

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

Жанат Ерасыл Жанатұлы

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Химиялық зауытты электрмен жабдықтау және электрлік жүктемелер ортасын анықтау

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

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
«Энергетика» кафедрасының
менгерушісі
Т.А. Жауымдастырылған
профессор
Е.А.Сарсенбаев
« 06 » 2025 ж.

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

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Химиялық зауытты электрмен жабдықтау және электрлік жүктемелер
ортасын анықтау»

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

Орындаған:



Жанат Е. Ж.

Пікір беруші
АҚ «АЖК» қосалқы станция бөлімі
3 топ қосалқы станция бастығы
Ермағамбетов К. А.
« 04 » 2025 ж.

04.06.25 m

Ғылыми жетекші
тех. ғылым доктор, профессор
Бекбаев А. Б.
« 10 » 06 2025 ж.

Алматы 2025

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Химиялық зауытты электрмен жабдықтау	05.05.25 – 10.05.25 ж.	—
Электр жабдықтау схемаларының нұсқаларын салыстыру	15.05.25 – 20.05.25 ж.	—
Электірлік жүктемелер ортасын анықтау	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
Химиялық зауытты электрмен жабдықтау	А.Б.Бекбаев, техн. ғыл. док. профессор	10.05	
Электр жабдықтау схемаларының нұсқаларын салыстыру	А.Б.Бекбаев, техн. ғыл. док. профессор	20.05	
Электірлік жүктемелер ортасын анықтау	А.Б.Бекбаев, техн. ғыл. док. профессор	30.05	
Норма - бақылау	Ә.О.Бердібеков, магистр, аға оқытушы	30.05.2025	

Ғылыми жетекшісі



(қолы)

Бекбаев А. Б.

Тапсырманы орындауға алған студент



(қолы)

Жанат Е. Ж.

Күні

«30» 01 2025ж.

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

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

БЕКІТЕМІН

«Энергетика» кафедрасының
меңгерушісі
PhD, қауымдастырылған
профессор

 Е.А.Сарсенбаев
«» 01 2025 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Жанат Ерасыл Жанатұлы

Тақырыбы: Химиялық зауытты электрмен жабдықтау және электірлік жүктемелер ортасын анықтау

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: Қуаты 40 МВА екі трансформатор, кернеуі 220/110/35 кВ. жүйенің қуаты 750 МВА, қуаты к. з. 110 жағында 420 МВА тең. Электр жүйесінен зауытқа дейінгі қашықтық 10 км. зауыт екі ауысымда жұмыс істейді.

Дипломдық жұмыстың қысқаша мазмұны:

а) зауыт цехтары бойынша жарықтандыру жүктемесін есептеу

б) механикалық зауыттың электр жүктемелерін есептеу

в) зауыт бойынша жогары вольтты жүктемелерді есептеу

г) техникалық-экономикалық есеп

д) 10 кВ жағында жабдықты таңдау

е) ток трансформаторларын таңдау

ж) шиналар мен оқшаулағыштарды таңдау:

Сызба материалдар тізімі:

Сызба бойынша материалдар презентацияда көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет 13 атау

АНДАТПА

Дипломдық жұмыста химиялық комбинат зауытын электрмен жабдықтау схемасы жасалды. Кернеуі 0,4 кВ цехтардың жарықтандыру, қуат жүктемесін және кернеуі 10 кВ жоғары вольтты жүктемені есептеу жүргізілді. есептік жүктемелер бойынша цех трансформаторларының оңтайлы саны және цех қосалқы станцияларының ұтымды орналасуы анықталды. Зауыттың нақтыланған толық қуаты бойынша электр жүктемелерінің орталығын есептеу жүргізілді ($S_p = 11334$ кВА) шиналардың екі секциясында жұмыс істейтін ТДН-10000/110 үлгісіндегі екі трансформаторды БТС-ге орнатуға қабылданды. Жұмыста зауыттың сыртқы электрмен жабдықтау схемаларының екі нұсқасы қарастырылған, кернеуі 110 және 35 кВ. және олардың ішінен экономикалық және техникалық тұрғыдан ең ұтымдысы таңдалды, бұл электр энергиясы 110 кВ электр желісімен берілетін зауыттың алғашқы Қуат нұсқасы болып табылады.

