

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

6В07101 – «Энергетика» мамандығы

Токтахунов Руслан Ришатович

**6-10 кВ желілерінде көлденең және бойлық өтемдеу құрылғыларын  
қолдану тиімділігін талдау.**

**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

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ  
НАО «ҚазНУ им. К.И. Сәтбаев»  
Институт энергетика  
и машиностроения

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ  
«Энергетика» кафедрасының  
менгерушісі  
РыД қалыптастырылған профессор  
Е.А. Сарсенбаев  
«14» 06 2024 ж.

### ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «6-10 кВ желілерінде көлденен және бойлық өтемдеу  
кұрылғыларын қолдану тиімділігін талдау»

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

Орындаған:

Токтахунов Р.Р

Пікір беруші  
*Юсупова* Юсупова Салтанат Абеновна  
«13» 05 2024 ж.

Ғылыми жетекші  
Техникалық ғылымдар докторы,  
профессор

*А.Б. Бекбаев*  
«18» 06 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

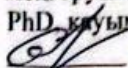
«Энергетика» кафедрасы

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

**БЕКІТЕМІН**

«Энергетика» кафедрасының  
меңгерушісі

PhD, құрылымдастырылған профессор

 Е.А.Сарсенбаев

« 5 » 01 2024 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Токтахунов Руслан Ришатович .

Тақырыбы: 6-10 кВ желілерінде көлденең және бойлық өтемдеу құрылғыларын қолдану тиімділігін талдау.

Университеттің академиялық мәселелер жөніндегі проректорының 04.12.2023 ж. № 548-ПӨ бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі – 14 маусым 2024 жыл

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Ауыр машина жасау зауытын электрмен жабдықтау үшін бізге берілген қуат 40МВА болатын 2 трансформаторлар орналасқан энергожүйе қосалқы станциясынан кернеуі 110/37 кВ қорек алады. Реактивті кедергі 110 кВ.

Дипломдық жұмыстың қысқаша мазмұны:

а) Зауыттың электрлік жүктемелерін есептеу.

ә) Техникалық-экономикалық есеп жүргізу.

б) 6-10 КВ желі параметрлеріне бойлық және көлденең өтемдеу әсерін зерттеу.

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

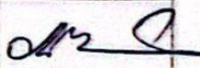
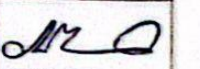
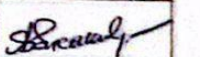
Сызба материалдары 10 парақ слайдтарда көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиет 16 атау.


Дипломдық жұмысты дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Негізгі бөлім	05.02.24-20.03.24	Норм
Арнайы бөлім	07.05.24-22.05.24	Норм

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары


Бөлімдер атауы	Кеңесшілердің аты-жөні, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	А.Б.Бекбаев, техникалық ғылымдар докторы, профессор	17.06.24	
Арнайы бөлім	А.Б.Бекбаев, техникалық ғылымдар докторы, профессор	17.06.24	
Норма бақылау	Ә.О.Бердібеков, магистр. аға оқытушы	07.06.2024	

Ғылыми жетекшісі

  
(қолы)

А.Б.Бекбаев

Тапсырманы орындауға алған студент

  
(қолы)

Р.Р.Токтаунов

Күні

«07» 06 2024ж.

## **АНДАТПА**

Бұл дипломдық жұмыстың мақсаты электрмен жабдықтау желілеріндегі шығындарды азайтуға бағытталған заманауи технологиялар мен әдістерді зерттеу болып табылады. Жұмыс шеңберінде электр энергиясының жоғалу себептеріне, оның ішінде активті және реактивті шығындарға, сондай-ақ жабдықтың тозуынан және желілерді тиімсіз басқарудан туындаған шығындарға жан-жақты шолу жүргізілді. Сонымен қатар электр жүктемесінің есебін, электрмен жабдықтаудың сыртқы схемаларын және өнімділігі жоғары жабдықтарды қамтиды. Осы тапсырмалар бойынша талдаулар жасалып, жабдықтар іріктеліп алынды. Сондай-ақ, экономикалық жағынан мен таңдаған нұсқаның тиімділігі қарастырылды.

## **АННОТАЦИЯ**

Целью данного диплома является изучение современных технологий и методов, направленных на снижение затрат на сети электроснабжения. В рамках работы был проведен комплексный анализ причин потерь электроэнергии, включая активные и реактивные затраты, а также потери, вызванные деградацией оборудования и неэффективным управлением сетями. Он также включает в себя учет электрических нагрузок, внешних схем электроснабжения и высокопроизводительного оборудования. Согласно этим инструкциям был проведен анализ и подобрано оборудование. С экономической точки зрения также учитывалась эффективность выбранного мною варианта.

## **ANNOTATION**

The purpose of this diploma is to study modern technologies and methods aimed at reducing the cost of electricity supply networks. As part of the work, a comprehensive analysis of the causes of electricity losses was carried out, including active and reactive costs, as well as losses caused by equipment degradation and inefficient network management. It also includes accounting for electrical loads, external power supply schemes and high-performance equipment. According to these instructions, an analysis was carried out and equipment was selected. From an economic point of view, the effectiveness of the option I chose was also taken into account.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Ауыр машина жасау зауытын электрмен жабдықтау	8
1.1 Жобалауға арналған бастапқы деректер	8
1.2 Зауыт бойынша электр жүктемелерін есептеу	9
1.3 Техникалық-экономикалық есеп	33
1.4 Кернеуі 10 кВ электр желісін есептеу және қондырғыларын таңдау	48
2 Арнайы бөлім	64
2.1 Жалпы мәлімет	64
2.2 Көлденең және бойлық өтемдеу құрылғыларын қолдану	65
2.3 Өтемдік көлденең өтемдеу құрылғысын орнатқаннан кейін тұтынушының параметрлерінің өзгеруін тексеру	67
2.4 Ең үлкен белсенді қуатты және бұл үшін қажет болатын компенсаторлық құрылғының қуатын анықтау.	69
2.5 Кернеудің рұқсат етілген жоғалуы бойынша өткізу қабілеттілігінің тәуелділіктерін салу.	70
Қорытынды	73
Қолданылған әдебиеттер тізімі	74

## КІРІСПЕ

Өнеркәсіптік кәсіпорындарда өндірілген энергияны беру, бөлу және тұтыну жоғары тиімділік пен сенімділікпен жүргізілуі керек. Мұны қамтамасыз ету үшін энергетиктер тұтынушыларға жоғары кернеуді барынша жақындата отырып, қолданылатын кернеудің барлық сатыларында электр энергиясын таратудың сенімді және үнемді жүйесін құрды. Электр энергиясын тұтынушылардың өзіндік ерекшеліктері бар, бұл Электрмен жабдықтаудың белгілі бір талаптарына байланысты - қуат сенімділігі, электр энергиясының сапасы, жеке элементтерді резервтеу және қорғау. Өнеркәсіптік кәсіпорындардың құрылыстарын жобалау және электрмен жабдықтау жүйелерін пайдалану кезінде кернеулерді дұрыс таңдау, электр жүктемелерін анықтау, трансформаторлық қосалқы станциялардың түрін, саны мен қуатын, оларды қорғау түрлерін, реактивті қуатты өтеу жүйелерін және кернеуді реттеу әдістерін таңдау қажет. Электр энергиясын цехтық тарату жүйесінде толық тарату құрылғылары, қосалқы станциялар және электр өткізгіштер кеңінен қолданылады. Бұл икемді және сенімді тарату жүйесін жасайды, нәтижесінде сымдар мен кабельдердің көп саны үнемделеді. Жетілдірілген автоматика жүйелері, сондай-ақ өнеркәсіптік кәсіпорындардың электрмен жабдықтау жүйесінің жекелеген элементтерін қорғаудың қарапайым және сенімді құрылғылары кеңінен қолданылады.

## 1 Ауыр машина жасау зауытын электрмен жабдықтау

### 1.1 Жобалауға арналған бастапқы деректер

Қуат қуаты 40 МВА, кернеуі 110/37 кВ екі трансформатор орнатылған энергия жүйесінің қосалқы станциясынан жүзеге асырылуы мүмкін. Трансформаторлар параллель жұмыс істейді. Жүйенің қуатына жатқызылған 110 кВ жағындағы жүйенің реактивтілігі - 0,4. Электр жүйесінің қосалқы станциясынан зауытқа дейінгі қашықтық 5 км. Зауыт екі ауысымда жұмыс істейді.

Кесте 1.1 – Электр жүктемелер тізімі

Цех №	Өндірістік бөлімнің атауы	ЭП саны, n	Орнатылған қуат, кВт	
			Бір ЭП-ның, P <sub>н</sub>	Σ P <sub>н</sub>
1	№ 1 Түсті металдарды өңдеу цехы	120	2-50	2000
1а	Түсті металдарды өңдеу цехының бөлімшесі	31	8-150	600
2	№ 2 механикалық цех	225	1-55	3600
3	№ 3 механикалық цех	130	2-45	2000
4	Аспаптық цех	44	1-85	1000
5	Электр жөндеу цехы	56	2-55	900
6	Ағаш өңдеу цехы	33	1-25	270
7	Құрастыру цехы	56	1-70	1600
8	Дайын өнім қоймасы	8	1-20	70
9	Компрессорлық: а) 0,4 кВ	10	8-25	200
	б) СҚ 10 кВ	4	1250	5000
10	Қара құю цехы: а) 0,4 кВ	60	1-60	3000
	б) ДСП 12 т	2		1000
11	№ 4 механикалық цех	100	2-50	2200
12	Түсті құю цехы	52	3-50	1600
13	Зауытты басқару	32	1-20	300
14	Ұсталық пресс цехы	66	10-80	1800
15	Сорғы станциясы	10	50-100	800
16	Гараж	25	1-120	1700
17	Сынақ станциясы	32	1-160	2100



## 1.2 Зауыт бойынша электр жүктемелерін есептеу

### *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 1.3-кестеге еңгіземіз.

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

$$P_{p0} = K_{co} \cdot P_{y0} \quad (1.1)$$

$$Q_{p0} = tg\varphi_0 \cdot P_{p0} \quad (1.2)$$

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

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

$P_{уст.0}$  – цехтің жарықтану қабылдағыштарының орнықтылы  $y_0$  қуаты.

$$P_{p0} = p_0 \cdot F \quad (1.3)$$

мұндағы,  $F$  – зауыттың аумағындағы анықталған өндіріс ғимараттының ауданы,  $p_0$  – меншікті жарықтану жүктемесі, кВт/м<sup>2</sup>;  $p_0$  мәні өндіріс түрі мен анықтамалыққа байланысты алынады.

*Зауыт бойынша электр жүктемелерін есептеу және басжоспарын 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:

$$P_{cm} = K_n \cdot P_n \quad (1.4)$$

$$Q_{cm} = P_{cm} \cdot tg\varphi \quad (1.5)$$

$$P_{cm} = P_{cm} \cdot K_m \quad (1.6)$$

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 БТҚС және шеберхана ТҚС оқшаулауға арналған электрлік пайдалы жүктеме сызбасын әзірлеу.

Картограмма-зауыттың жалпы жоспарындағы шеңберлер. Айналым алаң таңдалған арақатынас кезінде кеңістіктің есептік жүктемесіне сәйкес келеді.

а) Шеңбер радиусы:

$$R = \sqrt{\frac{S_{p.i.}}{\pi \cdot m}} \quad (1.7)$$

ә) Шеңбердің жарықтық жүктемесінің бөлігі:

$$\alpha = \frac{S_{p.o.i.}}{S_{p.i.}} \cdot 360^\circ \quad (1.8)$$

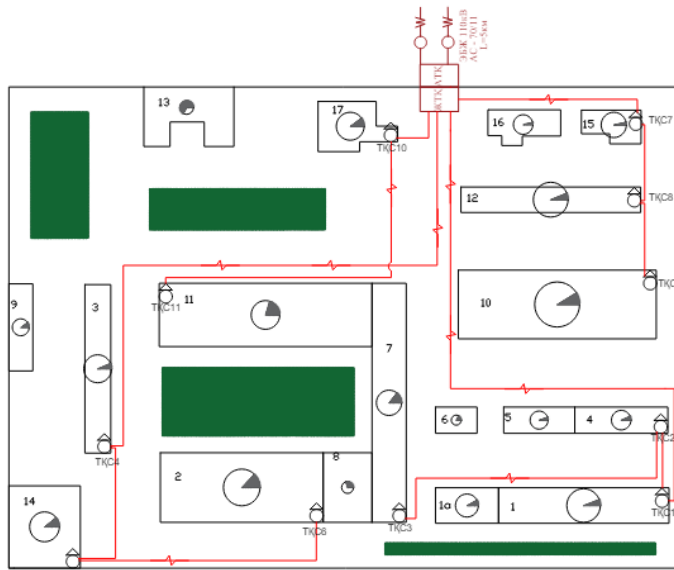
мұндағы  $P_{p.i.}$  – цехтің есептік толық қуаты, кВА;  
 $m$  – масштаб ( $m=0,5$  м/мм). [1]

Кесте 1.2 – Кәсіпорын жүктемелерінің картограммасын жасау үшін деректерді есептеу

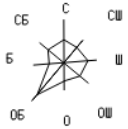
Атауы	$P_{po}$ , кВт	$P_p$ , кВт	R, мм	$\alpha$ , °
№ 1 Түсті металдарды өңдеу цехы	68,4	1400	29,9	17,6
Түсті металдарды өңдеу цехының бөлімшесі	25,2	420	16,4	21,6
№ 2 механикалық цех	144,3	1080	26,2	48,1
№ 3 механикалық цех	57,6	600	19,5	34,6
Аспаптық цех	28,35	300	13,8	34,02
Электр жөндеу цехы	20,25	270	13,1	27
Ағаш өңдеу цехы	12,15	54	5,9	81
Құрастыру цехы	108	480	17,5	81
Дайын өнім қоймасы	21,45	21	3,6	367,7

Кесте – 1.2. жалғасы

Атауы	$P_{po}$ , кВт	$P_p$ , кВт	R, мм	$\alpha$ , °
Компрессорлық	16,8	120	8,74	50,4
Қара құю цехы	171,6	1500	30,9	41,2
№ 4 механикалық цех	162,2	660	20,5	88,5
Түсті құю цехы	54	960	24,7	20,25
Зауытты басқару	85,5	120	8,7	256,5
Ұсталық пресс цехы	76,8	720	21,4	38,4
Сорғы станциясы	15,2	480	17,5	11,4
Гараж	12	340	14,7	12,7
Сынақ станциясы	58,05	630	20,03	33,2



№	Атауы	S <sub>ж</sub>
1	№ 1 Түеті металдары өңдеу цехы	1895,2
1а	Түеті металдары өңдеу цехының бөлімшесі	639,5
2	№ 2 механикалық цех	1870,7
3	№ 3 механикалық цех	1023,9
4	Аспаптық цех	590,6
5	Әйеккер жондау цехы	455,66
6	Ағаш өңдеу цехы	117,46
7	Құрастыру цехы	905,76
8	Дайын өнім қоймасы	61,73
9	Компрессорлық	205,44
10	Қара құю цехы	2412,8
11	№ 4 механикалық цех	1231,23
12	Түеті құю цехы	1330
13	Зауытты баққару	259,05
14	Усталық пресс цехы	1122,1
15	Сорғы станциясы	821,34
16	Газар	582,21
17	Сынақ станциясы	1057,1



**Шартты белгілер**

- Ғимараттар, құрылыстар;
- 0.4 кВ жүктеме картограммасы;
- Жарықтандыру жүктемесінің үлесі;
- Жоғары вольтты кабель;
- Темірбетон тректеріндегі ЭБЖ АС -70/11;
- Бекітілген тилітелі трансформаторлық қосалқы станция ТМ - 1000/10/0.4

6В07101.Энергетика						
Ауыр машина жасау зауыты				Өзбет	Масштабы	Масштабы
Мас	Тарих	Әрекет №	Арыс	Күн	1:1	Лист № 4
Сызықшы	Тексеруші	Абитурия 1122				
Бекіткіш		Абитурия 1122				
Анықтаушы		Абитурия 1122				
Із бақылаушы		Сертификат А				
Тексеруші						
Қар. аны.		Салықбас С				

1.1 – сурет – Ауыр машина жасау зауытының басжоспары сұлбасы

Кесте 1.3 – Ауыр машина жасау зауытын жарықтандыру

№ жос пар бойынша	Өндірістік бөлменің атауы	Бөлменің өлшемі, ұзындығы (м) мен ені (м)	Бөлменің ауданы, м <sup>2</sup>	Меншікті жарықтандыру жүктемесі $P_{ро}$ , кВт/м <sup>2</sup>	Сұраныс коэффициенті, $K_{со}$	Жарықтандырудың тұрақталған қуаты, $P_{уо}$ , кВт	Жарықтандыру жүктемесінің есептік қуаты		$\cos\varphi_0 / \text{tg}\varphi_0$	Шам түрі
							$P_{ро}$ , кВт	$Q_{ро}$ , квар		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	№ 1 Түсті металдарды өңдеу цехы	190x30	5700	0,015	0,8	85,5	68,4	34,2	0,9/0,5	LED
1a	Түсті металдарды өңдеу цехының бөлімшесі	70x30	2100	0,015	0,8	31,5	25,2	12,6	0,9/0,5	LED
2	№ 2 механикалық цех	185x65	12025	0,015	0,8	180,3	144,3	72,2	0,9/0,5	LED
3	№ 3 механикалық цех	160x30	4800	0,015	0,8	72	57,6	28,8	0,9/0,5	LED
4	Аспаптық цех	105x22,5	2362,5	0,015	0,8	35,4	28,35	14,2	0,9/0,5	LED
5	Электр жөндеу цехы	75x22,5	1687,5	0,015	0,8	25,3	20,25	10,1	0,9/0,5	LED
6	Ағаш өңдеу цехы	45x22,5	1012,5	0,015	0,8	15,19	12,15	6,1	0,9/0,5	LED
7	Құрастыру цехы	225x40	9000	0,015	0,8	135	108	54	0,9/0,5	LED
8	Дайын өнім қоймасы	65x55	3575	0,01	0,6	35,8	21,45	0	1/0	LED
9	Компрессорлық	80x25	2000	0,012	0,7	24	16,8	0	1/0	LED
10	Қара құю цехы	220x65	14300	0,015	0,8	214,5	171,6	85,8	0,9/0,5	LED

Кесте – 1.3 жалғасы

№ це х	Өндіріс тік бөлімні ң атауы	Ғимарат өлшемдері, ұзындығы А (м), ені В (м)		Ғимара т өлшем дері, S (м <sup>2</sup> )	Меншікті жарықтанд ыру жүктемесі ро, кВт/м2	Сұраныс коэффициенті, Kco	Жарықтанд ырудың тұрақталған қуаты, P <sub>yo</sub> , кВт	Жарықтанды ру жүктемесіні ң есептік қуаты		cos φ <sub>o</sub> / tgφ <sub>o</sub>	Ш ам тү рі
		a	b					P <sub>po</sub> , кВт	Q <sub>po</sub> , квар		
11	№ 4 механи калық цех	235x57,5	13512 ,5	0,015	0,8	202,7	162,2	81,1	0,9/0, 5	LE D	11
12	Түсті қю цехы	200x22,5	4500	0,015	0,8	67,5	54	27	0,9/0, 5	LE D	12
13	Зауыт ы басқар у	(100x55)- (35x25)	4750	0,02	0,9	95	85,5	42,8	0,9/0, 5	LE D	13
14	Ұсталы қ пресс цехы	80x80	6400	0,015	0,8	96	76,8	38,4	0,9/0, 5	LE D	14

