

Куанов Эльдар Нурланұлы

6B07101 - Энергетика

## ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

"Эквивалентті кедергі әдісімен және мүмкін статистикалық әдіспен электр энергиясының шығынын анықтау" дипломдық жұмысына

Осы дипломдық жұмыста студент Куанов Эльдар, электр торабын есептеу барысында кернеуі 115/37/10,5 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 эквивалентті кедергі әдісімен және мүмкін статистикалық әдіспен электр энергиясының шығынын анықталынып, оларға талдау – қорытынды жұмыстарын жүргізді.

Дипломдық жұмыс екі басты бөлімнен тұрады, олар әуе электр беріліс желілерінің есебі, сонымен қоса қорытынды және қолданылған әдебиеттер тізімі келтірілді.

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

Диплом жазушы Куанов Эльдар 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 Куанов Эльдар «Энергетика» мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесіне лайықты және дипломдық жұмысын А- «өте жақсы» 93 баллмен бағалаймын.

### Ғылыми жетекші

Техника ғылымдарының докторы,  
«Энергетика» кафедрасының  
профессоры

 А.Б. Бекбаев

(қолы)

« 10 » 06 2024 ж.

Тақырыбы: «Эквивалентті кедергі әдісімен және мүмкін статистикалық әдіспен  
электр энергиясының шығынын анықтау»

6В07101 – Энергетика

(шифр және мамандық атауы)

Куанов Эльдар Нурланұлы

(Студенттің аты-жөні)

Дипломдық жұмысына

(жұмыс түрінің атауы)

## СЫН ПІКІР

Бұл дипломдық жұмыста электр торабын есептеу барысында кернеуі 115/37/10,5 кВ қосалқы станциялары қарастырылған. Есептеу нәтижелермен электр энергиясының жылдық шығындарын анықтау үшін эквивалентті кедергі әдісі мен ықтимал-статистикалық әдіс қолданылуы қарастырылды. Эквивалентті кедергі әдісі желінің кедергісін есептеп, жүйедегі жалпы шығынды анықтаған. Ықтимал-статистикалық әдісте ықтималдықтар мен статистикалық деректерді пайдаланып, шығындарды бағалауды жүзеге асырған.

Дипломдық жұмыс екі басты бөлімнен тұрады, олар 115/37/10,5 кВ электр торабын есептеу және электр энергиясының шығынын есептеу, сонымен қоса қорытынды және қолданылған әдебиеттер тізімі келтірілген.

Жалпы дипломдық жұмысты орындау барысында түлектің өзі өз ойымен жазып, есептеулерін есептеп шығарғаны байқалады. Дипломдық жұмыс берілген тапсырмаларына толықтай орындалған.

### 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. Тақырыбы толығымен ашылған.

### Жұмысты бағалау

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

Сын-пікір беріш  
«Біріктірілген тау-көм құрылыс  
компаниясы» ЖШС-нің бас энергетигі  
Е.А.Жолдыбеков  
« 31 » 2024 ж.

## Протокол

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

**Автор:** Куанов Эльдар Нурланұлы

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Эквивалентті кедергі әдісімен және мүмкін статистикалық әдіспен электр энергиясының шығынын анықтау

**Научный руководитель:** Амангельды Бекбаев

**Коэффициент Подобия 1:** 13.1

**Коэффициент Подобия 2:** 2.6

**Микропробелы:** 74

**Знаки из здругих алфавитов:** 422

**Интервалы:** 93

**Белые Знаки:** 5

**После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:**

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

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

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

Обоснование:

*Дата*

  
7.06.24

проверяющий эксперт

## Протокол

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

**Автор:** Куанов Эльдар Нурланұлы

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Эквивалентті кедергі әдісімен және мүмкін статистикалық әдіспен электр энергиясының шығынын анықтау

**Научный руководитель:** Амангельды Бекбаев

**Коэффициент Подобия 1:** 13.1

**Коэффициент Подобия 2:** 2.6

**Микропробелы:** 74

**Знаки из других алфавитов:** 422

**Интервалы:** 93

**Белые Знаки:** 5

**После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:**

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата 20.06.2024

Заведующий кафедрой Энергетики  
Сарсенбаев Е.А.  


**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**

**Куанов Эльдар Нурланұлы**

**Эквивалентті кедергі және мүмкін статистикалық әдістерімен электр энергиясының  
шығынын анықтау**

**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  
НАО «КазННТУ им.К.И.Сатпаева»  
Институт энергетики  
и машиностроения

КОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ  
«Энергетика» кафедрасының  
менгерушісі

PhD қауымдастырылған профессор

Е.А.Сарсенбаев

«30» 06 2024 ж.

### ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Эквивалентті кедергі және мүмкін статистикалық әдістерімен электр  
энергиясының шығынын анықтау»

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

Орындаған:

Куанов Э.Н.

Пікір беруші  
«Біріктірілген тау-кен құрылыс компаниясы»  
ЖШС-нің бас энергетигі

Е.А.Жолдыбеков

«31» мая 2024 ж.

Ғылыми жетекші  
Техникалық ғылымдар докторы,  
профессор

А.Б.Бекбаев

«11» 06 2024 ж.

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ  
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық  
емес акционерлік қоғамы

Ө.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

**БЕКІТЕМІН**

«Энергетика» кафедрасының  
меңгерушісі

PhD қауымдастырылған профессор

Е.А.Сарсенбаев

«26» 01 2024 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Қуанов Эльдар Нурланұлы

Тақырыбы: Эквивалентті кедергі және мүмкін статистикалық әдістерімен электр энергиясының шығынын анықтау.

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

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 14 маусым 2024 жыл.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Абразивті зауытты электр энергиясымен жабдықтау үшін қуаты 40 МВА, кернеуі 110/37/10,5 кВ екі екіорамды трансформатор орнатылған қосалқы стансада жүргізіледі. Трансформаторлар бөлек жұмыс жасайды. Жүйенің қуаты 1700 МВА. Энергожүйеден зауытқа дейінгі қашықтық 6,3 км. Зауыт үш ауысымда жұмыс істейді.

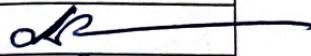
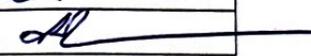
Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі: Абразивті зауыттың электр жүктемелерін есептеу, қуаттардың есептік активті және реактивті шығынын анықтау, техникалық-экономикалық есеп, кернеуі 10 кВ электр желісін есептеу және қондырғыларын таңдау, әуе электр беріліс желілері мен кабель желілерінің номиналды кернеулерін таңдау, есептеу нәтижелерімен эквивалентті кедергі және мүмкін статистикалық әдістерімен электр энергиясының шығынын анықтау.

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

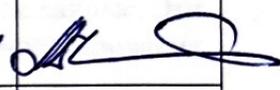
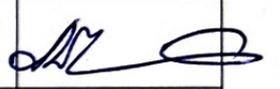
Сызба материалдары қосымша бөлімде көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет 13 атау

Дипломдық жұмысты дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Негізгі бөлім	05.02.2024–05.03.2024 ж.	
Арнайы бөлімі	15.03.2024-25.05.2024 ж.	

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен  
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған  
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілердің аты-жөні, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	Бекбаев А.Б., техникалық ғылымдар докторы, профессор	12.06.24	
Арнайы бөлім	Бекбаев А.Б., техникалық ғылымдар докторы, профессор	12.06.24	
Норма бақылау	Бердібеков Ә.О., магистр, аға оқытушы	07.06 2024	

Ғылыми жетекшісі

 А.Б.Бекбаев  
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған студент

 Э.Н.Куанов  
(қолы)

Күні

«25» 07 2024ж.

## **АНДАТПА**

Дипломдық жұмыста электр энергиясының жылдық шығындарын анықтау эквивалентті кедергі әдісі және ықтимал-статистикалық әдіс арқылы қарастырылған. Бұл жұмыс электр энергиясын тасымалдау және тарату жүйелеріндегі шығындарды бағалауға арналған әдістерді зерттейді. Эквивалентті кедергі әдісі желінің әрбір элементінің кедергісін есептеп, жүйедегі жалпы шығынды анықтауға негізделген. Ықтимал-статистикалық әдіс, өз кезегінде, ықтималдықтар мен статистикалық деректерді пайдаланып, шығындарды бағалауды жүзеге асырады. Бұл тәсілдер электр энергиясының тиімділігін арттыру және шығындарды азайту үшін маңызды құралдар болып табылады.

## **АННОТАЦИЯ**

В данной работе исследуются методы оценки потерь электроэнергии в системах передачи и распределения электроэнергии. Определение годовых потерь электроэнергии рассмотрено методом эквивалентного сопротивления и вероятно-статистическим методом. Метод эквивалентного сопротивления основан на расчете сопротивления каждого элемента сети и определении общих потерь в системе. Вероятно-статистический метод, в свою очередь, осуществляет оценку потерь, используя вероятности и статистические данные. Эти подходы являются важными инструментами для повышения эффективности использования электроэнергии и снижения потерь электрической энергии.

## **ANNOTATION**

The determination of annual electricity losses is considered using the equivalent resistance method and the probabilistic-statistical method. This work investigates methods for assessing electricity losses in power transmission and distribution systems. The equivalent resistance method is based on calculating the resistance of each network element and determining the total losses in the system. The probabilistic-statistical method, in turn, assesses losses using probabilities and statistical data. These approaches are essential tools for improving the efficiency of electricity use and reducing losses.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Абразивті зауытты электрмен жабдықтау	8
1.1 Зауыттағы технологиялық үдеріс	8
2 Дипломдық жұмысқа берілген мәліметтер	10
3 Зауыт бойынша электр жүктемелерін есептеу	11
3.1 Кәсіпорын цехтарындағы жарықтандыру жүктемелерін есептеу	11
3.2 Кәсіпорын бойынша төменгі вольтті электрлік жүктемелерді есептеу	14
3.3 Цех трансформаторларының саны мен қуатын таңдау және 0,4 кВ кернеуіндегі реактивті қуатты компенсациялау	17
3.4 Цехтағы трансформаторлардың қуат шығынын анықтау	20
3.5 Жоғары вольтті есептік жүктемені анықтау	21
3.6 10 кВ шиналарындағы реактивті қуатының компенсациясын есептеу	22
4 Сыртқы электрмен жабдықтау сұлбаларын салыстыру	26
4.1 Бірінші – нұсқа. 110 кВ кернеуі үшін өндіріс орнына дейінгі сым мен қондырғылар таңдау	26
4.2 Кернеуі $U=110$ кВ жабдық таңдау	29
4.3 Қосалқы станцияға және ЭБЖ күрделі салымдарды есептеу	32
4.4 Екінші – нұсқа. Кернеуі 10 кВ кернеуі үшін өндіріс орнына дейінгі сымдар мен қондырғылар таңдау және капитал шығындарды есептеу	34
4.5 Кернеуі 10 кВ кернеудегі қысқа тұйықталу токтарын есептеу және жабдықты таңдау	40
4.6 Кернеуі 10 кВ кернеудегі БТҚС-ға және ҚС аппараттарының таңдалуы	42
4.7 Желілер мен жүктемелердің ажыратқыштарының таңдалуы	43
4.8 Өзіндік мұқтаждық трансформаторларының таңдалуы	44
4.9 Кабельдердің таңдалуы	44
5 Картограмма жасау үшін деректерді есептеу	46
6 Арнайы бөлім	47
6.1 Эквивалентті кедергі әдісі	47
6.2 Мүмкін статистикалық әдісі	49
6.3 Эквивалентті қарсылық әдісі есептік жұмыс	51
6.4 Мүмкін статистикалық әдіспен есептік жұмыс	54
Қорытынды	56
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	57
Қосымша А	58
Қосымша Б	59

## КІРІСПЕ

Электр энергиясының жылдық шығындарын анықтау бүгінгі күннің өзекті мәселелерінің бірі болып табылады. Электр энергиясы жүйелеріндегі шығындарды дәл бағалау және төмендету тиімділікті арттыру, экологиялық әсерді азайту және экономикалық шығындарды төмендету мақсатында маңызды болып табылады.

Бұл дипломдық жұмыста электр энергиясының жылдық шығындарын анықтау үшін эквивалентті кедергі әдісі мен мүмкін статистикалық әдіс қолданылуы қарастырылады. Эквивалентті кедергі әдісі желінің әрбір элементінің кедергісін есептеп, жүйедегі жалпы шығынды анықтауға негізделеді. Мүмкін статистикалық әдіс, өз кезегінде, ықтималдықтар мен статистикалық деректерді пайдаланып, шығындарды бағалауды жүзеге асырады.

Зерттеудің мақсаты – электр энергиясының жылдық шығындарын дәл бағалау үшін екі әдісті салыстырып, олардың артықшылықтары мен кемшіліктерін анықтау. Зерттеу нәтижелері электр энергиясының шығындарын азайту үшін тиімді басқару шешімдерін қабылдауға көмектеседі.

Бұл жұмыста келесі міндеттер қойылған:

- Электр энергиясының шығындарын анықтау әдістеріне шолу жасау.
- Эквивалентті кедергі әдісінің теориялық негіздерін зерттеу.
- Мүмкін статистикалық әдістің теориялық негіздерін зерттеу.
- Әдістерді нақты мысалдарда қолдану және салыстырмалы талдау жасау.
- Зерттеу нәтижелерін талдау және қорытындылау.

Дипломдық жұмыстың құрылымы кіріспеден, әдебиетке шолудан, теориялық негіздерден, әдістерді сипаттаудан, практикалық қолданудан, нәтижелерді талқылаудан және қорытындыдан тұрады.

Жұмыстың негізгі мақсаты – таңдалған зауыт пен оның тұтынушыларын электр энергиясымен ең аз шығындармен және үздіксіз электрмен жабдықтауды оңтайландыру. Дипломдық жұмыстың басты міндеттері мыналардан тұрады:

- а) Зауыттағы әрбір цехтың технологиялық үдерісін талдау;
- б) Цехтар бойынша 0,4 кВ және жоғары вольтті кернеулі электр жүктемелерін есептеу;
- в) Зауыттың сыртқы электрмен жабдықтау жүйесінің екі нұсқасын салыстыру және ең оңтайлысын таңдау;
- г) 10 кВ кернеудегі қысқа тұйықталу токтарын есептеу және жабдықты таңдау;
- д) Зауыт бойынша цехтардың ішінен біреуін электрмен жабдықтау;
- е) Зауыт үшін оңтайлы нұсқаны таңдау және оның қаржылық-экономикалық тиімділігін есептеу;
- ж) Талдау нәтижелеріне сәйкес эквивалентті кедергі және мүмкін статистикалық әдіс бойынша есептеу.

# 1 Абразивті зауытты электрмен жабдықтау

## 1.1 Зауыттағы технологиялық үдеріс

Абразивті зауыт – жоғары қаттылықтағы абразивті материалдардан жасалған құралдарды өндіретін кәсіпорын. Абразивті зауыттың өнім ассортименті келесі құралдар мен композициялардың түрлерінен тұрады: әртүрлі биіктіктегі және диаметрі 3500 мм-ге дейінгі кескіш дөңгелектер, әртүрлі ені мен бекіту әдістерімен абразивті қабаттар; шеңбер, диск, әртүрлі пішіндегі және өлшемдегі конус түрінде жасалған абразивті дөңгелектер; әртүрлі мөлшердегі және пішіндегі штангалар; синтетикалық немесе өсімдік маталарынан жасалған ленталар; және арнайы геометриялық пішіндерге ие абразивті құралдар.

Шағын, қатты және өткір бөлшектер кристалды құрылымдары абразивті материалдар болып табылады. Олар негізінен беткі өңдеу процестерінде қолданылады, мысалы, тегістеу, жылтырату және тазалау жұмыстарында. Әртүрлі металл және металл емес материалдарды өндеуде абразивті материалдар кеңінен пайдаланылады. Олардың химиялық құрамы, қаттылығы және дән мөлшері бойынша жіктеледі. Абразивтердің дән мөлшерін сипаттау үшін 4-тен (ең үлкен дәндер) 1200-ге дейін (ең кіші дәндер) дейінгі масштаб қолданылады.

Абразивті құралдарды дайындауда табиғи (корунд, кварц, эмирий, дала шпаты, алмаз, инфузорланған жер) және синтетикалық материалдар (бор, көміртегі мен кремний қоспасы, электрокорунд, титан диоксиді, жасанды алмаз және басқалары) қолданылады. Заманауи жасанды абразивтердің қасиеттері олардың механикалық, кристаллографиялық, физикалық және химиялық тұрақтылығымен ерекшеленеді, бұл оларды табиғи абразивтерге қарағанда өндірісте қолайлы етеді. Механикалық кедергісі кесу, тегістеу және жылтырату кезінде бұзылмай, механикалық жүктемелерге төтеп беру қабілетін анықтайды. Бұл қасиет абразивті материалдың сығымдау беріктігімен өлшенеді.

Абразивті өңдеу – бұл абразивті құралдарды қолмен немесе станоктарда металл, шыны, ағаш, пластмасса және басқа материалдарды өңдеу процесі. Тегістеу, жылтырату, тегістеу және тегістеу абразивті өңдеудің мысалдары болып табылады. Абразивті өңдеу процесі әртүрлі пішін мен мөлшердегі абразивті түйіршіктерді қолдану арқылы жүзеге асырылады. Өңдеу барысында әрбір абразивті түйір металлдың кішкене қабатын кесіп алып, дайындаманың бетінде сызаттар қалдырады.

