

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

Марат Нұрбек Олжасұлы

Трансформаторлық қосалқы станция трансформаторларының тармағының және  
коректендіру орталығының кернеуін реттеу режимін әзірлеу

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

6В07101 – «Энергетика» мамандығы

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ  
«Энергетика» кафедрасының

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ  
научного соискателя  
на кафедру  
«Энергетика»  
Институт энергетики  
и машиностроения  
Е.А.Сарсенбаев  
профессор  
«10» 06 2024 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Трансформаторлық қосалқы станция трансформаторларының тармағының және қоректендіру орталығының кернеуін реттеу режимін әзірлеу»

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

Орындаған:

Марат Н.О.

Пікір беруші  
«Біріктірілген тау-кен құрылыс компаниясы»  
ЖШС бас энергетик  
Е.А.Жолдыбеков  
«31» мая 2024 ж.

Ғылыми жетекші  
магистр, аға оқытушы  
Р.Ш.Абитаева  
«29» 05 2024 ж.

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

**БЕКІТЕМІН**

«Энергетика» кафедрасының  
меңгерушісі  
PhD, қауымдастырылған  
профессор

 Е.А.Сарсенбаев

«25» 01 2024 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Марат Нұрбек Ожасұлы.

Тақырыбы: Трансформаторлық қосалқы станция трансформаторларының тармағының және қоректендіру орталығының кернеуін реттеу режимін әзірлеу.

Университеттің академиялық мәселелер жөніндегі проректорының 4.12.2023ж. № 548-П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 14 маусым 2024 жыл.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Ауыр машина жасау зауытын электр энергиясымен жабдықтау үшін қуаты 63 МВА, кернеуі 220/110/10 кВ екі автотрансформатор орнатылған қосалқы стансада жүргізіледі. Авторансформаторлар параллельді жұмыс жасайды. Жүйенің қуаты 800 МВА, жүйенің 110 кВ жағындағы жүйенің қуатына жіберілген реактивті кедергісі 0,2. Энергожүйеден зауытқа дейінгі қашықтық 6,2 км.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі: Зауыт бойынша электр жүктемелерін есептеу, қуаттардың есептік активті және реактивті шағынын анықтау, техникалық-экономикалық есеп, кернеуі 10 кВ электр желісін есептеу және қондырғыларын таңдау, әуе электр беріліс желілері мен кабель желілерінің номиналды кернеулерін таңдау.

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)



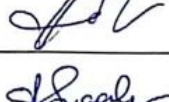

Сызба материалдары слайдтарда көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет 12 атау


Дипломдық жұмысты дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Негізгі бөлім	05.02.24 – 11.03.24 ж.	ЖОКБ
Арнайы бөлім	11.03.24 – 22.04.24 ж.	ЖОКБ
Еңбекті қорғау бөлімі	22.04.24 – 20.05.24 ж.	ЖОКБ

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	Абитаева Р.Ш, магистр, аға оқытушы	29.05.2024	
Арнайы бөлім	Абитаева Р.Ш, магистр, аға оқытушы	29.05.2024	
Еңбек қорғау бөлімі	Абитаева Р.Ш, магистр, аға оқытушы	07.06.2024	
Норма бақылау	Бердібеков Ә.О, магистр, аға оқытушы	06.06.2024	

Ғылыми жетекшісі  Р.Ш.Абитаева  
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған студент  Н.О.Марат  
(қолы)

Күні «25» 02 2024ж.



## **АҢДАТПА**

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер ауыр машина жасау зауытын электрмен жабдықтау, яғни зауыт бойынша электр жүктемелерін есептеу, қуаттардың есептік активті және реактивті шағынын анықтау, техникалық-экономикалық есеп, кернеуі 10 кВ электр желісін есептеу және қондырғыларын таңдау жүргізілді. Сонымен қатар трансформаторлық қосалқы станциялар трансформаторларының қоректендіру орталықтарында және тармақтарында кернеуді реттеудің тиімді режимін әзірлеу қарастырылды. Өзгеретін жүктемелер мен сыртқы әсерлер жағдайында кернеудің оңтайлы деңгейін таңдау болып табылады. Бұл электрмен жабдықтау сапасын жақсартуға, электр энергиясының шығынын азайтуға және электр желілерінің сенімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

## **АННОТАЦИЯ**

В дипломной работе рассмотрены вопросы электроснабжения завода тяжелого машиностроения, куда входят: расчет электрических нагрузок по заводу, определение расчетного активного и реактивного мощностей, технико-экономический расчет, расчет электрической сети напряжением 10 кВ и выбор установок. Также рассмотрены вопросы эффективного режима регулирования напряжения в питающих центрах и ветвях трансформаторов на трансформаторных подстанциях. Выбор оптимального уровня напряжения в условиях изменяющихся нагрузок и внешних воздействий. Что позволит улучшить качество электроснабжения, снизить потери электроэнергии и повысить надежность электрических сетей.

## **ANNOTATION**

The thesis deals with the issues of power supply to a heavy machinery plant, i.e. calculation of electrical loads at the plant, determination of calculated active and reactive power consumption, technical and economic calculation, calculation of an electric network with a voltage of 10 kV and the choice of installations. The development of an effective voltage regulation regime in the supply centers and transformer branches of transformer substations is also considered. Choosing the optimal voltage level under conditions of varying loads and external influences. This will improve the quality of power supply, reduce power losses and increase the reliability of power grids.

## МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	
1	Ауыр машина жасау зауытын электрмен жабдықтау	8
1.1	Дипломдық жұмысқа берілген мәліметтер	8
1.2	Зауыттың электрлік жүктемелерін есептеу	9
1.2.1	Цехтардың жарық жүктемелерін анықтау	9
1.2.2	Төмен кернеулі электрлік жүктемелерді есептеу және бас жоспарын құру	10
1.2.3	Цех трансформаторларын таңдау және төмен вольтті реактивті қуатты өтемелеу	16
1.2.4	Өтемелі реактивті қуатты анықтау	19
1.2.5	Қуаттардың есептік активті және реактивті шағынын анықтау	20
1.2.6	Жоғары вольтті есептік жүктемені анықтау	21
1.3	Техникалық-экономикалық есеп	26
1.3.1	I-нұсқа. 110 кВ кернеуі үшін өндіріс орнына дейінгі сым мен қондырғылар таңдау және капитал шығындарды есептеу	26
1.3.2	II-нұсқа. 10 кВ кернеуі үшін өндіріс орнына дейінгі сымдар мен қондырғылар таңдау және капитал шығындарды есептеу	34
1.4	Кернеуі 10 кВ электр желісін есептеу және қондырғыларын таңдау	41
2	Трансформаторлық қосалқы станция трансформаторларының тармағының және қоректендіру орталығының кернеуін реттеу режимін әзірлеу	53
2.1	Әуе электр беріліс желілері мен кабель желілерінің номиналды кернеулерін таңдау	53
2.2	Тарату желілерінің режимдік параметрлеріне статикалық жүктеме сипаттамаларының әсерін талдау	60
3	Еңбек қорғау бөлімі	69
	Қорытынды	71
	Пайдаланған әдебиеттер тізімі	72

## КІРІСПЕ

Энергетика-өндірістің маңызды салаларының бірі, оның нақты және сенімді жұмыс істеуі тұтастай алғанда мемлекеттің де, оның әрқайсысының да экономикасын табысты дамытудың кепілі болып табылады.

Оның ішінде мемлекеттік, акционерлік, жеке және т.б. жас мамандар электр энергетикалық жүйелердің жұмыс істеу режимдерін жетілдірумен, жұмыс істеп тұрған желілерді қайта құрумен, қолданыстағы электр техникалық жабдықтарды жаңғыртумен және енгізумен, пайдаланудың ағымдағы міндеттерін және дамудың перспективалық проблемаларын шешу үшін заманауи ақпараттық технологияларды пайдаланумен, материалдық және еңбек ресурстарының барлық түрлерін ақылға қонымды және ұқыпты пайдаланумен айналысуы тиіс.

Осындай маңызды шаралардың бірі кернеуді реттеу. Бұл-электр энергетикалық жүйелерінің жұмыс режимдерін басқарудың маңызды міндеттерінің бірі. Кернеуді реттеу мәселелері электр желілерінің қалыпты және авариялық және жұмыс режимдерінде туындайды. Кернеуді реттеу міндеті көп қырлы және оны тек жедел персонал ғана толық шеше алмайды, қойылған міндетті шешу шарттары электр беру желілері мен желілерін жобалау, жүктеме кестесін болжау және электр энергиясын өндіру сатысында айқындалады. Кернеуді оңтайландыру электр энергиясы сапасының қажетті көрсеткіштерін қамтамасыз етеді және тұтастай алғанда энергия жүйесінің экономикалық және техникалық көрсеткіштерін жақсартады.

Энергетикалық жүйенің жұмыс режимдерін оңтайландыру негізінен электр энергиясын өндіруге, беруге және таратуға минималды шығындармен тұрақты режимді іздеу болып табылады. Энергия жүйелерінің үнемді жұмысы белсенді және реактивті қуаттарды өндіруші көздер арасында үнемді бөлу, жүйедегі кернеу деңгейлерін оңтайлы реттеу, желілердегі қуат шығынын азайту, энергия жүйесінің оңтайлы схемасын таңдау арқылы қамтамасыз етіледі. Тарату желілеріндегі кернеу режимдерін басқару мен оңтайландырудың кейбір мәселелері осы нұсқаулықта қарастырылған. Өзара әрекеттесетін белсенді және пассивті элементтер жиынтығынан тұратын энергетикалық жүйенің қасиеттері жүйе элементтерінің параметрлері деп аталатын физикалық шамалармен сипатталады. Жүйенің параметрлеріне элементтердің өткізгіштігінің толық, активті, реактивті кедергілерінің, меншікті және өзара кедергілердің, трансформация коэффициенттерінің, жүйе параметрлерін өзгерту және т. б. мәндері жатады [1].

Жүйелердегі кернеуді оңтайлы реттеу үшін кернеуді басқару әдістерін және осы процесте қолданылатын басқару заңдарын білу қажет.

# 1 Ауыр машина жасау зауытын электрмен жабдықтау

## 1.1 Дипломдық жұмысқа берілген мәліметтер

Қоректендіру әрқайсысының қуаты 63 МВА, кернеуі 220/110/10 кВ екі автотрансформатор орнатылған қосалқы стансада жүргізіледі. Авторансформаторлар параллельді жұмыс жасайды. Жүйенің қуаты 800 МВА, жүйенің 110 кВ жағындағы жүйенің қуатына жіберілген реактивті кедергісі 0,2. Энергожүйеден зауытқа дейінгі қашықтық 6,2 км. Зауыт үш ауысымда жұмыс жасайды.

Кесте 1.1 – Зауыттың электр жүктемелері

Цехтар атауы	ЭҚ саны, n	Орнатылған қуат, кВт	
		Бір ЭҚ, P <sub>н</sub>	∑P <sub>н</sub>
1 Механикалық цех	250	5-120	4500
2 Инструменталды цех	52	140	670
3 Металл конструкция цехы	68	5-55	1400
4 Жинақтау цехы	56	5-50	1000
5 Жинақтау цезының бөлімі	35	2-80	450
6 Күю корпусы: а) 0,4 кВ	90	8-80	3500
б) ДББП1,5т	2	1000	2000
7 Ұсталық-термикалық цех	130	1-70	3300
8 Дәнекерлеу-дайындық цехы	45	1-50	1500
9 Бас дүкен	12	1-20	150
10 Ағаш өңдеу цехы	32	1-30	3300
11 Зауыт басқармасы	22	1-20	300
12 ЖММ(ГСМ) және химикаттар қоймасы	8	10-20	150
13 Компрессорлық: а) 0,4 кВ	18	10-60	420
б) СҚ 10 кВ	2	1000	2000
14 Оттегі стансасы	15	1-50	220
15 Насостық	12	10-100	970
16 Гараж	20	1-25	250
17 Қазандық	31	1-70	580



## 1.2 Зауыт бойынша электр жүктемелерін есептеу

### 1.2.1 Жарықтандыру жүктемесін есептеу

Зауыттың жүктемесін қарастыру кезінде, жарықтанатын жүктеменің мәнін сұраныс коэффициенті мен цехтің ауданының шаршы метрге жарықтанатын жүктеменің меншікті тығыздығы арқылы есептейміз. Есептеулер нәтижесін 1.2-кестеге еңгіземіз.

Бұл тәсілмен шығарылатын жарықтану жүктемелері көп жүктелінген ауысымдағы жарықтанудың орташа қуатпен бірдей болады және мына формулалар анықталады:

$$P_{e.ж.} = K_{e.ж.} \cdot P_{орн.ж.}, \text{ кВт} \quad Q_{e.ж.} = \text{tg}\varphi_{ж.} \cdot P_{e.ж.}, \text{ квар} \quad (1.1)$$

мұндағы,  $K_{co}$  – жарықтану жүктемесінің активті қуатқа байланысты сұраныс коэффициент болып табылады. Сұраныс коэффициенті ( $K_{co}$ ) цехтің типтеріне арналған анықтамадан алынады.

$\text{tg}\varphi_0$ - жарықтың қондырғыларының нақты  $\cos\varphi$  мәні бойынша анықталған реактивті қуат коэффициенті (ДРЛ мен люминисцент лампаларына арналған  $\cos\varphi$  мәні 0,9-ға тең, сәйкесінше  $\text{tg}\varphi=0,48$ .);

$P_{орн.ж.}$  – цехтің жарықтану қабылдағыштарының орнықтылығы  $u_0$  қуаты.

$$P_{орн.ж.} = \rho_{ж.} \cdot F, \text{ кВт} \quad (1.2)$$

мұндағы,  $F$  – зауыттың аумағындағы анықталған өндіріс ғимараттының ауданы,  $\rho_0$  – меншікті жарықтану жүктемесі, кВт/м<sup>2</sup>;  $\rho_0$  мәні өндіріс түрі мен анықтамалыққа байланысты алынады.

### 1.2.2 Төмен кернеулі электрлік жүктемелерін есептеу және бас жоспарын құру

Зауыт цехтарындағы күштік және жарықтану жүктемелерді есептелінген мәндерді 1.4-кестеге «Кернеуі 0,4 кВ зауыт цехтары бойынша күштік жүктемелерді есептеу» еңгіземіз.

Электр қабылдағыштар топтарының көп жүктелінген ауысымдағы орташа активті және реактивті жүктеме есептелінеді:

$$P_{см} = K_{и.} \cdot \Sigma P_{н.}, \text{ кВт} \quad (1.3)$$

$$Q_{см} = P_{см} \cdot \text{tg} \quad (1.4)$$

$$P_e = K_M \cdot P_{CM}, \text{ кВт} \quad (1.5)$$

егерде  $n_3 > 10$ ;  $Q_p = Q_{CM}$ ;  $n_3 \geq 10$ ;  $Q_p = 1,1 \cdot Q_{CM}$ ;  $K_M = f(K_H, n_3)$

Зауыттың және цехтың ТҚС оқшаулауға арналған электрлік пайдалы жүктеме сызбасын әзірлеу.

а) Шеңбер радиусы:

$$R = \sqrt{\frac{P_{e.i.}}{\pi \cdot m}}, \quad (1.6)$$

ә) Шеңбердің жарықтық жүктемесінің бөлігі:

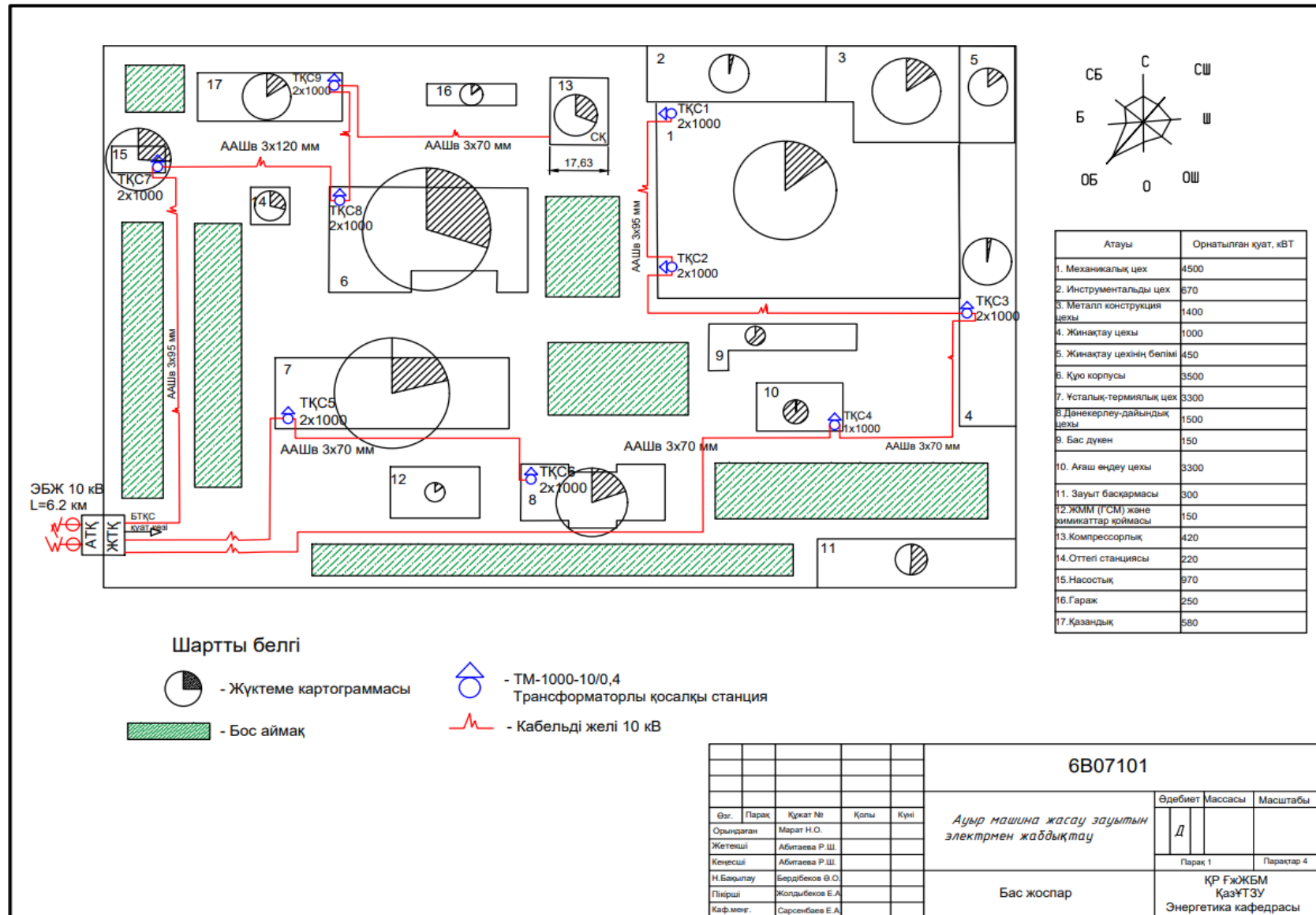
$$\alpha = \frac{P_{e.ж.i.}}{P_{e.i.}} \cdot 360, \quad (1.7)$$

мұндағы  $P_{e.i.}$  – цехтің есептік қуаты, кВт;

$m$  – масштаб ( $m=0,5$  м/мм).

