84, \quad (3.4.1)$$

$$C_{эл.э.} = 3060 \cdot 13,84 = 27050 \text{ тг.}$$

Бірақ энергияны 30%-70%-ке дейін үнемдей алатын трансформатордағы реттегішті қолданудың арқасында, электроэнергия шығыны мынаған тең болады:

$$C_{эл.э.2} = \frac{27050 \cdot 50}{100} = 13525 \text{ тг.}$$

Сонымен эксплуатациялық шығындар суммасы мынаған тең:

$$ЭШ = A_{жыл} + Ш_{ажж} + C_{эл.э.} + П,$$

$$ЭШ = 38234,85 + 15294 + 9792 + 1636273,44 = 1\ 699\ 594 \text{ тг.}$$

Экономикалық тиімділік бірнеше құраушылардан тұрады:

- энергияны үнемдеу 30%-70%-ке дейін $27050 \cdot 0,7 = 18935$
- $\cos\phi$ дің 0,9-0,95-ке дейін ұлғаюы 315 000
- ПӘК-і 97%-дейін ұлғаюы 275 539
- қозғалтқыштың механикалық бөліктерінің жұмыс істеу мерзімінің ұлғаюы; 120 000

$$\text{Барлығы: } 18932 + 315539 + 275539 + 120000 + 1699594 = 2429604$$

Жылдық экономикалық тиімділік мына формула бойынша анықталады:

$$Э_{ж} = Э - E_n \cdot K_{қос},$$

мұндағы $Э$ – енгізу нәтижесіндегі алынған үнемдеу, тг;
 E_n – тиімділіктің нормативтік коэффициенті;
 $K_{қос}$ – жаңаландыруға кететін қосымша капиталды шығындар, тг.

$$Э_{ж} = 2429604 - 0,32 \cdot 551647 = 2253077 \text{ тг.}$$

Өтімділік мерзімін келесі формуламен анықтаймыз:

$$T_{от} = \frac{K_{қос}}{Э_{ж}} \text{ ЖЫЛ,}$$

$$\dot{O}_{i0} = \frac{551647}{2253077} = 0,25 \text{ ЖЫЛ.}$$

Осыдан шығатыны, өтімділік мерзімі нормативті шамадан төмен, бұл жобаның тиімділігін дәлелдейді.

4 Электр қауіпсіздік бөлімі

4.1 Алматы ЖЭО-дағы еңбекті қорғау

Алматы ЖЭО-дағы әр айдың үшінші сейсенбісі сайын техника қауіпсіздігі күні өткізіледі. Оның мақсаты техника қауіпсіздігі бұзылуын анықтау. Оның өткізілуіне жыл бойы станциялардың барлық жетекшілері, цех бастықтары, олардың орынбасарлары, бөлім бастықтары қатысады.

Келесі комиссиялық тексерулерді өткізеді:

- Отын таситын транспорт және қазан цехы
- Электрлік цехтың аккумуляторлық батареялар бөлмелері.
- Қазан цехындағы компрессорлық станцияны.
- Турбиналық цехтың кешенді тексерісі.
- Химиялық цехтың кешенді тексерісі.
- Электрлік цехтың кешенді тексерісі.
- Отын таситын транспорт цехының кешенді тексерісі.

Сонымен қатар станцияның, цехтардың жетекшілері, станцияның инспекциясы түнгі аралап өтулерді және күтпеген жерден жұмыс орнында техника қауіпсіздігі және еңбекті қорғау жағдайын тексеруді жүргізеді. Аралап өткеннен кейін және тексерістен кейін станция бойынша бұйрықтар құрылады немесе тәртіптің бұзылуы болған жерлер бойынша цех жетекшілеріне тапсырмалар беріледі.

Алматы ЖЭО-да техника қауіпсіздігі кабинеті бар, оның ішінде келесілер орналасқан:

- электрлік токқа тигенде және басқа жағдайларда жүрек тоқтаған кездегі әрекет жасау ережелерімен адамды үйретуге арналған жерлер;
- әр түрлі өрт сөндіргіштер ілінген өртке қарсы қауіпсіздік бұрышы;
- оқу бейнефильмдерін көруге арналған бейнеаппаратура.

Бұдан басқа техника қауіпсіздігі кабинеті электрлендірілген жабдықпен жұмыс істеуге үйретуге арналған оқу сыныбы ретінде қолданылады.

4.2 Техника қауіпсіздік шаралары

Кернеуі 1000 В -қа дейін және жоғары желілері мен электр қондырғыларында жұмыс істегенде қауіпсіздікті қамтамасыз ететін ұйымдастырылған және техника-лық шаралар қолданылады.