Электр қондырғыларын орнату ережелеріне сәйкес абразивті зауыттар екінші санатты тұтынушыларға жатады. Бұл электр энергиясымен қамтамасыз етудің күтпеген үзілісі ақауларға немесе өнімнің толық шығарылмауына, жабдықтардың тоқтап қалуына және тұрғындардың тіршілігіне әсер етуі мүмкін. Электр станцияларындағы отынның жетіспеушілігі, электр энергиясының уақытылы төленбеуі, электр станцияларындағы және беру желілеріндегі апаттық жағдайлар, кәсіпорындар арасындағы келісілмеген әрекеттер – электрмен жабдықтаудағы үзілістердің негізгі себептері.

II санатты қабылдағыштарға доғалы пештер цехы, қайта балқыту цехы және басқа цехтардың кейбір электр қабылдағыштары жатады. Олардың электрмен жабдықтаудағы үзілістері өнімнің жіберілмеуіне немесе ақаулардың пайда болуына, жұмысшылардың тоқтап қалуына әкелуі мүмкін. II санатты электр қабылдағыштарды екі тәуелсіз қоректендіру көздерінен қамтамасыз ету ұсынылады.

I және II санаттарға жатпайтын барлық басқа электр қабылдағыштар III санатқа жатады. Олардың қоректенуі электрмен жабдықтау жүйесінің бүлінген элементін жөндеу немесе ауыстыру үшін қажетті үзіліс бір тәуліктен аспайтын болса, бір көзден қамтамасыз етілуі мүмкін.

## 2 Дипломдық жұмысқа берілген мәліметтер

Қоректендіру қуаты шексіз энерго жүйенің қосалқы стансасынан жүргізіледі, кернеуі 115/37/10,5 кВ қуаты 40 МВА екі екіорамды трансформатор орнатылған. 115 кВ жағындағы қ.т. тогының қуаты 1700 МВА.

Энергожүйе қосалқы стансасынан зауытқа дейінгі қашықтық 6,3 км.

Зауыт үш ауысымда жұмыс істейді.

Кесте 2.1 – Зауыттың электр жүктемелері

Цех №	Цехтардың атаулары	ЭҚ саны, n	Орнатылған қуат, кВт	
			Бір ЭҚ, P <sub>н</sub>	∑P <sub>н</sub>
1	№1 дайындық цехы	28	4-20	280
2	№1 ұнтақтар цехы	45	15-55	1200
3	Дәндер қоймасы	8	1-25	120
4	№1 доғалық пештер цехы	35	15-110	3000
5	Үгіту цехы	25	4-60	500
6	Өткізу цехы	45	2-110	1000
7	№1 дәндер цехы	25	8-45	800
8	№2 ұнтақтар цехы	35	8-25	1000
9	№2 доғалық пештер цехы:			
	а) 0,4 кВ;	35	8-110	1500
	б) ДББП 12 т	2	3125	6250
10	Компрессорлық станса:			
	а) 0,4 кВ;	8	15-35	750
	б) СҚ 6 кВ	4	2000	8000
11	Бұйымдар цехы	15	8-70	1200
12	№2 дәндер цехы	20	8-25	1400
13	Пештік цех	45	8-240	9000
14	Жөндеу-механикалық цехы	40	2-35	650
15	Зауыт басқармасы, асхана	35	2-45	800
16	№ 2 дайындық цехы	45	2-35	850
17	Насостық: а) СҚ 10 кВ	4	1000	4000
18	Байланыстыру цехы	15	2-35	250
19	Көмір дайындау	15	8-35	450
20	Дайын бұйымдар қоймасы	8	8-35	200

### 3 Зауыт бойынша электр жүктемелерін есептеу

#### 3.1 Кәсіпорын цехтарындағы жарықтандыру жүктемелерін есептеу

Кәсіпорынның жүктемесін анықтауда жарықтандыру жүктемелерін есептеусұраныс коэффициенті мен өндірістің ауданының меншікті тығыздығы бойынша жүргізіледі.

Бұл әдіс бойынша жарықтандыру жүктемесі ең көп жүктелген ауысымның орташа жарықтандыру қуатына тең деп алынады және келесі формула бойынша анықталады:

$$P_{e.ж.} = K_{e.ж.} * P_{орн.ж.}, \text{ кВт} \quad (3.1)$$

$$Q_{e.ж.} = \tan \varphi_{ж.} * P_{орн.ж.}, \text{ кВар} \quad (3.2)$$

мұнда  $K_{e.ж.}$  – жарықтандыру жүктемесінің активті қуатының сұраныс коэффициенті, оның сандық мәндері кестеден алынады.

$\tan \varphi_{ж.}$  – реактивті қуат коэффициенті, ДРЛ мен люминисцент лампаларына арналған  $\cos \varphi$  мәні 0,92-ға тең, сәйкесінше  $\tan \varphi = 0,426$ ;

$P_{орн.ж.}$  – цех, бөлім және т.б. бойынша жарықтандыру көздерінің тұрақталған қуаты,  $1 \text{ м}^2$  еден бетінің және белгілі өндірістік ауданның меншікті жарықтандыруы арқылы анықталады.

$$P_{орн.ж.} = \rho_0 * F, \text{ кВт} \quad (3.3)$$

мұнда  $F$  – өндірістік бөлме еденінің ауданы,  $\text{м}^2$ ;

$\rho_0$  – меншікті қуат,  $\text{кВт}/\text{м}^2$ .

$\rho_0$  – шамасы бөлменің түріне тәуелді және анықтамадан алынады.

Барлық есептеулер кесте 3.1 – «Жарықтану жүктемесін есептеу» енгізіледі.

Кесте 3.1 – Жарықтық жүктемені есептеу

Цех №	Цехтар атауы	ЭҚ саны, n	Орнатылған қуаты, кВт		Ғимарат өлшемдері, м	Ғимарат ауданы, м <sup>2</sup>	Меншік-ті жарықтану жүктемесі, ρ <sub>ж</sub> , кВт/м <sup>2</sup>	Сұраныс коэф., Кс	Жарықтанудың орнатылған қуаты, Р <sub>оқ</sub> , кВт	Жарықтану жүктемесінің есептік қуаты		Cosφ /tgφ	Лампа түрі
			Бір ЭҚ, Р <sub>ж</sub>	∑ Р <sub>ж</sub>						Р <sub>е.ж.</sub> , кВт	Q <sub>е.ж.</sub> , квар		
1	№1 дайындық цехы	4	5	4	58x25	1450	0,015	0,85	21,75	18,49	7,88	0,92/0,42 6	ДРЛ
2	№1 ұнтақтар цехы	4-20	280	4-20	91x37	3367	0,015	0,85	50,505	42,93	18,29	0,92/0,42 6	ДРЛ
3	Дәндер қоймасы	15-55	1200	15-55	58x25	1450	0,020	0,6	29	17,4	7,41	0,92/0,42 6	ЛЛ
4	№1 доғалық пештер цехы	1-25	120	1-25	141x79-25x54	9789	0,015	0,95	146,835	139,49	59,42	0,92/0,42 6	ДРЛ
5	Үгіту цехы	15-110	3000	15-110	91x45	4095	0,015	0,85	61,425	52,21	22,24	0,92/0,42 6	ДРЛ
6	Өткізу цехы	4-60	500	4-60	70x25	1750	0,015	0,95	26,25	24,94	10,62	0,92/0,42 6	ДРЛ
7	№1 дәндер цехы	2-110	1000	2-110	79x33	2607	0,015	0,85	39,105	33,24	14,16	0,92/0,42 6	ДРЛ
8	№2 ұнтақтар цехы	8-45	800	8-45	83x33	2739	0,015	0,85	41,085	34,92	14,88	0,92/0,42 6	ДРЛ
9	№2 доғалық пештер цехы: а) 0,4 кВ;	8-25	1000	8-25	75x54-33x20	3390	0,015	0,95	50,85	48,31	20,58	0,92/0,42 6	ДРЛ

Кесте 3.1 жалғасы

№	Цехтар атауы	ЭҚ саны, n	Бір ЭҚ, P <sub>н</sub>	∑ P <sub>н</sub>	Ғимарат өлшемдері, м	Ғимарат ауданы, м <sup>2</sup>	Меншікті жарықтану жүктемесі, ρ <sub>ж</sub> , кВт/м <sup>2</sup>	Сұраныс коэф., Кс	Жарықтанудың орнатылған қуаты, P <sub>ок</sub> , кВт	P <sub>е.ж.</sub> , кВт	Q <sub>е.ж.</sub> , квар	Cosφ /tgφ	Лампа түрі
10	Компрессорлық станса: а) 0,4 кВ;	8	15-35	750	58x29	1682	0,013	0,85	21,866	18,59	7,92	0,92/0,42 6	ДРЛ
11	Бұйымдар цехы	15	8-70	1200	66x33	2178	0,015	0,85	32,67	27,77	11,83	0,92/0,42 6	ДРЛ
12	№2 дәндер цехы	20	8-25	1400	75x45	3375	0,015	0,85	50,625	43,03	18,45	0,92/0,42 6	ДРЛ
13	Пештік цех	45	8-240	9000	140x50	7000	0,015	0,95	105	99,75	42,49	0,92/0,42 6	ДРЛ
14	Жөндеу-механикалық цехы	40	2-35	650	33x50	1650	0,015	0,85	24,75	21,04	8,96	0,92/0,42 6	ДРЛ
14	Жөндеу-механикалық цехы	40	2-35	650	33x50	1650	0,015	0,85	24,75	21,04	8,96	0,92/0,42 6	ДРЛ
15	Зауыт басқар-масы, асхана	35	2-45	800	140x70	9800	0,020	0,90	196	176,4	75,15	0,92/0,42 6	ЛЛ
16	№ 2 дайындық цехы	45	2-35	850	140x54	7560	0,015	0,95	113,4	107,73	45,89	0,92/0,42 6	ДРЛ
17	Байланыстыру цехы	15	2-35	250	117x45	5265	0,015	0,95	78,975	75,03	31,96	0,92/0,42 6	ДРЛ
19	Дайын бұйымдар қоймасы	8	8-35	200	133x383	50939	0,020	0,6	1018,78	611,27	260,40	0,92/0,42 6	ДРЛ
20	Территория	1			1083x750	812250	0,0012	1	974,7	974,7	604,31	0,85/0,62	ДРЛ

### 3.2 Кәсіпорын бойынша төменгі вольтті электрлік жүктемелерді есептеу

0,4 кВ шинасындағы күштік жүктемені “Келтірілген диаграмма” әдісі бойынша (№1 дайындық цехі) есептейміз.

Қуатты құрастыру модулін есептеу:

$$m = \frac{P_{ж\ макс}}{P_{ж\ мин}}, \quad (3.4)$$

мұнда  $P_{ж\ макс}$ ,  $P_{ж\ мин}$  – электр тұтынушының ең төменгі және ең жоғарғы активті қуаты. Егер  $m > 3$ -тен жоғары болса, онда электр тұтынушының тиімді саны формула арқылы анықталады, егер  $m < 3$ -тен төмен болса, онда электр тұтынушының тиімді саны нақты  $n_{э\ ф} = n$  тең деп алынады.

$$m = \frac{100}{1} > 3.$$

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

$$P_{ом} = K_{к} \cdot \Sigma P_{н}, \text{ кВт} \quad (3.5)$$

$$Q_{ом} = P_{ом} \cdot \text{tg}, \text{ кВар} \quad (3.6)$$

$$P_e = K_{м.} \cdot P_{ом}, \text{ кВт} \quad (3.7)$$

$$n_{э} = \frac{2 \Sigma P_{н}}{P_{н}}, \quad (3.8)$$

егерде  $n_{э} > 10$ ;  $Q_p = Q_{ом}$ ;  $n_{э} \geq 10$ ;  $Q_p = 1,1 \cdot Q_{ом}$ ;  $K_{м} = f(K_{к}, n_{э})$

Кесте 3.2 - Зауыт цехтары бойынша күштік және жарықтық жүктемелерді есептеу

№	Цех атауы	ЭҚ саны, n	Орнатылған қуат, кВт		m	K <sub>к</sub>	cos φ /tg φ	Орташа жүктеме		nэ	K <sub>м</sub>	Орташа жүктеме			
			P <sub>нmin</sub> - P <sub>н max</sub>	ΣP <sub>н</sub>				P <sub>ом,</sub> кВт	Q <sub>ом,</sub> кВар			P <sub>е,</sub> кВт	Q <sub>е,</sub> квар	S <sub>е,</sub> кВА	
1	№1 дайындық цехы														
	а) күштік	28	4-20	280	5	0,4	0,75/0,8	112	98,56	28	1,19	133,28	98,56	-	
	б) жарықтандыру	-	-	-	-	-	-	18,49	7,88	-	-	18,49	7,88	-	
	Барлығы	-	-	-	-	-	-	130,4	106,44	-	-	151,77	106,44	185,37	
2	№1 ұнтақтар цехы														
	а) күштік	45	15-55	1200	3.6	0.5	0.8/0.75	600	450	43	1,13	678	450	-	
	б) жарықтандыру	-	-	-	-	-	-	42,93	18,29	-	-	42,93	18,29	-	
	Барлығы	-	-	-	-	-	-	642,9	468,29	-	-	720,93	468,29	859,67	
3	Дәндер қоймасы														
	а) күштік	8	1-25	120	25	0.3	0.8/0.75	36	27	9	1,65	59,4	29,7	-	
	б) жарықтандыру	-	-	-	-	-	-	17,4	7,41	-	-	17,4	7,41	-	
	Барлығы	-	-	-	-	-	-	53,4	34,41	-	-	76,8	37,11	85,3	
4	№1 доғалық пештер цехы														
	а) күштік	35	15-110	3000	7.3	0.7	0.6/1.33	2100	2793	54	1,08	2268	2793	-	
	б) жарықтандыру	-	-	-	-	-	-	139,	59,42	-	-	139,49	59,42	-	
	Барлығы	-	-	-	-	-	-	2239	2852,42	-	-	2407,49	2852,42	3732,60	
5	Үгіту цехы														
	а) күштік	25	4-60	500	15	0.6	0.8/0.75	300	225	16	1,18	354	225	-	
	б) жарықтандыру	-	-	-	-	-	-	52,21	22,24	-	-	52,21	22,24	-	
	Барлығы	-	-	-	-	-	-	352,2	247,24	-	-	406,21	247,24	475,54	
6	Өткізу цехы														
	а) күштік	45	2-110	1000	55	0,6	0.85/0.62	600	372	18	1,15	690	372	-	
	б) жарықтандыру	-	-	-	-	-	-	24,94	10,62	-	-	24,94	10,62	-	
	Барлығы	-	-	-	-	-	-	624,9 4	382,62	-	-	714,94	382,62	810,89	

7	№1 дәндер цехы													
	а) күштік	25	8-45	800	6	0.5	0.75/0.8	400	352	35	1,15	460	352	-
	б) жарықтандыру	-	-	-	-	-	-	33,24	14,16	-	-	33,24	14,16	-
	Барлығы	-	-	-	-	-	-	433,2	366,16	-	-	493,24	366,16	614,3
8	№2 ұнтақтар цехы													
	а) күштік	35	8-25	1000	3.	0.5	0.8/0.75	500	375	80	1,1	550	375	-
	б) жарықтандыру	-	-	-	-	-	-	34,92	14,88	-	-	34,92	14,88	-
	Барлығы	-	-	-	-	-	-	534,9	389,88	-	-	584,92	389,88	702,95
9	№2 доғалық пештер цехы 0,4кв													
	а) күштік	35	8-110	1500	14	0.5	0.8/0.75	750	562,5	27	1,1	877,5	562,5	-
	б) жарықтандыру	-	-	-	-	-	-	48,31	20,58	-	-	48,31	20,58	-
	Барлығы	-	-	-	-	-	-	798,3	583,08	-	-	925,81	583,08	1094,12
10	Компрессорлық станса													
	а) күштік	8	15-35	750	3	0.6	0.7/1.02	450	459	42	1,12	504	459	-
	б) жарықтандыру	-	-	-	-	-	-	18,59	7,92	-	-	18,59	7,92	-
	Барлығы	-	-	-	-	-	-	468,5	466,92	-	-	522,59	446,92	687,63
11	Бұйымдар цехы													
	а) күштік	15	8-70	1200	9	0.5	0.75/0.8	600	528	34	1,15	690	528	-
	б) жарықтандыру	-	-	-	-	-	-	27,77	11,83	-	-	27,77	11,83	-
	Барлығы	-	-	-	-	-	-	627,7	539,83	-	-	717,77	539,83	898,11
12	№2 дәндер цехы													
	а) күштік	20	8-25	1400	3	0.5	0.75/0.8	700	616	112	1,0	756	616	-
	б) жарықтандыру	-	-	-	-	-	-	43,03	18,45	-	-	43,03	18,45	-
	Барлығы	-	-	-	-	-	-	743,0	634,45	-	-	799,03	634,45	1020,28
13	Пештік цех													
	а) күштік	45	8-240	9000	30	0.6	0.7/1.02	5400	5508	75	1,09	5886	5508	-
	б) жарықтандыру	-	-	-	-	-	-	99,75	42,49	-	-	99,75	42,49	-
	Барлығы	-	-	-	-	-	-	5499,	5550,49	-	-	5985,75	5550,49	8163,16
14	Жөндеу-механикалық цехы													
	а) күштік	40	2-35	650	2	0.3	0.7/1.02	195	198,9	37	1,21	235,95	198,9	-
	б) жарықтандыру	-	-	-	-	-	-	21,04	8,96	-	-	21,04	8,96	-
	Барлығы	-	-	-	-	-	-	216,0	207,86	-	-	256,99	207,86	330,53

