

6B07101-«Энергетика» ББ бойынша

Сайлау Исатай Нурболұлы

Машина жасау зауытының электрмен жабдықтау жүйесінің жұмысын
жақсарту

тақырыбындағы дипломдық жұмысына

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Бұл дипломдық жұмыста «Машина жасау зауытының электрмен жабдықтау жүйесінің жұмысын жақсарту» тақырыбы бойынша есептеу жүргізілді. Машина жасау зауытының электрмен жабдықтау жүйесін жобалау нәтижесінде заманауи жабдықтар таңдалып, жобаның техникалық-экономикалық көрсеткіштері есептелді және электр техникалық персоналдың қауіпсіздігі қамтамасыз етілді.

Жұмыстың бірінші бөлімінде ауыр машина жасау зауытын электрмен жабдықтауын, екінші бөлімінде зауыт бойынша электр жүктемелерін есептелуі және де кәсіпорынның электрмен жабдықтау жүйесінің жұмысын жақсарту қарастырылған.

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

Дипломды орындаған Сайлау Исатай 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 жіберілді. Ал, түлек Сайлау Исатай «Энергетика» ББ бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесіне лайықты және дипломдық жұмысын 90 (А) «өте жақсы» баллмен бағалаймын.

Ғылыми жетекші

Техника ғылымдарының докторы,
профессор

 А.Б. Бекбаев

(қолы)

«22» 06 2023 ж.

РЕЦЕНЗИЯ

бойынша дипломдық жұмыс
(жұмыс түрінің атауы)

Сайлау Исатай Нурболұлы

6B07101-«Энергетика» мамандығы

Тақырып бойынша: Машина жасау зауытының электрмен жабдықтау жүйесінің жұмысын жақсарту

Орындалды:

а) Графикалық бөлім 10 парақтарда
б) түсіндірме жазба 69 беттерінде

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУЛЕР

Бұл дипломдық жұмыста «Машина жасау зауытының электрмен жабдықтау жүйесінің жұмысын жақсарту» тақырыбы бойынша есептеу жүргізілді. Машина жасау зауытының электрмен жабдықтау жүйесін жобалау нәтижесінде заманауи жабдықтар таңдалып, жобаның техникалық-экономикалық көрсеткіштері есептелінді.

Жұмыс бойынша келесі есептемелер қарастырылған ауыр машина жасау зауытын электрмен жабдықтау жүйесінің есептемесі, зауыт бойынша электр жүктемелерін есептеу және де кәсіпорынның электрмен жабдықтау жүйесінің жұмысын жақсарту келтірілген.

Бұл дипломдық жұмыстың кемшілігі мәтіннің кейбір жерлерінде орфографиялық қателер бар.

Жұмысты бағалау

Дипломдық жұмыс "өте жақсы" 91 (А) деңгейінде орындалды, осыған байланысты осы жұмыстың авторын Сайлау Исатай 6B07101 ББ бойынша "бакалавр" академиялық дәрежесіне лайық деп санаймын.

Рецензент

PhD, ассистент профессор

«Энергетика» кафедрасы

АЛТ Университет им. М.Тынышпаева

Қалиев Ж.Ж.



06

2025 ж

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Сайлау Исатай Нурболұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Машина жасау зауытының электрмен жабдықтау жүйесінің жұмысын жақсарту

Научный руководитель: Амангельды Бекбаев

Коэффициент Подобия 1: 10

Коэффициент Подобия 2: 2.9

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 77

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

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

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

☐ Обоснование:

Дата 10.06.2025

Заведующий кафедрой Энергетики

Аманжол А

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Сайлау Исатай Нурболұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Машина жасау зауытының электрмен жабдықтау жүйесінің жұмысын жақсарту

Научный руководитель: Амангельды Бекбаев

Коэффициент Подобия 1: 10

Коэффициент Подобия 2: 2.9

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 77

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

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: *допустить к защите*

Дата

Бекбаев А. Б.

проверяющий эксперт

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

Сайлау Исатай Нурболұлы

Машина жасау зауытының электрмен жабдықтау жүйесінің жұмысын жақсарту

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B07101-«Энергетика мамандығы»

Алматы 2025

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

Энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

ДОПУЩЕН К ЗАКОНЕ
НАО «КазНУ им.К.И.Сәтбаева» кафедрасының
Институт энергетика
и машиностроения
менеджерісі
PhD, қауымдастырылған профессор
Е.А. Сарсенбаев
« 06 » 2025ж

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Машина жасау зауытының электрмен жабдықтау жүйесінің жұмысын
жақсарту»

6B07101-«Энергетика мамандығы»

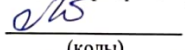
Орындаған

Сайлау И.Н.

Пікір беруші
PhD, ассистент профессор

Ғылыми жетекші
т.ғ.д. профессор

 Ж.Ж.Калиев
(қолы)

 А.Б. Бекбаев
(қолы)

« 02 » 06 2025ж.

« 2 » 06 2025 ж.

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

6B07101-«Энергетика мамандығы»

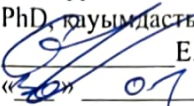
БЕКІТЕМІН

«Энергетика» кафедрасының

меңгерушісі

PhD, қауымдастырылған профессор

Е. А. Сарсенбаев

«» 2025 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға

ТАПСЫРМА

Білім алушы Сайлау Исатай Нурболұлы

Тақырыбы: «Машина жасау зауытының электрмен жабдықтау жүйесінің жұмысын жақсарту»

Университеттің академиялық мәселелер бойынша проректоры бекіткен.

Бұйрық № 26-п/ө «29» қаңтар 2025 ж.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «19» мамыр 2025 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілгендері: Қоректендіруді қуаты 800 МВА, кернеуі 110/35/6 кВ екі орамды трансформатор орнатылған қуаты шектелмеген энергия жүйесінің қосалқы станциясынан жүзеге асыруға болады; Энергожүйеден өнеркәсіптік аймаққа дейінгі қашықтық 4 км; Өнеркәсіптік аймақ екі ауысымда жұмыс атқарады.

Дипломдық жұмыстың қысқаша мазмұны:

- ауыр машина жасау зауытын электрмен жабдықтау;
- зауыт бойынша электр жүктемелерін есептеу;
- кәсіпорынның электрмен жабдықтау жүйесінің жұмысын жақсарту.

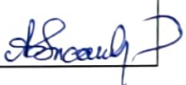
Сызбалық материалдар тізімі сызбалық материалдар 12 слайдпен көрсетілген.

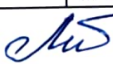
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 20 атау.

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Ауыр машина жасау зауытын электрмен жабдықтау	06.03.2025 ж	жоқ
Зауыт бойынша электр жүктемелерін есептеу	24.04.2025 ж	жоқ
Кәсіпорынның электрмен жабдықтау жүйесінің жұмысын жақсарту	05.05.2025 ж.	жоқ

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, А.Ә.Т. (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Ауыр машина жасау зауытын электрмен жабдықтау	А.Б. Бекбаев тех.ғыл.док., профессор	06.03.2025	
Зауыт бойынша электр жүктемелерін есептеу	А.Б. Бекбаев тех.ғыл.док., профессор	24.04.2025	
Кәсіпорынның электрмен жабдықтау жүйесінің жұмысын жақсарту	А.Б. Бекбаев тех.ғыл.док., профессор	05.05.2025	
Норма бақылау	Ә. О. Бердібеков, магистр, аға оқытушы	09.06.2025	

Жоба жетекші  А.Б. Бекбаев
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған студент  И.Н. Сайлау
(қолы)

Күні « 02 » 06 2025 ж.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста «Машина жасау зауытының электрмен жабдықтау жүйесінің жұмысын жақсарту» тақырыбы бойынша есептеу жүргізілді. Машина жасау зауытының электрмен жабдықтау жүйесін жобалау нәтижесінде заманауи жабдықтар таңдалып, жобаның техникалық-экономикалық көрсеткіштері есептелді және электр техникалық персоналдың қауіпсіздігі қамтамасыз етілді.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе проведен расчет по теме «Совершенствование работы системы электроснабжения машиностроительного завода».

В результате проектирования системы электроснабжения машиностроительного завода было выбрано новейшее оборудование, рассчитаны технико-экономические показатели проекта и обеспечена безопасность для работающего электротехнического персонала.

ANNOTATION

In this thesis, a calculation was carried out on the topic "Improving the operation of the power supply system of a machine-building plant."

As a result of the design of the power supply system of the machine-building plant, the latest equipment was selected, the technical and economic indicators of the project were calculated and safety for the working electrical personnel was ensured.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Ауыр машина жасау зауытын электрмен жабдықтау	8
1.1 Жобаға берілген мағлұматтар	8
2 Зауыт бойынша электр жүктемелерін есептеу	9
2.1 Цехтардың электр жүктемелерін есептеу	9
2.2 Цехтардың жарықтандыру жүктемесін есептеу	11
2.3 Цех трансформаторларының саны мен 0,4 кВ кернеу кезіндегі реактивті қуаттың компенсациялары	16
2.4 Сыртқы электрмен жабдықтау схемаласының нұсқаларын салыстыру	25
2.5 10 кВ кернеуде қондырғылар таңдау	47
3 Кәсіпорынның электрмен жабдықтау жүйесінің жұмысын жақсарту	59
3.1 Жалпы мәлімет	59
Қорытынды	65
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	66
Қосымша	67

КІРІСПЕ

Өнеркәсіптік кәсіпорынның электрмен жабдықтау жүйесі деп, кәсіпорынның тұтынушыларын электр энергиясымен қамтамасыз етуге арналған, барлық кернеу деңгейлеріндегі электр желілерінің жиынтығы түсініледі.

Ішкі электрмен жабдықтау жүйесін қайта құру зауытшілік электр энергиясын тарату сызбаларын құрудың жалпы принциптеріне негізделеді. Зауытшілік электр энергиясын тарату сызбаларына тән ерекшелік — желілердің тармақталуының жоғары деңгейі және көптеген коммутациялық және қорғаныс аппаратурасының болуы. Бұл жағдай жүйенің техникалық-экономикалық көрсеткіштері мен электрмен жабдықтау сенімділігіне едәуір әсер етеді.

Өнеркәсіптік кәсіпорындардың электрмен жабдықтау жүйелері, электр энергиясын тұтынатын өндірістік құрылғыларды қоректендіру үшін құрылады. Оларға әртүрлі машиналар мен механизмдердің электрқозғалтқыштары, электр пештері, электролиздік қондырғылар, электрмен дәнекерлеу аппараттары мен машиналары, жарықтандыру қондырғылары және басқа да өндірістік электр энергия тұтынушылары жатады. Өнеркәсіптік кәсіпорындарды электрмен жабдықтау міндеті әртүрлі машиналар мен механизмдердің қозғаушы күші ретінде электржетектер кеңінен енгізіле бастаған кезде және электр станциялары салына бастағанда пайда болды.

Электр энергиясын тұтынудың дамуына қарай өнеркәсіптік кәсіпорындардың электрмен жабдықтау жүйелері де күрделене түсуде. Олардың құрамына жоғары кернеулі желілер, тарату желілері, ал кейбір жағдайларда өнеркәсіптік ЖЭО (жылу электр орталықтары) желілері де енеді. Өнеркәсіптік кәсіпорындар мен өндірістік процестердің электрмен жабдықтау жүйелерін автоматтандыру қажеттілігі туындайды. Өндірістік процестерді телесигнализация және телеуправление құралдарын пайдалану арқылы диспетчерлеуді кең көлемде жүзеге асыру, сондай-ақ электр энергиясын үнемдеу бағытында белсенді жұмыс жүргізу қажет.

Жұмыстың мақсаты — машина жасау зауытының электрмен жабдықтау жүйесінің жұмысын жақсарту болып табылады.

Жұмыстың міндеті ретінде келесі есептемелер қарастырылады:

- ауыр машина жасау зауытын электрмен жабдықтау;
- зауыт бойынша электр жүктемелерін есептеу;
- кәсіпорынның электрмен жабдықтау жүйесінің жұмысын жақсарту.

1 Ауыр машина жасау зауытын электрмен жабдықтау

1.1 Жобаға берілген мағлұматтар

Жобалауға арналған бастапқы деректер:

- 1) Өнеркәсіптік аймақтың бас жоспарының сызбасы;
- 2) Өнеркәсіптік аймақтың цехтары бойынша электр жүктемелері туралы мәліметтер.
- 3) Қоректендіруді қуаты 800 МВА, кернеуі 110/35/6 кВ екі орамды трансформатор орнатылған қуаты шектелмеген энергия жүйесінің қосалқы станциясынан жүзеге асыруға болады (Қосымша В келтірілген).
- 4) Энергожүйеден өнеркәсіптік аймаққа дейінгі қашықтық 4 км.
- 5) Өнеркәсіптік аймақ екі ауысымда жұмыс атқарады.

1-кесте- Электр жүктемелері (Қосымша А келтірілген)

Цех №	Атауы	ЭҚ саны, п	Орнатылған қуат, кВт	
			Бір эқ, Р _н	Суммарлық Р _н
1	Механикалық цех	100	1-80	4100
2	Механика-жинақтау цехы	120	1-80	3100
3	Түсті металл өңдеу цехы	36	15-230	700
4	Құю корпусы:			
	а) ДББП 12 т;	4	5000	20000
	б) 0,4 кВ	70	1-80	3100
5	Компрессор:			
	а) 0,4 кВ	10	1-35	280
	б) СҚ 10 кВ	4	1000	4000
6	Қосымша цехтар блогы	70	1-20	800
7	Металл қоймасы	5	1-20	40
8	Әкімгерші корпусы	20	1-20	120
9	Асхана	20	1-40	210
10	ЖММ қоймасы	20	1-5	30
11	Қойма	10	1-100	250
12	Насосты станса	10	1-100	250
13	Дәнекер-дайындық цехы	50	1-80	1250

2 Зауыт бойынша электр жүктемелерін есептеу

2.1 Цехтардың электр жүктемелерін есептеу

Өнеркәсіптегі қондырғылар үшін қуат көздерін жобалау кезінде электр жүктемесі негізгі беріліс болып табылады. Электр жүктемесінің мөлшеріне байланысты электрмен жабдықтау жүйесінің Электр жабдықтары таңдалады және тексеріледі, қорғаныс және өтемақы құралдары таңдалады, электр энергиясы мен энергия тұтыну шығындары анықталады, кернеудің ауытқуы және жүктеме ауытқуы есептеліп қарастырылады. Дипломдық жұмыста есептеме «реттелген жүктеу диаграммасын қолдану» қарастырылады.

Жүктемені есептеу мысалы ретінде цемент қоймасының электр жүктемесін есептеу. Қуат көзі цех жоспарында орнатылған: қуат тарату шинасы, қуат тарату шкафы, жабдық панелі.

Цехтың барлық электр қабылдағыштар қуат көздерін таратады. Тарату барысында берілген принциптерді ескеруіңіз керек:

- 1) Белгілі қуат көздеріне қосылу саны мүмкіндігінше көп болуы керек.
- 2) ЭҚ-тан қуат көзіне дейінгі қашықтық минималды болуы керек (түсі: металды үнемдеу және кернеудің жоғалуын азайту үшін).;
- 3) Қуаты 75кВт көп электр ТҚС немесе РП шинаның радиалды жабдықтары қажет;
- 4) Цех бойынша қуаттардың кері ағуын болдырмау.

Белгілі бір қуат көзіне жалғанған электр қабылдағыштары бірдей жұмыс режиміндегі топтарға бөлінеді (мысалы, K_n және $\cos\phi$ электр қабылдағыш). Әр топ үшін электр қабылдағыштың нөмірі мен қуаты, ал бірнеше қозғалтқышы бар қондырғылар үшін қозғалтқыштың нөмірі мен қуаты көрсетілген.

Кестедегі есептеулер мен орын толықтыру ретіне келесілер жатады:

- 1) бірінші бағанда - техникалық қондырғылардың саны тіркеледі;
- 2) екінші бағанда – ЭҚ-тың әрбір қуат көзінің, тобынын және қуатынын атауы мен нөмірі;
- 3) үшінші бағанда - ЭҚ саны;
- 4) төртінші бағанда – ЭҚ-тың әр тобы үшін минималды және максималды қуаттары.
- 5) бесінші бағанда - ПВ ЭҚ-тың жалпы тұрақты қуаты 100%-ге дейін толықтырылады
- 6) алтыншы бағанда – m саны келесі өрнекпен қарастырылады

$$m = \frac{P_{н\ макс}}{P_{н\ min}} \quad (2.1)$$

- 7) жеті мен сегізінші бағанда – колдану және қуат коэффициенттері

$$K_u = \frac{\sum P_{ср\ cm}}{\sum P_{ном}} \quad (2.2)$$

8) тоғызыншы бағанда – ЭҚ-дың тиімді саны шығарылады;

9) он мен он бірінші бағанда - ЭҚ тобы үшін ең көп жүктелген ауысымдар үшін орташа активті әрі реактивті жүктемелер есептеледі

$$P_{cm} = K_u \cdot P_n, \text{кВт} \quad (2.3)$$

$$Q_{cm} = P_{cm} \cdot \text{tg}\phi, \text{квар} \quad (2.4)$$

10) он үш пен он төртінші бағанда - түйіннің ЭҚ максималды активті әрі реактивті жүктеме 30 минутты құрайды

$$P_m = P_{cm} \cdot K_m, \text{кВт} \quad (2.5)$$

$n_3 \leq 10$ болса $Q_m \leq 1,1 \cdot Q_{cm}$, квар егер $n_3 \geq 10$ болса, $Q_m \equiv Q_{cm}$, квар.