АННОТАЦИЯ

В дипломной работе разработана схема электроснабжения завода химического комбината. Произведен расчет осветительной, силовой нагрузки цехов напряжением 0,4 кВ, и высоковольтной нагрузки напряжением 10 кВ. По расчетным нагрузкам определено оптимальное число цеховых трансформаторов и рациональное месторасположение цеховых подстанций. Произведен расчет центра электрических нагрузок По уточненной полной мощности завода ($S_p = 11334$ кВА) приняты к установке на ГПП два трансформатора типа ТДН-10000/110, работающих на две секции шин. В работе рассмотрены два варианта схем внешнего электроснабжения завода, на напряжение 110 и 35 кВ. И из них выбран наиболее рациональный с экономической и технической точки зрения, которым является первый вариант питания завода, где электроэнергия передается по ЭБЖ 110 кВ.

ANNOTATION

In the thesis, a scheme for the power supply of a chemical plant was developed. The lighting and power load of the workshops with a voltage of 0.4 kV and the high-voltage load with a voltage of 10 kV were calculated. According to the calculated loads, the optimal number of shop transformers and the rational location of shop substations have been determined. The calculation of the electric load center was performed based on the specified total capacity of the plant ($S_p = 11334$ kVA). Two TDH-10000/110 type transformers operating on two bus sections were accepted for installation at the GPP. The paper considers two variants of the plant's external power supply schemes, for voltages of 110 and 35 kV. And of these, the most rational from an economic and technical point of view has been chosen, which is the first power supply option for the plant, where electricity is transmitted via 110 kV transmission lines.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Теориялық бөлім. химия өнеркәсібі туралы мәлімет	8
2	Есептік бөлім. химиялық зауытты электрмен жабдықтау	11
2.1	Химиялық комбинатты электрмен жабдықтауды жобалау бойынша бастапқы деректер	11
2.2	Электр жарығының жүктемесін есептеу	12
2.3	Цех трансформаторларының саны мен қуатын таңдау	20
2.4	Цех трансформаторларының санын таңдау және 0,4 кВ кернеуге реактивті қуаттың орнын толтыру	21
2.5	ҚТС цехтары бойынша төмен вольтты жүктемелерді бөлу	23
2.6	Қнк -ны ҚТС цехтары бойынша бөлу	24
2.7	10 кВ шиналардағы электр жүктемелерін нақтыланған есептеу	24
2.8	Кернеуі 1 кВ жоғары шиналардағы реактивті қуаттың өтемақысын есептеу	25
2.9	Техникалық-экономикалық есеп	29
2.10	Жабдықты таңдау және 10 кВ жағында қысқа тұйықталу токтарын есептеу	40
2.11	Шығу желілерінің қуат кабельдерін таңдау	44
2.12	ҚТС5-ҚТС8 магистраль үшін шығатын сызықтардың қуат кабельдерін таңдау	47
2.13	Ток трансформаторларын таңдау	50
2.14	БТС-ҚТС1-ҚТС4; БТС-ҚТС5-ҚТС8 желідегі ток трансформаторын таңдау	54
2.15	БТС – Қвбк желідегі ток трансформаторын таңдау	55
2.16	Кернеу трансформаторларын таңдау	56
2.17	БТС шиналарын таңдау	57
3	Арнайы бөлім. электр жүктемелерінің орталығын анықтау	58
	Қорытынды	61
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	62

КІРІСПЕ

Электрмен жабдықтау елдің халық шаруашылығын қамтамасыз етудің құрамдас бөліктерінің бірі болып табылады. Қазіргі уақытта бірде-бір өнеркәсіп, қала және т.б. электрмен жабдықтау міндеттерінің бірі қалыпты жұмыс пен тіршілік үшін кез-келген объектіні электр энергиясымен қамтамасыз ету болып табылады.

Ұзақ мерзімді перспективада әзірленген энергетикалық бағдарлама, ең алдымен, энергия үнемдейтін техника мен технологияны кеңінен енгізуді көздейді.

Осыған байланысты электр энергиясының нақты шығынын азайтуды және халық шаруашылығы саласының электр қарулануын арттыруды қамтитын энергия үнемдеуді ұтымды ету маңызды мәнге ие. Бұл міндеттің маңызды шарты өнеркәсіптік кәсіпорын тұтынатын электр энергиясын есепке алудың қолжетімді және сапалы жүйесін ұйымдастыру болып табылады.

Электрмен жабдықтаудың ұтымды жүйесін жобалаудың негізгі шарттары тұтынушы желісіндегі электр энергиясының сенімділігі, үнемділігі және сапасы болып табылады.

Электрмен жабдықтаудың сенімділігіне энергия жүйесінің барлық элементтерінің үздіксіз жұмыс істеуі және тұтынушыларда релелік қорғаныс, бақылау және дабыл құрылғыларын пайдалану арқылы қол жеткізіледі.

Сапа кернеу мен жиілік мәндерін белгіленген деңгейде ұстап тұру, жоғары гармониканы шектеу арқылы қамтамасыз етіледі.

