

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

Сүлейменов Олжас Әбдінасырұлы

Төмен кернеулі шиналарда төмендететін қосалқы станция РПН құрылғысын пайдалану арқылы желінің әртүрлі жұмыс режимдерінде кернеуді тұрақтандыру режимін қамтамасыз ету.

**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

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ  
НАО «КазНТУ им.К.И.Сатпаева» «Энергетика» кафедрасының  
Институт энергетика менгерушісі  
и машиностроения PhD қауымдастырылған профессор  
Е.А.Сарсенбаев  
« 13 » 06 2024 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Төмен кернеулі шиналарда төмендететін қосалқы станция РПН құрылғысын пайдалану арқылы желінің әртүрлі жұмыс режимдерінде кернеуді тұрақтандыру режимін қамтамасыз ету.»

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

Орындаған:

Сүлейменов О.Ә.

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

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

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

**БЕКІТЕМІН**

«Энергетика» кафедрасының  
меңгерушісі

PhD, қауымдастырылған профессор

 Е.А.Сарсенбаев

«24» 01 2024 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Сүлейменов Олжас Әбдінасырұлы

Тақырыбы: «Төмен кернеулі шиналарда төмендететін қосалқы станция РПН құрылғысын пайдалану арқылы желінің әртүрлі жұмыс режимдерінде кернеуді тұрақтандыру режимін қамтамасыз ету.»

Университеттің академиялық мәселелер жөніндегі проректорының 04.12.2023 ж. № 548-П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 14- маусым 2024 жыл

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: \_\_\_\_\_

Дипломдық жұмыстың қысқаша мазмұны:

а) Химиялық зауытты электрмен жабдықтауды есептеу

ә) Төмен кернеулі шиналарда төмендететін қосалқы станция РПН құрылғысын пайдалану арқылы желінің әртүрлі жұмыс режимдерінде кернеуді тұрақтандыру режимін қамтамасыз ету.

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

Сызба материалдары 12 парақ слайдтарда көрсетілген

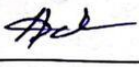

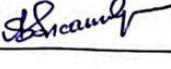
Ұсынылатын негізгі әдебиет 13 атау

Дипломдық жұмысты дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Негізгі бөлім	05.02.24 – 10.05.24 ж.	ИОҚ
Арнайы бөлім	10.05.24 – 14.06.24 ж.	ИОҚ

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	Абитаева Р.Ш, магистр, аға оқытушы	29.05.2024	
Арнайы бөлім	Абитаева Р.Ш, магистр, аға оқытушы	29.05.2024	
Норма бақылау	Бердібеков Ә.О, магистр, аға оқытушы	02.06.2024	

Ғылыми жетекшісі  (қолы) Р.Ш.Абитаева

Тапсырманы орындауға алған студент  (қолы) О.Ә Сүлейменов

Күні «25» 01 2024ж.

## Аңдатпа

Бұл дипломдық жоба «Төмен кернеулі шиналарда төмендететін қосалқы станция РПН құрылғысын пайдалану арқылы желінің әртүрлі жұмыс режимдерінде кернеуді тұрақтандыру режимін қамтамасыз ету.» тақырыбы бойынша орындалған. Жобада электрлік жүктемені есептеу жүргізілген, қысқаша тұйықталу тоғы есептелген, жабдықты таңдау жүргізілген. Жобаның арнаулы бөлімінде төмен түсіретін қосалқы станцияның жүктеме астында реттеу құрылғысын (РПН) пайдалануға ерекше назар аударылады. Зерттеу жүктеменің өзгеруі, кіріс кернеуінің ауытқуы және төтенше жағдай режимдері сияқты әртүрлі желі режимдерінің кернеу тұрақтылығына әсерін талдауды қамтиды. Негізгі нәтижелер РПН пайдалану шамадан тыс жүктеме қаупін азайтып, жабдықтың қызмет ету мерзімін ұзарта отырып, НН шиналарында берілген кернеу деңгейін ұстап тұру арқылы электрмен жабдықтау сапасын айтарлықтай арттыруға мүмкіндік беретінін көрсетеді.

## Аннотация

Дипломный проект выполнен на тему «Обеспечение на шинах НН режима стабилизации напряжения при разных режимах работы сети посредством использования устройства РПН понижающей подстанции.». В проекте произведен расчет электрической нагрузки, рассчитан ток короткого замыкания, произведен выбор оборудования. Особое внимание в специальной части проекта уделяется эксплуатации устройства регулирования под нагрузкой (РПН) нисходящей подстанции. Исследование включает анализ влияния различных сетевых режимов на стабильность напряжения, таких как изменение нагрузки, колебания входного напряжения и аварийные режимы. Основные результаты показывают, что использование РПН позволяет значительно повысить качество электроснабжения за счет поддержания заданного уровня напряжения в шинах НН, снижая риск перегрузки и продлевая срок службы оборудования.

## Annotation

This graduation project "providing a voltage stabilization mode in various modes of operation of the network through the use of a reducing substation RPN device on low-voltage tires." performed on the topic. In the project, the calculation of the electrical load was carried out, the short-circuit current was calculated, and the selection of equipment was carried out. In the special part of the project, special attention is paid to the use of a load-regulating device (RPN) of a lowering substation. The study includes an analysis of the impact of various network modes on voltage stability, such as load changes, input voltage fluctuations, and emergency modes. The main results show that the use of RPN allows you to significantly increase the quality of power supply by maintaining a given voltage level in the NN busbars, reducing the risk of overload and extending the service life of the equipment.

## МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Химиялық зауытты электрмен жабдықтау	8
1.1	Дипломдық жұмысқа арналған бастапқы мәліметтер	8
1.2	Зауыттың электрлік жүктемелерін есептеу	9
1.2.1	Цехтардың жарық жүктемелерін анықтау	9
1.2.2	Төмен кернеулі электрлік жүктемелерін есептеу және бас жоспарын құру	10
1.2.3	Төмен кернеулі электрлік жүктемелерді есептеп шығару	14
1.2.4	Цех трансформаторларын таңдау және төмен вольтті реактивті қуатты өтемелеу	21
1.2.5	Өтемелі реактивті қуатты анықтау	24
1.2.6	Жоғары вольтті есептік жүктемені анықтау	25
1.2.7	Қуаттардың есептік активті және реактивті шағынын анықтау	26
2	Техникалық-экономикалық есеп	30
2.1	I-нұсқа. 110 кВ кернеуі үшін өндіріс орнына дейінгі сым мен қондырғылар таңдау	30
2.2	Қысқа тұйықталу токтарын есептеу	33
2.3	Капитал шығындарды есептеу	36
3	II-нұсқа. 35 кВ кернеуі үшін өндіріс орнына дейінгі сымдар мен қондырғылар таңдау	38
3.1	Капитал шығындарды есептеу	43
4	Кернеуі 10 кВ электр желісін есептеу және қондырғыларын таңдау	46
4.1	Қорғаныс қондырғыларды таңдау	50
5	Арнайы бөлім	59
5.1	Электр тарату желілеріндегі кернеуді реттеу режимдерін таңдау	59
5.2	Кернеуді реттеу құрылғылары бар трансформаторлардың көмегімен жүктеме кезінде реттеу	60
	Қорытынды	67
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	68

## КІРІСПЕ

Бұл дипломдық жобаның мақсаты химиялық зауытты электрмен жабдықтау болып табылады. Бұл өнеркәсіптік кәсіпорын Кокс өндірумен айналысады.

Зауыт 3 ауысымда жұмыс істейді және жүзеге асырылатын өндірістік және әкімшілік функцияларға байланысты электрмен жабдықтау сенімділігі бойынша I, II және III санаттарға ие, бұл кез келген кәсіпорынның СЭС - ін жобалау кезінде ескерілуі керек.

Өнеркәсіптік кәсіпорынның ұтымды жобаланған электрмен жабдықтау жүйесі бірқатар талаптарды қанағаттандыруы керек: жоғары сенімділік пен үнемділік, қауіпсіздік және пайдалану ыңғайлылығы, тиісті кернеу деңгейлеріндегі электр энергиясының талап етілетін сапасын қамтамасыз ету, жиіліктің жүзділігі және т. б. сондай-ақ құрылыс-монтаждау жұмыстарын орындаудың ең қысқа мерзімдері және даму кезінде кеңейту мүмкіндігін қамтамасыз ететін жүйенің қажетті икемділігі көзделуі керек бастапқы нұсқаның күрделілігі мен қымбаттауы жоқ кәсіпорындар. Осылайша, Кәсіпорынды электрмен жабдықтауды жобалау кезінде ескеру қажет факторлардың әртүрлілігі электрик инженерлерінің біліктілігіне қойылатын талаптарды арттырады. Ұтымды электрмен жабдықтау мәселелері осы ауданның жалпы энергетикасынан бөлек шешілмеуі тиіс. Шешімдер ауданды электрлендірудің перспективалық жоспарын ескере отырып қабылдануы тиіс.

Сыртқы электрмен жабдықтау схемасының оңтайлы нұсқасын, электр желісінің параметрлерін және оның элементтерін анықтау үшін техникалық-экономикалық есептеулер жүргізу қажет. Бұл ретте техникалық және экономикалық көрсеткіштерге жан-жақты талдау жүргізу қажет. Мүмкін болатын нұсқаларды сипаттайтын барлық техникалық-экономикалық көрсеткіштерді салыстыру және талдау ғана ең жақсы шешімді таңдауға мүмкіндік береді. Есептеулердің келесі кезеңі-электрмен жабдықтау схемасын және оның параметрлерін түпкілікті анықтау, қажетті электр жабдықтарын, сымдар мен кабельдерді таңдау.

Сондай - ақ, еңбекті қорғау және қабылданған шешімдердің экономикалық тиімділігін бағалау мәселелеріне көп көңіл бөлу керек.

# 1 Химиялық зауытты электрмен жабдықтау

## 1.1 Дипломдық жұмысқа арналған бастапқы деректер

- 1) Зауыттың бас жоспарының сызбасы.
- 2) Зауыт цехтары бойынша электр жүктемелері туралы мағұлматтар.
- 3) Қоректендіретін қуаты 50,5 МВА, кернеуі 115/37/10.5 екі үш орамалы трансформатор орнатылған қуаты шектелмеген энергия жүйесінің қосалқы стансасынан жүзеге асыруға болады. 115 кВ жағында қысқа тұйықталу қуаты 1100 МВА-ға тең.
- 4) Жылу электр орталығынан (ЖЭО) трансформатор зауытына дейінгі қашықтық 5,2 км.
- 5) Трансформатор зауыты үш ауысымда жұмыс жасайды.

Кесте 1.1 – Электр жүктемелер тізімі

Цех №	Өндірістік бөлімнің атауы	ЭП саны, n	Орнатылған қуат, кВт	
			Бір ЭП-ның, P <sub>n</sub>	Σ P <sub>n</sub>
1	Зауытты басқару, асхана	33	1-45	500
2	Хлор және каустика цехы	90	10-100	2600
3	<i>Компрессорлық:</i>			
	а) 0,4 кВ	25	1-35	200
	б) СҚ 10 кВ	4	1500	6000
4	Көмір дайындау	110	1-50	2300
5	Материялдық қойма	12	1-12	60
6	<i>Сорғы</i>			
	а) 0,4 кВ	15	10-20	150
	б) СҚ 10 кВ	2	630	1260
7	№1 Бензол цехы	55	1-40	1700
8	№2 Бензол цехы	56	1-45	1900
9	Қазандық	85	10-20	550
10	Жөндеу-механикалық цех	38	5-40	300
11	Дайын өнім қоймасы	8	1-15	60
12	№1 Аммоний сульфаты цехы	42	1-30	600
13	№1 Аммиак цехы	55	1-90	2000
14	Газды жағу цехы	35	10-50	900
15	№2 Аммиак цехы	43	10-40	1300
16	№2 Аммоний сульфаты цехы	32	1-60	1000



## 1.2 Зауыттың электрлік жүктемелерін есептеу

### 1.2.1 Цехтардың жарық жүктемелерін анықтау

Өндіріс алаңындағы цехтың жарық жүктемесінің шамамен мәні қазіргі уақытта жүктеме қуаты орташа жарық энергиясына тең екендігімен анықталады:

$$P_{p0} = K_{c0} \cdot P_{y0}, \quad (1.1)$$

мұндағы  $K_{c0}$  – қуаттың сұраныс коэффициенті (2.1 кесте);  
 $P_{y0}$  – белгілі аудан үшін, жарық көзінің қуаты, Вт;

Оны келесідей есептейміз:

$$P_{p0} = p_0 \cdot F, \quad (1.2)$$

мұндағы  $p_0$  – меншікті есептік қуат, Вт/м<sup>2</sup>;  
 $F$  – цех ауданы, м<sup>2</sup>.

Жарық жүктемесінің реактивті қуатын төмендегі формуламен анықтау қажет:

$$Q_{p0} = \operatorname{tg}\varphi_0 \cdot P_{p0}, \quad (1.3)$$

мұндағы  $\operatorname{tg}\varphi_0$  – реактив қуат коэффициенті. Жарық немесе шамға байланысты өзгереді.

Өңделмеген маталар қоймасына жарықтандыру анықтау. Бас жоспар бойынша ауданы:

$$F = 40 \cdot 24 = 960 \text{ м}^2.$$

Жарық көзі осы формула бойынша есептелінеді:

$$P_{y0} = 0,007 \cdot 960 = 6,72 \text{ кВт.}$$

Активті қуат (1.1) формуласы арқылы есептеймін:

$$P_{p0} = 0,6 \cdot 6,72 = 4,03 \text{ кВт.}$$

Реактивті қуат (1.3) формуласы арқылы келесідей шығарамын:

$$Q_{p0} = 0,203 \cdot 4,03 = 0,82 \text{ квар.}$$

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

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

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

$$P_{см} = K_{и} \cdot \sum P_{н}, \quad (1.4)$$

$$Q_{см} = P_{см} \cdot tg, \quad (1.5)$$

$$P_{р} = K_{м} \cdot P_{см}, \quad (1.6)$$

егерде  $n_3 > 10$ ;  $Q_{р} = Q_{см}$ ;  $n_3 \geq 10$ ;  $Q_{р} = 1,1 \cdot Q_{см}$ ;  $K_{м} = f(K_{и}, n_3)$

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

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

Төмен вольтты жүктеме үшін картография шеберханалардағы жарықтың пайыздық мөлшерін көрсетуі керек. Ол шеберхананың тиісті бөлігі ретінде көрсетілуі мүмкін.

а) Шеңбер радиусы:

$$R = \sqrt{\frac{P_{е.і.}}{\pi \cdot n}}, \quad (1.7)$$

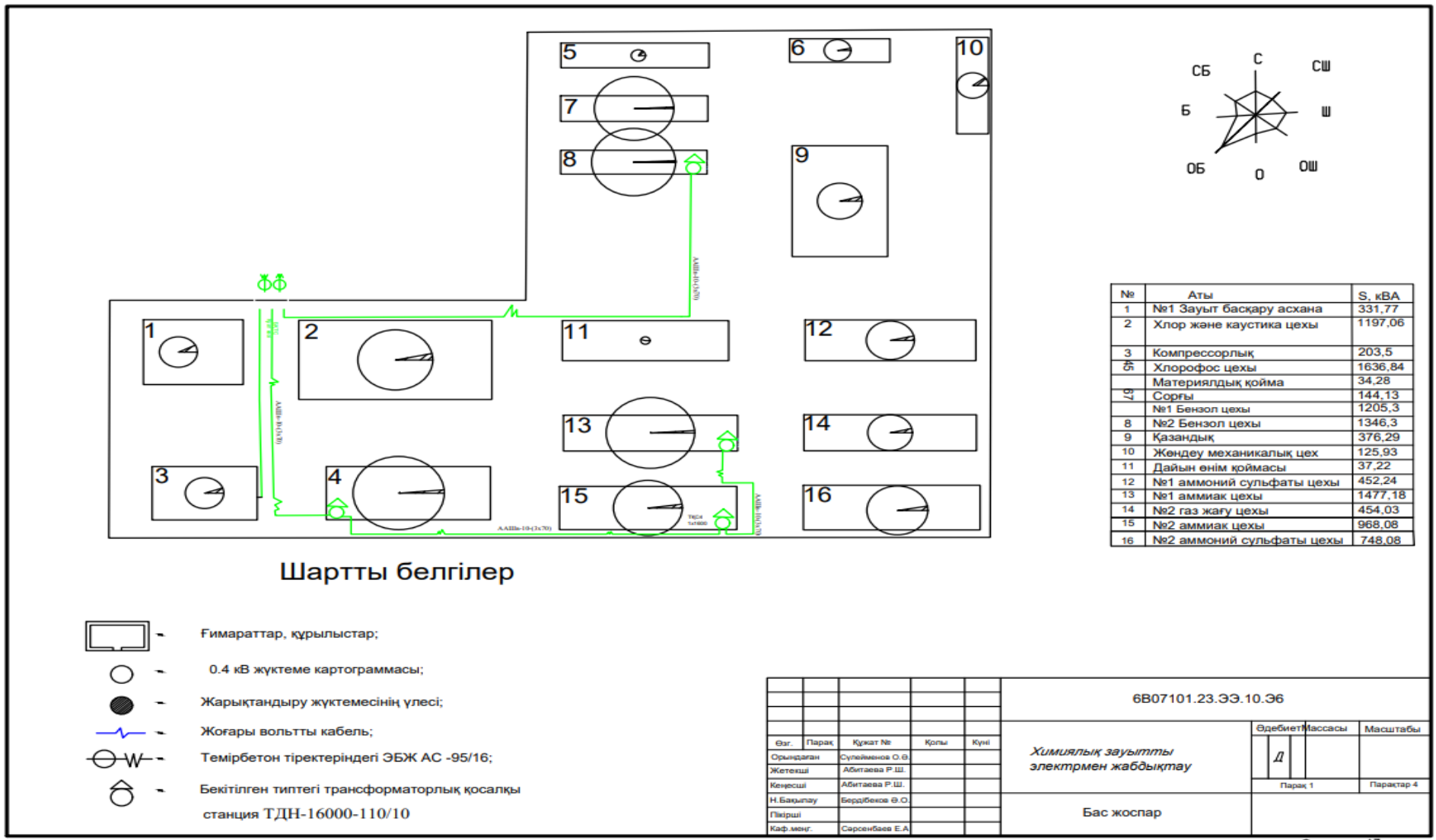
ә) Шеңбердің жарықтық жүктемесінің бөлігі:

$$\alpha = \frac{P_{е.ж.і.}}{S_{р.і.}} \cdot 360^\circ, \quad (1.8)$$

мұндағы  $S_{р.і.}$  – цехтің есептік толық қуаты, кВА;  
 $m$  – масштаб ( $m=0,5$  м/мм).

