

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

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

Энергетика кафедрасы

Сакенов Мади Муратович

Екінші категориялық зауыттың электрмен жабдықталуы және сыртқы электрмен жабдықтау схемасының техникалық-экономикалық негіздемесі

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

« 4 » 05 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Екінші категориялық зауыттың электрмен жабдықталуы және сыртқы электрмен жабдықтау схемасының техникалық-экономикалық негіздемесі»

5B071800 – «Электр энергетикасы» мамандығы бойынша

Орындаған:

Сакенов М.М.

Пікір беруші

АЭЖБУ «Электр машиналары және электр жетегі» кафедрасының

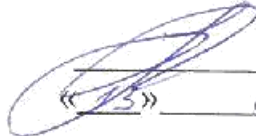
профессоры, т.ғ.д.

 И. И. Сагитов
2019 ж.

Ғылыми жетекші

техн. ғыл. канд.,

ассоц. профессор

 Хидолда Е.

« 13 » 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 Сакенов Мадир Муратович

Тақырыбы Екінші категориялық зауыттың электрмен жабдықталуы және сыртқы электрмен жабдықтау схемасының техникалық-экономикалық негіздемесі

Университет ректорының 30.10.2018ж. №1210-б бұйрығымен бекітілген Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «03» мамыр 2019 жылғы

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Зауыт бойынша электрлік қабылдағыштар қорек көзі – ЖЭО қуатты 145 МВт; 6,3 кВ; L=9,0 км, зауыт екі сменамен жұмыс жасайды.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

1 Өндірістің электрлік жүктемелерін есептеу

2 Сыртқы электржабдықтаудың нұсқаларын салыстыру

3 Жабдықты таңдау және қысқа тұйықталу токтарын есептеу

4 Цифрлық косалқы станция

5 Электр қауіпсіздігі бөлімі

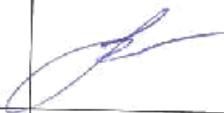


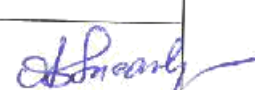
Сызба материалдар тізімі Сызбалық материалдар слайдпен көрсетілген

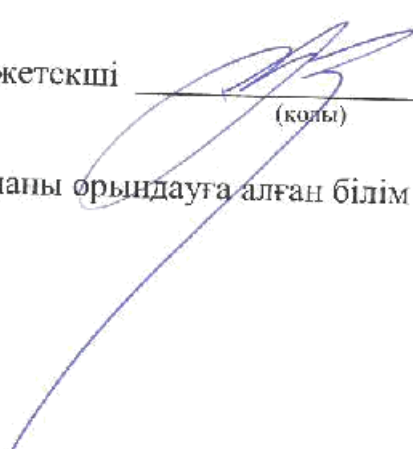
Ұсынылатын негізгі әдебиет 10 атау

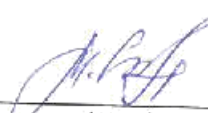
Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Негізгі бөлім	26-30 наурыз 2019ж.	ЖОҚ
Арнайы бөлім	23-28 сәуір 2019ж.	ЖОҚ
Электр қауіпсіздігі бөлімі	28-03 мамыр 2019ж.	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 бөлімі	Е. Хидолда техн.ғыл.канд., ассоц.профессор	03.05.19ж	
Арнайы бөлім	Е. Хидолда техн.ғыл.капд., ассоц.профессор	10.05.19ж	
Электр қауіпсіздігі бөлімі	Е. Хидолда техн.ғыл.канд., ассоц.профессор	10.05.19ж	
Норма бақылаушы	Ә.О. Бердібеков, срниор-лектор	14.05.2019	

Ғылыми жетекші  (қолы) Е. Хидолда

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  (қолы) М.М. Сақенов

Күні " 01 " сәуір 2019 ж.

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс
(жұмыс түрінің атауы)

Сакенов Маді Мұратович
(білім алушының Т.А.Ә.)

5B071800 – Электр энергетикасы

Тақырыбы: Екінші категориялық зауыттың электрмен жабдықталуы және сыртқы электрмен жабдықтау схемасының техникалық-экономикалық негіздемесі

Орындалды:

а) графикалық бөлім _____ парақ

б) түсініктеме _____ бет

Дипломдық жұмыс Алматы қаласында орналасқан шақпатас фабрикасын электрмен жабдықтауды жобалауға арналған.

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

Арнайы бөлімде цифрлық қосалқы станция және оның бас төмендетуші қосалқы станциямен байланысы көрсетілген.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

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

Рецензент

АЭЖБУ «Электр машиналары және электржетегі» кафедрасының профессоры, т.ғ.д.

П.И.Сагитов

_____ 2019 ж.



Ғылыми жетекшінің пікірі

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

(жұмыс түрінің атауы)

Сәкен Мәди

(білім алушының Т.А.Ә.)

5B071800 – Электр энергетикасы

(мамандық атауы мен шифрі)

Тақырыбы: Екінші категориялық зауыттың электрмен жабдықталуы және сыртқы электрмен жабдықтау схемасының техникалық-экономикалық негіздемесі

Диплом бітіруші Сәкен М. дипломдық жұмысты графикке сәйкес орындап, жұмысты дайындау кезінде өзін сауатты, өздігінше қажетті материалдар мен әдебиеттерді іздей алатын, ынталы білім алушы ретінде көрсете білді.

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

Арнайы бөлімде цифрлық қосалқы станция және оның бас төмендетуші қосалқы станциямен байланысы көрсетілген.

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

Ғылыми жетекші

техн. ғыл. канд., ассоц. профессор

(қызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)

қолы
«» мамыр 2019 ж.

Хидолда Е.

Т.А.Ә.

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: Сәкен Мади Мұратұлы

Название: Екінші категориялық зауыттың электрлік жүктемесін есептеу және сыртқы электрмен жабдықтау схемасын таңдаудың техникалық-экономикалық негіздемесі.doc

Координатор: Еркін Хидолда

Коэффициент подобия 1:12,6

Коэффициент подобия 2:4,5

Тревога:309

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:

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

24.05.19

Дата



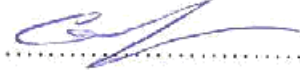
Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

допущен к защите

24.05.19



Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Сәкен Мади Мұратұлы

Название: Екінші категориялық зауыттың электрлік жүктемесін есептеу және сыртқы электрмен жабдықтау схемасын таңдаудың техникалық-экономикалық негіздемесі.doc

Координатор: Еркін Хидолда

Коэффициент подобия 1: 12,6

Коэффициент подобия 2: 4,5

Тревога: 309

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

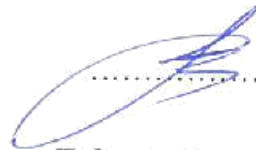
- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности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

13.05.19г

Дата



Подпись Научного руководителя

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыста сенімділік бойынша тұтынушылардың екінші санатына жататын Алматы шақпатас зауытының электрмен жабдықтау есебі жүргізілді.

Зауытты сыртқы электрмен жабдықталуын жасау кезінде паспорттық мәндеріне сәйкес ток және кернеу, қуат шамалары бойынша жүктемелердің есептеулері жасалды. Жұмыс бойынша трансформаторлар, БТҚС және цехтер үшін қорғаныстың аппаратуралары таңдалды.

Арнайы бөлігінде сыртқы электрмен жабдықталуын цифрлық қосалқы станция арқылы жүргізу жұмысы көрсетілді.

АННОТАЦИЯ

В дипломной работе произведен расчет электроснабжения Алматинского щебеночного завода, относящийся ко второй категории потребителей по надежности.

В результате проектирования системы электроснабжения завода было выбрано оборудование, которое соответствует новейшим требованиям, так же выполнены расчеты согласно по стандарту расчета внешних электрических нагрузок, трансформаторов, ГПП и выбора защитных аппаратур для цехов.

В специальной части показана связь между внешним электроснабжением и цифровой подстанцией.

ANNOTATION

In the thesis work is calculated power supply of the Almaty gravel plant, belonging to the second category of consumers in terms of reliability.

As a result of designing the power supply system of the plant, the newest equipment was selected, the calculation of the electrical loads, selected power transformers, switching and protective equipment, calculated calculation of reactive power compensation, technical and economic comparison of options, grounding and lightning protection downstream substations.

In special part showed the connection between smart grid system and out electricity supply.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Кәсіпорынның электрлік жүктемелерін есептеу	8
1.1	Диплом жұмысының берілгені	8
1.2	Жүктеме жарықтандыруын есептеу	8
1.3	Зауыт бойынша электрлік жүктемелерді есептеу	9
1.4	Цех трансформаторлар санын таңдау және 0,4 кВ кернеудегі реактивті қуатты компенсациялау	15
1.5	Конденсаторлы батареяны ТП реактивті жүктемесіне пропорционал тарату	17
1.6	Электр жүктемесінің дәл есептелуі	19
1.6.1	ЦТП-дағы қуат шығындарын анықтау	19
1.6.2	Синхронды қозғалтқыштардың есептік қуаттарын анықтау	20
1.7	БТҚС 6 кВ шинасындағы реактивті қуаттың компенсациясын есептеу	21
2	Сыртқы электрмен жабдықтаудың нұсқаларын салыстыру	24
2.1	I нұсқа бойынша электр жабдықтарын таңдау	24
2.2	II нұсқа бойынша электр жабдықтарын таңдау	28
2.3	III нұсқа бойынша электр жабдықтарын таңдау	31
3	Жабдықты таңдау және қысқа тұйықталу токтарын есептеу $U=6,3$ кВ	34
3.1	БТҚС шиналарындағы қысқа тұйықталу токтарын есептеу	34
3.2	Ажыратқыш таңдау	36
3.3	Шығатын желілердің ажыратқыштарын таңдау	39
3.4	ТҚ жүктемелердің ажыратқыштарын таңдау	41
3.5	ТП-да автоматты ажыратқыштарды таңдау	41
3.6	Ток трансформаторларын таңдау	41
3.7	Кернеу трансформаторларын таңдау	47
4	Цифрлі қосалқы станция	49
4.1	Қолданылу аясы, міндеті мен мақсаттары	49
4.2	Артықшылықтары мен мүмкіндігі	50
4.3	Техникалық шығару	50
4.4	ГОР-200 терминалы	51
5	Электр қауіпсіздігі бөлімі	54
5.1	Жерге қосуды есептеу	54
5.2	Найзағайдан қорғау аймағын есептеу	56
	Қорытынды	59
	Қолданылған әдебиеттер тізімі	60
	А қосымшасы	
	Ә қосымшасы	

КІРІСПЕ

Бұл дипломдық жұмыста шақпатас зауытын электрмен жабдықтауды жобалау жүргізілді.

Өндірістік кәсіпорынның электрмен жабдықтау сұлбасын жобалау келесі кезеңдерден тұрады: кәсіпорын бойынша электр жүктемелерді есептеу, кәсіпорын аумағында БТҚС орналасуының неғұрлым оңтайлы жағдайын анықтау. 6 кВ зауыт ішіндегі желінің қысқа тұйықталу токтарын есептеу және жоғары вольтты жабдықты таңдау. Таңдалған жабдықты термиялық және динамикалық тұрақтылыққа тексеру бұрын есептелген қысқа тұйықталу токтарының негізінде жүзеге асырылады.

Шақпатас зауытын электрмен жабдықтау схемасын зерттеуден басқа, шығару жұмысы төменде келтірілген тағы екі бөлімді қамтиды.

Дипломдық жұмысты жазу кезінде цех трансформаторларын санын таңдау, 0,4 кВ кернеудегі реактивті қуатты компенсациялау жұмыстары жүргізіледі. Конденсаторлы батарея ТП реактивті жүктемесіне пропорционал тарату есебі жасалып, есеп бойынша төмен вольтті конденсатор қондырғылары таңдалады. Электр жүктемесін дәл есептеу кезінде трансформатордағы активті және реактивті қуат шығындарын анықтау жүргізіледі. Екінші бөлімде сыртқы электрмен жабдықтаудың нұсқалары салыстырылады, нәтижесінде активті және ЭБЖ шығындарына сәйкес ең оңтайлы бөлігі таңдалады. Сонымен қатар токтың экономикалық тығыздығы бойынша сымдардың қимасы анықталады.

Арнайы бөлімде цифрлық қосалқы станция, оның артықшылықтары, қолданылу аясы, техникалық шығарылуы бойынша зерттеу жүргізіледі. Таңдалған аппаратура TOP-200 бойынша терминалдың техникалық сипаттамалары келтіріледі. Соңғы, бесінші бөлімі электр қауіпсіздігіне арналады. Онда жерге қосуды есепте мен найзағайдан қорғау аймағын есептеу жүргізілді.

1 Өндірістің электр жүктемелерін есептеу

1.1 Диплом жұмысының берілгені

Қорек көзі қуаты 25 МВА кернеуі 115/35/6,3 трансформатор орнатылған энергожүйенің қосалқы станциясынан жүргізіледі. Трансформаторлар жеке-жеке жұмыс істейді. 115 кВ жағындағы жүйенің қуатына келтірілген реактивті кедергісі 0,4. Қосалқы станциядан зауытқа дейінгі ара қашықтық 10,0 км. Зауыт екі ауысымда жұмыс істейді.

Сонымен қатар, зауыт қуаты 145 МВт кернеуі 115/6,3 болатын ЖЭО-1-ден қорек көзін жүргізуге болады. ЖЭО-1-ден зауытқа дейінгі ара қашықтық 9,0 км.

1-кесте – Зауыт цехтары бойынша жалпы мәлімет

Атауы	Мөлшері ЭП, n	Қуаты, кВт	
		Бір ЭП, P _н	Σ P _н
Бірінші ретті ұсақтау корпусы 0,4кВ	30	1-70	300
Синхронды қозғалтқыш 6кВ	2	350	700
Екінші ретті ұсақтау корпусы 0,4кВ	40	1-70	280
Синхронды қозғалтқыш 6кВ	4	350	1400
Асқын жүктемелік түйін	10	10-30	170
Үшіншілік ұсақтау корпусы	50	1-150	1600
Жуу және сұрыптау корпусы	40	1-30	380
Өнім қоймасы	15	1-25	220
Асқын жүктемелік түйіндер (әр түйін)	4	10-30	60
Құмды байыту корпусы	30	1-30	400
Әкімшілік корпус	20	1-20	120
Ас үй	25	1-40	250
Жөндеу-механикалық базасы	25	1-20	250
Компрессорлі	10	50	500

1.2 Жүктеме жарықтандыруын есептеу

Өндірістік алаңдардың шаршы метріне және сұраныс коэффициенті бойынша жарықтану жүктемесінің меншікті тығыздығы бойынша кәсіпорын жүктемесін анықтағанда жарықтану жүктемесін есептейміз.

$$P_{po} = K_{co} \cdot P_{yo}, \quad \text{кВт} \quad (1)$$

$$Q_{po} = tg\varphi \cdot P_{po}, \text{ кВар}$$

мұндағы, K_{co} -жарықтандыру жүктемесінің белсенді қуаты бойынша сұраныс коэффициенті; $tg\varphi$ - реактивті қуат коэффициенті белгілі $\cos\varphi$ жарық беру қондырғысы бойынша анықталады; P_{yo} - цех бойынша жарық қабылдағыштардың белгіленген қуаты еденнің 1 м^2 бетіндегі және белгілі өндірістік алаңдағы меншікті жарықтандыру жүктемесі бойынша анықталады:

$$P_{yo} = \rho_0 \cdot F, \text{ кВт} \quad (2)$$

мұндағы, F - өндірістік үй-жай еденінің ауданы, м^2

ρ_0 - 1 м^2 -ге кВт меншікті есептік қуат, ρ_0 шамасы үй-жайдыңодына байланысты.

Есептеу қалған жарықтану жүктемесін зауыт 2-кестеге енгіземіз

1.3 Зауыт бойынша электрлік жүктемелерді есептеу

Зауыт цехтары бойынша кернеуі 1кВ-қа дейінгі электр жүктемелерді есептеу жеңілдетілген әдіс – реттелген диаграммалар – бойынша жүргізіледі. Цехтар бойынша күштік және жарықтану жүктемелерді есептеудің нәтижелері 2.3-кестеге “Кернеуі 0,4 кВ зауыт цехтары бойынша күштік жүктемелерді есептеу”-ге еңгізілген.

Зауыттың ГПП және цех ТП орналасу орынын анықтау мақсатымен жобалау кезінде электр жүктемелер картограммасын құрады.

Картограмма – зауыттың жалпы планында орналасқан шеңберлер. Шеңберлердің аймағы таңдалған масштабта цехтардың есептелген жүктемелеріне сәйкес келеді.

Төменгі вольті жүктеме үшін картограмма цехтің жарықтандыру үлесін көрсету керек. Оны цехтің сәйкес келетін шеңбердің секторы түрінде көрсетуге болады.