15	Зауыт басқармасы, асхана													
	а) күштік	35	2-45	800	22	0.5	0.9/0.48	400	192	35	1,15	460	192	-
	б) жарықтандыру	-	-	-	-	-	-	176,4	75,15	-	-	176,4	75,15	-
	Барлығы	-	-	-	-	-	-	576,4	267,15	-	-	636,4	267,15	690,2
16	№ 2 дайындық цехы													
	а) күштік	45	2-35	850	17	0.4	0.75/0.8	340	299,2	48	1,13	384,2	299,2	-
	б) жарықтандыру	-	-	-	-	-	-	107,7	45,89	-	-	107,73	45,89	-
	Барлығы	-	-	-	-	-	-	447,7	345,09	-	-	491,93	345,09	600,9
18	Байланыстыру цехы													
	а) күштік	15	2-35	250	17	0.4	0.75/0.8 8	100	88	14	1,32	132	88	-
	б) жарықтандыру	-	-	-	-	-	-	75,03	31,96	-	-	75,03	31,96	-
	Барлығы	-	-	-	-	-	-	175,0	119,96	-	-	207,03	119,96	239,27
19	Көмір дайындау													
	а) күштік	15	8-35	450	4.4	0.5	0.75/0.8 8	225	198	25	1,17	263,25	198	-
	б) жарықтандыру	-	-	-	-	-	-	60,76	25,88	-	-	60,76	25,88	-
	Барлығы	-	-	-	-	-	-	285,7	223,88	-	-	324,01	223,88	393,83
20	Дайын бұйымдар қоймасы													
	а) күштік	8	8-35	200	4.4	0.3	0.8/0.75	60	45	11	1,52	91,2	45	-
	б) жарықтандыру	-	-	-	-	-	-	611,2	260,40	-	-	611,27	260,40	-
	Барлығы	-	-	-	-	-	-	671,2	305,40	-	-	702,47	305,4	765,98
21	Аумақты жарықтандыру													
	б) жарықтандыру	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	974,7	604,31	-
	Барлығы	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	974,7	604,31	-
	0,4 кВ	-	-	24950	-	0,62	-	15521	14091,57	743	1	18100,78	14678,58	23304,48

Кесте 3.3 – 6 кВ және 10 кВ кернеудегі зауыттың күштік жүктемелерін есептелуі

№	Цехтардың аталуы	ЭҚ сан	Орнатылған қуат, кВт			m	K <sub>к</sub>	cosφ	tgφ	Орташа жүктеме		n <sub>э</sub>	КМ	Есептік жүктеме		
		n	P <sub>нmin</sub>	P <sub>нmax</sub>	ΣP <sub>н</sub>					P <sub>ом,</sub> кВт	Q <sub>ом,</sub> кВар			P <sub>е,</sub> кВт	Q <sub>е,</sub> кВар	S <sub>е,</sub> кВА
9	№2 доғалық пештер цехы ДББП 12 т	2	3125	6250	m<3	0,7	0,9	0,48	4375	2100	2	1,36	5950	3689	7000	
10	Компрессорлық станса: СҚ 6 кВ	4	2000	8000	m<3	0,7	0,9	0,48	5600	2688	4	1,29	7224	3264	7927	
17	Насостық: а) СҚ 10 кВ	4	1000	4000	m<3	0,8	0,9	0,48	3200	1536	4	1,06	3392	1632	3764	

### 3.3 Цех трансформаторларының саны мен қуатын таңдау және 0,4 кВ кернеуіндегі реактивті қуатты компенсациялау

Цех трансформаторларының саны мен қуатын дұрыс анықтау мына факторларды ескере отырып, техникалық-экономикалық есептеулер арқылы ғана мүмкін болады.

Есептік деректер 2.2 кестесінен таңдап алынады.

Зауыт тұтынушылардың II санатына жатады, кәсіпорын 3 ауысымда жұмыс істейді, демек,  $K_{зтр}=0,7$  трансформаторларының жүктелу коэффициенті. Трансформаторын аламыз  $S_{нт} = 1600$  кВА.

Есептеуге арналған деректер:  $P_{р0,4}= 18100,8$  кВт;  $Q_{р0,4}= 14678,6$  квар;  $S_{р0,4}= 23304,5$  кВА

Ең көп есептік активті жүктемені қоректендіру үшін қажетті трансформаторлардың ең аз саны, қуаты бірдей цех трансформаторларының әрбір технологиялық шоғырланған тобы үшін мынадай формула бойынша есептеледі:

$$N_{тmin.} = \frac{P_{e.0,4.}}{K_{ж} \cdot S_{нт}} + \Delta N, \quad (3.9)$$

мұндағы  $P_{e.0,4.}$  – есептік активті жүктеме жиынтығы;

$K_{ж}$  – трансформаторды жүктеу коэффициенті;

$S_{нт}$  – трансформатордың номиналды қуаты;

$\Delta N$  – ең жақын бүтін санға дейін дөңгелектеу.

Трансформаторлардың экономикалық мақсатқа сай саны  $N_{т.э}$  мынаформула арқылы анықталады:

$$N_{тmin.} = \frac{18100,8}{0,7 \cdot 1600} + 0,4 = 17$$

Трансформаторлардың экономикалық мақсатқа сай саны  $N_{т.э}$  мынаформула арқылы анықталады:

$$N_{т.э} = N_{min} + m, \quad (3.10)$$

мұнда  $m$  – трансформаторлардың қосымша саны,

$N_{т.э}$  күрделі шығындардың тұрақты құрауыштарын ескере отырып, реактивті, уатты беруге жұмсалатын үлестік шығындармен анықталады  $3 \cdot \pi / \text{ст.}$  [6]

Сонда сұлбасынан қисық бойынша  $m$  анықтаймыз. Бұл жағдайд  $m=0$ ,

$$N_{т.э} = 17 + 0 = 17$$

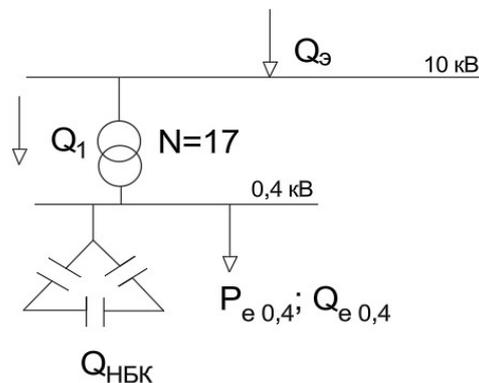
демек  $N_{Т.э} = 17$  трансформатор ретінде қабылдаймыз.

Таңдалған трансформатор саны бойынша ең жоғары реактивті қуатты  $Q_1$  анықтайды, оны трансформаторлар арқылы кернеуі 1 кВ дейінгі жүйеге берген жөн болады, анықталатын формуласы:

$$Q_1 = \sqrt{(1,05 * N_{Т.э} * S_{Нтр} * K_3)^2 - P_e^2}, \quad (3.11)$$

$$Q_1 = \sqrt{(1,05 * 17 * 1600 * 0,8)^2 - 18100,8^2} = 8487,7 \text{ кВар.}$$

3.1 –сурет көрсетілген төменвольтті жүктеме үшін орынбасу сұлбасын құрастырамыз.



3.1 –сурет – Орынбасу сұлбасы

0,4 кВ шиналарындағы реактивті қуат балансының шартынан  $Q_{нбк}$  шамасын есептейміз:

$$Q_{нбк} + Q_1 = Q_{e,0,4} \quad (3.12)$$

$$Q_{нбк} = Q_{e,0,4} - Q_1 = 14678,6 - 8487,7 = 6190,9 \text{ кВар}$$

Әрбір трансформаторға келетін конденсаторлардың бір батареясының қуатын анықтаймыз:

$$Q_{ТБК \text{ ТҚС}} = \frac{Q_{ТБК}}{N_{Тэ}}, \quad (3.13)$$

$$Q_{ТБК \text{ ТҚС}} = \frac{6190,9}{17} = 364 \text{ квар.}$$

Әрбір трансформаторға келетін УКЛН - 0,38 – 300 – 150 УЗ типті конденсатор батареяларын аламыз. [10,кесте 2.175]

Жоғарыда келтірілген есептер кесте 3.4 негізінде жасалады. Бұл кестеде цехтар ТҚС-ларына төменвольтті жүктемелерді орналастыруы көрсетілген.

Кесте 3.4 – Төменгівольтті жүктемелерді ТҚС бойынша орналастыру

№ ТП; S <sub>нт</sub> , кВА; Q <sub>нбк</sub> , квар	№ цехов	P <sub>p 0,4</sub> , кВт	Q <sub>p 0,4</sub> , кВар	S <sub>p 0,4</sub> , кВА	K' <sub>3</sub>
ТҚС1 (4×1600)	1	151,8	106,4		
	2	720,9	468,3		
	3	76,8	37,1		
	4	2407,5	2852,4		
	5	406,2	247,2		
Освещение $\sum P_p, Q_p$		270,52	115,24		
Q <sub>нбк</sub> (4×300)			-1200		
ТҚС1 бойынша қорытынды		4033,72	2626,6	4813,5	0,75
ТҚС2 (4×1600)	6	714,9	382,6		
	7	493,2	366,1		
	8	584,9	389,9		
	9	925,8	583,1		
	10	522,6	446,9		
	11	717,8	539,8		
	12	799	634,5		
Освещение $\sum P_p, Q_p$		236,8	98,44		
Q <sub>нбк</sub> (4×300)			-1200		
ТҚС2 бойынша қорытынды		4995	2241,3	5474,8	0,85
ТҚС3 (7×1600)	13	5985,8	5550,5		
	14	256,9	207,9		
	16	491,9	345,1		
Освещение $\sum P_p, Q_p$		228,52	97,34		
Q <sub>нбк</sub> (7×300)			-2100		
ТҚС3 бойынша қорытынды		6963,1	4100,8	8080	0,72
ТҚС4 (2×1600)	15	636,4	267,15		
	18	207	120		
	19	324	223,9		
	20	702,5	305,4		
Освещение $\sum P_e, Q_e$		923,46	393,9		
Q <sub>нбк</sub> (2×300)			-600		
ТҚС4 бойынша қорытынды		2793,36	710,35	2882,3	0,9

Кесте 3.5 – Трансформаторларды таңдаймыз ТМЗ-1600/6(10)/0,4 УЗ

Номиналды қуаты	$\Delta P$ , Вт		Бос жүріс тогы	Қысқа тұйықталу кернеуі
	$\Delta P_{\text{бж}}$	$\Delta P_{\text{кт}}$	$I_{\text{бж}}$ , %	$U_{\text{кт}}$ , %
ТМЗ-1600	3100	11500	0,3	6

### 3.4 Цехтағы трансформаторлардың қуат шығынын анықтау

Әрбір трансформатордың қосалқы станциясы(ТҚС) үшін активті және реактивті қуаттардың жиынтықшығындарын есептеу мынадай формулалар арқылы жүргізіледі:

$$\Sigma \Delta P_{\text{тр}} = N \cdot (\Delta P_{\text{бж}} + \Delta P_{\text{кт}} \cdot K_{\text{кт}}^2), \text{ кВт}; \quad (3.14)$$

$$\Sigma \Delta Q_{\text{тр}} = N \cdot \left( \frac{I_{\text{бж}} \cdot S_{\text{н.тр}}}{100} + \frac{U_{\text{кт}} \cdot S_{\text{н.тр}} \cdot K_{\text{кт}}^2}{100} \right), \text{ кВАр}. \quad (3.15)$$

(3.14) және (3.15) формулалар арқылы есептері жүргіземіз:  
ТҚС1 үшін  $K_{\text{кт}} = 0,75$  және  $n = 4$ :

$$\Sigma \Delta P_{\text{т}_1} = 4 \cdot (3,1 + 11,5 \cdot 0,75)^2 = 38,28 \text{ кВтм};$$

$$\Sigma \Delta Q_{\text{т}_1} = 4 \cdot \left( \frac{0,3 \cdot 1600}{100} + \frac{6 \cdot 1600 \cdot 0,75^2}{100} \right) = 235,2 \text{ кВАр};$$

ТҚС2 үшін  $K_{\text{кт}} = 0,85$  және  $n = 4$ :

$$\Sigma \Delta P_{\text{т}_2} = 4 \cdot (3,1 + 11,5 \cdot 0,85)^2 = 45,6 \text{ кВтм};$$

$$\Sigma \Delta Q_{\text{т}_2} = 4 \cdot \left( \frac{0,3 \cdot 1600}{100} + \frac{6 \cdot 1600 \cdot 0,85^2}{100} \right) = 296,64 \text{ кВАр};$$

ТҚС3 үшін  $K_{\text{кт}} = 0,72$  және  $n = 7$ :

$$\Sigma \Delta P_{\text{т}_3} = 7 \cdot (3,1 + 11,5 \cdot 0,72)^2 = 63,4 \text{ кВтм};$$

$$\Sigma \Delta Q_{\text{т}_3} = 7 \cdot \left( \frac{0,3 \cdot 1600}{100} + \frac{6 \cdot 1600 \cdot 0,72^2}{100} \right) = 381,36 \text{ кВАр};$$

ТКС4 үшін  $K_{кт} = 0,9$  және  $n = 2$ :

$$\Sigma \Delta P_{T_2} = 2 \cdot (3,1 + 11,5 \cdot 0,9)^2 = 86,9 \text{ кВтм};$$

$$\Sigma \Delta Q_{T_4} = 2 \cdot \left( \frac{0,3 \cdot 1600}{100} + \frac{6 \cdot 1600 \cdot 0,9^2}{100} \right) = 165,6 \text{ кВар};$$

Барлық трансформаторлардағы келтірілген активті және реактивті қуат шығындарының есебі:

$$\Sigma \Delta P_{тр} = \Sigma \Delta P_{T_1} + \Sigma \Delta P_{T_2} + \Sigma \Delta P_{T_3} + \Sigma \Delta P_{T_4} = 234,18 \text{ кВт},$$

$$\Sigma \Delta Q_{тр} = \Sigma \Delta Q_{T_1} + \Sigma \Delta Q_{T_2} + \Sigma \Delta Q_{T_3} + \Sigma \Delta Q_{T_4} = 1078,8 \text{ кВар}.$$

### 3.5 Жоғары вольтті есептік жүктемені анықтау

*Синхронды қозғалтқыштардың есептік қуатын анықтау*

Синхронды қозғалтқыштардың есептік қуатын анықтау формулалар келесідей жүргізіледі:

$$P_{есқ} = P_{нсқ} \cdot K_{кт}, \text{ кВт}, \quad (3.16)$$

$$Q_{есқ} = P_{есқ} \cdot \text{tg } \varphi, \text{ кВар}. \quad (3.17)$$

мұнда  $P_{нсд}$  – СҚ-тың номиналды қуаты;

$\text{tg } \varphi$  – 0,5 ( $\cos \varphi = 0,9$  арқылы анықталады);

$K_{кт}$  – 0,85 – 0,95 арасынан таңдаймыз.

Қозғалтқыштың қуаты бойынша тапсырмаға сәйкес анықтамалықтан СҚ типі мен паспорттық деректері таңдалады. [10, кесте 2.48].

Берілген: СҚ1: СДН-2-16-59-6УХЛ4 таңдаймыз:

$U_n = 6 \text{ кВ}; P_{нсқ} = 2000 \text{ кВт}; \cos \varphi = 0,9; \text{tg } \varphi = 0,48$

$N_{сд} = 4; K_3 = \beta = 0,85; n = 750 \text{ айн/мин}; X''_d = 15,7 \%$ .

$$P_{есқ1} = 2000 \cdot 4 \cdot 0,85 = 6800 \text{ кВтм};$$

$$Q_{есқ1} = 6800 \cdot 0,48 = 3264 \text{ кВар};$$

Берілген: СҚ2: СДН-14-59-6У3 таңдаймыз:

$U_n = 10 \text{ кВ}; P_{нсқ} = 1000 \text{ кВт}; \cos \varphi = 0,9; \text{tg } \varphi = 0,48$

$N_{сд} = 4; K_{кт} = \beta = 0,85; n = 1000 \text{ айн/мин}; X''_d = 15,6 \%$ .

$$P_{e\text{CK2}} = 1000 \cdot 4 \cdot 0.85 = 3400 \text{ кВт};$$

$$Q_{e\text{CK2}} = 3400 \cdot 0.48 = 1632 \text{ кВАр};$$

*ДББП пештерінің есептік қуатын анықтау*

ДББП 12 тонналық пешінің паспорттық мәліметтері: [11, кесте 4.3]

Трансформатор ЭТЦДК-2500/10-74 УЗ

$$S_{\text{ном}}=5 \text{ МВА}, \cos\varphi=0,85, K_{\text{КТ}}=0,7, \text{tg}\varphi=0,62, N=2.$$

ДББП 12 т пешінің есептік активтік және реактивтік қуаты келесідегідей жүргізіледі:

ДББП 12 т пешінің есептік активтік және реактивтік қуатын анықтау формулалар келесідей жүргізіледі:

$$P_{e\text{ДСП}} = S_{\text{н}} \cdot N \cdot \cos\varphi \cdot K_{\text{КТ}} = 5000 \cdot 2 \cdot 0,85 \cdot 0,7 = 5950 \text{ кВт},$$

$$Q_{e\text{ДСП}} = P_{e\text{ДСП}} \cdot \text{tg}\varphi = 5950 \cdot 0,62 = 3689 \text{ кВАр}.$$

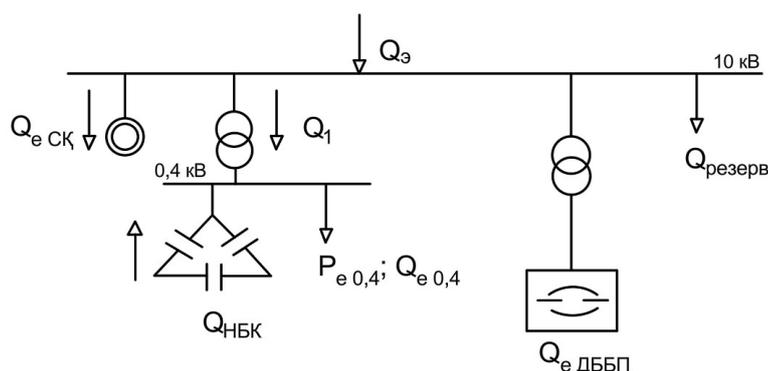
Пеш трансформаторларындағы шығындарды жеңілдетілген формула арқылы анықтаймыз:

$$\Delta P_{\text{тр.ДСП}} = 2 \% \cdot S_{\text{н.тр}} \cdot N = 0,02 \cdot 5000 \cdot 2 = 200 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{\text{тр.ДСП}} = 10 \% \cdot S_{\text{н.тр}} \cdot N = 0,1 \cdot 5000 \cdot 2 = 1000 \text{ кВАр}.$$

### 3.6 10 кВ шиналарындағы реактивті қуатының компенсациясын есептеу

3.2 – суретте көрсетілген орын басу сұлбасын құрамыз.



