ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

Адилкереев Азиз Багдатович

Өнеркәсіптік аймақты электрмен жабдықтау жүйесі

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6В07101-«Энергетика»

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
«Энергетика» кафедрасының меңгерушісі
ф.ғ.к., қауымдастырылған профессор
_____Е.А. Сарсенбаев
«__» _____06_____2023ж.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНИТУ им.К.И.Сатпаева»
Институт энергетики
и машиностроения

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Өндірістік аймақты электрмен жабдықтау жүйесі»

6В07101-«Энергетика»

Орындаған Адилкереев А.Б.

Пікір беруші
техн. ғыл. канд.,
қаумд.профессор
_____ А. Т. Егзекова
(қолы)
«26» _____05_____2023ж.

Ғылыми жетекші
қаумд.профессор
_____ А. А. Жуматова
(қолы)
«22» _____05_____2023 ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

6В07101-«Энергетика»

БЕКІТЕМІН
«Энергетика» кафедрасының меңгерушісі
PhD, қауымдастырылған профессор
_____Е. А. Сарсенбаев
«16» 01 2023 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға

ТАПСЫРМА

Білім алушы *Адилкереев Азиз Багдатович*
Тақырыбы*: «Өнеркәсіптік аймақты электрмен жабдықтау жүйесі»*
Университеттің академиялық мәселелер бойынша проректоры бекіткен .
Бұйрық *№ 408-п_ «23» қараша 2022 ж*
Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі *«30» мамыр 2023 ж.*
Дипломдық жұмыстың бастапқы берілгендері: Қоректендіруді қуаты 25 МВА, кернеуі 230/115/10,5 кВ екі үш орамды трансформатор орнатылған қуаты шектелмеген энергия жүйесінің қосалқы станциясынан жүзеге асыруға болады.
Дипломдық жұмыстың қысқаша мазмұны *Электр жүктемелерін есептеу; электр жабдықтарын таңдау;сыртқы электрмен жабдықтау схемаларының нұсқаларын салыстыру*
Сызбалық материалдар тізімі *сызбалық материалдар 12 слайдпен көрсетілген.*
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: *14 атау*.

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Негізгі бөлім	13.03.2023ж	жоқ.
Экономика бөлімі	11.05.2023ж	жоқ.

Аяқталған жұмысқа қойылған
кеңесшілер мен норма бақылаушының
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	**Кеңесшілер, А.Ә.Т. (ғылыми дәрежесі, атағы)**	**Қол қойылған күні**	**Қолы**
Негізгі бөлім	А. А. Жуматова, каумд.профессор	13.03.2023	
Экономика бөлімі	А. А. Жуматова, каумд.профессор	11.05.2023	
Норма бақылау	Ә. О. Бердібеков, магистр, аға оқытушы	22.05.2023	

Жоба жетекші _____ (қолы) А. А. Жуматова

Тапсырманы орындауға алған студент _____ (қолы) А. Б. Адилкереев

Күні «06» 02 2023 ж.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста «Өнеркәсіптік аймақты электрмен жабдықтау жүйесі» тақырыбы бойынша есептеме жүргізілді. Осы жұмыста электрлік жүктемелерін есептеп, сыртқы электрмен жабдықтау схемалары қарастырып, электрмен жабдықтау схемаларының нұсқаларын салыстырылды. Оған қоса негізгі бөлімде 10 кВ-та құрылғылар мен кабельдер таңдалынып маңызды аспектілер көрсетілді.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе проведен расчет по теме «Система электроснабжения промышленной базы». В данной работе были рассчитаны электрические нагрузки, рассмотрены схемы внешнего электроснабжения, проведено сравнение вариантов схем электроснабжения. Кроме того, в основном разделе были показаны важные аспекты выбора устройств и кабелей на 10 кВ.

ANNOTATION

In this thesis work, calculations were performed on the topic "Electrical supply system of the industrial base". This thesis work included calculations of electrical loads, consideration of external power supply systems, and comparison of power supply system options. In addition, this volume presents important aspects of the selection of equipment and cables for 10 kV.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Өнеркәсіптік аймақты электрмен жабдықтау	8
1.1	Жобаға берілген деректер	8
2	Өнеркәсіптік аймақтағы цехтардың электр жүктемелерін есептеу	9
2.1	Цехтардың электр жүктемелерін есептеу	9
2.2	Цехтардың жарықтандыру жүктемесін есептеу	11
2.3	Цех трансформаторларының саны мен 0,4 кВ кернеу кезіндегі реактивті қуаттың компенсациялары	16
2.4	$Q_{НБК}$ ТҚС-ның реактивті жүктемеге пропорционалды тарату	19
2.5	Өнеркәсіптік аймақтың нақтыланған жүктемесінің есептелуі	20
3	Сыртқы электрмен жабдықтау схемасының нұсқаларын салыстыру	25
3.1	Бірінші нұсқа 115 кВ желі үшін	25
3.2	Екінші нұсқа 10,5 кВ желі үшін	37
4	10 кВ кернеуде қондырғылар таңдау	48
4.1	БТҚС шинаның қысқа тұйықталу тоғын есептеу	48
4.2	10 кВ кернеуде сөндіргіштердің параметрін тексеру	49
4.3	Тоқ трансформаторларының параметрін тексеру	52
4.4	Кернеу трансформаторларыныың параметрін тексеру	58
4.5	ТҚС жүктемеге ажыратқыштарының параметрін тексеру	59
4.6	ТҚС автоматты ажыратқыштарының параметрін тексеру	59
4.7	БТҚС шинасының параметрін тексеру	59
4.8	Изолятор параметрін тексеру	60
	Қорытынды	63
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	64
	А қосымша	65

КІРІСПЕ

Өнеркәсіптік аймақты электрмен жабдықтау жүйесі кез келген өнеркәсіптік алаңның инфрақұрылымының ажырамас бөлігі болып табылады. Электрмен жабдықтау өндірістік жұмыстың үздіксіз жұмысын қамтамасыз етудің маңызды элементі болып табылады. Бұл жұмыста өнеркәсіптік аймақты электрмен жабдықтау мәселелері қарастырылады, өнеркәсіптік аймақты электрмен жабдықтаудың заманауи және энергия тиімді жүйесін құру бойынша техникалық және ұйымдастырушылық мәселелерді шешудің нұсқалары ұсынылады. Сонымен қатар, өнеркәсіптік кәсіпорындардың энергия тиімділігінің ағымдағы деңгейі талданады және энергия шығынын азайту және электрмен жабдықтау тиімділігін арттыру әдістері ұсынылады. Сондай-ақ, жұмыста өнеркәсіптік аймақты электрмен жабдықтау жүйесін жобалау және пайдалану кезіндегі қауіпсіздік шаралары бойынша негізгі аспектілер қарастырылады. Осылайша, бұл жұмыс өнеркәсіптік аймақты электрмен жабдықтаудың күрделілігін және өнеркәсіптік саланы одан әрі дамыту үшін сенімді және тиімді электрмен жабдықтау жүйесін құрудың маңыздылығын тереңірек түсінуге мүмкіндік береді. Жарықтандыру және технологиялық желілердің жұмыс істеуі. Осыған байланысты сенімді, қауіпсіз және энергияны үнемдейтін электрмен жабдықтау жүйесін құру өндірістік қуатты ұлғайту және өнеркәсіптік аймақ жұмысының тиімділігін арттыру үшін қажетті шарт болып табылады.

1 Өнеркәсіптік аймақты электрмен жабдықтау

1.1 Жобаға берілген деректер

Жобалауға арналған бастапқы деректер:

1) Өнеркәсіптік аймақтың бас жоспарының сызбасы

2) Өнеркәсіптік аймақтың цехтары бойынша электр жүктемелері туралы мәліметтер.

3) Қоректендіруді қуаты 25 МВА, кернеуі 230/115/10,5 кВ екі үш орамды трансформатор орнатылған қуаты шектелмеген энергия жүйесінің қосалқы станциясынан жүзеге асыруға болады.

4) Энергожүйеден өнеркәсіптік аймаққа дейінгі қашықтық 3 км.

5) Өнеркәсіптік аймақ үш ауысымда жұмыс атқарады.

Электр жүктемелері

Цех №	Атауы	ЭҚ саны, n	Орнатылған қуат, кВт	
			Бір эк, $P_н$	Суммарлық $P_н$
1	Цемент қоймасы	15	1-25	85
2	Арматуралық болат қоймасы	24	1-40	130
3	Бетон араластыру цехы	42	1-60	930
4	Бетон конструкцияларын өндіру корпусы	70	1-70	1750
5	Дайын өнім қоймасы	35	1-45	240
6	Силикат-бетон бұйымдары цехтарының блогы	110	1-150	5400
7	Сорғы станциясы	20	1-55	470
8	Құрылыс цехы	45	1-30	300
9	Жөндеу-механикалық база	56	1-40	560
10	Дайын құбырлар қоймасы	12	1-35	160
11	Қазандық	50	1-110	640
12	20 автокөліктік гаражы	15	1-40	340
13	Әкімшілік корпус	43	1-40	310

2 Өнеркәсіптік аймақтағы цехтардың электр жүктемелерін есептеу

2.1 Цехтардың электр жүктемелерін есептеу

Өнеркәсіптегі қондырғылар үшін қуат көздерін жобалау кезінде электр жүктемесі негізгі беріліс болып табылады. Электр жүктемесінің мөлшеріне байланысты электрмен жабдықтау жүйесінің Электр жабдықтары таңдалады және тексеріледі, қорғаныс және өтемақы құралдары таңдалады, электр энергиясы мен энергия тұтыну шығындары анықталады, кернеудің ауытқуы және жүктеме ауытқуы есептеліп қарастырылады. Дипломдық жұмыста есептеме «реттелген жүктеу диаграммасын қолдану» қарастырылады.

Жүктемені есептеу мысалы ретінде цемент қоймасының электр жүктемесін есептеу. Қуат көзі цех жоспарында орнатылған: қуат тарату шинасы, қуат тарату шкафы, жабдық панелі.

Цехтың барлық электр қабылдағыштар қуат көздерін таратады. Тарату барысында берілген приципті ерді ескеруіңіз керек:

1) Белгілі қуат көздеріне қосылу саны мүмкіндігінше көп болуы керек.

2) ЭҚ-тан қуат көзіне дейінгі қашыктык минималды болуы керек (түсі: металды үнемдеу және кернеудің жоғалуын азайту үшін).;

3) Қуаты 75кВт көп электр ТҚС немесе РП шинаның радиалды жабдықтары қажет;

4) Цех бойынша қуаттардың кері ағуын болдырмау.

Белгілі бір қуат көзіне жалғанған электр қабылдағыштары бірдей жұмыс режиміндегі топтарға бөлінеді (мысалы, $К_и$ және Cosφ электр қабылдағыш). Әр топ үшін электр қабылдағыштың нөмірі мен қуаты, ал бірнеше қозғалтқышы бар қондырғылар үшін қозғалтқыштың нөмірі мен қуаты көрсетілген.

Кестедегі есептеулер мен орын толықтыру ретіне келесілер жатады:

1) бірінші бағанда - техникалық қондырғылардың саны тіркеледі;

2) екінші бағанда – ЭҚ-тың әрбір куат көзінің, тобынын және қуатынын атауы мен нөмірі;

3) үшінші бағанда - ЭҚ саны;

4) төртінші бағанда – ЭҚ-тың әр тобы үшін минималды және максималды қуаттары.

5) бесінші бағанда - ПВ ЭҚ-тың жалпы тұрақты қуаты 100%-ге дейін толықтырылады

6) алтынші бағанда – m саны келесі өрнекпен қарастырылады

$$m = \frac{P_{н\,макс}}{P_{нmin}} \qquad (2.1)$$

7) жеті мен сегізінші бағанда – колдану және куат коэффициенттері

$$К_и = \frac{\sum Рср_{см}}{\sum Рном} \quad (2.2)$$

8) тоғызыншы бағанда – ЭҚ-дың тиімді саны шығарылады;

9) он мен он бірінші бағанда - ЭҚ тобы үшін ен көп жүктелген ауысымдар үшін орташа активті әрі реактивті жүктемелер есептеледі

$$Р_{см} = К_и \cdot Р_н, кВт \quad (2.3)$$

$$Q_{см} = Р_{см} \cdot tg\varphi, квар \quad (2.4)$$

10) он үш пен он төртінші бағанда - түйіннің ЭҚ максималды активті әрі реактивті жүктеме 30 минутты құрайды

$$P_м = P_{см} \cdot K_м, кВт \quad (2.5)$$

$n_э \le 10$ болса $Q_м \le 1{,}1 \cdot Q_{см}$, кВар егер $n_э \ge 10$ болса, $Q_м \equiv Q_{см}$, кВар.

Максималды коэффициенттің саны қабылдағыш бөлімнің пайдалану коэффициенті мен $n_э$ қабылдағыштарынын кол жетімді мәніне байланысты. Әдебиетте сипатталған қисыкка сәйкес максималды коэффициентті анықтаныз.

11) Есептелген қуат көзінін максимум толық жүктемесі келесі өрнекпен қарастырылады

$$S_р = \sqrt{P_р^2 + Q_р^2} \quad (2.6)$$

12) он алтыншы бағанда – максималды есептелінген тоқ мәні келесі түрде өрнектеледі

$$I_р = \frac{S_м}{\sqrt{3} \cdot U} \quad (2.7)$$

2.2 Цехтардың жарықтандыру жүктемесін есептеу

Зауыттық жүктемені аныктау кезінде жарықтандыруға жүктемені есептеу женілдетілген әдісті қолдана отырып есептеу жарықтандыруға жүктеменің нақты тығыздығын және өндірістік алаңның 1 м^2-ге қажеттілік коэффициентін алуға мүмкіндік береді.

Осылайша есептелген жарықтандыру жүктемесі ең көп жүктелген ауысымдағы орташа жарықтандыру қуатына тең деп есептесек, ол келесі формула бойынша есептеледі.

$$P_{PO} = K_{CO} \cdot P_{YO}, кВт \tag{2.8}$$

$$Q_{PO} = tg\varphi_0 \cdot P_{PO}, кВар \tag{2.9}$$

бұл жердегі: K_{CO} – жарықтандыру жүктемелеріне қажеттілік коэффициенті.

$tg\varphi_0$ - реактивті қуат коэф. cos арқылы қарастырылады

P_{YO} – цехтардың жарықтандыру қабылдағышының тұрақты қуаты

$$Q_{YO} = P_{PO} \cdot F, кВт \tag{2.10}$$

осындағы F – зауыттың бас жоспарымен анықталатын өндірістік корпустың ауданы

$$F_{тер} = F_1 + F_2 + F_3 + ... + \cdot F_{13} \tag{2.11}$$

$$F_{тер} = A \cdot B, м^2 \tag{2.12}$$

$$F_{осв} = F_{тер.зав} - F_{тер.цех} \tag{2.13}$$

мұнда $P_O - 1м^2$ меншікті есептік қуаты, кВт. Бұл мән ғимараттың түріне байланысты. Барлық шыққан мәндер 2.1-кестеге “Цехтардың жарықтандыру жүктемені есептеу” енгізіледі.