Кесте 1.2 – Кәсіпорын жүктемелерінің бас жоспарын жасау үшін деректерді есептеу

Атауы	$P_{e.ж.}$ , кВт	$P_e$ , кВт	$R$ , мм	$\alpha^\circ$
1 Механикалық цех	182,8	1575	31,6	41,7
2 Инструменталды цех	50,5	234,5	12,2	77,5
3 Металл конструкция цехы	62,3	700	21,1	32,04
4 Жинақтау цехы	79	350	15	81,2
5 Жинақтау цехының бөлімі	22,27	225	12	35,6
6 Құю корпусы	119,7	2450	39,5	17,5
7 Ұсталық-термикалық цех	80,03	1980	35,5	14,5
8 Дәнекерлеу-дайындық цехы	39,52	750	22	19
9 Бас дүкен	22,8	60	6,2	136,8
10 Ағаш өңдеу цехы	21	90	7,56	84
11 Зауыт басқармасы	39,7	150	9,77	95,28
12 ЖММ(ГСМ) және химикаттар қоймасы	5,445	60	6,2	32,67
13 Компрессорлық	15,7	273	13,2	20,7
14 Оттегі стансасы	5,184	143	9,54	13,05
15 Насостық	5,05	630,5	20,03	3
16 Гараж	7,392	75	7	35,5
17 Қазандық	31,445	348	14,8	32,5



1.1-сурет – Ауыр машина жасау зауытының басжоспары сұлбасы

Кесте 1.3 – Жарықтану жүктемесін есептеу

Цехтардың атауы	Ғимарат өлшемдері, ұзындығы А (м), ені В (м)	Ғимарат ауданы, F, м <sup>2</sup>	Меншікті жарықтану жүктемесі, ρ <sub>ж</sub> , кВт/м <sup>2</sup>	Сұраныс коэф., Кс.о.	Жарықтанудың орнатылған қуаты, Р <sub>орн</sub> , кВт	Жарықтану жүктемесінің есептік қуаты		cosφ	tgφ <sub>0</sub>	Шам түрі
						Р <sub>е.ж</sub> , кВт	Q <sub>е.ж</sub> , кВар			
1 Механикалық цех	(186×117) +(69×98)	21387	0,009	0,95	192,5	182,8	87,7	0,9	0,48	ДРЛ
2 Инструменталды цех	110×36	3960	0,015	0,85	59,4	50,5	24,24	0,9	0,48	ДРЛ
3 Металл конструкция цехы	(86×69)- (36×17)	4890	0,015	0,85	73,35	62,3	30	0,9	0,48	ДРЛ
4 Жинақтау цехы	34×182,4	6188	0,015	0,85	92,82	79	38	0,9	0,48	ДРЛ
5 Жинақтау цехының бөлімі	34×62	2108	0,012	0,85	26,2	22,27	10,68	0,9	0,48	ДРЛ
6 Құю корпусы	(38×67) +(53×53) +( 19×67)	6628	0,019	0,95	126	119,7	57,4	0,9	0,48	ДРЛ
7 Ұсталық-термикалық цех	144×45,6	6480	0,013	0,95	84,24	80,03	38,41	0,9	0,48	ДРЛ
8 Дәнекерлеу-дайындық цехы	89×36	3204	0,013	0,95	41,6	39,52	19	0,9	0,48	ДРЛ
9 Бас дүкен	(30×12) +(91 ×17)	1907	0,012	1	22,8	22,8	11	0,9	0,48	ЛЛ
10 Ағаш өңдеу цехы	53×31	1643	0,015	0,85	24,6	21	10,08	0,9	0,48	ДРЛ
11 Зауыт басқармасы	33×122	3782	0,015	0,7	56,73	39,7	19	0,9	0,48	ЛЛ
12 ЖММ(ГСМ) және химикаттар қоймасы	55×33	1815	0,005	0,6	9,075	5,445	0	1	0	LED
13 Компрессорлық	36×43,2	1548	0,012	0,85	18,5	15,7	0	1	0	LED
14 Оттегі стансасы	24×24	576	0,009	1	5,184	5,184	0	1	0	LED

Кесте – 1.3 жалғасы

Цехтардың атауы	Ғимарат өлшемдері, ұзындығы А (м), ені В (м)	Ғимарат ауданы, F, м <sup>2</sup>	Меншікті жарықтану жүктемесі, ρ <sub>ж</sub> , кВт/м <sup>2</sup>	Сұраныс коэф., Кс.о.	Жарықтанудың орнатылған қуаты, P <sub>орн</sub> , кВт	Жарықтану жүктемесінің есептік қуаты		cosφ	tgφ <sub>0</sub>	Шам түрі
						P <sub>е.ж</sub> , кВт	Q <sub>е.ж</sub> , кВар			
15 Насостық	33×17	561	0,009	1	5,05	5,05	0	1	0	LED
16 Гараж	55×14	770	0,012	0,8	9,24	7,392	0	1	0	LED
17 Қазандық	89×31	2759	0,012	0,95	33,1	31,445	0	1	0	LED
Аумақты жарықтандыру		195437	0,002	1	391	391	187,68		0,48	ДРЛ

Кесте 1.4 – Кернеуі 0,4 кВ зауыт цехтары бойынша күштік жүктемелерді есептеу

Цехтардың атауы	ЭҚ саны, n	Орнатылған қуат, кВт		m	K <sub>и</sub>	cosφ	tgφ	Орташа жүктемелер		n <sub>э</sub>	K <sub>р</sub>	Есептік жүктемелер			
		P <sub>min</sub> / P <sub>max</sub> кВт	ΣP <sub>н</sub> кВт					P <sub>см</sub> , кВт	Q <sub>см</sub> , квар			P <sub>е</sub> , кВт	Q <sub>е</sub> , квар	Se, кВА	
1 Механикалық цех															
күштік жүктеме	250	5-120	4500	>3	0,35	0,75	0,88	1575	1386	75	1,11	1748,25	1386		
жарықтық жүктеме												182,8	87,7		
Қорытынды												1931,05	1473,7	2429,1	
2 Инструменталды цех															
күштік жүктеме	52	140	670	>3	0,35	0,75	0,88	234,5	206,36	9	1,65	387	226,9		
жарықтық жүктеме												50,5	24,24		
Қорытынды												437,5	251,14	504,4	



Кесте – 1.4 жалғасы

Цехтардың атауы	ЭҚ саны, n	Орнатылған қуат, кВт		m	K <sub>и</sub>	cosφ	tgφ	Орташа жүктемелер		n <sub>э</sub>	K <sub>р</sub>	Есептік жүктемелер			
		P <sub>min</sub> / P <sub>max</sub> кВт	∑P <sub>н</sub> кВт					P <sub>см</sub> , кВт	Q <sub>см</sub> , квар			P <sub>е</sub> , кВт	Q <sub>е</sub> , квар	S <sub>е</sub> , кВА	
3 Металл конструкция цехы															
күштік жүктеме	68	5-55	1400	>3	0,5	0,6	1,33	700	931	50	1,11	777	931		
жарықтық жүктеме												62,3	30		
Қорытынды												839,3	961	1276	
4 Жинақтау цехы															
күштік жүктеме	56	5-50	1000	>3	0,35	0,75	0,88	350	308	40	1,19	416,5	308		
жарықтық жүктеме												79	38		
Қорытынды												495,5	346	604,3	
5 Жинақтау цехының бөлімі															
күштік жүктеме	35	2-80	450	>3	0,5	0,8	0,75	225	168,75	11	1,34	301,5	168,75		
жарықтық жүктеме												22,27	10,68		
Қорытынды												323,77	179,43	370,1	

Кесте – 1.4 жалғасы

Цехтардың атауы	ЭҚ саны, n	Орнатылған қуат, кВт		m	K <sub>н</sub>	cosφ	tgφ	Орташа жүктемелер		n <sub>э</sub>	K <sub>р</sub>	Есептік жүктемелер			
		P <sub>min</sub> /P <sub>max</sub> , кВт	ΣP <sub>н</sub> , кВт					P <sub>см</sub> , кВт	Q <sub>см</sub> , квар			P <sub>е</sub> , кВт	Q <sub>е</sub> , квар	S <sub>е</sub> , кВА	
6 Құю корпусы															
күштік жүктеме	90	8-80	3500	>3	0,7	0,8	0,75	2450	1837,5	87	1,06	2597	1837,5		
жарықтық жүктеме												119,7	57,4		
Қорытынды												2716,7	1894,9	3312,2	
7 Ұсталық-термикалық цех															
күштік жүктеме	130	1-70	3300	>3	0,4	0,75	0,88	1980	1742,4	94	1,08	2138,4	1742,4		
жарықтық жүктеме												80,03	38,4		
Қорытынды												2218,43	1780,81	2844,7	
8 Дәнекерлеу-дайындық цехы															
күштік жүктеме	45	1-50	1500	>3	0,5	0,6	1,33	750	997,5	45	1,0	750	997,5		
жарықтық жүктеме												39,52	19		
Қорытынды												789,5	1016,5	1287,08	
9 Бас дүкен															
күштік жүктеме	12	1-20	150	>3	0,4	0,8	0,75	60	45	12	1,0	60	45		
жарықтық жүктеме												22,8	11		
Қорытынды												82,8	56	100	
10 Ағаш өңдеу цехы															
күштік жүктеме	32	1-30	300	>3	0,3	0,8	0,75	90	67,5	20	1,34	120,6	67,5		

Кесте – 1.4 жалғасы

Цехтардың атауы	ЭҚ саны, n	Орнатылған қуат, кВт		m	K <sub>и</sub>	cosφ	tgφ	Орташа жүктемелер		n <sub>о</sub>	K <sub>р</sub>	Есептік жүктемелер		S <sub>е</sub> , кВА
		P <sub>min</sub> /P <sub>max</sub> , кВт	∑P <sub>н</sub> , кВт					P <sub>см</sub> , кВт	Q <sub>см</sub> , квар			P <sub>е</sub> , кВт	Q <sub>е</sub> , квар	
жарықтық жүктеме												21	10,08	
Қорытынды												141,6	77,58	161,4
11 Зауыт басқармасы														
күштік жүктеме	22	1-20	300	>3	0,5	0,8	0,75	150	112,5	22	1,0	150	112,5	
жарықтық жүктеме												39,7	19	
Қорытынды												189,7	131,5	230,8
12 ЖММ(ГСМ) және химикаттар қоймасы	8	10-20	150	<3	0,4	0,8	0,75	60	45	8	1,0	60	49,5	
жарықтық жүктеме												5,445	0	
Қорытынды												65,445	49,5	82,05
13 Компрессорлық														
күштік жүктеме	18	10-60	420	>3	0,65	0,8	0,75	273	204,75	14	1,2	327,6	204,75	
жарықтық жүктеме												15,7	0	
Қорытынды												343,3	204,75	399,7
14 Оттегі стансасы														
күштік жүктеме	15	1-50	220	>3	0,65	0,8	0,75	143	107,25	8	1,3	186	118	
жарықтық жүктеме												5,184	0	

Кесте – 1.4 соңы

Цехтардың атауы	Ә Қ сан ы, n	Орнатылған куат, кВт		m	K <sub>н</sub>	cosφ	tgφ	Орташа жүктемелер		n <sub>э</sub>	K <sub>р</sub>	Есептік жүктемелер		
		P <sub>min</sub> / P <sub>max</sub> кВт	∑P <sub>н</sub> кВт					P <sub>см</sub> , кВт	Q <sub>см</sub> , квар			P <sub>е</sub> , кВт	Q <sub>е</sub> , квар	Se, кВА
Қорытынды												191,184	118	224,6
15 Насостық														
күштік жүктеме	12	10- 100	970	>3	0,6 5	0,8	0,75	630,5	472,8	12	1,0	630,5	472,8	
жарықтық жүктеме												5,05	0	
Қорытынды												635,5	472,8	792,08
16 Гараж														
күштік жүктеме	20	1-25	250	>3	0,3	0,7	1,02	75	76,5	20	1,0	100,5	76,5	
жарықтық жүктеме												7,392	0	
Қорытынды												107,9	76,5	132,26
17 Қазандық														
күштік жүктеме	31	1-70	580	>3	0,6	0,8	0,75	348	261	16	1,18	410,64	261	
жарықтық жүктеме												31,445	0	
Қорытынды												442,085	261	561
Аумақты жарықтандыру												391	187,6 8	
0,4 кВ шинаға қорытынды												12151,08	9790,5	15604,5

### 1.2.3 Цех трансформаторларын таңдау және төмен вольтті реактивті қуатты өтемелеу

Зауыт цехтары трансформаторларының сандары және қуаты, техника-экономикалық есептеу жолдарымен шығарылуы мүмкін, осы нәтижелерді ескере отырып: тұтынушыларды электрмен қамту сенімділік категориясы: 1кВ-қа дейінгі реактивті жүктемені компенсациялауы; жүктеме графигіне байланысты трансформатордың қалыпты қызмет атқару режимдері, бойынша есептеулер жүргізіледі [8].

Есептеуге қажетті бастапқы мәлімет:

$$P_{e0,4} = 12151,08 \text{ кВт};$$

$$Q_{e0,4} = 9790,5 \text{ квар};$$

$$S_{e0,4} = 15604,5 \text{ кВА}.$$

$$S_{\text{менш.}} = \frac{S_{e0,4}}{F}, \quad (1.7)$$

$$S_{\text{менш.}} = \frac{15604,5}{195437} = 0,09 < 0,2$$

$S_{\text{менш.}} < 0,2$  болса, онда  $S_{\text{нтр}} = 1000$  кВА.

Ауыр машина жасау зауыты 2 категориялы тұтынушыға кіреді, зауыт үш ауысыммен қызмет жасайды; соған байланысты трансформаторлардың жүктелу коэффициенті  $K_{\text{жтр}} = 0,8$ . Трансформаторлар қуаты  $S_{\text{нтр}} = 1000$ кВА тең деп аламыз.

Өте жоғары есептік активті жүктемені табу үшін керек қуаттары бірдей цех трансформаторларының ең аз саны:

$$N_{\text{Tmin.}} = \frac{P_{e0,4.}}{K_{\text{ж}} \cdot S_{\text{нт}}}, \quad (1.8)$$

$$N_{\text{Tmin}} = \frac{12151,08}{0,8 \times 1000} + 0,65 = 16$$

мұндағы  $P_{e0,4}$  – жинақты есептік активті жүктеме;  $K_{\text{ж}}$  – трансформаторлардың жүктелетін коэффициенті;  $S_{\text{нт}}$  – трансформаторлардың келтірілген номинал қуаты;  $\Delta N$  – бүтін сан жасауға дейінгі мән.

Трансформатордың экономикаға байланысты мақсатқа сәйкес саны келесі формуламен табылады:  $N_{\text{T,э}} = N_{\text{min}} + m$ ,

мұндағы  $m$  – трансформатордың қосалқы саны.

Оны қисыққа байланысты анықтамалықтан табамыз  $m$ , біздің жағдайда  $m = 1$ , сондықтан  $N_{\text{T,э}} = 16 + 1 = 17$  трансформатор.



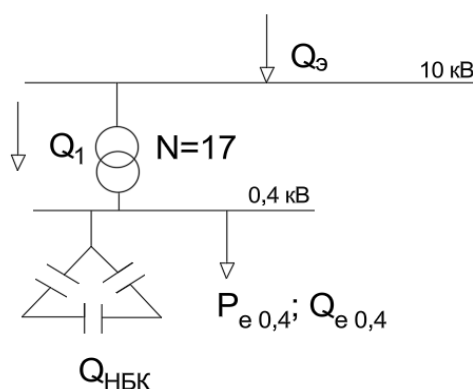
Кесте 1.5 – Цех трансформаторларының паспорттық деректері, ТМ-1000-10/0,4

$S_H$ , кВА	$\Delta P_{\text{бос}}$ , кВт	$\Delta P_K$ , кВт	$I_{\text{бос}}$ , %	$U_K$ , %
1000	2,45	11	1,4	5,5

Трансформатордың таңдалған санына байланысты кернеуі 1 кВ-қа дейінгі желіге трансформатор арқылы берілген өте жоғары реактивті қуатты есептеу:

$$Q_1 = \sqrt{(N_{T.э} \cdot N_{T.э} \cdot S_{H.тр})^2 - P_{e.0,4}}, \quad (1.9)$$

$$Q_1 = \sqrt{(17 \cdot 1000 \cdot 0,8)^2 - 12151,08^2} = 6108,3 \text{ квар}$$



1.2 – сурет – Орын алмастыру схемасы

0,4 кВ шиналарындағы реактив қуаты балансының шартынан  $Q_{\text{нбк}1}$  мәнін анықтаймыз:

$$Q_{\text{нбк}} + Q_1 = Q_{e.0,4} \quad (1.10)$$

осыдан,

$$Q_{\text{нбк}1} = 9790,5 - 6108,3 = 3682,2 \text{ квар}$$

Трансформатордың осындай тобы үшін  $Q_{\text{нбк}2}$  НБК қосалқы қуаты келесі формуламен есептелінеді:

$$Q_{\text{нбк}2} = Q_{e.0,4} - Q_{\text{нбк}1} - \gamma \cdot N_{T.э} \cdot S_{H.тр} \quad (1.11)$$

$$Q_{\text{нбк}2} = 9790,5 - 3682,2 - 0,35 \cdot 17 \cdot 1000 = 158,3 \text{ квар}$$

мұндағы  $\gamma=0,35$  есептік коэффициент;  $\gamma=f(K1, K2)$ .  
 $K1=19$ ;  $K2=27$  - қуаты  $S_{HT}=1000$ кВА трансформатор үшін.

$$Q_{нбк} = Q_{нбк 1} + Q_{нбк 2}$$

$$Q_{нбк} = 3682,2 + 158,3 = 3840,5 \text{ квар}$$

Барлық трансформаторларға сәйкес келетін бір конденсаторлар батареясының қуатын есептейміз [8]:

$$Q_{нбк \text{ тқс}} = \frac{Q_{нбк}}{N_{т.э}} \quad (1.12)$$

$$Q_{нбк \text{ тқс}} = \frac{3840,5}{17} = 226 \text{ квар.}$$

Есептеу нәтижесіне байланысты батарея конденсатор түрін таңдаймыз: УКЛ(П)Н-0,38-450-150У3 және 1.6 кестеге енгіземіз. Бұл кестеде зауыт цехтарының ТҚС-ларына төмен вольтті жүктемелерді қою көрсетілген.

Кесте 1.6 – ТҚС бойынша цехтер жүктемелерін орналастыру

(№ ТҚС, $S_{н \text{ тқс}}$ , $Q_{нбк \text{ тқс}}$ )	Цех №	$P_{e0,4}$ , кВт	$Q_{e0,4}$ , квар	$S_{e0,4}$ , кВА	Кз'
ТҚС 1 (2x1000)	1	1931,05	1473,7		
ТҚС 2 (2x1000)	2	437,5	251		
ТҚС 3 (2x1000)	3	839,3	961		
ТҚС 4 (1x1000)	4	495,5	734,6		
	5	323,77	179,43		
	9	82,8	56		
	10	141,8	77,38		
	11	189,7	131,5		
	13	343,3	212,25		
$\Sigma S_{н} = 7 \times 1000 = 7000$ кВА $Q_{нбк} = 7 \times 450 = 3150$ квар			-3150		
Қорытынды		5635,2	539,06	5661	0,8
ТҚС 5 (2x1000)	7	2218,43	1780,81		
ТҚС 6 (2x1000)	8	789,52	1016,5		
$\Sigma S_{н} = 4 \times 1000 = 4000$ кВА $Q_{нбк} = 4 \times 450 = 1800$ квар	12	65,445	49,5		
			-1800		
Қорытынды		3073,4	1042	3245	0,8

Кесте –1.6 жалгасы

№ ТҚС, S <sub>н</sub> ТҚС, Q <sub>нбк</sub> ТҚС	Цех №	P <sub>е0,4</sub> , кВт	Q <sub>е0,4</sub> , квар	S <sub>е0,4</sub> , кВА	Кз'
ТҚС 7 (2x1000)	6	2716	1894		
ТҚС 8 (2x1000)	14	191,18	118		
ТҚС 9 (2x1000)	15	635,5	472,8		
ΣS <sub>н</sub> =6 x1000=6000 кВА	16	10,9	76,5		
	17	442,08	261		
	Жарықт.	391	187,68		
Q <sub>нбк</sub> =6 x 450=2700 квар			-2700		
Қорытынды		4093,3	311,2	4105,09	0,68

#### 1.2.4 Өтемелі реактивті қуатты анықтау

Берілгендері: Q<sub>е0,4</sub> = 9790,5 квар; Q<sub>нбк1</sub>=3682,2 квар.

ТҚС1 – 4 үшін: Q<sub>е.ТҚС1-4</sub> = 3689,06 квар.

Өтемақыға дейінгі реактивті қуаттың мәні:

$$Q_{е\ нбк1,2} = \frac{Q_{нбк1} * Q_{е\ ТҚС1,2}}{Q_{е\ 0,4}}, \quad (1.13)$$

$$Q_{е\ нбк1,2} = \frac{3682,2 * 3689,06}{9790,5} = 1387,4 \text{ квар}$$

Нақты реактивті қуат:

$$Q_{\Phi.ТҚС1,2} = 7 * 450 = 3150 \text{ квар.}$$

Өтемақыланбаған қуат:

$$Q_{неск} = Q_{р.ТҚС1,2} - Q_{\Phi.ТҚС1,2}, \quad (1.14)$$

$$Q_{неск} = 3689,06 - 3150 = 539,06 \text{ квар.}$$

Кесте 1.7 – Реактивті қуаттың таратылуы

ТҚС	Q <sub>е.ТҚС</sub> , квар	Q <sub>е.НБК</sub> , квар	Q <sub>ф.ТҚС</sub> , квар	Q <sub>неск</sub> , квар
ТҚС 1-4	3689,06	1387,4	3150	539,06
ТҚС 5-6	2841,8	1068	1800	1042
ТҚС 7-9	3011,2	1132	2700	311,2
Қорытынды	9542,06	3587,4	7650	1892,26

1.2.5 Қуаттардың есептік активті және реактивті шағынын анықтау

$\Delta P_{\text{тр}}$  – есептік активті қуатты келесі формуламен анықтауға болады:

$$\sum \Delta P_{\text{тр}} = N \times (\Delta P_{\text{бос}} + \Delta P_{\text{к}} \times K_3^2), \quad (1.15)$$

мұндағы  $N$  – трансформаторлардың саны;  
 $\Delta P_{\text{бос}}$  – бос жүрісті жоғалуы;  $P_{\text{к}}$  – қысқа тұйықталу шағыны;  $K_3$  – жүктеме коэффициенті.

$\Delta Q_{\text{тр}}$  – есептік реактивті қуатты келесі формуламен анықтауға болады:

$$\sum \Delta Q_{\text{тр}} = N \times \left( \frac{I_{xx} \times S_{\text{н.тр}}}{100} + \frac{U_{кз} \times S_{\text{н.тр}} \times K_3^2}{100} \right), \quad (1.16)$$

мұндағы  $I_{xx}$  – бос жүріс тогы;  $U_{кз}$  – қысқы тұйықталу кернеуі.