Электр энергиясын бөлудің тамаша жүйелерін әзірлеу, жиынтық тарату құрылғылары мен трансформаторлық қосалқы станциялардың ұтымды конструкцияларын пайдалану, энергия тұтынушыны есепке алудың ұтымды жүйесін енгізу арқылы электрмен жабдықтаудың үнемділігіне қол жеткізіледі.

Осы талаптарды іске асыру электрмен жабдықтау жүйесінің элементтерін салу және пайдалану кезінде шығындарды азайтуды қамтамасыз етеді.

Өнеркәсіптік кәсіпорынды электрмен жабдықтаудың ұтымды жүйесін таңдау тұтастай алғанда жүйенің техникалық-экономикалық көрсеткіштеріне негізделуі керек.

Бұл жұмыстың мақсаты химиялық зауытты электрмен жабдықтау жобасын әзірлеу және электр жүктемелерінің орталығын анықтау болып табылады.

Жұмыстың міндеттері:

- Электр жарығының жүктемесін есептеу;
- Цех трансформаторларының саны мен қуатын таңдау;
- Электр жүктемелерінің орталығын анықтау;
- Сыртқы электрмен жабдықтау нұсқаларын салыстыру;
- Қ.т. токтарды есептеу және жабдықтарды таңдау;
- Жұмыс бойынша қорытынды жасау.

1 Химия өнеркәсібі туралы мәлімет

Химия өнеркәсібі — ауыр өнеркәсіптің жетекші салаларының бірі, еңбек заттарын (шикізаттар мен материалдарды) өңдеуге, негізінен химиялық әдістерді баса қолданатын өндіріс салаларының кешені.

Химия және мұнай-химия өнеркәсібі

Іштей химия және мұнай-химия өнеркәсібі болып бөлінеді.

1. Химия өнеркәсібіне жататын салалар:

кен-химия (фосфорит, апатит, калий тұзын өндіру және байыту, күкірт т.б.)

негізгі химия (анорганикалық қышқылдар, минералдық тұздар, сілтілер, жасанды тыңайтқыштар, хлор, аммиак өндірісі),

жасанды және синтетикалық талшықтар, синтетикалық шайырлар және пластмассалар, сыр-бояу өнеркәсібі (әк, литопон, сыр, эмаль, нитроэмаль т.б. өндіру),

химиялық тездеткіштер (реактивтер) және ерекше таза заттар, синтетикалық бояғыштар, фотохимия, тұрмыстық химия, химия-фармацевтика.

2. Мұнай-химия өнеркәсібіне жататын салалар:

синтетикалық каучук,

негізгі органикалық синтез өнімдерін өндіру,

резина-асбест өнеркәсібі жатады.

Химия өнеркәсібінің құрамы мен рөлі

Химия өнеркәсібі ел шаруашылығында маңызды рөл атқарады. Ғылыми-техникалық прогресті іске асыра отырып, машина жасау және электрэнергетикамен қатар, химия өнеркәсібі соңғы технологиялық циклдің саласы болып табылады. Шикізат пен қалдықтарды кешенді түрде өңдеуге үлкен мүмкіндіктер тудырады. Химиялық технологиялар мен материалдарды шаруашылықтың барлық салаларында кең қолдануды химияландыру деп атайды.

Химия өнеркәсібі қорларды өңдеп қана қоймайды. Ол табиғатта жоқ, қасиеттері алдын ала бегіленген мүлдем басқа материалдар жасап шығарады. Өртүрлі химиялық заттар, соның ішінде қымбат әрі тапшы табиғаттағы баламаларды алмастыра алатын конструкциялық материалдарды шығарады. Мысалы, машина жасауда кейбір химиялық материалдар қымбат металды алмастырады. Шикізат базасы кең: мұнай, табиғи газ, минералды тұздар, фосфориттер, күкірт,), ауа, су, ағаш, өндіріс қалдықтары, көмір, металлургия, мұнай өңдеу өнеркәсіптерімен құрамдастырылады. Халықты тауармен қамтиды. Жер бетіндегі бар тіршілікті қорғайды.