3.2 –сурет – Орынбасу сұлбасы

Резервті қуат:

$$Q_{\text{рез}} = (0.1 \div 0.15)(Q_{e0.4} + \sum \Delta Q_{\text{тр}}), \quad (3.18)$$

$$Q_{рез} = 0.1 \cdot (14678,6 + 1078,9 + 3689 + 1000) = 2044,65 \text{ кВар.}$$

Энергожүйеден келетін қуат:

$$Q_{э} = (0,23 \div 0,25) \cdot (P_{p0.4} + \Delta P_{Tp} + P_{p.СҚ}), \quad (3.19)$$

$$Q_{э} = 0,25 \cdot (1800,8 + 234,18 + 6800 + 3400 + 5950 + 200) = 867 \text{ кВар.}$$

Жоғары кернеулі батарея(ВБК) қуаты реактив қуаты балансын анықтаймыз:

$$Q_{ВБК} = Q_{e0.4} + \sum \Delta Q_{Tp} + Q_{e.СҚ1} + Q_{рез} - Q_{э} - Q_{сқ} - Q_{нбк}, \quad (3.20)$$

$\Sigma Q_{рсд} [-]$  таңбасымен есептейміз,  $n_{ном}$  айн/мин  $СҚ \geq 1000$  айн/мин;

$$Q_{ВБК} = 14678,6 + 1078,9 + 3689 + 1000 + 2044,65 - 867 - 3264 - 1632 = 8923,95 \text{ квар.}$$

ДББП-ға жеке компенсация  
ДББП-ның реактивті қуатын компенсациялау

$$Q_{ВБК \text{ ДСП}} = Q_{р \text{ ДСП}} + Q_{тп \text{ ДСП}} = 3689 + 1000 = 4689 \text{ кВАр}$$

Бір ДББП-ның реактивті қуатын компенсациялау үшін УКЛ-10.5-2700У3 жоғары кернеулі 2 батарея қолданамыз:

$$Q_{вбк.эсп} = 2 \cdot 2700 = 5400 \text{ кВАр}$$

Шиналарға орнатылатын  $Q_{ВБК}$  мәнін анықтаймыз:

$$Q_{вбк} = Q_{вбк \cdot эсп} = 4689 - 5400 = -711 \text{ кВАр}$$

Бас төмендеткіш қосалқы станция(БТҚС) шиналарындағы реактивті қуатты компенсациялау үшін УКЛ-10.5-1800У типті 2 батарея компенсаторларын қолданамыз:

$$Q_{вбк.шин} = 2 \cdot 1800 = 3600 \text{ кВАр}$$

Кесте 3.6 – Зауыт бойынша жүктемелердің анықталған қуаттың есептелуі

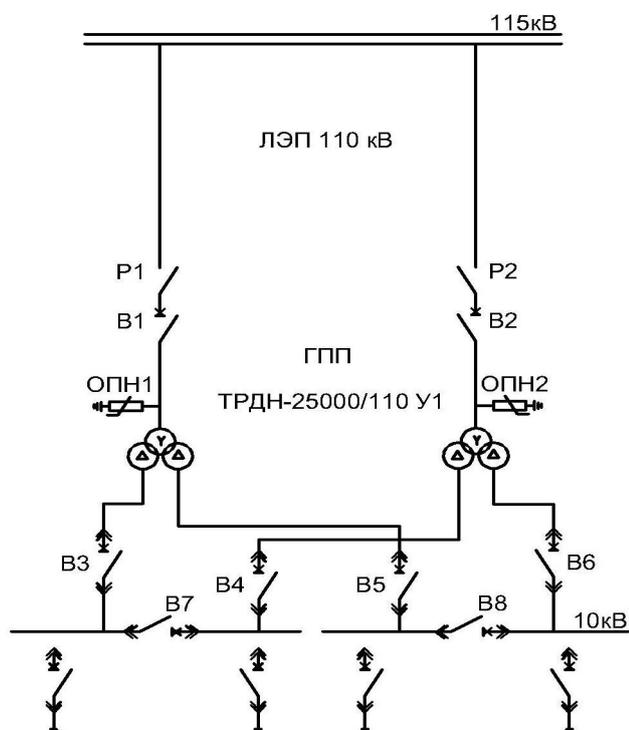
ТҚС, Снт, Қбктп №	Цех №	n	P <sub>н</sub> min	P <sub>н</sub> max	ΣP <sub>н</sub>	К <sub>и</sub>	Орташа қуат		пә	К <sub>м</sub>	Есептік қуат			К <sub>з</sub>
							P <sub>см,кВт</sub>	Q <sub>смквар</sub>			P <sub>р, кВт</sub>	Q <sub>р, квар</sub>	S <sub>р, кВА</sub>	
ТҚС1 (4x1600) кВА	1	28	4	20	280		130,49	106,44						0,73
	2	45	15	55	1200		642,93	468,29						
	3	8	1	25	120		53,4	34,41						
	4	35	15	110	3000		2239,49	2852,42						
	5	25	4	60	500		352,21	247,24						
Күштік		141	1	110	5100	0,67	3418,52	3708,8	92,7	1,05	3589,44	3708,8		
Жарықтану.(%)											270,52	115,24		
Қнбктп (4×300)												-1200		
Қорытынды											3859,96	2624,04	4667,4	
ТҚС2 (4x1600) кВА	6	45	2	110	1000		624,94	382,62						0,65
	7	25	8	45	800		433,24	366,16						
	8	35	8	25	1000		534,92	389,88						
	9	35	8	110	1500		798,31	583,08						
	10	8	15	35	750		468,59	466,92						
	11	15	8	70	1200		627,77	539,83						
	12	20	8	25	1400		743,03	634,45						
Күштік		183	2	110	7650	0,56	4230,8	3362,94	139	1,06	4484,6	3362,94		
Жарықтану.(%)											236,8	98,44		
Қнбктп (4×300)												-1200		
Қорытынды											4721,4	2261,38	4144,6	
ТҚС3 (7x1600) кВА	13	45	8	240	9000		5499,75	5550,49						0,7
	14	40	2	35	650		216,04	207,86						
	16	45	2	35	850		447,73	345,09						

Кесте 3.6 – жалғасы

Күштік		130	2	240	10500	0,59	6153,52	6103,44	87,5	1,08	6645,8	6103,44		
Жарықтану.(%)											228,52	97,34		
Қнбктп (7×300)												-2100		
Қорытынды											6874,32	4100,78	8004,5	
ТҚС4 (2x1600) кВА	15	35	2	45	800		576,4	267,15						0,86
	18	15	2	35	250		175,03	119,86						
	19	15	8	35	450		285,76	223,88						
	20	8	8	35	200		671,27	305,4						
Күштік		73	2	45	1700	1	1708,46	916,29	75,5	1,03	1759,7	916,29		
Жарықтану.(%)											923,46	393,9		
Қнбктп (2×300)												-600		
Қорытынды											2683,16	710,19	2776	
0,4 кВ шина бойынша											18138,84	9696,39		
∑ΔРтр, ∑ΔQтр											234,18	1078,9		
10 кВ шинаға келтірілген жүкт.											18373,02	10775,29		
СҚ 6 кВ	10	4	2000		8000	0,7	1400	672	4	1,21	7224	3264		
СҚ 10 кВ	17	4	1000		4000	0,8	3200	1536	4	1,06	3392	1632		
ДББП 12т	9	2	3125		6250	0,7	4375	2100	2	1,36	5950	3689		
∑ΔРтрдсп, ∑ΔQтрдсп											200	1000		
ДСП үшін Qвбк (2*2700)												-5400		
Шина үшін Qвбк (2*1800)												-3600		
Қорытынды											35139,02	11360,29	36929	

## 4 Сыртқы электрмен жабдықтау сұлбаларын салыстыру

### 4.1 Бірінші-нұсқа. 110 кВ кернеуі үшін өндіріс орнына дейінгі сым мен қондырғылар таңдау



4.1 – Электржабдықтау сұлбасының I нұсқасы

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

$$S_{\text{тр.БТҚС}} = \sqrt{(P_e + K_o)^2 + Q_3^2}, \quad (4.1)$$

мұнда  $P_e$  – есептік активті қуат;

$Q_3$  – энергожүйенің реактивті қуаты;

$K_o$  – біауақыттылық коэффициенті, БТҚС шинасына жалғанулар санымен қолдану коэффициентінің орташа мәніне қатысты алынады.  $K_o=0,95$ ,  $K_o=f\{K_{и}, n.\}$  [12, кесте 3]

$$S_{\text{тр.БТҚС}} = \sqrt{(0,95 \cdot 35139,2)^2 + 11360,29^2} = 35262,30 \text{ кВА.}$$

Қуаты 25000 кВА екі трансформаторға арналған жүктеме коэффициентікелесіге тең болады:

$$K_{ж} = \frac{S_{\text{тр.БТҚС}}}{2 \times S_{\text{НОМ.ТР}}}, \quad (4.2)$$

$$K_{ж} = \frac{35262,30}{2 \times 25000} = 0,6.$$

ТРДН-25000/110 У1 типті екі екіорамды трансформатор орнатамыз.

Паспорттық деректер 3.1-кестеде келтірілген. [11, кесте 2.145]

Кесте –4.1– Жүйе трансформаторының паспорттық мәліметтері

Трансформатор түрі	S <sub>н</sub> , кВА	U, кВ		I <sub>xx</sub> , %	ШЫҒЫН, кВт		U <sub>к</sub> , %
		ВН	СН		ΔP <sub>xx</sub>	ΔP <sub>кз</sub>	
ТРДН-25000/110	25000	115	10,5	0,7	27	120	10,5

БТҚС трансформаторларындағы қуат пен электр энергиясының шығынын келесі формулаларпен анықтаймыз:

БТҚС трансформаторларындағы активті қуаттының жоғалуы:

$$\Delta P_{тр.БТҚС} = 2 \times (\Delta P_{бос} + \Delta P_{к} \times K_3^2), \quad (4.3)$$

$$\Delta P_{тр.БТҚС} = 2 \times (27 + 120 \times 0,6^2) = 140,4 \text{ кВт.}$$

БТҚС трансформаторларындағы реактивті қуатының жоғалуы:

$$\Delta Q_{тр.БТҚС} = N \times \left( \frac{I_{xx} \times S_H}{100} + \frac{U_K \times S_H \times K_3^2}{100} \right) \quad (4.4)$$

$$\Delta Q_{тр.БТҚС} = 2 \times \left( \frac{0,7 \times 25000}{100} + \frac{10,5 \times 25000 \times 0,6^2}{100} \right) = 2240 \text{ кВар.}$$

$$\Delta W_{тр.БТҚС} = 2 \times (\Delta P_{бос} \times T_{қос} + \tau \times \Delta P_{к} \times K_3^2), \quad (4.5)$$

мұнда T<sub>қос</sub> – үш ауысымды жұмыс үшін қосу сағаттарының саны T<sub>қос</sub> = 6000 сағ;

τ – максималды шығын пайдалану сағаттарының саны

және максималды жүктеме пайдалану сағаттарының санына байланысты:

$$\tau_m = \left(0,124 + \frac{T_m}{10000}\right)^2 \times 8760, \quad (4.6)$$

$$\tau = \left(0,124 + \frac{5000}{10000}\right) \times 8760 = 3410,93 \text{ сағ}$$

мұнда жұмыс істеу үшін 3 ауысым  $T_m = 4500-6000$  сағ – максималды пайдалану сағаттарының саны. [ЛЗ, кесте 2.25]

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

$$S_{e.ЭБЖ} = \sqrt{(P_{e.зав} + \Delta P_{тр.БТҚС})^2 + Q_3^2}, \quad (4.7)$$

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

$$S_{e.ЭБЖ} = \sqrt{(35139,02 + 140,4)^2 + 11360,29^2} = 35395,08 \text{ кВА.}$$

ЭБЖ бір желісі үшін есептік ток:

$$I_{e.ЭБЖ} = \frac{S_{e.ЭБЖ}}{2 \times \sqrt{3} \times U_H}, \quad (4.8)$$

$$I_{e.ЭБЖ} = \frac{35395,08}{2 \times \sqrt{3} \times 115} = 88,85 \text{ А}$$

Токтың экономикалық тығыздығы бойынша қимасы ( $j_3$ ) мынадай формуламен анықталады:

$$F_3 = \frac{I_{e.ЭБЖ}}{j_3}, \quad (4.9)$$

мұнда  $j_3 = 1,1 \text{ А/мм}^2$  - токтың экономикалық тығыздығы,  $T_m=5000$  сағ үшін [6, кесте 2].

$$F_3 = \frac{88,85}{1,1} = 80,77 \text{ мм}^2.$$

Сымды қабылдаймыз АС-95/11, железобетонная  $F_n = 95 \text{ мм}^2$   
 ( $x_0=0,29 \text{ Ом/км}$ ,  $r_0=0,37 \text{ Ом/км}$ ,  $I_{доп}=265 \text{ А}$ ) [13, 277 б.].

110 кВ ЭЖ үшін ең аз қимасы  $70 \text{ мм}^2$  болғандықтан, АС-95 маркалысым алынады, оның рұқсат етілген тогы  $I_{доп} = 320 \text{ А}$  тең.  
 Тексеру:

1) жұмыс тогымен қыздыруға:

$$I_{\text{кос. сым.}} > I_p, \\ 320 \text{ А} > 88,85 \text{ А}.$$

2) авариялық режим кейіннен:

$$1,3 \times I_{\text{кос. сым.}} > I_{\text{ав}}, 1,3 \times 320 \text{ А} > 2 \times 88,85 \text{ А},$$

$$416 \text{ А} > 177,7 \text{ А}.$$

АС-95/11 маркалы сымды түпкілікті қабылдаймыз.

110 кВ ЭБЖ-дегі электр энергиясының шығынын мынамен анықтаймыз:

$$\Delta W_{\text{ЭБЖ}} = N \cdot (3 \cdot I_e^2 \cdot \tau \cdot R \cdot 10^{-3}) \quad (4.10)$$

$$\Delta W_{\text{ЭБЖ}} = 2 \cdot (3 \cdot 88,85 \cdot 3410,93 \cdot 29 \cdot 10^{-3}) = 468529 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}.$$

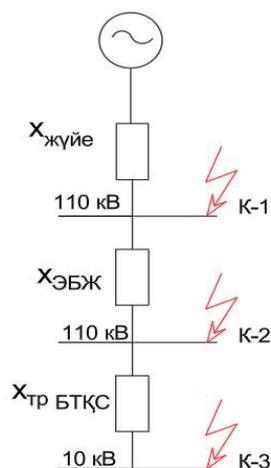
мұнда  $R = r_0 \times L = 0,29 \times 6,3 = 1,827 \text{ Ом}$ ;

$r_0 = 0,37 \text{ Ом/км}$  - АС-95/11 меншікті активті кедергісі.

$L_1 = 6,3 \text{ км}$  – желі ұзындығы

## 4.2 Кернеуі $U=110 \text{ кВ}$ жабдық таңдау

$U=110 \text{ кВ}$ -қа жабдықты таңдау алдында 4.2 суретте көрсетілген алмастыру сұлбасын құрастырамыз және қысқа тұйықталу тогын есептейміз.



4.2 – сурет –Электр тізбегін орынбасу схемасы.

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

$$I_б = \frac{S_б}{\sqrt{3} \cdot U_н} \quad (4.11)$$

$$I_б = \frac{1000 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 115 \cdot 10^3} = 5,02 \text{ кА.}$$

мұндағы:  $S_б$  – толық базистік қуат;

$U_б$  – базистік кернеу;

$X_{жүйе}$ -жүйенің толық кедергісі;  $S_{ҚТ} = 800 \text{ MVA}$ .

$$X_{жүйе} = \frac{S_б}{S_{ҚТ}}, \quad (4.12)$$

$$X_{жүйе} = \frac{1000}{1800} = 0,56 \text{ с. ө. б}$$

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

$$X_{ЭБЖ} = X_0 \times L \times \frac{S_б}{U_{орт}^2}, \quad (4.13)$$

$$X_{ЭБЖ} = 0,29 \times 6,3 \times \frac{1000}{115^2} = 0,13 \text{ с. ө. б.}$$

К1 нүктесіндегі қысқа тұйықталу тогы шығару қажет:

$$I_{к1} = \frac{I_{\sigma}}{X_{жүйе} + X_{ЭБЖ}}, \quad (4.14)$$

$$I_{к1} = \frac{5,03}{0,56 + 0,13} = 7,27 \text{ кА.}$$

К1 нүктесіндегі соққы тогы табу керек:

$$I_{соқ1} = \sqrt{2} \times K_{соқ} \times I_{к1}, \quad (4.15)$$

мұнда  $K_{уд2}=1,8$  [4,кесте 2.45]

$$I_{соқ1} = \sqrt{2} \times 1,8 \times 7,27 = 18,5 \text{ кА.}$$

*U=115 кВ-қа сөндіргіш, ажыратқыш таңдау.*

В1, В2 үшін ВВЭ-110Б-16/1600 У1 типті ауалық ажыратқыштары қабылданды. Есептік және паспорттық мәліметтерді салыстыру кесте 4.2 - де келтірілген. [10, 180 б.].