Электрлік жүктеменің картограммасын есептеу үшін шеңбер радиусы жазылады

$$R = \sqrt{\frac{P_p}{m \cdot \pi}}, \text{ мм} \quad (3)$$

$$\alpha = \frac{P_{po}}{P_p} \cdot 360^\circ$$

мұндағы R есептік жүктемеге сәйкес шеңбер радиусы, мм;

α – тиісті жарықтандыру жүктемесінің сектор бұрышы;

m – шеңбер ауданын анықтауға арналған масштаб, тең $0,05 \text{ кВт/мм}$

Цех үшін табамыз

n – электр қабылдағыштардың саны;

P_{Hi} – қабылдағыштардың номиналды қуаты;

ΣP_H – жиынтық номиналды қуаты;

$$P_{Hi} = P_{H1} \cdot \cos\varphi \quad (4)$$

$$P_{Hi} = P_{H1} \cdot \cos\varphi \cdot \sqrt{ПВ} \quad (5)$$

$$m = \frac{P_{H \text{ макс}}}{P_{H \text{ мин}}} \quad (6)$$

$$P_{см} = K_{и} \cdot P_H \quad (7)$$

$$Q_{см} = P_{см} \cdot \operatorname{tg}\varphi$$

$$n_{э} = \frac{2 \Sigma P_H}{P_{H \text{ max}}} \quad (8)$$

$$K_M = f(n_{э}; k_{и}) \quad (9)$$

$$P_p = K_M \cdot P_{см} \quad (10)$$

$$Q_p = Q_{см} \text{ если } n_{э} > 10, Q_p = 1,1Q_{см} \text{ если } n_{э} \leq 10$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} \quad (11)$$

2-кесте - Жарық жүктемесін есептеу

Өндіріс орындарының Атаулары	Орындардың өлшемі . F м ²	Удельная осветительная нагрузка ρ ₀ кВт/м ²	Сұраныс коэффициент K _c	Жарықтың тұрақ. қуаты кВт	Жарықтандыру жүктемесінің есебі		cosφ	tgφ
					P _{po} , кВт	Q _{po} , квар		
Бірінші ретті ұсақтау корпусы 0,4кВ Синхронды қозғалтқыш 6кВ	1200	0,016	0,75	19,2	14,4	10,8	0,8	0,75
Екінші ретті ұсақтау корпусы 0,4кВ Синхронды қозғалтқыш 6кВ	900	0,02	0,8	18	14,4	14,68	0,7	1,02
Асқын жүктемелік түйін	300	0,02	0,85	6	5,1	2,44	0,9	0,48
Үшіншілік ұсақтау корпусы	1600	0,015	0,75	24	18	18,36	0,7	1,02
Жуу және сұрыптау корпусы	4500	0,018	0,95	81	76,95	57,7	0,8	0,75
Өнім қоймасы	5600	0,016	0,95	89,6	85,12	98,7	0,65	1,16
Асқын жүктемелік түйіндер(әр түйін)	100	0,02	0,8	2	1,6	1,1	0,85	0,69
Құмды байыту корпусы	420	0,018	0,75	7,56	5,67	4,25	0,8	0,75
Әкімшілік корпус	2050	0,015	0,95	30,75	29,2	21,9	0,8	0,75
Ас үй	750	0,018	0,8	13,5	10,8	7,45	0,85	0,69
Жөндеу-механикалық базасы	1625	0,018	0,85	29,25	24,86	29,3	0,7	1,02
Компрессорлі	875	0,02	0,85	17,5	15,7	16,03	0,7	1,02
Территория	271800	0,014	0,5	3805,2	1902,6	1312,7	0,7	0,69

3-кесте – Күштік жүктемелі кернеуді есептеу 0,4 кВ

Цех атаулары және ЭҚ топтары	ЭҚ саны n	Номиналды қуаты		m	Ки	cosφ	tgφ	Орташа жүктеме		nэ	Км	Есептік қуаты			R мм	α град
		Pmin-Pmax кВт	∑Pн кВт					Pсм кВт	Qсм квар			Pp кВт	Qp квар	Sp кВА		
Бірінші ретті ұсақтау корпусы 0,4кВ																
күштік	30	1-70	300	>3	0,5	0,8	0,75	150	112.5	8.5	1.12	168	184.8	249.7		
жарықтандыру												14,4	10,8	18		
Жинағы												182,4	195,6	267,4	36,4	43,7
Екінші ретті ұсақтау корпусы 0,4кВ																
күштік	40	1-70	280	>3	0,5	0,7	1,02	140	142.8	8	1.08	151.2	157.08	218.1		
жарықтандыру												14,4	14,68	20,5		
Жинағы												165,6	171,1	238,5	41,2	25,8
Асқын жүктемелік түйін																
күштік	10	10-30	170	>3	0,4	0,9	0,48	68	32.64	11.3	1.1	74.8	32.64	81.6		
жарықтандыру												5,1	2,44	5,65		
Жинағы												79,9	35,08	87,26	28,8	19,5
Үшіншілік ұсақтау корпусы																
күштік	50	1-150	1600	>3	0,3	0,	1,02	480	489.6	21.3	1.05	504	489.6	702.6		
жарықтандыру												18	18,36	25,7		
Жинағы												522	507,9	728,3	76,9	41,8
Жуу және сұрыптау корпусы																
күштік	40	1-30	380	>3	0,5	0,8	0,75	190	142.5	25.3	1.09	207.1	142.5	251.3		
жарықтандыру												76,95	57,7	96,18		
Жинағы												284,1	200,2	347,5	54,5	77,2

3-кесте жалғасы

Өнім қоймасы																	
күштік	15	1-25	220	>3	0,25	0,65	1,16	55	63.8	17.6	1.12	61.6	63.8	88.68			
жарықтандыру												85,12	98,7	130,3			
Жинағы												146,7	162,5	218,9	32,8	17,5	
Асқын жүктемелік түйіндер(әр түйін)																	
күштік	4	10-30	60	>3	0,5	0,85	0,69	30	20.7	4	1.21	36.3	22.77	42.8			
жарықтандыру												1,6	1,1	1,94			
Жинағы												37,9	23,87	44,7	10,7	21,1	
Құмды байыту корпусы																	
күштік	30	1-30	400	>3	0,3	0,8	0,75	120	90	26.6	1.08	129.6	90	157.7			
жарықтандыру												5,67	4,25	7,08			
Жинағы												135,2	94,25	164,8	43,6	31,8	
Әкімшілік корпус																	
күштік	20	1-20	120	>3	0,3	0,8	0,75	36	27	12	1.15	41.4	27	49.4			
жарықтандыру												29,2	21,9	36,5			
Жинағы												70,6	48,9	85,8	21,6	19,2	
Ас үй																	
күштік	25	1-40	250	>3	0,5	0,85	0,69	125	86.25	12.5	1.12	140	86.25	164.4			
жарықтандыру												10,8	7,45	13,12			
Жинағы												150,8	93,7	177,5	27,8	15,3	
Жөндеу-механикалық базасы																	
күштік	25	1-20	250	>3	0,2	0,7	1,02	50	51	25	1.08	54	51	74.2			
жарықтандыру												24,86	29,3	38,42			

3-кесте жалғасы

Жинағы												78,8	80,3	112,5	26,4	42,8
Компрессорлі																
күштік	10	150	500	>3	0,3	0,7	1,02	150	153	6.67	1.11	166.5	168.3	236.7		
жарықтандыру												15,7	16,03	22,43		
Жинағы												182,1	184,3	259,1	48,5	45,6
Территорияны жарықтандыру												1902	1312,7	1285		
Шина бойынша жинағы 0,4 кВ												3765	3111,3	4884		

1.4 Цех трансформаторлар санын таңдау және 0,4 кВ кернеудегі реактивті қуатты компенсациялау

Цех трансформаторларының саны мен қуатын технико-экономикалық есептеулер жолымен ғана мүмкін, келесі факторларды ескеріп: тұтынушыларды электрмен жабдықтау сенімділігінің категориясы; 1кВ-қа дейінгі реактивті жүктемені компенсациялауын; қалыпты (нормалы) және авариялы режимдерде трансформатордың аса жүктемелу қабілетін; стандартты қуаттар қадамы; жүктеме графигі бойынша трансформаторлардың тиімді жұмыс режимдерін.

Есептеулер үшін берілулер:

$$P_{p0,4} = 3765 \text{ кВт};$$

$$Q_{p0,4} = 3111,3 \text{ кВАр};$$

$$S_{p0,4} = 4884 \text{ кВА}.$$

Шақпатас зауыты II категориялы тұтынушыларға жатады, зауыт үш сменамен жұмыс істейді; сондықтан трансформатордың жүктелу коэффициенті $K_{зтр} = 0,8$. Трансформатор қуатын $S_{нтр} = 630$ кВА тең қабылдаймыз.

Ең көп есептік активті жүктемені қамдау үшін қажетті қуаттары бірдей цех трансформаторлардың минималды саны:

$$N_{т\text{ min}} = \frac{P_{p0,4}}{K_3 \times S_{нтр}} + \Delta N = \frac{3765}{0,8 \times 630} = 7,47 + 0,2 = 8 \quad (12)$$

мұндағы, $P_{p0,4}$ – соммалы есептік активті қуат;

K_3 – трансформатордың жүктелу коэффициенті;

$S_{нтр}$ – трансформатордың қабылданған номинал қуаты;

ΔN – ең жақын бүтін санға дейінгі қосымша.

Экономика жағынан тиімді саны: $N_{т.э} = N_{\text{min}} + m$,

мұнда m – қосымша трансформаторлардың саны.

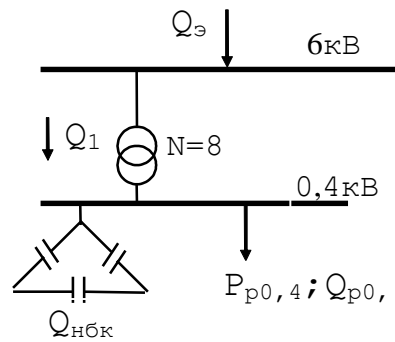
$N_{т.э}$ – 3*п/ст капиталды шығындардың тұрақты құраушыларын ескеріп, реактивті қуатты беруге кететін меншікті шығындармен анықталады.

$3*п/ст = 0,5$; $k_3 = 0,8$; $N_{\text{min}} = 8$; $\Delta N = 0,2$.

Ю.Г. Барыбина анықтамасынан $m = 0$, сонда $N_{т.э} = 8$ трансформатор.

Трансформаторлардың таңдалған саны бойынша кернеуі 1 кВ-қа дейінгі желіге трансформаторлар арқылы берілетін ең көп реактивті қуатты анықтайды:

$$Q_1 = \sqrt{(N_{тэ} \times S_{нтр} \times K_3)^2 - P_{p0,4}^2} = \sqrt{(8 \times 630 \times 0,8)^2 - 3765^2} = 1442 \text{ квар}. \quad (13)$$



1-сурет - Реактивті қуат балансын құру үшін есептеу сұлбасы.

0,4 кВ шиналарында реактивті қуаттар балансы шартынан $Q_{нбк1}$ шамасын анықтаймыз:

$$Q_{нбк1} + Q_1 = Q_{р0,4} \quad (14)$$

Осыдан

$$Q_{нбк1} = Q_{р0,4} - Q_1 = 3111,3 - 1442 = 1669,3 \text{ кВАр.}$$

Трансформаторлардың бұл тобы үшін төменгі кернеу конденсаторлар батареясының (НБК) қосымша $Q_{нбк2}$ қуаты келесі формула бойынша анықталады:

$$Q_{нбк2} = Q_{р0,4} - Q_{нбк1} - \gamma \cdot N_{ТЭ} \cdot S_{НТ} = 3111,3 - 1669,3 - 0,5 \cdot 8 \cdot 630 = -1078 \text{ кВАр} \quad (15)$$

Есептеу бойынша $Q_{нбк2} < 0$, алынады $Q_{нбк2} = 0$,

$$Q_{нбк} = Q_{нбк1} + Q_{нбк2}, \quad Q_{нбк2} = 0, \text{ то } Q_{нбк} = 1669,3 \text{ кВАр.}$$

Әр трансформаторға келісетін бір конденсаторлар батареясының қуатын анықтаймыз:

$$Q_{нбк\text{ тп}} = \frac{Q_{нбк}}{N_{ТЭ}} = \frac{1669,3}{8} = 208,6 \text{ кВАр}$$

ТҚС бойынша төмен вольтты жүктемені бөлу көрсетілген цех жүктемелерін ТҚС бойынша бөлу. ҚТ кестесінде-трансформаторлардың жүктелу коэффициенті, тең:

$$k_3 = \frac{S_{р0,4}}{N \cdot S_{НТр}} \quad (16)$$

Есептеулер нәтижесі бойынша 4-кесте “ТП бойынша цехтер жүктемелерін тарату” құрылады.

4-кесте - ТП бойынша цехтың төмені вольті жүктемелерін есептеу

№ ТП S _{HT} , Q _{нбк} тп	№ цех	P _{p 0,4} , кВт	Q _{p 0,4} , кВАр	S _{p0,4} , кВА	Кз
ТП1 (2x630) ΣS _H =2x630=1260кВА Q _{нбк} =2x208,6=417,2кВАр Жинағы	1	182,4	195,6		
	2	165,6	171,1		
	3	79,9	35,08		
	4	522	507,9		
	7	37,9	23,87		
		907,9	933,4		
			-417,2		
	907,9	516,28	1044	0,82	
ТП2-3 (4x630) ΣS _H =4x630=2520кВА Q _{нбк} =4x208,6=834,4 кВАр Жинағы	9	70,6	48,9		
	Терр.	1902	1312,7		
		1972,6	1385,4		
			-834,4		
		1972,6	551,07		
ТП4 (2x630) ΣS _H =2x630=1260кВА Q _{нбк} =2x208,6=417,2кВАр Жинағы	5	284,1	200,2		
	6	146,7	162,5		
	8	135,2	94,25		
	10	150,8	93,7		
	11	78,8	80,3		
	12	182,1	184,3		
		957,7	805,5		
			-417,2		
	957,7	378,1	1029	0,81	

1.5 Конденсаторлы батареяны ТП реактивті жүктемесіне пропорционал тарату

Бастапқы берілулер:

$$Q_{p 0,4}=3111,3 \text{ кВАр};$$

$$Q_{нбк}=1669,3 \text{ кВАр}.$$

ТП 1:

$$Q_{p ТП1}=933,4 \text{ кВАр}, Q_{p нбк}= x,$$

сонда

$$Q_{p\text{нбк}} = \frac{Q_{\text{нбк}} \cdot Q_{p\text{ТП1}}}{Q_{p0,4}} = \frac{1669,3 \cdot 933,4}{3111,3} = 500,7 \text{ кВАр}$$

Төмен вольтті конденсатор қондырғыларын таңдаймыз: УК-0,38-300 УЗ, нақты реактивті қуат: $Q_{\phi\text{ТП1}}=2 \times 300=600$ кВАр, ал қарымталанған қуат:

$$Q_{\text{неск}} = Q_{p\text{ТП1}} - Q_{\phi\text{ТП1}} = 933,4 - 600 = 333,4 \text{ кВАр.}$$

ТП 2-3:

$Q_{p\text{ТП2-3}} = 1385,4$ кВАр, $Q_{p\text{нбк}} = x$,
Сонда

$$Q_{p\text{нбк}} = \frac{Q_{\text{нбк}} \cdot Q_{p\text{ТП2-3}}}{Q_{p0,4}} = \frac{1669,3 \cdot 1385,4}{3111,3} = 743,3 \text{ кВАр}$$

Төмен вольтті конденсатор қондырғыларын таңдаймыз: УК-0,38-200 УЗ, нақты реактивті қуат: $Q_{\phi\text{ТП2-3}}=4 \times 200=800$ кВАр, ал қарымталмаған қуат:

$$Q_{\text{неск}} = Q_{p\text{ТП2-3}} - Q_{\phi\text{ТП2-3}} = 1385,4 - 800 = 585,4 \text{ кВАр.}$$

ТП 4:

$Q_{p\text{ТП4}}=805,5$ кВАр, $Q_{p\text{нбк}} = x$,
сонда

$$Q_{p\text{нбк}} = \frac{Q_{\text{нбк}} \cdot Q_{p\text{ТП4}}}{Q_{p0,4}} = \frac{1669,3 \cdot 805,5}{3111,3} = 432,1 \text{ кВАр}$$

Төмен вольтті конденсатор қондырғыларын таңдаймыз: УК-0,38-300 УЗ, нақты реактивті қуат: $Q_{\phi\text{ТП4}}=2 \times 300=600$ кВАр, ал қарымталанған қуат:

$$Q_{\text{неск}} = Q_{p\text{ТП4}} - Q_{\phi\text{ТП4}} = 805,5 - 600 = 205,5 \text{ кВАр.}$$

ТҚС бойынша Q НБК –ны таратудың есептік және бастапқы берілулері 5-кестеге еңгізілген.