Максималды коэффициенттің саны қабылдағыш бөлімнің пайдалану коэффициенті мен n_3 қабылдағыштарының қол жетімді мәніне байланысты. Әдебиетте сипатталған қисыққа сәйкес максималды коэффициентті анықтаныз.

11) Есептелген қуат көзінің максимум толық жүктемесі келесі өрнекпен қарастырылады

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} \quad (2.6)$$

12) он алтыншы бағанда – максималды есептелінген ток мәні келесі түрде өрнектеледі

$$I_p = \frac{S_m}{\sqrt{3} \cdot U} \quad (2.7)$$

2.2 Цехтардың жарықтандыру жүктемесін есептеу

Зауыттық жүктемені анықтау кезінде жарықтандыруға жүктемені есептеу жеңілдетілген әдісті қолдана отырып есептеу жарықтандыруға жүктеменің нақты тығыздығын және өндірістік алаңның 1 м²-ге қажеттілік коэффициентін алуға мүмкіндік береді.

Осылайша есептелген жарықтандыру жүктемесі ең көп жүктелген ауысымдағы орташа жарықтандыру қуатына тең деп есептесек, ол келесі формула бойынша есептеледі.

$$P_{PO} = K_{CO} \cdot P_{YO}, \text{ кВт} \quad (2.8)$$

$$Q_{PO} = \operatorname{tg} \phi_0 \cdot P_{PO}, \text{ кВар} \quad (2.9)$$

бұл жердегі: K_{CO} – жарықтандыру жүктемелеріне қажеттілік коэффициенті.

$\operatorname{tg} \phi_0$ – реактивті қуат коэф. $\cos \phi$ арқылы қарастырылады

P_{YO} – цехтардың жарықтандыру қабылдағышының тұрақты қуаты

$$Q_{YO} = P_{PO} \cdot F, \text{ кВт} \quad (2.10)$$

осындағы F – зауыттың бас жоспарымен анықталатын өндірістік корпусының ауданы

$$F_{\text{мер}} = F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_{13} \quad (2.11)$$

$$F_{\text{мер}} = A \cdot B, \text{ м}^2 \quad (2.12)$$

$$F_{\text{осв}} = F_{\text{мер.зав}} - F_{\text{мер.цех}} \quad (2.13)$$

мұнда P_0 – 1 м² меншікті есептік қуаты, кВт. Бұл мән ғимараттың түріне байланысты. Барлық шыққан мәндер 2.1-кестеге “Цехтардың жарықтандыру жүктемесін есептеу” енгізіледі.

Өндірістік аймақ жүктемесінің картографиялық диаграммасын жасау үшін келесі мәндерді анықтаңыз.

$$R = \sqrt{\frac{P_p}{m \cdot \pi}}, \quad (2.14)$$

$$\alpha = \frac{P_{po}}{P_p} \cdot 360^\circ, \quad (2.15)$$

2.1-кесте- Цехтардың жарықтандыру жүктемесін есептеу

Цех №	Цехтардың атауы	Орындардың өлшемі	Орындардың ауданы. м ²	Меншікті жарық-у жүктемесі, ро кВт/м ²	Сұраныс коэффициент Кс	Тұрақ.куаты. осв. Р _{уо} кВт	Жарықтандыру жүктемесінің есебі		$\cos \phi$	$tg\phi$
							Р _{ро} ,кВт	Q _{ро} ,кВт		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Механикалық цех	50x38	1900	0,015	1	28,5	28,5	14,25	0,9	0,5
2	Механика-жинақтау цехы	56x37	2072	0,015	1	31,1	31,1	15,55	0,9	0,5
3	Түсті металл өңдеу цехы	35x35	1225	0,015	1	18,4	18,4	9,2	0,9	0,5
4	Құю корпусы	52x104	5408	0,02	1	108,2	108,2	54,1	0,9	0,5
5	Компрессор	119x95	11305	0,02	1	226	226	113	0,9	0,5
6	Қосымша цехтар блогы	55x82	4510	0,02	1	90,2	90,2	45,1	0,9	0,5
7	Металл қоймасы	17x25	425	0,005	1	2,2	2,2	1,1	0,9	0,5
8	Әкімгерші корпусы	25x54	1350	0,015	1	20,3	20,3	10,15	0,9	0,5
9	Асхана	33x33	1089	0,015	1	16,4	16,4	8,2	0,9	0,5
10	ЖММ қоймасы	44x25	1100	0,015	1	16,5	16,5	8,25	0,9	0,5
11	Қойма	42x25	1050	0,015	1	15,8	15,8	7,9	0,9	0,5
12	Насосты станса	42x52	2184	0,015	1	32,8	32,8	16,4	0,9	0,5
13	Дәнекер-дайындық цехы	32x63	2016	0,015	1	30,3	30,3	15,15	0,9	0,5

2.2-кесте- Цехтардың күштік жүктемелі кернеулерін анықтау 0,4 кВ

№	Цехтардың атауы және ЭҚ-ң тобы	ЭҚ саны	Номиналды қуат		m	Ки	cosφ	tgφ	Орта жүктеме		nэ	Км	Есептік қуат				
			Pmin/Pmax кВт	ΣPн кВт					Pсм, кВт	Qсм, кВар			Pp, кВт	Qp, кВар	Sp, кВА	R мм	α град
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Механикалық цех																
	күштік	100	1-80	85	>3	0,25	0,6	1,33	21,25	28,27	7	2	42,5	28,27			
	жарықтық								28,5	14,25			28,5	14,25			
	Жинағы								49,75	42,52			71	42,52	82,75	6,72	241
2	Механика-жинақтау цехы																
	күштік	120	1-80	130	>3	0,35	0,6	1,33	45,5	60,5	7	1,7	77,35	60,5			
	жарықтық								31,1	15,55			31,1	15,55			
	Жинағы								76,6	76,05			108,45	76,05	132,45	8,31	144
3	Түсті металл өңдеу цехы																
	күштік	36	15-230	930	>3	0,5	0,75	0,88	465	409,2	31	1,16	539,4	409,2			
	жарықтық								18,4	9,2			18,4	9,2			
	Жинағы								483,4	418,4			557,8	418,4	697,3	18,9	12,2
4	Құю корпусы																
	күштік	70	1-80	1750	>3	0,4	0,7	1,02	700	714	50	1,14	798	714			
	жарықтық								108,2	54,1			108,2	54,1			
	Жинағы								808,2	768,1			906,2	768,1	1187,9	24	48,8
5	Компрессор																
	күштік	10	1-35	240	>3	0,3	0,8	0,75	72	54	11	1,56	112,4	54			
	жарықтық								226	113			226	113			
	Жинағы								298	167			338,4	167	377,36	14,7	163
6	Қосымша цехтар блогы																
	күштік	70	1-20	5400	>3	0,4	0,75	0,88	2160	1900,8	72	1,1	2376	1900,8			
	жарықтық								90,2	45,1			90,2	45,1			
	Жинағы								2250,2	1945,9			2466,2	1945,9	3141,44	39,63	13,6

2.2 кестесінің жалғасы

№	Цехтардың атауы және ЭҚ-ң тобы	ЭҚ саны	Номиналды қуат		m	Ки	cosφ	tgφ	Орта жүктеме		пэ	Км	Есептік қуат				
			Pmin/Pmax кВт	ΣPн кВт					Pсм, кВт	Qсм, кВар			Pp, кВт	Qp, кВар	Sp, кВА	R мм	α град
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
7	Металл қоймасы																
	күштік	5	1-20	470	>3	0,7	0,8	0,75	329	246,8	17	1,11	365,2	246,8			
	жарықтық								2,2	1,1			2,2	1,1			
	Жинағы								331,2	247,9			367,4	247,9	443,21	15,29	2,2
8	Әкімгерші корпусы																
	күштік	20	1-20	300	>3	0,5	0,7	1,02	150	153	20	1,2	180	153			
	жарықтық								20,3	10,15			20,3	10,15			
	Жинағы								170,3	163,15			200,3	163,15	258,33	11,3	40,6
9	Асхана																
	күштік	20	1-40	560	>3	0,35	0,75	0,88	196	172,5	28	1,21	237,2	172,5			
	жарықтық								164	82			164	82			
	Жинағы								360	254,5			401,2	254,5	475,11	15,98	148,9
10	ЖММ қоймасы																
	күштік	20	1-5	160	>3	0,3	0,8	0,75	48	36	9	1,65	79,2	36			
	жарықтық								16,5	8,25			16,5	8,25			
	Жинағы								64,5	44,25			95,7	44,25	105,43	7,8	75
11	Қойма																
	күштік	10	1-100	640	>3	0,55	0,8	0,75	352	264	12	1,25	440	264			
	жарықтық								15,8	7,9			15,8	7,9			
	Жинағы								367,8	271,9			455,8	271,9	530,73	17	12,92
12	Насосты станса																
	күштік	10	1-100	340	>3	0,3	0,7	1,02	102	104,1	15	1,43	145,9	104,1			
	жарықтық								32,8	16,4			32,8	16,4			

2.2 кестесінің жалғасы

№	Цехтардың атауы және ЭҚ-ң тобы	ЭҚ саны	Номиналды қуат		m	Ки	cosφ	tgφ	Орта жүктеме		пэ	Км	Есептік қуат				
			Pmin/Pmax кВт	ΣPн кВт					Pсм, кВт	Qсм, кВар			Pp, кВт	Qp, кВар	Sp, кВА	R мм	α град
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Жинағы								134,8	120,5			178,7	120,5	215,53	10,66	80
13	Дәнекер-дайындық цехы																
	күштік	50	1-40	310	>3	0,4	0,75	0,88	124	109,1	16	1,28	158,8	109,1			
	жарықтық								30,3	15,15			30,3	15,15			
	Жинағы								154,3	124,25			189,1	124,25	226,26	10,97	67,9
	Территорияны жарықтандыру												195,6	97,8			
	Барлығы												6972,5	3422,3	7535,3		

2.3 Цех трансформаторларының саны мен 0,4 кВ кернеу кезіндегі реактивті қуаттың компенсациялары

Цехтағы трансформаторлардың саны мен қуаты келесі жағдайда қарастырылып, бұл тек техникалық-экономикалық есептеулер арқылы мүмкін болады. Трансформатор қалыпты (штаттық) және апаттық режимдердегі трансформатордың қайта тиеу қабілеті. Жүктеме кестесіне сәйкес трансформатордың тиімді жұмыс режимі.

Есептеме үшін келесі деректер:

$$P_{p0,4} = 6972,5 \text{ кВт};$$

$$Q_{p0,4} = 3422,3 \text{ кВар};$$

$$S_{p0,4} = 7535,3 \text{ кВА}.$$

Өнеркәсіптік аймақ екінші категориялы тұтынушыға жатады, аймақ үш аусымда жұмыс атқарады, сол үшін трансформатор жүктелу коэффициенті $K_{зтр} = 0,8$. Трансформатор қуатын $S_{нтр} = 1000 \text{ кВА}$ деп қарастыруға болады.

Ең жоғары есептемелік активті жүктемені ұстап тұру үшін қажетті қуаттары бірдей цех трансформаторлардың ең аз саны

$$N_{\text{тmin}} = \frac{P_{p0,4}}{K_{з} \cdot S_{нт}} + \Delta N \quad (2.16)$$

$$N_{\text{тmin}} = \frac{6531,9}{0,8 \cdot 1000} + 0,8 = 10$$

бұл жердегі $P_{p0,4}$ – жалпы есептік активті қуат;

$K_{зтр}$ – трансформатордың жүктеме коэффициенті;

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

ΔN – ең жақын бүтін санды толықтырамыз.

Экономикалық тиімді саны:

$$N_{ТЭ} = N_{\text{min}} + m \quad (2.17)$$

осындағы m – қосымша трансформаторлардың саны;

$N_{ТЭ}$ – $З_{п/ст}^*$ – күрделі шығындардың белгілі бір компоненттерін ескере отырып реактивті қуатты берудің нақты құнымен анықталады

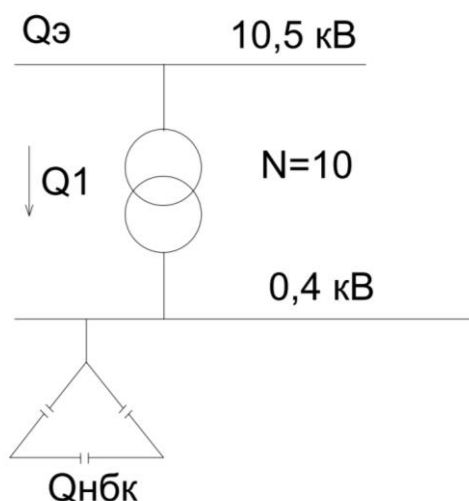
$$З_{п/ст}^* = 0,5; K_{з} = 0,8; N_{\text{min}} = 10; \Delta N = 0,8,$$

$$N_{ТЭ} = 10 + 0 = 10$$

Трансформаторлардың таңдалған санына байланысты трансформатор арқылы кернеуі 1 кВ дейінгі желіге берілетін максималды реактивті қуат анықталады (2.1-сурет).

$$Q_1 = \sqrt{(K_3 \cdot N \cdot S_{нн.т.})^2 - P_{p0,4}^2} \quad (2.18)$$

$$Q_1 = \sqrt{(0,8 \cdot 10 \cdot 1000)^2 - 6531,9^2} = 4618,9 \text{ кВар}$$



2.1-сурет- Конденсатор батареясының жалғанылуы

0,4 кВ шинанын реактивті қуат балансынын шартынан $Q_{нбк}$ мәнді анықтаңыз:

$$Q_{нбк} + Q_1 = Q_{p0,4}; \quad (2.19)$$

$$Q_{нбк} + Q_1 = Q_{p0,4} = 4742,3 - 4618,9 = 123,4 \text{ кВар}$$

Трансформаторлар үшін төменгі кернеу конденсатор батареясының (НБК) қосымша $Q_{нбк2}$ қуаты келесі өрнекпен қарастырылады:

$$Q_{нбк2} = Q_{p0,4} - Q_{нбк1} - \gamma \cdot N_{тэ} \cdot S_{нт} \quad (2.20)$$

$$Q_{нбк2} = 4742,4 - 123,4 - 0,2 \cdot 10 \cdot 1000 = 2619 \text{ кВар}$$

мұнда $\gamma = 0,2$ – есептік коэфф; $\gamma = f(k_1 = 14, k_2 = 2)$ – қуаттары $Q_{нтр} = 1000 \text{ кВА}$ трансформаторларға арналған.

$$Q_{нбк} = Q_{нбк1} + Q_{нбк2} \quad (2.21)$$

$$Q_{нбк} = 123,4 + 2619 = 2742,4$$

Әр трансформаторға сәйкесінше келетін бір конденсатор батареясының қуаты анықталынады:

$$Q_{\text{НБК ТП}} = \frac{Q_{\text{НБК}}}{N_{\text{ТЗ}}} \quad (2.22)$$

$$Q_{\text{НБК ТП}} = \frac{2742,4}{10} = 274,24 \approx 280 \text{ кВар}$$

Әдебиеттерден конденсатор батареясын келесідей таңдаймыз:

НБК: УКМ58-0.4-280-40 У3.

Есептеулер нәтижесі бойынша 2.4-кесте- ТП бойынша цехтер жүктемелерін тарату құрылады.

Біз ТҚС шеберханасын 1 және 2 трансформатор түрінде қабылдаймыз. Біз шеберханаларды олардың жүктемесін ескере отырып, аумақтық негізде топтарға бөлеміз. ТҚС1-ТҚС5 БТҚС шинаға қосылады. Біз зауыттың бас жоспарына ТҚС1-ТҚС5 енгіздік.