ТҚС 1-4 немесе 1 магистраль үшін:  $K_3 = 0,8$   $N = 7$ .

$$\Delta P_{\text{тр} 1-4} = 7 \times (2.45 + 11 \times 0,8^2) = 120,7 \text{ кВт.}$$

$$\Delta Q_{\text{тр} 1-4} = 7 \times \left( \frac{1,4 \times 1000}{100} + \frac{5,5 \times 1000 \times 0,8^2}{100} \right) = 344,4 \text{ квар.}$$

ТҚС 5-6 үшін:  $K_3 = 0,8$   $N = 4$ .

$$\Delta P_{\text{тр} 1-4} = 4 \times (2.45 + 11 \times 0,8^2) = 38 \text{ кВт.}$$

$$\Delta Q_{\text{тр} 1-4} = 4 \times \left( \frac{1,4 \times 1000}{100} + \frac{5,5 \times 1000 \times 0,8^2}{100} \right) = 196,8 \text{ квар.}$$

ТҚС 7-9 үшін:  $K_3 = 0,68$   $N = 6$ .

$$\Delta P_{\text{тр } 1-4} = 6 \times (2.45 + 11 \times 0,68^2) = 74,7 \text{ кВт.}$$

$$\Delta Q_{\text{тр } 1-4} = 4 \times \left( \frac{1,4 \times 1000}{100} + \frac{5,5 \times 1000 \times 0,68^2}{100} \right) = 237 \text{ квар.}$$

$$\Sigma \Delta P = 120,7 + 38 + 74,7 = 233,4 \text{ кВт}$$

$$\Sigma \Delta Q = 344,3 + 196,8 + 237 = 778,2 \text{ квар}$$

### 1.2.6 Жоғары вольтті есептік жүктемені анықтау

Қозғалтқыштардың қуатына байланысты тапсырмаға сай анықтамалықтан СҚ типі мен паспорттық деректері таңдалады.

СДН-2-16-1000.  $U_n = 10 \text{ кВ}$ ;  $P_n \text{ СҚ} = 1000 \text{ кВт}$ ;  $\cos \varphi = 0,9$ ;

$N_{\text{СД}} = 2$ ;  $K_3 = 0,8$ ;  $n = 375 \text{ об/мин}$ ;  $X'' d = 19,7 \%$ .

СҚ үшін есептік қуаттарын анықтаймыз:

$$P_{\text{е. СҚ}} = P_{\text{н.СҚ}} \cdot N_{\text{СҚ}} \cdot K_3, \quad (1.17)$$

$$P_{\text{е. СҚ}} = 1000 \cdot 2 \cdot 0,8 = 1600 \text{ кВт.}$$

$$Q_{\text{е. СҚ}} = P_{\text{р.СҚ}} \cdot \text{tg} \varphi, \quad (1.18)$$

$$Q_{\text{е. СҚ}} = 1600 \cdot 0,48 = 768 \text{ квар.}$$

$$S_{\text{е}} = 1600 / 0,9 = 1777,7 \text{ кВА}$$

ДББП пештерінің есептік қуатын анықтау:

ДББП - 12Т, оған ЭЦТК-1600/10 трансформаторын таңдаймыз. Трансформатор деректері: ЭЦТК-1600/10  $S_{\text{ном}} = 1600 \text{ МВА}$ ,  $\cos \varphi = 0,8$ ,  $K_3 = 0,7$ ,  $\text{tg} \varphi = 0,75$ ,  $N = 2$ .

ДББП есептік қуатын төмендегі формуламен есептейміз:

$$P_{\text{еДББП}} = S_{\text{н}} \cdot \cos \varphi \cdot N \cdot K_3 \quad (1.19)$$

$$P_{\text{еДББП}} = 1000 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 0,7 = 1120 \text{ кВт.}$$

$$Q_{\text{еДББП}} = P_{\text{еДББП}} \cdot \text{tg} \varphi \quad (1.20)$$

$$Q_{\text{еДББП}} = 1120 \cdot 0,75 = 840 \text{ квар.}$$



$\sum Q_{ген}$  мен  $\sum Q_{потр}$  – реактивті генерациялау қуаты мен реактивті тұтыну қуатын теңестіру қажет:

$$\sum Q_{ген} = \sum Q_{потр}, \quad (1.21)$$

$$Q_{э} + Q_{р.сқ2} + Q_{ВБК} = Q_{р0.4} + \sum \Delta Q_{тр} + Q_{рез} + Q_{р.сқ1} + Q_{р.сқ3}. \quad (1.22)$$

$Q_{э}$  – кірістегі реактив қуат энерго жүйеден экономикалық жағынан тиімді реактивті қуат ретінде беріледі. Кәсіпорынға ол энергожүйенің ең жоғары жүктеме уақытында беріле алады. Оны келесі формула арқылы анықтайды:

$$Q_{э} = (0,23 \div 0,25) \cdot (P_{р0.4} + \Delta P_{тр} + P_{р.сқ}), \quad (1.23)$$

$$Q_{э} = 0,23 \cdot (12151,08 + 233,4 + 1600) = 3216,4 \text{ квар.}$$

Өндірістік орындағы реактивті қуаттың резервті шамасы бұл  $Q_{рез}$ . Оны келесідей анықтаймыз:

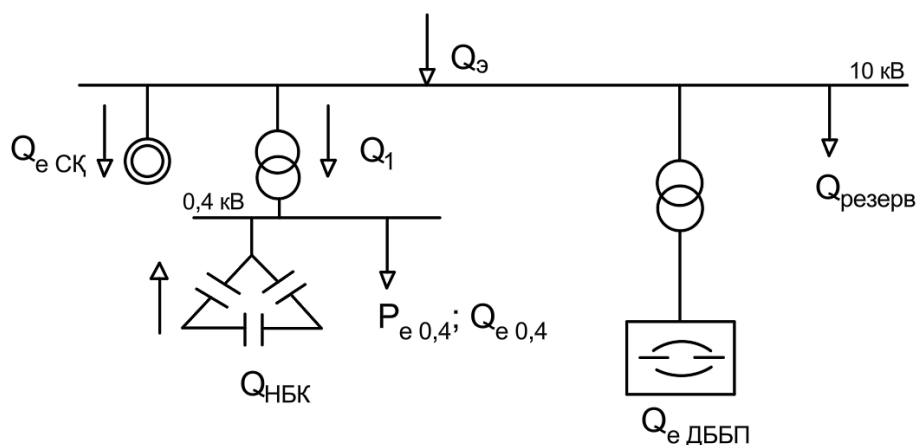
$$Q_{рез} = (0.1 \div 0.15)(Q_{е0.4} + \sum \Delta Q_{тр}), \quad (1.24)$$

$$Q_{рез} = 0.1 \cdot (9790,5 + 778,2) = 1056,8 \text{ квар.}$$

$Q_{ВБК}$  қатысты реактивті қуатты балансін теңестіруін жасаймын:

$$Q_{ВБК} = Q_{е0.4} + \sum \Delta Q_{тр} + Q_{е.сқ1} + Q_{рез} - Q_{э} - Q_{сқ} - Q_{нбк}, \quad (1.25)$$

$$Q_{ВБК} = 9790,5 + 778,2 + 1056,8 + 3216,4 - 768 - 7650 = -8,9 \text{ квар.}$$



1.3 сурет – 10 кВ шинадағы реактивті жүктеменің орынбасу сұлбасы.

Кесте 1.8 – Зауыт бойынша жүктемелердің нақтыланған есептелуі

№ ТҚС, Q <sub>нбк</sub>	Цех №	ЭҚ саны, n	Орнатылған қуат, кВт		К <sub>ср.</sub>	Орташа жүктемелер		n <sub>э</sub>	К <sub>р</sub>	Есептік жүктемелер			K <sub>з</sub>
			P <sub>min</sub> /P <sub>max</sub> кВт	∑P <sub>н</sub>		P <sub>с<sub>м</sub></sub> кВт	Q <sub>с<sub>м</sub></sub> квар			P <sub>е</sub> , кВт	Q <sub>е</sub> , квар	S <sub>е</sub> , кВА	
<i>ТҚС1-4</i>	1	250	5-120	4500	0,4	1575	1386						
	2	52	140	670		234,5	206,36						
	3	68	5-55	1400		700	931						
	4	56	5-50	1000		350	308						
	5	35	2-80	450		225	168,75						
	9	12	1-20	150		60	45						
	10	32	1-30	300		90	67,5						
	11	22	1-20	300		150	112,5						
	13	18	10-60	420		273	204,75						
<i>Қуштік</i>		545	1-120	9190		3657,5	3429,8	153	1,05	3840,3	3429,8		

Кесте – 1.8 жалғасы

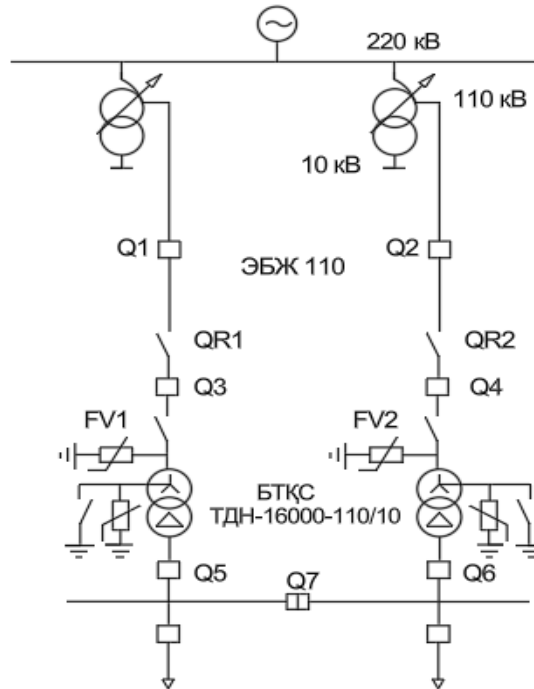
№ ТҚС, Q <sub>нбк</sub>	Цех №	ЭҚ саны, n	Орнатылған қуат, кВт		Кср.	Орташа жүктемелер		n <sub>э</sub>	Кр	Есептік жүктемелер			К <sub>з</sub>
			P <sub>min</sub> /P <sub>max</sub> кВт	∑P <sub>н</sub>		P <sub>с.м</sub> кВт	Q <sub>с.м</sub> квар			P <sub>е</sub> , кВт	Q <sub>е</sub> , квар	S <sub>е</sub> , кВА	
Цех жарықтануы										496,07	230,7		
Q <sub>нбк</sub> (7x450)											-3150		
Қорытынды										4336,37	510,5	4366,3	0,62
ТҚС5-6	7	130	1-70	3300	0,5	1980	1742,4						
	8	45	1-50	1500		500	997,5	112	1,08	3013,2	2785		
	12	8	10-20	150		60	45						
Күштік		183	1-70	3950		2790	2785						
Цех жарықтануы										125	57,4		
Q <sub>нбк</sub> (4x450)											-1800		
Қорытынды										3138,2	1132,4	3336,2	0,8
ТҚС7-9	6	90	8-80	3500	0,58	2450	1837,5						
	14	15	1-50	220		143	107,25						
	15	12	10-100	970		630,5	472,8						

Кесте – 1.8 соңы

№ ТҚС, Q <sub>нбк</sub> Цех №		ЭҚ саны, n	Орнатылған қуат, кВт		Кср.	Орташа жүктемелер		n <sub>э</sub>	Кр	Есептік жүктемелер			K <sub>э</sub>
			P <sub>min</sub> /P <sub>ма</sub> x кВт	∑P <sub>н</sub>		P <sub>с.м.</sub> ,кВт	Q <sub>с.м</sub> квар			P <sub>е</sub> , кВт	Q <sub>е</sub> , квар	S <sub>е</sub> , кВА	
5x1000	16	20	1-25	250		75	76,5						
	17	31	1-70	580		348	261						
Күштік		168	1-100	5520		3646,5	2755,05	110	1,07	3901,7	2755, 05		
Цех, терри. жарықтануы										559,7	245,08		
Q <sub>нбк</sub> (6x450)											-2700		
<i>Қорытынды</i>										4461,4	300,13	4471,5	0,74
0,4 кВ шиналарында қорытынды										11936	1943,0 3		
ΔP <sub>тр</sub> , ΔQ <sub>тр</sub>										233,4	778,2		
10 кВ шинаға келтірілген жүкт										12169,4	2721,2		
Компрессорл ық СҚ	13	2	1000	2000						1600	778		
ДББП 1,5т	6	2	1000	2000						1120	840		
<i>Зауыт бойынша қорытынды</i>										14889,4	4339,2 3	15508,8	

### 1.3 Техникалық-экономикалық есеп

1.3.1 Бірінші нұсқа. 110 кВ кернеуі үшін өндіріс орнына дейінгі сым мен қондырғылар таңдау



1.4-сурет – Электржабдықтау сұлбасының I нұсқасы

Алдымен  $S_{\text{тр.БТҚС}}$  – БТҚС трансформаторының толық қуатын анықтау керек:

$$S_{\text{тр.БТҚС}} = \sqrt{P_e^2 + Q_3^2}, \quad (1.25)$$

$$S_{\text{тр.БТҚС}} = \sqrt{14889,4^2 + 4339,4^2} = 15508,8 \text{ кВА.}$$

$$S_{\text{тр}} = \frac{S_{\text{тр.БТҚС}}}{2 \times K_3}, \quad (1.26)$$

$$S_{\text{тр}} = \frac{15508,8}{2 \times 0,7} = 11077,7 \text{ кВА}$$

$$K_3 = \frac{S_{\text{тр.БТҚС}}}{2 \times S_{\text{НОМ.ТР}}}, \quad (1.27)$$

$$K_3 = \frac{15508,8}{2 \times 16000} = 0,48$$

Есептеу нәтижесіне байланысты БТҚС трансформаторын таңдап, 1.9-кестеге деректерді енгіземіз:

Кесте 1.9 – БТҚС трансформаторы

Трансформатор түрі	S <sub>н</sub> , кВА	U, кВ		I <sub>бос</sub> , %	Шығын, кВт		U <sub>к</sub> , %
		ЖК	ОК		P <sub>бос</sub>	P <sub>к</sub>	
ТДН-16000/110	16000	110	10	0,4	13	85	10,5

БТҚС трансформаторларындағы активті қуаттының жоғалуы:

$$\Delta P_{\text{тр.БТҚС}} = 2 \times (\Delta P_{\text{бос}} + \Delta P_{\text{к}} \times K_3^2), \quad (1.28)$$

$$\Delta P_{\text{тр.БТҚС}} = 2 \times (13 + 85 \times 0,6^2) = 87,4 \text{ кВт.}$$

БТҚС трансформаторларындағы реактивті қуатының жоғалуы:

$$\Delta Q_{\text{тр.БТҚС}} = N \times \left( \frac{I_{xx} \times S_{\text{н}}}{100} + \frac{U_{\text{к}} \times S_{\text{н}} \times K_3^2}{100} \right), \quad (1.29)$$

$$\Delta Q_{\text{тр.БТҚС}} = 2 \times \left( \frac{0,4 \times 16000}{100} + \frac{10,5 \times 16000 \times 0,6^2}{100} \right) = 1338 \text{ квар.}$$

БТҚС трансформаторларындағы электр энергиясының шығындары:

$$\Delta W_{\text{тр.БТҚС}} = 2 \times (\Delta P_{\text{бос}} \times T_{\text{қос}} + \tau \times \Delta P_{\text{к}} \times K_3^2), \quad (1.30)$$

мұндағы  $\tau_{\text{м}}$  – максималды шығынды пайдалану сағаттарының саны (сағ/жыл);

$T_{\text{қос}} = 6000$  сағ. - жүктеме астында қосу сағаттарының саны;

$T_{\text{м}} = 5000$  сағ. – кәсіпорындардың белсенді жүктемесінің максимум пайдалану сағаттар саны [8].

$$\tau_{\text{м}} = \left( 0,124 + \frac{T_{\text{м}}}{10000} \right)^2 \times 8760, \quad (1.31)$$

$$\tau_{\text{м}} = \left( 0,124 + \frac{5000}{10000} \right)^2 \times 8760 = 3411 \text{ сағ.}$$

мұндағы  $T_{\text{қос}}$ . – жүктемеге қосу сағаттарының саны.

$$T_{\text{қос}} = 6000 \text{ сағ,}$$

$$\Delta W_{\text{тр.БТҚС}} = 2 \times (13 \times 6000 + 3411 \times 85 \times 0,6^2) = 364754 \text{ кВт} \times \text{сағ.}$$

Кернеуі 110 кВ әуе ЭБЖ сымдарының қимасын есептеу және таңдау.  $S_{\text{е.ЭБЖ}}$  – электр беру желісінің толық қуатын анықтау қажет:

$$S_{\text{е.ЭБЖ}} = \sqrt{(P_{\text{е.зав}} + \Delta P_{\text{тр.БТҚС}})^2 + Q_{\text{Э}}^2}, \quad (1.32)$$

мұндағы  $\Delta P_{\text{е.БТҚС}}$  – БТҚС-да орналасқан трансформатордың активті шығыны, кВт.

$$S_{\text{е.ЭБЖ}} = \sqrt{(14889,4 + 87,4)^2 + 4339,4^2} = 15592,7 \text{ кВА.}$$

ЭБЖ бір желісі үшін есептік ток:

$$I_{\text{е.ЭБЖ}} = \frac{S_{\text{е.ЭБЖ}}}{2 \times \sqrt{3} \times U_{\text{Н}}}, \quad (1.33)$$

$$I_{\text{е.ЭБЖ}} = \frac{15592,7}{2 \times \sqrt{3} \times 110} = 39,1 \text{ А}$$

Желінің апаттық тогын тауып алуым қажет:

$$I_{\text{ап}} = 2 \times I_{\text{е}}, \quad (1.34)$$

$$I_{\text{ап}} = 2 * 39,1 = 78,2 \text{ А}$$

$$j_{\text{Э}} = 1,1 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2} \text{ үшін } T_{\text{м}} = 5000 \text{ сағ,}$$

$$F_{\text{Э}} = \frac{I_{\text{е.ЭБЖ}}}{j_{\text{Э}}}, \quad (1.35)$$

$$F_{\text{Э}} = \frac{39,1}{1,1} = 35,54 \text{ мм}^2$$

Электр беріліс желілерінде болатын тәж құбылысына байланысты, АС 70/11 сымы таңдалынды, (көктайғақ ауданы-II). 1км бағасы-12млн тг. Таңдалған сым қимасы үшін біз оның активті мен индуктивті кедергілері мен рұқсат етілген тогын жазамыз:

$$X_0 = 0.444 \frac{\text{Ом}}{\text{км}}; r_0 = 0.428 \frac{\text{Ом}}{\text{км}}; I_{\text{қос}} = 265 \text{ А,}$$

мұндағы  $x_0=0,444$  Ом/км – индуктивті белсенді кедергі;  
 $r_0 = 0,428$  Ом/км – активті белсенді кедергі.  
 Сымдарды таңдау және тексеру:

$$I_{\text{шек}} > I_e$$

$$380 \text{ A} > 39,1 \text{ A}.$$

Апаттан кейінгі режимде жылыту (30% артық жүктеме):

$$1,3 \times I_{\text{кос}} > I_{\text{ап}},$$

$$344,5 \text{ A} > 78,2 \text{ A}$$

Электр берудің әуе желілеріндегі электр энергиясының шығындарын анықтау (ӨЭБЖ)-110 кВ:

$$\Delta W_{\text{ЭБЖ110}} = N \times 3 \times I_{e.\text{ЭБЖ}}^2 \times R \times 10^{-3} \times \tau, \quad (1.36)$$

мұндағы  $R$  – толық кедергі, Ом;

$I_e$  – желіден өтетін есептік ток, А.

Әуе электр желісінің толық кедергісін табу қажет:

$$R = r_0 \times L, \quad (1.37)$$

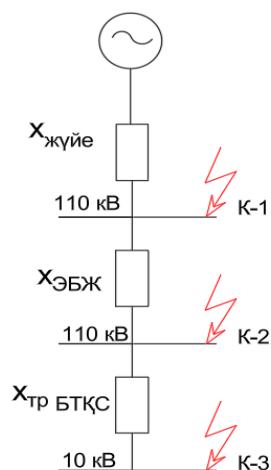
$$R = 0,428 \times 6,6 = 2,82 \text{ Ом}$$

$$\Delta W_{\text{ЭБЖ110}} = 2 \times 3 \times 39,1^2 \times 2,82 \times 10^{-3} \times 3411 = 51939,1 \text{ кВт} \times \text{ч}.$$

$U=110$  кВ жабдық таңдау.

$U=110$  кВ-қа жабдықты таңдау алдында суретте көрсетілген алмастыру сұлбасын құрастырамыз және қысқа тұйықталу тогын есептейміз.