5-кесте - ТП бойынша ҚНБК қуаттарын анықтау

№ ТП	Qртп	Qр нбк тп	Qфакт нбк тп	Qнеск.
ТП1	933,4	500,7	2x300=600	333,4
ТП2-3	1385,4	743,3	4x200=800	585,4
ТП4	805,5	432,1	2x300= 600	205,5
Жинағы	3124,3	1676,1	2000	1124,3

1.6 Электр жүктемесінің дәл есептелуі

1.6.1 ЦТП-дағы қуат шығындарын анықтау

Трансформатордағы активті қуаттың шығындары мына формула бойынша анықталады:

$$\Delta P_T = \Delta P_{xx} + \Delta P_{кз} \cdot k_3^2 \quad (17)$$

Трансформатордағы реактивті қуаттың шығындары мына формула бойынша анықталады

$$\Delta Q_T = \Delta Q_{xx} + \Delta Q_{кз} \cdot k_3^2 = \frac{I_{xx}}{100} \cdot S_{HT} + \frac{U_{кз}}{100} \cdot S_{HT} \cdot k_3^2 \quad (18)$$

Трансформаторды таңдаймыз ТМН-630-6/0,4

$U_B=6$ кВ, $U_H=0,4$ кВ, $\Delta P_{xx}=1,31$ кВт, $\Delta P_{кз}=8,5$ кВт, $I_{xx}=2$ %, $U_{кз}=5,5$ %

ТП1:

$K_3=0.82$,

$N=2$,

$$\Delta P_T = (1,31 + 8,5 \cdot 0,82^2) \cdot 2 = 14,1 \text{ кВт}$$

$$\Delta Q_T = 0,01(2 + 5,5 \cdot 0,8^2) \cdot 2 \cdot 630 = 69,5 \text{ кВАр}$$

ТП2-3:

$K_3=0.81$,

$N=4$,

$$\Delta P_T = (1,31 + 8,5 \cdot 0,81^2) \cdot 4 = 28,1 \text{ кВт}$$

$$\Delta Q_T = 0,01(2 + 5,5 \cdot 0,8^2) \cdot 4 \cdot 630 = 139,1 \text{ кВАр}$$

ТП4:
K_з=0.81,
N=2,

$$\Delta P_T = (1,31 + 8,5 \cdot 0,82^2) \cdot 2 = 14,1 \text{ кВт}$$

$$\Delta Q_T = 0,01(2 + 5,5 \cdot 0,8^2) \cdot 2 \cdot 630 = 69,5 \text{ кВАр}$$

Барлық трансформаторлардағы соммалы шығындар:

$$\Sigma P_{1-4} = 14,1 + 28,1 + 14,1 = 56,3 \text{ кВт},$$

$$\Sigma Q_{1-4} = 69,5 + 139,1 + 69,5 = 278,1 \text{ кВАр}.$$

1.6.2 Синхронды қозғалтқыштардың есептік қуаттарын анықтау

ВН жағында реактивтік қуаттын компенсациялау үшін I цехтың СҚ1 пайдаланамыз.

$P_{н\text{СҚ}} = 350 \text{ кВт}$; $\cos \varphi = 0,8$; $N_{\text{СҚ}} = 2$; $k_3 = \beta = 0,7$.

СҚ үшін есептік қуатын анықтаймыз:

$$P_{p\text{СҚ}} = P_{н\text{СҚ}} \times N_{\text{СҚ}} \times k_3 = 350 \times 2 \times 0,7 = 490 \text{ кВт}.$$

$$Q_{p\text{СҚ}} = P_{p\text{СҚ}} \times \tan \varphi = 490 \times 0,75 = 367,5 \text{ кВАр}.$$

$$S_{p\text{СҚ}} = P_{p\text{СҚ}} / \cos \varphi = 490 / 0,8 = 612,5 \text{ кВАр}.$$

Бір қозғалтқыш үшін:

$$S_{p\text{СҚ}} = S_{p\text{СҚ}} / N = 612,5 / 2 = 306,25 \text{ кВАр}.$$

ВН жағында реактивтік қуаттын компенсациялау үшін II цехтың СҚ2 пайдаланамыз.

$P_{н\text{СҚ}} = 350 \text{ кВт}$; $\cos \varphi = 0,7$; $N_{\text{СҚ}} = 4$; $k_3 = \beta = 0,7$.

СҚ үшін есептік қуатын анықтаймыз:

$$P_{p\text{СҚ}} = P_{н\text{СҚ}} \times N_{\text{СҚ}} \times k_3 = 350 \times 4 \times 0,7 = 980 \text{ кВт}.$$

$$Q_{p\text{СҚ}} = P_{p\text{СҚ}} \times \tan \varphi = 980 \times 1,02 = 999,6 \text{ кВАр}.$$

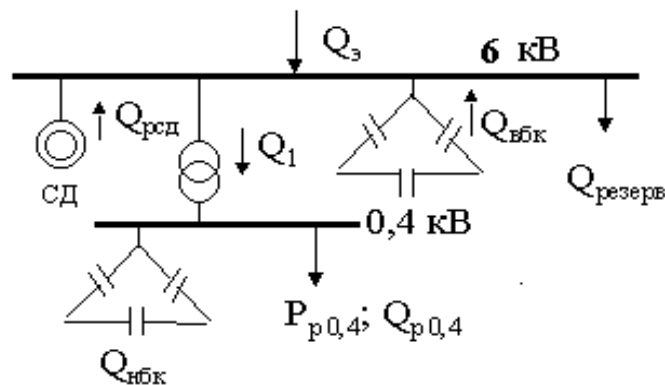
$$S_{p\text{СҚ}} = P_{p\text{СҚ}} / \cos \varphi = 980 / 0,7 = 1400 \text{ кВАр}.$$

Бір қозғалтқыш үшін:

$$S_{p\text{СҚ}} = S_{p\text{СҚ}} / N = 1400 / 4 = 350 \text{ кВАр.}$$

1.7 БТҚС 6 кВ шинасындағы реактивті қуаттың компенсациясын есептеу

Орын басу сұлбасын құрамыз:



2-сурет – Орын басу сұлбасы

Резервті қуат:

$$Q_{\text{рез}} = 0.1 \times \Sigma Q_{\text{расч}} = 0.1 \times (Q_{p0,4} + \Delta Q_T) = 0.1 \times (3111,3 + 278,1) = 338,9 \text{ кВАр.}$$

Энергожүйеден берілетін қуаты:

$$Q_3 = 0.25 \times \Sigma P_p = 0.25 \times (P_{p0,4} + \Delta P_T + P_{\text{СҚ}}) = 0.25 \times (3765 + 56,3 + 1470) = 1322,8 \text{ кВАр.}$$

Реактивті қуаттар балансы шарты бойынша ВБК қуатын анықтаймыз:

$$Q_{\text{ВБК}} = Q_{p0,4} + \Delta Q_T + Q_{\text{рез}} - Q_3 - Q_{\text{СҚ}} - Q_{\text{НБК}},$$

$$Q_{\text{ВБК}} = 3111,3 + 278,1 + 338,9 - 1322,8 - 1367,1 - 2100 = -1061,6 \text{ кВАр.}$$

ВБК таңдамаймыз, өйткені: $Q_{\text{ВБК}} = -1061,6 \text{ кВАр.}$

Зауыт бойынша электр жүктемелерінің нақтыланған есебі 6 - кестеде келтірілген.

6- кесте- Зауыттың эл.жүктемесін дәл есептеу

№ ТП	№ цех	ЭҚ саны n	Түр. қуаты		Ки	Орташа жүктеме		Nэ	Км	Есептік қуаты			Кз
			Pmin- Pmax	Общая ΣPн, кВт		Pсм кВт	Qсм кВАр			Pp, кВт	Qp, кВАр	Sp, кВА	
ТП1 2x630 күштік жарықтандыру Қнбк Жинағы	1	30	1-70	300		150	112,5						
	2	40	1-70	280		140	142,8						
	3	10	10-30	170		68	32.64						
	4	50	1-150	1600		480	489.6						
	7	4	10-30	60		30	20,7						
		134	1-150	2410	0,5	868	798,2	16,5	1	868	798,2		
										53,5	47,38		
										-417,2			
									921,5	428,38	1016	0,8	
ТП2-3 4x630 күштік жарықтандыру Территорияны жарық. Қнбк Жинағы	9	20	1-20	120		36	27						
		20	1-20	120	0,4	36	27	30,6	1,1	39,6	27		
										29,2	21,9		
										1902,6	1312,7		
											-834,4		
									1902,6	527,2	1974	0.79	
ТП4 2x630 күштік жарықтандыру Қнбк Жинағы	5	40	1-30	380		190	142.5						
	6	15	1-25	220		55	63.8						
	8	30	1-30	400		120	90						
	10	25	1-40	250		125	86.25						
	11	25	1-20	250		50	51						
	12	10	150	500		150	153						
		145	1-150	2000	0,5	690	586,55	131,67	1	690	586,55		
										219,1	213,4		
										-417,2			
									909,1	382,8	986,7	0,79	

6-кесте жалғасы

0.4кВ шинадағы жинағы						3733,2	1338,4		
Трансформатордағы шығындар						56,3	278,1		
0,4 кВ жинағы келтіруі						3789,5	1616,5		
Синхронды қозғалтқыш	1	2	350	700		490	-367,5		
Синхронды қозғалтқыш	2	4	350	1400		890	-999,6		
Зауыттың қорытындысы бойынша						5169,5	249,4	5968,7	

2 Сыртқы электржабдықтаудың нұсқаларын салыстыру

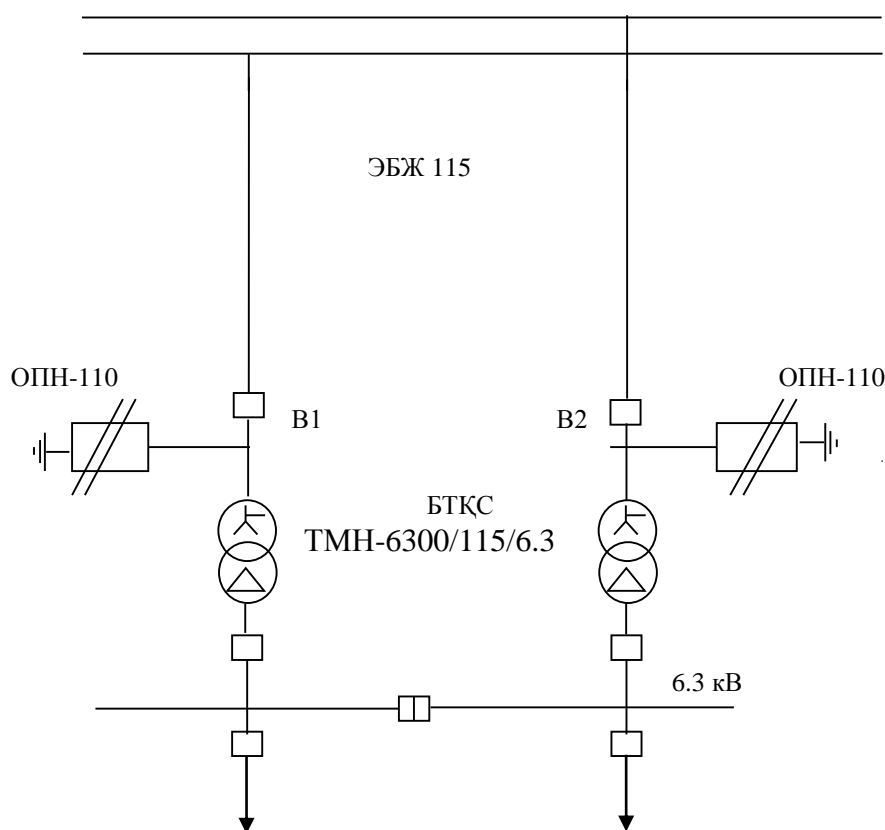
Қорек көзі қуаты 25 МВА кернеуі 115/35/6,3 трансформатор орнатылған энергожүйенің қосалқы станциясынан жүргізіледі. Трансформаторлар жеке-жеке жұмыс істейді. 115 кВ жағындағы жүйенің қуатына келтірілген реактивті кедергісі 0,4. Қосалқы станциядан зауытқа дейінгі ара қашықтық 10,0 км. Зауыт екі ауысымда жұмыс істейді.

Сонымен қатар, зауыт қуаты 145 МВт кернеуі 115/6,3 болатын ЖЭО-1-ден қорек көзін жүргізуге болады. ЖЭО-1-ден зауытқа дейінгі ара қашықтық 9,0 км.

Зауыттың электр жабдықталуын технико-экономикалық салыстыру үшін 3 нұсқа қарастырамыз:

- I вариант – ЖЭО-ның жоғарылатушы трансформаторынан 115/6,3 кВ;
- II вариант – Қосалқы станцияның трансформаторынан 35/6,3 кВ;
- III вариант – ЖЭО-дан ЭБЖ арқылы, 6,3 кВ.

2.1 Бірінші нұсқа бойынша электр жабдықтарын таңдау



3-Сурет – Электр жабдықтаудың бірінші нұсқасы

БТҚС трансформаторларын таңдаймыз:

$$S = \sqrt{P_p^2 + Q_3^2} = \sqrt{5169,5^2 + 1322^2} = 5362,7 \text{ кВА}$$

Қуаты 6300 кВА 2 трансформатор таңдаймыз.
Жүктелу коэффициенті:

$$k_3 = \frac{S_p}{2 \cdot S_H} = \frac{5362,7}{2 \cdot 6300} = 0,43$$

7-кесте -Трансформатордың паспорттық деректері

Вариант	Типі	S _{ном} , МВ· А	Орам кернеуі., кВ			Шығын, кВт		U _к , %	I _{хх} , %
			ВН	СН	НН	P _{хх}	P _{қт}		
1	ТМ- 6300/110	6,3	115	-	6,3	10	44	10,5	1,0

Трансформаторлардағы қуат шығындары
активті:

$$\Delta P_{\text{ТБТҚС}} = 2 \cdot (\Delta P_{\text{хх}} + \Delta P_{\text{кз}} \cdot k_3^2) = 2 \cdot (10 + 44 \cdot 0,47^2) = 39,43 \text{ кВт}$$

реактивті:

$$\Delta Q_{\text{ТБТҚС}} = 0,02 \cdot (I_{\text{хх}} + U_{\text{кз}} \cdot k_3^2) \cdot S_H = 0,02 \cdot (1,0 + 10,5 \cdot 0,47^2) \cdot 6300 = 418,25 \text{ кВАр}$$

Трансформаторлардағы энергия шығыны:

Екі ауысымды жұмыс кезінде T_{вкл}=3500с. T_{макс}=4500с.
сонда максималды шығын уақыты

$$\tau = (0,124 + T_M \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = (0,124 + 4500 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = 2886 \text{ с.}$$

Трансформатордағы активті қуат шығындары:

$$\Delta W = 2 \cdot (\Delta P_{\text{хх}} \cdot T_{\text{вкл}} + \Delta P_{\text{кз}} \cdot \tau \cdot k_{\text{кз}}^2) = 2 \cdot (10 \cdot 3500 + 44 \cdot 2886 \cdot 0,47^2) = 126101,5 \text{ кВтс.}$$

ЭБЖ –115 кВ.

ЭБЖ бойынша өтетін толық қуат:

$$S_{\text{ЭБЖ}} = \sqrt{(P_p + \Delta P_{\text{ТБТҚС}})^2 + Q_3^2} = \sqrt{(5169,5 + 39,43)^2 + 1322,8^2} = 5374,2 \text{ кВА}$$

Бір желі бойынша өтетін есептік ток:

$$I_p = \frac{S_{\text{ЭБЖ}}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{5374,2}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 115} = 13,7 \text{ A}$$

Апаттық режим тогы:

$$I_a = 2 \cdot I_p = 2 \cdot 13,7 = 27,4 \text{ A}$$

Токтың экономикалық тығыздығы бойынша сымдардың қимасын анықтаймыз:

$$F = \frac{I_p}{j} = \frac{13,7}{1} = 13,7 \text{ мм}^2$$

мұндағы $j=1 \text{ A/мм}^2$ токтың экономикалық тығыздығы. $T_m=4500$ ч және алюминий сымдардағы

Сым таңдаймыз АС –70/11 с $I_{\text{доп}}=265 \text{ A}$.