Кесте 4.2 - В1, В2 ажыратқыштарын тексеру

Таңдау шарттары	Салыстыру
$U_H \geq U_P;$	110 кВ $\geq$ 110 кВ;
$I_H \geq I_{\text{ав.лэп}};$	1600 А $\geq$ 157,26 А;
$I_{\text{откл}} \geq I_{к-1};$	16 кА $\geq$ 7,27 кА;
$I_{\text{дин}} \geq i_{\text{уд к-1}};$	64 кА $\geq$ 18,5 кА;

Айырғыштар ретінде Р1, Р2 қабылданды. Салыстыру паспорттық мәліметтер есептік кесте 4.3 - те берілген.

Кесте 4.3 – Айырғыштарды таңдау шарттарымен тексеру Р1, Р2

Таңдау шарттары	Салыстыру
$U_H \geq U_P;$	110 кВ $\geq$ 110 кВ;
$I_H \geq I_{\text{ав.лэп}};$	1000А $\geq$ 157,26 А;
$I_{\text{терм}} \geq I_{к-2};$	50 кА $\geq$ 7,27 кА;
$I_{\text{дин}} \geq i_{\text{уд к-2}};$	40 кА $\geq$ 18,5 кА;

Асқын кернеуді шектегіштерді таңдау кернеу бойынша жүргізіледі. ОПН таңдау шарттары бойынша тексеру: ОПН 110 УХЛ1

$$U_H \geq U_P;$$

$$110 \text{ кВ} \geq 110 \text{кВ}$$

### 4.3 Қосалқы станцияға және ЭБЖ күрделі салымдарды есептеу

В1-2 ажыратқыштарына күрделі салымдар:

$$K_{B1-2} = N \cdot K_{ажыр}, \quad (4.16)$$

мұнда  $N$  – ажыратқыштар саны;  
 $K_{ажыр}$ - бір ажыратқыштың құны.

$$K_{B1-2} = 2 \cdot 5,55 \text{ млн.тг} = 11,1 \text{ млн. тенге.}$$

Р1-2 айырғыштар үшін жұмсалатын күрделі салымдар:

$$K_{P1-2} = N \cdot K_{ай} \quad (4.17)$$

мұнда  $N$  – айырғыштардың саны;  
 $K_{айыр}$ - бір айырғыштың құны.

$$K_{айырғыш.} = 2 \cdot 0,82 \text{ млн.} = 1,64 \text{ млн. тг.}$$

Асқын кернеуді шектегіштерге кететін салымдар ОПН1-4 :

$$K_{ОПН1-2} = N \cdot K_{опн}, \quad (4.18)$$

мұнда  $N$  – асқын кернеуді шектегіштер саны;  
 $K_{опн}$ - бір ОПН құны.

$$K_{опн} = 4 \cdot 330000 = 1,32 \text{ млн. тг.}$$

ГПП трансформаторларына күрделі салымдарын есептеу:

$$K_{трГПП} = N \cdot K_{тр}, \quad (4.19)$$

мұнда  $N$  – ГПП трансформаторларының саны;  
 $K_{тр}$ - бір трансформатордың құны БТҚС

$$K_{тр.гпп} = 2 \cdot 44 \text{ млн.тг.} = 88 \text{ млн.тг.}$$

110 кВ ЭБЖ-не кететін шығындарын есептеу:

$$K_{ЭБЖ} = L \cdot K_{уд}, \quad (4.20)$$

$$K_{\text{ЭБЖ-110}} = L \cdot K_{\text{уд}} = 6,3 \cdot 9 = 56,7 \text{ млн. тг.}$$

I нұсқа жабдығына кеткен жинақ шығын:

$$K_{\text{жабд}} = K_{\text{тр.гпп}} + K_{\text{В1-2}} + K_{\text{Р1-2}} + K_{\text{ОПН1-4}} \quad (4.21)$$

$$K_{\text{жабд}} = 88 + 11,1 + 1,64 + 1,32 = 101,4 \text{ млн. тг.}$$

$$\sum K_{\text{I}} = K_{\text{ЭБЖ}} + K_{\text{жабд}} \quad (4.22)$$

$$\sum K_{\text{I}} = 56,7 + 101,4 = 158,1 \text{ млн. тг.}$$

Амортизациялық аударымы:

$$I_{\text{а.ЭБЖ}} = E_{\text{а}} \cdot K_{\text{ЭБЖ}} = 0,028 \cdot 56\,700\,000 = 1\,587\,600 \text{ тг./жыл;}$$

$$I_{\text{а.жабд}} = E_{\text{а.жабд}} \cdot K_{\text{жабд}} = 0,063 \cdot 101\,400\,000 = 6\,388\,200 \text{ тг./жыл;}$$

$$I_{\text{а}\Sigma} = I_{\text{а.ЭБЖ}} + I_{\text{а.жабд}} = 1\,587\,600 + 6\,388\,200 = 7\,975\,800 \text{ тг./жыл,}$$

мұнда  $E_{\text{а}}$  – жабдық амортизация сына кететін аударым нормасы  
Эксплуатацияға кететін шығынын есептеу:

$$I_{\text{экс.ЭБЖ}} = E_{\text{экс.ЭБЖ}} \cdot K_{\text{ЭБЖ}} = 0,01 \cdot 56\,700\,000 = 567\,000 \text{ тг./жыл;}$$

$$I_{\text{экс.жабд}} = E_{\text{экс.жабд}} \cdot K_{\text{жабд}} = 0,01 \cdot 101\,400\,000 = 1\,014\,000 \text{ тг./жыл;}$$

$$I_{\text{экс.}\Sigma} = I_{\text{экс.ЭБЖ}} + I_{\text{экс.жабд}} = 567\,000 + 1\,014\,000 = 1\,581\,000 \text{ тг./жыл.}$$

Бір жылдағы жобаланатын электроқондырғылардағы электроэнергия шығынымен:

$$I_{\text{шығ}} = C_0 \cdot (\Delta W_{\text{тр. БТҚС}} + \Delta W_{\text{ЭБЖ}}), \quad (4.23)$$

$$I_{\text{шығ}} = 18 \cdot (685\,821,74 + 366\,943) = 18\,949\,765,3 \text{ тг./жыл}$$

мұндағы  $C_0 = 18 \text{ тг/кВт}\cdot\text{сағ}$ - электроэнергияның шығынының бағасы.

Жиынтық шығын:

$$I_{\text{ж}} = I \sum a + I \sum \text{экс} + I_{\text{шығ}}, \quad (4.24)$$

$$I_{\text{ж}} = 7\,975\,800 + 1\,581\,000 + 18\,949\,765,3 = 28\,506\,565,3 \text{ тг./жыл}$$

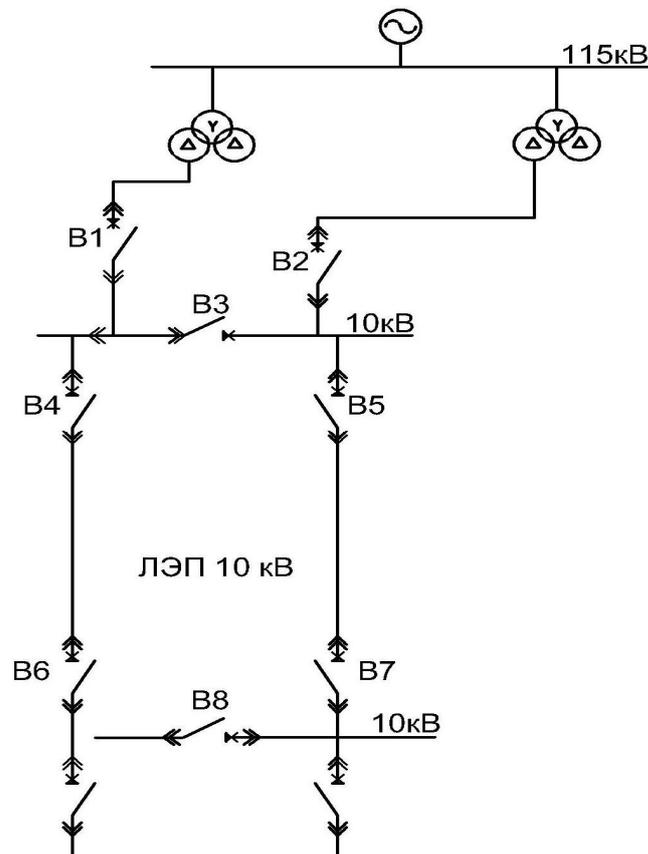
Келтірілген жиынтық шығын:

$$Зж = E_n \cdot K\Sigma 1 + ИI, \quad (4.25)$$

$$Зж = 0,12 \cdot 158\,100\,000 + 28\,506\,565,3 = 47\,478\,565,3 \text{ тг/жыл}$$

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

#### 4.4 Екінші – нұсқа. Кернеуі 10 кВ кернеуі үшін өндіріс орнына дейінгі сымдар мен қондырғылар таңдау және капитал шығындарды есептеу



4.3 –сурет – Электржабдықтау сұлбасының II нұсқасы

БТҚС трансформаторын таңдау.

10 кВ ЭБЖ қимасын таңдау үшін кабель бойынша өтетін қуатты және есептеу тогын мына формула бойынша анықтаймыз:

$$S_{p.ЭБЖ} = \sqrt{(K_0 \cdot P_{p.зав})^2 + Q_3^2} \quad (4.26)$$

$$S_{p.ЭБЖ} = \sqrt{(0,95 \cdot 35139,02)^2 + 11360,29^2} = 35262,14 \text{ кВА.}$$

$$I_p = \frac{S_{\text{эбж}}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = \frac{35262,14}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 1017,9 \text{ А}, \quad (4.27)$$

Токтың экономикалық тығыздығы бойынша сым қимасы мынадай формула бойынша табылады:

$$F_{\text{э}} = \frac{I_p}{J_{\text{э}}} = \frac{1017,9}{1,4} = 724 \text{ мм}^2, \quad (4.28)$$

мұнда  $J_{\text{э}}=1,4 \text{ А/мм}^2$  – КЖ үшін.

КЖ-ні тандаймыз. ПвБВнг(А) 3х300/25 Қорғасын қабығы және екі болат лентадан сауыты бар, 3 желілі сым.

Кабельдің рұқсат етілген тогы  $I_{\text{доп}}=580 \text{ А}$ .  $r_0=0,1/3=0,033$ ,  
 $x_0=0,167/3=0,055$

Таңдалған КЖ бойынша тексеру жүргізіледі:

1) өткізу қабілеті:

$I_{\text{доп}} = 1740 \text{ А} > I_p = 1017,9 \text{ А}$ , таңдалған қиманы рұқсат етілген қыздырубойынша тексереміз:

2) авариялық режимге:

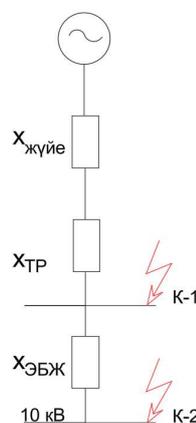
$I_{\text{доп ав}} = 1,3 \cdot I_{\text{доп}} = 1,3 \cdot 1740 = 2262 \text{ А} > I_{\text{ав}} = 2035,8 \text{ А}$ .

ЭБЖ-10 кВ электр энергиясының шығындары тең болады:

$$\begin{aligned} \Delta W_{\text{эбж}} &= 4 * 3 * I^2 * R * 10 - 3 * \tau = \\ &= 4 * 3 * 1017,92 * 0,208 * 10 - 3 * 3410,93 \\ &= 8821200 \text{ кВт. ч}, \end{aligned}$$

$$R = r_0 * l = 0,033 * 6,3 = 0,208 \text{ Ом}.$$

$U=10 \text{ кВ}$  жабдықтарды таңдау алдында 3.4 суретте көрсетілген орын басусұлбасын құрайды және қысқа тұйықталу тогы келесідей есептеледі.



4.4-сурет – Қысқа тұйықталу тоқтарын есептеу үшін орынбасу сұлбасы

Жүйе ТРДН -40000/110/10 У1 (ХЛ1) үшфазалы орамды трансформатор таңдалады. 3.4 кестеде келтірілген. [10, 219 б.].

Кесте 4.4- Жүйе трансформаторының паспорттық мәліметтері

Трансформатор түрі	S <sub>н</sub> , кВА	U, кВ		I <sub>хх</sub> , %	ШЫҒЫН, кВт		U <sub>к</sub> , %
		ВН	СН		ΔP <sub>хх</sub>	ΔP <sub>кз</sub>	
ТРДН-40000/110/10	40000	115	10,5	0,55	34	170	10,5

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

$$X_{ж} = 1,25 \text{ с.ө.б.}$$

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

Жүйе трансформаторының кедергілерін есептеу, (1.59) формуласына сәйкес:

$$X_{ат} = \frac{U_{кт} \times S_B}{100 \times S_{НТР}}, \quad (4.29)$$

$$X_{ат} = \frac{10,5 \cdot 1000}{100 \cdot 63} = 2,625$$

Кабель толық кедергісі келесідей. (1.60) формуласы:

$$X_{эбж} = X_0 \times L \frac{S_6}{U_{cp}^2}, \quad (4.30)$$

$$X_{эбж} = 0,026 \cdot 6,3 \cdot \frac{1000}{10,5^2} = 1,49 \text{ с. ө. б}$$

K<sub>1</sub> нүктесіндегі қысқа тұйықталу тоғы есептеу қажет, (1.61) формуласына сүйенсек:

$$I_{K1} = \frac{I_6}{X_{жүйе} + x_{тр}}, \quad (4.31)$$

$$I_{K1} = \frac{55}{0,56 + 2,625} = 17,27 \text{ кА.}$$

$$I_{удк1} = \sqrt{2} \times K_{СОҚ} \times I_{к1}$$

$$I_{удк1} = \sqrt{2} \cdot 1,72 \cdot 17,27 = 42 \text{ кА}$$

$$I_{к2} = \frac{I_6}{X_{жүйе} + X_{тр} + X_{каб}}, \quad (4.31)$$

$$I_{к2} = \frac{55}{0,56 + 2,6 + 1,49} = 11,77 \text{ кА.}$$

К2 нүктесіндегі соққы тогы:

$$I_{соқк2} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 11,77 = 30 \text{ кА}$$

мұнда  $K_{соқк1} = 1,72$  (энергия жүйесі үшін);

$K_{соқк2} = 1,8$  (ЭС және ӘБЖ үшін);

В1, В2 ажыратқыштарға ВВЭ-110Б-16/1600 У1 типті ауалық ажыратқыштар таңдалады. Деректерді салыстыру кесте 4.4 келтірілген. [10,180 б.]

Кесте 4.4 – ажыратқыштарды тексеру

Таңдау шарты	Салыстыру
$U_{н.в.} \geq U_{н.с.}$	10 кВ $\geq$ 10 кВ;
$I_H \geq I_{тр.}$	2500А $\geq$ 2035,8 А;
$I_{өшр} \geq I_{к1}$	31,5 кА $\geq$ 17,27 кА;
$I_{дин} \geq i_{соқк1}$	81 кА $\geq$ 42 кА;

Таңдалған ВМПЭ-10-1600-31,5 У3 типті ажыратқышты В3 секциялықажыратқышына кесте 4.5 тексереміз. [10, 180 б.]

Кесте 4.5 – ажыратқыштарды тексеру В3

Таңдау шарты	Салыстыру
$U_H \geq U_{н.с.}$	10 кВ $\geq$ 10 кВ;
$I_H \geq I_{ав.әбж}$	1250 А $\geq$ 1017,9 А;
$I_{өшр} \geq I_{к1}$	25 кА $\geq$ 17,27 кА;
$I_{дин} \geq i_{удк1}$	64 кА $\geq$ 42 кА;

В1,В2 және В3 үшін зауыттың үлестік қатысын табамыз:

$$\gamma_{2B1,B2} = \frac{I_{ab}}{I_{HB1,B2}} = \frac{2035,8}{2500} = 0,81,$$

$$\gamma_{3B3} = \frac{I_p}{I_{HB3}} = \frac{1017,9}{2500} = 0,41.$$

В4-В5 ажыратқыштары үшін, зауыттың авариялық тогын ескере отырып  $I_{ав.зав} = 1721$  А таңдаймыз.

Кесте 4.6 – В4-В5 ажыратқыштарын тексеру

Таңдау шарты	Салыстыру
$U_H \geq U_{H.C.};$	$10 \text{ кВ} \geq 10 \text{ кВ};$
$I_H \geq I_{ав.ЭБЖ};$	$2500 \text{ А} \geq 2035,8 \text{ А};$
$I_{откл} \geq I_{к2};$	$31,5 \text{ кА} \geq 11,77 \text{ кА};$
$I_{дин} \geq i_{сок к2};$	$81 \text{ кА} \geq 30 \text{ кА};$

II нұсқа бойынша капиталдық шығындарын есептеу.