Кесте 1.2 – Кәсіпорын жүктемелерінің бас жоспарын жасау үшін деректерді есептеу

Атауы	$P_{po}$ , кВт	$P_p$ , кВт	R, мм	$\alpha$ , °
1 Зауытты басқару асхана	15,55	200	11,2	28
2 Хлор және хаустика цехы	25,25	780	22,2	11,6
3 Компрессорлық	6,55	120	8,7	19,6
4 Көмір дайындау	14,28	1150	27	4,4
5 Материял қоймасы	3,00	18	3,4	60
6 Сорғы	3,09	90	7,5	12,3
7 Бензол цехы	6,38	850	23,2	2,7
8 Бензол цехы 2	6,38	950	24,5	2,4
9 Қазандық	12,23	275	13,2	16
10 Жөндеу механикалық цехы	6,43	60	6,1	38,5
11 Дайын өнім қоймасы	5,38	12	2,7	161,4
12 Аммоний сульфаты цехы	11,42	300	13,8	13,7
13 Аммиак цехы 1	9,82	1000	25,2	3,5
14 Газды жағу цехы	9,82	270	13,1	13
15 Аммиак цехы 2	13,77	650	20,3	7,6
16 Аммоний сульфаты цехы 2	13,77	500	17,8	9,9



1.1 - сурет-Химиялық зауыт жүктемелерінің бас жоспары

Кесте 1.3 – Жарықтану жүктемесін есептеу

№ бойынша	Өндірістік бөлменің атауы	Бөлменің ұзындығы мен ені (м)	Бөлменің ауданы, м <sup>2</sup>	Меншікті жарықтандыру жүктемесі ро, кВт/м <sup>2</sup>	Сұраныс коэффициенті, Ксо	Жарықтандырудың тұрақталған қуаты, Р <sub>то</sub> , кВт	Жарықтандыру жүктемесінің есептік қуаты		cosφ <sub>0</sub> / tgφ <sub>0</sub>	Шам түрі
							Р <sub>ро</sub> , кВт	Q <sub>ро</sub> , квар		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Зауытты басқару, асхана	36x24	864	0,02	0,9	17,28	15,55	11.66	0,9/0,75	LED
2	Хлор және каустика цехы	66x30	1980	0,015	0,85	29,70	25,25	18.93	0,8/0,75	ДРЛ
3	Компрессорлық:	36x20	720	0,013	0,7	9,36	6,55	4.91	0.8/0.75	LED
4	Хлорофос цех	56x20	1120	0,015	0,85	16,80	14,28	10.71	0,8/0.75	ДРЛ
5	Материялдық склад	50x10	500	0,01	0,6	5,00	3,00	2.7	0.6/0.9	LED
6	Сорғы	34x10	340	0,013	0,7	4,42	3,09	2.31	0.8/0.75	LED
7	№1 Бензол цехы	50x10	500	0,015	0,85	7,50	6,38	4.78	0,8/0,75	ДРЛ
8	№2 Бензол цехы	50x10	500	0,015	0,85	7,50	6,38	4.78	0,9/0,75	ДРЛ
9	Қазандық	32x42	1344	0,013	0,7	17,47	12,23	9.17	0.8/0.75	LED
10	Жөндеу-механикалық цех	14x36	504	0,015	0,85	7,56	6,43	5.14	0,5/0.8	ДРЛ
11	Дайын өнім қоймасы	56x16	896	0,01	0,6	8,96	5,38	4.84	1/0.9	LED
12	№1 аммоний сульфаты цехы	56x16	896	0,015	0,85	13,44	11,42	8.56	0,8/0,75	ДРЛ
13	№1 аммиак цехы	55x14	770	0,015	0,85	11,55	9,82	7.36	0,8/0,75	ДРЛ
14	Газ жағу цехы	55x14	770	0,015	0,85	11,55	9,82	7.36	0,9/0.75	ДРЛ
15	№2 аммиак цехы	60x18	1080	0,015	0,85	16,20	13,77	10.32	0,8/0,75	ДРЛ
16	№2 аммоний сульфаты цехы	60x18	1080	0,015	0,85	16,20	13,77	10.32	0,8/0,75	ДРЛ
17	Аумақты жарықтандыру		30524	0,005	1	152,62	152,2	76.31	0,9/0,5	ДРЛ

### 1.2.3 Төмен кернеулі электрлік жүктемелерді есептеп шығару

Қондырғылардың  $n$  саны берілгенін ескеру керек. Оны бастапқы деректер көруімізге болады. Бірақ цехтардың тиімді және сапалы жұмысына  $m$  коэффициентін қолдану қажет. Яғни егер  $m < 3$  болған жағдайда, қондырғылар келесідей  $n_3 = n$  болады. Егер де қондырғы тиімді саны  $n_3$  саны 2.7 формуласы бойынша есептелінеді.

$m$  келесідей есептелінеді:

$$m = P_{н.макс} / P_{н.мин}, \quad (1.9)$$

мұндағы  $P_{н.макс}$  – қондырғының максимал тұтынатын қуаты, кВт;  
 $P_{н.мин}$  – қондырғының минимал тұтынатын қуаты, кВт.

Қондырғының орташа активті қуаты, жұмыс уақытының ең жүктелген ауысымы кезіндегі қуаты болып табылады:

$$P_{см} = K_{и} \cdot P_{н}, \quad (1.10)$$

мұндағы  $K_{и}$  – құрылғының пайдалану коэффициенті;  
 $P_{н}$  – электр құрылғысының номинал активті қуаты, кВт.

Орташа реактивті қуаты:

$$Q_{см} = P_{см} \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (1.11)$$

мұндағы  $\operatorname{tg} \varphi$  – электр құрылғысының реактивті қуат.

Электр қондырғысының тиімді саны:

$$n_3 = \frac{2 \cdot \sum P_{н}}{P_{н.макс}}, \quad (1.12)$$

Есептік реактивті қуаты:

а) Егер  $n_3 > 10$  болса, келесідей:

$$Q_p = Q_{см}, \quad (1.13)$$

ә) Егер  $n_3 \leq 10$  болса, келесідей:

$$Q_p = 1,1 \cdot Q_{см} \quad (1.14)$$

Толық қуат келесідей:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} \quad (1.15)$$

1000 В-қа дейінгі цех трансформаторының ТК жағындағы шина және магистраль шиналарындағы есептік коэффициент мәндері. Цех электр параметрлері жоғарыда келтірілген формулалар бойынша есептеліп, кестеге енгізілді.

1 өңделмеген маталар қоймасының күштік жүктемесін анықтайық.

Біріншіден  $m$  коэффициентін есептеймін төмендегі формула арқылы:

$$m = \frac{10}{1} = 10.$$

$m > 3$  болғандықтан тиімді  $n_э$  құрылғылар саны 2.7 формуласы бойынша анықталады:

$$n_э = \frac{2 \cdot \sum P_H}{P_{H.макс}}, \quad (1.16)$$

$$n_э = \frac{2 \cdot 60}{10} = 10.$$

Цехтің активті және реактивті жүктемелері:

$$P_{см} = 0,2 \cdot 60 = 12 \text{ кВт},$$

$$Q_{см} = 12 \cdot 1,22 = 14,64 \text{ квар.}$$

Цехтің есептік жүктемелері:

а) Активті қуаты:

$$P_p = 0,8 \cdot 12 = 9,6 \text{ кВт.}$$

ә) Реактивті қуаты:

$$Q_p = 1,1 \cdot 14,64 = 16,1 \text{ квар.}$$

б) Толық қуаты:

$$S_p = \sqrt{9,6^2 + 16,1^2} = 21,7 \text{ кВА.}$$

1.1 кесте – Фабрикадағы цехтардың 0,4 кВ кернеудегі электр жүктемелерін есептеу

Цехтардың атауы	ЭҚ саны n	Орнатылған қуат, кВт		m	K <sub>и</sub>	cos φ	tgφ	Орташа жүктемелер		n <sub>э</sub>	K <sub>р</sub>	Есептік жүктемелер		
		$\frac{P_{\text{нmin}}}{\div P_{\text{нmax}}}$	$\Sigma P_{\text{н}}$					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) Зауытты басқару														
а) күштік	33	1-45	500	>3	0,4	0,9	0,75	200	204,04	22	1,2	240	204,041	
б) жарықтану												15,55	7,53	
қорытынды												255,55	211,57	331,77
2) каустика цехы														
а) күштік	90	1-100	2600	>3	0,3	0,8	0,75	780	795,76	52	1,1	858	795,759	
б) жарықтану												25,25	12,23	
қорытынды												883,25	807,99	1197,06
3)Компрессорлық														
а) күштік	25	1-35	200	>3	0,6	0,8	0,75	120	122,42	11	1,3	156	122,424	
б) жарықтану												6,55	0,00	
қорытынды												162,55	122,42	203,50



Кесте – 1.4 жалғасы

Цехтардың атауы	ЭҚ саны n	Орнатылған қуат, кВт		m	K <sub>и</sub>	cos φ	tgφ	Орташа жүктемелер		n <sub>э</sub>	K <sub>р</sub>	Есептік жүктемелер			
		$\frac{P_{нmin}}{\div P_{нmax}}$	$\sum P_n$					P <sub>см</sub> , кВт	Q <sub>см</sub> ,кВ ар			P <sub>р</sub> , кВт	Q <sub>р</sub> , квар	S <sub>р</sub> , кВА	
4) Хлорофос цехы															
а) күштік	110	1-50	2300	>3	0,5	0,8	0,75	1150	1014,2	92	1,1	1265	1014,2		
б)жарықтану												14,28	6,92		
қорытынды												1279,3	1021,1	1636,84	
5)Материялдық склад															
а) күштік	12	1-12	1160	>3	0,3	0,6	0,9	18	13,5	10	1,6	27,9	14,85		
б)жарықтану												3,00	0,00		
қорытынды												30,9	14,9	34,28	
б) Сорғы															
а) күштік	15	1-20	60	>3	0,6	0,8	0,75	90	91,82	15	1,2	108	91,82		
б)жарықтану										2	1	3,09	0,00		
қорытынды												111,1	91,8	144,13	

Кесте - 1.4 жалғасы

Цехтардың атауы	ЭҚ саны n	Орнатылған қуат, кВт		m	K <sub>и</sub>	cosφ	tgφ	Орташа жүктемелер		n <sub>э</sub>	K <sub>р</sub>	Есептік жүктемелер		
		$\frac{P_{нmin}}{\div P_{нmax}}$	$\sum P_{н}$					P <sub>см,кВТ</sub>	Q <sub>см,квар</sub>			P <sub>р,кВт</sub>	Q <sub>р,квар</sub>	S <sub>р,кВА</sub>
7) Бензол цехы№1														
а) күштік	55	1÷ 40	1700	> 3	0,5	0,75	0,88	850	749,6 3	55	1	935	749,63	
б) жарықтану												6,38	3,09	
қорытынды												941,4	752,7	1205,3
8) Бензол цехы№2														
а) күштік	56	1÷ 45	1900	> 3	0,5	0,75	0,88	950	837,8	56	1	1045	837,82	
б) жарықтану												6,38	3,09	
қорытынды												1051,4	840,9	1346,3
9) Қазандық														
а) күштік	85	10÷20	550	< 3	0,5	0,8	0,75	275	206,2	85	1	302,5	206,25	
б) жарықтану												12,23	0,00	
қорытынды												314,7	206,3	376,29

Кесте - 1.4 жалғасы

Цехтардың атауы	ЭҚ саны n	Орнатылған қуат, кВт		m	K <sub>и</sub>	cosφ	tgφ	Орташа жүктемелер		n <sub>э</sub>	K <sub>р</sub>	Есептік жүктемелер		
		$\frac{P_{нmin}}{\div P_{нmax}}$	$\sum P_{н}$					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
10) Жөндеу-механикалық цех														
а) күштік	38	5÷40	300	> 3	0,2	0,65	1,17	60	70,15	15	1,6	96	70,15	
б) жарықтану												6,43	3,11	
қорытынды												102,4	73,3	125,93
11) Тау-кен өнімдерінің қоймасы														
а) күштік	8	1÷15	60	> 3	0,2	0,5	1,73	12	20,78	8	1	24	22,86	
б) жарықтану												5,38	0,00	
қорытынды												29,4	22,9	37,22
12) Аммоний сульфаты цехы														
а) күштік	42	1÷30	600	> 3	0,5	0,75	0,88	300	264,4	40	1,1	330	291,03	
б) жарықтану												11,42	5,53	
қорытынды												341,4	296,6	452,24
13) Аммиак цехы №1														
а) күштік	55	1-50	550	3	0,5	0,75	0,88	1000	881,92	44	1,1	1100	970,11	
б) жарықтану												9,82	4,75	
қорытынды												1109,8	974,9	1477,18

Кесте -1.4 жалғасы

Цехтардың атауы	ЭҚ саны n	Орнатылған қуат, кВт		m	K <sub>н</sub>	cosφ	tgφ	Орташа жүктемелер		n <sub>э</sub>	K <sub>р</sub>	Есептік жүктемелер		
		P <sub>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
14)Газды жағу цехы														
а) күштік	35	10÷50	900	> 3	0,3	0,7	1.02	270	275,46	35	1,2	324	303,00	
б)жарықтану												9,82	4,75	
қорытынды												333,8	307,8	454,03
15)Аммиак цехы.№2														
а) күштік	43	10÷40	1300	> 3	0,5	0,75	0,88	650	573,25	43	1,1	715	630,57	
б)жарықтану												13,77	6,67	
қорытынды												728,8	637,2	968,08
16)Аммоний сульфатыцехы №2														
а) күштік	32	1÷ 60	1000	> 3	0,5	0,75	0,88	500	440,96	32	1	550	485,05	
б)жарықтану												13,77	6,67	
қорытынды												563,8	491,7	748,08
Территория												152,62	73,92	169,58
Зауыт бойынша қорытынды												8392,12	6947,84	10894,9

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

Цех трансформаторлардың саны мен қуатын анықтау үшін техникалық-экономикалық есептеулердегі тұтынушылардың электрмен жабдықтаудағы сенімділігінің санатын, қуат қадамы, 1 кВ дейінгі кернеу реактивті жүктемелердің компенсациясын, қалыпты және апаттық режимдердегі трансформаторлардың қайта тиеу қабілетін ескеру қажет.

Ең алдымен трансформатор типін таңдамас бұрын жүктеменің  $S_{уд}$  меншікті қуат тығыздығын есептеу қажет:

$$S_{уд} = \frac{S_{p0.4}}{F_{цех}}, \quad (1.17)$$

мұндағы  $S_{p0.4}$  – цехтардың суммарлық қуаты;  
 $F_{цех}$  – зауыт ішіндегі цехтардың толық ауданы, м<sup>2</sup>.

$$S_{уд} = \frac{10894}{30524} = 0,35.$$

Менің бас жоспар ерекшелігіне және трансформаторларымның орналасуына байланысты, мен 1600 кВА қуатындағы трансформаторларын таңдадым.

$$S_{н.тр} = 1600 \text{ кВА.}$$

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

Қуаттары бірдей және текстиль фабрикасының максимал активті қуатты тұтыну кезінде энергиямен қамтамасыз ететін трансформаторлардың ең аз дегендегі санын анықтау үшін:

$$N_{Т.мин} = \frac{P_{0.4}}{K_3 \cdot S_{н.тр}} + \Delta N, \quad (1.18)$$

мұндағы  $P_{0.4}$  – есептік активті қуаттың қосындысы, кВт;  
 $K_3$  – трансформатордың жүктелу коэффициенті;  
 $\Delta N$  – трансформатор санын бүтін санға дейін толтыру;

$$N_{Т.мин} = \frac{8392.12}{0,8 \cdot 1600} + 0,44 = 7$$

Зауыт территориясындағы цехтардың орналасуына байланысты 1600 кВА қуатты трансформатор таңдалды.

$$N_{Т.э} = N_{Т.min} + m, \quad (1.19)$$

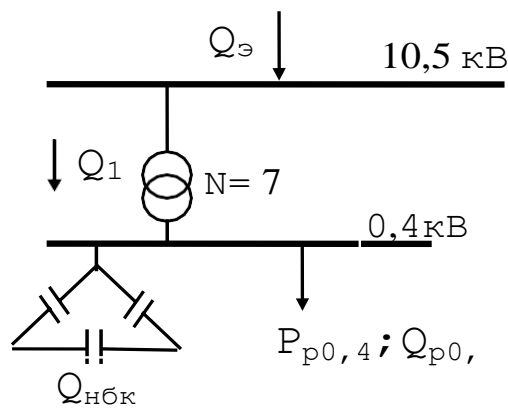
мұндағы  $m$  – трансформаторлардың қосымша саны,  $m=0$ .

$$N_{Т.э} = 7 + 0.$$

Ең жоғары реактивті қуатын анықтау мын формулы арқылы орынадалады:

$$Q_1 = \sqrt{(1,1 \cdot N_{Т.э} \cdot S_{н.тр} \cdot K_3)^2 - P_{р0,4}^2}, \quad (1.20)$$

$$Q_1 = \sqrt{(1,1 \cdot 7 \cdot 1600 \cdot 0,8)^2 - 8392,12^2} = 5168,5 \text{ квар.}$$