Таңдалған сымдарды рұқсат етілген ток бойынша тексереміз

Ток есептеу бойынша: $I_{\text{доп}}=265 > I_p=13,7 \text{ A}$,

Апаттық режим кезінде:

$$I_{\text{доп ав}}=1,3 \times I_{\text{доп}}=1,3 \times 265=344,5 \text{ A} > I_{\text{ав}}=27,4 \text{ A}.$$

ЭБЖ электр энергиялық шығындар:

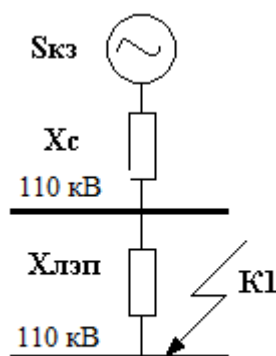
$$\Delta W_{\text{ЭБЖ}} = 2 \cdot 3 \cdot I_p^2 \cdot R \cdot 10^{-3} \cdot \tau = 2 \cdot 3 \cdot 13,7^2 \cdot 3,87 \cdot 10^{-3} \cdot 2886 = 12577,6 \text{ кВтс}$$

мұндағы, $R=r_0 \times L=0,43 \times 9=3,87 \text{ Ом}$,

$r_0=0.43 \text{ Ом/км}$ - болат алюминий сымының қимасымен салыстырмалы кедергісі 70 мм^2 , $l=9 \text{ км}$ - линия ұзындығы.

$U=115 \text{ кВ}$ кезінде ажыратқыш таңдау.

Аппараттарды таңдау алдында алмастыру сұлбасын құрастырамыз (4-сурет) және қысқа тұйықталу тогын есептейміз:



4-Сурет – Алмастыру сұлбасы

$S_6=1000$ МВА; $U_6=115$ кВ.

$$x_c = \frac{S_6}{S_{кз}} = \frac{1000}{800} = 1,25 \text{ о. е}$$

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 115} = 5,03 \text{ кА}$$

$$x_{л} = x_0 \cdot L \cdot \frac{S_6}{U_{cp}^2} = 0,4 \cdot 9 \cdot \frac{1000}{115^2} = 0,27 \text{ о. е}$$

$$I_{к1} = \frac{I_6}{x_c + x_{л}} = \frac{5,03}{1,25 + 0,27} = 3,3 \text{ кА}$$

$$i_y = \sqrt{2} \cdot k_y \cdot I_{к1} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 3,3 = 8,32 \text{ кА}$$

В1 және В2 ажыратқыштарын таңдаймыз:

Ажыратқыш МКП-110М-630-20

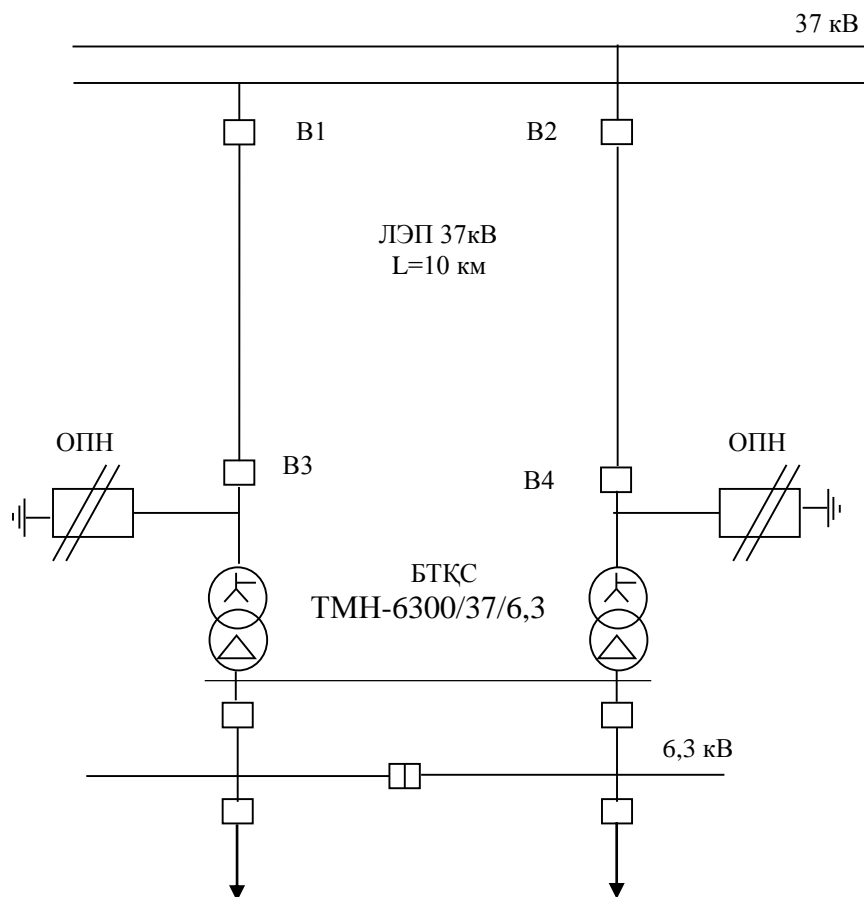
$I_{ном}=630\text{А} > I_{ав}=27,4 \text{ А};$

$I_{откл}=20\text{кА} > I_{к1}=3,3 \text{ кА};$

$I_{пред}=524\text{кА} > i_y=8,32 \text{ кА};$

$I_{терм}=20\text{кА} > I_{к1}=3,3 \text{ кА},$

2.2 Екінші нұсқа бойынша электр жабдықтарын таңдау



5-сурет – Екінші нұсқа бойынша электр жабдықтау

БТҚС трансформаторларын таңдаймыз:

$$S = \sqrt{P_p^2 + Q_3^2} = \sqrt{5169,5^2 + 1322^2} = 5362,7 \text{ кВА}$$

Қуаты 6300 кВА 2 трансформатор таңдаймыз:

Жүктелу коэффициенті:

$$k_3 = \frac{S_p}{2 \cdot S_H} = \frac{5362,7}{2 \cdot 6300} = 0,43$$

Трансформатордың паспорттық берілгендері:

ТМН – 6300/37/6,3;

$S_H=6300$ кВА, $U_{BH}=37$ кВ, $U_{HH}=6.3$ кВ, $\Delta P_{XX}=8$ кВт, $\Delta P_{K3}=46,5$ кВт,

$U_{K3}=7,5\%$, $I_{XX}=0.8\%$.

Трансформатордағы қуат шығындары:

активті:

$$\Delta P_{\text{ТБТҚС}} = 2 \cdot (\Delta P_{\text{xx}} + \Delta P_{\text{кз}} \cdot k_3^2) = 2 \cdot (8 + 46,5 \cdot 0,47^2) = 36,5 \text{ кВт}$$

реактивті:

$$\begin{aligned} \Delta Q_{\text{ТБТҚС}} &= 0,02 \cdot (I_{\text{xx}} + U_{\text{кз}} \cdot k_3^2) \cdot S_{\text{H}} = 0,02 \cdot (0,8 + 7,5 \cdot 0,47^2) \cdot 6300 \\ &= 309,5 \text{ кВАр} \end{aligned}$$

Трансформаторлардағы энергия шығыны:

Екі ауысымды жұмыс кезінде $T_{\text{вкл}}=3500\text{с}$. $T_{\text{макс}}=4500\text{с}$.

сонда максималды шығын уақыты:

$$\tau = (0,124 + T_{\text{M}} \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = (0,124 + 4500 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = 2886 \text{ с.}$$

Трансформатордағы активті қуат шығындары:

$$\begin{aligned} \Delta W &= 2 \cdot (\Delta P_{\text{xx}} \cdot T_{\text{вкл}} + \Delta P_{\text{кз}} \cdot \tau \cdot k_{\text{кз}}^2) = 2 \cdot (8 \cdot 3500 + 46,5 \cdot 2886 \cdot 0,47^2) \\ &= 145289,1 \text{ кВтс.} \end{aligned}$$

2 ЭБЖ –37 кВ.

ЭБЖ бойынша өтетін толық қуат:

$$S_{\text{ЭБЖ}} = \sqrt{(P_{\text{p}} + \Delta P_{\text{ТБТҚС}})^2 + Q_{\text{Э}}^2} = \sqrt{(5169,5 + 39,43)^2 + 1322,8^2} = 5374,2 \text{ кВА}$$

Бір желі бойынша өтетін есептік ток:

$$I_{\text{p}} = \frac{S_{\text{ЭБЖ}}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{H}}} = \frac{5374,2}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 37} = 41,9 \text{ А}$$

Апаттық режим тогы:

$$I_{\text{a}} = 2 \cdot I_{\text{p}} = 2 \cdot 41,9 = 83,8 \text{ А}$$

Токтың экономикалық тығыздығы бойынша сымдардың қимасын анықтаймыз:

$$F = \frac{I_{\text{p}}}{j} = \frac{41,9}{1} = 41,9 \text{ мм}^2$$

мұндағы $j=1 \text{ А/мм}^2$ токтың экономикалық тығыздығы $T_{\text{M}}=4500\text{с}$ алюминий сымында.

Сым таңдаймыз АС –70/11, $I_{\text{доп}}=265\text{А}$.

Таңдалған сымдарды рұқсат етілген ток бойынша тексереміз

Ток есебі бойынша:

$$I_{\text{доп}} = 265 \text{ А} > I_p = 41,9 \text{ А.}$$

Апаттық жағдай кезінде:

$$I_{\text{доп ав}} = 1,3 \cdot I_{\text{доп}} = 1,3 \cdot 265 = 344,5 \text{ А} > I_{\text{ав}} = 83,8 \text{ А.}$$

ЭБЖ-дағы энергия шығыны:

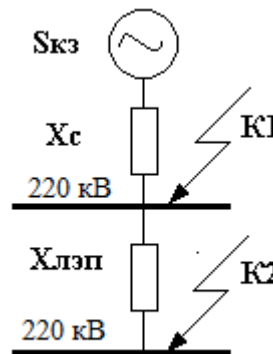
$$\begin{aligned} \Delta W_{\text{ЭБЖ}} &= 2 \cdot 3 \cdot I_p^2 \cdot R \cdot 10^{-3} \cdot \tau = 2 \cdot 3 \cdot 218,8^2 \cdot 1,29 \cdot 10^{-3} \cdot 2886 \\ &= 1069379,6 \text{ кВтс} \end{aligned}$$

мұнда $R = r_0 \cdot L = 0,43 \cdot 10 = 4,3 \text{ Ом}$,

мұндағы $r_0 = 0,43 \text{ Ом/км}$ - болат алюминий сымның қимасымен салыстырмалы кедергісі 70 мм^2 , $l = 10 \text{ км}$ - линия ұзындығы.

$U = 37 \text{ кВ}$ кезінде ажыратқыш таңдау.

Аппараттарды таңдау алдында алмастыру сұлбасын құрастырамыз (6-сурет) және қысқа тұйықталу тогын есептейміз:



6-сурет – Алмастыру сұлбасы

$S_6 = 1000 \text{ МВА}$; $U_6 = 37 \text{ кВ}$.

$$x_c = \frac{S_6}{S_{\text{кз}}} = \frac{1000}{800} = 1,25 \text{ о.е}$$

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 37} = 15,62 \text{ кА}$$

$$x_{\text{л}} = x_0 \cdot L \cdot \frac{S_6}{U_{\text{ср}}^2} = 0,4 \cdot 10 \cdot \frac{1000}{37^2} = 2,9 \text{ о.е}$$

$$I_{\text{к1}} = \frac{I_6}{x_c + x_{\text{л}}} = \frac{15,62}{1,25 + 2,9} = 3,76 \text{ кА}$$

$$i_y = \sqrt{2} \cdot k_y \cdot I_{k1} = \sqrt{2} \cdot 1.8 \cdot 3,76 = 9,47 \text{ кА}$$

Ажыратқыш таңдаймыз: В1 и В2

Ажыратқыш МКП-35-1000-25У1

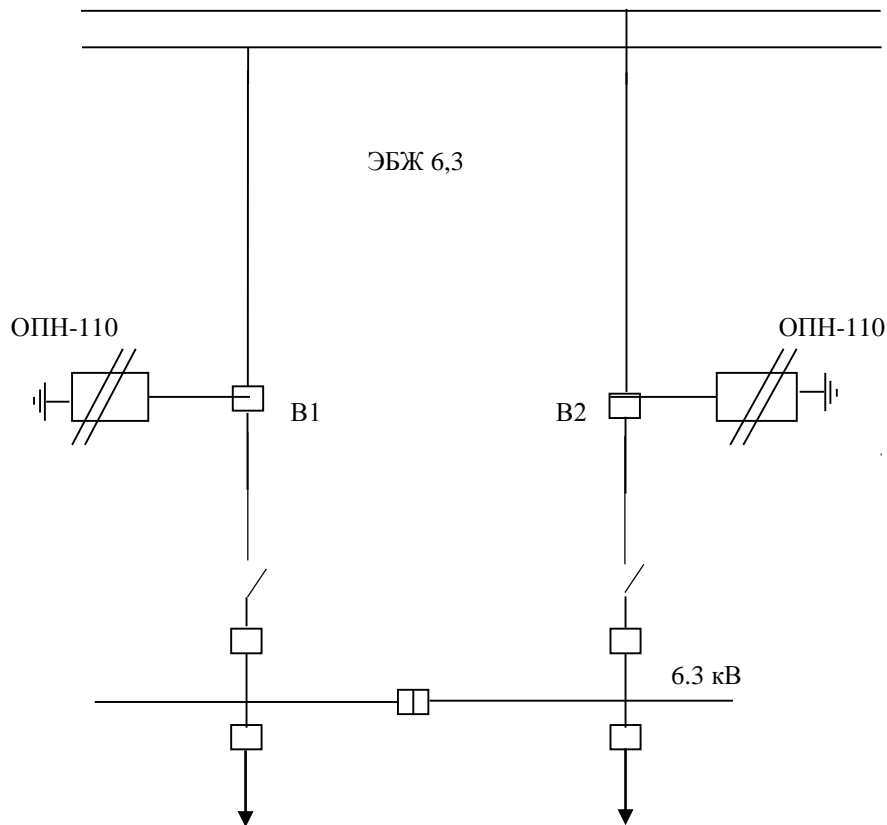
$I_{ном} = 1000 \text{ А} > I_{ав} = 83,8 \text{ А};$

$I_{откл} = 25 \text{ кА} > I_{к1} = 3,76 \text{ кА};$

$I_{пред} = 64 \text{ кА} > i_y = 9,47 \text{ кА};$

$I_{терм} = 25 \text{ кА} > I_{к1} = 3,76 \text{ кА};$

2.3 Үшінші нұсқа бойынша электр жабдықтарын таңдау



7-сурет – Электр жабдықтаудың үшінші нұсқасы

ЭБЖ –6,3 кВ.

ЭБЖ бойынша өтетін толық қуат:

$$S_{ЭБЖ} = \sqrt{(P_p + \Delta P_{ТБТҚС})^2 + Q_3^2} = \sqrt{(5169,5 + 39,43)^2 + 1322,8^2} = 5374,2 \text{ кВА}$$

Бір желі бойынша өтетін есептік ток:

$$I_p = \frac{S_{\text{ЭБЖ}}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{5374,2}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 6,3} = 250,8 \text{ A}$$

Апаттық режим тогы:

$$I_a = 2 \cdot I_p = 2 \cdot 250,8 = 501,6 \text{ A}$$

Токтың экономикалық тығыздығы бойынша сымдардың қимасын анықтаймыз:

$$F = \frac{I_p}{j} = \frac{250,8}{1} = 250,8 \text{ мм}^2$$

мұндағы $j=1 \text{ A/мм}^2$ токтың экономикалық тығыздығы. $T_m=4500\text{c}$ алюминий сымда.

Сым таңдаймыз $3 \times \text{АС} - 70/11$ с $I_{\text{доп}}=3 \times 265=795 \text{ A}$.

Таңдалған сымдарды рұқсат етілген ток бойынша тексереміз. Ток есептеу бойынша: $I_{\text{доп}}=795 > I_p=250,8 \text{ A}$,

Апаттық режим кезінде:

$$I_{\text{доп ав}}=1,3 \times I_{\text{доп}}=1,3 \times 795=1033,5 \text{ A} > I_{\text{ав}}=501,6 \text{ A}.$$

ЭБЖ электр энергиялық шығындар:

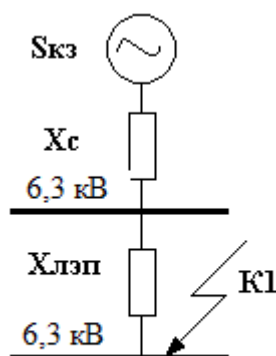
$$\begin{aligned} \Delta W_{\text{ЭБЖ}} &= 2 \cdot 3 \cdot I_p^2 \cdot R \cdot 10^{-3} \cdot \tau = 2 \cdot 3 \cdot 250,8^2 \cdot 3,87 \cdot 10^{-3} \cdot 2886 \\ &= 4214936 \text{ кВтс} \end{aligned}$$

мұндағы, $R=r_0 \times L=0,43 \times 9=3,87 \text{ Ом}$,

$r_0=0.43 \text{ Ом/км}$ - болат алюминий сымның қимасымен салыстырмалы кедергісі 70 мм^2 , $l=9 \text{ км}$ - линия ұзындығы.

