

Ғылыми жетекшінің пікірі

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

(жұмыс түрінің атауы)

Демесбаев Нұрсұлтан Ғабитұлы

(білім алушының Т.А.Ә.)

6B07101 – Электр энергетикасы

(мамандық атауы мен шифрі)

Тақырыбы: Мұнай өңдеу зауытын электрмен жабдықтау және электр энергиясының сапасын арттыру бойынша техникалық шешімдерді әзірлеу

Дипломды орындаған Демесбаев Н.Ғ. заманауи бағдарламалық қамтамасыз етуді тиімді пайдалана отырып, жүктемені есептеу, кернеу сапасын талдау және электр желілерінің сенімділігін арттыру жолдарын негіздей білген. Ұсынылған техникалық шешімдер нақты өндірістік жағдайларға бейімделіп, өндірістің энергетикалық қауіпсіздігін қамтамасыз етуге бағытталған.

Жалпы, диплом жұмысы құрылымы жағынан талапқа сай, ғылыми және практикалық құндылығы жоғары. Студент өз бетінше жұмыс істей алатын, техникалық ойлау қабілеті дамыған, зерттеу дағдылары қалыптасқан маман ретінде көрінді.

Дипломдық жұмыс «өте жақсы» (90%) бағаға орындалған, ал оның авторы Демесбаев Н.Ғ. 6B07101 – «Энергетика» мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін иеленуге лайық деп санаймын.

Ғылыми жетекші

Қауымдастырылған профессор, техн.ғыл.канд.

(қызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)


қолы

«29» мамыр 2025 ж.

ҚазҰТЗУ 704-21 Ү. Пікір

Хидолда Е.

Т.А.Ә.

РЕЦЕНЗИЯ

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

(жұмыс түрінің атауы)

Демесбаев Нұрсұлтан Ғабитұлы

(оқушының аты-жөні)

6B07101 – Энергетика

Тақырыбы: Мұнай өңдеу зауытын электрмен жабдықтау және электр энергиясының сапасын арттыру бойынша техникалық шешімдерді әзірлеу

Орындалды:

а) графикалық бөлім _____ - _____ парақ

б) түсініктеме _____ бет

Осы дипломдық жұмыста мұнай өңдеу зауытының электрмен жабдықтау жүйесі жобаланған. Электр энергиясының сапасын арттыруға бағытталған техникалық шешімдер ұсынылған. Зерттеу барысында кәсіпорынның электр жүктемелері есептеліп, трансформаторлық қосалқы станциялардың қажетті қуаттылығы анықталды, сондай-ақ технико-экономикалық талдау нәтижелері бойынша электрмен жабдықтаудың оңтайлы сұлбалары таңдалды.

Жұмыста қысқа тұйықталу токтары, қорғаныс құрылғылары және электрмен жабдықтау сенімділігіне ерекше көңіл бөлінген. Сонымен қатар, энергия сапасын арттыру мақсатында кернеу тұрақтандыру және сүзгілер орнату сияқты шешімдер қарастырылған.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Дипломдық жұмыс «өте жақсы» (90 %) бағаға орындалған, ал оның авторы Демесбаев Н.Ғ. 6B07101 – «Энергетика» мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін иеленуге лайық деп санаймын.

Пікір беруші

АҚ «АЖК» қосалқы станция бөлімі 3 топ қосалқы станция бастығы



Қ. А. Ермағамбетов

« ____ » _____ 2025 ж.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Демесбаев Нұрсұлтан Ғабитұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Мұнай өңдеу зауытын электрмен жабдықтау және электр энергиясының сапасын арттыру бойынша техникалық шешімдерді әзірлеу

Научный руководитель: Еркин Хидолда

Коэффициент Подобия 1: 2.7

Коэффициент Подобия 2: 1

Микропробелы: 1

Знаки из других алфавитов: 70

Интервалы: 0

Белые Знаки: 1

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

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

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

☒ Обоснование:

Рекомендуем

к

защите

Дата

07.06.2015

Неудовлетворительно

проверяющий эксперт

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Демесбаев Нұрсұлтан Ғабитұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Мұнай өңдеу зауытын электрмен жабдықтау және электр энергиясының сапасын арттыру бойынша техникалық шешімдерді әзірлеу

Научный руководитель: Еркин Хидолда

Коэффициент Подобия 1: 2.7

Коэффициент Подобия 2: 1

Микропробелы: 1

Знаки из других алфавитов: 70

Интервалы: 0

Белые Знаки: 1

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

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

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

☐ Обоснование:

Дата 5.06.2025

Заведующий кафедрой Энергетики

Сейсенбаев Е.А.



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

Демесбаев Нұрсұлтан Ғабитұлы

Мұнай өңдеу зауытын электрмен жабдықтау және электр энергиясының сапасын арттыру
бойынша техникалық шешімдерді әзірлеу

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6В07101 – «Энергетика» мамандығы

Алматы 2025

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

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

КОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
«Энергетика» кафедрасының
Менеджерісі
НаО «КазНУ им.К.И.Сәтбаев»
Институт энергетикa, машиностроения
и машиностроения
кауымдастырылған профессор
Е.А.Сарсенбаев
« 5 » 06 2025 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Мұнай өңдеу зауытын электрмен жабдықтау және электр энергиясының
сапасын арттыру бойынша техникалық шешімдерді әзірлеу»

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

Орындаған



Демесбаев Н. Ф.

Пікір беруші
АҚ «АЖК» қосалқы станция бөлімі
3 тоя қосалқы станция бастығы
К.А.Ермагамбетов
« 05 » 06 2025 ж.

Ғылыми жетекші
техн. ғыл. канд.,
қауымдастырылған профессор
Е.Хидолда
« 21 » 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

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

6В07101 – «Энергетика» мамандығы

БЕКІТЕМІН

«Энергетика» кафедрасының
менгерушісі

PhD, қауымдастырылған профессор

Е.А.Сарсенбаев

«27» 07 2025 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Демесбаев Нұрсұлтан Ғабитұлы

Тақырыбы: Мұнай өңдеу зауытын электрмен жабдықтау және электр энергиясының сапасын арттыру бойынша техникалық шешімдерді әзірлеу.

Университеттің академиялық мәселелер жөніндегі проректорының 29.01.2025 ж. № 26-П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 19-мамыр 2025 жыл.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Корек энергожүйенің 63 МВА қуатына және

115/37 кВ кернеуіне ие екі трансформатор орналасқан қосалқы станциясынан алынуы

мүмкін. Трансформаторлар бөлек жұмыс істейді. Энергожүйе қуаты 600 МВА-ға тең. 230

кВ жағындағы қысқа тұйықталу қуаты 1800 МВА-ға тең. Қосалқы станциядан зауытқа

дейінгі қашықтық 17 км.

Дипломдық жұмыстың қысқаша мазмұны:

а) Мұнай өңдеу зауытын электр энергиясымен қамту;

ә) Қосалқы станция трансформаторлардың қуаты мен санын анықтау;

б) Электрмен қамту нұсқаларын қарастыру

в) Кернеуі 10 кВ қондырғысын таңдау және электр энергиясының сапасын арттыру бойынша техникалық шешімдерді әзірлеу.

Сызба материалдар тізімі:

Сызба бойынша материалдар презентацияда көрсетілген

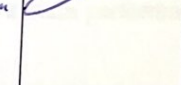
Ұсынылатын негізгі әдебиет 12 атау

Дипломдық жұмысты дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Мұнай өңдеу зауытын электр энергиясымен қамту	05.05.25 - 10.05.25ж	—
Электрмен қамту нұсқаларын қарастыру	15.05.25 - 20.05.25ж	—
Кернеуі 10 кВ қондырғысын таңдау және электр энергиясының сапасын арттыру бойынша техникалық шешімдерді әзірлеу	25.05.25 - 30.05.25ж	—

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілердің аты-жөні, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Мұнай өңдеу зауытын электр энергиясымен қамту	Е. Хидолда, техн.ғыл.канд., қауым.профессор	26.05.25ж	
Электрмен қамту нұсқаларын қарастыру	Е. Хидолда, техн.ғыл.канд., қауым.профессор	26.05.25ж	
Кернеуі 10 кВ қондырғысын таңдау және электр энергиясының сапасын арттыру бойынша техникалық шешімдерді әзірлеу	Е. Хидолда, техн.ғыл.канд., қауым.профессор	26.05.25ж	
Норма-бақылау	Ә.О.Бердібеков, магистр, аға оқытушы	30.05.25ж	

Ғылыми жетекшісі

(қолы)

Е.Хидолда

Тапсырманы орындауға алған студент

(қолы)

Н.Ф. Демесбаев

Күні

« 30 » 01 2025ж.

Аңдатпа

Дипломдық жұмыста Ақтау қаласында орналасатын мұнай өңдеу зауытының электр энергиясымен қамту жүйесінің жобасы жасалды. Зауыт бойынша жарықтық және күштік жүктемелерді есептеу, активті және реактивті қуаттар шығындарын анықтау, электр қондырғыларын таңдау жүргізілді. Сонымен қатар зауыттың сыртқы электрмен қамту нұсқаларын салыстырылып, экономикалық шығындар есептелді.

Жұмыстың арнаулы бөлімінде электр энергиясының сапасы зерттелді. Сапаның нашарлауына себепші аспектілер қарастырылып, көрсеткіштерді жақсартуға көмектесетін шараларға ұсыныс берілді.

Аннотация

В дипломной работе разработан проект системы электроснабжения нефтеперерабатывающего завода, расположенного в городе Актау. Был произведен расчет осветительных и силовых нагрузок по заводу, определены потери активной и реактивной мощности, выбраны электроустановки. Также были сопоставлены варианты внешнего электроснабжения завода и рассчитаны экономические затраты.

В специальном разделе проекта было изучено качество электроэнергии. Рассмотрены аспекты, вызывающие ухудшение качества, даны рекомендации по мерам, помогающим улучшить показатели.

Annotation

The thesis presents the project of power supply system of an oil refinery in Aktau. The research includes calculations of power supply and lighting loads, calculation of active and reactive power losses, and selection of the correct electrical equipment. Several external power supply solutions were examined, and then an economic analysis was conducted to determine the most cost-effective solution.

There is a special project division on electricity quality issues, where critical factors leading to the deterioration of electricity are identified and suggestions for improving system performance are proposed.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Мұнай өңдеу зауытын электр энергиясымен қамту	8
1.1	Дипломдық жұмыс үшін берілген деректер	8
1.2	Зауыт электр жүктемелеріне есептеме жүргізу	9
1.2.1	Цехтардың жарықтандыру жүктемесін есептеу	9
1.2.2	0.4 кВ электр жүктемелерін есептеу	12
1.3	Ықтималды трансформатор санын табу және реактивті қуатты өтемдеу	18
1.4	$Q_{\text{нбк}}$ -ны ҚТС-ның жүктемелеріне тең бөлу	20
1.5	Мұнай өңдеуіш зауытының нақтыланған жүктемесінің есептелуі	21
1.5.1	ҚТС-дағы қуат шығындарын анықтау	21
1.5.2	Синхронды қозғалтқыштардың қуаттарын есептеу	22
1.5.3	БТҚС-ның 10 кВ желісіндегі реактивті қуатты өтемелеу	23
2	Электрмен қамту нұсқаларын қарастыру	27
2.1	Бірінші нұсқа	27
2.2	Екінші нұсқа	33
3	Кернеуі 10 кВ қондырғысын таңдау	39
3.1	БТҚС тізбектеріндегі қысқа тұйықталу токтарын есептеу	39
3.2	Ажыратқыш таңдау	41
3.3	Шығыс желісіне кабельдер таңдау	44
3.4	ҚТС-ға жүктеме ажыратқышын және автоматтық ажыратқышты таңдау	47
3.5	Тоқ трансформаторын таңдау	47
3.6	БТҚС шинасын таңдау	51
3.7	Оқшаулағыш таңдау	52
3.8	Кернеу трансформаторларын таңдау	53
3.9	Электр энергиясының сапасын арттыру бойынша техникалық шешімдерді әзірлеу	55
3.9.1	Сапа көрсеткіштері және пайда болу себептері	55
3.9.2	Электр энергиясының сапасын арттыру әдістері	56
3.9.3	Simulink бағдарламасында фильтрді модельдеу	58
	Қорытынды	62
	Қолданылған әдебиеттер тізімі	63

КІРІСПЕ

Мұнай өңдеу зауыты (МӨЗ) – қуаттылығы ең жоғары өнеркәсіп салаларының бірі болып табылады. Сол себепті, оны электрмен жабдықтау жүйелеріне арнайы талаптар қойылады. Қолданылатын электр энергиясының сенімділігі, тұрақтылығы мен сапасы зауыттағы техникалық процесстердің үзіліссіз жұмыс істеуін қамтамасыз етеді. Үзіліссіз жұмыс – кәсіпорынның тиімділігіне, қауіпсіздігіне және экономикалық тұрақтылығына тікелей әсерін тигізеді.

Қазіргі таңда өндіріс кезінде кәсіпорындардың ұзақ мерзімде жоғары қуатты электр қондырғыларын, сонын ішінде автоматтандырылған басқару жүйелерін, түрлендіргіш қондырғыларын қолданады. Бұл факторлар тұтынылатын электр энергиясының сапасына теріс әсерін тигізуі мүмкін. Кернеудің ауытқуы, жоғары жиілікті гармоникалар, фазалық асимметрия секілді ақаулар жабдықтардың бұзылуына, олардың қызмет ету мерзімінің қысқаруына және өндіріс тиімділігінің төмендеуіне себеп болуы мүмкін.

Сондықтан, электр энергиясының сапасын арттыру – мұнай өңдеу зауытың электрмен жабдықтау жүйесін жобалау мен жаңғыртудың маңызды міндеттерінің бірі болып табылады. Қазіргі заманғы техникалық және бағдарламалық шешімдерді (мысалы MATLAB/Simulink моделдеу ортасы) пайдалану арқылы жобалау кезеңінде туындауы мүмкін мәселелерді алдын ала анықтап, оларды жою тәсілдерін қарастыруға мүмкіндік туындатады.

Жұмыстың мақсаты:

Мұнай өңдеу зауытын электрмен жабдықтау жүйесін жобалау және электр энергиясының сапасын арттыру әдістрін негіздеу.

Жұмыстың міндеттері:

1) Мұнай өңдеу зауытың электрмен жабдықтау жүйесінің құрылымы мен ерекшеліктерін талдау.

2) Сыртқы электрмен жабдықтау нұсқаларын қарастыру.

3) Электр энергиясының сапасына әсер ететін факторларды анықтау.

4) МӨЗ жағдайында қолдануға болатын электр энергия сапасын жақсарту әдістерін таңдау.

5) MATLAB/Simulink бағдарламасында зауыттың бір бөлімінің электрмен жабдықтау жобасын құру.

6) Электрмен жабдықтау мен энергия сапасын арттыру бойынша ұсыныстар жасау.

Бұл жұмыстың нәтежиелері мұнай өңдеу кәсіпорындарының электрмен жабдықтау жүйесін жобалау кезінде қолдануға ұсыныс беріледі.

1 Мұнай өңдеу зауытын электр энергиясымен қамту

1.1 Дипломдық жұмыс үшін берілген деректер

1) Мұнай өңдеу зауытының бас жоспары;
2) Цех, қондырғылардың электр жүктемелері;
3) Қорек жүйенің 63 МВА қуатына және 115/37 кВ кернеуіне ие екі орамды трансформаторлар орналасқан қосалқы станциясынан алынады. Энергожүйе қуаты 600 МВА-ға тең. 115 кВ жағындағы қысқа тұйықталу қуаты 1800 МВА-ға тең.

4) Қосалқы станция мен объектінің арақашықтығы 17 км.

5) Зауыт екі ауысымда жұмыс істейді.

1.1 – кесте – Электр жүктемелер тізімі

№	Атауы	ЭП, n	Белгілі қуат, кВт	
			P _н	Σ P _н
1	2	3	4	5
1	Электр тұщыландыру қондырғысы	45	1-90	2000
2	Біріктірілген қондырғы	45	1-85	2000
3	Каталитикалық крекинг қондырғысы	30	1-45	1300
4	Газофракциялаушы қондырғы	25	1-85	1100
5	Алкиляция қондырғысы	20	1-150	1400
6	Этил араластырғыш қондырғы	45	1-80	1200
7	Қайтымды сумен жабдықтау блогы	40	1-45	1300
8	Атмосфералық-вакуумдық қондырғы	75	1-90	5400
9	Каталитикалық крекинг қондырғысы			
	0.4 кВ	60	1-85	2100
	10 кВ синхронды қозғалтқыш	4	1250	5000
10	Инертті газ қондырғысы	35	1-85	650
11	Механикалық жөндеу цехы	20	1-10	300
12	Электроцех	45	1-12	400
13	Пожарлық депо	15	1-20	400
14	Орталық зауоттық зертхана	17	1-10	85
15	Әкімшілік корпус, асхана	1	1-30	300
16	Өрт сорғы станциясы	4	750	3000
17	Резервуар паркі	12	25-50	450

1.2 Зауыт электр жүктемелеріне есептеме жүргізу

1.2.1 Цехтардың жарықтандыру жүктемесін есептеу

Кез-келген цехтың жарықтандыруға жұмсалатын жүктеме мөлшері 1.1-ші формула бойынша есептеледі :

$$P_{\text{еж}} = K_{\text{с0}} \cdot P_{\text{у0}} \quad (1.1)$$

мұндағы $K_{\text{с0}}$ – қуат сұраныс коэффициенті;

$P_{\text{тж}}$ – белгілі бір аумақтың жарық көзінің қуаты, Вт;

Ол келесідей анықталады:

$$P_{\text{еж}} = p_0 \cdot F \quad (1.2)$$

мұндағы p_0 – меншікті есептік қуат, Вт/м² ;

F – цехтың ауданы, м².