2.3-кесте- ТҚС бойынша цех жүктемелерін тарату

ТҚС	ЦЕХ	Pp	Qp	Sp	Kз
ТҚС1-2 (4x1000)	2	108,45	76,05		
	6	2466,2	1945,9		
	7	367,4	247,9		
Q _{нБК} (4x280)=1120			-1120		
Жинағы		2942,1	1149,85	3158,8	0,78
ТҚС 3-4 (4x1000)	1	71	42,52		
	3	557,8	418,4		
	4	906,2	768,1		
	8	200,3	163,15		
	9	401,2	254,5		
Q _{нБК} (4x280)=1120			-1120		
Жинағы		2136,5	526,7	2200,5	0,66
ТҚС 5 (2x1000)	5	338,4	167		
	10	95,7	44,25		
	11	455,8	271,9		
	12	178,7	120,5		
	13	189,1	124,25		
	ЩО	195,6	97,8		
Q _{нБК} (2x280)=560			-560		
Жинағы		1453,3	265,7	1477,4	0,73

2.3.1 $Q_{НБК}$ ТҚС-ның реактивті жүктемеге пропорционалды тарату

Бастапқы берілулер:

$$Q_{P0,4} = 4742,3 \text{ кВар};$$

$$Q_{НБК} = 2742,4 \text{ кВар}.$$

$$\text{ТҚС1- ТҚС2: } Q_{P \text{ ТҚС1-2}} = 2269,85 \text{ кВар}, Q_{P \text{ НБК ТҚС1-2}} = x,$$

$$\begin{aligned} \text{Онда: } Q_{P \text{ НБК ТҚС1-2}} &= \frac{Q_{НБК} \cdot Q_{P \text{ ТҚС1-2}}}{Q_{P0,4}} \\ Q_{P \text{ НБК ТҚС1-2}} &= \frac{2742,4 \cdot 2269,85}{4742,3} = 1312,62 \text{ кВар} \end{aligned} \quad (2.23)$$

сонымен, нақты реактивті қуат: $Q_{\Phi \text{ ТҚС1-2}} = 4 \cdot 280 = 1120 \text{ кВар}$
ал компенсацияланбаған қуат:

$$Q_{\text{НЕСК}} = Q_{P \text{ ТҚС1-2}} - Q_{\Phi \text{ ТҚС1-2}} \quad (2.24)$$

$$Q_{\text{НЕСК}} = 2269,85 - 1120 = 1149,85 \text{ кВар}$$

$$\text{ТҚС3- ТҚС4: } Q_{P \text{ ТҚС3-4}} = 1646,7 \text{ кВар}, Q_{P \text{ НБК ТҚС3-4}} = x,$$

$$\begin{aligned} \text{Онда: } Q_{P \text{ НБК ТҚС3-4}} &= \frac{Q_{НБК} \cdot Q_{P \text{ ТҚС3-4}}}{Q_{P0,4}} \\ Q_{P \text{ НБК ТҚС3-4}} &= \frac{2742,4 \cdot 1646,7}{4742,3} = 952,26 \text{ кВар} \end{aligned} \quad (2.25)$$

сонымен, нақты реактивті қуат: $Q_{\Phi \text{ ТҚС3-4}} = 4 \cdot 280 = 1120 \text{ кВар}$,
ал компенсацияланбаған қуат:

$$Q_{\text{НЕСК}} = Q_{P \text{ ТҚС3-4}} - Q_{\Phi \text{ ТҚС3-4}} \quad (2.26)$$

$$Q_{\text{НЕСК}} = 1646,7 - 1120 = 526,7 \text{ кВар}$$

$$\text{ТҚС5: } Q_{P \text{ ТҚС5}} = 825,7 \text{ кВар}, Q_{P \text{ НБК ТҚС5}} = x,$$

$$\text{Онда: } Q_{P \text{ НБК ТҚС5}} = \frac{Q_{НБК} \cdot Q_{P \text{ ТҚС5}}}{Q_{P0,4}} \quad (2.27)$$

$$Q_{P \text{ НБК ТҚС5}} = \frac{2742,4 \cdot 825,7}{4742,3} = 477,48 \text{ кВар}$$

сонымен, нақты реактивті қуат: $Q_{\Phi \text{ ТҚС3-4}} = 2 \cdot 280 = 560 \text{ кВар}$,
ал компенсацияланбаған қуат:

$$Q_{\text{HECK}} = Q_{P \text{ ТКС5}} - Q_{\Phi \text{ ТКС5}} \quad (2.28)$$

$$Q_{\text{HECK}} = 825,7 - 560 = 265,7 \text{ кВар}$$

2.4-кесте- ТҚС бойынша $Q_{\text{НБК}}$ қуаттары

ТҚС номері	$Q_{P_{\text{ТП}}}$, квар	$Q_{P_{\text{НБК}}}$, квар	$Q_{\text{НБК}_{\text{ТП}_{\text{скомп}}}}$, квар	$Q_{\text{нескомп}}$, квар
ТҚС № 1-2	2269,85	1312,62	1120	1149,85
ТҚС № 3-4	1646,7	952,26	1120	526,7
ТҚС № 5	825,7	477,48	560	265,7
Жинағы	4742,3	2742,4	2800	1942,25

2.3.2 Өнеркәсіптік аймақтың нақтыланған жүктемесінің есептелуі

ЦТП-дағы қуат шығындарын анықтау

ТМ-1000/10-81У1 трансформаторын таңдаймыз.

2.5-кесте– Трансформатордың параметрлері

Трансформатор атауы	Кернеу, кВ		Шығындар,кВт		Кернеу к.з.,%	Ток хх, %
	ЖК	ТК	ХХ	КЗ		
ТМ-1000/10-81У1	10	0,4	2,1	12,2	5,6	1,28

1) ТҚС 1-2 үшін:
Кз=0,78; N=4.

$$\Delta P_m = (\Delta P_{xx} + \Delta P_{кз} \cdot K_3^2) \cdot N \quad (2.29)$$

$$\Delta P_m = (2,1 + 12,2 \cdot 0,78^2) \cdot 4 = 38,1 \text{ кВт}$$

$$\Delta Q_m = \left(\frac{I_{xx}\%}{100} \cdot S_{\text{нм}} + \frac{U_{кз}\%}{100} \cdot S_{\text{нм}} \cdot K_3^2 \right) \cdot N \quad (2.30)$$

$$\Delta Q_m = \left(\frac{1,28}{100} \cdot 1000 + \frac{5,6}{100} \cdot 1000 \cdot 0,78^2 \right) \cdot 4 = 187,5 \text{ кВар}$$

2) ТҚС 3-4 үшін:
Кз=0,66 N=4

$$\Delta P_m = (\Delta P_{xx} + \Delta P_{кз} \cdot K_3^2) \cdot N \quad (2.31)$$

$$\Delta P_m = (2,1 + 12,2 \cdot 0,66^2) \cdot 4 = 29,7 \text{ кВт}$$

$$\Delta Q_m = \left(\frac{I_{xx}\%}{100} \cdot S_{Hm} + \frac{U_{K3}\%}{100} \cdot S_{Hm} \cdot K_3^2 \right) \cdot N \quad (2.32)$$

$$\Delta Q_m = \left(\frac{1,28}{100} \cdot 1000 + \frac{5,6}{100} \cdot 1000 \cdot 0,66^2 \right) \cdot 4 = 148,8 \text{ кВар}$$

3) ТҚС 5 үшін:

$K_3=0,73$ $N=2$

$$\Delta P_m = (\Delta P_{xx} + \Delta P_{K3} \cdot K_3^2) \cdot N \quad (2.33)$$

$$\Delta P_m = (2,1 + 12,2 \cdot 0,73^2) \cdot 2 = 17,2 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_m = \left(\frac{I_{xx}\%}{100} \cdot S_{Hm} + \frac{U_{K3}\%}{100} \cdot S_{Hm} \cdot K_3^2 \right) \cdot N \quad (2.34)$$

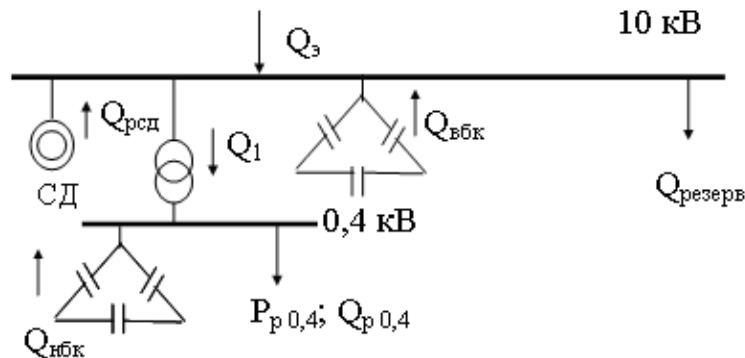
$$\Delta Q_m = \left(\frac{1,28}{100} \cdot 1000 + \frac{5,6}{100} \cdot 1000 \cdot 0,73^2 \right) \cdot 2 = 85,3 \text{ кВар}$$

Барлық трансформатордағы соммалық шығындар

$$\Sigma P_{1-5} = 38,1 + 29,7 + 17,2 = 85 \text{ кВт}$$

$$\Sigma Q_{1-5} = 187,5 + 148,8 + 85,3 = 421,6 \text{ кВар.}$$

БТҚС 10кВ шинасындағы реактивті қуат компенсациясын есептеу



2.2-сурет- Орынбасу схемасы

Резервті қуат

$$Q_{PE3} = 0,1 \cdot 2Q_{расч} = 0,1 \cdot (Q_{P0,4} + \Delta Q_T) \quad (2.35)$$

$$Q_{PE3} = 0,1 \cdot (4742,3 + 421,6) = 516,4 \text{ кВар}$$

ЭЖ келетін қуат

$$Q_{\Sigma} = 0,23 \cdot \Sigma P_P = 0,23 \cdot (\Sigma P_{P0,4} + \Delta P_T) \quad (2.36)$$

$$Q_{\Sigma} = 0,23 \cdot (6531,9 + 85) = 1521,9 \text{ кВар}$$

ВБК қуатын реактивті қуатты балансы анықталады

$$Q_{ВБК} = Q_{P0,4} + \Delta Q_T + Q_{PE3} - Q_{\Sigma} - \Sigma Q_{НБК} \quad (2.37)$$

$$Q_{ВБК} = 4742,3 + 421,6 + 516,4 - 1521,9 - 2800 = 1358,4 \text{ кВар}$$

$Q_{ВБК} = 1358,4$ кВар, яғни $Q_{ВБК} > 0$ квар болғандықтан, біз жоғарғы вольтті конденсатор батареясын қарастырамын: 2хАКУ-НЗК-10-900-300

Төмен және жоғары кернеулі жүктемелердің есептік қуатын, ЦТП трансформаторларының жоғалуын, дайын өнім қоймасы, сорғы станциясы, құрылыс цехы мен бетон конструкцияларын өндіру корпусын ескере отырып, «Өнеркәсіптік аймақтың күштік жүктемесінің нақтыланған есебі» 2.6-кестесін толтырамыз.

2.6-кесте– Өнеркәсіптік аймақтың күштіклік жүктеме нақтыланған есебі

№ТҚС, ҚБҚП	Цех №	п	Pnmin- Pnmax	ΣP _н	m	K _и	Орташа қуаттар		N _э	K _м	Есептік қуаттар			K _з
							P _{см} , кВт	Q _{см} , кВар			P _р , кВт	Q _р , кВар	S _р , кВА	
ТҚС1-2 (4х1000 кВа)	2	24	1-40	130		0,35	45,5	60,5						
	6	110	1-150	5400		0,4	2160	1900,8						
	7	20	1-55	470		0,7	329	246,8						
Күштік		154	1-150	6000	>3	0,48	2534,5	2208,1	80	1,1	2788	2208,1		
Жарықтық											123,5	61,75		
Қнбк												-1120		
Барлығы											2911,5	1149,85	3130,4	0,78
ТҚС 3-4 (4х1000 кВа)	1	15	1-25	85		0,25	21,25	28,27						
	3	42	1-60	930		0,5	465	409,2						
	4	70	1-70	1750		0,4	700	714						
	8	45	1-30	300		0,5	150	153						
	9	56	1-40	560		0,35	196	172,5						
Күштік		228	1-70	3625	>3	0,4	1532,3	1477	104	1,08	1654,9	1477		
Жарықтық											335,6	167,8		
Қнбк												-1120		
Барлығы											1990,5	524,8	2058,6	0,61
ТҚС 3-4 (2х1000 кВа)	5	35	1-45	240		0,3	72	54						
	10	12	1-35	160		0,3	48	36						
	11	50	1-110	640		0,55	352	264						
	12	15	1-40	340		0,3	102	104,1						
	13	43	1-40	310		0,4	124	109,1						
Күштік		155	1-110	1690	>3	0,4	698	567,2	31	1,19	830,62	567,2		
Терр. жарықтануы											195,6	97,8		
Жарықтық											321,4	160,7		

2.6 кестесінің жалғасы

№ТҚС, ҚБҚТП	Цех №	п	P _{nmin} - P _{nmax}	ΣP _н	m	K _и	Орташа қуаттар		N _э	K _м	Есептік қуаттар			K _з
							P см, кВт	Q см, кВар			P p, кВт	Q p, кВар	S p, кВА	
Q _{нбк}												-560		
Барлығы											1347,7	265,7	1373,7	0,68
0,4 кВ шинасында барлығы											6249,7	1940,35		
ΣΔP _т ΣΔQ _т											85	421,6		
10кВ шинаға келтірілген 0,4кВ жүктемесі											6334,7	2361,95		
Q _{вбк}												-900		
Зауыт б/ша барлығы											6334,7	1461,95	6413,7	

Қоректендіруді қуаты 10 МВА, кернеуі 110/35/10,5 кВ екі үш орамды трансформатор орнатылған қуаты шектелмеген энергия жүйесінің қосалқы станциясынан жүзеге асыруға болады. Энергожүйенің зауытқа дейінгі қашықтық – 3 км. Зауыт үш ауысыммен жұмыс атқарады. Салыстыру үшін біз сыртқы электр жабдықтауының екі нұсқасы бойынша қарастырамыз.

The diagram illustrates a 110 kV power substation (ЛЭП 110 кВ) with two main busbars at the top. Each busbar is connected to a 10 kV transformer (left and right) and a 35 kV transformer (left and right). The 35 kV transformers are connected to two vertical busbars. The left vertical busbar is equipped with circuit breakers P1, B1, P3, P5, and B3, and is connected to an oil-filled power transformer (ОПН1). The right vertical busbar is equipped with circuit breakers P2, B2, P4, P6, and B4, and is connected to an oil-filled power transformer (ОПН2). Both vertical busbars are connected to a common horizontal busbar at the bottom, which is equipped with circuit breakers B6, B5, and B7. The central circuit breaker B5 is shown in a closed position, indicated by a double arrow symbol.

Бірінші нұсқа бойынша электр құрылғыларын тандаймыз
1) БТҚС трансформаторын тандаймыз

$$S = \sqrt{6334,7^2 + 1521,9^2} = 6515 \text{ кВА}$$

Қуаты 6300 кВА трансформатор таңдаймыз.
Жүктелу коэффициенті

$$K_3 = \frac{S_p}{2 \cdot S_H} \quad (2.39)$$

$$K_3 = \frac{6515}{2 \cdot 6300} = 0,52$$

Қуаты 6300 кВА трансформатор таңдаймыз.

2.7-кесте– Трансформатордың параметрлері

Трансформатор типi	Кернеу, кВ		Шығындар,кВт		Кернеу к.з.,%	Ток хх, %
	ЖК	ТК	ХХ	КЗ		
ТМН-16000/110	115	10,5	13	85	10,5	0,4

Трансформатордағы қуатың шығыны анықтау:
Активті

$$\Delta P_{mp \text{ БТКС}} = 2 \cdot (\Delta P_{xx} + \Delta P_{кз} \cdot K_3^2) \quad (2.40)$$

$$\Delta P_{mp \text{ БТКС}} = 2 \cdot (11,5 + 44 \cdot 0,52^2) = 46,8 \text{ кВт}$$

Реактивті

$$\Delta Q_T = 2 \cdot \left(\frac{I_{XX}}{100} \cdot S_{HT} + \frac{U_{K3}}{100} \cdot S_H \cdot K_3^2 \right) \quad (2.41)$$

$$\Delta Q_T = 2 \cdot \left(\frac{0,8}{100} \cdot 6300 + \frac{10,5}{100} \cdot 6300 \cdot 0,52^2 \right) = 458,6 \text{ квар}$$

Трансформатордағы энергия шығыны.

Үш ауысымды жұмыс атқару бойынша Твкл=6000 сағ, Тмакс=6000 сағ
Ондай болса уақытың максималдық шығын

$$\tau = \left(0,124 + \frac{T_M}{10000} \right)^2 \cdot 8760 \quad (2.42)$$

$$\tau = \left(0,124 + \frac{6000}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = 4591 \text{ сағ.}$$

БТҚС трансформаторының активті энергияны шығыны

$$\Delta W = 2 \cdot (\Delta P_{XX} \cdot T_{BKLI} + \Delta P_{K3} \cdot \tau \cdot K_3^2) \quad (2.43)$$

$$\Delta W = 2 \cdot (11,5 \cdot 6000 + 44 \cdot 4591 \cdot 0,52^2) = 247244 \text{ кВтсағ}$$

ЭЖ –115 кВ

ЭЖ бойынша толық қуат

$$S_{\text{ЛЭП}} = \sqrt{(P_p + \Delta P_m)^2 + Q_p^2} \quad (2.44)$$

$$S_{\text{ЛЭП}} = \sqrt{(6334,7 + 46,8)^2 + 1521,9^2} = 6560,5 \text{ кВА.}$$

Бір желі арқылы жүретін ток

$$I_p = \frac{S_{\text{ЛЭП}}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} \quad (2.45)$$

$$I_p = \frac{6560,5}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 115} = 16,46 \text{ А}$$

Апаттық режим тогы

$$I_{\text{ав}} = 2 \cdot I_p \quad (2.46)$$

$$I_{\text{ав}} = 2 \cdot 16,46 = 32,92 \text{ А}$$

Біз сымның көлденең қимасын экономикалық ток тығыздығымен анықтаймыз

$$F = \frac{I_p}{j} \quad (2.47)$$

$$F = \frac{16,46}{1} = 16,46 \text{ мм}^2$$

мұнда $I_p = 16,46 \text{ А}$ желінің есептік тогы, $j = 1 \text{ А/мм}^2$ - $T_{\text{макс}} = 6000$ сағалюминий сымдары болған кезде үнемді токтардың тығыздығы.