$U=6,3 \text{ кВ}$ кезінде ажыратқыш таңдау.

Аппараттарды таңдау алдында алмастыру сұлбасын құрастырамыз (8-сурет) және қысқа тұйықталу тогын есептейміз:



8-сурет – Алмастыру сұлбасы

$S_6=1000$ МВА; $U_6=6,3$ кВ.

$$x_c = \frac{S_6}{S_{кз}} = \frac{1000}{800} = 1,25 \text{ о. е}$$

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 6,3} = 91,75 \text{ кА}$$

$$x_{л} = x_0 \cdot L \cdot \frac{S_6}{U_{cp}^2} = 0,4 \cdot 9 \cdot \frac{1000}{6,3^2} = 9,07 \text{ о. е}$$

$$I_{к1} = \frac{I_6}{x_c + x_{л}} = \frac{91,75}{1,25 + 9,07} = 8,9 \text{ кА}$$

$$i_y = \sqrt{2} \cdot k_y \cdot I_{к1} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 8,9 = 22,25 \text{ кА}$$

В1 және В2 ажыратқыштарын таңдаймыз:

Ажыратқыш ВРС-КУ-6С: $I_{ном}=630\text{А} > I_{ав}=501,6\text{А}$, $I_{откл}=20\text{кА} > I_{к1}=8,9$ кА, $I_{пред}=524\text{кА} > i_y=22,25$ кА, $I_{терм}=20\text{кА} > I_{к1}=8,9$ кА.

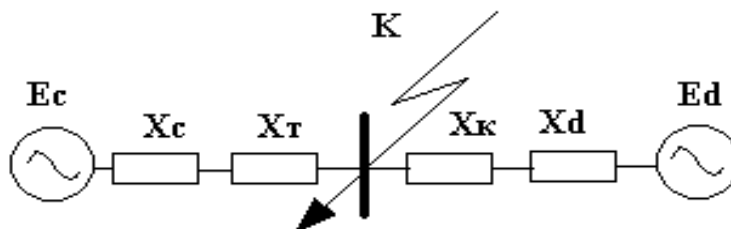
Электр желісін пайдаланудағы жылдық шығындар мөлшеріне байланысты, сыртқы электрмен жабдықтау үшін бірінші нұсқаны қабылдадым. 3 нұсқаны трансформатордағы активті қуат шығындары бойынша салыстырамыз:

8-кесте - Трансформатордағы электр энергия шығындары

№	Трансформатордағы активті қуат шығыны, ΔW	ЭБЖ шығындары, $\Delta W_{ЭБЖ}$
I	126101,5 кВтс	12577,6 кВтс
II	145289,1 кВтс	1069379,6 кВтс
III	-	4214936 кВтс

3 Жабдықты таңдау және қысқа тұйықталу токтарын есептеу $U=6,3$ кВ

3.1 БТҚС шиналарындағы қысқа тұйықталу токтарын есептеу



9-сурет – Алмастыру сұлбасы

Алмастыру сұлбасының параметрлерін табамыз

$S_{\sigma}=1000$ МВА; $U_{\sigma}=6,3$ кВ

$$x_c = \frac{S_{\sigma}}{S_{кз}} = \frac{1000}{800} = 1,25$$

$$I_{\sigma} = \frac{S_{\sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 6,3} = 91,75 \text{ мА}$$

$$x_T = \frac{U_k \cdot S_{\sigma}}{100 \cdot S_n} = \frac{1000 \cdot 8}{100 \cdot 6,3} = 12,7 \text{ о. е.}$$

Жүйенің қысқа тұйықталу тогы

$$I_{кз} = \frac{I_{\sigma}}{x_c + x_T} = \frac{91,75}{1,25 + 12,7} = 6,57 \text{ кА}$$

СҚ кабелінің кедергісін табамыз.

СҚ1 үшін

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{306,25}{\sqrt{3} \cdot 6,3} = 28,1 \text{ А.}$$

$$F_{min} = \alpha \cdot I_k \cdot \sqrt{t_n} = 12 \cdot 6,57 \cdot \sqrt{0,8} = 67,2 \text{ мм.}^2$$

Кабель таңдаймыз ААШВ-6-(3x70), $I_{доп}=190$ А.

$x_{уд}=0,08$ Ом/км.

$$x_k = x_{уд} \cdot L \cdot \frac{S_6}{N \cdot U_{cp}^2} = 0.3 \cdot 0,08 \cdot \frac{1000}{2 \cdot 6,3^2} = 0.3$$

СҚ параметрлерін табамыз.

СҚ1 үшін

$$X_{d1} = X_d'' \cdot \frac{S_6}{S_H} = 0.2 \cdot \frac{1000}{0,306} = 653,59 \text{ о. е.}$$

Қысқа тұйықталу тоғы:

$$I_{кд} = \frac{I_6 \cdot N}{X_k + X_{d1}} = \frac{91,75 \cdot 2}{0.3 + 653,59} = 0,28 \text{ кА.}$$

$$I_{кз} = I_{кс} + I_{кд} = 6,57 + 0,28 = 6,85 \text{ кА.}$$

$$i_y = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_k = \sqrt{2} \cdot 1.8 \cdot 6,85 = 17,26 \text{ кА.}$$

СҚ2 үшін

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{350}{\sqrt{3} \cdot 6,3} = 32,11 \text{ А.}$$

$$F_{min} = \alpha \cdot I_k \cdot \sqrt{t_n} = 12 \cdot 6,57 \cdot \sqrt{0.8} = 67,2 \text{ мм.}^2$$

Кабель таңдаймыз ААШВ-6-(3x70), Iдоп=190А.

$x_{уд}=0.08$ Ом/км.

$$x_k = x_{уд} \cdot L \cdot \frac{S_6}{N \cdot U_{cp}^2} = 0.3 \cdot 0,08 \cdot \frac{1000}{4 \cdot 6,3^2} = 0.15$$

СҚ параметрлерін табамыз.

СҚ2 үшін

$$X_{d1} = X_d'' \cdot \frac{S_6}{S_H} = 0.2 \cdot \frac{1000}{0,35} = 571,4 \text{ о. е.}$$

Қысқа тұйықталу тоғы:

$$I_{кд} = \frac{I_6 \cdot N}{X_k + X_{d1}} = \frac{91,75 \cdot 4}{0.15 + 571,4} = 0,64 \text{ кА.}$$

$$I_{кз} = I_{кс} + I_{кд} = 6,57 + 0,64 = 7,21 \text{ кА.}$$

$$i_y = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_k = \sqrt{2} \cdot 1.8 \cdot 7,21 = 18,16 \text{ кА.}$$

3.2 Ажыратқыш таңдау

Кіріс: $S_p = 5968,7 \text{ кВА.}$

Есептелген ток:

$$I_p = \frac{S_p}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{5968,7}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 6,3} = 273,8 \text{ А}$$

Апаттық ток:

$$I_{ав} = 2 \cdot I_p = 2 \cdot 273,8 = 547,6 \text{ А}$$

Ажыратқыш қабылдаймыз ВЭ-6-40/1600У3.

Таңдаған ажыратқышты тексереміз:

9-кесте - Ажыратқыш таңдау

Паспорттық	Есептік
$U_H=6 \text{ кВ}$	$U=6 \text{ кВ}$
$I_H=1600 \text{ А}$	$I_{ав}=547,6 \text{ А}$
$I_{откл}=40 \text{ кА}$	$I_{кз}=7,21 \text{ кА}$
$I_{терм}=40 \text{ кА}$	$I_{кз}=7,21 \text{ кА}$
$I_{дин}=100 \text{ кА}$	$i_y=18,16 \text{ кА}$

Секциялық ажыратқыш: секциялық ажыратқыш арқылы енгізу ажыратқыштары арқылы өтетін қуаттың жартысы өтеді. Демек, ажыратқыш арқылы өтетін есептік ток: $I_p=273,8 \text{ А.}$

Ажыратқыш қабылдаймыз ВЭ-6-40/1600У3.

Таңдаған ажыратқышты тексереміз:

10-кесте - Ажыратқыш таңдау

Паспорттық	Есептік
$U_H=6 \text{ кВ}$	$U=6 \text{ кВ}$
$I_H=1600 \text{ А}$	$I_{ав}=547,6 \text{ А}$
$I_{откл}=40 \text{ кА}$	$I_{кз}=7,21 \text{ кА}$
$I_{терм}=40 \text{ кА}$	$I_{кз}=7,21 \text{ кА}$
$I_{дин}=100 \text{ кА}$	$i_y=18,16 \text{ кА}$

Шығатын желілердің ажыратқыштарын таңдау:

1) Магистраль ГПП-ТП1:

$$S_p = \sqrt{(P_p + \Delta P_T)^2 + (Q_p + \Delta Q_T)^2} = \sqrt{(921,5 + 14,1)^2 + (428,38 + 69,5)^2} \\ = 1206,1 \text{ кВА}$$

$$I_p = \frac{S_p}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{1206,1}{2 \cdot 1,73 \cdot 6,3} = 55,3 \text{ А}$$

Апаттық ток:

$$I_{ав} = 2 \cdot I_p = 2 \cdot 55,3 = 111,6$$

Ажыратқыш қабылдаймыз ВЭ-6-40/1600У3.

Таңдаған ажыратқышты тексереміз:

11-кесте - Ажыратқыш таңдау

Паспорттық	Есептік
$U_H=6 \text{ кВ}$	$U=6 \text{ кВ}$
$I_H=1600 \text{ А}$	$I_{ав}=111,6 \text{ А}$
$I_{откл}=40 \text{ кА}$	$I_{кз}=7,21 \text{ кА}$
$I_{терм}=40 \text{ кА}$	$I_{кз}=7,21 \text{ кА}$
$I_{дин}=100 \text{ кА}$	$i_y=18,16 \text{ кА}$

2) Магистраль БТҚС-ТП2-3.

$$S_p = \sqrt{(P_p + \Delta P_T)^2 + (Q_p + \Delta Q_T)^2} = \sqrt{(1902,6 + 28,1)^2 + (527,2 + 139,1)^2} \\ = 2042,4 \text{ кВА}$$

$$I_p = \frac{S_p}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{2042,4}{2 \cdot 1,73 \cdot 6,3} = 93,7 \text{ А}$$

Апаттық ток:

$$I_{ав} = 2 \cdot I_p = 2 \cdot 93,7 = 187,4$$

Ажыратқыш қабылдаймыз ВЭ-6-40/1600У3.

Таңдаған ажыратқышты тексереміз:

12-кесте - Ажыратқыш таңдау

Паспорттық	Есептік
$U_H=6$ кВ $I_H=1600$ А $I_{откл}=40$ кА $I_{терм}=40$ кА $I_{дин}=100$ кА	$U=6$ кВ $I_{ав}=187,4$ А $I_{кз}=7,21$ кА $I_{кз}=7,21$ кА $i_y=18,16$ кА

3) Магистраль БТҚС-ТП4.

$$S_p = \sqrt{(P_p + \Delta P_T)^2 + (Q_p + \Delta Q_T)^2} = \sqrt{(909,1 + 14,1)^2 + (382,8 + 69,5)^2} \\ = 1028,1 \text{ кВА}$$

$$I_p = \frac{S_p}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{1028,1}{2 \cdot 1,73 \cdot 6,3} = 47,2 \text{ А}$$

Апаттық ток:

$$I_{ав} = 2 \cdot I_p = 2 \cdot 47,2 = 95,4 \text{ А}$$

Ажыратқыш қабылдаймыз ВЭ-6-40/1600У3.

Таңдаған ажыратқышты тексереміз:

13-кесте - Ажыратқыш таңдау

Паспорттық	Есептік
$U_H=6$ кВ $I_H=1600$ А $I_{откл}=40$ кА $I_{терм}=40$ кА $I_{дин}=100$ кА	$U=6$ кВ $I_{ав}=95,4$ А $I_{кз}=7,21$ кА $I_{кз}=7,21$ кА $i_y=18,16$ кА

4) Магистраль БТҚС-СҚ1 үшін: $I_p = 28,1$ А.

Ажыратқыш қабылдаймыз ВЭ-6-40/1600У3.

Таңдаған ажыратқышты тексереміз:

14-кесте - Ажыратқыш таңдау

Паспорттық	Есептік
$U_H=6$ кВ $I_H=1600$ А $I_{откл}=40$ кА $I_{терм}=40$ кА $I_{дин}=100$ кА	$U=6$ кВ $I_{ав}=28,1$ А $I_{кз}=7,21$ кА $I_{кз}=7,21$ кА $i_y=18,16$ кА

5) Магистраль БТҚС-СҚ2 үшін: $I_p = 32,11$ А.

Ажыратқыш қабылдаймыз ВЭ-6-40/1600У3.

Таңдаған ажыратқышты тексереміз:

15-кесте - Ажыратқыш таңдау

Паспорттық	Есептік
$U_H=6$ кВ $I_H=1600$ А $I_{откл}=40$ кА $I_{терм}=40$ кА $I_{дин}=100$ кА	$U=6$ кВ $I_{ав}=32,11$ А $I_{кз}=7,21$ кА $I_{кз}=7,21$ кА $i_y=18,16$ кА

3.3 Шығатын желілердің ажыратқыштарын таңдау

Кабель таңдау шарты:

$$S_{эк} = \frac{I_p}{j_{эк}}$$
$$I_p < I_{доп}$$
$$I_{ав} < 1.3 \cdot I_{доп}$$

мұндағы $j=1.2$ А/мм² токтың экономикалық тығыздығы.

$$S_{терм} = 12 \cdot 7 \cdot \sqrt{0,8} = 75,13 \text{ мм}^2;$$

СҚ1:

$$S_{эк} = \frac{28,1}{1,2} = 23,5 \text{ мм}^2;$$

Кабель таңдаймыз ААШВ-6-(3х95) с $I_{доп}=225$ А.
 $I_{доп}=225 \times 0,8=180$ А $> I_p=28,1$ А,

мұндағы $K_p=0,8$ – траншеядағы кабельдердің саны кезіндегі түзету коэффициенті $N=4$.

СК2:

$$S_{\text{эк}} = \frac{32,11}{1.2} = 26,75 \text{ мм}^2;$$

Кабель таңдаймыз ААШВ-6-(3х95) с $I_{\text{доп}}=225 \text{ А}$.

$I_{\text{доп}}=225 \times 0,8=180 \text{ А} > I_p=32,11 \text{ А}$,

мұндағы $K_p=0,8$ – траншеядағы кабельдердің саны кезіндегі түзету коэффициенті $N=4$.

ТП1:

$$S_{\text{эк}} = \frac{55,3}{1.2} = 46,1 \text{ мм}^2;$$

Кабель таңдаймыз ААШВ-6-(3х95), $I_{\text{доп}}=225 \text{ А}$.

$I_{\text{доп}}=225 \times 0,8=180 \text{ А} > I_p=55,3 \text{ А}$.

$1,3 \times I_{\text{доп}}=1,3 \times 180=234 \text{ А} > I_{\text{ав}}=111,6 \text{ А}$.

мұндағы $K_p=0,9$ – траншеядағы кабельдердің саны кезіндегі түзету коэффициенті $N=2$.

ТП2-3:

$$S_{\text{эк}} = \frac{93,7}{1.2} = 78,1 \text{ мм}^2;$$

Кабель таңдаймыз ААШВ-6-(3х95), $I_{\text{доп}}=225 \text{ А}$.

$I_{\text{доп}}=225 \times 0,8=180 \text{ А} > I_p=93,7 \text{ А}$.

$1,3 \times I_{\text{доп}}=1,3 \times 180=234 \text{ А} > I_{\text{ав}}=187,4 \text{ А}$.

мұндағы $K_p=0,9$ – траншеядағы кабельдердің саны кезіндегі түзету коэффициенті $N=2$.

ТП4:

$$S_{\text{эк}} = \frac{47,2}{1.2} = 39,3 \text{ мм}^2;$$

Кабель таңдаймыз ААШВ-6-(3х95), $I_{\text{доп}}=225 \text{ А}$.

$I_{\text{доп}}=225 \times 0,8=180 \text{ А} > I_p=47,2 \text{ А}$.