Өндірістік аймақ жүктемесінің картографиялық диаграммасын жасау үшін келесі мәндерді анықтаңыз.

$$\mathrm{R} = \sqrt{\frac{\mathrm{Pp}}{\mathrm{m} \cdot \pi}}, \tag{2.14}$$

$$\alpha = \frac{Ppo}{Pp} \cdot 360^0, \tag{2.15}$$

2.1-кесте- Цехтардың жарықтандыру жүктемесін есептеу

Цех №	Цехтардың атауы	Орындардың өлшемі	Орындардың ауданы. м2	Меншікті жарық-у жүктемесі, ро кВт/м2	Сұраныс коэффициент Кс	Тұрақ.қуаты. осв. Руо кВт	Жарықтандыру жүктемесінің есебі		cosφ	$tg\varphi$
							Рро ,кВт	Qро,кВт		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Цемент қоймасы	50х38	1900	0,015	1	28,5	28,5	14,25	0,9	0,5
2	Арматуралық болат қоймасы	56х37	2072	0,015	1	31,1	31,1	15,55	0,9	0,5
3	Бетон араластыру цехы	35х35	1225	0,015	1	18,4	18,4	9,2	0,9	0,5
4	Бетон конструкцияларын өндіру корпусы	52х104	5408	0,02	1	108,2	108,2	54,1	0,9	0,5
5	Дайын өнім қоймасы	119х95	11305	0,02	1	226	226	113	0,9	0,5
6	Силикат-бетон бұйымдары цехтарының блогы	55х82	4510	0,02	1	90,2	90,2	45,1	0,9	0,5
7	Сорғы станциясы	17х25	425	0,005	1	2,2	2,2	1,1	0,9	0,5
8	Құрылыс цехы	25х54	1350	0,015	1	20,3	20,3	10,15	0,9	0,5
9	Жөндеу-механикалық база	33х33	1089	0,015	1	16,4	164	82	0,9	0,5
10	Дайын құбырлар қоймасы	44х25	1100	0,015	1	16,5	16,5	8,25	0,9	0,5
11	Қазандық	42х25	1050	0,015	1	15,8	15,8	7,9	0,9	0,5
12	20 автокөліктік гаражы	42х52	2184	0,015	1	32,8	32,8	16,4	0,9	0,5
13	Әкімшілік корпус	32х63	2016	0,015	1	30,3	30,3	15,15	0,9	0,5

2.2-кесте- Цехтардың күштік жүктемелі кернеулерін анықтау 0,4 кВ

№	Цехтардың атауы және ЭҚ-ң тобы	ЭҚ саны	Номиналды қуат		m	Ки	cosφ	tgφ	Орта жүктеме		nэ	Км	Есептік қуат				
			Pmin/Pmax кВт	∑Рн кВт					Рсм, кВт	Qсм, кВар			Рр, кВт	Qр, кВар	Sр, кВА	R мм	α град
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Цемент қоймасы																
	күштік	15	1-25	85	>3	0,25	0,6	1,33	21,25	28,27	7	2	42,5	28,27			
	жарықтық								28,5	14,25			28,5	14,25			
	Жинағы								49,75	42,52			71	42,52	82,75	6,72	241
2	Арматуралық болат қоймасы																
	күштік	24	1-40	130	>3	0,35	0,6	1,33	45,5	60,5	7	1,7	77,35	60,5			
	жарықтық								31,1	15,55			31,1	15,55			
	Жинағы								76,6	76,05			108,45	76,05	132,45	8,31	144
3	Бетон араластыру цехы																
	күштік	42	1-60	930	>3	0,5	0,75	0,88	465	409,2	31	1,16	539,4	409,2			
	жарықтық								18,4	9,2			18,4	9,2			
	Жинағы								483,4	418,4			557,8	418,4	697,3	18,9	12,2
4	Бетон конструкцияларын өндіру корпусы																
	күштік	70	1-70	1750	>3	0,4	0,7	1,02	700	714	50	1,14	798	714			
	жарықтық								108,2	54,1			108,2	54,1			
	Жинағы								808,2	768,1			906,2	768,1	1187,9	24	48,8
5	Дайын өнім қоймасы																
	күштік	35	1-45	240	>3	0,3	0,8	0,75	72	54	11	1,56	112,4	54			
	жарықтық								226	113			226	113			
	Жинағы								298	167			338,4	167	377,36	14,7	163
6	Силикат-бетон бұйымдары цехтарының блогы																
	күштік	110	1-150	5400	>3	0,4	0,75	0,88	2160	1900,8	72	1,1	2376	1900,8			
	жарықтық								90,2	45,1			90,2	45,1			
	Жинағы								2250,2	1945,9			2466,2	1945,9	3141,44	39,63	13,6

13

2.2 кестесінің жалғасы

№	Цехтардың атауы және ЭҚ-ң тобы	ЭҚ саны	Номиналды қуат		m	Ки	cosφ	tgφ	Орта жүктеме		nэ	Км	Есептік қуат				
			Pmin/Pmax кВт	∑Pн кВт					Pсм, кВт	Qсм, кВар			Pр, кВт	Qр, кВар	Sр, кВА	R мм	α град
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
7	Сорғы станциясы																
	күштік	20	1-55	470	>3	0,7	0,8	0,75	329	246,8	17	1,11	365,2	246,8			
	жарықтық								2,2	1,1			2,2	1,1			
	Жинағы								331,2	247,9			367,4	247,9	443,21	15,29	2,2
8	Құрылыс цехы																
	күштік	45	1-30	300	>3	0,5	0,7	1,02	150	153	20	1,2	180	153			
	жарықтық								20,3	10,15			20,3	10,15			
	Жинағы								170,3	163,15			200,3	163,15	258,33	11,3	40,6
9	Жөндеу-механикалық база																
	күштік	56	1-40	560	>3	0,35	0,75	0,88	196	172,5	28	1,21	237,2	172,5			
	жарықтық								164	82			164	82			
	Жинағы								360	254,5			401,2	254,5	475,11	15,98	148,9
10	Дайын құбырлар қоймасы																
	күштік	12	1-35	160	>3	0,3	0,8	0,75	48	36	9	1,65	79,2	36			
	жарықтық								16,5	8,25			16,5	8,25			
	Жинағы								64,5	44,25			95,7	44,25	105,43	7,8	75
11	Қазандық																
	күштік	50	1-110	640	>3	0,55	0,8	0,75	352	264	12	1,25	440	264			
	жарықтық								15,8	7,9			15,8	7,9			
	Жинағы								367,8	271,9			455,8	271,9	530,73	17	12,92
12	20 автокөліктік гаражы																
	күштік	15	1-40	340	>3	0,3	0,7	1,02	102	104,1	15	1,43	145,9	104,1			
	жарықтық								32,8	16,4			32,8	16,4			
	Жинағы								134,8	120,5			178,7	120,5	215,53	10,66	80
13	Әкімшілік корпус																
	күштік	43	1-40	310	>3	0,4	0,75	0,88	124	109,1	16	1,28	158,8	109,1			
	жарықтық								30,3	15,15			30,3	15,15			

2.2 кестесінің жалғасы

№	Цехтардың атауы және ЭҚ-ң тобы	ЭҚ саны	Номиналды қуат		m	Ки	cosφ	tgφ	Орта жүктеме		nэ	Км	Есептік қуат				
			Pmin/Pmax кВт	∑Рн кВт					Рсм, кВт	Qсм, кВар			Рр, кВт	Qр, кВар	Sр, кВА	R мм	α град
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Жинағы								154,3	124,25			189,1	124,25	226,26	10,97	67,9
	Территорияны жарықтандыру												195,6	97,8			
	Барлығы												6531,9	4742,3	8071,87		

2.3 Цех трансформаторларының саны мен 0,4 кВ кернеу кезіндегі реактивті қуаттың компенсациялары

Цехтағы трансформаторлардын саны мен қуаты келесі жағдайда қарастырылып, бұл тек техникалык-экономикалык есептеулер арқылы мүмкін болады. Трансформатор қалыпты (штаттық) және апаттык режимдердегі трансформатордын қайта тиеу қабілеті. Жүктеме кестесіне сәйкес трансформатордың тиімді жұмыс режимі.

Есептеме үшін келесі деректер:

$P_{P0,4}$ = 6531,9 кВт;

$Q_{P0,4}$ = 4742,3 кВар;

$S_{P0,4}$ = 8071,87 кВА.

Өнеркәсіптік аймақ екінші категориялы тұтынушыға жатады, аймақ үш аусымда жұмыс атқарады, сол үшін трансформатор жүктелу коэффициенті $K_{ЗТР} = 0{,}8$. Трансформатор қуатын $S_{НТР} = 1000\ кВА$ деп қарастыруға болады.

Ең жоғары есептемелік активті жүктемені ұстап тұру үшін қажетті қуаттары бірдей цех трансформаторлардың ең аз саны

$$N_{т\,min} = \frac{P_{p\,0,4}}{Kз \cdot Sнт} + \Delta N \qquad (2.16)$$

$$N_{т\,min} = \frac{6531{,}9}{0{,}8 \cdot 1000} + 0{,}8 = 10$$

бұл жердегі $P_{P0,4}$ – жалпы есептік активті қуат;

$K_{ЗТР}$ –трансформатордың жүктеме коэффициенті;

$S_{НТР}$ – трансформатордың қабылданған номиналды қуаты;

ΔN – ең жақын бүтін санды толықтырамыз.

Экономикалық тиімді саны:

$$N_{Т.Э} = N_{min} + m \qquad (2.17)$$

осындағы m – қосымша трансформаторлардын саны;

$N_{Т.Э}$ - $З^*_{П/СТ}$ - күрделі шығындардың белгілі бір компоненттерін ескере отырып реактивті қуатты берудің нақты құнымен анықталады

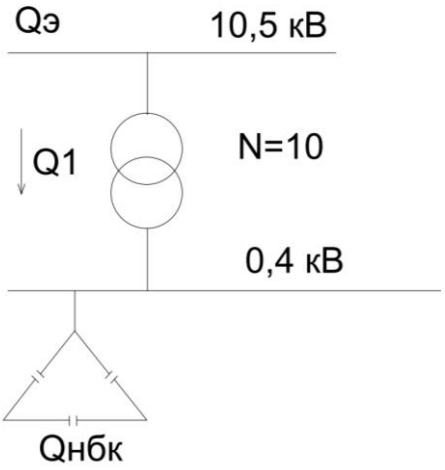
$$З^*_{П/СТ} = 0{,}5;\ K_З = 0{,}8;\ N_{min} = 10;\ \Delta N = 0{,}8,$$

$$N_{Т.Э} = 10 + 0 = 10$$

Трансформаторлардың таңдалған санына байланысты трансформатор арқылы кернеуі 1 кВ дейінгі желіге берілетін максималды реактивті қуат анықталады (2.1-сурет).

$$Q_1 = \sqrt{(K_з \cdot N \cdot S_{нН.Т.})^2 - P^2{}_{р0,4}} \qquad (2.18)$$

$$Q_1 = \sqrt{(0{,}8 \cdot 10 \cdot 1000)^2 - 6531{,}9^2} = 4618{,}9 \text{ кВар}$$



2.1-сурет- Конденсатор батареясының жалғанылуы

0,4 кВ шинанын реактивті куат балансынын шартынан $Q_{НБК}$ мәнді анықтаңыз:

$$Q_{НБК} + Q_1 = Q_{Р0,4}\,; \qquad (2.19)$$

$$Q_{НБК} + Q_1 = Q_{Р0,4} = 4742{,}3 - 4618{,}9 = 123{,}4 \text{ кВар}$$

Трансформаторлар үшін төменгі кернеу конденсатор батареясының (НБК) қосымша $Q_{нбк\,2}$ қуаты келесі өрнекпен қарастырылады:

$$Q_{НБК2} = Q_{Р0,4} - Q_{НБК1} - \gamma \cdot \mathrm{N}_{ТЭ} \cdot S_{НТ} \qquad (2.20)$$

$$Q_{НБК2} = 4742{,}4 - 123{,}4 - 0{,}2 \cdot 10 \cdot 1000 = 2619\ кВар$$

мұнда $\gamma = 0{,}2$ – есептік коэфф; $\gamma = f(k_1 = 14, k_2 = 2)$– қуаттары $Q_{НТР} = 1000\ кВА$ трансформаторларға арналған.

$$Q_{НБК} = Q_{НБК1} + Q_{НБК2} \qquad (2.21)$$

$$Q_{НБК} = 123.4 + 2619 = 2742{,}4$$

Әр трансформаторға сәйкесінше келетін бір конденсатор батареясының қуаты анықталынады:

$$Q_{НБК\ ТП} = \frac{Q_{НБК}}{N_{ТЗ}} \qquad (2.22)$$

$$Q_{НБК\ ТП} = \frac{2742,4}{10} = 274,24 \approx 280\ кВар$$

Әдебиеттерден конденсатор батареясын келесідей таңдаймыз:

НБК: УКМ58-0.4-280-40 У3.

Есептеулер нәтижесі бойынша 2.4-кесте- ТП бойынша цехтер жүктемелерін тарату құрылады.

Біз ТҚС шеберханасын 1 және 2 трансформатор түрінде қабылдаймыз. Біз шеберханаларды олардың жүктемесін ескере отырып, аумақтық негізде топтарға бөлеміз. ТҚС1-ТҚС5 БТҚС шинаға қосылады. Біз зауыттың бас жоспарына ТҚС1-ТҚС5 енгіздік.

2.3-кесте- ТҚС бойынша цех жүктемелерін тарату

ТҚС	ЦЕХ	Рр	Qр	Sр	Кз
ТҚС1-2 (4х1000)	2	108,45	76,05		
	6	2466,2	1945,9		
	7	367,4	247,9		
$Q_{нбк}$ (4х280)=1120			-1120		
Жинағы		2942,1	1149,85	3158,8	0,78
ТҚС 3-4 (4х1000)	1	71	42,52		
	3	557,8	418,4		
	4	906,2	768,1		
	8	200,3	163,15		
	9	401,2	254,5		
$Q_{нбк}$ (4х280)=1120			-1120		
Жинағы		2136,5	526,7	2200,5	0,66
ТҚС 5 (2х1000)	5	338,4	167		
	10	95,7	44,25		
	11	455,8	271,9		
	12	178,7	120,5		
	13	189,1	124,25		
	ЩО	195,6	97,8		
$Q_{нбк}$ (2х280)=560			-560		
Жинағы		1453,3	265,7	1477,4	0,73

2.4 $Q_{НБК}$ ТҚС-ның реактивті жүктемеге пропорционалды тарату

Бастапқы берілулер:
$Q_{P0,4}$=4742,3 кВар;
$Q_{НБК}$=2742,4 кВар.

<u>ТҚС1- ТҚС2 :</u> $Q_{P\,ТКС1-2} = 2269{,}85\ кВар$, $Q_{P\,НБК\,ТКС1-2} = x$,

Онда: $$Q_{P\,НБК\,ТКС1-2} = \frac{Q_{НБК} \cdot Q_{P\,ТКС1-2}}{Q_{P0,4}} \qquad (2.23)$$

$$Q_{P\,НБК\,ТКС1-2} = \frac{2742{,}4 \cdot 2269{,}85}{4742{,}3} = 1312{,}62\ кВар$$

сонымен, нақты реактивті қуат: $Q_{Ф\,ТКС1-2} = 4 \cdot 280 = 1120\ кВар$
ал компенсацияланбаған қуат:

$$Q_{НЕСК} = Q_{P\,ТКС1-2} - Q_{Ф\,ТКС1-2} \qquad (2.24)$$

$$Q_{НЕСК} = 2269{,}85 - 1120 = 1149{,}85\ кВар$$

<u>ТҚС3- ТҚС4 :</u> $Q_{P\,ТКС3-4} = 1646{,}7\ кВар$, $Q_{P\,НБК\,ТКС3-4} = x$,

Онда: $$Q_{P\,НБК\,ТКС3-4} = \frac{Q_{НБК} \cdot Q_{P\,ТКС3-4}}{Q_{P0,4}} \qquad (2.25)$$

$$Q_{P\,НБК\,ТКС1-2} = \frac{2742{,}4 \cdot 1646{,}7}{4742{,}3} = 952{,}26\ кВар$$

сонымен, накты реактивті қуат: $Q_{Ф\,ТКС3-4} = 4 \cdot 280 = 1120\ кВар$,
ал компенсацияланбаған қуат:

$$Q_{НЕСК} = Q_{P\,ТКС3-4} - Q_{Ф\,ТКС3-4} \qquad (2.26)$$

$$Q_{НЕСК} = 1646{,}7 - 1120 = 526{,}7\ кВар$$

<u>ТҚС5:</u> $Q_{P\,ТКС5} = 825{,}7\ кВар$, $Q_{P\,НБК\,ТКС5} = x$,

Онда: $$Q_{P\,НБК\,ТКС5} = \frac{Q_{НБК} \cdot Q_{P\,ТКС5}}{Q_{P0,4}} \qquad (2.27)$$

$$Q_{P\,НБК\,ТКС1-2} = \frac{2742{,}4 \cdot 825{,}7}{4742{,}3} = 477{,}48\ кВар$$

сонымен, накты реактивті қуат: $Q_{Ф\,ТКС3-4} = 2 \cdot 280 = 560\ кВар$,

ал компенсацияланбаган қуат:

$$Q_{НЕСК} = Q_{Р\,ТКС5} - Q_{Ф\,ТКС5} \qquad (2.28)$$

$$Q_{НЕСК} = 825{,}7 - 560 = 265{,}7\ кВар$$

2.4-кесте- ТҚС бойынша $Q_{НБК}$ қуаттары

ТҚС номері	$Q_{Р_{ТП}}$, квар	$Q_{рНБК}$, квар	$Q_{нБК_{ТПскомп}}$, квар	$Q_{нескомп}$, квар
ТҚС № 1-2	2269,85	1312,62	1120	1149,85
ТҚС № 3-4	1646,7	952,26	1120	526,7
ТҚС № 5	825,7	477,48	560	265,7
Жинағы	4742,3	2742,4	2800	1942,25

2.5 Өнеркәсіптік аймақтың нақтыланған жүктемесінің есептелуі

2.5.1 ЦТП-дағы қуат шығындарын анықтау

ТМ-1000/10-81У1 трансформаторын таңдаймыз.