Ұйымдастыру шараларына жатады:

ағымды эксплуатациялық кезекте орындалатын жұмысқа наряд, распоряжения немесе жұмыстың тізімін толтыру;

- жұмысқа жіберу;
- жұмыс уақыт кезінде бақылау;

- үзілістерді, басқа жұмыс орнына ауыстыруды, жұмыстың аяқталуын жазылуы.

Техникалық іс-шараларына жататындар:

- коммутациялық қондырғылардың қажет сөндірілуі мен қосылуын орындалуы және қателіктен немесе өзіндік қосылуын болдырмайтын іс-шаралар жүргізу;

- қолмен басқарылатын жетектер мен дистанционды басқару кезінде кілттерге тыйым салатын плакаттар ілу («Қоспа, адамдар жұмыс істеп жатыр», «Ашпа, адамдар жұмыс істеп жатыр», «Қоспа, желіде жұмыс жүргізіліп жатыр» және т.б.);

- тоқ өткізгіш бөліктерінде кернеу жоқтығын тексеру;

- жермен қосуды жүргізу

- жұмыс орындағы стационарлы немесе тасымалды қоршауларға ескерту және түсіндірме плакаттарды ілу «Тоқта, кернеу», «Мінбе, өлтіреді», «Осы жерде жұмыс істеу», «Жерге қосылған».

Адамдарды электрлік тоқпен ұрудан сақтау үшін кернеуі 380 В және 220 В электр қондырғыларында қауіпті тоқтың утечкасы болған кезде автоматты сөндіретін аппараттар (утечка релесі) қолданылады. Зақымдалған желіні жалпы сөндіру уақыты 200 мс-тан аспауы керек.

4.3 Жерге қосатын құрылғы және найзағайдан қорғаныс

Алматы ЖЭО-да ғимараттардың және құрылыстардың найзағайдан қорғанысы РД34.21-122-87, ЭҚКЕ нұсқауларының талаптарына сәйкес қарастырылған.

Ғимараттың ішінде орнатылатын электр жабдығын жерге қосу үшін ішкі жерге қосу контуры қарастырылады, ол қимасы 40x4 және 25x4мм² болат жолақтан орындалады. Сонымен қатар жерге қосу контурына жалғанатын болат құрылыстық және кабелдік конструкцияларды жерге қосу контурына жалғанатын болат құрылыстық және кабелдік конструкцияларды жерге қосу қарастырылған. Ішкі контур сыртқы контурға жалғанады, сыртқы контурға трансформаторлар, 110кВ ашық таратушы құрылғының жабдықтары жалғанады.

4.4 Электр қауіпсіздігі

Қауіпсіздіктің қажетті деңгейін қамтамасыз ету үшін электр құрылғылар және қондырғыларға қызмет көрсету аумағында МЕСТ12.1.019-79 сәйкес жерге қосушы құрылғылар қарастырылады, олар кедергісі 0,5Ом-нан аспайтын ЖЭО территориясы бойынша ортақ жерге

қосу құрылғысымен кем дегенде екі нүктеде жалғанады. Электр жабдығының оқшауламасы бұзылғанда адамдарды электр тогына түсуінен қорғау үшін электр қозғалтқыштардың және аппаратураның корпустарын жерге қосу және ішкі мен сыртқы жарықтандырудың шамдарын нөлдеу қарастырылған.

Жөндеуге жарықтандыру желісінде төмендетілген кернеу 12В, тасымалды қол саймандар үшін 36В, 200Гц электр сымның өткізілуі қарастырылған.

4.5 Қорғаныстық жермен қосуды есептеу

Қорғаныстық жермен қосу – дегеніміз кернеудің әсерінде болуы мүмкін металл тоқ өткізгіш бөлшектердің алдын ала жермен байланысуы. Трансформаторлардың корпусы және басқа тоқ өткізбейтін бөлшектер оқшауламалары бұзылған кезде кернеудің әсерінде болуы мүмкін. Егер бұл жағдайда корпус жермен байланыссыз болса, онда ол адам өміріне қауіпті әсерін тигізеді.

110 кВ АТҚ-ның жерлендіргішін есептейміз. АТҚ-ғы трансформатор кернеді 110 / 35 / 6 кВ-қа төмендетеді. 110 кВ жағынан эффективті жерлендірілген бейтараптамасы бар, төменгі кернеу жағынан станцияның өзіндік қажеттіліктерді қоректендіру үшін тұйық жерлендірілген бейтараптамасы бар трансформаторы бар (6 / 0,4).