$1,3 \times I_{\text{доп}}=1,3 \times 180=234 \text{ А} > I_{\text{ав}}=94,4 \text{ А}$.

мұндағы $K_p=0,9$ – траншеядағы кабельдердің саны кезіндегі түзету коэффициенті $N=2$.

16-кесте - Кабель журналы

Учаскенің атауы	S _p , кВА	N	КП	Жүктеме		Токтың эконмикал ық тығ., мм ²		ҚТ бойын ша, мм ²		Таңдаған кабель	I _{доп} , А
				I _p , А	I _{ав} , А	j _э	F _э , мм ²	I _к , кА	S, мм ²		
БТҚС-СҚ1	306,2	2	0,8	28,1	-	1,2	23,5	7,2	75	ААШВ-6-(3x95)	225
БТҚС-СҚ2	350	4	0,8	32,1	-	1,2	26,7	7,2	75	ААШВ-6-(3x95)	225
БТҚС-ТП1	1206,1	2	0,9	55,3	111,6	1,2	46,1	7,2	75	ААШВ-6-(3x95)	225
БТҚС-ТП2-3	2042,4	2	0,9	93,7	187,4	1,2	78,1	7,2	75	ААШВ-6-(3x95)	225
БТҚС-ТП4	1024,1	2	0,9	47,2	94,4	1,2	39,3	7,2	75	ААШВ-6-(3x95)	225

3.4 ТҚ жүктемелердің ажыратқыштарын таңдау

$$I_p = \frac{S_H}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 6,3} = 57,8 \text{ А}$$

Таңдаймыз ВМП-17, ПК-6/100.

3.5 ТП-да автоматты ажыратқыштарды таңдау

$$I_p = \frac{S_H}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 958,3 \text{ А}$$

Таңдаймыз ВА75-75, I_{доп}=1000А.

3.6 Ток трансформаторларын таңдау

Келесі шартпен ток трансформаторы таңдалады:

1. құрылғының кернеуі бойынша: U_{ном} тт U_{ном} уст-ки;
2. ток бойынша: I_{ном} тт I_{расч};
3. электродинамикалық беріктілік бойынша:
4. екіншілік жүктеме бойынша: S_{H2} S_{нагр} расч;
5. термиялық беріктілік бойынша: I_{t2t}>Вк;

6. конструкциялық және дәлдік класы бойынша. Енгізу және секциялық ажыратқыштағы ток трансформаторларын таңдау

17-кесте - Аспаптардың түрлері

Аспап	Тип	A, BA	B,BA	C, BA
A	Э-350	0,5	0,5	0,5
Wh	CA3-И681	2,5	2,5	2,5
Varh	CP4-И689	2,5	2,5	2,5
W	Д-355	0,5	-	0,5
Var	Д-345	0,5	-	0,5
Жинағы		6,5	5,5	6,5

Ток трансформаторларының екінші жүктемесін есептейміз. Екінші жүктеме кедергісі аспаптар, жалғау сымдары және түйіспелердің өтпелі кедергісінен тұрады:

$$R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{пров}} + R_{\text{к-тов.}}$$

Аспаптар кедергісі мына формула бойынша анықталады:

$$r_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2} = \frac{6.5}{5^2} = 0.26 \text{ Ом}$$

$$r_{2\text{н}} = \frac{S_{2\text{нтт}}}{I_2^2} = \frac{20}{5^2} = 0.8 \text{ Ом.}$$

мұндағы $S_{\text{приб.}}$ - аспаптармен тұтынылатын қуат;

I_2 аспаптың екінші реттік номиналды тогы.

Сымдардың рұқсат етілген кедергісі:

$$r_{\text{доппр}} = r_{2\text{н}} - r_{\text{приб}} - r_{\text{кон}} = 0.8 - 0.26 - 0.1 = 0.44 \text{ Ом.}$$

$$F_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{r_{\text{доп}}} = \frac{0,028 \times 5}{0,44} = 0,32 \text{ мм}^2;$$

Сымды қабылдаймыз АКР ТВ; $F = 1,5 \text{ мм}^2$;

$$R_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{F} = \frac{0,028 \times 5}{1,5} = 0,093 \text{ Ом};$$

$$R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{пров}} + R_{\text{к-тов}} = 0,26 + 0,093 + 0,1 = 0,45 \text{ Ом}$$

$$W_k = I_k^2 \times (\text{токк} + T_a) = 7^2 \times (0,095 + 0,04) = 6,62 \text{ кА}^2\text{с.}$$

Ток трансформаторын қабылдаймыз ТПЛК-10У3

18-кесте - Аспаптардың түрлері

Есептік шамасылицины	Каталог бойынша
$U_H=6$ кВ $I_{ав}=1313,2$ А $Вк=6,62$ кА ² с $i_{уд}=17,64$ кА $Z_{2P}=0,45$ Ом	$U_H=6$ кВ $I_H=1500$ А $I_T^2 t_T=33075$ кА ² с $I_{дин}=74,5$ кА $Z_{2H}=0,8$ Ом

Трансформатор ток желісі БТҚС-ТП1

19-кесте - Аспаптардың түрлері

Аспап	Тип	А, ВА	В, ВА	С, ВА
А	Э-350	0,5	0,5	0,5
Wh	СА3-И681	2,5	2,5	2,5
Varh	СР4-И689	2,5	2,5	2,5
W	Д-355	0,5	-	0,5
Var	Д-345	0,5	-	0,5
Жинағы		6,5	5,5	6,5

Ток трансформаторларының екінші жүктемесін есептейміз. Екінші жүктеме кедергісі аспаптар, жалғау сымдары және түйіспелердің өтпелі кедергісінен тұрады:

$$R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{пров}} + R_{\text{к-тов}}$$

Аспаптар кедергісі мына формула бойынша анықталады:

$$r_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26 \text{ Ом}; \quad r_{2H} = \frac{S_{2H\text{TT}}}{I_2^2} = \frac{20}{5^2} = 0,8 \text{ Ом},$$

мұндағы $S_{\text{приб}}$ - аспаптармен тұтынылатын қуат;

I_2 аспаптың екінші реттік номиналды тогы.

Сымдардың рұқсат етілген кедергісі:

$$r_{\text{доп}} = r_{2H} - r_{\text{приб}} - r_{\text{кон}} = 0,8 - 0,26 - 0,1 = 0,44 \text{ Ом}.$$

$$F_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{r_{\text{доп}}} = \frac{0,028 \times 5}{0,44} = 0,32 \text{ мм}^2.$$

сымды қабылдаймыз АКР ТВ; $F=1,5 \text{ мм}^2$;

$$R_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{F} = \frac{0,028 \times 5}{1,5} = 0,093 \text{ Ом.}$$

$$R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{пров}} + R_{\text{к-тов}} = 0,26 + 0,093 + 0,1 = 0,45 \text{ Ом.}$$

$$W_k = I_k^2 \times (t_{\text{отк}} + T_a) = 7^2 \times (0,095 + 0,04) = 6,62 \text{ кА}^2\text{с.}$$

Ток трансформаторын қабылдаймыз ТПЛК-10У3

20-кесте - Аспаптардың түрлері

Есептік шамасы	Каталог бойынша
$U_H = 6 \text{ кВ}$ $I_{\text{ав}} = 597,1 \text{ А}$ $W_k = 6,62 \text{ кА}^2\text{с}$ $i_{\text{уд}} = 17,64 \text{ кА}$ $Z_{2P} = 0,45 \text{ Ом}$	$U_H = 6 \text{ кВ}$ $I_H = 800 \text{ А}$ $I_T^2 t_T = 33075 \text{ кА}^2\text{с}$ $I_{\text{дин}} = 74,5 \text{ кА}$ $Z_{2H} = 0,8 \text{ Ом}$

Трансформатор ток желісі БТҚС-ТП2-3

21-кесте - Аспаптардың түрлері

Аспап	Тип	А, ВА	В, ВА	С, ВА
А	Э-350	0,5	0,5	0,5
Wh	СА3-И681	2,5	2,5	2,5
Varh	СР4-И689	2,5	2,5	2,5
W	Д-355	0,5	-	0,5
Var	Д-345	0,5	-	0,5
Жинағы		6,5	5,5	6,5

Ток трансформаторларының екінші жүктемесін есептейміз. Екінші жүктеме кедергісі аспаптар, жалғау сымдары және түйіспелердің өтпелі кедергісінен тұрады.:

$$R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{пров}} + R_{\text{к-тов.}}$$

Аспаптар кедергісі мына формула бойынша анықталады. I_2 аспаптың екінші реттік номиналды тогы. Сымдардың рұқсат етілген кедергісі:

$$r_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26 \text{ Ом}$$

мұндағы, $S_{\text{приб.}}$ - аспаптармен тұтынылатын қуат;
Екінші жүктемесінің кедергісі:

$$r_{2н} = \frac{S_{2н\text{тт}}}{I_2^2} = \frac{20}{5^2} = 0.8 \text{ Ом}$$

Сымдардың рұқсат етілген кедергісі:

$$r_{\text{доппр}} = r_{2н} - r_{\text{приб}} - r_{\text{кон}} = 0,8 - 0,26 - 0,1 = 0,44 \text{ Ом}$$

Сым қимасы анықталады:

$$F_{\text{пров}} = \frac{\rho \cdot L}{r_{\text{доп}}} = \frac{0,028 \cdot 5}{0,44} = 0,32 \text{ мм}^2$$

мұндағы, ρ -меншікті өткізгіштігі, См / м;

L-желі ұзындығы, м.

Сымды қабылдаймыз АКР ТВ; F=2,5мм²;

$$R_{\text{пров}} = \frac{\rho \cdot L}{F} = \frac{0,028 \cdot 5}{1.5} = 0,093 \text{ Ом}$$

Екінші тізбектегі жүктеме анықталады:

$$S_2 = r_2 \cdot I_2^2, = 0.416 \cdot 5^2 = 10,5 \text{ ВА}$$

$$R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{пров}} + R_{\text{к-тов}} = 0,26 + 0,093 + 0,1 = 0,45 \text{ Ом}$$

$$B_{\text{к}} = I_{\text{кз}}^2 \cdot (t_{\text{откл}} + T_{\text{а}}) = 7^2 \cdot (0,095 + 0,04) = 6,62 \text{ кА}^2\text{с}$$

Ток трансформаторын қабылдаймыз ТВЛМ-6 У3

22-кесте - Ток трансформаторларын таңдау

Есептік шамасы	Каталог бойынша
U _н =6 кВ	U _н =6 кВ
I _{ав} =482,1 А	I _н =1500А
B _к =6,62 кА ² с	I _т ² t _т =33075 кА ² с
i _{уд} =17,64 кА	I _{дин} = 74,5кА
Z _{2р} =0,45Ом	Z _{2н} =0,8Ом

Трансформатор ток желісі БТҚС-ТП4

23-кесте- Аспаптардың түрлері

Аспап	Тип	A, ВА	B,BA	C, BA
A	Э-350	0,5	0,5	0,5
Wh	СА3-И681	2,5	2,5	2,5
Varh	CP4-И689	2,5	2,5	2,5
W	Д-355	0,5	-	0,5
Var	Д-345	0,5	-	0,5
Жинағы		6,5	5,5	6,5

Ток трансформаторларының екінші жүктемесін есептейміз. Екінші жүктеме кедергісі аспаптар, жалғау сымдары және түйіспелердің өтпелі кедергісінен тұрады.:

$$R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{пров}} + R_{\text{к-тов}}$$

Аспаптар кедергісі мына формула бойынша анықталады. I_2 аспаптың екінші реттік номиналды тогы. Сымдардың рұқсат етілген кедергісі:

$$r_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2} = \frac{6.5}{5^2} = 0.26 \text{ Ом}$$

мұндағы $S_{\text{приб}}$. - аспаптармен тұтынылатын қуат;
Екінші жүктемесінің кедергісі:

$$r_{2н} = \frac{S_{2н \text{ тт}}}{I_2^2} = \frac{20}{5^2} = 0.8 \text{ Ом}$$

Сымдардың рұқсат етілген кедергісі:

$$r_{\text{доппр}} = r_{2н} - r_{\text{приб}} - r_{\text{кон}} = 0,8 - 0,26 - 0,1 = 0,44 \text{ Ом}$$

Сым қимасы анықталады:

$$F_{\text{пров}} = \frac{\rho \cdot L}{r_{\text{доп}}} = \frac{0,028 \cdot 5}{0,44} = 0,32 \text{ мм}^2$$

мұндағы, ρ -меншікті өткізгіштігі, См / м;

L-желі ұзындығы, м.

Сымды қабылдаймыз АКР ТВ; $F=2,5\text{мм}^2$;

$$R_{\text{пров}} = \frac{\rho \cdot L}{F} = \frac{0,028 \cdot 5}{1.5} = 0,093 \text{ Ом}$$

Екінші тізбектегі жүктеме анықталады:

$$S_2 = r_2 \cdot I_2^2 = 0.416 \cdot 5^2 = 10,5 \text{ ВА}$$

$$S_2 R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{пров}} + R_{\text{к-тов}} = 0,26 + 0,093 + 0,1 = 0,45 \text{ Ом}$$

$$B_{\text{к}} = I_{\text{кз}}^2 \cdot (t_{\text{откл}} + T_{\text{а}}) = 7^2 \cdot (0,095 + 0,04) = 6,62 \text{ кА}^2\text{с}$$

Ток трансформаторын қабылдаймыз ТВЛМ-6 У3

24-кесте - Ток трансформаторларын таңдау

Есептік шамасы	Каталог бойынша
$U_{\text{н}}=6 \text{ кВ}$ $I_{\text{ав}}=216,4 \text{ А}$ $B_{\text{к}}=6,62 \text{ кА}^2\text{с}$ $i_{\text{уд}}=17,64 \text{ кА}$ $Z_{2\text{р}}=0,45 \text{ Ом}$	$U_{\text{н}}=6 \text{ кВ}$ $I_{\text{н}}=300 \text{ А}$ $I_{\text{т}}^2 t_{\text{т}}=33075 \text{ кА}^2\text{с}$ $I_{\text{дин}}=74,5 \text{ кА}$ $Z_{2\text{н}}=0,8 \text{ Ом}$

Барлық элементтер үшін СЭС ТА: ТЗЛ-6.

3.7 Кернеу трансформаторларын таңдау

Кернеу трансформаторлары келесі шарттар бойынша таңдалады:

1. қондырғы кернеуі бойынша: $U_{\text{ном}} \geq U_{\text{уст}}$;
2. екінші жүктеме бойынша: $S_{\text{ном2}} \geq S_{2\text{расч}}$;
3. Дәлдік сыныбы бойынша
4. Конструкция және қосу схемасы бойынша

25-кесте - Аспаптардың түрлері

Аспап	Түрі	$S_{\text{об-ки}}$, ВА	Орам саны	$\cos \square$	$\sin \square$	Аспап саны	$P_{\text{обш}}$, Вт	Q_{\square} , вар
V	Э-335	3	1	1	0	1	3	-
W	Д-335	2.5	2	0.4	0.93	6	12	23
Var	И-335	2.5	2	0.4	0.93	6	12	23
Wh	СА3- И681	2	2	0.4	0.93	6	9	27
Varh	СР4- И689	2	2	0.4	0.93	6	9	27
Жинағы							45	100

Екіншілік жүктемесінің есептелуі:

$$S_{2p} = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{45^2 + 100^2} = 110 \text{ ВА.}$$

Таңдаймыз ТН типа НТМК-6-71У3

26-кесте - Кернеу трансформаторларын таңдау

$U_{HT}=6 \text{ кВ}$	$U_{HT}=6 \text{ кВ}$
$S_{H2}=120 \text{ кВА}$	$S_{p2}=110 \text{ ВА}$

4 Цифрлық қосалқы станция

4.1 Қолданылу аясы, міндеті мен мақсаттары

Цифрлық Қосалқы Станция (ЦҚС) – жоғары деңгейлі автоматтандыруы бар, қосалқы станция элементтері арасындағы байланыс, сонымен қатар сол қосалқы станцияның жұмысын басқару Цифрлық түрде жүретін қосалқы станция. ЦҚС-тің қарапайым қосалқы станциядан айырмашылығы – бірінші ретті қондырғылардың өзіндік интеллекті болуы, коммуникациялау үшін жергілікті желілерді пайдаланылуы, барлық процесстердің автоматтандырылуы.