Кесте – 1.3 жалғасы

№ це х	Өндіріс тік бөлімні ң атауы	Ғимарат өлшемдері, ұзындығы А (м), ені В (м)		Ғимара т өлшем дері, S (м <sup>2</sup> )	Меншікті жарықтанд ыру жүктемесі ро, кВт/м2	Сұраныс коэффициенті, Kco	Жарықтанд ырудың тұрақталған қуаты, P <sub>yo</sub> , кВт	Жарықтанды ру жүктемесіні ң есептік қуаты		cos φ <sub>o</sub> / tgφ <sub>o</sub>	Ш ам тү рі
		a	b					P <sub>po</sub> , кВт	Q <sub>po</sub> , квар		
15	Сорғы станци ясы	(65x32,5)- (30x10)	1812, 5	0,012	0,7	21,75	15,2	0	1/0	LE D	15
16	Гараж	(80x32,5)- (45x10)- (15x10)	2000	0,01	0,6	20	12	0	1/0	LE D	16
17	Сынақ станци ясы	(90x47,5)- (42,5x10)- (25x25)	3225	0,02	0,9	64,5	58,05	0	1/0	LE D	17
	Аумақ	-	24648 7,5	0,002	1	492,98	492,98	246,4 9	0,9/0, 5	LE D	

Кесте 1.4 – Фабрикадағы цехтардың 0,4 кВ кернеудегі электр жүктемелерін есептеу

Цехтардың атауы	ЭҚ сан ы, п	Орнатылған қуат, кВт		m	K <sub>и</sub>	cos φ	tgφ	Орташа жүктемелер		n <sub>э</sub>	K <sub>р</sub>	Есептік жүктемелер		
		$\frac{P_{\text{нmin}}}{P_{\text{нmax}}}$	$\sum P_{\text{н}}$					P <sub>см</sub> , кВт	Q <sub>см</sub> , квар			P <sub>р</sub> , кВт	Q <sub>р</sub> , квар	S <sub>р</sub> , кВА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1) №1 Түсті металдарды өңдеу цехы														
а) күштік	120	5-50	2000	>3	0,7	0,8	0,75	1400	1050	80	1,06	1484	1155	
б) жарықтану								68,4	34,2			68,4	34,2	
қорытынды								1468,4	1084,2			1552,4	1087,2	1895,2
1а) Түсті металдарды өңдеу цехының бөлімшесі														
а) күштік	31	8-150	600	>3	0,7	0,8	0,75	420	68,4	8	1,2	504	346,5	
б) жарықтану								25,2	12,6			25,2	12,6	
қорытынды								445,2	327,6			529,2	359,1	639,5
2) № 2 механикалық цех														
а) күштік	225	1-55	3600	>3	0,3	0,65	1,17	1080	1262,5	131	1,08	1166,4	1262,7	
б) жарықтану								144,3	72,15			144,3	72,2	



Кесте – 1.4 жалғасы

Цехтардың атауы	ЭҚ сан ы, п	Орнатылған қуат, кВт		m	K <sub>н</sub>	cos φ	tgφ	Орташа жүктемелер		n <sub>э</sub>	K <sub>р</sub>	Есептік жүктемелер		
		P <sub>нmin</sub> ÷P <sub>нmax</sub>	∑P <sub>н</sub>					P <sub>см</sub> , кВт	Q <sub>см</sub> , квар			P <sub>р</sub> , кВт	Q <sub>р</sub> , квар	S <sub>р</sub> , кВА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3) № 3 механикалық цех														
а) күштік	130	2-45	2000	>3	0,3	0,65	1,17	600	701,5	89	1,1	660	701,5	
б) жарықтану								57,6	28,8			57,6	28,8	
қорытынды								657,6	730,3			717,6	730,3	1023,9
4) Аспаптық цех														
а) күштік	44	1-85	1000	>3	0,3	0,65	1,17	300	350,74	24	1,28	384	350,7 4	
б) жарықтану								28,4	14,2			28,4	14,18	
қорытынды								328,4	364,9			412,4	364,9	550,6
5) Электр жөндеу цехы														
а) күштік	56	2-55	900	>3	0,3	0,7	1,02	270	275,46	33	1,24	334,8	275,5	
б) жарықтану қорытынды								20,3 290,3	10,1 285,5			20,25 355,05	10,13 285,6	455,66
б) Ағаш өңдеу цехы														
а) күштік	33	1-25	270	>3	0,2	0,6	1,33	54	72	22	1,4	75,6	72	
б) жарықтану								12,15	6,08			12,15	6,08	
қорытынды								66,15	78,08			87,75	78,08	117,46

Кесте – 1.4 жалғасы

Цехтардың атауы	ЭҚ сан ы, п	Орнатылған қуат, кВт		m	K <sub>н</sub>	cos φ	tgφ	Орташа жүктемелер		n <sub>э</sub>	K <sub>р</sub>	Есептік жүктемелер		
		$\frac{P_{нmin}}{\div P_{нmax}}$	$\sum P_{н}$					P <sub>см</sub> , кВт	Q <sub>см</sub> , квар			P <sub>р</sub> , кВт	Q <sub>р</sub> , квар	S <sub>р</sub> , кВА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7) Құрастыру цехы														
а) күштік	56	1-70	1600	>3	0,3	0,65	1,17	480	561,18	46	1,16	556,8	561,2	
б) жарықтану								108	54			108	54	
қорытынды								588	615,18			664,8	615,2	905,8
8) Дайын өнім қоймасы														
а) күштік	8	1-20	70	>3	0,3	0,8	0,75	21	15,75	7	1,8	37,8	17,325	
б) жарықтану								21,45	0			21,45	0	
қорытынды								42,45	15,75			59,25	17,32	61,73
9) Компрессорлық														
а) күштік	10	8-25	200	>3	0,6	0,7	1,02	120	122,42	10	1,26	141,6	122,4	
б) жарықтану								16,8	8,4			16,8	8,4	
қорытынды								136,8	130,82			158,4	130,8	205,4
10) Қара құю цехы														
а) күштік	60	1-60	3000	>3	0,5	0,7	1,02	1500	1530,3	60	1,11	1620	1530,3	
б) жарықтану								171,6	85,8			171,6	85,8	
11) № 4 механикалық цех														
а) күштік	100	2-50	2200	>3	0,3	0,65	1,17	660	771,6	88	1,1	726	771,63	
б) жарықтану								162,15	81,08			162,15	81,08	

Кесте – 1.4 жалғасы

Цехтардың атауы	ЭҚ сан ы, n	Орнатылған қуат, кВт		m	K <sub>н</sub>	cos φ	tgφ	Орташа жүктемелер		n <sub>э</sub>	K <sub>р</sub>	Есептік жүктемелер		
		$\frac{P_{нmin}}{\div P_{нmax}}$	$\sum P_{н}$					P <sub>см</sub> , кВт	Q <sub>см</sub> , квар			P <sub>р</sub> , кВт	Q <sub>р</sub> , квар	S <sub>р</sub> , кВА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
қорытынды								822,1	852,7			888,15	852,71	1231
12) Түсті құю цехы														
а) күштік	52	3-50	1600	>3	0,6	0,8	0,75	960	720	52	1,1	1046,4	720	
б) жарықтану												54	27	
қорытынды												1100,4	747	1330
13) Зауытты басқару														
а) күштік	32	1-20	300	>3	0,4	0,7	1,02	120	122,4	30	1,19	142,8	122,42	
б) жарықтану												85,5	0	
қорытынды												228,3	122,42	259,1
14) Ұсталық пресс цехы														
а) күштік	66	10-80	1800	>3	0,4	0,75	0,88	720	634,9	45	1,14	820,8	634,98	1122
б) жарықтану												76,8	38,4	
қорытынды												897,6	673,38	
15) Сорғы станциясы														
а) күштік	10	50-100	800	>3	0,6	0,7	1,02	480	489,7	10	1,26	604,8	538,67	821,3
б) жарықтану												15,23	0	
қорытынды												620,03	538,67	
16) Гараж														

Кесте – 1.4 жалғасы

Цехтардың атауы	ЭҚ сан ы, п	Орнатылған қуат, кВт		m	K <sub>и</sub>	cos φ	tgφ	Орташа жүктемелер		n <sub>э</sub>	K <sub>р</sub>	Есептік жүктемелер		
		$\frac{P_{\text{нmin}}}{P_{\text{нmax}}}$	$\sum P_{\text{н}}$					P <sub>см</sub> , кВт	Q <sub>см</sub> , квар			P <sub>р</sub> , кВт	Q <sub>р</sub> , квар	S <sub>р</sub> , кВА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
а) күштік	25	1-120	1700	>3	0,2	0,7	1,02	340	346,8	25	1,34	455,6	346,87	
б) жарықтану												12	0	
қорытынды												467,6	346,87	582,21
17) Сынақ станциясы														
а) күштік	32	1-160	2100	>3	0,3	0,7	1,02	630	642,7	26	1,24	781,2	642,73	
б) жарықтану												58,05	0	
қорытынды												839,25	642,73	1057,1
Аумақты жарықтандыру												492,98	246,49	551,2
0,4 кВ шинаға қорытынды												13173	10789,7	17093

*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.

Есептеуге қажетті бастапқы мәлімет:

$$P_{p0,4} = 13173 \text{ кВт};$$

$$Q_{p0,4} = 10789,7 \text{ квар};$$

$$S_{p0,4} = 17093 \text{ кВА}.$$

$$S_{уд} = \frac{S_{p0,4}}{F_{цех}} \quad (1.9)$$

$$S_{уд} = \frac{17093}{246487,5} = 0,06 < 0,2$$

$S_{уд} < 0,2$  болса, онда  $S_{н.тр} = 1000 \text{ кВА}$

мұндағы  $S_{н.тр}$  – цех трансформаторының номинал толық қуаты.

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

$$N_{T.min} = \frac{P_{0,4}}{K_3 \cdot S_{н.тр}} + \Delta N \quad (1.10)$$

мұндағы  $P_{0,4}$  – есептік активті қуаттың қосындысы, кВт;

$K_3$  – трансформатордың жүктелу коэффициенті;

$\Delta N$  – трансформатор санын бүтін санға дейін толтыру;

$$N_{T.min} = \frac{13173,4}{0,8 * 1000} + 0,53 = 17.$$

Зауыт территориясындағы цехтардың орналуына байланысты 1000 кВА қуатты трансформатор таңдалды.

$$N_{т.э} = N_{T.min} + m \quad (1.11)$$

мұндағы  $m$  – трансформаторлардың қосымша саны,  $m=1$ .

$$N_{т.э} = 17 + 1.$$

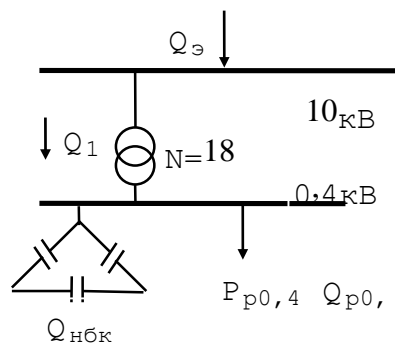
Кесте 1.5 – Таңдалған трансформатордың паспорттық берілгені

Номиналды қуаты	Шығындар, кВт		Ток	Кернеу
	XX	КЗ	XX, %	КЗ, %
ТМ-1000	2,45	11	1,4	5,5

Ең жоғары реактивті қуатын анықтау мын формулы арқылы орынадалады:

$$Q_1 = \sqrt{(1,1 \cdot N_{т.э} \cdot S_{н.тр} \cdot K_3)^2 - P_{р0,4}^2} \quad (1.12)$$

$$Q_1 = \sqrt{(18 \cdot 1000 \cdot 0,8)^2 - 13173,4^2} = 5815,61 \text{ квар.}$$



1.2 – сурет – Орын алмастыру схемасы

0,4 кВ кернеулі шинасындағы реактивті қуатты теңестіру шартынан  $Q_{нбк}$  шамасы анықталады:

$$Q_{нбк} = Q_{нбк1} + Q_{нбк2} \quad (1.13)$$

мұндағы  $Q_{\text{нбк1}}$  трансформатор үшін төмен вольтті конденсатор батареяның реактивті қуаты:

$$Q_{\text{нбк1}} = Q_{\text{р0,4}} - Q_1 \quad (1.14)$$

$Q_{\text{р0,4}}$  – зауыт цехтарының суммарлық реактивті қуаты:

$$Q_{\text{нбк1}} = 10789,7 - 5815,61 = 4971,1 \text{ квар.}$$

Трансформатордың осындай тобы үшін  $Q_{\text{нбк2}}$  НБК қосалқы қуаты келесі формуламен есептелінеді:

$$Q_{\text{нбк2}} = Q_{\text{р0,4}} - Q_{\text{нбк1}} - \gamma \cdot N_{\text{т.э}} \cdot S_{\text{н.тр}} \quad (1.15)$$

$$Q_{\text{нбк2}} = 10789,7 - 4971,1 - 0,35 \cdot 18 \cdot 1000 = -481,4 \text{ квар}$$

мұндағы  $\gamma=0,35$  есептік коэффициент;  $\gamma=f(K1, K2)$ .

$K1=19$ ;  $K2=27$  - қуаты  $S_{\text{нт}}=1000$ кВА трансформатор үшін.

$$Q_{\text{нбк}} = Q_{\text{нбк1}} + Q_{\text{нбк2}} = 4971,1 + (-481,4) = 4489,7 \text{ квар}$$

Трансформаторлардың әр қайсысы үшін НБК қуатын анықтаймын:

$$Q_{\text{нбк.тп}} = \frac{Q_{\text{нбк}}}{N_{\text{т.э}}} \quad (1.16)$$

$$Q_{\text{нбк.тп}} = \frac{4489,7}{18} = 249,4 \text{ квар}$$

Таңдалған НБК түрі: УКБН-0,38-300-150У30

Кесте 1.6 – Алдын ала тарату кестесі

ТҚС №-і, $S_{\text{нт}}$ ТҚС, $Q_{\text{нбк}}$ ТҚС	Цех	$P_{\text{р}}$ , кВт	$Q_{\text{р}}$ , квар	$S_{\text{р}}$ , кВА	Кз
1	2	3	4	5	6
ТҚС 1 (2×1000)	1	1552,4	1087,2		
ТҚС 2 (2 X 1000)	1a	529,2	359,1		

Кесте – 1.6 жалғасы

ТҚС №-і, ШТҚС, ҚНБК ТҚС	Цех	Рр, кВт	Қр, квар	Sp, кВА	Кз
1	2	3	4	5	6
ТҚС 3 (1 X 1000)	4	412,35	364,92	3887,2	0,78
	5	355,05	285,59		
ШТҚС= 2*(2*1000)+1*1000	6	87,75	78,08		
ҚНБК= 5*300=1500	7	664,8	615,18		
	8	59,25	17,325		
Қорытынды		3660,8	2807,4		
Qвбк		0	-1500		
Қорытынды'		3660,8	1307,4		
ТҚС 4 (2×1000)	2	1310,7	1334,81		
ТҚС 5 (2×1000)	13	228,3	122,42		
ТҚС 6 (1×1000)	3	717,6	730,28		
ШТҚС= 2*(2*1000)+1*1000	9	158,4	130,82		
ҚНБК= 5*300=1500	14	897,6	673,38		
	жар	492,98	19,68		
Қорытынды		3805,58	3238,2		
Qвбк		0	-1500		
Қорытынды'		3805,58	1738,2	4183,7	0,84
ТҚС 7 (2×1000)	11	888,15	852,71		
ТҚС 8 (1×1000)	16	467,6	346,87		
ШТҚС= (2*1000)+1*1000	17	839,25	642,73		
ҚНБК= 3*300=900					
Қорытынды		2195	1842,31		
Qвбк		0	-900		
Қорытынды'		2195	942,31	2388,7	0,8
ТҚС 9 (2×1000)	12	1100,4	747		
ТҚС 10 (2×1000)	10	1791,6	1616,11		
ТҚС 11 (1×1000)	15	620,03	538,67		
ШТҚС= 2*(2*1000)+1*1000					
ҚНБК= 5*300=1500					
Қорытынды		3512,03	2901,78		
Qвбк		0	-1500		
Қорытынды'		3512,03	1401,78	3781,4	0,76



*Өтемелі реактивті қуатты анықтау*

Берілгендері:

$$Q_{p0,4} = 10789,69 \text{ квар};$$

$$Q_{нбк1} = 4971,1 \text{ квар}.$$

$$\text{ЦТҚС1,2,3 үшін: } Q_{p.ТҚС1,2,3} = 2807,4 \text{ квар}.$$

Өтемақыға дейінгі реактивті қуаттың мәні:

$$Q_{p \text{ нбк1,2,3,4}} = \frac{Q_{нбк1} * Q_{p \text{ ТҚС1,2}}}{Q_{p0,4}} \quad (1.17)$$

$$Q_{p \text{ нбк1,2,3}} = \frac{4971,1 \cdot 2807,4}{10789,69} = 1293,4 \text{ квар}$$

Нақты реактивті қуат:

$$Q_{\Phi.ТҚС1,2,3} = 5 * 300 = 1500 \text{ кВАр}.$$

Өтемақыланбаған қуат:

$$Q_{\text{неск}} = Q_{p.ТҚС1,2,3} - Q_{\Phi.ТҚС1,2,3} = 2807,4 - 1500 = 1307,4 \text{ кВАр}.$$

$$\text{ЦТҚС4,5,6 үшін: } Q_{p.ТҚС4,5,6} = 3238,2 \text{ квар}.$$

$$Q_{p \text{ нбк4,5,6}} = \frac{4971,1 \cdot 3238,2}{10789,69} = 1491,9 \text{ квар}$$

$$Q_{\Phi.ТҚС4,5,6} = 5 * 300 = 1500 \text{ кВАр}.$$

$$Q_{\text{неск}} = Q_{p.ТҚС4,5,6} - Q_{\Phi.ТҚС4,5,6} = 3238,2 - 1500 = 1738,2 \text{ кВАр}.$$

$$\text{ЦТҚС7,8 үшін: } Q_{p.ТҚС7,8} = 1842,31 \text{ квар}.$$

$$Q_{p \text{ нбк7,8}} = \frac{4971,1 \cdot 1842,31}{10789,69} = 848,1 \text{ квар}$$

$$Q_{\Phi.ТҚС7,8} = 3 * 300 = 900 \text{ кВАр}.$$

$$Q_{\text{неск}} = Q_{p.ТҚС7,8} - Q_{\Phi.ТҚС7,8} = 1842,31 - 900 = 942,31 \text{ кВАр}.$$

ЦТҚС<sub>9,10,11</sub> үшін:  $Q_{p.ТҚС9,10,11} = 2901,78$  квар.

$$Q_{p.нБК9,10,11} = \frac{4971,1 \cdot 2901,78}{10789,69} = 1336,9 \text{ квар}$$

$$Q_{ф.ТҚС9,10,11} = 5 * 300 = 1500 \text{ кВАр.}$$

$$Q_{нecк} = Q_{p.ТҚС9,10,11} - Q_{ф.ТҚС9,10,11} = 2901,78 - 1500 = 1401,78 \text{ кВАр.}$$

Кесте 1.7 – Реактивті қуаттың таратылуы

ТҚС	$Q_{p.ТҚС,квар}$	$Q_{p.нБК, квар}$	$Q_{ф.ТҚС,квар}$	$Q_{нecк,квар}$
ТҚС 1-2-3	2807,4	1293,4	1500	1307,4
ТҚС 4-5-6	3238,2	1491,9	1500	1738,2
ТҚС 7-8	1842,31	848,1	900	942,31
ТҚС 9-10-11	2901,78	1336,9	1500	1401,78
Қорытынды	10789,69	4970,3	5400	5389,69

*Жоғары вольтті есептік жүктемені анықтау*

Синхронды қозғалтқыштардың есептік қуатын анықтау

Қозғалтқыштың қуатына байланысты берілген тапсырма бойынша анықтамадан CҚ түрі мен паспорттық берілгендерді таңдадым.