2.5-кесте– Трансформатордың параметрлері

Трансформатор атауы	Кернеу, кВ		Шығындар,кВт		Кернеу к.з.,%	Ток хх,%
	ЖК	ТК	ХХ	КЗ		
ТМ-1000/10-81У1	10	0,4	2,1	12,2	5,6	1,28

1) ТҚС 1-2 үшін:
Кз=0,78; N=4.

$$\Delta Pm = (\Delta Pxx + \Delta Pкк \cdot Кз^2) \cdot N \qquad (2.29)$$

$$\Delta Pm = (2{,}1 + 12{,}2 \cdot 0{,}78^2) \cdot 4 = 38{,}1\ кВт$$

$$\Delta Qm = (\frac{Ixx\%}{100} \cdot Sнн + \frac{Uкк\%}{100} \cdot Sнн \cdot Кз^2) \cdot N \qquad (2.30)$$

$$\Delta Qm = (\frac{1,28}{100} \cdot 1000 + \frac{5,6}{100} \cdot 1000 \cdot 0,78^2) \cdot 4 = 187,5 \ кВар$$

2) ТҚС 3-4 үшін:
Кз=0,66 N=4

$$\Delta Pm = (\Delta Pxx + \Delta Pкк \cdot Кз^2) \cdot N \qquad (2.31)$$

$$\Delta Pm = (2,1 + 12,2 \cdot 0,66^2) \cdot 4 = 29,7 \ кВт$$

$$\Delta Qm = (\frac{Ixx\%}{100} \cdot Sнн + \frac{Uкк\%}{100} \cdot Sнн \cdot Кз^2) \cdot N \qquad (2.32)$$

$$\Delta Qm = (\frac{1,28}{100} \cdot 1000 + \frac{5,6}{100} \cdot 1000 \cdot 0,66^2) \cdot 4 = 148,8 \ кВар$$

3) ТҚС 5 үшін:
Кз=0,73 N=2

$$\Delta Pm = (\Delta Pxx + \Delta Pкк \cdot Кз^2) \cdot N \qquad (2.33)$$

$$\Delta Pm = (2,1 + 12,2 \cdot 0,73^2) \cdot 2 = 17,2 \ кВт$$

$$\Delta Qm = (\frac{Ixx\%}{100} \cdot Sнн + \frac{Uкк\%}{100} \cdot Sнн \cdot Кз^2) \cdot N \qquad (2.34)$$

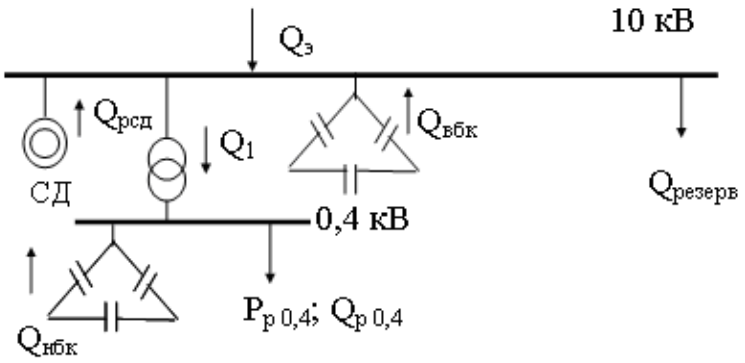
$$\Delta Qm = (\frac{1,28}{100} \cdot 1000 + \frac{5,6}{100} \cdot 1000 \cdot 0,73^2) \cdot 2 = 85,3 \ кВар$$

Барлық трансформатордағы соммалық шығындар

$$\Sigma P_{1-5} = 38,1 + 29,7 + 17,2 = 85 \ кВт$$

$$\Sigma Q_{1-5} = 187.5 + 148.8 + 85.3 = 421.6 \ кВар \ .$$

2.5.2 БТҚС 10кВ шинасындағы реактивті қуат компенсациясын есептеу



2.2–сурет- Орынбасу схемасы

Резервті куат

$$Q_{РЕЗ} = 0{,}1 \cdot 2Q_{расч} = 0{,}1 \cdot \left(Q_{Р0,4} + \Delta Q_T\right) \tag{2.35}$$

$$Q_{РЕЗ} = 0{,}1 \cdot \left(4742{,}3 + 421{,}6\right) = 516{,}4\ кВар$$

ЭЖ келетін куат

$$Q_Э = 0{,}23 \cdot \Sigma P_Р = 0{,}23 \cdot \left(\Sigma P_{Р0,4} + \Delta P_T\right) \tag{2.36}$$

$$Q_Э = 0{,}23 \cdot \left(6531{,}9 + 85\right) = 1521{,}9\ кВар$$

ВБК қуатын реактивті қуатты балансы анықталады

$$Q_{ВБК} = Q_{Р0,4} + \Delta Q_T + Q_{РЕЗ} - Q_Э - \Sigma Q_{НБК} \tag{2.37}$$

$$Q_{ВБК} = 4742{,}3 + 421{,}6 + 516{,}4 - 1521{,}9 - 2800 = 1358{,}4\ кВар$$

$Q_{ВБК}$ = 1358,4 кВар, яғни $Q_{ВБК}$> 0 квар болғандықтан, біз жоғарғы вольтті конденсатор батареясын қарастырамын: 2хАКУ-НЗК-10-900-300

Төмен және жоғары кернеулі жүктемелердің есептік қуатын, ЦТП трансформаторларының жоғалуын, дайын өнім қоймасы, сорғы станциясы, құрылыс цехы мен бетон конструкцияларын өндіру корпусын ескере отырып, «Өнеркәсіптік аймақтың күштік жүктемесінің нақтыланған есебі» 2.6-кестесін толтырамыз.

2.6-кесте– Өнеркәсіптік аймақтың күштіклік жүктеме нақтыланған есебі

№ТҚС, Qбктп	Цех №	n	Pnmin-Pnmax	$\Sigma P_н$	m	$К_и$	Орташа қуаттар		$N_э$	$К_м$	Есептік қуаттар			$К_з$
							P см, кВт	Q см, кВар			P р, кВт	Q р, кВар	S р, кВА	
ТҚС1-2 (4х1000 кВа)	2	24	1-40	130		0,35	45,5	60,5						
	6	110	1-150	5400		0,4	2160	1900,8						
	7	20	1-55	470		0,7	329	246,8						
Күштік		154	1-150	6000	>3	0,48	2534,5	2208,1	80	1,1	2788	2208,1		
Жарықтық											123,5	61,75		
Qнбк												-1120		
Барлығы											2911,5	1149,85	3130,4	0,78
ТҚС 3-4 (4х1000 кВа)	1	15	1-25	85		0,25	21,25	28,27						
	3	42	1-60	930		0,5	465	409,2						
	4	70	1-70	1750		0,4	700	714						
	8	45	1-30	300		0,5	150	153						
	9	56	1-40	560		0,35	196	172,5						
Күштік		228	1-70	3625	>3	0,4	1532,3	1477	104	1,08	1654,9	1477		
Жарықтық											335,6	167,8		
Qнбк												-1120		
Барлығы											1990,5	524,8	2058,6	0,61
ТҚС 3-4 (2х1000 кВа)	5	35	1-45	240		0,3	72	54						
	10	12	1-35	160		0,3	48	36						
	11	50	1-110	640		0,55	352	264						
	12	15	1-40	340		0,3	102	104,1						
	13	43	1-40	310		0,4	124	109,1						
Күштік		155	1-110	1690	>3	0,4	698	567,2	31	1,19	830,62	567,2		
Терр. жарықтануы											195,6	97,8		
Жарықтық											321,4	160,7		

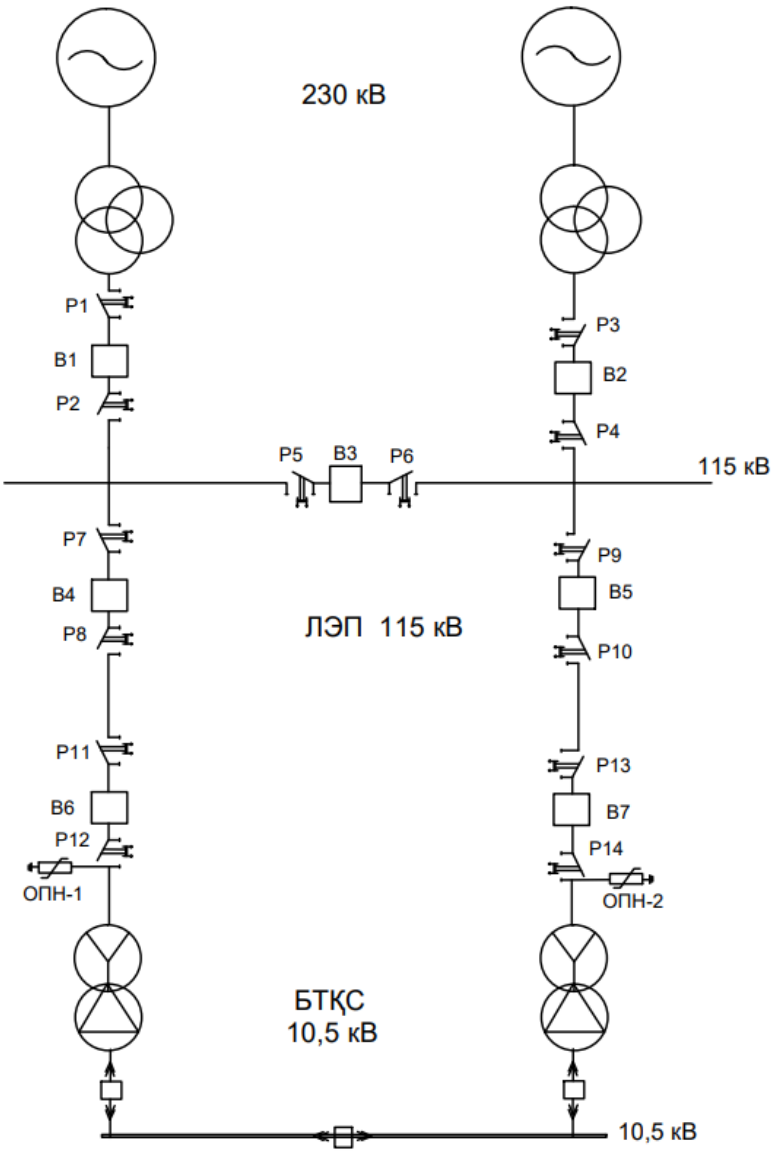
2.6 кестесінің жалғасы

№ТҚС, Qбктп	Цех №	n	Pnmin-Pnmax	$\Sigma P_н$	m	$К_и$	Орташа қуаттар		$N_э$	$К_м$	Есептік қуаттар			$К_з$
							P см, кВт	Q см, кВар			P р, кВт	Q р, кВар	S р, кВА	
$Q_{нбк}$												-560		
Барлығы											1347,7	265,7	1373,7	0,68
0,4 кВ шинасында барлығы											6249,7	1940,35		
ΣΔPт ΣΔQт											85	421,6		
10кВ шинаға келтірілген 0,4кВ жүктемесі											6334,7	2361,95		
$Q_{вбк}$												-900		
Зауыт б/ша барлығы											**6334,7**	**1461,95**	**6413,7**	

3 Сыртқы электрмен жабдықтау схемаласының нұсқаларын салыстыру

Қоректендіруді қуаты 25 МВА, кернеуі 230/115/10,5 кВ екі үш орамды трансформатор орнатылған қуаты шектелмеген энергия жүйесінің қосалқы станциясынан жүзеге асыруға болады. Энергожүйенің зауытқа дейінгі қашықтық – 3 км. Зауыт үш ауысыммен жұмыс атқарады. Салыстыру үшін біз сыртқы электр жабдықтауының екі нұсқасы бойынша қарастырамыз.

3.1 Бірінші нұсқа 115 кВ желі үшін



3.1-сурет- Электрмен жабдықтаудың 1-ші нұсқасы

Бірінші нұсқа бойынша электр құрылғыларын таңдаймыз
1) БТҚС трансформаторын таңдаймыз

$$S = \sqrt{Pp^2 + Qэ^2} \qquad (3.1)$$

$$S = \sqrt{6334{,}7^2 + 1521{,}9^2} = 6515 \text{ кВА}$$

Қуаты 6300 кВА трансформатор таңдаймыз.
Жүктелу коэффициенті

$$Кз = \frac{Sp}{2 \cdot Sн} \qquad (3.2)$$

$$Кз = \frac{6515}{2 \cdot 6300} = 0{,}52$$

Қуаты 6300 кВА трансформатор таңдаймыз.

3.1-кесте– Трансформатордың параметрлері

Трансформатор типі	Кернеу, кВ		Шығындар,кВт		Кернеу к.з.,%	Ток хх,%
	ЖК	ТК	ХХ	КЗ		
ТМН-6300/110	115	10,5	11,5	44	10,5	0,8

Трансформатордағы қуатың шығыны анықтау:
Активті

$$\Delta P_{тр\ БТКС} = 2 \cdot \left(\Delta P_{xx} + \Delta P_{КЗ} \cdot K_З^2\right) \qquad (3.3)$$

$$\Delta P_{тр\ БТКС} = 2 \cdot \left(11{,}5 + 44 \cdot 0{,}52^2\right) = 46{,}8\ кВт$$

Реактивті

$$\Delta Qт = 2 \cdot \left(\frac{I_{XX}}{100} \cdot S_{НТ} + \frac{U_{КЗ}}{100} \cdot S_Н \cdot K_З^{\ 2}\right) \qquad (3.4)$$

$$\Delta Qт = 2 \cdot \left(\frac{0{,}8}{100} \cdot 6300 + \frac{10{,}5}{100} \cdot 6300 \cdot 0{,}52^2\right) = 458{,}6 \text{ квар}$$

Трансформатордағы энергия шығыны.
Үш ауысымды жұмыс атқару бойынша Твкл = 6000 саг, Тмакс = 6000 саг

Ондай болса уақытың максималдық шығын

$$\tau = (0{,}124 + \frac{Тм}{10000})^2 \cdot 8760 \qquad (3.5)$$

$$\tau = (0{,}124 + \frac{6000}{10000})^2 \cdot 8760 = 4591\, саг.$$

БТҚС трансформаторының активті энергияны шығыны

$$\Delta W = 2 \cdot \left(\Delta P_{XX} \cdot T_{ВКЛ} + \Delta P_{КЗ} \cdot \tau \cdot K_З^2\right) \qquad (3.6)$$

$$\Delta W = 2 \cdot \left(11{,}5 \cdot 6000 + 44 \cdot 4591 \cdot 0{,}52^2\right) = 247244\, кВтсаг$$

ЭЖ –115 кВ
ЭЖ бойынша толық қуат

$$S_{ЛЭП} = \sqrt{\left(P_р + \Delta P_т\right)^2 + Q_э^{\ 2}} \qquad (3.7)$$

$$S_{ЛЭП} = \sqrt{(6334{,}7 + 46{,}8)^2 + 1521{,}9^2} = 6560{,}5\, кВА.$$

Бір желі арқылы жүретін тоқ

$$\text{Iр} = \frac{S_{лэп}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_н} \qquad (3.8)$$

$$\text{Iр} = \frac{6560{,}5}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 115} = 16{,}46\ A$$

Апаттық режим тогы

$$\text{Iав} = 2 \cdot \text{Iр} \qquad (3.9)$$

$$\text{Iав} = 2 \cdot 16{,}46 = 32.92\ A$$

Біз сымның көлденең қимасын экономикалық ток тығыздығымен анықтаймыз

$$F = \frac{I_р}{j} \qquad (3.10)$$

$$F = \frac{16{,}46}{1} = 16{,}46\ \text{мм2}$$

мұнда $Ip = 16{,}46\ A$ желінің есептік тогы, j=1А/мм^2 - $Тмакс = 6000$ саг алюминий сымдары болған кезде үнемді токтардың тығыздығы.