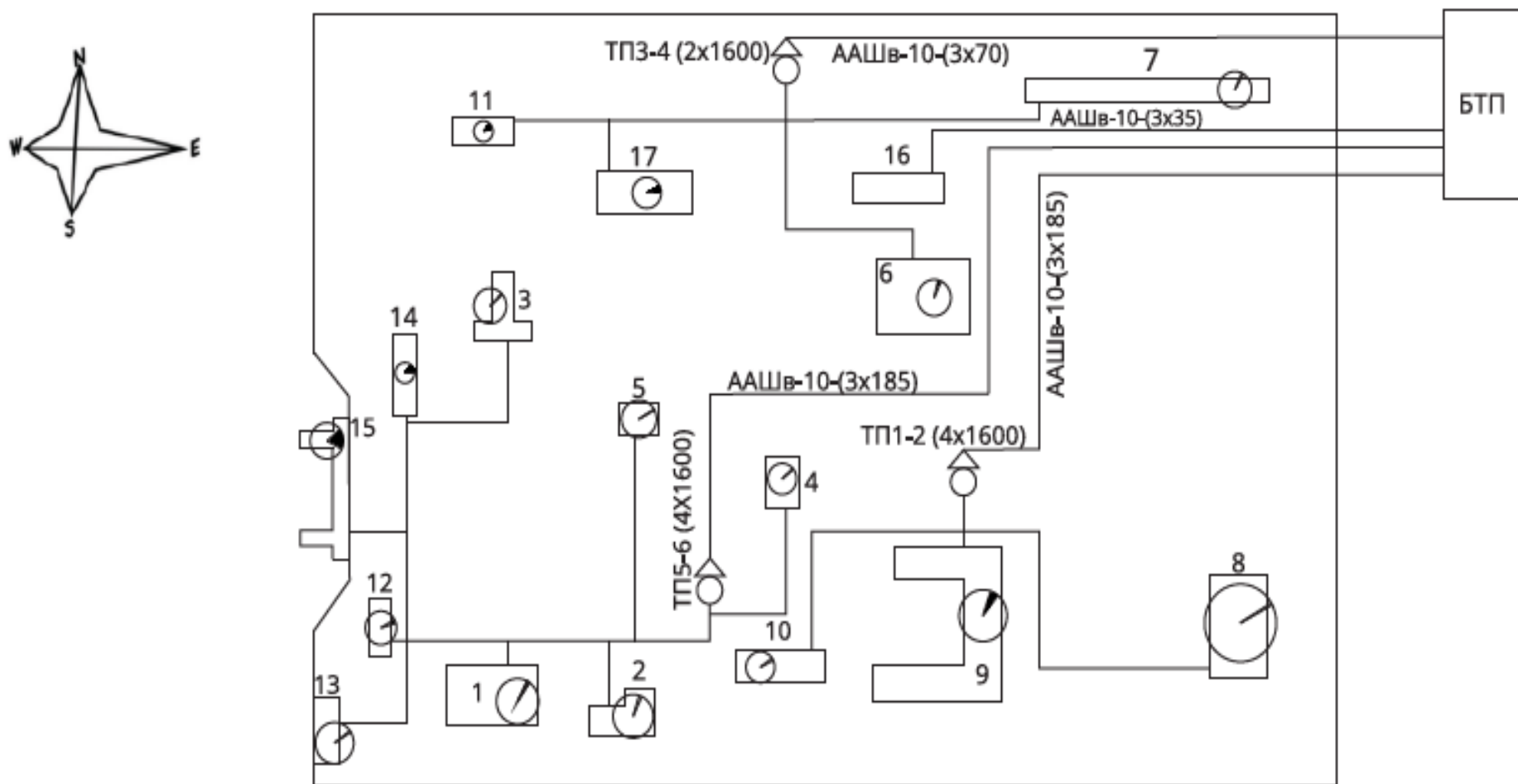
Жарықтандыруға жұмсалатын жүктеменің реактивті қуаты келесідей анықталады:

$$Q_{\text{еж}} = \text{tg } \varphi \cdot P_{\text{еж}} \quad (1.3)$$

мұндағы $\text{tg } \varphi$ – реактивті қуат коэффициенті.

1.2 – кесте – Мұнай өңдеу зауытын жарықтандыру

Цехтардың атауы	Цех өлшемдері, м ²	p ₀ кВт/м ²	Сұраныс коэфф-і K _c	Жарық. қуаты P _{тж} , кВт	Есептік қуаттар		cosφ	tgφ
					P _{еж} , кВт	Q _{еж} , квар		
Электр тұщыландыру қондырғысы	1536	0.015	0.85	23.04	19.5	14.6	0.8	0.75
Біріктірілген қондырғы	992	0.015	0.8	14.8	11.8	12	0.7	1.02
Каталитикалық крекинг қондырғысы	816	0.015	0.8	12.2	9.7	7.2	0.8	0.75
Газофракциялаушы қондырғы	288	0.015	0.8	4.3	3.4	3.4	0.7	1.02
Алкиляция қондырғысы	384	0.015	0.85	5.7	4.8	4.2	0.75	0.88
Этил араластырғыш қондырғы	1920	0.015	0.8	28.8	23	17.2	0.8	0.75
Қайтымды сумен жабдықтау блогы	1296	0.015	0.8	19.4	15.5	15.8	0.7	1.02
Атмосфералық-вакуумдық қондырғы	2720	0.011	0.8	29.9	23.9	17.9	0.8	0.75
Каталитикалық крекинг қондырғысы	5408	0.015	0.8	81.1	64.8	48.6	0.8	0.75
Инертті газ қондырғысы	1200	0.015	0.8	18	14.4	12.6	0.75	0.88
Механикалық жөндеу цехы	640	0.015	0.8	9.6	7.6	7.7	0.7	1.02
Электроцех	448	0.015	0.85	6.7	5.6	5.7	0.7	1.02
Пожарлық депо	336	0.015	0.8	5	4	3	0.8	0.75
Орталық зауоттық зертхана	384	0.02	0.8	7.6	6	6.1	0.7	1.02
Әкімшілік корпус, асхана	2064	0.02	0.8	41.2	32.9	15.7	0.9	0.48
Өрт сорғы станциясы	528	0.015	0.85	7.9	6.7	5	0.8	0.75
Резервуар паркі	1040	0.015	0.8	15.6	12.4	14.3	0.65	1.16
Территория	307000	0.0005	1	153.5	153.5	73.6	0.9	0.48



1.1 – сурет - Мұнай өңдеу зауытының бас жоспары

1.2.2 0.4 кВ электр жүктемелерін есептеу

0,4 кВ шиналарындағы күштік жүктемелерді "Келтірілген диаграмма" әдісіне сәйкес есептеу барысында кесте төмендегідей тәртіппен толтырылады:

- 1) Ең алдымен, цехтардың атаулары жазылады;
- 2) Әр цехтағы орнатылған электр қабылдағыштарының жалпы саны көрсетіледі;
- 3) Электр қабылдағыштарының ішіндегі ең кіші және ең үлкен тұрақты қуат мәндері кВт түрінде беріледі;
- 4) Барлық қабылдағыштардың орнатылған қуаттарының қосындысы есептеліп, жалпы орнатылған қуат ретінде енгізіледі;
- 5) m коэффициенті көрсетіледі — бұл шаманың мәні тұтыну сипатына қарай анықталады және жүктеменің орташа деңгейін есептеуге көмектеседі:

$$m = \frac{P_{н.маx}}{P_{н.мин}} \quad (1.4)$$

мұндағы $P_{н.маx}$ — қондырғының ең көп тұтына алатын қуат шамасы, кВт;
 $P_{н.мин}$ — керісінше ең аз тұтынатын қуат шамасы, кВт.

$$m = \frac{10}{1} > 3$$

6) Пайдалану коэффициенті — бұл көрсеткіш әрбір цехтағы жабдықтардың нақты жұмыс уақытын сипаттайды және олардың тиімділігіне байланысты жазылады.

7) $\cos\varphi$ — қуат коэффициенті — электр қабылдағыштардағы ток пен кернеу арасындағы фазалық ығысуды сипаттайтын шаманың мәні көрсетіледі. Ол жүйенің қаншалықты тиімді жұмыс істейтінін анықтайды.

8) $\tg\varphi$ — реактивті қуат коэффициенті — бұл шама $\cos\varphi$ мәніне байланысты алынады және жүйедегі реактивті қуаттың үлесін бейнелейді.

9) Ең жоғары жүктелетін ауысымдағы орташа активті қуат — өндірістегі тұтынудың ең қарқынды кезінде байқалатын орташа қуат көлемі анықталып, тиісті жолға енгізіледі.

$$P_0 = K_{и} \cdot P_{н} \quad (1.5)$$

мұндағы $K_{и}$ — пайдалану коэффициенті;
 $P_{н}$ — номиналды активті қуат, кВт.

10) Ең ауыр ауысымдағы орташаланған реактивті қуат мәні анықталып, енгізіледі:

$$Q_0 = P_0 \cdot \tg\varphi \quad (1.6)$$

мұнда P_0 — жоғары жүктелген мезгілдегі орташаланған активті қуат;

$tg\varphi$ – реактивті қуат коэффициенті.

11) Электр тұтынушылардың тиімді саны анықталады:

$$n_3 = \frac{2 \cdot \sum P_H}{P_{H.\max}} \quad (1.7)$$

Қабылданған шарт бойынша $n_3 \leq n$ сондықтан, $n_3 = n$ деп қабылдаймыз.

12) Максимум коэффициенті - электр жүктемесінің есептік мәнін анықтауға қажет. Ол электр қабылдағыштардың тиімді саны мен пайдалану коэффициентіне байланысты есептеледі. Аталған коэффициент жүктеменің ең жоғары деңгейін сипаттайды және сол мән кестеге енгізіледі.

13) Есептік активті қуат анықтауда күштік электр қабылдағыштардың нақты жүктеме кезіндегі активті қуаты көрсетіледі. Ол алдыңғы жолдарда көрсетілген деректер негізінде есептеліп, кестеге жазылады.

$$P_e = K_M \cdot P_0 \quad (1.8)$$

мұндағы K_M – максимум коэффициенті;

P_0 – жоғары жүктелген мезгілдегі орташа активті қуат, кВт.

14) Электр тұтынушыларының есептелген реактивті қуат мәндері енгізіледі:

$$Q_e = Q_0 \text{ егер } n_3 > 10$$

$$Q_e = 1.1 \cdot Q_0 \text{ егер } n_3 < 10$$

15) Толық қуаттың есептік мәні анықталады:

$$S_e = \sqrt{P_{e0.4}^2 + Q_{e0.4}^2} \quad (1.9)$$

Мұндағы $Q_{e0.4}$ – 0.4 кВ реактивті қуаты, квар;

$P_{e0.4}$ – 0.4 кВ активті қуаты, кВт.

Электр жүктемелерінің нәтежиелері 1.3-кестеге енгізілген.

1.3 – кесте – Зауыттағы кернеуі $U = 0.4$ кВ цехтардың жүктемелерінің есептемесі

№	Цехтың атауы	n	Номиналды қуат		m	$K_{и}$	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	Орташа қуат		$n_{э}$	$K_{м}$	Есептік қуат			R, мм	α , град
			$P_{\min}$ - $P_{\max}$, кВт	$\sum P_{н}$, кВт					$P_{орт}$ кВт	$Q_{орт}$ квар			$P_{е}$, кВт	$Q_{е}$, квар	$S_{е}$, кВА		
1	Электр тұщыландыру қондырғысы																
	Күштік	45	1-90	2000	>3	0.5	0.8	0.75	1000	750	44.4	1.2	1200	750			
	Жарықтық								19.5	14.6			19.5	14.6			
	Барлығы								1019.5	764.6			1219.5	764.6	1439.3	88	6
2	Біріктірілген қондырғы																
	Күштік	45	1-85	2000	>3	0.5	0.7	1.02	1000	1020	47	1.1	1100	1020			
	Жарықтық								11.8	12			11.8	12			
	Барлығы								1011.8	1032			1111.8	1032	1516.9	84.1	3
3	Каталитикалық крекинг қондырғысы																
	Күштік	30	1-45	1300	>3	0.5	0.8	0.75	650	487.5	57	1.1	715	487.5			
	Жарықтық								9.7	7.2			9.7	7.2			
	Барлығы								659.7	489.7			724.7	494.7	877.4	68	5
4	Газофракциялаушы қондырғы																
	Күштік	25	1-85	1100	>3	0.4	0.7	1.02	440	448.8	25.8	1.3	572	448.8			
	Жарықтық								3.4	3.4			3.4	3.4			

1.3 – кесте жалғасы

№	Цехтың атауы	n	Номиналды қуат		m	K _и	cosφ	tgφ	Орташа қуат		n _э	K _м	Есептік қуат			R, мм	α, град
			P _{min} - P _{max} , кВт	ΣP _н , кВт					P _{орт} кВт	Q _{орт} квар			P _е , кВт	Q _е , квар	S _е , кВА		
	Барлығы								443.4	452.2			575.4	452.2	731.8	60.5	2
5	Алкиляция қондырғысы																
	Күштік	20	1-150	1400	>3	0.55	0.75	0.88	770	677.6	18.6	1.1	847	677.6			
	Жарықтық								4.8	4.2			4.8	4.2			
	Барлығы								774.8	681.8			851.8	681.8	1091	73.6	2
6	Этил араластырғыш қондырғы																
	Күштік	45	1-80	1200	>3	0.5	0.8	0.75	600	450	28.5	1.3	780	450			
	Жарықтық								23	17.2			23	17.2			
	Барлығы								623	467.2			803	467.2	929	71.5	10
7	Қайтымды сумен жабдықтау блогы																
	Күштік	40	1-45	1300	>3	0.5	0.7	1.02	650	663	46.6	1.1	715	663			
	Жарықтық								15.5	15.8			15.5	15.8			
	Барлығы								665.5	678.8			730.5	678.8	997.1	68	7
8	Атмосфералық-вакуумдық қондырғы																
	Күштік	75	1-90	5400	>3	0.5	0.8	0.75	2700	2025	120	1.1	2970	2025			
	Жарықтық								23.9	17.9			23.9	17.9			

1.3 – кесте жалғасы

№	Цехтың атауы	n	Номиналды қуат		m	K _и	cosφ	tgφ	Орташа қуат		n _э	K _м	Есептік қуат			R, мм	α, град
			P _{min} - P _{max} , кВт	ΣP _н , кВт					P _{орт} кВт	Q _{орт} квар			P _е , кВт	Q _е , квар	S _е , кВА		
	Барлығы								2723.9	2042.9			2993.9	2042.9	3624.4	138	3
9	Каталикалық крекинг қондырғысы																
	Күштік	60	1-85	2100	>3	0.5	0.8	0.75	1050	787.5	49.4	1.1	1155	787.5			
	Жарықтық								64.8	48.6			64.8	48.6			
	Барлығы								1114.8	836.1			1219.8	836.1	1478.8	88	19
10	Инертті газ қондырғысы																
	Күштік	35	1-85	650	>3	0.55	0.75	0.88	357.5	314.6	15.2	1.3	464.75	314.6			
	Жарықтық								14.4	12.6			14.4	12.6			
	Барлығы								371.9	327.2			479.1	327.2	580.1	55	11
11	Механикалық жөндеу цехы																
	Күштік	20	1-10	300	>3	0.2	0.7	1.02	60	61,2	60	1.1	66	67.3			
	Жарықтық								7.6	7.7			7.6	7.7			
	Барлығы								67.6	68.9			73.6	75	105	21.7	39
12	Электроцех																
	Күштік	45	1-12	400	>3	0.3	0.7	1.02	120	122.4	40	1.2	144	122.4			
	Жарықтық								5.6	5.7			5.6	5.7			
	Барлығы								125.6	128.1			149.6	128.1	196.9	31	13
13	Пожарлық депо																
	Күштік	15	1-20	400	>3	0.4	0.8	0.75	160	120	40	1.9	304	120			

1.3 – кесте жалғасы

№	Цехтың атауы	n	Номиналды қуат		m	K _и	cosφ	tgφ	Орташа қуат		n _э	K _м	Есептік қуат			R, мм	α, град
			P _{min} - P _{max} , кВт	ΣP _н , кВт					P _{орт} кВт	Q _{орт} квар			P _е , кВт	Q _е , квар	S _е , кВА		
	Жарықтық								4	3			4	3			
	Барлығы								164	123			308	123	331.6	40	51
14	Орталық зауоттық зертхана																
	Күштік	17	1-10	85	>3	0.4	0.7	1.02	34	34.6	17	1.3	44.2	38			
	Жарықтық								6	6.1			6	6.1			
	Барлығы								40	40.7			50.2	44.1	66.8	18	43
15	Әкімшілік корпус, асхана																
	Күштік	1	1-30	300	>3	0.4	0.9	0.48	120	57.6	20	1.2	144	57.6			
	Жарықтық								32.9	15.7			32.9	15.7			
	Барлығы								152.9	73.3			176.9	73.3	191.4	33	67
17	Резервуар паркі																
	Күштік	12	25-50	450	<3	0.3	0.65	1.16	135	156.6	18	1.5	202.5	156.6			
	Жарықтық								12.4	14.3			12.4	14.3			
	Барлығы								147.4	170.9			214.9	170.9	274.5	37	20
	Территорияны жарықтандыру												153.5	73.6			
	Зауыт бойынша												11836.2	8465.5	14552		

1.3 Ықтималды трансформатор санын табу және реактивті қуатты өтемдеу

Реактивті қуатты электр желісі арқылы тасымалдау — сымдар мен кабельдердің көлденең қималарын ұлғайтуға, трансформаторлардың үлкенірек қуатпен таңдалуына және желідегі қосымша қуат шығындарының артуына себеп болады. Мұндай шығындардың алдын алу үшін желі ішінде реактивті қуатты компенсациялау әдістері қолданылады.