1.2-сурет - Орын алмастыру схемасы

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

$$Q_{нбк} = Q_{нбк1} + Q_{нбк2}, \quad (1.21)$$

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

$$Q_{нбк1} = Q_{р0,4} - Q_1, \quad (1.22)$$

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

$$Q_{нбк1} = 10894,9 - 5168,5 = 5726,4 \text{ квар.}$$

Қосымша қуат  $Q_{нбк2}$  осы формула бойынша есептелінеді:

$$Q_{\text{нбк}2} = Q_{\text{р0,4}} - Q_{\text{нбк}1} - \gamma \cdot N_{\text{т.э}} \cdot S_{\text{н.тр}}, \quad (1.23)$$

мұндағы  $\gamma$  – коэффициентін барыбина анықтамасынан алынды

$$Q_{\text{нбк}2} = 10894.9 - 5726.4 - 0,5 \cdot 8 \cdot 1600 = -431.5 = 0 \text{ квар.}$$

$Q_{\text{нбк}2}$ -ның мәні 0-ге тең болғандықтан, қосымша реактивті қуатты қажет етпейді.

$$Q_{\text{нбк}} = 5726.4 + 0 = 5726.4 \text{ квар.}$$

Кесте 1.5 – Алдын ала тарату кестесі

№ТП, S <sub>н.тр</sub> , Q <sub>нбк</sub>	№	P <sub>р0,4</sub> , кВт	Q <sub>р0,4</sub> , квар	S <sub>р0,4</sub> , кВА	Кз
1	2	3,0	4,0	5	6
ТҚС1 (2 1600)	1	255,55	211,57		
∑S=3200 кВА	2	883,25	807,99		
	3	162,55	122,42		
	4	1279,28	1021,12		
Q <sub>нбк</sub> =2·600=1200 квар			-1200		
<i>Қорытынды</i>		2583,63	967,1	2758,7	0,86
ТҚС2 (2 1600)	5	30,9	14,85		
∑S=3200 кВА	6	111,09	91,82		
	7	941,38	752,72		
	8	1051,38	840,91		
	10	102,43	73,26		
Q <sub>нбк</sub> =2·600=1200 квар			-1200		
территория		152,62	73,92		
<i>Қорытынды</i>		2389,79	647,47	2475,95	0,77
ТҚС3 (2 1600)	11	29,376	22,86		
ТҚС4 (1 1600)	12	341,424	296,57		
∑S=4800 кВА	13	1109,8175	974,86		
	14	333,8175	307,76		
	15	728,77	637,24		
	16	563,77	491,72		
	9	314,73	206,25		
Q <sub>нбк</sub> =3·600=1800 квар			-1800		
<i>Қорытынды</i>		3421,71	1137,26	3605,75	0,75

Трансформаторлардың әр қайсысы үшін НБК қуатын анықтаймын:

$$Q_{\text{НБК.ТП}} = \frac{Q_{\text{НБК}}}{N_{\text{Т.Э}}} \quad (1.24)$$

$$Q_{\text{НБК.ТП}} = \frac{3904.9}{8} = 818$$

Таңдалған НБК түрі: УKM63 – 0,4-825-82.5УЗ.

### 1.2.5 Өтемелі реактивті қуатты анықтау

Берілгендері:

$$Q_{p0,4} = 6947.84 \text{ квар};$$

$$Q_{\text{НБК1}} = 5726.4 \text{ квар.}$$

$$\text{ЦТҚС1,2 үшін: } Q_{p.\text{ТҚС1,2}} = 4973.42 \text{ квар.}$$

Өтемақыға дейінгі реактивті қуаттың мәні:

$$Q_{p \text{ НБК1,2}} = \frac{Q_{\text{НБК1}} \cdot Q_{p \text{ ТҚС1,2}}}{Q_{p0,4}}, \quad (1.25)$$

$$Q_{p \text{ НБК1,2}} = \frac{5726.4 \cdot 4973.42}{6947.84} = 4099 \text{ квар}$$

Нақты реактивті қуат:

$$Q_{\text{Ф.ТҚС1,2}} = 4 \cdot 600 = 2400 \text{ кВАр.}$$

Өтемақыланбаған қуат:

$$Q_{\text{неск}} = Q_{p.\text{ТҚС1,2}} - Q_{\text{Ф.ТҚС1,2}}, \quad (1.26)$$

$$Q_{\text{неск}} = 4973.42 - 2400 = 2573.42 \text{ кВАр.}$$

Кесте 1.6 – Реактивті қуаттың таратылуы

ТҚС	Q <sub>p</sub> ТҚС, квар	Q <sub>p</sub> НБК, квар	Q <sub>ф</sub> ТҚС, квар	Q <sub>неск</sub> , квар
ТҚС1-2	4973.42	4099	2400	2573.42
ТҚС3-4	3421.71	2820	1800	1621.71
Қорытынды	8395.13	6910	4200	4195.13



### 1.2.6 Жоғары вольтті есептік жүктемені анықтау

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

$K_3$  – жүктеу коэффициентінің таңдау қажет:  $K_3 = 0,86$ .

Кесте 1.7 – Компрессорлық

Түрі	Саны	Номиналды қуаты, кВт	Кернеуі, В	Айналу жиілігі, айн/мин	$\cos\varphi$	$K_3$	Пәк
СДН-16-54-10УЗ	4	1500	10,5	600	0,9	0,86	0,94,6

Кесте 1.8 – Насостық

Түрі	Саны	Номиналды қуаты, кВт	Кернеуі, В	Айналу жиілігі, айн/мин	$\cos\varphi$	$K_3$	Пәк
СДН-2-36-10УЗ	2	630	10,5	600	0,9	0,85	0,94,6

$P_{рсқ1}, Q_{рсқ1}$  – синхронды қозғалтқыштардың есептік реактивті және активті қуаттырын келесідей анықтаймыз.

Компрессорлы

$$P_{рсқ} = P_{нсқ} \cdot N_{сқ} \cdot K_3, \quad (1.27)$$

$$P_{рсқ} = 1500 \cdot 4 \cdot 0,86 = 5160 \text{ кВт}$$

$$Q_{рсқ1} = P_{рсқ} \cdot \operatorname{tg}\varphi, \quad (1.28)$$

$$Q_{рсқ1} = 5160 \cdot 0,48 = 2476 \text{ квар}$$

$$S_p = 5160 / 0,9 = 5733,3$$

Насосты

$$P_{рсқ} = 630 \cdot 2 \cdot 0,85 = 1071 \text{ квар}$$

$$Q_{рсқ1} = 1071 \cdot 0,48 = 514,1 \text{ квар.}$$

$$S_p = 1071 / 0.9 = 1190$$

### 1.2.7 Қуаттардың есептік активті және реактивті шағынын анықтау

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

$$\sum \Delta P_{\text{тр}} = N \cdot (\Delta P_{\text{хх}} + \Delta P_{\text{кз}} \cdot K_3^2), \quad (1.29)$$

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

$$\sum \Delta Q_{\text{тр}} = N \cdot \left( \frac{I_{\text{хх}} \cdot S_{\text{н.тр}}}{100} + \frac{U_{\text{кз}} \cdot S_{\text{н.тр}} \cdot K_3^2}{100} \right), \quad (1.30)$$

ТСЛ -1600/10 трансформаторларын таңдаңдаймыз.

Паспорттық деректері:  $S_n = 1600$  кВА;  $I_{\text{хх}} = 0,7$  %;  $U_{\text{кз}} = 6$  %;  $\Delta P_{\text{хх}} = 2,75$  кВт;  $\Delta P_{\text{кз}} = 13,5$  кВт

ТҚС 1 магистраль үшін:  $K_3 = 0,86$

$$\Delta P_{\text{тр}} = 4 \cdot (2,75 + 13,5 \cdot 0,86^2) = 25,47 \text{ кВт.}$$

$$\Delta Q_{\text{тр}} = 4 \cdot \left( \frac{0,7 \cdot 1600}{100} + \frac{6 \cdot 1600 \cdot 0,86^2}{100} \right) = 82,2 \text{ квар.}$$

ТҚС 2 магистраль үшін:  $K_3 = 0,77$

$$\Delta P_{\text{тр}1} = 2 \cdot (2,75 + 13,5 \cdot 0,77^2) = 21,5 \text{ кВт.}$$

$$\Delta Q_{\text{тр}} = \left( \frac{0,7 \cdot 1600}{100} + \frac{6 \cdot 1600 \cdot 0,77^2}{100} \right) = 68,11 \text{ квар.}$$

ТҚС 3, 4 магистральдар үшін:  $K_3 = 0,75$

$$\Delta P_{\text{тр}} = 3 \cdot (2,75 + 13,5 \cdot 0,75^2) = 31, \text{ кВт.}$$

$$\Delta Q_{\text{тр}} = \left( \frac{0,7 \cdot 1600}{100} + \frac{6 \cdot 1600 \cdot 0,75^2}{100} \right) = 65,2 \text{ квар.}$$

Барлық трансформаторлардағы жалпы шығындар:

$$\sum \Delta P_{\text{т}} = 78 \text{ кВт;}$$

$$\sum \Delta Q_{\text{т}} = 215,5 \text{ квар}$$

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

$$\sum Q_{\text{ген}} = \sum Q_{\text{потр}}, \quad (1.31)$$

$$Q_{\text{э}} + Q_{\text{р.СҚ2}} + Q_{\text{ВБК}} = Q_{\text{р0.4}} + \sum \Delta Q_{\text{тр}} + Q_{\text{рез}} + Q_{\text{р.СҚ1}} + Q_{\text{р.СҚ3}}. \quad (1.32)$$

$Q_{\text{э}}$  – 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:

$$Q_{\text{э}} = (0,23 \div 0,25) \cdot (P_{\text{р0.4}} + \Delta P_{\text{тр}} + P_{\text{р.СҚ}}), \quad (1.33)$$

$$Q_{\text{э}} = 0,24 \cdot (8392.12 + 78 + 6331) = 3552,2 \text{ квар.}$$

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

$$Q_{\text{рез}} = (0.1 \div 0.15)(Q_{\text{р0.4}} + \sum \Delta Q_{\text{тр}}), \quad (1.34)$$

$$Q_{\text{рез}} = 0.15 \cdot (6847.84 + 215.5) = 1074.5 \text{ квар.}$$

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

$$Q_{\text{ВБК}} = Q_{\text{р0.4}} + \sum \Delta Q_{\text{тр}} + Q_{\text{р.СҚ1}} + Q_{\text{рез}} - Q_{\text{э}} - Q_{\text{нбк}} \quad (1.35)$$

$$Q_{\text{ВБК}} = 6947.84 + 215.5 + 2990 + 1074,5 - 3552,2 - 6910 = 765.6 \text{ квар.}$$

$$Q_{\text{ВБК}} = \frac{Q_{\text{ВБК}}}{2} \quad (1.36)$$

$$Q_{\text{ВБК}} = \frac{775.6}{2} = 387.8 \text{ квар.}$$

УКРМ56-10,5-450 УЗ батарея конденсаторын таңдаймыз

Төмен вольтты және жоғары вольтты жүктемелерді, ЦТП трансформаторларындағы шығынды, СҚ есептік қуатын қоса алғанда, зауыт бойынша күш жүктемесін есептеу 1.9-кестеде келтірілген.

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

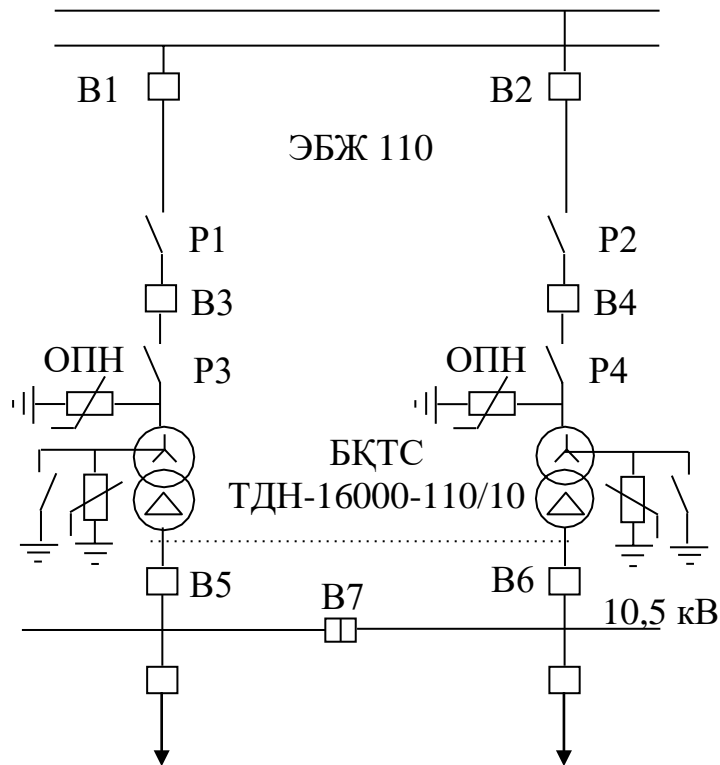
№Т, SHT, Q <sub>БК</sub> ТҚС	№	n	P <sub>n min</sub> -P <sub>n</sub> max	ΣP <sub>H</sub>	Ки	Орташа қуат		n <sub>э</sub>	Км	Есептік қуат			Кз
						P <sub>срм</sub> , кВт	Q <sub>срм</sub> , квар			P <sub>p</sub> , кВт	Q <sub>p</sub> , квар	S <sub>p</sub> , кВА	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ТҚС1 (2·1600),кВА	1	33	1÷ 45	500	0,4	200	204,04						
	2	90	10÷ 100	2600	0,3	780	795,76						
	3	25	1÷ 35	200	0,6	120	122,42						
	4	110	1÷ 50	2300	0,5	1150	1014,20						
күштік		258	1÷1500	5600	0,4	2250	2136,43	112	1,08	2430	2136,43		
жарықтандыру										61,63	26,68		
Q <sub>НБК</sub> (2·600), квар											-1200		
<i>Қорытынды</i>										2491,63	963,11	2671,29	0,83
ТҚ2 (2·1600), кВА	5	12	1÷ 12	60	0,3	18	13,5						
	6	15	10÷ 20	150	0,6	90	91,8						
	7	55	1÷ 40	1700	0,5	850	749,6						
	8	56	1÷ 45	1900	0,5	950	837,8						
	10	38	5÷ 40	300	0,2	60	70,1						
күштіік		176	1÷45	4110	0,5	1968	1762,9	183	1,05	2066,4	1762,9		
жарықтандыру										25,27	9,29		
Тер. жарықтандыру										152,62	73,92		
Q <sub>НБК</sub> (2·600), квар											-1200		
<i>Қорытынды</i>										2244,29	646,1	2335,45	0,73
ТҚС3 (2·1600), кВА	11	8	1÷ 15	60	0.2	12	20,78						
ТҚС4 (1·1600), кВА	12	42	1÷ 30	600	0.5	300	264,58						
	13	55	1÷ 90	2000	0.5	1000	881,92						
	14	35	10÷ 50	900	0.3	270	275,46						
	15	43	10÷ 40	1300	0.5	650	573,25						

1.9 кестенің жалғасы

№Т, Снт, Q <sub>БК</sub> ТҚС	№	n	P <sub>n</sub> min – P <sub>n</sub> max	□P <sub>н</sub>	К <sub>и</sub>	Орташа қуат		n <sub>э</sub>	К <sub>м</sub>	Есептік қуат			К <sub>з</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	
	16	32	1÷ 60	1000	0,5	500	440,96						
	9	85	10÷ 20	550	0,5	275	206,25						
күштік		300	1÷60	6410	0,5	3007	2663,19	214	1,05	3157,35	2663,19		
жарықтандыру										76,21	28,38		
Q <sub>нБК</sub> (3·600), квар											-1800		
<i>Қорытынды</i>										3233,56	891,57	3354,22	0,70
0,4кВ шиңасында барлығы										7969,48	2500,8		
P <sub>т</sub> , Q <sub>т</sub>										78	215.5		
10 кВ шиңасы										8047,48	2716,3		
Компрессорлық										5160	-2476		
Насосты										1071	514,1		
Зауыттың қорытындысы бойынша										14278.4	754.4	14298.3	

## 2 Техникалық-экономикалық есеп

### 2.1 Бірінші нұсқа 110 кВ кернеуі үшін өндіріс орнына дейінгі сым мен қондырғылар таңдау



2.1 - сурет – Сыртқы электрмен жабдықтаудың сұлбасы – 110 кВ

1-ші нұсқа әдісі бойынша электр жабдықтарын таңдау жүргізіледі. БТҚС трансформаторларына таңдау жүргіземіз:

$$S_{\text{тр.БТҚС}} = \sqrt{P_p^2 + Q_3^2}, \quad (2.1)$$

$$S_{\text{тр.БТҚС}} = \sqrt{14278.4^2 + 3552.2^2} = 14713.6 \text{ кВА.}$$

Қуаты 16000 кВА мәнге ие болатын екі трансформатор таңдаймыз. Жүктелу коэффициентін анықтаймыз:

$$K_3 = \frac{S_{\text{тр.БТҚС}}}{2 \cdot S_{\text{НОМ.ТР}}}, \quad (2.2)$$

$$K_3 = \frac{14713.6}{2 \cdot 16000} = 0,46$$

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

Кесте 2.1– Таңдалған трансформатордың паспорттық деректері:

Түрі	S <sub>НОМ</sub> , МВА	Реттеу шектері	Каталогтық деректер					
			U <sub>НОМ</sub> орама		U <sub>к</sub> , %	ΔP <sub>к</sub> , кВт	P <sub>х</sub> , кВт	I <sub>х</sub> , %
			ВН	НН				
ТМН- 16000/110	16	±9*1,3 %	115	10.5	10,5	85	13	0,4

БТҚС трансформаторларындағы активті қуаттының жоғалуы:

$$\Delta P_{тр.БТҚС} = 2 \cdot (\Delta P_{xx} + \Delta P_{кз} \cdot K_3^2), \quad (2.1)$$

$$\Delta P_{тр.БТҚС} = 2 \cdot (13 + 85 \cdot 0,46^2) = 61,9 \text{ кВт.}$$

БТҚС трансформаторларындағы реактивті қуатының жоғалуы:

$$\Delta Q_{тр.БТҚС} = N \cdot \left( \frac{I_{xx} \cdot S_H}{100} + \frac{U_K \cdot S_H \cdot K_3^2}{100} \right), \quad (2.4)$$

$$\Delta Q_{тр.БТҚС} = 2 \cdot \left( \frac{0,4 \cdot 16000}{100} + \frac{10,5 \cdot 16000 \cdot 0,46^2}{100} \right) = 838,9 \text{ квар.}$$

БТҚС трансформаторларындағы электр энергиясының шығындары:

Трансформатордың электр энергия шығындары: екі ауысымдық жұмыс режимдері үшін  $T_{вкл} = 6000$  сағ.  $T_{макс} = 5000$  сағ.