Химияның салааралық байланыстары

1) Ауылшаруашылығы

2) Энергетика

3) Машина жасау

4) Құрылыс

5) Көлік

- 6) Жеңіл өнеркәсіп
- 7) Металлургия
- 8) Химия өнеркәсібі географиясы

Қазақстанда пайдалы қазбалар: фосфорит, күкірт, тұз, әктас және басқа да шикізат өндірісімен айналысатын тау-кен химиясы дамыған. Фосфорит кені Жамбыл (Қаратау) және Ақтөбе (Шилісай) облыстарында өңделеді. Күкірт түсті металдар кені құрамында, Көкшетауға жақын Алексеев кен орнында кездеседі. Ас тұзы Арал, Балқаш жағалауында, Шу өзені бойында, Қалқаманда, Тобылжанда, Павлодар облысында бар. Калий тұзы Атырау облысындағы Индер көлінде өндіріледі. Химия өнеркәсібінің ерекшелігі табиғатта кездеспейтін жасанды заттар шығаратындағы мысалы, пластмасса, сондай-ақ тау химиясы шикізатының негізінде жұмыс істейтіндігі. Ақтөбе алабының фосфориттері қышқыл топыраққа бірден ендіруге болатындығымен ерекшеленеді [3].

Қазақстанның химия өнеркәсібінде негізгі химия басым. Оның шикізат көздеріне фосфорит, ас және калий тұздары, күкірт колчеданы, көмір, табиғи газ металлургия газдары кокс газдары жатады. Фосфор тыңайтқыштары өнеркәсібі материал қажеттілігінің төмендігіне байланысты шикізат көздерімен байланыспай, тұтынушыға негізделген. Фосфориттерді Қаратау мен Жаңатаста өндіріп, тыңайтқыштарды Таразда - Жамбыл фосфор зауыты мен минералды тыңайтқыштарын фосфориттер мен күкірт қышқылынан алады.

Азот тыңайтқыштарын өндіретін кәсіпорындар пайдаланылған шикізат түріне байланысты (кокс, кокс газы, табиғи газ) көмір өндіру орындарында орналасады. Павлодап "Каустик" зауыты каустик содасы, хлор және синтетикалық тұз қышқылын шығарудан көшбасшы.

Химия өнеркәсібінің кең қолданылатын өнімнің бірі - күкірт қышқылы. Күкірт қышқылын алу үшін күкірт пен су қажет. Күкірт гипс, күкіртті газ және түсті металл кендері құрамында кездеседі. Күкірт қышқылды өнеркәсіп, негізінен, күкірт қышқылын ең көп тұтыну орындарында орналасады. Күкірт қышқылын:

ауыр және түсті металдар қорытатын металлургия орталықтарында (Жезқазған, Балқаш, Өскемен, Риддер);

уран өндіру орталықтарында (Степногорск);

фосфор тыңайтқыштары өндірісі орталықтарында (Тараз) өндіреді.

Арал мен Павлодарда жергілікті шикізат негізінде ас тұзын өндіру кәсіпорындары жұмыс істейді.

Қазақстан химия өнеркәсібінің маңызды саласы - полимерлі материалдар өнеркәсібі. Саланың шикізат базасын ілеспе мұнай және табиғи газ, мұнай өңдеудегі көмірсутектер, көмір құрайды.

Синтетикалық шайыр мен пластмассалар өндірісі ірі шикізат қорына ие аудандарда шоғырланған. Маңғыстау облысының орталығы Ақтауда синтетикалық шайыр және пластмасса шығаратын зауыт жұмыс істейді.

Пластмасса бұйымдарын шығаратын аса ірі зауыттар Атырау, Алматы және Астана қалаларында орналасқан.

Негізінен, синтетикалық каучук өндірісі табиғи газ бен мұнай, мұнай өңдеу мен көмір өндіру аудандарында орналасады. Мысалы, Теміртау қаласындағы Қарағанды синтетикалық каучук зауыты.

Осыған орай химия өнеркәсібінің салалық құрылымы 4 топқа бөлінеді, олар:

кен-химия өнеркәсібі (шикізат — фосфорит, ас және калий тұздарын, күкірт, т.б. өндіру, байыту және оларды бастапқы өңдеу)

негізгі химия өнеркәсібі (минералдық тыңайтқыштар, қышқылдар, сілтілер т.б. өндіру)

полимерлік материалдар өнеркәсібі (синтетикалық шайырлар мен пластмассалар, химиялық талшықтар, синтетикалық каучук, синтетикалық бояғыштар өндіру);

тұтыну қажеттерін қанағаттандыруға арналған өнім (фармацевтикалық дәрі-дәрмек, жуғыш заттар, фотохимия, парфюмериялық-косметикалық тауарлар) өндіру. Химия өнеркәсібінің құрамында барлығы 200-ден астам кішігірім сала мен өндіріс бар, ал оның өнімдерінің түр-түрінің атауы 1 млн-ға жетіп отыр.