Цехтағы трансформаторлардың қажетті қуаты мен санын дұрыс анықтау кезінде бірнеше маңызды факторлар ескерілуі қажет. Атап айтқанда: электрмен жабдықтау сенімділігінің талап етілетін санаты, 1 кВ-қа дейінгі кернеудегі реактивті қуатты өтеу мүмкіндігі, сондай-ақ трансформаторлардың қалыпты және төтенше жағдайлар кезіндегі жұмысқа бейімділігі.

$$P_{e0,4}=11836.2 \text{ кВт};$$

$$Q_{e0,4}=8465.5 \text{ квар};$$

$$S_{e0,4}=14552 \text{ кВА}.$$

Қажетті трансформаторлардың минималды санын келесі формула арқылы анықтаймыз:

$$N_{\text{т min}} = \frac{P_{\text{р 0,4}}}{K_3 \times S_{\text{нт}}} + \Delta N = \frac{11836.2}{0.8 \times 1600} = 9.2 + 0.8 = 10 \quad (1.10)$$

$S_{\text{нт}}=1600$ кВА қуатына ие трансформаторы таңдалады.

$K_3=0.8$ себебі, зауыт 2-ші категориялы кәсіпорын

Таңдалған трансформаторлар саны ең жоғары реактивті қуатын анықтайды Q_1 .

$$Q_1 = \sqrt{(N_{\text{тз}} \times S_{\text{нт}} \times K_3)^2 - P_{\text{р 0,4}}^2} = \sqrt{(10 \times 1600 \times 0.8)^2 - 11836.2^2} = 4872.8 \text{ квар}. \quad (1.11)$$

0,4 кВ деңгейіндегі шиналар жүйесінде реактивті қуаттың теңгерімі ережелеріне сүйене отырып, $Q_{\text{нбк}}$ шамасын табамыз. Бұл есептеу желідегі тұтыну мен компенсация көлемдерінің өзара сәйкестігін бағалауға мүмкіндік береді.

$$Q_{\text{нбк}} + Q_1 = Q_{\text{р}} \quad (1.12)$$

$$Q_{\text{нбк}} = Q_{\text{р 0,4}} - Q_1 = 8465.5 - 4872.8 = 3592.7 \text{ квар}$$

Бір батарея конденсатор қуатын анықтаймыз:

$$Q_{\text{нбк III}} = \frac{Q_{\text{нбк}}}{N_{T3}} = \frac{3592.7}{10} \approx 359.2 \text{ квар.} \quad (1.13)$$

1.4 – кесте – ҚТС бойынша цех жүктемелерін тарату

№ ҚТС S _{нт} , Q _{нбк III}	Цех	P _{е0.4} , кВт	Q _{е0.4} , квар	S _{е0.4} , кВА	K _з
ҚТС 1-2 (4x1600) ΣS _н =4·1600=6400 кВА Q _{нбк} =4·359.2=1436.8 квар Барлығы	8	2993.9	2042.9		
	9	1219.8	836.1		
	10	479.1	327.2		
	Жарық.	153.5	73.6		
		4846.3	3279.8		
			-1436.8		
		4846.3	1843	5185	0.93
ҚТС 3 (2x1600) ΣS _н =2·1600=кВА Q _{нбк} =2·359.2=718.4 квар Барлығы	6	803	467.2		
	7	730.5	678.8		
	11	73.6	75		
	17	214.9	170.9		
		1822	1391.9		
			-718.4		
		1822	673.5	1942.4	0.93
ҚТС 4-5 (4x1600) ΣS _н =4·1600=6400кВА Q _{нбк} =4·359.2=1436.8квар Барлығы	1	1219.5	764.6		
	2	1111.8	1032		
	3	724.7	494.7		
	4	575.4	452.2		
	5	851.8	681.8		
	12	149.6	128.1		
	13	308	123		
	14	50.2	44.1		
	15	176.9	73.3		
		5168	3793.8		
			-1436.8		
		5168	2357	5680	0.9

1.4 $Q_{\text{нбк}}$ -ны ҚТС-ның жүктемелеріне тең бөлу

Берілгені:

$$Q_{\epsilon 0,4}=8465.5 \text{ квар}; \quad Q_{\text{нбк}}=3592.7 \text{ квар}.$$

ҚТС 1-2:

$$Q_{\epsilon \text{ ҚТС1-2}}=3279.8 \text{ квар}, \quad Q_{\text{р нбк}}=x,$$

$$Q_{\text{р нбк}} = \frac{Q_{\text{нбк}} \times Q_{\text{р ҚТС1-2}}}{Q_{\epsilon 0,4}} = \frac{3592.7 \cdot 3279.8}{8465.5} = 1392 \text{ квар}, \quad (1.14)$$

Анықтамадан (Ю. Г. Барыбина) УКЛН-0,38-450-150 УЗ конденсаторлық қондырғысын таңдаймыз, ал нақты реактивті қуат:

$$Q_{\phi \text{ ҚТС1-2}}=4 \cdot 450 = 1800 \text{ квар},$$

ал компенсацияланбаған қуат :

$$Q_{\text{ком}}=Q_{\epsilon \text{ ҚТС1-2}} - Q_{\phi \text{ ҚТС1-2}}= 3279.8-1800=1480 \text{ квар}. \quad (1.15)$$

ҚТС 3:

$$Q_{\epsilon \text{ ҚТС3}}= 1392 \text{ квар}, \quad Q_{\epsilon \text{ нбк}}=x,$$

$$Q_{\text{р нбк}} = \frac{Q_{\text{нбк}} \times Q_{\epsilon \text{ ҚТС3}}}{Q_{\epsilon 0,4}} = \frac{3592.7 \cdot 1392}{8465.5} = 590.7 \text{ квар}, \quad (1.16)$$

УКТБ-0,38-150 УЗ конденсаторлық қондырғысын таңдаймыз, ал нақты реактивті қуат:

$$Q_{\phi \text{ ҚТС3}}=2 \times 150=300 \text{ квар}.$$

Компенсацияланбаған қуат:

$$Q_{\text{ком}}= Q_{\epsilon \text{ ҚТС3}} - Q_{\phi \text{ ҚТС3}}= 1392-300=1092 \text{ квар}. \quad (1.17)$$

ҚТС 4-5:

$$Q_{e\text{ КТС4-5}}=3794 \text{ квар}, Q_{e\text{ нбк}}=x,$$

$$Q_{e\text{ нбк}} = \frac{Q_{\text{нбк}} \times Q_{e\text{ КТС4-5}}}{Q_{e0,4}} = \frac{3592.7 \cdot 3794}{8465.5} = 1610 \text{ квар}. \quad (1.18)$$

Төмен кернеулі конденсаторлық қондырғылар: УКЛН-0,38-450-150 УЗ
Нақтыланған реактивті қуат шамасы:

$$Q_{\phi\text{ КТС4-5}} = 4 \cdot 450 = 1800 \text{ квар}$$

Ал компенсацияланбаған қуат:

$$Q_{\text{ком}} = Q_{e\text{ КТС4-5}} - Q_{\phi} = 3794 - 1800 = 1994 \text{ квар}. \quad (1.19)$$

1.5 – кесте – реактивті қуатты өтеудің нақтыланған жіктелуі

№ КТС	$Q_{e\text{ КТС}}$	$Q_{e\text{ нбк КТС}}$	$Q_{\text{факт нбк КТС}}$	$Q_{\text{ком}}$
КТС 1-2	3279.8	1392	1800	1480
КТС 3	1392	590.7	300	1092
КТС 4-5	3794	1610	1800	1994
Барлығы	8465.8	3592.7	3900	4566

1.5 Мұнай өңдеуіш зауытының нақтыланған жүктемесінің есептелуі

1.5.1 КТС-дағы қуат шығындарын анықтау

Трансформатордағы активті қуат шығындары:

$$\Delta P_{\text{т}} = \Delta P_{\text{бж}} + \Delta P_{\text{кт}} \cdot K_3^2 \quad (1.20)$$

Трансформатордың реактивті қуат шығындары:

$$\Delta Q_{\text{т}} = \Delta Q_{\text{бж}} + \Delta Q_{\text{кт}} \cdot K_3^2 = \frac{I_{\text{бж}}}{100} \cdot S_{\text{нт}} + \frac{U_{\text{кт}}}{100} \cdot S_{\text{нт}} \cdot K_3^2 \quad (1.21)$$

ТМН-1600-10/0.4 Трансформаторын таңдаймыз

$U_{\text{В}}=6 \text{ кВ}$, $U_{\text{Н}}=0.4 \text{ кВ}$, $\Delta P_{\text{бж}}=1,31 \text{ кВт}$, $\Delta P_{\text{кт}}=8,5 \text{ кВт}$, $I_{\text{бж}}=2\%$, $U_{\text{кт}}=5,5\%$

ҚТС 1-2:

$$K_3=0.93, N=4.$$

$$\Delta P_m = (1.31 + 8.5 \cdot 0.93^2) \cdot 4 = 34.6 \text{ кВт}.$$

$$\Delta Q_m = 0.01 \cdot (2 + 5.5 \cdot 0.93^2) \cdot 4 \cdot 1600 = 432.4 \text{ квар}.$$

ҚТС 3:

$$K_3=0.93, N=2.$$

$$\Delta P_m = (1.31 + 8.5 \cdot 0.93^2) \cdot 2 = 17.3 \text{ кВт}.$$

$$\Delta Q_m = 0.01 \cdot (2 + 5.5 \cdot 0.93^2) \cdot 2 \cdot 1600 = 216.2 \text{ квар}.$$

ҚТС 4-5:

$$K_3=0.9, N=4.$$

$$\Delta P_m = (1.31 + 8.5 \cdot 0.9^2) \cdot 4 = 32.8 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_m = 0.01 \cdot (2 + 5.5 \cdot 0.9^2) \cdot 4 \cdot 1600 = 413.1 \text{ квар}.$$

Соммалық шығындар:

$$\begin{aligned} \Sigma P_{1-10} &= 34.6 + 17.3 + 32.8 = 84.7 \text{ кВт}, \\ \Sigma Q_{1-10} &= 432.4 + 216.2 + 413.1 = 1061.7 \text{ квар}. \end{aligned}$$

1.5.2 Синхронды қозғалтқыштардың қуаттарын есептеу

9-шы цех синхронды қозғалтқышы бойынша берілген мәліметтер:

$$P_{\text{н.СК}} = 1250 \text{ кВт}; \cos \varphi = 0.805; N_{\text{СК}} = 4; K_3 = \beta = 0.85.$$

Қозғалтқыштардың активті және реактивті қуаттарын есептейміз:

$$P_e = P_{\text{н.СК}} \cdot N_{\text{СК}} \cdot K_3 = 1250 \cdot 4 \cdot 0.85 = 4250 \text{ кВт}. \quad (1.22)$$

$$Q_{e\text{СК}} = P_{e\text{СК}} \cdot \tan \varphi = 4250 \cdot 0.737 = 3132 \text{ квар}. \quad (1.23)$$

$$S_{e\text{СК}} = \frac{P_{e\text{СК}}}{\cos \varphi} = \frac{4250}{0.805} = 5279.5 \text{ кВА}. \quad (1.24)$$

Бір қозғалтқыш үшін:

$$S_{eCK} = \frac{S_{eCK}}{N} = \frac{5279.5}{4} = 1320 \text{ кВА} \quad (1.25)$$

16-шы цех бойынша берілген мәліметтер

$P_{нCK} = 750 \text{ кВт}; \cos \varphi = 0,9; N_{CK} = 4; \kappa_3 = \beta = 0.85.$

Қозғалтқыштардың активті және реактивті қуаттарын есептейміз:

$$P_e = P_{нCK} \cdot N_{CK} \cdot K_3 = 750 \cdot 4 \cdot 0.85 = 2550 \text{ кВт} \quad (1.26)$$

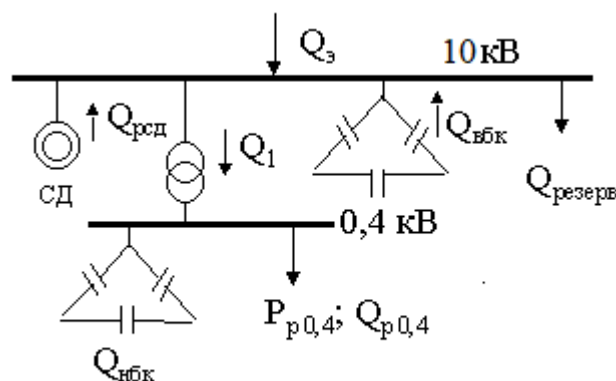
$$Q_{eCK} = P_{eCK} \cdot \operatorname{tg} \varphi = 2550 \cdot 0,48 = 1224 \text{ квар.} \quad (1.27)$$

$$S_{eCK} = \frac{P_{eCK}}{\cos \varphi} = \frac{2550}{0,9} = 2833.3 \text{ кВА.} \quad (1.28)$$

Бір қозғалтқыш үшін:

$$S_{eCK} = \frac{S_{eCK}}{N} = \frac{2833.3}{4} = 708 \text{ кВА} \quad (1.29)$$

1.5.3 БТҚС-ның 10 кВ желісіндегі реактивті қуатты өтемелеу
Орыналмасу схемасы келесідей болады.



1.2 - сурет - Орыналмасу схемасы

Резервті қуат:

$$Q_{рез} = 0.1 \cdot \Sigma Q_{есеп} = 0.1 \cdot (Q_{e0.4} + \Delta Q_T) \quad (1.30)$$

$$Q_{рез} = 0.1 \cdot (8465.5 + 1061.7) = 952.7 \text{ квар}$$

Энергожүйе қуаты:

$$Q_{\Sigma} = 0.25 \cdot \Sigma P_e = 0.25 \cdot (P_{e0.4} + P_{CK} + \Delta P_T) \quad (1.31)$$

$$Q_{\Sigma} = 0.25 \cdot (11836.2 + 84.7 + 5000 + 3000) = 4980.2 \text{ квар}$$

ВБК қуатын есептейміз:

$$Q_{ВБК} = Q_{e0.4} + \Delta Q_T + Q_{рез} - Q_{\Sigma} - Q_{CK} - Q_{НБК}, \quad (1.32)$$

$$Q_{ВБК} = -4073 \text{ квар.}$$

$Q_{ВБК} < 0$ квар болғандықтан, ВБК таңдамалмайды.