Сондықтан максималды шығын уақыты былайша анықталады:

$$\tau_M = \left( 0,124 + \frac{T_M}{10000} \right)^2 \cdot 8760, \quad (2.5)$$

$$\tau_M = \left( 0,124 + \frac{5000}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = 3410 \text{ сағ.}$$

Трансформатордың актив электр энергия шығындарын анықтаймыз:

$$\Delta W_{тр.БТҚС} = 2 \cdot (\Delta P_{xx} \cdot T_{вкл} + \tau \cdot \Delta P_{кз} \cdot K_3^2), \quad (2.6)$$

$$\Delta W_{тр.БТҚС} = 2 \cdot (13 \cdot 6000 + 3410 \cdot 85 \cdot 0,46^2) = 278664,5 \text{ кВт} \cdot \text{сағ.}$$

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

$$S_{p.ЭБЖ} = \sqrt{P_{p.зав} + \Delta P_{тр.БТҚС})^2 + Q_{\Delta}^2}, \quad (2.7)$$

$$S_{p.ЭБЖ} = \sqrt{(14278.4 + 61.9)^2 + 3552,2^2} = 14773.7 \text{ кВА.}$$

ЭБЖ бір желісі үшін есептік ток:

$$I_{p.ЭБЖ} = \frac{S_{p.ЭБЖ}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H}, \quad (2.8)$$

$$I_{p.ЭБЖ} = \frac{14773,7}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 110} = 38.7$$

Желінің апаттық тогын тауып алуым қажет:

$$I_{ав} = 2 \cdot I_p \quad (2.2)$$

$$I_{ав} = 2 \cdot 38.7 = 77.4 \text{ А.}$$

$$j_{\Delta} = 1.1 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2} \text{ үшін } T_m = 5000 \text{ ч,}$$

$$F_{\Delta} = \frac{I_{p.ЭБЖ}}{j_{\Delta k}}, \quad (2.10)$$

$$F_{\Delta} = \frac{38.7}{1.1} = 35.1 \text{ мм}^2$$

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

$$X_0 = 0.444 \frac{\text{Ом}}{\text{км}}; r_0 = 0.43 \frac{\text{Ом}}{\text{км}}; I_{доп} = 265 \text{ А,}$$

мұндағы  $x_0=0,444 \text{ Ом/км}$  – индуктивті белсенді кедергі;  
 $r_0 = 0,43 \text{ Ом/км}$  – активті белсенді кедергі.

Сымдарды таңдау және тексеру:

$$I_{шек} > I_p,$$



$$380 \text{ A} > 38.7 \text{ A.} \quad (2.3)$$

Апаттан кейінгі режимде жылыту (30% артық жүктеме):

$$1,3 \cdot I_{\text{доп}} > I_{\text{ав}},$$

$$344,5 \text{ A} > 77.4 \text{ A.} \quad (2.4)$$

ЭБЖ-нің электр энергия шығының анықтаймыз:

$$\Delta W_{\text{ЭБЖ110}} = N \cdot 3 \cdot I_{\text{р.ЭБЖ}}^2 \cdot R \cdot 10^{-3} \cdot \tau, \quad (2.5)$$

мұндағы  $R$  – толық кедергі, Ом;

$I_{\text{р}}$  – желіден өтетін есептік ток, А.

Әуе электр желісінің толық кедергісін табу қажет:

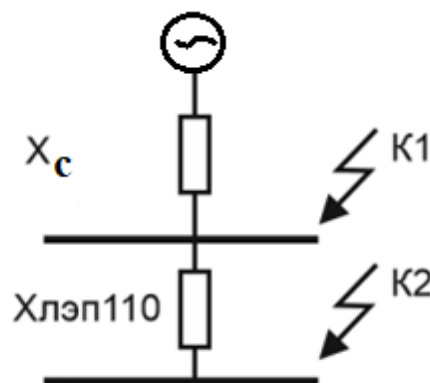
$$R = r_0 \cdot L \quad (2.6)$$

$$R = 0,43 \cdot 5.2 = 2.24 \text{ Ом}$$

$$\Delta W_{\text{ЭБЖ110}} = 2 \cdot 3 \cdot 38.7^2 \cdot 2.24 \cdot 10^{-3} \cdot 3410 = 68639.7 \text{ кВт} \cdot \text{сағ.}$$

## 2.2 Қысқа тұйықталу токтарын есептеу

Бұл маған қорғаныс аппараттарын таңдамас бұрын қажет.



2.2 - сурет – Электр тізбегін орын басу схемасы.

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

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_6}, \quad (2.15)$$

$$I_6 = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 115} = 5,02 \text{ кА}$$

мұндағы:  $S_6$  – толық базистік қуат;  $U_6$  – базистік кернеу;  $X_{жүйе}$ -жүйенің толық кедергісі;  $S_{кз}=800$  МВА.

$X_{сист}$ -Жүйенің толық кедергісі,  $S_{кз}=1100$  МВА:

$$X_{жүйе} = \frac{S_6}{S_{кз}}, \quad (2.16)$$

$$X_{жүйе} = \frac{1000}{1100} = 0,9 \text{ с. ө. б}$$

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

$$X_{ЭБЖ} = X_0 \cdot L \cdot \frac{S_B}{U_{CP}^2}, \quad (2.17)$$

$$X_{ЭБЖ} = 0,444 \cdot 5,2 \cdot \frac{1000}{115^2} = 0,17 \text{ с. ө. б.}$$

К1 нүктесіндегі қысқа тұйықталу тогы шығару қажет:

$$I_{к1} = \frac{I_6}{X_{тр.сист}}, \quad (2.18)$$

$$I_{к1} = \frac{5,02}{0,9} = 5,57 \text{ кА.}$$

К1 нүктесіндегі соққы тогын табу керек:

$$I_{удк1} = \sqrt{2} \cdot K_{уд} \cdot I_{к1},$$

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

$$I_{удк1} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 5,57 = 14,17 \text{ кА.} \quad (2.19)$$

К2 нүктесіндегі қысқа тұйықталу тогы:

$$I_{к2} = \frac{I_6}{X_{тр.жүйе} + X_{ЭБЖ}}, \quad (2.20)$$

$$I_{к2} = \frac{5,02}{0,83 + 0,22} = 4,78 \text{ кА.}$$

К2 нүктесіндегі соққы тогы:

$$I_{удк2} = \sqrt{2} \cdot K_{уд} \cdot I_{к2}, \quad (2.21)$$

$$I_{удк2} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 4,78 = 12,16 \text{ кА.}$$

2.2 кесте–В1,В2,В3,В4 үшін ажыратқыш ВВУ-110Б-40/2000У1

Паспорттық деректер	Есептік деректер	Таңдау шарттары
$U_H = 110 \text{ кВ}$ $I_H = 2000 \text{ А}$ $I_{өшір} = 40 \text{ кА}$ $I_{дин} = 40 \text{ кА}$ $I_{тер} \cdot t_{тер} = 4800 \text{ кА}^2\text{с}$	$U_p = 110 \text{ кВ}$ $I_{раб} = 38,7 \text{ А}$ $I_{к1} = 5,57 \text{ кА}$ $i_{уд1} = 14,17 \text{ кА}$ $B_k = 320 \text{ кА}^2\text{с}$	$U_H \geq U_p$ $I_H \geq I_{ав.тр сист}$ $I_{откл} \geq I_{к1}$ $I_{дин} \geq i_{уд1}$ $I_{тер}^2 \cdot t_{тер} \geq B$

2.3 кесте – Р1-Р4, Р5, Р6 айырғыштарды таңдау РДЗ-2-110/1000 УХЛ1

Паспорттық деректер	Есептік деректер	Таңдау шарттары
$U_H = 110 \text{ кВ}$ $I_H = 2000 \text{ А}$ $I_{скв.ампл} = 100 \text{ кА}$ $I_{пред.терм. ст.} = 40 \text{ кА}$ $I_{тер} \cdot t_{тер} = 1600 \text{ кА}^2\text{с}$	$U_p = 110 \text{ кВ}$ $I_{ав} = 77,4 \text{ А}$ $i_{уд2} = 12,16 \text{ кА}$ $I_{к2} = 4,78 \text{ кА}$ $B_k = 320 \text{ кА}^2\text{с}$	$U_H \geq U_p$ $I_H \geq I_{ав}$ $I_{скв.ампл} \geq i_{уд2}$ $I_{пред.терм. ст} \geq I_{к2}$ $I_{тер}^2 \cdot t_{тер} \geq B$

### 2.3 Капитал шығындарды есептеу

Таңдалған жабдықтың күрделі шығындарын анықтайын формула

$$\sum K_{\text{шығ}} = N \cdot K, \quad (2.22)$$

1) БҚТС трансформаторларына арналған шығындар:

$$K_{\text{тр.}} = 2 \cdot 100\,000\,000 = 200\,000\,000 \text{ тенге};$$

2) ЭБЖ-110 кВ-дағы шығындар:

$$K_{\text{ЭБЖ-110}} = 5.2 \cdot 4000000 = 20\,800\,000 \text{ тенге};$$

3) В1-В4 ажыратқыштарының шығындары:

$$K_{\text{В1-В4}} = 4 \cdot 10\,000\,000 = 40\,000\,000 \text{ тенге};$$

4) Ажыратқыш шығындары:

$$K_{\text{айыр}} = 4 \cdot 3\,000\,000 = 12\,000\,000 \text{ тенге};$$

5) ОПН шығындары:

$$K_{\text{ОПН}} = 4 \cdot 800\,000 = 3\,200\,000 \text{ тенге}.$$

Жиынтық шығындар:

$$K_1 = K_{\text{В1-В4}} + K_{\text{ЭБЖ-110}} + K_{\text{ажыр}} + K_{\text{ОПН}} + K_{\text{тр. БҚТС}}, \quad (2.23)$$

$$K_1 = 40 + 20.8 + 12 + 3.2 + 200 = 276 \text{ млн.тенге}$$

Жиынтық шығындар мына формула бойынша есептеледі:

$$\sum I_I = I_A + I_{\text{шығ}} + I_{\text{Э}}, \text{млн.тенге} \quad (2.24)$$

Амортизациялық аударымдар  $I_a$ :  $I_a = E_a \cdot K$ .

Темірбетон тіректеріндегі ВЛ-110 кВ  $E_a = 0,028$ .

Тарату құрылғылары мен қосалқы станциялар үшін

$E_a = 0,063$ . Жабдыққа амортизациялық аударымдар:

$$I_{a.\text{жаб}} = E_{a.\text{жаб}} \cdot K_{\text{жаб}} = E_{a.\text{жаб}} \cdot (K_{\text{В1-В4}} + K_{\text{айыр}} + K_{\text{ОПН}} + K_{\text{тр. БҚТС}}) \quad (2.25)$$

$$I_{a.жаб} = 0,063 \cdot (40 + 12 + 3,2 + 200) = 16 \text{ млн.тенге}$$

ЭБЖ амортизациялық аударымдары:

$$I_{a.ЭБЖ} = 0,063 \cdot (40 + 12 + 3,2 + 200) = 16 \text{ млн. тенге,} \quad (2.26)$$

$$I_{a.ЭБЖ} = 0,028 \cdot 20,8 = 0,58 \text{ млн.тенге.}$$

Жабдықты пайдалану шығындары:

$$I_{\text{экс.жаб}} = E_{\text{экс.жаб}} \cdot K_{\text{жаб}}, \text{ млн.тенге;} \quad (2.27)$$

$$I_{\text{экс.жаб}} = 0,03 \cdot 255,2 = 7,65 \text{ млн.тенге.}$$

Электр энергиясын жоғалту құны  $C_o = 14$  тг/кВт. сағ электр энергиясын жоғалту шығындарын анықтайық:

$$I_{\text{ШЫҒ}} = C_o \cdot (\Delta W_{\text{тр.БҚТС}} + \Delta W_{\text{ЭБЖ-110}}), \text{тенге;} \quad (2.28)$$

$$I_{\text{ШЫҒ}} = 14 \cdot (278664,5 + 68639,7) = 4862258,8 \text{ тенге.}$$

Өндірістік жылдық шығындар:

$$\Sigma I = \Sigma I_{a.жаб} + \Sigma I_{a.эбж.} + \Sigma I_{\text{экс.жаб}} + I_{\text{ШЫҒ}} + \Sigma I_{\text{экс.эбж}} \quad (2.29)$$

$$\Sigma I = 16 + 0,58 + 7,65 + 4,86 = 29,09 \text{ млн.тг/жыл.}$$

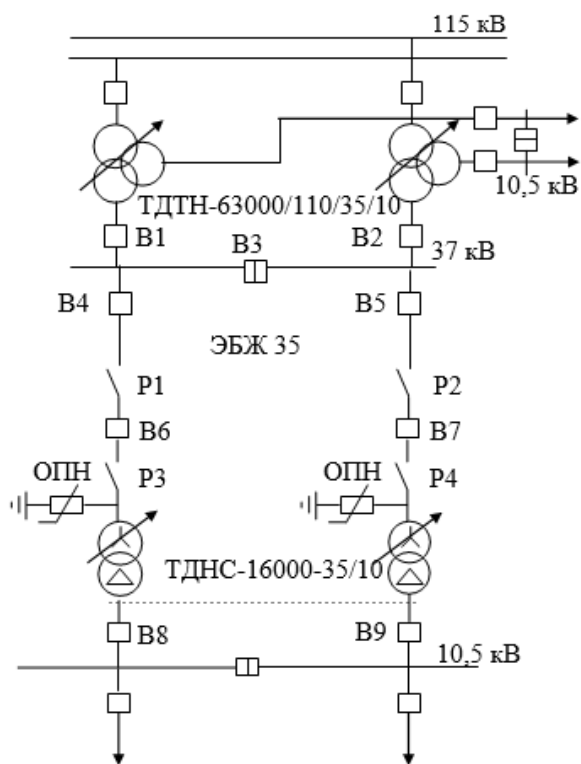
Келтірілген жиынтық шығын:

$$Z_i = E_n \cdot K_{\Sigma 1} + I \quad (2.30)$$

$$Z_i = 0,12 \cdot 276 + 29,09 = 62,2$$

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

### 3 Екінші нұсқа 35 кВ кернеуі үшін өндіріс орнына дейінгі сымдар мен қондырғылар таңдау



3.1 - сурет – Сыртқы электрмен жабдықтаудың сұлбасы – 35 кВ.

(2.1-3.30). формулалар бойынша II нұсқа үшін электр жабдықтарын таңдаймыз.

Біз БҚТС трансформаторларын таңдаймыз.

$K_3 = 0,72$ , ТДНС-16000/35 типті екі трансформатор таңдаймыз.

Кесте 3.1 – Трансформатордың паспорттық деректері.

Түрі	S <sub>ном</sub> , МВА	Каталогтық деректер					
		U <sub>ном</sub> орама		U <sub>к</sub> , %	ΔP <sub>к</sub> , кВт	P <sub>х</sub> , кВт	I <sub>х</sub> , %
		ВН	НН				
ТДНС-16000/35	16	36,75	10,5	10	85	13	0,3

БТҚС трансформаторларындағы активті қуаттының жоғалуы:

$$\Delta P_{\text{тр.БТҚС}} = 2 \cdot (13 + 85 \cdot 0,72^2) = 114,1 \text{ кВт.}$$

БТҚС трансформаторларындағы реактивті қуаттының жоғалуы:

$$\Delta Q_{\text{тр.БТҚС}} = 2 \cdot \left( \frac{0,3 \cdot 16000}{100} + \frac{10 \cdot 16000 \cdot 0,72^2}{100} \right) = 1754,8 \text{ квар.}$$

БТҚС трансформаторларындағы электр энергиясының шығындары:

$$\Delta W_{\text{тр.БТҚС}} = 2 \cdot (13 \cdot 6000 + 3410 \cdot 85 \cdot 0,72^2) = 456516,5 \text{ кВт} \cdot \text{сағ.}$$

мұндағы  $\tau_m$ ,  $T_{\text{вкл}}$ ,  $T_m$  – мәндері 1-ші нұсқа бойынша алынды.