1.5-сурет –Электр тізбегін орынбасу схемасы

Базистік тоқты есептеу келесідей. Келесідей мәндерді қабылдаймыз:  
 $S_б = 1000 \text{ MVA}$ ,  $U_б = U_{орт} = 115 \text{ кВ}$ :

$$I_б = \frac{S_б}{\sqrt{3} \times U_б}, \quad (1.38)$$

$$I_б = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 115} = 5,03 \text{ кА}$$

мұндағы:  $S_б$  – толық базистік қуат;  $U_б$  – базистік кернеу;  $X_{жүйе}$ -жүйенің толық кедергісі;  $S_{қт} = 800 \text{ MVA}$ .

$$X_{жүйе} = \frac{S_б}{S_{қт}}, \quad (1.39)$$

$$X_{жүйе} = \frac{1000}{800} = 1,25 \text{ с. ө. б}$$

$X_{ЭБЖ}$  – Электр беру желілерінің (ЭБЖ) толық кедергісі:

$$X_{ЭБЖ} = X_0 \times L \times \frac{S_б}{U_{орт}^2}, \quad (1.40)$$

$$X_{ЭБЖ} = 0,4 \times 6,2 \times \frac{1000}{115^2} = 0,18 \text{ с. ө. б.}$$

К1 нүктесіндегі қысқа тұйықталу тогы шығару қажет:

$$I_{к1} = \frac{I_б}{X_{жүйе}}, \quad (1.41)$$

$$I_{K1} = \frac{5,03}{1,25} = 4,024 \text{ кА.}$$

К1 нүктесіндегі соққы тогы табу керек:

$$I_{\text{соқк1}} = \sqrt{2} \times K_{\text{соқк}} \times I_{K1}, \quad (1.42)$$

мұндағы  $K_{\text{соқк}}$  – кернеуі 1 кВ жоғары электрмен жабдықтау жүйесінің тән радиалды тармақтары үшін таңдалатын арнайы коэффициент.

$$I_{\text{соқк1}} = \sqrt{2} \times 1,608 \times 4,024 = 9,15 \text{ кА.}$$

К2 нүктесіндегі қысқа тұйықталу тогы:

$$I_{K2} = \frac{I_6}{X_{\text{жүйе}} + X_{\text{ЭБЖ}}}, \quad (1.43)$$

$$I_{K2} = \frac{5,03}{1,25 + 0,18} = 3,5 \text{ кА.}$$

К2 нүктесіндегі соққы тогы:

$$I_{\text{соқк2}} = \sqrt{2} \times K_{\text{мен}} \times I_{K2}, \quad (1.44)$$

$$I_{\text{соқк2}} = \sqrt{2} \times 1,85 \times 3,5 = 7,95 \text{ кА.}$$

Қысқа тұйықталу тогына байланысты Q1, Q2, Q3, Q4 ажыратқыштарын таңдап, 1.10-кестеге мәліметтерді жазамыз.

Кесте 1.10 – Элегазды ажыратқыш ВГБУ-110-40/2000УХЛ1

Таңдау шарттары	Салыстыру
$U_H \geq U_H;$	$110 \text{ кВ} \geq 110 \text{ кВ};$
$I_H \geq I_{\text{АП.ЭБЖ}};$	$2000 \text{ А} \geq 108,4 \text{ А};$
$I_{\text{өш}} \geq I_{K1};$	$40 \text{ кА} \geq 4,024 \text{ кА};$
$I_{\text{дин}} \geq i_{\text{соқк K1}};$	$81 \text{ кА} \geq 9,15 \text{ кА};$

Айырғыштар ретінде РНДЗ–110/2000У1 қабылданды. Салыстыру паспорттық мәліметтер есептік кестеде берілген 1.11.

Кесте 1.11 – Айырғыштарды таңдау шарттары бойынша тексеру QR1, QR2, QR3, QR4.

Таңдау шарттары	Салыстыру
$U_H \geq U_{H.};$	$110 \text{ кВ} \geq 110 \text{ кВ};$
$I_H \geq I_{\text{ап.эбж}};$	$2000 \text{ А} \geq 108,4 \text{ А};$
$I_{\text{терм}} \geq I_{\text{к1}};$	$40 \text{ кА} \geq 4,024 \text{ кА};$
$I_{\text{дин}} \geq i_{\text{сок к1}};$	$81 \text{ кА} \geq 9,15 \text{ кА};$

Асқын кернеуді шектегіштерді таңдау кернеуге байланысты жүргізіледі:  
*ОПН 110 УХЛ1* -  $U_n \geq U_p; 110 \text{ кВ} \geq 110 \text{ кВ}$

*Капитал шығындарды есептеу*

Q1-4 ажыратқыштарына күрделі салымдар:

$$K_i = N \cdot K_{\text{аж}}, \quad (1.45)$$

мұндағы,  $N$  – ажыратқыштар саны;  $K_{\text{ажыр}}$  – бір ажыратқыштың құны.

$$K_{Q1-4} = 4 \times 11\,500\,000 \text{ тг} = 46\,000\,000 \text{ тг.}$$

P1-6 айырғыштар үшін жұмсалатын күрделі салымдар:

$$K_i = N \cdot K_{\text{ар}}, \quad (1.46)$$

мұндағы,  $N$  – айырғыштардың саны;  $K_{\text{айыр}}$  – бір айырғыштың құны.

$$K_{QR} = 6 \times 853\,655 = 5\,121\,930 \text{ тг.}$$

Асқын кернеуді шектегіштерге кететін салымдар ОПН<sub>1-2</sub>:

$$K_i = N \cdot K_{\text{опн}}, \quad (1.47)$$

мұндағы,  $N$  – асқын кернеуді шектегіштер саны;  $K_{\text{опн}}$  – бір ОПН құны.

$$K_{FV1-2} = 4 \times 200\,000 = 800\,000 \text{ тг.}$$

БТҚС трансформаторларына күрделі салымдар:

$$K_i = N \cdot K_{\text{тр}}, \quad (1.48)$$

мұндағы,  $N$  – БТҚС трансформаторларының саны;  $K_{mp}$  – бір трансформатордың құны БТҚС

$$K_{тр.БТҚС} = 2 \times 62\,000\,000 \text{ тг.} = 124\,000\,000 \text{ тг.}$$

110 кВ ЭБЖ не кететін шығындар:

$$K_i = L \cdot K_{эбж}, \quad (1.49)$$

$$K_{ЭБЖ-110} = 6,2 \times 12\,777\,000 = 79\,217\,400 \text{ тг.}$$

I нұсқа жабдығына кеткен жинақ шығын: I

$$K_{жабд} = K_{тр.} + K_{аж} + K_{ар} + K_{опн}, \quad (1.50)$$

$$K_{жабд} = 124\,000\,000 + 46\,000\,000 + 3\,414\,620 + 1\,040\,000 = 174\,454\,620 \text{ тенге.}$$

$$\sum K_i = K_{ЭБЖ} + K_{жабд}, \quad (1.51)$$

$$K_I = 79\,217\,400 + 174\,454\,620 = 253\,672\,020 \text{ тг.}$$

Амортизациялық аударым:

$$I_i = E_i \cdot K_i, \quad (1.52)$$

$$I_{а.эбж} = 0,024 \cdot 79\,217\,400 \text{ тг} = 1\,901\,201 \text{ тг/жыл}$$

$$I_{а.жабд} = 0,064 \cdot 174\,454\,620 \text{ тг} = 11\,165\,095 \text{ тг/жыл}$$

$$I_{а} \sum i = I_{а.эбж} + I_{а.жабд}, \quad (1.53)$$

$$I_{а} \sum i = 1\,901\,201 + 11\,165\,095 = 13\,066\,296 \text{ тг/жыл}$$

мұндағы  $E_i$  – жабдық амортизациясына кететін аударым нормасы.

Дәл осылай эксплуатацияға кететін шығындарды анықтаймыз, (1.52) және (1.53) формуласын қоладанамыз:

$$I_{экс.ЭБЖ} = 0,004 \cdot 79\,217\,400 \text{ тг} = 316\,869 \text{ тг. / жыл}$$

$$I_{экс.жабд} = 0,03 \cdot 174\,454\,620 \text{ тг} = 5\,233\,638 \text{ тг/жыл}$$

$$I_{экс.Σ} = 316\,869 + 5\,233\,638 = 5\,550\,507 \text{ тг/жыл.}$$

Бір жылдағы жобаланатын электроқондырғылардағы электроэнергия шығыны:

$$I_{\text{шығ}} = C_0 \cdot (\Delta W_{\text{тр. БТҚС}} + \Delta W_{\text{ЭБЖ}}), \quad (1.54)$$

$$I_{\text{шығ}} = 0,5 \cdot (364754 + 51939,1) = 208346,5 \text{ тг./жыл}$$

мұндағы  $C_0=0,5$  тг/кВт·сағ- электроэнергияның шығынының бағасы.

Жиынтық шығын:

$$I_{\text{ж}} = I \sum a + I \sum \text{ЭКС} + I_{\text{шығ}}, \quad (1.55)$$

$$I_{\text{ж}} = 5\,550\,507 + 13\,066\,296 + 208346,5 = 18\,825\,149,5 \text{ тг./жыл}$$

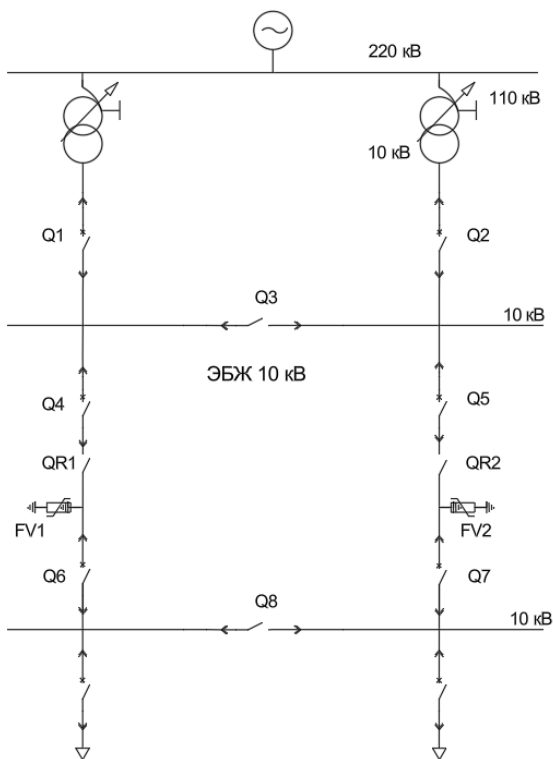
Келтірілген жиынтық шығын:

$$Z_{\text{ж}} = E_n \cdot K\Sigma 1 + I_{\text{ж}}, \quad (1.56)$$

$$Z_{\text{ж}} = 0,12 \cdot 253\,672\,020 + 18\,825\,149,5 = 49\,265\,744 \text{ тг./жыл}$$

осындағы  $E_n$  – капитал жұмсалымының тиімділікті норматив коэффициенті, электроэнергетика 1 жыл үшін  $E_n=0,12$ .

1.3.2 Екінші нұсқа. 10 кВ кернеуі үшін өндіріс орнына дейінгі сымдар мен қондырғылар таңдау және капитал шығындарды есептеу



1.6-сурет – Электржабдықтау сұлбасының II нұсқасы

10 кВ ЭБЖ қимасын таңдау үшін кабельмен өтетін қуатты және есептеу тогын келесі формуламен есептейміз:

$$S_{e.ЭБЖ} = \sqrt{P_e^2 + Q_{\Sigma}^2}, \quad (1.57)$$

$$S_{e.ЭБЖ} = \sqrt{14889,4^2 + 4339,4^2} = 15508,8 \text{ кВА.}$$

ЭБЖ бір желісі үшін есептік ток:

$$I_{e.ЭБЖ} = \frac{S_{e.ЭБЖ}}{2 \times \sqrt{3} \times U_H}, \quad (1.58)$$

$$I_{e.ЭБЖ} = \frac{15508,8}{2 \times \sqrt{3} \times 10} = 426,4 \text{ А.}$$

Желінің апаттық тогын табамыз, ол үшін (1.34) және (1.35) формулаларын қолданамыз:

$$I_{ап} = 2 \cdot 426,4 = 852,8 \text{ А.}$$

$$j_{\text{э}} = 1,1 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2} \text{ үшін } T_{\text{м}} = 5000 \text{ сағ,}$$

$$F_{\text{э}} = \frac{426,4}{1,1} = 387,6 \text{ мм}^2.$$

Кабельдік желіні тандаймыз, ААШВ-10-(3x240) 1 км-ге бағасы 8 915 806,45 тг. Кабельдің рұқсат етілген тогы  $I_{\text{кос}}=710 \text{ А}$ .  $r_0=0,074$ . Таңдалған электр беріліс желісін тексеру жүргізіледі:

1) өткізу қабілеті:

$I_{\text{кос}} = 710 \text{ А} > I_p = 426,4 \text{ А}$ , таңдалған қиманы рұқсат етілген қыздыру бойынша тексереміз:

2) апаттық режимге:

$$I_{\text{ап}} = 1,3 \cdot 710 = 923 \text{ А} > I_{\text{ап}}=852,8 \text{ А.}$$

ЭБЖ-10 кВ электр энергиясының шығындары тең болады:

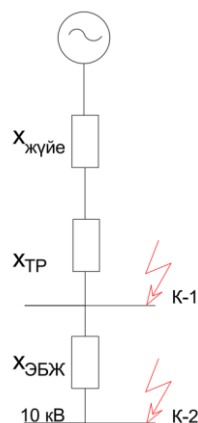
$$\Delta W_{\text{эбж}} = 4 \cdot 3 I_p^2 R \cdot 10^{-3} \tau$$

$$\Delta W_{\text{эбж}} = 2 \cdot 3 \cdot 426,4^2 \cdot 0,46 \cdot 10^{-3} \cdot 3411 = 1\,711\,690 \text{ кВт.ч,}$$

$$R = r_0 l$$

$$R = 0,074 \cdot 6,2 = 0,46 \text{ Ом.}$$

$U=10 \text{ кВ}$  жабдықтарды таңдау алдында 1.7-суретте көрсетілген орынбасу сұлбасын құрайды және қысқа тұйықталу тогы келесідей есептеледі.



1.7-сурет – Қысқа тұйықталу тоқтарын есептеу үшін орынбасу сұлбасы

Жүйе трансформаторы АТДЦТН 63000-220/110/10 У1 (ХЛ1).

Кесте 1.12 – Жүйе трансформаторының паспорттық мәліметтері

$S_{ном}, MVA$	$U_{жк}, кВ$	$U_{ок}, кВ$	$U_{тк}, кВ$	$P_{бос}, кВт$	$P_{қт}, кВт$	$U_{қт}, \%$	$I_{бос}, \%$
63	230	121	11	34	170	10,5	0,55

$$S_6 = 1000 \text{ MVA}, U_6 = 10,5 \text{ кВ},$$

$$X_{ж} = 1,25 \text{ с.ө.б.}$$

$$I_6 = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 55 \text{ кА}$$

Жүйе трансформаторының кедергілерін есептеу, (1.59) формуласына сәйкес:

$$X_{ат} = \frac{U_{қт} \times S_6}{100 \times S_{НТР}}, \quad (1.59)$$

$$X_{ат} = \frac{10,5 \cdot 1000}{100 \cdot 63} = 2,6$$

Кабель толық кедергісі келесідей. (1.60) формуласы:

$$X_{эбж} = X_0 \times L \frac{S_6}{U_{ср}^2}, \quad (1.60)$$

$$X_{эбж} = 0,08 \cdot 6,2 \cdot \frac{1000}{10,5^2} = 4,49 \text{ с. ө. б}$$

$K_1$  нүктесіндегі қысқа тұйықталу тоғы есептеу қажет, (1.61) формуласына сүйенсек:

$$I_{K1} = \frac{I_6}{X_{жүйе} + X_{ТР}}, \quad (1.62)$$

$$I_{K1} = \frac{55}{1,25 + 2,6} = 14,8 \text{ кА.}$$

$$I_{удк1} = \sqrt{2} \times K_{уд} \times I_{K1}$$

$$I_{удк1} = \sqrt{2} \cdot 1,72 \cdot 14,8 = 36 \text{ кА}$$



$$I_{K2} = \frac{I_6}{X_{\text{сист}} + X_{\text{тр}} + X_{\text{Ка6}}}, \quad (1.63)$$

$$I_{K2} = \frac{55}{1,25 + 2,6 + 4,49} = 6,6 \text{ кА.}$$

К2 нүктесіндегі соққы тогы:

$$I_{\text{удК2}} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 6,6 = 16,05 \text{ кА}$$

$K_{\text{сокК1}} = 1,72$  (энергия жүйесі үшін);

$K_{\text{сокК2}} = 1,8$  (ЭС және ЭБЖ үшін);

Q1 және Q2 ажыратқыштарының бойымен өтетін ток жүйе трансформаторларындағы авариялық токпен таңдалады. Q3 ажыратқышының бойымен өтетін ток трансформатордың есептік тогына тең болады.

$$I_e = \frac{S_{\text{н. тр}}}{2\sqrt{3} U_{\text{н}}}$$

$$I_e = \frac{63000}{2\sqrt{3} \cdot 10} = 1155 \text{ А}$$

$$I_{\text{ап.тр}} = 1155 \cdot 2 = 2310 \text{ А,}$$

Q1, Q2, Q3 ажыратқыштары ретінде ВВ-ЧЭА3-2-10 вакуумды ажыратқыштары алынды. Q4-Q5 ажыратқыштары үшін, зауыттың авариялық тогын ескере отырып  $I_{\text{ап.зав}} = 2310 \text{ А}$ , вакуумды ажыратқыш ВВ-ЧЭА3-2-10 ажыратқыштары таңдалған. Деректерді салыстыру 1.13-кестеде келтірілген.

Кесте 1.13 – Ажыратқыштарды тексеру

Тандау шарты	Салыстыру		
	Q1-Q2	Q3	Q4-Q5
$U_{\text{н}} \geq U_{\text{н}};$	$10 \text{ кВ} \geq 10 \text{ кВ};$	$10 \text{ кВ} \geq 10 \text{ кВ};$	$10 \text{ кВ} \geq 10 \text{ кВ};$
$I_{\text{н}} \geq I_{\text{тр}}; I_{\text{ав.л.эп}};$	$3150 \text{ А} \geq 2310 \text{ А};$	$2500 \text{ А} \geq 1155 \text{ А};$	$3150 \text{ А} \geq 2310 \text{ А};$
$I_{\text{өш}} \geq I_{\text{к1}}; I_{\text{к2}};$	$20 \text{ кА} \geq 14,8 \text{ кА};$	$20 \text{ кА} \geq 14,8 \text{ кА};$	$12,5 \text{ кА} \geq 6,6 \text{ кА};$
$I_{\text{дин}} \geq i_{\text{сок К1}}; i_{\text{сок К2}};$	$51 \text{ кА} \geq 36 \text{ кА};$	$51 \text{ кА} \geq 36 \text{ кА};$	$51 \text{ кА} \geq 16,05 \text{ кА};$

Айырғыштар ретінде РВР3-10/4000 У3 қабылданды. 1.14-кестеде паспорттық мәліметтерді есептеумен салыстыру келтірілген.

Кесте 1.14 – QR1, QR2 айырғыштарды таңдау шарттары бойынша тексеру

Таңдау шарты	Салыстыру
$U_H \geq U_H;$	$10 \text{ кВ} \geq 10 \text{ кВ};$
$I_H \geq I_{\text{АП.ЭБЖ}};$	$4000 \text{ А} \geq 2310 \text{ А};$
$I_{\text{тер}} \geq I_{\text{к1}};$	$50 \text{ кА} \geq 6,6 \text{ кА};$
$I_{\text{дин}} \geq i_{\text{соқ к1}};$	$125 \text{ кА} \geq 16,05 \text{ кА};$

Асқын кернеуді шектегіштерді таңдау кернеу бойынша жүргізіледі. Опи таңдау шарттары бойынша тексеру: ОПН 10 УХЛ1  $U_H \geq U_p; 10 \text{ кВ} \geq 10 \text{ кВ}.$

Таңдалынған жабдықтарға жұмсалынатын жалпы шығындарды анықтаймыз:

ЭБЖ-10 кВ-қа кететін жұмсалымы (1.49):

$$K_{\text{ЭБЖ-10}} = 1 \times K_{\text{кл}} = 6,2 \times (2 \times 8\,915\,806,45) = 110\,556\,000 \text{ тг}$$

Q1-Q2 ажыратқыштарына кететін жұмсалымы (1.45) формуланы қоладанамыз:

$$K_{\text{Q1-Q2}} = 2 \times 2\,500\,000 = 5\,000\,000 \text{ тг.}$$

Q3 ажыратқышына кететін жұмсалымы:

$$K_{\text{Q3}} = 1 \times 1\,000\,000 = 1\,000\,000 \text{ тг.}$$

Q4-Q5 ажыратқышына кететін жұмсалымы:

$$K_{\text{Q4-Q5}} = 2 \times 1\,000\,000 = 2\,000\,000 \text{ тг.}$$

Айырғыштарға кететін шығын үшін (1.46) формула:

$$K_{\text{айырғ.}} = 2 \times 200\,000 = 400\,000 \text{ тг.}$$

Кернеу шектегішке кететін шығын (1.47):

$$K_{\text{FV}} = 2 \times 160\,000 = 320\,000 \text{ тг}$$

II нұсқа құрылғылары үшін кететін жиынтық жұмсалым (1.50):

$$\sum K_i = 110\,556\,000 + 5\,000\,000 + 1\,000\,000 + 2\,000\,000 + 400\,000 + 320\,000 = 119\,276\,000 \text{ тг.}$$

Амортизациялық аударымдар үшін (1.52) және (1.53) формулаларын пайдаланамыз:

$$I_{a,ЭБЖ} = 0,024 \cdot 110\,556\,000 = 2\,653\,344 \text{ тг/жыл}$$

$$I_{a,жабд} = 0,064 \cdot 9\,000\,000 = 576\,000 \text{ тг/жыл}$$

$$I_{a\Sigma} = 2\,653\,344 + 576\,000 = 3\,229\,344 \text{ тг/жыл.}$$

Эксплуатацияға кететін шығын:

$$I_{экс.ЭБЖ} = 0,004 \cdot 110\,556\,000 = 442\,224 \text{ тг/жыл}$$

$$I_{экс.жабд} = 0,03 \cdot 9\,000\,000 = 270\,000 \text{ тг/жыл}$$

$$I_{экс.\Sigma} = 442\,224 + 270\,000 = 712\,224 \text{ тг/жыл.}$$

Бір жылда жобалайтын электроқондырғылардағы электроэнергия шығыны (1.54):

$$I_{шығ} = 0,5 \cdot (364754 + 855845) = 610\,299,5 \text{ тг/жыл.}$$

мұндағы  $C_0 = 0,5$  тг/кВт·сағ электр энергия шығынының бағасы.