Токтың экономикалық тығыздығына байланысты АС-120/19 $I_{\text{доп}} = 390 \text{ А}$ сымын таңдаймыз

$$I_{\text{доп}} = 390 \text{ А} > I_p = 16,46 \text{ А}$$

Апаттық режимде

$$I_{\text{ДОП АВ}} = 1,3 \cdot I_{\text{ДОП}} \quad (2.48)$$

$$I_{\text{ДОП АВ}} = 1,3 \cdot 390 = 507 > I_{\text{ав}} = 32,92 \text{ А}$$

ЭЖ-нің электроэнергия шығыны

$$\Delta W_{\text{ЛЭП}} = 2 \cdot 3 \cdot I^2 \cdot R \cdot \tau \quad (2.49)$$

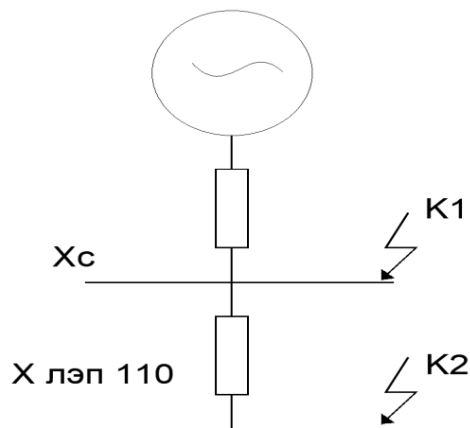
$$\Delta W_{\text{ЛЭП}} = 2 \cdot 3 \cdot 16,46^2 \cdot 2,37 \cdot 10^{-3} \cdot 4591 = 17687,5 \text{ кВт} \cdot \text{сағ},$$

мұнда $R = r_0 \cdot l$, қимасы 26,6 мм² болатын алюминий сымның кедергісі $r_0 = 0,79 \text{ Ом/км}$, сымның ұзындығы $l = 3 \text{ км}$

$$R = r_0 \cdot l \quad (2.50)$$

$$R = 0,79 \cdot 3 = 2,37 \text{ Ом}$$

U=115 кВ сөндіргіштер мен ажыратқыштарды қарастыру (2.4-сурет).



2.4-сурет- Орынбасу схемасы

Салыстырмалы бірліктердегі ҚТ тогын есептеңіз. Негізгі мән ретінде біз $S_6 = 1000 \text{ МВА}$ қуатын және $U_6 = 115 \text{ кВ}$ кернеуін, $S_C = 25 \text{ МВА}$ кернеуін, $S_C = 25 \text{ МВА}$ А, содан кейін негізгі токты алып ондай болса базисті ток

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_6} \quad (2.51)$$

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

$$\text{ЛЭП: } X_{\text{ЛЭП}} = X_0 \cdot L \cdot \frac{S_6}{U_{\text{ср}}^2} \quad (2.52)$$

$$X_{ЛЭП} = 0,4 \cdot 3 \cdot \frac{1000}{115^2} = 0,09$$

$$\text{Тр. БТҚС: } X_{\text{БТҚС}} = \frac{U_k \cdot S_6}{100 \cdot S_{HT}} \quad (2.53)$$

$$X_{\text{БТҚС}} = \frac{115 \cdot 1000}{100 \cdot 25} = 46$$

Тр. Э/С: ТМН-6300/110 (12,254 МЛН ТГ)

$$S_H = 25 \text{ MBA}$$

$$u_{kBH} = 10,5\% \quad u_{kCH} = 0\% \quad u_{kCH} = 0\%$$

$$U_{KB} = 0,5 \cdot (u_{kBC} + u_{kBH} - u_{kCH}) \quad (2.54)$$

$$U_{KB} = 0,5 \cdot (0 + 10,5 - 0) = 5,25$$

$$U_{KC} = 0,5 \cdot (u_{kBH} + u_{kCH} - u_{kCB}) \quad (2.55)$$

$$U_{KC} = 0,5 \cdot (0 + 0 - 10,5) = 0$$

$$U_{KH} = 0,5 \cdot (u_{kBH} + u_{kCH} - u_{kCB}) \quad (2.56)$$

$$U_{KH} = 0,5 \cdot (10,5 + 0 - 0) = 5,25$$

$$I_{XX} = 0,45\%$$

$$X_B = \frac{U_{KB} \cdot S_6}{100 \cdot S_{HT}} \quad (2.57)$$

$$X_B = \frac{5,25 \cdot 1000}{100 \cdot 25} = 2,1$$

$$X_C = 0$$

$$X_H = \frac{U_{KH} \cdot S_6}{100 \cdot S_{HT}} \quad (2.58)$$

$$X_H = \frac{5,25 \cdot 1000}{100 \cdot 25} = 2,1$$

$$\mathbf{K-1:} \quad I_{K1}^{(3)} = \frac{I_6}{X_{TC}} \quad (2.59)$$

$$I_{K1}^{(3)} = \frac{5,02}{2,1 + 2,1} = 1,2 \text{ kA};$$

$$i_{y1} = \sqrt{2} \cdot Ky \cdot Ik1 \quad (2.60)$$

$$i_{y1} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 1,2 = 3,05 \text{ кА}$$

$$\mathbf{K-2:} \quad I_{K2}^{(3)} = \frac{I_6}{X_{TC} + X_{ЛЭП}} \quad (2.61)$$

$$I_{K2}^{(3)} = \frac{5,02}{2,1 + 2,1 + 0,09} = 1,17 \text{ kA};$$

$$i_{y2} = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_{K2} \quad (2.62)$$

$$i_{y2} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 1,17 = 2,97 \text{ кА}$$

В1-В3 және Р1-Р6 үшін:

$$I_p = \frac{S_{HTC}}{\sqrt{3} \times U_H} \quad (2.63)$$

$$I_p = \frac{6300}{\sqrt{3} \times 115} = 31,6 \text{ А}$$

$$I_{AB} = 2 \cdot I_p \quad (2.64)$$

$$I_{AB} = 2 \cdot 31,6 = 63,2 \text{ А}$$

В1 мен В2: Элегазды сөндіргіш ЯЭ-110Л-23(13)У4

2.8-кесте– Элегазды сөндіргіш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
1250 А	63,2 А	$I_{ном} > I_{ав}$
40 кА	1,2 кА	$I_{откл} > I_{кл}$
125 кА	3,05 кА	$I_{пред} > i_{y1}$
50 кА	1,2 кА	$I_{терм} > I_{кл}$

Бағасы 12,685 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 13,953 млн тг

Р1-Р4: Ажыратқыш РНД-110/1000 У1

2.9-кесте– Ажыратқыш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
1000 А	63,2 А	$I_{ном} > I_{ав}$
80 кА	3,05 кА	$I_{пред} > i_{y1}$
31,5 кА	1,2 кА	$I_{терм} > I_{кл}$

Бағасы 1,453 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 1,598 млн тг

В3 секциондық сөндіргіш үшін:

Элегазды сөндіргіш ЯЭ-110Л-23(13)У4

2.10-кесте– Элегазды сөндіргіш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
1250 А	31,6 А	$I_{\text{ном}} > I_{\text{р}}$
40 кА	1,2 кА	$I_{\text{откл}} > I_{\text{кл}}$
125 кА	3,05 кА	$I_{\text{пред}} > i_{\text{у1}}$
50 кА	1,2 кА	$I_{\text{терм}} > I_{\text{кл}}$

Бағасы 12,685 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 13,953 млн тг

Р5 пен Р6 секциондық ажыратқыштары үшін:

Ажыратқыш РНД-110/1000 У1

2.11-кесте– Ажыратқыш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
1000 А	31,6 А	$I_{\text{ном}} > I_{\text{р}}$
80 кА	3,05 кА	$I_{\text{пред}} > i_{\text{у1}}$
31,5 кА	1,2 кА	$I_{\text{терм}} > I_{\text{кл}}$

Бағасы 1,453 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 1,598 млн тг

В4, В5 және Р7-Р10 үшін:

$$I_{\text{р}} = \frac{S_{\text{лэн}}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}} \quad (2.65)$$

$$I_{\text{р}} = \frac{6560,5}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 115} = 16,46 \text{ А}$$

$$I_{\text{ав}} = 2 \cdot I_{\text{р}} \quad (2.66)$$

$$I_{\text{ав}} = 2 \cdot 16,46 = 32,92 \text{ А}$$

В4 пен В5: Элегазды сөндіргіш ЯЭ-110Л-23(13)У4

2.12-кесте– Элегазды сөндіргіш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
1250 А	32,92 А	$I_{\text{ном}} > I_{\text{ав}}$
40 кА	1,2 кА	$I_{\text{откл}} > I_{\text{кл}}$
125 кА	3,05 кА	$I_{\text{пред}} > i_{\text{у1}}$
50 кА	1,2 кА	$I_{\text{терм}} > I_{\text{кл}}$

Бағасы 12,685 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 13,953 млн тг

Р7-Р10: Ажыратқыш РНД-110/1000 У1

2.13-кесте– Ажыратқыш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
1000 А	32,92 А	$I_{ном} > I_{ав}$
80 кА	3,05 кА	$I_{пред} > i_{y1}$
31,5 кА	1,2 кА	$I_{терм} > I_{к1}$

Бағасы 1,453 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 1,598 млн тг
В4-В7 және Р7-Р14 үшін

$$I_p = \frac{S_{нЗав}}{2 \times \sqrt{3} \times U_H} \quad (2.67)$$

$$I_p = \frac{6413,7}{2 \times \sqrt{3} \times 115} = 16,1 \text{ А}$$

$$I_{AB} = 2 \cdot I_p \quad (2.68)$$

$$I_{AB} = 2 \cdot 16,1 = 32,2 \text{ А}$$

В6 мен В7: Элегазды сөндіргіш ЯЭ-110Л-23(13)У4

2.14-кесте– Элегазды сөндіргіш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
1250 А	32,2 А	$I_{ном} > I_{ав}$
40 кА	1,17 кА	$I_{откл} > I_{к2}$
125 кА	2,97 кА	$I_{пред} > i_{y2}$
50 кА	1,17 кА	$I_{терм} > I_{к2}$

Бағасы 12,685 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 13,953 млн тг
Р11-Р14: Ажыратқыш РНД-110/1000 У1

2.15-кесте– Ажыратқыш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
1000 А	32,2 А	$I_{ном} > I_{ав}$
80 кА	2,97 кА	$I_{пред} > i_{y2}$
31,5 кА	1,17 кА	$I_{терм} > I_{к2}$

Бағасы 1,453 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 1,598 млн тг
Асқын кернеуді шектегіш ОПН-110У1 таңдаймыз
Бағасы 0,137 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 0,150 млн тг

Бірінші нұсқаның шығындарын анықтау

Зауыттық В1- В2 сөндіргішінің бағадағы меншікті коэффициенттері:

$$\gamma = \frac{I_a}{I_H} \quad (2.69)$$

$$\gamma = \frac{63,2}{1250} = 0,05$$

B1- B2 сөндіргішінің шығыны

$$K_{B1-B2}=2 \cdot 0,05 \cdot 13,953=1,395 \text{ МЛН Т } \rightarrow 2$$

Зауыттық ВЗ сөндіргішінің меншікті баға коэффициенті

$$\gamma = \frac{I_p}{I_H} \quad (2.70)$$

$$\gamma = \frac{31,6}{1250} = 0,025$$

В3 сөндіргішінің шығыны

$$K_{B_3}=0,025 \cdot 13,953=0,349 \text{ МЛН Т } \nrightarrow \mathcal{C}$$

В4- В7 сөндіргішінің шығыны

$$K_{B4-B7}=4 \cdot 13,953=55,8 \text{ млн т } \leftrightarrow z$$

Зауыттық Р1- Р4 ажыратқыш бағадағы меншікті коэффициенті

$$\gamma = \frac{I_a}{I_H} \quad (2.71)$$

$$\gamma = \frac{63,2}{1000} = 0,063$$

Р1- Р4 ажыратқышының шығыны

$$K_{P1-P4}=4 \cdot 0,063 \cdot 1,598=0,403 \text{ млн т } \leftrightarrow z$$

Зауыттық Р5- Р6 ажыратқыш бағадағы меншікті коэффициенті:

$$\gamma = \frac{I_p}{I_H} \quad (2.72)$$

$$\gamma = \frac{31,6}{1000} = 0,031$$

Р5- Р6 ажыратқышының шығыны

$$K_{P5-P6}=2 \cdot 0,031 \cdot 1,598=0,099 \text{ МЛН Т} \leftrightarrow 2$$

Р7- Р14 ажыратқышының шығыны

$$K_{p7-p14}=8 \cdot 1,598=12,8 \text{ МЛН Т} \Leftrightarrow 2$$

ОПН шығыны

$$K_{\text{ОПН}} = 2 \cdot 0,15 = 0,3 \text{ млн т} \rightarrow 2$$

БТҚС трансформатор шығыны

$$K_{\text{ТРЕТКС}} = 2 \cdot 11,140 = 22,280 \text{ МЛН Т} \rightarrow 2$$

Станцияның жобаланған электр жүйесінің трансформаторлық қуатының үлестік қатысы

$$\gamma = \frac{S_{HOM.3A6}}{2 \cdot S_{H.3/C}} \quad (2.73)$$

$$\gamma = \frac{6413,7}{2 \cdot 6300} = 0,5$$

ЭЖ трансформаторының шығыны

$$K_{\text{тр. Э/С}} = 2 \cdot 0,5 \cdot 12,254 = 12,254 \text{ млн т} \leftrightarrow z$$

Қондырғыларға кеткен барлық шығындар

$$K_{\text{ОБ}} = K_{\text{Б1-2}} + K_{\text{Б3}} + K_{\text{Б4-7}} + K_{\text{П1-4}} + K_{\text{П5-6}} + K_{\text{П7-14}} + K_{\text{ОИИ1-2}} + K_{\text{Т БТКС}} + K_{\text{Тр.э/с}} \quad (2.74)$$

$$K_{\text{ОБ}} = 1,395 + 0,349 + 55,8 + 0,403 + 0,099 + 12,8 + 0,3 + 22,280 + 12,254 = 105,680$$

ЭЖ шығыны (екі тізбекті бетонды желі, сым АС-120/19):

$$K_{\text{уд}} = 0,300 \text{ млн т} \leftrightarrow \text{г/к} \leftrightarrow \text{м.}$$

$$K_{\Pi \cap \Pi} = 1 \cdot K_{\text{уд}} \quad (2.75)$$

$$K_{\text{ЛЭП}} = 3 \cdot 0,300 = 0,900 \text{ млн т} \leftrightarrow z$$

Бірінші нұсқаның суммарлық шығыны

$$K_{\Sigma 1} = K_{06} + K_{\text{II} \cap \text{II}} \quad (2.76)$$

$$K_{\Sigma 1} = 114,5 + 0,900 = 115,4 \text{ млн т} \rightarrow 2$$

АҒЫНДЫҚ ШЫҒЫНДАР

ЭЖ эксплуатациясының шығыны

$$I_{\text{экс. Л} \rightarrow \text{ЭП}} = 0,004 \cdot K_{\text{ЛЭП}} \quad (2.77)$$

$$I_{\text{акс Л} \rightarrow \text{ЭП}} = 0,004 \cdot 0,900 = 0,0036 \text{ млн т} \rightarrow 2$$

ЭЖ амортизациясы

$$I_{a \rightarrow \Pi} = 0,024 \cdot K_{\Pi} \quad (2.78)$$

$$I_{a \rightarrow \Pi} = 0,024 \cdot 0,900 = 0,0216 \text{ млн т } \rightarrow z$$

Қондырғылар эксплуатациясының шығыны

$$I_{\text{акс } 06} = 0,03 \cdot K_{06} \quad (2.79)$$

$$I_{\text{экс об}} = 0,03 \cdot 105,680 = 3,170 \text{ млн т } \rightarrow 2$$

Барлық қондырғы амортизациясы

$$I_{a_{06}} = 0,064 \cdot K_{06} \quad (2.80)$$

$$I_{a_{06}} = 0,064 \cdot 105,680 = 6,763 \text{ млн т } \rightarrow 2$$

ЭЭ шығындарының бағасы

$$I_{\text{потерь}} = C_0 \cdot (W_{\text{трлп}} + W_{\text{лэп}}) \quad (2.81)$$

$$I_{\text{потерь}} = 0,053 \cdot (247244 + 17687,5) = 14,04 \text{ млн т} \rightarrow 2$$

$$Co=6,4 \text{ Т} \rightleftharpoons \Gamma \rightleftharpoons K \rightleftharpoons B_T \cdot ca\Gamma$$