Кернеуі 35 кВ әуе ЭБЖ сымдарының қимасын есептеу және таңдау.  
 $S_{\text{р.ЭБЖ}}$  – электр беру желісінің толық қуатын анықтау қажет:

$$S_{\text{р.ЭБЖ}} = \sqrt{(14278,4 + 61,9)^2 + 3552,2^2} = 14773,7 \text{ кВА.}$$

ЭБЖ бір желісі үшін есептік ток:

$$I_{\text{р.ЭБЖ}} = \frac{14773,7}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 35} = 121,8 \text{ А.}$$

Желінің апаттық тогын тауып алуым қажет:

$$I_{\text{ав}} = 2 \cdot 121,8 = 243,6 \text{ А.}$$

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

$$F_{\text{э}} = \frac{121,8}{1,1} = 110,7 \text{ мм}^2.$$

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

$$X_0 = 0,444 \frac{\text{Ом}}{\text{км}}; r_0 = 0,43 \frac{\text{Ом}}{\text{км}}; I_{\text{доп}} = 265 \text{ А,}$$

Сымдарды таңдау және тексеру:

$$380 \text{ А} > 121,8 \text{ А.}$$

Апаттан кейінгі режимде жылыту (30% артық жүктеме):

$$344,5 \text{ А} > 243,6 \text{ А.}$$

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

Әуе электр желісінің толық кедергісін табу қажет:

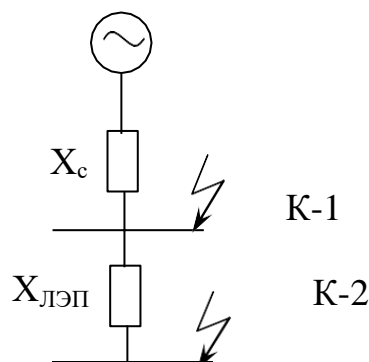
$$R = 0,43 \cdot 5,2 = 2,23 \text{ Ом.}$$

$$\Delta W_{\text{ЭБЖ}35} = 2 \cdot 3 \cdot 121,8^2 \cdot 2,23 \cdot 10^{-3} \cdot 3410 = 676869,7 \text{ кВт} \cdot \text{сағ.}$$

Кесте 3.2 – Жүйе трансформаторын таңдау

Түрі	S <sub>ном</sub> , МВА	Каталогтық деректер										
		U <sub>ном</sub> орамалар, кВ			U <sub>к</sub> , %			ΔP <sub>к</sub> , кВт			P <sub>х</sub> , кВт	I <sub>х</sub> , %
		ВН	СН	НН	В-С	В-Н	С-Н	В-С	В-Н	С-Н		
ТДТН- 63000/110/35/10	63	115	38,5	6,6	10,5	18	7	290	-	-	50	0,3

Құрылғыларды таңдамас бұрын, біз ауыстыру схемасын жасаймыз және қысқа тұйықталу тогын есептейміз.



3.3 - сурет – Электр тізбегін ауыстыру схемасы.

Базистік токты есептеу келесідей. Келесідей мәндерді қабылдаймыз: S<sub>б</sub>=1000 МВА, U<sub>б</sub> = U<sub>ср</sub> = 37 кВ. X<sub>с</sub>=0.91

Базистік ток келесідей:

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



$$I_6 = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 37} = 15,6 \text{ кА}$$

Жүйе трансформаторының кедергілерін есептеу:

$$X_B = \frac{10,5 \cdot 1000}{100 \cdot 63} = 1,6 \text{ о. е.}$$

Кабель толық кедергісі келесідей формуласы:

$$X_{\text{эбж}} = 0,444 \cdot 5,2 \cdot \frac{1000}{37^2} = 1,68 \text{ о. е.},$$

$K_1$  нүктесіндегі қысқа тұйықталу тоғы есептеу қажет, (3.23) формуласына сүйенсек:

$$I_{K1} = \frac{15,6}{1,6} = 9,75 \text{ кА.}$$

$K_1$  нүктесіндегі соққы тоғы (3.53) формуласын қолданамын:

$$I_{\text{удк1}} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 9,75 = 24,8 \text{ кА.}$$

$K_2$  нүктесіндегі қысқа тұйықталу тоғы:

$$I_{K2} = \frac{15,6}{0,91 + 1,6 + 1,68} = 3,72 \text{ кА.}$$

$K_2$  нүктесіндегі соққы тоғы формуласын қолданамын:

$$I_{\text{удк2}} = \sqrt{2} \cdot 1,6 \cdot 3,72 = 8,4 \text{ кА.}$$

$B_1$ ,  $B_2$  ажыратқыштары жүйенің трансформаторларының апаттық тоғы бойынша таңдалады. Біз  $B_1$   $B_2$  ажыратқыштары арқылы өтетін токты табамыз:

$$I_{\text{ав.}B_1, B_2} = \frac{63000}{\sqrt{3} \cdot 37} = 984,2$$

Біріншіден ажыратқыштарды таңдау қажет:

Кесте 3.3 – ВВУ-35А-40/2000У1 типті  $B_1, B_2$  ажыратқыштарын таңдаймыз

Паспорттық деректері	Есептік деректер	Тексеру шарттары
$U_H = 40,5 \text{ кВ}$ $I_H = 2000 \text{ А}$ $I_{откл} = 40 \text{ кА}$ $I_{дин} = 52 \text{ кА}$ $I_{тер}^2 \cdot t_{тер} = 4800 \text{ кА}^2\text{с}$	$U_p = 37 \text{ кВ}$ $I_{ав.В1,В2} = 984,2 \text{ А}$ $I_{к1} = 9,75 \text{ кА}$ $i_{уд1} = 24,8 \text{ кА}$ $B_k = 320 \text{ кА}^2\text{с}$	$U_H \geq U_p$ $I_H \geq I_{ав.тр}$ $I_{откл} \geq I_{к1}$ $I_{дин} \geq i_{уд1}$ $I_{к1}^2 \cdot t_{тер} \geq B_k$

В3 қосқышы арқылы өтетін токты табамыз:

Кесте 3.4 -В3 үшін ВВУ-35А-40/2000У1 типті ажыратқыштарын таңдаймыз.

Паспорттық деректері	Есептік деректер	Тексеру шарттары
$U_H = 40,5 \text{ кВ}$ $I_H = 2000 \text{ А}$ $I_{откл} = 40 \text{ кА}$ $I_{дин} = 52 \text{ кА}$ $I_{тер}^2 \cdot t_{тер} = 4800 \text{ кА}^2\text{с}$	$U_p = 37 \text{ кВ}$ $I_{рВ3} = 492,1 \text{ А}$ $I_{к1} = 9,75 \text{ кА}$ $i_{уд1} = 24,8 \text{ кА}$ $B_k = 320 \text{ кА}^2\text{с}$	$U_H \geq U_p$ $I_H \geq I_{р.В3}$ $I_{откл} \geq I_{к1}$ $I_{дин} \geq i_{уд1}$ $I_{к1}^2 \cdot t_{тер} \geq B_k$

В4-В7 ажыратқыштары зауыттың апаттық тогы бойынша таңдалады:

Кесте 3.5 – ВВУ-35а-40/2000У1 типті В4-В7 ажыратқыштарын таңдаймыз

Паспорттық деректері	Есептік деректер	Тексеру шарттары
$U_H = 40,5 \text{ кВ}$ $I_H = 2000 \text{ А}$ $I_{откл} = 40 \text{ кА}$ $I_{дин} = 52 \text{ кА}$ $I_{тер}^2 \cdot t_{тер} = 4800 \text{ кА}^2\text{с}$	$U_p = 37 \text{ кВ}$ $I_{ав} = 353,8 \text{ А}$ $I_{к1} = 9,75 \text{ кА}$ $i_{уд1} = 24,8 \text{ кА}$ $B_k = 320 \text{ кА}^2\text{с}$	$U_H \geq U_p$ $I_H \geq I_{ав.тр} \text{ сист}$ $I_{откл} \geq I_{к1}$ $I_{дин} \geq i_{уд1}$ $I_{к1}^2 \cdot t_{тер} \geq B_k$

Айырғыштарды таңдау:

Кесте 3.6 –РНДЗ-35/630 типті ажыратқыш таңдаймыз

Паспорттық деректері	Есептік деректер	Тексеру шарттары
$U_H = 40,5 \text{ кВ}$ $I_H = 1000 \text{ А}$ $I_{\text{скв.ампл.}} = 63 \text{ кА}$ $I_{\text{пред.терм. ст.}} = 25 \text{ кА}$ $I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}} = 625 \text{ кА}^2\text{с}$	$U_p = 37 \text{ кВ}$ $I_{\text{ав}} = 353,8 \text{ А}$ $i_{\text{уд2}} = 8,4 \text{ кА}$ $I_{\text{к2}} = 3,72 \text{ кА}$ $B_k = 125 \text{ кА}^2\text{с}$	$U_H \geq U_p$ $I_H \geq I_{\text{ав}}$ $I_{\text{скв.ампл.}} \geq i_{\text{уд2}}$ $I_{\text{пред.терм. ст.}} \geq I_{\text{к2}}$ $I_{\text{к}}^2 \cdot t_{\text{тер}} \geq B$

### 3.1 Капитал шығындарды есептеу

Таңдалған жабдықтың күрделі шығындарын анықтайық

1) БҚТС трансформаторларына арналған шығындар:

$$K_{\text{тр.гпп}} = 2 \cdot 80\,000\,000 = 160\,000\,000 \text{ тенге}$$

2) ЭБЖ-35 кВ шығындар:

$$K_{\text{ЛЭП-35}} = 5,2 \cdot 3\,000\,000 = 15\,600\,000 \text{ тенге.}$$

3) В4-В7 ажыратқышындағы шығындар:

$$K_{\text{В4-В7}} = 4 \cdot 6\,000\,000 = 24\,000\,000 \text{ тенге.}$$

4) Айырғыш шығындары:

$$K_{\text{айыр.}} = 4 \cdot 2\,000\,000 = 8\,000\,000 \text{ тенге.}$$

5) ОПН шығындары:

$$K_{\text{ОПН}} = 2 \cdot 500\,000 = 1\,000\,000 \text{ тенге.}$$

6) Трансформатор системадағы шығындар:

$$K_{\text{тр.сист}} = 2 \cdot K_{\text{тр}} = 2 \cdot 50\,000\,000 = 100\,000\,000 \text{ тенге.}$$

7) В1,В2 ажыратқыштарындағы шығындар:

$$K_{\text{В1,В2}} = 2 \cdot K_{\text{В1,В2}} = 2 \cdot 800\,000 = 1\,600\,000 \text{ тенге.}$$

8) В3 ажыратқышындағы шығындар:

$$K_{B3}=K_{B3}= 8\,000\,000 = 8\,000\,000 \text{ тенге.}$$

Жиынтық шығындар:

$$K_{\Pi}=K_{B4-B7}+K_{\text{ЭБЖ-35}}+K_{\text{айр}}+K_{\text{ОПН}}+K_{\text{ТР.БҚТС}}+K_{\text{ТР.сист}}+K_{B1-B2}+K_{B3}$$

$$K_{\Pi}=160+15.6+24+8+1+32+16+8=264\,600\,000 \text{ тг}$$

$$I_{\text{а.жаб}}=E_{\text{а.жаб}} \cdot K_{\text{жаб}}=E_{\text{а.жаб}} \cdot (K_{B4-B7}+K_{\text{айр}}+K_{\text{ОПН}}+K_{\text{ТР.БҚТС}}+K_{\text{ТР.сист}}+K_{B1-B2}+K_{B3})$$

$$I_{\text{а.жаб}}=0.063 \cdot (24+8+1+160+32+16+8)=15687000 \text{ тг. жыл}$$

Амортизациялық аударым:

$$I_{\text{а.ЭБЖ}} = 0,028 \cdot 15\,600\,000 = 436\,800 \text{ тг.}$$

Жабдықты пайдалану шығындары:

$$I_{\text{экс.жабд}} = 0,028 \cdot 249 = 6972000 \text{ тг}$$

ЭБЖ пайдалану шығындарының мөлшері:

$$I_{\text{экс.ЭБЖ}}=0,028 \cdot 15687000=439236 \text{ тг}$$

Электр энергиясын жоғалту құны  $C_0=14$  тг./ кВт. сағ. электр энергиясын жоғалту шығындарын анықтайық:

$$I_{\text{шығ}} = 14 \cdot (456516,5 + 676869,7) = 15\,867\,406,8 \text{ тг}$$

Жалпы шығындарды анықтайық:

$$\Sigma I_{\Pi}=I_{\text{жабд}}+I_{\text{ЭБЖ}}+I_{\text{экс.жабд}}+I_{\text{экс.ЭБЖ}}+I_{\text{шығ}}, \text{млн.тенге}$$

$$\Sigma I_{\Pi}=15687000+436800+6972000+439236+15867406,8=39\,402\,442,8 \text{ тг}$$

Келтірілген жиынтық шығын:

$$Z_{\Pi} = E_n \cdot K_{\Sigma 1} + I$$

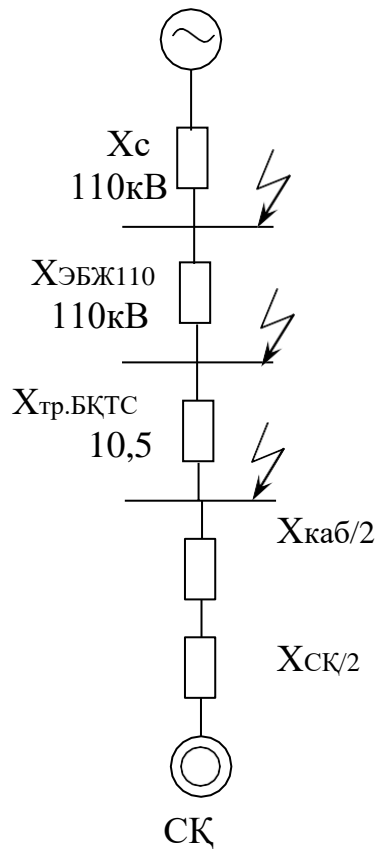
$$Z_{II}=0,12 \cdot 264600000 + 39402442,8 = 71\,154\,442,8 \text{ тг/жыл}$$

Кесте 3.7– 1 мен 2 нұсқаның шағыны бойынша салыстыру

нұсқа	U <sub>н</sub> , кВ	K <sub>Σ</sub> , млн.тг.	I <sub>Σ</sub> , млн.тг.	Z <sub>Σ</sub> , млн.тг.
I	115	276	29,09	62,2
II	37	264,6	39,4	71,1

Алынған нәтижелерім бойынша, яғни 110 кВ желісі мен 35 кВ желесімен салыстырғандағы 1-ші нұсқа арзан болғандықтан, желіні 110 кВ-пен тартқан тиімді болады деп қорытынды жасаймын.

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



4.1 - сурет – қысқа тұйықталуды есептеуге арналған орынбасу сұлбасы.

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

Бастапқы қажет деректер:  $S_6 = 1000$  МВА;  $U_6 = 10,5$ кВ;

Жүйе трансформаторының толық кедергісі:

$$X_{\text{тр.сис.}} = 0,91 \text{ о. е.}$$

ЭБЖ-нің кедергісі:

$$X_{\text{ЭБЖ}} = 2,1 \text{ о. е.}$$

Базистік ток:

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_6}, \quad (4.1)$$

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

БТҚС трансформаторының кедергісі:

$$X_{\text{тр.БҚТС}} = \frac{U_k \cdot S_6}{100 \cdot S_{\text{н.тр}}}, \quad (4.2)$$

$$X_{\text{тр.БҚТС}} = \frac{10.5 \cdot 1000}{100 \cdot 16} = 6.5 \text{ о. е.}$$

К-3 нүктесіндегі ҚТ:

$$I_{\text{К-3}} = \frac{I_6}{X_{\text{тр.сис.}} + X_{\text{ЛЭП}} + X_{\text{тр.ГПП}}}, \quad (4.3)$$

$$I_{\text{К-3}} = \frac{55}{0.91+0.13+6.5} = 7.2 \text{ кА.}$$

Цехта СДН16-54-10У3 үлгісіндегі 4 синхронды қозғалтқыш орнатылған.

СҚ сипаттамалары:

$P_H=1500$  кВт,  $U_H=10,5$  кВ,  $n=600$  айн / мин,  $x''_d = 0,2$  %,  $\eta = 94,6$  %.

Біз СҚ толық қуаты:

$$S_{\text{р.СҚ}} = \frac{P_{\text{н.СД}}}{\cos\varphi}, \quad (4.4)$$

$$S_{\text{р.СҚ}} = \frac{1500}{0,8} = 1875 \text{ о. е.}$$

СҚ-ның есептік тогы:

$$I_{\text{СҚ}} = \frac{S_{\text{н.СҚ}} \cdot K_3}{\sqrt{3} \cdot U} \quad (4.5)$$

$$I_{\text{р.СҚ}} = \frac{1875 \cdot 0,85}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 87,6 \text{ А.}$$

СҚ-ға кабельдің маркасы мен қимасын таңдаймыз:

а) токтың экономикалық тығыздығы бойынша:

$$F_{\text{э}} = \frac{I_{\text{р.СҚ}}}{j_{\text{э}}} \text{ мм}^2 \quad (4.6)$$

$$F_{\text{э}} = \frac{87,6}{1,1} = 79,7 \text{ мм}^2.$$

Минималды қима бойынша:

$$F_{\min} = \alpha \cdot I_{\text{КЗ}} \cdot \sqrt{t_{\text{пр}}}, \text{ мм}^2 \quad (4.7)$$

$$F_{\min} = 12 \cdot 7,2 \cdot \sqrt{0,4} = 54,6 \text{ мм}^2$$

мұндағы  $\alpha$  – термиялық коэффициент  
 $t_{\text{пр}} = 0,4\text{с}$  – к.з. токтың өту уақыты (қорғаныс релесінің әрекет ету уақытына және күштік ажыратқыштың өз ажырату уақытына тең қабылданады).

ААШВ-10-(3x70) кВ типті кабельді таңдаймыз.

Кәбілдің кедергілері:  $r_0 = 0,33 \text{ Ом/км}$ ;  $x_0 = 0,33 \text{ Ом/км}$ ;  $I_{\text{доп}} = 165 \text{ А}$ .

$I_{\text{доп}} > I_{\text{р.сд}}$ ,  
 $165 \text{ А} > 87,6 \text{ А}$ .