Токтың экономикалық тығыздығына байланысты АС-120/19 $I_{доп} = 390$ А сымын таңдаймыз

$$I_{доп} = 390\ A > Ip = 16{,}46\ \ A$$

Апаттық режимде

$$I_{доп\ ав} = 1{,}3 \cdot I_{доп} \tag{3.11}$$

$$I_{доп\ ав} = 1{,}3 \cdot 390 = 507 > Iaa = 32{,}92\ \ A$$

ЭЖ-нің электроэнергия шығыны

$$\Delta W_{лэп} = 2 \cdot 3 \cdot I^2 \cdot R \cdot \tau \tag{3.12}$$

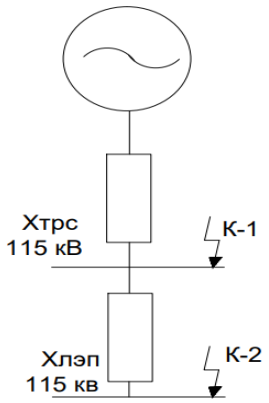
$$\Delta W_{лэп} = 2 \cdot 3 \cdot 16{,}46^2 \cdot 2{,}37 \cdot 10^{-3} \cdot 4591 = 17687{,}5\ кВт \cdot саг,$$

мұнда $R = r_0 \cdot l$, қимасы 26,6 мм2 болатын алюминий сымының кедергісі $r_0 = 0{,}79$ Ом/км , сымның ұзындығы $l = 3$ км

$$R = r_0 \cdot l \tag{3.13}$$

$$R = 0.79 \cdot 3 = 2{,}37\ Ом$$

U=115 кВ сөндіргіштер мен ажыратқыштарды қарастыру(3.4-сурет).



3.2-сурет- Орынбасу схемасы

Салыстырмалы бірліктердегі ҚТ тогын есептеңіз. Негізгі мән ретінде біз $S_б = 1000$ МВА қуатын және $U_б = 115$ кВ кернеуін, $S_С = 25$ МВА , содан кейін негізгі токты алып ондай болса базисті тоқ

$$I_б = \frac{S_б}{\sqrt{3} \cdot U_б} \tag{3.14}$$

$$I_б = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 115} = 5{,}02\ кА$$

$$\text{ЛЭП:}\quad \text{Хлэп} = X_0 \cdot L \cdot \frac{Sб}{Uср^2} \tag{3.15}$$

$$\text{Хлэп} = 0{,}4 \cdot 3 \cdot \frac{1000}{115^2} = 0{,}09$$

$$\text{Тр. БТҚС:}\quad \text{ХтБТКС} = \frac{U_k \cdot Sб}{100 \cdot Sнн} \tag{3.16}$$

$$\text{ХтБТКС} = \frac{115 \cdot 1000}{100 \cdot 25} = 46$$

Тр. Э/С: ТМН-6300/110 (12,254 млн тг)

$$S_H = 25\ MBA$$

$$u_{kBH} = 10{,}5\% \qquad u_{kCH} = 0\% \qquad u_{kCH} = 0\%$$

$$U_{KB} = 0{,}5 \cdot (u_{kBC} + u_{kBH} - u_{kCH}) \tag{3.17}$$

$$U_{KB} = 0{,}5 \cdot (0 + 10{,}5 - 0) = 5{,}25$$

$$U_{KC} = 0{,}5 \cdot (u_{kBH} + u_{kCH} - u_{kCB}) \tag{3.18}$$

$$U_{KC} = 0{,}5 \cdot (0 + 0 - 10{,}5) = 0$$

$$U_{KH} = 0{,}5 \cdot (u_{kBH} + u_{kCH} - u_{kCB}) \tag{3.19}$$

$$U_{KH} = 0{,}5 \cdot (10{,}5 + 0 - 0) = 5{,}25$$

$$I_{XX} = 0{,}45\%$$

$$X_B = \frac{U_{KB} \cdot Sб}{100 \cdot Sнн} \tag{3.20}$$

$$X_B = \frac{5{,}25 \cdot 1000}{100 \cdot 25} = 2{,}1$$

$$X_C = 0$$

$$X_H = \frac{U_{KH} \cdot Sб}{100 \cdot Sнн} \quad (3.21)$$

$$X_H = \frac{5{,}25 \cdot 1000}{100 \cdot 25} = 2{,}1$$

К-1: $$I_{K1}^{(3)} = \frac{Iб}{X_{TC}} \quad (3.22)$$

$$I_{K1}^{(3)} = \frac{5{,}02}{2{,}1 + 2{,}1} = 1{,}2\ kA;$$

$$i_{y1} = \sqrt{2} \cdot Ky \cdot Ik1 \quad (3.23)$$

$$i_{y1} = \sqrt{2} \cdot 1{,}8 \cdot 1{,}2 = 3{,}05\ кA$$

К-2: $$I_{K2}^{(3)} = \frac{Iб}{X_{TC} + X_{ЛЭП}} \quad (3.24)$$

$$I_{K2}^{(3)} = \frac{5{,}02}{2{,}1 + 2{,}1 + 0{,}09} = 1{,}17\ kA;$$

$$i_{y2} = \sqrt{2} \cdot Ky \cdot Ik2 \quad (3.25)$$

$$i_{y2} = \sqrt{2} \cdot 1{,}8 \cdot 1{,}17 = 2{,}97\ кA$$

В1-В3 және Р1-Р6 үшін:

$$I_р = \frac{S_{НТС}}{\sqrt{3} \times Uн} \quad (3.26)$$

$$I_р = \frac{6300}{\sqrt{3} \times 115} = 31{,}6\ A$$

$$Iав = 2 \cdot Iр \quad (3.27)$$

$$Iав = 2 \cdot 31{,}6 = 63{,}2\ A$$

В1 мен В2: Элегазды сөндіргіш ЯЭ-110Л-23(13)У4

3.2-кесте– Элегазды сөндіргіш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
1250 А	63,2 А	$I_{ном} > I_{ав}$
40 кА	1,2 кА	$I_{откл} > I_{к1}$
125 кА	3,05 кА	$I_{пред} > i_{у1}$
50 кА	1,2 кА	$I_{терм} > I_{к1}$

Бағасы 12,685 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 13,953 млн тг
Р1-Р4: Ажыратқыш РНД-110/1000 У1

3.3-кесте– Ажыратқыш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
1000 А	63,2 А	$I_{ном} > I_{ав}$
80 кА	3,05 кА	$I_{пред} > i_{у1}$
31,5 кА	1,2 кА	$I_{терм} > I_{к1}$

Бағасы 1,453 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 1,598 млн тг
В3 секциондық сөндіргіш үшін:
Элегазды сөндіргіш ЯЭ-110Л-23(13)У4

3.4-кесте– Элегазды сөндіргіш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
1250 А	31,6 А	$I_{ном} > I_{Р}$
40 кА	1,2 кА	$I_{откл} > I_{к1}$
125 кА	3,05 кА	$I_{пред} > i_{у1}$
50 кА	1,2 кА	$I_{терм} > I_{к1}$

Бағасы 12,685 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 13,953 млн тг
Р5 пен Р6 секциондық ажыратқыштары үшін:
Ажыратқыш РНД-110/1000 У1

3.5-кесте– Ажыратқыш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
1000 А	31,6 А	$I_{ном} > I_{Р}$
80 кА	3,05 кА	$I_{пред} > i_{у1}$
31,5 кА	1,2 кА	$I_{терм} > I_{к1}$

Бағасы 1,453 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 1,598 млн тг

В4, В5 және Р7-Р10 үшін:

$$Iр = \frac{S_{лэп}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_н} \quad (3.28)$$

$$Iр = \frac{6560,5}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 115} = 16,46\ A$$

$$Iав = 2 \cdot Iр \quad (3.29)$$

$$Iав = 2 \cdot 16,46 = 32,92\ A$$

В4 пен В5: Элегазды сөндіргіш ЯЭ-110Л-23(13)У4

3.6-кесте– Элегазды сөндіргіш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
1250 А	32,92 А	$I_{ном} > I_{ав}$
40 кА	1,2 кА	$I_{откл} > I_{к1}$
125 кА	3,05 кА	$I_{пред} > i_{у1}$
50 кА	1,2 кА	$I_{терм} > I_{к1}$

Бағасы 12,685 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 13,953 млн тг

Р7-Р10: Ажыратқыш РНД-110/1000 У1

3.7-кесте– Ажыратқыш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
1000 А	32,92 А	$I_{ном} > I_{ав}$
80 кА	3,05 кА	$I_{пред} > i_{у1}$
31,5 кА	1,2 кА	$I_{терм} > I_{к1}$

Бағасы 1,453 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 1,598 млн тг

В4-В7 және Р7-Р14 үшін

$$I_р = \frac{S_{нЗав}}{2 \times \sqrt{3} \times U_н} \quad (3.30)$$

$$I_р = \frac{6413,7}{2 \times \sqrt{3} \times 115} = 16,1\ A$$

$$Iав = 2 \cdot Iр \quad (3.31)$$

$$Iав = 2 \cdot 16,1 = 32,2\ A$$

В6 мен В7: Элегазды сөндіргіш ЯЭ-110Л-23(13)У4

3.8-кесте– Элегазды сөндіргіш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
1250 А	32,2 А	$I_{ном} > I_{ав}$
40 кА	1,17 кА	$I_{откл} > I_{к2}$
125 кА	2,97 кА	$I_{пред} > i_{у2}$
50 кА	1,17 кА	$I_{терм} > I_{к2}$

Бағасы 12,685 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 13,953 млн тг
Р11-Р14: Ажыратқыш РНД-110/1000 У1

3.9-кесте– Ажыратқыш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
1000 А	32,2 А	$I_{ном} > I_{ав}$
80 кА	2,97 кА	$I_{пред} > i_{у2}$
31,5 кА	1,17 кА	$I_{терм} > I_{к2}$

Бағасы 1,453 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 1,598 млн тг
Асқын кернеуді шектегіш ОПН-110У1 таңдаймыз
Бағасы 0,137 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 0,150 млн тг

Бірінші нұсқаның шығындарын анықтау
Зауыттық В1- В2 сөндіргішінің бағадағы меншікті коэффициенттері:

$$\gamma = \frac{Ia}{Iн} \tag{3.32}$$

$$\gamma = \frac{63,2}{1250} = 0,05$$

В1- В2 сөндіргішінің шығыны

$$К_{В1\text{-}В2} = 2 \cdot 0,05 \cdot 13,953 = 1,395 \text{ млн тг}$$

Зауыттық В3 сөндіргішінің меншікті баға коэффициенті

$$\gamma = \frac{Ip}{Iн} \tag{3.33}$$

$$\gamma = \frac{31,6}{1250} = 0,025$$

В3 сөндіргішінің шығыны

$$К_{В3} = 0{,}025 \cdot 13{,}953 = 0{,}349 \text{ млн тг}$$

В4- В7 сөндіргішінің шығыны

$$К_{В4\text{-}В7} = 4 \cdot 13{,}953 = 55{,}8 \text{ млн тг}$$

Зауыттық Р1- Р4 ажыратқыш бағадағы меншікті коэффициенті

$$\gamma = \frac{Ia}{Iн} \tag{3.34}$$

$$\gamma = \frac{63{,}2}{1000} = 0{,}063$$

Р1- Р4 ажыратқышының шығыны

$$К_{Р1\text{-}Р4} = 4 \cdot 0{,}063 \cdot 1{,}598 = 0{,}403 \text{ млн тг}$$

Зауыттық Р5- Р6 ажыратқыш бағадағы меншікті коэффициенті:

$$\gamma = \frac{Ip}{Iн} \tag{3.35}$$

$$\gamma = \frac{31{,}6}{1000} = 0{,}031$$

Р5- Р6 ажыратқышының шығыны

$$К_{Р5\text{-}Р6} = 2 \cdot 0{,}031 \cdot 1{,}598 = 0{,}099 \text{ млн тг}$$

Р7- Р14 ажыратқышының шығыны

$$К_{Р7\text{-}Р14} = 8 \cdot 1{,}598 = 12{,}8 \text{ млн тг}$$

ОПН шығыны

$$К_{ОПН} = 2 \cdot 0{,}15 = 0{,}3 \text{ млн тг}$$

БТҚС трансформатор шығыны

$$К_{ТРБТКС} = 2 \cdot 11,140 = 22,280 \text{ млн тг}$$

Станцияның жобаланған электр жүйесінің трансформаторлық қуатының үлестік қатысы

$$\gamma = \frac{S_{ном.зав}}{2 \cdot S_{н.Э/С}} \quad (3.36)$$

$$\gamma = \frac{6413,7}{2 \cdot 6300} = 0,5$$

ЭЖ трансформаторының шығыны

$$К_{тр.Э/С} = 2 \cdot 0,5 \cdot 12,254 = 12,254 \text{ млн тг}$$

Қондырғыларға кеткен барлық шығындар

$$К_{ОБ} = К_{В1-2} + К_{В3} + К_{В4-7} + К_{Р1-4} + К_{Р5-6} + {}_{КР7-14} + К_{опн1-2} + К_{т\,БТКС} + К_{тр.э/с} \quad (3.37)$$

$$К_{ОБ} = 1,395 + 0,349 + 55,8 + 0,403 + 0,099 + 12,8 + 0,3 + 22,280 + 12,254 = 105,680 \text{ млн тг}$$