2 Химиялық зауытты электрмен жабдықтауды есептеу

2.1 Химиялық комбинатты электрмен жабдықтауды жобалау бойынша бастапқы деректер

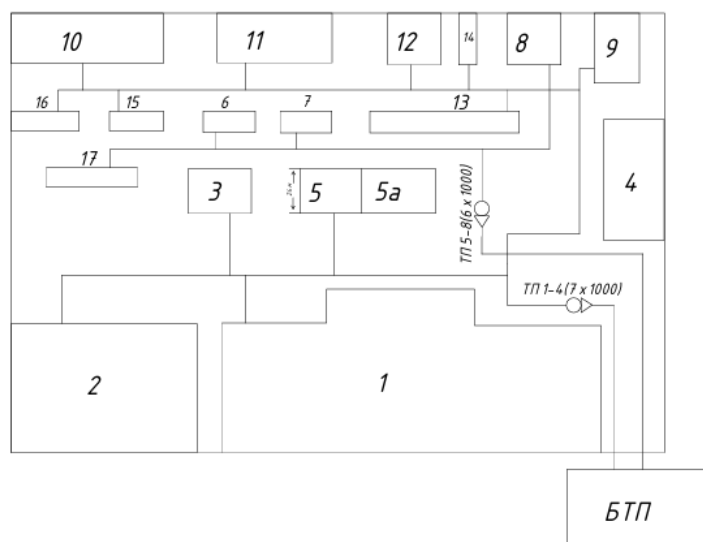
- 1) Зауыттың бас жоспарының сызбасы.
- 2) Зауыт цехтары бойынша электр жүктемелері туралы мәліметтер.
- 3) Қуат қуаты 40 МВА, кернеуі 220/110/35 кВ екі трансформатор орнатылған энергия жүйесінің қосалқы станциясынан жүзеге асырылуы мүмкін.
- 4) Электр жүйесінен зауытқа дейінгі қашықтық 6 км.
- 5) Зауыт екі ауысымда жұмыс істейді.

2.1 - кесте -Химиялық комбинаттың электр жүктемелері туралы мәліметтер

Цехтың атауы	ЭҚ саны, n	Орнатылған қуат, кВт	
		Бір ЭҚ, P _н	Σ P _н
Бояғыш Цехы №1	220	1-75	4800
Жартылай өнімдер Цехы №1	80	1-40	2000
Тоңазытқыш қондырғысы	20	1-35	650
а) 0,4 кВ б) синхр.қозғалтқыш 10 кВ	6	630	3780
Зауытты басқару	20	1-20	300
Механикалық цех	30	1-40	550
Механикалық цехтің учаскісі	30	1-20	330
Компрессорлық:	20	1-40	580
а) 0,4 кВ б) синхр.қозғалтқыш 10 кВ	4	1000	4000
Оттегі станциясы	20	1-20	200
Электр цех	30	1-25	450
Асхана	30	1-30	280
Жартылай өнімдер цехы №2	50	1-30	1100
Бояғыш Цехы №2	40	5-70	1200
Тоңазытқыш қондырғысы №2	10	5-80	580
Дайын өнім қоймасы	5	10-20	70
Зертхана	10	1-30	70

2.1 – кесте жалғасы

Цехтың атауы	ЭҚ саны, n	Орнатылған қуат, кВт	
		Бір ЭҚ, Р _н	Σ Р _н
Натрий тұзы цехы	20	5-40	600
Химиялық заттар қоймасы	6	14	84
Қышқыл қоймасы	4	1-20	65



2.1 – сурет - Химия комбинатының бас жоспары

2.2 Электр жарығының жүктемесін есептеу

Электр жарығының көзі ретінде өнеркәсіптік кәсіпорында газ разрядты және қыздыру шамдары қолданылады. Кәсіпорындардағы қыздыру шамдары негізінен авариялық жарықтандыру ретінде қолданылады, ол жұмысты уақытша жалғастыруға немесе жұмыс шамдары кенеттен сөнген кезде адамдарды үй-жайдан эвакуациялауға қызмет етеді. Кәсіпорындағы разрядты шамдар өндірістің қалыпты жұмысын қамтамасыз ететін негізгі жарық көздері ретінде пайдаланылады.

Цехтың жарықтандыру қабылдағыштарының номиналды қуаты $P_{н\text{осв}}$ (кВт) меншікті қуат әдісімен анықталады:

$$P_{н\text{осв}} = (P_{уд\text{осв}} + P_{уд\text{авар}}) * F \quad (2.1)$$

мұнда $P_{уд\text{осв}}$ – жарықтандыру қабылдағыштарының (шамдардың) меншікті жүктемесі, Вт/м²;

$P_{уд авар}$ – авариялық жарықтандырудың меншікті жүктемесі;
 F – цех еденінің ауданы, м².