1.6 – кесте – Зауыттың нақтыланған есебі

ҚТС	Цех	п	Орн. қуат		K _и	Орташа қуат		N _э	K _м	Есептік қуат			K _з						
			P _{min} -P _{max}	Ортақ ΣP _н , кВт		P _{орт} кВт	Q _{орт} квар			P _е , кВт	Q _е , квар	S _е , кВА							
ҚТС 1-2 4x1600 күштік жарықтандыру Тер. Жарық. Қнбк Барлығы	8	75	1-90	5400		2700	2025												
	9	60	1-85	2100		1050	787.5												
	10	35	1-85	650		357.5	314.6												
		170	1-90	8150	0.45	4107.5	3127	181	1.05	4313	3127								
											103.1			79.1					
											153.5			73.6					
														-1436					
											4570			1843.7	4928	0.92			
ҚТС 3 2x1600 күштік жарықтандыру Қнбк Барлығы	6	45	1-80	1200		600	450												
	7	40	1-45	1300		650	663												
	11	20	1-10	300		60	61.2												
	17	12	25-50	4510		135	156.6												
		117	1-80	7310	0.5	1445	1330.8	183	1.05	1517.2	1330.8								
											58.5			55					
														-718					
											1575.7			667.8	1711.3	0.92			

1.6 – кесте жалғасы

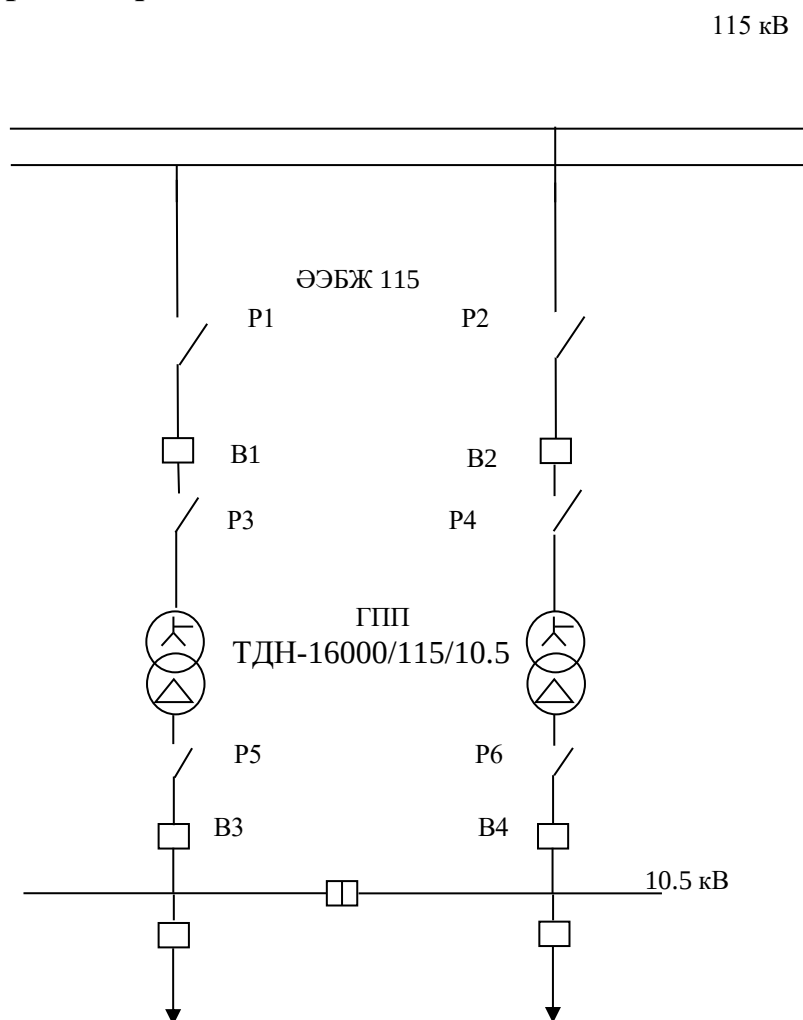
ҚТС	Цех	n	Орн. қуат		К _и	Орташа қуат		N _э	K _м	Есептік қуат			K _з
			P _{min} - P _{max}	Ортақ ΣP _н , кВт		P _{орт} кВт	Q _{орт} квар			P _е , кВт	Q _е , квар	S _е , кВА	
ҚТС 4-5 4x1600	1	45	1-90	2000		1000	750						
	2	45	1-85	2000		1000	1020						
	3	30	1-45	1300		650	487.5						
	4	25	1-85	1100		440	448.8						
	5	20	1-150	1400		770	677.6						
	12	45	1-12	400		120	122.4						
	13	15	1-20	400		160	120						
	14	17	1-10	85		34	34.6						
	15	1	1-30	300		120	57.6						
	күштік жарықтандыру Қнбк Барлығы		223	1-150	8985	0.6	4294	3718.5	120	1.07	4594.5	3718.5	
							97.7	72					
								-1436					
							4692.2	2354.5	5250	0.89			
Трансф. Шығыны										84.7	1061.7		
Жалпы жүктеме. 0,4кВ келтірілген										10923	5928		
СҚ	9	4	1250	5000						4250	-3132.2		
СҚ	16	4	750	3000						2550	-1224		
Жалпы завод										17723	1571.8	17792	

2 Электрмен қамту нұсқаларын қарастыру

Қорек энергосүйенің 63 МВА қуатына және 115/37 кВ кернеуіне ие екі үш орамды трансформаторлар орналасқан қосалқы станциясынан алынуы мүмкін. Трансформаторлар бөлек жұмыс істейді. Энергосүйе қуаты 600 МВА-ға тең. 115 кВ жағындағы қысқа тұйықталу қуаты 1800 МВА-ға тең. Қосалқы станциядан зауытқа дейінгі қашықтық 17 км.

- а) Бірінші нұсқа – 115 кВ ӘӘБЖ дәнекерлеу;
- б) Екінші нұсқа – ӘБЖ 35 кВ;

2.1 Бірінші нұсқа



2.1 - сурет - Электрмен жабдықтаудың бірінші нұсқасы

Бірінші нұсқа үшін электр қондырғыларын таңдау.

- 1) БТҚС трансформаторларын таңдаймыз:

$$S = \sqrt{P_e^2 + Q_e^2} = \sqrt{17723^2 + 4980.2^2} = 18410 \text{ кВА.} \quad (2.1)$$

Қуаты 16000 кВА екі трансформатор таңдаймыз.
Жүктелу коэффициенті:

$$K_3 = \frac{S_e}{2 \cdot S_H} = \frac{18410}{2 \cdot 16000} = 0.57. \quad (2.2)$$

Трансформаторлардың паспорттық мәліметтері:

Трансформатор типі ТДН –16000/110;

$S_H = 16 \text{ МВА}$, $U_{BH} = 115 \text{ кВ}$, $U_{HH} = 10.5 \text{ кВ}$, $\Delta P_{бж} = 18 \text{ кВт}$, $\Delta P_{кт} = 85 \text{ кВт}$,
 $U_{кт} = 10.5\%$, $I_{бж} = 0.5\%$.

Трансформаторлардың қуаттық шығындарын есептеу:

Активті қуат:

$$\Delta P_{тбтп} = 2 \cdot (\Delta P_{бж} + \Delta P_{кт} \cdot K_3^2) = 2 \cdot (18 + 85 \cdot 0.57^2) = 91.2 \text{ кВт.} \quad (2.3)$$

Реактивті қуат:

$$\Delta Q_{тбтп} = 0.02 \cdot (I_{xx} + U_{кз} \cdot K_3^2) \cdot S_H, \quad (2.4)$$

$$\Delta Q_{тбтп} = 0.02 \cdot (0.5 + 10.5 \cdot 0.57^2) \cdot 16000 = 1251.6 \text{ квар.}$$

Трансформаторлардағы энергия шығындары:

Үш ауысымды жұмыс режимі үшін $T_{қос} = 6000 \text{ сағ}$. Ал $T_{макс} = 6000 \text{ сағ}$.

Мұндай жағдайда ең көп мүмкін шығын уақыты келесі формула арқылы есептеледі:

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

Трансформаторлардағы активті энергия шығындары:

$$\Delta W = 2 \cdot (\Delta P_{бж} \cdot T_{қос} + \Delta P_{кт} \cdot \tau \cdot K_3^2)$$

$$\Delta W = 2 \cdot (18 \cdot 6000 + 85 \cdot 4592 \cdot 0,57^2) = 469629 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}$$

ЭБЖ –115 кВ.

ЭБЖ бойымен өтетін толық қуаттың мәні:

$$S_{\text{эбж}} = \sqrt{(P_e + \Delta P_{\text{тбтн}})^2 + Q_9^2} = \sqrt{(17723 + 91.2)^2 + 4980.2^2} = 18497.2 \text{ кВА}.$$

Бір желімен жүретін ток:

$$I_e = \frac{S_{\text{эбж}}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{18497.2}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 115} = 46.4 \text{ А}.$$

Апаттық режим тоғы:

$$I_a = 2 \times I_e = 2 \times 46.4 = 92.8 \text{ А}. \quad (2.5)$$

Экономикалық ток тығыздығы арқылы сым қимасын анықтаймыз:

$$F = \frac{I_e}{j} = \frac{46.4}{1} = 46.4 \text{ мм}^2. \quad (2.6)$$

Бұл жағдайда $j = 1 \text{ А/мм}^2$ мәні — $T_m = 6000$ сағат болғанда және өткізгіш материалы ретінде алюминий сымдар қолданылғандағы экономикалық ток тығыздығы ретінде алынады.

Маркасы АС –70/11 кабель таңдаймыз $I_{\text{кос}} = 265 \text{ А}$.

Таңдалған кабельдің жылулық жүктемеге төзімділігі рұқсат етілген қызу шегіне сәйкестігі тұрғысынан тексеріледі.

Есептік ток кезінде:

$$I_{\text{кос}} = 265 \text{ А} > I_e = 46.4 \text{ А}$$

Апаттық режимде:

$$I_{\text{кос а}} = 1,3 \times I_{\text{кос}} = 1,3 \times 265 = 347 \text{ А} > I_a = 92.8 \text{ А}. \quad (2.7)$$

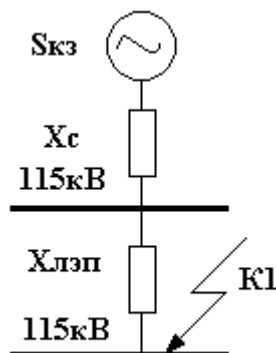
ЭБЖ-нің электроэнергия шығындары:

$$\Delta W_{\text{эбж}} = 2 \cdot 3 \cdot I_p^2 \cdot R \cdot 10^{-3} \cdot \tau = 2 \cdot 3 \cdot 46.4^2 \cdot 7.3 \cdot 10^{-3} \cdot 4592 = 433023 \text{ кВтсағ},$$

мұнда $R=r_0 \cdot L=0,43 \times 17=7.3$ Ом,
 $r_0=0.43$ Ом/км - қималы алюминий сымның меншікті кедергісі.

1) $U=115$ кВ сөндіргіштер мен ажыратқыштарды таңдау

Таңдау алдында орыналмасу схемасын (2.2 сурет) сызып, қысқа тұйықталу тогын есептейік.



2.2 – сурет – Орыналмасу схемасы

$S_b=1000$ МВА; $U_b=115$ кВ.

$$x_c = \frac{S_6}{S_{KT}} = \frac{1000}{1800} = 0.55 \text{ о.е.}$$

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \times U_H} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 115} = 5.02 \text{ кА}; \quad (2.8)$$

$$X_{ж} = X_0 \cdot L \cdot \frac{S_6}{U_{cp}^2} = 0.4 \cdot 17 \cdot \frac{1000}{115^2} = 0.51 \text{ о.е.} \quad (2.9)$$

$$I_{k1} = \frac{I_6}{X_c + X_{ж}} = \frac{5.02}{0.55 + 0.51} = 4.73 \text{ кА}; \quad (2.10)$$

$$i_y = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_{k1} = \sqrt{2} \cdot 1.8 \cdot 4.73 = 12 \text{ кА}. \quad (2.11)$$

В1 В2 В3 В4 ажыратқыштарын таңдаймыз
 Ажыратқыш ВБО-110-31,5/2000

$$I_{ном}=2000 \text{ А} > I_a=92.8 \text{ А};$$

$$I_{айыр}=31,5 \text{ кА} > I_{k1}=4.73 \text{ кА};$$

$$I_{\text{пред}}=62\text{кА}>I_y=12\text{кА};$$

$$I_{\text{терм}}=31,5\text{кА}>I_{k1}=4.73\text{кА}$$

Р1-Р6 айырғыштарын таңдау:
Айырғыш РДЗ-110/1000 УХЛ1

$$I_{\text{ном}}=1000\text{А}>I_a=92.8\text{А}$$

$$I_{\text{дин}}=100\text{кА}>I_y=12\text{кА}$$

$$I_{\text{терм}}=40\text{кА}>I_{k1}=4.73\text{кА}$$

ӘЭБЖ-115 кВ нұсқасының қондырғы шығындарын есептеу

Ажыратқыштарға кететін шығындар: В1-2, В3-4 (4 дана)

$$K_{B1-4}=n \cdot K_B \quad (2.12)$$

$$K_{B1-4}=4 \cdot 1.7 \cdot 10^6 = 6.8 \text{ млн. тг.}$$

Айырғышқа кететін шығындар: Р1-2, Р3-4, Р5-6 (6 дана)

$$K_{P1-6}=4 \cdot 3 \cdot 10^6 = 12 \text{ млн. тг.}$$

БТҚС трансформаторларының шығыны:

$$K_{TP}=2 \cdot 90 \cdot 10^6 = 180 \text{ млн. тг.}$$

Жабдықтарға кететін толық шығын:

$$K_{\text{ж}} = K_{B1-4} + K_{P1-6} + K_{TP1-2} = 6.8 + 12 + 180 = 198.8 \text{ млн. тг.} \quad (2.13)$$

ӘЭБЖ-115 шығыны:

$$K_{\text{уд}} = 4.5 \cdot 10^6 \text{ тг/км}$$

$$K_{\text{ЭБЖ}} = L \cdot K_{\text{уд}} = 17 \cdot 4.5 \cdot 10^6 = 76.5 \text{ млн. тг.} \quad (2.14)$$

$$K_{\Sigma} = K_{\text{ж}} + K_{\text{ЭБЖ}} = 198.8 + 76.5 = 275.3 \text{ млн. тг.} \quad (2.15)$$

ЭБЖ қолданысының шығындары:

$$I_{\text{экс ЭБЖ}} = H_{\text{ЭБЖ}} \cdot K_{\text{ЭБЖ}} = 0.028 \cdot 76.5 = 2.1 \text{ млн. тг.} \quad (2.16)$$

$H_{\text{ЭБЖ}}$ - ЭБЖ қолданыс шығынының нормасы, 2.8%-ға тең.

ЭЭБЖ амортизациялық шығыны:

$$I_{\text{аЭБЖ}} = H_{\text{аЭБЖ}} \cdot K_{\text{ЭБЖ}} = 0.1 \cdot 76.5 = 7.6 \text{ млн. тг.} \quad (2.17)$$

$H_{\text{аЭБЖ}}$ -ЭБЖ амортизация шығынының нормасы, 10% құрайды.
Қондырғы эксплуатациясының шығыны:

$$I_{\text{Экс. қон.}} = H_{\text{Э қон.}} \cdot K_{\text{Ж}} = 0.03 \cdot 198.8 \cdot 10^6 = 5.9 \text{ млн. тг.} \quad (2.18)$$

Бұл жерде $H_{\text{Э қон.}}$ -қондырғының эксплуатация шығындарының нормасы, 3%.

Қондырғының амортизациялық шығындары:

$$I_{\text{а қон}} = H_{\text{а қон}} \cdot K_{\text{Ж}} = 0.15 \cdot 198.8 \cdot 10^6 = 29.8 \text{ млн. тг.} \quad (2.19)$$

$H_{\text{а қон}}$ - қондырғының амортизация шығынының нормасы, 15%.

Шығын құны:

$$I_{\text{шығ}} = C_o + W_{\text{ЭБЖ}} = 8.87 \cdot 433023 = 3.8 \text{ млн. тг.} \quad (2.20)$$

C_o -электроэнергия бағасы

Соммалық шығындар:

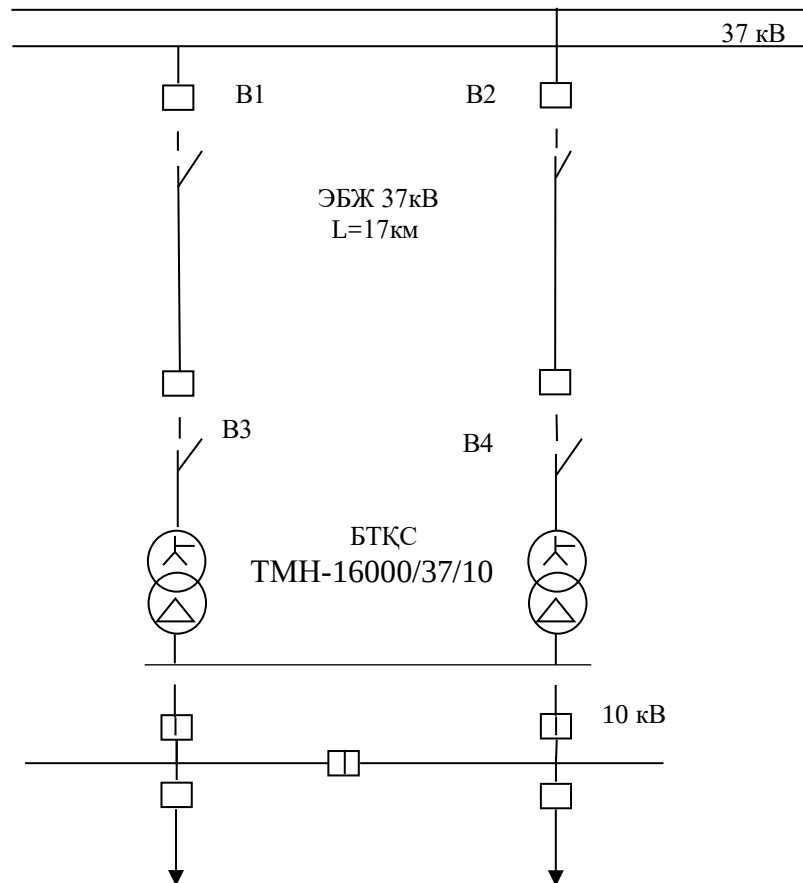
$$I_{\Sigma} = I_{\text{Экс ЭБЖ}} + I_{\text{Экс. қон}} + I_{\text{а қон}} + I_{\text{аЭБЖ}} + I_{\text{шығ}} = 2.1 + 5.9 + 29.8 + 7.6 + 3.8 = 49.2 \text{ млн. тг.}$$

Келтірілген шығындар есептемесі:

$$З = E_c \cdot K_{\Sigma} + I_{\Sigma} = 0.15 \cdot 275.3 + 49.2 = 90.5 \text{ млн. тг.} \quad (2.21)$$

E_c -салыстырмалық экономикалық эффективтілік коэффициенті, 0.15.