ЭЖ шығыны (екі тізбекті бетонды желі, сым АС-120/19):

$$К_{уд} = 0,300 \text{ млн тг/км.}$$

$$К_{ЛЭП} = l \cdot Куд \quad (3.38)$$

$$К_{ЛЭП} = 3 \cdot 0,300 = 0,900 \text{ млн тг}$$

Бірінші нұсқаның суммарлық шығыны

$$К_{\Sigma 1} = К_{об} + К_{ЛЭП} \quad (3.39)$$

$$К_{\Sigma 1} = 114,5 + 0,900 = 115,4 \text{ млн тг}$$

Ағындық шығындар

ЭЖ эксплуатациясының шығыны

$$И_{экс\,ЛЭП} = 0,004 \cdot К_{ЛЭП} \quad (3.40)$$

$$И_{экс\,ЛЭП} = 0,004 \cdot 0,900 = 0,0036 \text{ млн тг}$$

ЭЖ амортизациясы

$$И_{а\,ЛЭП} = 0,024 \cdot К_{ЛЭП} \quad (3.41)$$

$$И_{а\ ЛЭП} = 0{,}024 \cdot 0{,}900 = 0{,}0216 \text{ млн тг}$$

Қондырғылар эксплуатациясының шығыны

$$И_{экс\,об} = 0{,}03 \cdot К_{об} \qquad (3.42)$$

$$И_{экс\,об} = 0{,}03 \cdot 105{,}680 = 3{,}170 \text{ млн тг}$$

Барлық қондырғы амортизациясы

$$И_{а\,об} = 0{,}064 \cdot К_{об} \qquad (3.43)$$

$$И_{а\,об} = 0{,}064 \cdot 105{,}680 = 6{,}763 \text{ млн тг}$$

ЭЭ шығындарының бағасы

$$И_{потерь} = Co \cdot (W_{тргпп} + W_{лэп}) \qquad (3.44)$$

$$И_{потерь} = 0{,}053 \cdot (247244 + 17687{,}5) = 14{,}04 \text{ млн тг}$$

$$Co = 6{,}4 \text{ тг кВт} \cdot \text{саг}$$

Барлық ағындық шығын

$$И_{\Sigma 1} = И_а + И_э + И_{пот} \qquad (3.45)$$

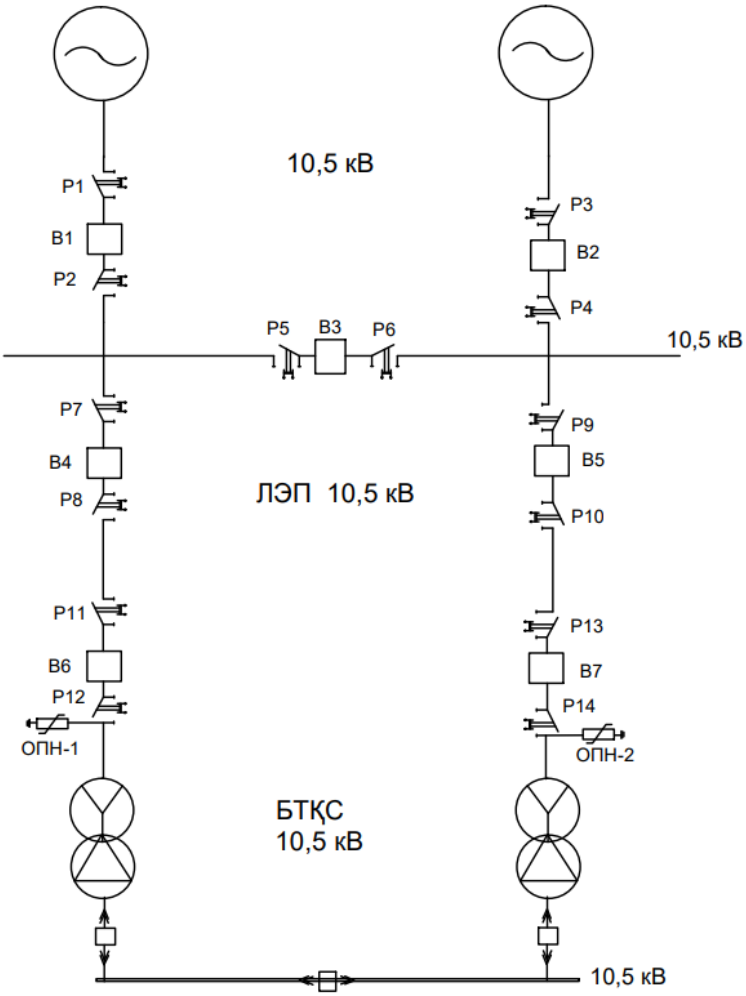
$$И_{\Sigma 1} = 0{,}0036 + 0{,}0216 + 3{,}170 + 6{,}763 + 14{,}04 = 23{,}998 \text{ млн тг}$$

Есепте көрсетілген шығындар

$$З = 0{,}12 \cdot К_{\Sigma 1} + И_{\Sigma 1} \qquad (3.46)$$

$$З = 0{,}12 \cdot 115{,}4 + 23{,}998 = 37{,}846 \text{ млн тг}$$

3.2 Екінші нұсқа 10,5 кВ желі үшін



3.3- сурет- Электрмен жабдықтаудың 2-ші нұсқасы

Екінші нұсқа бойынша электр құрылғыларын таңдаймыз
1) БТҚС трансформаторын таңдаймыз

$$S = \sqrt{Pp^2 + Qэ^2} \tag{3.47}$$

$$S = \sqrt{6334{,}7^2 + 1521{,}9^2} = 6515 \text{ кВА}$$

Қуаты 4000 кВА трансформатор таңдаймыз.
Жүктелу коэффициенті

$$Кз = \frac{Sp}{2 \cdot Sн} \tag{3.48}$$

$$Кз = \frac{6515}{2 \cdot 6300} = 0{,}52$$

Қуаты 6300 кВА трансформатор таңдаймыз.

3.10-кесте– Трансформатордың параметрлері

Трансформатор типі	Кернеу, кВ		Шығындар,кВт		Кернеу к.з.,%	Ток хх,%
	ЖТ	ТК	ХХ	КЗ		
ТМ-6300/10	10,5	10,5	7,4	46,5	7,5	0,8

Трансформатордағы қуатың шығыны анықтау:
Активті

$$\Delta P_{тр\ БТКС} = 2 \cdot \left(\Delta P_{хх} + \Delta P_{КЗ} \cdot K_З^2\right) \quad (3.49)$$

$$\Delta P_{тр\ БТКС} = 2 \cdot \left(7{,}4 + 46{,}5 \cdot 0{,}52^2\right) = 39{,}9\ кВт$$

Реактивті

$$\Delta Q_т = 2 \cdot \left(\frac{I_{ХХ}}{100} \cdot S_{НТ} + \frac{U_{КЗ}}{100} \cdot S_Н \cdot K_З^{\ 2}\right) \quad (3.50)$$

$$\Delta Q_т = 2 \cdot (\frac{0{,}8}{100} \cdot 6300 + \frac{7{,}5}{100} 6300 \cdot 0{,}52^2) = 356\ квар.$$

Трансформатордағы энергия шығыны.
Үш ауысымды жұмыс атқару бойынша Твкл = 6000 саг, Тмакс = 6000 саг
Ондай болса уақытың максималдық шығын

$$\tau = (0{,}124 + \frac{Тм}{10000})^2 \cdot 8760 \quad (3.51)$$

$$\tau = (0{,}124 + \frac{6000}{10000})^2 \cdot 8760 = 4591\ саг.$$

БТҚС трансформаторының активті энергияны шығыны

$$\Delta W = 2 \cdot \left(\Delta P_{ХХ} \cdot T_{ВКЛ} + \Delta P_{КЗ} \cdot \tau \cdot K_З^2\right) \quad (3.52)$$

$$\Delta W = 2 \cdot (7{,}4 \cdot 6000 + 46{,}5 \cdot 4591 \cdot 0{,}52^2) = 204250\ кВсаг$$

ЭЖ –10,5 кВ
ЭЖ бойынша толық қуат

$$S_{ЛЭП} = \sqrt{\left(P_p + \Delta P_m\right)^2 + Q_э^{\ 2}} \qquad (3.53)$$

$$S_{ЛЭП} = \sqrt{(6334,7 + 39,9)^2 + 1521,9^{\ 2}} = 6553,8\ кВА\ .$$

Бір желі арқылы жүретін тоқ

$$\text{Ір} = \frac{S_{лэп}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_н} \qquad (3.54)$$

$$\text{Ір} = \frac{6553,8}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 180,2\ A$$

Апаттық режим тогы

$$\text{Іав} = 2 \cdot \text{Ір} \qquad (3.55)$$

$$\text{Іав} == 2 \cdot 180,2 = 360,4\ \text{А}$$

Біз сымның көлденең қимасын экономикалық ток тығыздығымен анықтаймыз

$$F = \frac{I_p}{j} \qquad (3.56)$$

$$F = \frac{180,2}{1} = 180,2\ мм^2$$

мұнда $\text{Ір} = 180,2\ A$ желінің есептік тогы, j=1А/мм^2 - Тмакс = 6000 сағ алюминий сымдары болған кезде үнемді токтардың тығыздығы.

Токтың экономикалық тығыздығына байланысты АС-300/204 $\text{I}_{\text{ДОП}} = 520\ \text{А}$, сымын таңдаймыз

$$\text{I}_{\text{ДОП}} = 520\ \text{А} > \text{Ір} = 180,2\ \ \text{А}$$

Апаттық режимде

$$\text{I}_{\text{ДОП АВ}} = 1,3 \cdot \text{I}_{\text{ДОП}} \qquad (3.57)$$

$$\text{I}_{\text{ДОП АВ}} = 1,3 \cdot 520 = 676\ \text{А} > \text{Іав} = 360,4\ \text{А}$$

ЭЖ-нің электроэнергия шығыны

$$\Delta \text{W}_{\text{ЛЭП}} = 2 \cdot 3 \cdot I^2 \cdot R \cdot \tau \qquad (3.58)$$

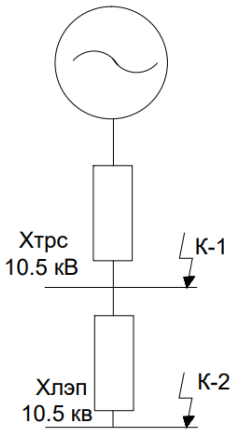
$$\Delta W_{ЛЭП} = 2 \cdot 3 \cdot 180{,}2^2 \cdot 0{,}363 \cdot 10^{-3} \cdot 4591 = 324694\, кВт \cdot саг\,,$$

мұнда $R = r_0 \cdot l$, қимасы 204 мм^2 болатын алюминий сымының кедергісі $r_0 = 0{,}121 Ом/км$, сымның ұзындығы l =3 км

$$R = r_0 \cdot l \tag{3.59}$$

$$R = 0{,}121 \cdot 3 = 0{,}363 Ом.$$

U=10,5 кВ сөндіргіштер мен ажыратқыштарды қарастыру (3.4-сурет).



3.4-сурет- Орынбасу схемасы

Салыстырмалы бірліктердегі ҚТ тогын есептеңіз. Негізгі мән ретінде біз $S_б = 1000\,МВА$ қуатын және $U_б = 115\,кВ$ кернеуін, $S_С = 25\,МВА$, содан кейін негізгі токты алып ондай болса базисті тоқ

$$I_б = \frac{S_б}{\sqrt{3} \cdot U_б} \tag{3.60}$$

$$I_б = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10{,}5} = 55\, кА$$

$$ЛЭП:\ \ Хлэп = X_0 \cdot L \cdot \frac{Sб}{Uср^2} \tag{3.61}$$

$$Хлэп = 0{,}4 \cdot 3 \cdot \frac{1000}{10{,}5^2} = 10{,}9$$

$$Тр.\ БТҚС:\ ХтБТКС = \frac{U_k \cdot Sб}{100 \cdot Sнн} \tag{3.62}$$

$$\text{ХтБТКС} = \frac{10{,}5 \cdot 1000}{100 \cdot 25} = 4{,}2$$

Тр. Э/С: ТМ-6300/10 (39,270 млн тг)

К-1: $$I_{K1}^{(3)} = \frac{Iб}{Xc} \qquad (3.63)$$

$$I_{K1}^{(3)} = \frac{55}{4{,}2} = 13{,}09\ kA;$$

$$\mathrm{i}_{y1} = \sqrt{2} \cdot Ky \cdot Ik1. \qquad (3.64)$$

$$\mathrm{i}_{y1} = \sqrt{2} \cdot 1.8 \cdot 13{,}09 = 33{,}4\ кA$$

К-2: $$I_{K2}^{(3)} = \frac{Iб}{Xc + Xл} \qquad (3.65)$$

$$I_{K2}^{(3)} = \frac{55}{4{,}2 + 10{,}9} = 3{,}7\ kA;$$

$$\mathrm{i}_{y2} = \sqrt{2} \cdot Ky \cdot Ik2 \qquad (3.66)$$

$$\mathrm{i}_{y2} = \sqrt{2} \cdot 1.8 \cdot 3{,}7 = 9{,}4\, кA.$$

В1 мен В2: Элегазды сөндіргіш ВМКЭ-35А-16/1000У1

3.11-кесте– Элегазды сөндіргіш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
1000 А	360,4 А	$I_{ном} > I_{ав}$
16 кА	13,09 кА	$I_{откл} > I_{к1}$
45 кА	33,4 кА	$I_{пред} > i_{y1}$
40 кА	13,09 кА	$I_{терм} > I_{к1}$

Бағасы 10,450 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 11,495 млн тг
Р1-Р4: Ажыратқыш ВПМ-10-20/630У3

3.12-кесте– Ажыратқыш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
630 А	360,4 А	$I_{ном} > I_{ав}$
52 кА	33,4 кА	$I_{пред} > i_{y1}$
20 кА	13,09 кА	$I_{терм} > I_{к1}$

Бағасы 0,307 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 0,337 млн тг
В3 секциондық сөндіргіш үшін:

Элегазды сөндіргіш ВМКЭ-35А-16/1000У1

3.13-кесте– Элегазды сөндіргіш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
1000 А	180,2 А	$I_{ном} > I_{Р}$
16 кА	13,09 кА	$I_{откл} > I_{к1}$
45 кА	33,4 кА	$I_{пред} > i_{у1}$
40 кА	13,09 кА	$I_{терм} > I_{к1}$

Бағасы 10,450 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 11,495 млн тг
Р5 пен Р6 секциондық ажыратқыштары үшін:
Ажыратқыш ВПМ-10-20/630У3

3.14-кесте– Ажыратқыш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
630 А	180,2 А	$I_{ном} > I_{Р}$
52 кА	33,4 кА	$I_{пред} > i_{у1}$
20 кА	13,09 кА	$I_{терм} > I_{к1}$

Бағасы 0,307 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 0,337 млн тг
В4, В5 және Р7-Р10 үшін:

$$Iр = \frac{S_{лэп}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{н}} \quad (3.67)$$

$$Iр = \frac{6553{,}8}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10{,}5} = 180{,}2\ A$$

$$Iав = 2 \cdot Iр \quad (3.68)$$

$$Iав = 2 \cdot 180{,}2 = 360{,}4\ А$$

В4 пен В5: Элегазды сөндіргіш ВМКЭ-35А-16/1000У1

3.15-кесте– Элегазды сөндіргіш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
1000 А	360,4 А	$I_{ном} > I_{ав}$
16 кА	13,09 кА	$I_{откл} > i_{к1}$
45 кА	33,4 кА	$I_{пред} > I_{у1}$

Бағасы 10,450 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 11,495 млн тг

Р7-Р10: Ажыратқыш ВПМ-10-20/630У3

3.16-кесте– Ажыратқыш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
630 А	360,4 А	$I_{ном} > I_{ав}$
52 кА	33,4 кА	$I_{пред} > i_{у1}$
20 кА	13,09 кА	$I_{терм} > I_{к1}$

Бағасы 0,307 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 0,337 млн тг

В4-В7 және Р7-Р14 үшін

$$I_р = \frac{S_{нЗав}}{2 \times \sqrt{3} \times U_н} \quad (3.69)$$

$$I_р = \frac{6413,7}{2 \times \sqrt{3} \times 10,5} = 176,4\ A$$

$$Iав = 2 \cdot Iр \quad (3.70)$$

$$Iав = 2 \cdot 176,4 = 352,8\ А$$

В6 мен В7: Элегазды сөндіргіш ВМКЭ-35А-16/1000У1

3.17-кесте– Элегазды сөндіргіш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
1000 А	352,8 А	$I_{ном} > I_{ав}$
16 кА	3,7кА	$I_{откл} > I_{к2}$
45 кА	9,4 кА	$I_{пред} > i_{у2}$
40 кА	3,7 кА	$I_{терм} > I_{к2}$

Бағасы 10,450 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 11,495 млн тг

Р11-Р14: Ажыратқыш ВПМ-10-20/630У3

3.18-кесте– Ажыратқыш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
630 А	352,8 А	$I_{ном} > I_{ав}$
52 кА	9,4 кА	$I_{пред} > i_{у2}$
20 кА	3,7 кА	$I_{терм} > I_{к2}$