Цехтың жарықтандыру қабылдағыштарының есептік жүктемелері $P_{p осв}$ (кВт):

$$P_{p осв} = P_{н осв} * K_{с осв}, \quad (2.2)$$

мұнда $P_{н осв}$ – жарықтандыру қабылдағыштарының орнатылған қуаты, кВт;

$K_{с осв}$ – жарықтандыру қабылдағыштары үшін орташа сұраныс коэффициенті.

Жарықтандыру қондырғыларының реактивті есептік қуаты формула бойынша анықталады:

$$Q_{p осв} = P_{p осв} * tg\gamma_{o,y}, \quad (2.3)$$

мұнда $tg\gamma_{o,y}$ – жарықтандыру жүктемесінің реактивті қуат коэффициенті;
 $tg\gamma_{o,y} = 0,33$ – разрядты шамдар үшін;
 $tg\gamma_{o,y} = 0$ – қыздыру шамдары үшін.

Цехтың есептік күштік белсенді жүктемесі:

$$P_{p н н} = P_{уст} * K_c, \text{ кВт.} \quad (2.4)$$

Цехтың есептік күштік реактивті жүктемесі:

$$Q_{p н н} = P_{p н н} * tg\gamma, \text{ квар.} \quad (2.5)$$

Жарықтандыру қондырғыларының толық есептік қуаты:

$$\sum P_p = P_{p н н} + P_{p осв}, \text{ кВт.} \quad (2.6)$$

Толық жобалық қуат:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}, \text{ кВА} \quad (2.7)$$

Егер газ разрядты шамдар жарық көзі ретінде пайдаланылса, онда есептелген реактивті жарықтандыру жүктемесі формула бойынша болады:

$$Q_{po} = P_{HOCB} * tg\gamma_0, \text{кВАр} \quad (2.8)$$

мұнда $tg\gamma_0$ – жарықтандыру жүктемесінің реактивті қуат коэффициенті.
Флуоресцентті лампалар үшін тиісті жарықтандыру жүктемесінің қуат коэффициенттері $\cos\varphi_0 = 0.9$;

- жоғары қысымды разрядты шамдар үшін $\cos\varphi_0 = 0.35$.

Есептік ток формула бойынша анықталады:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} * U_H}, \text{А.} \quad (2.9)$$

2.2 - кесте - Цехтың есептік жүктемелері

Цех атауы	P _{уст} , кВт	cos φ	tg φ	P _{рнн} , кВт	Q _{рнн} , кВАр	Алаңы, м ²	Руд.осв., Вт/м ²	Рн.осв., кВт	Кс	Рр.осв., кВт	РрΣ, кВт	QpΣ, кВА _р	SpΣ, кВА
Бояғыш Цехы №1	4800	0.8	0.75	2622	1966.5	5200	10	104	0.95	98.8	2720.8	2003	3378.5
Жартылай өнімдер Цехы №1	2000	0.75	0.88	5035	4430.8	2275	18	63.7	0.95	60.51	5095.5	4453	6767.2
Тоңазытқыш қондырғысы №1	650	0.8	0.75	1282.5	961.87	3675	18	102.9	0.95	97.75	1380.2	998	1703.2
Зауытты басқару	3780	0.75	0.88	1767	1554.96	4225	18	118.3	0.95	112.4	1879.4	1596	2466
Механикалық цех	300	0.9	0.47	1672	785.84	2275	18	63.7	0.95	60.51	1732.5	808.1	1912
Мех. цехтің учаскесі	550	0.6	1.3	1168.5	1519.05	3575	18	100.1	0.95	95.09	1263.6	1554	2003
Компрессорлық	330	0.75	0.88	1339.5	1178.76	2450	8	44.1	0.95	41.89	1381.4	1194	1826.02

2.2 - кесте жалғасы

Цех атауы	Р _{уст} , кВт	cos φ	tg φ	Р _{рнн} , кВт	Q _{рнн} , кВАр	Алаңы, м ²	Р _{уд.осв.} , Вт/м ²	Р _{н.осв.} , кВт	Кс	Р _{р.осв.} , кВт	Р _р Σ, кВт	Q _р Σ, кВАр	SpΣ, кВА
Оттегі станциясы	580	0.8	0.75	1501	1125.75	2400	9	33.6	0.95	31.92	1532.9	1156	1920
Электр цех	4000	0.8	0.75	2320	1740	2100	12	46.2	0.8	36.96	2357	1782	2954.5
Асхана	200	0.85	0.62	1235	765.7	1912	8	26.76	0.95	25.42	1260.4	775.1	1479.7
Жартылай өнімдер цехы №2	450	0.8	0.75	2612.5	1959.4	1750	7	21	0.95	19.95	2632.5	1967	3286