Кесте 1.8 – Синхронды қозғалтқыштардың паспорттық деректері

№	Түрі	Номиналды қуаты, кВт	Кернеуі, В	Айналу жиілігі, айн/мин	$\cos\varphi$	$K_3$	Пәк
1	СДН-2-16-36-12	1250	6	500	0,9	0,85	0,937

$P_{pCҚ1}, Q_{pCҚ1}$  – синхронды қозғалтқыштардың есептік реактивті және активті қуаттырын келесідей анықтаймыз. 8-ші цехтағы синхронды қозғалтқыштар үшін:

$$P_{pCK} = P_{нCK} \times N_{CK} \times K_3 \cdot \cos \varphi = 1250 \times 0,85 \times 4 = 4250 \text{ кВт} \quad (1.18)$$

мұндағы

$P_{нCK1}$  – синхронды қозғалтқыштың номиналды қуаты;

$N$  – синхронды қозғалтқыштардың саны.

$$Q_{pCK1} = P_{pCK} \cdot \operatorname{tg} \varphi = 4250 \times 0,48 = 2040 \text{ квар} \quad (1.19)$$

мұндағы  $\operatorname{tg} \varphi$  – активті және реактивті қуат мәні арасындағы байланыс коэффициенті.

$$S_{pCK1} = \frac{4250}{0,9} = 4722,2 \text{ кВА}$$

ДСП пештерінің есептік қуатын анықтау

ДСП - 12т, оған ЭЦТК-1000/10 трансформаторын тандаймыз.

Трансформатор деректері:

ЭЦТК-1000/10  $S_{ном}=1$  МВА,  $\cos \varphi=0,8$ ,  $K_3=0,7$ ,  $\operatorname{tg} \varphi=0,75$ ,  $N=2$ .

ДББП есептік қуатын төмендегі формуламен есептейміз:

$$P_{pДСП} = S_H \cdot \cos \varphi \cdot N \cdot K_3 \quad (1.20)$$

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

$$Q_{pДСП} = P_{pДСП} \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (1.21)$$

$$P_{pДСП} = 1120 \cdot 0,75 = 840 \text{ квар}$$

*Қуаттардың есептік активті және реактивті шағынын анықтау*

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

$$\sum \Delta P_{тр} = N \times (\Delta P_{xx} + \Delta P_{K3} \times K_3^2) \quad (1.22)$$

мұндағы  $N$  – трансформаторлардың саны;

$\Delta P_{xx}$  – бос жүрісті жоғалуы;

$P_{K3}$  – қысқа тұйықталу шағыны;

$K_3$  – жүктеме коэффициенті.

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

$$\sum \Delta Q_{\text{тр}} = N \times \left( \frac{I_{xx} \times S_{\text{н.тр}}}{100} + \frac{U_{\text{кз}} \times S_{\text{н.тр}} \times K_3^2}{100} \right) \quad (1.23)$$

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

Для ТҚС үшін ТМЗ-1000-10/0,4 трансформаторын таңдаймыз ( $S_{\text{н}}=1000$  кВА,  $\Delta P_{\text{рхх}}=2,45$  кВт,  $\Delta P_{\text{ркз}}=12,2$  кВт,  $I_{\text{хх}}=1,4$  %,  $U_{\text{кз}}=5,5$  %).  
ТҚС 1-2 немесе 1 магистраль үшін:  $K_3 = 0,68$ .

$$\Delta P_{\text{тр } 1-4} = 4 \times (2,45 + 12,2 \times 0,68^2) = 32,4 \text{ кВт.}$$

$$\Delta Q_{\text{тр } 1-4} = 4 \times \left( \frac{1,4 \times 1000}{100} + \frac{5,5 \times 1000 \times 0,68^2}{100} \right) = 157,7 \text{ квар.}$$

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

$$\sum Q_{\text{ген}} = \sum Q_{\text{потр}} \quad (1.24)$$

$$Q_3 + Q_{\text{р.СҚ2}} + Q_{\text{ВБК}} = Q_{\text{р0.4}} + \sum \Delta Q_{\text{тр}} + Q_{\text{рез}} + Q_{\text{р.СҚ1}} + Q_{\text{р.СҚ3}} \quad (1.25)$$

$Q_3$  – кірістегі реак.қуат энерго жүйеден экономикалық жағыныан тиімді реактивті қуат ретінде беріледі. Кәсіпорынға ол энергожүйенің ең жоғары жүктеме уақытында беріле алады. Оны келесі формула арқылы анықтаймыз:

$$Q_3 = (0,23 \div 0,25) * (P_{\text{р0.4}} + \Delta P_{\text{тр}} + P_{\text{р.СҚ}}) \quad (1.26)$$

$$Q_3 = 0,23 \times (13173,41 + 203,45 + 4250) = 4054 \text{ квар.}$$

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

$$Q_{\text{рез}} = (0,1 \div 0,15)(Q_{\text{р0.4}} + \sum \Delta Q_{\text{тр}} + Q_{\text{р.СД1}}) \quad (1.27)$$

$$Q_{\text{рез}} = 0,1 \times (10789,69 + 976,2 + 3444) = 1521 \text{ квар.}$$

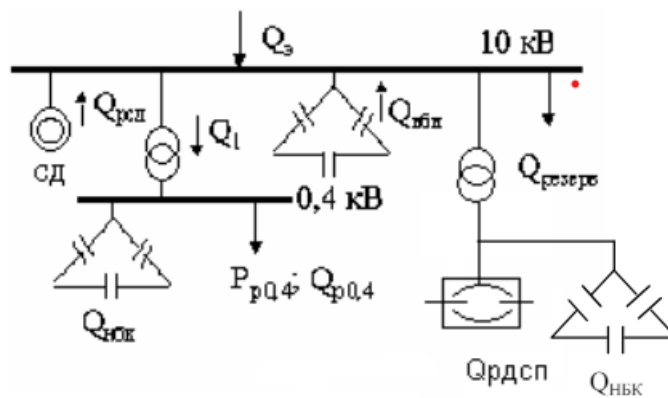
$Q_{\text{ВБК}}$  қатысты реактивті қуатты балансын теңестіруін жасаймын:

$$Q_{\text{ВБК}} = Q_{\text{р0.4}} + \sum \Delta Q_{\text{тр}} + Q_{\text{р.СҚ1}} + Q_{\text{рез}} - Q_3 \quad (1.28)$$

$$Q_{\text{ВБК}} = 10789,69 + 195,24 + 2040 + 4974,08 - 5209 = 4278 \text{ квар.}$$

$$Q_{\text{ВБК}} = \frac{Q_{\text{ВБК}}}{2} = \frac{4278}{2} = 2139 \text{ квар} \quad (1.29)$$

Шығарған нәтижелеріме байланысты, қуаттардың есептік реактивті және активті шағынын анықтап жоғары вольтті 2УКЛ-10,5-1500У3 конденсаторды таңдадым.



1.3 – сурет – 10 кВ шинадағы реактивті жүктеменің орынбасу сұлбасы.

Кесте 1.9 – Өндіріс орны бойынша жоғары және төмен вольтті жүктеме (толық тарату)

ТҚС №-і, $S_{HTҚС}, Q_{HБКТҚС}$	Цех №-і	ЭҚ саны, n	Орнатылған қуат, кВт		$K_{и}$	Орташа жүктемелер		$n_э$	$K_p$	Есептік жүктемелер			$K_3$
			$P_{Hmin}/P_{max}$	$\sum P_H$		$P_{см},$ кВт	$Q_{см},$ квар			$P_p,$ кВт	$Q_p,$ квар	$S_p,$ кВа	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ТҚС 1, ТҚС 2, ТҚС 3 (5x1000)	1	120	2-50	2000	0,46	1400	1050	86	1,1	3239,5	2640,13	3837,7	0,77
	1a	31	8-150	600		420	315						
	4	44	1-85	1000		300	350,74						
	5	56	2-55	900		270	275,46						
	6	33	1-25	270		54	72						
	8	8	1-20	70		21	15,75						
	7	56	1-70	1600		480	561,18						
а) күштік	348	8-150	6440	2945	2640,13								
б) жарықтану $Q_{HБК}$ Қорытынды										283,8	131,19		
										0	-1250		
										3523,3	1521,32		
ТҚС4, ТҚС5, ТҚС 6 (5x1000)	2	225	1-55	3600		1080	1262,66						
	3	130	2-45	2000		600	701,48						
	9	10	8-25	200		120	122,42						
	13	32	1-20	300		120	122,42						
	14	66	10-80	1800		720	634,98						
а) күштік		463	1-80	7900	0,33	2640	2843,96	198	1,09	2877,6	2843,96		
б) жарықтану										381	182,1		
Зауыт терр.жарық										492,98	246,49		

Кесте – 1.9 жалғасы

ТҚС №-і, S <sub>нтқс</sub> , Q <sub>нбктқс</sub>	Цех №-і	ЭҚ саны, n	Орнатылған қуат, кВт		K <sub>н</sub>	Орташа жүктемелер		n <sub>э</sub>	K <sub>р</sub>	Есептік жүктемелер			K <sub>з</sub>		
			P <sub>нmin</sub> /P <sub>нmax</sub>	∑P <sub>н</sub>		P <sub>см</sub> , кВт	Q <sub>см</sub> , квар			P <sub>р</sub> , кВт	Q <sub>р</sub> , квар	S <sub>р</sub> , кВа			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Q <sub>нбк</sub> Қорытынды ТҚС7, ТҚС8 (3x1000)	11 16 17	100 25 32	2-50 1-120 1-160	2200 1700 2100	0,27	660 340 630	771,63 346,87 642,73	75	1,16	0 3751,5	-1450 1576,1	4069,2	0,81		
а) күштік б) жарықтану Q <sub>нбк</sub>	157	1-160	6000	1630		1761,23	1890,8 232,2			1761,23 81,08					
Қорытынды ТҚС9, ТҚС10, ТҚС11 (5x1000)	10 12 15	60 52 10	1-60 3-50 50-100	3000 1600 800		1500 960 480	1530,31 720 489,7			2123 0	942,31 -900			2322,7	0,77
а) күштік б) жарықтану Q <sub>нбк</sub>	122	1-100	5400	2940		2740,01	3175,2 240,83			2740,01 112,8					
Қорытынды					0,54			108	1,08	3416,03 0	1552,81 -1300	3752,4	0,75		
0,4 кВ шиналарында қорытынды										12813,91	5592,5				
Цехтық трансформатордағы шығындар 10кВ шиналарына келтірілген жүктеме Компрессорлық										204,35 13018,2 4250	980,4 6572,9 -2040				

Кесте – 1.9 соңы

ТҚС №-і, S <sub>нТҚС</sub> , Q <sub>нбкТҚС</sub>	Цех №-і	ЭҚ саны, n	Орнатылған қуат, кВт		K <sub>и</sub>	Орташа жүктемелер		n <sub>э</sub>	K <sub>р</sub>	Есептік жүктемелер		
			P <sub>нmin</sub> /P <sub>нmax</sub>	∑P <sub>н</sub>		P <sub>см</sub> , кВт	Q <sub>см</sub> , квар			P <sub>р</sub> , кВт	Q <sub>р</sub> , квар	S <sub>р</sub> , кВа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Түсті құю цехы Трансформаторы ДСП Q <sub>в</sub> Зауыт бойынша	8	4	500	2000		660	771,63			4920	3444	
										100	500	
										0	-4200	
										22188,2	3776,9	22507,4



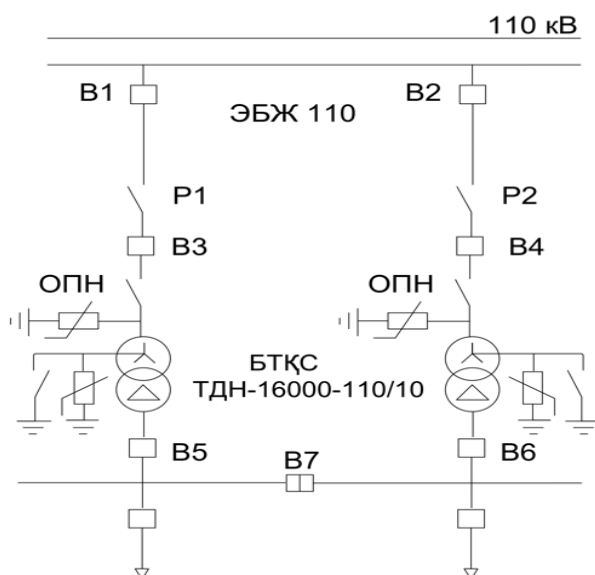
### 1.3 Техникалық-экономикалық есеп

Өнеркәсіптік электрмен жабдықтауды оңтайландыру мәселелерін шешу кезінде көптеген нұсқаларды салыстыру қажет. Өнеркәсіптік Энергетика міндеттерінің көп түрлілігі мыналарды анықтайды мақсаты болып табылатын техникалық-экономикалық есептеуді жүргізу схеманың оңтайлы нұсқасын, электр желісінің параметрлерін және оның параметрлерін анықтау элементтері

Электрмен жабдықтау нұсқаларын техникалық-экономикалық салыстыру үшін зауыттың екі нұсқасын қарастырамын:

- Бірінші нұсқа-ЛЭП 110 кВ,
- Екінші нұсқа-ВЛ 37 кВ.

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



1.4 – сурет – Электрмен жабдықтау схемасының бірінші нұсқасы – 110 кВ.

Бірінші нұсқа бойынша электрқондырғы таңдаймыз.

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

$$S_{тр.БТҚС} = \sqrt{P_{р.зав}^2 + Q_э^2} \quad (1.30)$$

$$S_{тр.БТҚС} = \sqrt{22188,3^2 + 5209^2} = 22791,5$$

$$S_{\text{тр}} = \frac{S_{\text{тр.БТҚС}}}{2 \times K_3} = \frac{22791,5}{2 \times 0,7} = 16279,6 \text{ кВА}$$

К<sub>3</sub> БТҚС трансформаторын таңдау керек:

$$K_3 = \frac{S_{\text{тр.БТҚС}}}{2 \times S_{\text{НОМ.ТР}}} = \frac{22791,5}{2 \times 16000} = 0,71 \quad (1.31)$$

мұндағы  $S_{\text{НОМ.ТР}}$  – трансформатор номинал қуаты, кВА.

Кесте 1.10 – Трансформатордың паспорттық деректері

Түрі	S <sub>НОМ</sub> , МВА	Шектеулер реттеу	Каталогтық деректер					
			Уном орама		U <sub>к</sub> , %	ΔP <sub>к</sub> , кВт	P <sub>х</sub> , кВт	I <sub>х</sub> , %
			ВН	НН				
ТДН- 16000/110	16	±9*1,3 %	115	6,6	10,5	85	26	0,85

БТҚС трансформаторларындағы активті қуаттының жоғалуы:

$$\Delta P_{\text{тр.БТҚС}} = 2 \times (\Delta P_{\text{xx}} + \Delta P_{\text{кз}} \times K_3^2) \quad (1.32)$$

$$\Delta P_{\text{тр.БТҚС}} = 2 \times (26 + 86 \times 0,71^2) = 137,7 \text{ кВт.}$$

БТҚС трансформаторларындағы реактивті қуатының жоғалуы:

$$\Delta Q_{\text{тр.БТҚС}} = N \times \left( \frac{I_{\text{xx}} \times S_{\text{H}}}{100} + \frac{U_{\text{к}} \times S_{\text{H}} \times K_3^2}{100} \right) \quad (1.33)$$

$$\Delta Q_{\text{тр.БТҚС}} = 2 \times \left( \frac{0,9 \times 16000}{100} + \frac{10,5 \times 16000 \times 0,71^2}{100} \right) = 1965,78 \text{ квар.}$$

БТҚС трансформаторларындағы электр энергиясының шығындары:

$$\Delta W_{\text{тр.БТҚС}} = 2 \times (\Delta P_{\text{xx}} \times T_{\text{вкл}} + \tau \times \Delta P_{\text{кз}} \times K_3^2) \quad (1.34)$$

Екі ауысымдық жұмыс режимінде трансформаторлардағы энергия шығыны

T<sub>вкл</sub>=4000 сағ , T<sub>макс</sub>=3000 сағ құрайды

$$\tau_M = \left(0,124 + \frac{T_M}{10000}\right)^2 \times 8760 \quad (1.35)$$

$$\tau_M = \left(0,124 + \frac{3000}{10000}\right)^2 \times 8760 = 1575 \text{ сағ.}$$

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

$$T_{\text{вкл.}} = 4000 \text{ сағ [3],}$$

$$\Delta W_{\text{тр.БТҚС}} = 2 \times (26 \times 4000 + 1575 \times 85 \times 0,71^2) = 342972,78 \text{ кВт} \times \text{сағ.}$$

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

$$S_{\text{р.ЭБЖ}} = \sqrt{(K_0 \times P_{\text{р.зав}} + \Delta P_{\text{тр.БТҚС}})^2 + Q_{\text{Э}}^2} \quad (1.36)$$

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

$$S_{\text{р.ЭБЖ}} = \sqrt{(0,9 \times 22188,3 + 137,2)^2 + 5209^2} = 20770,7 \text{ кВА.}$$

ЭБЖ бір желісі үшін есептік ток:

$$I_{\text{р.ЭБЖ}} = \frac{S_{\text{р.ЭБЖ}}}{2 \times \sqrt{3} \times U_{\text{Н}}} = \frac{20770,7}{2 \times \sqrt{3} \times 115} = 52,13 \text{ А} \quad (1.37)$$

Желінің апаттық тогын тауып алуым қажет:

$$I_{\text{ав}} = 2 \times I_{\text{р}} = 2 * 52,13 = 115,2 \text{ А} \quad (1.38)$$

$$j_{\text{Э}} = 1,1 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2} \text{ үшін } T_M = 3000 \text{ сағ,}$$

$$F_{\text{Э}} = \frac{I_{\text{р.ЭБЖ}}}{j_{\text{Эк}}} = \frac{52,13}{1,1} = 52,36 \text{ мм}^2 \quad (1.39)$$

АС 70/11 сымы таңдалынды. Таңдалған сым қимасы үшін біз оның активті мен индуктивті кедергілері мен рұқсат етілген тогын жазу керек:

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

мұндағы  $x_0=0,444 \text{ Ом/км}$  – индуктивті белсенді кедергі;  
 $r_0 = 0,428 \text{ Ом/км}$  – активті белсенді кедергі.