Бағасы 0,307 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 0,337 млн тг

Асқын кернеуді шектегіш ОПН-10У1 таңдаймыз

Бағасы 0,013 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 0,014 млн тг

Екінші нұсқаның шығындарын анықтау

Зауыттық В1- В2 сөндіргішінің бағадағы меншікті коэффициенттері:

$$\gamma = \frac{Ia}{Iн} \tag{3.71}$$

$$\gamma = \frac{360,4}{1000} = 0,36$$

В1- В2 сөндіргішінің шығыны

$$К_{В1\text{-}В2} = 2 \cdot 0,36 \cdot 11,495 = 8,276 \text{ млн тг}$$

Зауыттық В3 сөндіргішінің меншікті баға коэффициенті

$$\gamma = \frac{Ip}{Iн} \tag{3.72}$$

$$\gamma = \frac{180,2}{1000} = 0,180$$

В3 сөндіргішінің шығыны

$$К_{В3} = 0,180 \cdot 11,495 = 2,069 \text{ млн тг}$$

В4- В7 сөндіргішінің шығыны

$$К_{В4\text{-}В7} = 4 \cdot 11,495 = 45,98 \text{ млн тг}$$

Зауыттық Р1- Р4 ажыратқыш бағадағы меншікті коэффициенті

$$\gamma = \frac{Ia}{Iн} \tag{3.73}$$

$$\gamma = \frac{360,4}{630} = 0,57$$

Р1- Р4 ажыратқышының шығыны

$$К_{Р1\text{-}Р4} = 4 \cdot 0,57 \cdot 0,337 = 0,768 \text{ млн тг}$$

Зауыттық Р5- Р6 ажыратқыш бағадағы меншікті коэффициенті

$$\gamma = \frac{Ip}{Iн} \qquad (3.74)$$

$$\gamma = \frac{180,2}{630} = 0,286$$

Р5- Р6 ажыратқышының шығыны:

$$К_{Р5\text{-}Р6} = 2 \cdot 0,286 \cdot 0,337 = 0,192 \text{ млн тг}$$

Р7- Р14 ажыратқышының шығыны

$$К_{Р7\text{-}Р14} = 8 \cdot 0,337 = 2,696 \text{ млн тг}$$

ОПН шығыны

$$К_{ОПН} = 2 \cdot 0,014 = 0,028 \text{ млн тг}$$

БТҚС трансформатор шығыны

$$К_{ТРБТКС} = 2 \cdot 35,700 = 71,4 \text{ млн тг}$$

Станцияның жобаланған электр жүйесінің трансформаторлық қуатының үлестік қатысы

$$\gamma = \frac{S_{ном.зав}}{2 \cdot S_{н.Э/С}} \qquad (3.75)$$

$$\gamma = \frac{6334,7}{2 \cdot 6300} = 0,5$$

ЭЖ трансформаторының шығыны

$$К_{тр.\,Э/С} = 2 \cdot 0,5 \cdot 39,270 = 39,270 \text{ млн тг}$$

Қондырғыларға кеткен барлық шығындар

$$К_{ОБ} = К_{В1\text{-}2} + К_{В3} + К_{В4\text{-}7} + К_{Р1\text{-}4} + К_{Р5\text{-}6} + {}_{КР7\text{-}14} + К_{опн1\text{-}2} + К_{т\,БТКС} + К_{тр.э/с} \qquad (3.76)$$

$$К_{ОБ} = 8,276 + 2,069 + 45,98 + 0,768 + 0,192 + 2,696 + 0,028 + 71,4 + 39,270 = 170,679 \text{ млн тг}$$

ЛЭП шығындары (екі тізбекті бетонды желі, сым АС-300/204)

$$К_{уд} = 1,955 \text{ млн тг/км.}$$

$$К_{ЛЭП} = l \cdot Куд \quad (3.77)$$

$$К_{ЛЭП} = 3 \cdot 1{,}955 = 5{,}865 \text{ млн тг}$$

Екінші нұсқаның суммарлық шығыны

$$К_{\Sigma 1} = К_{об} + К_{ЛЭП} \quad (3.78)$$

$$К_{\Sigma 1} = 170{,}679 + 5{,}865 = 176{,}544 \text{ млн тг}$$

Ағындық шығындар
ЭЖ эксплуатациясының шығыны

$$И_{экс\,ЛЭП} = 0{,}004 \cdot К_{ЛЭП} \quad (3.79)$$

$$И_{экс\,ЛЭП} = 0{,}004 \cdot 5{,}865 = 0{,}023 \text{ млн тг}$$

ЭЖ амортизациясы

$$И_{а\,ЛЭП} = 0{,}024 \cdot К_{ЛЭП} \quad (3.80)$$

$$И_{экс\,об} = 0{,}03 \cdot 5{,}865 = 0{,}140 \text{ млн тг}$$

Қондырғылар эксплуатациясының шығындары

$$И_{экс\,об} = 0{,}03 \cdot К_{об} \quad (3.81)$$

$$И_{экс\,об} == 0{,}03 \cdot 170{,}679 = 5{,}120 \text{ млн тг}$$

Барлық қондырғы амортизациясы

$$И_{а\,об} = 0{,}064 \cdot К_{об} \quad (3.82)$$

$$И_{а\,об} = 0{,}064 \cdot 170{,}679 = 10{,}923 \text{ млн тг}$$

ЭЭ шығындарының бағасы

$$И_{потерь} = Co \cdot (W_{трг\,пп} + W_{лэп}) \quad (3.83)$$

$$И_{потерь} = 0{,}053 \cdot (204250 + 324694) = 28{,}034 \text{ млн тг}$$

$$Co = 6{,}4 \text{ тг кВт} \cdot \text{саг}$$

Барлық ағындық шығын

$$И_{\Sigma 2} = И_а + И_э + И_{пот} \quad (3.84)$$

$$И_{\Sigma 2} = 0{,}023 + 0{,}140 + 5{,}120 + 10{,}923 + 28{,}034 = 44{,}240 \text{ млн тг}$$

Есепте көрсетілген шығындар

$$З = 0{,}12 \cdot К_{\Sigma 2} + И_{\Sigma 2} \quad (3.85)$$

$$З = 0{,}12 \cdot 176{,}544 + 44{,}240 = 65{,}425 \text{ млн тг}$$

230/115/10,5 бұл энергожүйеде есептік қуатымыз трансформатордың номиналды қуатына сәйкес келмеді, сол себепті бұл нұсқаны қарастырмаймыз. S=6515 кВА шыққан есептік қуатымыз 230 кВ-қа сәйкес трансформаторды орнату мүмкін емес және шығын өте көп болады.

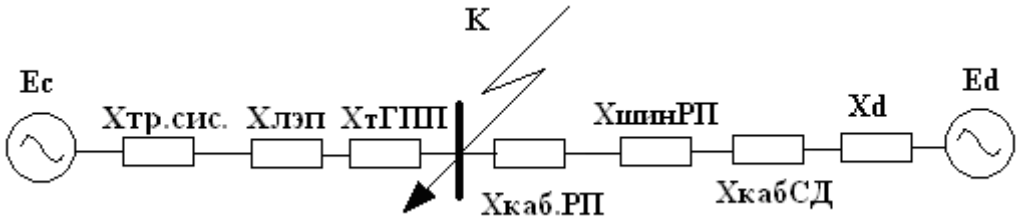
3.19-кесте- ТЭЕ бойынша шығындық нәтижелер

Нұсқа	$U_{ном}$,кВ	$К_{\Sigma}$ млн тг	$И_{\Sigma}$ млн тг	З млн тг
I	115	115,4	23,998	37,846
II	10,5	176,544	44,240	65,425

Көрсетілген қорытындылар бойынша бірінші нұсқа екінші нұсқамен салыстырғанда арзанырақ, энергия шығындарында аз тұтынады, сенімдірек және қауіпсіздік бойынша артықшылыққа ие.

4 10 кВ кернеуде қондырғылар таңдау

4.1 БТҚС шинаның қысқа тұйықталу тоғын есептеу



4.1-сурет– Орынбасу схемасы

Көрсетілген схема бойынша келесі параметрлерді табу қажет (4.1-сурет).

$$S_б = 1000 \text{ МВА}; \quad U_б = 10{,}5 \text{ кВ}$$

$$I_б = \frac{S_б}{\sqrt{3} \cdot Uб} \tag{4.1}$$

$$I_б = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10{,}5} = 54{,}98\ кА;$$

$$X_{лэп} = x_0 \cdot l \cdot \frac{S_б}{U_{ср}^2} \tag{4.2}$$

$$X_{лэп} = 0{,}4 \cdot 3 \cdot \frac{1000}{10{,}5^2} = 114{,}3$$

$$\text{Тр. БТҚС: } ХтБТКС = \frac{U_k \cdot Sб}{100 \cdot Sнн} \tag{4.3}$$

$$ХтБТКС = \frac{10{,}5 \cdot 1000}{100 \cdot 10{,}5} = 10$$

Тр. Э/С: ТМ-6300/10

$$S_H = 25 МВА$$

$$u_{kВН} = 7{,}5\% \qquad u_{kСН} = 0\% \qquad u_{kСН} = 0\%$$

$$U_{КВ} = 0{,}5 \cdot (u_{kВС} + u_{kВН} - u_{kСН}) \tag{4.4}$$

$$U_{KB} = 0{,}5 \cdot (0 + 7{,}5 - 0) = 3{,}75$$

$$U_{KC} = 0{,}5 \cdot (u_{kBC} + u_{kCH} - u_{kCB}) \quad (4.5)$$

$$U_{KC} = 0{,}5 \cdot (0 + 0 - 7{,}5) = 0$$

$$U_{KH} = 0{,}5 \cdot (u_{kBH} + u_{kCH} - u_{kCB}) \quad (4.6)$$

$$U_{KH} = 0{,}5 \cdot (7{,}5 + 0 - 0) = 3{,}75$$

$$I_{XX} = 0{,}8\%$$

$$X_B = \frac{U_{KB} \cdot Sб}{100 \cdot Sнн} \quad (4.7)$$

$$X_B = \frac{3{,}75 \cdot 1000}{100 \cdot 10{,}5} = 3{,}57$$

$$X_C = 0$$

$$X_H = \frac{U_{KH} \cdot Sб}{100 \cdot Sнн} \quad (4.8)$$

$$X_H = \frac{3{,}75 \cdot 1000}{100 \cdot 10{,}5} = 3{,}57$$

Энергожүйеден қысқа тұйықталу тогы

$$I_{кс} = \frac{Iб}{X_{тр.с} + X_{БТКС} + X_{лэп}} \quad (4.9)$$

$$I_{кс} = \frac{54{,}98}{3{,}57 + 10 + 114{,}3} = 0{,}43 кА$$

$$i_у = \sqrt{2} \cdot Ky \cdot Ik \quad (4.10)$$

$$i_у = \sqrt{2} \cdot 1{,}8 \cdot 0{,}43 = 1{,}1 кА$$

4.2 10 кВ кернеуде сөндіргіштердің параметрін тексеру

$$S_{р.завода} = 6413{,}7 \text{ кВА}$$

Есептік ток:

$$Ip = \frac{S_{P.ЗАВ.}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_н} \quad (4.11)$$

$$Ip = \frac{6413{,}7}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10{,}5} = 176{,}4\ A$$

Апаттық ток:

$$Iав = 2 \cdot Ip \quad (4.12)$$

$$Iав = 2 \cdot 176{,}4 = 352{,}8\ \text{А}$$

Кіріс сөндіргіші: ВЭМ-10Э-1000/20У3 вакуумдық сөндіргішті қарастырамыз.

4.1-кесте– Кіріс сөндіргіш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
10 кВ	10 кВ	$U_н > U_н$
1000 А	352,8 А	$I_{ном} > I_{ав}$
25 кА	0,43 кА	$I_{откл} > I_{кз}$
20 кА	1,1 кА	$I_{дин} > I_{уд}$

БТҚС кіріс сөндіргіш арқылы өтетін қуаттың жартысы шинадағы секциондық сөндіргіш арқылы өтеді. Сонымен есептік ток:

$$Ip = 176{,}4\ \text{А}$$

Секционды сөндіргіш: ВЭМ-10Э-1000/20У3 вакуумдық сөндіргішті қарастырамыз.

4.2-кесте– Секционды сөндіргіш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
10 кВ	10 кВ	$U_н > U_н$
1000 А	176,4 А	$I_{ном} > I_{ав}$
25 кА	0,43 кА	$I_{откл} > I_{кз}$
20 кА	1,1 кА	$I_{дин} > I_{уд}$

Тармақты линиялардың ажыратқыштарын таңдау

БТҚС-(ТҚС1-2) магистралі

$$I_p = \frac{S_{pTT\,1,3}}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot 2} \quad (4.13)$$

$$I_p = \frac{3130,4}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 86,1\ A$$

Iав = 172,2 А

ВЭМ-10Э-1000/20У3 вакуумдық сөндіргішті қарастырамыз.

4.3-кесте– Сөндіргіш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
10 кВ	10 кВ	$U_н > U_н$
1000 А	172,2 А	$I_{ном} > I_{ав}$
25 кА	0,43 кА	$I_{откл} > I_{кз}$
20 кА	1,1кА	$I_{дин} > I_{уд}$

БТҚС-(ТҚС3-4) магистралі:

$$I_p = \frac{S_{pTT\,3,4,5,6}}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot 2} \qquad (4.14)$$

$$I_p = \frac{2058,6}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 56,6\ A$$

Iав = 113,2 А

ВЭМ-10Э-1000/20У3 вакуумдық сөндіргішті қарастырамыз.

4.4-кесте– Сөндіргіш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
10кВ	10 кВ	$U_н > U_н$
1000 А	113,2 А	$I_{ном} > I_{ав}$
25 кА	0,43 кА	$I_{откл} > I_{кз}$
20 кА	1,1кА	$I_{дин} > I_{уд}$

БТҚС-(ТҚС5) магистралі:

$$I_p = \frac{S_{pTT\,3,4,5,6}}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot 2} \qquad (4.15)$$

$$I_p = \frac{1373,7}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 37,8\ A$$

Iав = 75,6 А

ВЭМ-10Э-1000/20У3 вакуумдық сөндіргішті қарастырамыз.

4.5-кесте– Сөндіргіш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
10кВ	10 кВ	$U_н > U_н$
1000 А	75,6 А	$I_{ном} > I_{ав}$
25 кА	0,43 кА	$I_{откл} > I_{кз}$
20 кА	1,1кА	$I_{дин} > I_{уд}$

$Q_{ВБК}$ -ға ажыратқыш таңдау

$Q_{ВБК} = S_р$ =1358,4 кВар-ға теңестіріп аламыз

$$I_p = \frac{S_{pВВБ}}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot 2} \quad (4.16)$$

$$I_p = \frac{1358{,}4}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10{,}5} = 37{,}4\ A$$

$$Iав = 2 \cdot Iр \quad (4.17)$$

$$Iав = 2 \cdot 37{,}4 = 74{,}8\ А$$

Секционды сөндіргіш: ВЭМ-10Э-1000/20У3 вакуумдық сөндіргішті қарастырамыз

4.6-кесте– Секционды сөндіргіш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
10кВ	10 кВ	$U_н > U_н$
1000 А	74,8 А	$I_{ном} > I_{ав}$
25 кА	0,43 кА	$I_{откл} > I_{кз}$
20 кА	1,1кА	$I_{дин} > I_{уд}$

4.3 Тоқ трансформаторларының параметрін тексеру

Ағымдағы трансформатор келесі талаптарға сәйкес таңдалады:

1) қондырғы кернеу ретінде: $U_{ном\ тт} \geq U_{ном\ уст\text{-}ки}$;

2) ток бойынша: $I_{ном\ тт} \geq I_{расч}$;

3) электро динамикалық беріктігі арқылы: $Кдин \geq \frac{i_{уд}}{\sqrt{2} \times I_{номтт}}$;

4) екінші реттік жүктеме арқылы: $S_{н2} \geq S_{нагр\,расч}$;

5) термикалық беріктігі арқылы: $Ктс = \frac{I_{об} \times \sqrt{t}}{I_{номтт} \times t_{нт}}$;

6) құрылымы мен дәлдік арқылы.

а) Кіріс трансформаторын және секциялық қосқышты таңдау.

4.7-кесте-Шығатын желілерде орнатылған өлшеуіш аспаптар

Құрал	Тип	А, ВА	В, ВА	С, ВА
Амперметр	Э-350	0,5	0,5	0,5
Ваттметр	САЗ-И681	2,5	2,5	2,5
Варметр	СР4-И689	2,5	2,5	2,5
Активті қуат есеп.	Д-355	0,5	-	0,5
Реактивті қуат есеп.	Д-345	0,5	-	0,5
Барлығы		6,5	5,5	6,5

ТЛ-10У3 ток трансформаторын қарастырамыз: $I_н = 3000\,А$; $U_н = 10\ кВ$; $S_н = 30\,ВА$.

4.8-кесте– Тоқ трансформаторының шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
10 кВ	10 кВ	$U_н > U_н$
3000 А	352,8 А	$I_{ном} > I_{ав}$
125 кА	1,1 кА	$I_{откл} > I_{кз}$
30 кА	10,5 кА	$I_{дин} > I_{уд}$

ТТ-ң екінші орамдық жүктемені қарастырамыз.