2.3 - кесте – 0.4 кВ жүктемелерін есептеу

№	Цехтардың атауы және ЭҚ-ң тобы	n	Номиналды қуат		m	Ки	cosφ	tgφ	Орта жүктеме		пэ	Км	Есептік қуат			R мм	α град
			P _{min} - P _{max} кВт	ΣP _н кВт					P _{см} кВт	Q _{см} квар			P _p кВт	Q _p квар	S _p кВА		
1	Бояғыш Цехы N1																
	күштік	20	1-90	1800	>3	0.6	0.8	0.75	1080	810	40	1.12	1210	810	1456		
	жарықтық												98.8	74.1	123.5		
	Барлығы												1308.8	884.1	1579.5	88	6
2	Жартылай өнімдер Цехы N1																
	күштік	15	1-60	900	>3	0.5	0.75	0.88	450	396	30	1.16	522	396	655		
	жарықтық												60.5	53.3	80.6		
	Барлығы												582.5	449.3	735.6	84.1	3
3	Тоңазытқыш қондырғысы N1																
	күштік	20	1-90	1800	>3	0.6	0.8	0.75	1080	810	40	1.12	1210	810	1456		
	жарықтық												97.8	73.3	122.2		
	Барлығы												1307.8	883.3	1578.2	68	5

2.3 - кесте жалғасы

№	Цехтардың атауы және ЭҚ-ң тобы	n	Номиналды қуат		m	Ки	cosφ	tgφ	Орта жүктеме		пэ	Км	Есептік қуат			R мм	α град
			Pmin- Pmax кВт	ΣPн кВт					Pсм кВт	Qсм квар			Pp кВт	Qp квар	Sp кВА		
4	Зауытты басқару																
	күштік	25	1-100	2500	>3	0.6	0.75	0.88	1500	1320	50	1.1	1650	1320	2113		
	жарықтық												112.4	98.9	149.7		
													1762.4	1418.9	2262.7	60.5	2
5	Механикалық цех																
	күштік	15	1-60	900	>3	0.4	0.9	0.47	360	169	30	1.19	428.4	169.2	461		
	жарықтық												60.5	28.4	67		
	Барлығы												488.9	197.6	528	73.6	2
6	Механикалық цехтің учаскісі																
	күштік	20	1-90	1800	>3	0.5	0.6	1.3	900	1170	40	1.13	1017	1170	1550		
	жарықтық												95.1	124	156		
	Барлығы												1112.1	1294	1706	71.5	10

2.3 - кесте жалғасы

№	Цехтардың атауы және ЭҚ-ң тобы	n	Номиналды қуат		m	Ки	cosφ	tgφ	Орта жүктеме		пэ	Км	Есептік қуат			R мм	α град
			P _{min} - P _{max} кВт	ΣP _н кВт					P _{см} кВт	Q _{см} квар			P _p кВт	Q _p квар	S _p кВА		
7	Компрессорлық																
	күштік	10	1-40	400	>3	0.6	0.75	0.88	240	211	20	1.15	276	232.3	361		
	жарықтық												42	37	56		
	Барлығы												318	269.3	417	68	7
8	Оттегі станциясы																
	күштік	6	1-30	180	>3	0.6	0.8	0.75	108	81	12	1.23	133	89.1	160		
	жарықтық												32	24	40		
	Барлығы												165	113.1	200	138	3
9	Электр цех																
	Күштік	10	1-40	400	>3	0.6	0.8	0.75	240	180	20	1.15	276	198	340		
	жарықтық												37	28	46.2		
	Барлығы												313	226	386.2	88	19

2.3 - кесте жалғасы

	Цехтардың атауы және ЭҚ-ң тобы	n	Номиналды қуат		m	Ки	cosφ	tgφ	Орта жүктеме		пэ	Км	Есептік қуат			R мм	α град
			P _{min} - P _{max} кВт	ΣP _н кВт					P _{см} кВт	Q _{см} квар			P _p кВт	Q _p квар	S _p кВА		
10	Асхана																
	күштік	4	1-20	80	>3	0.5	0.85	0.62	40	25	8	1.4	56	27.3	62.3		
	жарықтық												25.4	16	30		
	Барлығы												81.4	43.3	92.3	55	11
11	Жартылай өнімдер цехы N2																
	күштік	4	1-20	80	>3	0.3	0.8	0.75	24	18	8	1.72	41.3	20	46		
	жарықтық												20	15	25		
	Барлығы												61.3	35	71	21.7	39
12	Бояғыш Цехы N2																
	күштік	4	1-20	80	>3	0.3	0.5	1.72	24	41.3	8	1.72	41.3	45.4	61.4		
	жарықтық												22.4	38.5	45		
																31	13

