

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Т.К. Бәсенов атындағы сәулет құрылыс және энергетика институты  
«Энергетика» кафедрасы

Төрехан Медет Еркінұлы

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

Жиһаз фабрикасының электрмен жабдықталуын есептеу және сыртқы  
қоректендіру схемасын техника-экономикалық таңдау

5B071800 - «Электр энергетикасы» мамандығы

Алматы 2019



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

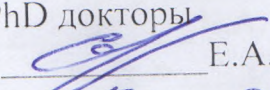
Т.К. Бәсенов атындағы сәулет құрылыс және энергетика институты

«Энергетика» кафедрасы

5B071800 – Электр энергетикасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

Кафедра меңгерушісінің м.а.,  
PhD докторы

 Е.А. Сарсенбаев

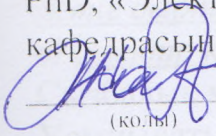
«17» 05 2019 ж.

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

Тақырыбы «Жиназ фабрикасының электрмен жабдыкталуын есептеу және сыртқы коректендіру схемасын техника-экономикалық тандау»

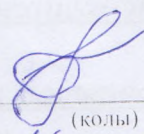
5B071800-«Электр энергетикасы»

Орындаған  
Пікір беруші  
М. Тынышпаева атындағы Қазақ  
көлік және коммуникациялар  
академиясы  
PhD, «Электроэнергетика»  
кафедрасының доценті

 Ж.Ж. Калиев

«17» 05 2019 ж.

Төрехан М.Е.  
Ғылыми жетекші  
лектор



Г.Ш. Токпеисова

«16» 05 2019 ж.

Алматы 2019



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Т.К. Бәсенов атындағы сәулет құрылыс және энергетика институты

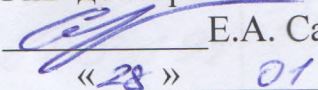
«Энергетика» кафедрасы

5B071800 – Электр энергетикасы

**БЕКІТЕМІН**

Кафедра меңгерушісінің м.а.,

PhD докторы

 Е.А. Сарсенбаев

«28» 01 2019 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Төрехан Медет Еркінұлы

Тақырыбы: «Жиһаз фабрикасының электрмен жабдықталуын есептеу және сыртқы қоректендіру схемасын техника-экономикалық таңдау».

Университет проректорының 2018 ж. «30» қазанындағы № 1210 - б бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «6» мамыр 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістер: Зауыттың бас жоспары; цехтар бойынша электрлік жүктемелер туралы мәліметтер; Фабрика энергожүйенің кернеуі 35 кВ тең жоғары вольтты әуе желісінен қорек алады. Энергожүйенің әуе желісінен зауытқа дейінгі қашықтық - 1 км. Зауыт үш ауысыммен жұмыс істейді.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Электрлік жүктемелерді есептеу;

б) Арнайы бөлім: Жиһаз фабрикасының электрмен жабдықталуын есептеу және сыртқы қоректендіру схемасын техника-экономикалық таңдау;

в) Электр қауіпсіздігі;

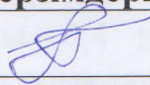
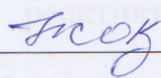
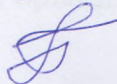

Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдарды слайдпен дайындау

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 15 атау

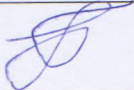

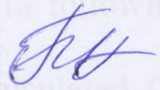


Дипломдық жұмысты дайындау

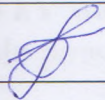
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Электрлік жүктемелерді есептеу		
Жиһаз фабрикасының электрмен жабдықталуын есептеу және сыртқы қоректендіру схемасын техника-экономикалық таңдау	 16.05.192	

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

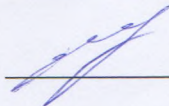
Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	Тоқпеисова Г.Ш. лектор	16.05.19	
Электр қауіпсіздігі бөлімі	Тоқпеисова Г.Ш. лектор	16.05.19	
Норма бақылау	Балгаев Н.Е. PhD докторы, сениор - лектор	17.05.194	

Ғылыми жетекші



Г.Ш.Тоқпеисова

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Төрехан М. Е.

Күні

« 20 » 05 2019 ж.



**5B071800 - Электр энергетикасы мамандығы бойынша оқитын ЭЭб-15-1к тобының студенті Төрехан Медет Еркінұлы «Жиһаз фабрикасының электрмен жабдықталуын есептеу және сыртқы қоректендіру схемасын техника-экономикалық таңдау» тақырыбындағы дипломдық жұмысына ғылыми жетекшінің пікірі**

Тақырыбы: *Жиһаз фабрикасының электрмен жабдықталуын есептеу және сыртқы қоректендіру схемасын техника-экономикалық таңдау.*

Дипломдық жұмыста электр қабылдағыштардың берілген саны мен қуаты бойынша фабриканың жарықтандыру және күштік жүктемелері есептеліп, сыртқы электр жабдықтау нұсқаларын технико-экономикалық жағынан салыстырып таңдалған.

Электр қауіпсіздігі бөлімінде негізгі шаралар қарастырылып, электр қондырғыларын пайдалану кезіндегі қауіпсіздік техникасы тәртібі көрсетілген.

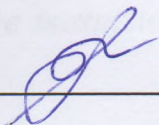
Жалпы бітіруші жұмыста ешбір айтарлықтай қателер жоқ. Сызбалар AutoCAD бағдарламасында сызылған. Түсінік жазбасында компьютерлік қателер бар.

Жұмысты орындау кезінде Төрехан Медетке өзін жауапкершілігі жоғары, білім алуға талпынысы бар, еңбекқорлығы жақсы студент ретінде көрсетті.

Бітіруші жұмысты жалпы өте жақсы орындаған, жоғарыдағы көрсетілген кемшіліктер Төрехан Медетке білікті маман болып шығуына ешқандай кедергісін тигізбейді.

Жалпы дипломдық жұмысқа 95% « өте жақсы» деген баға ұсынып, ал студент Төрехан Медет Еркінұлы 5B071800 – Электр энергетикасы мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры академиялық дәрежесіне лайық деп есептеймін.

**Ғылыми жетекші**  
**«Энергетика» кафедрасының**  
**Лекторы**



**Токпеисова Г.Ш.**

**«16» мамыр 2019 жыл.**



## РЕЦЕНЗИЯ

### Дипломдық жұмыс

Төрехан Медет Еркінұлы

5B071800- Электр энергетикасы

**ТАҚЫРЫБЫ:** Жиһаз фабрикасының электрмен жабдықталуын есептеу және сыртқы қоректендіру схемасын техника-экономикалық таңдау.

Орындалды:

- а) графикалық бөлім 7 парақ  
б) түсініктеме 56 бет

Дипломдық жұмыста электр қабылдағыштардың берілген саны мен қуаты бойынша фабриканың жарықтандыру және күштік жүктемелері есептеліп, сыртқы электр жабдықтау нұсқаларын технико-экономикалық жағынан салыстырып таңдалған Электр қауіпсіздігі бөлімінде негізгі шаралар қарастырылып, электр қондырғыларын пайдалану кезіндегі қауіпсіздік техникасы тәртібі көрсетілген.

Студент жұмысты дайындау кезіндегі өз бетінше әрекеттенуі жұмыс кезіндегі жобалау мен тәртіптілігі, техникалық материалдарды пайдалана алуы бітірушінің жеке ерекшелігі.

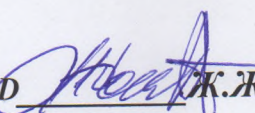
Бітіруші жұмыстың тақырыбы, мазмұны, құрамы, көлемі оқу жоспары мен бағдарламасына сәйкес, арнайы нормативтер – ҚМжЕ, БМБ, оқулықтар, анықтамалықтарға сай дұрыс шешімдер қабылданып орындалған.

Жұмысқа ескерту: Мәтінде орфографиялық және стилистикалық қателер кездеседі.

### ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы дипломдық жұмысқа 90% «өте жақсы» деген баға ұсынып, ал студент Төрехан Медет Еркінұлы 5B071800 – Электр энергетикасы мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры академиялық дәрежесіне лайық деп есептеймін.

### РЕЦЕНЗЕНТ

М. Тынышбаев атындағы ҚазККА Қазақ кәсіптік-техникалық университетінің «Электрэнергетика» кафедрасының доценті, PhD  Ж.Ж. Калиев



ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ  
Начальник ОУП

«17» мамыр 2019 ж.



**Протокол анализа Отчета подобия**

**заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения**

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

**Автор:** Төрехан Медет Еркінұлы

**Название:** Жиһаз фабрикасының электрмен жабдықталуын есептеу және сыртқы коректендіру схемасын техника-экономикалық тандау.doc

**Координатор:** Гулбаршын Токпеисова

**Коэффициент подобия 1:**19,6

**Коэффициент подобия 2:**7,6

**Тревога:**344

**После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:**

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

17.05.19

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения



Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

.....  
.....  
.....  
.....

*допустить к защите*

.....  
.....

*17.05.29*

.....  
.....

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

коэффициент подобия 1:13.5

коэффициент подобия 2:7.5

уровень 2.341

После проверки отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

✓ Авторизованный в работе кандидат наук является добросовестным и не обладает признаками плагиата. В связи с чем, работа признается оригинальной и допускается к защите;  
У обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, хотя чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отрецензирована с целью определения заимствований;  
Авторизованный в работе кандидат наук является добросовестным и обладает признаками плагиата, так в ней содержится заимствование из иностранного текста, указывающее на заимствования недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

.....  
.....  
.....

.....  
.....

*17.05.19*

.....  
.....

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения



## **АНДАТПА**

Диссертациялық жұмыс электрлік энергия ағынын басқару технологияларына және біріктірілген энергожүйенің жұмысының тиімділігін арттыруға арналған. Микропроцессорлық техниканың замануи дамуын қолдана отырып интеллектуалды электр берілісі желілері аясында электрэнергетиканы түрлендіру мәселелерін кешенді шешу мүмкіндіктері зерттеледі.

Математикалық сипаттамалар мен компьютерлік модельдер жүйенің өтпелі процестері кезіндегі әр түрлі режимдерін зерттеуге мүмкіндік береді, сонымен қатар күрделі біртекті біріктірілген жүйенің математикалық моделін режимдік қасиеттерін сараптау үшін және оның режимдерін басқару алгоритмдерін синтездеу үшін ыңғайлы түрге ақпараттық түрлендіруге мүмкіндік береді.

## **АННОТАЦИЯ**

Диссертационная работа посвящена технологиям управления потоками электроэнергии и вопросам повышения эффективности работы объединенных энергосистем. Исследуется возможность комплексного решения проблемы преобразования электроэнергетики в рамках интеллектуальных линий электропередач с использованием современного развития микропроцессорной техники.

Математическое описание и компьютерные модели позволяют исследовать при различных режимах переходные процессы системы в целом, а также позволяют информационно преобразовать математическую модель сложной объединенной неоднородной системы к удобному виду для анализа режимных свойств и синтеза алгоритмов управления ее режимами.

## **ANNOTATION**

Dissertation work is devoted to technologies of management of streams of the electric power and questions of increase of overall performance of the integrated power systems. Possibility of a complex solution of the problem of transformation of power industry within intellectual power lines with use of modern development of microprocessor equipment is investigated.

The mathematical description and computer models allow to investigate at various modes transition processes of system in general, and also allow is information to transform mathematical model of the difficult joint non-uniform system to a convenient look for the analysis of regime properties and synthesis of algorithms of management of its modes.



## КІРІСПЕ

Еліміздегі энергетика халық шаруашылығы мен әр түрлі саладағы электр энергиясын тұтынушыларды сенімді электрэнергиясымен қамтамасыз етуде. Қазақстанда өндірілген электрэнергияны тұтыну бойынша алғашқы орында өндіріс саласы және ол жалпы энергияның 70% құрайды.

Электр энергиясы халық шаруашылығының барлық саласында қолданылады, әсіресе электржетегінің әртүрлі механизмдері үшін, ал кейінгі жылдары әртүрлі электртехнологиялық құрылғылар үшін, оның ішінде электротермиялық және электрдәнекерлеу құрылғыларда, электролизде, материалды электрұшқындық және электрдыбыстық өндеуде, электрбояуда және т.б.

Энергожүйені жоспарлағанда қосымша күштік тұтынушыларды орнататындай жоспарланып, қуат коэффициенті жүйенің барлық жерінде жоғары деңгейде болып және де жүйеде электр энергия сапасын бақылайтын мүмкіндік болу керек. Электрлік энергия тұтынушыларының өз спецификалық ерекшеліктері болады, осыған байланысты электрмен жабдықтауға төмендегідей талаптар қойылады: қорек көзінің сенімділігі, электр энергиясының сапасы, жекелеген элементтерді сақтау және қорғау. Өнеркәсіптік кәсіпорындардың электр жабдықтау жүйесін жобалап жасау және қолдануда техника-экономикалық жағынан дұрыс кернеуді таңдау, электрлік жүктемені анықтау, қосалқы трансформаторлардың қуатын және санын, олардың сақтандырғыштарын, кернеуді реттеу тәсілдерін және реактивті қуатты қалпына келтіру жүйесін таңдау қажет.

Электр жүйесін жобалау мәселесі тиімді мәселелер класына жатады, дегенмен ол тиімді әдістермен тез шешіле алмайды, себебі мәселелердің үлкен қиындығымен, көпшарттылықпен, параметрлігінің көптігімен және тапсырманың динамикалық сипаттарымен, дискреттікпен, және шығу параметрлерінің толық анықталмауымен байланысты шарттасқан.

Осы жағдайларда электр жүйелерінің жобалауы электр жабдықтаудың дамуының рационалды нұсқаларының соңғы санын жасауға кеп түйіседі. Олар кәдімгі және апаттан соңғы тәртіптерде тұтынушыларды сенімді және сапалы электр қуатымен қамтамасыз етеді. Экономикалық шарттар бойынша барынша рационалды нұсқаларды таңдау жасалады. Сонымен қатар барлық нұсқалар алдын-ала электр жабдықтауының сенімділігі мен сапасын бір деңгейге келтіреді. Жүйені жобалауда экологиялық, әлеуметтік және басқа шарттар шектеу түрінде есепке алынады.

Энергетикалық бағдарламада электр энергияны үнемдеу саясатын қарастыру дамуда. Электр энергетикалық ресурсты үнемдеу үшін өндірістегі қондырғыларды электрлік үнемдеу құрылғыларымен ауыстыру қажет, ескірген қондырғыларды жаңалау, энергетикалық шығындардың барлық түрін мүмкіндігінше жойып, өндірістің құрылымын жақсарту, энергетикалық ресурстарды түрлендіру және қолдану.



## 1 Зауыт бойынша электрлік жүктемелерді есептеу

### 1.2 Фабриканың берілгендері

Кондитерлің фабрика энергожүйенің кернеуі 35 кВ тең жоғары вольтты әуе желісінен қорек алады. Энергожүйенің әуе желісінен зауытқа дейінгі қашықтық - 1 км. Зауыт үш ауысыммен жұмыс істейді. Зауыттың бас жоспары 1.1-суретте көрсетілген.