Барлық ағындық шығын

$$I_{\Sigma 1} = I_a + I_3 + I_{\text{пот}} \quad (2.82)$$

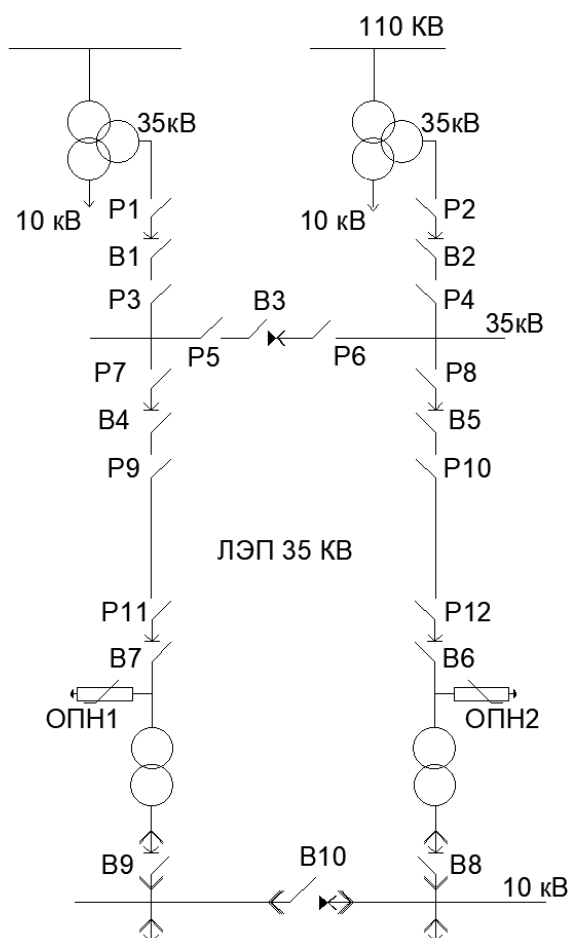
$$I_{\Sigma 1} = 0,0036 + 0,0216 + 3,170 + 6,763 + 14,04 = 23,998 \text{ МЛН Т } \varphi \text{ } \varphi$$

Есепте көрсетілген шығындар

$$З = 0,12 \cdot K_{\Sigma 1} + I_{\Sigma 1} \quad (2.83)$$

$$З = 0,12 \cdot 115,4 + 23,998 = 37,846 \text{ м } \varphi \text{ } \text{ЛН } \varphi \text{ } m \varphi \text{ } \varphi$$

2.4.2 Екінші нұсқа 10,5 кВ желі үшін



2.5- сурет- Электрмен жабдықтаудың 2-ші нұсқасы

Екінші нұсқа бойынша электр құрылғыларын таңдаймыз

1) БТҚС трансформаторын таңдаймыз

$$S = \sqrt{P_p^2 + Q_3^2} \quad (2.84)$$

$$S = \sqrt{6334,7^2 + 1521,9^2} = 6515 \text{ кВА}$$

Қуаты 4000 кВА трансформатор таңдаймыз.
Жүктелу коэффициенті

$$K_3 = \frac{S_p}{2 \cdot S_H} \quad (2.85)$$

$$K_3 = \frac{6515}{2 \cdot 6300} = 0,52$$

Қуаты 6300 кВА трансформатор таңдаймыз.

2.16-кесте– Трансформатордың параметрлері

Трансформатор типi	Кернеу, кВ		Шығындар,кВт		Кернеу к.з.,%	Ток хх, %
	ЖТ	ТК	ХХ	КЗ		
ТМ-16000/35	38,5	10,5	21	90	8	0,6

Трансформатордағы қуатың шығыны анықтау:
Активті

$$\Delta P_{mp \text{ БТКС}} = 2 \cdot (\Delta P_{xx} + \Delta P_{K3} \cdot K_3^2) \quad (2.86)$$

$$\Delta P_{mp \text{ БТКС}} = 2 \cdot (7,4 + 46,5 \cdot 0,52^2) = 39,9 \text{ кВт}$$

Реактивті

$$\Delta Q_T = 2 \cdot \left(\frac{I_{XX}}{100} \cdot S_{HT} + \frac{U_{K3}}{100} \cdot S_H \cdot K_3^2 \right) \quad (2.87)$$

$$\Delta Q_T = 2 \cdot \left(\frac{0,8}{100} \cdot 6300 + \frac{7,5}{100} \cdot 6300 \cdot 0,52^2 \right) = 356 \text{ квар.}$$

Трансформатордағы энергия шығыны.

Үш ауысымды жұмыс атқару бойынша $T_{вкл}=6000$ сағ, $T_{макс}=6000$ сағ
Ондай болса уақытың максималдық шығын

$$\tau = \left(0,124 + \frac{T_M}{10000} \right)^2 \cdot 8760 \quad (2.88)$$

$$\tau = \left(0,124 + \frac{6000}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = 4591 \text{ сағ.}$$

БТҚС трансформаторының активті энергияны шығыны

$$\Delta W = 2 \cdot (\Delta P_{XX} \cdot T_{BKЛ} + \Delta P_{K3} \cdot \tau \cdot K_3^2) \quad (2.89)$$

$$\Delta W = 2 \cdot (7,4 \cdot 6000 + 46,5 \cdot 4591 \cdot 0,52^2) = 204250 \text{ кВтс}$$

ЭЖ –10,5 кВ

ЭЖ бойынша толық қуат

$$S_{лэп} = \sqrt{(P_p + \Delta P_m)^2 + Q_p^2} \quad (2.90)$$

$$S_{лэп} = \sqrt{(6334,7 + 39,9)^2 + 1521,9^2} = 6553,8 \text{ кВА.}$$

Бір желі арқылы жүретін ток

$$I_p = \frac{S_{лэп}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_n} \quad (2.91)$$

$$I_p = \frac{6553,8}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 180,2 \text{ А}$$

Апаттық режим тогы

$$I_a \rightarrow v = 2 \cdot I_p \quad (2.92)$$

$$I_a \rightarrow v = 2 \cdot 180,2 = 360,4 \text{ А}$$

Біз сымның көлденең қимасын экономикалық ток тығыздығымен анықтаймыз

$$F = \frac{I_p}{j} \quad (2.93)$$

$$F = \frac{180,2}{1} = 180,2 \text{ мм}^2$$

мұнда $I_p = 180,2 \text{ А}$ желінің есептік тогы, $j = 1 \text{ А/мм}^2$ - $T_{\text{макс}} = 6000$ сағалюминий сымдары болған кезде үнемді токтардың тығыздығы.

Токтың экономикалық тығыздығына байланысты АС-300/204 $I_{\text{доп}} = 520 \text{ А}$, сымын таңдаймыз

$$I_{\text{доп}}=520 \text{ A} > I_p=180,2 \text{ A}$$

Апаттық режимде

$$I_{\text{доп АВ}} = 1,3 \cdot I_{\text{доп}} \quad (2.94)$$

$$I_{\text{доп АВ}} = 1,3 \cdot 520 = 676 \text{ A} > I_a \Rightarrow v=360,4 \text{ A}$$

ЭЖ-нің электроэнергия шығыны

$$\Delta W_{\text{лэп}} = 2 \cdot 3 \cdot I^2 \cdot R \cdot \tau \quad (2.95)$$

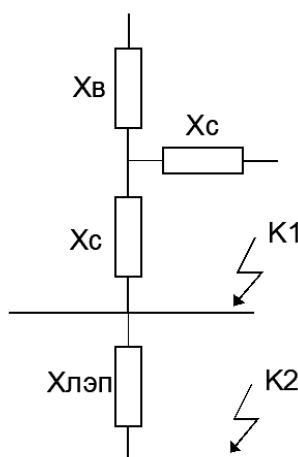
$$\Delta W_{\text{лэп}} = 2 \cdot 3 \cdot 180,2^2 \cdot 0,363 \cdot 10^{-3} \cdot 4591 = 324694 \text{ кВт} \cdot \text{сағ},$$

мұнда $R=r_0 \cdot l$, қимасы 204 мм^2 болатын алюминий сымның кедергісі $r_0 = 0,121 \text{ Ом/км}$, сымның ұзындығы $l=3 \text{ км}$

$$R=r_0 \cdot l \quad (2.96)$$

$$R=0,121 \cdot 3=0,363 \text{ Ом}.$$

$U=10,5 \text{ кВ}$ сөндіргіштер мен ажыратқыштарды қарастыру (2.6-сурет).



2.6-сурет- Орынбасу схемасы

Салыстырмалы бірліктердегі ҚТ тогын есептеңіз. Негізгі мән ретінде біз $S_6=1000 \text{ М} \Rightarrow \text{В} \Rightarrow \text{А}$ қуатын және $U_6=115 \text{ к} \Rightarrow \text{В} \Rightarrow$ кернеуін, $S_C=25 \text{ М} \Rightarrow \text{В} \Rightarrow \text{А}$, содан кейін негізгі токты алып ондай болса базисті ток

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_6} \quad (2.97)$$

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

$$\text{ЛЭП: } X_{\text{ЛЭП}} = X_0 \cdot L \cdot \frac{S_6}{U_{\text{ср}}^2} \quad (2.98)$$

$$X_{\text{ЛЭП}} = 0,4 \cdot 3 \cdot \frac{1000}{10,5^2} = 10,9$$

$$\text{Тр. БТҚС: } X_{\text{БТҚС}} = \frac{U_k \cdot S_6}{100 \cdot S_{\text{HT}}} \quad (2.99)$$

$$X_{\text{БТҚС}} = \frac{10,5 \cdot 1000}{100 \cdot 25} = 4,2$$

Тр. Э/С: ТМ-6300/10 (39,270 млн тг)

$$\text{К-1: } I_{K1}^{(3)} = \frac{I_{\sigma}}{X_c} \quad (2.100)$$

$$I_{K1}^{(3)} = \frac{55}{4,2} = 13,09 \text{ кА};$$

$$i_{y1} = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_{K1}. \quad (2.101)$$

$$i_{y1} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 13,09 = 33,4 \text{ кА}$$

$$\text{К-2: } I_{K2}^{(3)} = \frac{I_{\sigma}}{X_c + X_l} \quad (2.102)$$

$$I_{K2}^{(3)} = \frac{55}{4,2 + 10,9} = 3,7 \text{ кА};$$

$$i_{y2} = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_{K2} \quad (2.103)$$

$$i_{y2} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 3,7 = 9,4 \text{ кА}.$$

В1 мен В2: Элегазды сөндіргіш ВМКЭ-35А-16/1000У1

2.17-кесте– Элегазды сөндіргіш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
1000 А	360,4 А	$I_{\text{ном}} > I_{\text{ав}}$
16 кА	13,09 кА	$I_{\text{откл}} > I_{\text{к1}}$
45 кА	33,4 кА	$I_{\text{пред}} > i_{y1}$
40 кА	13,09 кА	$I_{\text{терм}} > I_{\text{к1}}$

Бағасы 10,450 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 11,495 млн тг

Р1-Р4: Ажыратқыш ВПМ-10-20/630У3

2.18-кесте– Ажыратқыш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
630 А	360,4 А	$I_{ном} > I_{ав}$
52 кА	33,4 кА	$I_{пред} > i_{y1}$
20 кА	13,09 кА	$I_{терм} > I_{к1}$

Бағасы 0,307 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 0,337 млн тг

В3 секциондық сөндіргіш үшін:

Элегазды сөндіргіш ВМКЭ-35А-16/1000У1

2.19-кесте– Элегазды сөндіргіш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
1000 А	180,2 А	$I_{ном} > I_p$
16 кА	13,09 кА	$I_{откл} > I_{к1}$
45 кА	33,4 кА	$I_{пред} > i_{y1}$
40 кА	13,09 кА	$I_{терм} > I_{к1}$

Бағасы 10,450 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 11,495 млн тг

Р5 пен Р6 секциондық ажыратқыштары үшін:

Ажыратқыш ВПМ-10-20/630У3

2.20-кесте– Ажыратқыш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
630 А	180,2 А	$I_{ном} > I_p$
52 кА	33,4 кА	$I_{пред} > i_{y1}$
20 кА	13,09 кА	$I_{терм} > I_{к1}$

Бағасы 0,307 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 0,337 млн тг

В4, В5 және Р7-Р10 үшін:

$$I_p = \frac{S_{лэп}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} \quad (2.104)$$

$$I_p = \frac{6553,8}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 180,2 \text{ А} \quad (2.105)$$

$$I_a \leftrightarrow B = 2 \cdot I_p$$

$$I_a \leftrightarrow B = 2 \cdot 180,2 = 360,4 \text{ А}$$

В4 пен В5: Элегазды сөндіргіш ВМКЭ-35А-16/1000У1

2.21-кесте– Элегазды сөндіргіш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
1000 А	360,4 А	$I_{\text{ном}} > I_{\text{ав}}$
16 кА	13,09 кА	$I_{\text{откл}} > i_{\text{к1}}$
45 кА	33,4 кА	$I_{\text{пред}} > I_{\text{у1}}$

Бағасы 10,450 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 11,495 млн тг

P7-P10: Ажыратқыш ВПМ-10-20/630У3

2.22-кесте– Ажыратқыш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
630 А	360,4 А	$I_{\text{ном}} > I_{\text{ав}}$
52 кА	33,4 кА	$I_{\text{пред}} > i_{\text{у1}}$
20 кА	13,09 кА	$I_{\text{терм}} > I_{\text{к1}}$

Бағасы 0,307 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 0,337 млн тг

B4-B7 және P7-P14 үшін

$$I_p = \frac{S_{\text{нЗав}}}{2 \times \sqrt{3} \times U_{\text{н}}} \quad (2.106)$$

$$I_p = \frac{6413,7}{2 \times \sqrt{3} \times 10,5} = 176,4 \text{ А}$$

$$I_{\text{а}} \leftrightarrow \text{в} = 2 \cdot I_p \quad (2.107)$$

$$I_{\text{а}} \leftrightarrow \text{в} = 2 \cdot 176,4 = 352,8 \text{ А}$$

B6 мен B7: Элегазды сөндіргіш ВМКЭ-35А-16/1000У1

2.23-кесте– Элегазды сөндіргіш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
1000 А	352,8 А	$I_{\text{ном}} > I_{\text{ав}}$
16 кА	3,7кА	$I_{\text{откл}} > I_{\text{к2}}$
45 кА	9,4 кА	$I_{\text{пред}} > i_{\text{у2}}$
40 кА	3,7 кА	$I_{\text{терм}} > I_{\text{к2}}$

Бағасы 10,450 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 11,495 млн тг

P11-P14: Ажыратқыш ВПМ-10-20/630У3

2.24-кесте– Ажыратқыш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
630 А	352,8 А	$I_{\text{ном}} > I_{\text{ав}}$
52 кА	9,4 кА	$I_{\text{пред}} > i_{\text{у2}}$
20 кА	3,7 кА	$I_{\text{терм}} > I_{\text{к2}}$

Бағасы 0,307 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 0,337 млн тг
 Асқын кернеуді шектегіш ОПН-10У1 таңдаймыз
 Бағасы 0,013 млн тг + 10% (монтаж бағасы) = 0,014 млн тг

Екінші нұсқаның шығындарын анықтау
 Зауыттық В1- В2 сөндіргішінің бағадағы меншікті коэффициенттері:

$$\gamma = \frac{I_a}{I_H} \quad (2.108)$$

$$\gamma = \frac{360,4}{1000} = 0,36$$

В1- В2 сөндіргішінің шығыны

$$K_{B1-B2} = 2 \cdot 0,36 \cdot 11,495 = 8,276 \text{ млн т} \rightarrow \text{с}$$

Зауыттық В3 сөндіргішінің меншікті баға коэффициенті

$$\gamma = \frac{I_p}{I_H} \quad (2.109)$$

$$\gamma = \frac{180,2}{1000} = 0,180$$

В3 сөндіргішінің шығыны

$$K_{B3} = 0,180 \cdot 11,495 = 2,069 \text{ млн т} \rightarrow \text{с}$$

В4- В7 сөндіргішінің шығыны

$$K_{B4-B7} = 4 \cdot 11,495 = 45,98 \text{ млн т} \rightarrow \text{с}$$

Зауыттық Р1- Р4 ажыратқыш бағадағы меншікті коэффициенті

$$\gamma = \frac{I_a}{I_H} \quad (2.110)$$

$$\gamma = \frac{360,4}{630} = 0,57$$

Р1- Р4 ажыратқышының шығыны

$$K_{P1-P4} = 4 \cdot 0,57 \cdot 0,337 = 0,768 \text{ млн т} \rightarrow \text{с}$$