Жиынтық шығыны (1.55):

$$I_{ж} = 3\,229\,344 + 712\,224 + 610\,299,5 = 4\,551\,867,5 \text{ тг/жыл.}$$

Келтірілген жиынтық шығын (1.56):

$$Z_{ж} = 0,12 \cdot 119\,276\,000 + 4\,551\,867,5 = 18\,864\,987,5 \text{ тг/жыл.}$$

осындағы  $E_n$  – капитал жұмсалымның тиімді нормативті коэффициенті, электрэнергетика үшін  $E_n = 0,12$  1/жыл.

1.15-кестеде электрмен жабдықтаудың екі нұсқасының салыстырмалы параметрлерін келтіреміз.

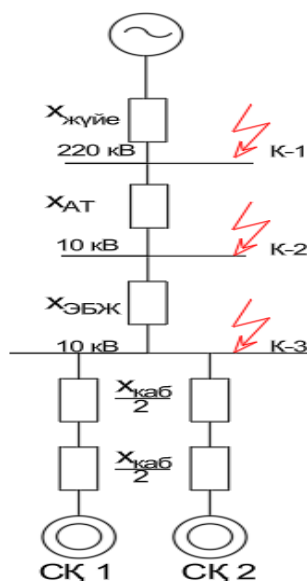
Кесте 1.15 – Салыстырмалы кесте

Нұсқа	U <sub>н</sub> , кВ	K <sub>Σ</sub> , млн.тг.	I <sub>Σ</sub> , млн.тг.	Z, млн. тг
1	110	253 671 620	18 825 149,5	49 265 744
2	10	119 276 000	4 551 867,5	18 864 987,5

Қорытынды: Жиынтық шығындар мен келтірілген шығындар 1-ші нұсқаға қарағанда аз болғандықтан 2-ші нұсқаны таңдаймыз.

#### 1.4 Кернеуі 10 кВ электр желісін есептеу және қондырғыларын таңдау

СҚ-дан қоректендіруді есепке ала отырып ҚТ токтарын есептеу



1.8-сурет –Қысқа тұйықталу тогын есептеуге арналған орынбасу сұлбасы

Орынбасу сұлбасының берілгендерін табамыз:  $S_6=1000$  МВА;  $U_6=10,5$  кВ;  $X_ж=1,25$  с.ө.б.;

Жүйе трансформаторының толық кедергісі:

$$X_{ат} = 2,6 \text{ с. ө. б.}$$

ЭБЖ-нің кедергісі:

$$X_{ЭБЖ} = 0,19 \text{ с. ө. б.}$$

Базистік ток:

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_6} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 55 \text{ кА.}$$

К-3 нүктесіндегі ҚТ:

$$I_{K-3} = \frac{I_6}{X_{ж} + X_{эбж} + X_{ат}}, \quad (1.64)$$

$$I_{K-3} = \frac{55}{1,25 + 0,19 + 2,6} = 13,6 \text{ кА}$$

СҚ үшін кабельдік желі таңдау:

$$I_e = \frac{S_{еск} * K_3}{\sqrt{3} * U_H}, \quad (1.65)$$

$$I_e = \frac{1777,7 * 0,8}{\sqrt{3} * 10} = 82,1 \text{ А.}$$

Токтың экономикалық тығыздығы бойынша (1.35) формула арқылы СҚ үшін:  $j_э = 1,3$ .

$$F_э = \frac{82,1}{1,3} = 63,1 \text{ мм}^2.$$

Жылу кедергісі бойынша ең аз қима:

$$F_{min} = \alpha * I_{кт} * \sqrt{t_ө}, \quad (1.66)$$

мұндағы  $\alpha$  – термиялық коэффициент,  $\alpha = 12$  кернеуі 10 кВ дейінгі кабелдер мыс желілі үшін;

$t_ө = 0,6$  с – к.з. токтың өту уақыты (қорғаныс релесінің әрекет ету уақытына және күштік ажыратқыштың өз ажырату уақытына тең қабылданады).

$$F_{min} = 12 * 13,6 * \sqrt{0,6} = 126,4 \text{ мм}^2.$$

ААШВ-10-(3x95) кВ типті кабельді таңдаймыз.

Кабельдің кедергілері:  $r_0 = 0,28$  Ом/км;  $x_0 = 0,086$  Ом/км;  $I_{кос} = 165$  А.

$$\begin{aligned} I_{кос} &> I_{е.СҚ}, \\ 165 \text{ А} &> 82,1 \text{ А}. \end{aligned}$$

Кабельдің индуктивті кедергісі:

$L = 432$  м – ТҚС-тан СҚ-қа дейінгі арақашықтық.

$$X_{каб.СҚ} = \frac{X_0 * L * S_6}{U_{оп}^2}, \quad (1.67)$$

$$X_{\text{каб.СҚ}} = \frac{0,08 * 0,432 * 1000}{10,5^2} = 0,31 \text{ с. ө. б.}$$

СҚ-тың индуктивті кедергісі:

$$X_{\text{СҚ}} = \frac{X_d'' * S_6}{N * S_{e.\text{СҚ}}}, \quad (1.68)$$

$$X_{\text{СҚ}} = \frac{0,197 * 1000}{1777,7} = 110,8 \text{ с. ө. б.}$$

$$X_{\text{ЭКВ}} = X_{\text{каб.СҚ}} + X_{\text{СҚ}}, \quad (1.69)$$

$$X_{\text{ЭКВ}} = 0,31 + 110,8 = 111,11 \text{ с. ө. б.}$$

СҚ-тың ЭҚК есептейміз:

$$E_H'' = \sqrt{1 + (X_d'')^2 + 2 * X_d'' * \cos\varphi}, \quad (1.70)$$

$$E_H'' = \sqrt{1 + (0,197)^2 + 2 * 0,197 * 0,8} = 1,16 \text{ кВ.}$$

$$E_{\text{СҚ}} = E_H'' * \frac{U_H}{U_6}, \quad (1.71)$$

$$E_{\text{СҚ}} = 1,16 * \frac{10}{10,5} = 1,1 \text{ кВ.}$$

СҚ-тан ҚТ тогын есептейміз:

$$I_{\text{ҚТ.СҚ}} = \frac{E_{\text{СҚ}} * I_6}{X_{\text{ЭКВ}}}, \quad (1.72)$$

$$I_{\text{КЗ.СД}} = \frac{1,1 * 55}{111,11} = 0,54 \text{ кА.}$$

К-3 нүктесіндегі қуат көзімен СҚ-тан алынатын қосынды ҚТ токтары:

$$\Sigma I_{\text{ҚТ}} = 13,6 + 0,54 = 14,14 \text{ кА.}$$

К-3 нүктесіндегі соққы тогы:  $K_{\text{соқ}} = 1,9$ .

$$I_{\text{соқҚТ}} = \sqrt{2} * 1,9 * 13,6 = 36,5 \text{ кА.}$$

10 кВ (ТҚ) кернеуге жабдық таңдау

Кіріспе ажыратқыштарды таңдау Q6, Q7:

$$S_{тр}=15508,8 \text{ кВА.}$$

$$I_{р.тр.БТҚС} = \frac{15508,8}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 447,7 \text{ А.}$$

Апаттық жағдайдан кейінгі ток:

$$I_{ав.тр.БТҚС} = 2 * I_{р.тр.БТҚС} = 2 * 447,7 = 895,4 \text{ А.}$$

ВВ-М-10-20/1250У3 вакуумды ажыратқышын таңдаймыз. Секциялық ажыратқыш В5: ВВ-М-10-20/1250У3 типті ажыратқышын таңдаймыз.

Кесте 1.16 – Q6 және Q7 ажыратқыштарын және секциялық ажыратқыштарды таңдау шарттары бойынша текеру

Таңдау шарты	Салыстыру	
	Q6-Q7	Q5
$U_H \geq U_H;$	10 кВ $\geq$ 10 кВ;	10 кВ $\geq$ 10 кВ;
$I_H \geq I_{АП};$	1250 А $\geq$ 895,4 А;	1250 А $\geq$ 447,7 А;
$I_{өш} \geq I_{КТ};$	20 кА $\geq$ 7,69 кА;	20 кА $\geq$ 13,6 кА;
$I_{дин} \geq i_{соқ КЗ};$	52 кА $\geq$ 20,6 кА;	52 кА $\geq$ 36,5 кА;

Шығатын желілердің ажыратқыштарын таңдау

Магистраль №1 БТҚС - (ТҚС1-4) үшін:

$$S_{р.ЦТҚС1-4} = \sqrt{(P_{р.М1} + \Delta P_{тр1})^2 + (Q_{р.М1} + \Delta Q_{тр1})^2}, \quad (1.73)$$

$$S_{р.ЦТҚС1-4} = \sqrt{(4336,37 + 120,7)^2 + (510,5 + 344,4)^2} = 4538,3 \text{ кВА,}$$

$$I_{р.ЦТҚС1-4} = \frac{S_{р.ЦТҚС1-4}}{2\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{4538,3}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 131 \text{ А,}$$

$$I_{ав.ЦТҚС1-4} = 2 * I_{р.ЦТҚС1-4} = 2 * 131 = 262 \text{ А.}$$

ВВ-М-10-20/630У3 типті ажыратқышын таңдаймыз.

Кесте 1.17 – Ажыратқышты таңдау шарттары бойынша тексеру

Таңдау шарты	Салыстыру
$U_H \geq U_H;$	10 кВ $\geq$ 10 кВ;
$I_H \geq I_{АП};$	630 А $\geq$ 262 А;
$I_{өш} \geq I_{ҚТ};$	20 кА $\geq$ 13,6 кА;
$I_{дин} \geq i_{сок КЗ};$	52 кА $\geq$ 36,5 кА;

Кесте 1.18 – Трансформаторлық қосалқы станциялар үшін ажыратқыштар

Орналасқан орны	Se, кВА	Ie, А	Iап, А	Ажыратқыш типі
ТҚС1-4	4538,3	131	262	ВВ-М-10-20/630У3
ТҚС5-6	3443,1	99,4	198,7	ВВ-М-10-20/630У3
ТҚС7-9	4567,2	132	264	ВВ-М-10-20/630У3
БТҚС-ДББП	1558	45	90	ВВ-М-10-20/630У3
БТҚС-СҚ	1777,7	82,1	164,2	ВВ-М-10-20/630У3

Ток трансформаторын таңдау

а) Кірістегі ток трансформаторларын таңдау:

ТПЛ-10,  $U_H=10$  кВ;  $I_H=1000$  А;  $S_H=15$  ВА. Шартты белгінің құрылымы :

Кесте 1.19 – Ток трансформаторлары қосылған аспаптар

Аспап	Типі	Фаза А, ВА	Фаза В, ВА	Фаза 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	0,5
Var	Д-345	0,5	0,5	0,5
Қорытынды		6,5	6,5	6,5

Кесте 1.20 – Ток трансформаторы үшін таңдау шарттары

Каталог бойынша	Шарт	Есептік шамалар
$U_H = 10$ кВ	$\underline{=}$	$U_{H o} = 10$ кВ
$I_H = 1600$ А	$\geq$	$I_{ап} = 895,4$ А
$I_{дин} = 26$ кА	$\geq$	$i_{сок} = 20,6$ кА
$S_{2 H} = 15$ ВА	$\geq$	$S_{2 e} = 9,85$ ВА



*Кернеу трансформаторларын таңдау.*

Кесте 1.21 – Кернеу трансформаторы қосылған аспаптар

Аспап	Типі	S <sub>об-ки</sub> , ВА	Саны	cosφ	sinφ	Қондырғы саны	P <sub>ж</sub> , Вт	Q <sub>ж</sub> , вар
V	Э-335	2	2	1	0	1	4	-
W	Д-335	1,5	2	1	0	1	3	-
Var	И-335	1,5	2	1	0	1	3	-
Wh	СА3-И681	3 Вт	2	0,38	0,925	8	48	116,8
Varh	СР4-И689	3 вар	2	0,38	0,925	8	48	116,8
Қорыт ынды							106	233,7

НАМИ-10-66У3 типті кернеу трансформаторын қабылдаймыз

Кесте 1.22 – Кернеу трансформаторы үшін таңдау шарттары

Каталог бойынша	Шарт	Есептік шамалар
U <sub>н</sub> = 10 кВ S <sub>2н</sub> = 500 ВА	= ≥	U <sub>н</sub> = 10 кВ S <sub>2е</sub> = 256,6 ВА
Орамдардың схемасы мен қосу тобы – Y <sub>н</sub> /Y <sub>н</sub> / Δ		-0

*Шығатын желілердің күштік кабельдерін таңдау*

БТҚС – ЦТҚС1-4 үшін:

$$I_{e.ЦТҚС1-4} = \frac{4538,3}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 131 \text{ А,}$$

$$I_{ап.ЦТҚС1,ЦТҚС2} = 2 \cdot 131 = 262 \text{ А.}$$

$$F_{\Sigma} = \frac{131}{1,6} = 81,8 \text{ мм}^2.$$

$$F_{мин} = 12 \cdot 13,6 \cdot \sqrt{0,4} = 103,2 \text{ мм}^2$$

ААШВ-10 (3x95) типті таңдаймыз, I<sub>доп</sub> = 215А > I<sub>р</sub> = 131 А

Кесте 1.23 – Кабель журналы

Аймақ атауы	$S_e$ , кВ А	Токтың экономикалық тығыздығы бойынша		Қысқа тұйықталу тогы бойынша		Жұмыс тогымен қыздыру шарты бойынша		Апаттық режим бойынша		Таңдалған кабель	
		$j_3$	$F_3$ , мм <sup>2</sup>	$I_{кт}$ , кА	$F_{min}$ , мм <sup>2</sup>	$I_{кос}$ каб, А	$I_e$ , А	$1,3I_{кос}$ , А	$I_{ап}$ , А	$F_{кос}$ , мм	
БТҚС-ТҚС1	4538,3	1,6	81,8	13,6	103,2	205	131	266,5	262	95	ААШВ(3x95)
ТҚС1-4	2269,15	1,6	50	13,6	103,2	165	65,5	214,5	131	70	ААШВ(3x70)
БТҚС-ТҚС5	3443,1	1,6	62,12	13,6	103,2	165	99,4	214,5	198,7	70	ААШВ(3x70)
ТҚС5-6	1721,55	1,6	31,06	13,6	103,2	165	49,7	214,5	99,4	70	ААШВ(3x70)
БТҚС-ТҚС7	4567,2	1,6	82,5	13,6	103,2	205	132	266,5	264	95	ААШВ(3x95)
ТҚС7-9	2283,6	1,6	105,5	13,6	103,2	240	66	312	131,8	120	ААШВ(3x120)
БТҚС-СҚ	1777,7	1,6	51,1	13,6	103,2	165	82,1	214,5	164,2	70	ААШВ(3x70)
БТҚС-ДББП	1558	1,6	28,1	13,6	103,2	115	45	149,5	90	35	3xААШВ(3x35)

## **2 Арнайы бөлім. Трансформаторлық қосалқы станция трансформаторларының тармағының және қоректендіру орталығының кернеуін реттеу режимін әзірлеу**

### **2.1 Әуе электр беріліс желілері мен кабель желілерінің номиналды кернеулерін таңдау**

Электр желілерінің жұмыс режимдерін есептеудің жалпы міндеті-кернеулерді, активті және реактивті қуат ағындарын және оның түйіндерінде болатын шығындарды анықтау.

Жұмыс режимдерін есептеу кезінде желінің барлық элементтері тиісті параметрлері бар орынбасу схемаларымен ұсынылады. Электр желісі шартты түрде бір сызықты схема ретінде бейнеленген, яғни жұмыс режимі симметриялы және синусоидалы деп қарастырылады [12].

Электрлік есептеулер келесі тұрақты режимдер үшін орындалады:

- ең үлкен жүктемелердің қалыпты режимі;
- ең аз жүктемелердің қалыпты режимі;
- апат салдарынан желінің бір немесе басқа элементі өшірілген апаттық режимдерден кейін;
- кейде жөндеу режимдері үшін есептеулер жүргізу қажет.

Электрлік есептеулердің нәтижелерін бірқатар мәселелерді шешу үшін пайдалануға болатын жеке міндеттерді атап өтуге болады:

- кернеуді реттеудің қажетті құралдарын таңдау;
- желі элементтеріндегі қуат пен электр энергиясы шығындарының шамасын талдау;
- жоғарыда айтылғандардан электр қуаты мен қуаттың жоғалуын азайту жөніндегі шараларды таңдау, электр есептеулерінде мыналарды анықтау қажет:
  - желінің жекелеген учаскелеріндегі қуат ағындарының немесе токтардың шамалары, әуе желілерінің сымдары, кабельдердің өзектері және т. б. сияқты желі элементтерінің ток өткізгіш бөліктерін қыздыру тұрғысынан олардың рұқсат етілуін бағалау үшін.;
  - желінің барлық түйіндеріндегі кернеулердің мәні, мұндай мүмкіндіктің болуын талдау үшін

жүйенің тұрақтылығы және алынған кернеу деңгейлері бар тұтынушылардың жұмыс істеу мүмкіндігі тұрғысынан режим.

Мұндай есептеулерді жүргізудің бастапқы деректері:

- электр желісінің схемасы;
- желілік элементтерді ауыстыру схемаларының параметрлері (кедергі және өткізгіштік);
- жүктемелер мен қуат көздерінің параметрлері (токтар немесе қуат);
- режимді анықтайтын түйіндердегі кернеулердің шамалары мен фазалары.

Қазіргі уақытта әртүрлі есептеу әдістерінің айтарлықтай саны бар. Олардың әрқайсысының тиісті артықшылықтары мен кемшіліктері бар және белгілі бір қолдану саласы бар. Есептеудің қолайлы әдісін дұрыс таңдау өте маңызды мәселе болып табылады, өйткені есептеу көлемін едәуір азайтуға болады. Сонымен қатар, жабық және ашық желілер бар, оларды есептеу кезінде кейбір ерекшеліктерді ескеру қажет.

Жоғарыда айтылғандай, барлық электр желілерін есептеу әдістері бойынша 3 топқа бөлуге болады:

1) Ұзындығы  $l=500$  км және берілетін қуаты бар  $U \geq 330$  кВ алыс электр желілері  $S \geq 500$  МВА.

2) Аудандық ЭБЖ  $U \geq 35$  кВ және берілетін қуаты  $S \geq 10$  МВА.

3) Жергілікті ЭБЖ  $U \leq 10$  кВ.

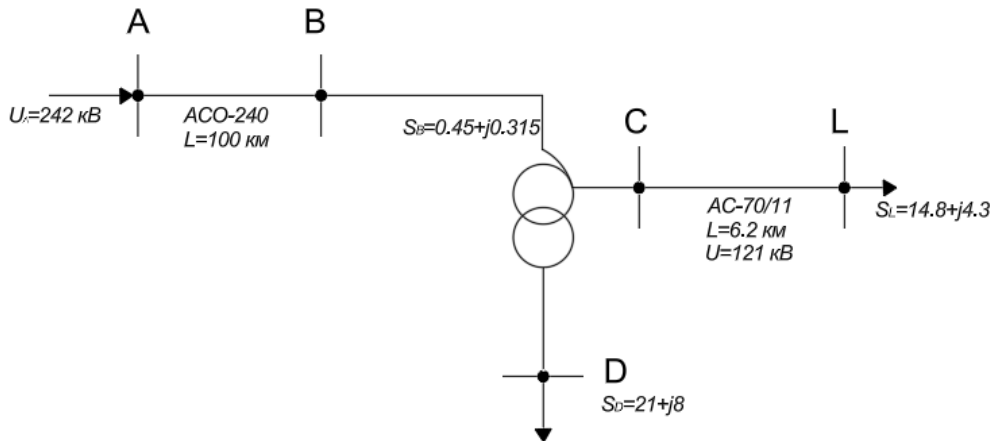
Әр топқа орынбасу схемаларын құрастыру кезінде де, режим параметрлерін егжей-тегжейлі көрсету дәрежесінде де белгілі бір ерекшеліктер тән. Бұл топтар есептегіштердің алдына қойылған міндеттер бойынша да ерекшеленеді. Бірінші топ үшін, мысалы, сызық бойындағы параметрлердің таралуын ескеру қажет, толқындық процестер ескерілуі керек және т.б. үшінші топ үшін есептеу нәтижелеріне айтарлықтай әсер етпейтін көптеген жеңілдетулерді енгізуге болады.

Электр энергетикалық жүйелердің жұмысы бірнеше номиналды кернеулер желілерін бір уақытта пайдаланумен байланысты, ал мұндай желілер арасындағы байланыс трансформаторлар мен автотрансформаторлардың көмегімен жүзеге асырылады. Әр түрлі кернеу желілерінің элементтері бойынша бірдей берілетін қуаттарда, әр түрлі мәндерге ие токтар болады, ал желілердің түйіндік нүктелерінде әр түрлі кернеулер болады. Бұл айырмашылықтар қуаттың өзгеруіне байланысты. Сондықтан, мұндай тізбектерді есептеу кезінде оны түрлендіру кезінде қуаттың эквиваленттілік принциптерін басшылыққа алу қажет, бұл идеалдандырылған трансформатор арқылы қуат беру кезінде қуаттың мәнін өзгертпестен, трансформация коэффициентіне сәйкес ток пен кернеу сияқты қуат параметрлері өзгереді. Әр түрлі номиналды кернеулері бар желілерді бірлесіп есептеуді екі жолмен жүргізуге болады: желі параметрлерін бір негізгі  $U_b$  кернеуіне келтіре отырып және келтірмей [12].