**Кесте 1.1 – Фабрика бойынша электр жүктемелер**

№	Атаулары	ЭҚ саны	Тұрақталған қуаты	
			Жалғыз ЭҚ	Жалпылама
1	Бас ғимарат	40	10-40	1200
	а) 0,4 кВ б) синхронды қозғалтқыш 6 кВ	2	800	1600
2	Дайын өнім қоймасы	6	1-12	64,75
3	Көмекші цехтар блогы	15	1-20	152
4	Химиялық материалдар қоймасы	3	1-10	20
5	Кондитерлік цех	25	1-30	295
6	Карамель цехы	10	1-15	66,6
7	Тоңазытқыш станция	5	1-10	44,95
8	Қазандық	2	7,5	15,16
9	Басқару ғимараты	6	1-15	66,6
10	Резервуар	4	1-10	37,65
11	Бисквит қазандық	5	1-10	37,65
12	Су резервуары	20	1-30	196
13	Газ реттеу пункті	30	1-25	295
14	Еріту станциясы	1	7	7
15	Макарон сақтауға арналған цех	10	1-15	127,5
16	Карамель тоңазытқыш станция	12	1-10	127,5
17	Асхана	8	1-10	86,7
18	Автоматты түрде өрт сөндіретін сорғылау станциясы	15	1-30	196
19	Механикалық цех	20	1-25	196

### 1.3 Фабриканың жарықтандыру және күштік жүктемелерін есептеу

Завод цехтары бойынша кернеуі 1кВ-қа дейінгі электр жүктемелерді есептеу жеңілдетілген әдіс – реттелген диаграммалар – бойынша жүргізіледі. Цехтар бойынша күштік және жарықтану жүктемелерді есептеудің нәтижелері



1.2-кестеге және 1.3-кестеге “Кернеуі 0,4 кВ фабрика цехтары бойынша күштік жүктемелерді есептеу” енгізілген.

Фабриканың ГПП және цех ТП орналасу орынын анықтау мақсатымен жобалау кезінде электр жүктемелер картограммасын құрады.

Картограмма – заводтың жалпы планында орналасқан шеңберлер. Шеңберлердің аймағы таңдалған масштабта цехтардың есептелген жүктемелеріне сәйкес келеді.

Төменгі вольті жүктеме үшін картограмма цехтің жарықтандыру үлесін көрсету керек. Оны цехтің сәйкес келетін шеңбердің секторы түрінде көрсетуге болады.



**Кесте - 1.2 - Жарықтандыру жүктемесін есептеу**

№	Өндіріс орындарының Атаулары	Орындард ың өлшемі	Меншіктік жарықтандыр у жүктемесі ро кВт/м <sup>2</sup>	Сұраны с коэффи циент Кс	Тұрақ. қуаты. Р кВт	Жарықтандыру жүктемесінің есебі		cosφ	tgφ
						Рро, кВт	Qро, квар		
1	Бас ғимарат	5500	0,015	0,8	82,5	66	42	0,65	1,17
2	Дайын өнім қоймасы	266	0,015	0,85	4	3,4	2,5	0,9	0,48
3	Көмекші цехтар блогы	974	0,013	0,75	12,67	9,5	6,9	0,7	1,02
4	Химиялық материалдар қоймасы	115	0,015	0,8	1,73	1,38	1	0,65	1,17
5	Кондитерлік цех	1550	0,02	0,9	31	28	16	0,7	1,02
6	Карамель цехы	375	0,02	0,8	5,63	4,5	2,3	0,7	1,02
7	Тоңазытқыш станция	500	0,01	0,6	5	3	2	0,8	0,75
8	Қазандық	66,7	0,015	0,6	1	0,6	0,5	0,8	0,75
9	Басқару ғимараты	375	0,015	0,8	5,63	4,5	2,3	0,7	1,02
10	Резервуар	166	0,015	0,8	2,5	2	1,5	0,7	1,02
11	Бисквит қазандық	125	0,02	0,9	2,5	2	1,5	0,75	0,88
12	Су резервуары	1390	0,011	0,85	15,3	13	9	0,7	1,02
13	Газ реттеу пункті	2333	0,015	0,8	35	28	16	0,7	1,02
14	Еріту станциясы	33,3	0,015	0,8	0,5	0,4	0,3	0,65	1,17
15	Макарон сақтауға арналған цех	778	0,015	0,6	11,67	7	5	0,8	0,75
16	Карамель тоңазытқыш станция	778	0,015	0,6	11,67	7	5	0,8	0,75
17	Асхана	353	0,015	0,75	5,3	4	3,5	0,65	1,17
18	Автоматты түрде өрт сөндіретін сорғылау станциясы	1970	0,011	0,6	21,67	13	9	0,7	1,02
19	Механикалық цех	353	0,015	0,75	5,3	4	3,5	0,65	1,17



**Кесте - 1.3 - Күштік жүктемелі кернеуді есептеу 0,4 кВ**

№	Цехтар мен ЭҚ топтарының атаулары	ЭҚ саны	Номинальды қуат		m	Ки	cosφ	tgφ	Орташа қуат		пэ	Км	Есептік қуат			I <sub>p</sub> А
			P <sub>min</sub> -P <sub>max</sub> кВт	∑P <sub>n</sub> кВт					P <sub>см</sub> кВт	Q <sub>см</sub> квар			P <sub>p</sub> кВт	Q <sub>p</sub> квар	S <sub>p</sub> кВА	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Бас ғимарат															
	Күштік	40	10-40	1200	>3	0,4	0,75	0,88	480	422	40	1,37	657,6	422		
	Жарықтандыру								66	42			66	42		
	Қорытынды								544	464			723,6	464	860	560
2	Дайын өнім қоймасы															
	Күштік	6	1-12	64,75	>3	0,4	0,75	0,88	25,75	22,66	6	1,32	34	24,9		
	Жарықтандыру								3,4	2,5			3,4	2,5		
	Қорытынды								29,15	25,16			37,4	26,4	44,9	65
3	Көмекші цехтар блогы															
	Күштік	15	1-20	152	>3	0,55	0,8	0,75	83,9	62,9	15	1,14	95,6	69		
	Жарықтандыру								9,5	6,9			9,5	6,9		
	Қорытынды								93,4	69,8			105,1	75,9	129,6	146
4	Кондитерлік цех															
	Күштік	3	1-10	20	3	0,6	0,8	0,75	12	9	3	1,15	13,8	9,9		
	Жарықтандыру								1,38	1			1,38	1		
	Қорытынды								13,38	10			15,18	10,9	18,7	27
5	Карамель цехы															
	Күштік	25	1-30	295	>3	0,7	0,7	1	207	162	25	1,11	230	162		
	Жарықтандыру								28	16			28	16		
	Қорытынды								235	178			258	178	310	205



**Кесте - 1.3 - Күштік жүктемелі кернеуді есептеу 0,4 кВ (жалғасы)**

6	Карамель цехы															
	Күштік	10	1-15	66,56	>3	0,8	0,7	1	53,25	22,3	10	1,19	45	22,3		
	Жарықтандыру								4,5	2,3			4,5	2,3		
	Қорытынды								57,75	24,6			49,5	24,6	55,3	79
7	Тоңазытқыш станция															
	Күштік	5	1-10	44,95	>3	0,6	0,8	0,75	35,96	19	5	1,16	31	19		
	Жарықтандыру								3	2			3	2		
	Қорытынды								38,96	21			34	21	40	26,1
8	Қазандық															
	Күштік	2	1-7,5	15,16	<3	0,6	0,8	0,75	9,1	4,7	2	1,3	7	4,7		
	Жарықтандыру								0,6	0,5			0,6	0,5		
	Қорытынды								9,7	5,2			7,6	5,2	9,45	13,5
9	Басқару ғимараты															
	Күштік	6	1-15	66,56	>3	0,8	0,7	1	53,25	22,3	6	1,19	45	22,3		
	Жарықтандыру								4,5	2,3			4,5	2,3		
	Қорытынды								57,75	24,6			49,5	24,6	55,3	79
10	Резервуар															
	Күштік	4	1-10	37,65	>3	0,8	0,8	0,75	30,14	13,1	4	1,37	22	13,1		
	Жарықтандыру								2	1,5			2	1,5		
	Қорытынды								32,14	14,6			24	14,6	27,3	39
11	Бисквит қазандық															
	Күштік	5	1-10	37,65	>3	0,8	0,8	0,75	30,14	13,1		1,37	22	13,1		
	Жарықтандыру								2	1,5			2	1,5		
	Қорытынды								32,14	14,6			24	14,6	27,3	39

Кесте - 1.3 - Күштік жүктемелі кернеуді есептеу 0,4 кВ (жалғасы)

12	Су резервуары															
	Күштік	20	1-30	196	>3	0,6	0,7	1	104,9	90	20	1,21	127	90		
	Жарықтандыру								13	9			13	9		
	Қорытынды								117,9	99			140	99	171,5	245
13	Газ реттеу пункті															
	Күштік	30	1-25	295	>3	0,7	0,7	1	207	162	30	1,11	230	162		
	Жарықтандыру								28	16			28	16		
	Қорытынды								235	178			258	178	310	205
14	Еріту станциясы															
	Күштік	1	7	7	<3	0,5	0,8	0,75	3,5	2,6	1	1,2	4,2	2,6		
	Жарықтандыру								0,4	0,3			0,4	0,3		
	Қорытынды								3,9	2,9			4,6	2,9	5,46	7,8
15	Макарон сақтауға арналған															
	Күштік	10	1-15	127,4	>3	0,7	0,8	0,75	63,7	45	10	1,16	74	45		
	Жарықтандыру								7	5			7	5		
	Қорытынды								70,7	50			81	50	94,5	135
16	Карамель тоңазытқыш станция															
	Күштік	12	1-12	127,4	>3	0,7	0,8	0,75	63,7	45	12	1,16	74	45		
	Жарықтандыру								7	5			7	5		
	Қорытынды								70,7	50			81	50	94,5	135
17	Асхана															
	Күштік	8	1-10	86,75	>3	0,4	0,7	1	34,7	32	8	1,21	42	32		
	Жарықтандыру								4	3,5			4	3,5		



	Қорытынды								39,7	35,5			46	35,5	58,1	83
18	Автоматты түрде өрт сөнді сорғылау станциясы															
	Күштік	15	1-30	196	>3	0,6	0,7	1	104,9	90	15	1,21	127	90		
	Жарықтандыру								13	9			13	9		
	Қорытынды								117,9	99			140	99	171,5	245
19	Механикалық цех															
	Күштік	20	1-25	196	>3	0,6	0,7	1	104,9	90	20	1,21	127	90		
	Жарықтандыру								13	9			13	9		
	Қорытынды								117,9	99			140	99	171,5	245
	<b>0,4 кВ шинадағы қорытынды</b>												<b>2345,5</b>	<b>1473,2</b>	<b>2654,9</b>	

## **Однолинейная схема**



## 1.4 Цех трансформаторлар санын таңдау және 0,4 кВ кернеудегі реактивті қуатты компенсациялау

Цех трансформаторларының саны мен қуатын технико-экономикалық есептеулер жолымен ғана мүмкін, келесі факторларды ескеріп: тұтынушыларды электрмен жабдықтау сенімділігінің категориясы; 1кВ-қа дейінгі реактивті жүктемені компенсациялауын; қалыпты (нормалы) және авариялы режимдерде трансформатордың аса жүктемелу қабілетін; стандартты қуаттар қадамы; жүктеме графигі бойынша трансформаторлардың тиімді жұмыс режимдерін.

Есептеулерді “Указания по компенсации реактивной мощности в электрических сетях промышленных предприятий” (1984г.) сәйкес жүргіземіз.

Есептеулер үшін берілулер:

$$\begin{aligned} P_{p0,4} &= 2345,5 \text{ кВт}; \\ Q_{p0,4} &= 1473,2 \text{ квар}; \\ S_{p0,4} &= 2654,9 \text{ кВА}. \end{aligned} \quad (1.1)$$

Кондитерлік фабрика 2 категориялы тұтынушыларға жатады, зауыт үш сменамен жұмыс істейді; сондықтан трансформатордың жүктелу коэффициенті  $K_{зтр}=0,8$ . Трансформатор қуатын  $S_{нтр}=400$  кВА тең қабылдаймыз.

Ең көп есептік активті жүктемені қамдау үшін қажетті қуаттары бірдей цех трансформаторлардың минималды саны:

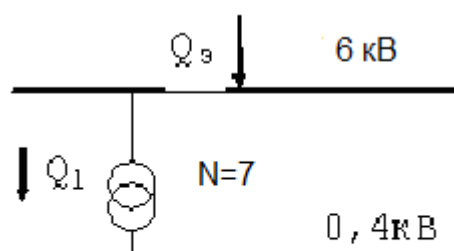
$$N_{\text{т min}} = \frac{P_{p0,4}}{K_3 \times S_{нтр}} + \Delta N = \frac{2345,5}{0,8 \times 630} = 4,65 + 0,27 = 4,92 = 5 \text{ дана},$$

мұнда  $P_{p0,4}$  – соммалы есептік активті қуат;

$K_3$  – трансформатордың жүктелу коэффициенті;

$S_{нтр}$  – трансформатордың қабылданған номинал қуаты;

$\Delta N$  – ең жақын бүтін санға дейінгі қосымша.



$$P_{p0,4}; Q_{p0,4}$$

1.3 - Сурет - Реактивті қуат балансын құрауға арналған есептік сұлба

### Кесте-1.4 - ТП бойынша цехтың төмені вольті жүктемелерін есептеу

№ ТП СНТ, ҚНБК ТП	№ цехов	Рр 0,4, кВт	Qр 0,4, квар	Sp0,4, кВА	Кз
1	2	3	4	5	6
ТП1 (3x630)  ΣSH=3x630=1890кВА <b>Барлығы</b>	1	723.6	464	1113	0,6
	8	49.5	24.6		
	11	49.5	24.6		
	26	46	35.5		
	9	34	21		
	2	37.4	26.4		
		940	596.1		
		940	596.1		
ТП2 (2x630)  ΣSH=2x630=1260кВА <b>Барлығы</b>	7	258	178	837,5	0,66
	10	7,6	5,2		
	13	24	14,6		
	15	24	14,6		
	3	105,1	75,9		
	20	258	178		
	5	15,18	10,9		
		691,88	472		
		691,88	472		
ТП3 (2x630)  SH=2x630=1260кВА <b>Барлығы</b>	18	140	99	709,9	0,6
	23	4,6	2,9		
	24	81	50		
	25	81	50		
	28	140	99		
	30	140	99		
		586,6	399,9		
		586,6	399,9		



Трансформаторлардың таңдалған саны бойынша кернеуі 1 кВ-қа дейінгі желіге трансформаторлар арқылы берілетін ең көп реактивті қуатты анықтайды:

$$Q_1 = \sqrt{(N_{\text{тэ}} \times S_{\text{нт}} \times K_3)^2 - P_{\text{р0,4}}^2} = \sqrt{(7 \times 630 \times 0.65)^2 - 2345,5^2} = 1647,86 \text{ квар.} \quad (1.4.2)$$

0,4 кВ шиналарында реактивті қуаттар балансы шартынан  $Q_{\text{нбк 1}}$  шамасын анықтаймыз:

$$Q_{\text{нбк 1}} + Q_1 = Q_{\text{р 0,4}}; \quad (1.2)$$

$Q_{\text{нбк 1}} = Q_{\text{р 0,4}} - Q_1 = 1473,2 - 1647,86 = 0$  квар. Трансформаторлардың бұл тобы үшін төменгі кернеу конденсаторлар батареясының (НБК) қосымша  $Q_{\text{нбк 2}}$  қуаты келесі формула бойынша анықталады:

Есептеулер нәтижесі бойынша 1.4-кесте “ТП бойынша цехтер жүктемелерін тарату” құрылады.

Цех ТП-рын екі және үш трансформаторлы деп қабылдаймыз. Цехтарды, олардың жүктемелерін ескеріп, территориялық бөлігі бойынша топтарға жинаймыз. ТП1-ТП3 ГПП шинасына қосылған. Заводтың жалпы планында ТП1-ТП3-ны (6/0,4 кВ) орналастырамыз. Заводта негізгі тұтынушылар болып жоғары вольтты синхронды қозғалтқыштар (СҚ) болып табылады. Олар (СҚ) ГПП-дан алыс орналасқан цехтарда орнатылған, сондықтан цехтарда тарату пунктерін (РП) қоямыз.

## 1.5 Қаскелең қаласында орналасқан кондитердік фабриканың электр жүктемесінің дәл есептелуі

### 1.5.1 ЦТП-дағы қуат шығындарын анықтау

ТМН-630-10/0,4 трансформаторын таңдаймыз.