Зауыттық Р5- Р6 ажыратқыш бағадағы меншікті коэффициенті

$$\gamma = \frac{I_p}{I_H} \quad (2.111)$$

$$\gamma = \frac{180,2}{630} = 0,286$$

Р5- Р6 ажыратқышының шығыны:

$$K_{p5-p6}=2 \cdot 0,286 \cdot 0,337=0,192 \text{ млн т } \leftrightarrow z$$

Р7- Р14 ажыратқышының шығыны

$$K_{p7-p14}=8 \cdot 0,337=2,696 \text{ млн т} \leftrightarrow 2$$

ОПН шығыны

$$K_{\text{ОПН}} = 2 \cdot 0,014 = 0,028 \text{ млн т} \leftrightarrow z$$

БТҚС трансформатор шығыны

$$K_{\text{ТРЕТКС}} = 2 \cdot 35,700 = 71,4 \text{ МЛН Т } \rightarrow 2$$

Станцияның жобаланған электр жүйесінің трансформаторлық қуатының үлестік қатысы

$$\gamma = \frac{S_{\text{НОМ.ЗAB}}}{2 \cdot S_{\text{Н.Э/C}}} \quad (2.112)$$

$$\gamma = \frac{6334,7}{2 \cdot 6300} = 0,5$$

ЭЖ трансформаторының шығыны

$$K_{\text{тр. Э/С}} = 2 \cdot 0,5 \cdot 39,270 = 39,270 \text{ млн т} \leftrightarrow z$$

Қондырғыларға кеткен барлық шығындар

$$K_{OB} = K_{B1-2} + K_{B3} + K_{B4-7} + K_{P1-4} + K_{P5-6} + K_{P7-14} + K_{OHH1-2} + K_{T БТКС} + K_{Tp.э/c} \quad (2.113)$$

$$K_{OB} = 8,276 + 2,069 + 45,98 + 0,768 + 0,192 + 2,696 + 0,028 + 71,4 + 39,270 = 170,68$$

ЛЭП шығындары (екі тізбекті бетонды желі, сым АС-300/204)

$$K_{уд}=1,955 \text{ млн т } \text{€} \text{ г/к } \text{€} \text{ м.}$$

$$K_{лэп}=1 \cdot K_{уд} \quad (2.114)$$

$$K_{лэп} = 3 \cdot 1,955 = 5,865 \text{ млн т } \text{€} \text{ з}$$

Екінші нұсқаның суммарлық шығыны

$$K_{\Sigma 1} = K_{об} + K_{лэп} \quad (2.115)$$

$$K_{\Sigma 1} = 170,679 + 5,865 = 176,544 \text{ млн т } \text{€} \text{ з}$$

Ағындық шығындар

ЭЖ эксплуатациясының шығыны

$$I_{экс лэп} = 0,004 \cdot K_{лэп} \quad (2.116)$$

$$I_{экс лэп} = 0,004 \cdot 5,865 = 0,023 \text{ млн т } \text{€} \text{ з}$$

ЭЖ амортизациясы

$$I_{а лэп} = 0,024 \cdot K_{лэп} \quad (2.117)$$

$$I_{экс об} = 0,03 \cdot 5,865 = 0,140 \text{ млн т } \text{€} \text{ з}$$

Қондырғылар эксплуатациясының шығындары

$$I_{экс об} = 0,03 \cdot K_{об} \quad (2.118)$$

$$I_{экс об} = 0,03 \cdot 170,679 = 5,120 \text{ млн т } \text{€} \text{ з}$$

Барлық қондырғы амортизациясы

$$I_{а об} = 0,064 \cdot K_{об} \quad (2.119)$$

$$I_{а об} = 0,064 \cdot 170,679 = 10,923 \text{ млн т } \text{€} \text{ з}$$

ЭЭ шығындарының бағасы

$$I_{потерь} = C_o \cdot (W_{трпп} + W_{лэп}) \quad (2.120)$$

Көрсетілген схема бойынша келесі параметрлерді табу қажет (2.7-сурет).

$$S_6=1000 \text{ М} \leftrightarrow \text{В} \leftrightarrow \text{А}; U_6=10,5 \text{ к} \leftrightarrow \text{В}$$

$$I_6 = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 54,98 \text{ кА};$$

$$X_{\text{ЛЭП}} = 0,4 \cdot 3 \cdot \frac{1000}{10,5^2} = 114,3$$

$$X_{\text{ТБТКС}} = \frac{10,5 \cdot 1000}{100 \cdot 10,5} = 10$$

Тр. Э/С: ТМ-6300/10

$$S_H = 25 \text{ МВА}$$

$$u_{kBH} = 7,5\% \quad u_{kCH} = 0\% \quad u_{kCH} = 0\%$$

$$U_{KB} = 0,5 \cdot (0 + 7,5 - 0) = 3,75$$

$$U_{KC} = 0,5 \cdot (0 + 0 - 7,5) = 0$$

$$U_{KH} = 0,5 \cdot (7,5 + 0 - 0) = 3,75$$

$$I_{XX} = 0,8\%$$

$$X_B = \frac{3,75 \cdot 1000}{100 \cdot 10,5} = 3,57$$

$$X_C = 0$$

$$X_H = \frac{3,75 \cdot 1000}{100 \cdot 10,5} = 3,57$$

Энергожүйеден қысқа тұйықталу тогы

$$I_{\text{кз}} = \frac{54,98}{3,57 + 10 + 114,3} = 0,43 \text{ кА}$$

$$i_y = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 0,43 = 1,1 \text{ кА}$$

2.5.2 10 кВ кернеуде сөндіргіштердің параметрін тексеру

$$S_{\text{р.завода}} = 6413,7 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

Есептік ток:

$$I_p = \frac{6413,7}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 176,4 \text{ А}$$

Апаттық ток:

$$I_a \cdot \sqrt{3} = 2 \cdot 176,4 = 352,8 \text{ А}$$

Кіріс сөндіргіші: ВЭМ-10Э-1000/20У3 вакуумдық сөндіргішті қарастырамыз.

2.26-кесте– Кіріс сөндіргіш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
10 кВ	10 кВ	$U_H > U_H$
1000 А	352,8 А	$I_{\text{ном}} > I_{\text{ав}}$
25 кА	0,43 кА	$I_{\text{откл}} > I_{\text{кз}}$
20 кА	1,1 кА	$I_{\text{дин}} > I_{\text{уд}}$

БТҚС кіріс сөндіргіш арқылы өтетін қуаттың жартысы шинадағы секциондық сөндіргіш арқылы өтеді. Сонымен есептік ток:

$$I_p = 176,4 \text{ А}$$

Секционды сөндіргіш: ВЭМ-10Э-1000/20У3 вакуумдық сөндіргішті қарастырамыз.

2.27-кесте– Секционды сөндіргіш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
10 кВ	10 кВ	$U_H > U_H$
1000 А	176,4 А	$I_{ном} > I_{ав}$
25 кА	0,43 кА	$I_{откл} > I_{кз}$
20 кА	1,1 кА	$I_{дин} > I_{уд}$

Тармақты линиялардың ажыратқыштарын таңдау
БТҚС-(ТҚС1-2) магистралі

$$I_p = \frac{3130,4}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 86,1 \text{ А}$$

$$I_a \rightarrow v=172,2 \text{ А}$$

ВЭМ-10Э-1000/20У3 вакуумдық сөндіргішті қарастырамыз.

2.28-кесте– Сөндіргіш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
10 кВ	10 кВ	$U_H > U_H$
1000 А	172,2 А	$I_{ном} > I_{ав}$
25 кА	0,43 кА	$I_{откл} > I_{кз}$
20 кА	1,1кА	$I_{дин} > I_{уд}$

БТҚС-(ТҚС3-4) магистралі:

$$I_p = \frac{2058,6}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 56,6 \text{ А}$$

$$I_a \rightarrow v=113,2 \text{ А}$$

ВЭМ-10Э-1000/20У3 вакуумдық сөндіргішті қарастырамыз.

2.29-кесте– Сөндіргіш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
10кВ	10 кВ	$U_H > U_H$
1000 А	113,2 А	$I_{ном} > I_{ав}$
25 кА	0,43 кА	$I_{откл} > I_{кз}$
20 кА	1,1кА	$I_{дин} > I_{уд}$

БТҚС-(ТҚС5) магистралі:

$$I_p = \frac{1373,7}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 37,8 \text{ A}$$

$$I_a \leftrightarrow B=75,6 \text{ A}$$

ВЭМ-10Э-1000/20У3 вакуумдық сөндіргішті қарастырамыз.

2.30-кесте– Сөндіргіш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
10кВ	10 кВ	$U_H > U_H$
1000 А	75,6 А	$I_{ном} > I_{ав}$
25 кА	0,43 кА	$I_{откл} > I_{кз}$
20 кА	1,1кА	$I_{дин} > I_{уд}$

$Q_{ВБК}$ -ға ажыратқыш таңдау

$Q_{ВБК}=S_p=1358,4 \text{ кВар}$ -ға теңестіріп аламыз

$$I_p = \frac{1358,4}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 37,4 \text{ A}$$

$$I_a \leftrightarrow B=2 \cdot 37,4=74,8 \text{ A}$$

Секционды сөндіргіш: ВЭМ-10Э-1000/20У3 вакуумдық сөндіргішті қарастырамыз

2.31-кесте– Секционды сөндіргіш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
10кВ	10 кВ	$U_H > U_H$
1000 А	74,8 А	$I_{ном} > I_{ав}$
25 кА	0,43 кА	$I_{откл} > I_{кз}$
20 кА	1,1кА	$I_{дин} > I_{уд}$

2.5.3 Тоқ трансформаторларының параметрін тексеру

Ағымдағы трансформатор келесі талаптарға сәйкес таңдалады:

1) қондырғы кернеу ретінде: $U_{ном\text{ тт}} \geq U_{ном\text{ уст-ки}}$;

2) ток бойынша: $I_{ном\text{ тт}} \geq I_{расч}$;

3) электро динамикалық беріктігі арқылы: $K_{дин} \geq \frac{i_{уд}}{\sqrt{2} \times I_{ном\text{ тт}}}$;

4) екінші реттік жүктеме арқылы: $S_{н2} \geq S_{нагр\text{ расч}}$;

- 5) термикалық беріктігі арқылы: $K_{TC} = \frac{I_{об} \times \sqrt{t}}{I_{номТТ} \times t_{нт}};$
- 6) құрылымы мен дәлдік арқылы.

а) Кіріс трансформаторын және секциялық қосқышты таңдау.

2.32-кесте-Шығатын желілерде орнатылған өлшеуіш аспаптар

Құрал	Тип	А, ВА	В, ВА	С, ВА
Амперметр	Э-350	0,5	0,5	0,5
Ваттметр	САЗ-И681	2,5	2,5	2,5
Варметр	СР4-И689	2,5	2,5	2,5
Активті қуат есеп.	Д-355	0,5	-	0,5
Реактивті қуат есеп.	Д-345	0,5	-	0,5
Барлығы		6,5	5,5	6,5

ТЛ-10У3 ток трансформаторын қарастырамыз: $I_H=3000$ А; $U_H=10$ кВ; $S_H=30$ ВА.

2.33-кесте– Ток трансформаторының шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
10 кВ	10 кВ	$U_H > U_H$
3000 А	352,8 А	$I_{ном} > I_{ав}$
125 кА	1,1 кА	$I_{откл} > I_{кз}$
30 кА	10,5 кА	$I_{дин} > I_{уд}$

ТТ-ң екінші орамдық жүктемені қарастырамыз.

Екінші жүктеме кедергісі құралдың кедергісінен, қосылатын сымнан және ауыспалы түйреуіш кедергісінен тұрады:

$$R_2 = R_{приб} + R_{пров} + R_{к-тов} \quad (2.123)$$

Құрал кедергісін келесі өрнекпен шығарылады:

$$r_{приб} = \frac{S_{приб}}{I_2^2} \quad (2.124)$$

$$r_{приб} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26 \text{ Ом}$$

$$r_{2н} = \frac{S_{2нТТ}}{I_2^2} \quad (2.125)$$

$$r_{2н} = \frac{30}{5^2} = 1,2 \text{ Ом}$$

Желінің кедергісінің мүмкін шегі

$$r_{доппр} = r_{2н} - r_{приб} - r_{кон} \quad (2.126)$$

$$r_{доппр} = 1,2 - 0,26 - 0,1 = 0,84 \text{ Ом}$$

$$q_{пров} = \frac{\rho \times L}{r_{доп}} \quad (2.127)$$

$$q_{пров} = \frac{0,028 \times 5}{0,84} = 0,16 \text{ мм}^2$$

АКР ТВ F=2,5мм² сымын таңдаймыз.

$$R_{пров} = \frac{\rho \times L}{F} \quad (2.128)$$

$$R_{пров} = \frac{0,028 \times 5}{2,5} = 0,056 \text{ Ом}$$

$$S_2 = R_2 \cdot I_2^2 \quad (2.129)$$

$$S_2 = 0,416 \cdot 5^2 = 10,5 \text{ В} \cdot \text{А}$$

$$R_2 = R_{приб} + R_{пров} + R_{к-тов} \quad (2.130)$$

$$R_2 = 0,26 + 0,056 + 0,1 = 0,416 \text{ Ом}$$

БТҚС шинаның көлденең қимасын ауыстыру үшін ток трансформаторын қарастырамыз: ТЛ-10У3: $I_H = 3000 \text{ А}$; $U_H = 10 \text{ кВ}$; $I_p = 176,4 \text{ А}$.

2.34-кесте- Шығатын желілерде орнатылған өлшеуіш аспаптар

Құрал	Тип	А, ВА	В, ВА	С, ВА
Амперметр	Э-350	0,5	0,5	0,5
Барлығы		0,5	0,5	0,5

2.35-кесте– Ток трансформаторының шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
10 кВ	10 кВ	$U_H > U_H$
3000 А	176,4 А	$I_{ном} > I_{ав}$
125 кА	1,1 кА	$I_{откл} > I_{кз}$
30 кА	10,5 кА	$S_{2н} > S_{2р}$

$$r_{\text{приб}} = \frac{0,5}{5^2} = 0,02 \text{ Ом}$$

$$r_{2 \text{ н-ка}} = \frac{10}{5^2} = 0,4 \text{ Ом};$$

$$r_{\text{доппр}} = 0,4 - 0,02 - 0,1 = 0,28 \text{ Ом}$$

$$q_{\text{пров}} = \frac{0,028 \times 5}{0,28} = 0,5 \text{ мм}^2;$$

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

$$R_{\text{пров}} = \frac{0,028 \times 5}{2,5} = 0,056 \text{ Ом};$$

$$S_2 = 0,176 \cdot 5^2 = 4,4 \text{ В} \leftrightarrow \text{А}$$

$$R_2 = 0,02 + 0,056 + 0,1 = 0,176 \text{ Ом}$$

б) БТҚС-(ТҚС1,ТҚС2), БТҚС-(ТҚС3,ТҚС4), БТҚС-(ТҚС5), БТҚС-РП линияларының ТТ-н таңдау;

2.36-кесте - Шығатын желілерде орнатылған өлшеуіш аспаптар

Құрал	Тип	А, ВА	В, ВА	С, ВА
Амперметр	Э-350	0,5	0,5	0,5
Ваттметр	СА3-И681	2,5	2,5	2,5
Варметр	СР4-И689	2,5	2,5	2,5
Барлығы		5,5	5,5	5,5

$$r_{\text{приб}} = \frac{5,5}{5^2} = 0,22 \text{ Ом},$$

$$r_{2 \text{ н-ка}} = \frac{10}{5^2} = 0,4 \text{ Ом}$$

$$r_{\text{доппр}} = 0,4 - 0,22 - 0,1 = 0,08 \text{ Ом}$$

$$q_{\text{пров}} = \frac{0,028 \times 5}{0,08} = 1,75 \text{ мм}^2$$

АКРТВ сымын таңдаймыз; $F=2,5 \text{ мм}^2$

$$R_{\text{пров}} = \frac{0,028 \times 5}{2,5} = 0,056 \text{ Ом},$$

$$S_2 = 0,376 \cdot 5^2 = 9,4 \text{ В} \cdot \text{А}$$

$$R_2 = 0,22 + 0,056 + 0,1 = 0,376 \text{ Ом}$$

БТҚС-(ТҚС1-2) линиясының ТТ-ы: $I_a \leftrightarrow v = 172,2 \text{ А}$; ТПЛ-10К 400/5 тоқ трансформаторын таңдаймыз:

2.37-кесте– Тоқ трансформаторының шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
10 кВ	10кВ	$U_H > U_H$
400 А	172,2 А	$I_{\text{ном}} > I_{\text{ав}}$
74,5 кА	1,1 кА	$I_{\text{откл}} > I_{\text{кз}}$
15 кА	10,5 кА	$S_{2H} > S_{2p}$

БТҚС-(ТҚС3-4) линиясының ТТ-ы: $I_a \leftrightarrow v = 113,2 \text{ А}$; ТПЛ-10К 400/5 тоқ трансформаторын таңдаймыз:

2.38-кесте– Тоқ трансформаторының шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
10 кВ	10кВ	$U_H > U_H$
400 А	113,2 А	$I_{\text{ном}} > I_{\text{ав}}$
74,5 кА	1,1 кА	$I_{\text{откл}} > I_{\text{кз}}$
15 кА	10,5 кА	$S_{2H} > S_{2p}$

БТҚС-(ТҚС5) линиясының ТТ-ы: $I_a \leftrightarrow v = 75,6 \text{ А}$; ТПЛ-10К 400/5 тоқ трансформаторын таңдаймыз:

2.39-кесте– Тоқ трансформаторының шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
10 кВ	10кВ	$U_H > U_H$
400 А	75,6 А	$I_{\text{ном}} > I_{\text{ав}}$
74,5 кА	1,1 кА	$I_{\text{откл}} > I_{\text{кз}}$
15 кА	10,5 кА	$S_{2H} > S_{2p}$

2.5.4 Кернеу трансформаторларының параметрін тексеру

Ағымдағы трансформатор келесі талаптарға сәйкес таңдалады:

- 1) құрылғы кернеу ретінде: $U_{\text{ном тт}} \geq U_{\text{ном уст-ки}}$;
- 2) екінші реттік жүктеме арқылы: $S_{\text{ном2}} \leq S_{2\text{расч}}$;
- 3) дәлдік ақылы;
- 4) құрылымы мен жалғануы арқылы.