Ашық тарату қондырғысының ауданы $S = 89 \cdot 67,2 = 5980,8 \text{ мм}^2$

Жерлендіргіштер қимасы (4 x 40) мм² көлденең жолақты электродтардан және ұзындығы $L_6 = 2 \text{ м}$; диаметрі $d = 8 \text{ мм}$; тік оқшауша электродтардан жасалады, электродтардың жерге орналастыру тереңдігі $t = 0,7 \text{ м}$.

Жоғары және төменгі жер қабатының есептік меншікті кедергілері $\rho_1 = 70 \text{ Ом} \cdot \text{м}$, $\rho_2 = 150 \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

Жерлендіргіш кедергісін анықтаймыз:

$$r_3 = U_{\text{расч}} / I_{\text{расч}} \quad (4.5.1)$$

(5.2) формуласына сан мәндерін қойып есептейміз:

$$r_3 = 125 / 30 = 4 \text{ Ом}.$$

Жерлендіргіштің таралу кедергісін мына түрде анықтаймыз:

$$R_{\text{тр}} = \rho_{\text{ср}} / 2\pi l (\ln 2l/d + 1/2 \ln 4t+1 / 4t-1) \quad (4.5.2)$$

$$R_{\text{тр}} = 110/2 \cdot 3,14 \cdot 2 (\ln 2 \cdot 2/8 + 1/2 \ln 4 \cdot 0,7+2 / 4 \cdot 0,7-2) = 2 \text{ Ом}.$$

Электродтарды өзара қосатын жолақтың ұзындығы

$$l = 1,05 \cdot a \cdot n \quad (4.5.3)$$

$$l = 1,05 \cdot 5 \cdot 12 = 63 \text{ м.}$$

Жерлендіретін контурдың ортақ кедергісі

$$R_{зк} = R_{тр} \cdot R_{кол} / (R_{тр} \cdot \eta + R_{кол} \cdot \eta). \quad (4.5.4)$$

$$R_{зк} = 2 \cdot 29,4 / (2 \cdot 0,7 + 29,4 \cdot 0,56) = 4 \text{ Ом.}$$

Н тереңдіете орналасқан жолақты жерлендіргіштің таралу кедергісі .

$$T = h + 0.5 \cdot b = 70 + 0,5 \cdot 2 = 81 \text{ см.}$$

мұндағы $b = 2 \text{ мм}$; жолақтың қимасы 48 м^2 .

Жерлендіргіш санын анықтаймыз:

$$n = R_{кол} / R_{зк} \cdot \eta_{э} . \quad (4.5.5)$$

мұндағы $R_{кол}$ - барлық жерлендіргіштің кедергілері келесі түрде анықталады:

$$R_{кол} = \rho_{ср} / 2\pi l (\ln 2l^2 / b t) . \quad (4.5.6)$$

$$R_{кол} = 110 / 4 \cdot 3,14 (\ln 2 \cdot 4 / 0,4 \cdot 0,7) = 29,4 \text{ Ом,}$$

$$n = 29,4 / 4 \cdot 0,6 = 12 \text{ дана.}$$

Жерлендіргіштің есептік кедергісі кезіндегі жанасу кернеуі мына теңдік арқылы анықталады .

$$U_{пр} = k_{пр} \cdot I_{пр} \cdot R_{зк} \leq U_{пр.доп} . \quad (4.5.7)$$

$$U_{пр} = 2 \cdot 4 \cdot 30 = 240 \text{ В} \leq 400 \text{ В ,}$$

шарт орындалып тұр .

4.6 Найзағайдан қорғануды есептеу

Жайтаратқыштар арқылы ғимараттар мен қондырғыларды найзағайдың тікелей түсуінен қорғайды. Жайтаратқыш келесі жабдықтардан тұрады: тірек (опора), жай қабылдағыш, жерлендіргіш. Жайтаратқыштың қорғау аймағы келесі берілгендерге қатысты: биіктігінен, бұлттардың биіктігінен, аймақ рельефінен және т.б. Жайтаратқыштардың екі түрін ажыратады.

Болат сымның көмегімен жай таратқышты жерге қосқышпен жалғастырады. Жайтаратқыш АТҚ-ның аймағында орналасқан май бактары, трансформаторлар қорғаныс ғимараттарын найзағайдың тіке соққы-ларынан қорғайды.

Негізінен біз 110 кВ АТҚ-сын найзағайдан қорғау есебін жүргіземіз.

Жайтаратқыштың берілгендері:

АТҚ-ның ауданы : $S = 89 \times 67,2 = 5980,8 \text{ м}^2$,

Актив биіктігі : $h_a = 14 \text{ м}$.