*Бастапқы электрлік жүктеме қуаттарының нәтижелеріне байланысты номиналды кернеулері бар желілерді базистік кернеусіз есептеу жолын қарастырайық:*

Электр желісі 220 және 110 кВ электр беру желілерінен және АТДЦТН-63000/220 автотрансформаторы орнатылған қосалқы станциядан тұрады.

Сонымен бірге 220 кВ W1 әуе желісі АСО-240; W2 (110 кВ) АС-70/11 орындалған,  $U_a = 242$  кВ.



2.1-сурет – Электр беріліс желісінің автотрансформатормен байланысты схемасы

Орынбасу схемасының параметрлерін анықтау.

Әуе электр беріліс желісі W1: АСО-240  $U=220$  кВ үшін сызықтық параметрлер:  $r_o = 0,121$  Ом/км,  $x_o = 0,42$  Ом/км,  $b_o = 2,7 \cdot 10^{-6}$  См/км.

W1 ауыстыру схемасының параметрлері:

$$\begin{aligned} r_{ав} &= 0,121 \cdot 100 = 12,1 \text{ Ом}, \\ x_{ав} &= 0,42 \cdot 100 = 42 \text{ Ом}, \\ b_{ав} &= 2,7 \cdot 10^{-6} \cdot 100 = 270 \cdot 10^{-6} \text{ См}. \end{aligned}$$

W2 Желісі. 110 кВ номиналды кернеудегі АС-70/11 сымы үшін сызықтық параметрлер:  $r_o = 0,428$  Ом/км,  $x_o = 0,408$  Ом/км,  $b_o = 2,55 \cdot 10^{-6}$  См/км.

W2 ауыстыру схемасының параметрлері тең болады:

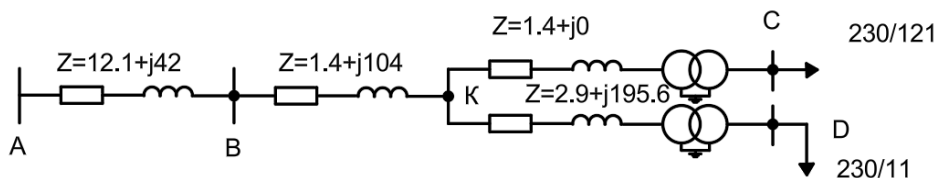
$$r_{cl} = 2,65 \text{ Ом}, \quad x_{cl} = 2,53 \text{ Ом}, \quad b_{cl} = 15,81 \cdot 10^{-6} \text{ См}.$$

АТДЦТН-63000. Автотрансформаторды орынбасу схемасының параметрлері мыналардан анықталады:

$$r_{AT \text{ жс}} = 1,4 \text{ Ом}, \quad x_{AT \text{ жс}} = 1,4 \text{ Ом};$$

$$r_{AT o} = 1,4 \text{ Ом}, \quad x_{AT o} = 0 \text{ Ом};$$

$$r_{AT T} = 2,8 \text{ Ом}, \quad x_{AT T} = 195,6 \text{ Ом}.$$



2.2-сурет – Орынбасу схемасы

Желідегі ағынның таралуын анықтау. Есептеудің бірінші кезеңінде орынбасу тізбегінің әр тармағындағы қуаттың жоғалуы осы тармақтың

номиналды кернеуі бойынша анықталады. Айта кету керек, автотрансформаторды орынбасу схемасының барлық параметрлері  $U_H=220\text{кВ}$ . 10 кВ шиналардан тұтынылатын қуат (D нүктесі):  $S_D = 21 + j8$  [12].

Автотрансформатордың төмен кернеу орамасындағы қуаттың жоғалуы:

$$\Delta S = \frac{P^2 + Q^2}{U_1^2} (r + jx), \quad (2.1)$$

$$\Delta S = \frac{21^2 + 8^2}{220^2} (2,8 + j195,6) = 0,03 + j2,04$$

Төмен кернеу орамасына түсетін қуат (KD буынының басталу қуаты):

$$S''_{KD} = S_D + \Delta S, \quad (2.2)$$

$$S''_{KD} = 21 + j8 + 0,03 + j2,04 = 21,03 + j10,04$$

W2 желісінің зарядтау қуаты:

$$jQ_{CL} = jU^2 \cdot \frac{b_{CL}}{2}, \quad (2.3)$$

$$jQ'_{CL} = j110^2 \cdot \frac{15,81 \cdot 10^{-6}}{2} = j0,095$$

W2 желісінің соңғы сілтеме қуаты:

$$S''_{CL} = P + j(Q - jQ''), \quad (2.4)$$

$$S''_{CL} = 14,8 + j(4,3 - j0,095) = 14,8 + j4,2$$

W2 желісіндегі қуат шығыны:

$$S_{CL} = \frac{14,8^2 + 4,2^2}{110^2} (2,65 + j2,53) = 0,051 + j0,049$$

W2 желісінің бастапқы қуаты:

$$S_{CL} = P + P_{CL} + j(Q - jQ''_{CL}), \quad (2.5)$$

$$S_{CL} = 14,8 + 0,051 + j(4,2 - j0,049) = 14,851 + j4,249$$

Автотрансформатордың 110 кВ шиналарынан тұтынылатын қуат:

$$S''_{KC} = P_{CL} + j(Q_{CL} + Q'_{CL}), \quad (2.5)$$

$$S''_{KC} = 14,851 + j(4,249 + 0,095) = 14,851 + j4,154$$

Автотрансформатордың орташа кернеу орамасындағы қуаттың жоғалуы:

$$S_{KC} = \frac{S''_{KC}}{U_1^2} (r + jx), \quad (2.6)$$

$$S_{KC} = \frac{14,851^2 + j4,154^2}{220^2} (1,4 + j0) = 0,0068 + j0$$

Автотрансформатордың орташа кернеу орамасының басындағы қуат:

$$\Delta S''_{KC} = S''_{KC} + S_{KC}, \quad (2.7)$$

$$\Delta S''_{KC} = 14,851 + j4,154 + 0,0068 = 14,858 + j4,154$$

Автотрансформатордың жоғары кернеу орамасының соңындағы қуат: BK

$$S''_{BK} = S''_{KD} + \Delta S''_{KC}, \quad (2.7)$$

$$S''_{BK} = 21,03 + j10,04 + 14,858 + j4,154 = 35,88 + j14,2$$

Автотрансформатордың жоғары кернеу орамасындағы қуаттың жоғалуы:

$$S_{BK} = \frac{35,88^2 + j14,2^2}{220^2} (1,4 + j104) = 0,043 + j3,19$$

Автотрансформатордың жоғары кернеу орамасының басындағы қуат:

$$\Delta S''_{BK} = 35,88 + j14,2 + 0,043 + j3,19 = 35,9 + j17,39$$

W1 зарядтау қуаты:

$$jQ'_{AB} = j220^2 \cdot \frac{270 \cdot 10^{-6}}{2} = j6,5$$

W1 сілтемесінің соңғы қуаты:

$$S''_{AB} = 35,9 + j17,39 + 0,045 + j0,315 = 35,945 + j17,705$$

W1 қуатының жоғалуы:

$$S_{CL} = \frac{35,945^2 + 17,705^2}{220^2} (12,1 + j42) = 0,401 + j1,39$$

W1 сілтемесін бастау қуаты:

$$\Delta S''_{AB} = 35,945 + j17,705 + 0,401 + j1,39 = 36,34 + j19,09$$

Желі схемасына түсетін қуат:

$$S_A = \Delta S''_{AB} - jQ, \quad (2.8)$$

$$S_A = 36,34 + j19,09 - j6,5 = 36,34 + j12,59$$

*Түйіндердегі кернеуді анықтау.*

*A* түйініндегі белгілі кернеу және есептеудің алдыңғы кезеңінде табылған мән бойынша  $S_{AB}$  қуаты *W1* кернеуінің төмендеуінің бойлық және көлденең компоненттерімен анықталады:

$$\Delta U_{AB} = \frac{PR + QX}{U}, \quad (2.9)$$

$$\delta U_{AB} = \frac{PX + QR}{U}, \quad (2.10)$$

$$\Delta U_{AB} = \frac{36,34 \cdot 12,1 + 19,09 \cdot 42}{242} = 5,13 \text{ кВ}$$

$$\delta U_{AB} = \frac{36,34 \cdot 42 + 19,09 \cdot 12,1}{242} = 5,35 \text{ кВ}$$

*B* түйіндегі кернеу тең:

$$U_B = \sqrt{(U - \Delta U_{AB})^2 + \delta U_{AB}^2}, \quad (2.11)$$

$$U_B = \sqrt{(242 - 5,13)^2 + 5,35^2} = 236,9 \text{ кВ}$$

220 кВ кернеу сатысына келтірілген *K*, *C*, *D* түйіндеріндегі кернеулер де осылай анықталады. Көрсетілген кернеулер сәйкесінше тең болады:

$$U_K = 229,56 \text{ кВ}; U_C = 229,47 \text{ кВ}; U_D = 221,46 \text{ кВ}$$

Қосалқы станцияның орташа және төменгі кернеулі шиналарындағы нақты кернеуді, трансформация коэффициенті бойынша анықтаймыз:



$$U_{сә} = 229,47 \cdot \frac{121}{230} = 120,72 \text{ кВ}; \quad U_{D\delta} = 221,46 \cdot \frac{11}{230} = 10,59 \text{ кВ}$$

110 кВ желісіндегі кернеудің жоғалуын анықтаған кезде кернеудің төмендеуінің көлденең компонентін елемеуге болады, содан кейін кернеудің жоғалуы кернеудің төмендеуінің бойлық компонентіне тең болады:

$$\Delta U_{AB} = \frac{14,8 \cdot 2,65 + 4,2 \cdot 2,53}{120,72} = 0,413$$

L түйініндегі кернеу:

$$U_L = 120,72 - 0,413 = 120,3 \text{ кВ}$$

10 кВ кабельдік желі және синхронды қозғалтқыш пен қорек көзінен алыс қашықтықта орналасқан цех үшін кернеу шығыны анықтаймыз:

$$1) I=426,4 \text{ А}; l=6,2 \text{ км}; \cos \varphi = 0.8; \sin \varphi = 0.6;$$

$$ААШв-10-(3x240); r_0 = 0,074 \frac{\text{Ом}}{\text{км}}; x_0 = 0,119 \frac{\text{Ом}}{\text{км}};$$

$$\Delta U_{ЭБЖ} = \sqrt{3} I l (r_0 \cdot \cos \varphi + x_0 \cdot \sin \varphi), \quad (2.13)$$

$$\Delta U_{ЭБЖ} = \sqrt{3} \cdot 426.4 \cdot 6.2 (0.074 \cdot 0.8 + 0.119 \cdot 0.6) = 0.59 \text{ кВ} = 590 \text{ В}$$

$$10 \text{ кВ} \Rightarrow 10\% = 1000 \text{ В}$$

$$\Delta U^i = U_{D\delta} - \Delta U_i, \quad (2.14)$$

$$\Delta U^i_{ЭБЖ} = 10,59 - 0,59 = 10 \text{ кВ}$$

$$2) СҚ- l = 516 \text{ м}; I_p = 82,1 \text{ А}; ААШв-(3x70); r_0 = 0,443 \frac{\text{Ом}}{\text{км}}; x_0 = 0,086 \frac{\text{Ом}}{\text{км}};$$

$$\Delta U_{СҚ} = \sqrt{3} \cdot 82,1 \cdot 0,516 (0,443 \cdot 0,8 + 0,086 \cdot 0,6) = 29,79 \text{ В}$$

$$\Delta U^i_{СҚ} = 10 - 0,02979 = 9,97 \text{ кВ}$$

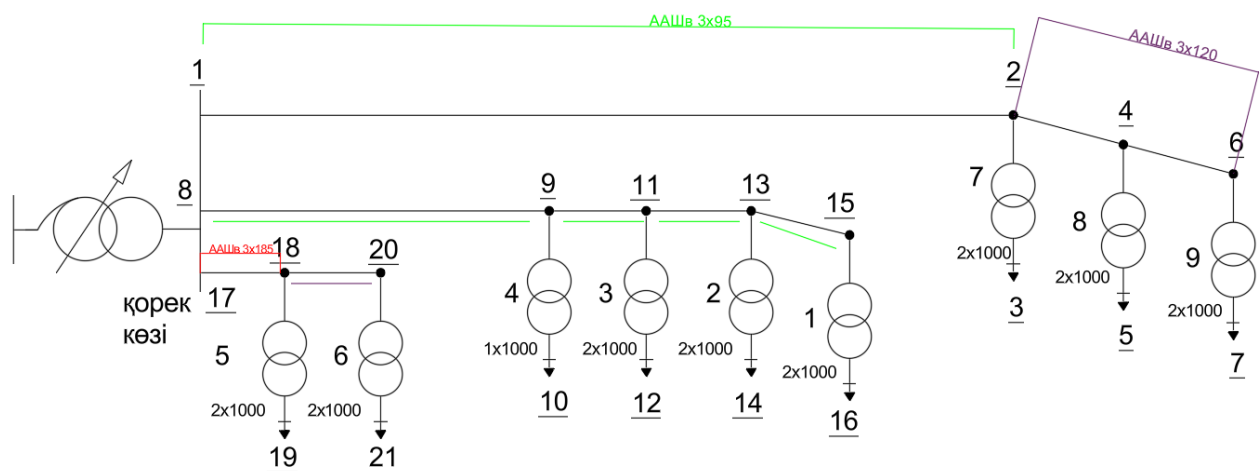
$$3) \text{ №1 механикалық цех } l=900 \text{ м}; I_p=131 \text{ А}; ААШв-(3x95); r_0 = 0,326 \frac{\text{Ом}}{\text{км}}; x_0 = 0,083 \frac{\text{Ом}}{\text{км}};$$

$$\Delta U_{\text{№1ц}} = \sqrt{3} \cdot 131 \cdot 0,9 (0,326 \cdot 0,8 + 0,083 \cdot 0,6) = 63,4 \text{ В}$$

$$\Delta U^i_{\text{№1ц}} = 10 - 0,0634 = 9,936 \text{ кВ}$$

## 2.2 Тарату желілерінің режимдік параметрлеріне статикалық жүктеме сипаттамаларының әсерін талдау

2.3-суретте көрсетілген кернеуі 10 кВ желі схемасы берілген, және желі параметрлері: желі учаскелерінің ұзындығы, олардың сымдарының маркалары және трансформаторлардың номиналды қуаты 10/0,4 кВ. қорек көзінде  $dU = 1.78\%$  РПН сатыларымен 220/110/10 кВ автотрансформатор орнатылған. 10 кВ  $I_p = 426,4$  А тарапынан ең үлкен жүктемелер режиміндегі процессордың жиынтық тогы,  $\cos \phi = 0,8$ .  $\delta U_{доп} = \pm 5\%$  электр қабылдағыштарындағы кернеудің рұқсат етілген ауытқулары. Ең аз жүктеменің ең үлкен  $m = 0,25$  қатынасы. Ең үлкен жүктеме режимінде 0,4 кВ ТП шиналарынан ең жақын қабылдағышқа дейінгі кернеудің жоғалуы  $\Delta U'_{нн. б} = 0\%$ , ал ең алыс  $\Delta U'_{нн. у} = 5\%$  дейін қабылданады. Кернеу реттегішінің сезімталдық коэффициенті  $n = 1,3$  қабылдайды. Электрмен жабдықтау орталығына және қосалқы станция трансформаторларының тармақтарына кернеуді реттеу режимін таңдаңыз [10]. *Электр беріліс желісі – кабельдік желі.*



2.3-сурет – Бастапқы берілген схема

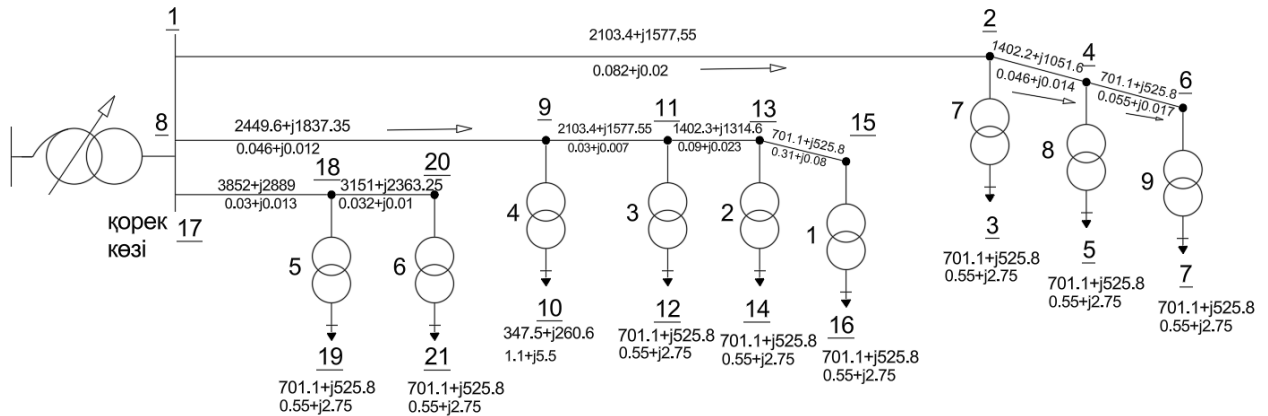
1. Берілген сым маркалары бойынша анықтамалық  $r_0$  және  $x_0$  нақты кедергілерін табамыз. Желі ұзындығы бойынша активті және реактивті кедергілерді анықтап, 2.1-кестеге енгіземіз және схемада көрсетеміз. Сондай-ақ ТҚС трансформаторларының параметрлерімен де солай жасаймыз [10]. Төлқұжат деректері 2.2-кестеде келтірілген. Кедергілерді есептеу (2.15) формулалары бойынша жүзеге асырылады:

$$R_T = \frac{\Delta P_k \cdot U_H^2}{S_H^2} 10^3 \text{ Ом}, \quad X_T = \frac{u_k \cdot U_H^2}{S_H} 10 \text{ Ом}, \quad (2.15)$$

мұндағы  $\Delta P_k$ -қысқа тұйықталу қуат шығыны, кВт;  $u_k$ -қысқа тұйықталу кернеуі,%;  $S_H^2$  -трансформатордың номиналды қуаты, кВА;  $U_H^2$  - трансформатордың жоғарғы орамындағы номиналды кернеу, кВ.

Сонымен бірге, 2x1000 кВА трансформатор үшін:

$$R_T = \frac{11 \cdot 10^2}{2 \cdot 1000^2} 10^3 = 0,55 \text{ Ом}, \quad X_T = \frac{5,5 \cdot 10^2}{2 \cdot 1000} 10 = 2,75 \text{ Ом}$$



2.4-сурет – Аймақ параметрлері мен қуат ағындары бар желі схемасы

Есептеу нәтижелерін 2.1-кестеге енгіземіз және 2.4-суретте схема түрінде көрсетеміз.

ТҚС трансформаторларының жалпы номиналды қуатын табамыз:

$$S_H \Sigma = 17\ 000 \text{ кВА}, \quad n=17$$

Трансформатордың берілген тогы бойынша қуат орталығы ең үлкен жүктеме режимінде  $I_p = I_{цп} = 426,4$ , формула бойынша барлық ТҚС трансформаторларының токтарын есептейміз.

Сонымен, 2 – 3 және 13-14 бөліктегі трансформаторлар үшін:

$$I_{інб} = I_{цп} \frac{S_{ін}}{\Sigma S_{ін}}, \quad (2.16)$$

$$I_{2-3} = 426,4 \cdot \frac{2000}{17\ 000} = 50,6 \text{ А}, \quad I_{13-14} = 426,4 \cdot \frac{1000}{17\ 000} = 25,08 \text{ А}$$

Кесте 2.1 – Тарату желілерінің жүктеме сипаттамалары

Аймақ номері	$R, Ом$	$X, Ом$	$P_{нб}, кВт$	$Q_{нб}, кВар$	$PR/U, В$	$QX/U, В$	$\Delta U, В$	$\Delta U, \%$	
<i>эл ек т р</i>	1-2	0,082	0,02	2103,4	1577,55	17,2	3,15	20,35	0,20
	2-4	0,046	0,014	1402,2	1051,65	6,45	1,47	7,92	0,079
	4-6	0,055	0,017	701,1	525,8	3,85	0,89	4,74	0,047
	8-9	0,046	0,012	2449,8	1837,35	11,2	2,2	13,4	0,134
	9-11	0,03	0,007	2103,4	1577,55	6,31	1,1	7,41	0,074
<i>ж ел і</i>	11-13	0,09	0,023	1402,2	1051,65	12,6	2,41	15,01	0,15
	13-15	0,31	0,08	701,1	525,8	21,7	4,2	26	0,26
	17-18	0,03	0,013	3852	2889	11,5	3,75	15,25	0,152
	18-20	0,032	0,01	3151	2363,25	10,08	2,36	12,44	0,124
<i>тр ан сф ор ма то р</i>	2-3	0,55	2,75	701,1	525,8	38,5	144,6	183,1	1,831
	4-5	0,55	2,75	701,1	525,8	38,5	144,6	183,1	1,831
	6-7	0,55	2,75	701,1	525,8	38,5	144,6	183,1	1,831
	9-10	1,1	5,5	347,5	260,6	38,2	143,3	181,5	1,815
	11-12	0,55	2,75	701,1	525,8	38,5	144,6	183,1	1,831
	13-14	0,55	2,75	701,1	525,8	38,5	144,6	183,1	1,831
	15-16	0,55	2,75	701,1	525,8	38,5	144,6	183,1	1,831
	18-19	0,55	2,75	701,1	525,8	38,5	144,6	183,1	1,831
	20-21	0,55	2,75	701,1	525,8	38,5	144,6	183,1	1,831

Кесте 2.2 – ТМ-1000-10/0,4 трансформаторының техникалық деректері

$S_n$ , кВА	$\Delta P_{бос}$ , кВт	$\Delta P_{ҚТ}$ , кВт	$I_{бос}$ , %	$U_{ҚТ}$ , %
1000	2,45	11	1,4	5,5

Берілген  $\cos\phi = 0,8$  арқылы ТҚС-ның активті және реактивті қуаттарды есептейміз, ол үшін 2.17 формуланы пайдаланамыз.