Таңдалған жабдыққа жұмсалатын жалпы шығындарды анықтаймыз:

ЭБЖ-10 кВ-қа кететін жұмсалымы:

$$K_{ЭБЖ-10} = L * K_{кл} = 6,3 * 11 \text{ млн.} = 69,3 \text{ млн.тг}$$

В1-В2 ажыратқыштарына кететін жұмсалымы:

$$K_{B1-B2} = \gamma_{2B1,B2} * N * K_{B1-B2} = 0,688 * 2 * 2,3 \text{ млн.} = 3,165 \text{ млн.тг.}$$

В3 ажыратқышына кететін жұмсалымы:

$$K_{B3} = \gamma_{2B3} * K_{B3} = 0,688 * 1,7 \text{ млн.} = 1,17 \text{ млн.тг.}$$

В4-В5 ажыратқышына кететін жұмсалымы:

$$K_{B4-B5} = 2 * 1,2 \text{ млн} = 2,4 \text{ млн.тг}$$

II нұсқа құрылғылары үшін кететін жиынтық жұмсалым:

$$K = 57 + 69,3 + 3,165 + 2,4 + 1,17 = 76 \text{ млн тг.}$$

Амортизациялық аударым:

$$I_{а.ЭБЖ} = E_a * K_{ЭБЖ} = 0,028 * 69,3 = 1,94 \text{ млн тг./жыл};$$

$$I_{a.жабд} = E_{a.жабд} \cdot K_{жабд} = 0,063 \cdot 6,3735 = 4,015 \text{ млн тг./жыл}$$

$$I_{a\Sigma} = I_{a.ЭБЖ} + I_{a.жабд} = 1,94 + 4,015 = 5,955 \text{ млн тг./жыл.}$$

мұнда  $E_a$  - жабдық амортизациясына кететін аударым нормасы;

Эксплуатацияға кететін шығын:

$$I_{\text{экс.ЭБЖ}} = E_{\text{экс.ЭБЖ}} \cdot K_{\text{ЭБЖ}} = 0,004 \cdot 69\,300\,000 = 277\,200 \text{ тг./жыл};$$

$$I_{\text{экс.жабд}} = E_{\text{экс.жабд}} \cdot K_{\text{жабд}} = 0,01 \cdot 6\,735\,000 = 63\,735 \text{ тг./жыл};$$

$$I_{\text{экс.}\Sigma} = I_{\text{экс.ЭБЖ}} + I_{\text{экс.жабд}} = 277\,200 + 63\,735 = 340\,935 \text{ тг./жыл.}$$

Бір жылдағы жобаланатын электроқондырғылардағы  
электроэнергияшығыны:

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

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

Жиынтық шығыны :

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

Келтірілген жиынтық шығын :

$$Z_{\text{ж}} = 0,12 \cdot 133\,035\,000 + 4\,551\,867,5 = 80\,876\,987,5 \text{ тг./жыл.}$$

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

Кестеде 4.7 электрмен жабдықтаудың екі нұсқасының салыстырмалы  
параметрлерін келтіреміз.

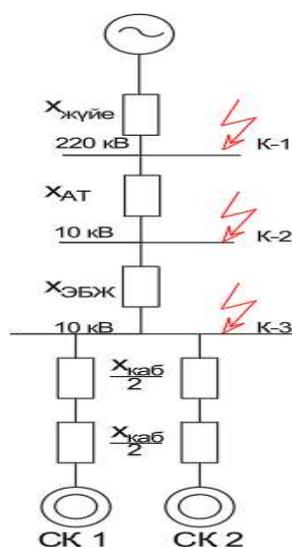
Кесте 4.7 – Салыстырмалы кесте

Нұсқа	$U_n$ , кВ	$K_{\Sigma}$ , млн.тг.	$I_{\Sigma}$ , млн.тг.	$Z_{\Sigma}$ , млн.тг
I	110	158,1	28,506	47,478
II	10	133,035	64,912	80,876

Қорытынды: Жиынтық шығындар мен келтірілген шығындарды  
салыстырғанда I нұсқадағы мәндер II нұсқадағы мәндерден әлде қайда  
аз болғандығын көреміз. Сондықтан да электрмен жабдықтауға I  
нұсқаны таңдаймыз.

## 4.5 Кернеуі 10 кВ кернеудегі қысқа тұйықталу токтарын есептеу және жабдықты таңдау

СҚ-дан қоректендіруді есепке ала отырып ҚТ токтарын есептеу



4.5-сурет – Қысқа тұйықталу тогын есептеуге арналған орынбасу сұлбасы

$S_6 = 1000$  МВА;  $X_c = 1$  с.б.;  $U_6 = 10,5$  кВ.

Орынбасу сұлбасының параметрлерін табу.

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

К-1, К-2 нүктесіндегі ҚТ токтары жоғары есептелген, сондықтан К-3 нүктесіндегі ток ғана есептеледі:

$$X_{\text{ЭБЖ}} = \frac{x_0 \cdot L \cdot S_6}{U_{\text{орт}}^2} = 0,2 \text{ с. б.}, \quad (4.32)$$

$$X_{\text{тр.БТҚС}} = \frac{U_{\text{КТ}} \cdot S_6}{100 \cdot S_{\text{НТ}}} = 4,2 \text{ с. б.} \quad (4.33)$$

$$I_{\text{КТ}} = \frac{I_6}{X_c + X_{\text{ЭБЖ}} + X_{\text{тр.БТҚС}}}; \quad (4.34)$$

$$I_{\text{КТ}} = \frac{55}{0,56 + 0,2 + 4,2} = 11,09 \text{ кА;}$$

$$i_{\text{соқз}} = K_{\text{соқ}} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{\text{КТ}} = 1,9 \cdot \sqrt{2} \cdot 11,09 = 29,8 \text{ кА.} \quad (4.35)$$

мұнда  $K_{\text{соқ,КТ}} = 1,9$  (ЭС, ЭБЖ және транс-р БП үшін); [4, кесте 2.45].

10-ші және 17-ші цехтардағы СҚ мәліметтері кесте 4.8 келтірілген.

Кесте 4.8 – Синхронды қозғалтқыштардың паспорттық деректер

СҚ типі	Р <sub>н</sub> , кВт	U <sub>н</sub> , кВ	N, дана	x'' <sub>d</sub> , %	K <sub>ж</sub>	cos φ
10 цех СҚ1: СДН-2-16-59-6УХЛ4	1600	6	4	15,7	0,85	0,9
17 цех СҚ2: СДН-14-59-6УЗ	1000	10	4	15,6	0,85	0,9

СҚ1 қозғалтқышының толық қуаты мен тогын анықтау:

$$I_{\text{СҚ1}} = \frac{P \cdot K_{\text{КТ}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}} \cdot \cos \varphi} = \frac{1600 \cdot 0,85}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot 0,9} = 145,41 \text{ А.}$$

СҚ1 кабелін таңдаймыз.

-Токтың экономикалық тығыздығы бойынша:

$$F_{\text{э}} = \frac{I_{\text{е}}}{j_{\text{эк}}} = \frac{145,41}{1,4} = 103,86 \text{ мм}^2.$$

-Термиялық төзімділігі бойынша:

$$F_{\text{min}} = \alpha \cdot I_{\text{КТ}} \cdot \sqrt{t_{\text{сым}}} = 12 \cdot 11,7 \cdot \sqrt{0,25} = 70,2 \text{ мм}^2.$$

Маркасы ААШВ-10-(3x120) кабель таңдаймыз:

I<sub>доп</sub> = 260 А > I<sub>р.СҚ</sub> = 145,41 А. Кабельдің берілгені: r<sub>0</sub> = 0,235 Ом/км; x<sub>0</sub> = 0,126 Ом/км.

СҚ2 қозғалтқышының толық қуаты мен тогын анықтау:

$$I_{\text{СҚ1}} = \frac{P \cdot K_{\text{КТ}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}} \cdot \cos \varphi} = \frac{1000 \cdot 0,85}{\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 0,9} = 54,52 \text{ А.}$$

СҚ2 кабелін таңдаймыз.

-Токтың экономикалық тығыздығы бойынша:

$$F_{\text{э}} = \frac{54,52}{1,4} = 38,94 \text{ мм}^2.$$

-Термиялық төзімділігі бойынша:

$$F_{\text{min}} = 12 \cdot 11,7 \cdot \sqrt{0,25} = 70,2 \text{ мм}^2.$$

Маркасы ААШВ-10-(3x170) кабель таңдаймыз:  
 $I_{доп} = 165 \text{ А} > I_{р.сд} = 54,52 \text{ А}$ . Кабельдің берілгені:  $r_0 = 0,443 \text{ Ом/км}$ ;  $x_0 = 0,08 \text{ Ом/км}$ .

#### 4.6 Кернеуі 10 кВ кернеудегі БТҚС-ға және ҚС аппараттарының таңдалуы

Кіріспе және секциялық ажыратқыштарды таңдау.  
 Есептік ток:

$$I_p = \frac{S_{эбж}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = \frac{35262,14}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 1443 \text{ А},$$

Апаттық ток:

$$I_{ав} = 2 \cdot I_e = 2 \cdot 1443 = 2886 \text{ А}.$$

Секциялық В3, В4 типті ВВЭ-10-3200-31,5У3 таңдалды. [28],  
 Тексеру шарттары кесте 4.9 берілген. [10, 180 б.].

Кесте 4.9 – Ажыратқыштарды тексеру В3, В4

Таңдау шарты	Салыстыру
$U_H \geq U_P;$	$10 \text{ кВ} \geq 10 \text{ кВ};$
$I_H \geq I_{ав};$	$3200 \text{ А} \geq 2886 \text{ А};$
$I_{откл} \geq I_{кз};$	$31,5 \text{ кА} \geq 11,7 \text{ кА};$
$I_{дин} \geq i_{уд кз};$	$31,5 \text{ кА} \geq 29,8 \text{ кА};$

Секциялық ажыратқыш В5 типті ВВЭ-10-2500-31,5У3 қабылданады. Тексеру шарттары кесте 4.10 жүзеге асырылады. [10, 180 б.].

Кесте 4.10 – Секциялық ажыратқышты тексеру В5

Таңдау шарты	Салыстыру
$U_H \geq U_P;$	$10 \text{ кВ} \geq 10 \text{ кВ};$
$I_H \geq I_p;$	$2500 \text{ А} \geq 1443 \text{ А};$
$I_{откл} \geq I_{кз};$	$31,5 \text{ кА} \geq 11,7 \text{ кА};$
$I_{дин} \geq i_{уд кз};$	$31,5 \text{ кА} \geq 29,8 \text{ кА};$

#### 4.7 Желілер мен жүктемелердің ажыратқыштарының таңдалуы

*Желілердің ажыратқыштарының таңдалуы*

Әрбір желі мен магистраль үшін ТҚС-тан есептік қуатты, есептік ток және апаттық тогін есептейміз.

Магистраль №1 НТҚС - ТҚС 1 (4x1600)

$$S_{e.ТҚС1-4} = \sqrt{(P_{p.M1} + \Delta P_{тр1})^2 + (Q_{p.M1} + \Delta Q_{тр1})^2}, \quad (4.36)$$

$$S_{e.ТҚС1-4} = \sqrt{(2949,4 + 29,23)^2 + (1933,7 + 180,75)^2} = 3652,83 \text{ кВА.}$$

Есептік ток:

$$I_e = \frac{S_e}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{3652,83}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 105,45 \text{ А.}$$

Апаттық ток:

$$I_{ав} = 2 \cdot I_e = 2 \cdot 105,45 = 210,9 \text{ А.}$$

Магистраль №1 НТҚС - ТҚС 1 (4x1600) үшін ВВЭ-10-630-31,5У3 типті ажыратқыш таңдалады. Тексеру шарттары кесте 4.11 жүзеге асырылады. [10, 180 б.].

Кесте 4.11 – Ажыратқышты тексеру

Таңдау шарты	Салыстыру
$U_H \geq U_P;$	$10 \text{ кВ} \geq 10 \text{ кВ};$
$I_H \geq I_{ав};$	$630 \text{ А} \geq 210,9 \text{ А};$
$I_{откл} \geq I_{кз};$	$31,5 \text{ кА} \geq 11,7 \text{ кА};$
$I_{дин} \geq i_{удкз};$	$31,5 \text{ кА} \geq 29,8 \text{ кА};$

Магистраль №2 НТҚС – ТҚС 2 (4x1600), магистраль №3 НТҚС – ТҚС 3 (7x1600), магистраль №4 НТҚС – ТҚС 2 (2x1600) және ДСП, ВБК үшін де сәйкесінше ВВЭ-10-(200,400,630)-31,5У3 типті ажыратқыштар таңдалады.

## 4.8 Өзіндік мұқтаждық трансформаторларының таңдалуы

ТСН қуаты қосалқы станцияның әр түрлі жұмыс режиміндегі жүктемелерге сәйкес таңдалады, бірақ 630 кВА-дан артық емес . Трансформаторлық қосалқы станциялар үшін  $S_{\text{ө.н}}$  тұтынушылардың толық қуатынан 0,3-0,5 % тең қабылданады.

$$S_{\text{ө.н}} = (0,003-0,005)S_{\text{зав.}}$$

Өз мұқтаждықтарымен тұтынылатын қуат, кВА

$$S \text{ көрсеткішті} = 0,5\% \cdot S \text{ меңгерушісі},$$

$$S \text{ көрсеткішті} = 0,005 \cdot 35190,02 = 175,95 \text{ кВА.}$$

ТСЗ-250/10 екі трансформаторын таңдау

Таңдалған жабдық 10 кВ, атап айтқанда, ажыратқыштар, КЖ, ТТ, КТ, жүктеме ажыратқыштары, шиналар ГПП мен изоляторлар, және тексерілуі, оларды таңдау шарттары. Барлық таңдалған жабдықтар барлық қажетті талаптарға сәйкес келеді.

## 4.9 Кабельдердің таңдалуы

Кабель таңдау шарттары:

-токтың экономикалық тығыздығы бойынша:

$$F_{\text{эк}} = I_e / j_e,$$

мұнда  $j_e = 1,4 \text{ А/мм}^2$  - токтың экономикалық тығыздығы.

-термиялық төзімділігі бойынша:

$$F_{\text{min}} = \alpha \cdot I_{\text{КТ}} \cdot \sqrt{t_n},$$

мұнда  $\alpha$ - алюминий сым үшін- 12;

$\alpha$ -мыс үшін- 7;

-жұмыс тогымен қызу шартыта:

$$I_{\text{кос.}} \geq I_{\text{е.}}$$

-авариялық режиміне:

$$1,3 \times I_{\text{кос}} \geq I_{\text{ав.}}$$

-кернеу шығынымен:

$$\Delta U_{\text{кос}} \geq \Delta U_{\text{е.}}$$

СҚ1 үшін КЖ таңдау:

$$F_{\text{э}} = \frac{I_e}{j_{\text{эк}}} = \frac{145,41}{1,4} = 103,86 \text{ мм}^2.$$

-Термиялық төзімділігі бойынша:

$$F_{\text{min}} = \alpha \cdot I_{\text{КТ}} \cdot \sqrt{t_{\text{пр}}} = 12 \cdot 11,7 \cdot \sqrt{0,25} = 70,2 \text{ мм}^2.$$

Маркасы ААШВ-10-(3x120) кабель таңдаймыз,  $I_{\text{доп}} = 260 \text{ А}$ .

$$I_{\text{қос}} = 260 \cdot 0,8 = 208 > I_e = 141,41 \text{ А},$$

мұндағы  $K_{\text{п}} = 0,8$ - траншеядағы кабельдердің саны кезіндегі түзету коэффициенті  $N=4$ .

$$\Delta U = \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U_{\text{н}}} = \frac{(4033,72 \cdot 0,235 + 2626,64 \cdot 0,126)}{10} = 127,88 \text{ В};$$

$$\Delta U = \frac{\Delta U}{\Delta U_{\text{н}}} \cdot 100\% = \frac{127,88}{10000} \cdot 100\% = 1,28\% < 5\%$$

Кесте 4.12 – Кабель журналы

Учаскенің атауы	S <sub>e</sub> , кВА	N	K <sub>п</sub>	Жүктем е		Экономикалықтығыздығы бойынша ток		ҚТ тогы бойынша		Таңдалған кабель	I <sub>қос</sub> , А
				I <sub>e</sub> , А	I <sub>ав</sub> , А	j <sub>э</sub> , А/мм <sup>2</sup>	F <sub>э</sub> , мм <sup>2</sup>	I <sub>к</sub> , кА	S, мм <sup>2</sup>		
СҚ1	1777,28	2	0,8	145	-	1,4	103,86	11,7	125,58	ААШВ-10-(3x120)	295
СҚ2	1111,11	4	0,8	54	-	1,4	38,94	11,7	125,58	ААШВ-10-(3x70)	165
ДББП	6191	2	0,9	202	-	1,4	144,4	11,7	133,2	ААШВ-10-(3x150)	340
БТҚС-ТҚС1	3652,83	5	0,9	139	182,3	1,4	99,3	11,7	133,2	ААШВ-10-(3x120)	295
БТҚС-ТҚС2	4761,51	7	0,9	158	152,25	1,4	112,9	11,7	133,2	ААШВ-10-(3x120)	295
БТҚС-ТҚС3	7921,69	3	0,9	233	89,94	1,4	166,6	11,7	133,2	ААШВ-10-(3x240)	470
БТҚС-ТҚС4	2219,77	4	0,9	83	82,376	1,4	41,6	11,7	133,2	ААШВ-10-(3x70)	165

## 5 Картограмма жасау үшін деректерді есептеу

Кәсіпорын жүктемелерінің картограммасын құру:

$$R = \sqrt{\frac{P_{\text{см}}}{m \cdot \pi}}, \quad (5.1)$$

$$\alpha = \frac{P_{\text{е.ж.}}}{P_{\text{ом}}} \cdot 360^\circ, \quad (5.2)$$

мұнда R- шеңбер радиусы;

$\alpha$ -сектор бұрышы;

m- 1 кВт/мм тең шеңбер ауданын анықтауға арналған масштаб;

Кесте 5.1 - Кәсіпорын жүктемелерінің картограммасын жасауға арналған деректерді есептеу кестесі