#### Кесте -1.5 - Трансформатордың паспорттық берілулері

Трансформатор түрі	$S_H, \text{кВ} \cdot \text{А}$	$I_{\text{хх}}, \%$	$U_{\text{кз}}, \%$	$\Delta P_{\text{кз}}, \text{кВт}$	$P_{\text{хх}}, \text{кВт}$
ТМН-630-10 (0,4)	630	2	5,5	8,5	1,31

Жүктелу коэффициентінің мәнін кестеден аламыз.

*ТП1:*

$$K_3 = 0.6;$$

$$N = 3;$$

$$\Delta P_m = (1.31 + 8.50 \cdot 0.6^2) \cdot 3 = 13,11 \text{ кВт.}$$

$$\Delta Q_m = 0.01 \cdot (2 + 5.5 \cdot 0.6^2) \cdot 3 \cdot 630 = 75,22 \text{ квар.}$$

ТП2:

$$K_3=0.66;$$

$$N=2;$$

$$\Delta P_m = (1.31 + 8.50 \cdot 0.66^2) \cdot 2 = 10 \text{ кВт.}$$

$$\Delta Q_m = 0.01 \cdot (2 + 5.5 \cdot 0.66^2) \cdot 2 \cdot 630 = 55,4 \text{ квар.}$$

ТП3:

$$K_3=0.6;$$

$$N=2;$$

$$\Delta P_m = (1.31 + 8.50 \cdot 0.6^2) \cdot 2 = 8,74 \text{ кВт.}$$

$$\Delta Q_m = 0.01 \cdot (2 + 5.5 \cdot 0.6^2) \cdot 2 \cdot 630 = 50,15 \text{ квар.}$$

Барлық трансформаторлардағы соммалы шығындар:

$$\Sigma P_{1-7} = 13,11 + 10 + 8,74 = 31,85 \text{ кВт.}$$

$$\Sigma Q_{1-7} = 50,15 + 55,4 + 75,22 = 180,77 \text{ квар.}$$

1.5.2 Синхронды қозғалтқыштардың ВН жағында реактивтік қуаттын компенсациялау үшін 1-шы цехтың СҚ пайдаланамыз.

$$P_{нсд} = 800 \text{ кВт; } \cos \varphi = 0,85; N_{сд} = 2; k_3 = \beta = 0.85.$$

СҚ үшін есептік қуатын анықтаймыз:

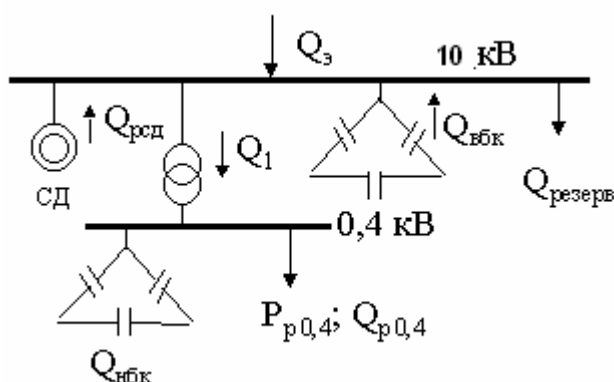
$$P_{рсд} = P_{нсд} \times N_{сд} \times k_3 = 800 \times 2 \times 0.85 = 1360 \text{ кВт.}$$

$$Q_{рсд} = P_{рсд} \times \tan \varphi = 1360 \times 0,67 = 911,2 \text{ квар.}$$

$$S_{рсд} = P_{рсд} / \cos \varphi = 1360 / 0,85 = 1600 \text{ кВА}$$

1.5.3 ГПП 6 кВ шинасындағы реактивті қуаттың қарымталануын есептеу

Орынбасу сұлбасын құраймыз, мына суретте көрсетілген



**1.4-сурет - 6 кВ шинадағы реактивті қуатты қарымталаудың орынбасу сұлбасы**



Резервті қуаты.

$$Q_{рез} = 0.1 \times \Sigma Q_{расч} = 0.1 \times (Q_{p0,4} + \Delta Q_T) = 0.1 \times (1473 + 180,7) = 165,37 \text{ квар.}$$

Энергожүйеден берілетін қуаты:

$$Q_э = 0.25 \times \Sigma P_p = 0.25 \times (P_{p0,4} + \Delta P_T + P_{сд}) = 0.25 \times (2345,5 + 31,85 + 1360) = 943,3 \text{ квар}$$

Реактивті қуаттар балансы шарты бойынша ВБК қуатын анықтаймыз:

$$Q_{ВБК} = Q_{p0,4} + \Delta Q_T + Q_{рез} - Q_э - Q_{сд}$$

$$Q_{ВБК} = 1473 + 180,7 + 165,37 - 943,35 - 911,2 = -2829,48 \text{ квар.}$$

$Q_{ВБК} = 0$  квар болғандықтан, ВБК таңдамаймыз

Зауыт бойынша электр жүктемесінің нақты есебі 1.6-кестесінде келтірілген .

**Кесте-1.6 - Фабриканың эл.жүктемесін дәл есептеу**

№ ТП	Цехтардың номері	ЭҚ саны N	Тұрақталған қуаттылық		Ки	Орташа жүктеме		Nэ	Км	Есептік қуат			Кз
			Pmin-Pmax	Общая $\sum P_n$ , кВт		Pсм кВт	Qсм квар			Pp, кВт	Qp, квар	Sp, кВА	
ТП1 3x630	1	40	10-40	1200	0,4	480	422	75	1,16	797,9	543,86	1069,4	0,6
	8	10	1-15	67		53,25	22,3						
	11	6	1-15	67		53,25	22,3						
	26	8	1-10	87		39,7	35,5						
	9	5	1-10	45		35,96	19						
	2	6	1-12	65		25,75	22,76						
	75	10-40	1531	687,91		543,86							
күштік жарықтандыру Барлығы										88,4	54,6		
										886,3	598,46	1069,4	0,6
ТП2 2x630	7	25	1-30	295	0,46	207	162	74	1,12	648,8	426,8	860	0,66
	10	2	1-7,5	15,16		9,1	4,7						
	13	4	1-10	37,65		30,14	13,1						
	15	5	1-10	37,65		30,14	13,1						
	3	15	1-20	152		83,9	62,9						
	20	30	1-25	295		207	162						
	5	3	1-10	20		12	9						
74	1-30	852,46	579,28	426,8									
күштік жарықтандыру Барлығы										71,48	43,4		
										720,28	470,2	860	0,66



**Кесте-1.6 – Фабриканың эл.жүктемесін дәл есептеу (жалғасы)**

№ ТП	№ цех ов	ЭҚ саны	Тұрақталған қуат		Ки	Орташа қуат		№э	Км	Есептік қуат			Кз
			Pmin-Pmax	Общая ∑Pн кВТ		Pсм кВТ	Qсм квар			Pp, кВт	Qp, квар	Sp, кВА	
ТПЗ 2x630	18	20	1-30	196		104,9	90						
	23	1	7	7		3,5	2,6						
	24	10	1-15	127,4		63,7	45						
	25	12	1-12	127,4		63,7	45						
	28	15	1-30	196		104,9	90						
	30	20	1-25	196		104,9	90						
		73	1-30	849,8	0,46	445,6	362,6	73	1,16	516,9	362,6		
күштік жарықтандыру Барлығы										53,4	37,3		
										570,3	399,9	696,5	0,59
0.4кВ шинадағы жинағы										2176,88	1468,56		
Трансформатордағы шығындар										31,85	180,77		
0.4кВ шинадағы қорытынды										2208,73	1649,33		
Синхронды қозғалтқыштар	1	2	800	1600						1360	-911,2		
<b>қорытынды</b>										<b>3568,73</b>	<b>738,13</b>	<b>3644,3</b>	

## 2 Сыртқы электр жабдықтау нұсқаларын технико-экономикалық жағынан салыстырып таңдау

### 2.1 Есептеу жолы

Өнеркәсіптік электржабдықтаудың оптимизациялау есептерін шешу кезінде бірнеше нұсқаларды салыстыру қажеттілігі туады. Өнеркәсіптік энергетика есептердің көп нұсқаларының бар болуы технико-экономикалық есептеулерді жүргізуді қажет етеді. Ол есептеулердің мақсаты – сұлбаның оптималды (тиімді) нұсқасын анықтау, электр жүйенің және оның элементтерінің параметрлерін анықтау.

Кондитердік фабрика қуаттары 4 МВА, кернеуі 35 кВ тең энергожүйе әуе желісінен қорек алады. Энергожүйенің қосалқы станциясынан заводқа дейінгі қашықтық - 1 км. Завод үш сменамен жұмыс істейді.

Электржабдықтау мәселелерінің оптималды шешімін табу жолдарының біріне бірнеше мүмкін болатын нұсқаларды салыстыру болып келеді. Дұрыс нұсқаны таңдау үшін технико-экономикалық жағын салыстыруға жүгінеді.

Салыстырылатын нұсқалар дәл үйлесімді және техникалық деңгейі дәрежесі, электржабдықтауды эксплуатациялау толассыздығының ыңғайлылығы бойынша тең болмайды. Олардың әрқайсысының өз артықшылықтары мен кемшіліктері бар.

Әрбір салыстырылатын нұсқалардың міндетті шарты болып, осы объектіге жоғарғы бөлімдерде көрсетілген талаптарға, сонымен қатар ережелер мен (ЭҚЕ) басқа директивті нұсқауларға сай болуы керек.

Салыстырылатын нұсқаларды техник-экономикалық бағалау кезінде олардың құнының көрсеткіштері, яғни капиталды есептік жұмсаулар – К және есептік жылдық ұсталым – С, шешуші рөл атқарады.

Электржабдықтау элементтері есептеулерінің көбеймеуі үшін осы екі шама нұсқадағы өзгертін бөліктеріне ғана есептеледі.

Жабдықтар мен аппараттар олардың номиналды параметрлері бойынша, есептік жүктеме мен қысқа тұйықталу токтарының шамаларынан аспайтын мәндер бойынша таңдалады.

Өткізгіштердің қима аудандары токтың экономикалық тығыздығы, қызуы және қысқа тұйықталу тогы ЭҚЕ-не сәйкес анықталады.

Әр жылдық өндірістің есептік ұсталымы С мыналардан шығады:  $C_w$  энергия шығындарының құнынан,  $C_a$  амортизациялық бөлулерден және  $C_p$  ағымдағы жөндеуге бөлінетін шығындардан. Демек С шамасы мынаған тең:

$$C=C_w+C_a+C_p.$$

Екі нұсқаны салыстыра келе олардың тиімдісін Z есептік шығындардың минимумы бойынша таңдайды:

$$Z=C+P_n K,$$

мұндағы  $P_n=0,6$  – тиімділіктің нормативті коэффициенті.

Ағымдағы жөндеу жұмыстарына жұмсалатын қаражат кабельдік желілер мен темірбетонды тіреудегі әуелік желілер үшін құрылыс құнының 0,5%, ал қосалқы станция үшін 1,0% көлемінде болады.

Бұл жобада ГДҚ-ын электржабдықтаудың 2 нұсқасын салыстырамыз. І нұсқа бойынша электржабдықтау 4,8км қашықтықта орналасқан қуаты 10МВА, кернеуі 110/6,3кВ Ақшабұлақ бас төмендеткіш қосалқы станциясынан әуелік электр беріліс желісінен, ал ІІ нұсқа бойынша электржабдықтау дәл осы қосалқы станциядан қоректенетін жерге салынған күштік кабельдер арқылы жүзеге асады.

Амортизация нормаларын келесідей етіп қабылдаймыз (3.1-кесте):

### 2.1-кесте - Амортизация нормалары

<i>Атауы</i>	Амортизация нормасы, %-бен
6-35кВ әуелік электр беріліс желілері үшін	2,8
6-35кВ жерде салынған кабельдік желілер үшін	3
Күштік электртехникалық қондырғылар мен таратушы құрылғылар үшін	6,3

Технико-экономикалық салыстыруды жүргізу үшін электрменжабдықтаудың екі нұсқасын қарастырамыз::

І нұсқа –энергожүйенің кернеуі 35 кВ жағынан әуе электр беріліс желісін орнату.

ІІ нұсқа – энергожүйенің кернеуі 35 кВ жағынан кабельэлектр беріліс желісін орнату.

### 2.2 I Нұсқа

І нұсқа бойынша электржабдықтарды таңдаймыз.

1. ГПП трансформаторларын таңдаймыз:

$$S = \sqrt{P_p^2 + Q_э^2} = \sqrt{3568,73^2 + 943^2} = 3859$$

Қуаттылығы 2500 кВА-лі екі трансформатор таңдаймыз.

Жүктелу коэффициенті:

$$K_3 = \frac{S_p}{2 \cdot S_H} = \frac{3859}{2 \cdot 2500} = 0.75$$

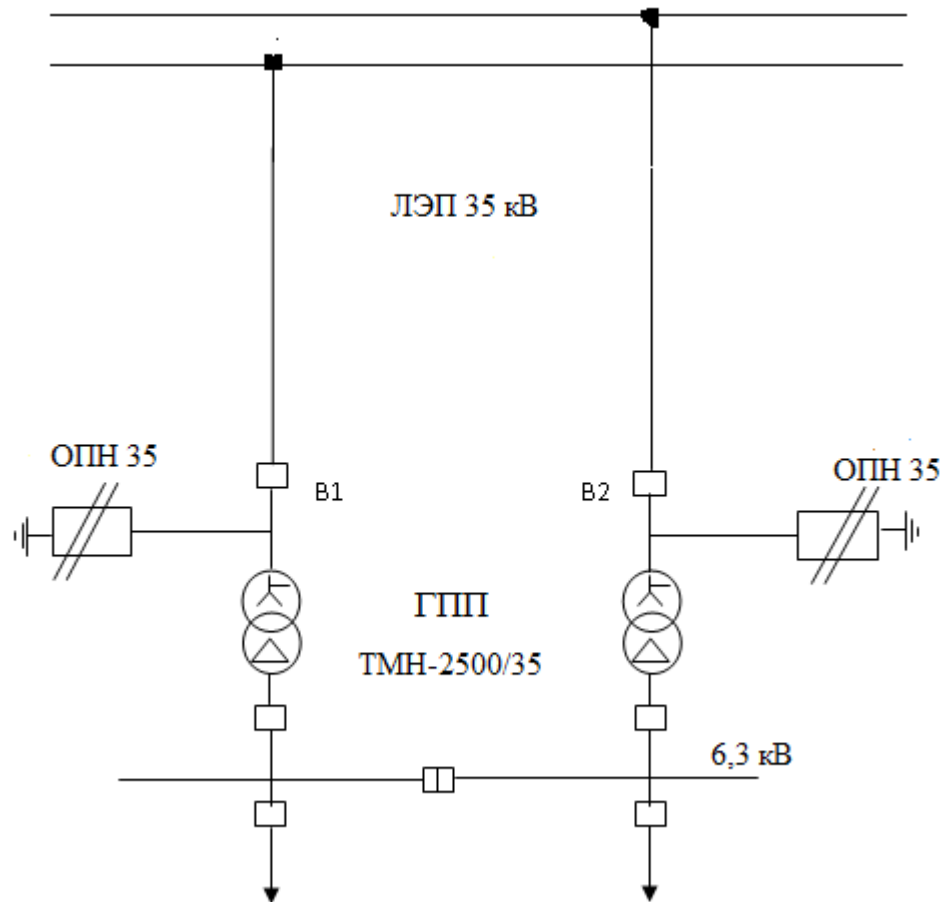
Трансформатордың паспорттық берілулері:

Трансформатор түрі ТМН –2500/35/6,3;

$S_H=2500$  кВА,  $U_{BH}=35$  кВ,  $U_{HH}=6,3$  кВ,  $\Delta P_{XX}=4,1$  кВт,  $\Delta P_{K3}=23,5$  кВт,

$U_{K3}=6,5\%$ ,  $I_{XX}=1\%$ .