Кабельдің индуктивті кедергісі:

$$X_{\text{каб.СҚ}} = \frac{X_0 \cdot L \cdot S_6}{N \cdot U_{\text{ср}}^2}, \quad (4.8)$$

$$X_{\text{каб.СҚ}} = \frac{0,33 \cdot 0,1 \cdot 1000}{2 \cdot 10,5^2} = 0,15 \text{ о. е.}$$

СҚ-тың индуктивті кедергісі:

$$X_{\text{СҚ}} = \frac{X_d'' \cdot S_6}{N \cdot S_{\text{р.СҚ}}}, \quad (4.9)$$

$$X_{\text{СҚ}} = \frac{0,2 \cdot 1000}{2 \cdot 1,875} = 53,2 \text{ о. е.}$$

$$X_{\text{ЭКВ}} = X_{\text{каб.СҚ}} + X_{\text{СҚ}}, \quad (4.10)$$

$$X_{\text{ЭКВ}} = 0,15 + 53,2 = 53,35 \text{ о. е.}$$

СҚ-тың ЭҚК есептейміз:

$$E_H'' = \sqrt{1 + (X_d'')^2 + 2 \cdot X_d'' \cdot \cos\varphi}, \quad (4.11)$$

$$E_H'' = \sqrt{1 + (0,2)^2 + 2 \cdot 0,2 \cdot 0,8} = 1,18 \text{ кВ.}$$

$$E_{\text{СҚ}} = E_H'' \cdot \frac{U_H}{U_6}, \quad (4.12)$$



$$E_{\text{СҚ}} = 1,18 \cdot \frac{10,5}{10,5} = 0,12 \text{ кВ.}$$

СҚ-тан ҚТ тогын есептейміз:

$$I_{\text{кз.СҚ}} = \frac{E_{\text{СҚ}} \cdot I_{\text{б}}}{X_{\text{ЭКВ}}}, \quad (4.13)$$

$$I_{\text{кз.СҚ}} = \frac{0,12 \cdot 55}{53,35} = 0,12 \text{ кА.}$$

Сорғыға СДН-2-16-36-10У3 типті 2 синхронды қозғалтқыш орнатамыз  
СҚ деректері:

$P_{\text{н}}=630 \text{ кВт}$ ,  $U_{\text{н}}= 10,5 \text{ кВ}$ ,  $n= 600 \text{ об/мин}$ ,  $x''_{\text{д}}= 0,2 \%$ ,  $\eta= 94,6 \%$ .

СҚ-ның толық қуатын табамыз:

$$S_{\text{н. СҚ}} = \frac{P_{\text{н. СҚ}}}{\cos \varphi}, \text{ кВА}; \quad (4.14)$$

$$S_{\text{н. СҚ}} = \frac{630}{0.8} = 787.5 \text{ кВА}$$

(4.5) формула бойынша, СҚ-ның есептік тогын есептейміз

$$I_{\text{СҚ}} = \frac{787,5 \cdot 0,85}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 36,85 \text{ А}$$

СҚ-ға кабельдің маркасы мен қимасын таңдаймыз

а) (4.6) формула, токтың экономикалық тығыздығы бойынша:

$$F_{\text{э}} = \frac{36,85}{1,1} = 33,5 \text{ мм}^2$$

б) (4.7) формула, Минималды қима бойынша:

$$F_{\text{min}} = 12 \cdot 7,2 \cdot \sqrt{0,4} = 54,6 \text{ мм}^2$$

ААШВ-10-(3x70),  $I_{\text{доп}}= 165 > 31,6 \text{ А}$  маркалы кабельді қабылдаймыз

Кабельдің деректері:  $r_0= 0,46 \text{ Ом/км}$ ;  $x_0= 0,341 \text{ Ом/км}$ .

(4.8) формула, кабельдің индуктивті кедергісі:

$$X_{\text{каб.СҚ}} = \frac{0,341 \cdot 0,35 \cdot 1000}{2 \cdot 10,5^2} = 0,54 \text{ о. е}$$

(4.9) формула, СҚ-тың индуктивті кедергісі:

$$X_{СҚ} = \frac{0,2 \cdot 1000}{0,788} = 253,8 \text{ о. е.}$$

#### 4.1 Қорғаныс қондырғыларды таңдау

*Ажыратқыш таңдау*

Кірмелі және секционды ажыратқыштарды таңдау:

Біз ВЭ типті ажыратқышты қабылдаймыз-10-40/1600У3.

Кесте 4.1 - В5-В7 ажыратқыштардың деректері

	Кірмелі ажыратқыш		Секционды ажыратқыш	
	Есептік	Паспорттық	Есептік	Паспорттық
$U_H$ , кВ	10	10	10	10
$I_H$ , А	1260,5	1600	630,2	1000
$I_{отк}$ , кА	18,71	20	18,71	20

Шығу желілерінің ажыратқыштарын таңдау. БҚТС желісі-(ТҚ1):  
ВВ/TEL-10-12,5/630У2 типті ажыратқыш таңдаймыз

Кесте 4.2 - ажыратқыш деректері

Паспорттық деректері	Есептік деректері
$U_H = 10$ кВ	$U = 10$ кВ
$I_H = 630$ А	$I_{ав} = 151,86$ А
$I_{откл} = 12,5$ кА	$I_{кз} = 7,35$ кА
$I_{скв} = 32$ кА	$I_{уд} = 18,71$ кА
$I^2 \cdot t = (I_{откл})^2 \cdot 4 = 4096$ кА <sup>2</sup> · с	$B = (I_{кз})^2 \cdot 0,12 = 6,48$ кА <sup>2</sup> · с

Сол сияқты жоғарыдағы формулалар бойынша қалған жолдарды есептейміз. БҚТС желісі-(ТҚ2):

ВВ/TEL-10-12,5/630У2 типті ажыратқыш таңдаймыз

Кесте 4.3 - ажыратқыш деректері

Паспорттық деректері	Есептік деректері
$U_H = 10 \text{ кВ}$ $I_H = 630 \text{ А}$ $I_{откл} = 12,5 \text{ кА}$ $I_{скв} = 32 \text{ кА}$ $I^2 \cdot t = (I_{откл})^2 \cdot 4 = 4096 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$U = 10 \text{ кВ}$ $I_{ав} = 131,99 \text{ А}$ $I_{кз} = 7,35 \text{ кА}$ $I_{уд} = 18,71 \text{ кА}$ $B = (I_{кз})^2 \cdot 0,12 = 6,48 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$

Магистраль БТҚС - (ТҚС3, ТҚС4) үшін:  
 ВВ/TEL-10-12,5/630У2 типті ажыратқыш таңдаймыз

Кесте 4.4 - ажыратқыш деректері

Паспорттық деректері	Есептік деректері
$U_H = 10 \text{ кВ}$ $I_H = 630 \text{ А}$ $I_{откл} = 12,5 \text{ кА}$ $I_{скв} = 32 \text{ кА}$ $I^2 \cdot t = (I_{откл})^2 \cdot 4 = 4096 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$U = 10 \text{ кВ}$ $I_{ав} = 189,44 \text{ А}$ $I_{кз} = 7,35 \text{ кА}$ $I_{уд} = 18,71 \text{ кА}$ $B = (I_{кз})^2 \cdot 0,12 = 6,48 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$

СДН16-54-10У3 типті синхронды қозғалтқыш үшін:  
 ВВ/TEL-10-12,5/630У2 типті ажыратқыш таңдаймыз

Кесте 4.5 - ажыратқыш деректері

Паспорттық деректері	Есептік деректері
$U_H = 10 \text{ кВ}$ $I_H = 630 \text{ А}$ $I_{откл} = 12,5 \text{ кА}$ $I_{скв} = 32 \text{ кА}$ $I^2 \cdot t = (I_{откл})^2 \cdot 4 = 4096 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$U = 10 \text{ кВ}$ $I_{ав} = 103,2 \text{ А}$ $I_{кз} = 7,35 \text{ кА}$ $I_{уд} = 18,71 \text{ кА}$ $B = (I_{кз})^2 \cdot 0,12 = 6,48 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$

СДН-2-16-36-10У3 типті синхронды қозғалтқыш үшін:  
 ВВ/TEL-10-12,5/630У2 типті ажыратқыш таңдаймыз

Кесте 4.6 - ажыратқыш деректері

Паспорттық деректері	Есептік деректері
$U_H = 10 \text{ кВ}$	$U = 10 \text{ кВ}$
$I_H = 630 \text{ А}$	$I_{ав} = 43,4 \text{ А}$

### Ток трансформаторын таңдау

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

Кіріс және секциялық ажыратқыштағы ток трансформаторларын таңдау.

Кесте 4.7 - Аспаптардың деректері

Аспап	Тип	А, ВА	В, ВА	С, ВА
А	Э-379	0,5	0,5	0,5
Wh	СА3-И681	2,5	2,5	2,5
Varh	СР4-И689	2,5	2,5	2,5
W	Д-350	0,5	-	0,5
Var	Д-345	0,5	-	0,5
Қорытынды		6,5	5,5	6,5

ТОЛ-10,:  $I_{\text{н}} = 1500 \text{ А}$ ;  $U_{\text{н}} = 10 \text{ кВ}$ ;  $S_{\text{н}} = 20 \text{ ВА}$  типті ток трансформаторын таңдаймыз

Кесте 4.8 - Трансформатордың деректері

Каталог бойынша	Есептік деректері
$U_{\text{н}} = 10 \text{ кВ}$ $I_{\text{н}} = 1500 \text{ А}$ $I_{\text{дин}} = 81 \text{ кА}$ $S_{2 \text{ н}} = 20 \text{ ВА}$	$U_{\text{н}} = 10 \text{ кВ}$ $I_{\text{ав}} = 1290,6 \text{ А}$ $i_{\text{уд}} = 18,71 \text{ кА}$ $S_{2 \text{ р}} = 10,5 \text{ ВА}$

Біз БҚТС шиналарының секциялық қосқышындағы ток трансформаторын таңдаймыз:  $I_{\text{р}} = 630,2 \text{ А}$ ; ТОЛ-10,:  $I_{\text{н}} = 800 \text{ А}$ ;  $U_{\text{н}} = 10 \text{ кВ}$

Кесте 4.9 - Аспаптың деректері

Аспап	Тип	А, ВА	В, ВА	С, ВА
Амперметр	Э-350	0,5	0,5	0,5
Қорытынды		0,5	0,5	0,5

Кесте 4.10 - Ток трансформаторыдың деректері

Каталог бойынша	Есептік деректері
$U_H = 10$ кВ	$U_H = 10$ кВ
$I_H = 800$ А $I_{дин} = 81$ кА $S_{2H} = 10$ ВА	$I_p = 630,2$ А $i_{уд} = 18,71$ кА $S_{2p} = 4,4$ ВА

БҚТС-(ТҚС1); БҚТС-(ТҚС2); БҚТС- (ТҚС3-ТҚС4); БҚТС-СҚ. желісіндегі ток трансформаторын таңдаймыз.

Кесте 4.11 - Ток трансформаторыдың деректері

Аспап	Тип	А, ВА	В, ВА	С, ВА
Амперметр	Э-350	0,5	0,5	0,5
Wh	СА3-И681	2,5	2,5	2,5
Varh	СР4-И689	2,5	2,5	2,5
Қорытынды		5,5	5,5	5,5

АКРТВ;  $F=2,5$ мм<sup>2</sup> кабелін қабылдаймыз;

БҚТС (ТҚС1) желісіндегі ток трансформаторы:  $I_{ав}=151,86$  А; барлық желілер үшін ток трансформаторын қабылдайық ТОЛ-10  $I_H=200$  А;  $U_H=10$  кВ;  $S_H=10$  ВА

Кесте 4.12 - Ток трансформаторыдың деректері

Каталог бойынша	Есептік шамалар
$U_H = 10$ кВ	$U_H = 10$ кВ
$I_H = 200$ А $I_{дин} = 52$ кА $S_{2H} = 10$ ВА	$I_{ав} = 151,86$ А $i_{уд} = 18,75$ кА $S_{2p} = 9,4$ ВА

БҚТС (ТҚС2) желісіндегі ток трансформаторы:  $I_{ав}=131,99$  А; барлық желілер үшін ток трансформаторын қабылдайық ТОЛ-10  $I_H=150$  А;  $U_H=10$  кВ;  $S_H=10$  ВА

Кесте 4.13 - Ток трансформаторыдың деректері

Каталог бойынша	Есептік шамалар
$U_H = 10 \text{ кВ}$	$U_H = 10 \text{ кВ}$
$I_H = 150 \text{ А}$ $I_{\text{дин}} = 52 \text{ кА}$ $S_{2H} = 10 \text{ ВА}$	$I_{\text{ав}} = 131,99 \text{ А}$ $i_{\text{уд}} = 18,75 \text{ кА}$ $S_{2p} = 9,4 \text{ ВА}$

БҚТС (ТҚС3-ТҚС4) желісіндегі ток трансформаторы:  $I_{\text{ав}}=189,44 \text{ А}$ ; барлық желілер үшін ток трансформаторын қабылдайық ТОЛ-10  $I_H=200 \text{ А}$ ;  $U_H=10 \text{ кВ}$ ;  $S_H = 10 \text{ ВА}$

Кесте 4.14 - Ток трансформаторыдың деректері

Каталог бойынша	Есептік шамалар
$U_H = 10 \text{ кВ}$	$U_H = 10 \text{ кВ}$
$I_H = 200 \text{ А}$ $I_{\text{дин}} = 52 \text{ кА}$ $S_{2H} = 10 \text{ ВА}$	$I_{\text{ав}} = 189,44 \text{ А}$ $i_{\text{уд}} = 18,75 \text{ кА}$ $S_{2p} = 9,4 \text{ ВА}$

БҚТС-СД (СДН16-54-10У3) желісіндегі ток трансформаторы:  $I_{\text{ав}}=103,2 \text{ А}$ ; барлық желілер үшін ток трансформаторын қабылдайық ТОЛ-10  $I_H=150 \text{ А}$ ;  $U_H=10 \text{ кВ}$ ;  $S_H = 10 \text{ ВА}$

Кесте 4.15 - Ток трансформаторыдың деректері

Каталог бойынша	Есептік шамалар
$U_H = 10 \text{ кВ}$	$U_H = 10 \text{ кВ}$
$I_H = 150 \text{ А}$ $I_{\text{дин}} = 52 \text{ кА}$ $S_{2H} = 10 \text{ ВА}$	$I_{\text{ав}} = 103,2 \text{ А}$ $i_{\text{уд}} = 18,75 \text{ кА}$ $S_{2p} = 9,4 \text{ ВА}$

БҚТС-СД (СДН-2-16-36-10У3) желісіндегі ток трансформаторы:  $I_{\text{ав}}=43,4 \text{ А}$ ; барлық желілер үшін ток трансформаторын қабылдайық ТОЛ-10  $I_H=100 \text{ А}$ ;  $U_H=10 \text{ кВ}$ ;  $S_H = 10 \text{ ВА}$

Кесте 4.16 - Ток трансформаторыдың деректері

Каталог бойынша	Есептік шамалар
$U_H = 10 \text{ кВ}$	$U_H = 10 \text{ кВ}$
$I_H = 100 \text{ А}$ $I_{\text{дин}} = 52 \text{ кА}$ $S_{2H} = 10 \text{ ВА}$	$I_{\text{ав}} = 43,4 \text{ А}$ $i_{\text{уд}} = 18,75 \text{ кА}$ $S_{2p} = 9,4 \text{ ВА}$

### Кернеу трансформаторларын таңдау

Кернеу трансформаторлары келесі шарттар бойынша таңдалады:

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

Кесте 4.17 - Аспаптың деректері

Аспап	Тип	$S_{\text{об-ки}}$ , ВА	Число об-к	$\cos\varphi$	$\sin\varphi$	Аспап номері	$P_{\text{общ}}$ , Вт	$Q_{\Sigma}$ , вар
V	Э-350	2	2	1	0	2	8	-
W	Д-335	2	2	1	0	1	4	-
Var	Д-345	2	2	1	0	1	4	-
Wh	СА3-И681	2 Вт	2	0,38	0,925	7	28	2,16
Varh	СР4-И689	3 вар	2	0,38	0,925	7	42	3,24
Қорытынды							86	5,4

ТН типті НАМИТ-10 дәлдік класын қабылдаймыз

Кесте 4.18 - Кернеу трансформаторының деректері

Паспорттық	Есептік
$U_{\text{HT}} = 10 \text{ кВ}$	$U_{\text{HT}} = 10 \text{ кВ}$
$S_{\text{H}2} = 150 \text{ кВА}$	$S_{\text{p}2} = 86,17 \text{ ВА}$
Орамаларын қосу схемасы $Y / Y / \angle 0$	

Жүктеме қосқыштарын таңдау

ТҚС1  $I_p = 75,92 \text{ А}$

ТҚС2  $I_p = 75,92 \text{ А}$

ТҚС3-4  $I_p = 75,92 \text{ А}$

Барлық трансформаторлар үшін ВПН - 16У3 түріндегі жүктеме қосқышын қабылдаймыз

Кесте 4.19 - Жүктеме қосқышының деректері

Паспорттық	Есептік
$U_{\text{H}} = 10 \text{ кВ}$	$U_{\text{H}} = 10 \text{ кВ}$
$I_{\text{H}} = 100 \text{ А}$	$I_{\text{расч}} = 94,72 \text{ А}$

*Шығатын желілердің күштік кабельдерін таңдау*

а) токтың экономикалық тығыздығы бойынша:

ААШВ-10-(3х70),  $I_{доп} = 165 \text{ А}$ ; маркалы кабель таңдаймыз

б) таңдалған кабельді  $I_{кз}$ -ға термиялық төзімділік бойынша тексереміз,  $I_{кз}$  бойынша кабельдің ең аз қимасын табамыз:

ААШВ-10-(3х70),  $I_{доп} = 165 \text{ А}$ ; маркалы кабель таңдаймыз

в) авариялық ток бойынша тексеру:

$I_{доп ав} = 1,3 \times 165 = 214,5 \text{ А} \geq 151,86 \text{ А}$ ;

*БҚТС шиналарын таңдау*

Біз АТ 80·6;  $I_{доп} = 1480 \text{ А}$  маркалы тікбұрышты қиманың қатты тартылған алюминий шиналарын таңдаймыз; (бір фазаға бір жолақ) ,  $I_{ав} = 1260,5 \text{ А}$ ;  $i_{уд} = 18,71 \text{ кА}$ .