Атаулары	$P_{\text{е.ж.}}$ , кВт	$P_{\text{ом}}$ , кВт	R, мм	$\alpha$ , °
№1 дайындық цехы	18,49	133,28	5,83	49,6
№1 ұнтақтар цехы	42,93	678	13,1	23,4
Дәндер қоймасы	17,4	59,4	3,23	161,8
№1 доғалық пештер цехы	139,49	2268	21,75	20,6
Үгіту цехы	52,21	354	12,17	34,8
Өткізу цехы	24,94	690	17,07	5,7
№1 дәндер цехы	33,24	460	9,51	42,8
№2 ұнтақтар цехы	34,92	550	11,7	24,7
№2 доғалық пештер цехы: а) 0,4 кВ; б) ДББП 12 т	48,31	877,5	20,1	22,4
Компрессорлық станса: а) 0,4 кВ; б) СҚ 6 кВ	18,59	504	7,29	36,1
Бұйымдар цехы	27,77	690	10,92	167,9
№2 дәндер цехы	43,3	756	8,8	120,6
Пештік цех	99,75	5886	42,39	3,9
Жөндеу-механикалық цехы	21,04	235,95	6,21	47,9
Зауыт басқармасы, асхана	176,4	460	12,3	132,4
№ 2 дайындық цехы	107,73	384,2	10,43	85,8
Насостық: а) СҚ 10 кВ	35,8	3200	31,92	4
Байланыстыру цехы	75,03	132	7,4	125,6
Көмір дайындау	60,76	263,25	9,23	70,5
Дайын бұйымдар қоймасы	611,27	91,2	12,22	311,6

## 6 Арнайы бөлім

### 6.1 Эквивалентті кедергі әдісі

Кернеуі 6-20 кВ, сондай-ақ 35 кВ тарату электр желілері элементтердің үлкен санымен (желілер учаскелері, трансформаторлар) және энергетикалық жүйелердің негізгі тұйық желілерімен салыстырғанда ақпараттың толықтығы мен сенімділігінің төмендігімен сипатталады. Олар әдетте ашық режимде жұмыс істейді. Мұндай жағдайларда электр энергиясының жоғалуын элементтік түрде анықтау қиынға соғады және энергия шығынының теңдігі критерийі бойынша желінің эквивалентіне негізделген жеңілдетілген тәсілдерді қолданған жөн. Осындай тәсілдердің бірі эквивалентті кедергі әдісінде жүзеге асырылады. Оның мәні-нақты тарату желісі (6.1 – сурет, а)  $R_{\Sigma}$  эквивалентті кедергісі бар бір элементпен және ең үлкен жүктеме режимінде  $I_{\text{ББ}}$  бас учаскесінің жүктемесіне тең жүктемемен (ток, толық қуат) ауыстырылады (6.1 – сурет, ә), эквивалентті кедергінің мәні ондағы электр энергиясының шығыны нақты желідегі жүктеме шығынына тең болатындай болуы керек. Эквивалентті кедергі қатарынан екі эквивалентті кедергі түрінде де ұсынуға болады (6.1 – сурет, б), желідегі энергия шығынын көрсететін ( $R_{\Sigma\text{Ж}}$ ) және трансформаторлар ( $R_{\Sigma\text{Т}}$ ).

Бір тарату желісіндегі трансформаторлардың артындағы тұтынушылардың құрылымы шамамен бірдей екенін ескере отырып, желінің әр учаскесінде ең үлкен жүктемені пайдалану уақыты және сәйкесінше ең үлкен шығын уақытын бірдей деп санауға болады. Содан кейін желідегі электр энергиясының жоғалуын мына түрде ұсынуға болады:

$$\Delta W = \Delta W_{\text{Ж}} + \Delta W_{\text{Т}}$$

мұндағы  $\Delta W_{\text{Ж}}$ ,  $\Delta W_{\text{Т}}$  - сәйкесінше сызықтар мен трансформаторлардағы энергия шығыны;

$I_{\text{Ж}i}$ ,  $R_{\text{Ж}i}$  – желінің  $i$ -ші учаскесінің тогы мен кедергісі;

$I_{\text{Т}j}$ ,  $R_{\text{Т}j}$  –  $j$ -ші трансформатордың тогы мен кедергісі;

$n$ ,  $m$  – сәйкесінше желі учаскелері мен трансформаторлардың саны.

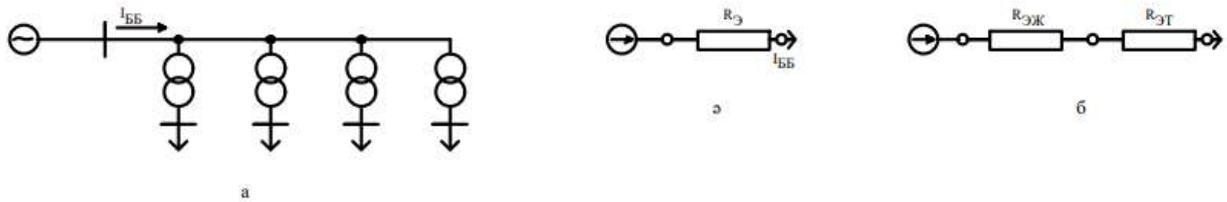
Осы жерден сызықтар мен трансформаторлардың эквивалентті кедергісін табуға болады:

$$R_{\Sigma\text{Ж}} = \frac{\sum_{i=1}^n I_{\text{Ж}i}^2 R_{\text{Ж}i}}{I_{\text{ББ}}^2}, \quad (6.1)$$

$$R_{\Sigma\text{Т}} = \frac{\sum_{j=1}^m I_{\text{Т}j}^2 R_{\text{Т}j}}{I_{\text{ББ}}^2}, \quad (6.2)$$

Жалпы эквивалентті кедергі:

$$R_{\text{ЭЖ}} + R_{\text{ЭТ}} = R_{\text{Э}}, \quad (6.3)$$



а-нақты схема; ә-жалпы эквивалентті кедергісі бар алмастыру схемасы; б-сызықтар мен трансформаторлар үшін бөлек эквивалентті кедергілермен.

6.1 – сурет –Тарату желісінің эквиваленттілігі

Берілген желі үшін тоқтың таралуын (ағынының таралуын) бір рет есептеп, (6.1) және (6.2) эквивалентті кедергілерді табу арқылы сіз ең үлкен жүктеме режимінде бас бөліктің өзгеретін жүктемесі кезінде электр энергиясының жоғалуын бірнеше рет есептей аласыз:

$$\Delta W = \Delta W_{\text{ж}} + \Delta W_{\text{т}} = 3I_{\text{ББ}}^2 (R_{\text{ЭЖ}} + R_{\text{ЭТ}}) \tau = 3I_{\text{ББ}}^2 R_{\text{Э}} \tau, \quad (6.4)$$

Жоғарыда айтылғандай, тарату электр желілері оларға қосылған тарату трансформаторларының жүктемелеріне қатысты жеткіліксіз және дұрыс емес ақпаратпен сипатталады. Сондықтан, әдетте, бас бөліктің белгілі жүктемесі тарату трансформаторларының белгіленген қуаттарына пропорционалды түрде бөлінеді, яғни.осы трансформаторлардың жүктеме коэффициенттері бірдей деп саналады. Сонымен қатар, арнайы зерттеулер көрсеткендей, эквивалентті кедергілерді есептеу кезінде қателіктер қолайлы болып шығады

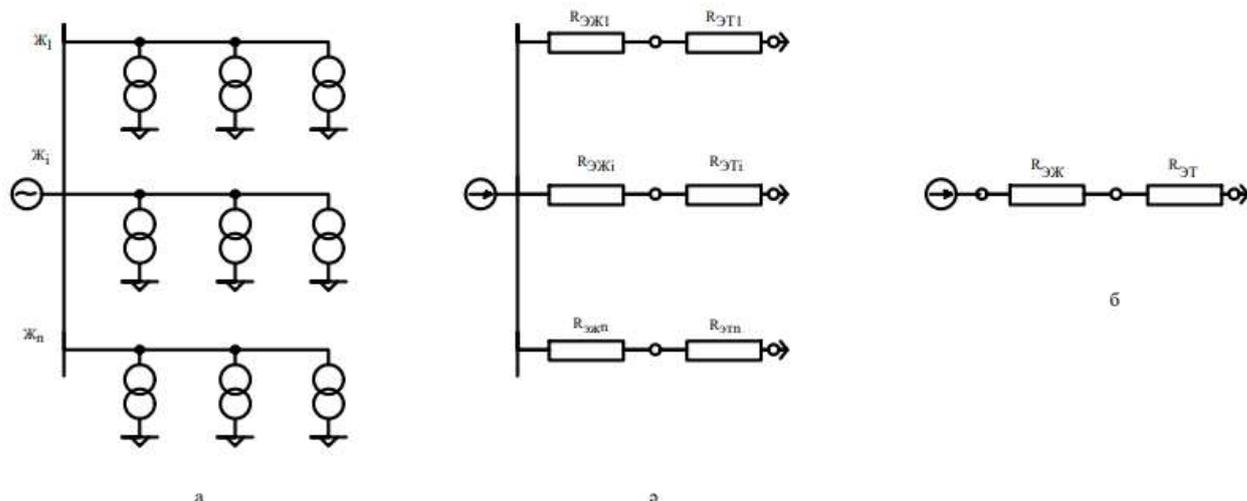
Бір тарату желісінің эквивалентті кедергілерін табудың сипатталған принциптері бүкіл электр желісінің бір номиналды кернеуінің тарату желілерінің жиынтығына таралуы мүмкін. Осы мақсатта жеке сызықтар қоректенетін шиналар баламалы шиналарға біріктіріледі (6.2 – сурет, а). Әрбір сызық пен оған қосылған трансформаторлар үшін  $R_{\text{ЭЖ}}$  және  $R_{\text{ЭТ}}$  эквивалентті кедергілер табылды (6.2 – сурет, ә). Содан кейін барлық сызықтар жиынтығының  $R_{\text{ЭЖ}}$  және  $R_{\text{ЭТ}}$  эквивалентті кедергілері табылды (6.2 – сурет, б).

Бұл кедергілер мына формулалар арқылы табылады:

$$R_{\text{ЭЖ}} = \frac{\sum_{i=1}^n R_{\text{ЭЖ}i} k_{\text{ЭЖ}}^2 S_{\text{Т}i}^2}{\left(\sum_{i=1}^n k_{\text{ЭЖ}} S_{\text{Т}i}\right)^2}, \quad (6.5)$$

$$R_{\text{ЭТ}} = \frac{\sum_{i=1}^n R_{\text{ЭТ}i} k_{\text{ЭТ}}^2 S_{\text{Т}i}^2}{\left(\sum_{i=1}^n k_{\text{ЭТ}} S_{\text{Т}i}\right)^2}, \quad (6.6)$$

мұндағы  $n$  – эквивалентті жолдар саны;  
 $S_{\text{Т}i}$  –  $i$ -ші желіге қосылған трансформаторлардың орнатылған қуаты;  
 $k_{\text{ЭЖ}i}$  –  $i$ -ші жолдың жүктеме коэффициенті,  $S_{\text{ББ}i}$   $i$  бас бөлігінің жүктеме қуатының қуатқа қатынасына тең.



а-бастапқы схема; ә-эквивалентті ауыстыру схемасы; б-эквивалентті ауыстыру схемасы сызықтар жиынтығын салыстыру арқылы.

6.2 – сурет – Тарату желілерінің жиынтығын эквиваленттеу

## 6.2 Мүмкін статистикалық әдіс

Мүмкін статистикалық әдістің ерекшелігі-бұл желідегі токтың таралуын есептеуді қамтымайды. Электр энергиясының шығыны тарату желісіне электр энергиясын жіберу, тарату желілерінің саны, желілердің ұзындығы, трансформаторлардың белгіленген қуаты және т. б. сияқты желінің жалпыланған статистикалық сипаттамалары негізінде есептеледі. Бұл ретте электр энергиясы шығындарының желінің жалпыланған статистикалық сипаттамаларына тәуелділігі тарату желілерінің статистикалық өкілді үлгісі үшін алдын ала орындалатын электр есептеулерінің белгілі бір санының нәтижелерін өңдеу негізінде анықталады. Нәтижесінде тиісті регрессиялық тәуелділіктер алынады.

Мысалы, эквивалентті кедергілер әдісін эквивалентті сызықтардың көп санында қолдану үшін оларды әр нақты желідегі ағындарды бөлу есептеулерінің нәтижелері бойынша емес, регрессиялық тәуелділіктер негізінде табуға болады.

Сонымен, 6 – 10 кВ желілері үшін олардың саны  $80 \leq N \leq 100$  болса, тәуелділік ұсынылады:

$$R_{\text{э}} = R_{\text{эЖ}} + R_{\text{эТ}} = 19,1 \cdot S_{\text{Т}\Sigma}^{-2} \sum_{i=1}^n L_i^{0,735} S_{\text{Т}i}^{1,45}, \quad (6.7)$$

мұндағы  $L_i$  –  $i$ -ші желінің ұзындығы;  
 $S_{\text{Т}i}$  –  $i$ -ші желіге қосылған трансформаторлардың белгіленген қуаты;

$S_{\text{Т}\Sigma}$  – желінің барлық транс-форматорларының жиынтық белгіленген қуаты.

35 кВ желілері үшін олардың саны  $85 < n \leq 15$

$$R_{\text{э}} = S_{\text{Т}\Sigma}^{-2} \sum_{i=1}^n S_{\text{Н}i}^2 (1,07 + 7,64 \cdot 10^{-2} L_i - 7,93 \cdot 10^{-2} S_{\text{Т}i} + 0,855 R_{\text{ББ}i}), \quad (6.8)$$

мұндағы  $R_{\text{ББ}i}$  – бас бөліктің кедергісі.

Осы әдістің басқа нұсқасында электр энергиясының жүктеме шығыны және 10 кВ желідегі бос жүрістің жоғалуы регрессиялық тәуелділіктердің бірі бойынша тікелей есептеледі:

$$\Delta W = 31,46 W_{\text{ББ}}^{0,62} L_{\text{М}}^{0,3}, \text{ мың кВт} \cdot \text{сағ}, \quad (6.9)$$

немесе

$$\Delta W = 18,93 W_{\text{ББ}} + 2,32 L_{\text{М}} + 3,66 L_0 - 4,21, \text{ мың кВт} \cdot \text{сағ}, \quad (6.10)$$

мұндағы  $W_{\text{ББ}}$  – осы тарату желісінің тұтынушыларына жіберілген активті энергия, МВт \* сағ \*  $10^{-3}$ ;

$L_{\text{М}}$  - тарату желісі магистралінің ұзындығы, ол ретінде қоректендіру қосалқы станциясының шиналарынан ең алыс тарату трансформаторына дейінгі арақашықтық қабылданған, км;

$L_0$  - тарату желісі тармақтарының жиынтық ұзындығы, км.

Ұқсас тәуелділіктер энергия шығынын берілген энергияның пайызымен анықтау үшін де мына формулалар ұсынылады:

$$\Delta W = 3,13 S_{\text{Т}\Sigma}^{0,2} L_{\text{М}}^{0,22} n_{\text{Т}}^{0,12}, \%, \quad (6.11)$$

немесе

$$\Delta W = 1,23 S_{\text{Т}\Sigma} + 0,1 L_{\text{М}} + 0,04 L_0 + 0,02 n_{\text{Т}} + 3,68, \%, \quad (6.12)$$

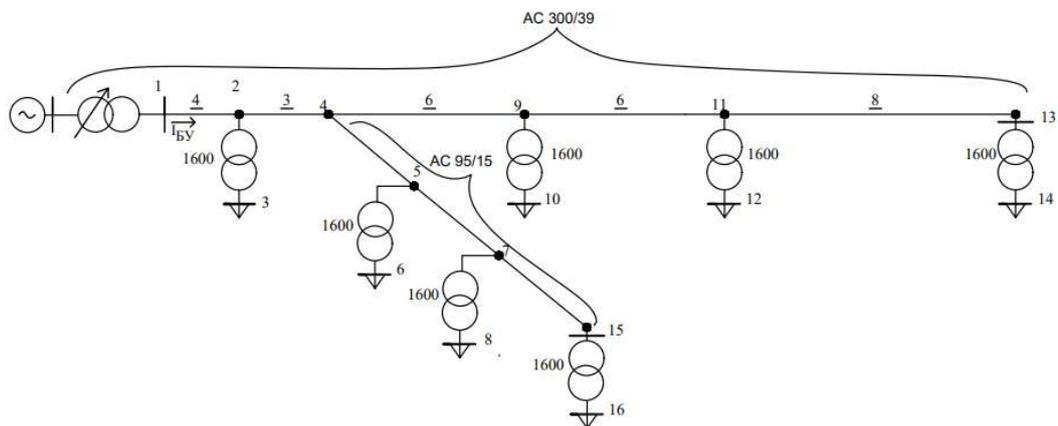
мұндағы  $S_{T\Sigma}$  - тарату желісіне қосылған трансформаторлардың жиынтық белгіленген қуаты, МВА;  $n_T$  - қосылған трансформаторлардың саны, дана.

Қорытындылай келе, ықтималдық-статистикалық әдіс көптеген электрлік есептеулерсіз желідегі жалпы шығындарды бағалауға мүмкіндік беретінін ескереміз. Сонымен бірге, бұл желідегі шығындардың жоғарылау орындарын анықтауға және сәйкесінше оларды азайту жолдарын анықтауға мүмкіндік бермейді.