Сонымен, 2-3 трансформатор үшін:

$$P = \sqrt{3} UI \cos\phi, \quad Q = P \cdot \operatorname{tg}\phi, \quad (2.17)$$

$$P = \sqrt{3} \cdot 10 \cdot 50,6 \cdot 0,8 = 701,1 \text{ кВт} \quad Q = 701,1 \cdot 0,75 = 525,8 \text{ кВар}$$

*Есептеу нәтижелерін 2.1-кестеге енгіземіз және 2.4-суретте схема түрінде көрсетеміз.*

2. Қуат орталығындағы трансформатордың автоматты кернеу реттегішінің сезімталдық аймағын анықтау. Қорек көзінде реттеу қадамы пайдалану  $\delta U_{ст} = 2\%$  және сезімталдық коэффициенті  $n=1,3$ . 2.18-формула бойынша реттегіштің сезімталдық емес аймағын табамыз:

$$\delta U_{нч} = \frac{n \cdot \delta U_{ст}}{2}, \quad (2.18)$$

$$\delta U_{нч} = \frac{1,3 \cdot 2}{2} = 1,3 \%$$

### 3. Тарату желісінің режимдерін есептеу

Желінің әр учаскесіндегі қуат ағындарын, қуат шығынынсыз табамыз, 2.1-кестеге енгіземіз және 2.4-суретте схема түрінде көрсетеміз.

Сонымен, 1-2 аймақ үшін бізде болады:

$$\Delta U = \frac{2103,4 \cdot 0,082 + 1577,55 \cdot 0,02}{10} = 20,35 \text{ В}$$

$$\Delta U = \frac{20,35}{10\,000} \cdot 100\% = 0,20\%$$

Желі аймағында табылған кернеудің жоғалуы бойынша кернеудің шығынын қорек көзі шиналарынан 0,4 кВ әр ТҚС шиналарына дейінгі аралықты пайызбен есептейміз, нәтижесін 2.3-кестеге жазамыз:

$$\Delta U_{1-7} = 0,21 + 0,079 + 0,047 + 1,831 = 2,157 \%$$

Кесте 2.3 – Қорек көзі шиналарынан 0,4 кВ әр ТҚС шиналарына дейінгі кернеудің жоғалуы шығыны

0,4 кВ ТҚС шина номері	$\Delta U, \%$	
	ең үлкен жүктеме	ең аз жүктеме
3	2,031	0,5
5	2,11	0,52
7	2,157	0,54
10	1,983	0,49
12	2,107	0,52
14	2,241	0,56
16	2,315	0,58
18	2,465	0,61
20	2,725	0,68

Сондықтан,

$$\Delta U'_{\text{н}} = \Delta U''_{\text{н}} \cdot m, \quad (2.18)$$

$$\Delta U'_{\text{н}} = 2,031 \cdot 0,25 = 0,5$$

4. 0,4 кВ ТҚС шиналарындағы кернеудің рұқсат етілген ауытқуларын анықтау.

ТҚС - ға жақын қабылдағышта кернеудің ауытқуы  $\delta U_{\delta} = +5\%$  жоғарғы рұқсат етілген шегіне, ал ең алыста  $\delta U_{\gamma} = -5\%$  төменгі рұқсат етілген шегіне тең болуы мүмкін екендігіне назар аударамыз. Тапсырма шарты бойынша ТП шиналарынан бастап ең үлкен жүктеме режимінде ең алыс қабылдағышқа дейін 0,38 кВ желідегі кернеудің жоғалуы  $\Delta U''_{\text{нн.}\gamma} = 5\%$ , ал ең жақын  $\Delta U''_{\text{нн.}\delta} = 0\%$  қабылдағышқа тең. Онда ең аз жүктеме режимінде бұл кернеудің жоғалуы:

$$\Delta U'_{\text{нн.}\gamma} = 5 \cdot 0,25 = 1,25 \%$$

$$\Delta U'_{\text{нн.}\delta} = 0 \cdot 0,25 = 0 \%$$

Ең үлкен жүктеме режимінде 0,4 кВ ТҚС шиналарындағы кернеудің рұқсат етілген ауытқуларын (20) формулалар бойынша есептейміз: ТҚС н

$$\delta U_{\text{ТҚС н}\delta} = 5 + 0 = 5 \%$$

$$\delta U_{\text{ТҚС н}\gamma} = -5 + 5 = 0 \%$$

Осылайша, ең үлкен жүктеме режимінде 0,4 кВ ТҚС шиналарындағы кернеудің ауытқуы шектерде болуы керек:

$$0\% \leq \delta U_{\text{ТҚС}} \leq +5\%$$

Дәл осылай ең аз жүктеме режимінде 0,4 кВ ТҚС шиналарындағы кернеудің рұқсат етілген ауытқуларын табамыз:

$$\delta U_{\text{ТҚС нб}} = 5 + 0 = 5\%$$

$$\delta U_{\text{ТҚС нм}} = -5 + 1,25 = -3,75\%$$

Осылайша, ең аз жүктеме режимінде 0,4 кВ ТҚС шиналардағы кернеудің ауытқуы шектерде болуы керек:

$$-3,75\% \leq \delta U_{\text{ТҚС}} \leq +5\%$$

*5. 10 кВ қорек көзі шиналарындағы кернеуді қарсы реттеу режимін таңдау.*

Келесі реттеу режимін таңдаңыз:

ең үлкен жүктемелерде  $\delta U''_{\text{ЦП нб}} = +5\%$ ;

ең аз жүктемелерде  $\delta U'_{\text{ЦП нм}} = 0\%$ ;

Содан кейін реттегіштің табылған сезімталдық аймағын ескере отырып  $\delta U_{\text{нч}} = 1,3\%$  (4 бөлікті қараңыз) бойынша біз ең үлкен жүктеме режимінде қорек көзіндегі кернеудің ықтимал ауытқуларының шегін табамыз:

$$\delta U''_{\text{ЦП нб}} = 5 + 1,3 = 6,3\%$$

$$\delta U''_{\text{ЦП нм}} = 5 - 1,3 = 4,7\%$$

Сол сияқты ең аз жүктеме режимі үшін біз табамыз:

$$\delta U'_{\text{ЦП нб}} = 0 + 1,3 = 1,3\%$$

$$\delta U'_{\text{ЦП нм}} = 0 - 1,3 = -1,3\%$$

*6. ТҚС трансформаторларының тармақтарын таңдау.*

Трансформаторларда ең аз кернеу қоспасын таңдауға болатын желі аймағын табамыз  $\delta U_{\text{Т.м}}=0,25$  (+5% тармағы үшін). Ол үшін қорек көзінен 0,4 кВ ТҚС шиналарға дейінгі кернеудің тиісті үлкен шығынын есептейміз. (2.19) және (2.20) формулалары бойынша ең үлкен жүктеме режимі үшін аламыз:

$$\begin{aligned} \Delta U''_{\text{н. нб}} &= \delta U''_{\text{ЦП нб}} - \delta U''_{\text{ТҚС нм}} + 0.25 \\ \Delta U''_{\text{н. нм}} &= \delta U''_{\text{ЦП нб}} - \delta U''_{\text{ТҚС нб}} + 0.25 \end{aligned} \quad (2.19)$$

$$\begin{aligned}\Delta U''_{н. нб} &= \delta U''_{цп нм} - \delta U''_{тқс нм} + 0.25 \\ \Delta U''_{н. нм} &= \delta U''_{цп нм} - \delta U''_{тқс нб} + 0.25\end{aligned}\quad (2.20)$$

$$\begin{aligned}a) \quad \Delta U''_{н. нб} &= 6,3 - 0 + 0,25 = 6,55 \% \\ \Delta U''_{н. нм} &= 6,3 - 5 + 0,25 = 1,55 \%\end{aligned}$$

осы жерден:  $1,55 \% \leq \Delta U''_н \leq 6,55 \%$

$$\begin{aligned}б) \quad \Delta U''_{н. нб} &= 4,7 - 0 + 0,25 = 4,95 \% \\ \Delta U''_{н. нм} &= 4,7 - 5 + 0,25 = -0,05 \%\end{aligned}$$

осы жерден:  $-0,05 \% \leq \Delta U''_н \leq 4,95 \%$ .

Теңсіздік нәтижелеріне сәйкес а) және б) +5% тармақталған кезде кернеудің жоғалуы шегінде болуы керек:

$$1,55 \% \leq \Delta U''_н \leq 4,95 \%$$

Бұл шартты барлық трансформаторлар қанағаттандырады (2.3-кестені қараңыз).

Енді ең аз жүктеме режимі үшін есептейік. Ол үшін (2.21) және (2.22) формулалар бойынша есептеулер жүргіземіз:

$$\begin{aligned}\Delta U'_{н. нб} &= \delta U'_{цп нб} - \delta U'_{тқс нм} + 0.25 \\ \Delta U'_{н. нм} &= \delta U'_{цп нб} - \delta U'_{тқс нб} + 0.25\end{aligned}\quad (2.21)$$

$$\begin{aligned}\Delta U'_{н. нб} &= \delta U'_{цп нм} - \delta U'_{тқс нм} + 0.25 \\ \Delta U'_{н. нм} &= \delta U'_{цп нм} - \delta U'_{тқс нб} + 0.25\end{aligned}\quad (2.22)$$

$$\begin{aligned}a) \quad \Delta U'_{н. нб} &= 1,3 - (-3,75) + 0,25 = 5,3 \% \\ \Delta U'_{н. нм} &= 1,3 - 5 + 0,25 = -3,45 \%\end{aligned}$$

$$-3,45 \% \leq \Delta U'_н \leq 5,3 \%$$

$$\begin{aligned}б) \quad \Delta U'_{н. нб} &= -1,3 - (-3,75) + 0,25 = 2,7 \% \\ \Delta U'_{н. нм} &= -1,3 - 5 + 0,25 = -6,05 \%\end{aligned}$$

$$-6,05 \% \leq \Delta U'_н \leq 2,7 \%$$

Теңсіздік нәтижелеріне сәйкес а) және б) +5% тармақталған кезде кернеудің жоғалуы шегінде болуы керек:  $-3,45 \% \leq \Delta U'_н \leq 2,7 \%$

Бұл шартты барлық трансформаторлар қанағаттандырады (2.3-кестені қараңыз).



Енді  $\delta U_{т.м} = 2,63\%$  кернеу қоспасымен + 2,5% трансформаторлардың тармақтарын орнатуға болатын желі аймағын табуға көшейік (2.19) және (2.20) формулалары бойынша ең үлкен жүктеме режимі үшін:

$$a) \quad \begin{aligned} \Delta U''_{н. нб} &= 6,3 - 0 + 2,63 = 8,93 \% \\ \Delta U''_{н. нм} &= 6,3 - 5 + 2,63 = 3,93 \% \end{aligned}$$

осы жерден:  $3,93 \% \leq \Delta U''_{н} \leq 8,93 \%$

$$б) \quad \begin{aligned} \Delta U''_{н. нб} &= 4,7 - 0 + 2,63 = 7,33 \% \\ \Delta U''_{н. нм} &= 4,7 - 5 + 2,63 = 2,33 \% \end{aligned}$$

осы жерден:  $2,33 \% \leq \Delta U''_{н} \leq 7,33 \%.$

Теңсіздік нәтижелеріне сәйкес:

$$3,93 \% \leq \Delta U''_{н} \leq 7,33 \%$$

Бұл шартты барлық трансформаторлар қанағаттандырмайды!

Ең аз жүктеме режимінің талаптарын тексереміз:

$$a) \quad \begin{aligned} \Delta U'_{н. нб} &= 1,3 - (-3,75) + 2,63 = 7,68 \% \\ \Delta U'_{н. нм} &= 1,3 - 5 + 2,63 = -1,07 \% \end{aligned}$$

$$-1,07 \% \leq \Delta U'_{н} \leq 7,68 \%$$

$$б) \quad \begin{aligned} \Delta U'_{н. нб} &= -1,3 - (-3,75) + 2,63 = 5,08 \% \\ \Delta U'_{н. нм} &= -1,3 - 5 + 2,63 = -3,67 \% \end{aligned}$$

$$-3,67 \% \leq \Delta U'_{н} \leq 5,08 \%$$

Теңсіздік нәтижелеріне сәйкес а) және б) +2,5% тармақталған кезде кернеудің жоғалуы шегінде болуы керек:  $-1,07 \% \leq \Delta U'_{н} \leq 5,08 \%$

Бұл шартты барлық трансформаторлар қанағаттандырады (2.3-кестені қараңыз).

$\delta U_{т.м} = 5,26\%$  кернеу қоспасымен + 0% трансформаторлардың тармақтарын орнатуға болатын желі аймағын қарастырайық (2.19) және (2.20) формулалары бойынша ең үлкен жүктеме режимі үшін:

$$a) \quad \begin{aligned} \Delta U''_{н. нб} &= 6,3 - 0 + 5,26 = 11,56 \% \\ \Delta U''_{н. нм} &= 6,3 - 5 + 5,26 = 6,56 \% \end{aligned}$$

осы жерден:  $6,56 \% \leq \Delta U''_H \leq 11,56 \%$

$$\begin{aligned} \text{б)} \quad \Delta U''_{H. \text{нб}} &= 4,7 - 0 + 5,26 = 9,96 \% \\ \Delta U''_{H. \text{нм}} &= 4,7 - 5 + 5,26 = 4,96 \% \end{aligned}$$

осы жерден:  $4,96 \% \leq \Delta U''_H \leq 9,96 \%$ .

Теңсіздік нәтижелеріне сәйкес:

$$6,56 \% \leq \Delta U''_H \leq 9,96 \%$$

Бұл шартты барлық трансформаторлар қанағаттандырмайды!

Ең аз жүктеме режимінің талаптарын тексереміз:

$$\begin{aligned} \text{а)} \quad \Delta U'_{H. \text{нб}} &= 1,3 - (-3,75) + 5,26 = 10,31 \% \\ \Delta U'_{H. \text{нм}} &= 1,3 - 5 + 5,26 = 1,56 \% \end{aligned}$$

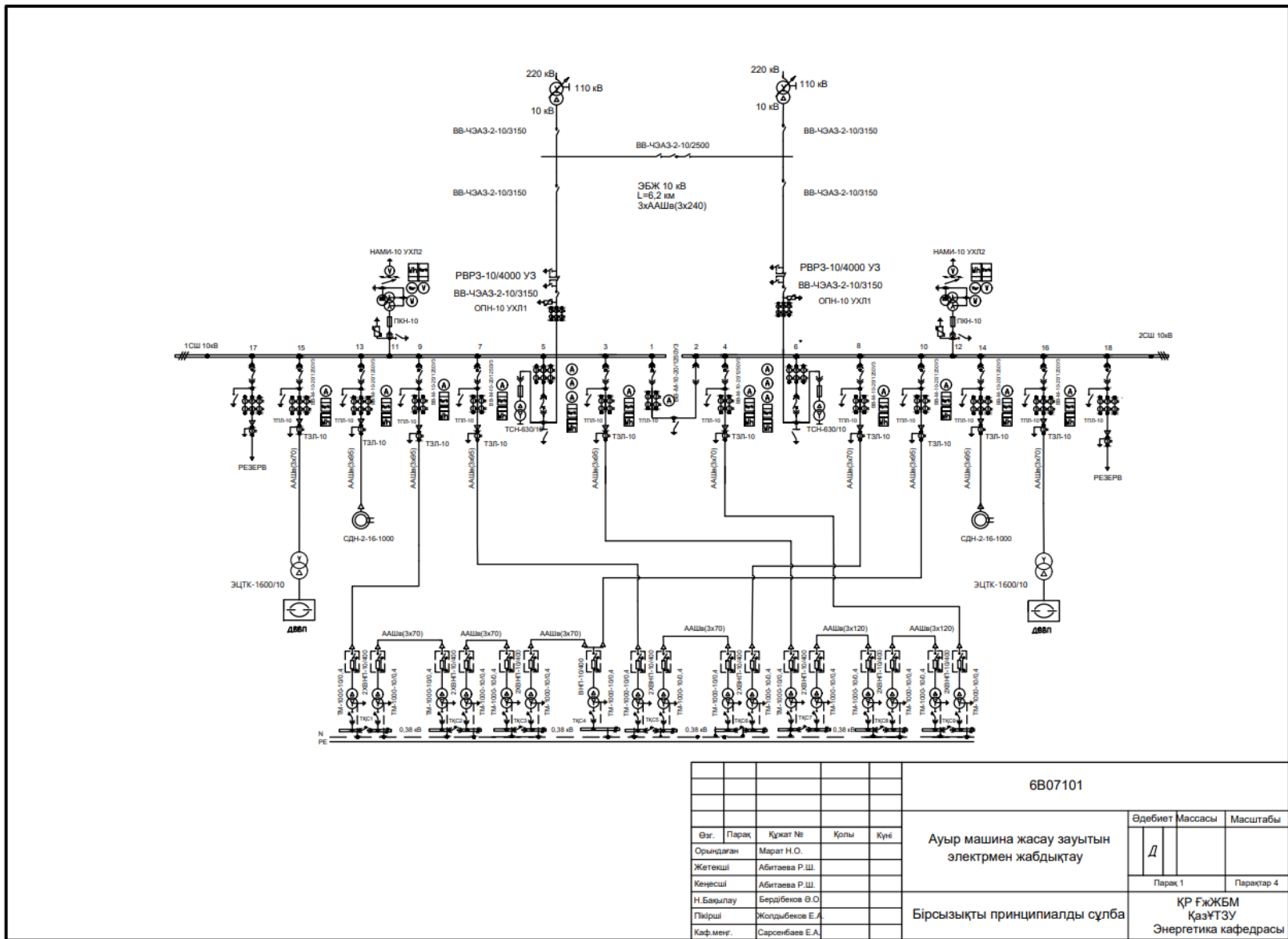
$$1,56 \% \leq \Delta U'_H \leq 10,31 \%$$

$$\begin{aligned} \text{б)} \quad \Delta U'_{H. \text{нб}} &= -1,3 - (-3,75) + 5,26 = 7,71 \% \\ \Delta U'_{H. \text{нм}} &= -1,3 - 5 + 5,26 = -1,04 \% \end{aligned}$$

$$-1,04 \% \leq \Delta U'_H \leq 7,71 \%$$

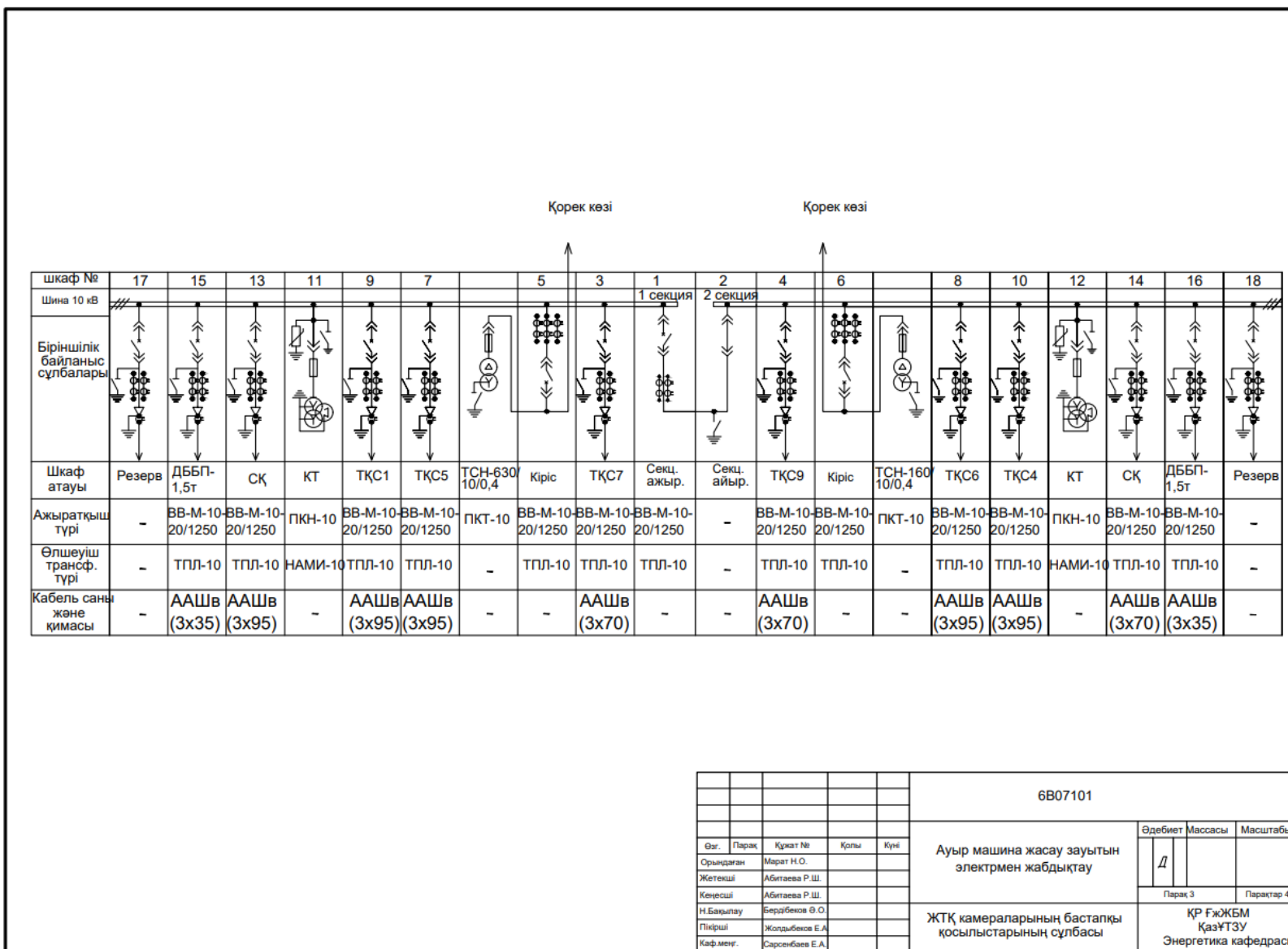
Теңсіздік нәтижелеріне сәйкес а) және б) +0 % тармақталған кезде кернеудің жоғалуы шегінде болуы керек:  $1,56 \% \leq \Delta U'_H \leq 7,71 \%$

Бұл шартты барлық трансформаторлар қанағаттандырмайды! (2.3-кестені қараңыз.