2.1 - Сурет - Электржабдықтау сұлбасының I нұсқасы

БТҚС орнатылған трансформатордың құны 6 млн. тг құрайды.

Трансформатордағы қуат шығыны:

активті:

$$\Delta P_{\text{ТПШ}} = 2 \cdot (\Delta P_{\text{XX}} + \Delta P_{\text{КЗ}} \cdot K_3^2) = 2 \cdot (4,1 + 23,5 \cdot 0,75^2) = 34,6 \text{ кВт}$$

реактивті:

$$\Delta Q_{\text{тгпп}} = 0,02 \cdot (I_{\text{XX}} + U_{\text{КЗ}} \cdot K_3^2) \cdot S_{\text{н}};$$

$$\Delta Q_{\text{тгпп}} = 0,02 \cdot (1 + 6,5 \cdot 0,75^2) \cdot 2500 = 232,8 \text{ квар},$$

Трансформатор энергиясының шығыны.

Үш сменмен жұмыс істеу режим кезінде:  $T_{\text{вкл}}=6000\text{сағ}$ ;  $T_{\text{макс}}=6000\text{сағ}$ .

Онда максималды шығын уақыты:

$$\tau = (0,124 + T_{\text{м}} \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = (0,124 + 6000 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = 4592\text{с}.$$

Трансформатордың активті қуат шығыны:

$$\Delta W = 2 \times (\Delta P_{\text{XX}} \times T_{\text{вкл}} + \Delta P_{\text{КЗ}} \times \tau \times K_3^2)$$

$$\Delta W = 2 \times (4,1 \times 6000 + 23,5 \times 4592 \times 0,75^2) = 170601 \text{ кВтч}$$

Сонда трансформатордың бір жылдағы тұтынатын электр энергия шығынының құны 1330687 тг.

Трансформаторлық қосалқы станция үшін бөлінетін капиталдың мөлшері:  $K=6000000*2=12000000$ тг.

Трансформатор энергия шығынының құны:  $C_w=1330687$  тг.

Трансформаторлық қосалқы станция амортизация шығынының құны:  $C_a=756000$  тг.

Трансформаторлық қосалқы станцияның ағымдағы жөндеу жұмыстарына жұмсалатын шығынының құны:  $C_p=120000$ тг.

2.ЛЭП (Электр өткізгіш желісі)–35 кВ.

ЛЭП-нен өтетін, толық қуаты:

$$S_{лэп} = \sqrt{(P_p + \Delta P_{тэпн})^2 + Q_3^2} = \sqrt{((3568,73 + 34,6)^2 + 1468,56^2)} = 3891,1 \text{ кВА}.$$

Бір желіден өтетін есептеу тоғы:

$$I_p = \frac{S_{лэп}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{3891,1}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 35} = 32 \text{ А}.$$

Авариялық режимдегі ток:

$$I_a = 2 \times I_p = 2 \times 32 = 64 \text{ А}.$$

Экономикалық токтың тығыздығына байланысты сым қимасын анықтаймыз:

$$F = \frac{I_p}{j} = \frac{32}{1} = 32 \text{ мм}^2;$$

мұндағы  $j=1$  А/мм<sup>2</sup> экономикалық токтың тығыздығы,  $T_m=6000$ сағ, және алюминий сымы.

Мына сымды қабылдаймыз АС –35/6,2  $I_{доп}=175$ А.

Өткізгіш сымның құны 1км=100 000 \*3=300 000 тг

Берілген ток бойынша таңдалған сымды тексереміз.

Есеп айыратын ток бойынша:  $I_{доп} = 175 \text{ А} > I_p = 32 \text{ А}.$

Авариялық режим бойынша:  $I_{доп ав} = 1,3 \times I_{доп} = 1,3 \times 175 = 227,5 \text{ А} > I_{ав} = 64 \text{ А}.$

ЛЭП(Электр өткізгіш желісі)-де электроэнергия шығыны:

$$\Delta W_{лэп5} = 2 \cdot 3 \cdot I_p^2 \cdot R \cdot 10^{-3} \cdot \tau = 2 \cdot 3 \cdot 32^2 \cdot 0,89 \cdot 10^{-3} \cdot 4592 = 25109,8 \text{ кВтч}$$

мұндағы  $R=r_0 \times L=0,89 \times 1=0,89 \cdot 10^{-3}$  Ом,

мұндағы  $r_0=0,89$  Ом/км – болат алюминий сымының меншікті кедергісінің қимасы 35мм<sup>2</sup>,  $l=1$  км – желі ұзындығы. Электрэнергияның 1кВт·сағ үшін қосылған құн салығынсыз 7,8тг пара-пар деп қабылдаймыз. Сонда желідегі энергия шығынының құны – 195856,44тг.

Әуе желісін ұстап тұрушы тіректердің және бекітуші арматуралар, оқшаулағыштар мен жалғағыштардың құны 5000 000 тг.

Әуе желісі үшін бөлінетін капиталдың мөлшері:  $K=300000*2+5000000*2=10600000$  тг.

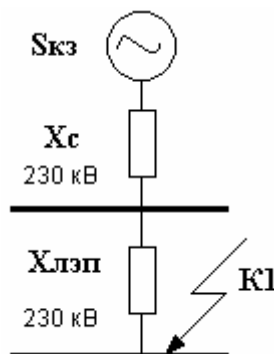
Әуе желісінің энергия шығынының құны:  $C_w=195856,44$  тг.

Әуе желісінің амортизация шығынының құны:  $C_a=296800$  тг.

Әуе желісінің ағымдағы жөндеу жұмыстарына жұмсалатын шығының құны:  
 $C_p=53000$  тг.

3  $U=35$  кВ-қа ажыратқыш таңдаймыз.

Аспап таңдап алмас бұрын, орынбасу сұлбасын құраймыз (сурет.3.2.) және қысқа тұйықталу тоғын есептейміз:



**2.2 - сурет - Алмастыру сұлбасы**

$$S_6=1000 \text{ MVA}; U_6=35 \text{ кВ}. S_{кз}=600 \text{ MVA}$$

$$x_c = S_6 / S_{кз} = 1000/600 = 1,67 \text{ о.е.},$$

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \times U_H} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 35} = 16,5 \text{ кА};$$

$$X_L = X_0 \cdot L \cdot \frac{S_6}{U_{cp}^2} = 0,4 \cdot 1 \cdot \frac{1000}{35^2} = 0,326 \text{ о.е.}$$

$$I_{к1} = \frac{I_6}{X_c} = \frac{16,5}{1,67} = 9,88 \text{ кА}; \quad i_y = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_{к1} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 9,88 = 25 \text{ кА}$$

$$I_{к2} = \frac{I_6}{X_c + X_L} = \frac{16,5}{1,67 + 0,326} = 8,3 \text{ кА}; \quad i_y = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_{к1} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 8,3 = 21 \text{ кА}$$

Электр жүйенің апаттық режиміндегі токтары бойынша P1 және P2 айығыштарын таңдаймыз.

Электр жүйенің апаттық режиміндегі токтары бойынша B1 және B2 айығыштарын таңдаймыз

B1 және B2 ажыратқыштарды таңдаймыз:

Ажыратқыш С-35М-630-10У1

$$I_{ном}=630\text{A} > I_{ав}=64\text{A};$$

$$I_{откл}=10\text{кА} > I_{к1}=8,3\text{кА};$$

$$I_{пред}=524\text{кА} > i_y=21\text{кА};$$

$$I_{терм}=20\text{кА} > I_{к1}=8,3\text{кА},$$

P1 және P2 айығыштарын таңдаймыз:

Айығыш РВ3-35/630У3

$$I_{ном}=630\text{A} > I_{ав}=64\text{A};$$



$$I_{откл}=10\text{кА}>I_{к1}=9,88\text{кА};$$

$$I_{пред}=524\text{кА}>i_y=25\text{кА};$$

$$I_{терм}=20\text{кА}>I_{к1}=9,88\text{кА},$$

С-35М-630-10У1 екі ажыратқышының құны 2,2 млн. тг.

$$K_{В1-2}=2 \times 1100\ 000=2200\ 000\ \text{тг}$$

РВ3-35/630У3 төрт айырғышының құны 280 мың тг.

$$K_{Р1-2}=2 \times 70000=280\ 000\ \text{тг}$$

Коммутациялық аппараттар үшін бөлінетін капиталдың мөлшері:  
 $K=70000 \cdot 4 + 1100000 \cdot 2480000\ \text{тг}.$

Коммутациялық аппараттар амортизация шығынының құны:  $C_a=156240\ \text{тг}.$

Трансформаторлық қосалқы станцияның ағымдағы жөндеу жұмыстарына жұмсалатын шығынының құны:  $C_p=24800\ \text{тг}.$

### 2.3 II Нұсқа

II нұсқа бойынша электрқондырғы таңдаймыз.

Кабель желісі (Электр өткізгіш желісі) –35 кВ.

1. ГПП трансформаторларын таңдаймыз:

$$S = \sqrt{P_p^2 + Q_э^2} = \sqrt{3568,73^2 + 1468,56^2} = 3859$$

Қуаттылығы 2500 кВА-лі екі трансформатор таңдаймыз.

Трансформатор түрі ТМН –2500/35/6,3;

$S_n=2500\ \text{кВА}$ ,  $U_{вн}=35\ \text{кВ}$ ,  $U_{нн}=6,3\ \text{кВ}$ ,  $\Delta P_{xx}=4,1\ \text{кВт}$ ,  $\Delta P_{кз}=23,5\ \text{кВт}$ ,

$U_{кз}=6,5\%$ ,  $I_{xx}=1\%$ .

БТҚС орнатылған трансформатордың құны 6 млн. тг құрайды.

Трансформатордағы қуат шығыны:

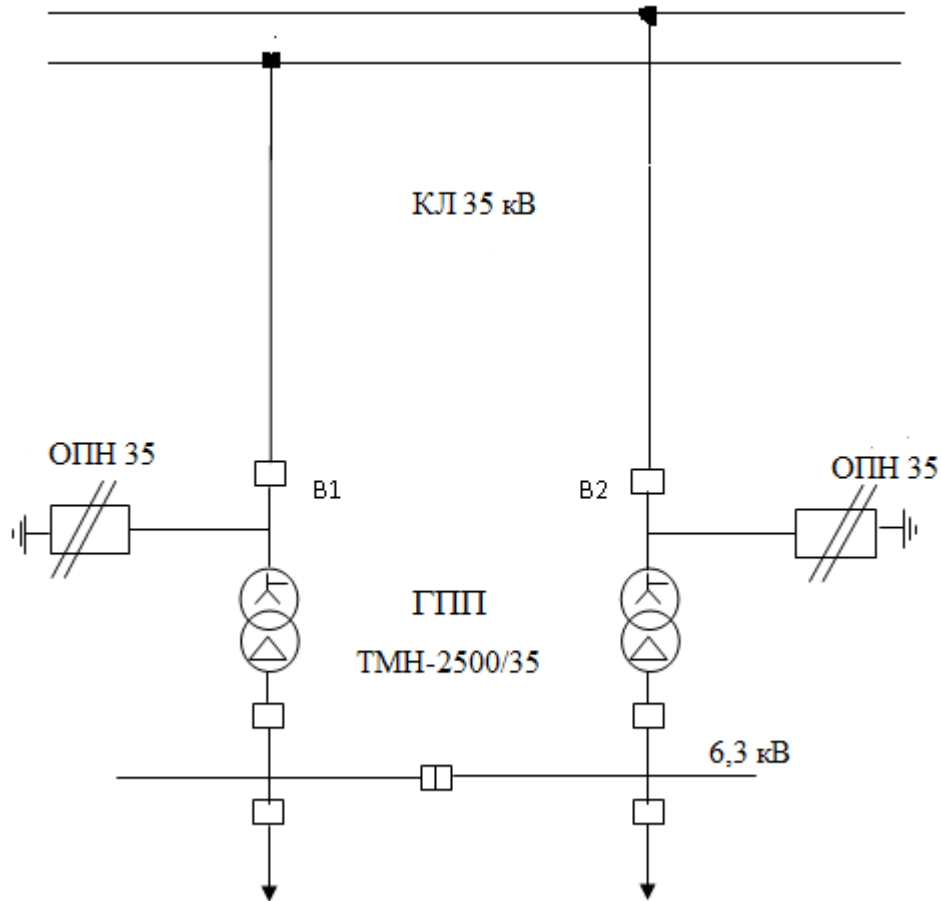
активті:

$$\Delta P_{ГПП} = 2 \cdot (\Delta P_{xx} + \Delta P_{кз} \cdot K_3^2) = 2 \cdot (4,1 + 23,5 \cdot 0,75^2) = 34,6\ \text{кВт}$$

реактивті:

$$\Delta Q_{тгпп} = 0,02 \cdot (I_{xx} + U_{кз} \cdot K_3^2) \cdot S_n;$$

$$\Delta Q_{тгпп} = 0,02 \cdot (1 + 6,5 \cdot 0,75^2) \cdot 2500 = 232,8\ \text{квар}.$$



**2.3 – Сурет - Екінші нұсқа электржабдықтау сұлбасы**

Трансформатор энергиясының шығыны.

Үш сменмен жұмыс істеу режим кезінде:  $T_{\text{вкл}}=6000\text{сағ}$ ;  $T_{\text{макс}}=6000\text{сағ}$ .

Онда максималды шығын уақыты:

$$\tau = (0.124 + T_m \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = (0.124 + 6000 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = 4592\text{с}.$$

Трансформатордың активті қуат шығыны:

$$\Delta W = 2 \times (\Delta P_{\text{xx}} \times T_{\text{вкл}} + \Delta P_{\text{кз}} \times \tau \times K_3^2)$$

$$\Delta W = 2 \times (4,1 \times 6000 + 23,5 \times 4592 \times 0,75^2) = 170601 \text{ кВтч}$$

Сонда трансформатордың бір жылдағы тұтынатын электр энергия шығынының құны 1330687 тг.

Трансформаторлық қосалқы станция үшін бөлінетін капиталдың мөлшері:  $K=6000000 \times 2=12000000\text{тг}$ .

Трансформатор энергия шығынының құны:  $C_w=1330687 \text{ тг}$ .

Трансформаторлық қосалқы станция амортизация шығынының құны:  $C_a=756000 \text{ тг}$ .

Трансформаторлық қосалқы станцияның ағымдағы жөндеу жұмыстарына жұмсалатын шығынының құны:  $C_p=120000\text{тг}$ .

2 Кабель желісі (Электр өткізгіш желісі) –35 кВ.

Кабель желісінен өтетін толық қуаты:

$$S_{\text{каб}} = \sqrt{(P_p + \Delta P_{\text{мзпп}})^2 + Q_3^2} = \sqrt{((3568,73 + 34,6)^2 + 1468,56^2)} = 3891,1\text{кВА}.$$

Есептік ток:

$$I_p = \frac{Sp}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{3891,1}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 35} = 32 \text{ A}.$$

Авариялық режимдегі ток:

$$I_a = 2 \times I_p = 2 \times 32 = 64 \text{ A}.$$

Тоқтың экономикалық тығыздығына байланысты сым қималарын анықтаймыз:

$$F = \frac{I_p}{j} = \frac{32}{1,2} = 26,6 \text{ мм}^2;$$

мұнда  $j=1,2 \text{ A/мм}^2$  тоқтың экономикалық тығыздығы,  $T_M=6000 \text{ сағ}$  және алюминий сымдарда.

Тоқөткізгішті қабылдаймыз:  $3 \times \text{RM} - 50/16$  с  $I_{\text{доп}}=219 \text{ A}$ .

Қимасы  $50 \text{ мм}^2$  кабель құны  $1 \text{ км}=25\,000\,000 \text{ тг}$

Кабель жүргізілетін траншеяны қазуға жұмсалатын қаражат құны  $1 \text{ км}=1\,000\,000 \text{ тг}$ .