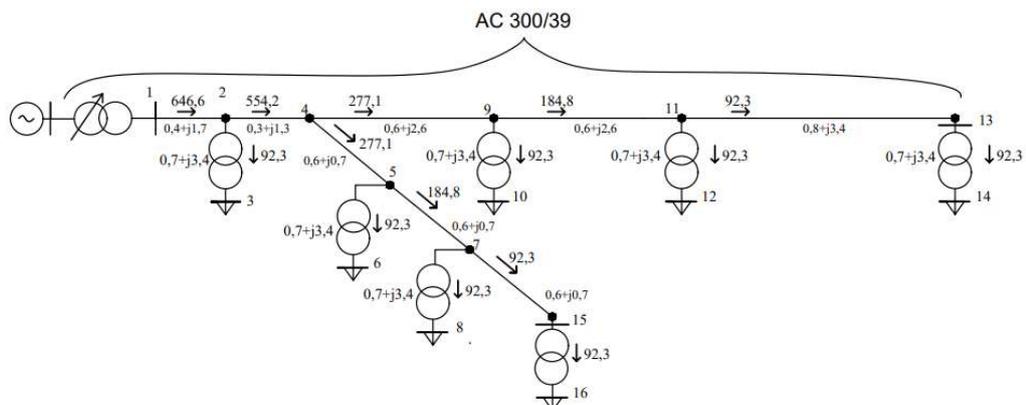
### 6.3 Эквивалентті қарсылық әдісі бойынша есептік жұмыс

6.3 – суретте көрсетілген кернеуі 10 кВ желінің схемасы берілген. Желі параметрлері: ұзындығы, желі учаскелері, км, олардың сым маркалары және трансформаторлардың номиналды қуаты 10/0, 38 кВ, кВ\*А. Ең үлкен жүктеме режимінде бас учаскенің тогы  $I_{БУ} = 646,6$  А. Желіге қосылған барлық тұтынушылардың ең үлкен жүктемесін пайдалану уақыты,  $T_M = 5000$  сағ.

Эквивалентті кедергі әдісімен және ықтималдық-статистикалық әдіспен электр энергиясының жылдық шығынын анықтаңыз.



6.3 –сурет – Бастапқы параметрлері бар желі схемасы



6.4 – сурет – Учаскелік кедергілер мен ток тарату желісінің схемасы

Трансформаторлардың берілген номиналды қуаттарына сәйкес, төлқұжат деректерін қолдана отырып, біз олардың белсенді және реактивті қарсылықтарын табамыз. Анықтамалықтардан берілген сым маркаларына сәйкес біз олардың  $R_0$  және  $X_0$  кедергісін табамыз. Учаскелердің берілген ұзындықтары бойынша біз олардың белсенді және реактивті қарсылықтарын табамыз. Нәтижелер суретте – 6.4 көрсетілген.

Біз бас бөліктің белгілі жүктемесін желіге қосылған трансформаторлардың номиналды қуаттарына пропорционалды түрде таратамыз. Сонымен, трансформатор тогы 23

$$I_{\text{ББ}} = \frac{1600 \cdot 7}{\sqrt{3} \cdot 10} = 647 \text{ A,}$$

$$I_{23} = I_{\text{ББ}} \frac{S_{\text{НОМ}23}}{\sum_{i=1}^7 S_{\text{НОМ}i}} = 647 \cdot \frac{1600}{11200} = 92,3 \text{ A.}$$

мұндағы трансформаторлардың жалпы номиналды қуаты:

$$\sum_{i=1}^7 S_{\text{НОМ}i} = 1600 \cdot 7 = 11200 \text{ кВ} \cdot \text{А.}$$

Кирхгофтың бірінші заңын қолдана отырып, біз барлық учаскелерде токтарды табамыз. Нәтижелер 6.4 –суретте көрсетілген.

(6.1) және (6.2) формулалары бойынша желілер мен трансформаторлардың эквивалентті кедергісін табамыз:

$$R_{\text{ЭЖ}} = \frac{646,6^2 \cdot 0,4 + 554,2^2 \cdot 0,3 + 2(277,1^2 \cdot 0,6) + 2(184,8^2 \cdot 0,6) + 92,3^2 \cdot (0,8 + 0,6)}{646,6^2} = 0,97 \text{ Ом;}$$

$$R_{\text{ЭТ}} = \frac{(92,3 \cdot 7)^2 \cdot 0,7}{646,6^2} = 0,7 \text{ Ом.}$$

(3.6) формуласы бойынша біз ең үлкен шығын уақытын есептейміз

$$\tau = \left( 0,124 + \frac{5000}{10000} \right) \times 8760 = 3410,93 \text{ сағ}$$

Содан кейін (6.3) формула бойынша біз электр энергиясының жылдық шығынын анықтаймыз.

$$\Delta W = 3 \cdot 646,6^2 (0,97 + 0,7) \cdot 3410,93 \cdot 10^{-6} = 71,53 \text{ МВт} \cdot \text{сағ.}$$

Ең үлкен белсенді қуатты пайдалану уақытын ең үлкен толық қуатты пайдалану уақытына тең деп есептей отырып  $T_M = 5000$  сағ және қуат коэффициентін қабылдай отырып  $\cos \varphi = 0,90$ , біз бас бөліктен өткен жылдық энергияны табамыз:

$$W = P_{\text{м.бб}} \cdot T_M = \sqrt{3} \cdot I_{\text{бб}} \cos \varphi \cdot T_M = \sqrt{3} \cdot 10 \cdot 646,6 \cdot 0,9 \cdot 5000 \cdot 10^{-3} = 5042 \text{ МВт} \cdot \text{сағ.}$$

Берілген энергияның пайызы ретінде энергия шығыны:

$$\Delta W = \frac{71,5}{5042} \cdot 100\% = 1,4 \%$$

Берілген желі үшін эквивалентті кедергіні біле отырып, сіз ең үлкен жүктеме режимінде басқа учаскелік токтарда энергия шығынын таба аласыз. Сонымен, егер бас учаскесінің тогы 2 есе артса, яғни  $I_{\text{бб}} = 1294$  А болса, онда энергия шығыны болады:

$$\Delta W = 3 \cdot (646,6 \cdot 2)^2 \cdot (0,97 + 0,7) \cdot 3410,93 \cdot 10^{-6} = 286 \text{ МВт} \cdot \text{сағ.}$$

Берілген энергия

$$W = \sqrt{3} \cdot 10 \cdot 1294 \cdot 0,9 \cdot 5000 \cdot 10^{-3} = 10085 \text{ МВт} \cdot \text{сағ.}$$

Энергия шығыны берілген энергияның пайызымен

$$\Delta W = \frac{286}{10085} \cdot 100\% = 2,8 \%$$

Жалпы алғанда электр энергиясының жоғалуы берілген энергияның пайызымен келесідей көрсетілуі мүмкін:

$$\Delta W\% = \frac{\Delta W}{W} 100\% = \frac{\Delta W}{P_{\text{м.бб}} \cdot T_M} 100\% = \frac{3I_{\text{бб}}^2 R_3 \tau}{\sqrt{3} U I_{\text{бб}} \cos \varphi T_M} 100\% = A I_{\text{бб}}, \%$$

$$\text{мұндағы } A = \frac{3R_3 \tau}{\sqrt{3} U I_{\text{бб}} \cos \varphi T_M} = \text{const.}$$

Демек, желінің өзгермейтін параметрлерінде ( $U$ ,  $R_3$ ) және жүктеме графигінің параметрлерінде ( $\cos \varphi$ ,  $T_M$ ) энергия шығыны бас бөлігінің тогына пропорционалды, бұл есептеуді растады. Токтың 647 А-дан 1294 А-ға дейін 2 есе артуымен энергия шығыны да 1,4% - дан 2,4% - ға дейін 2 есе өсті.

## 6.4 Мүмкін статистикалық әдіспен есептік жұмыс

Электр энергиясының шығынын ықтималдық-статистикалық әдіспен есептеу үшін біз (6.9) формуласын қолданамыз, оны магистраль ретінде қабылдаймыз 1 – 2 – 4 – 9 – 11 – 13 (сурет – 6.3):

$$\begin{aligned}\Delta W &= 31,46W_{\text{ББ}}^{0,62}L_{\text{М}}^{0,3} = 31,46(5042 \cdot 10^{-3})^{0,62} \cdot (4 + 3 + 6 + 6 + 8)^{0,3} \\ &= 223 \text{ МВт} \cdot \text{сағ},\end{aligned}$$

берілген энергияның пайызы төмендегідей

$$\Delta W = \frac{223}{5042} \cdot 100\% = 4,4 \%$$

Біз энергия шығынын тиісті формула бойынша пайызбен табамыз (6.11):

$$\begin{aligned}\Delta W &= 3,13S_{\Sigma}^{0,2}L_{\text{М}}^{0,22}n_{\text{Т}}^{0,12} \\ &= 3,13(1600 \cdot 7 \cdot 10^{-3})^{0,2} \cdot (4 + 3 + 6 + 6 + 8)^{0,22} \cdot 7^{0,12} = 13,2 \%,\end{aligned}$$

бұл (6.9) формуласы бойынша алынған мәннен біршама ерекшеленеді. Егер есептеу моделі ретінде (6.10) формуласын алсақ, онда біз аламыз:

$$\begin{aligned}\Delta W &= 18,93W_{\text{ББ}} + 2,32L_{\text{М}} + 3,66L_0 - 4,21 \\ &= 18,93 \cdot 5042 \cdot 10^{-3} + 2,38(4 + 3 + 6 + 6 + 8) + 3,66(2 + 2 + 2) \\ &\quad - 4,21 = 175 \text{ МВт} \cdot \text{сағ}.\end{aligned}$$

берілген энергияның пайызы төмендегідей

$$\Delta W = \frac{175}{5042} \cdot 100\% = 3,5\%$$

Энергия шығынын тиісті (6.12) формула бойынша пайызбен есептеу кезінде шығатын мәні:

$$\begin{aligned}\Delta W &= 1,23S_{\Sigma} + 0,1L_{\text{М}} + 0,04L_0 + 0,02n_{\text{Т}} + 3,68 = \\ &= 1,23(1600 \cdot 7 \cdot 10^{-3}) + 0,1(4 + 3 + 6 + 6 + 8) + 0,04(2 + 2 + 2) \\ &\quad + 0,02 \cdot 7 + 3,68 = 20,5 \%\end{aligned}$$

Жүргізілген есептеулерден (6.9) және (6.10) формулалар бойынша нәтижелер біршама өзгеше болуы мүмкін екенін көруге болады. Олар эквивалентті қарсылық әдісімен алынған нәтижеден ерекшеленеді. Бұл эквивалентті қарсылық әдісі бойынша тек жүктеме шығыны есептеледі, ал мүмкін статистикалық әдіс бойынша жүктеме де, бос жүріс шығыны да есептеледі.

Әртүрлі формулалар бойынша нәтижелердегі алшақтық желідегі учаскелер мен трансформаторлар санының ұлғаюымен азаюы мүмкін.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жұмыста қоректендіру қуаты шексіз энергожүйенің қуаты 40 МВА болатын екі екіорамды трансформаторы бар қосалқы станциясынан қоректенетін абразивті зауытты электрмен жабдықтау жоспары іске асты. Зауыттың әрбір цехтың технологиялық процесін талдау және есептеу нәтижесінде зауыт сенімділігінің II санатына жататыны анықталды.

Дипломдық жұмыстың негізгі бөлімінде бастапқы берілген деректерді ескере отырып, жарықтандыру және күштік жүктемелерді анықтап, сол арқылы әрбір цехтың трансформаторы есептелді. Барлық жүктемелерді қосып, кернеуі 0,4 кВ зауыт бойынша жалпы жүктеме есептеліп, нәтижесінде 17 цехтық трансформаторы таңдалды.

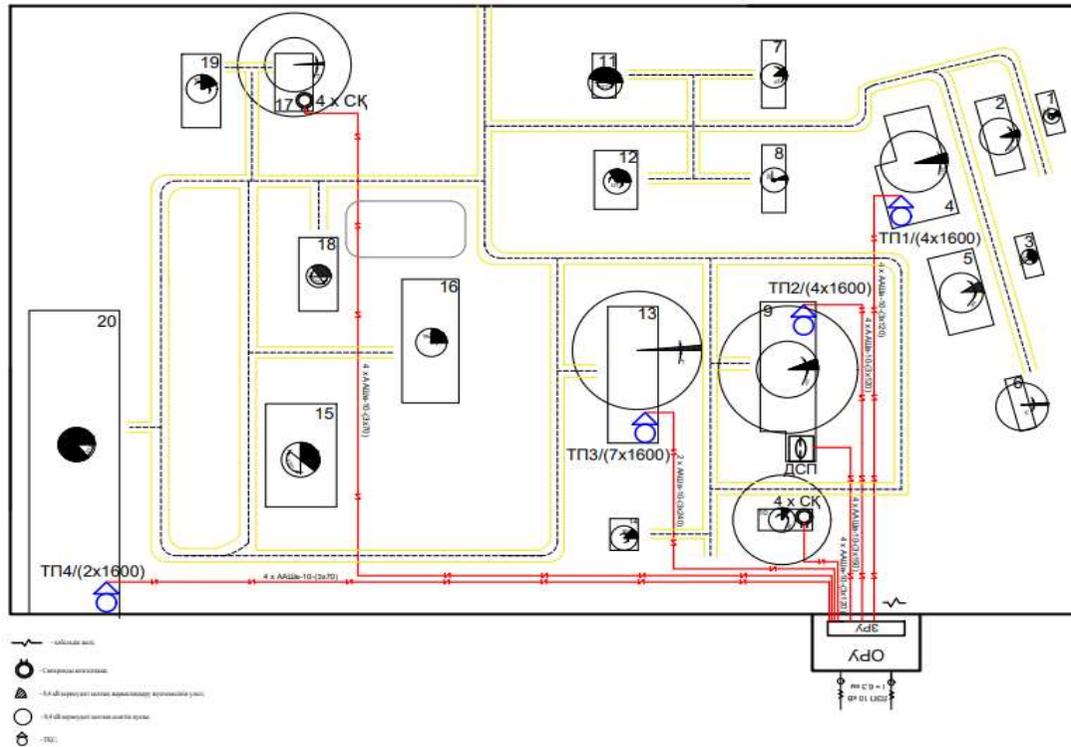
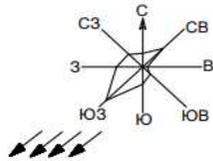
Негізгі бөлімінің үшінші бөлігінде зауыттың сыртқы электрмен жабдықтау сұлбасы қарастырылды. Анықталғандай экономикалық және техникалық жағынан ең тиімді сұлба ретінде электр энергиясы 115 кВ ЭБЖ бойынша берілетін зауытты электрмен жабдықтау нұсқасы таңдалынды. Таңдалған нұсқа бойынша басты төмендеткіш қосалқы станцияға ТРДН-25000/110 типті екі трансформатор таңдалынды. Кейін осы мәліметтерді пайдалана отырып арнайы бөлімде эквивалентті кедергі әдісі және мүмкін статистикалық әдіс бойынша қосымша есептеулер жүргізіліп, талдау нәтижелері алынды.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Сайт [http://www.chemmarket.info/files/demo\\_articles/demo\\_article](http://www.chemmarket.info/files/demo_articles/demo_article)
- 2 Сайт <http://www.chem.msu.su/rus/jvho/2002-1/67>
- 3 Сайт <http://www.kstu.kz/wp-content/uploads/docs/restricted/lib/portfolio>
- 4 Вейнерт Д., Сполдинг Ч. Светодиодное освещение. Справочник. Принципы работы, преимущества и области прим/я. Philips, 2010. – 156 б.
- 5 Жакупов А.А., Хижняк Р.С.. Методические указания к выполнению экономической части выпускных работ (для бакалавров, обучающихся по направлению «Электроэнергетика»). – Алматы: АИЭС, 2011. – 28 б.
- 6 Барыбин Ю.Г., Федоров Л.Е.. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 465 б.
- 7 Федоровь А.А. “Справочник по электроснабжению и электрооборудованию ” Том2– М. Энергоатомиздат, 1987 г, 592 с.
8. Неклепаев Б. Н, Крючков И.П.. Электрическая часть станций и подстанций: Справочные материалы. – М.: Энергия, 1986. – 465 б.
- 9 Справочник по проектированию электроэнергетических систем/. Ершевич В.В., Зейлигер А.Н., Илларионов Г.А и др.; Под ред.. Рокотяна С.С и. Шапиров И.М.- 3-е изд., перераб. и доп.- М.: Энергоатомиздат, 1985.-352 б.
- 10 Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов : Учеб. пособие/ Е.А.Конюхова. М.: Мастерство, 2002. -319 с.
- 11 Абдимуратов Ж.С., Дюсебаев М.К., Санатова Т.С., Хакимжанов Т.Е. Еңбекті қорғау: Дәрістер жинағы. - Алматы:- АЭЖБИ, 2006. -36 б.
- 12 СТ КазНИТУ – 09 – 2023 Работы Учебные. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала.
- 13 Правила устройства электроустановок.– М.Энергия, 2004 г.

## Қосымша А

### Абразивті зауыттың бас жоспары



№	Цехтың аталуы	Σ Pн, кВт
1	№1 дайындық цехы	280
2	№1 ұнтақтар цехы	1200
3	Дәндер қоймасы	120
4	№1 доғалық пештер цехы	3000
5	Үгіту цехы	500
6	Өткізу цехы	1000
7	№1 дәндер цехы	800
8	№2 ұнтақтар цехы	1000
9	№2 доғалық пештер цехы	1500
10	Компрессорлық станса	750
11	Бұйымдар цехы	1200
12	№2 дәндер цехы	1400
13	Пештік цех	9000
14	Жөндеу-механиалық цехы	650
15	Зауыт басқармасы, асхана	800
16	№2 дайындық цехы	850
17	Насостық	4000
18	Байланыстыру цехы	250
19	Көмір дайындау	450
20	Дайын бұйымдар қоймасы	200