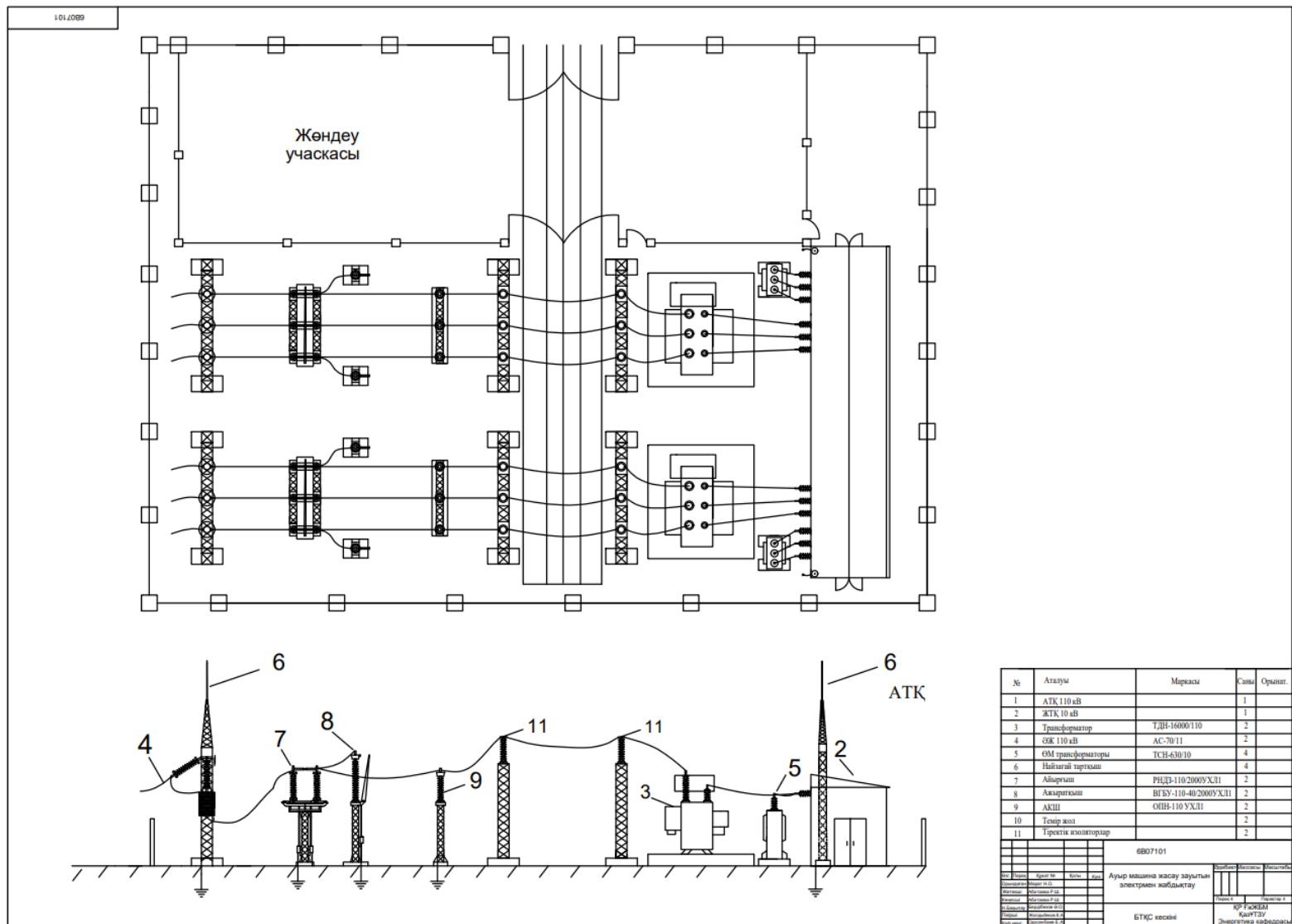


					6B07101			
Өзг.	Парақ	Құжат №	Қолы	Күні	Ауыр машина жасау зауытының электрмен жабдықтау	Өлебиет	Массасы	Масштабы
						Д		
Жетекші		Абигатаева Р.Ш.						
Кенесші		Абигатаева Р.Ш.						
Н.Бақырғалу		Бердібеков Ө.О.				Парақ 1		Парақтар 4
Пікірші		Жолдыбеков Е.А.			Бірсызықты принципіалды сұлба	ҚР ҒЖЖЕМ ҚазҰТЗУ Энергетика кафедрасы		
Каф. менг.		Сарсенбаев Е.А.						

2.5-сурет – Ауыр машина жасау зауытының бірсызықты сұлбасы



2.6-сурет – Ауыр машина жасау зауытының ЖТҚ камерасының сұлбасы



2.7-сурет – Ауыр машина жасау зауытының БТҚС сұлбасы

### 3 Еңбекті қорғау және техникалық қауіпсіздік

Еңбекті қорғау үлкен маңызға ие. Еңбекті қорғаудың негізгі міндеті жарақат алу қаупін азайту, кәсіптік ауруларды және жұмыстағы жазатайым оқиғалардың санын азайту болып табылады. Сонымен қатар, еңбекті қорғау қызметкерлердің жұмысына қанағаттанбауды азайтуға және сәйкесінше айналымды азайтуға көмектеседі, сонымен қатар еңбек өнімділігін арттырады. Мемлекет деңгейінде тіршілік қауіпсіздігін қамтамасыз ету оның әлеуметтік-экономикалық дамуы мен қоғамның адамгершілік жағдайын бағалау критерийі бола алады.

Еңбекті қорғау өз мәні бойынша еңбекті қорғау бойынша оқыту, медициналық тексерулер жүргізу, қызметкерлерді белгіленген нормалар бойынша арнайы киіммен қамтамасыз ету, зиянды еңбек жағдайлары үшін жеңілдіктер мен өтемақылар беру сияқты жұмыс берушілер орындауға міндетті іс-шаралар жиынтығын білдіреді. Іс - шаралар жүйесі ретінде еңбекті қорғауды атқарушы биліктің жалғыз органы-оның өкілеттігі шеңберінде Еңбек министрлігі басқарады. Шын мәнінде, еңбекті қорғау әлеуметтік-еңбек қатынастарының бөлігі болып табылады.

Осындай шараның бір бөлігі электр қауіпсіздігі - жұмыс істеп тұрған электр тогына, электр доғасына, электромагниттік өріске және статикалық электр тогына зиянды және қауіпті әсер етуді болдырмайтын ұйымдастыру іс-шаралары мен техникалық құралдар жүйесі.

Электр қауіпсіздігі ережелері құқықтық және техникалық құжаттармен, нормативтік-техникалық базамен реттеледі. Электр қауіпсіздігі негіздерін білу электр қондырғылары мен электр жабдықтарына қызмет көрсететін персонал үшін міндетті болып табылады.

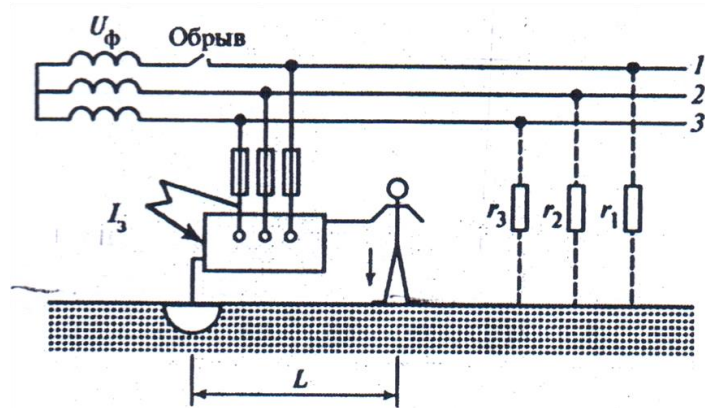
#### 3.1 Кездейсоқ ток тізбегінде қалған адамның бойынан өтетін токты анықтау

Оқшауланған бейтарап үш фазалы желіде қоректендіргіш трансформаторға жақын жерде 1 фазалық үзіліс болды. Осы уақытта 3-фазаның жерге тұйықталған электр қозғалтқышының корпусына қысқа тұйықталуы пайда болды, оған адам қол тигізді.

Берілген: желінің кернеуі  $U_{ж}=380$  В; электр энергиясын тұтынушы корпусының жерге тұйықталу кедергісі  $R_3=52$  Ом; жерге қатысты желінің фазалық оқшаулау кедергісі  $R_1=512$  Ом,  $R_2=490$  Ом; адам денесінің кедергісі  $R_{ад}=1000$  Ом; жердің меншікті кедергісі  $\rho=120$  Ом·м; адамнан жерге тұйықтағышқа дейінгі қашықтық  $L \geq 20$  м.

Нұсқау: жарақат алған адамның аяқ киімінің кедергісі 0-ге тең.

Адам денесі арқылы өтетін  $I_h$  тогының мәнін анықтау қажет [5].



3.1-сурет – Фазалардың бірі осы корпусқа тұйықталған кезде және оқшауланған бейтарап үш фазалы үш сымды электр желісінің басқа фазасы үзілген кезде энергия тұтынушының жерге тұйықталған корпусына тиген адамның ток соғу қаупі

Адам тұрған негіздің кедергісін формула бойынша есептеуге болады

$$R_{\text{негіз}} \cong 1,5\rho, \quad (3.1)$$

$$R_{\text{негіз}} = 1,5 \cdot 120 = 180 \text{ Ом.}$$

Желілік кернеу  $U_{\text{ж}} = 380 \text{ В}$ .  $R_{\text{ад}}$  и  $r_{\text{ж}}$  арқылы өтетін ток кедергісі:

$$I_{\text{ад-3}} = \frac{U_{\text{ж}}}{r_2 + R_{\text{экв}}}, \quad (3.2)$$

$$I_{\text{ад-3}} = \frac{380}{490 + 45,39} = 0,71 \text{ А}$$

$$U = I_{\text{ад-3}} R_{\text{экв}}, \quad (3.3)$$

$$U = 0,71 \cdot 45,39 = 32,18 \text{ В}$$

$$I_{\text{ад}} = \frac{U}{(R_{\text{ад}} + R_{\text{негіз}})}, \quad (3.4)$$

$$I_{\text{ад}} = \frac{32,18}{(1000 + 180)} = 0,027 \text{ А} = 27,27 \text{ мА.}$$

Жауабы:  $I_{\text{ад}} = 27,27 \text{ мА}$ .

## ҚОРЫТЫНДЫ

Берілген дипломдық жұмыста ауыр машина жасау зауытын электр энергиясымен жабдықтауды жобалау орындалды. Жұмыс барысында жоғары және төменгі кернеулі есептік жүктемені есептеу, активті және реактивті қуат шығындарын анықтау арқылы ТМ-1000-10/0,4, ТДН-16000/110 және АТДЦТН-63000-220/110/10У1 күштік трансформаторы мен автотрансформатор түрлері таңдалды. Сондай-ақ электр беріліс желісінің есептік токтарын, қысқа тұйықталу токтарын анықтау арқылы АС-70/11, АСО-240 болат-алюминий сымдары, ААШв-10-3х240 және т.б. кабельдік желілері, одан бөлек жоғары кернеулі коммутациялық аппараттар ВГБУ-110-40/2000УХЛ1 типті элегазды ажыратқыштарын, РНДЗ-110/2000У1 айырғышы, төменгі кернеулі ВВ-ЧЭАЗ-2-10, ВВ-М-10-20/1250 вакуумды ажыратқыштар таңдалды. ТПЛ-10 типті кірістегі ток трансформаторымен НАМИ-10-66У3 типті кернеу трансформаторлары таңдалып алынды.

Сыртқы электрмен жабдықтау схемасының нұсқаларын техникалық-экономикалық жағынан салыстыру нәтижесінде 10 кВ нұсқасы тиімдірек деп танылды.

Сонымен қатар арнайы бөлімде трансформаторлық қосалқы станция трансформаторларының тармағының және қоректендіру орталығының кернеуін реттеу режимін әзірлеу үшін, әуе электр беріліс желісі мен кабельдік желіде болатын кернеу шығындарын анықтадық, нәтижесінде ортаңғы орамда 120,3 кВ, төменгі орамда 10,59 кВ кернеу шамасы болатын байқадық. Сондай-ақ ең алыс аймақ үшін №1 механикалық цех-9,936 кВ, синхронды қозғалтқыш үшін-9,97 кВ кернеу шамасын алдық және қорек көзімен трансформаторлық қосалқы станция тармақтарында болатын ең көп жүктеме кезінде және ең аз жүктеме кезіндегі кернеу шығындарын есептедік. Есептеу қорытындысы бойынша ең көп жүктелген кезінде  $\pm 5\%$ ; тармағы, ең аз жүктелген кезінде  $\pm 5\%$ ;  $-2,5\%$  тармақтары қанағаттандырды.



## ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Лавров А. Г, Попов Е. Н Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), Анализ режимов регулирования вторичного напряжения трансформаторов с устройствами РПН, 2017.

2 Герасименко А. А., Федин В. Т. Передача и распределение электрической энергии: учеб. пособие. 4-е изд., стер. М.: КНОРУС, 2014.

3 ГОСТ Р 32144–2013. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. М.: Стандартинформ, 2014.

4 Идельчик В.И. Электрические системы и сети изд. 2 URSS. 2022. 600 с.

5 Сивков, А. А. Основы электроснабжения : учебное пособие для вузов / А. А. Сивков, А. С. Сайгаш, Д. Ю. Герасимов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 173 с.

6 Лыкин, А. В. Электроэнергетические системы и сети : учебник для вузов /Лыкин А. В — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 360 с

7 Проектирование электрических сетей: учеб. пособие / Ананичева С.С, Котова Е.Н – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2017. – 164с

8 «Кәсіпорынды электрмен жабдықтау» пәні бойынша әдістемелік нұсқаулық, 2023 – 69с.

9 Voltage Control in Smart Grids: An Approach Based on Sensitivity Theory January 2010 Journal of Electromagnetic Analysis and Application 3(08):467-474

10 [https://@etm\\_company-regulirovka-napryazheniya-transformatorov-rpn-i-pbv](https://@etm_company-regulirovka-napryazheniya-transformatorov-rpn-i-pbv)

11 СТ КазНИТУ – 09 – 2023 Работы Учебные. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала.

12 <https://iweb.vyatsu.ru/document/material/26/5> Расчеты режимов сетей.pdf

Тақырыбы: «Трансформаторлық қосалқы станция трансформаторларының тармағының және қоректендіру орталығының кернеуін реттеу режимін әзірлеу»

**6B07101 – Энергетика**  
(шифр және мамандық атауы)

**Марат Нұрбек Олжасұлы**  
(Студенттің аты-жөні)

**Дипломдық жұмысына**  
(жұмыс түрінің атауы)

## СЫН ПІКІР

Дипломдық жұмыста ауыр машина жасау зауытын электрмен жабдықтау жүргізілген. Айта кететін болсақ, зауыт бойынша электр жүктемелерін есептеу, қуаттардың есептік активті және реактивті шағынын анықтау, техникалық-экономикалық есеп, кернеуі 10 кВ электр желісін есептеу және қондырғыларын таңдау сияқты бірқатар мәселелер қарастырылған. Сонымен қатар, қосалқы станция трансформаторларының тармағының және қоректендіру орталығының кернеуін реттеу режимін әзірлеу үшін әуе электр беріліс желілері мен кабель желілерінің номиналды кернеулерін таңдау бойынша есептеулер көрсетілген.

Дипломдық жұмыс үш басты бөлімнен тұрады, сонымен қоса қорытынды және қолданылған әдебиеттер тізімі келтірілген.

Жалпы дипломдық жұмысты орындау барысында түлектің өз ойымен жазып, есептеулерін есептеп шығарғаны байқалады.

### Жұмыс бойынша ескерту:

Ескерту ретінде, грамматикалық қателіктер, тағылыс белгілері дұрыс қойылмай кеткендігін және қазақша аудармалары кейбір жерлерде дұрыс аударылмағандығын айтуға болады. Жалпы дипломдық жұмыс талаптарға сәйкес жазылған.

### Жұмысты бағалау

Жоғарыда айтылғандарды қорыта келе, Марат Нұрбектің дипломдық жұмысы А+ «өте жақсы» (95 балл) бағасына, ал автор – энергетика бакалавры академиялық дәрежесін иемденуге лайық деп бағалаймын.



Марат Нұрбек Олжасұлы

6B07101 - Энергетика

"Трансформаторлық қосалқы станция трансформаторларының тармағының және қоректендіру орталығының кернеуін реттеу режимін әзірлеу"  
дипломдық жұмысына

### ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Осы дипломдық жұмыста студент Марат Нұрбек, ауыр машина жасау зауытын электрмен жабдықтау жүргізілген. Зауыт бойынша электр жүктемелерін есептеу, қуаттардың есептік активті және реактивті шағынын анықтау, техникалық-экономикалық есеп, кернеуі 10 кВ электр желісін есептеу және қондырғыларын таңдау сияқты бірқатар мәселелер қарастырылған.

Арнайы бөлімінде қосалқы станция трансформаторларының тармағының және қоректендіру орталығының кернеуін реттеу режимін әзірлеу үшін әуе электр беріліс желілері мен кабель желілерінің номиналды кернеулерін таңдау бойынша есептеулер жүргізілген.

Дипломдық жұмыс екі басты бөлімнен тұрады, олар зауытты электрмен жабдықтау бойынша есептеулер, электр беріліс желілерінің кернеу шығындары есебі, сонымен қоса еңбек қорғау бөлімі, қорытынды және қолданылған әдебиеттер тізімі келтірілген.


Қорытынды мен ұсыныстардың айғақтылығы және нақтылығы бойынша дипломдық жұмыстағы алдына қойылған мәселені шешу дәрежесі жоғары, зерттеу толығымен аяқталған.

Диплом жазушы Марат Нұрбек теориялық дайындығын жеткілікті көрсетті, практикамен ұштастыра білді, алдына қойылған тапсырмаларды өздігінен шешіп, жұмысты өте жақсы меңгерді.

Дипломдық жұмыс қойылатын талаптарға сәйкес келеді және мемлекеттік аттестациялық комиссияның отырысында қорғауға жіберіледі. Ал, түлек Марат Нұрбек «Энергетика» мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесіне лайықты және дипломдық жұмысын А+ «өте жақсы» 95 баллмен бағалаймын.

#### Ғылыми жетекші

Техника ғылымдарының магистрі,  
«Энергетика» кафедрасының  
Аға оқытушысы

 Р.Ш. Абитаева

(қолы)

«07» 06. 2024 ж.



## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Марат Нұрбек Олжасұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Трансформаторлық қосалқы станция трансформаторларының тармағының және қоректендіру орталығының кернеуін реттеу режимін әзірлеу

Научный руководитель: Рахимаш Абитаева

Коэффициент Подобия 1: 9.6

Коэффициент Подобия 2: 3.8

Микропробелы: 4

Знаки из других алфавитов: 1700

Интервалы: 0

Белые Знаки: 2

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  
10.06.2024

Заведующий кафедрой Жергерман  
Сирсембаев ЕА.  


## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Марат Нұрбек Олжасұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Трансформаторлық қосалқы станция трансформаторларының тармағының және қоректендіру орталығының кернеуін реттеу режимін әзірлеу

Научный руководитель: Рахымаш Абитаева

Коэффициент Подобия 1: 9.6

Коэффициент Подобия 2: 3.8

Микропробелы: 4

Знаки из других алфавитов: 1700

Интервалы: 0

Белые Знаки: 2

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

07.06.2024.



проверяющий эксперт