Екінші жүктеме кедергісі құралдың кедергісінен, қосылатын сымнан және ауыспалы түйреуіш кедергісінен тұрады:

$$R_2 = R_{приб} + R_{пров} + R_{к\text{-}тов} \tag{4.18}$$

Құрал кедергісін келесі өрнекпен шығарылады:

$$r_{приб} = \frac{S_{приб}}{I_2^2} \tag{4.19}$$

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

$$r_{2н} = \frac{S_{2нтт}}{I_2^2} \qquad (4.20)$$

$$r_{2н} = \frac{30}{5^2} = 1,2 \text{ Ом}$$

Желінің кедергісінің мүмкін шегі

$$r_{доппр} = r_{2н} - r_{приб} - r_{кон} \qquad (4.21)$$

$$r_{доппр} = 1,2 - 0,26 - 0,1 = 0,84 Ом$$

$$q_{пров} = \frac{\rho \times L}{r_{доп}} \qquad (4.22)$$

$$q_{пров} = \frac{0,028 \times 5}{0,84} = 0,16 \text{ мм}^2$$

АКР ТВ F=2,5мм^2 сымын таңдаймыз.

$$R_{пров} = \frac{\rho \times L}{F} \qquad (4.23)$$

$$R_{пров} = \frac{0,028 \times 5}{2,5} = 0,056 \text{ Ом}$$

$$S_2 = R_2 \cdot I_2^2 \qquad (4.24)$$

$$S_2 = 0,416 \cdot 5^2 = 10,5 \text{ ВА}$$

$$R_2 = R_{приб} + R_{пров} + R_{к\text{-}тов} \qquad (4.25)$$

$$R_2 = 0,26 + 0,056 + 0,1 = 0,416 \text{ Ом}$$

БТҚС шинаның көлденең қимасын ауыстыру үшін ток трансформаторын қарастырамыз: ТЛ-10У3: $I_н = 3000$ А; $U_н = 10$ *к*В; Ір = 176,4 А.

4.9-кесте- Шығатын желілерде орнатылған өлшеуіш аспаптар

Құрал	Тип	А, ВА	В, ВА	С, ВА
Амперметр	Э-350	0,5	0,5	0,5
Барлығы		0,5	0,5	0,5

4.10-кесте– Тоқ трансформаторының шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
10 кВ	10 кВ	$U_н > U_н$
3000 А	176,4 А	$I_{ном} > I_{ав}$
125 кА	1,1 кА	$I_{откл} > I_{кз}$
30 кА	10,5 кА	$S_{2н} > S_{2р}$

$$r_{приб} = \frac{S_{приб}}{I_2^2} \quad (4.26)$$

$$r_{приб} = \frac{0,5}{5^2} = 0,02 \text{ Ом}$$

$$r_{2н-ка} = \frac{S_{2н\,тт}}{I_2^2} \quad (4.27)$$

$$r_{2н-ка} = \frac{10}{5^2} = 0,4 \text{ Ом};$$

$$r_{доппр} = r_{2н} - r_{приб} - r_{кон} \quad (4.28)$$

$$r_{доппр} = 0,4 - 0,02 - 0,1 = 0,28 \text{ Ом}$$

$$q_{пров} = \frac{\rho \times L}{r_{доп}} \quad (4.29)$$

$$q_{пров} = \frac{0,028 \times 5}{0,28} = 0,5 \text{ мм}^2;$$

АКР ТВ сымын таңдаймыз; F=2,5 мм^2;

$$R_{пров} = \frac{\rho \times L}{F} \quad (4.30)$$

$$R_{пров} = \frac{0,028 \times 5}{2,5} = 0,056 \text{ Ом};$$

$$S_2 = R_2 \cdot I_2^2 \quad (4.31)$$

$$S_2 = 0,176 \cdot 5^2 = 4,4 \text{ ВА}$$

$$R_2 = R_{приб} + R_{пров} + R_{к-тов} \quad (4.32)$$

$$R_2 = 0{,}02 + 0{,}056 + 0{,}1 = 0{,}176\,\text{Ом}$$

б) БТҚС-(ТҚС1,ТҚС2), БТҚС-(ТҚС3,ТҚС4), БТҚС-(ТҚС5), БТҚС-РП линияларының ТТ-н таңдау;

4.11-кесте - Шығатын желілерде орнатылған өлшеуіш аспаптар

Құрал	Тип	А, ВА	В, ВА	С, ВА
Амперметр	Э-350	0,5	0,5	0,5
Ваттметр	САЗ-И681	2,5	2,5	2,5
Варметр	СР4-И689	2,5	2,5	2,5
Барлығы		5,5	5,5	5,5

$$r_{приб} = \frac{S_{приб}}{I_2^2} \qquad (4.33)$$

$$r_{приб} = \frac{5{,}5}{5^2} = 0{,}22\ \text{Ом},$$

$$r_{2н\text{-}ка} = \frac{S_{2н\,тт}}{I_2^2} \qquad (4.34)$$

$$r_{2н\text{-}ка} = \frac{10}{5^2} = 0{,}4\ \text{Ом}$$

$$r_{доппр} = r_{2н} - r_{приб} - r_{кон} \qquad (4.35)$$

$$r_{доппр} = 0{,}4 - 0{,}22 - 0{,}1 = 0{,}08\ \text{Ом}$$

$$q_{пров} = \frac{c \times L}{r_{доп}} \qquad (4.36)$$

$$q_{пров} = \frac{0{,}028 \times 5}{0{,}08} = 1{,}75\ \text{мм}^2$$

АКРТВ сымын таңдаймыз; F=2,5мм^2

$$R_{пров} = \frac{c \times L}{F} \qquad (4.37)$$

$$R_{пров} = \frac{0{,}028 \times 5}{2{,}5} = 0{,}056\ \text{Ом},$$

$$S_2 = R_2 \cdot I_2^2 \quad (4.38)$$

$$S_2 = 0{,}376 \cdot 5^2 = 9{,}4\,\text{ВА}$$

$$R_2 = R_{приб} + R_{пров} + R_{к\text{-}тов} \quad (4.39)$$

$$R_2 = 0{,}22 + 0{,}056 + 0{,}1 = 0{,}376\ \text{Ом}$$

БТҚС-(ТҚС1-2) линиясының ТТ-ы: $I_{ав} = 172{,}2\,А$; ТПЛ-10К 400/5 тоқ трансформаторын таңдаймыз:

4.12-кесте– Тоқ трансформаторының шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
10 кВ	10кВ	$U_н > U_н$
400 А	172,2 А	$I_{ном} > I_{ав}$
74,5 кА	1,1 кА	$I_{откл} > I_{кз}$
15 кА	10,5 кА	$S_{2н} > S_{2р}$

БТҚС-(ТҚС3-4) линиясының ТТ-ы: $I_{ав} = 113{,}2\,А$; ТПЛ-10К 400/5 тоқ трансформаторын таңдаймыз:

4.13-кесте– Тоқ трансформаторының шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
10 кВ	10кВ	$U_н > U_н$
400 А	113,2 А	$I_{ном} > I_{ав}$
74,5 кА	1,1 кА	$I_{откл} > I_{кз}$
15 кА	10,5 кА	$S_{2н} > S_{2р}$

БТҚС-(ТҚС5) линиясының ТТ-ы: $I_{ав} = 75{,}6\,А$; ТПЛ-10К 400/5 тоқ трансформаторын таңдаймыз:

4.14-кесте– Тоқ трансформаторының шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
10 кВ	10кВ	$U_н > U_н$
400 А	75,6 А	$I_{ном} > I_{ав}$
74,5 кА	1,1 кА	$I_{откл} > I_{кз}$
15 кА	10,5 кА	$S_{2н} > S_{2р}$

4.4 Кернеу трансформаторларының параметрін тексеру

Ағымдағы трансформатор келесі талаптарға сәйкес таңдалады:

1) құрылғы кернеу ретінде: $U_{ном\ тт} \geq U_{ном\ уст\text{-}ки}$;

2) екінші реттік жүктеме арқылы: $S_{ном2}$ $S_{2ррас}$;

3) дәлдік ақылы;

4) құрылымы мен жалғануы арқылы.

4.15-кесте- Шинадан шығатын желілерде орнатылған өлшеуіш аспаптар

Құрал	Тип	$S_{об\text{-}ки}$, ВА	Орам саны	$\cos\varphi$	$\sin\varphi$	Құрал саны	$P_{общ}$, Вт	$Q_{общ}$, вар
Амперметр	Э-335	2	2	1	0	2	8	-
Ваттметр	Д-335	1,5	2	1	0	1	3	-
Варметр	И-335	1,5	2	1	0	1	3	-
Активті қуат есеп.	СА3-И681	3 Вт	2	0,38	0,925	9	54	131,4
Реактивті қуат есеп.	СР4-И689	3 вар	2	0,38	0,925	9	22,18	54
Барлығы							90,18	185,45

Есептелінетін екінші реттік жүктеме

$$S_{2р} = \sqrt{P^2 + Q^2} \qquad (4.40)$$

$$S_{2р} = \sqrt{90{,}18^2 + 185{,}45^2} = 206{,}2\ \text{ВА}.$$

НТМИ-10-66У3 типті КТ тандаймыз және шартын қарастырамыз

4.16-кесте– Кернеу трансформаторының шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
10 кВ	10 кВ	$U_н > U_н$
960 кА	206,2 кА	$S_{2н} > S_{2р}$

Орамдардың жалғанылу сұлбасы Y-0/Y-0/◁-0

4.5 ТҚС жүктемеге ажыратқыштарының параметрін тексеру

$$I_p = \frac{S_н}{\sqrt{3} \cdot U_н} \qquad (4.41)$$

$$I_p = \frac{1600}{\sqrt{3} \cdot 10{,}5} = 87{,}98 \text{ А}$$

Барлық трансформаторларға ВНПу –10/400 –10зп ЗУЗ с ПК-10/100 жүктеме қосқышының түрі алынады. Таңдалған жүктеме қосқышын қарастырамыз:

4.17-кесте– Ажыратқыш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
10 кВ	10 кВ	$U_н > U_н$
400 А	87,98 А	$I_{ном} > I_р$
25 кА	1,1 кА	$I_{скв} > i_{уд}$

4.6 ТҚС автоматты ажыратқыштарының параметрін тексеру

$$I_p = \frac{S_н}{\sqrt{3} \cdot U_н} \qquad (4.42)$$

$$I_p = \frac{1600}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = 2430{,}94 \text{ А}$$

ВА74 ажыратқышы $I_{доп}$=3000 А.

4.7 БТҚС шинасының параметрін тексеру

Ағымдағы ажыратымдылыққа сәйкес шинаны таңдаймыз

$$I_{ав} = 352{,}8 \text{ А}; \; I_р = 176{,}4 \text{ А}$$

$I_{доп}$=545 А рұқсатты тогы бар 40х5 мм^2 тікбұрышты алюминий шинасын таңдаймыз.

$$I_{доп} \geq Iав$$

545 А>352,8 А

а) Шинаның қысқа тұйықталу тогын түрлендіру үшін электр динамикалық беріктілігін тексеру:

$$Fp = 1{,}76 \cdot iуд^2 \cdot \frac{L}{a} \times 10^{-2} \qquad (4.43)$$

$$Fp = 1{,}76 \cdot 23д^2 \cdot \frac{200}{35} \times 10^{-2} = 37\ Н$$

$$W = 0{,}17 \cdot n \cdot b \cdot h^2 \qquad (4.44)$$

$W = 0{,}17 \cdot 0{,}6 \cdot 5^2 = 2{,}55\ см^2$ – кедергісінің моменті.

$$\delta расч = \frac{Fp.асч \times L}{10 \times W} = \frac{1{,}76 \times 10^{-3} \times iу.д.^2 \times L^2}{a \times W} \qquad (4.45)$$

$$\delta расч = \frac{1{,}76 \times 10^{-3} \times 23^2 \times 200^2}{35 \times 2{,}55} = 418\ кгс/см^2 \approx 41\ мПа$$

$$\delta_{доп} \geq \delta_{расч}$$

$$65\ МПА \geq 41\ МПА$$

$\delta_{доп}$ – АТ шинасына келесідей($\delta_{доп} = 650\ кгс/см^2 = 65\ МПа$)

б) Шинаның термикалық беріктілігін тексеру

Термикалық беріктілігін қамтамасыз ету үшін минималды көлденең қима

$$Sтт = \alpha \cdot Iкз \propto \cdot \sqrt{tn} \qquad (4.46)$$

$$Sтт = 11 \cdot 0.43 \cdot \sqrt{0.4} = 2.99\ мм^2$$

$$Sн = 4{,}77\ см^2 \geq Sтт = 0{,}299\ см^2$$

4.8 Изолятор параметрін тексеру

ИО-10-3,75 II УЗ
Тексеру шарты:

$$1)\ U_{Н} \geq U_{н.уст};\qquad 10{,}5\,кВ \geq 10{,}5\,кВ$$

$$2)\ F_{доп} \cdot 0{,}6 \geq F_{расч};0{,}6 \cdot 1600 \cdot 10^{-1} = 96\ Н \geq 3{,}75\ Н$$

$$3)\ I_{НН} \geq I_{\infty}\qquad 18\ кА \geq 8{,}7\ кА$$

4.18- кесте- БТҚС-ға таңдалынған кабелдер

Участок атауы	$S_р$, кВА	Траншея-дағы кабель саны	Жүктеме		Экономикалық тығыздығы бойынша		Шектен аспаған жүктеме бойынша		Қысқа тұйықталу тоғы бойынша		Таңдалған кабель	$I_{доп}$, А
			$I_р$, А	$I_{ав}$, А	$j_{э,А/мм^2}$	$F_э$,мм^2	$К_п$	$I_{доп}$, А	$I_к$, А	S_{min},мм		
БТҚС-(ТҚС1-2)	3130,4	4	86,1	172,2	1,2	71,75	0,9	148,5	0,43	3,27	ААШв-10-(3×95)	205
ТҚС1-ТҚС2	1878,3	2	51,66	103,32	1,2	43,05	0,9	132	0,43	3,27	ААШв-10-(3×70)	165
БТҚС-(ТҚС3-4)	2058,6	4	56,6	113,2	1,2	47,16	0,9	148,5	0,43	3,27	ААШв-10-(3×70)	165
ТҚС3-ТҚС4	1235,2	2	33,96	67,92	1,2	28,3	0,9	132	0,43	3,27	ААШв-10-(3×16)	75
БТҚС-(ТҚС5)	1373,7	2	37,8	75,6	1,2	31,5	0,9	132	0,43	3,27	ААШв-10-(3×16)	75
ТҚС5	824,3	2	22,7	45,4	1,2	18,91	0,9	132	0,43	3,27	ААШв-10-(3×16)	75

ҚОРЫТЫНДЫ

Менің дипломдық жұмысымның тақырыбы " Өнеркәсіптік аймақты электрмен жабдықтау". Жобаның бастапқы деректері: бас жоспар, цехтар бойынша белгіленген қуаттар. Жұмыста өнеркәсіптік аймақты электрмен жабдықтау жүйесінің маңыздылығы қарастырылды.

Электр қабылдағыштардың берілген саны бойынша жүктемелер есептеліп, есептік қуаты 0,4 кВ анықталынып, 10 цех трансформаторы қабылданды. Сонымен қатар 0,4 кВ кернеулі шинаға конденсатор батареясы қосылды ол реактивті қуатты компенсациялауға қарастырылған.

Әрі қарай электрмен жабдықтау нұсқаларын техникалық-экономикалық салыстыру жүргізілді, екі нұсқа қарастырылды:бірінші нұсқа 110кВ, ал екінші нұсқа 10 кВ кернеудегі салыстыру. Осы техникалық-экономикалық салыстыру кезінде ажыратқыштар, күштік кабельдар мен тоқ және кернеу трансформаторы таңдалды.

Электрмен жабдықтау жүйесін құрудың маңызды аспектісі-қауіпсіздік. Жалпы, электрмен жабдықтау жүйесі өнеркәсіптік базаның үздіксіз жұмысын қамтамасыз етуде, энергия тиімділігін арттыруда және пайдалану шығындарын азайтуда шешуші рөл атқарады. Алайда, оны құру және пайдалану кезінде қауіпсіздік пен экологиялық қауіпсіздік аспектілерін ескеру қажет.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 “ Электр желілері мен электр жабдықтарын жобалау бойынша анықтама” Г.Ю.Барыбин және т.б.. – М. Энергоатомиздат, 1991.