*Оқшаулағыштарды таңдау*

Қатты шиналар тірек оқшаулағыштарына бекітіледі, оларды таңдау келесі шарттар бойынша жүзеге асырылады:

- номиналды кернеу бойынша:  $U_{ном} \geq U_{уст}$ ;

- рұқсат етілген жүктеме бойынша:  $F_{доп} \geq F_{расч.}$ ,

$F_{расч}$  - оқшаулағышқа әсер ететін күш;

$F_{доп}$ -оқшау басына рұқсат етілген жүктеме,  $F_{доп} = F_{доп} = 0,6 \cdot F_{жарык.}$ ;

$$F_{расч} = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^{-1} \cdot i_{уд} \cdot L}{a} \text{ кгс; ,} \quad (5.23)$$

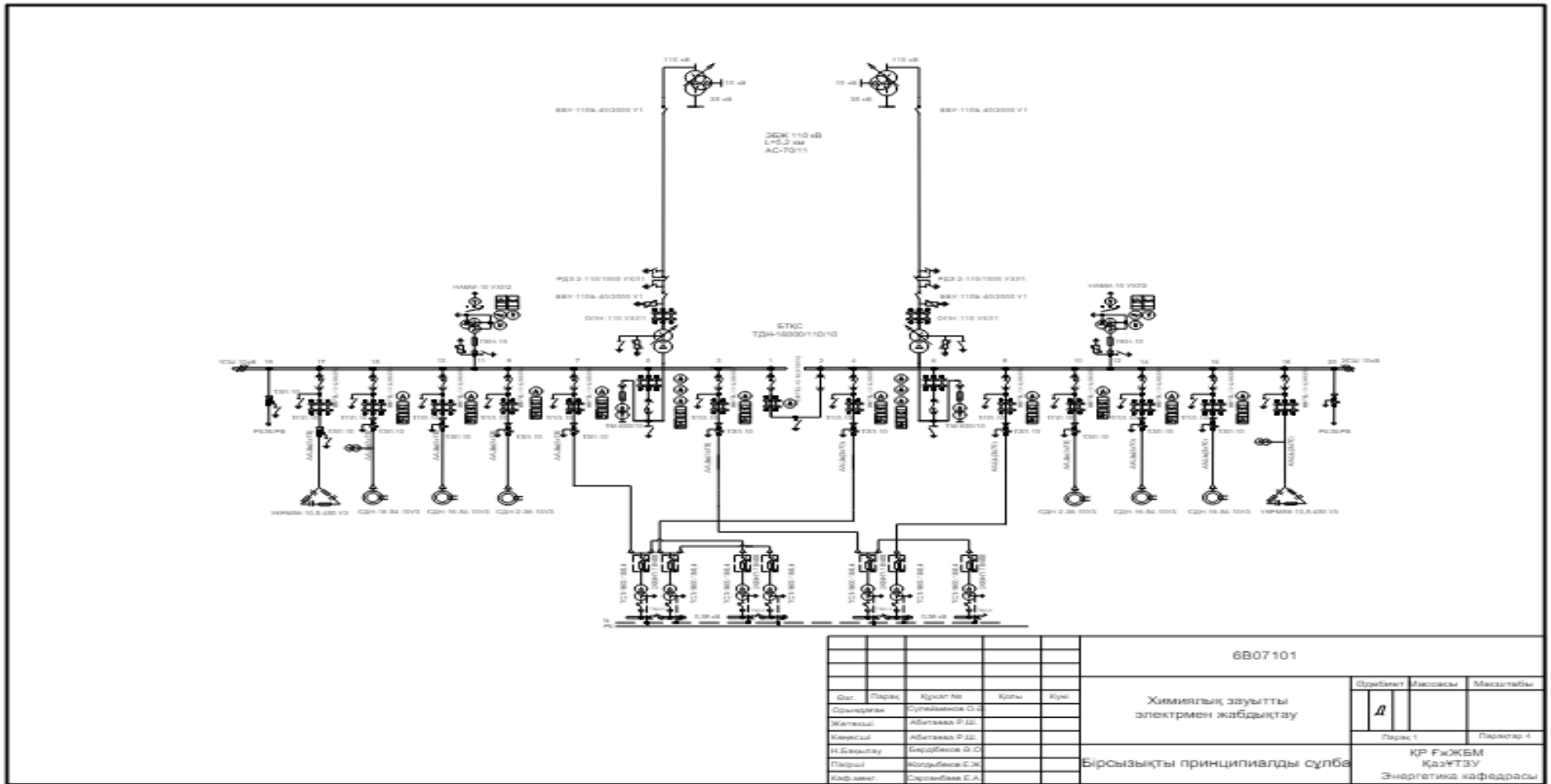
$$F_{расч} = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^{-1} \cdot 18.75^2 \cdot 80}{8} \text{ кгс.}$$

ОФ-1-750ов УТЗ,  $F_{разруш} = 750 \text{ кгс}$ . типті оқшаулағыш таңдаймын.



Кесте 4.20 - Кабельді журнал

Учаскенің атауы	Sp, кВА	Траншея саны	Жүктеме		Экономикалық тығыздығы бойынша, мм <sup>2</sup>		Жүктемесі бойынша, мм <sup>2</sup>		Қысқа тұйықталу тогы бойынша, мм <sup>2</sup>		Таңдалған кабель	I доп, А
			Ip, А	Iав, А	јэ	Ғэ	Кп	Ғдоп	Ik, А	S		
БҚТС-ТҚС1	2758,5	6	75,92	151,86	1,4	54,2	0,75	35	7,35	70	ААШВ-10-(3x70)	165
БҚТС-ТҚС2	2397,6	4	65,99	131,99	1,4	47,1	0,8	25	7,35	70	ААШВ-10-(3x70)	165
БҚТС-ТҚС3-ТҚС4	3441,1	2	94,72	189,44	1,4	65,7	0,9	35	7,35	70	ААШВ-10-(3x70)	165
БҚТС-СҚ1	1875	6	87,7	-	1,4	62,6	0,75	50	7,35	70	ААШВ-10-(3x70)	165
БҚТС-СҚ2	1875	6	87,7	-	1,4	62,6	0,75	50	7,35	70	ААШВ-10-(3x70)	165
БҚТС-СҚ3	787,5	4	36,85	-	1,4	26,3	0,8	16	7,35	70	ААШВ-10-(3x70)	165



4.1 - сурет – Химиялық зауыттың бірсызықты сұлбасы

## 5 Арнайы бөлім

### 5.1 Электр тарату желілеріндегі кернеуді реттеу режимдерін таңдау

Трансформаторлардың көмегімен кернеуді реттеудің мәні, қажет болған жағдайда трансформатордың екінші жағындағы кернеудің өзгеруі оның трансформация коэффициентін өзгертеді. Осы мақсатта, жоғарыда айтылғандай, барлық трансформаторларда арнайы тармақтар орындалады, олардың әрқайсысы орамның белгілі бір бұрылыстарына, яғни, белгілі бір трансформация коэффициентіне сәйкес келеді. Шынында да, екі орамалы төмендететін трансформатордың НН шиналарындағы кернеуді келесідей елестетуге болады:

$$U_{\text{Н}} = \frac{U_{\text{Н}}}{k_{\text{T}}} = \frac{U_{\text{Н}}}{U_{\text{ВН}}(1 \mp 0.01n\Delta k_{\text{T}})/U_{\text{НН}}}$$

мұндағы  $U_{\text{Н}}$  — жоғары кернеулі шиналарға келтірілген НН шиналарындағы кернеу;

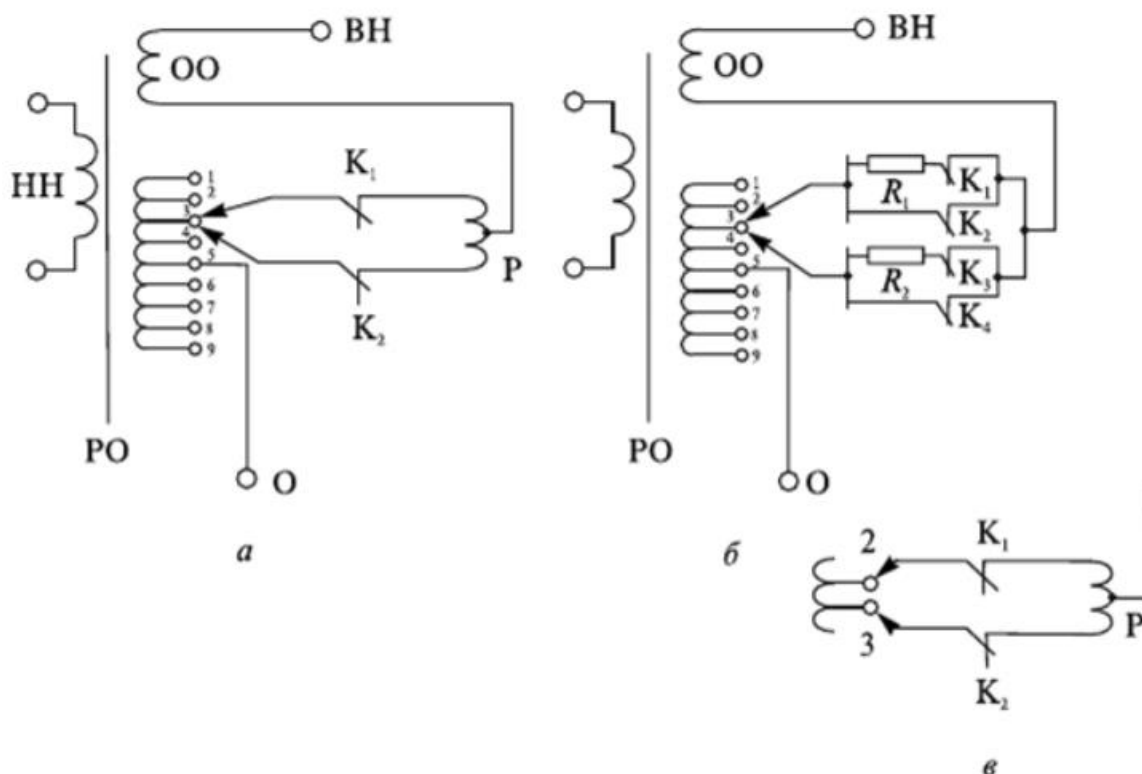
$U_{\text{НН}}$  — НН орамасының номиналды кернеуі;

$U_{\text{ВН}}$  — ВН орамасының орташа тармағының номиналды кернеуі;

$k_{\text{T}}$  — ВН орамасындағы кернеуді реттеу сатысы (қадамы), %;  
 $n$  — орташа тармаққа қатысты қосылған тармақтардың саны.

Осылайша, трансформатордың әр тармағы орамның номиналды кернеуіне сәйкес келеді. Тармақ қосқышын бір позициядан екінші позицияға ауыстыру арқылы, яғни, өзгерту арқылы, ВН орамасының номиналды кернеуін өзгертуге болады, бұл сөзсіз НН шиналарындағы  $U_{\text{Н}}$  кернеуін реттеуге әкеледі. ВН орамасының номиналды кернеуі жоғарылағанда (жақшада — " + " белгісі)  $U_{\text{Н}}$  кернеуі төмендейді, ал трансформация коэффициенті төмендегенде (жақшада " — " белгісі) - артады.

РПН құрылғысы бар екі орамалы трансформатор орамаларының бір фазасының схемалары суретте көрсетілген. Мұнда 00-ораманың негізгі бөлігі; РО-трансформатордың бейтарап жағынан қосылған ораманың реттеу бөлігі; К-контакторлар; Р-токты шектейтін реактор; R — токты шектейтін белсенді кедергілер; 1-9 — ораманың реттеу бөлігінің тармақтары. 00 трансформаторының бейтарабы орташа тармаққа қосылған. Коммутаторды 5-орынға орнатқан кезде, 00 орамасының тек негізгі бөлігі жұмыс істейді. Егер қосқыш 1-4 позициялардың бірінде болса, онда 00 орамасының негізгі бөлігіне РО орамасының енгізілген реттеу бөлігіне сәйкес тиісті бұрылыстар саны қосылады, нәтижесінде трансформатордың трансформация коэффициенті артады. Коммутатор 6-9 тармақтарының бірінде 00 орамасының негізгі бөлігіне қосылған жағдайда, қарама-қарсы бұрылыстардың кейбір саны қосылады, нәтижесінде трансформация коэффициенті төмендейді.



*а*-тоқты шектейтін реактормен; *б*-тоқты шектейтін белсенді кедергілермен; *в*-аралық позициядағы қосқыш.

5.1 – сурет - РПН бар трансформатор орамаларының принциптік схемалары

## 5.2 Кернеуді реттеу құрылғылары бар трансформаторлардың көмегімен жүктеме кезінде реттеу

Төмендету қосалқы станциясында номиналды кернеулері және реттеу диапазоны  $35 \pm (6 \times 1,5) \% / 10,5 \text{ кВ}$  болатын жоғары кернеу жағында жүктеме астындағы кернеуді реттей отырып, ТМН-4000/35 үш фазалы екі орамалы трансформатор орнатылған. Төмен кернеулі шиналардағы желі режимдерін есептеу нәтижелері бойынша жоғары кернеуге келтірілген кернеулер алынды: ең үлкен жүктелмелер кезінде  $U_{н.нб} = 34 \text{ кВ}$ , ең аз жүктелмелер кезінде  $U_{н.нм} = 37 \text{ кВ}$ , апаттан кейінгі режимде  $U_{н.па} = 32 \text{ кВ}$ . РПН құрылғысын пайдалану есебінен төмен кернеулі шиналарда кернеуді тұрақтандыру режимін қамтамасыз ету қажет, барлық желі режимдеріндегі тұрақты кернеу  $U_{н.ж.нб} = U_{н.ж.нм} = U_{н.ж.па} = 10,5 \text{ кВ}$

Шешімі

Реттеудің әр сатысына сәйкес келетін тармақ кернеулерін есептейміз

Кесте 5.1 - Реттеу диапазоны бар трансформатордың кернеуін реттеу параметрлері  $\mp(8 \cdot 1,5) \%$

5.1 кесте

Тармақ нөмірі	Қосымша кернеулер	Тармақ кернеуі $U_{ВН.д.кВ}$
1	12	39.2
2	10.5	38.7
3	9	38.2
4	7.5	37.6
5	6	37.1
6	4.5	36.6
7	3	36.1
8	1.5	35.5
9	0	35
10	-1.5	34.5
11	-3	34
12	-4.5	33.4
13	-6	32.9
14	-7.5	32.4
15	-9	31.9
16	-10.5	31.3
17	-12	30.8

5.1 формула бойынша барлық қарастырылып отырған режимдер үшін 11 кВ-қа тең төменгі кернеу шиналарында қажетті кернеуді қамтамасыз ету шартынан Жоғары кернеу орамасының тармақтарының есептік кернеулерін анықтаймыз:

$$U_{ВН} = \frac{U_{н. нб}}{U_{н. ж. нб}} \cdot U_{нн}, \quad (5.1)$$

$$U_{ВН} = \frac{34}{11} \cdot 10,5 = 32,4$$

$$U_{ВН. ж. нм} = \frac{U_{н. нм}}{U_{н. ж. нм}} \cdot U_{нн}$$

$$U_{ВН} = \frac{37}{11} \cdot 10,5 = 35,3$$

$$U_{ВН. ж. па} = \frac{U_{н. па}}{U_{н. ж. па}} \cdot U_{нн}$$

$$U_{ВН} = \frac{32}{11} \cdot 10,5 = 30,5$$

Алынған есептік кернеулер негізінде біз тармақтарды таңдаймыз  
Кесте-5.1 бойынша әрбір режим үшін ең жақын стандартты кернеулер:

$$U_{ВН.д.нб} = 32,4 \text{ кВ (қосымша -7.5\%)},$$

$$U_{ВН.д.нм} = 35,5 \text{ кВ (+1.5\%)},$$

$$U_{ВН.д.па} = 30,8 \text{ кВ (-12\%)}$$

Формулалар бойынша біз 10 кВ шиналардағы нақты кернеулерді анықтаймыз

барлық режимдерде:

$$U_{ВН. д. нб} = \frac{U_{н. нб}}{U_{ВН. д. нм}} \cdot U_{нн}, \quad (5.2)$$

$$U_{ВН. д. нб} = \frac{37}{35,5} \cdot 10,5 = 11,2$$

$$U_{ВН. д. нм} = \frac{U_{н. нм}}{U_{ВН. д. нм}} \cdot U_{нн}$$

$$U_{ВН. д. нм} = \frac{37}{35,5} \cdot 10,5 = 10,94$$

$$U_{ВН. д. па} = \frac{U_{н. па}}{U_{ВН. д. па}} \cdot U_{нн}$$

$$U_{ВН. д. па} = \frac{32}{30,8} \cdot 10,5 = 10,9$$

Алынған нақты кернеулердің 10 кВ шиналарда желіден ауытқуын анықтайық:

$$\delta U_{ВН. д. нб} = \frac{U_{ВН. д. нб} - U_{н. ж. нб}}{U_{н. ж. нб}} \cdot 100\%, \quad (5.3)$$

$$\delta U_{ВН. д. нб} = \frac{11,1 - 11}{11} \cdot 100\% = 0,9$$

$$\delta U_{ВН. д. нм} = \frac{U_{ВН. д. нм} - U_{н. ж. нм}}{U_{н. ж. нм}} \cdot 100\%$$

$$\delta U_{\text{вн. д. нм}} = \frac{10,94 - 11}{11} \cdot 100\% = -0,54$$

$$\delta U_{\text{вн. д. па}} = \frac{U_{\text{вн. д. па}} - U_{\text{н. ж. па}}}{U_{\text{н. ж. па}}} \cdot 100\%$$

$$\delta U_{\text{вн. д. па}} = \frac{10,9 - 11}{11} \cdot 100\% = 0,9$$

Есептеулердің нәтижелері 5.2 кестеде келтірілген.