Берілген токтарды таңдалған сымдармен тексереміз:

Есеп-айыру тоғында:  $I_{\text{доп}}=219 \text{ A} > I_p=32 \text{ A}$ :

Авариялық режимде:  $I_{\text{доп ав}}=1,3 \times I_{\text{доп}}=1,3 \times 219=285 \text{ A} > I_{\text{ав}}=64 \text{ A}$ .

КЖ электроэнергия шығыны:

$$\Delta W_{\text{кж}} = 2 \cdot 3 \cdot I_p^2 \cdot R \cdot \tau = 2 \cdot 3 \cdot 32^2 \cdot 0,387 \cdot 10^{-3} \cdot 4592 = 10920 \text{ кВтч}$$

$$\text{мұндағы } R=r_0 \times L=0,387 \times 1=0,387 \text{ Ом},$$

мұндағы  $r_0=0,387 \text{ Ом/км}$  - мыс кабельдің меншікті кедергісі сымдарының қимасы  $50 \text{ мм}^2$ ,  $l=1 \text{ км}$  – желі ұзындығы. Электрэнергияның  $1 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}$  үшін қосылған құн салығынсыз  $7,8 \text{ тг}$  пара-пар деп қабылдаймыз. Сонда желідегі энергия шығынының құны –  $85176 \text{ тг}$ .

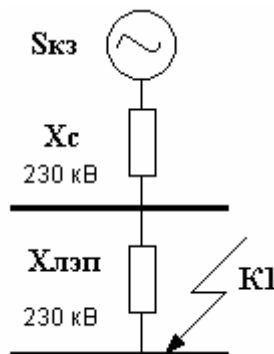
Кабель желісі үшін бөлінетін капиталдың мөлшері:  $K=25\,000\,000 \cdot 2 + 1\,100\,000 = 51\,100\,000 \text{ тг}$ .

Кабель желісінің энергия шығының құны:  $C_w=85176 \text{ тг}$ .

Кабель желісінің амортизация шығының құны:  $C_a=1533000 \text{ тг}$ .

3  $U=35 \text{ кВ}$ -қа ажыратқыш таңдаймыз.

Аспап таңдап алмас бұрын, орынбасу сұлбасын құраймыз (сурет.3.2.) және қысқа тұйықталу тоғын есептейміз:



3.4 - сурет - Алмастыру сұлбасы



$$S_6=1000 \text{ MVA}; U_6=35 \text{ кВ}. S_{кз}=600 \text{ MVA}$$

$$x_c = S_6 / S_{кз} = 1000/600 = 1,67 \text{ о.е.},$$

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \times U_H} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 35} = 16,5 \text{ кА};$$

$$X_L = X_0 \cdot L \cdot \frac{S_6}{U_{cp}^2} = 0,4 \cdot 1 \cdot \frac{1000}{35^2} = 0,326 \text{ о.е.}$$

$$I_{к1} = \frac{I_6}{x_c} = \frac{16,5}{1,67} = 9,88 \text{ кА}; \quad i_y = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_{к1} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 9,88 = 25 \text{ кА}$$

$$I_{к2} = \frac{I_6}{x_c + x_l} = \frac{16,5}{1,67 + 0,326} = 8,3 \text{ кА}; \quad i_y = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_{к1} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 8,3 = 21 \text{ кА}$$

Электр жүйенің апаттық режиміндегі токтары бойынша P1 және P2 айырғыштарын таңдаймыз.

Электр жүйенің апаттық режиміндегі токтары бойынша B1 және B2 айырғыштарын таңдаймыз

B1 және B2 ажыратқыштарды таңдаймыз:

Ажыратқыш С-35М-630-10У1

$$I_{ном} = 630 \text{ А} > I_{ав} = 64 \text{ А};$$

$$I_{откл} = 10 \text{ кА} > I_{к1} = 8,3 \text{ кА};$$

$$I_{пред} = 524 \text{ кА} > i_y = 21 \text{ кА};$$

$$I_{терм} = 20 \text{ кА} > I_{к1} = 8,3 \text{ кА},$$

P1 және P2 айырғыштарын таңдаймыз:

Айырғыш РВ3-35/630У3

$$I_{ном} = 630 \text{ А} > I_{ав} = 64 \text{ А};$$

$$I_{откл} = 10 \text{ кА} > I_{к1} = 9,88 \text{ кА};$$

$$I_{пред} = 524 \text{ кА} > i_y = 25 \text{ кА};$$

$$I_{терм} = 20 \text{ кА} > I_{к1} = 9,88 \text{ кА},$$

С-35М-630-10У1 екі ажыратқышының құны 2,2 млн. тг.

$$K_{B1-2} = 2 \times 1100 \text{ 000} = 2200 \text{ 000 тг}$$

РВ3-20/630У3 төрт айырғышының құны 280 мың тг.

$$K_{P1-2} = 2 \times 70000 = 280 \text{ 000 тг}$$

Коммутациялық аппараттар үшін бөлінетін капиталдың мөлшері:  
 $K = 70000 \cdot 4 + 1100000 \cdot 2480000 \text{ тг.}$

Коммутациялық аппараттар амортизация шығының құны:  $C_a = 156240 \text{ тг.}$

Трансформаторлық қосалқы станцияның ағымдағы жөндеу жұмыстарына жұмсалатын шығының құны:  $C_p = 24800 \text{ тг.}$

## 2.4 Нұсқаларды экономикалық тиімділігіне салыстыру

Нұсқаларда орнатылған жабдықтарға капитал жұмсау, амортизация мен ағымдағы жөндеу жұмыстарына бөлінетін қаражат, жалпы жұмсалымның

көлемі мен техника-экономикалық нұсқаларды салыстыру 3.2,3.3-кестеде келтіріледі.

## 2.2 - Кесте - Техника-экономикалық салыстыру

I нұсқа	$C_{w,ТГ}$	$C_{a,ТГ}$	$C_{p,ТГ}$	$K,ТГ$	$З,ТГ$
БТҚС	1,33 млн	0,76 млн	0,12 млн	12 млн	
ЭБЖ	0,2 млн	0,3млн	0,053млн	10,6млн	
Коммутациялық аппараттар		0,16млн	0,025млн	2,5млн	
Барлығы	1,53 млн	1,22млн	0,198млн	25,1млн	18 млн

## 2.3 - Кесте - Техника-экономикалық салыстыру

II нұсқа	$C_{w,ТГ}$	$C_{a,ТГ}$	$C_{p,ТГ}$	$K,ТГ$	$З,ТГ$
БТҚС	1,33 млн	0,76 млн	0,12 млн	12 млн	
Кабельдік ЭБЖ	0,085 млн	1,55млн		51,1млн	
Коммутациялық аппараттар		0,16млн	0,025млн	2,5млн	
Барлығы	1,415 млн	2,47 млн	0,145млн	65,6млн	43,4млн

Электржабдықтау нұсқаларын техника-экономикалық жағынан салыстыру кестелерінің нәтижесі бойынша I нұсқаның тиімділігі жоғарырақ болғандықтан, осы нұсқаны таңдаймыз.

## 2.5 U=6 кВ-ті жабдықтарды таңдау

### 2.5.1 ГПП шинасында қысқа тұйықталу тоғын есептеу

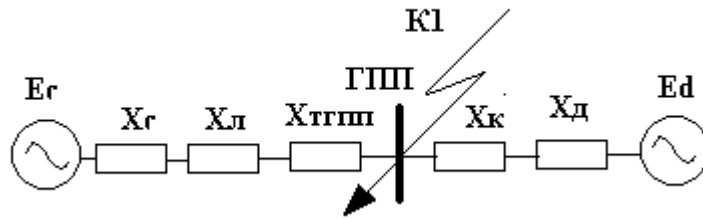
Орынбасу сұлбасының параметрлерін табамыз.

$S_6=1000 \text{ MVA}; U_6=6 \text{ кВ};$

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \times U_H} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 6} = 96 \text{ кА};$$

$$x_c=1,67$$

$$X_T = \frac{U_k \cdot S_6}{100 \cdot S_n} = \frac{1000 \cdot 8}{100 \cdot 6} = 13,3 \text{ о.е.}$$



2.5-Сурет - Орынбасу сұлбасы

$$X_{л} = X_0 \cdot L \cdot \frac{S_0}{U_{cp}^2} = 0.4 \cdot 1 \cdot \frac{1000}{6^2} = 11,1 \text{ о.е.}$$

Эл-дан ГПП-н шинаға дейінгі қысқа тұйықталу тоғы:

СҚ –ың кабель кедергісін табамыз.

7-шы цехтағы бір СҚ есептеу тоғы:

$S_{pCD} = 800 \text{ кВт}; N_{CD} = 2.$

$$I_p = \frac{S_p}{N_{CD} \sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{800}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 6} = 77 \text{ А.}$$

$$F_{min} = \alpha \cdot I_k \cdot \sqrt{t_n} = 12 \cdot 6,4 \cdot \sqrt{0,8} = 68,7 \text{ мм}^2$$

Кабель таңдаймыз: ААШВ-6-(3x70) с  $I_{доп} = 190 \text{ А}.$

$X_{уд} = 0,08 \text{ Ом/км}.$

$$X_k = L \cdot X_{уд} \cdot \frac{S_0}{N \cdot U_{cp}^2} = 1,2 \cdot 0,08 \cdot \frac{1000}{6^2} = 2,66 \text{ о.е.}$$

СҚ параметрлері

$$X_d = X_d^{II} \cdot \frac{S_0}{S_H} = 0,2 \cdot \frac{1000}{0,800} = 250 \text{ о.е.}$$

ҚТ токтары:

$$I_{кд} = \frac{I_0 \cdot N}{X_k + X_d} = \frac{96 \cdot 2}{250 + 2,66} = 0,76 \text{ кА}.$$

$$I_k = I_{кc} + I_{кд} = 6,4 + 0,76 = 7,16 \text{ кА}.$$

$$i_y = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_k = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 7,16 = 18,17 \text{ кА}.$$

### 2.5.2 Ажыратқыш таңдаймыз

$S_p = 3644,3 \text{ кВА}$

$$\text{Есеп-айыру ток: } I_p = \frac{S_p}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{3644,3}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 6} = 175,5 \text{ А}$$

Авариялық ток:  $I_a = 2 \times I_p = 2 \times 175,5 = 351 \text{ А}$

Мына ажыратқышты қабылдаймыз: ВЭ 6-40/1600УЗ.

Таңдалған ажыратқышты тексереміз:

**Кесте - 2.4 - ажыратқыштардың параметрлері**

Паспортты берілулер	Есептік берілулер
U <sub>H</sub> =6 кВ	U=6 кВ
I <sub>H</sub> =1600А	I <sub>ав</sub> =351 А
I <sub>откл</sub> =40 кА	I <sub>кз</sub> =7,16кА
I <sub>терм</sub> =40 кА	I <sub>кз</sub> =7,16 кА
I <sub>дин</sub> =128 кА	I <sub>y</sub> =18,17 кА

Секциалық ажыратқыш: енгізу және секциялық ажыратқыш арқылы, қуаттың жартысы өтеді. Демек, ажыратқыш арқылы өтетін есептік тоғы:

$$I_p = 175 \text{ А.}$$

Мына ажыратқышты қабылдаймыз ВЭ 6-40/1600У3.

Таңдалған ажыратқышты тексереміз:

**Кесте - 2.5 - Ажыратқыштардың параметрлері**

Паспортты берілулер	Есептік берілулер
U <sub>H</sub> =6 кВ	U=6 кВ
I <sub>H</sub> =1600А	I <sub>ав</sub> =175,5 А
I <sub>откл</sub> =40 кА	I <sub>кз</sub> =7,16кА
I <sub>терм</sub> =40 кА	I <sub>кз</sub> =7,16 кА
I <sub>дин</sub> =128 кА	I <sub>y</sub> =18,17 кА

Алыстатылған желілердегі ажыратқышты таңдау:

1. ГПП – ТП1 магистралі.

$$S_p = \sqrt{(P_p + \Delta P_T)^2 + (Q_p + \Delta Q_T)^2} ;$$

$$S_p = \sqrt{(940 + 13,11)^2 + (596,1 + 75,22)^2} = 1165,8 \text{ кВА.}$$

$$I_p = \frac{S_p}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{1165,8}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 6} = 56,2 \text{ А.}$$

Авариялық ток: I<sub>ав</sub>=2×I<sub>p</sub>=2×56,2=113,2 А

Мына ажыратқышты қабылдаймыз: ВК-6-31,5/630У2.

Таңдалған ажыратқышты тексереміз:

**Кесте - 2.6 - Ажыратқыштардың параметрлері**



Паспортты берілулер	Есептік берілулер
U <sub>H</sub> =6 кВ	U=6 кВ
I <sub>H</sub> =630А	I <sub>p</sub> =56,2А
I <sub>откл</sub> =31,5 кА	I <sub>кз</sub> =7,16кА
I <sub>терм</sub> =31,5кА	I <sub>кз</sub> =7,16 кА
I <sub>дин</sub> =80 кА	I <sub>y</sub> =18,17 кА

2. ГПП – ТП2 магистралі.

$$S_p = \sqrt{(P_p + \Delta P_T)^2 + (Q_p + \Delta Q_T)^2} ;$$

$$S_p = \sqrt{(691,88 + 10)^2 + (472 + 55,4)^2} = 878 \text{ кВА} ;$$

$$I_p = \frac{S_p}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{878}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 6} = 42,3 \text{ А} .$$

Авариялық ток: I<sub>a</sub>=2×I<sub>p</sub>=2×42,3=84,6 А

Мына ажыратқышты қабылдаймыз: ВК-6-31,5/630У2.

Таңдалған ажыратқышты тексереміз:

### Кесте - 2.7 - Ажыратқыштардың параметрлері

Паспортты берілулер	Есептік берілулер
U <sub>H</sub> =6 кВ	U=6 кВ
I <sub>H</sub> =630А	I <sub>p</sub> =42,3А
I <sub>откл</sub> =31,5 кА	I <sub>кз</sub> =7,16кА
I <sub>терм</sub> =31,5кА	I <sub>кз</sub> =7,16 кА
I <sub>дин</sub> =80 кА	I <sub>y</sub> =18,17 кА

3. ГПП – ТП3 магистралі.

$$S_p = \sqrt{(P_p + \Delta P_T)^2 + (Q_p + \Delta Q_T)^2} ;$$

$$S_p = \sqrt{(586,6 + 8,74)^2 + (400 + 50,74)^2} = 746,7 \text{ кВА} .$$

$$I_p = \frac{S_p}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{746,7}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 6} = 35,97 \text{ А} .$$

Авариялы ток: I<sub>a</sub>=2×I<sub>p</sub>=2×35,97=71,24 А.

Мына ажыратқышты қабылдаймыз: ВК-6-31,5/630У2  
Таңдалған ажыратқышты тексереміз

### Кесте-2.8 - Ажыратқыштардың параметрлері

Паспортты берілулер	Есептік берілулер
U <sub>н</sub> =6 кВ	U=6 кВ
I <sub>н</sub> =630А	I <sub>р</sub> =35,97А
I <sub>откл</sub> =31,5 кА	I <sub>кз</sub> =7,16кА
I <sub>терм</sub> =31,5кА	I <sub>кз</sub> =7,16 кА
I <sub>дин</sub> =80 кА	I <sub>у</sub> =18,17 кА

4. ГПП – СҚ 1-шы цехтың радиалі.

$$I_p = 77A .$$

Мына ажыратқышты таңдаймыз: ВЭ 6-40/1600У3.