Сымдарды таңдау және тексеру:

$$I_{\text{шек}} > I_p \quad (1.40)$$

$$380 \text{ А} > 52,13 \text{ А}$$

Апаттан кейінгі режимде жылыту (30% артық жүктеме):

$$1,3 \times I_{\text{доп}} > I_{\text{ав}} \quad (1.41)$$

$$344,5 \text{ А} > 115,2 \text{ А}$$

Электр берудің әуе желілеріндегі электр энергиясының шығындары әуе электр желісі (ВЛЭП)-35 кВ:

$$\Delta W_{\text{ЭБЖ35}} = N \times 3 \times I_{\text{р.ЭБЖ}}^2 \times R \times 10^{-3} \times \tau \quad (1.42)$$

мұндағы  $R$  – толық кедергі, Ом;

$I_p$  – желіден өтетін есептік ток, А.

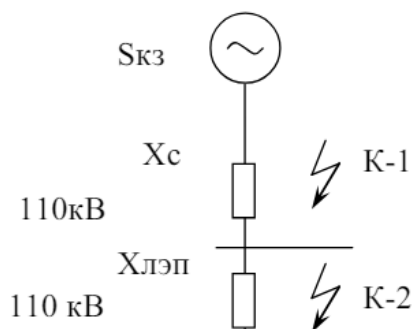
Әуе электр желісінің толық кедергісін табу қажет:

$$R = r_0 \times L = 0,428 \times 6,6 = 2,82 \text{ Ом} \quad (1.43)$$

$$\Delta W_{\text{ЭБЖ35}} = 2 \times 3 \times 57,6^2 \times 2,3 \times 10^{-3} \times 1575 = 72111,51 \text{ кВт} \times \text{ч}.$$

*Қысқа тұйықталу токтарын есептеу*

Бұл маған қорғаныс аппараттарын таңдамас бұрын қажет.



1.5 – сурет – Электр тізбегін орын басу схемасы.

Базистік тоқты есептеу келесідей. Келесідей мәндерді қабылдаймыз:  
 $S_6=1000$  МВА,  $U_6 = U_{cp} = 115$  кВ:

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \times U_6} = \frac{1100}{\sqrt{3} \times 115} = 5,53 \text{ кА} \quad (1.44)$$

мұндағы  $S_6$  – толық базистік қуат;

$U_6$  – базистік кернеу.

$X_{сист-Жүйенің}$  толық кедергісі,  $S_{кз}=800$  МВА

$$X_C = \frac{S_6}{S_{кз}} = \frac{1000}{800} = 1,25 \text{ с. ө. б.}$$

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

$$X_{ЭБЖ} = X_0 \times L \times \frac{S_B}{U_{CP}^2} \quad (1.45)$$

$$X_{ЭБЖ} = 0,444 \times 5 \times \frac{1100}{115^2} = 0,17 \text{ с. ө. б.}$$

К1 нүктесіндегі қысқа тұйықталу тогы шығару қажет:

$$I_{к1} = \frac{I_6}{X_{тр.сист}} \quad (1.46)$$

$$I_{к1} = \frac{5,02}{0,4} = 12,58 \text{ кА.}$$

К1 нүктесіндегі соққы тогы табу керек:

$$I_{удк1} = \sqrt{2} \times K_{уд} \times I_{к1} = \sqrt{2} \times 1,8 \times 12,58 = 31,93 \text{ кА.} \quad (1.47)$$

мұндағы  $K_{уд}$  – Кернеуі 1 кВ жоғары электрмен жабдықтау жүйесінің тән радиалды тармақтары үшін таңдалатын арнайы коэффициент.

К2 нүктесіндегі қысқа тұйықталу тогы:

$$I_{к2} = \frac{I_6}{X_{тр.сист} + X_{ЛЭП}} = \frac{5,02}{0,4 + 0,13} = 9,49 \text{ кА.} \quad (1.48)$$

К2 нүктесіндегі соққы тогы:

$$I_{удк2} = \sqrt{2} \times K_{уд} \times I_{к2} = \sqrt{2} \times 1,8 \times 9,49 = 24,09 \text{ кА.} \quad (1.49)$$

110 кВ үшін қорғаныс қондырғаларын таңдау

Кесте 1.11 – В1 мен В2 үшін элегазды ажыратқыш МКП-110-630-20-У1

Таңдау шарттары	Тексеру
$U_{н.в.} \geq U_{нс}$	110 кВ $\geq$ 110 кВ
$I_H \geq 2I_{н.тр.сис}$	630 А $\geq$ 115,2 А
$I_{откл} \geq I_{к1}$	20 кА $\geq$ 12,58 кА
$I_{дин} \geq i_{уд к1}$	80 кА $\geq$ 31,93 кА
Бағасы, млн.тенге	0,75

Кесте 1.12 – В3-В4 секциялық ажыратқышты таңдау үшін МКП-110-630-20У1 ажыратқышын тандаймын

Таңдау шарттары	Тексеру
$U_H \geq U_{нс}$	110 кВ $\geq$ 110 кВ
$I_H \geq I_{н.тр.сис}$	630А $\geq$ 115,2 А
$I_{откл} \geq I_{к2}$	20 кА $\geq$ 9,49 кА
$I_{дин} \geq i_{уд к2}$	80 кА $\geq$ 24,09 кА
Бағасы, млн.тенге	0,75

Кесте 1.13 – Р1-Р4, Р5, Р6 айырғыштарды таңдау РДЗ-2-110/1000

Таңдау шарттары	Р5,Р6 үшін тексеру	Р1-Р4 үшін тексеру
$U_H \geq U_{нс}$	110 кВ $\geq$ 110 кВ	110 кВ $\geq$ 110 кВ
$I_H \geq I_{ав.эбж}$	1000А $\geq$ 115,2 А	1000 А $\geq$ 115,2 А
$I_{терм} \geq I_{к1}, I_{к2}$	10 кА $\geq$ 4,78 кА	10 кА $\geq$ 6.05 кА
$I_{дин} \geq i_{уд к1}, i_{уд к2}$	25 кА $\geq$ 14,7 кА	25 кА $\geq$ 15,4 кА
Бағасы, млн. тенге	0,685	0,685

Капитал шығындарды есептеу

$$K_{В1-В2} = N \times K_{ажыр} = 2 \times 750\,000 = 1\,500\,000 \text{ тг.} \quad (1.50)$$

В3-В4 ажыратқыштарының үлестік қатысуы:

$$K_{В1-В2} = N \times K_{ажыр} = 2 \times 750\,000 = 1\,500\,000 \text{ тг.} \quad (1.51)$$

Р1 – Р4 айырғыштарының үлестік қатысуы:

$$K_{P1-4} = N \times K_{\text{айырғ}} = 4 \times 685\,000 = 2\,740\,000 \text{ тг.} \quad (1.52)$$

P5 – P6 айырғыштарының үлестік қатысуы:

$$K_{P5-6} = N \times K_{\text{айырғ}} = 2 \times 685\,000 = 1\,400\,000 \text{ тг.} \quad (1.53)$$

ЭБЖ-110 кВ 1 км үшін болат және темірбетон тіректеріндегі айнымалы токтың 110 кВ ЭЖ құнының базистік көрсеткіштері:

$$K_{\text{ЭБЖ}} = L \times K_{\text{уд}} = 5 \times 13\,500\,000 = 67\,500\,000 \text{ тг.} \quad (1.54)$$

ОПН<sub>1-2</sub> – үлестік қатысуын анықтау:

$$K_{\text{ОПН1-2}} = N \times K_{\text{ОПН}} \quad (1.55)$$

мұндағы  $K_{\text{ОПН}}$  – ОПН құны, 179 000 тенге.

$$K_{\text{ОПН1-2}} = 6 \times 179\,000 = 1\,074\,000 \text{ тг.}$$

БТҚС трансформаторы:

$$K_{\text{тр.БТҚС}} = N \times K_{\text{ТР}}, \quad (1.56)$$

мұндағы  $K_{\text{ТР}}$  – трансформатор бағасы, 47 000 000 тенге.

$$K_{\text{тр.БТҚС}} = 2 \times 47\,000\,000 = 94\,000\,000 \text{ тг.}$$

*110 кВ бойынша келтірілген шығындар*

1 жылға келтірілген шағындар келесідей анықталады:

$$З = E_H \cdot K_I + \sum И \quad (1.57)$$

мұндағы  $E$  – капиталдық салымның тиімді коэффициенті;

$\sum K$  – капиталдық шығындар;

$\sum И$  – өндірістің жылдық шығындары.

Алдымен осы мәндерді ескерейік:

$E_n = 0,12$  – электр энергетикасындағы күрделі салымдардың өзін-өзі ақтауының (тиімділігінің) нормативтік коэффициенті;

Токуп = 8-9 жыл (Электроэнергетика).

Жиынтық күрделі салымдар келесідей:

$$\Sigma K = K_{\text{тр.бтқс}} + K_{\text{в1,2}} + K_{\text{в3-в4}} + K_{\text{раз1-4}} + K_{\text{раз5,6}} + K_{\text{опн}} + \Sigma K_{\text{эбж}};$$

$$\Sigma K = 94\,000\,000 + 1\,500\,000 + 1\,500\,000 + 2\,700\,000 + 1\,400\,000 + 1\,074\,000 + 135\,000\,000 = 237\,174\,000 \text{ тг.}$$

Амортизацияға арналған шығындар:

$$I_{\text{а.эбж}} = E_{\text{а.эбж}} \times \sum K_{\text{эбж}} = 0,028 \times 67\,500\,000 = 1\,890\,000 \text{ тг} \quad (1.58)$$

мұндағы  $E_{\text{а.эбж}}$  – ЭБЖ жүйесінің аударымды коэффициенті.

$$I_{\text{а.қонд}} = E_{\text{а.қонд}} \times \sum K_{\text{қонд}} = 0,063 \times 237\,174\,000 = 14\,941\,962 \text{ тг} \quad (1.59)$$

$$\sum I_{\text{а}} = I_{\text{а.эбж}} + I_{\text{а.қонд}} = 1\,890\,000 + 14\,941\,962 = 16\,831\,962 \text{ тг} \quad (1.60)$$

Эксплуатацияға арналған шығындар:

$$I_{\text{экс.эбж}} = E_{\text{экс.эбж}} \times K_{\text{эбж}} = 0,004 \times 67\,500\,000 = 270\,000 \text{ тг/жыл.} \quad (1.61)$$

$$I_{\text{экс.қонд}} = E_{\text{экс.қонд}} \times K_{\text{қонд}} = 0,01 \times 237\,174\,000 = 2\,371\,740 \text{ тг/жыл.} \quad (1.62)$$

мұндағы  $E_{\text{экс.лэп}}$ ,  $E_{\text{экс.оборуд.}}$  – пайдалануға арналған нормативтік аударымдар.

$$\sum I_{\text{экс}} = I_{\text{экс.эбж}} + I_{\text{экс.қонд}} \quad (1.63)$$

$$\sum I_{\text{экс}} = 270\,000 + 2\,371\,740 = 2\,641\,740 \text{ тг/жыл}$$

Электр энергиясын жоғалтуға арналған шығындар (жылына):

$$\sum I_{\text{пот}} = C_0 \times (\Delta W_{\text{тр.бтқс}} + \Delta W_{\text{эбж}}) \quad (1.64)$$



$$\sum I_{\text{пот}} = 0,5 \times (342972,78 + 72111,51) = 207\,542 \text{ тг/жыл}$$

мұндағы  $C_0 = 0,5 \text{ тг/кВт}\cdot\text{сағ}$  - электр энергиясы шығынының құны.

Суммалық шығындар (жылына):

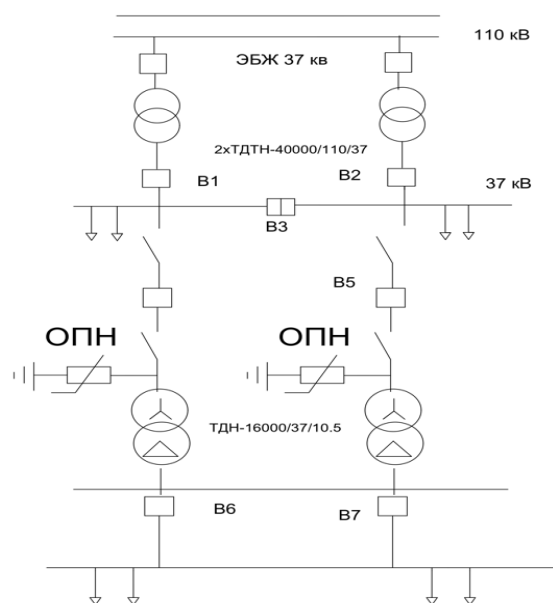
$$\sum I = \sum I_a + \sum I_{\text{экс}} + \sum I_{\text{пот}} \quad (1.65)$$

$$\Sigma I = 16\,831\,962 + 2\,641\,740 + 207\,542 = 19\,681\,244 \text{ тг/жыл.}$$

Жылына келтірілген шығындар:

$$З = 0,12 \times \Sigma K + \Sigma I = 0,12 \times 237\,174\,000 + 19\,681\,244 = 48\,142\,124 \text{ тг/жыл.}$$

*Екінші нұсқа. 35 кВ кернеуі үшін өндіріс орнына дейінгі сымдар мен қондырғылар таңдау*



1.6 – сурет – Электрмен жабдықтау схемасының екінші нұсқасы.– 35 кВ

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

ЭБЖ бойынша өтетін қуатты есептейміз:  $K_3$  БТҚС трансформаторын таңдау керек:

$$S_{p.\text{ЭБЖ}} = \sqrt{(K_o \times P_{p.\text{зав}})^2 + Q_3^2} \quad (1.66)$$

$$S_{p.ЭБЖ} = \sqrt{(22188,3 + 137,2)^2 + 5209^2} = 22924,9 \text{ кВА.}$$

ЭБЖ бір желісі үшін есептік ток:

$$I_{есеп} = \frac{S_{p.ЭБЖ}}{2 \times \sqrt{3} \times U_H} = \frac{22924,9}{2 \times \sqrt{3} \times 37} = 178,8 \text{ А.} \quad (1.67)$$

Желінің апаттық тогын тауып алуым қажет:

$$I_{ап} = 2 \times I_p = 2 * 178,8 = 357,6 \text{ А.} \quad (1.68)$$

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

$$F_{\text{э}} = \frac{I_{p.ЭБЖ}}{j_{\text{эК}}} = \frac{178,8}{1,1} = 162,5 \text{ мм}^2. \quad (1.69)$$

КЖ ні тандаймыз. ААШВ-37-(3x480) 1 км-ге бағасы (2960 мың.руб.км). Кабельдің рұқсат етілген тогы  $I_{p\text{р}\text{қ}}=710 \text{ А}$ ,  $r_0=0,074$ . Таңдалған КЖ бойынша тексеру жүргізіледі:

1) өткізу қабілеті:

$I_{p\text{р}\text{қ}} = 710 \text{ А} > I_{есеп} = 178,8 \text{ А}$ , таңдалған қиманы рұқсат етілген қыздыру бойынша тексереміз

2) авариядан кейінгі режимге:

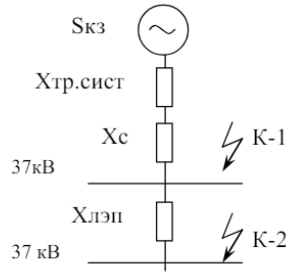
$$I_{доп ав} = 1,3 * I_{доп} = 1,3 * 710 = 923 \text{ А} > I_{ав}=357,6 \text{ А.}$$

$$\Delta W_{\text{ЭБЖ}} = 2 \times 3 \times I_{есеп}^2 \times R \times 10^{-3} \times \tau \quad (1.70)$$

$$\Delta W_{\text{ЭБЖ}} = 2 \times 3 \times 178,8^2 \times 0,37 \times 10^{-3} \times 1575 = 2\,235\,622 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}$$

$$R = r_0 l = 0,074 \times 5 = 0,37 \text{ Ом.} \quad (1.71)$$

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



1.7 – сурет – Қ.Т. тоқтарын есептеу үшін алмастыру схемасы

Жүйе трансформаторы ТДТН 40000/110-37 У1.

Кесте 1.14 – Жүйе трансформаторының паспорттық мәліметтері

$S_{НОМ}, MVA$	$U_{ВН}, кВ$	$U_{НН}, кВ$	$P_{ХХ}, кВт$	$P_{кз}, кВт$	$U_{кз}, \%$	$I_{ХХ}, \%$
40	115	38,5	43	200	10,5	0,6

$$S_6 = 1000 \text{ MVA}, U_6 = 37 \text{ кВ},$$

$$X_c = 1,25 \text{ с.ө.б.}$$

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \times U_6} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 37} = 15,62 \text{ кА},$$

Жүйе трансформаторының кедергілерін есептеу

$$X_B = \frac{U_{КВ} \times S_B}{100 \times S_{НТР}} = \frac{10,5 \times 1000}{100 \times 40} = 2,63 \text{ с. ө. б.} \quad (1.72)$$

Кабель толық кедергісі келесідей

$$X_{Эбж} = X_0 \times L \frac{S_6}{U_{cp}^2} = 0,32 \times 5 \times \frac{1000}{38,5^2} = 1,08 \text{ с. ө. б.} \quad (1.73)$$

$K_1$  нүктесіндегі қысқа тұйықталу тоғы есептеу

$$I_{K1} = \frac{I_6}{X_{сист} + X_B} = \frac{15,62}{1,25 + 2,63} = 4,03 \text{ кА.} \quad (1.74)$$

$K_1$  нүктесіндегі соққы тоғы формуласы:

$$I_{удк1} = \sqrt{2} \times K_{уд} \times I_{к1} = \sqrt{2} * 1,8 * 4,03 = 10,26 \text{ кА} \quad (1.75)$$

К<sub>2</sub> нүктесіндегі қысқа тұйықталу тоғы есептеу

$$I_{к2} = \frac{I_6}{X_{сист} + X_B + X_L} = \frac{15,62}{1,25 + 2,63 + 1,08} = 3,15 \text{ кА} \quad (1.76)$$

К<sub>2</sub> нүктесіндегі соққы тоғы формуласы:

$$I_{удк2} = \sqrt{2} \times K_{уд} \times I_{к2} = \sqrt{2} * 1,8 * 3,15 = 8,02 \text{ кА} \quad (1.77)$$

Жүйе трансформаторларының авариялық тоғы бойынша В1, В2 таңдаймыз, формулалар бойынша есептелген, В3 ажыратқышының бойымен өтетін ток трансформатордың есептік тоғына тең болады

$$S_{ап} = 2 \times S_H = 2 \times 40 = 80 \text{ МВА}$$

$$I_{ап} = \frac{S_{ап}}{1,73 \times U} = \frac{80}{1,73 \times 37} = 1250 \text{ А}$$

$$I_{есеп} = \frac{I_{ап}}{2} = \frac{1250}{2} = 625 \text{ А}$$

В1, В2, В3 ажыратқыштары ретінде ВМУЭ-35Б-25/1250УХЛ1 алынды. В4-В7 ажыратқыштары үшін, зауыттың авариялық тоғын ескере отырып  $I_{ав.зав} = 1250 \text{ А}$ , вакуумды ажыратқыш ВМУЭ-35Б-25/1250УХЛ1 ажыратқыштары таңдалған. Деректерді салыстыру 1.15-кестеде келтірілген.