Жүргізілген есептеулер мынадай қорытынды жасауға мүмкіндік береді: тармақтың есептік кернеуі ең жақын стандартқа (үлкен немесе кіші) дейін дөңгелектенгендіктен, трансформаторда бар реттеу диапазоны жеткілікті болғанда және тармақтарды дұрыс таңдағанда, төменгі кернеу шиналарындағы нақты кернеудің қажетті кернеуден ауытқуы реттеу сатысының жартысынан аспауы тиіс, яғни  $1,5/2 = 0,75\%$ . Бұл шарт қалыпты режимдер үшін орындалады (ең үлкен және ең аз жүктемелер).

Бұл ретте желінің әртүрлі жұмыс режимдеріндегі кернеуді ең үлкен жүктемелерден ең аз жүктемелерге дейін реттеу процесінде 14-тен (-7,5 %) 8-ге (+1,5%) дейінгі тармақтарды пайдалану қажет болады. Қарастырылған апаттан кейінгі режимге келетін болсақ, ол үшін 17 (-12%) экстремалды тармақ таңдалды. Дегенмен, кернеудің қалағаннан ауытқуы -0.54% болды, яғни трансформатордың реттеу сатысының жартысынан көбі болды. Демек, трансформатордың РПН құрылғысын реттеудің қолда бар диапазоны осы режимде бірдей кернеуді қамтамасыз ету үшін жеткіліксіз. Мұндай жағдайларда тұтынушылардың жұмыс шарты бойынша мұндай режимнің рұқсат етілуін қосымша тексеру немесе кернеуді реттеу бойынша қосымша шараларды қолдану қажет.

5.2 кесте

Режим	10 кВ шиналардағы кернеу	Есептік кернеудің тармақталуы	Стандартты тармақтар			Шиналардағы нақты кернеу 10 кВ	Жарамды ауытқу 10кВ шиналардағы кернеулер
			кВ	%	№		
Ең үлкен жүктемелер	34	32,4	32,4	-7,5	14	11,2	0,9
Ең кіші жүктемелер	37	35,3	35,5	+1,5	8	10,94	-0,54
Апаттық жағдайдан кейін	32	30,5	30,8	-12	17	10,9	-0,9

Төменгі қосалқы станцияда номиналды кернеулері және мен реттеу диапазоны бар жоғары кернеу жағындағы жүктеме астындағы кернеуді реттей отырып, үш фазалы екі орамалы ТДН-16000/110 трансформаторларын орнату көзделеді  $115 \pm (9 \cdot 1,78)\%$  / 11 кВ қоректендіруші электр желісі режимдерінің орындалған жобалық есептеулерінің нәтижесінде келтірілген 10 кВ шиналардағы кернеулер алынды 110 кВ кернеуге: ең үлкен жүктемелер кезінде  $U_{н.нб} = 103\text{кВ}$ , ең аз жүктемелер кезінде,  $U_{н.нм} = 114\text{кВ}$ , апаттан кейінгі режим кезінде  $U_{н.па} = 100\text{кВ}$ , келесі қажетті кернеулер кезінде 10 кВ шиналардағы кернеуді қарсы реттеуді қамтамасыз ету үшін РПН құрылғысының реттеу диапазонының жеткіліктілігін тексеріңіз:  $U_{н.ж.нб} = U_{н.ж.па} = 1,05U_{ном} = 10,5\text{кВ}$ ,  $U_{н.ж.нм} = 1,0U_{ном} = 10\text{кВ}$

#### Шешімі

Барлық реттеу сатылары үшін тармақ кернеулерін есептейміз (5.3)кесте

Трансформаторлардың кернеуін реттеу параметрлері реттеу диапазоны  $\pm (9 \times 1,78)\%$

Кесте 5.3

Тармақ нөмірі	Қосымша кернеулер	Тармақ кернеуі $U_{вн.д.кВ}$
1	16	133,4
2	14,2	131,4
3	12,4	129,3
4	10,6	127,3
5	8,9	125,2
6	7,1	123,2
7	5,3	121,1
8	3,5	119,1
9	1,78	117,0
10	0	115,0
11	-1,78	113,0
12	-3,5	110,9
13	-5,3	108,9
14	-7,1	106,8
15	-8,9	104,8
16	-10,6	102,7
17	-12,4	100,7
18	-14,2	98,6
19	-16	96,6

(5.4) формуласы бойынша мүмкін болатын ең төменгі коэффициентті есептейміз 19-тармаққа сәйкес келетін трансформациялар (-16%):



$$k_{т.нм} = \frac{U_{отв. мин}}{U_{нн}}, \quad (5.4)$$

$$k_{т.нм} = \frac{96,6}{11} = 8,78$$

Ең үлкен жүктемелер кезінде және апаттан кейінгі режимде 10 кВ шиналардағы мүмкін болатын максималды кернеулерді анықтаймыз:

$$U_{н. макс. нб} = \frac{U_{н. нб}}{k. нм}, \quad (5.5)$$

$$U_{н. макс. нб} = \frac{103}{8,78} = 11,73 \text{ кВ}$$

$$U_{н. макс. па} = \frac{U_{н. па}}{k. нм}$$

$$U_{н. макс. па} = \frac{100}{8,78} = 11,39 \text{ кВ}$$

(5.4) формуласы бойынша 1-тармаққа сәйкес келетін мүмкін болатын ең үлкен трансформация коэффициентін табамыз (+16%):

$$k_{т.нб} = \frac{U_{отв. мин}}{U_{нн}}$$

$$k_{т.нб} = \frac{133,4}{11} = 12,13$$

(5.5) формуласы бойынша ең аз жүктемелерде 10 кВ шиналардағы мүмкін болатын минималды кернеуді есептейік:

$$U_{н. мин. нм} = \frac{U_{н. нм}}{k. т. нб}$$

$$U_{н. мин. нм} = \frac{114}{12,13} = 9,4 \text{ кВ}$$

Осылайша, желінің барлық режимдерінде трансформаторларды реттеудің қол жетімді диапазоны 10 кВ шиналардағы кернеулердің берілген режимін қамтамасыз ету үшін жеткілікті болады. Шынында да, ең үлкен жүктемелер кезінде және апаттан кейінгі режимде алынған максималды кернеулер бірдей болады (11,73 > 10,5 және 11,39 > 10,5). Демек, жұмыс жағдайында -16%

экстремалды тармақтан басқа тармаққа ауысқанда, трансформация коэффициентінің жоғары мәні бар, алынған кернеудің максималды мәндерін қалағанға дейін төмендетуге болады. Ең аз жүктемелерде мүмкін болатын минималды кернеу қалағаннан төмен болды ( $9,4 < 10,0$ ).

Бұдан шығатыны, жұмыс жағдайында оны +16% шеткі тармақтан трансформация коэффициентінің төменгі мәніне сәйкес келетін басқа бір тармаққа көшу арқылы қалағанға дейін арттыруға болады. Жүргізілген есептеулер негізінде алынған кернеулердің максималды және минималды мәндерін қажетті мәндермен салыстыру арқылы реттеудің болжамды диапазоны бар қорды бағалауға болады:

$$k_{\text{зап.нб}} = \frac{U_{\text{н. макс. нб}} - U_{\text{н. ж. нб}}}{U_{\text{н. ж. нб}}} \cdot 100\%, \quad (5.6)$$

$$k_{\text{зап.нб}} = \frac{11,73 - 10,5}{10,5} \cdot 100\% = 11,7\%$$

$$k_{\text{зап.па}} = \frac{U_{\text{н. макс. па}} - U_{\text{н. ж. па}}}{U_{\text{н. ж. па}}} \cdot 100\%$$

$$k_{\text{зап.па}} = \frac{11,39 - 10,5}{10,5} \cdot 100\% = 8,5\%$$

$$k_{\text{зап.па}} = \frac{U_{\text{н. макс. нм}} - U_{\text{н. ж. нм}}}{U_{\text{н. ж. нм}}} \cdot 100\%$$

$$k_{\text{зап.па}} = \frac{9,4 - 10}{10} \cdot 100\% = 6\%$$

Кесте 5.4

Режим	10 кВ шиналардағы кернеу	Есептік кернеудің тармақталуы	Стандартты тармақтар			Шиналардағы нақты кернеу 10 кВ	Жарамды ауытқу 10 кВ шиналардағы кернеулер %
			кВ	%	№		
Ең үлкен жүктемелер	103	129,23	129	12,4	3	11,73	11,7
Ең кіші жүктемелер	114	127,3	127	10,6	4	9,4	8,5
Апаттық жағдайдан кейін	100	129,3	129	12,4	3	11,39	6

## ҚОРЫТЫНДЫ

Химиялық зауыттың жобаланған электрмен жабдықтау жүйесі келесі құрылымға ие. Кәсіпорын электр жүйесінен ұзындығы 5,2 км, кернеуі 110 кВ қос тізбекті әуе электр беру желісі арқылы қуат алады. Электр энергиясын қабылдау пункті ретінде қуаты 16 000 кВА трансформаторлары бар екі трансформаторлы терең енгізу қосалқы станциясы пайдаланылады.

Олар 115/37/10,5 кВ нұсқаларын есептеп, 115 кВ таңдады, өйткені бұл жиынтық және келтірілген шығындар үшін ең оңтайлы. Бірінші нұсқа үшін біз жоғары вольтты жабдықты таңдадық: TDN-16000 кВа трансформаторы, В4 ажыратқыштары: ВВУ-110В-40/2000U1, ажыратқыштар РНДЗ-110/2000U1. Екінші нұсқа: ТДТН-63000/110/35/10, ТДНС-16000-35/10, ВВУ-35А-40/2000U1. Біз үшінші нұсқаны қарастырмаймыз, өйткені бір тізбектегі сымдардың саны 5 болды, содан кейін одан әрі есептеу экономикалық және техникалық тұрғыдан мүмкін емес және үлкен шығындар.

Цехтарды қуаттандыру кабельдік желілермен жүзеге асырылады. Жерде орналасқан. Электрмен жабдықтау схемасының элементтерін таңдау үшін үш нүктеде қысқа тұйықталу токтары есептелді. Осы мәліметтер негізінде 110 кВ, 10 кВ, 0,4 кВ жақтарындағы аппараттар болды.

Тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде қазандық операторының еңбек жағдайларына талдау жүргізілді, ол үшін табиғи желдету және санитарлық - қорғау аймағын анықтады.

Экономикалық бөлімде сыртқы электрмен жабдықтау схемасының қаржылық көрсеткіштері және біздің қосалқы станциямыздың өтелуі есептелді.

Жалпы ұсынылған электрмен жабдықтау схемасы қауіпсіздік, сенімділік және үнемділік талаптарына жауап береді.

РПН құрылғылары желідегі жүктеме мен кернеудің өзгеруіне байланысты трансформатордың екінші жағындағы кернеуді автоматты түрде реттеуді қамтамасыз етеді. Бұл НН шиналарындағы тұрақты кернеуді сақтауға мүмкіндік береді, бұл әсіресе тұтынушыларды сапалы және үздіксіз электрмен қамтамасыз ету үшін маңызды. Жүктеменің өзгеруіне бейімделу: Нақты жағдайда жүктемелер тәулік уақытына, маусымға және басқа факторларға байланысты кең ауқымда өзгеруі мүмкін. РПН кернеудің ауытқуын азайту және электр желісінің тұрақты жұмысын қамтамасыз ету арқылы осы өзгерістерге автоматты түрде бейімделуге мүмкіндік береді. Автоматты реттеудің артықшылықтары: Электр энергиясының сапасын жақсарту: НН шиналарындағы тұрақты кернеу электр энергиясының сапасын жақсартады, сезімтал электронды құрылғылар мен жабдықтардың қаупін азайтады. Желінің жоғалуын азайту: кернеуді оңтайландыру желідегі қуат шығынын азайтады, бұл желінің жалпы тиімділігін арттырады. Жабдықтың қызмет ету мерзімін ұзарту: тұрақты кернеу жабдықтың тозуын және жылу жүктемелерін азайтады, бұл оның қызмет ету мерзімі мен сенімділігін арттырады.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Барыбин Ю.Г., Федоров Л. Е., Зименкова М. Г., Смирнова А. Г. электрмен жабдықтауды жобалау бойынша анықтамалық. 1990.
- 2 Киреева Э. А. Электр жабдықтары бойынша анықтамалық материалдар (цехтық электр желілері, тұрғын және қоғамдық ғимараттардың электр желілері), 2014ж.
- 3 Кудрин Б. И. Өнеркәсіптік кәсіпорындарды электрмен жабдықтау: жоғары оқу орындарының студенттеріне арналған оқулық/ Б.И. Кудрин-Интенмет Инжиниринг, 2005.-672 Б.
- 4 "Alageum electric" техникалық каталогы, Кентау трансформатор зауыты 2012 ж.
- 5 Неклепаев Б. Крючков станциялар мен қосалқы станциялардың электр бөлігі. Курстық және дипломдық жобалауға арналған анықтамалық материалдар. - М Энергоатомиздат, 2014ж.
- 6 Федоров А - пром электрмен жабдықтау жөніндегі анықтамалық.
- 7 Еремкин А. Квашнин М., Юнкер Ю. Н. атмосфераға ластаушы заттардың шығарындыларын қалыптастыру - құрылыс қауымдастығының баспасы, 2001ж.
- 8 Т. Е. Хакімжанов. ЕҚДБ бойынша орындаудың әдістемелік нұсқаулары "Экология", оқытудың барлық түрлері үшін, 2011ж.
9. Т.Санатова СДТБТ орындау бойынша әдістемелік нұсқаулар "Экология", оқытудың барлық түрлері үшін, 2010ж.
- 10 Дүйсебаев М. К, Борисов В. Н, Арестова В. В. Энергетика және қоршаған орта (оқу құралы).- Алматы: АЭИ, 2008.-55 бет.
- 11 Кормилицын В.И., Цицкишвили С. И. Яламов Ю. И. экология негіздері. Оқу құралы. МПУ, 1997ж.
- 12 Қоршаған ортаны қорғау: техникалық жоғары оқу орындарына арналған оқулық. Белова С. В. 2-ші басылым және қосымша – Мәскеу: Жоғары мектеп, 1991 ж.
- 13 Лапицкий В. и. энергетиканы ұйымдастыру және жоспарлау - Жоғары Мектеп, 1999 ж.
- 14 СТ КазНИТУ -09-2023. Работы учебные, общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала. Алматы КазНИТУ, 2023

Тақырыбы: **«Төмен кернеулі шиналарда төмендететін қосалқы станция РПН құрылғысын пайдалану арқылы желінің әртүрлі жұмыс режимдерінде кернеуді тұрақтандыру режимін қамтамасыз ету»**

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

**Сүлейменов Олжас Әбдінасырұлы**  
(Студенттің аты-жөні)

**Дипломдық жұмысына**  
(жұмыс түрінің атауы)

**СЫН ПІКІР**

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

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

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

**Жұмыс бойынша ескерту:**

Ескерту ретінде, грамматикалық қателіктер, 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, Сүлейменов Олжастың дипломдық жұмысы А «өте жақсы» (90 балл) бағасына, ал автор – энергетика бакалавры академиялық дәрежесін иемденуге лайық деп бағалаймын.



Ф КазНТУ 706-17. Рецензия

Сүлейменов Олжас Әбдінасырұлы

6B07101 - Энергетика

## ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ШКІРІ

"Төмен кернеулі шиналарда төмендететін қосалқы станция РПН құрылғысын пайдалану арқылы желінің әртүрлі жұмыс режимдерінде кернеуді тұрақтандыру режимін қамтамасыз ету." дипломдық жұмысына

Осы дипломдық жұмыста студент Сүлейменов Олжас, кернеуі 110/35/10 кВ қосалқы станциясы және әуе электр беріліс желілерінің есептеулері ұсынылған. Бұл дипломдық жұмыста номиналды кернеу таңдалды, күштік трансформаторлардың қуаттары есептелінді, болат алюминий сымдардың қималары таңдалды, әуе электр желісіндегі қуаттың таралуының, кернеу және қуат шығындарының есептеулері жүргізілді.

Арнайы бөлімінде төмен кернеулі шиналарда төмендететін қосалқы станция РПН құрылғысын пайдалану арқылы желінің әртүрлі жұмыс режимдерінде кернеуді тұрақтандыру режимін қамтамасыз ету үшін арнайы есептеулер жүргізілді.

Дипломдық жұмыс үш басты бөлімнен тұрады, олар зауыттың электр жүктемелерінің есебі, арнайы бөлім, сонымен қоса қорытынды және қолданылған әдебиеттер тізімі келтірілген.

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

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

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

Ғылыми жетекші

Техника ғылымдарының магистрі,

«Энергетика» кафедрасының

Аға оқытушысы

 Р.Ш. Абитаева

(колы)

«07» 06 2024 ж.

## Протокол

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

**Автор:** Сүлейменов Олжас Әбдінасырұлы

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Төмен кернеулі шиналарда төмендететін қосалқы станция РПН құрылғысын пайдалану арқылы желінің әртүрлі жұмыс режимдерінде кернеуді тұрақтандыру режимін қамтамасыз ету.

**Научный руководитель:** Рахимаш Абитаева

**Коэффициент Подобия 1:** 15.1

**Коэффициент Подобия 2:** 4.8

**Микропробелы:** 97

**Знаки из других алфавитов:** 559

**Интервалы:** 30

**Белые Знаки:** 4

**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:

2024-06-09

Дата

Заведующий кафедрой *Энергетики*

*Сараелибаев Е.А.*



## Протокол

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

**Автор:** Сүлейменов Олжас Әбдінасырұлы

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Төмен кернеулі шиналарда төмендететін қосалқы станция РПН құрылғысын пайдалану арқылы желінің әртүрлі жұмыс режимдерінде кернеуді тұрақтандыру режимін қамтамасыз ету.

**Научный руководитель:** Рахимаш Абитаева

**Коэффициент Подобия 1:** 15.1

**Коэффициент Подобия 2:** 4.8

**Микропробелы:** 97

**Знаки из других алфавитов:** 559

**Интервалы:** 30

**Белые Знаки:** 4

**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:

2024-06-09

Дата



проверяющий эксперт