Таңдалған ажыратқышты тексереміз:

### Кесте - 2.9 - Ажыратқыштардың параметрлері

Паспортты берілулер	Есептік берілулер
U <sub>н</sub> =6 кВ	U=6 кВ
I <sub>н</sub> =1600А	I <sub>ав</sub> =77 А
I <sub>откл</sub> =40 кА	I <sub>кз</sub> =7,16кА
I <sub>терм</sub> =40 кА	I <sub>кз</sub> =7,16 кА
I <sub>дин</sub> =128 кА	I <sub>у</sub> =18,17 кА

### 2.6 Алыстатылған желілердегі кабельдерді таңдау

Кабель таңдау шарттары:

мұнда  $J=1.2 \text{ А/мм}^2$  тоқтың экономикалық тығыздығы.

$$S_{\text{ТЕРМ}} = 12 \cdot 7 \cdot \sqrt{0,8} = 75 \text{ мм}^2;$$

ГПП-СҚ 1-ші цехтағы

$$S_{\text{ЭК}} = \frac{77}{1.2} = 64,2 \text{ мм}^2;$$

ААШВ-6-(3x70) с I<sub>доп</sub>=190 А

I<sub>доп</sub>=190x0,8=152 А > I<sub>р</sub>=77А.

ГПП – ТПП

$$S_{\text{ЭК}} = \frac{56,2}{1,2} = 46,8 \text{ мм}^2;$$

ААШВ-6-(3x50) кабелін қабылдаймыз  $I_{\text{доп}}=140 \text{ А}$ .

$I_{\text{доп}}=140 \times 0,9=126 \text{ А} > I_{\text{р}}=56,2 \text{ А}$ .

$$1,3 \times I_{\text{доп}}=1,3 \times 126=163,8 \text{ А} > I_{\text{ав}}=113 \text{ А}$$

мұнда  $K_{\text{п}}=0,9$  – бір траншеяда салынған кабелдер санына байланысты түзету коэффициенті.  $N=2$ .

ГПП – ТП2:

$$S_{\text{ЭК}} = \frac{42,3}{1,2} = 35,25 \text{ мм}^2;$$

ААШВ-6-(3x50) кабелін қабылдаймыз  $I_{\text{доп}}=140 \text{ А}$ .

$I_{\text{доп}}=140 \times 0,9=126 \text{ А} > I_{\text{р}}=42,3 \text{ А}$ .

$$1,3 \times I_{\text{доп}}=1,3 \times 126=163,8 \text{ А} > I_{\text{ав}}=84,6 \text{ А}$$

мұнда  $K_{\text{п}}=0,9$  – бір траншеяда салынған кабелдер санына байланысты түзету коэффициенті.  $N=2$ .

ГПП – ТП3:

$$S_{\text{ЭК}} = \frac{35,97}{1,2} = 29,9 \text{ мм}^2;$$

ААШВ-6-(3x35) кабелін қабылдаймыз  $I_{\text{доп}}=125 \text{ А}$ .

$I_{\text{доп}}=125 \times 0,9=112,5 \text{ А} > I_{\text{р}}=35,97 \text{ А}$ .

$$1,3 \times I_{\text{доп}}=1,3 \times 112,5=146,25 \text{ А} > I_{\text{ав}}=71,24 \text{ А}$$

мұнда  $K_{\text{п}}=0,9$  – бір траншеяда салынған кабелдер санына байланысты түзету коэффициенті,  $N=2$ .

Таңдау қорытындысын кестеге енгізілген 3.10-кестеге

### Кесте - 2.10 - Кабель журналы

Участка атауы	S <sub>р</sub> , кВА	N	K <sub>п</sub>	Жүктеме		Токтың эконтығы б/ша, мм <sup>2</sup>		ҚТ тоғы б/ш, мм <sup>2</sup>		Таңдалған кабель	I <sub>доп</sub> , А
				I <sub>р</sub> , А	I <sub>ав</sub> , А	ж	F <sub>э</sub> , мм <sup>2</sup>	I <sub>к</sub> , кА	S, мм <sup>2</sup>		
ГПП-СҚ	800	4	0,8	77	-	1,2	64,2	7,16	75	ААШВ-6-(3x70)	190
ГПП-ТП1	1165	2	0,9	56,2	113	1,2	46,8	7,16	75	ААШВ-6-(3x50)	140
ГПП-ТП2	878	2	0,9	42,3	94,3	1,2	35,25	7,16	75	ААШВ-6-(3x50)	140
ГПП-ТП3	746	2	0,9	35,9	71,24	1,2	29,2	7,16	75	ААШВ-6-(3x35)	125

### 2.7 ТП-ғы жүктеме ажыратқышын таңдау

$$I_{\text{р}} = \frac{S_{\text{Н}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{Н}}} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 6} = 96 \text{ А}.$$

ВНП-17 с ПК-10/400 таңдаймыз.

### 3.7.1 ТП-ға автоматтық ажыратқышты таңдау

$$I_p = \frac{S_H}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = 1519,4 \text{ А}$$

ВА53-43  $I_{доп}=2500 \text{ А}$  таңдаймыз.

## 2.8 Тоқ трансформаторын таңдау

Келесі шартпен тоқ трансформаторы таңдалады:

1. құрылғының кернеуі бойынша:  $U_{ном\ ТТ} \geq U_{ном\ уст-ки}$ ;
  2. тоқ бойынша:  $I_{ном\ ТТ} \geq I_{расч}$ ;
  3. электродинамикалық беріктілік бойынша:
  4. екіншілік жүктеме бойынша:  $S_{н2} \geq S_{нагр\ расч}$ ;
  5. термиялық беріктілік бойынша:  $I_1^2 t_1 > B_k$ ;
  6. конструкциялық және дәлдік класы бойынша.
1. Кірістегі және секциялық ажыратқыштардағы тоқ трансформаторын таңдау.

### Кесте - 2.11 - Аспаптардың тізімі

Аспап	Түрі	А, ВА	В, ВА	С, ВА
А	Э-350	0,5	0,5	0,5
Wh	СА3-И681	2,5	2,5	2,5
Varh	СР4-И689	2,5	2,5	2,5
W	Д-355	0,5	-	0,5
Var	Д-345	0,5	-	0,5
Жинағы		6,5	5,5	6,5

Тоқ тансформатордың шығысындағы жүктемесін есептейміз. Шықпалық жүктеменің кедергісі, аспап кедергілерінен, жалғайтын сымдардың және контактінің өтетін кедергілерінен тұрады:

$$R_2 = R_{приб} + R_{пров} + R_{к-тов}$$

Аспаптардың кедергілері мына формуламен анықталады:

$$r_{приб} = \frac{S_{приб}}{I_2^2} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26 \text{ Ом}; \quad r_{2н} = \frac{S_{2н\ ТТ}}{I_2^2} = \frac{20}{5^2} = 0,8 \text{ Ом}.$$

мұнда  $S_{приб}$  – аспап қоректенетін қуат;

$I_2$  – аспаптың екінші номинал тоғы.

Сым кедергілері:

$$r_{доп\ пр} = r_{2н} - r_{приб} - r_{кон} = 0,8 - 0,26 - 0,1 = 0,44 \text{ Ом}.$$

$$F_{пров} = \frac{\rho \times L}{r_{доп}} = \frac{0,028 \times 5}{0,44} = 0,32 \text{ мм}^2;$$

АКР ТВ;  $F=1,5 \text{ мм}^2$  сымын қабылдаймыз;



$$R_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{F} = \frac{0,028 \times 5}{1,5} = 0,093 \text{ Ом};$$

$$R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{пров}} + R_{\text{к-тов}} = 0,26 + 0,093 + 0,1 = 0,45 \text{ Ом}$$

$$B_k = I_k^2 \times (t_{\text{отк}} + T_a) = 13,86^2 \times (0,095 + 0,04) = 25,93 \text{ кА}^2\text{с}.$$

### Кесте - 2.12 - ТПЛК-10 У3 Тоқ трансформаторы

Есеп айыру шамалары	Каталогы бойынша
$U_H = 10 \text{ кВ}$	$U_H = 15 \text{ кВ}$
$I_{\text{ав}} = 2864,4 \text{ А}$	$I_H = 6000 \text{ А}$
$B_k = 25,93 \text{ кА}^2\text{с}$	$I_T^2 t_T = 1200 \text{ кА}^2\text{с}$
$i_{\text{уд}} = 35,29 \text{ кА}$	$I_{\text{дин}} = 81 \text{ кА}$
$Z_{2P} = 0,45 \text{ Ом}$	$Z_{2H} = 0,8 \text{ Ом}$

2. ГПП-ТП1 желісіндегі тоқ трансформаторы:

### Кесте - 2.13 - Аспаптардың тізімі

Аспап	Түрі	А, ВА	В, ВА	С, ВА
А	Э-350	0,5	0,5	0,5
Wh	СА3-И681	2,5	2,5	2,5
Varh	СР4-И689	2,5	2,5	2,5
W	Д-355	0,5	-	0,5
Var	Д-345	0,5	-	0,5
Жинағы		6,5	5,5	6,5

Тоқ трансформатордың шығысындағы жүктемесін есептейміз. Шықпалық жүктеменің кедергісі, аспап кедергілерінен, жалғайтын сымдардың және контактінің өтетін кедергілерінен тұрады:

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

Аспаптардың кедергілері мына формуламен анықталады:

$$r_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26 \text{ Ом}; \quad r_{2H} = \frac{S_{2HTT}}{I_2^2} = \frac{20}{5^2} = 0,8 \text{ Ом}.$$

мұнда  $S_{\text{приб}}$  – аспап қоректенетін қуат;

$I_2$  – аспаптың екінші номинал тоғы.

Сым кедергілері:

$$r_{\text{доп}} = r_{2H} - r_{\text{приб}} - r_{\text{кон}} = 0,8 - 0,26 - 0,1 = 0,44 \text{ Ом}.$$

$$F_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{r_{\text{доп}}} = \frac{0,028 \times 5}{0,44} = 0,32 \text{ мм}^2;$$

АКР ТВ; F=1,5мм<sup>2</sup> сымын қабылдаймыз;

$$R_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{F} = \frac{0,028 \times 5}{1,5} = 0,093 \text{ Ом};$$

$$R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{пров}} + R_{\text{к-тов}} = 0,26 + 0,093 + 0,1 = 0,45 \text{ Ом}$$

$$B_k = I_k^2 \times (t_{\text{отк}} + T_a) = 13,86^2 \times (0,095 + 0,04) = 25,93 \text{ кА}^2\text{с.}$$

**Кесте - 2.14 - ТЛМ-10-У3 Тоқ трансформаторы**

Есеп айыру шамалары	Каталогы бойынша
U <sub>н</sub> =10 кВ	U <sub>н</sub> =10 кВ
I <sub>ав</sub> =256,97 А	I <sub>н</sub> =300А
B <sub>к</sub> =25,93 кА <sup>2</sup> с	I <sub>т</sub> <sup>2</sup> t <sub>т</sub> = 1015,7кА <sup>2</sup> с
i <sub>уд</sub> =35,29 кА	I <sub>дин</sub> = 100 кА
Z <sub>2P</sub> =0.45Ом	Z <sub>2H</sub> =0.6 Ом

3. ГПП-ТП2 желісіндегі тоқ трансформаторы:

**Кесте - 2.15 - Аспаптардың тізімі**

Аспап	Түрі	А, ВА	В, ВА	С, ВА
А	Э-350	0,5	0,5	0,5
Wh	СА3-И681	2,5	2,5	2,5
Varh	СР4-И689	2,5	2,5	2,5
W	Д-355	0,5	-	0,5
Var	Д-345	0,5	-	0,5
Жинағы		6,5	5,5	6,5

Шықпалық жүктеменің кедергісі, аспап кедергілерінен, жалғайтын сымдардың және контактідің өтетін кедергілерінен тұрады:

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

Аспаптардың кедергілері мына формуламен анықталады:

$$r_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26 \text{ Ом}; \quad r_{2н} = \frac{S_{2нтт}}{I_2^2} = \frac{20}{5^2} = 0,8 \text{ Ом.}$$

где S<sub>приб.</sub> – аспап қоректенетін қуат;

I<sub>2</sub> – аспаптың екінші номинал тоғы.

Сым кедергілері:

АКР ТВ; F=1,5мм<sup>2</sup> сымын қабылдаймыз;

$$R_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{F} = \frac{0,028 \times 5}{1,5} = 0,093 \text{ Ом};$$

$$R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{пров}} + R_{\text{к-тов}} = 0,26 + 0,093 + 0,1 = 0,45 \text{ Ом}$$

$$Вк = I_k^2 \times (t_{отк} + T_a) = 13,86^2 \times (0,095 + 0,04) = 25,93 \text{ кА}^2\text{с}.$$

#### Кесте-2.16 - ТЛМ-10 УЗ Тоқ трансформаторы

Есеп айыру шамалары	Каталогы бойынша
$U_H = 10 \text{ кВ}$	$U_H = 10 \text{ кВ}$
$I_{ав} = 260,35 \text{ А}$	$I_H = 300 \text{ А}$
$Вк = 25,93 \text{ кА}^2\text{с}$	$I_T^2 t_T = 1015,7 \text{ кА}^2\text{с}$
$i_{уд} = 35,29 \text{ кА}$	$I_{дин} = 100 \text{ кА}$
$Z_{2P} = 0,45 \text{ Ом}$	$Z_{2H} = 0,6 \text{ Ом}$

4. ГПП-ТПЗ желісіндегі тоқ трансформаторы:

#### Кесте - 2.17 - Аспаптардың тізімі

Аспап	Түрі	А, ВА	В, ВА	С, ВА
А	Э-350	0,5	0,5	0,5
Wh	СА3-И681	2,5	2,5	2,5
Varh	СР4-И689	2,5	2,5	2,5
W	Д-355	0,5	-	0,5
Var	Д-345	0,5	-	0,5
Жинағы		6,5	5,5	6,5

Тоқ трансформатордың шығысындағы жүктемесін есептейміз. Шықпалық жүктеменің кедергісі, аспап кедергілерінен, жалғайтын сымдардың және контактінің өтетін кедергілерінен тұрады:

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

Аспаптардың кедергілері мына формуламен анықталады:

$$r_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26 \text{ Ом}; \quad r_{2H} = \frac{S_{2HTT}}{I_2^2} = \frac{20}{5^2} = 0,8 \text{ Ом}.$$

где  $S_{\text{приб}}$  – аспап қоректенетін қуат;

$I_2$  – аспаптың екінші номинал тоғы.

Сым кедергілері:

$$r_{\text{допр}} = r_{2H} - r_{\text{приб}} - r_{\text{кон}} = 0,8 - 0,26 - 0,1 = 0,44 \text{ Ом}.$$

$$F_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{r_{\text{доп}}} = \frac{0,028 \times 5}{0,44} = 0,32 \text{ мм}^2;$$

АКР ТВ;  $F=1,5 \text{ мм}^2$  сымын қабылдаймыз;

$$R_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{F} = \frac{0,028 \times 5}{1,5} = 0,093 \text{ Ом};$$

$$R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{пров}} + R_{\text{к-тов}} = 0,26 + 0,093 + 0,1 = 0,45 \text{ Ом}$$

$$B_k = I_k^2 \times (t_{\text{отк}} + T_a) = 13,86^2 \times (0,095 + 0,04) = 25,93 \text{ кА}^2\text{с}.$$

### Кесте - 2.19 - ТЛМ-10 УЗ Тоқ трансформаторы

Есеп айыру шамалары	Каталогы бойынша
$U_H = 10 \text{ кВ}$	$U_H = 10 \text{ кВ}$
$I_{\text{ав}} = 266,64 \text{ А}$	$I_H = 300 \text{ А}$
$B_k = 25,93 \text{ кА}^2\text{с}$	$I_T^2 t_T = 1015,7 \text{ кА}^2\text{с}$
$i_{\text{уд}} = 35,29 \text{ кА}$	$I_{\text{дин}} = 100 \text{ кА}$
$Z_{2P} = 0,45 \text{ Ом}$	$Z_{2H} = 0,6 \text{ Ом}$

5. ГПП-СД желісіндегі тоқ трансформаторы:

### Кесте - 2.20 - Аспаптардың тізімі

Аспап	Түрі	А, ВА	В, ВА	С, ВА
А	Э-350	0,5	0,5	0,5
Wh	СА3-И681	2,5	2,5	2,5
Varh	СР4-И689	2,5	2,5	2,5
W	Д-355	0,5	-	0,5
Var	Д-345	0,5	-	0,5
Жинағы		6,5	5,5	6,5

Тоқ трансформатордың шығысындағы жүктемесін есептейміз. Шықпалық жүктеменің кедергісі, аспап кедергілерінен, жалғайтын сымдардың және контактінің өтетін кедергілерінен тұрады:

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

Аспаптардың кедергілері мына формуламен анықталады:

$$r_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26 \text{ Ом}; \quad r_{2H} = \frac{S_{2HTT}}{I_2^2} = \frac{20}{5^2} = 0,8 \text{ Ом}.$$

где  $S_{\text{приб}}$  – аспап қоректенетін қуат;

$I_2$  – аспаптың екінші номинал тоғы.