Кесте 1.15 – ажыратқыштарды тексеру

Тандау шарты	Салыстыру		
	В1-В2	В3	В4-В7
$U_{н.В.} \geq U_{н.С.}$ ;	$37 \text{ кВ} \geq 37 \text{ кВ};$	$37 \text{ кВ} \geq 37 \text{ кВ};$	$37 \text{ кВ} \geq 37 \text{ кВ};$
$I_H \geq I_{тр}; I_{АВ.ЛЭП};$	$1250 \text{ А} \geq 1250 \text{ А};$	$1250 \text{ А} \geq 625 \text{ А};$	$1250 \text{ А} \geq 1250 \text{ А};$
$I_{ОТКЛ} \geq I_{К1}; I_{К2};$	$25 \text{ кА} \geq 4,03 \text{ кА};$	$25 \text{ кА} \geq 4,03 \text{ кА};$	$10 \text{ кА} \geq 3,15 \text{ кА};$
$I_{ДИН} \geq i_{УД К1}; i_{УД К2};$	$64 \text{ кА} \geq 10,26 \text{ кА};$	$64 \text{ кА} \geq 10,26 \text{ кА};$	$64 \text{ кА} \geq 8,02 \text{ кА};$

Айырғыштар ретінде РДЗ-2-35/1000 қабылданды.

Кесте 1.16 – Паспорттық мәліметтерді есептеумен салыстыру

Таңдау шарты	Салыстыру
$U_H \geq U_{H.C.};$	$37 \text{ кВ} \geq 6 \text{ кВ};$
$I_H \geq I_{\text{ав.лэп}};$	$1000\text{А} \geq 263 \text{ А};$
$I_{\text{ТЕРМ}} \geq I_{\text{К2}};$	$63 \text{ кА} \geq 3,15 \text{ кА};$
$I_{\text{ДИН}} \geq i_{\text{УД К2}};$	$25 \text{ кА} \geq 8,02 \text{ кА};$

ОПНп-35/400/40,5-10УХЛ1 қабылдаймыз. Опн таңдау шарттары бойынша тексеру:  $U_H \geq U_p; 35\text{кВ} \geq 35\text{кВ}.$

*Капитал шығындарды есептеу*

Ажыратқыштардың үлестік қатысуы В1-В2:

$$\gamma_{B_1, B_2} = \frac{I_{\text{ав.лэп}}}{I_{\text{н.р}}} = \frac{263}{1000} = 0,26 \quad (1.78)$$

$$K_{B_1-B_2} = N \times \gamma_{B_1-B_2} \times K_{\text{вык}} = 2 \times 0,26 \times 13\,300\,000 = 6\,916\,000 \text{ тг.} \quad (1.79)$$

мұндағы  $N$  – айырғыштың саны;

$K$  – 1 айырғыштың бағасы, тенге.

Айырғыштардың үлестік қатысуы Р1-Р4:

$$\gamma_{P_1-P_4} = \frac{I_{\text{ав.лэп}}}{I_{\text{н.р}}} = \frac{263}{1250} = 0,21 \quad (1.80)$$

$$K_{P_1-P_4} = N \times \gamma_{P_1-P_2} \times K_{\text{вык}} = 2 \times 0,21 \times 727\,000 = 305\,000 \text{ тг.} \quad (1.81)$$

В3 ажыратқышының үлестік қатысуы:

$$\gamma_{B_3} = \frac{I_{\text{р.лэп}}}{I_{\text{н.выкл}}} = \frac{624,9}{1250} = 0,49. \quad (1.82)$$

$$K_{B_3} = N \times \gamma_{B_3} \times K_{\text{вык}} = 1 \times 0,49 \times 12\,000\,000 = 5\,880\,000 \text{ тг.} \quad (1.83)$$

Р5 – Р6 айырғыштарының үлестік қатысуы:

$$K_{P5-6} = N \times K_{\text{айырғыш}} = 2 \times 0,06 \cdot 765\,000 = 91\,800 \text{ тг.} \quad (1.84)$$

В4-5 ажыратқыштарының шағынының есептеу:

$$K_{P4-5} = N \times K_{\text{айырғыш}} = 2 \times 12\,000\,000 = 24\,000\,000 \text{ тг.} \quad (1.85)$$

Р7-10 айырғыштарының шағынының есептеу:

$$K_{P7-10} = N \times K_{\text{айырғыш}} = 4 \times 765\,000 = 3\,060\,000 \text{ тг.} \quad (1.86)$$

Р11-14 айырғыштарының шағынының есептеу:

$$K_{P11-14} = N \times K_{\text{айырғыш}} = 4 \times 765\,000 = 3\,060\,000 \text{ тг.} \quad (1.87)$$

В6-7 ажыратқыштарының шағынының есептеу:

$$K_{B6-7} = N \times K_{\text{айырғыш}} = 2 \times 12\,000\,000 = 24\,000\,000 \text{ тг.} \quad (1.88)$$

6 кВ кабелінің шағының есептеу:

$$K_{\text{лэп}} = L \times K_{\text{уд}} \times N = 5 \times 15\,200\,000 = 76\,000\,000 \text{ тг} \quad (1.89)$$

шамамен 1 км қашықтыққа байланысты кабель откізу жұмысы 15 200 000 тг/км.

ОПН<sub>1-2</sub> – желідегі кернеу шектегішінің шағындары:

$$K_{\text{ОПН1-2}} = N \times K_{\text{ОПН}} = 2 \times 30\,000 = 60\,000 \text{ тг.} \quad (1.90)$$

*35 кВ бойынша келтірілген шығындар*

Жиынтық күрделі салымдар:

$$\Sigma K = \Sigma K_{\text{ВЫКЛ1,2}} + \Sigma K_{\text{РАЗЪЕДР1-Р4}} + \Sigma K_{\text{ОПН1,2}} + \Sigma K_{\text{ЛЭП}} + K_{\text{В3}} + K_{\text{В4,5}} + K_{\text{В6,7}} + K_{\text{РАЗ5-6}} + K_{\text{ОПН1,2}} + K_{\text{РАЗ7-10}} + K_{\text{РАЗ11-14}} + K_{\text{БТҚСТР}} = 300\,860\,000 \text{ тг.}$$

*Амортизацияға арналған шығындар:*

$$I_{\text{а.лэп}} = E_{\text{а.лэп}} \times \Sigma K_{\text{ЛЭП}} = 0,03 \times 76\,000\,000 = 2\,280\,000 \text{ тг/жыл.}$$

$$Иа.қонд. = Eа.қонд \times \Sigma K_{қонд} = 0,063 \times 300\,860\,000 = 18\,954\,180 \text{ тг/жыл.}$$

Барлығы:

$$\Sigma Иа = Иа.лэп + Иа.қонд = 2\,280\,000 + 18\,954\,180 = 21\,234\,180 \text{ тг/жыл.}$$

*Эксплуатацияға арналған шығындар:*

Еэкс.лэп, Еэкс.оборуд. – пайдалануға арналған нормативтік аударымдар [5].

$$Иэкс.лэп = Eэкс.лэп (ETp) \times \Sigma K_{лэп} ,$$

$$Иэкс.лэп = 0,004 * 76\,000\,000 = 304\,000 \text{ тг/жыл.}$$

$$Иэкс.қонд = Eэкс.қонд (ETp) \times \Sigma K_{қонд} ,$$

$$Иэкс.қонд = 0,01 * 300\,860\,000 = 3\,008\,600 \text{ тг/жыл.}$$

$$\Sigma Иэкс = Иэкс.эбж + Иэкс.қонд ,$$

$$\Sigma Иэкс = 304\,000 + 3\,008\,600 = 3\,312\,600 \text{ тг/жыл.}$$

Электр энергиясын жоғалтуға арналған шығындар (жылына):

мұндағы  $C_0 = 0,08 \text{ тг/кВт} \times \text{сағ}$  - электр энергиясы шығынының құны.

$$\Sigma И_{пот} = C_0 \times (W_{каб}) ,$$

$$\Sigma И_{пот} = 0,08 \times 1(310912 + 319563) = 50\,438 \text{ тг/жыл.}$$

Суммалық шығындар (жылына):

$$\Sigma И = \Sigma Иа + \Sigma Иэкс + \Sigma И_{пот} ,$$

$$\Sigma И = 21\,234\,180 + 3\,312\,600 + 50\,438 = 24\,597\,218 \text{ тг/жыл.}$$

Жылына келтірілген шығындар:

$$З = 0,12 \times \Sigma K + \Sigma И = 0,12 \times 300\,860\,000 + 24\,597\,218 = 60\,700\,418 \text{ тг/жыл.}$$

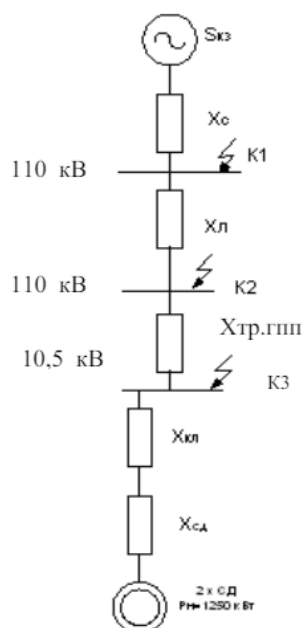
Техникалық-экономикалық есептеуді қорытындылай келе, келтірілген нұсқалардан жылдық шығындарды төмен болған нұсқаны ары қарай қарастыру үшін аламыз.

Кесте 1.17 – 1 мен 2 нұсқаның шағыны бойынша салыстыру

Нұсқа №	$\Sigma K$ , млн.тг	$I_A$ , млн.тг	$I_{Э}$ , млн.тг	$I_{ПOT}$ , млн.тг	$Z$ , млн.тг/жыл
1	237,17	16,83	2,64	0,207	48,14
2	300,86	21,23	3,31	0,054	60,7

Қорытынды: Алынған нәтижелерім бойынша, яғни 110 кВ желісі мен 35 кВ желесімен салыстырғандағы бірінші нұсқа арзан болғандықтан, желіні 110 кВ-пен тартқан тиімді болады деп қорытынды жасаймын.

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



1.8 – сурет – Қ.Т. тоқтарын есептеу үшін ауыстыру схемасы

Қондырғыларды таңдау үшін СҚ-тан шығатын қосымша токпен бірге қысқа тұйықталуды есептеу қажет.

Бастапқы қажет деректер:  $S_6 = 1000$  МВА,  $U_6 = 1,05 * U_H = 10,5$ кВ.

Жүйе трансформаторының толық кедергісі:

$$X_{тр.сис.} = 0,4 \text{ с. ө. б.}$$

ЭБЖ-нің кедергісі:



$$X_{ЛЭП} = 0,13 \text{ с. ө. б.}$$

Базистік ток:

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} * U_6} = \frac{1000}{\sqrt{3} * 10,5} = 55,05 \text{ кА} \quad (1.91)$$

БТҚС трансформаторының кедергісі:

$$X_{тр.ГПП} = \frac{U_k * S_6}{100 * S_{н.тр}} = \frac{10,5 * 1000}{100 * 16} = 6,56 \text{ с. ө. б.} \quad (1.92)$$

К-3 нүктесіндегі ҚТ:

$$I_{К-3} = \frac{I_6}{X_{тр.сис.} + X_{ЛЭП} + X_{тр.ГПП}} = \frac{55,05}{0,4 + 0,13 + 6,56} = 7,8 \text{ кА} \quad (1.93)$$

Компрессорлық қондырғыда келесі сипаттамалары бар 4 синхронды СДН 14-56- 10У3 синхронды қозғалтқыштары орнатылған:  $P_{н.сд} = 1250$  кВт;  $U_H = 10$  кВ;  $\eta = 94\%$ ;  $X''_d = 0,2$

СҚ толық қуаты:

$$S_{р.сд} = \frac{P_{н.сд}}{\cos\varphi} = \frac{1250}{0,9} = 1389 \text{ кВА} \quad (1.94)$$

СҚ-ның есептік тогы:

$$I_{р.сд} = \frac{S_{р.сд} * K_3}{U_H * \sqrt{3}} = \frac{1389 * 0,85}{10,5 * \sqrt{3}} = 65 \text{ А} \quad (1.95)$$

СҚ-қа кабель таңдау:

- токтың экономикалық тығыздығы бойынша:

Резеңкелі және поливинилхлоридті қағаз оқшаулағышы бар мыс кәбілі таңдалады. Оның ток тығыздығы  $j_э = 1,4$ .

$$F_э = \frac{I_{р.сд}}{j_э} = \frac{65}{1,4} = 46,4 \text{ мм}^2 \quad (1.96)$$

Жылу кедергісі бойынша ең аз қима:

$$F_{min} = \alpha * I_{КЗ} * \sqrt{t_{ТП}} = 12 * 7,8 * \sqrt{0,4} = 66 \text{ мм}^2 \quad (1.97)$$

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

$t_{пр} = 0,36$  с – к.з. токтың өту уақыты (қорғаныс релесінің әрекет ету уақытына және күштік ажыратқыштың өз ажырату уақытына тең қабылданады).

ААШВ-10-(3 × 70) кВ типті кабельді таңдаймыз.

Кәбілдің кедергілері:  $r_0 = 0,625$  Ом/км;  $x_0 = 0,091$  Ом/км;  $I_{рҰК} = 165$  А;  $l = 30$  м = 0,03 км

$$I_{рҰК} > I_{есеп.СҚ}, \\ 164 \text{ А} > 65 \text{ А}.$$

СҚ беретін кабельдік желінің кедергісі келесідей анықталады формула:

$$X_{каб.СҚ} = \frac{X_0 * L * S_б}{N * U_{ср}^2} = \frac{0,09 * 0,03 * 1000}{2 * 10,5^2} = 0,012 \text{ с. ө. б.} \quad (1.98)$$

СҚ-тың индуктивті кедергісі:

$$X_{СҚ} = \frac{X_d'' * S_б}{N * S_{р.СҚ}} = \frac{0,2 * 1000}{2 * 1,39} = 22,2 \text{ с. ө. б.} \quad (1.99)$$

$$X_{эКВ} = X_{каб.СҚ} + X_{СҚ} = 0,012 + 22,2 = 22,212 \quad (1.100)$$

СҚ-тан ҚТ тогы мына формулалар бойынша анықталады:

$$E_H'' = \sqrt{1 + (X_d'')^2 + 2 * X_d'' * \cos\varphi} = 1,18 \quad (1.101)$$

$$E_{СҚ} = E_H'' * \frac{U_H}{U_б} = 1,18 * \frac{10}{10,5} = 1,048 \text{ кВ} \quad (1.102)$$

$$I_{кз.СҚ} = \frac{E_{СҚ} * I_б}{X_{эКВ}} = \frac{1,048 * 55,05}{22,212} = 2,6 \text{ кА} \quad (1.103)$$

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

$$\Sigma I_{кз} = I_{К-3} + I_{кз.СД} = 10,4 + 2,6 = 13 \text{ кА} \quad (1.104)$$

Жалпы соққы тогы, формула бойынша анықталады:  $K_{удкз} = 1,8$

$$I_{удкз} = \sqrt{2} * K_{удкз} * \Sigma I_{кз} = \sqrt{2} * 1,8 * 13 = 28,8 \text{ кА} \quad (1.105)$$

10 кВ (РП)кернеуге арналған аппаратураны таңдау

V1 ÷ V2 кіріспе қосқыштарын таңдау.

Есептеу қуатын формула бойынша анықтайық:

$$S_p = \sqrt{P_{p10}^2 + Q_9^2} = \sqrt{22188,3^2 + 5209^2} = 22975 \text{ кВА} \quad (1.106)$$

Есептік ток формула бойынша анықталады:

$$I_{р.тр.БТҚС} = \frac{S_{тр.БТҚС}}{N * \sqrt{3} * U_H} = \frac{22975}{2 * \sqrt{3} * 10,5} = 627 \text{ А} \quad (1.107)$$

Апаттық жағдайдан кейінгі ток:

$$I_{ап.тр.БТҚС} = 2 * I_{р.тр.БТҚС} = 2 * 627 = 1254 \text{ А} \quad (1.108)$$

ВВ/TEL ажыратқышын қабылдаймыз-10-1600-25 УЗ.

Кесте 1.18 – Таңдалған ажыратқышты тексеру (ППВ жетегі)

Таңдау шарты	Өлшем бірлігі	Тексеру	
		Паспорттық деректер	Есептік деректер
Түрі	-	ВВ/TEL-10-1600-25УЗ.	ВВ/TEL-10-1600-25УЗ.
$U_H \geq U_p$	кВ	10	10
$I_H \geq I_{ав.тр.БТҚС} (I_{р.тр.БТҚС})$	А	1600	1254
$I_{откл} \geq I_{кз}$	кА	25	10,4
$I_{дин} \geq i_{удкз}$	кА	52	26,4
$I_{откл}^2 \cdot t_{терм.откл} \geq I_{кз}^2 \cdot t_{полн.откл}$	кА <sup>2</sup> * с	2500	$(10,4)^2 * 4 = 432,64$

ВЗ секциялық ажыратқышты таңдау.

Қуаттың жартысы секциялық қосқыш арқылы өтеді, қосу қосқыштары арқылы өтеді. Сондықтан апаттық ток, коммутатор арқылы өту:  $I_{AB} = 627 \text{ А}$ .