2.40-кесте- Шинадан шығатын желілерде орнатылған өлшеуіш аспаптар

Құрал	Тип	$S_{\text{об-ки}}$, ВА	Орам саны	$\cos\phi$	$\sin\phi$	Құрал саны	$P_{\text{общ}}$, Вт	$Q_{\text{общ}}$, вар
Амперметр	Э-335	2	2	1	0	2	8	-
Ваттметр	Д-335	1,5	2	1	0	1	3	-
Варметр	И-335	1,5	2	1	0	1	3	-
Активті қуат есеп.	СА3-И681	3 Вт	2	0,38	0,92 5	9	54	131,4
Реактивті қуат есеп.	СР4-И689	3 вар	2	0,38	0,92 5	9	22,18	54
Барлығы							90,18	185,45

Есептелінетін екінші реттік жүктеме

$$S_{2p} = \sqrt{90,18^2 + 185,45^2} = 206,2 \text{ ВА.}$$

НТМИ-10-66У3 типті КТ тандаймыз және шартын қарастырамыз

2.41-кесте– Кернеу трансформаторының шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
10 кВ	10 кВ	$U_H > U_H$
960 кА	206,2 кА	$S_{2H} > S_{2p}$

Орамдардың жалғанылу сұлбасы $Y_0/Y_0/\Delta -0$

2.5.5 ТҚС жүктемеге ажыратқыштарының параметрін тексеру

$$I_p = \frac{1600}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 87,98 \text{ А}$$

Барлық трансформаторларға ВНПу –10/400 –10зп 3УЗ с ПК-10/100 жүктеме қосқышының түрі алынады. Таңдалған жүктеме қосқышын қарастырамыз:

2.42-кесте– Ажыратқыш шартын тексеру

Паспорттық мәлімет	Есептік мәлімет	Таңдалу шарты
10 кВ	10 кВ	$U_H > U_H$
400 А	87,98 А	$I_{ном} > I_p$
25 кА	1,1 кА	$I_{скв} > i_{уд}$

$$I_p = \frac{1600}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = 2430,94 \text{ А}$$

ВА74 ажыратқышы $I_{доп}=3000 \text{ А}$.

2.5.6 БТҚС шинасының параметрін тексеру

Ағымдағы ажыратымдылыққа сәйкес шинаны таңдаймыз

$$I_a \leftrightarrow v=352,8 \text{ А}; I_p=176,4 \text{ А}$$

$I_{доп}=545 \text{ А}$ рұқсатты тогы бар 40x5 мм² тікбұрышты алюминий шинасын таңдаймыз.

$$I_{доп} \geq I_a \leftrightarrow v$$

$$545 \text{ А} > 352,8 \text{ А}$$

а) Шинаның қысқа тұйықталу тогын түрлендіру үшін электр динамикалық беріктілігін тексеру:

$$F_p = 1,76 \cdot i_y \leftrightarrow \partial^2 \cdot \frac{L}{a} \times 10^{-2} \quad (2.131)$$

$$F_p = 1,76 \cdot 23 \partial^2 \cdot \frac{200}{35} \times 10^{-2} = 37 \text{ Н}$$

$$W = 0,17 \cdot n \cdot b \cdot h^2 \quad (2.132)$$

$W = 0,17 \cdot 0,6 \cdot 5^2 = 2,55 \text{ см}^2$ – кедергісінің моменті.

$$\delta_{расч} = \frac{F_p \cdot a \cdot c \cdot L}{10 \times W} = \frac{1,76 \times 10^{-3} \times i_y \cdot \partial^2 \times L^2}{a \times W} \quad (2.133)$$

$$\delta_{расч} = \frac{1,76 \times 10^{-3} \times 23^2 \times 200^2}{35 \times 2,55} = 418 \text{ к} \leftrightarrow \text{гс} \leftrightarrow / \text{с} \leftrightarrow \text{м} \leftrightarrow^2 \approx 41 \text{ МПа}$$

$$\delta_{доп} \geq \delta_{расч}$$

$$65 \text{ МПа} \geq 41 \text{ МПа}$$

$\delta_{\text{доп}}$ – АТ шинасына келесідей ($\delta_{\text{доп}} = 650 \text{ к} \rightarrow z \rightarrow \text{с/см}^2 = 65 \text{ МПа}$)

б) Шинаның термикалық беріктілігін тексеру

Термикалық беріктілігін қамтамасыз ету үшін минималды көлденең қима

$$S_{\text{ТС}} = \alpha \cdot I_{\text{к}} \rightarrow z \propto \sqrt{t_n} \quad (2.134)$$

$$S_{\text{ТС}} = 11 \cdot 0.43 \cdot \sqrt{0.4} = 2.99 \text{ мм}^2$$

$$S_{\text{Н}} \rightarrow = 4.77 \text{ с} \rightarrow \text{м}^2 \geq S_{\text{ТС}} = 0.299 \text{ с} \rightarrow \text{м}^2$$

Изолятор параметрін тексеру ИО-10-3,75 II УЗ

Тексеру шарты:

$$1) U_{\text{Н}} \geq U_{\text{н.уст}}; \quad 10,5 \text{ к} \rightarrow B \geq 10,5 \text{ к} \rightarrow B$$

$$2) F_{\text{доп}} \cdot 0,6 \geq F_{\text{расч}}; 0,6 \cdot 1600 \cdot 10^{-1} = 96 \text{ Н} \geq 3,75 \text{ Н}$$

$$3) I_{\text{НН}} \geq I_{\alpha} \quad 18 \text{ кА} \geq 8,7 \text{ кА}$$

2.43- кесте- БТҚС-ға таңдалынған кабелдер

Участок атауы	S _p , кВА	Траншея- дағы кабель саны	Жүктеме		Экономикалы қ тығыздығы бойынша		Шектен аспаған жүктеме бойынша		Қысқа тұйықталу тоғы бойынша		Таңдалған кабель	I _{доп} , А
			I _p , А	I _{ав} , А	j _э ,А/мм ²	F _э ,мм ²	K _п	I _{доп} , А	I _к , А	S _{min} ,мм		
БТҚС-(ТҚС1-2)	3130,4	4	86,1	172,2	1,2	71,75	0,9	148,5	0,43	3,27	ААШВ-10-(3×95)	205
ТҚС1-ТҚС2	1878,3	2	51,66	103,32	1,2	43,05	0,9	132	0,43	3,27	ААШВ-10-(3×70)	165
БТҚС-(ТҚС3-4)	2058,6	4	56,6	113,2	1,2	47,16	0,9	148,5	0,43	3,27	ААШВ-10-(3×70)	165
ТҚС3-ТҚС4	1235,2	2	33,96	67,92	1,2	28,3	0,9	132	0,43	3,27	ААШВ-10-(3×16)	75
БТҚС-(ТҚС5)	1373,7	2	37,8	75,6	1,2	31,5	0,9	132	0,43	3,27	ААШВ-10-(3×16)	75
ТҚС5	824,3	2	22,7	45,4	1,2	18,91	0,9	132	0,43	3,27	ААШВ-10-(3×16)	75

3 Кәсіпорынның электрмен жабдықтау жүйесінің жұмысын жақсарту

3.1 Жалпы мәлімет

Қолданыс жағдайында жұмысты жақсарту міндеттері жобалау міндеттерінен айтарлықтай ерекшеленеді, өйткені олар қосымша күрделі салымдарсыз жақсарту түрлерін іздейді. Сондықтан жылдық шығындар жақсартудың негізгі критерийі болып табылады. Алайда, жылдық шығындарға күрделі салымдардан тұрақты аударымдар да, электр энергиясына шығындар да кіретіндігін ескере отырып, экономикалықтан техникалық жетілдіру критерийлеріне ауысуға болады. Егер электр желісінің жұмысын жақсартатын белгілі бір уақыт аралығында жүргізілсе, онда жақсарту критерийі ретінде электр энергиясының жоғалуы қолданылады.

$$\Delta W = \sum_{i=1}^n \Delta W_i \rightarrow \min,$$

ΔW - Берілген уақыт кезеңінде желінің І-ші компонентінде электр энергиясы жоғалуы; N-желідегі компоненттер саны. Белгілі бір уақыт аралығында оңтайландыру кезінде белсенді қуатты жоғалту түріндегі қарапайым критерийді қолдануға болады.

$$\Delta P = \sum_{i=1}^n \Delta P_i \rightarrow \min,$$

мұндағы ΔW -қарастырылып отырған кезеңде желінің і компонентінде қуат жоғалуы.

Электр энергиясын беру және тарату жүйелерінің параметрлері мен режимдерін оңтайландыруға бағытталған көптеген әдістер бар.

Төменде электр желілерінің өнімділігін жақсартуға байланысты және желіні жобалау, қайта құру және жаңғырту кезеңдерінде енгізілетін негізгі стратегиялар берілген:

1) Негізгі және жүйеаралық электр берілістерінің номиналды кернеуін арттыру.

2) Ұзын электр беру желілерінде көлденең және бойлық өтемақы құрылғыларын орнату.

3) Электр тарату желілерінің номиналды кернеуін арттыру.

4) Негізгі электр желілерінде реактивті қуатты өтеу құрылғыларын енгізу.

5) Кернеуді реттеуге арналған қосымша құрылғыларды орнату.

6) Электр желілеріндегі тым жүктелген сымдарды үлкен қимасы бар сымдарға ауыстыру.

7) Тарату желілеріндегі трансформаторлардың қуатын (орнын ауыстыруды) оңтайландыру.

8) Қуаты аз тұтыну моделінде тарату желілеріндегі ескірген трансформаторларды жаңарту.

9) Желіде орнатылған синхронды компенсаторлардың жұмыс қуатын ұлғайту.

10) Қосалқы станцияларда қосымша параллель трансформаторларды қосу.

11) Жаңа желілер мен қосалқы станциялардың көмегімен желіні кеңейту.

12) Желілер мен қосалқы станцияларды салу уақытын қысқарту.

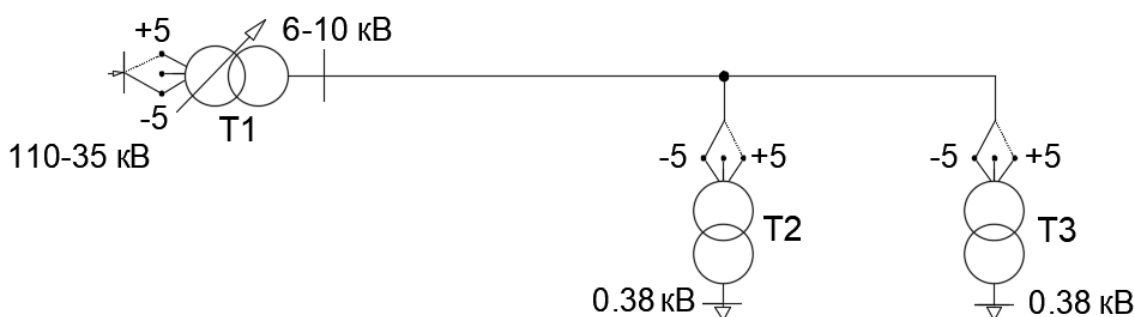
13) Қолданыстағы конденсаторлық батареяларды олардың қуатын автоматты реттеуді енгізе отырып жаңарту.

Сондай-ақ, біз айтарлықтай күрделі салымдарды қажет етпейтін жұмыс режимдерін оңтайландыру әдістерінің тізімін ұсынамыз:

14) Қосалқы станциялардағы трансформаторлардың жұмысын оңтайландыру.

15) Бірдей параметрлері бар желінің параллель элементтеріндегі жүктемені теңестіру.

16) Электр энергиясын басқару жүйелерін пайдалана отырып, желі жүктемесінің кестесін реттеу.



3.1-сурет - Трансформаторлардың әртүрлі тармақтарын орнатумен желі схемасы [1]

Кернеуді 110 кВ-тан 35 кВ-қа және 6-10 кВ-қа түрлендіретін T1 трансформаторының бастапқы жұмыс режимінде электрмен жабдықтау орталығында +5% - ға, ал тарату желісінің T2 және T3 трансформаторларында -5% - ға төмендеу белгіленді делік. Бұл ретте 0,38 кВ шиналардағы қажетті кернеу қамтамасыз етілген. егер қазіргі уақытта T1-ге ұлғаю -5% - ға өзгерсе (схемада нүктелі сызықпен көрсетілген), 6-10 кВ желідегі кернеу шамамен 10% - ға артады, бұл белсенді қуаттың жоғалуын азайтады. Алайда, бұл ретте T2 және T3 трансформаторлары бар қосалқы станциялардың 0,38 кВ шиналарындағы кернеу артады, бұл рұқсат етілген мәндерден асып кетуі мүмкін. Бұған жол бермеу үшін, T1-де өсуді өзгертуден басқа, біз T2 және T3-те өсуді реттейміз, бірақ керісінше -5% - дан +5% - ға дейін.

Синхрондау нәтижесінде біз 0,38 кВ шиналардағы кернеудің шамамен 10% төмендегенін байқаймыз. Осылайша, T1, T2 және T3 трансформаторларындағы

тармақтардың өзгеруімен 110-35 кВ және 0,38 кВ шиналарындағы кернеу өзгеріссіз қалады, ал 6-10 кВ желілеріндегі кернеу 10% - ға артады, бұл осы желілердегі белсенді қуаттың жоғалуын азайтуға көмектеседі. Дегенмен, Т1 трансформаторының бос жүріс жоғалуы аздап артады, өйткені -5% төмендеуі +5% өсуден төмен орамның номиналды кернеуіне сәйкес келеді, бұл берілген және тармақталған кернеу арасындағы айырмашылықтың артуына әкеледі.

Т2 және Т3 трансформаторларындағы бос жүрістің жоғалуы әрең өзгереді, өйткені оларға берілетін кернеу және +5% - ға жоғарылаған тармақ кернеуі шамамен бірдей +10% - ға артады. Айта кету керек, мұндай синхрондау кезінде 0,38 кВ шиналарға қосылған жүктеме олардың статикалық сипаттамаларына сәйкес өзгеріссіз қалады, өйткені бұл шиналардағы кернеу дерлік өзгеріссіз қалады.

Осылайша, бұл режимді басқарудың тиімділігі қуат тұтынудың төмендеуімен анықталады.

$$\delta\Delta P = \delta\Delta P_n - \delta\Delta P_x$$

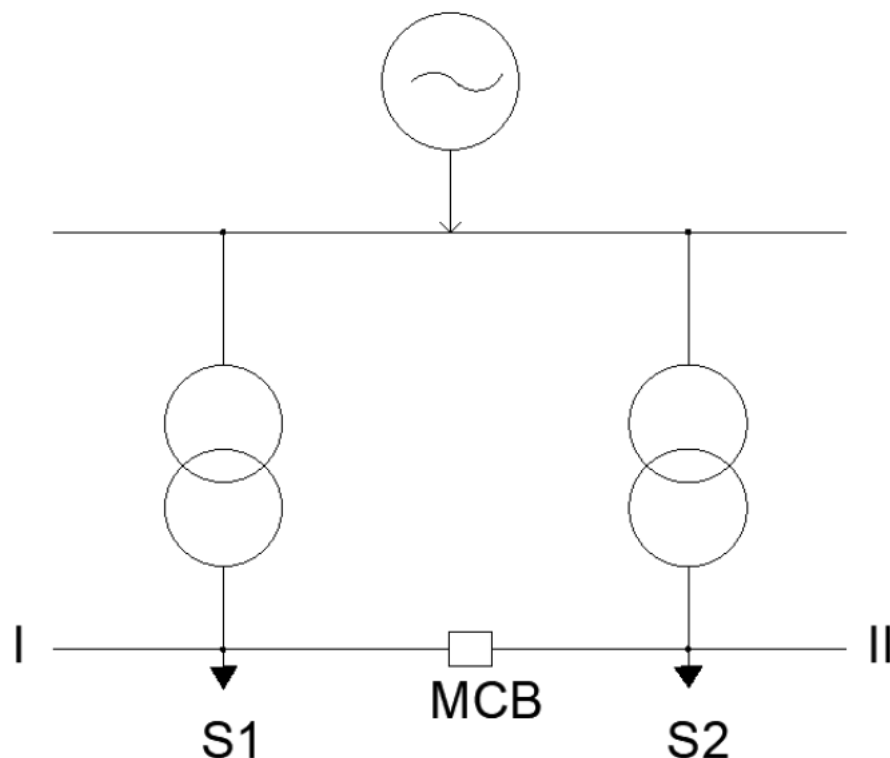
мұндағы $\delta\Delta P_n$ – желідегі жүктеме шығынын азаюы,

$\delta\Delta P_x$ - қуат орталығы трансформаторындағы бос жүріс шығындарының артуы.