Сым кедергілері:

$$r_{\text{доп}} = r_{2H} - r_{\text{приб}} - r_{\text{кон}} = 0,8 - 0,26 - 0,1 = 0,44 \text{ Ом.}$$

$$F_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{r_{\text{доп}}} = \frac{0,028 \times 5}{0,44} = 0,32 \text{ мм}^2;$$

АКР ТВ;  $F=1,5 \text{ мм}^2$  сымын қабылдаймыз;

$$R_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{F} = \frac{0,028 \times 5}{1,5} = 0,093 \text{ Ом};$$

$$R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{пров}} + R_{\text{к-тов}} = 0,26 + 0,093 + 0,1 = 0,45 \text{ Ом}$$

$$Вк = I_{\text{кз}}^2 \times (t_{\text{отк}} + T_{\text{а}}) = 13,86^2 \times (0,095 + 0,04) = 25,93 \text{ кА}^2$$

### Кесте - 2.21 - ТЛМ-10 УЗ Тоқ трансформаторы

Есеп айыру шамалары	Каталогы бойынша
$U_H = 10 \text{ кВ}$	$U_H = 10 \text{ кВ}$
$I_{\text{ав}} = 57,28 \text{ А}$	$I_H = 300 \text{ А}$
$Вк = 25,93 \text{ кА}^2\text{с}$	$I_T^2 t_T = 1015,7 \text{ кА}^2\text{с}$
$i_{\text{уд}} = 35,29 \text{ кА}$	$I_{\text{дин}} = 100 \text{ кА}$
$Z_{2P} = 0,45 \text{ Ом}$	$Z_{2H} = 0,6 \text{ Ом}$

2.22 Кесте - Цехтың 0,4 кВ-ғы жүктемесін есептеу

Цех атаулары және ЭҚ топтары	ЭҚ саны n	Номиналды қуаттылығы			m	K <sub>и</sub>	cosφ	tgφ	Отташа жүктеме		n <sub>э</sub>	K <sub>м</sub>	Қуаттылығын есептеу			I <sub>р</sub> , кА
		P <sub>min</sub> , кВт	P <sub>max</sub> , кВт	ΣP <sub>н</sub> , кВт					P <sub>см</sub> , кВт	Q <sub>см</sub> , квар			P <sub>р</sub> , кВт	Q <sub>р</sub> , квар	S <sub>р</sub> , кВА	
ШПА-1																
2,3 Қайрағыш станок	2	1	1	2		0,17	0,65	1,17	0,34	0,4						
4 Сорғылауыш	1	20	20	20		0,75	0,8	0,75	15	11,3						
5,6Токарлық-винтерездік	2	8,3	8,3	16,6		0,17	0,65	1,17	2,8	3,3						
7,8Пресс	2	9	9	18		0,6	0,75	0,88	10,8	9,5						
11Конвейер	1	18	18	18		0,5	0,7	1	9	9						
Барлығы	8	1	20	74,6	>3	0,44	0,71	0,99	37,94	33,5	7,46	1,58	59,9	36,85	70,3	101,6
ШПА-2																
9,10Токарлық-револьверлік	2	13	13	26		0,17	0,65	1,17	4,42	5,17						
14,15Жазық-шлифовальдік	2	9,75	9,75	19,5		0,25	0,65	1,17	4,9	5,73						
18,19Горизонтальді-фрезерлік	2	7,5	7,5	15		0,12	0,5	1,73	1,8	3,1						
Барлығы	7	7,5	13	60,5	<3	0,18	0,63	1,36	11,12	14	7	2,1	23,4	15,4	28	40,2
ШПА-3																
12,13Ішкі-шлифовальдік	2	11,5	11,5	23		0,25	0,65	1,17	5,75	6,73						
16,17Ұрғыш станок	2	12,6	12,6	25,2		0,12	0,5	1,73	3	5,19						
21,22Вертикалды-фрезерлік	2	12,8	12,8	25,6		0,12	0,5	1,73	3,1	5,4						
Барлығы	6	11,5	12,8	73,8	<3	0,16	0,55	1,54	11,85	17,32	6	2,64	31,3	19,1	36,7	53
ШПА-4																
20 Түтін сорғыш	1	17	17	17		0,7	0,85	0,6	11,9	7,14						
23,24 Желдеткіш	2	20	20	40		0,7	0,8	0,75	28	21						
25 Ұнтақтағыш	1	19,5	19,5	19,5		0,8	0,85	0,6	14,2	8,52						
Барлығы	4	17	20	76,5	<3	0,73	0,83	0,65	54,1	36,7	4	1,29	69,8	40,4	80,63	116,5
1 ПВ-25% кран	1	14,6	14,6	14,6	<3	0,1	0,5	1,73	1,46	2,53	1	3,43	5	2,8	5,7	8,24

## 2.23 Кесте - Электрлік қозғалтқыштардың есептік мәліметтері бойынша қорғаныс аппараттарын таңдау

ЭҚ аталуы	P <sub>H</sub>	I <sub>H</sub> ,А	K <sub>п</sub> <sub>ск</sub>	I <sub>п</sub> ус к· А	α	I <sub>п</sub> /α	Қорғаныс аппараттары			
							автомат	тексер у	пускат ель	тексеру
1 ПВ-25% кран	4,6	42	4	168	2	84	Legrand DX-h	50А>42А	ПВИ	250А>187,2 А
ШПА 1										
2,3 Қайрағыш станок	1	2,2	6	13,2	2,5	5,28	Legrand DX-h	16А>2,2 А	ПМЕ- 212	25А>13,2А
4 Сорғылауыш	20	36	3	108	1,6	67,5	Legrand DX-h	40А>36А	ПАЕ- 512	110А>108А
5,6 Токар.-винторез.	8,3	18,5	6	111	2,5	44,4	Legrand DX-h	25А>18,5 А	ПАЕ- 612	146А>111А
7,8 Пресс	9	17,3	6	103,8	2,5	41,5	Legrand DX-h	25А>17,3 А	ПАЕ- 512	110А>103,8 А
11 Конвейер	18	37	4	148	2	124	Legrand DX-h	40А>30,4 А	ПВИ	250А>148А
ШПА 2										
9,10 Токар.-револьвер.	13	28,9	4	115,6	2	57,8	Legrand DX-h	40А>28,9 А	ПАЕ- 612	146А>115,8 А
14,15 Жазық-шлифов.	9,75	21,7	6	130,2	2,5	52	Legrand DX-h	25А>21,7 А	ПАЕ- 612	146А>130,2 А
18,19 Горизонт.-фрезер.	7,5	21,4	6	128,4	2,5	51,4	Legrand DX-h	25А>21,4 А	ПАЕ- 612	146А>128,4 А
ШПА 3										
12,13 Ішкі шлифоваль.	11,5	25,6	6	153,6	2	76,8	Legrand DX-h	40А>25,6 А	ПВИ	250А>153,6 А

16,17 Ұрғыш станок	12,6	36,4	4	145,6	2,5	58,2	Legrand DX-h	40A>36,4 A	ПАЕ-612	146A>145,6 A
21,22 Вертик.-фрезер.	12,8	36,7	4	146,8	2	73,4	Legrand DX-h	40A>36,7 A	ПВИ	250A>146,8 A
ШПА 4										
20 Түтін сорғыш	17	28,9	3	86,7	1,6	54,2	Legrand DX-h	40A>28,9 A	ПАЕ-512	110A>86,7A
23,24 Желдеткіш	20	36,1	3	108,3	1,6	67,7	Legrand DX-h	40A>36,1 A	ПАЕ-512	110A>108,3 A
25 Ұнтақтағыш	19,5	33,2	3	99,6	1,6	62,2	Legrand DX-h	40A>33,2 A	ПАЕ-512	110A>99,6A

$$I_{доп.пр} \geq \frac{I_{\partial л}}{K_{нонр}}, \quad (3.1)$$

$$I_{доп.пр} \geq \frac{I_3 \cdot K_3}{K_{нонр}}. \quad (3.2)$$

Электрлік қабылдағыштарды (ЭҚ) ШРА-мен қосатын кабельдер маркалары кестелерде көрсетілген.

### 2.24 Кесте - ШРА-1 мен ЭҚ қосатын кабелдерді таңдау

ЭҚ аталуы	Шарттары	Тексеру	Кабель
2,3 Қайрағыш станок	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_{\partial л}}{K_{нонр}},$	55А>2,2/1=2,2 А	АПВ4(1x16)
	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_3 \cdot K_3}{K_{нонр}}.$	55А>50·1/1=50 А	
4 Сорғылауыш	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_{\partial л}}{K_{нонр}},$	55А>36/1=36 А	АПВ4(1×16)
	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_3 \cdot K_3}{K_{нонр}}.$	55А>50·1/1=50 А	
5,6 Токарлық-винторездік	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_{\partial л}}{K_{нонр}},$	55А>18,5/1=18,5 А	АПВ4(1×16)
	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_3 \cdot K_3}{K_{нонр}}.$	55А>50·1/1=50 А	
7,8 Пресс	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_{\partial л}}{K_{нонр}},$	55А>17,3/1=17,3 А	АПВ4(1×16)
	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_3 \cdot K_3}{K_{нонр}}.$	55А>50·1/1=50 А	
11 Конвейер	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_{\partial л}}{K_{нонр}},$	55А>30,4/1=30,4 А	АПВ4(1×16)
	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_3 \cdot K_3}{K_{нонр}}.$	55А>50·1/1=50 А	



## 2.25 Кесте - ШРА-2 мен ЭҚ қосатын кабелдерді таңдау

ЭҚ аталуы	Шарттары	Тексеру	Кабель
9,10 Токарлық-револьверлік	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_{\partial л}}{K_{нопр}}$ ,	55А>28,9/1=28,9 А	АПВ4(1×16)
	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_3 \cdot K_3}{K_{нопр}}$ .	55А>50·1/1=50 А	
14,15 Жазық-шлифовальдік	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_{\partial л}}{K_{нопр}}$ ,	55А>21,7/1=21,7А	АПВ4(1×16)
	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_3 \cdot K_3}{K_{нопр}}$ .	55А>50·1/1=50 А	
18,19 Горизонталді-фрезерлік	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_{\partial л}}{K_{нопр}}$ ,	55А>21,4/1=21,4 А	АПВ4(1×16)
	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_3 \cdot K_3}{K_{нопр}}$ .	55А>50·1/1=50 А	

## 2.26 Кесте - ШРА-3 пен ЭҚ қосатын кабелдерді таңдау

ЭҚ аталуы	Шарттары	Тексеру	Кабель
12,13 Ішкі шлифовальдік	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_{\partial л}}{K_{нопр}}$ ,	55А>25,6/1=25,6 А	АПВ4(1×16)
	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_3 \cdot K_3}{K_{нопр}}$ .	55А>50·1/1=50 А	
16, 17 Ұрғыш станок	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_{\partial л}}{K_{нопр}}$ ,	55А>36,4/1=36,4 А	АПВ4(1×16)
	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_3 \cdot K_3}{K_{нопр}}$ .	55А>50·1/1=50 А	
21,22 Вертикалды-фрезерлік	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_{\partial л}}{K_{нопр}}$ ,	55А>36,7/1=36,7 А	АПВ4(1×16)
	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_3 \cdot K_3}{K_{нопр}}$ .	55А>50·1/1=50 А	

### Кесте 2.27 - ШРА-4 пен ЭҚ қосатын кабелдерді таңдау

ЭҚ аталуы	Шарттары	Тексеру	Кабель
20 Түтін сорғыш	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_{\partial л}}{K_{нонр}}$ ,	55А>28,9/1=28,9 А	АПВ4(1×16)
	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_3 \cdot K_3}{K_{нонр}}$ .	55А>50·1/1=50 А	
23,24 Желдеткіш	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_{\partial л}}{K_{нонр}}$ ,	55А>36,1/1=36,1 А	АПВ4(1×16)
	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_3 \cdot K_3}{K_{нонр}}$ .	55А>50·1/1=50 А	
25 Ұнтақтағыш	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_{\partial л}}{K_{нонр}}$ ,	55А>33,2/1=33,2 А	АПВ4(1×16)
	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_3 \cdot K_3}{K_{нонр}}$ .	55А>50·1/1=50 А	

ПВ-25% кранды РП (ТП) қосатын кабель маркасы 2.42-кестеде көрсетілген.

### 2.28 Кесте - ПВ-25% кранды РП қосатын кабель

ЭҚ аталуы	Шарттары	Тексеру	Кабель
1 ПВ-25% кран	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_{\partial л}}{K_{нонр}}$ ,	55А>42/1=42 А	АПВ4(1×16)
	$I_{доп.пр} \geq \frac{I_3 \cdot K_3}{K_{нонр}}$ .	55А>50·1/1=50 А	

#### 2.8.1 Шиналық өткізгіштерді таңдау

ШРА-1:

а)  $I_{р.шра1}=101,6$  А;  $P_{ном11}=18$  кВт;  $I_{н.шра1}=250$  А;  $I_{ном11}=37$  А;  $I_{пуск11}=148$  А;

ШМА-73-250 маркалы шиналық өткізгішті таңдаймыз.

$$I_{кр.шра1}=I_{пуск.мах}+\sum_{i=1}^{n=1} I_{р.шра1}-I_{ном11}=148+101,6-37=212,6 \text{ А}; \quad (2.3)$$

б)  $I_{ном.авт} \geq I_{р.шра1}; \quad 250 \text{ А} > 101,6 \text{ А};$   
 $I_{ном.эмр} \geq I_{р.шра1}; \quad 250 \text{ А} > 101,6 \text{ А};$   
 $I_{ср.эмр} \geq I_{пуск} \cdot 1,25; \quad 1750 \text{ А} > 185 \text{ А}.$

SchE C 120 N с 3п, 125А ажыратқышын таңдаймыз.  
 в) ААШВ-1-(3x150)+(1x120) маркалы кабель таңдаймыз.

$$I_{доп.каб} \geq \frac{I_{\Delta л}}{K_{нопр}}; \quad (2.4)$$

$$I_{доп.каб} \geq \frac{I_3 \cdot K_3}{K_{нопр}}; \quad (2.5)$$

$$345 \text{ A} > 101.6/0.85 = 119,5 \text{ A};$$

$$345 \text{ A} > 1 \times 250/0.85 = 294,1 \text{ A}.$$

ШРА-2:

а)  $I_{р.шра2} = 40,2 \text{ A}$ ;  $P_{ном9} = 13 \text{ кВт}$ ;  $I_{н.шра2} = 250 \text{ A}$ ;  $I_{ном9} = 28,9 \text{ A}$ ;  $I_{пуск1} = 115,6 \text{ A}$ .

ШМА-73-250 маркалы шиналық өткізгішті таңдаймыз.

$$I_{кр.шра2} = I_{пуск.мах} + \sum_{i=1}^{n=1} I_{р.шра2} - I_{ном1} = 115,6 + 40,2 - 28,9 = 126,9 \text{ A}; \quad (2.6)$$

$$\begin{aligned} \text{б) } I_{ном.авт} &\geq I_{р.шра2}; & 250 \text{ A} > 40,2 \text{ A}; \\ I_{ном.эмр} &\geq I_{р.шра2}; & 250 \text{ A} > 40,2 \text{ A}; \\ I_{ср.эмр} &\geq I_{пуск} \cdot 1,25; & 1750 \text{ A} > 114,5 \text{ A}. \end{aligned}$$

Legrand LR3, 50 А ажыратқышын таңдаймыз.