Қорғалатын объектінің биіктігі: $h_x = 11 \text{ м}$.

Найзағайдан қорғағыш биіктігі : $h = 25 \text{ м}$.

Жайтаратқыштың қорғау зонасын анықтайтын формула:

Биіктігінен :

$$h_0 = 0,85 \cdot h . \quad (4.6.1)$$

$$h_0 = 0,85 \cdot 25 = 21,25 \text{ м}.$$

Жер деңгейіндегі қорғау радиусының формуласы :

$$r_0 = (1,1 - 0,002 \cdot h) \cdot h . \quad (4.6.2)$$

$$r_0 = (1,1 - 0,002 \cdot 25) \cdot 25 = 26,25 \text{ м}.$$

Қорғалатын ғимаратының қорғау радиусын есептеу:

$$r_x = (1,1 - 0,002 \cdot h) \cdot (h - h_x / 0,85) . \quad (4.6.3)$$

$$r_x = (1,1 - 0,002 \cdot 25) \cdot (25 - 11 / 0,85) = 15,12.$$

Тросты жайтаратқыштың қорғау зонасы :

$$r_x = 1,6 \cdot h \cdot (h - h_x) / (h + h_x) . \quad (4.6.4)$$

$$r_x = 1,6 \cdot 25 \cdot (25 - 11) / (25 + 11) = 15,56 \text{ м}.$$

Найзағайдан қорғағыштың қорғау өлшемі:

$$h_c = h_0 - (0,17 + 3 \cdot 10^{-4} \cdot h) (a - h). \quad (4.6.5)$$

$$r_{cx} = r_o \cdot (h_c - h_x) / h_c. \quad (4.6.6)$$

$$a = 89 \text{ м үшін : } h_c = 21,25 - (0,17 + 3 \cdot 10^{-4} \cdot 25)(89 - 25) = 11,89,$$

$$r_{cx} = 26,25 \cdot (11,89 - 11) / 11,89 = 1,96,$$

$$a = 67,2 \text{ м үшін } h_c = 21,25 - (0,17 + 3 \cdot 10^{-4} \cdot 25)(67,2 - 25) = 18,75,$$

$$r_{cx} = 26,25 \cdot (18,75 - 11) / 18,75 = 10,85.$$

Демек, есептелініп алынған найзағайдан қорғағыш алынған аумақты толықтай қорғайды.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыста Алматы қаласындағы ЖЭО-ның электрлік өлігі жобаланып, трансформаторлы- генераторлы блок релелік қорғанысы қарастырылды.

Негізгі бөлімде 110 кВ-тық АТҚ мен 6 кВ-тық электрлік желілерге қажетті электр аппараттары мен кабельдік бұйымдар таңдалды. Сонымен бірге қысқа тұйықталу токтары, өзіндік қажеттілікке жұмсалатын 0,4 кВ жүктемелер есептеліп, таңдалады.

Арнайы бөлімде электрэнергиясының дәстүрлі емес көздері, жел энергиясын пайдаланатын негізі бағыттары және жел қондырғылар классификациясы, күн энергияын энергетикалық ресурстары және пайдалану жолдарының шешімі мен атомдық электр станциялары (АЭС) қарастырылды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- [1] Околович М.Н. Проектирование электрических станций М.: Энергоатомиздат 1990 г.
- [2] Васильев А.А. Электрическая часть станций и подстанций М.: Энергоатомиздат 1990 г.
- [3] Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электрических станций и подстанций М.: Энергоатомиздат 1986 г.
- [4] Неклепаев Б.Н. Крючков И. П. Электрическая часть электрических станций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования М.: Энергоатомиздат 1989 г.
- [5] Рожкова Л.Д. Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций М.: Энергоатомиздат 1987 г.
- [6] Правила устройства электроустановок М.: Энергоатомиздат 1986 г.
- [7] Елизаров Д.П. Теплоэнергетические установки электростанций М.: Энергоатомиздат 1986 г.
- [8] Леонков А.М. Яковлев Б.В. Тепловые электрические станции. Дипломное проектирование Минск Высшая школа 1978 г.
- [9] Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции М.: Энергоатомиздат 1987 г.
- [10] Князевский Б.А. Долин П.А. Марусов Т.П. Охрана труда М.: Высшая школа 1982 г.
- [11] Дукенбаев К.Д. Энергетика Казахстана и пути её интеграции в мировую экономику Алматы.: Гылым 1996г.
- [12] Хожин Г.Х. Электрическая часть станций. Учебное пособие АЭИ Алматы 1996 г.
- [13] Беркович М.А. и др. Автоматика энергосистем – М.: Энергоатомиздат 1991г.