ВВ/TEL -10-630-25 УЗ. қосқышын қабылдаймыз

Кесте 1.19 – Таңдалған ажыратқышты тексеру (ППВ жетегі)

Таңдау шарты	Өлшем бірлігі	Тексеру	
		Паспорттық деректер	Есептік деректер
Түрі	-	ВВ/TEL -10-630-25 УЗ.	ВВ/TEL -10-630-25 УЗ.
$U_H \geq U_p$	кВ	10	10
$I_H \geq I_{\text{ав.тр.БТҚС}} (I_{\text{р.тр.БТҚС}})$	А	630	627
$I_{\text{откл}} \geq I_{\text{кз}}$	кА	25	10,4
$I_{\text{дин}} \geq i_{\text{уд кз}}$	кА	52	26,4
$I_{\text{откл}}^2 \cdot t_{\text{терм.откл}} \geq I_{\text{кз}}^2 \cdot t_{\text{полн.откл}}$	кА <sup>2</sup> *с	2500	$(10,4)^2 * 4 = 432,64$

Шығу желілерінің ажыратқыштарын таңдау:

1) ГПП-ТҚС1-ТҚС2-ТҚС3 магистралі.

$$S_{\text{р.ЦТҚС1-ЦТҚС3}} = \sqrt{(P_{\text{р.М1}} + \Delta P_{\text{тр1}})^2 + (Q_{\text{р.М1}} + \Delta Q_{\text{тр1}})^2} \quad (1.109)$$

$$S_{\text{р.ЦТҚС1,ЦТҚС2,ЦТҚС3}} = \sqrt{(3660,8 + 9,87)^2 + (1738,2 + 47,46)^2} = 3913 \text{ кВА,}$$

$$I_{\text{р.ЦТҚС1-ЦТҚС3}} = \frac{S_{\text{р.ЦТҚС1-ЦТҚС3}}}{N * \sqrt{3} * U_H} = \frac{3913}{2 * \sqrt{3} * 10,5} = 215,4 \text{ А} \quad (1.110)$$

$$I_{\text{ав.ЦТҚС1,ЦТҚС2,ЦТҚС3}} = \frac{I_{\text{р.ЦТҚС1,ЦТҚС2,ЦТҚС3}}}{2} = 107,7 \text{ А} \quad (1.111)$$

ВВ/TEL -10-630-12,5 У2. ажыратқышын қабылдаймыз

Кесте 1.20 – Таңдалған ажыратқышты тексеру (ПЭ жетегі)

Таңдау шарты	Өлшем бірлігі	Тексеру	
		Паспорттық	Есептік
Түрі	-	ВВ/TEL-10-630-12,5У2	
$U_H \geq U_p$	кВ	10	10
$I_H \geq I_{\text{ав.тр.БТҚС}}, I_{\text{р.СК}}$	А	630	215,4
$I_{\text{откл}} \geq I_{\text{кз}}$	кА	12,5	10,4
$I_{\text{дин}} \geq i_{\text{уд кз}}$	кА	25,5	25,5
$I_{\text{откл}}^2 \cdot t_{\text{терм.откл}} \geq I_{\text{кз}}^2 \cdot t_{\text{полн.откл}}$	кА <sup>2</sup> *с	2500	432,6

2) ГПП-ТҚС4-ТҚС5-ТҚС6 магистралі.

$$S_{p.ЦТҚС4,ЦТҚС5,ЦТҚС6} = \sqrt{(3815,2 + 10,45)^2 + (1738,2 + 50,09)^2} = 4093,64 \text{ кВА},$$

$$I_{ав.ЦТҚС4,ЦТҚС5,ЦТҚС6} = \frac{S_p}{\sqrt{3} * U_H} = \frac{4093,64}{\sqrt{3} * 10,5} = 225,4 \text{ А}$$

ВВ/TEL -10-630-12,5 У2. ажыратқышын қабылдаймыз

Кесте 1.21 – Таңдалған ажыратқышты тексеру (ПЭ жетегі)

Таңдау шарты	Өлшем бірлігі	Тексеру	
		Паспорттық	Есептік
Түрі	-	ВВ/TEL-10-630-12,5У2	
$U_H \geq U_p$	кВ	10	10
$I_H \geq I_{ав.тр.БТҚС}, I_{р.СК}$	А	630	225,4
$I_{откл} \geq I_{кз}$	кА	12,5	10,4
$I_{дин} \geq i_{уд кз}$	кА	25,5	25,5
$I_{откл}^2 \cdot t_{терм.откл} \geq I_{кз}^2 \cdot t_{полн.откл}$	кА <sup>2</sup> *с	2500	432,6

3) ГПП-ТҚС7-ТҚС8 магистралі.

$$S_{p.ЦТҚС7,ЦТҚС8} = \sqrt{(2195 + 11,06)^2 + (942,31 + 52,81)^2} = 2549 \text{ кВА},$$

$$I_{ав.ЦТҚС7,ЦТҚС8} = \frac{S_p}{\sqrt{3} * U_H} = \frac{2549}{\sqrt{3} * 10,5} = 140 \text{ А}$$

ВВ/TEL -10-630-12,5 У2. ажыратқышын қабылдаймыз

Кесте 1.22 – Таңдалған ажыратқышты тексеру (ПЭ жетегі)

Таңдау шарты	Өлшем бірлігі	Тексеру	
		Паспорттық	Есептік
Түрі	-	ВВ/TEL-10-630-12,5У2	
$U_H \geq U_p$	кВ	10	10
$I_H \geq I_{ав.тр.БТҚС}, I_{р.СК}$	А	630	140
$I_{откл} \geq I_{кз}$	кА	12,5	10,4
$I_{дин} \geq i_{уд кз}$	кА	25,5	25,5
$I_{откл}^2 \cdot t_{терм.откл} \geq I_{кз}^2 \cdot t_{полн.откл}$	кА <sup>2</sup> *с	2500	432,6

4) РП-ТҚС9-ТҚС10- ТҚС11 магистралі.

$$S_{p.цтқс9,цтқс10,цтқс11} = \sqrt{(3567 + 9,68)^2 + (1402 + 46,61)^2} = 3859 \text{ кВА},$$

$$I_{ав.цтқс4,цтқс5,цтқс6} = \frac{S_p}{\sqrt{3} * U_H} = \frac{3859}{\sqrt{3} * 10,5} = 212 \text{ А}$$

ВВ/TEL -10-630-12,5 У2. ажыратқышын қабылдаймыз

Кесте 1.23 – Таңдалған ажыратқышты тексеру (ПЭ жетегі)

Таңдау шарты	Өлшем бірлігі	Тексеру	
		Паспорттық	Есептік
Түрі	-	ВВ/TEL-10-630-12,5У2	
$U_H \geq U_p$	кВ	10	10
$I_H \geq I_{ав.тр.БТКС}, I_{p.СҚ}$	А	630	212
$I_{откл} \geq I_{кз}$	кА	12,5	10,4
$I_{дин} \geq i_{уд кз}$	кА	25,5	25,5
$I_{откл}^2 \cdot t_{терм.откл} \geq I_{кз}^2 \cdot t_{полн.откл}$	кА <sup>2</sup> *с	2500	432,6

5) РП-СҚ ажыратқыштары

$$S_{СҚ} = \frac{P_{НСҚ}}{\cos\varphi} = \frac{1250}{0,9} = 1389 \text{ кВа} \quad (1.112)$$

$$I_{НСҚ} = \frac{S_{НСҚ} * K_3}{\sqrt{3} * U_H} = \frac{1389 * 0,85}{\sqrt{3} * 10,5} = 65 \text{ А} \quad (1.113)$$

ВВ/TEL -10-630-12,5 У2. ажыратқышын қабылдаймыз

Кесте 1.24 – Таңдалған ажыратқышты тексеру (ПЭ жетегі)

Таңдау шарты	Өлшем бірлігі	Тексеру	
		Паспорттық	Есептік
Түрі	-	ВВ/TEL-10-630-12,5У2	
$U_H \geq U_p$	кВ	10	10
$I_H \geq I_{ав.тр.БТКС}, I_{p.СҚ}$	А	630	65
$I_{откл} \geq I_{кз}$	кА	12,5	10,4
$I_{дин} \geq i_{уд кз}$	кА	25,5	25,5
$I_{откл}^2 \cdot t_{терм.откл} \geq I_{кз}^2 \cdot t_{полн.откл}$	кА <sup>2</sup> *с	2500	432,6

5) ДСП ажыратқыштары

$$P_{pдсп} = S_H * K_3 * \cos\varphi = 5000 * 0,85 * 0,7 = 2975 \text{ кВт} \quad (1.114)$$

$$Q_{pдсп} = P_{pдсп} * \operatorname{tg}\varphi = 2975 * 0,62 = 1844,5 \text{ квар} \quad (1.115)$$

$$S_{pдсп} = \sqrt{(P_{pдсп} + \Delta P_{тдсп})^2 + (Q_{pдсп} + \Delta Q_{тдсп} - Q_{ввк})^2} \quad (1.116)$$

$$S_{pдсп} = \sqrt{(2975 + 100)^2 + (1844,5 + 500 - 1350)^2} = 3232 \text{ кВА}$$

$$I_{pдсп} = \frac{S_{pдсп}}{\sqrt{3} * U_H} = \frac{3232}{\sqrt{3} * 10,5} = 178 \text{ А} \quad (1.117)$$

ВВ/TEL -10-630-12,5 У2. ажыратқышын қабылдаймыз

Кесте 1.25 – Таңдалған ажыратқышты тексеру (ПЭ жетегі)

Таңдау шарты	Өлшем бірлігі	Тексеру	
		Паспорттық	Есептік
Түрі	-	ВВ/TEL-10-630-12,5У2	
$U_H \geq U_p$	кВ	10	10
$I_H \geq I_{ав.тр.БТКС}, I_{р.СК}$	А	630	178
$I_{откл} \geq I_{кз}$	кА	12,5	10,4
$I_{дин} \geq i_{уд кз}$	кА	25,5	25,5
$I_{откл}^2 \cdot t_{терм.откл} \geq I_{кз}^2 \cdot t_{полн.откл}$	кА <sup>2</sup> * с	2500	432,6

*Ток трансформаторын таңдау*

- қондырғы кернеуіне байланысты:  $U_{ном.тт} \geq U_H$  с;
- токка байланысты:  $I_{ном.тт} \geq I_{ав}$ ;
- электродинамикалық тұрақтылыққа байланысты:  $I_{дин} \geq i_{уд}$ ;
- екінші жүктемеге байланысты:  $S_{н2} \geq S_{нагр.расч}$ ;

1) Кірістегі ток трансформаторын таңдау:

ТЛ-10,  $U_H = 10$  кВ;  $I_H = 1500$  А;  $S_H = 30$  ВА;  $I_{доп.терм.ст.} = 31,5$  кА;  $t_{доп} = 4$  с

Кесте 1.26 – Кірістегі ТТ-қосылған аспаптар

Аспап	Түрі	А фазасы, ВА	В фазасы, ВА	С фазасы, ВА
А	Э-350	0,5	0,5	0,5
W	Д-365	0,5	-	0,5

Кесте – 1.26 жалғасы

Аспап	Түрі	А фазасы, ВА	В фазасы, ВА	С фазасы, ВА
Var	И-395	0,5	-	0,5
Wh	СА3-И681	2,5	2,5	2,5
Varh	СР4-И689	2,5	2,5	2,5
Қорытынды		6,5	5,5	6,5

Ток тізбектерінің индуктивті кедергісі аз, сондықтан олар  $Z_{2p} = r_{2p}$ .

ТТ екінші жүктемесін анықтаймыз. Екінші жүктеме кедергісі құрылғылардың, байланыстырушы сымдар мен контактілердің өтпелі кедергісінен тұрады:

$$R_2 = R_{аспап} + R_{пров} + R_{конт} \quad (1.118)$$

Аспаптың кедергісі мына формуламен анықталады:

$$R_{аспап} = \frac{S_2}{I_{2ном}^2} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26 \text{ Ом} \quad (1.119)$$

мұндағы  $S_2$  – аспаптардың тұтынылатын қуат.

Сым кедергісі: ПВ – (3x2,5) сым таңдаймыз;  $F=2,5 \text{ мм}^2$ .

$$R_{пров} = \frac{\rho * l}{F} = \frac{0,028 * 5}{2,5} = 0,035 \text{ Ом} \quad (1.120)$$

мұндағы  $l$  – линия ұзындығы, м;

$\rho$  – меншікті өткізгіштік,  $\frac{\text{мСм}}{\text{м}}$ ;

Мыс үшін  $\rho_{Cu} = 57 \frac{\text{мСм}}{\text{м}}$  (0,0175 мкОм\*м).

Контактілер кедергісі  $R_K = 0,05 \text{ Ом}$  (2-3 аспапта);  $R_K = 0,1$  – аспаптар саны көп болған кезде.

$$R_2 = 0,26 + 0,035 + 0,1 = 0,395 \text{ Ом} \quad (1.121)$$

$$S_{2p} = R_2 * I_2^2 = 0,395 * 5^2 = 9,87 \text{ ВА} \quad (1.122)$$



Кесте 1.27 – Кірістегі ток трансформаторын таңдау

Таңдау шарттары	Өлшем бірлігі	Тексеру
$U_{ном} \geq U_{уст}$	кВ	10 = 10
$I_{ном} \geq I_{(раб.мах)}$	А	1500 $\geq$ 1254
$I_{(м.дин)} \geq i_{уд}$	кА	81 $\geq$ 28,8
$S_{2ном} \geq S_{2расч}$	ВА	10,4 $\geq$ 10,4

Кернеу трансформаторларын таңдау

Кернеу трансформаторлары келесі шарттар бойынша таңдалады:

- 1) қондырғы кернеуі бойынша:  $U_{ном} \geq U_{НС}$ ;
- 2) екінші жүктеме бойынша:  $S_{ном2} \geq S_{2расч}$ ;
- 3) дәлдік класы бойынша;
- 4) конструкция және қосу схемасы бойынша.

ГПП шинасына:

Кесте 1.28 – ТН қосылған аспаптар

Аспап	Түрі	$S_{об-ки, ВА}$	Орама саны	$\cos\phi$	$\sin\phi$	Аспаптар саны	$P_{общ, Вт}$	$Q_{общ, Вар}$
V	Э-335	2	2	1	0	1	4	-
W	Э-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	10	60	145,8
Varh	СР4-И689	3 вар	2	0,38	0,25	10	60	145,8
Қорытынды							120	291,6

Есептік екінші реттік жүктеме:

$$S_{2расч} = \sqrt{120^2 + 291,6^2} = 315,33 \text{ ВА.}$$

НТМК – 10- 66 У3 түрі ТН таңдаймын.

Кесте 1.29 – ТН таңдау

Таңдау шарттары	Өлшем бірлігі	Тексеру
$U_{ном} \geq U_{уст}$	кВ	10 = 10
$S_{2ном} \geq S_{2расч}$	ВА	315,33 $\geq$ 193,5

ГПП шиналарын таңдау.

Шиналардың көлденең қимасы ұзақ рұқсат етілген ток пен экономикалық тиімділікке сәйкес таңдалады. Шиналарды тексеру КЗ токтарына электродинамикалық және термиялық төзімділік.

Біз АТ-80х6 маркалы тікбұрышты қимасы бар қатты алюминий шиналарын таңдаймыз;  $I_{доп} = 1625$  А (фазаға бір жолақ,  $I_{ав} = 215,4$  А;  $i_{соқ} = 21,9$  кА):

а)  $I_{доп} \geq I_{ав}$ ;

б)  $I_{КТ}$ -ға термиялық төзімділік бойынша тексеру

$$F_{ж} = \alpha * I_{КЗ} * \sqrt{t_{пр}} = 12 * 8,63 * 1 = 103,56 \text{ мм}^2 \quad (1.123)$$

$$F_{ном} \geq F_{ж},$$

$$480 \text{ мм}^2 > 103,56 \text{ мм}^2$$

в)  $i_{соқ,КТ}$ - динамикалық төзімділік бойынша тексеру :  $\sigma_{доп} = 70$  МПа

$$f = \frac{1,75 * 10^{-2} * i_{соқ}^2 * L}{a} = 11,2 \text{ кгс} \quad (1.124)$$

$$W = 0,167 * b * h^2 = 4,8 \text{ см}^3 \quad (1.125)$$

$$\sigma_{расч} = \frac{f * L}{10 * W} = 18,7 \text{ МПа} \quad (1.126)$$

мұндағы  $L=80$  см – оқшаулағыштар арасындағы арақашықтық, см;  
 $a=60$  см – арасындағы арақашықтық;  
 $b=0,8$  см – шина қалыңдығы;  
 $h=6$  см – шина ені; [2]

Шарт бойынша:

$$70 \text{ МПа} > 18,7 \text{ МПа}$$

АТ 80х6 шинасы барлық шарттарға сәйкес болды.

### Шинаға оқшаулағыш таңдау

Оқшаулағыштарды таңдау екі шарт бойынша жүреді:

1) кернеу бойынша:

$$U_H \geq U_p, \\ 10 \text{ кВ} > 10 \text{ кВ}.$$

2) рұқсат етілген жүктеме бойынша:

$$F_{\text{расч}} = \frac{\sqrt{3} * 10^{-1} * i_{\text{уд}}^2 * L}{a} = \frac{\sqrt{3} * 10^{-1} * 21,9^2 * 80}{60} = 110,6 \text{ кг * с} \quad (1.127)$$

Таңдалынған оқшаулағыш маркасы: ОНШ-6-500У1.  $F_{\text{разр}} = 500 \text{ Н}$ .

$$F_{\text{доп}} = 0,6 * F_{\text{разр}} = 500 * 0,6 = 300 \text{ кг * с} \quad (1.128)$$

$$F_{\text{доп}} \geq F_{\text{расч}} \quad (1.129)$$

$$300 \text{ кг * с} > 110,6 \text{ кг * с}$$

*ГПП шиналарынан және ТП арасында шығатын желілердің қуат кабельдерін таңдау.*

Кабельдерді таңдау келесі шарттар бойынша жүзеге асырылады:

- токтың экономикалық тығыздығы бойынша:  $F_{\Sigma} = \frac{I_p}{j_{\Sigma}}$ ;
- ең аз қима бойынша:  $F_{\text{min}} = \alpha * I_{\text{КТ}} * \sqrt{t_{\text{П}}}$ ;
- жұмыс тогымен қыздыру шарты бойынша:  $I_{\text{рұқ каб}} \geq I_{\text{есеп}}$ ;
- авариялық режим бойынша:  $I_{\text{рұқ, ап}} \geq I_{\text{ап}}$ ;
- по потере напряжения:  $\Delta U_{\text{рұқ}} \geq \Delta U_{\text{есеп}}$

ГПП-ТҚС 1:  $S_p = 3913 \text{ кВА}$ ,  $I_{\text{ап}} = 215,4 \text{ А}$ ,  $I_{\text{есеп}} = I_{\text{ап}}/2 = 107,7 \text{ А}$ .

$$F_{\Sigma} = \frac{107,7}{1,4} = 76,84 \text{ мм}^2;$$

$$F_{\text{терм}} = 12 * 10,4 * \sqrt{0,4} = 78,93 \text{ мм}^2$$

Біз ААШВ-10-(3x95) кабелін қабылдаймыз  $I_{\text{доп}} = 205 \text{ А}$

$$I_{\text{рұқ}} = 205 \text{ А} > I_{\text{есеп}} = 107,7 \text{ А}$$

$$1,3 * I_{\text{рұқ}} = 266,5 \text{ А} > I_{\text{ап}} = 215,4 \text{ А}$$

ТҚС1-ТҚС2:  $S_p = 1956,5 \text{ кВА}$ ,  $I_{\text{ап}} = 107,7 \text{ А}$ ,  $I_{\text{есеп}} = I_{\text{ап}}/2 = 53,85 \text{ А}$ .