2 Киреева А.Э. Электр жабдығы бойынша анықтама кітапшасы, 2004.

3 Сибикин Д.Ю. Өнеркәсіптік кәсіпорындар мен қондырғыларды электрмен жабдықтау: проф. оқу орындарына арналған оқулық. – М.: Высшая школа, 2001.

4 Қондырғыларды орнату ережелері. – ДЕАН, 2001.

5 Федоров А.А., Старкова Л.Е. Курстық и дипломдық жобаларға арналған оқу пособьесі. – М. Энергоатомиздат, 1987.

6 Бузко И.А., Левин С.М. Мекенді аймақтарды электрмен жабдықтау. Мәскеу: Агропромиздат, 1986 ж.

7 Веников В.А., Идельчик В.И., Лисеев М.С. Электр жүйелеріндегі кернеуді реттеу. Мәскеу: Энергоатимиздат, 1985 ж.

8 Ополев Г.Н. Қосалқы станцияны электрмен жабдықтау сызбасы: Мәліметтер: О(қу пособиесі. –М.: ФОРУМ ИНФРА-М, 2006.

9 Князевский Б.А., Липкин Б.Е. Өнеркәсіптік кәсіпорындар электрмен жабдықтау. -М: Высшая школа, 1986.

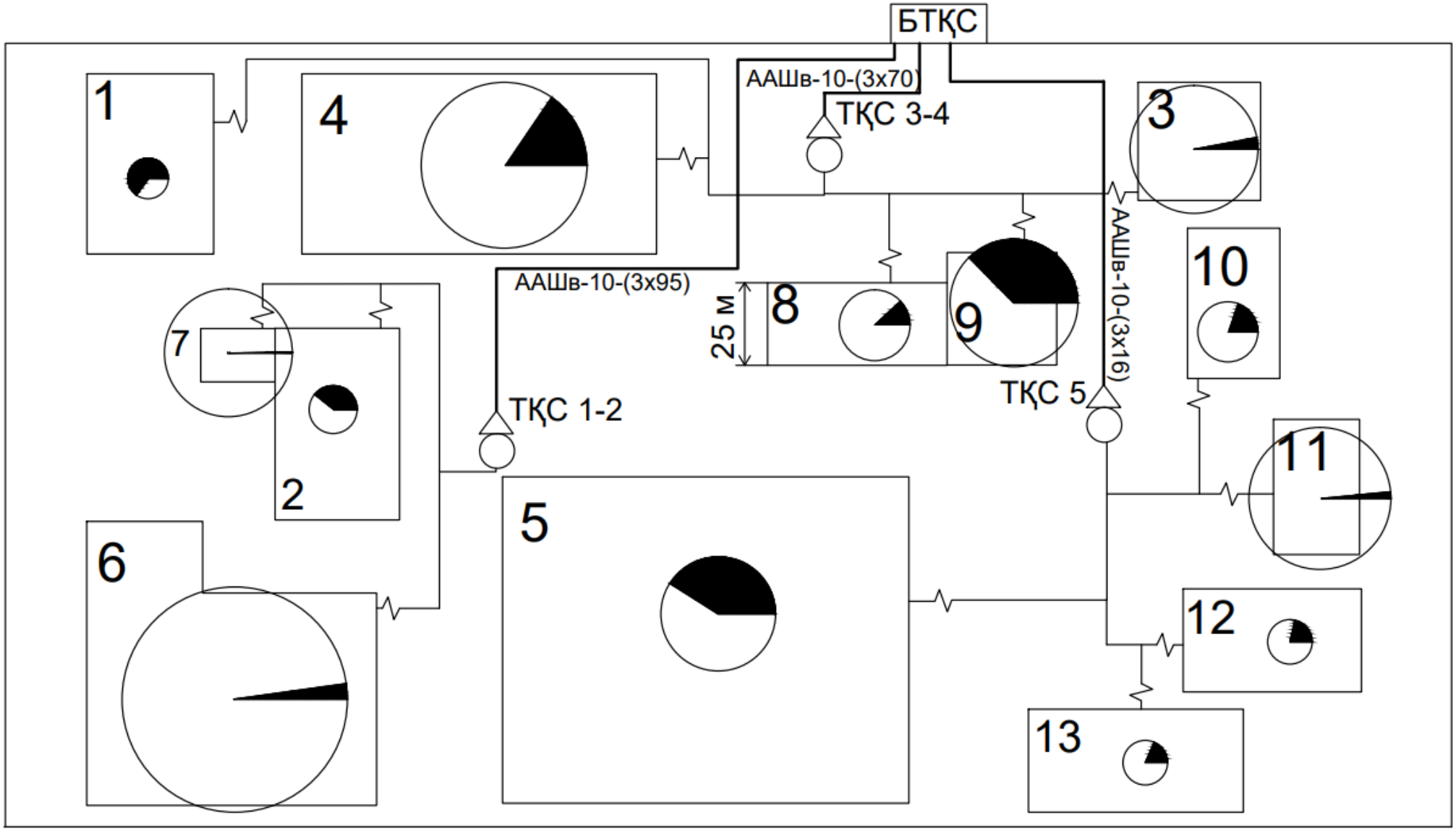
10 Кудрин Б.И. Өнеркәсіптік кәсіпорындарды электрмен жабдықтау: Жоғары оқу орындарының студенттеріне арналған оқу құралы / Б.И. Кудрин.-М.: Intermet Engineering, 2005 ж.

11 Самсонов В.С., Вяткин М.А. Энергетикалық кешен кәсіпорындарының экономикасы. - М.: Высшая школа, 2003.

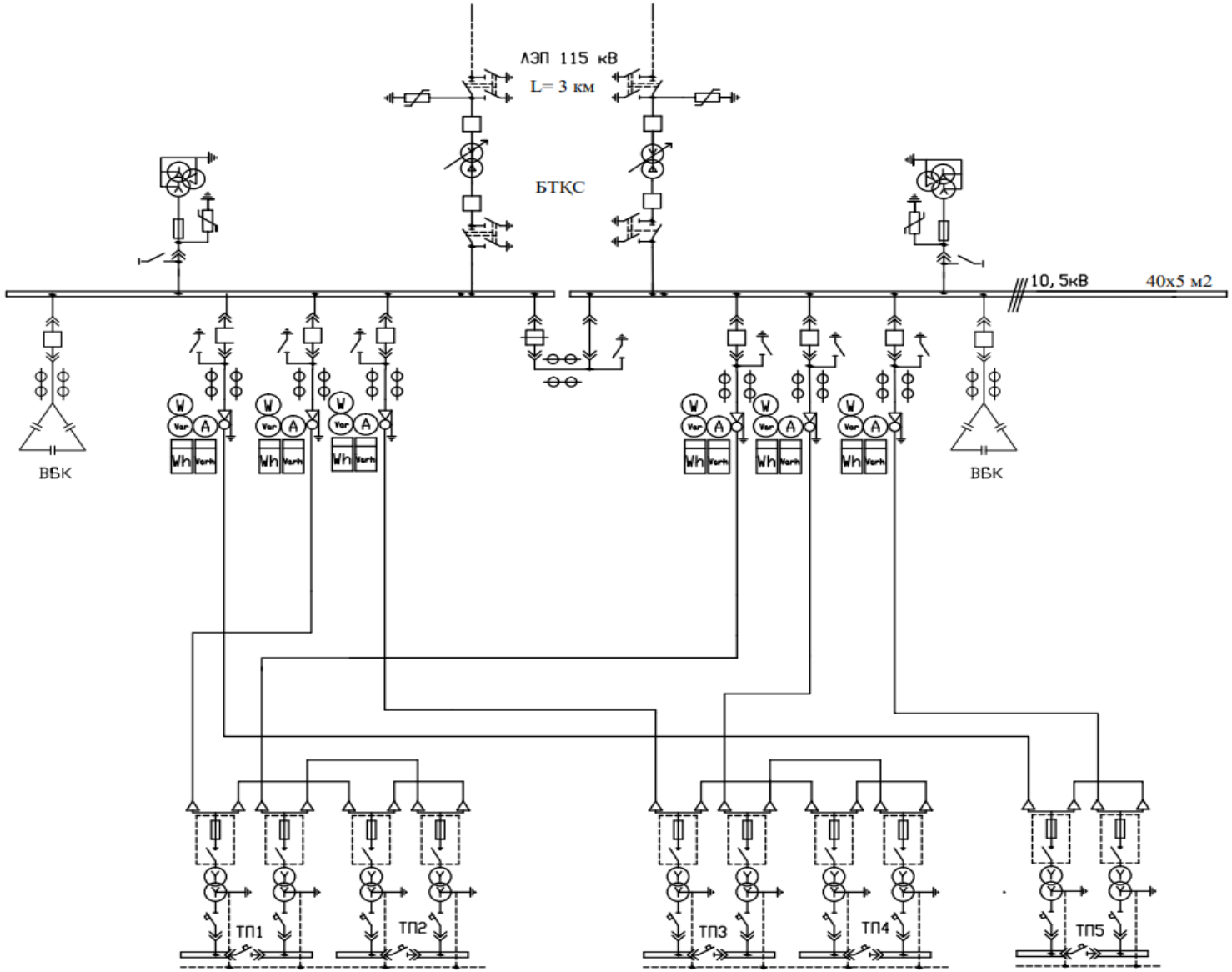
12 Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электростанция мен қосалқы станцияның электрлік бөлігі. - М.: Энергоатомиздат, 1989.

13 Миронов Ю.М., Миронов А.Н. Электртермиялық, плазмалық және сәулелік қондырғыларды электр қондырғылармен электрмен жабдықтау /Жоғары оқу орындарға оқу пособьесі. – М.: Энергоатомиздат, 2011.

14 ҚазҰТЗУ СТ-09-2023 ж. Мәтіндік және графикалық материалдардың құрылымына, әзірленуіне, ресімделуі мен мазмұнына қойылатын жалпы талаптар. Оқу жұмыстары. Алматы ҚазҰТЗУ, 2023 ж



А1-сурет- Зауыттың бас жоспары



АС-120/19
ОПН-110У1
2 х ТМН-6300/110
ТЛ-10УЗ
НТМИ-10-66УЗ
ВНПу-10/400-10зп ЗУЗ
с ПК-10/100
ВА74
ИО-10-3,75 II УЗ
Varh: СР3-И689;
W: Д-355;
A: Э-350;
Var: Д-345;
Wh: СА3-И681.

ТП кабельдері:
БТҚС(ТҚС1-2): ААШв-10-(3х95), Ідоп= 205 А
ТҚС1-ТҚС2: ААШв-10-(3х70), Ідоп= 165 А
БТҚС(ТҚС3-4): ААШв-10-(3х70), Ідоп= 165 А
ТҚС3-ТҚС4: ААШв-10-(3х16), Ідоп= 75 А
БТҚС(ТҚС5): ААШв-10-(3х16), Ідоп= 75 А
ТҚС5: ААШв-10-(3х16), Ідоп= 75 А

А2-сурет- Зауыттың бір желілік сұлбасы

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Адилкереев Азиз Багдатович

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Өнеркәсіптік аймақты электрмен жабдықтау жүйесі

Научный руководитель: Асель Жуматова

Коэффициент Подобия 1: 10.3

Коэффициент Подобия 2: 2.8

Микропробелы: 13

Знаки из здругих алфавитов: 50

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☑ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата 2.06.2023

Заведующий кафедрой Энергетики

Сарсембаев Е.Л.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Адилкереев Азиз Багдатович

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Өнеркәсіптік аймақты электрмен жабдықтау жүйесі

Научный руководитель: Асель Жуматова

Коэффициент Подобия 1: 10.3

Коэффициент Подобия 2: 2.8

Микропробелы: 13

Знаки из здругих алфавитов: 50

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☑ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование: допустить к защите

Дата

02. 06. 2023

проверяющий эксперт

Тарланова А.Н.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ»

Адилкереев Азиз Багдатович

6В07101-«Энергетика» мамандығы бойынша

Өнеркәсіптік аймақты электрмен жабдықтау жүйесі

тақырыбындағы дипломдық жұмысына

СЫН – ПІКІР

Студент Адилкереев А.Б. дипломдық жұмыста өнеркәсіптік аймақты электрмен жабдықтау жүйесінің жұмыс режимдерін талдау және есептеу келтірген. Өнеркәсіптік аймақты электрмен жабдықтау жүйелерінде жөндеу-механикалық цехтың электрлік жүктемелері есептеліп, өнеркәсіптік аймақтың нақтыланған жүктемесінің есептелуі және сыртқы электрмен жабдықтау схемаларының нұсқалары салыстырылған.

Жоба бойынша ескерту:

Салыстырмалы схемаларда түзетулер енгізу керек. Оған қарамастан жұмыс толықтай дайын . Мәліметтер жеткілікті.

Жұмысты бағалау

Студент Адилкереев Азиз өнеркәсіптік аймақты электрмен жабдықтау жүйесі нәтижесінде жоғарыда аталған мәселелерді шешу үшін жұмыста жөндеу-механикалық цехтың электрлік жүктемелерін есептеу, жарықтандыру жүктемесін есептеу, цех трансформаторлар санын анықтау және 0,4 кВ кернеудегі реактивті қуатты компенсациялануы жүргізген.

Жалпы дипломдық жұмыс кафедраның қойған талаптарына сәйкес келеді, сондықтан аттестациялық комиссия алдына қорғауға жіберілуге және «өте жақсы» А+ (95) 5,0 деген бағаға лайық деп есептеймін.

Пікір беруші
«Көлік және логистика академиясы»
Техн. ғыл. кандидаты, қауым. проф.
«Энергетика» каф.
_____ Егізекова А.Т.

«26» 05 2023 жыл

ЗАВЕРЯЮ

Ф КазНИТУ 706-17. Рецензия

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ»

Адилкереев Азиз Багдатович

6В07101-«Энергетика» мамандығы бойынша

Өнеркәсіптік аймақты электрмен жабдықтау жүйесі

тақырыбындағы дипломдық жұмысына

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыста өнеркәсіптік аймақты электрмен жабдықтау жүйесінің жұмыс режимдерін талдау және есептеу келтірген. Өнеркәсіптік аймақты электрмен жабдықтау жүйелерінде жөндеу-механикалық цехтың электрлік жүктемелері есептеліп, өнеркәсіптік аймақтың нақтыланған жүктемесінің есептелуі және сыртқы электрмен жабдықтау схемаларының нұсқалары салыстырылған.

Бұл жұмыста өнеркәсіптік аймақты электрмен жабдықтау мәселелері қарастырылады, өнеркәсіптік аймақты электрмен жабдықтаудың заманауи және энергия тиімді жүйесін құру бойынша техникалық және ұйымдастырушылық мәселелерді шешудің нұсқалары ұсынылады. Сонымен қатар, өнеркәсіптік кәсіпорындардың энергия тиімділігінің ағымдағы деңгейі талданады және энергия шығынын азайту және электрмен жабдықтау тиімділігін арттыру әдістері ұсынылады. Сондай-ақ, жұмыста өнеркәсіптік аймақты электрмен жабдықтау жүйесін жобалау және пайдалану кезіндегі қауіпсіздік шаралары бойынша негізгі аспектілер қарастырылады.

Осылайша, бұл жұмыс өнеркәсіптік аймақты электрмен жабдықтаудың күрделілігін және өнеркәсіптік саланы одан әрі дамыту үшін сенімді және тиімді электрмен жабдықтау жүйесін құрудың маңыздылығын тереңірек түсінуге мүмкіндік береді. Жарықтандыру және технологиялық желілердің жұмыс істеуі.

Дипломдық жұмыс қойылатын талаптарға сәйкес келеді және мемлекеттік аттестациялық комиссияның отырысында қорғауға жіберілді. Ал, түлек Адилкереев Азиз 6В07101-Энергетика білім беру бағдарламасы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесіне лайықты және дипломдық жұмысын «өте жақсы» 95 (А+) баллмен бағалаймын.

Ғылыми жетекші
Техн. ғыл. кандидаты
қауымдастырылған-профессор
_____ А.А. Жуматова

«02» 06 2023 жыл

Ф КазНИТУ 706-16. Отзыв научного руководителя