Цифрлық Қосалқы Станция Smart Grid интеллектуалды желінің бас компоненті болып табылады. Цифрлық Қосалқы Станцияның мақсаттары:

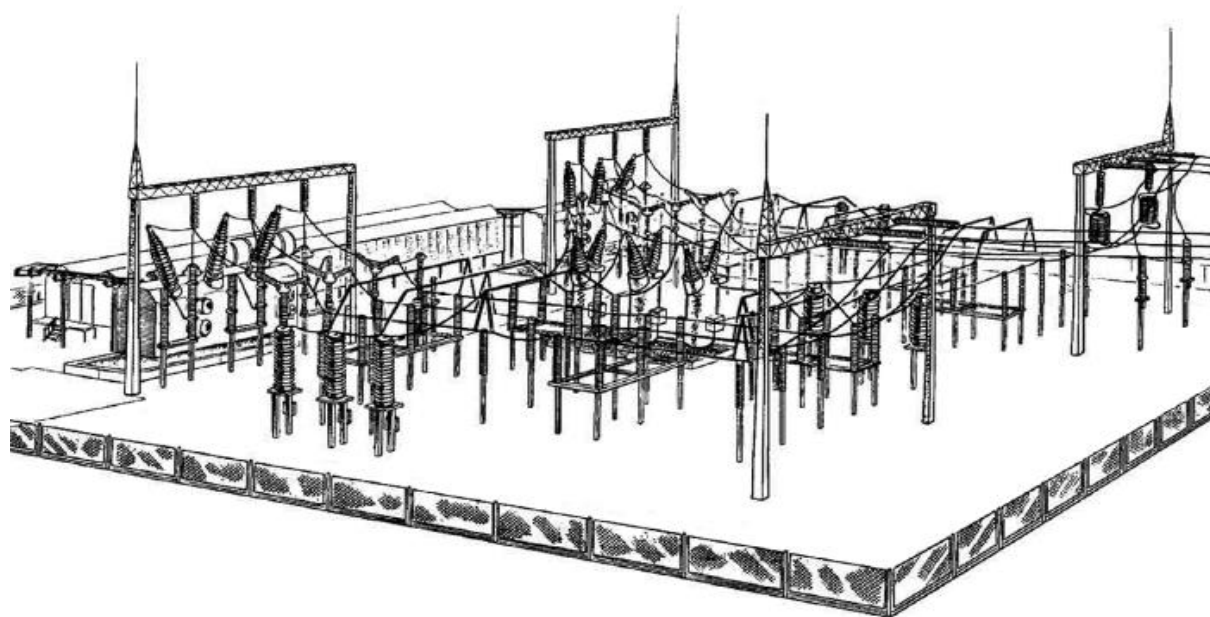
а) дәстүрлі электромагнитті ток және кернеу трансформаторларын қолдану кезінде Цифрлық екінші ретті тізбекті ұйымдастыру, сонымен қатар электронды және дәстүрлі өлшеу трансформаторларын бірге қолдану;

ә) қосалқы станцияны технологиялық шинаға қосқан жағдайда резервтеу жұмысын жүргізу;

б) қосалқы станцияда қондырғылар санын азайту, кабельдік жүйелерді реттеу;

в) жүйені әр түрлі жағдайда тексеру, апаттық жағдайларды модельдеу арқылы тестілеу жүргізіп, Цифрлық түрде мониторинг жасау;

г) Ашық тарату қондырғыларының қызмет көрсетуіне кететін шығынның шамасын төмендету, технологиялық процесстерді толықтай бақылау (10-суретте) көрселтілген.



10-Сурет – 110 кВ ашық таратушы қондырғыда қолданылуы
4.2 Артықшылықтары мен мүмкіндігі

Цифрлық қосалқы станция өз алдында бірнеше артықшылықтарға ие, соның ішінде басты артықшылықтары:

а) технологиялық процесстерді тексеру және қателіктерді түзету функцияларын жүзеге асырады;

ә) жұмыс жасау кезіндегі кездейсоқ қателіктердің алдын алу, орын алған жағдайда шешу;

б) апаттық жағдайларды болдырмау, олардың алдын алу, қызметкерлер санын азайту арқылы адами факторды азайту;

в) екінші ретті қосылуларды қарапайым ету, яғни көптеген электр кабельдерінің орнына аз оптоволоконды кабельдерді қолдану;

г) ақпаратты тарату, өңдеу сенімділігін арттыру;

д) қосалқы станцияларда жиі орын алатын электромагнитті үйлесімділік мәселесін шешу;

е) жоғары дәлдікті электронды трансформаторларды қолдануға мүмкіндік береді.

Цифрлық қосалқы станция бірінғай ақпаратты платформа құрады. Ол өз кезегінде мониторинг жүйесін интергациялау, телемеханика, релелік қорғаныс, кернеуді және реактивті қуатты реттеу жұмыстарын оптимизациялайды.

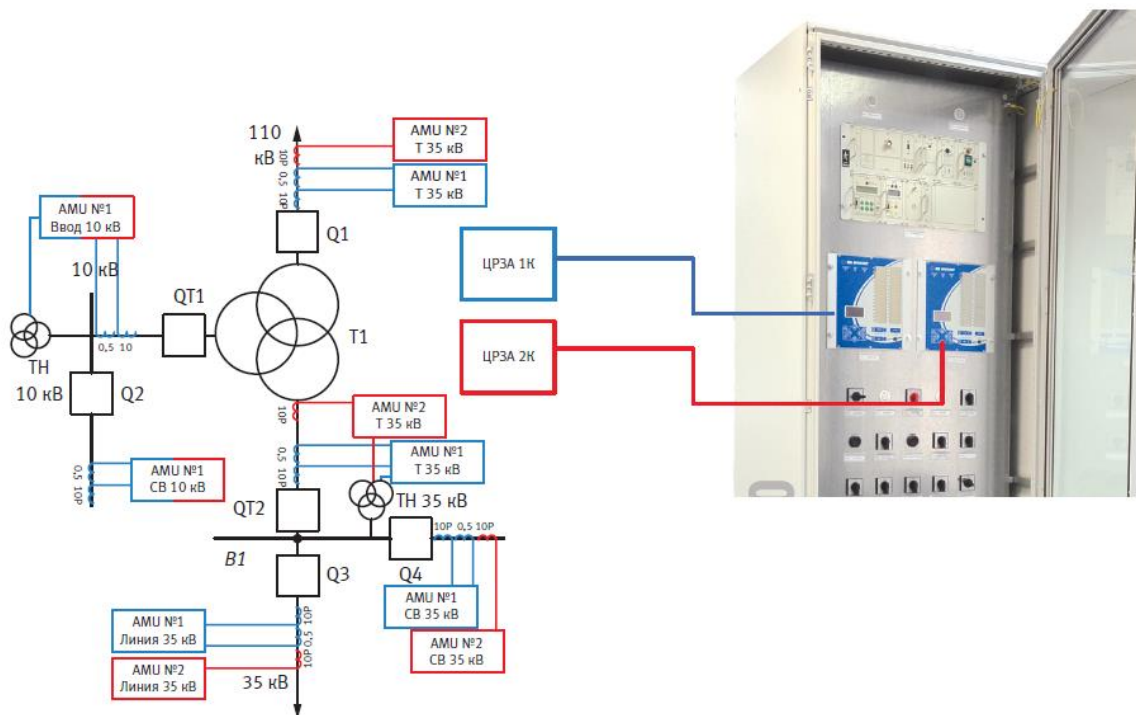
4.3 Техникалық шығару

Біздің жағдайда Цифрлық қосалқы станция Бас Төмендетуші Қосалқы Станцияның (БТҚС) орталықтандырылған релелік қорғаныс және автоматика жүйесі арқылы жүзеге асады. Орталықтандырылған релелік қорғаныс және автоматика жүйесін құру үшін арнайы Цифрлық терминалдар қолданылады. Қазіргі кезде мұндай терминалдардың орындалу типіне және пайдаланылу аясына қарай түрлерге бөлінеді. 110/35/6 кВ, яғни менің жұмысымның сыртқы электрмен жабдықтау схемасының параметрлеріне сәйкес келетін TOP 200 және TOP 300 көпфункционалды терминалдарды қолдануға ұсынамын. Бұл терминал әр түрлі релелік қорғаныс функцияларын біріктіреді, сонымен қатар электр жабдықтаудың дәстүрлі шығаруларына қарағанда терминал қабылдағыштарды электрмен жабдықтаудың сенімділігі жоғары болады.

Барлық релелік қорғаныс және автоматика бір терминалда болуы көптеген мүмкіндітерге жол ашады:

- 1) желінің негізгі қорғанысы;
- 2) ток және кернеу трансформаторларының релелік қорғанысы;
- 3) желілік және секционды ажыратқыштарын сырттай бақылау және басқару жүйесі;
- 4) электр беріліс желісінің зақымданған облысын анықтау;
- 5) бірінғай осциллограмма және мониторинг жүйесі;
- 6) трансформатордың ВН, СН, НН жағындағы ажыратқыштарды автоматты басқару жүйесі.

Әр комплектті тәуелсіз болып келетін, АМУ мультиплексор шықпалары 10 кВ ток пен кернеу шамаларын өлшейтін, өлшеуіш трансформатор арқылы жоғары дәлдікті өлшеулер жүргізетін релелік қорғаныс және автоматика жүйесінің барлық компоненттері бір шкафта орналасқан ЦҚС түрі (11-суретте) көрсетілген.



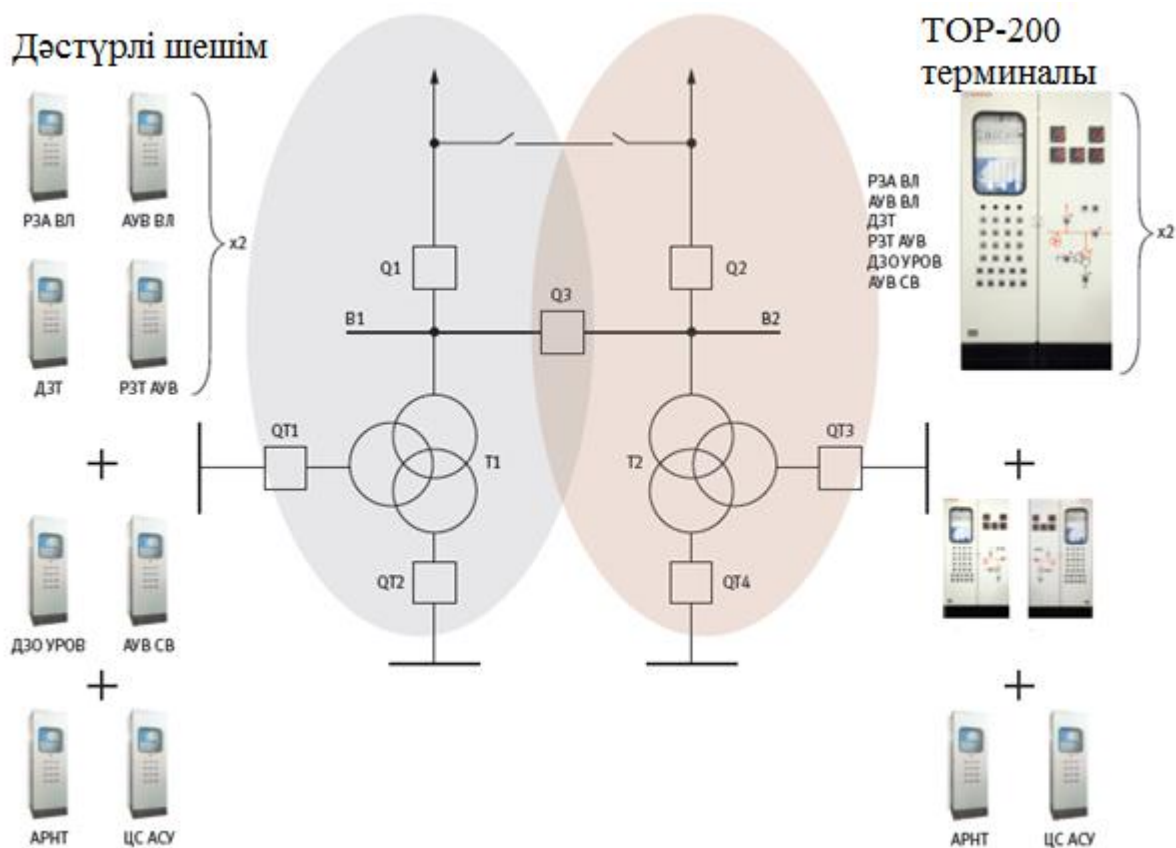
11-Сурет – Барлық РҚЖА жүйесінің негізгі және резервті комплектілерінің бір шкафта орналасуы

4.4 TOP-200 терминалы

Менің дипломдық жұмысыма сәйкес келетін терминалдың түрі – TOP 200-16 болып табылады. Терминалдың функционалдығы: БТҚС-ның 110/35/6 кВ бірінші ретті қондырғыларының релелік қорғанысын қамтамасыз ету, коммутациялық аппараттардың автоматты түрде басқару.

Ыңғайлылығы: терминалдың көмескілік дәрежесінің төмен болуы, -40°C мен $+70^{\circ}\text{C}$ арасындағы жұмыс істеу диапазоны, USB-порт арқылы қоректенуі. TOP 200-16 терминалының басты ерекшелігі болып, терминал бас төмендетуші қосалқы станцияларда да, бас таратушы қосалқы станцияларда да қолданылады. Ауа және кабель желілерін, жұмыстық, резервті қосылуларды, қозғалтқыштарды, төмен қуатты генераторларды, жоғарылатқыш/төмендеткіш трансформаторларды қорғайды.

TOP-200 терминалы дәстүрлі РҚЖА комплектілерінің көп мөлшердегі жиынтығының орнына (12 шкаф) негізгі және резервті комплектілері бір терминалға жинақталған 6 шкафтан тұратын (12-сурет) жүйе түрін ұсынады.



12-Сурет – Дәстүрлі шешім мен ТОР-200 терминалы қолданылған жүйені салыстыру

ТОР-200-16 терминалының осциллограммалық, жедел қорек көзі, аналог, дискретті кіру сипаттамалары төмендегі кестелерде көрсетілген:

27-кесте – Осциллограммалық сипаттамалар

Максималды сақталатын осциллограммалар саны	200
Осциллограммалардың ортақ ұзындығы, с	400
Жиілігі, Гц	1000
Өтпелі процеске дейінгі жазу уақыты, мс	100-5000
Өтпелі процесстен кейінгі жазу уақыты, мс	500-5000
Жазу периоды, мс	100
Режимнің максималды ұзақтылығы, мс	1000-10000

28-кесте – Жедел қорек көзі сипаттамасы

Жедел қорек көзі кернеуінің жұмыс диапазоны, В	88-242
Жедел қорек көзінің типі	Тұрақты, айнымалы, түзетілген
Кернеу түсулеріне орнықтылығы, мс	500
Ақаудың максималды өшіру уақыты, мс	300
Қуат тұтынуы, Вт	
-тыныштық күйінде	10
-қосылу кезінде	15
Рұқсат етілген пульсация деңгейі, %	±12
Қосылу мезетіндегі ток импульсі, А	2,5

29-кесте – Аналогты кіру сипаттамалары

Ток трансформаторының максимал саны	14
Кернеу трансформаторының максимал саны	15
Номиналды, айнымалы фазалық ток, А	0,2/1/5
Басқарылатын ток диапазоны, Iном	0,01-50
Номиналды желілік кернеу, В	100
Басқарылатын кернеу диапазоны, Uном	0,001-2
Номиналды жиілігі, Гц	50
Айнымалы ток жиілігінің жұмыс диапазоны, Гц	50±5

30-кесте – Дискретті кіру сипаттамалары

Дискретті кірулер мөлшері	8/14/20/28
Жедел қоректену кернеуі, В	110/220
Асқын кернеуге орнықтылығы, В	
-110 В кезінде	66-85
-220 В кезінде	132-170
Қосылу және қайтару уақыты, с	0-60
Басқару кернеуі берілген кездегі тұтынылатын ток, мА	2-2,5
Ток режекциясы импульсінің амплитудасы, мА	25
Ток режекциясы импульсінің ұзақтығы, мс	40

5 Электр қауіпсіздігі бөлімі

5.1 Жерге қосуды есептеу

Адам арқылы өтетін токтың мәні, кернеудегі металл бөлікке жанасқан жағдайда, ең алдымен адамның кедергісімен анықталады.

Есептеулерде қабылдайды ең аз кедергісі адам $R_q = 1$ кОм қауіпсіз ағза үшін ток $I_{без.} = 0,03$ А. Сондықтан қауіпсіз-жанасу кернеуі

$$U_{пр} = I_{без.} \cdot R_q = 0,03 \cdot 1000 = 30 \text{ В.}$$

Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ететін іс-шаралар кешені:

- ашық ток өткізгіш бөліктерді кездейсоқ жанасу болдырмау үшін қол жетпейтін немесе одан қабықшамен қорғалған жерлерде орналастыру және т. б..