$$F_{\text{эк}} = \frac{53.85}{1.4} = 38,42 \text{ мм}^2;$$

$$F_{\text{терм}} = 12 * 10,4 * \sqrt{0,4} = 78,93 \text{ мм}^2$$

Біз ААШВ-10-(3х95) кабелін қабылдаймыз  $I_{\text{рүк}}=205 \text{ А}$

$$I_{\text{рүк}}=205 \text{ А} > I_{\text{есеп}}=53.85 \text{ А}$$

$$1,3 * I_{\text{рүк}}=266,5 \text{ А} > I_{\text{ап}}=107,7 \text{ А}$$

ТҚС2-ТҚС3:  $S_p=978,25 \text{ кВА}$ ,  $I_{\text{ап}}=53,85 \text{ А}$ ,  $I_{\text{есеп}}=I_{\text{ап}}/2=27 \text{ А}$ .

$$F_{\text{эк}} = \frac{27}{1.4} = 19,21 \text{ мм}^2;$$

$$F_{\text{терм}} = 12 * 10,4 * \sqrt{0,4} = 78,93 \text{ мм}^2$$

Біз ААШВ-10-(3х95) кабелін қабылдаймыз  $I_{\text{рүк}}=205 \text{ А}$

$$I_{\text{рүк}}=205 \text{ А} > I_{\text{есеп}}=27 \text{ А}$$

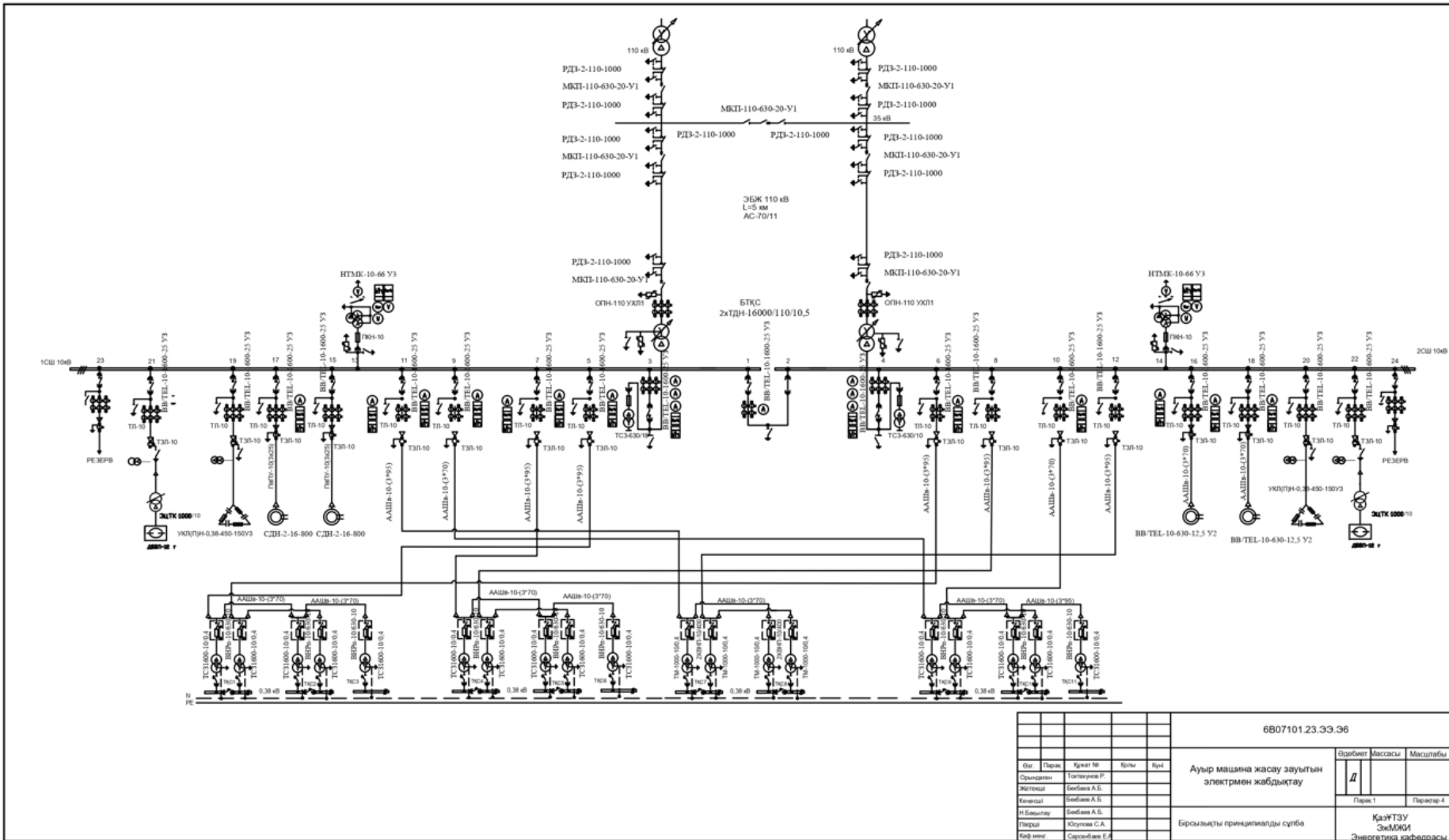
$$1,3 * I_{\text{доп}}=266,5 \text{ А} > I_{\text{ав}}=53,85 \text{ А}$$

Кесте 1.30 – Кабель журналы

Учаске нiң атауы	S <sub>p</sub> , кВ А	Экономикалық тығыздығы бойынша ток а		Жұмыс тогымен қыздыру шарты бойынша		Авариялық режим бойынша		Таңдалған кабель	
		j <sub>э</sub>	F <sub>э</sub> , мм <sup>2</sup>	I <sub>доп</sub> каб, А	I <sub>p</sub> , А	1,3I <sub>доп</sub> , А	I <sub>ав</sub> , А	F <sub>доп</sub> , мм	
БТҚС-ТҚС1	3913	1,4	91,3	205	127,8	266,5	255,7	95	ААШВ(3x95)
БТҚС-ТҚС4	4094	1,4	99,1	205	138,8	266,5	277,5	95	ААШВ(3x95)
БТҚС-ТҚС7	2549	1,4	57,1	165	79,9	214,5	159,8	70	ААШВ(3x70)
БТҚС-ТҚС9	3859	1,4	91	205	127,4	266,5	254,9	95	ААШВ(3x95)
ТҚС1-ТҚС2	1956	1,4	45,7	165	63,9	214,5	127,8	70	ААШВ(3x70)
ТҚС2-ТҚС3	978	1,4	22,8	165	32	214,5	63,9	50	ААШВ(3x50)
ТҚС4-ТҚС5	2047	1,4	49,6	165	69,4	214,5	138,8	70	ААШВ(3x70)
ТҚС5-ТҚС6	1024	1,4	24,8	165	34,7	214,5	69,4	50	ААШВ(3x50)
ТҚС7-ТҚС8	1275	1,4	28,5	165	39,9	214,5	79,9	95	ААШВ(3x120)
ТҚС9-ТҚС10	1929	1,4	45,5	165	63,7	214,5	127,4	70	ААШВ(3x70)

Кесте – 1.30 жалғасы

Учаске нiң атауы	S <sub>p</sub> , кВ А	Экономикалық тығыздығы бойынша ток а		Жұмыс тогымен қыздыру шарты бойынша		Авариялық режим бойынша		Таңдалған кабель	
		j <sub>э</sub>	F <sub>э</sub> , мм <sup>2</sup>	I <sub>доп</sub> каб, А	I <sub>p</sub> , А	1,3I <sub>доп</sub> , А	I <sub>ав</sub> , А	F <sub>доп</sub> , мм	
ТҚС10-ТҚС11	965	1,4	22,8	165	31,9	214,5	63,7	50	ААШВ(3x50)
БТҚС-СҚ	1389	1,4	23,2	165	32,5	214,5	65	50	ААШВ(3x50)
БТҚС-ДСП	3232	1,4	63,6	205	89	266,5	178	95	ААШВ(3x95)
БТҚС-ВБК	600	1,4	11,8	165	16,5	214,5	33	35	ААШВ(3x35)



1.9 – сурет – Ауыр машина жасау зауытының электрмен жабдықтау бір сызықты схемасы

## 2 Арнайы бөлім. 6-10 кВ желілерінде көлденең және бойлық өтемдеу құрылғыларын қолдану тиімділігін талдау

### 2.1 Жалпы мәлімет

6-10 кВ электр беру желілерінде асимметриялық жүктемелерге, теңгерімсіз фазаларға және электр энергиясының сапасының төмендеуіне және шығындардың жоғарылауына әкелуі мүмкін басқа факторларға байланысты әртүрлі мәселелер туындайды. Бұл мәселелерді шешу үшін көлденең және бойлық өтемақы құрылғылары кеңінен қолданылады. Көлденең өтемақы құрылғылары үш фазалы электр беру жүйесіндегі асимметрияны жоюға арналған. Асимметрия әр фазада бірдей емес жүктемелерге, желіде асимметриялық фазалық бұрыштардың немесе кедергілердің болуына байланысты пайда болуы мүмкін. Көлденең компенсация құрылғыларының негізгі жұмыс принципі жүйеде токтың асимметриялық компоненттерін өтейтін қосымша реактивті ток компоненттерін құру болып табылады.

Ең көп таралған көлденең өтемдеу құрылғыларының бірі болып табылады конденсатор батареялар. Конденсаторлар жүктемеге параллель қосылып, фазалық бұрыштарды теңестіруге және асимметрияны жоюға мүмкіндік беретін қосымша реактивті ток компоненттерін жасайды. Конденсаторлар қажетті өтемақы сипаттамаларына байланысты бекітілген немесе автоматты түрде реттелуі мүмкін.

Көлденең компенсацияның тағы бір құрылғысы-статикалық реактивті қуат компенсаторы (STATCOM). STATCOM желіге қосылатын және берілген сипаттамалары бар реактивті қуат өндіруге қабілетті инвертордан тұрады. STATCOM токтың асимметриялық компоненттерін өтеу үшін, сондай-ақ кернеуді басқару және желіні тұрақтандыру үшін пайдаланылуы мүмкін [20].

Бойлық өтемақы құрылғылары теңгерімсіз фазалармен және электр энергиясының сапасының төмендеуімен байланысты мәселелерді шешуге арналған. Теңгерімсіз фазалардың негізгі себептерінің бірі-фазалардың біреуінің шамадан тыс жүктелуіне және энергияның жоғалуына әкелуі мүмкін асимметриялық жүктемелердің болуы. Бойлық компенсация құрылғылары әр фазадағы жүктемені теңестіруге және теңгерімсіздікті жоюға мүмкіндік береді.

Бойлық компенсацияның ең көп таралған құрылғыларының бірі-автотрансформатор. Автотрансформаторлар жүктемені әртүрлі кернеулермен желіге қосу үшін қолданылады және әр фазадағы кернеуді теңестіруге мүмкіндік береді. Автотрансформаторларда әртүрлі коммутациялық қатынастар болуы мүмкін, бұл кернеуді қажетті өтемақы сипаттамаларына сәйкес реттеуге мүмкіндік береді.

Бойлық компенсацияның тағы бір құрылғысы-статикалық белсенді қуат компенсаторы (SVC). SVC желіге қосылатын және берілген сипаттамалары бар белсенді қуат өндіруге қабілетті инвертордан тұрады. SVC кернеудің асимметриялық компоненттерін өтеу үшін, сондай-ақ белсенді қуатты басқару және желіні тұрақтандыру үшін пайдаланылуы мүмкін.

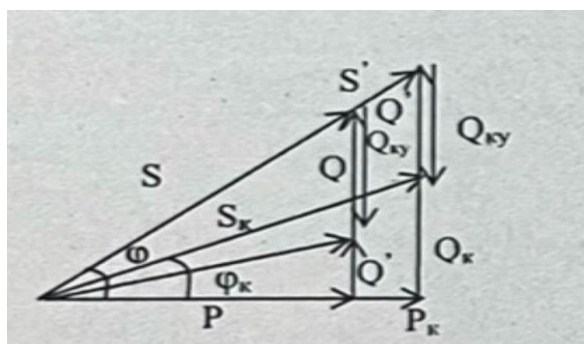


Көлденең және бойлық компенсация құрылғыларының жұмыс принципі электр беру жүйесіндегі асимметрияны немесе теңгерімсіздікті өтейтін токтың немесе кернеудің қосымша реактивті немесе белсенді компоненттерін құруға негізделген. Көлденең компенсация құрылғылары фазалық бұрыштарды теңестіретін және асимметрияны жоятын қосымша реактивті ток компоненттерін жасайды. Бойлық компенсация құрылғылары әр фазадағы жүктемені теңестіретін және теңгерімсіздікті жоятын токтың немесе кернеудің қосымша Белсенді немесе реактивті компоненттерін жасайды. [2]

## 2.2 Көлденең және бойлық өтемдеу құрылғыларын қолдану

*Көлденең өтемдеу құрылғыларын қолдану.*

2.1-суретте келтірілген векторлық диаграммадан кернеудің рұқсат етілген жоғалуы жағдайында берілетін белсенді қуатты арттыру мүмкіндіктерін түсіндіреміз. Өтемақыға дейін  $S$ ,  $R$ ,  $Q$  қуаттары болсын.  $Q_{ку}$  компенсаторлық құрылғысын орнату Желі арқылы реактивті қуатты  $Q'$ -ға дейін және сәйкесінше кернеуді жоғалтудың реактивті компонентін азайту. Осының арқасында белсенді қуатты кернеудің жалпы жоғалуы өзгеріссіз қалатын  $P_k$  мәніне дейін арттыруға болады. Жаңа жүктемені қосу кезінде тұтынылатын реактивті қуат та артады, содан кейін  $\cos\varphi$  өзгермеген кезде қуат үшбұрышы  $S_k$ ,  $Q_k$ ,  $P_k$  позициясын алады. Өтемақыға дейін және одан кейінгі кернеу шығынының теңдігіне сүйене отырып, жазуға болады



2.1 – сурет – Векторлық диаграмма

компенсациялық құрылғының қуатын анықтау үшін

$$PR + QX = P_k R + Q_k X \quad (2.1)$$

2.1-суреттегі диаграммадан:

$$Q = P \operatorname{tg} \varphi \quad (2.2)$$

$$Q_k = Q'' - Q_{ку} = P_k \operatorname{tg} \varphi - Q_{ку} \quad (2.3)$$

Сонда

$$PR + QX\operatorname{tg}\varphi = P_k R + P_k X\operatorname{tg}\varphi - Q_{\text{ку}} X \quad (2.4)$$

Демек, көлденең қуатты өтеу құрылғысын орнатқан кезде берілетін белсенді қуат  $Q_{\text{ку}}$ ,

$$P_k = P + \frac{Q_{\text{ку}} X}{R + X\operatorname{tg}\varphi} = P + \frac{Q_{\text{ку}}}{\frac{R}{X} + \operatorname{tg}\varphi} \quad (2.5)$$

Егер  $P$ -ден  $P_k$ -ге дейінгі кернеудің рұқсат етілген жоғалуымен шектелетін берілетін қуат шегін арттыру қажет болса, онда компенсаторлық құрылғының қажетті қуаты

$$Q_{\text{ку}} = (P_k - P) \left( \frac{R}{X} + \operatorname{tg}\varphi \right) \quad (2.6)$$

*Бойлық өтемедеу құрылғыларын қолдану.*

Өздеріңіз білетіндей, бойлық (сериялық) өтемақы құрылғылары электр желілерін бөлуге қосылатын конденсаторлық батареялар түрінде орындалады.

Егер берілген сым қимасының ауданында өткізу қабілеті кернеудің  $\Delta U_{\text{доп}}$  рұқсат етілген жоғалуымен шектелсе, онда оны кернеудің жоғалуын азайтуға мүмкіндік беретін бойлық компенсация құрылғысын қосу арқылы арттыруға болады. Бастапқы шекті қуатпен  $P$  жазуға болады

$$\Delta U_{\text{доп}} = \frac{PR + QX}{U} = P \frac{R + X\operatorname{tg}\varphi}{U} \quad (2.7)$$

Осыдан

$$P = \frac{\Delta U_{\text{доп}} U}{R + X\operatorname{tg}\varphi} \quad (2.8)$$

Егер бойлық өтемедеу құрылғысы қосылып, берілетін белсенді қуаттың ұлғаюынан кейін  $\cos\varphi$  өзгеріссіз қалса, онда берілетін қуаттың жаңа максималды мәні

$$P_c = \frac{\Delta U_{\text{доп}} U}{R + X(1 - \kappa_c)\operatorname{tg}\varphi} \quad (2.9)$$

мұндағы  $\kappa_c$ - конденсаторлардың сыйымдылық кедергісінің сызықтың индуктивті кедергісіне қатынасымен анықталатын бойлық өтемақы дәрежесі

$$\kappa_c = x_c/X \quad (2.10)$$

Бойлық өтемеде құрылғысының арқасында өткізу қабілеттілігінің салыстырмалы өсуі

$$\frac{P_c}{P} = \frac{R + X \operatorname{tg} \varphi}{R + X(1 - \kappa_c) \operatorname{tg} \varphi} \quad (2.11)$$

Осылайша, өткізу қабілеттілігін арттыру тиімділігі R және X сызықтарының параметрлеріне, қуыс коэффициентіне және бойлық өтемақы дәрежесіне байланысты

Бойлық өтемеде құрылғысын орнату кезінде кернеудің рұқсат етілген жоғалуы шартымен берілетін максималды қуат формуламен көрсетіледі

$$P_c = P \frac{R + X \operatorname{tg} \varphi}{R + X(1 - \kappa_c) \operatorname{tg} \varphi} \quad (2.12)$$

Сызықтың индуктивті кедергісін толық өтеу кезінде ( $\kappa_c=1$ )

$$P_c = P \left(1 + \frac{X}{R}\right) \operatorname{tg} \varphi \quad (2.13)$$

Сызықтың индуктивті кедергісін қайта өтеу де түбегейлі мүмкін ( $\kappa_c > 1$ ).

(2.12) және (2.13) формулаларынан бойлық өтемақы үлкен X/R қатынастарында және  $\cos \varphi$  қуат коэффициентінің төмен мәндерінде ең тиімді екенін көруге болады.

Егер өткізу қабілеттілігін P-дан  $P_c$ -қа дейін арттыру қажет болса, онда түрлендірулерден кейін (2.12) формуладан сызықтың индуктивті кедергісін өтеудің қажетті дәрежесін алуға болады:

$$P_c = P \left(1 + \frac{X}{R}\right) \operatorname{tg} \varphi \quad (2.14)$$

### 2.3 Өтемедік көлденең өтемеде құрылғысын орнатқаннан кейін тұтынушының параметрлерінің өзгеруін тексеру

ААШВ(3х120) маркалы кабельмен орындалған ұзындығы 2 км кернеуі 10 кВ желі бойынша  $\cos \varphi = 0,75$  кезінде  $P = 1912$  кВт белсенді қуат беріледі. Кернеу шығынын арттырмай, желінің өткізу қабілетін  $P_k = 2500$  кВт дейін арттыруға мүмкіндік беретін көлденең өтемеде өтеу құрылғысының қуатын

табу керек. Қосымша тұтынушылар бірдей бағдарламалық жасақтамамен қосылады деп болжануда. Компенсаторлық құрылғыны орнатқаннан кейін бағдарламалық жасақтаманың қалай өзгеретінін анықтауымыз керек.