Қызықты аспект-трансформаторлық желілер сияқты параллель тарату желісінің элементтерінің оңтайлы жұмыс режимін таңдау. Әдетте мұндай элементтердің параметрлері бірдей, мысалы, сызықтық өткізгіштердің қималары және трансформаторлардың номиналды қуаты. РП тарату пункті шиналардың І және ІІ секцияларына қосылған кезде, процессордың қуат орталығынан L1 және L2 желілері бойынша жүктемелердегі айырмашылық МСВ секциялық ажыратқышының екі жұмыс режимінің мүмкіндігіне әкеледі: қосылған немесе ажыратылған. МСВ күйі қосылған кезде екі жол да параллель жұмыс істейді және РП-ның жалпы жүктемесі олардың арасында біркелкі бөлінеді. МСВ күйі өшірілген кезде І желісі бойынша қуат S1 - ге, ал L1 желісі бойынша-S2-ге беріледі. Егер S1 = S2 болса, онда параллель жұмыс кезінде белсенді қуаттың жоғалуы бөлек жұмыс істегенге қарағанда аз болады, өйткені мұндағы орташа жүктеме:

$$S_1^2 + S_2^2 > 2S_{cp}^2$$

$$S_{cp} = \frac{S_1 + S_2}{2}$$



3.2-сурет - Параллель трансформаторлары бар желі схемасының фрагменттері [2]

Ұқсас пайымдаулар екі трансформаторы бар қосалқы станцияда МСВ секциялық ажыратқышының жұмыс режимін таңдаған жағдайда да қолданылады.

Іс жүзінде, қуат шығынын азайту өлшемінен басқа, секциялық ажыратқыштардың ұтымды жұмыс режимін таңдау кезінде Электрмен жабдықтаудың сенімділігін қамтамасыз ету қажеттілігі де ескеріледі. Бұл МСВ-да резервтік автоматты қосу құрылғыларының болуына және қысқа тұйықталу токтарының қажетті шектеулеріне байланысты. Сызықтар немесе трансформаторлар бөлек жұмыс істегенде, олардың ағу жолына және басқа факторларға үлкен қарсылыққа байланысты шығындар көп болуы мүмкін.

Ортақ шиналарда жұмыс істейтін екі және одан да көп трансформаторлары бар қосалқы станцияларда қосалқы станциялардың жалпы жүктемесіне байланысты қосылған трансформаторлардың санын анықтауды қоса алғанда, олардың жұмыс режимдерін оңтайландыру жүзеге асырылуы мүмкін. Тек бір трансформатор қосылған кезде, қуаттың белсенді жоғалуы екі бірдей трансформатордың жұмыс ерекшеліктерін ескере отырып есептеледі, бұл ең типтік жағдай.

$$\Delta P_1 = \Delta P_x + \Delta P_k \left(\frac{S}{S_{\text{ном}}} \right)^2$$

екі трансформатор параллель жұмыс істегенде:

$$\Delta P_1 = 2\Delta P_x + 0.5\Delta P_k \left(\frac{S}{S_{\text{ном}}} \right)^2$$

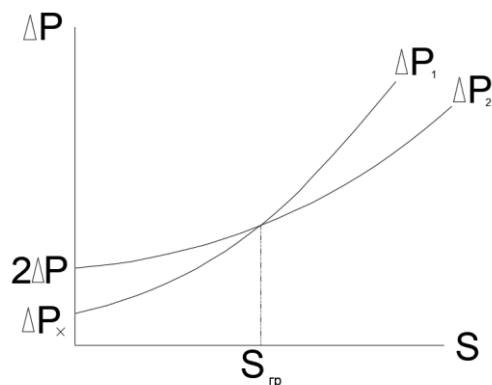
мұндағы $\Delta P_x, \Delta P_k$ – бос жүріс және қысқа тұйықталу жоғалтуы,
 $S_{\text{ном}}$ – бір трансформатордың номиналды қуаты,
 S – қосалқы станцияның барлық жиынтық жүктемесі.

Жоғарыда аталған формулалардан нөлдік жүктеме кезінде ($S = 0$) бос жүріс қуатының жоғалуы ғана болатыны анық, ал екі трансформатор қосылған кезде бұл шығындар біреуімен салыстырғанда екі есе артады. Демек, қосалқы станцияға аз жүктеме кезінде бос жүріс шығындары жүктемеден асып түседі және тек бір трансформаторды қосқан жөн. Жүктеменің жоғарылауымен S жүктеменің жоғалуы артады және жалпы шығындарда шешуші болады. Формуладан көрініп тұрғандай, олар параллель жұмыс істейтін екі трансформатордың жартысына тең болғандықтан, айтарлықтай жүктемелерде екі трансформатор болған жөн. Жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, S қосалқы станциясында белгілі бір шекаралық қуат бар екені анық, онда белсенді қуаттың минималды жалпы шығынының критерийі бойынша бір трансформатормен жұмыс режимінен екі параллель жұмыс істейтін трансформатормен жұмыс режиміне ауысқан жөн. [4]

Осыдан

$$S_{\text{гр}} = S_{\text{ном}} \sqrt{\frac{2\Delta P_x}{\Delta P_k}}$$

Жалпы қуат шығынын өзгерту суретте көрсетілген:



3.3-сурет - Қосалқы станцияның жүктемесіне және қосылған трансформаторлар санына белсенді қуат шығынының тәуелділігі. [2]

Осыған сүйене отырып, бір күн ішінде қосалқы станцияға жүктеме өзгеретіні белгілі болады. Белгілі бір нүктелерде ол шекаралық қуаттан аз болуы мүмкін ($S < S_{gr}$), ал басқа уақытта — көп ($S > S_{gr}$). Бұл ресурстарды оңтайлы пайдалану үшін трансформаторлардың бірін күніне бірнеше рет мезгіл-мезгіл қосып, өшіріп отыру керек дегенді білдіреді. Дегенмен, мұндай жиі коммутация жабдықты ұзақ мерзімді пайдалану үшін оңтайлы емес. Сондықтан трансформаторлардың жұмыс режимдерін оңтайландыру тек қуаттың минималды шығынын ескере отырып ғана емес, ең алдымен электр энергиясының минималды шығынын ескере отырып жүзеге асырылуы керек.

Бұл жағдайда оңтайландыру процесі жүйенің ағымдағы жүктемесі мен жұмысына байланысты әр түрлі уақыт аралықтарына бағытталуы мүмкін. Мысалы, опциялар жөндеу кезеңінде бір трансформаторды өшіруді (мысалы, жеті күн), жүктемені азайту үшін жазғы трансформаторды уақытша өшіруді немесе жұмысқа тек бір немесе екі трансформатор қатыса алатын ұзағырақ кезеңдерді қарастыруды қамтуы мүмкін. Кейбір жағдайларда екі трансформатордың тұрақты жұмысы электрмен жабдықтау сенімділігіне қойылатын талаптарды ескере отырып, максималды үнемдеуге деген ұмтылысқа қайшы келуі мүмкін. Электр энергиясының жоғалуын едәуір азайту күнделікті жүктемені тарату желісімен және жүйе элементтерімен үйлестіруге көмектеседі. Бұл тәсіл электр желісіне максималды жүктемені азайтуға, демек, электр станцияларының тиімділігін арттыруға ықпал етеді (мысалы, жанармай шығындарын азайту). Алайда, электр энергиясының жоғалуын азайту да айтарлықтай әсер етуі мүмкін. Жүктеме кестесін теңестіруге әр түрлі әдістермен қол жеткізуге болады, соның ішінде тәулік уақытына байланысты электр энергиясының сараланған тарифтерін қолдану және ауыл шаруашылығына арналған жылу аккумуляторлары және басқалары сияқты тарату желілерінде энергия аккумуляторларын салу.[3]

ҚОРЫТЫНДЫ

"Машина жасау зауытының электрмен жабдықтау жүйесінің жұмысын жақсарту" тақырыбындағы диплом жұмысы аясында қосалқы станцияның ағымдағы жағдайы мен функционалдық сипаттамаларына жан-жақты бағалау жүргізілді, сонымен қатар оның жұмыс режимдерін оңтайландыру әдістері жасалды. Зерттеудің негізгі мақсаты кәсіпорынды электрмен жабдықтаудың энергия тиімділігі мен сенімділігін арттыру болды.

Бұл дипломдық жұмыста ауыр машина жасау зауытын электрмен жабдықтауды жобалау орындалды.

Бастапқы мәліметтер негізінде цехтар үшін жарықтандыру және қуат жүктемелері бойынша есептеулер жүргізілді. $P_{p0,4} = 6972,5 \text{ кВт}$; $Q_{p0,4} = 3422,3 \text{ квар}$; $S_{p0,4} = 7535,3 \text{ кВА}$ осы есептелген мәліметтерге сүйене отырып, ТМ-1000/10/0,4 типті 10 трансформатор таңдалынды. УKM58-0,4-225-25У3 типті батарея конденсатор арқылы, 225 квар реактивті қуат жүргізілген реактивті қуат компенсациясы 0.4 кВ. Нәтижесінде 10кВ шиналарында $S_p = 18212,5 \text{ кВА}$.

Артынан зауыттың техникалық экономикалық есебі жүргізілді. Берілген екі варианттың, яғни 110 кВ және 35 кВ қондырғылары таңдалынды. Қорыта келгенде, келтірілген шығындарды есептегенде 110 кВ тиімдірек.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

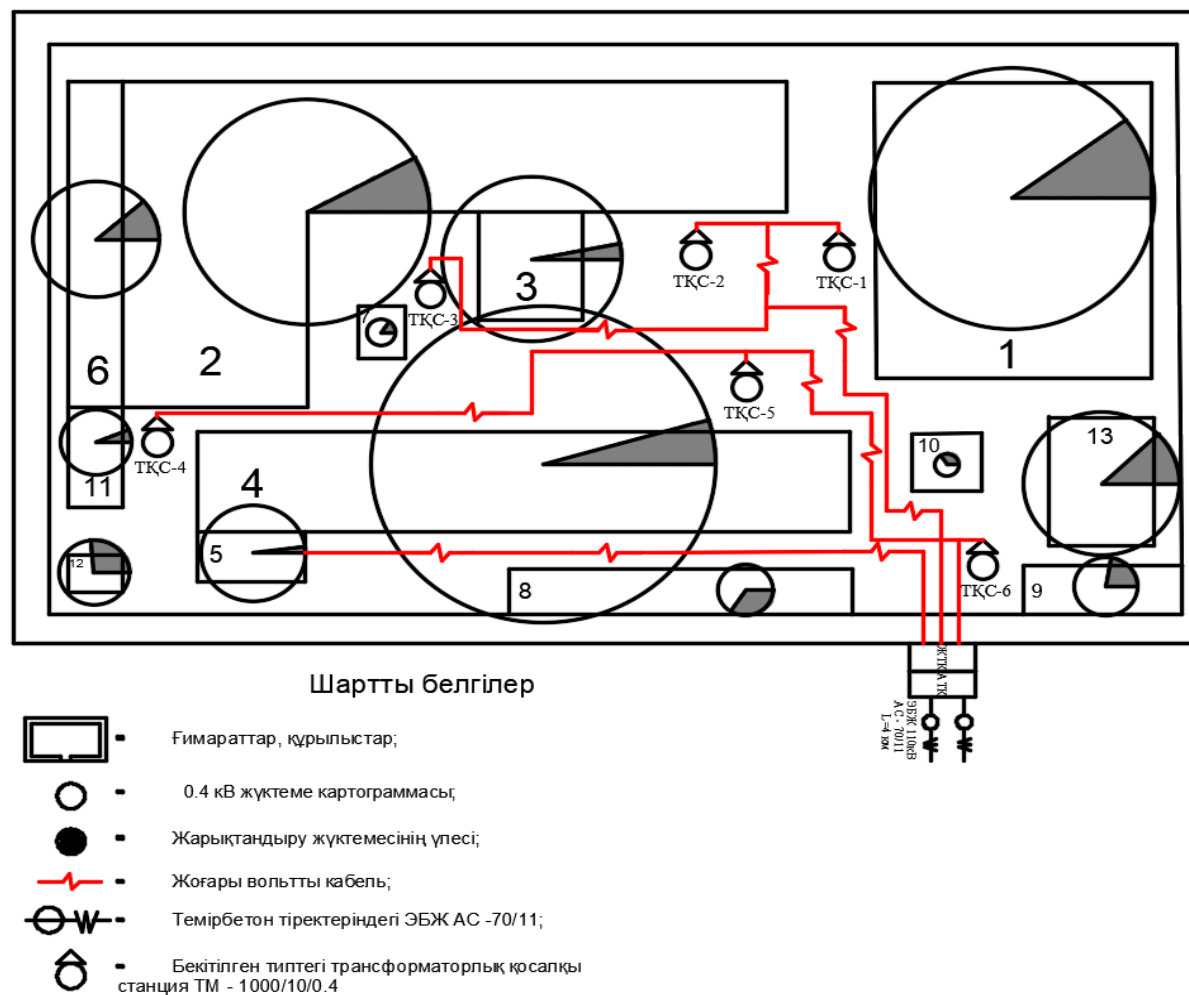
- 1 Козловская В.Б. Электрическое освещение: справочник / В. Б. Козловская, В. Н. Радкевич, В. Н. Сацукевич. – 2-е изд. – Минск: Техноперспектива, 2008. – 271 с.: ил.
- 2 Колесников А. И., Варфоломеев Ю. М., Федоров М. Н. Энергосбережение в промышленных и коммунальных предприятиях: Учебное пособие / Под общ. ред. М.Н. Федорова. Москва: Издательский Дом «ИНФРА-М», 2010.
- 3 Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов. Учебное пособие для студентов. – Москва: Изд-во «Мастерство», 2001.
- 4 Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. ПОТ РМ – 016 – 2001., с изм. и доп. 2003г. – М.: Изд-во НЦЭНАС.
- 5 Методические рекомендации по оценке инвестиционных проектов на железнодорожном транспорте. Приложение к указанию МПС России от 31 августа 1998г. № В-1024у.
- 6 Кузнецов К. Б., Васин В. К., Купаев В. И. Безопасность жизнедеятельности часть 2: Учебник для вузов. – Москва: Маршрут, 2005. – 576 с.
- 7 Неклепаев Б. Н. Электрическая часть электростанций. Москва, 1977.
- 8 Неклепаев Б. Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учебное пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Транспорт, 1978. – 416 с.
- 9 Почаевец В. С. Электрические подстанции: Учебник для колледжей и техникумов ж.-д. транспорта. – Москва: Желдориздат, 2001. – 512 с.
- 10 Правила устройства электроустановок ПУЭ (7 издание).
- 11 Правила технической эксплуатации электроустановок ПТЭ.
- 12 ҚазҰТЗУ СТ-09-2023 ж. Мәтіндік және графикалық материалдардың құрылымына, әзірленуіне, ресімделуі мен мазмұнына қойылатын жалпы талаптар. Оқу жұмыстары. Алматы ҚазҰТЗУ, 2023 ж
- 13 Промышленная энергетика – ежемесячный производственно-технический журнал под ред. Лукин В. Л. – НТФ «Энергоэкспресс» № 10, 2006. – 55 с.
- 14 Промышленная энергетика – ежемесячный производственно-технический журнал под ред. Лукин В. Л. – НТФ «Энергоэкспресс» № 12, 2007. – 60 с.
- 15 Рожкова Л. Д., Карнеева Л. К., Чиркова Т.В. Электрооборудование станций и подстанций. – Москва: Издательский центр «Академия», 2013. – 448 с.
- 16 Сибикин Ю. Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок – Москва: Высшая Школа, 2001.

17 Справочник по электроснабжению и электрооборудованию. Том 2 / Под редакцией А. А. Федорова. – Москва: Энергоатомиздат, 1987. – 592 с.

18 Суворов Г. А. Освещение на производстве: Эколого-гигиеническая оценка и контроль / Г. А. Суворов, Ю. П. Пальцев, Ю. Д. Жилов; Ред. Н. Ф. Измеров. – Москва, 1998. – 135 с.

19 Шеховцов В. П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Метод. пособие для курсового проектирования. – Москва: «Инфра – М, Форум», 2003.

20 СТ КазНИТУ -09-2023. Работы учебные. Общие требования по изложению, оформления и содержанию тестового и графического материала-КазНИТУ,2023.



Ауыр машина жасау зауытының басжоспары сұлбасы