2.2 Екінші нұсқа



2.3 - сурет - Электрмен жабдықтаудың екінші нұсқасы

Екінші нұсқа бойынша электр жабдықтарын таңдау

1) БТҚС трансформаторларын таңдау:

$$S = \sqrt{P_e^2 + Q_e^2} = \sqrt{17723^2 + 4980.2^2} = 18410 \text{ кВА.} \quad (2.22)$$

Жобада әрқайсысының қуаты 16000 кВА болатын екі трансформатор таңдалып алынады.

Жүктелу коэффициенті:

$$K_3 = \frac{S_e}{2 \cdot S_H} = \frac{18410}{2 \cdot 16000} = 0.57. \quad (2.23)$$

Трансформаторлардың паспорттық мәліметтері:

Типі ТДН –16000/37/10.5;

$S_H=16000$ кВА, $U_{BH}=37$ кВ, $U_{HH}=10.5$ кВ, $\Delta P_{\text{бж}}=21$ кВт, $\Delta P_{\text{кт}}=90$ кВт, $U_{\text{кт}}=8\%$, $I_{\text{бж}}=0.75\%$.

Трансформаторларда орын алатын қуат жоғалтулары
Активті қуат:

$$\Delta P_{\text{тбтс}} = 2 \cdot (\Delta P_{\text{бж}} + \Delta P_{\text{кт}} \cdot K_3^2) = 2 \cdot (21 + 90 \cdot 0.57^2) = 100.4 \text{ кВт} \quad (2.24)$$

Реактивті қуат:

$$\Delta Q_{\text{тбтс}} = 0.02 \cdot (I_{\text{бж}} + U_{\text{кт}} \cdot K_3^2) \cdot S_H \quad (2.25)$$

$$\Delta Q_{\text{тбтс}} = 0.02 \cdot (0.75 + 8 \cdot 0.57^2) \cdot 16000 = 1071.7 \text{ квар}$$

Трансформаторларда туындайтын энергия жоғалтулары
Үш ауысыммен жұмыс істейтін режимге сәйкес $T_{\text{қос}}=6000$ сағ,
 $T_{\text{макс}}=6000$ сағ.

Осыған сәйкес, энергия шығынының ең жоғары уақыты:

$$\tau = (0.124 + T_M \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 \quad (2.26)$$

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

БТҚС трансформаторлардағы активті энергия шығындары:

$$\Delta W = 2 \cdot (\Delta P_{\text{бж}} \cdot T_{\text{қос}} + \Delta P_{\text{кт}} \cdot \tau \cdot K_3^2) \quad (2.27)$$

$$\Delta W = 2 \cdot (21 \cdot 6000 + 90 \cdot 4592 \cdot 0.57^2) = 520549 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}$$

2) ЭБЖ –37 кВ.

ЭБЖ бойымен өтетін толық қуат мәні:

$$S_{\text{ЭБЖ}} = \sqrt{(P_e + \Delta P_{\text{тбтс}})^2 + Q_3^2} \quad (2.28)$$

$$S_{\text{ЭБЖ}} = \sqrt{(17723 + 100.4)^2 + 4980.2^2} = 18506 \text{ кВА}$$

Бір желі арқылы өтетін ток:

$$I_e = \frac{S_{\text{ЭБЖ}}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{18506}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 37} = 144.3 \text{ A} . \quad (2.29)$$

Апаттық режим тоғы:

$$I_a = 2 \times I_e = 2 \times 144.3 = 288.6 \text{ A} . \quad (2.30)$$

Экономикалық тоқ тығыздығы арқылы сым қимасын анықтаймыз:

$$F = \frac{I_e}{j} = \frac{144.3}{1} = 144.3 \text{ мм}^2, \quad (2.31)$$

Бұл жағдайда $j = 1 \text{ A/мм}^2$ мәні — $T_m = 6000$ сағат болғанда және өткізгіш материалы ретінде алюминий сымдар қолданылғандағы экономикалық тоқ тығыздығы ретінде алынады.

АС –185/24 сым таңдаймыз $I_{\text{кос}} = 520 \text{ A}$.

Тексеру:

Есептік ток кезінде:

$$I_{\text{кос}} = 520 \text{ A} > I_e = 144.3 \text{ A} .$$

Апаттық режимде:

$$I_{\text{кос а}} = 1.3 \cdot I_{\text{кос}} = 1.3 \times 520 = 1560 \text{ A} > I_a = 288.6 \text{ A} .$$

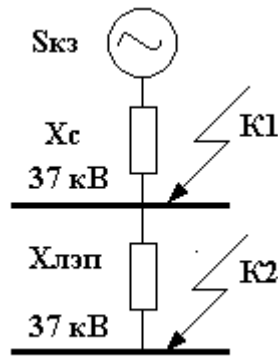
ЭБЖ-нің электроэнергия шығындары:

$$\Delta W_{\text{эбж}} = 2 \cdot 3 \cdot I_e^2 \cdot R \cdot 10^{-3} \cdot \tau = 2 \cdot 3 \cdot 144.3^2 \cdot 2.66 \cdot 10^{-3} \cdot 4592 = 1526045 \text{ кВтс/аг}$$

$$R = r_0 \times L = 0.157 \times 17 = 2.66 \text{ Ом},$$

мұнда $r_0 = 0.157 \text{ Ом/км}$ - қимасы белгілі алюминий өткізгіштің меншікті кедергісі, $l = 17 \text{ км}$ – электр беріліс желісінің ұзындығы. $X = 0.41 \text{ Ом/км}$

$U = 37 \text{ кВ}$ ажыратқыштарды таңдау



2. 4– сурет –Орынбасу схемасы

$S_6=1000$ МВА; $U_6=37$ кВ.

$$x_c = \frac{S_6}{S_{КТ}} = \frac{1000}{1800} = 0.55 \text{ о.е.} \quad (2.32)$$

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \times U_H} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 37} = 15.6 \text{ кА.} \quad (2.33)$$

$$X_{ж} = X_0 \cdot L \cdot \frac{S_6}{U_{ср}^2} = 0.41 \cdot 17 \cdot \frac{1000}{37^2} = 5.09 \text{ о.е.} \quad (2.34)$$

$$I_{k1} = \frac{I_6}{X_c} = \frac{15.6}{0.55} = 28.3 \text{ кА;} \quad (2.35)$$

$$I_{k2} = \frac{I_6}{X_c + X_{ж}} = \frac{15.6}{0.55 + 5.09} = 2.76 \text{ кА;} \quad (2.36)$$

$$i_{y1} = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_{k1} = \sqrt{2} \cdot 1.8 \cdot 28.3 = 71.8 \text{ кА.} \quad (2.37)$$

$$i_{y2} = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_{k2} = \sqrt{2} \cdot 1.8 \cdot 2.76 = 7.16 \text{ кА.}$$

В1 және В2 Ажыратқыштарын таңдау:

Ажыратқыш ВГБ-35-60/1000

$$I_{ном} = 1000 \text{ А} > I_a = 288.6 \text{ А;}$$

$$I_{айыр} = 60 \text{ кА} > I_{k1} = 28.3 \text{ кА;}$$

$$I_{\text{пред}}=120\text{кА}>I_y=71.8\text{кА};$$

$$I_{\text{терм}}=60\text{кА}>I_{k1}=28.3\text{кА};$$

В3 және В4 Ажыратқыштарын таңдау

Ажыратқыш ВГБ-35-12,5/630

$$I_{\text{ном}}=630\text{А}>I_{\text{ав}}=288.6\text{А};$$

$$I_{\text{айыр}}=12.5\text{кА}>I_{k2}=2.76\text{кА};$$

$$I_{\text{пред}}=25\text{кА}>I_y=7.16\text{кА};$$

$$I_{\text{терм}}=12.5\text{кА}>I_{k2}=2.76\text{кА};$$

Р1-Р4 айырғыштарын таңдау:

Айырғыш РДЗ-35/3150 УХЛ1

$$I_{\text{ном}}=3150\text{А}>I_a=288.6\text{А}$$

$$I_{\text{дин}}=125\text{кА}>I_y=71.8\text{кА}$$

$$I_{\text{терм}}=50\text{кА}>I_{k1}=28.3\text{кА}$$

Қондырғы шығындары

Ажыратқыштарға кететін шығындар: В1-2, В3-4 (4 дана)

$$K_{B1-4}=n \cdot K_B$$

$$K_{B1-2}=2 \cdot 20 \cdot 10^6=40 \text{ млн. тг.}$$

$$K_{B3-4}=2 \cdot 12.5 \cdot 10^6=25 \text{ млн. тг.}$$

Айырғышқа кететін шығындар: Р1-2, Р3-4, Р5-6 (6 дана)

$$K_{P1-4}=4 \cdot 0.8 \cdot 10^6=3.2 \text{ млн. тг.}$$

$$K_{P5-6}=2 \cdot 0.4 \cdot 10^6=0.8 \text{ млн. тг.}$$

БТҚС трансформаторларының шығыны:

$$K_{TP}=2 \cdot 60 \cdot 10^6=120 \text{ млн. тг.}$$

Жабдықтарға кететін толық шығын:

$$K_{\text{ж}} = K_{B1-4} + K_{P1-6} + K_{TP1-2} = 40 + 25 + 3.2 + 0.8 + 120 = 189 \text{ млн. тг.}$$

ЭБЖ-35 шығыны:

$$K_{\text{уд}} = 2.5 \cdot 10^6 \text{ тг/км}$$

$$K_{\text{ЭБЖ}} = L \cdot K_{\text{уд}} = 17 \cdot 2.5 \cdot 10^6 = 42.5 \text{ млн. тг.}$$

$$K_{\Sigma} = K_{\text{ж}} + K_{\text{ЭБЖ}} = 189 + 42.5 = 231.5 \text{ млн. тг.}$$

ЭБЖ қолданысының шығындары:

$$I_{\text{экс. ЭБЖ}} = H_{\text{ЭБЖ}} \cdot K_{\text{ЭБЖ}} = 0.028 \cdot 42.5 = 1.19 \text{ млн. тг.}$$

$H_{\text{ЭБЖ}}$ - ЭБЖ қолданыс шығынының нормасы, 2.8%-ға тең.

ЭБЖ амортизациялық шығыны:

$$I_{\text{аЭБЖ}} = H_{\text{аЭБЖ}} \cdot K_{\text{ЭБЖ}} = 0.1 \cdot 42.5 = 4.2 \text{ млн. тг.}$$

$H_{\text{аЭБЖ}}$ -ЭБЖ амортизация шығынының нормасы, 10% құрайды.

Қондырғы эксплуатациясының шығыны:

$$I_{\text{экс. қон.}} = H_{\text{э. қон.}} \cdot K_{\text{ж}} = 0.03 \cdot 189 \cdot 10^6 = 5.6 \text{ млн. тг.}$$

Бұл жерде $H_{\text{э. қон.}}$ -қондырғының эксплуатация шығындарының нормасы, 3%.

Қондырғының амортизациялық шығындары:

$$I_{\text{а қон.}} = H_{\text{а қон.}} \cdot K_{\text{ж}} = 0.15 \cdot 189 \cdot 10^6 = 28.3 \text{ млн. тг.}$$

$H_{\text{а қон.}}$ - қондырғының амортизация шығынының нормасы, 15%.

Шығын құны:

$$I_{\text{шығ}} = C_0 + W_{\text{ЭБЖ}} = 8.87 \cdot 1526045 = 13.5 \text{ млн. тг.}$$

C_0 -электроэнергия бағасы

Соммалық шығындар:

$$I_{\Sigma} = I_{\text{экс. ЭБЖ}} + I_{\text{экс. қон.}} + I_{\text{а қон.}} + I_{\text{аЭБЖ}} + I_{\text{шығ}} = 1.19 + 5.6 + 28.3 + 4.2 + 13.5 = 52.7 \text{ млн. тг.}$$

Келтірілген шығындар есептемесі:

$$З = E_c \cdot K_{\Sigma} + I_{\Sigma} = 0.15 \cdot 231.5 + 52.7 = 87.4 \text{ млн. тг.}$$

E_c -салыстырмалық экономикалық эффективтілік коэффициенті, 0.15-ке тең.

Есептелген екі электрмен қамту нұсқаларын кестеге келтіріп, салыстырамыз:

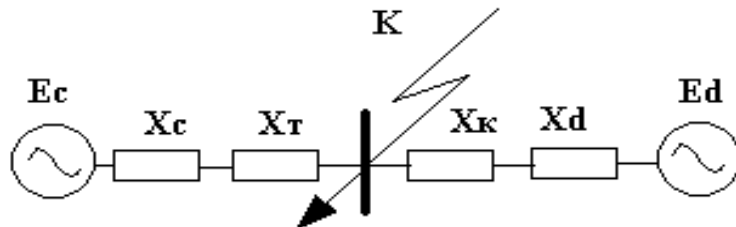
2 – кесте – Экономикалық есептеу нәтежиелері

Нұсқа	$U_{\text{ном}}$, кВ	K_{Σ} , млн. тг.	I_{Σ} , млн. тг.	$З$, млн. тг.
I	115	275.3	49.2	90.5
II	35	231.5	52.7	87.4

Екінші нұсқа тиімді әрі оңтайлы болғандықтан таңдалады.

3 Кернеуі 10 кВ қондырғысын таңдау

3.1 БТҚС тізбектеріндегі қысқа тұйықталу токтарын есептеу



3.1 – сурет – Орыналмасу схемасы

Орыналмасу схемасының параметрлерін есептейміз.

$$S_6 = 1000 \text{ МВА}; x_c = 0.55 + 0.51 = 1.06 \text{ о.е.}; U_6 = 10.5 \text{ кВ.}$$

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \times U_H} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 10.5} = 57.7 \text{ кА}; \quad (3.1)$$

$$X_T = \frac{U_k \cdot S_6}{100 \cdot S_n} = \frac{1000 \cdot 10.5}{100 \cdot 16} = 16.6 \text{ о.е.} \quad (3.2)$$

Жүйенің қысқа тұйықталу тогы:

$$I_{KT} = \frac{I_6}{X_c + X_T} = \frac{57.7}{1.06 + 16.6} = 3.26 \text{ кА}$$

№9 цехының қозғалтқының кабелінің кедергісін анықтау.

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{1320}{\sqrt{3} \cdot 10.5} = 73 \text{ А.} \quad (3.3)$$

$$F_{\min} = \alpha \cdot I_k \cdot \sqrt{t_n} = 12 \cdot 3.26 \cdot \sqrt{0.8} = 34.9 \text{ мм.}^2 \quad (3.4)$$

ААШВ-6-(3х10) маркалы кабель таңдаймыз $I_{\text{қос}}=190 \text{ А}$.

$X_{\text{уд}}=0.078 \text{ Ом/км}$.

$$X_k = L \cdot X_{\text{уд}} \cdot \frac{S_6}{N \cdot U_{\text{ср}}^2} = 17 \cdot 0.078 \cdot \frac{1000}{10.5^2} = 120 \text{ о.е.} \quad (3.5)$$

СҚ параметрлерін анықтаймыз.

$$X_d = X_d^{\text{II}} \cdot \frac{S_6}{S_H} = 0.2 \cdot \frac{1000}{1.32} = 150,60 \text{ о.е.} \quad (3.6)$$

№16 цехындағы СҚ:

$$I_p = \frac{S_e}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{708}{\sqrt{3} \cdot 10.5} = 39 \text{ А} \quad (3.7)$$

$$F_{\min} = \alpha \cdot I_k \cdot \sqrt{t_n} = 12 \cdot 3.26 \cdot \sqrt{0.8} = 34.9 \text{ мм.}^2 \quad (3.8)$$

ААШВ-6-(3х10) маркалы кабель таңдаймыз $I_{\text{доп}}=190 \text{ А}$,

$X_{\text{уд}}=0.078 \text{ Ом/км}$.

$$X_k = L \cdot X_{\text{уд}} \cdot \frac{S_6}{N \cdot U_{\text{опт}}^2} = 17 \cdot 0.078 \cdot \frac{1000}{10.5^2} = 120 \text{ о.е.} \quad (3.9)$$

СҚ параметрлерін анықтаймыз.

$$X_d = X_d^{\text{II}} \cdot \frac{S_6}{S_H} = 0.2 \cdot \frac{1000}{0.7} = 285 \text{ о.е.} \quad (3.10)$$

ҚТ тогы:

$$I_{KT} = \frac{I_6 \cdot N}{X_K + X_D} = \frac{57.7 \cdot 4}{12 + 150.6} = 1.41 \text{ кА} \quad (3.11)$$

$$I_K = I_{KC} + I_{KT} = 3.26 + 1.41 = 4.67 \text{ кА}.$$

$$I_y = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_k = \sqrt{2} \cdot 1.8 \cdot 4.67 = 11.8 \text{ кА} \quad (3.12)$$

3.2 Ажыратқыш таңдау

Берілгені: $S_e = 17792 \text{ кВА}$.

Есептік ток:

$$I_e = \frac{S_e}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{17792}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10.5} = 490 \text{ А} \quad (3.13)$$

Апаттық ток: $I_a = 2 \times I_e = 2 \times 490 = 980 \text{ А}$.

ВЭ-10-40/2000У3 (ТЗ) ажыратқышын таңдаймыз

Таңдап алынған ажыратқыштың параметрлерінің талаптарға сәйкестігі тексеріледі:

Құжаттық	Есептік
$U_H = 10 \text{ кВ}$	$U = 10 \text{ кВ}$
$I_H = 2000 \text{ А}$	$I_a = 980 \text{ А}$
$I_{айыр} = 40 \text{ кА}$	$I_{кз} = 4.67 \text{ кА}$
$I_{терм} = 40 \text{ кА}$	$I_{кз} = 4.67 \text{ кА}$
$I_{дин} = 128 \text{ кА}$	$I_y = 11.8 \text{ кА}$

БТҚС шинасындағы секциялық сөндіргіш арқылы жалпы қуаттың жартысы өтеді, себебі ол кіріс сөндіргішпен параллель жұмыс істейді. Осыған байланысты есептік ток осы шартқа сәйкес анықталады.: $I_e = 490 \text{ А}$.

ВЭ-10-40/1600У3 ажыратқышын таңдаймыз.

Таңдап алынған ажыратқыштың параметрлерінің талаптарға сәйкестігі тексеріледі:

Құжаттық	Есептік
$U_H = 10 \text{ кВ}$	$U = 10 \text{ кВ}$
$I_H = 1600 \text{ А}$	$I_a = 490 \text{ А}$
$I_{айыр} = 40 \text{ кА}$	$I_{кз} = 4.67 \text{ кА}$
$I_{терм} = 40 \text{ кА}$	$I_{кз} = 4.67 \text{ кА}$
$I_{дин} = 128 \text{ кА}$	$I_y = 11.8 \text{ кА}$

Тармақты линиялардың ажыратқыштарын таңдау

1 Магистраль БТҚС-ҚТС 1-2.

$$S_e = \sqrt{(P_e + \Delta P_T)^2 + (Q_e + \Delta Q_T)^2}, \quad (3.14)$$

$$S_e = \sqrt{(4570 + 34.6)^2 + (1843.7 + 432.4)^2} = 5136.4 \text{ кВА}.$$

$$I_e = \frac{S_e}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{5136.4}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10.5} = 142 \text{ А} \quad (3.15)$$

Апаттық ток:

$$I_a = 2 \times I_e = 2 \times 142 = 284 \text{ А} \quad (3.16)$$

ВЭ-10-40/1600У3 ажыратқышын таңдаймыз.

Таңдап алынған ажыратқыштың параметрлерінің талаптарға сәйкестігі тексеріледі:

Құжаттық	Есептік
$U_H = 10 \text{ кВ}$	$U = 10 \text{ кВ}$
$I_H = 1600 \text{ А}$	$I_e = 142 \text{ А}$
$I_{айыр} = 40 \text{ кА}$	$I_{КТ} = 4.67 \text{ кА}$
$I_{терм} = 40 \text{ кА}$	$I_{КТ} = 4.67 \text{ кА}$
$I_{дин} = 128 \text{ кА}$	$I_y = 11.8 \text{ кА}$

2 Магистраль БТҚС-ҚТС 3-4.

$$S_e = \sqrt{(1575.7 + 17.3)^2 + (667.8 + 216.2)^2} = 1822 \text{ кВА}$$

$$I_e = \frac{S_e}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{1822}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10.5} = 50 \text{ А}$$

Апаттық ток:

$$I_a = 2 \times I_e = 2 \times 50 = 100 \text{ А}$$

ВЭ-10-40/1600У3 ажыратқышын таңдаймыз.

Таңдап алынған ажыратқыштың параметрлерінің талаптарға сәйкестігі тексеріледі:

Құжаттық	Есептік
$U_H = 10 \text{ кВ}$	$U = 10 \text{ кВ}$

$I_H=1600A$	$I_e=50 A$
$I_{айыр}=40 \text{ кА}$	$I_{КТ}=4.67\text{кА}$
$I_{терм}=40 \text{ кА}$	$I_{КТ}=4.67\text{кА}$
$I_{дин}=128 \text{ кА}$	$I_y=11.8 \text{ кА}$

3 Магистраль БТҚС-ҚТС 5-6.

$$S_e = \sqrt{(4692.2 + 32.8)^2 + (2354.5 + 413.1)^2} = 5475.8 \text{ кВА}.$$

$$I_e = \frac{S_e}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{5475.8}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10.5} = 150 \text{ А}.$$

Апаттық ток:

$$I_a = 2 \times I_e = 2 \times 150 = 300 \text{ А}.$$

ВЭ-10-40/1600У3 ажыратқышын таңдаймыз

Таңдап алынған ажыратқыштың параметрлерінің талаптарға сәйкестігі тексеріледі::

Құжаттық	Есептік
$U_H=10 \text{ кВ}$	$U=10 \text{ кВ}$
$I_H=1600A$	$I_e=150 A$
$I_{айыр}=40 \text{ кА}$	$I_{КТ}=4.67\text{кА}$
$I_{терм}=40 \text{ кА}$	$I_{КТ}=4.67\text{кА}$
$I_{дин}=128 \text{ кА}$	$I_y=11.8 \text{ кА}$

4 Магистраль БТҚС-СҚ.

$$I_e = \frac{P_{e.СК}}{N_{СК} \sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos \varphi} = \frac{1250}{4 \cdot \sqrt{3} \cdot 10.5 \cdot 0.8} = 21.4 \text{ А} \quad (3.17)$$

ВЭ-10-40/1600У3 ажыратқышын таңдаймыз..

Таңдап алынған ажыратқыштың параметрлерінің талаптарға сәйкестігі тексеріледі:

Құжаттық	Есептік
$U_H=10 \text{ кВ}$	$U=10 \text{ кВ}$
$I_H=1600A$	$I_e=21.4 A$
$I_{айыр}=40 \text{ кА}$	$I_{КТ}=4.67\text{кА}$
$I_{терм}=40 \text{ кА}$	$I_{КТ}=4.67 \text{ кА}$
$I_{дин}=128 \text{ кА}$	$I_y=11.8 \text{ кА}$

$$I_e = \frac{P_{E.CK}}{N_{CK} \sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos \varphi} = \frac{750}{4 \cdot \sqrt{3} \cdot 10.5 \cdot 0.8} = 12.8 \text{ A}$$

ВЭ-10-40/1600У3 ажыратқышын таңдаймыз.

Таңдап алынған ажыратқыштың параметрлерінің талаптарға сәйкестігі тексеріледі:

Құжаттық	Есептік
$U_H=10 \text{ кВ}$	$U=10 \text{ кВ}$
$I_H=1600 \text{ А}$	$I_e=12.8 \text{ А}$
$I_{айыр}=40 \text{ кА}$	$I_{КТ}=4.67 \text{ кА}$
$I_{терм}=40 \text{ кА}$	$I_{КТ}=4.67 \text{ кА}$
$I_{дин}=128 \text{ кА}$	$I_y=11.8 \text{ кА}$

3.3 Шығыс желісіне кабельдер таңдау

Кабель таңдауға қойылатын талаптар:

$$S_{ЭК} = \frac{I_e}{J_{ЭК}}; \quad (3.18)$$

$$I_e < I_{КОС}, I_a < 1.3 \cdot I_{КОС}$$

Бұл жерде $J=1.2 \text{ А/мм}^2$ токтың экономикалық тығыздығы

$$S_{ТЕРМ} = 12 \cdot 3.26 \cdot \sqrt{0.8} = 35 \text{ мм}^2;$$

СҚ:

$$S_{ЭК} = \frac{21.4}{1.2} = 17.8 \text{ мм}^2;$$

ААШВ-10-(3х35) маркалы кабель $I_{КОС}=105 \text{ А}$.
 $I_{КОС}=105 \times 0.8 = 84 \text{ А} > I_e = 21.4 \text{ А}$.

$$S_{ЭК} = \frac{12.8}{1.2} = 10.6 \text{ мм}^2;$$

ААШВ-10-(3х35) маркалы кабель $I_{КОС}=105 \text{ А}$.

$$I_{\text{кoc}}=105 \times 0,8=84 \text{ A} > I_{\text{e}}=12,8 \text{ A}.$$

ҚТС 1-2:

$$S_{\text{ЭК}} = \frac{142}{1,2} = 118,3 \text{ мм}^2;$$

ААШВ-10-(3x185) маркалы кабель $I_{\text{кoc}}=305 \text{ A}$.

$$I_{\text{кoc}}=305 \times 0,9=274,5 \text{ A} > I_{\text{e}}=142 \text{ A}.$$

$$1,3 \times I_{\text{кoc}}=1,3 \times 305=396,5 \text{ A} > I_{\text{a}}=284 \text{ A}.$$

ҚТС 3:

$$S_{\text{ЭК}} = \frac{50}{1,2} = 41,6 \text{ мм}^2;$$

ААШВ-10-(3x70) маркалы кабель $I_{\text{кoc}}=225 \text{ A}$.

$$I_{\text{кoc}}=225 \times 0,9=202,5 \text{ A} > I_{\text{e}}=50 \text{ A}.$$

$$1,3 \times I_{\text{кoc}}=1,3 \times 202,5=263,2 \text{ A} > I_{\text{a}}=100 \text{ A}.$$

ҚТС 4-5:

$$S_{\text{ЭК}} = \frac{150}{1,2} = 123,3 \text{ мм}^2;$$

ААШВ-10-(3x185) маркалы кабель $I_{\text{кoc}}=305 \text{ A}$.

$$I_{\text{кoc}}=305 \times 0,9=396,5 \text{ A} > I_{\text{e}}=150 \text{ A}.$$

$$1,3 \times I_{\text{кoc}}=1,3 \times 305=396,5 \text{ A} > I_{\text{a}}=300 \text{ A}.$$

Қалған кабелдердің барлық есептелген мәндері 3.8- кестесіне «Кабелдік журналға» еңгізілген.

3.1 – кесте – Кабельдік журнал

Атауы	S _е , кВА	N	K _п	Жүктеме		Эконом.тығ., мм ²		ҚТ тоғы бойынша., мм ²		Кабель	I _{кос} , А
				I _е , А	I _а , А	j _э	F _э , мм ²	I _{кт} , кА	S, мм ²		
БТҚС-СҚ	1320	4	0.8	21.4	10.7	1.2	17.8	4.67	35	ААШВ-10-(3×35)	105
БТҚС-СҚ 16	708	4	0.8	12.8	6.4	1.2	10.6	4.67	35	ААШВ-10-(3×35)	105
БТҚС-ҚТС1-2	5136.4	2	0.9	142	284	1.2	118.3	4.67	35	ААШВ-10-(3×185)	305
БТҚС-ҚТС3	1822	2	0.9	100	200	1.2	41.6	4.67	35	ААШВ-10-(3×70)	225
БТҚС-ҚТС4-5	5475.8	2	0.9	150	300	1.2	123.3	4.67	35	ААШВ-10-(3×185)	305
ҚТС1-ҚТС2	2568.2	2	0.9	71	142	1.2	59.1	4.67	35	ААШВ-10-(3×120)	240
ҚТС4-ҚТС5	2738	2	0.9	75	150	1.2	61.6	4.67	35	ААШВ-10-(3×120)	240

3.4. ҚТС-ғы жүктеме ажыратқышын және автоматтық ажыратқышты таңдау

$$I_e = \frac{S_H}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{1600}{\sqrt{3} \cdot 10.5} = 88 \text{ A} \quad (3.19)$$

Барлық трансформаторға ВНА-17 ПК-10/630 таңдаймыз.

$$I_e = \frac{S_H}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{1600}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = 2430 \text{ A} \quad (3.20)$$

ВЭС-10-40/3200УЗ(ТЗ) $I_{доп}=3200 \text{ A}$ таңдаймыз.

3.5 Ток трансформаторын таңдау

Трансформаторды келесі талаптар бойынша таңдаймыз:

- 1) Құрылғының номиналды кернеуі тұтынушының номиналды кернеуінен кем болмауы керек;
- 2) Номиналды ток есептік тоққа сәйкес немесе артық болуы тиіс;
- 3) Электродинамикалық беріктілік талаптарына сай болуы;
- 4) Екіншілік жүктеме есептелген жүктеме деңгейінде болуы қажет;
- 5) Термиялық беріктілік бойынша;
- 6) Конструкциялық ерекшеліктері мен дәлдік классы ескеріледі.

1) Кіріс және секциялық ажыратқыштарға арналған ток трансформаторларын таңдау

3.2 – кесте – Ток трансформаторының паспорттық берілгені

Құрылғы	Типі	A, BA	B,BA	C, BA
A	Э-140	1,0	1,5	1,0
Wh	CP3-K761	3,5	0,5	3,5
Varh	CP3-K761	1,5	2,0	1,5
W	B-355	1,0	-	1,0
Var	B-345	0,5	-	0,5
Барлығы		7,5	4,0	7,5

Ток трансформаторының шығысындағы қосымша жүктеме мәнін есептеу.

Шығыс жүктемесі кедергісінің құрамына аспап кедергілері, жалғаушы сымдардың және контакт кедергілері кіреді.

$$R_2 = R_{\text{кон}} + R_{\text{ТЕКС}} + R_K \quad (3.21)$$

Аспаптардың кедергісі келесі формула арқылы есептеледі:

$$r_{\text{аспап}} = \frac{S_{\text{аспап}}}{I_2^2} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26 \text{ Ом}; \quad r_{2\text{н}} = \frac{S_{2\text{нтт}}}{I_2^2} = \frac{20}{5^2} = 0,8 \text{ Ом}. \quad (3.22)$$

мұнда $S_{\text{аспап}}$ – аспап қоректенетін қуат;
 I_2 – аспаптың екінші номинал тоғы.

Сым кедергілері:

$$r_{\text{доппр}} = r_{2\text{н}} - r_{\text{аспап}} - r_{\text{кон}} = 0,8 - 0,26 - 0,1 = 0,44 \text{ Ом}. \quad (3.23)$$

$$F_{\text{текс}} = \frac{\rho \times L}{r_{\text{ос}}} = \frac{0,028 \times 5}{0,44} = 0,32 \text{ мм}^2; \quad (3.24)$$

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

$$R_{\text{текс}} = \frac{\rho \times L}{F} = \frac{0,028 \times 5}{1,5} = 0,093 \text{ Ом}; \quad (3.25)$$

$$R_2 = R_{\text{кон}} + R_{\text{ТЕКС}} + R_K = 0,26 + 0,093 + 0,1 = 0,45 \text{ Ом}$$

$$B_K = I_K t^2 \times (t_{\text{аж}} + T_a) = 4,67^2 \times (0,095 + 0,04) = 2,94 \text{ кА}^2\text{с}. \quad (3.26)$$

ТЛМ-10 Тоқ трансформаторын аламыз.

Есептелінген мәндер	Каталогы бойынша
$U_H = 10,5 \text{ кВ}$	$U_H = 10,5 \text{ кВ}$
$I_a = 284 \text{ А}$	$I_H = 600 \text{ А}$
$B_K = 2,94 \text{ кА}^2\text{с}$	$I_T^2 t_T = 1200 \text{ кА}^2\text{с}$
$I_{\text{уд}} = 11,8 \text{ кА}$	$I_{\text{дин}} = 125 \text{ кА}$
$Z_{2P} = 0,45 \text{ Ом}$	$Z_{2H} = 0,8 \text{ Ом}$

2) БТҚС-ҚТС 3-4 желісіндегі тоқ трансформаторы:

3.3 – кесте – Ток трансформаторының паспорттық берілгені

Құрылғы	Типі	A, BA	B,BA	C, BA
A	Э-140	1,0	1,5	1,0
Wh	CP3-K761	3,5	0,5	3,5
Varh	CP3-K761	1,5	2,0	1,5
W	B-355	1,0	-	1,0
Var	B-345	0,5	-	0,5
Барлығы		7,5	4,0	7,5

Ток трансформаторының шығысындағы қосымша жүктеме мәнін есептеу.

Сым кедергілері:

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

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

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

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

$$R_2 = R_{\text{кон}} + R_{\text{ТЕКС}} + R_K = 0,26 + 0,093 + 0,1 = 0,45 \text{ Ом}$$

$$B_K = I_K^2 \times (t_{\text{аж}} + T_a) = 4,67^2 \times (0,095 + 0,04) = 2,94 \text{ кА}^2\text{с.}$$

ТЛМ-10 Ток трансформаторын қабылдаймыз.

Есептелінген мәндер	Каталогы бойынша
$U_H=10.5 \text{ кВ}$	$U_H=10.5 \text{ кВ}$
$I_a=284 \text{ А}$	$I_H=600 \text{ А}$
$B_K=2.94 \text{ кА}^2\text{с}$	$I_T^2 t_T=1200 \text{ кА}^2\text{с}$
$I_{уд}=11.8 \text{ кА}$	$I_{\text{дин}}=125 \text{ кА}$
$Z_{2P}=0.45 \text{ Ом}$	$Z_{2H}=0.8 \text{ Ом}$

3) БТҚС-ҚТС5-6 желісіндегі ток трансформаторы:

3.4 – кесте – Ток трансформаторының паспорттық берілгені

Құрылғы	Типі	A, BA	B,BA	C, BA
A	Э-140	1,0	1,5	1,0
Wh	CP3-K761	3,5	0,5	3,5
Varh	CP3-K761	1,5	2,0	1,5
W	B-355	1,0	-	1,0
Var	B-345	0,5	-	0,5
Барлығы		7,5	4,0	7,5

Аспаптардың кедергісі келесі формула арқылы есептеледі:

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

Сым кедергілері:

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

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

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

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

$$R_2 = R_{\text{кон}} + R_{\text{ТЕКС}} + R_K = 0,26 + 0,093 + 0,1 = 0,45 \text{ Ом}$$

$$B_K = I_K T^2 \times (t_{\text{аж}} + T_a) = 4,67^2 \times (0,095 + 0,04) = 2,94 \text{ кА}^2\text{с}$$

ТЛМ-10 Ток трансформаторын қабылдаймыз.

Есептелінген мәндер	Каталогы бойынша
$U_H = 10,5 \text{ кВ}$	$U_H = 10,5 \text{ кВ}$
$I_a = 284 \text{ А}$	$I_H = 600 \text{ А}$
$B_K = 2,94 \text{ кА}^2\text{с}$	$I_T^2 t_T = 1200 \text{ кА}^2\text{с}$
$I_{уд} = 11,8 \text{ кА}$	$I_{дин} = 125 \text{ кА}$
$Z_{2P} = 0,45 \text{ Ом}$	$Z_{2H} = 0,8 \text{ Ом}$

4) БТҚС-СҚ желісіндегі ток трансформаторы:

3.5 – кесте – Ток трансформаторының паспорттық берілгені

Құрылғы	Типі	A, BA	B,BA	C, BA
A	Ә-140	1,0	1,5	1,0
Wh	CP3-K761	3,5	0,5	3,5
Varh	CP3-K761	1,5	2,0	1,5
W	Д-355	1,0	-	1,0
Var	Д-345	0,5	-	0,5
Барлығы		7,5	4,0	7,5

Сым кедергілері:

$$r_{\text{доппр}} = r_{2H} - r_{\text{аспап}} - r_{\text{кон}} = 0.8 - 0.26 - 0.1 = 0.44 \text{ Ом.}$$

$$F_{\text{текс}} = \frac{\rho \times L}{r_{\text{доп}}} = \frac{0.028 \times 5}{0.44} = 0.32 \text{ мм}^2;$$

АКР ТВ; $F=1.5 \text{ мм}^2$ сымын қабылдаймыз;

$$R_{\text{текс}} = \frac{\rho \times L}{F} = \frac{0.028 \times 5}{1.5} = 0.093 \text{ Ом};$$

$$R_2 = R_{\text{кон}} + R_{\text{ТЕКС}} + R_K = 0.26 + 0.093 + 0.1 = 0.45 \text{ Ом}$$

$$B_K = I_{KT}^2 \times (t_{\text{аж}} + T_a) = 4.67^2 \times (0.095 + 0.04) = 2.94 \text{ кА}^2\text{с.}$$

ТЛМ-10 Тоқ трансформаторын қабылдаймыз.

Есептелінген мәндер	Каталогы бойынша
$U_H=10.5 \text{ кВ}$	$U_H=10.5 \text{ кВ}$
$I_a=284 \text{ А}$	$I_H=600 \text{ А}$
$B_K=2.94 \text{ кА}^2\text{с}$	$I_T^2 t_T=1200 \text{ кА}^2\text{с}$
$I_{уд}=11.8 \text{ кА}$	$I_{\text{дин}}=125 \text{ кА}$
$Z_{2P}=0.45 \text{ Ом}$	$Z_{2H}=0.8 \text{ Ом}$

3.6 БТҚС шинасын таңдау

Шина рұқсат етілген тоғы негізінде анықталады

$I_a=980 \text{ А}; I_e=490 \text{ А.}$

$I_{\text{кос}}=1625 \text{ А}$ рұқсатты тоғы бар $8 \times 80 \text{ мм}^2$ өлшемді тік бұрышты алюминий шинасы таңдалады.

$$I_{\text{кос}} > I_a;$$

$$1625 \text{ A} > 980 \text{ A}.$$

Шинаның қысқа тұйықталу тогына электродинамикалық беріктілігін бағалау:

$$F_e = 1,76 \times I_{уд}^2 \times \frac{L}{a} \times 10^{-2} \quad (3.27)$$

мұнда $I_{уд}$ – шинадағы соққы тоғы;
 L – изолятор арасындағы қашықтық;
 a – фазалар арасындағы қашықтық.
 $L=200$ см, $a=35$ см.

$$F_e = 1,76 \times 11,8^2 \times \frac{200}{35} \times 10^{-2} = 14 \text{ Н}.$$

$$W = 0,17 \times n \times b \times h^2 \quad (3.28)$$

мұнда n – жолақтар саны;
 b – бір жолақтың өлшемі;
 h – шинаның биіктігі.

Кедергі моментін келесідей есептейді:

$$W = 0,17 \times 0,6 \times 8^2 = 6,5 \text{ см}^2.$$

$$\delta_e = \frac{F_e \times L}{10 \times W} = \frac{1,76 \times 10^{-3} \times i_{уд} \cdot \delta^2 \times L^2}{a \times W} = \frac{1,76 \times 10^{-3} \times 11,8^2 \times 200^2}{35 \times 6,5} = 43 \text{ кгс/см}^2 \quad (3.29)$$

$$\delta_{p.e} \geq \delta_e; \quad 65 \text{ МПа} \geq 4,2 \text{ МПа}.$$

$\delta_{p.e}$ – АТ маркалы шина ($\delta = 660 \text{ кгс/см}^2 = 66 \text{ МПа}$).

3.7 Оқшаулағыш таңдау

Оқшаулағыш таңдау шарты келесідей:

1) Номиналды кернеу арқылы

$$U_n \geq U_{н.орн}; \quad 10,5 \text{ кВ} \geq 10,5 \text{ кВ}.$$

2) Рұқсат етілген жүктеме арқылы

$$F_{p.e.} \times 0,6 \geq F_e; \quad 0,6 \times 400 = 240 \text{ Н} \geq 14 \text{ Н}.$$

3) Қысқа тұйықталу тогы арқылы

$$I_{нн} \geq I_{\infty}; \quad 20 \text{ кА} \geq 4,67 \text{ кА}.$$

ИЧ-80-4 ХЛЗ оқшаулағышы таңдалады.

3.8 Кернеу трансформаторларын таңдау

Кернеу трансформаторларын таңдаудағы негізгі параметрлер:

- 1) құрылғының номиналды кернеуі бойынша: $U_{ном} \geq U_{орн}$;
- 2) екіншілікті жүктеменің мәні арқылы: $S_{ном2} \geq S_{2е}$;
- 3) дәлділік классына сүйене;
- 4) трансформатордың жалғану схемасына байланысты.

3.6 – кесте – Кернеу трансформаторының паспорттық берілгені

Аспап	Түрі	S, BA	Орам	cos φ	sin φ	Құрал саны	P _{толық} , Вт	Q, вар
V	Д-415	1	2	1	0	1	7	-
W	Г-415	0,5	2	1	0	3	5	-
Var	К-415	2,5	2	0,38	0,925	2	4	-
Wh	САД-К572	2 Вт	2	0,38	0,925	8	54	421
Varh	СРЗ-К689	2 вар	2	0,38	0,925	8	22	44,1
Барлығы							95	465,1

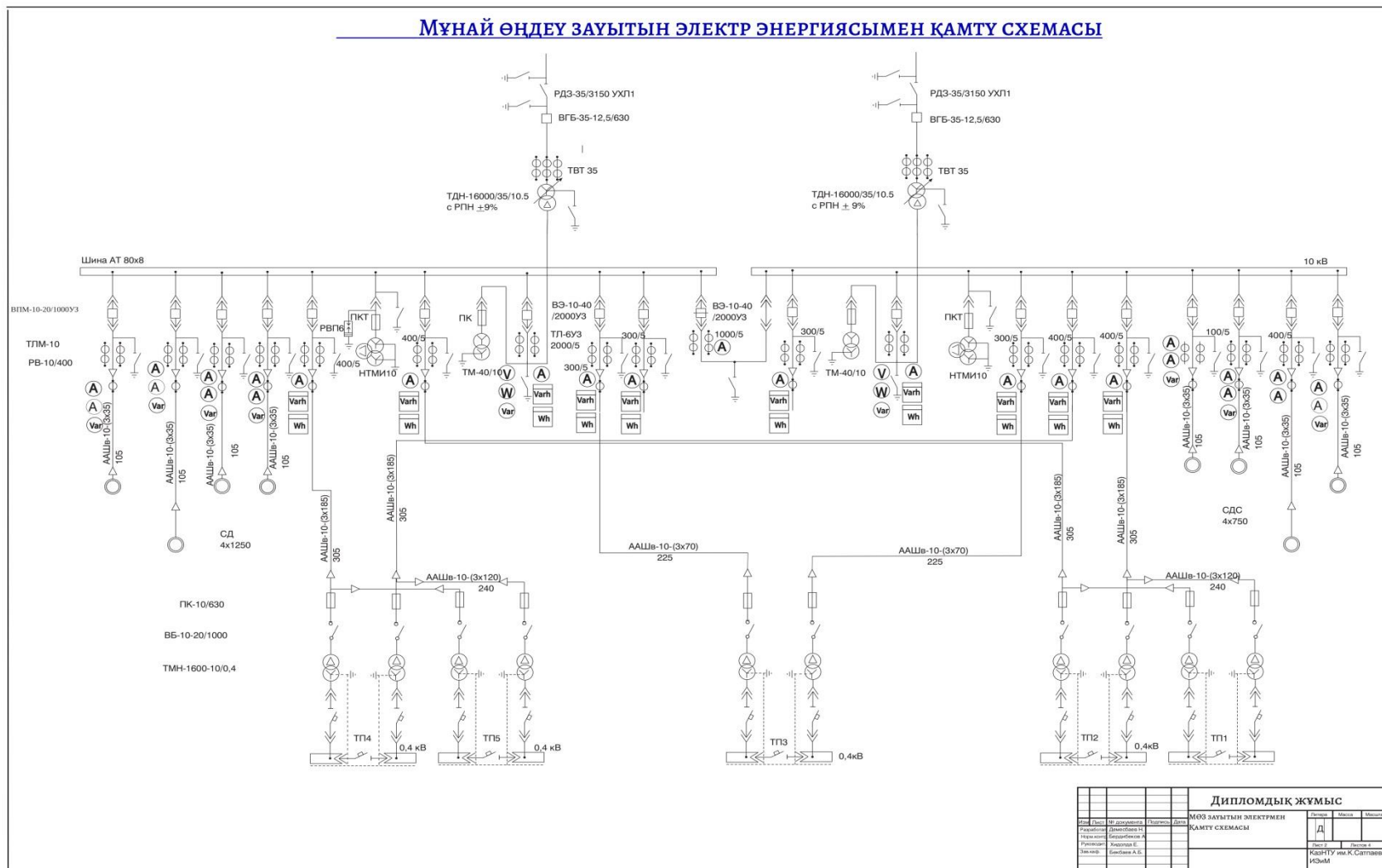
Есептелетін екіншілік жүктеме

$$S_{2е} = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{90.18^2 + 185.45^2} = 206.2 \text{ BA.}$$

НТМИ-10-66УЗ типті КТ қабылдаймыз

3.7 – кесте – Таңдалған кернеу трансформаторын тексеру

$U_{HT}=10 \text{ кВ}$	$U_{HT}=10 \text{ кВ}$
$S_{H2}=300 \text{ кВА}$	$S_{e2}=206,2 \text{ BA}$
Орамдардың жалғануы $Y^0/Y^0/\Delta -0$	



3.1 – сурет – Зауыттың электрмен жабдықтау схемасы

3.9 Арнайы бөлім. Электр энергиясының сапасын арттыру шаралары

3.9.1 Сапа көрсеткіштері және пайда болу себептері

Электр энергиясының сапасы (ЭЭС) — бұл электр техникалық жабдықтардың сенімді және тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз ететін маңызды сипаттама. Әсіресе мұнай өңдеу зауыттары сияқты өнеркәсіптік кәсіпорындарда бұл көрсеткіш ерекше маңызға ие. ГОСТ 13109–97 стандартына сәйкес, электр энергиясының сапасының негізгі көрсеткіштері мыналар:

Номиналдан кернеудің ауытқуы — нақты кернеу мәнінің белгіленген деңгейге сәйкестігін сипаттайды. Рұқсат етілген ауытқу — $\pm 10\%$.

Фазалық кернеулердің симметриясыздығы — фазалар арасындағы жүктеменің теңсіздігінен туындайды. Оны кері тізбек бойынша симметриясыздық коэффициентімен бағалайды. Рұқсат етілген мәні — 2%-дан аспау керек.

Кернеу формасының синусоидалы болмауы — желідегі бейсызық жүктемелер нәтижесінде жоғары гармониялардың пайда болуынан туындайды. Жалпы гармоникалық бұрмалану коэффициенті (THD) — 8%-дан аспауы тиіс.

Кернеу провалдары мен секіrmелері — қуатты тұтынушылар қосылғанда немесе ажыратылғанда пайда болатын қысқа мерзімді өзгерістер.

Жиілік ауытқуы — Қазақстанда номинал жиілік 50 Гц, рұқсат етілген ауытқу — $\pm 0,2$ Гц.

Фликер (кернеудің жыпылықтауы) — кернеудің жылдам өзгерістері нәтижесінде пайда болады, әсіресе жарық көздерінің тұрақтылығына әсер етеді.

ЭЭ сапасының бұзылуына келесі негізгі себептер әсер етеді:

Бейсызық өнеркәсіптік жүктемелердің болуы — жиілік түрлендіргіштер, доғалы пештер, дәнекерлеу құрылғылары және т.б. Олар жоғары гармоникаларды тудырып, ток пен кернеудің синусоидалы формасын бұзады.

Қуаттың күрт өзгерістері — үлкен қуатты электрқозғалтқыштарды іске қосу және тоқтату кезінде кернеу провалдары мен секіrmелері пайда болады.

Фазалар арасындағы жүктеме теңсіздігі — бір фазалы жүктемелердің тең бөлінбеуі симметриясыздыққа алып келеді.

Жерге қосу және нейтрал жүйелерінің ақаулары — бұлар потенциалдардың дұрыс бөлінбеуіне және резонанстық процестерге себеп болуы мүмкін.

Апаттық режимдер — қысқа тұйықталу, фаза үзілуі және сапасыз коммутация ЭЭ сапасына кері әсер етеді.

Аталған бұзылулар сезімтал жабдықтардың істен шығуына, электр энергиясының қосымша шығындарына және техниканың қызмет ету мерзімінің қысқаруына әкеліп соғады.

3.9.2 Электр энергиясының сапасын арттыру әдістері

Өнеркәсіптік кәсіпорындарда, соның ішінде мұнай өңдеу зауыттарында, электр энергиясының сапасын қамтамасыз ету — технологиялық жабдықтардың тұрақты жұмыс істеуі мен энергия тиімділігін арттырудың маңызды шарты. Электр энергиясының сапасын жақсарту үшін келесі әдістер қолданылады:

1) Компенсациялық құрылғыларды (КК) орнату

Реактивті қуатты өтеу үшін конденсаторлық батареялар, синхронды компенсаторлар және тиристорлы компенсаторлар қолданылады. Нәтижесінде қуат коэффициенті артады, қуат шығындары мен кернеу провалдары азаяды.

2) Гармоникаларды сүзгілейтін белсенді сүзгілерді (АФГ) қолдану

Бұл құрылғылар желідегі жоғары гармоникаларды жояды. Олар бейсызық жүктемелер тудырған гармоникаларды анықтап, кері сигнал арқылы өтейді.

3) Пассивті сүзгілерді (LC-фильтрлер) қолдану

L-C элементтер негізіндегі сүзгілер белгілі бір жиіліктегі гармоникаларды басуға арналған. Бұл — қарапайым және үнемді шешім.

4) Кернеуді тұрақтандыратын құрылғылар (УПН) пайдалану

Стабилизаторлар және автоматты кернеу реттегіштері жүктеме өзгерістеріне қарамастан кернеу деңгейін тұрақты ұстайды.

5) Фазалық жүктемені теңестіру. Бір фазалы жүктемелерді үш фазаға тең бөліп орналастыру симметриясыздықты азайтады.

6) Электрмен жабдықтау схемасын оңтайландыру. Желінің құрылымын жетілдіру, кабель ұзындығын азайту, өткізгіштерді күшейтеді.

7) Сандық сүзгілеу және түзету. Сезімтал электронды құрылғыларда импульстік қорек көздері мен сандық түзету схемалары қолданылады.

Түрлендіргіш жұмысы кезінде шинадағы синусоидалды емес коэффициенті келесідей есептеледі:

$$K_{\text{нс}U} = x_c \sqrt{\frac{\frac{3}{\pi} \frac{\sin \varphi}{x_{*c} + x_{\text{пр}}} - \frac{9}{\pi^2}}{1 - 6x_{*c} \sin \varphi + 9 \frac{x_{*c}^2}{\pi^2}}}$$

Мұнда x_{*c} - жүйенің эквивалентті кедергісі, $S_{\text{пр}}$ түрлендіргіштің қуатына келтірілген.

Түрлендіргіш тізбегінің индуктивті кедергісі $x_{\text{пр}}$ келесі формуламен анықталады:

$$x_{\text{пр}} = \frac{U_k \left(1 + \frac{k_p}{4}\right) S_{\text{пр}}}{100 \times S_{\text{тнм}}}$$

Мұнда $S_{\text{тнм}}$ – трансформатор номиналды қуаты;

k_p – трансформатор орамдарының бөліну коэффициенті;

U_k – трансформатордың қысқа тұйықталу кернеуі.

Егер 12 фазалық түрлендіргіштің екі орамы екі түрлі жалғанса, $k_p=4$.

Жоғары ток және кернеу гармоникасының эффективті мәндерін келесі формулалар арқылы анықтайды:

$$I_v = \frac{m}{\sqrt{3}\pi} \frac{S_{\text{пр}}}{U_{\text{л}} x_{*\Sigma} \vartheta^2} \cdot \sin \varphi \cdot \sin\left(\frac{3v \cdot x_{*\Sigma}}{m \cdot \sin \varphi}\right)$$

$$U_v = \frac{m}{\pi \cdot v} \cdot U_{\text{л}} \cdot \frac{x_{*c}}{x_{*c} + x_{*\text{пр}}} \cdot \sin \varphi \cdot \sin\left(\frac{3v \cdot x_{*\Sigma}}{m \cdot \sin \varphi}\right)$$

Мұнда m – өңдеу фазасы, түзеткіштің жұмыс жасау режимін сипаттайды (6 фазалық түзеткіш үшін $m=6$, 12 фазалық үшін $m=12$);

v – гармоника нөмірі;

$x_{*\Sigma}$ – коммутациялық тізбетің толық кедергісі.

110 кВ шинасындағы $K_{\text{нс}}$ синусоидальдықсыз коэффициентін анықтау.

Есептемеге қажет параметрлер:

- жүйе 110 кВ: $S_k = 600$ МВА;
- трансформатор Т: $S_T = 16$ МВА, $U_k = 10.5\%$;
- синхронды қозғалтқыш: $S_{\text{СК}} = 1.25$ МВА, $x_d'' = 0.34$ с.б.;
- түрлендіргіш трансформаторы: $S_{\text{ТПР}} = 63$ МВА, $U_k = 10.5\%$.

Жүйе үшін:

$$x_{*c} = \frac{S_{\text{пр}}}{S_k} = \frac{63}{600} = 0.1$$

Трансформатор үшін:

$$x_{*T} = \frac{U_k}{100} \cdot \frac{S_{\text{пр}}}{S_T} = \frac{10.5}{100} \cdot \frac{63}{16} = 0.41$$

Синхронды қозғалтқыш үшін:

$$x_{\text{СК}} = x_d \frac{S_{\text{пр}}}{S_{\text{СК}}} = 0.34 \frac{63}{1.25} = 15.1$$

Түрлендіргіш трансформаторы үшін:

$$x_{\text{пр}} = \frac{10.5(1 + \frac{4}{4})63}{100 \cdot 16} = 0.82$$

110 кВ шинасындағы синусоидальдықсыз коэффициентін есептеу:

$$K_{\text{нсU}} = 0.1 \sqrt{\frac{\frac{3}{\pi} - \frac{0.53}{0.1 + 0.82} - \frac{9}{\pi^2}}{1 - 6 \cdot 0.1 \cdot 0.53 + 9 \frac{0.1^2}{\pi^2}}} = 0.15 = 15\%$$

110 кВ шинасында синусоидальдықсыз коэффициенті 0.15-ге тең, яғни ГОСТ 13109-97 ±5% шартына сай емес.

$S_{\text{пр}}=63\text{MBA}$, $\sin \varphi =0.53$, $x^*c=0.1\text{с.б.}$, $x^*\text{пр}=0.82$ с.б. екенін ескеріп, 5,7,11,13-ші гармоникалардың эффективті ток және кернеу мәндерін анықтау.

Жоғарыда көрсетілген формулалар арқылы есептеу жүргізіп нәтижелері 3.8 кестеге жазылады.

3.8 – кесте – 5,7,11,13-ші гармоникалардың эффективті ток және кернеу мәндері

v	5	7	11	13
I, A	610	370	130	63
U, кВ	0,81	0,69	0,38	0,22

Ток және кернеу мәндері ГОСТ 13109-97 белгіленген шамалардан жоғары. Бұл желідегі гармоникалардың электр энергиясының сапасына теріс әсерін тигізетінің білдіреді. Сондықтан, гармоникаларды төмендетіп, қажетті деңгейде сақтайтын техникалық шаралар қарастырылуы тиіс.

3.9.3 MATLAB/Simulink ортасында фильтрлерді модельдеу

Электр энергиясының сапасын арттыру мақсатында пассивті және белсенді сүзгілердің (фильтрлердің) тиімділігін бағалау үшін MATLAB/Simulink бағдарламалық ортасында модельдеу жүргізілді. Бұл модельдеу электр желісіндегі гармоникалық бұзылуларды анықтап, оларды сүзгілер арқылы төмендетудің практикалық мүмкіндігін көрсетеді.

Модельдеудің мақсаты:

Жоғары гармоникаларды тудыратын бейсызық жүктеменің электр желісіне әсерін зерттеу;

Пассивті LC-фильтрлер мен белсенді сүзгілердің тиімділігін салыстыру;

Жалпы гармоникалық бұрмалау коэффициентін (THD) есептеу арқылы сапаны бағалау.

1) Бейсызық жүктеме моделін жасау

Бейсызық жүктеме ретінде үш фазалы толық басқарылатын түрлендіргіш (rectifier) қолданылды. Бұл құрылғы синусоидалы токтың формасын бұрмалап, желіге жоғары реттік гармоникаларды енгізеді.

Simulink жүйесінде «Universal Bridge» блогы мен жүктеме R-L блогтары арқылы модель жасалды.

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (3.30)$$

2) Пассивті сүзгіні модельдеу

Пассивті сүзгі ретінде 5-гармониканы басуға арналған L-C тізбегі қолданылды. Сүзгі параметрлері келесідей есептелді:

Резонанстық жиілік:

Индуктивтілік пен сыйымдылық мәндері 250 Гц жиілікке теңестірілді (5*50 Гц).

Simulink схемасына L және C элементтері жеке блоктар ретінде қосылды. Фильтр тікелей бейсызық жүктеме мен желі арасындағы тізбекке жалғанды.

3) Активті сүзгіні модельдеу

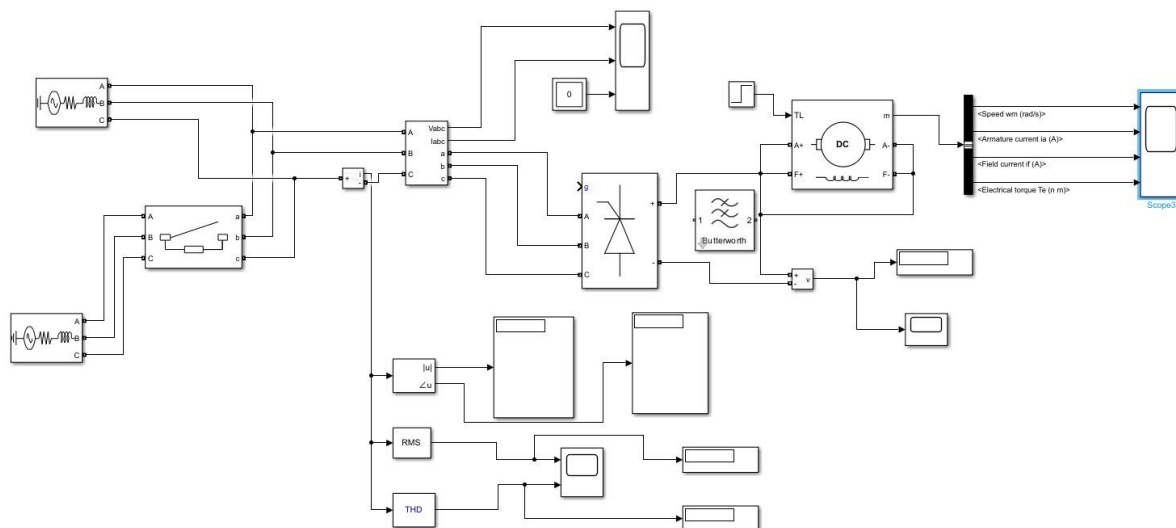
Белсенді сүзгі моделі «Controlled Current Source» блогын пайдалана отырып құрылды. Бұл сүзгі әрбір гармоникалық компонентті анықтап, оған кері сигнал береді (компенсациялау принципі). Сигналдарды өңдеу үшін Fast Fourier Transform (FFT) және кері трансформация блоктары қолданылды.

4) Нәтижелерді салыстыру және талдау

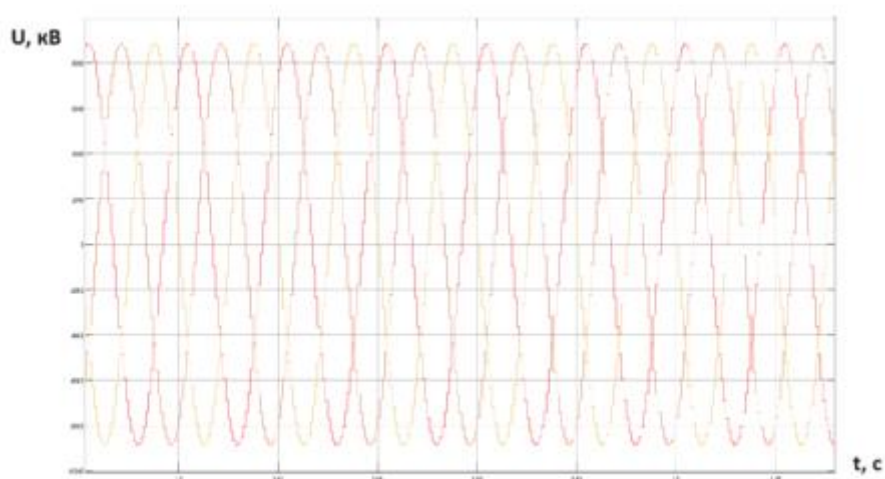
Модельдеу нәтижесі ретінде төмендегі көрсеткіштер бағаланды:

Жағдай	Жалпы гармоникалық бұрмалау коэффициенті
Сүзгісіз	15%
Пассивті сүзгімен	6–8%
Белсенді сүзгімен	2–4%

Белсенді сүзгінің тиімділігі жоғары екендігі дәлелденді, себебі ол әртүрлі жиіліктегі бұрмалауларды нақты уақыт режимінде басады. Алайда, пассивті сүзгілер жасалуы оңай және арзан болғандықтан, олар тұрақты спектрі бар жүйелерде тиімді.

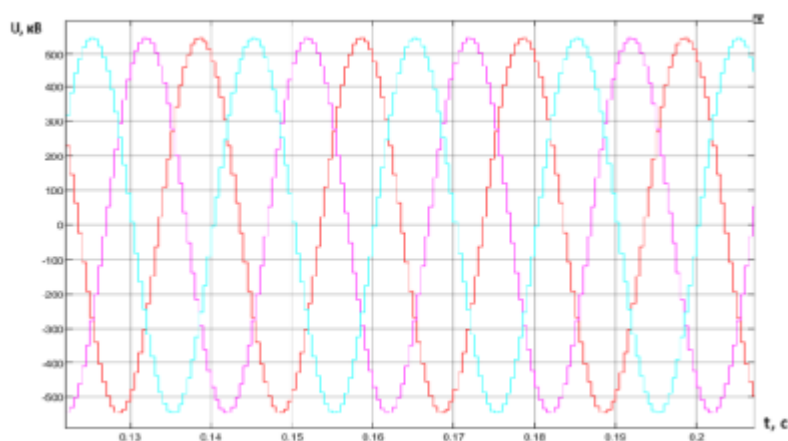


3.2 – сурет – Simulink бағдарламасында желіге активті фильтр жалғау



3.3 – сурет – 10 кВ кернеу графигі

Бұл суретте 10 кВ номиналды кернеудің синусоидалық өзгерісі бейнеленген. График бойынша кернеудің максималды мәні номиналды кернеудің $\sqrt{2} \cdot U_{\text{ном}}$ еселенгені ретінде көрсетілген, яғни 10 кВ номинал үшін бұл шамасы шамамен 8485 В құрайды. Осы көрсетілген мән – кернеудің амплитудалық немесе ең жоғарғы деңгейі болып табылады.



3.4 – сурет – 0.4 кВ кернеу графигі

3.4 – суретте 0,4 кВ номиналды кернеудің синусоидалық графигі берілген. Графикте кернеудің амплитудалық мәні 565 В ретінде көрсетілген, бұл номиналды мәннен жоғары және кернеудің ең жоғарғы шегі болып табылады. Амплитудалық кернеу синусоиданың шыңы кезінде жететін ең жоғарғы мәнді білдіреді. Осы көрсеткіштің дұрыс алынуы есептеулердің сенімді әрі нақты екенін көрсетеді, сондықтан бұл деректер негізінде жүргізілген электрлік есептеулердің дұрыстығына сенімді болуға болады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жұмыста мұнай өңдеу зауытың электрмен жабдықтау жүйесін жобалау және талдау мәселелері жан-жақты қарастырылды. Мұнай өңдеу зауыттарындағы технологиялық процесстердің мол энергия мөлшерін тұтынуына және электр энергиясының сапасына қойылатын талаптардың артуына байланысты, электрмен жабдықтау жүйесінің сенімділігін қамтамасыз ететін техникалық аспектілер зерделенді.

Есептемеге сәйкес зауыттың негізгі цехтарының электр жүктемелері $P_{p0.4}=11836.2$ кВт, $Q_{p0.4}=8465.5$ квар, $S_{p0.4}=14552$ кВА. Осы деректердің негізінде ТМН-1600-10/0.4 трансформаторы, тарату құрылғылары мен кабельдік желілер сияқты жабдықтар таңдалды.

Электрмен жабдықтаудың екі нұсқасы салыстырылды. Бірінші нұсқада зауыт 115 кВ әуе электр беріліс желісінен қоректенсе, екінші нұсқада 37 кВ болды. Техникалық-экономикалық және сенімділік тұрғысынан талдау нәтежиесінде екінші нұсқа тиімді екені дәлелденді. Ол қаржы шығындарының аздығымен және материал қолданысымен және мүмкіндігінше азайтумен ерекшеленді.

Дипломдық жұмыс барысында электр энергиясының сапасын арттыру әдістеріне ерекше назар аударылды. Кернеу ауытқулары, гармоникалық бұрмаланулар және фликер сияқты негізгі ақау түрлері және олардың алдын алудың заманауи техникалық құралдары қарастырылды.

Электр энергиясының сапасын арттыру шараларының тиімділігін бағалау үшін MATLAB/Simulink бағдарламалық ортасында электрмен жабдықтау жүйесінің үлгілік фрагменті құрылды. Модельдеу нәтежиелері компенсациялық құрылғыларды қолдану кернеу тұрақтылығын арттырып, гармоникалық бұрмалану деңгейін төмендететінін көрсетті.

Осылайша, жұмысқа қойылған барлық міндеттер толығымен орындалды. Алынған нәтежиелер мұнай өңдеу зауыттарының электрмен жабдықтау жүйелерін жобалау немесе жаңғырту кезінде, сонымен қатар басқа өндірістік кәсіпорындарда электр энергиясының сапасын арттыру бойынша шешімдер қабылдау кезінде қолданыла алады.

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Касаткин А.Г., Сергеев И.И. Электроснабжение промышленных предприятий. — М.: Энергоатомиздат, 2015.
- 2 Шеин А.А. Электрические нагрузки промышленных предприятий. — М.: Энергия, 2013.
- 3 Саватюгин А.И., Никаноров А.М. Электроснабжение промышленных предприятий. Учебник для вузов. — М.: Академия, 2020. — 432 с.
- 4 Захарченко А.В. Качество электрической энергии и пути его повышения. — СПб.: Питер, 2017.
- 5 Федосеев В.Н. Электроснабжение нефтегазоперерабатывающих предприятий. — Уфа: УГНТУ, 2018.
- 6 Гусев В.И. Системы электроснабжения: расчет и проектирование. — М.: Энергоатомиздат, 2019. — 290 с.
- 7 Гладышев В. П. Качество электрической энергии: теория и практика. — М.: Энергоатомиздат, 2013.
- 8 ПУЭ (Правила устройства электроустановок). 7-е издание. — М.: Энергоатомиздат, 2021.
- 9 ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств. Нормы качества электроэнергии.
- 10 Овчинников В. Н., Михайлова И. В. Моделирование систем электроснабжения в среде MATLAB/Simulink: учебное пособие. — СПб.: Политехника, 2020.
- 11 Абрамович Б. Н., Сычев Ю. А., Устинов Д. А. Электроснабжение нефтегазовых предприятий: Учебное пособие
- 12 СТ КазННТУ – 09 – 2023. Работы учебные. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала.- КазННТУ, 2023