ААШв(3х120) кабелінің нақты кедергілеін анықтамалықтардан алып, берілген ұзындықты ескере отырып, сызықтың кедергісін табамыз:

$$R = r_0 L = 0,258 \times 2 = 0,516 \text{ Ом}$$

$$X = x_0 L = 0,08 \times 2 = 0,16 \text{ Ом}$$

(2.6) формуласы бойынша біз  $\cos \varphi = 0,75$  кезінде  $\operatorname{tg} \varphi = 0,88$  компенсаторлық құрылғылардың қажетті қуатын табамыз:

$$Q_{\text{кү}} = (P_{\text{к}} - P) \left( \frac{R}{X} + \operatorname{tg} \varphi \right)$$

$$Q_{\text{кү}} = (2500 - 1912) \left( \frac{0,516}{0,16} + 0,88 \right) = 2414 \text{ квар}$$

Шыққан қуаттан КС2-10,5-150-2ХЛ1 10 дана конденсаторлар таңдаймыз. Тұтынушының реактивті қуаты және желіде компенсаторлық құрылғы орнатылғанға дейін

$$Q = P \operatorname{tg} \varphi = 1912 \times 0,88 = 1683 \text{ квар}$$

$P_{\text{к}} = 2500$  кВт кезіндегі тұтынушының реактивті қуаты

$$Q_{\text{к}} = P_{\text{к}} \operatorname{tg} \varphi = 2500 \times 0,88 = 2200 \text{ квар}$$

ал желіде

$$Q_{\text{л}} = Q_{\text{к}} - Q_{\text{кү}} = 2200 - 2414 = -214 \text{ квар}$$

яғни белсенді қуатқа бағытталған.

Компенсаторлық құрылғыны орнатпас бұрын кернеудің жоғалуын анықтайық

$$\Delta U = \frac{PR + QX}{U} = \frac{1912 \times 0,516 + 1683 \times 0,16}{10000} = 0,13 \text{ кВ}$$

Компенсаторлық құрылғыны орнатқаннан кейін

$$\Delta U_{\kappa} = \frac{P_{\kappa}R + Q_{\text{л}}X}{U} = \frac{2500 \times 0,516 - 214 \times 0,16}{10000} = 0,13 \text{ кВ}$$

яғни, кернеудің жоғалуы өзгерген жоқ, ал берілетін белсенді қуат 1912 кВт-тан 2500 кВт-қа дейін өсті.

Компенсаторлық құрылғыны орнатқаннан кейін желінің  $\cos \varphi$  табамыз:

$$\cos \varphi = \frac{P_{\kappa}}{\sqrt{P_{\kappa}^2 + Q_{\text{л}}^2}} = \frac{2500}{\sqrt{(2500)^2 + (-214)^2}} \approx 0,99$$

#### 2.4 Ең үлкен белсенді қуатты және бұл үшін қажет болатын компенсаторлық құрылғының қуатын анықтау.

Сымдарды қыздыру бойынша рұқсат етілген токпен шектелген белсенді қуат бойынша желінің өткізу қабілетін арттыру үшін қажетті компенсаторлық құрылғының қуатын  $\cos \varphi = 0,75$  кезінде  $P$  - 1912 кВт-тан  $P = 2500$  кВт-қа дейін анықтап,  $\cos \varphi$  сызығының қандай болатынын табамыз. Тұрақты рұқсат етілген токпен берілетін ең үлкен белсенді қуатты және бұл үшін қажет болатын компенсаторлық құрылғының қуатын анықтаймыз.

Сымдарды қыздыру үшін рұқсат етілген токқа сәйкес келетін толық қуат

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{1912}{0,75} = 2549 \text{ кВА}$$

реактивті қуат

$$Q = P \operatorname{tg} \varphi = 1912 \times 0,88 = 1683 \text{ квар}$$

Егер тұтынылатын бірдей  $\cos \varphi = 0,75$  белсенді қуатты  $P = 3000$  кВт-тан  $P_{\kappa} = 3500$  кВт-қа дейін дейін арттыру қажет болса, онда компенсаторлық құрылғының қажетті қуатын табамыз

$$Q_{\text{ку}} = P_{\kappa} \operatorname{tg} \varphi - \sqrt{P^2(1 + \operatorname{tg}^2 \varphi) - P_{\kappa}^2}$$

$$Q_{\text{ку}} = 2500 \times 0,88 - \sqrt{1912^2(1 + 0,88^2) - 2500^2} = 1713 \text{ квар}$$

Шыққан қуаттан КС2-10,5-150-2ХЛ1 12 дана конденсаторлар таңдаймыз

Желінің соңында қосылған тұтынушының реактивті қуаты  $Q_{\kappa} = 2200$  квар

ал желідегі реактивті қуаты

$$Q_L = Q_K - Q_{ку} = 2200 - 1713 = 487 \text{ квар}$$

Бұл жағдайда желідегі толық қуат

$$S = \sqrt{P_K^2 + Q_L^2} = \sqrt{2500^2 + 487^2} = 2549 \text{ кВА}$$

яғни, ол өзгеріссіз қалды, ал желідегі  $\cos\varphi$  өсті

$$\cos\varphi = \frac{P_K}{S} = \frac{2500}{2549} = 0,98$$

Реактивті қуаттың толық өтелуімен белсенді қуаттың шекті мәні

$$P_{пр} = S \cos\varphi_{пр} = 2549 \times 1 = 2549 \text{ кВт}$$

Мұндай режимді құру үшін реактивті қуат желісінің соңында тұтынылатын қуатқа тең компенсаторлық құрылғының қуатын орнату қажет

$$Q_{ку пр} = Q_{пр} = P_{пр} \tan\varphi = 2549 \times 0,88 = 2243 \text{ квар}$$

## **2.5 Кернеудің рұқсат етілген жоғалуы бойынша өткізу қабілеттілігінің тәуелділіктерін салу.**

А 70-тен А 240-қа дейінгі сым маркаларының диапазонындағы алюминий сымдарының қима ауданынан ұзындығы  $L = 2,0$  км кернеуі  $U_{ном} = 10$  кВ желі үшін кернеудің рұқсат етілген жоғалуы бойынша өткізу қабілеттілігінің тәуелділіктерін салу. Фазалық сымдар арасындағы орташа геометриялық қашықтық  $1,0$  м құрайды. кернеудің рұқсат етілген жоғалуы  $U = 8,0\%$  құрайды. Әр түрлі  $\cos\varphi$ -да есептеулер жүргізу:  $0,95; 0,90; 0,80; 0,60$ .

Анықтамалықтардан әр түрлі сымдар үшін сызықтың нақты белсенді және реактивті кедергісін табамыз және сызықтың ұзындығын ескере отырып кедергілерді есептейміз.

Кесте 2.1 –Кедергілерді есептеу нәтижелері

Сым қимасының ауданы, мм <sup>2</sup>	70	95	120	185	240
$r_0$ , Ом/км	0,443	0,326	0,258	0,167	0,129
$x_0$ , Ом/км	0,086	0,083	0,08	0,072	0,007
R, Ом	0,886	0,652	0,516	0,334	0,258
X, Ом	0,172	0,166	0,16	0,144	0,13

Берілген кернеудің рұқсат етілген жоғалуы бойынша шекті белсенді қуатты табамыз

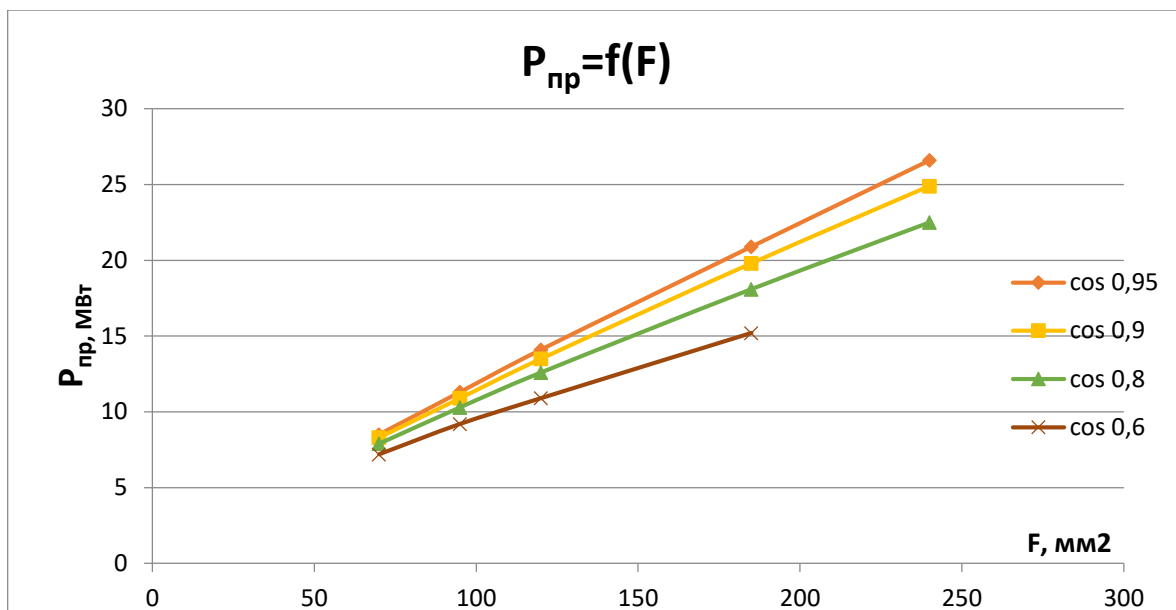
$$P_{\text{пр}} = \frac{\Delta U_{\text{доп}} \% U_{\text{ном}}^2}{(R + X \text{tg} \varphi) 100}$$

мысалы,  $\cos \varphi = 0,80$  ( $\text{tg} \varphi = 0,75$ ) кезінде А 70 сымның маркасы үшін біз аламыз

$$P_{\text{пр А 70}} = \frac{8 \times 10^2}{(0,886 + 0,172 \times 0,75) \times 100} = 7,88 \text{ МВт}$$

Кесте 2.2 –Шекті белсенді қуат нәтижелері

$P_{\text{пр}}$	$\cos \varphi = 0,95$	$\cos \varphi = 0,90$	$\cos \varphi = 0,80$	$\cos \varphi = 0,60$
А 70	8,5	8,3	7,9	7,2
А 95	11,3	10,9	10,3	9,2
А 120	14,1	13,5	12,6	10,9
А 185	20,9	19,8	18,1	15,2
А 240	26,6	24,9	22,5	18,6



2.2 – сурет – Желінің өткізу қабілеттілігінің сымдардың қимасының ауданына тәуелділігі

Есептеулердің нәтижелері 2.2-суретте келтірілген, одан өткізу қабілеттілігі сымдардың қимасының ауданына өте тәуелді екенін көруге болады. Шағын қима аудандарында  $\cos \phi$  әсері айтарлықтай емес; өйткені белсенді қарсылықтар реактивті қарсылықтардан басым болады және белсенді қарсылықтардағы кернеудің жоғалуы әсер ететін фактор болып табылады. Үлкен қима аудандарында белсенді және реактивтер пропорционалды болады, ал  $\cos \phi$  төмендеген кезде реактивті қуат беруден кернеудің жоғалуы айтарлықтай болады, ал белсенді қуаттың өткізу қабілеті айтарлықтай төмендейді.



## ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыста жобалау бойынша есеп жүргізілді. Ауыр машина жасау зауытын электрмен жабдықтау. Зауыт бойынша жүктемелерді есептеу, ТП цехтарының саны мен қуатын таңдау ұсынылды. Зауытты Қуаттандырудың екі нұсқасы ұсынылды, техникалық-экономикалық есептеу және жиынтық шығындар бойынша нұсқаларды салыстыру жүргізілді, содан кейін ұсынылған нұсқалардың ішінен жоғары кернеумен таңдалды (қуат зауыт аумағында орналасқан БТҚС үшін 115 кВ шиналарға сәйкес келеді).

Сондай-ақ, жұмыста реактивті өтемақы мәселелері қарастырылды өтемдік құрылғылардың қуаты мен қуатын таңдау, к оларға төмен жағындағы конденсатор батареялары және 10 кВ шиналарға қосылған синхронды қозғалтқыштар жатады. реактивті қуаттың өтемақысын есептегеннен кейін зауыт бойынша жүктемелерді нақтыланған есептеу жүргізілді.

Зауыттың қоректендіруді қуаты - 40 МВА тең. Кернеуі 110/37 екі үш орамалы трансформатор орнатылған қуаты шектелмеген энергия жүйесінің қосалқа станциясынан жүзеге асырылады. Энергожүйеден зауытқа дейінгі қашықтық - 5 км. Зауыт екі ауысымда және де трансформаторлар параллель жұмыс жасайды. Фабрикадағы 18 цех іске қосылып тұрғандағы жалпы қуаты – 22182,2 кВт. Аумағы бойынша 11 ТҚС, 6 кабельді 1 траншея, 2 синхронды қозғалтқыштар орнатылды.

Арнайы бөлімде өтемдік көлденең өтемдеу құрылғысын орнатқаннан кейін тұтынушының параметрлерінің өзгеруін тексеру, ең үлкен белсенді қуатты және бұл үшін қажет болатын компенсаторлық құрылғының қуатын анықтау, кернеудің рұқсат етілген жоғалуы бойынша өткізу қабілеттілігінің тәуелділіктерін салу жұмыстары жүргізілді.

## ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Лавров А.Г. , Попов Е.Н. Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им.В.И. 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 СТ КазННТУ – 09 – 2023, Работы учебные, общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала. Алматы КазННТУ, 2023.
- 5 <https://vk.cc/corM0z> «Синхронный двигатель СДН-2-16-36».
- 6 <https://www.ukkz.com> «ВБК УКМ63-0,4-275-25УЗ».
- 7 <https://cable.ru/>«АС 70/11 сымы».
- 8 <https://vunivere.ru/work42592> «Ажыраткыш ВЭК».
- 9 <https://electro.com.kz> «Айырғыш РДЗ».
- 10 <https://www.meratest.ru> «ТМН 4000/35 трансформаторы».

## Протокол

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

Автор: Токтахунов Руслан Ришатович

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: 6-10 кВ желілерінде көлденең және бойлық өтемақы құрылғыларын қолдану тиімділігін талдау

Научный руководитель: Амангельды Бекбаев

Коэффициент Подобия 1: 20.5

Коэффициент Подобия 2: 5

Микропробелы: 54

Знаки из здругих алфавитов: 805

Интервалы: 0

Белые Знаки: 1

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:

2024-06-10

Дата

Заведующий кафедрой Энергетики

Сарсенбаев Е.А.



**Протокол**

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

**Автор:** Токтахунов Руслан Ришатович

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** 6-10 кВ желілерінде колденең және бойлық өтемақы құрылғыларын қолдану тиімділігін талдау

**Научный руководитель:** Амангельды Бекбаев

**Коэффициент Подобия 1:** 20.5

**Коэффициент Подобия 2:** 5

**Микропробелы:** 54

**Знаки из других алфавитов:** 805

**Интервалы:** 0

**Белые Знаки:** 1

**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 укрывтия 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:

2024-06-10

*Дата*

*проверяющий эксперт*



Тақырыбы: «6-10 кВ желілерінде колденен және бойлық өтемақы құрылғыларын қолдану тиімділігін талдау»

6B07101 – Энергетика  
(шифр және мамандық атауы)

Токтахунов Руслан Ришатович  
(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, 10 кВ желілерінде колденен және бойлық өтемақы құрылғыларын қолдану тиімділігін талдау есептеулері жүргізілді.

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:

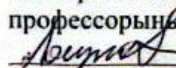
Ескерту ретінде, грамматикалық қателіктер, тыныс белгілері дұрыс қойылмай кеткендігін және қазақша аудармалары кейбір жерлерде дұрыс аударылмағандығын айтуға болады. Жалпы дипломдық жұмысы талаптарға сәйкес жазылған.

### Жұмысты бағалау

Жоғарыда айтылғандарды қорыта келе, Токтахунов Русланның дипломдық жұмысы А «өте жақсы» (90 балл) бағасына, ал автор – энергетика бакалавры академиялық дәрежесін иемденуге лайық деп бағалаймын.

### Сын-пікір беруші

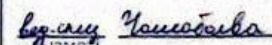
Ғ. Даукеева атындағы АУЭС  
Электрондық инженерия кафедрасының  
профессорының ассистенті.

  
(қолы) Юсупова С. А.

« 29 » 05 2024 ж.

Ф КазНИТУ 706-17. Рецензия

Қолтаңбаны растаймын  
Подпись заверяю

  
(қызметі) Зәусәбіева К. А.  
« 29 » 05 2024 ж.



Токтахунов Руслан Ришатович

6B07101 - Энергетика

## ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

### "6-10 кВ желілерінде көлденең және бойлық өтемдеу құрылғыларын қолдану тиімділігін талдау " дипломдық жұмысына

Осы дипломдық жұмыста студент Токтахунов Руслан, кернеуі 110/37 кВ 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, 10 кВ желілерінде көлденең және бойлық өтемдеу құрылғыларын қолдану тиімділігін талдау есептеулері жүргізілді.

Арнайы бөлімде өтемдік көлденең өтемдеу құрылғысын орнатқаннан кейін тұтынушының параметрлерінің өзгеруін тексеру, ең үлкен белсенді қуатты және бұл үшін қажет болатын компенсаторлық құрылғының қуатын анықтау, кернеудің рұқсат етілген жоғалуы бойынша өткізу қабілеттілігінің тәуелділіктерін салу жұмыстары жүргізілді.

Дипломдық жұмыс бір басты бөлімнен және бір арнайы бөлімнен тұрады тұрады, олар әуе электр беріліс желілерінің есебі, сонымен қоса 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 Токтахунов Руслан теориялық дайындығын жеткілікті көрсетті, практикамен ұштастыра білді, алдына қойылған тапсырмаларды өздігінен шешіп, жұмысты өте жақсы меңгерді. Ескерту ретінде, грамматикалық қателіктер, тыныс белгілері дұрыс қойылмай кеткендігін және қазақша аудармалары кейбір жерлерде дұрыс аударылмағандығын айтуға болады. Жалпы дипломдық жұмысы талаптарға сәйкес жазылған.

Дипломдық жұмыс қойылатын талаптарға сәйкес келеді және мемлекеттік аттестациялық комиссияның отырысында қорғауға жіберіледі. Ал, түлек Токтахунов Руслан «Энергетика» мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесіне лайықты және дипломдық жұмысын А- «өте жақсы» 90 баллмен бағалаймын.

**Ғылыми жетекші**

Техникалық ғылымдар докторы, профессор

 А.Б.Бекбасов

(қолы)

« 17 » 06 2024 ж.