в) ААШВ-1-(3x150)+(1x120) маркалы кабель таңдаймыз.

$$I_{доп.каб} \geq \frac{I_{\Delta л}}{K_{нопр}};$$

$$I_{доп.каб} \geq \frac{I_3 \cdot K_3}{K_{нопр}};$$

$$345 \text{ A} > 40.2/0.85 = 47,3 \text{ A};$$

$$345 \text{ A} > 1 \times 250/0.85 = 294,1 \text{ A}.$$

ШРА-3:

а)  $I_{р.шра3} = 53 \text{ A}$ ;  $P_{ном12} = 11,5 \text{ кВт}$ ;  $I_{н.шра3} = 250 \text{ A}$ ;  $I_{ном12} = 25,6 \text{ A}$ ;  $I_{пуск12} = 153,6 \text{ A}$ .

ШМА-73-250 маркалы шиналық өткізгішті таңдаймыз.

$$I_{кр.шра3} = I_{пуск.мах} + \sum_{i=1}^{n=1} I_{р.шра3} - I_{ном12} = 153,6 + 53 - 25,6 = 181 \text{ A}; \quad (2.7)$$

$$\begin{aligned} \text{б) } I_{ном.авт} &\geq I_{р.шра3}; & 250 \text{ A} > 53 \text{ A}; \\ I_{ном.эмр} &\geq I_{р.шра3}; & 250 \text{ A} > 53 \text{ A}; \\ I_{ср.эмр} &\geq I_{пуск} \cdot 1,25; & 1750 \text{ A} > 192 \text{ A}. \end{aligned}$$

Legrand LR3, 63 А ажыратқышын таңдаймыз.

в) ААШВ-1-(3x150)+(1x120) маркалы кабель таңдаймыз.

$$I_{доп.каб} \geq \frac{I_{\Delta л}}{K_{нопр}};$$

$$I_{\text{доп.каб}} \geq \frac{I_3 \cdot K_3}{K_{\text{нонр}}};$$

$$345 \text{ A} > 53/0.85 = 62,4 \text{ A};$$

$$345 \text{ A} > 1 \times 250/0.85 = 294,1 \text{ A}.$$

ШРА-4:

а)  $I_{\text{р.шра4}} = 116,5 \text{ A}$ ;  $P_{\text{ном23}} = 20 \text{ кВт}$ ;  $I_{\text{ншра4}} = 250 \text{ A}$ ;  $I_{\text{ном23}} = 36,1 \text{ A}$ ;  $I_{\text{пуск23}} = 108,3 \text{ A}$   
ШМА-73-250 маркалы шиналық өткізгішті таңдаймыз.

$$I_{\text{кр.шра4}} = I_{\text{пуск.мах}} + \sum_{i=1}^n I_{\text{р.шра4}} - I_{\text{ном23}} = 108,3 + 116,5 - 36,1 = 188,7 \text{ A}; \quad (2.8)$$

$$\begin{aligned} \text{б) } I_{\text{ном.авт}} &\geq I_{\text{р.шра4}}; & 250 \text{ A} > 116,5 \text{ A}; \\ I_{\text{ном.эмр}} &\geq I_{\text{р.шра4}}; & 250 \text{ A} > 116,5 \text{ A}; \\ I_{\text{ср.эмр}} &\geq I_{\text{пуск}} \cdot 1,25; & 1750 \text{ A} > 135,4 \text{ A}. \end{aligned}$$

SchE C 120 N с 3п, 125А ажыратқышын таңдаймыз.

в) ААШВ-1-(3x150)+(1x120) маркалы кабель таңдаймыз.

$$I_{\text{доп.каб}} \geq \frac{I_{\text{дл}}}{K_{\text{нонр}}};$$

$$I_{\text{доп.каб}} \geq \frac{I_3 \cdot K_3}{K_{\text{нонр}}};$$

$$345 \text{ A} > 116,5/0.85 = 137 \text{ A};$$

$$345 \text{ A} > 1 \times 250/0.85 = 294,1 \text{ A}.$$

Жөндеу-механикалық цех бойынша автоматтарды таңдау:

$$\text{QF2: } I_{\text{ec}} = \frac{S_{\text{ec}}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{H}}} = \frac{221.3}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0.4} = 159.9 \text{ A}, \quad (2.9)$$

Н 160 XS Nager,  $I_{\text{H}} = 160 \text{ A}$  ажыратқышын таңдаймыз.

$$\text{QF1: } I_{\text{ав}} = \frac{S_{\text{ec}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{H}}} = \frac{221.3}{\sqrt{3} \cdot 0.4} = 319.8 \text{ A}, \quad (2.10)$$

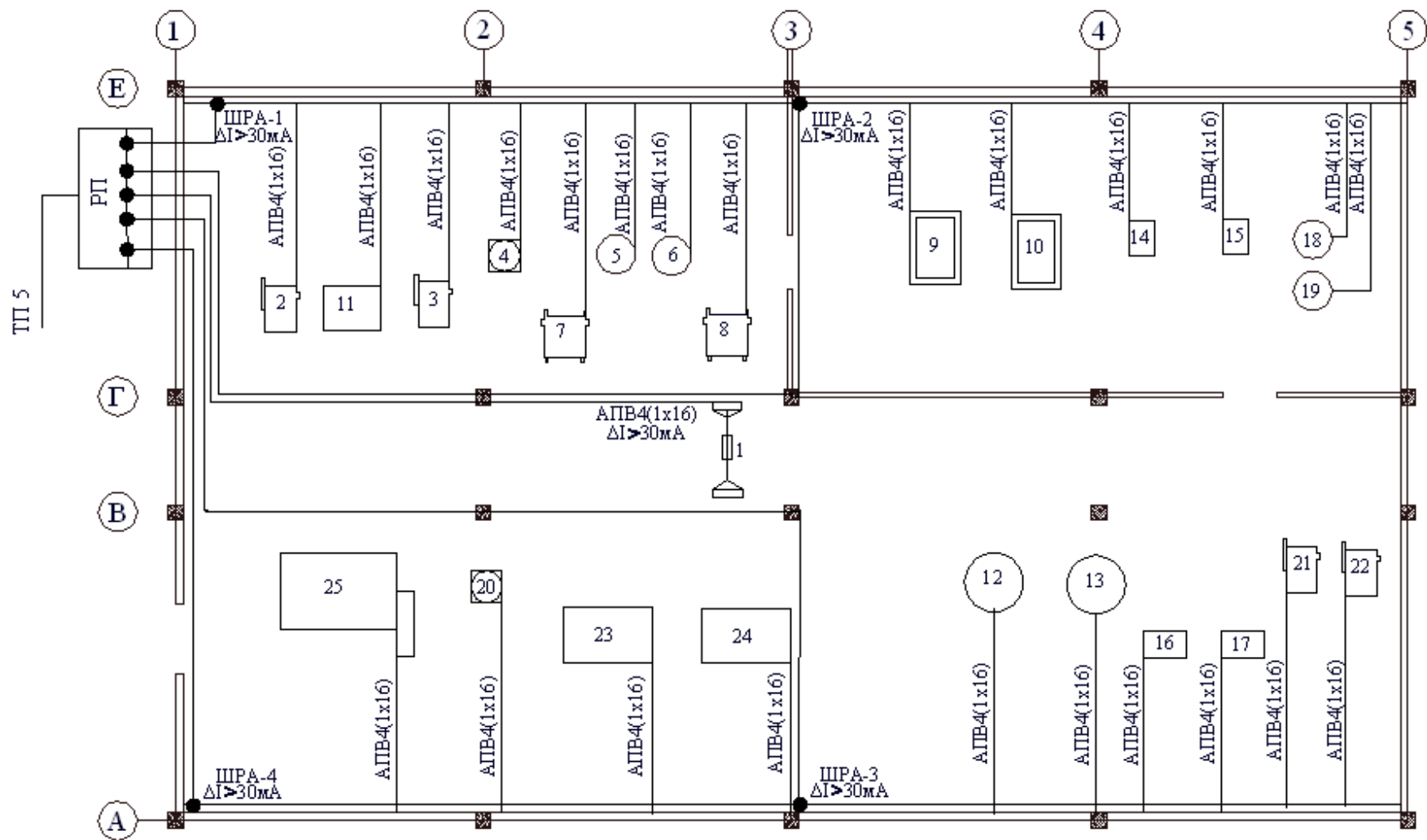
Н 400 XS Nager,  $I_{\text{H}} = 320 \text{ A}$  ажыратқышын таңдаймыз.

Реактивті қуатты компенсациялайтын УК4-0,38-100У3 конденсатор батареясына автомат таңдау:

$$I_{\text{кб.}} = \frac{Q_{\text{нбк.тп}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{H}}} = \frac{103}{\sqrt{3} \cdot 0.4} = 148.8 \text{ A}, \quad (2.11)$$

Н 160 XS Nager,  $I_{\text{H}} = 160 \text{ A}$  ажыратқышын таңдаймыз.

Жөндеу-механикалық цехының жобасы 2.7-суретте, цехқа кабель және қорғаныс аппараттарын таңдау Ә қосымшасында және қаңқалық сұлба Б қосымшасында көрсетілген.



2.6 Сурет - Жөндеу-механикалык цехының жобасы

## ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыс ЖШС «Гидромаш орион зауыты» кәсіпорынын электрмен жабдықтауды жобалауға арналған. Жұмыста келесідей негізгі нәтижелер алынды.

Электрқабылдағыштардың берілген саны мен қуаты бойынша слесарлы-құрастыру цехының жүктемесі есептелді. Бұл есептеулер нәтижесі бойынша, және жобаның бастапқы берулері бойынша заводтың 0,4 кВ кернеулі жүктемесі анықталды. Сонымен қатар 0,4 кВ кернеулі шиналарындағы реактивті қуаттын компенсациясы УК1-0,415-20ТЗ типті конденсаторлар батареясы көмегімен жасалды.

Жобада зауыттың сыртқы электрмен жабдықтауының екі түрлі схемасы қарастырылған. Осылардан экономикалық және техникалық жағынан қарағанда ең орындысы таңдалған, бұл зауыттың қоректендірудің екінші варианты болып келеді, мұнда электр энергиясы 1,4км қашықтықтағы ҚС-дан ЭБЖ 10,5 кВ бойынша беріледі. Экономикалық бөлімде көрсетілген бизнес – жоспарға байланысты, осы вариантқа арналған инвестициялар 55,917 млн. тенге құрайды. Электрмен жабдықтау жобасының өзін өзі ақтау уақытты 15% қарызды еске ала отырғанда 6 жыл 6 айға тең. Қабылданған вариант үшін келесідей жоғарғы вольтты қондырғылар таңдалған: кіріспе ажыратқыштар; секциялық ажыратқыштар; жүктемені ажыратқыштар; шығатын желіні ажыратқыштар; сонымен қатар осыларға арналған күштік кабельдер. Өлшеу құралдары, ток және кернеу трансформаторлары таңдалған. ТҚС шиналарын және оларға арналған оқшаулағыштар таңдау жүргізілді. РПН  $\pm 8 \times 1,8\%$  бар ТМН-1000-10/0,4 типті ТҚС трансформаторы үшін дифференциалды есептеу жүргізілді, максималды тоқтық қорғаудан және шамадан артық жүктелуден қорғаудан. Сонымен қатар газдық қорғану және автоматика қарастырылды.

РУ-1 тарату қондырғысынан слесарлы-құрастыру цехы қоректенеді, 0,4 кВ РУ-1 шиналарындағы қысқа тұйықталу тоқтарына есептеу жүргізілді және тексерілді, цехтағы ең қашықта орналасқан электр қабылдағыштың қорғау аппараттарының ажырату қабілеттілігіне. Төмен вольтты қондырғылар таңдалды: кіріспе автоматтары, секциялық автоматтар және шығыстағы желілердегі автоматтар, сонымен қатар қоректену түйіндері, жарықтандыру қалқандары және НБК. Қоректендіретін сымдарға және цехтың электр қабылдағыштарының әр қайсысына арналған қорғау аппараттары (сақтандырғыштар) таңдалды.

Еңбекті қорғау бөлімінде санитарлы-қорғау зонасы есептелінді. Термиялық өңдеу цехі үшін желдету және өрт қауіпсіздігінің есептеулері жүргізілді.

Осыған байланысты, дипломдық жобада зауыттың электр жабдықтау жүйесінің толық жобалауы орындалды, ал электрмен жабдықтау төмен вольтті жүйені жобалауды ретінде слесарлы-құрастыру цехының электр жабалауын қарастырамыз.



## ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Барыбин Ю.Г., Л.Е. Федоров. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования. – М.: Энергоатомиздат, 1991. - 465с.
2. Федоров А.А. Основы электроснабжения промышленных предприятий - М.: Энергия, 1967. – 465 с.
3. Епанешников М.М. Электрическое освещение. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. Изд.4-е, перераб. - М.: Энергия, 1976. 125 с.
4. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования//Под редакцией Ю.Г.Барыбина и др. – М.: Энергоатомиздат, 1991. - 464 с.
5. Васин В.М., Липкин Б.Ю. Дипломное проектирование для специальности «Электрооборудование промышленных предприятий и установок». - М.: Высшая школа, 1977. 245 с.
6. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочник. - М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.
7. Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий. - М., 1975. – 348 с.
8. Федоров А.А., Старкова Л.Е. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1987 . - 368 с.
9. Федоров А.А., Ристхейн Э.М. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебник для ВУЗов. – М.: Энергия, 1981. – 360с.
10. Князевский В.Н. Основы электроснабжения промышленных предприятий: Учебник для ВУЗов. – М.: Энергия, 1986. – 408с.
11. Правила устройства электроустановок. - М.: Главгосэнергонадзор России, 1998. – 607 с.
12. Андреев В.А. Релейная защита, автоматика и телемеханика в системах электроснабжения - М.: Высшая школа, 1985. – 420 с.
13. Чернобровов Н.В. Релейная защита. Учебное пособие. - М.: Энергия, 1989. – 745 с.
14. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. - М.: Энергоатомиздат, 1987. -386 с.
15. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 448с., ил.
16. Афанасьев Е.И., Скобилов В.М. Источники света и пускорегулирующая аппаратура. 2-е изд. перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1987. 301 с.
17. Айзенберг Ю.Б. Световые приборы.- М.: Энергия, 1986. - 464 с.
18. Справочная книга для проектирования электрического освещения//Под редакцией К.Н.Кнорринга.- М.: Энергия, 1976. - 387 с.
19. Пищенко Г.А. Осветительные установки. - М.: Высшая школа, 1984. -300 с.

20. Мелехин В.Т. и др. Организация и планирование энергохозяйства промышленных предприятий. - Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1988. - 224 с.
21. Синягин Н.Н., Афанасьев Н.А., Новиков С.А. Система планово-предупредительного ремонта оборудования и сетей промышленной энергетики. 2-е изд, перераб.- М.: Энергия, 1978. - 405 с.
22. ПТЭ и ПТБ, 1969 год.
23. Титов В.П. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий. - М.: Стройатомиздат, 1985. – 230 с.
24. СНиП 2.04.09.-84 Пожаробезопасность.
25. Князевский Б.А., Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий. - М.: Высшая школа, 1986 . - 400 с.
26. Зюзин А.Ф., Поконов Н.З., Вишток А.М. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок. - М.: Высшая школа, 1980. – 365 с.
27. СНиП 2.04.05.-91 Отопление, вентиляция и кондиционирование.
28. Положение об аттестации производственных объектов организации по условиям труда, утвержденное Постановлением коллегии от 22 мая 1995 года.
29. Ермилов А.А. Основы электроснабжения промышленных предприятий. - М.: Энергоатомиздат, 1983. – 208с.