- электр құралы мен тасымалды шамдар үшін төмен кернеуді қолдану;

- резеңке қолғаптарды, тұғырықтарды, кілемшелерді және т. б. қолдану; қорғаныштық жерге тұйықтау мен нөлдеуді, сондай-ақ оқшаулауды және ағуды бақылау құрылғыларын және қорғаныстық ажырату құрылғыларын қолдану.

- адам кедергісін арттыруға мақсатында қорғаныс оқшаулағыш құрылғыларды қолдану арқылы қол жеткізіледі. Бұл құрылғылар негізгі және қосымша болып бөлінеді.

- Негізгі құралдар электр қондырғыларының жұмыс кернеуіне шыдайды. Олар ток өткізгіш бөліктерге жанасуға жол береді.

Қосымша қорғаныс құралдары негізгі құралдардың сенімділігін арттыру үшін қызмет етеді.

Кернеуі 1000 В дейінгі желілерде негізгі құралдарға:

- оқшауланған тұтқалары бар құрал, кернеу көрсеткіштері, ток өлшеу қысқыштары .

Қосымша құралдарға:

- диэлектрлік резеңке галоштар;

- резеңке кілемшелер (жолдар), оқшаулағыш тұғырықтар.

Электр қондырғыларын орнату ережелеріне сәйкес адамдардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін қалыпты ток өтпейтін карусельді станоктардың электр жабдықтарының барлық металл бөліктері жерге тұйықталуы тиіс. Аталған элементтерді жерге қосу үшін жерге қосу құрылғысы болуы қажет. Цехтарда түйіспелі жерге тұйықтау құрылғысы қолданылады. Ол екі жерде шықпалы металл жолақпен жалғанған жасанды жерге тұйықтағыштардан тұрады.

Қызмет көрсету қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін және электр қондырғыларындағы электржабдықтарының жұмыс жағдайлары бойынша жерге тұйықтағыштардан (өткізгіш жермен сенімді қосылған) және жерге тұйықтағыштарды электржабдықтарының корпустарымен қосатын өткізгіштерден тұратын жерге тұйықтау құрылғысы құрылады. Жерлендіргіш ретінде өзектер, көлемі 50x50; 60x60; 75x75; қабырғасының қалыңдығы кемінде

4мм, ұзындығы 2,5-3м бұрыштық болаттар; диаметрі 50х60мм, ұзындығы 2,5-3м, қабырғасының қалыңдығы кемінде 3,5 мм, диаметрі кемінде 10мм, ұзындығы 10м және одан артық шыбық болаттар қолданылады.

Жерге тұйықтағыштар ретінде 380В кернеудің төрт сымды торабында жерге тұйықтау құрылғысы үшін ұзындығы 1,5 м болатын 50х50х5 өлшемдегі бұрыштарды қолданамыз.

Жерлендіргіш-ұзындығы 40х4мм болат жолақ. Бұрыштар арасындағы қашықтық 2,5 м.бұрыштар қатарға соғылған. Созылған жерлендіргіштің орналасу тереңдігі 0,7 м.

Меншікті кедергісі $r = 38 \text{ Ом} \cdot \text{М}$ болатын саз топырағы.

Меншікті кедергісі бар саз топырағы $\rho_T = 38 \text{ Ом} \cdot \text{м}$. Климаттық аймақ 2. Жерге тұйықтау құрылғысының нормаланған кедергісі 5 Ом. Тік жерге тұйықтағыштар үшін маусымдық коэффициентті ескере отырып, топырақтың меншікті кедергісі кесте бойынша анықталады [$K_c=1,45$].

$$\rho_{\text{расч.в}} = K_c \cdot \rho_T = 1,45 \cdot 38 = 54,7 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

Тік жерге тұйықтағыштың ағуына кедергісі

$$R_B = \frac{0,366 \cdot \rho}{l} \cdot \left(\lg \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4t' + l}{4t - l} \right) \\ = \frac{0,366 \cdot 54,7}{1,5} \left(\lg \frac{2 \cdot 1,5}{0,95 \cdot 0,5} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 1,95 + 1,5}{4 \cdot 1,95 - 1,5} \right) = 16,2$$

мұндағы, $d=0,95$ в; в - сөренің ені бұрыш

$$t' = t_0 + 0,5 \ell = 0,7 + 0,5 \cdot 2,5 = 1,95 \text{ м}$$

Тік жерге тұйықтағыштар саны

$$n_B = \frac{R_B}{\eta_B \cdot R_3} = \frac{16,2}{0,7 \cdot 5} = 4,62$$

мұндағы R_3 -жерге тұйықтағыштың қажетті кедергісі, Ом.

η_B – тік жерге тұйықтағыштарды пайдалану коэффициенті. Кесте бойынша таңдалады.

7 бұрышын орнатуға қабылдаймыз. Көлденең жерге қосқыштың ұзындығы (жолақтар)

$$l_r = 1,05 \cdot n_B \cdot a = 1,05 \cdot 4,62 \cdot 2,5 = 12,2$$

$\ell = 19 \text{ м}$ қабылдаймыз. Көлденең жерге тұйықтағыштың ағу кедергісі

$$R_{\Gamma} = \frac{0,366 \cdot \rho_{\text{рас.г}}}{l} \lg \frac{l^2}{d \cdot t} = \frac{0.366 \cdot 140}{19} \lg \frac{19^2}{0.5 \cdot 0.04 \cdot 0.7} = 11.8 \text{ Ом}$$

мұндағы, $d = 0,5$ $v = 0,5 * 0,04$

Пайдалану коэффициентін есепке ала отырып, көлденең жерге тұйықтағыштың ағуына нақты кедергі

$$R_{\Gamma} = \frac{R_{\Gamma}}{\eta_{\Gamma}} = \frac{11,8}{0,67} = 17,8 \text{ Ом}$$

$\eta_{\Gamma} = 0,67$ кесте бойынша таңдаймыз.

Көлденең жерге тұйықтағыштың кедергісін есепке ала отырып, жерге тұйықтағыштардың ағуына кедергі

$$R_B = \frac{R'_2 \cdot R_3}{R'_{\Gamma} - R_3} = \frac{17.8 \cdot 4}{17.8 - 4} = 5.2$$

Тік жерге тұйықтағыштардың нақтыланған саны

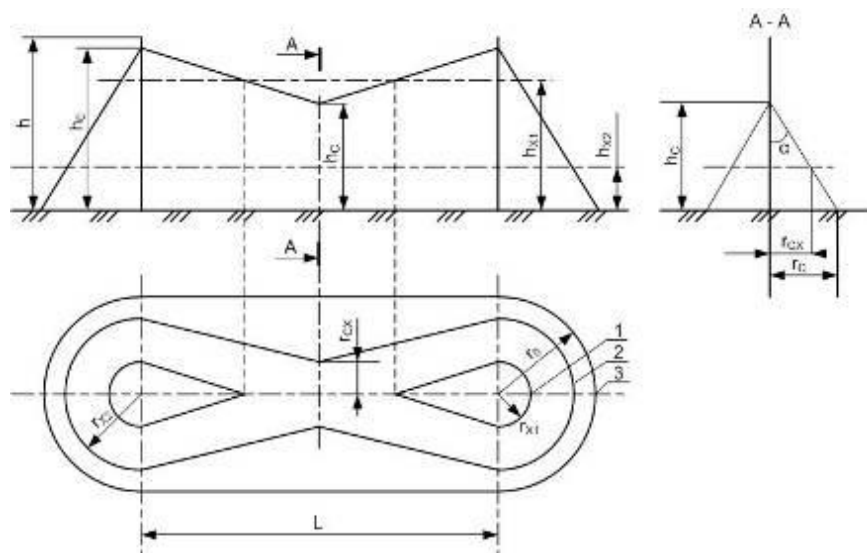
$$\eta'_B = \frac{R_B}{\eta_B \cdot R'_B} = \frac{18,7}{0,7 \cdot 5,2} = 5,1$$

6 тік жерге қосқыштарды (бұрыштар) орнатуға қабылдаймыз

5.2 Найзағайдан қорғау аймағын есептеу

Биіктігі $h \leq 150$ м қос тросты найзағайдан қорғау аймағы 7-суретте көрсетілген, мұнда h -аралықтың ортасындағы арқанның биіктігі.

$$h = h_{\text{оп}} \text{ — 2 кезінде } a < 120 \text{ м;} \\ h = h_{\text{оп}} \text{ — 3 кезінде } 120 < a < 150 \text{ м.}$$



13-сурет- Қос өзекті найзағайдан қорғау аймағы:

Қорғаныс сенімділігінің дәрежесі бойынша аймақтардың екі түрі ажыратылады:

А-қорғаныс сенімділігінің деңгейі 99,5%-дан асады;

Б - қорғаныс сенімділігінің деңгейі 95-99,5% құрайды

Қорғалған объектінің жарылғыш және өрт қауіпті аймақтарының класы, сондай-ақ жылына найзағайдың орташа ұзақтығын ескере отырып, қорғау аймағының түрін таңдаймыз.

Жылына найзағай зақымдануының күтілетін сан $N=0.0125675$ шт/жыл.

N және tCP байланысты найзағайдан қорғау аймағының талап етілетін түрін анықтаймыз(Б аймағы). Екі тросты найзағайдан қорғау аймағы өлшемдері көрсетілген 8-суретпен келтірілген.

Осылайша, таңдалған "Б" қорғау аймағын ескере отырып, біз: $h_c = 9,11$ м; $r_c = 18.00$ м; $r_{cx} = -15.94$ м.

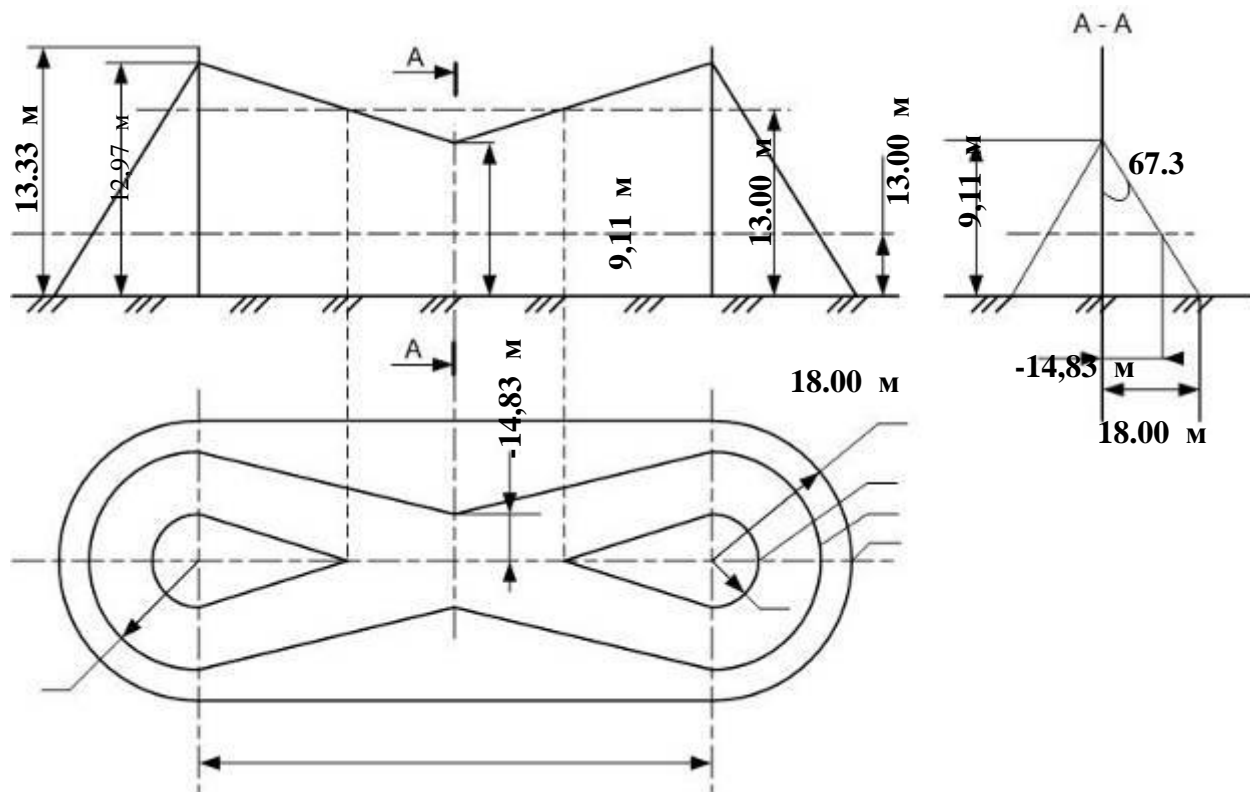
Объектінің қорғалуын тексеру кезінде шарттардың сақталуы тексеріледі

$$\begin{aligned}
 & h_c > h_x; \\
 & r_{cx} > B/2; \\
 & A < L \text{ немесе } \sqrt{(A-L)^2 + B^2} / 2 < r_x
 \end{aligned}
 \tag{19}$$

$$h_c = 9,11 > h_x = 13.00;$$

$$r_{cx} = -14,83 > B/2 = 20.00/2$$

$$A = 40.00 < L = 50.00 \text{ немесе } \sqrt{(A-L)^2 + B^2} / 2 = 10.00 < r_x = -4.75.$$



14-сурет – Өлшемі бар қос өзекті найзағайдан қорғау аймағы

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмысты орындау кезінде шақпатас зауытының сыртқы электрмен жабдықтау есебін жүргізіп, оңтайлы орнына және керекті кернеу, қуаты бойынша бас төмендетуші қосалқы станция мен трансформаторлы қосалқы станция таңдап, жүктелу коэффициенті бойынша электр қондырғыларын қосалқы станция бойынша бөлдім. 0,4 кВ кернеудегі реактивті қуатты компенсациялау есебін жүргіздім, ең көп есептік активті жүктемені қамдау үшін қажетті қуаттары бірдей цех трансформаторларының минималды санын анықтадым. Төмен вольтті жүктемелерді есептеу кезінде ТП бойынша жүктелу коэффициенті бойынша бөлдім. Синхронды қозғалтқыштардың есептік қуаттарын анықтап, 6 кВ шинасындағы реактивті қуаттың компенсациясын есептедім. БТҚС шиналарындағы қысқа тұйықталу токтарын есептеп, синхронды қозғалтқыштар мен ТП бойынша кабель таңдап, оларды кабель журналына жинақтадым. Есептелген және апаттық ток мәндеріне сәйкес ажыратқыш таңдадым, сонымен қатар шығатын желілердің ажыратқыштарын таңдау үшін магистраль БТҚС – ТП бойынша есептік және апаттық ток бойынша таңдадым.

Арнайы бөлімде цифрлық қосалқы станцияны сыртқы электрмен жабдықтау есебінде қолдана отырып, ТОР-200 терминалы арқылы релелік қорғаныс және автоматиканың қорғаныс деңгейін жоғарылату мақсатында, қорғаныс аппараттарын таңдау кезінде оптимизациялауын ұсындым. Сонымен қатар, ТОР-200 терминалының дискретті, аналогты сигналдарына сәйкес кіру сипаттамаларын анықтадым.

Жерге қорғаныс және найзағайдан қорғау бөлімдерінде электр қондырғылары мен коммутациялық аппараттардың қорғаныс дәрежесін арттыру мақсатында есептеулер жүргізілді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий; учебник для студентов высших учебных заведений/ Б.И. Кудрин.-М.: Интермет Инжиниринг, 2007. -672 с.
- 2 Хорольский В.В. Надёжность электроснабжения. Инфра-М, 2013.-173с.
- 3 Алиев И.И. Справочник по электротехнике и электрооборудованию. Ростов на/Д.: Феникс, 2004.
- 4 Электротехнический справочник: В 4 т./Под общ. ред. Герасимова и др.-М.: Издательство МИЭ, 2004 .
- 5 Создание эффективных светодиодных фитосветильников. Сакен Юсупов, Михаил Червинский, Екатерина Ильина, Владимир Смолянский. Полупроводниковая светотехника №6'2013
- 6 Правила технической эксплуатации и правила техники безопасности (ПТЭ и ПТБ)/ под ред. Парамонова А. И. - г. Алматы: Издательство Капитал, 2016. - 103 с.
- 7 Методические указания к лабораторным занятиям (для студентов специальности 5В071800 - Электроэнергетика). - Алматы: КазНТУ имени К.И. Сатпаева, 2013. - С. 1-36
- 8 Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков. Электрическая часть станций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. – М.: энергия, 2004. – 465 б.
- 9 Электробезопасность. Теория и практика:учебное пособие для вузов/ П.А.Долин, В.Т.Медведева.-2-е изд., перераб. и доп.-М.: Издательский дом МИЭ, 2008.-272с.
- 10 Казаков В.А. Электрические аппараты. Учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений.- М.: ИП РадиоСофт, 2010.-372 с.: