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

Тайбағаров Ердос Қалдыбаевич

«Рахат» ЖШС кондитерлік фабрикасын электрмен жабдықтауды жаңғырту

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6В07101-«Энергетика»

Алматы 2023

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

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

PhD, қауымдастырылған профессор

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНИТУ им.К.И.Сатпаева»
Институт энергетики
и машиностроения

_____Е.А. Сарсенбаев

«12»_____06_____2023ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: ««Рахат» ЖШС кондитерлік фабрикасын эж-ды жаңғырту»

6В07101-«Энергетика»

Орындаған Тайбағаров Е.Қ.

Пікір берушi
техн. ғыл. канд.
аға оқытушы
_____Ж.Ж.Калиев
(қолы)
«_____»_____2023ж.

Ғылыми жетекші
қауымд. профессор
_____А.А.Жұматова
(қолы)
«12»_____06_____2023 ж.

Алматы 2023

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

6В07101-«Энергетика»

«БЕКІТЕМІН»

Кафедра меңгерушісі

PhD, қауымдастырылған профессор

_____Е. А. Сарсенбаев

«16» 01 2023 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға

ТАПСЫРМА

Білім алушы *Тайбағаров Ердос Қалдыбаевич*

Тақырыбы: *«Рахат » ЖШС кондитерлік фабрикасын эж-ды жаңғырту.*

Университеттің академиялық мәселелер бойынша проректоры бекіткен .

Бұйрық *№ 408-п «23» қараша 2022 ж*

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі *«30» мамыр 2023 ж.*

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілгендері: *Қоректендіруді энергия жүйесінің қосалқы станциясынан жүзеге асады. Қуаты 63 МВА, кернеуі* 115/37/6,3 *кВ екі трансформатор орнатылған. Қысқа тұйықталу қуатының мәні 510 МВА.*

Дипломдық жұмыстың қысқаша мазмұны: *а)Электр жүктемелерін есептеу; электр жабдықтарын таңдау;сыртқы электрмен жабдықтау схемаларының нұсқаларын салыстыру; ажыратқыштар, оқшаулағыштар мен трансформаторларды жаңғырту.*

Сызбалық материалдар тізімі *сызбалық материалдар слайдтармен көрсетілген.*

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: *15 атау.*

Дипломдық жұмысты дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Негізгі бөлім	20.02.23 жс	пішқ
Арнайы бөлім	25.05.23 жс	пішқ

Аяқталған жұмысқа қойылған
кеңесшілер мен норма бақылаушының
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	**Кеңесшілер,А.Ә.Т (ғылыми дәрежесі, атағы)**	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	А.А.Жұматова техн.ғыл.канд., қауымдастырылған профессор	20.02.23	
Арнайы бөлім	А.А.Жұматова техн.ғыл.канд., қауымдастырылған профессор	25.05.23ж	
Норма бақылау	Ә. О. Бердібеков, магистр,аға оқытушы	12.06.23ж	

Жоба жетекші_____/Жұматова Ә.А. /
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған студент_____/ Е.К.Тайбагаров /
(қолы)

Күні «12» 06 2023

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Тайбағаров Ердос Қалдыбаевич

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Рахат ЖШС кондитерлік фабрикасын электрмен жабдықтауды жаңғырту

Научный руководитель: Асель Жуматова

Коэффициент Подобия 1: 23.4

Коэффициент Подобия 2: 4.3

Микропробелы: 385

Знаки из здругих алфавитов: 580

Интервалы: 37

Белые Знаки: 3

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

2023-06-12

Дата

Заведующий кафедрой Энергетики

Сарсембаев Е.А.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Тайбағаров Ердос Қалдыбаевич

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Рахат ЖШС кондитерлік фабрикасын электрмен жабдықтауды жаңғырту

Научный руководитель: Асель Жуматова

Коэффициент Подобия 1: 23.4

Коэффициент Подобия 2: 4.3

Микропробелы: 385

Знаки из здругих алфавитов: 580

Интервалы: 37

Белые Знаки: 3

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

2023-06-12

Нуржан Балгаев

Дата

12.06.2023 Жуматова А.А *проверяющий эксперт*

Тайбагаров Ердос Қалдыбаевич

6В07101 – Энергетика мамандығы бойынша

«Рахат» ЖШС кондитерлік фабрикасын эж-ды жаңғырту тақырыбында орындаған

Дипломдық жұмысына

СЫН-ПІКІР

Студент Тайбағаров Е.Қ. дипломдық жұмыста «Рахат» фабрикасын электрмен жабдықтаудың модернизациялануын жүргізді. Жұмыста бүкіл фабрика-цехтар бойынша электр жүктемелері мен шығындары есептелді. Кернеуі 110/6кВ фабриканың бүкіл цехтарына есептеулер жүргізілді. Олардың нәтижелеріне сәйкес электр жабдықтары таңдалды.

ЖҰМЫС БОЙЫНША ЕСКЕРТУ

Дипломдық жұмыс бойынша ерекше ескертулер жоқ. Жұмыстың кемшілгі ретінде таңдалған қажетсіз суреттер және кіріспені өзгерту .

ЖҰМЫСТЫ БАҒАЛАУ

Жоғарыда айтылғандарды ескеріп, Тайбағаров Ердос Қалдыбаевич дипломдық жұмысын «өте жақсы» (95 балл) бағаға бағалап, ал авторды – 6В07101 – Энергетика мамандығы бойынша «техника және технологиялар бакалавры» академиялық дәрежесіне лайық деп санаймын.

Сын-пікір беруші
«Логистика және көлік академиясы» АҚ,
«Энергетика» кафедрасының
қауымдастырылған профессоры, PhD

Ж.Ж.Қалиев

«08» мамыр 2023 ж.

HR департаменті
HR департамент

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ»

Ғылыми жетекшінің пікірі

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС
(жұмыс түрінің атауы)

Тайбагаров Ердос Калдыбаевич
(білім алушының Т.А.Ә.)

6В07101 – Энергетика
(мамандық атауы мен шифрі)

Тақырыбы: «Рахат» ЖШС кондитерлік фабрикасын электрмен жабдықтауды жаңғырту

Диплом бітіруші Тайбагаров Е.Қ. диплом жұмысын графикке сәйкес орындап, жұмысты дайындау кезінде өзін сауатты, өздігінше қажетті материалдар мен әдебиеттерді іздей алатын, ынталы білім алушы ретінде көрсете білді.

Дипломдық жұмыс зауыттың электрмен жабдықтау жүйесін жаңғырту жобасын әзірлеуге арналған.

Дипломдық жұмыстың негізгі бөлімінде ішкі электр сымдары үшін сымдар мен кабель желілері таңдалды, электротехникалық құрылғыларды есептеу және таңдау жүргізілді, трансформаторлар мен жарықтандыру құрылғыларына салыстырмалы талдау жасалған, жерге қосу құрылғысы есептеулері қарастырылған.

Дипломдық жұмыс қойылатын талаптарға сәйкес келеді және мемлекеттік аттестациялық комиссияның отырысында қорғауға жіберіледі. Ал, түлек Тайбагаров Е.Қ. 6В07101 «Энергетика» мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесіне лайықты және дипломдық жұмысын А - «өте жақсы» 90 баллмен бағалаймын.

Ғылыми жетекші
Техн. ғыл. кандидаты
қауымдастырылған-профессор
_____ А.А. Жуматова

«12» 06 2023 жыл

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста «Рахат» ЖШС кондитерлік фабрикасын электрмен жабдықтауды жаңғырту жұмыстары жүргізілді. Дипломдық жұмыста: зауыттың электрмен жабдықтау жүйесін жаңғырту жобасынәзірлеу. "Рахат" АҚ кондитерлік фабрикасының фабрикасының электр жүктемелерін есептеу және Рахат" АҚ КФ трансформаторларының санын таңдау және 0,4 кВ кернеудегі реактив қуаттын, сонымен қатар электр жабдықтары таңдалды.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе выполнены работы по модернизации электроснабжения кондитерской фабрики ТОО «Рахат». В диссертации: разработка проекта модернизации системы электроснабжения завода. Расчетом электрических нагрузок цеха кондитерской фабрики АО «Рахат» и подбором количества трансформаторов КФ АО «Рахат» и реактивной мощности на напряжении 0,4 кВ, а также подобрано электрооборудование.

ANNOTATION

In this diploma thesis, works on modernization of electrical supply of confectionery factory of "Rahat" LLP were carried out. In the thesis: development of the project of modernizing the power supply system of the plant. Calculation of electrical loads of the factory of "Rahat" JSC confectionery factory and selection of the number of KF transformers of "Rahat" JSC and reactive power at a voltage of 0.4 kV, as well as electrical equipment were selected.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	3
1	Жалпы мәліметтер	4
1.1	Рахат" кондитерлік фабрикасы	4
2	Есептік бөлімі	5
2.1	"Рахат" АҚ кондитерлік фабрикасының фабрикасының электр жүктемелерін есептеу	5
2.2	"Рахат" АҚ кондитерлік фабрикасының күш жүктемелерін есептеу	8
3	"Рахат" АҚ КФ трансформаторларының санын таңдау және 0,4 кВ кернеудегі реактив қуаттын	12
3.1	ТҚС жүктемесін есептеу	15
3.2	Нақтыланған жүктемені есептеу	17
3.2.1	ОЖП қуат шығынын есептеу	17
3.2.2	Синхронды қозғалтқыштардың есептік қуаттарын анықтау	18
3.2.3	ГПП 10кВ қуатты компенсацияны анықтау	19
4	Сыртқы электржабдықтаудың нұсқаларын салыстыру	24
4.1	Бірінші нұсқа 115 кВ желі үшін	24
4.2	Екінші нұсқа 6 кВ желі үшін	30
5	Кернеуі 6кВ қондырғыларын таңдау	38
5.1	Қысқа тұйықталу тогын есептеу	38
5.2	Кернеуі 6 кВ сөндіргіштерін таңдау	43
5.3	Тоқ трансформаторларын таңдау	45
5.4	Кернеу трансформаторларын таңдау	51
5.5	ТП жүктеме ажыратқыштарын таңдау	52
5.6	ТП автоматты ажыратқыштарын таңдау	52
5.7	Изоляторлар таңдау	52
	Қорытынды	53
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	54

КІРІСПЕ

Нарықтық экономика жағдайында өмір сүру және тиімді жұмыс істеу міндеттері кәсіпорын иелерін қосымша пайда көздерін іздеуге жетелейді. Олардың ішінде үш негізгі бағытты ажыратуға болады: шығарылатын өнімнің бағасын көтеру, шығарылатын өнім көлемін арттыру және өнімнің тұрақты нарықтық құны кезінде қосымша пайда әкелетін өнім бірлігіне шығындарды азайту. Энергия шығындарын жүкқұжат ретінде қарастыруға болмайды, бұл ресейлік кәсіпорындарда кең таралған құбылыс. Бұл шығындар баптары түпкілікті өнімнің өзіндік құнының едәуір бөлігін алады және өздерінің мақсатты менеджментін талап етеді.

Жалпы алғанда, энергия бағасының тұрақты өсуі жағдайында бұл мәселе өзекті бола түсуде. Бұл әсіресе нарықтық қатынастарға және олар шығаратын өнімге сұраныстың төмендеуіне байланысты өндірістік қуаттылықты едәуір төмендетуге мәжбүр болған ірі кәсіпорындарда өте маңызды, ал кейбір жағдайларда мұндай төмендеу жобалық қуаттылықтың 90% - на жетеді. Мұндай жағдайда кәсіпорындар пайдаланылмаған қуаттарды ұстау үшін қосымша шығындарды көтеруге мәжбүр. Энергияны үнемдеу және электрлендіруді тереңдету электр энергетикасы деп аталатын халық шаруашылығының кең саласымен анықталады. Электрмен жабдықтау жүйесі осы саланың бөлігі болып табылады, оны кәсіпорынның интерфейсінен – энергия жүйесінен бірлік электр қабылдағыштарына дейін анықтауға болады.Место для уравнения.

Энергияны үнемдеу және электрлендіруді тереңдету электр энергетикасы деп аталатын халық шаруашылығының кең саласымен анықталады. Электрмен жабдықтау жүйесі осы саланың бөлігі болып табылады, оны кәсіпорынның интерфейсінен – энергия жүйесінен бірлік электр қабылдағыштарына дейін анықтауға болады. Өндірістің кеңеюіне байланысты коммутациялық жабдықтың қуатын өшіретін желілердің өткізу қабілетін арттыру қажет. Қолданыстағы техникалық тозған жабдықты неғұрлым заманауи, неғұрлым қуатты жабдықпен ауыстыру және бүкіл электрмен жабдықтау жүйесін жетілдіру қажеттілігі туындайды. Қазіргі уақытта электр желілерін есептеудің дәл әдістері пайда болды.

1 Жалпы мәліметтер

1.1 "Рахат" кондитерлік фабрикасы

"Рахат" АҚ КФ – Алматы ауыр машина жасау зауытымен (ААМЖЗ) және Алматы мақта-қағаз комбинатымен (АМҚК) теңестірілген Алматы қаласының негізгі және ірі өнеркәсіптік кәсіпорындарының бірі. Олар айтқандай, энергияны үнемдейтін іс-шаралар, ең алдымен, қалалық өнеркәсіптің осындай грандтарында орындалуы керек. 1-суретте "Рахат" акционерлік қоғамы кондитерлік фабрикасы (бұдан әрі - "Рахат" АҚ КФ) көрсетілген.

1-сурет – "Рахат" АҚ кондитерлік фабрикасы

Қазіргі уақытта "Рахат" АҚ КФ-да 6 өндірістік цех жұмыс істейді: бисквит, карамель, ирис, шоколад, кәмпит, зефир. Бұл цехтардың барлығы болашақ диссертацияда талдау және есептеу ретінде қарастырылады.

"Рахат" АҚ КФ-ны тамақтандыруды бөлек жұмыс істейтін екі трансформатор жүзеге асырады. Кондитерлік фабрика екі ауысымда жұмыс істейді.

2 Есептік бөлім

2.1 "Рахат" АҚ кондитерлік фабрикасының фабрикасының электр жүктемелерін есептеу

"Рахат" кондитерлік фабрикасының цехтары бойынша электр жүктемелері туралы мәліметтер 1-кестеде келтірілген.

1-кесте – "Рахат" АҚ кондитерлік фабрикасының 6 цехының электр жүктемелері

Атауы	ЭП саны, n	Белгіленген қуат, кВт	
		Бір ЭП, $P_н$	$\sum P_н$
Бисквит цехы	10	1-20	180
Карамель цехы	19	1-15	215
Ирис цехы	8	1-20	140
Кәмпиттер цехы	6	1-15	100
Зефир цехы	8	1-20	110
Шоколад цехы	14	1-35	450

Бисквит цехын есептеу.

Белгіленген жарықтандыру қуатын есептейміз:

$$P_{уо} = S \cdot \rho_о,$$

мұндағы, меншікті есептік қуаты, кВт

$$P_{уо} = 90 \cdot 25 \cdot 0{,}014 = 31{,}5 \text{ кВт}.$$

Біз жарықтандыру жүктемесінің болжамды қуатын есептейміз:

$$P_{ро} = P_{уо} \cdot K_с,\ Q_{ро} = P_{уо} \cdot tg\varphi,$$

мұндағы, $K_с$ – жарықтандыру жүктемесінің белсенді қуаты бойынша сұраныс;

$tg\varphi$ – реактивті қуат коэффициенті $cos\varphi$ арқылы анықталады;

$P_{уо}$ – цех бойынша жарықтандыру қабылдағыштарының белгіленген

қуаты, белгілі өндірістік алаң еденнің 1м^2 бетіндегі нақты жарықтандыру жүктемесі бойынша анықталады.

$$P_{ро} = 31,5 \cdot 0,8 = 25,2 \text{ кВт},$$

$$Q_{ро} = 31,5 \cdot 0,48 = 12096 \text{ кВАр}.$$

Біз қалған бөлмелер үшін ұқсас есептеуді жүргіземіз, алынған мәліметтерді 2-кестеге енгіземіз.

2-кесте – "Рахат" АҚ кондитерлік фабрикасының 8 цехының электр жүктемелері

Өнеркәсіп орындарының атауы	Орындарының ауданы, $м^2$	Меншікті жарықт. жүктемесі, ρ_0, $кВт/м^2$	Сұраныс коэфициенті, $К_с$	Орнатылған жарықтандыру қуаты, $P_{уо}$, кВт	Жарықтандыру жүктемесінің есебі		cosφ/tgφ
					$P_{ро}$, кВт	$Q_{ро}$, квар	
Бисквит цехы	2250	0,014	0,8	31,5	25,2	12,096	0,9/0,48
Карамель цехы	2000	0,014	0,8	28	22,4	10,752	0,9/0,48
Ирис цехы	1375	0,014	0,8	19,25	15,4	7,392	0,9/0,48
Шоколад цехы	1250	0,014	0,8	17,5	14	6,72	0,9/0,48
Кәмпиттер цехы	2250	0,014	0,8	31,5	25,2	12,096	0,9/0,48
Зефир цехы	2675	0,014	0,8	37,45	29,95	14,381	0,9/0,48
Адм. корпус, асхана	2400	0,02	0,9	48	43,2	20,736	0,9/0,48
Автогараж	800	0,01	0,6	8	4,8	0	1/0
Территорияны жарықтандыру	15000	0,002	1	3	3	1,44	0,9/0,48

2.2 "Рахат" АҚ кондитерлік фабрикасының күш жүктемелерін есептеу

Біз қуат бөлігін, орташа жүктемелерді есептейміз:

$$P_{ож} = \sum P_н \cdot K_п,$$

мұндағы, $K_п$ – пайдалану коэффициенті, цехқа сәйкес таңдалады.

$$Q_{ож} = P_{ож} \cdot tg\varphi$$

$$P_{ож} = 180 \cdot 0{,}35 = 63 \text{ кВт.}$$

$$Q_{ож} = 63 \cdot 0{,}88 = 55{,}44 \text{ кВАр.}$$

Электр қабылдағыштарының тиімді санын табамыз, $n_э$:

$$n_э = \frac{2 \cdot \Sigma P}{P},$$

$$n_э = \frac{2 \cdot 180}{20} = 18.$$

Қуат бөлігін, есептік жүктемелерді есептейміз:

$$P_е = P_{см} \cdot K_м,$$

$$P_е = 63 \cdot 1{,}55 = 97{,}65 \text{ кВт.}$$

$$Q_е = Q_{ож} = 55{,}44 \text{ кВАр.}$$

3-кесте – "Рахат" фабрикасының цехтарын жарықтандыруды есептеу

Өндірістік атауы	Бөлменің ауданы, $м^2$	Меншікті жарықтандыру жүктемесі, ρ_0, $кВт/м^2$	Сұраныс коэффициенті, K_c	Белгіленген жарықтандыру қуаты, $P_{уо}$, кВт	Жарықтандыру жүктемесінің болжамды қуаты	
					$P_{ро}$,Квт	$Q_{ро}$,кВр
Бисквит цехы	2250 (90х25)	0,014	0.8	31,5	25,2	12,096
Карамель	2000	0.014	0.8	28	22,4	10,752

цехы	(25x80)					
Ирис	1375	0.014	0.8	19,25	15,4	7,392
цехы	(25x55)					
Шоколад цехы	1250 (50x25)	0.014	0.8	17,5	14	6,72
Кәмпит тер цехы	2250 (25x90)	0.014	0.8	37,45	25,2	12,096
Зефир цехы	2675 (25x107)	0.014	0.8	48	29,95	14,381

$$S_p = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

мұндағы, $К_м$ – максимум коэффициенті $К_м$ және $n_э$ сәйкес кестеден таңдалады.

$$S_p = \sqrt{97{,}65^2 + 55{,}44^2} = 112{,}29 \text{ кВА.}$$

4-кесте – Электр жүктемелерін есептеу, U = 0,4 Кв

Атауы	Қ саны n	Орнатылған қуат, кВт			и	cosφ/tgφ	Орташа жүктемелер		э	м	Есептік жүктемелер			$I_р$, А
		P_H min -P_H max	$P_н$				$P_{см}$, Вт	$Q_{см}$, вар			$P_р$, кВт	$Q_р$, квар	$S_р$, кВА	
Бисквит цехы														
а) Қуат	10	1-20	180	>3	0,35	0,75/0,88	63	55,44	18	1,55	97,65	55,44	112,29	202,422
б) жарықтандыру											25,2	12,096	27,952	
Барлығы											122,85	67,536	140,242	
Карамель цехы														
а) Қуат	19	1-15	15	>3	0,35	0,75/0,88	75,25	66,22	19	1,3	97,825	66,22	118,131	206,371
б) жарықтандыру											22,4	10,752	24,847	
Барлығы											120,225	76,972	142,978	
Ирис цехы														
а) Қуат		1-20	40	>3	0,25	0,7/1,02	35	35,7		1,83	64,05	35,7	73,327	130,494
б) жарықтандыру											15,4	7,392	17,082	
Барлығы											79,09	43,092	90,409	
Шоколад цехы														
а) Қуат	14	1-35	50	>3	0,25	0,7/1,02	112,5	114,75	14	1,46	164,25	114,75	200,364	311,615
б) жарықтандыру											14	6,72	15,529	
Барлығы											178,25	121,47	215,893	
Конфет цехы														
а) Қуат		-20	00	3	0,35	0,75/0,88	35	30,8	6	1,69	59,15	30,8	66,689	136,604
б) жарықтандыру											25,2	12,096	27,953	
Барлығы											84,35	42,896	94,642	

4-кесте жалғасы

Атауы	Қ саны, n	Орнатылған қуат, кВт			и	cosφ/tgφ	Орташа жүктемелер		э	м	Есептік жүктемелер			$I_р$, А
		$P_Н$ min -$P_Н$ max	$\Sigma P_н$				$P_{см}$, Вт	$Q_{см}$, вар			$P_р$, кВт	$Q_р$, квар	$S_р$, кВА	
Зефир цех														
а) силовая		1-15	110	>3	0,35	0,75/0,88	38,5	33,88		1,71	65,835	33,88	74,041	154,824
б)осветительня											29,95	14,381	33,224	
Итого											95,785	48,261	107,265	

3 "Рахат" АҚ КФ трансформаторлар санын таңдау және 0,4 кВ кернеудегі реактивті қуатты компенсациялау

Цех трансформаторларының саны мен қуатын анықтау үшін техника-экономикалық есептеулер жолымен ғана жүзеге асады. Сосын келесі факторларды ескеру қажет: тұтынушыларды электрмен жабдықтау сенімділігінің категориясы, одан кейін 1кВ-қа дейінгі реактивті жүктемені компенсациялауды білу. Қалыпты (нормалы) және төтенше жағдайларда трансформатордың көп жүктелмеу қабілетін; стандартты қуаттар қадамы; жүктеме графигі бойынша трансформаторлардың тиімді жұмыс режимдерін бақылау қажет.

Есептеулер үшін берілулер:

$P_{p0,4}$ = 10042,01 кВт;

$Q_{p0,4}$ = 7709,3 квар;

$S_{p0,4}$ = 12758,4 кВА.

"Рахат" АҚ КФ 2-ші категориялы тұтынушыларға жатады және 2 ауысыммен жұмыс істейді; сондықтан трансформатордың жүктелу коэффициенті $К_{жтр}$=0,8. Трансформатор қуатын $S_{нтр}$=1600 кВА тең қабылдаймыз.

Ең көп есептік активті жүктемені қамдау үшін, керекті қуаттары бірдей цех трансформаторлардың минималды санын табамыз:

$$N_{T\,min} = \frac{P_{p\,0,4}}{К_з \cdot S_{нтр}} + \Delta N$$

мұнда $P_{p\,0,4}$ – есептік активті қуат;

$к_з$ – трансформатордың жүктелу коэффициенті;

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

ΔN – ең жақын бүтін санға дейінгі қосымша.

$$N_{T\,min} = \frac{10042,01}{0.8 \cdot 1000} + 0,45 = 14 \text{ дана}$$

Экономика жағынан тиімді саны: $N_{т.э} = N_{min} + m$,

мұнда m – қосымша трансформаторлардын саны.

$N_{т..э}$ - $З^*_{п/ст}$ капиталды шығындардың тұрақты құраушыларын ескеріп, реактивті қуатты беруге кететін меншікті шығындармен анықталады.

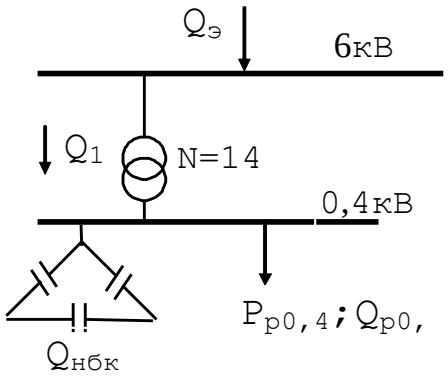
$З^*_{п/ст}$= 0,5; $к_з$ = 0,8; N_{min} = 14; ΔN = 0,45 сондықтан m=0 деп қабылдаймыз.

$$N_{т..э} = 14 + 0 = 14 \text{ трансформатор}$$

Трансформаторлардың таңдап алынған саны бойынша кернеуі 1 кВ болып келетін желіге трансформаторлар арқылы берілетін ең көп реактивті қуатты есептейміз:

$$Q_1 = \sqrt{(14 \cdot 1000 \cdot 0{,}8)^2 - 10042{,}01^2} = 4959{,}6 \text{ квар}$$

Конденсаторлық қордырғының сұлбасы 2-суретте көрсетілген.



2-сурет – Кнденсатор батареясының жалғану сұлбасы

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

$$Q_{нбк\ 1} + Q_1 = Q_{р\ 0,4},$$

$$Q_{нбк\ 1} = Q_{р\ 0,4} - Q_1 = 7709{,}3 - 4959.6 = 2749.7 \text{ квар.}$$

Трансформаторлардың осы мәні үшін төменгі кернеу конденсаторлар батареясының (НБК) қосымша $Q_{нбк\ 2}$ қуаты келесі формула бойынша табылады:

$$Q_{нбк\ 2} = Q_{р\ 0,4} - Q_{нбк\ 1} - \gamma \cdot N_{т\ э} \cdot S_{нт},$$

Мұндағы, γ – есептік коэффициенті

$$Q_{нбк\ 2} = 7709{,}3 - 2749.7 - 0{,}2 \cdot 14 \cdot 1000 = 2159.6 кВар$$

$$Q_{нбк} = Q_{нбк\ 1} + Q_{нбк\ 2}$$

$$Q_{нбк} = 2749.7 + 2159.6 = 4909.3\ кВар.$$

Әр трансформаторға сәйкес келетін бір конденсаторлар батареясының қуатын табамыз:

$$Q_{нбк\ тп} = \frac{Q_{нбк}}{N_{тз}},$$

$$Q_{нбк\ тп} = \frac{4909.3}{14} = 350{,}6$$

Конденсаторлар батареясының қуаты $Q_{нбктп} = 350{,}6$ болғандықтан, оны жуықтап $Q_{нбктп} \approx 350$ деп қабылдаймыз.

[1] әдебиеттен келесідей конденсаторлар батареясын таңдаймыз:

УКЛН-0,38-200-50 У3

Есептеулер нәтижесі бойынша 5-кесте құра отырып, мәндерін енгіземіз.

Цехтағы тарату пунктерін бір және екі трансформаторлы деп қабылдаймыз. Цехтардың жүктемелерін ескеріп, шекаралық белгі бойынша топтарға жиналады. ТП1-ТП6 ГПП шинасына қосылған. Фабрикада негізгі тұтынушылар болып жоғары кернеулі синхронды қозғалтқыштар (СҚ) және ДСП болып табылады. Синхронды қозғалтқыштар ГПП-дан алыс орналасқан цехтарда орнатылады, сондықтан цехтарда тарату пунктерін (РП) қоямыз.

ТП бойынша цехтың төмен вольті жүктемелерін есептеу 5-кестеде көрсетілген.

5-кесте-ТП бойынша төмен вольті цехтер жүктемелерін тарату

ТП	№ ЦЕХ	P_p	Q_p	S_p	$K_з$
ТП1-3 (6х1000)					
	1	1741,98	1206,39		
	2	362,93	168,38		
	6	325,55	285,62		
	8	297,34	256,33		
$\Sigma S_н$=6х1000=6000кВА	Жарықтандыру	1527,96	763,9		
$Q_{нбк}$ (6х350)=2100			-2100		
Барлығы		4461,76	590,6	4500,67	0,75

ТП	№ЦЕХ	Рр	Qр	Sр	Кз
ТП 4 (2х1000)	3	138,51	114,24		
	4	318,82	244,46		
	5	75,22	63,6		
	20	964,89	662,44		
$Q_{нбк}$ (2х350)=700			-700		
Барлығы		*1497,44*	*384,74*	*1546,07*	*0.77*
ТП 5 (2х1000)	16	866.95	427.11		
	17	237.14	117.25		
	18	63.72	52.74		
	19	231.95	126.7		
Q*нбк* (2х350)=700			-700		
Барлығы		*1524.7*	*23.8*	*1524.8*	*0.76*
ТП 6-7	12	421,25	376,6		
(4х1000)	13	28,91	23,42		
	14	1995,25	2028,2		
	15	929,63	929,81		
Q*нбк* (4х350)=1400			-1400		
Барлығы		*3275.06*	*1458,03*	*3389,6*	*0.8*

3.1 ТП-ң реактивті жүктемесін есептеу

Бастапқы берілулер:
$Q_{р\ 0,4}$ = 7709,3квар;
$Q_{нбк}$ = 4909.3 квар.

ТП 1-3: $Q_{р\ ТП1\text{-}3}$=2690.6 квар, $Q_{р\ нбк}$= х,

$$Q_{р\ нбк\ тп1-3} = \frac{Q_{нбк} \times Q_{р\ тп1-3}}{Q_{р\ 0,4}} = \frac{4909.3 \times 2690.6}{7709.3} = 1713.48\ кВар$$

сонымен, нақты реактивті қуат: $Q_{ф\ ТП1\text{-}3}$ = 6 · (150 + 200) = 2100 квар, ал компенсацияланбаған қуат:

$$Q_{неск} = Q_{р\ ТП1\text{-}2} - Q_{ф\ ТП1\text{-}2} = 2690,6 - 2100 = 590,6 квар.$$

ТП 4: $Q_{р\ ТП4\text{-}5}$ = 1084,74 квар, $Q_{р\ нбк}$ = x,

$$Q_{р\ нбк\ тп4-5} = \frac{Q_{нбк} \cdot Q_{р\ тп4-5}}{Q_{р\ 0,4}} = \frac{12758,4 \cdot 1084,74}{7709,3} = 1795,1\ кВар$$

сонымен, нақты реактивті қуат: $Q_{ф\ ТП5\text{-}6}$ = 2 · (350) = 700 квар, ал компенсацияланбаған қуат

$$Q_{неск} = Q_{р\ ТП4\text{-}5} - Q_{ф\ ТП4\text{-}5} = 1084.74 - 700 = 384,74\ квар.$$

ТП 5: $Q_{р\ ТП6\text{-}7}$= 1370,97 квар, $Q_{р\ нбк}$= x,

$$Q_{р\ нбк\ тп6-7} = \frac{Q_{нбк} \cdot Q_{р\ тп6-7}}{Q_{р\ 0,4}} = \frac{12758,4 \cdot 1370,97}{7709,3} = 2268,8\ кВар$$

сонымен, нақты реактивті қуат: $Q_{ф\ ТП6\text{-}7}$ = 2 · (600) = 1200 квар, ал компенсацияланбаған қуат :

$$Q_{неск} = Q_{р\ ТП6\text{-}7} - Q_{ф\ ТП6\text{-}7} = 1370,97 - 1200 = 170,97\ квар.$$

ТП 6-7: $Q_{р\ ТП8\text{-}9}$= 1089,88 квар, $Q_{р\ нбк}$= x,

$$Q_{р\ нбк\ тп8-9} = \frac{Q_{нбк} \times Q_{р\ тп8-9}}{Q_{р\ 0,4}} = \frac{5020 \times 1089,88}{5557,8} = 984,4\ кВар$$

сонымен, нақты реактивті қуат: $Q_{ф\ ТП8\text{-}9}$ = 2 · (200 + 150) = 700квар, ал компенсацияланбаған қуат:

$$Q_{неск} = Q_{р\ ТП7\text{-}8} - Q_{ф\ ТП7\text{-}8} = 1089,88 - 700 = 389,88\ квар.$$

6-кесте – $Q_{нбк}$ нақтыланған жіктелуі

№ ТП	$Q_{ртп}$	$Qр_{\ нбк\ тп}$	$Q_{\ факт\ нбк\ тп}$	$Q_{\ неск.}$
ТП1-3	2690,6	1713,48	2100	590.6
ТП4	1084.74	1795,1	700	384.74

6-кесте жалғасы

ТП5	1370,97	2268,8	700	170,97
ТП6-7	1089,88	984,4	1400	389,88
Барлығы	5882,123	6761,8	4900	1536,2

3.2 Нақтыланған жүктемені есептеу

3.2.1 ОЖП-дағы қуат шығындарын анықтау

ТСЗ-1000-10/0,4 трансформаторын таңдаймыз.

$S_н$=1000кВА, $U_В$=10кВ, $U_н$=0,4кВ, $\Delta P_{хх}$=2,45 кВт, $\Delta P_{кз}$=11 кВт, $I_{хх}$=1,4%, $U_{кз}$=5,5%

1) ТП 1-3 үшін: $К_з$ = 0,75; N = 4.

$$\Delta Pm = (\Delta Pxx + \Delta Pкз \cdot Кз^2) \cdot N = (2{,}45 + 11 \cdot 0{,}75^2) \times 4 = 34{,}5\ кВт$$

$$\Delta Qm = (\frac{Ixx\%}{100} \cdot Sнт + \frac{Uкз\%}{100} \cdot Sнт \cdot Кз^2) \cdot N$$

$$\Delta Qm = \left(\frac{1{,}4}{100} \cdot 1000 + \frac{5{,}5}{100} \cdot 1000 \cdot 0{,}75^2\right) \cdot 4 = 179{,}7 кВар$$

2) ТП 4 үшін: $К_з$ = 0,77; N = 4

$$\Delta Pm = (\Delta Pxx + \Delta Pкз \cdot Кз^2) \cdot N = (2{,}45 + 11 \times 0{,}77^2) \times 4 = 35{,}8\ кВт$$

$$\Delta Qm = (\frac{Ixx\%}{100} \cdot Sнт + \frac{Uкз\%}{100} \cdot Sнт \cdot Кз^2) \cdot N$$

$$\Delta Qm = \left(\frac{1{,}4}{100} \cdot 1000 + \frac{5{,}5}{100} \cdot 1000 \cdot 0{,}77^2\right) \cdot 4 = 186{,}4 кВар$$

3) ТП 5 үшін: Кз=0,76; N=4

$$\Delta Pm = (\Delta Pxx + \Delta Pкз \cdot Кз^2) \cdot N = (2{,}45 + 11 \times 0{,}76^2) \times 4 = 35{,}2\ кВт$$

$$\Delta Qm = (\frac{Ixx\%}{100} \cdot Sнт + \frac{Uкз\%}{100} \cdot Sнт \cdot Кз^2) \cdot N$$

$$\Delta Qm = (\frac{1,4}{100} \cdot 1000 + \frac{5,5}{100} \cdot 1000 \cdot 0,76^2) \times 4 = 183 кВар$$

4) ТП 6-7 үшін: Кз=0,8; N=4

$$\Delta Pm = (\Delta Pxx + \Delta Pкз \cdot Кз^2) \cdot N = (2,45 + 11 \times 0,8^2) \times 4 = 37,9\ кВт$$

$$\Delta Qm = (\frac{Ixx\%}{100} \cdot Sнт + \frac{Uкз\%}{100} \cdot Sнт \cdot Кз^2) \cdot N$$

$$\Delta Qm = \left(\frac{1,4}{100} \cdot 1000 + \frac{5,5}{100} \cdot 1000 \cdot 0,8^2\right) \cdot 4 = 196,8 кВар$$

Барлық трансформаторлардағы соммалы шығындар

$$\Sigma P_{1\text{-}10} = 34,5 + 35,8 + 35,2 + 37,9 = 143,4 \text{ кВт},$$

$$\Sigma Q_{1\text{-}10} = 179,7 + 186,4 + 183 + 196,8 = 746,1 \text{ квар}.$$

3.2.2 Синхронды қозғалтқыштардың есептік қуаттарын анықтау

№3-б цехы бойынша берілген мәліметтер:

$P_{н\,СД}$ = 630 кВт; cos φ = 0,9; $N_{СД}$ = 4; $к_з = \beta$ = 0,85.

Синхронды қозғалтқыш үшін есептік активті және реактивті қуаттарды табамыз:

$$P_{р\,СД} = P_{н\,СД} \cdot N_{СД} \cdot к_з = 630 \cdot 4 \cdot 0,85 = 2142 \text{ кВт}, \quad (2.23)$$

$$Q_{р\,СД} = P_{р\,СД} \cdot tg\varphi = 2142 \cdot 0,484 = 1036,7 \text{ квар}. \quad (2.24)$$

№17-а цехы бойынша берілген мәліметтер:

$P_{н\,СД}$ =630 кВт; cos φ = 0,9; $N_{СД}$ = 6; $к_з = \beta$ = 0,85.

Синхронды қозғалтқыш үшін есептік активті және реактивті қуаттарды табамыз:

$$P_{р\,СД} = P_{н\,СД} \cdot N_{СД} \cdot к_з = 630 \cdot 6 \cdot 0,85 = 3213 \text{ кВт},$$

$$Q_{р\,СД} = P_{р\,СД} \cdot tg\varphi = 3213 \cdot 0,484 = 1555 \text{ квар}.$$

№18-а цехы бойынша берілген мәліметтер:

$P_{н\,СД}$ =800 кВт; cos φ = 0,9; $N_{СД}$ = 6; $к_з = \beta$ = 0,85.

Синхронды қозғалтқыш үшін есптік активті және реактивті қуаттарды табамыз:

$$P_{р\,СД} = P_{н\,СД} \cdot N_{СД} \cdot к_{з} = 800 \cdot 6 \cdot 0{,}85 = 4080 \text{ кВт},$$

$$Q_{р\,СД} = P_{р\,СД} \cdot tg\varphi = 4080 \cdot 0{,}484 = 1974{,}7 \text{ квар}.$$

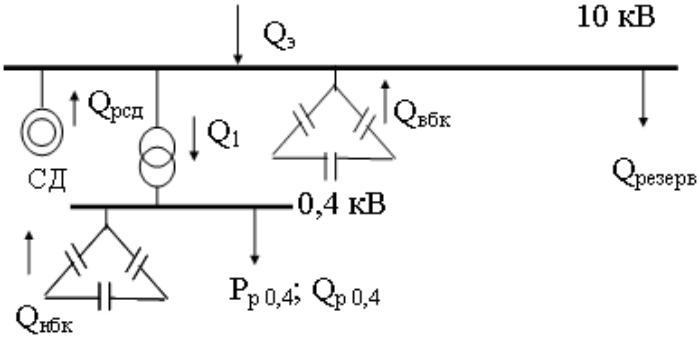
Синхронды қозғалтқыштардың соммалы қуаттары

$$\Sigma P_{СД} = 2142 + 3213 + 4080 = 9435 \text{ кВт},$$

$$\Sigma Q_{СД} = 1036{,}7 + 1555 + 1974{,}7 = 4539{,}4 \text{ квар}.$$

3.2.3 ГПП 10кВ шинасындағы реактивті қуат компенсациясын есептеу

Орынбасу схемасын салайық (3-сурет).



3-сурет – О рынбасу схемасы

Резервті қуат:

$$Q_{рез} = 0{,}1 \cdot \Sigma Q_{ес} = 0{,}1 \cdot (Q_{р0,4} + \Delta Q_{т}) = 0{,}1 \cdot (7709{,}3 + 746{,}1) = 845{,}5 \text{ квар}.$$

Энергожүйеден келетін қуатты есептейміз:

$$Q_{э} = 0{,}23 \cdot \Sigma P_{р} = 0{,}23 \cdot (P_{р0,4} + \Delta P_{т} + \Sigma P_{сд}) \qquad (2.24)$$

$$Q_{э} = 0{,}23 \cdot (10042 + 143{,}4 + 9435) = 4512{,}7 \text{ квар}.$$

ВБК қуатын реактивті қуат балансынан табамыз:

$$Q_{ВБК} = Q_{р0,4} + \Delta Q_{т} + Q_{рез} - Q_{э} - Q_{сд} - \Sigma Q_{НБК};$$

$$Q_{ВБК} = 7709,3 + 746,1 + 845,5 - 4512,7 - 4539,4 - 4900 = -4651,2 \text{ квар.}$$

$Q_{ВБК}$ = -4651,2 кВар болды, яғни теріс сан болғандықтан, ВБК таңдамаймыз.

Төменгі және жоғары кернеулі жүктемелердің, ОЖП трансформатор шығындарын, есептік қуаттарын есепке ала отырып, 7-кестені толтырайық.

7-кесте – Күштік жүктемесінің нақтыланған есебі

ТП-дың нөмірі	Цехтардың номері	Қ саны	Тұрақталған қуаттылық		$К_и$	Орта жүктеме макс.загр.см.		э	м	Есептелген қуаттылық			з
		n	Pmin/ Pmax кВт	Жалпы ∑Рн квт		$Р_{см}$ кВт	$Q_{см}$ квар			$Р_р$	$Q_р$	$S_р$	
ТП № 1-3 (6х1000 кВА)	1	20	1-50	2600	0,6	560	170						
	2	5	1-40	350	0,75	62,5	28,6						
	6	0	1-30	450	0,7	270	75,4						
	8	5	8-40	450	0,55	47,5	52,4						
күштік		10	1-50	3850	0,65	340	826,4	54	1,06	2480,4	1826,4		
Тер. жарықтандыру										1527,9	763,9		
жарықтандыру										173,5	86,25		
Qнбк(6 х 350 квар)											-2100		
Қорытынды										*4181,8*	*576,55*	*4853,1*	*0,81*
ТП № 4 (2х1000 кВА)	3	5	1-14	210	0,5	05	07,1						
	4	20	10-28	450	0,6	270	37,6						
	5	5	1-20	150	0,6	2,5	3						
	20	6	250	1500	0,5	50	60						
күштік		6	1-250	2310	0,5	1178	1068	19	1,2	1413,6	1068		
жарықтандыру										34,08	17,035		
Qнбк(2 х 350 квар)											-700		
Қорытынды										*1447,6*	*385,03*	*1498*	*0,7*

7-кесте жалғасы

ТП-дың нөмірі	Цехтардың номері	Қ саны	Тұрақталған қуаттылық		и	Орта жүктеме		$n_э$	м	Есептелген қуаттылық			з
			Pmin/ Pmax кВт	Жалпы $\sum P_н$ квт		$P_{см}$ кВт	$Q_{см}$ квар			$P_р$	$Q_р$	$S_р$	
ТП № 5 (2х1000 кВА)	16	20	10-80	850	0,75	637,5	344,25	165,7	82,86				
	17		0	30	0,8	4	10,8	210	105				
	18	0		80	0,45	6	43,2	19,08	9,54				
	19	5	0	300	0,65	95	120,9	11,6	5,8				
күштік		8	0-80	1260	0,6	92,5	619,15	31,5	1,13	1008,52	619,15		
жарықтандыру										406,38	202,9		
Qнбк(2х 350 квар)											-700		
Қорытынды										*1414,9*	*122,05*	*1420,15*	*0,74*
ТП 6,7	12	0	0-40	560	0,65	64	371,28	10,65	5,32				
	13			40	0,4	6	18,56	6,03	3,01				
	14	5	0-100	1820	0,75	365	1774,5	507,4	253,7				
	15	0	-30	1250	0,6	50	870	119,63	59,81				
Күштік		110	1-100	3670	0,6	2495	3034,3	74	1,09	2719,5	3034,3		
Жарықтандыру										643,71	321,84		
Qнбк(4х 350 квар)											-1400		
Қорытынды										*3363,21*	*1556*	*3600*	*0,85*

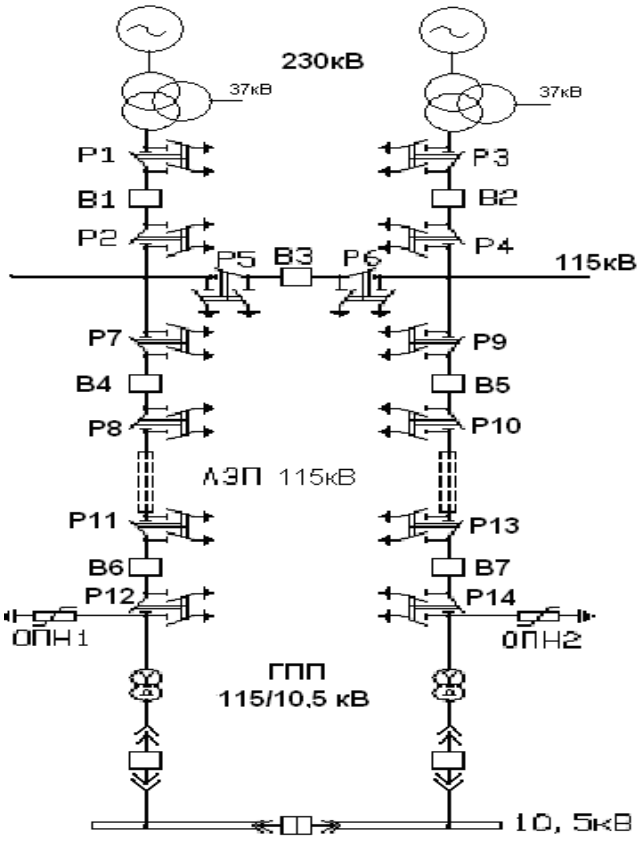
ТП-дың нөмірі	Цехтардың номері	Қ саны	Тұрақталған қуаттылық		и	Орта жүктеме		э	м	Есептелген қуаттылық			з
			Pmin/ Pmax кВт	Жалпы ∑$P_н$ квт		$P_{см}$ кВт	$Q_{см}$ квар			P_p	Q_p	S_p	
0,4 кВ шинасында барлығы										10407,6	2639,6		
ΣΔPт , ΣΔQт										143,4	746,1		
10кВ шинасына келтірілген 0,4кВ жүктемесі										10551	3385,7		
3	СД3		630							2142	1036,7		
17	СД17		630							3213	1555		
18	СД18		800							4080	1947,7		
Qвбк											0		
Зауыттың қорытындысы бойынша										19986	7925,1	21499,9	

4 Сыртқы электржабдықтаудың нұсқаларын салыстыру

Қуат қуаты 63 МВА, кернеуі 115/37/6, 3 кВ болып келетін екі трансформатор орнатылған және қуаты шектеусіз энергия жүйесінің қосалқы станциясынан жүзеге асуы мүмкін. Энергожүйе қосалқы станциясының цехқа дейінгі ара қашықтық 6,2 км. Екі ауысым бойынша жұмыс жасайды.

1) Бірінші нұсқа – 115 кВ;
2) Екінші нұсқа – 6 кВ.

4.1 Бірінші нұсқа 115 кВ желі үшін



4-сурет – Электрмен жабдықтаудың 1-ші нұсқасы

1-ші нұсқа бойынша электр жабдықтарын таңдау
ГПП трансформаторларын таңдаймыз:

$$S = \sqrt{P_P^2 + Q_э^2}$$

$$S = \sqrt{19986^2 + 4512{,}7^2} = 20489{,}1 \text{ кВА}.$$

Қуаты 12500 кВА екі трансформатор таңдаймыз.
Жүктелу коэффициентін анықтаймыз:

$$Кз = \frac{Sр}{2 \cdot Sн} = \frac{20489{,}1}{2 \cdot 12500} = 0{,}8. \qquad (3.2)$$

Трансформаторлардың паспорттық мәліметтері:
ТДТН –12500/110
$S_н$=12500 кВА, $\Delta P_{хх}$=6кВт, $\Delta P_{кз}$=400кВт,
$U_{кз}$=12,5%, $I_{хх}$=0,15 %
Трансформаторлардағы қуат шығындарын анықтаймыз:
Активті қуат:

$$\Delta P_{тр\ ГПП} = 2 \cdot \left(\Delta P_{хх} + \Delta P_{КЗ} \cdot K_З^2\right) = 2 \cdot \left(6 + 400 \cdot 0{,}8^2\right) = 524 кВт,$$

Реактивті қуат:

$$\Delta Q_{тр\ гпп} = 2 \cdot \left(\frac{I_{хх}}{100} \cdot Sн + \frac{U_{кз}}{100} \cdot Sн \cdot К_з^2\right),$$

$$\Delta Q_{ТГПП} = 2 \cdot \left(\frac{0{,}15}{100} \cdot 12500 + \frac{12{,}5}{100} \cdot 12500 \cdot 0{,}8^2\right) = 2037{,}5 \text{квар}.$$

Трансформаторлардағы энергия шығындарын есептейміз:
Үш ауысымды жұмыс режимі үшін $Т_{вкл}$=4000ч. $Т_{макс}$=4000ч.
Олай болса максималды шығын уақытын анықтаймыз:

$$\tau = \left(0{,}124 + \frac{Тм}{10000}\right)^2 \cdot 8760 = \left(0{,}124 + \frac{4000}{10000}\right)^2 \cdot 8760 = 2405{,}3ч. \qquad (3.5)$$

Трансформаторлардағы активті энергия шығындары

$$\Delta W = 2 \cdot (\Delta P_{хх} \cdot Т_{вкл} + \Delta P_{кз} \cdot \boldsymbol{\tau} \cdot K_з^2),$$
$$\Delta W = 2 \cdot (6 \cdot 4000 + 400 \cdot 2405{,}3 \cdot 0{,}8^2) = 1279513{,}6 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}.$$

ЛЭП –110 кВ

ЛЭП арқылы өтетін толық қуатын анықтау:

$$S_{лэп} = \sqrt{\left(P_р + \Delta P_{тр\ ГПП}\right)^2_+ Q_э^2}\ ,$$

$$S_{лэп} = \sqrt{(19986 + 524)^2 + 4512{,}7^2} = 21000{,}6\ кВА$$

Бір линия арқылы жүретін тоқты есептеу:

$$Ip = \frac{S_{лэп}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot Uн} = \frac{21000{,}6}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 110} = 55{,}1\ A\ .$$

Авариялық режим тоғы:

$$I_а = 2 \cdot I_р = 2 \cdot 55{,}1 = 110{,}2\ А.$$

Экономикалық тоқ тығыздығы арқылы сым қимасын анықтаймыз

$$F = \frac{Ip}{j} = \frac{55{,}1}{1{,}1} = 50.09\ мм^2$$

мұндағы, $I_р$=55,1 А линияның есептік тогы болып есептеледі, j=1,1 А/мм^2

$T_м$ = 4000ч және алюминий сымдар болғандағы экономикалық тоқ тығыздығы.

Корондау шарты бойынша АС-70 сымын таңдаймыз, $I_{қос}$ = 265А. Таңдалған сымды рұқсатты қыздыруға тексереміз.

Есептік ток кезінде:

$$I_{қос} = 265А > I_р = 55{,}1\ А.$$

Авариялық ауысымда:

$$I_{қос\ ав} = 1{,}3 \cdot I_{қос} = 1{,}3 \cdot 265 = 344{,}5А > I_{ав} = 110{,}2\ А.$$

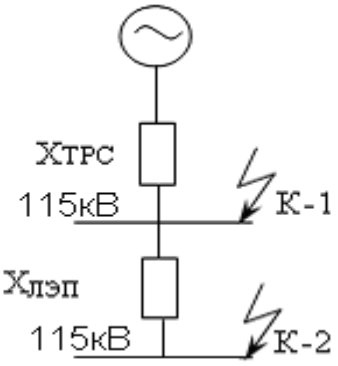
ЛЭП-ң электроэнергия шығындарын есептеу:

$$\Delta W_{ЛЭП} = 2 \cdot 3 \cdot I^2 \cdot R \cdot \tau = 2 \cdot 3 \cdot (55{,}1)^2 \cdot (2{,}65) \cdot 10^{-3} \cdot 2405{,}3 = 116109{,}9\ кВт \cdot сағ$$

мұндағы, R = r_0 · L = 0,428 · 6,2 = 2,65 Ом/км, 70 мм^2 қималы алюминий сымның меншікті кедергісі, l = 6,2 км сымның ұзындығы R = 2,65 Ом.

U=110 кВ сөндіргіштер мен ажыратқыштарды таңдау үшін.

Таңдау алдында орынбасу схемасын (5-сурет) сызып, қысқа тұйықталу тогын анықтаймыз.



5-сурет – Орынбасу схемасы

$S_б$ = 1000 МВА; $S_с$ = 600 МВА; $U_б$ = 115 кВ.

$$I = \frac{S_б}{\sqrt{3} \cdot U_C} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 115} = 5{,}02 \text{ А}$$

ЛЭП:

$$X_{лэп} = X_0 \cdot L \cdot \frac{S_б}{U_{Cр}^2} = 0{,}08 \cdot 6{,}2 \cdot \frac{1000}{115^2} = 0{,}03 \text{ о.е}$$

Тр. ГПП:

$$X_{ГПП} = \frac{U_k \cdot S_б}{100 \cdot S_{нн}} = \frac{10{,}5 \cdot 1000}{100 \cdot 16} = 6{,}56 \text{ о.е.}$$

Тр. Э/С: АТДЦТН-63000/110/38,5

$S_H = 63MBA$

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

$$U_{KB} = 0{,}5 \cdot (u_{kBC} + u_{kBH} - u_{kCH}) = 0{,}5 \cdot (0{,}5 + 10{,}5 - 0) = 5{,}5$$

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

$$U_{KH} = 0{,}5 \cdot (u_{kBH} + u_{kCH} - u_{kCB}) = 0{,}5 \cdot (10{,}5 + 0 - 0{,}5) = 5$$

$$I_{XX} = 0{,}4\%$$

$$X_В = \frac{U_{кв} \cdot S_б}{100 \cdot S_{нн}} = \frac{5{,}5 \cdot 1000}{100 \cdot 63} = 0{,}87 \text{ о.е.}$$

$$X_С = 0 \text{ о.е.}$$

$$X_Н = \frac{U_{кн} \cdot S_б}{100 \cdot S_{нн}} = \frac{5 \cdot 1000}{100 \cdot 63} = 0{,}79 \text{ о.е.}$$

К-1:

$$I_{K1}^{(3)} = \frac{Iб}{X_{TC}} = \frac{5{,}02}{0{,}87 + 0{,}79} = 3{,}02\ kA;$$

$$i_{y1} = \sqrt{2} \cdot Ky \cdot Ik = \sqrt{2} \cdot 1{,}8 \cdot 3{,}02 = 7{,}69 кA$$

К-2:

$$I_{K2}^{(3)} = \frac{Iб}{X_{TC} + X_{ЛЭП}} = \frac{5.02}{0{,}87 + 0{,}79 + 0{,}03} = 2{,}97\ kA;$$

$$i_{y2} = \sqrt{2} \cdot Ky \cdot Ik = \sqrt{2} \cdot 1{,}8 \cdot 2{,}97 = 7{,}56 кA$$

В1-В3 және Р1-Р6 үшін келесі орындалады:

$$I_р = \frac{S_{нтс}}{\sqrt{3} \cdot U_н} = \frac{63000}{\sqrt{3} \cdot 110} = 330{,}6 \text{ А}$$

$$I_{ав} = 2 \cdot I_р = 2 \cdot 330{,}6 = 661{,}3 \text{ А.}$$

В1 мен В2: Элегазды сөндіргіш 3АР1DT-110-1000-40У2 үшін келесі орындалады:

$$I_{ном} = 1000 \text{ А} > I_{ав} = 661{,}3 \text{ А};$$

$$I_{өш} = 40 \text{ кА} > I_{к1} = 3{,}02 \text{ кА};$$

$$I_{ал} = 100 \text{ кА} > i_{y1} = 7{,}69 \text{ кА};$$

$$I_{терм} = 40 \text{ кА} > I_{к1} = 3{,}02 \text{ кА.}$$

Р1-Р4: Ажыратқыш ВВТЭ-10-20/1000УХЛ2 үшін келесі орындалады:

$$I_{ном} = 1000 \text{ А} > I_{ав} = 661{,}3 \text{ А};$$

$I_{ал}$ = 100 кА > $i_{у1}$ = 7,69 кА;

$I_{терм}$ = 40 кА > $I_{к1}$ = 3,02 кА;

В3 секциондық сөндіргіш үшін келесі орындалады:

Элегазды сөндіргіш 3AP1DT -110-1000-40У2 үшін:

$I_{ном}$ = 1000 А > $I_{Р}$ = 330,6 А;

$I_{өш}$ = 40 кА > $I_{к1}$ = 3,02 кА;

$I_{ал}$ = 100 кА > $i_{у1}$ = 7,69 кА;

$I_{терм}$ =4 0 кА > $I_{к1}$ = 3,02 кА;

Р5 пен Р6 секциондық ажыратқыштары үшін:

Ажыратқыш ВВТЭ-10-20/1000УХЛ2 үшін келесі орындалады:

$I_{ном}$ = 1000 А > $I_{Р}$ = 330,6 А;

$I_{ал}$ = 100 кА > $i_{у1}$ = 7,69 кА;

$I_{терм}$ = 40 кА > $I_{к1}$ = 3,02кА.

В4, В5 және Р7-Р10 үшін:

$$I_р = \frac{S_{лэп\ 110}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_н} = \frac{21000,6}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 110} = 55,1\ А,$$

$$I_{ав} = 2 \cdot I_р = 2 \cdot 55,1 = 110,2\ А.$$

В4 пен В5: Элегазды сөндіргіш 3AP1DT -110-1000-40У2 үшін келесі орындалады:

$I_{ном}$ = 1000 А > $I_{ав}$ = 110,2 А;

$I_{өш}$ = 40кА > $I_{к1}$ = 3,02 кА;

$I_{ал}$ = 100 кА > $i_{у1}$ = 7,69 кА;

$I_{терм}$ = 40 кА > $I_{к1}$ = 3,02 кА.

Р7-Р10 Ажыратқыш РДЗ-2-110/630У2 үшін келесі орындалады:

$I_{ном}$ = 630А > $I_{ав}$ = 110,2 А;

$I_{пред}$ = 80 кА > $i_{у1}$ = 7,69 кА;

$I_{терм}$ = 31,5 кА > $I_{к1}$ = 3,02 кА;

В6, В7 және Р11-Р14 үшін:

$$I_р = \frac{S_{зав}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_н} = \frac{19986}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 110} = 52{,}4 \text{ А}$$

$$I_{ав} = 2 \cdot I_р = 2 \cdot 52{,}4 = 104{,}9 \text{ А}.$$

В6 мен В7: Вакуумды сөндіргіш ВВТЭ-10 20/630УХЛ2 үшін келесі орындалады:

$$I_{ном} = 630 \text{ А} > I_{ав} = 104{,}9\text{А};$$

$$I_{өш} = 20 \text{ кА} > I_{к2} = 2{,}97 \text{ кА};$$

$$I_{ал} = 52 \text{ кА} > i_{у2} = 7{,}56 \text{ кА};$$

$$I_{терм} = 20 \text{ кА} > I_{к2} = 2{,}97 \text{ кА};$$

Р11-Р14: Ажыратқыш РДЗ-2-110/630У2 үшін:

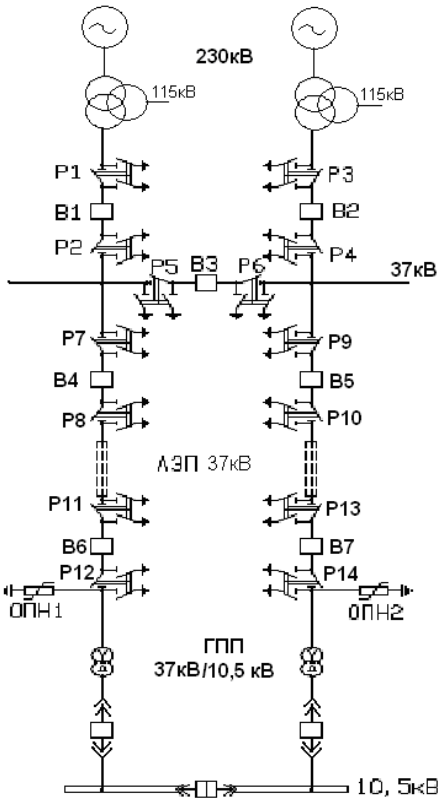
$$I_{ном} = 630\text{А} > I_{ав} = 104{,}9 \text{ А};$$

$$I_{ал} = 80 \text{ кА} > i_{у2} = 2{,}97 \text{ кА};$$

$$I_{терм} = 31{,}5 \text{ кА} > I_{к2} = 2{,}97 \text{ кА};$$

Асқын кернеу шектеуіш ОПН-110/420/77-10-III УХЛ1 таңдаймыз.

4.2 Екінші нұсқа 37 кВ желі үшін



6-сурет - Электрмен жабдықтаудың 2-ші нұсқасы

2-ші нұсқа бойынша электр жабдықтарын таңдау
1) ГПП трансформаторларын таңдаймыз:

$$S = \sqrt{P_P^2 + Q_э^2}$$

$$S = \sqrt{19986^2 + 4512{,}7^2} = 20489{,}1 \text{ кВА}$$

Қуаты 12500 кВА екі трансформатор таңдаймыз.
Жүктелу коэффициенті:

$$Кз = \frac{Sр}{2 \cdot Sн} = \frac{20489{,}1}{2 \cdot 12500} = 0{,}8.$$

Трансформаторлардың паспорттық мәліметтері:
ТДТН –12500/37
$S_н$ = 12500 кВА, $\Delta P_{хх}$ = 1,5кВт, $\Delta P_{кз}$ = 14,35кВт, $U_{кз}$=6%, $I_{хх}$=0, 5 %
Трансформаторлардағы қуат шығындары есептейміз:
Активті қуат:

$$\Delta P_{трГПП} = 2 \cdot (\Delta P_{хх} + \Delta P_{кз} \cdot \Delta K_З) = 2 \cdot (1{,}5 + 14{,}35 \cdot 0{,}8^2) = 21{,}4 \text{ кВт}.$$

Реактивті қуат:

$$\Delta Q_{тр\,гпп} = 2 \cdot (\frac{I_{хх}}{100} \cdot Sн + \frac{U_{кз}}{100} \cdot Sн \cdot K_з^2),$$

$$\Delta Q_{тгпп} = 2 \cdot (\frac{0{,}5}{100} \cdot 12500 + \frac{6}{100} \cdot 12500 \cdot 0{,}8^2) = 1085 \text{квар}.$$

Трансформаторлардағы энергия шығындары.
Екі ауысымды жұмыс режимі үшін $T_{кос}$ = 4000 сағ. $T_{макс}$ = 4000 сағ.
Олай болса максималды шығын уақытын табамыз:

$$\tau = (0{,}124 + \frac{T_м}{10000})^2 \cdot 8760 = (0{,}124 + \frac{4000}{1000})^2 \cdot 8760 = 2405{,}3 \text{ сағ}.$$

Трансформаторлардағы активті энергия шығындарын есептейміз:

$$\Delta W = 2 \cdot (\Delta P_{хх} \cdot T_{вкл} + \Delta P_{кз} \cdot \tau \cdot K_з^2),$$

$$\Delta W = 2 \cdot (1{,}5 \cdot 4000 + 14{,}35 \cdot 2405{,}3 \cdot 0{,}8^2) = 56180{,}5 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}.$$

ЛЭП арқылы өтетін толық қуат:

$$S_{лэп} = \sqrt{\left(P_р + \Delta P_{тр\,ГПП}\right)_+^2 Q_э^2} = \sqrt{(19986 + 524)^2 + 4512{,}7^2} = 21000{,}6 \text{ кВА}$$

Бір линия арқылы жүретін тоқ

$$I_р = \frac{S_{лэп}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_н} = \frac{21000{,}6}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 37} = 962{,}2 \text{ А}.$$

Авариялық режим тоғы:

$$I_{ав} = 2 \cdot I_р = 2 \cdot 962{,}2 = 1924{,}5 \text{ А}.$$

Экономикалық тоқ тығыздығы арқылы сым қимасын анықтаймыз

$$F = \frac{Ip}{j} = \frac{1924,5}{1,1} = 1749,5 \text{ мм}^2$$

мұндағы, $I_р$ = 1749,5А линияның есептік тогы; $T_м$ = 4000 сағ және j=1,1А/мм^2 алюминий сымдар болғандағы экономикалық тоқ тығыздығы.

Экономикалық тоқ тығыздығы бойынша 3хАС-600/72 $I_{қос}$ = 1050х3А, F = 1749,5мм^2 сымды таңдаймыз:

$$I_{қос} = 3150А > I_р = 962,2 \text{ А} .$$

Авариялық режимде:

$$I_{қос\ ав} = 1,3 \cdot I_{қос} = 1,3 \cdot 3 \cdot 1050 = 4095 \text{ А} > I_{ав} = 1749,5 \text{ А}$$

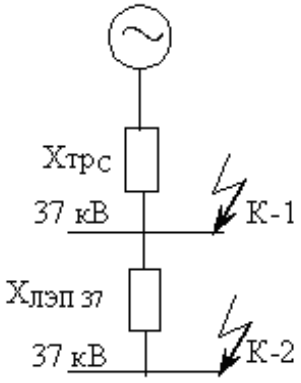
ЛЭП-ң электроэнергия шығындары үшін:

$$\Delta W = 2 \cdot 3 \cdot I^2 \cdot R \cdot \tau = 2 \cdot 3 \cdot 962,2^2 \cdot 0,465 \cdot 10^{-3} \cdot 2405,3 = 62130400 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}.$$

мұндағы, $R=r_0 \times l$, r_0=0,075 Ом/км 600 мм^2 қималы алюминий сымның меншікті кедергісі, l = 6,2 км сызықтың ұзындығы

$$R = r_0 \cdot l = 0,075 \cdot 6,2 = 0,465 \text{ Ом}.$$

U=6 кВ сөндіргіштер мен ажыратқыштарды таңдаймыз:



7-сурет - Орынбасу схемасы

ҚТ токтар есебін салыстырмалы бірлікте есептейміз. Базисті шамалар ретінде $S_б$ = 1000МВА қуатын мен $U_б$=37кВ кернеуін таңдап аламыз, $S_с$ = 1800 МВА, олай болса базисті тоқ келесі түрде болады:

$$I = \frac{S_б}{\sqrt{3} \cdot U_б} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 37} = 91{,}6 \text{ А}$$

ЛЭП: $X_{лэп} = X_0 \cdot L \cdot \frac{S_б}{U_{ср}^2} = 0{,}4 \cdot 6{,}2 \cdot \frac{1000}{6{,}3^2} = 62{,}4$ о.е

Тр. ГПП: $X_{ГПП} = \frac{U_k \cdot S_б}{100 \cdot S_{нн}} = \frac{10{,}5 \cdot 1000}{100 \cdot 16} = 6{,}56$ о.е.

Тр. Э/С: АТДЦТН-63000/115/38,5

$$S_H = 63 MBA$$

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

$$U_{KB} = 0{,}5 \cdot (u_{kBC} + u_{kBH} - u_{kCH}) = 0{,}5 \cdot (0{,}5 + 10{,}5 - 0) = 5{,}5$$

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

$$U_{KH} = 0{,}5 \cdot (u_{kBH} + u_{kCH} - u_{kCB}) = 0{,}5 \cdot (10{,}5 + 0 - 0{,}5) = 5$$

$$I_{XX} = 0{,}4\%$$

$$X_В = \frac{U_{кв} \cdot S_б}{100 \cdot S_{нн}} = \frac{5{,}5 \cdot 1000}{100 \cdot 63} = 0{,}87 \text{ о.е.}$$

$$X_С = 0 \text{ о.е.}$$

$$X_Н = \frac{U_{кн} \cdot S_б}{100 \cdot S_{нн}} = \frac{5 \cdot 1000}{100 \cdot 63} = 0{,}79 \text{ о.е.}$$

$$I_{K1}^{(3)} = \frac{Iб}{X_{TC}} = \frac{91{,}6}{0{,}87 + 0{,}79} = 55{,}2\, kA;$$

К-1: $i_{y1} = \sqrt{2} \cdot Ky \cdot Ik = \sqrt{2} \cdot 1{,}8 \cdot 55{,}2 = 140{,}5 кA$

К-2: $I_{K2}^{(3)} = \frac{Iб}{X_{TC} + X_{ЛЭП}} = \frac{91{,}6}{0{,}87 + 0{,}79 + 62{,}4} = 1{,}42 kA;$

$$i_{y2} = \sqrt{2} \cdot Ky \cdot Ik = \sqrt{2} \cdot 1{,}8 \cdot 1{,}42 = 3{,}6 кA$$

В1-В3 және Р1-Р6 үшін:

$$I_р = \frac{S_{нтс}}{\sqrt{3} \cdot U_н} = I_р = \frac{63000}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 6{,}3} = 2886{,}7 \text{ А}$$

$$I_{ав} = 2 \cdot I_р = 2 \cdot 2886{,}7 = 5773{,}5 \text{ А}$$

В1 мен В2: Ауалық сөндіргіш ВВГ-20-160/11200ТС3

$$I_{ном} = 11200 \text{ А} > I_{ав} = 5773{,}5 \text{ А};$$

$$I_{өш} = 160 \text{ кА} > I_{к1} = 55{,}2 \text{ кА};$$

$$I_{ал} = 410 \text{ кА} > i_{у1} = 140{,}5 \text{ кА};$$

$$I_{терм} = 160 \text{ кА} > I_{к1} = 55{,}2 \text{ кА};$$

Р1-Р4: Ажыратқыш РВР3-20/6300У3

$$I_{ном} = 6300 \text{ А} > I_{ав} = 5773{,}5 \text{ А};$$

$$I_{ал} = 220 \text{ кА} > i_{у1} = 140{,}5 \text{ кА};$$

$$I_{терм} = 80 \text{ кА} > I_{к1} = 55{,}2 \text{ кА};$$

В3 секциондық сөндіргіш үшін:
Элегазды сөндіргіш ВГУ-33ОБ-40/3150У1

$$I_{ном} = 3150 \text{ А} > I_Р = 2886{,}7 \text{ А};$$

$$I_{откл} = 80 \text{кА} > I_{к1} = 55{,}2 \text{ кА};$$

$$I_{пред} = 162 \text{ кА} > i_{у1} = 140{,}5 \text{ кА};$$

$$I_{терм} = 80 \text{ кА} > I_{к1} = 55{,}2 \text{ кА};$$

Р5 пен Р6 секциондық ажыратқыштары үшін:
Ажыратқыш РВР3-20/4000УХЛ1

$$I_{ном} = 4000\text{А} > I_Р = 2886{,}7 \text{ А};$$

$$I_{пред} = 180 \text{ кА} > i_{у1} = 140{,}5 \text{ кА};$$

$$I_{терм} = 71 \text{ кА} > I_{к1} = 55{,}2 \text{ кА};$$

В4, В5 және Р7-Р10 үшін:

$$I_р = \frac{S_{ЛЭП35}}{2 \times \sqrt{3} \times U_н} = \frac{21000,6}{2 \times \sqrt{3} \times 6} = 1010,4A,$$

$$I_{ав}=2 \cdot I_р=2 \cdot 1010,4= 2020,8 \text{ А}$$

В4 пен В5: Элегазды сөндіргіш ВГУ-ЗЗОБ-40/3150У1

$$I_{ном}=3150 \text{ А} > I_{ав} = 2020,8 \text{ А};$$

$$I_{откл}=80\text{кА} > I_{к1} = 3,02 \text{ кА};$$

$$I_{пред}= 162 \text{ кА} > i_{у1}= 140,5 \text{ кА};$$

$$I_{терм}=80 \text{ кА} > I_{к1} =55,2 \text{ кА};$$

Р7-Р10: Ажыратқыш РВР3-20/4000УХЛ1

$$I_{ном}=4000\text{А} > I_{ав} = 2020,8 \text{ А};$$

$$I_{пред}= 180 \text{ кА} > i_{у1}= 140,5 \text{ кА};$$

$$I_{терм}= 71 \text{ кА} > I_{к1} = 55,2 \text{ кА};$$

В4-В7 және Р7-Р14 үшін

$$I_р = \frac{S_{нЗав}}{2 \times \sqrt{3} \times U_н} = \frac{19986}{2 \times \sqrt{3} \times 6} = 961,5A,$$

$$I_{ав}=2 \cdot I_р=2 \cdot 961,5=1923,1 \text{ А}$$

В6 мен В7: Элегазды сөндіргіш ВЭК-110-40/2000У1

$$I_{ном}=2000 \text{ А} > I_{ав} = 1923,1 \text{ А};$$

$$I_{өш}=40\text{кА} > I_{к2} = 1,42 \text{ кА};$$

$$I_{пред}= 102 \text{ кА} > i_{у2}= 3,6 \text{ кА};$$

$$I_{терм}=40 \text{ кА} > I_{к2} =1,42 \text{ кА};$$

Р11-Р14: Ажыратқыш РВР3-Ш-10/2000У3

$I_{ном} = 2000А > I_{ав} = 1923,1$ А;

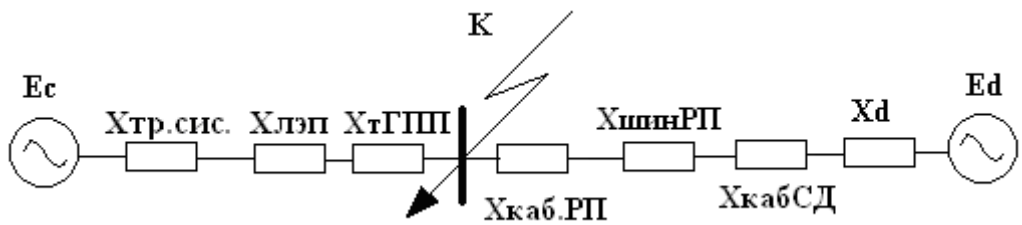
$I_{ал} = 85$ кА $> i_{у2} = 3,6$ кА;

$I_{терм} = 31,5$ кА $> I_{к2} = 1,42$ кА;

Асқын кернеу шектеуіш ОПН-6 У1 таңдаа алынады.

Кернеуі 6кВ қондырғыларын таңдау

5.1 Қысқа тұйықталу тогын есептеу



8-сурет – Орынбасу схемасы

Орынбасу схемасының параметрлерін анықтаймыз.

$S_б$=1000 МВА; $U_б = 6,3$ кВ.

$$I_р = \frac{S_б}{\sqrt{3} \cdot U_б} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 6,3} = 92 \text{ кА}$$

$$X_{лэп} = X_0 \cdot L \cdot \frac{S_б}{U_{ср}^2} = 0,4 \cdot 6,2 \cdot \frac{1000}{115^2} = 0,18 \text{ о.е}$$

Тр. ГПП: $$X_{ГПП} = \frac{U_k \cdot S_б}{100 \cdot S_{нн}} = \frac{6,3 \cdot 1000}{100 \cdot 16} = 3,93 \text{ о.е.}$$

Тр. Э/С: АТДЦТН-63000/115/38,5

$$S_H = 63 MBA$$

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

$$U_{KB} = 0,5 \cdot (u_{kBC} + u_{kBH} - u_{kCH}) = 0,5 \cdot (0,5 + 10,5 - 0) = 5,5$$

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

$$U_{KH} = 0{,}5 \cdot (u_{kBH} + u_{kCH} - u_{kCB}) = 0{,}5 \cdot (10{,}5 + 0 - 0{,}5) = 5$$

$$I_{XX} = 0{,}4\%$$

$$X_{ГПП} = \frac{U_k \cdot S_б}{100 \cdot S_{нн}} = \frac{5{,}5 \cdot 1000}{100 \cdot 63} = 0{,}87 \text{ о.е.}$$

$$X_C = 0 \text{ о.е.}$$

$$X_{ГПП} = \frac{U_k \cdot S_б}{100 \cdot S_{нн}} = \frac{5 \cdot 1000}{100 \cdot 63} = 0{,}79 \text{ о.е.}$$

Энергожүйеден қысқа тұйықталу тогы

$$I_{кс} = \frac{Iб}{X_{тр.с} + X_{ГПП} + X_{ЛЭП}} = \frac{92}{0.87 + 3{,}93 + 0{,}18} = 18{,}5кА$$

№3-б цехындағы СҚ-ның кабель кедергісін табамыз:
$P_{н\,СД}$ = 630 кВт; cos φ = 0,9; $N_{СД}$ = 4; $к_з = \beta$ = 0,85.

$$Iр = \frac{Pн \cdot Кз}{\sqrt{3} \cdot Uн \cdot Cos\varphi_н \cdot \eta} = \frac{630 \cdot 0{,}85}{\sqrt{3} \cdot 4 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}94} = 91{,}4A,$$

$$S_{эк} = \frac{I_P}{J_{эк}}; \qquad I_р < I_{доп} \quad I_{ав} < 1{,}3 \cdot I_{доп}$$

мұнда J=1,1 А/мм^2 – Тм=4000 үшін экономикалық тоқ тығыздығы.

$$S_{эк} = \frac{91{,}4}{1{,}1} = 83mm^2;$$

ААШв-10-(3х95) , $I_{қос}$ = 205 А кабелін таңдаймыз

$$I_{қос} = 205 \text{ А} > I_р = 83 \text{ А}.$$

$$X_{уд}=0{,}095 \text{ Ом/км}.$$

$$X_{кл} = L \cdot X_{уд} \cdot \frac{S_б}{U_{ср}^2} = 0{,}5 \cdot 0{,}095 \cdot \frac{1000}{6{,}3^2} = 1{,}19 о.е.$$

СҚ параметрлерін анықтаймыз:

$$E_d = E_H^{II} \cdot \frac{U_н}{U_б} = 1{,}1 \cdot \frac{6}{6{,}3} = 1{,}04 о.е.$$

$$X_{сд3} = X_d^{II} \cdot \frac{S_б}{S_н} = 0{,}2 \cdot \frac{1000}{678{,}5} = 294 о.е.$$

$X_{клсд3}=(X_{сд}+X_{кл})/2=(294+1{,}19)/2=147{,}5$ о.е.

№17-а цехындағы СҚ-ның кабель кедергісін табамыз
$P_{н\,СД}$ =630 кВт; cos φ = 0,9; $N_{СД}$ = 6; $к_з = \beta$ = 0,85.

$$Iр = \frac{Рн \cdot Кз}{\sqrt{3} \cdot Uн \cdot Cos\varphi_н \cdot \eta} = \frac{630 \cdot 0{,}85}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}94} = 60{,}9A,$$

$$S_{эк} = \frac{60{,}9}{1{,}1} = 55{,}3mm^2.$$

ААШв-10-(3х70) , $I_{кос}$ = 165 А кабелін таңдаймыз

$I_{доп}$=165 А > $I_р$=60,9 А.

$X_{уд}$=0,09 Ом/км.

$$X_{кл} = L \cdot X_{уд} \cdot \frac{S_б}{U_{ср}^2} = 0{,}6 \cdot 0{,}09 \cdot \frac{1000}{6{,}3^2} = 1{,}36 о.е.$$

СҚ параметрлерін анықтаймыз

$$E_d = E_H^{II} \cdot \frac{U_н}{U_б} = 1{,}1 \cdot \frac{6}{6{,}3} = 1{,}04 о.е.$$

$$X_{сд17} = X_d^{II} \cdot \frac{S_б}{S_н} = 0{,}16 \cdot \frac{1000}{678{,}5} = 294 о.е.$$

$X_{клсд17}$ = ($X_{сд}$+ $X_{кл}$)/2 = (294 +1,36)/2 = 147,6о.е.

№18-а цехындағы СҚ-ның кабель кедергісін табамыз
$P_{н\,СД}$ =800 кВт; cos φ = 0,9; $N_{СД}$ = 6; $к_з = \beta$ = 0,85.

$$Ip = \frac{Pн \cdot Кз}{\sqrt{3} \cdot Uн \cdot Cos\varphi_н \cdot \eta} = \frac{800 \cdot 0{,}85}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}94} = 77{,}3A\ ,$$

$$S_{эк} = \frac{77{,}3}{1{,}1} = 70{,}3mm^2.$$

ААШв-10-(3х95), $I_{доп}$ = 205 А кабелін таңдаймыз

$$I_{доп} = 205\ A > I_р = 77{,}3\ A.$$

$$X_{уд} = 0{,}09\ Ом/км.$$

$$X_{кл} = L \cdot X_{уд} \cdot \frac{S_б}{U_{ср}^2} = 0{,}4 \cdot 0{,}09 \cdot \frac{1000}{6{,}3^2} = 0{,}9 о.е.$$

СҚ параметрлерін анықтаймыз

$$E_d = E_H^{II} \cdot \frac{U_н}{U_б} = 1{,}1 \cdot \frac{6}{6{,}3} = 1{,}04 о.е.$$

$$X_{сд18} = X_d^{II} \cdot \frac{S_б}{S_н} = 0{,}16 \cdot \frac{1000}{861{,}6} = 185 о.е.$$

$$X_{клсд18} = (X_{сд} + X_{кл})/2 = (185 + 0{,}9)/2 = 92{,}9 о.е.$$

$$X_{клсд} = X_{клсд3} \times X_{клсд17} \times X_{клсд18} / (X_{клсд3} + X_{клсд17} + X_{клсд18}) = 147{,}5 \times 147{,}6 \times 92{,}9/(147{,}5 + 147{,}6 + 92{,}9) = 5212{,}6\ о.е.$$

РП шиналарындағы есептік тоқ

$$S_{рсд1} = \frac{\sum P_{рсд1}}{\cos\varphi} = \frac{2520}{0.9} = 2800 кВА\ , \qquad S_{рсд2} = \frac{\sum P_{рсд2}}{\cos\varphi} = \frac{3780}{0.9} = 4200 кВА\ ,$$

$$S_{рсд3} = \frac{\sum P_{рсд3}}{\cos\varphi} = \frac{4800}{0.9} = 5333{,}3 кВА\ ,$$

$$I_р = \frac{S_р}{\sqrt{3}\cdot U_н} = \frac{S_{рСД1} + S_{рСД2} + S_{рСД3}}{2\cdot\sqrt{3}\cdot U} = \frac{2800 + 4200 + 5333{,}3}{2\cdot\sqrt{3}\cdot 6} = 593{,}4A,$$

$$S_{эк} = \frac{593{,}4}{1{,}1} = 539{,}4м^2.$$

ГПП-РП линиясына 3хААШв-10-(3х185) с $I_{доп}$=310х3=930 А.

$$I_{доп}=930х0{,}75= 697{,}5А > I_р=593{,}4\ А.$$

$$1{,}3\cdot I_{доп}=1{,}3\cdot 930=1209\ А > I_{ав}= 1186{,}8\ А.$$

где $К_п$=0,75 – траншеядағы кабель саны N=6 кездегі түзеткіш коэффициенті. $X_{уд}$=0,075 Ом/км.

$$X_{кл} = L\cdot X_{уд}\cdot\frac{S_б}{U_{ср}^2} = 2\cdot 0{,}55\cdot 0{,}075\cdot\frac{1000}{6{,}3^2} = 2{,}07о.е.$$

РП шинасын таңдау

Шинаны рұқсатты тоғы бойынша таңдаймыз:

Iав=1186,8 А; Iр=593,4 А.

$I_{доп}$=1480 А рұқсатты тоғы бар 80х10 мм^2 тік бұрышты алюминий шинаны аламыз. $X_{уд}$=0,062 Ом/км.

Iдоп>Iав;

1480А>1186,8 А.

$$X_{шинРП} = L\cdot X_{уд}\cdot\frac{S_б}{U_{ср}^2} = 0{,}005\cdot 0{,}062\cdot\frac{1000}{6{,}3^2} = 0{,}0078о.е.$$

ГПП шиналарындағы қысқаша тұйықталу тогы:

$$I_{кд} = \frac{I_б \cdot E_d}{X_{клсд} + X_{шинРП} + X_{клРП}} = \frac{92 \cdot 1{,}04}{5212{,}6 + 0{,}0078 + 2{,}07} = 0{,}018 кА$$

$$I_{кГПП} = I_{кс} + I_{кд} = 18{,}5 + 0{,}018 = 18{,}518 кА$$

$$i_{уГПП} = \sqrt{2} \cdot K_у \cdot I_к = \sqrt{2} \cdot 1{,}8 \cdot 18{,}518 = 47{,}1 A$$

5.2 Кернеуі 6 кВ сөндіргіштерін таңдау

$S_{р.цех}$ =2 1499,9кВА.
Есептік ток:

$$I_р = \frac{S_{Р.ЗАВ.}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_н} = \frac{21499{,}9}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 6} = 1043{,}4 A .$$

Авариялық ток:

$$I_а = 2 \cdot I_р = 2 \cdot 1043{,}4 = 2068{,}8А.$$

Кіріс сөндіргіші: ВГУ-ЗЗОБ-40/3150У1 элегазды сөндіргіштерін таңдаймыз.

Таңдалған сөндіргішті тексереміз

Паспорттық мәліметтер: $U_н$=10 кВ, Iн=3150А, $I_{откл}$=40 кА, $I_{дин}$=102 кА.
Есептік мәліметтер: U=10 кВ, $I_{ав}$=2068,8 А, $I_{кзГПП}$=18,5 кА, $I_{удГПП}$=47,1 кА.

ГПП шинасындағы секционды сөндіргіш арқылы кіріс сөндіргіші арқылы өтетін қуаттың жартысы өтеді. Сондықтан есепті тоқ:

$$I_р = 11043{,}4 А.$$

секционды сөндіргіш: ВЭК-220-40/2000У1 элегазды сөндіргішін таңдаймыз
Таңдалған сөндіргішті тексереміз

Паспорттық мәліметтер: $U_н$=10 кВ, Iн=2000А, $I_{откл}$=40 кА, $I_{дин}$=102 кА.
Есептік мәліметтер: U=10 кВ, $I_{ав}$=1043,4 А, $I_{кзГПП}$=18,5 кА, $I_{удГПП}$=47,1 кА.

Тармақты линиялардың ажыратқыштарын таңдау
ГПП-(ТП1,ТП2,ТП3) магистралі

$$I_p = \frac{S_{pTT\,1,2,3}}{\sqrt{3}\cdot U_H \cdot 2} = \frac{4853{,}1}{2\cdot\sqrt{3}\cdot 6} = 233{,}5A\ ,\quad I_{ав} = 466{,}9A.$$

ВВ/TEL-10-12,5/ 630 вакуумды сөндіргіштерін таңдаймыз
Таңдалған сөндіргішті тексереміз

Паспорттық мәліметтер: $U_н$=10 кВ, Iн=630А, $I_{откл}$=20 кА, $I_{дин}$=51 кА7
Есептік мәліметтер: U=10 кВ, $I_{ав}$=466,9 А, $I_{кзГПП}$=18,5 кА, $I_{удГПП}$=47,1 кА.

ГПП-(ТП4) магистралі:

Есептік тоқ:

$$I_p = \frac{S_{pTT\,4,5,6}}{\sqrt{3}\cdot U_H \cdot 2} = \frac{1498}{2\cdot\sqrt{3}\cdot 6} = 72A,\quad I_{ав} = 144{,}1\ A.$$

ВВ/TEL-10-12,5/ 630 вакуумды сөндіргіштерін таңдаймыз

Таңдалған сөндіргішті тексереміз

Паспорттық мәліметтер: $U_н$ = 10 кВ, $I_н$ = 630 А, $I_{откл}$ = 20 кА, $I_{дин}$ = 51 кА
Есептік мәліметтер: U = 10 кВ, $I_{ав}$ = 144,1 А, $I_{кзГПП}$ = 18,5 кА, $I_{удГПП}$=47,1 кА.
ГПП-(ТП5) магистралі:
Есептік тоқ:

$$I_p = \frac{S_{pTT\,5}}{\sqrt{3}\cdot U_H \cdot 2} = \frac{1420{,}15}{2\cdot\sqrt{3}\cdot 6} = 68{,}3A,\quad I_{ав}=136{,}6\ A.$$

ВВ/TEL-10-12,5/ 630 вакуумды сөндіргіштерін таңдаймыз:
Таңдалған сөндіргішті тексереміз
Паспорттық мәліметтер: $U_н$ = 10 кВ, $I_н$ = 630А, $I_{откл}$ = 20 кА, $I_{дин}$ = 51 кА7
Есептік мәліметтер: U = 10 кВ, $I_{ав}$ = 136,6 А, $I_{кзГПП}$ = 18,5 кА, $I_{удГПП}$=47,1 кА.
ГПП-(ТП6-7) магистралі:
Есептік тоқ:

$$I_p = \frac{S_{pTT\,4,5,6}}{\sqrt{3}\cdot U_H \cdot 2} = \frac{3600}{2\cdot\sqrt{3}\cdot 6} = 173{,}2A,\quad Iав=346{,}4\ A.$$

ВВ/TEL-10-12,5/ 630 вакуумды сөндіргіштерін таңдаймыз
Таңдалған сөндіргішті тексереміз
Паспорттық мәліметтер: $U_н$ = 10 кВ, $I_н$ =630А, $I_{откл}$ = 20 кА, $I_{дин}$ = 51 кА

Есептік мәліметтер: U = 10 кВ, $I_{ав}$= 346,4 А, $I_{кзГПП}$ = 18,5 кА, $I_{удГПП}$=47,1 кА.
ГПП-РП линиясы:

$$S_{рсд1} = \frac{\sum P_{рсд1}}{\cos\varphi} = \frac{2520}{0.9} = 2800кВА, \qquad S_{рсд2} = \frac{\sum P_{рсд2}}{\cos\varphi} = \frac{3780}{0.9} = 4200кВА.$$

$$S_{рсд3} = \frac{\sum P_{рсд3}}{\cos\varphi} = \frac{4800}{0.9} = 5333{,}3кВА.$$

Есептік ток РП

$$I_р = \frac{S_р}{2\cdot\sqrt{3}\cdot U_н} = \frac{S_{рСД1} + S_{рСД2} + +S_{рСД3}}{2\cdot\sqrt{3}\cdot U} = \frac{2800+4200+5333{,}3}{2\cdot\sqrt{3}\cdot 6} = 593{,}4A.$$

$$I_{ав} = 1186{,}7А.$$

ВЭК-220-40/2000У1 элегазды сөндіргіштерін таңдаймыз
Таңдалған сөндіргішті тексереміз
Паспорттық мәліметтер: $U_н$ = 10 кВ, Iн = 2000А, $I_{откл}$ = 40 кА, $I_{дин}$ = 102 кА
Есептік мәліметтер: U=10 кВ, $I_{ав}$=1186,7 А, $I_{кзГПП}$=18,5 кА, $I_{удГПП}$=47,1 кА.
РП-дағы секциондық сөндіргіш
ВВ/TEL-10-12,5/ 630 вакуумды сөндіргішін таңдаймыз
Таңдалған сөндіргішті тексереміз:
Паспорттық мәліметтер: $U_н$=10 кВ, Iн=630А, $I_{откл}$=20 кА, $I_{дин}$=51 кА7
Есептік мәліметтер: U=10 кВ, $I_{ав}$=593,4 А, $I_{кзГПП}$=18,5 кА, $I_{удГПП}$=47,1 кА.
РП-СД1 линиясы (3-цех)

$$Iр = \frac{Рн\cdot Кз}{\sqrt{3}\cdot Uн\cdot Cos\varphi_Н\cdot\eta} = \frac{630\cdot 0{,}85}{\sqrt{3}\cdot 6\cdot 0{,}9\cdot 0{,}94} = 60{,}9А.$$

ВВ/TEL-10-12,5/ 630 вакуумды ажыратқыштарын таңдаймыз
Таңдалған ажыратқышты тексереміз:
Паспорттық мәліметтер: $U_н$=10 кВ, Iн=630А, $I_{откл}$=20 кА, $I_{дин}$=51 кА7
Есептік мәліметтер: U=10 кВ, $I_{ав}$=60,9А, $I_{кзГПП}$=18,5кА, $I_{удГПП}$=47,1 кА.
РП-СД2 линиясы:

$$Iр = \frac{Рн\cdot Кз}{\sqrt{3}\cdot Uн\cdot Cos\varphi_Н\cdot\eta} = \frac{630\cdot 0{,}85}{\sqrt{3}\cdot 6\cdot 0{,}9\cdot 0{,}94} = 60{,}9А.$$

ВВ/TEL-10-12/ 630 вакуумды ажыратқыштарын таңдаймыз:
Таңдалған ажыратқышты тексереміз

Паспорттық мәліметтер: $U_н$=10 кВ, Iн=630А, $I_{откл}$=20 кА, $I_{дин}$=51 кА7
Есептік мәліметтер: U=10 кВ, $I_{ав}$=60,9 А, $I_{кзГПП}$=18,5 кА, $I_{удГПП}$=47,1 кА.
РП-СД2 линиясы:

$$Ip = \frac{Pн \cdot Кз}{\sqrt{3} \cdot Uн \cdot Cos\varphi_н \cdot \eta} = \frac{800 \cdot 0,85}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot 0,9 \cdot 0,94} = 77,3A .$$

ВВ/TEL-10-12/ 630 вакуумды ажыратқыштарын таңдаймыз
Таңдалған ажыратқышты тексереміз
Паспорттық мәліметтер: $U_н$=10 кВ, Iн=630А, $I_{откл}$=20 кА, $I_{дин}$=51 кА7
Есептік мәліметтер: U=10 кВ, $I_{ав}$=77,3 А, $I_{кзГПП}$=18,5 кА, $I_{удГПП}$=47,1 кА.

5.3 Тоқ трансформаторларын таңдау

Тоқ трансформаторлары келесі шарттар бойынша таңдалады:

1) қондырғы кернеуі бойынша: $U_{ном\ тт} \geq U_{ном\ уст\text{-}ки}$;
2) тоқ бойынша: $I_{ном\ тт} \geq I_{расч}$;
3) электродинамикалық беріктігі ойынша: $К_{дин} \geq \frac{i_{уд}}{\sqrt{2} \times I_{номтт}}$;
4) екіншілік жүктеме бойынша: $S_{н2} \geq S_{нагр\ расч}$;
5) термикалық беріктігі бойынша: $К_{тс} = \frac{I_{об} \times \sqrt{t}}{I_{номтт} \times t_{нт}}$;
6) конструкция және дәлдік классы бойынша.

а) Кіріс және секционды ажыратқыштардағы тоқ трансформаторларын таңдау.

8-кесте-Шығатын желілерде орнатылған өлшеу аспаптары

Аспап	Типі	А, ВА	В,ВА	С, ВА
A	Э-350	0,5	0,5	0,5
Wh	САЗ-И681	2,5	2,5	2,5
Varh	СР4-И689	2,5	2,5	2,5
W	Д-355	0,5	-	0,5
Var	Д-345	0,5	-	0,5
Барлығы		6,5	5,5	6,5

ТЛ- 10УЗ тоқ трансформаторын аламыз: $I_н$=3000 А; $U_н$=10кВ; $S_н$=30ВА.

Есептелетін мәндер: $U_н$=10 кВ, $I_{ав}$=2068,8А ,$i_{уд}$=47,1 кА, $S_{2\,р}$=10,5 ВА.

Каталог бойынша: $U_н$=10 кВ, $I_н$=3000А, $I_{дин}$=81 кА, $S_{2\,н}$=30 ВА.

ТТ-ң екінші реттік жүктемесін есептейік.

Екіншілік жүктеменің кедергісі құрал кедергілерінен, жалғайтын сымдардан және контактілердің ауыспалы кедергісінен тұрады:

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

Құрал кедергілерін мына формуламен анықтаймыз

$$r_{приб} = \frac{S_{приб}}{I_2^2} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26\ Ом\ ,$$

$$r_{2н} = \frac{S_{2н\,тт}}{I_2^2} = \frac{30}{5^2} = 1,2\ Ом,$$

мұнда $S_{приб.}$ – құралдармен тұтынатын қуат;

I_2 – құралдың екіншілік номиналдық тоғы.

Желі кедергілерінің мүмкін болатын шегі

$$r_{доппр} = r_{2н} - r_{приб} - r_{кон} = 1,2 - 0,26 - 0,1 = 0,84 Ом,$$

$$q_{пров} = \frac{\rho \times L}{r_{доп}} = \frac{0,028 \times 5}{0,84} = 0,16\ мм^2\ .$$

АКР ТВ F = 2,5мм^2 сымын қабылдаймыз.

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

$$S_2=R_2 \cdot I_2^2 = 0,416 \times 5^2 = 10,5\ ВА.$$

мұнда:

$$R_2=R_{приб}+R_{пров}+R_{к\text{-}тов}=0,26+0,056+0,1=0,416\ Ом.$$

ГПП шиналарындағы секциялық ажыратқышқа тоқ трансформаторын таңдаймыз: $I_р$ = 1043,4А; ТЛМ-10-У3-1000/5: $I_н$ = 800 А; $U_н$ = 10 кВ.

9-кесте- Шығатын желілерде орнатылған өлшеу аспаптары

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

Есептелетін мәндер: $U_н$=10 кВ, $I_{ав}$=1043,4А ,$i_{уд}$=47,1 кА, $S_{2\,р}$=4,4 ВА.
Каталог бойынша: $U_н$=10 кВ, $I_н$=1000А, $I_{дин}$=100 кА, $S_{2\,н}$=10 ВА.

$$r_{приб} = \frac{S_{приб}}{I_2^2} = \frac{0,5}{5^2} = 0,02 \text{ Ом};$$

$$r_{2\,н\text{-}ка} = \frac{S_{2\,н\,тт}}{I_2^2} = \frac{10}{5^2} = 0,4 \text{ Ом};$$

$$r_{доппр} = r_{2н} - r_{приб} - r_{кон} = 0,4\text{-}0,02\text{-}0,1=0,28 \text{ Ом};$$

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

АКР ТВ сымын аламыз; F=2,5 мм^2;

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

$$S_2=R_2\times I_2^2 = 0,0,176\times 5^2=4,4 \text{ ВА};$$

$$R_2=R_{приб}+R_{пров}+R_{к\text{-}тов}=0,02+0,056+0,1=0,176 \text{ Ом}.$$

б) ГПП-(ТП1,ТП2,ТП3), ГПП-(ТП4), ГПП-(ТП5), ГПП-(ТП6-7) ГПП-РП линияларының ТТ-н таңдау;

10-кесте - Шығатын желілерде орнатылған өлшеу аспаптары

Құрал	Тип	А, ВА	В, ВА	С, ВА
Амперметр	Э-350	0,5	0,5	0,5
Wh	САЗ-И681	2,5	2,5	2,5
Varh	СР4-И689	2,5	2,5	2,5
Барлығы		5,5	5,5	5,5

$$r_{приб} = \frac{S_{приб}}{I_2^2} = \frac{5,5}{5^2} = 0,22 \text{ Ом},$$

$$r_{2н-ка} = \frac{S_{2н\,тт}}{I_2^2} = \frac{10}{5^2} = 0,4 \text{ Ом},$$

$$r_{доппр} = r_{2н} - r_{приб} - r_{кон} = 0,4-0,22-0,1=0,08 \text{ Ом},$$

$$q_{пров} = \frac{c \times L}{r_{доп}} = \frac{0,028 \times 5}{0,08} = 1,75 \text{ мм}^2.$$ АКРТВ сымын аламыз; F=2,5мм^2.

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

$$S_2 = R_2 \times I_2^2 = 0,376 \times 5^2 = 9,4 \text{ ВА},$$

$$R_2 = R_{приб} + R_{пров} + R_{к-тов} = 0,22+0,056+0,1=0,376 \text{ Ом}.$$

ГПП-(ТП1,ТП2,ТП3) линиясының ТТ-ы: $I_{ав}$=466,9А; ТПЛК-10У3 тоқ трансфор-маторын таңдаймыз: $I_н$=600 А; $U_н$=10 кВ; $S_н$ =10ВА.

Есептелетін мәндер: $U_н$=10 кВ, $I_{ав}$=466,9А ,$i_{уд}$=47,1 кА, $S_{2\,р}$=9,4ВА.

Каталог бойынша: $U_н$=10 кВ, $I_н$=600А, $I_{дин}$=74,5 кА, $S_{2\,н}$=10 ВА.

ГПП-(ТП4) линиясының ТТ-ы: $I_{ав}$=144,1А; ТПЛК-10У3 тоқ трансфор-маторын таңдаймыз: $I_н$=300 А; $U_н$=10 кВ; $S_н$ =10ВА.

Есептелетін мәндер: $U_н$=10 кВ, $I_{ав}$=144,1А ,$i_{уд}$=47,1 кА, $S_{2\,р}$=9,4 ВА.

Каталог бойынша: $U_н$=10 кВ, $I_н$=300А, $I_{дин}$=74,5 кА, $S_{2\,н}$=10 ВА.

ГПП-(ТП5) линиясының ТТ-ы: $I_{ав}$=136,6А; ТПЛК-10У3 тоқ трансфор-маторын таңдаймыз: $I_н$=300 А; $U_н$=10 кВ; $S_н$ =10ВА.

Есептелетін мәндер: $U_н$=10 кВ, $I_{ав}$=136,6А ,$i_{уд}$=47,1 кА, $S_{2\,р}$=9,4 ВА.

Каталог бойынша: $U_н$=10 кВ, $I_н$=300А, $I_{дин}$=74,5 кА, $S_{2\,н}$=10 ВА.

ГПП-(ТП6-7) линиясының ТТ-ы: $I_{ав}$=346,4А; ТПЛК-10У3 тоқ трансфор-маторын таңдаймыз: $I_н$=400 А; $U_н$=10 кВ; $S_н$ =10ВА.

Есептелетін мәндер: $U_н$=10 кВ, $I_{ав}$=346,4А ,$i_{уд}$=47,1 кА, $S_{2\,р}$=9,4 ВА.

Каталог бойынша: $U_н$=10 кВ, $I_н$=400А, $I_{дин}$=74,5 кА, $S_{2\,н}$=10 ВА.

ГПП-РП линиясының ТТ-ы: $I_{ав}$=1186,7А; ТПЛК-10У3 тоқ трансфор-маторын таңдаймыз: $I_н$=1500 А; $U_н$=10 кВ; $S_н$ =10ВА.

Есептелетін мәндер: $U_н$=10 кВ, $I_{ав}$=1186,7А ,$i_{уд}$=47,1 кА, $S_{2\,р}$=9,4 ВА.

Каталог бойынша: $U_н$=10 кВ, $I_н$=1500А, $I_{дин}$=74,5 кА, $S_{2\,н}$=10 ВА.

в) СД линиясының ТТ-ы:

11-кесте - Шығатын желілерде орнатылған өлшеу аспаптары

Құрал	Тип	А, ВА	В, ВА	С, ВА
Амперметр	Э-350	0,5	0,5	0,5
Амперметр	Э-350	0,5	0,5	0,5
Амперметр	Э-350	0,5	0,5	0,5
Varh	СР4-И689	2,5	2,5	2,5
Барлығы		4	4	4

$$r_{приб} = \frac{S_{приб}}{I_2^2} = \frac{4}{5^2} = 0{,}16 \text{ Ом};$$

$$r_{2н\text{-}ка} = \frac{S_{2н\,тт}}{I_2^2} = \frac{10}{5^2} = 0{,}4 \text{ Ом};$$

$$r_{доппр} = r_{2н} - r_{приб} - r_{кон} = 0{,}4\text{-}0{,}16\text{-}0{,}1 = 0{,}14 \text{ Ом};$$

$$q_{пров} = \frac{\rho \times L}{r_{доп}} = \frac{0{,}028 \times 5}{0{,}14} = 0{,}1 \text{ мм}^2;$$

АКР ТВ сымын аламыз; F = 2,5 мм^2;

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

$$S_2 = R_2 \cdot I_2^2 = 0{,}316 \cdot 5^2 = 7{,}9 \text{ ВА};$$

$$R_2 = R_{приб} + R_{пров} + R_{к\text{-}тов} = 0{,}16 + 0{,}056 + 0{,}1 = 0{,}316 \text{ Ом}.$$

РП-СД1 линиясының ТТ-ы: $I_р$= 60,9А; ТПЛК-10У3 тоқ трансформаторын таңдаймыз: $I_н$=100 А; $U_н$=10 кВ; $S_н$ =10 ВА.

Есептелетін мәндер: $U_н$=10 кВ, $I_{ав}$=60,9А ,$i_{уд}$=47,1кА, $S_{2\,р}$=7,9 ВА.

Каталог бойынша: $U_н$=10 кВ, $I_н$=100А, $I_{дин}$=74,5 кА, $S_{2\,н}$=10 ВА.

РП-СД2 линиясының ТТ-ы: $I_р$=60,9А; ТПЛК-10У3 тоқ трансформаторын таңдаймыз: $I_н$=100 А; $U_н$ = 10 кВ; $S_н$ =10 ВА.

Есептелетін мәндер: $U_н$ = 10 кВ, $I_{ав}$=60,9А ,$i_{уд}$ = 47,1 кА, $S_{2\,р}$ = 7,9 ВА.

Каталог бойынша: $U_н$ =10 кВ, $I_н$ = 100А, $I_{дин}$ = 74,5 кА, $S_{2\,н}$ = 10 ВА.

РП-СД3 линиясының ТТ-ы: $I_р$ = 77,3А; ТПЛК-10У3 тоқ трансформаторын таңдаймыз: $I_н$ = 100 А; $U_н$ = 10 кВ; $S_н$ = 10 ВА.

Есептелетін мәндер: $U_н$ = 10 кВ, $I_{ав}$ =77,3 А , $i_{уд}$ = 47,1 кА, $S_{2\,р}$ = 7,9 ВА.

Каталог бойынша: $U_н$ = 10 кВ, $I_н$ = 100А, $I_{дин}$ = 74,5 кА, $S_{2\,н}$ = 10 ВА.

5.4 Кернеу трансформаторларын таңдау

Кернеу трансформаторлары төмендегі шарттар бойынша таңдалады:

1) құрылғы кернеуі бойынша: $U_{ном} \geq U_{уст}$;
2) екіншілік жүктеме бойынша: $S_{ном2} \geq S_{2расч}$;
3) дәлдік класы бойынша;
4) конструкциясы және жалғану схемасы бойынша.

12-кесте- Шинадан шығатын желілерде орнатылған өлшеу аспаптары

Құрал	Тип	$S_{өң}$, ВА	Орам саны	cos	sin	Құрал саны	$P_ж$ Вт	Q, вар
V	Э-335	2	2	1	0	2	8	-
W	Д-335	1,5	2	1	0	1	3	-
Var	И-335	1,5	2	1	0	1	3	-
Wh	СА3-И681	3 Вт	2	0,38	0,925	9	54	131,4
Varh	СР4-И689	3 вар	2	0,38	0,925	9	22,18	54
Барлығы							90,18	1 85,45

Есептелетін екіншілік жүктемені анықтау:

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

НТМИ-10-66У3 типті КТ қабылдаймыз:

$U_{н\,т}$ =10 кВ $U_{н\,т}$ = 10 кВ

$S_{н\,2}$ = 300 кВА $S_{р\,2}$ = 206,2 ВА

5.5 ТП жүктеме ажыратқыштарын таңдау

$$I_р = \frac{S_н}{\sqrt{3} \cdot U_н} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 57{,}7А.$$

Барлық трансформаторларға ВНПу–10/400–10зп ЗУЗ с ПК-10/100 типті жүктеме ажыратқыштарын таңдап аламыз.

Таңдалған жүктеме ажыратқышын тексереміз.

Паспорттық мәліметтер: $U_н$ = 10 кВ, $I_н$ = 400А, $I_{скв}$ = 25 кА.

Есептік мәліметтер: U = 10 кВ, $I_р$ = 57,7 А, $I_{удГПП}$ = 47,1 кА.

5.6 ТП автоматты ажыратқыштарын таңдау

$$I_р = \frac{S_н}{\sqrt{3} \cdot U_н} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = 1521А$$

ВА55-41 ажыратқышы $I_{доп}$ = 1600 А тең болады.

5.7 Изоляторлар таңдау

ИЧ-80-4 ХЛЗ

Таңдау шарты:

1)$U_н \geq U_{н.уст}$; 6,3 кВ ≥ 6,3 кВ.

2)$F_{доп} \times 0{,}6 \geq F_{расч}$; $0{,}6 \times 4000 \times 10^{-1}$ = 240 Н ≥ 4,7 Н.

3)$I_{нн} \geq I_{\infty}$; 20кА ≥ 9,1 кА.

ҚОРЫТЫНДЫ

Аспаптық цехтың қолданыстағы электрмен жабдықтау схемасын қайта құру электрмен жабдықтау сенімділігі мен цехтың еңбек өнімділігін едәуір арттыруға мүмкіндік береді. Жетілдірілген схема негізгі технологиялық жабдықты жұмыстан шығару кезінде немесе төтенше жағдайлар кезінде тоқтап қалу уақытын қысқартуға мүмкіндік береді, бұл айтарлықтай шығындарды үнемдейді.

Бұл жұмыста қолданыстағы трансформаторлық қосалқы станцияны жаңғырту, яғни ескілерін бөлшектеу және жаңа күштік трансформаторларды орнату көзделген. Бұл шығындарды үнемдеуге мүмкіндік береді және цехтың электр схемасын толық толтыруды қамтамасыз етеді. Ұсынылған схема тұтынушыларды тіпті жүктеме шыңында да үздіксіз қуаттандырады.

Өнеркәсіптік электрмен жабдықтау жүйесін оңтайландыру кабельдер мен сымдардың, қорғаныс аппаратурасының (Автоматты ажыратқыштардың) қималарын таңдау бойынша ұтымды шешім қабылдаудан тұрады. Бұл кәсіпорынға өндірістік емес шығындарды азайту арқылы қосымша қаражат береді, бұл өндірілетін өнімнің өсуіне әкеледі.

Бұл жұмыста өнеркәсіптік кәсіпорындарда жарықдиодты жарықтандыру жүйесін пайдалану перспективасы қарастырылды. Ол үшін тиісті электротехникалық есептеу және техникалық-экономикалық негіздеме жасалды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 ГОСТ 12.1.019-96 (2001 г.) Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

2 ГОСТ Р 50345-99 Аппаратура малогабаритная электрическая. Автоматические выключатели для зашиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения

3 Долин П. А. Основы техники безопасности в электроустановках: Учеб. пособиедля вузов, – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Энергоатомиздат, 1984

4 Инструкция по монтажу и паспорт. Счетчик электрической энергии многофункциональный ЕвроАЛЬФА. – Москва: Эльстер Метроника, 2005

5 Князевский Б. А., Липкин Б. Ю. Электроснабжение промышленных предприятий

6 Козловская В.Б. Электрическое освещение: справочник / В. Б. Козловская, В. Н. Радкевич, В. Н. Сацукевич. – 2-е изд. – Минск: Техноперспектива, 2008

7 Колесников А. И., Варфоломеев Ю. М., Федоров М. Н. Энергосбережение в промышленных и коммунальных предприятиях: Учебное пособие

8 Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов. Учебное пособие для студентов

9 Кузнецов К. Б., Васин В. К., Купаев В. И. Безопасность жизнедеятельности часть 2: Учебник для вузов

10 Неклепаев Б. Н. Электрическая часть электростанций. Москва, 1977

11 Неклепаев Б. Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учебное пособие для вузов

12 Рожкова Л. Д., Карнеева Л. К., Чиркова Т.В. Электрооборудование станций иподстанций. – Москва: Издательский центр «Академия»

13 Сибикин Ю.Д. Өнеркәсіптік кәсіпорындар мен қондырғылардыэлектрмен жабдықтау: проф. оқу орындарына арналған оқулық. – М.: Высшая школа, 2001

14 П. А. Долин, Основы техники безопасности в электроустановках Энергоатомиздат 1984 г.

15 СТ КазНИТУ-09-2023. Мәтіндік және графикалық материалдың құрылысына, баяндалуына, безендірілуіне және мазмұнына қойылатын жалпы талаптар. Алматы, КазНИТУ, 2023