2.3 - кесте жалғасы

	Цехтардың атауы және ЭҚ-ң тобы	n	Номиналды қуат		m	Ки	cosφ	tgφ	Орта жүктеме		пэ	Км	Есептік қуат			R мм	α град
			P _{min} - P _{max} кВт	ΣP _н кВт					P _{см} кВт	Q _{см} квар			P _p кВт	Q _p квар	S _p кВА		
	Барлығы												63.7	103.9	106.4		
13	Тоңазытқыш қондырғысы N2																
	күштік	8	1-35	280	>3	0.3	0.8	0.75	84	63	16	1.41	118	69.3	137		
	жарықтық												36.3	27.2	45.4		
	Барлығы												154.3	96.5	182.4	44.2	4
14	Дайын өнім қоймасы																
	күштік	4	1-40	160	>3	0.5	0.8	0.75	80	60	8	1.4	112	66	130		
	жарықтық												28	21	35		
	Барлығы												140	87	165	18	43
15	Зертхана																
	күштік	17	1-70	1190	>3	0.3	0.8	0.75	357	268	34	1.21	432	268	508		

2.3 - кесте жалғасы

	Цехтардың атауы және ЭҚ-ң тобы	n	Номиналды қуат		m	Ки	cosφ	tgφ	Орта жүктеме		пэ	Км	Есептік қуат			R мм	α град
			P _{min} - P _{max} кВт	ΣP _н кВт					P _{см} кВт	Q _{см} квар			P _p кВт	Q _p квар	S _p кВА		
	жарықтық												18	12.5	22.5		
	Барлығы												450	280.5	530.5	33	67
16	Натрий тұзы цехы																
	күштік	11	1-45	495	>3	0.35	0.5	1.72	173	298	22	1.28	222	298	371		
	жарықтық												72	123.5	142.9		
	Барлығы												294	421.5	513.9	37	20
17	Химиялық заттар қоймасы																
	күштік	11	1-45	495	>3	0.6	0.7	1.01	297	300	22	1.14	339	300	452		
	жарықтық												46.5	47	66.2		
	Барлығы												385.5	347	518.2	35	70
	Территорияны жарықтандыру												824.6	824.6	1166.2		
	Барлығы		970	14590	>3	6.5							9533.7	7377.8	12163		

2.3 Цех трансформаторларының саны мен қуатын таңдау

Трансформаторлар санын таңдау электр жүктемелерінің мөлшері мен сипатына, жүктемелерді кәсіпорынның бас жоспарына орналастыруға, сондай-ақ өндірістік, сәулет-құрылыс және пайдалану талаптарына байланысты. Сонымен қатар, өндірістік үй-жайлардың конфигурациясы, технологиялық жабдықтың орналасуы, қоршаған орта жағдайлары, салқындату шарттары, өрт және электр қауіпсіздігі талаптары және қолданылатын электр жабдықтарының түрлері ескерілуі керек.

Трансформаторлардың саны мен қуатын жүктеменің нақты тығыздығы (кВА/м²) және объектінің тиісті жүктемесі (кВА) бойынша таңдауға болады. Меншікті тығыздығы 0,2÷0,3 кВА/м²-ден асатын және жалпы жүктемесі 3000÷4000 кВА-дан асатын цех трансформаторларын қуаты тиісінше 1600-2500 кВА қолданған жөн. Төменде көрсетілген мәндердің меншікті тығыздығы мен жиынтық жүктемесі кезінде 400; 630; 1000 кВА трансформаторлар неғұрлым үнемді болады.

Цех трансформаторларының саны мен қуатын болжамды таңдау σ_n жүктеменің нақты тығыздығына сәйкес жасалады:

$$\sigma_n = \frac{S_p}{F}, \quad (2.10)$$

мұнда S_p – цехтың есептік жүктемесі, кВА;

F – цех алаңы, м².

дейінгі тығыздықта қуаты 1000 және 1600 кВА дейінгі трансформаторларды қолданған жөн. Трансформаторлардың номиналды қуатын таңдау қалыпты режимдегі ұтымды жүктеме негізінде және апаттан кейінгі режимде ең аз қажетті резервтеуді ескере отырып, қалыпты және авариялық жұмыс режимдерінің есептік қуаты бойынша жүргізіледі. Трансформаторлардың номиналды қуаты $S_{ном.т}$, ең көп жүктелген ауысым үшін $S_{см}$ орташа жүктемесі бойынша анықталады:

$$S_{ном.т} = \frac{S_{см}}{NK_3}, \quad (2.11)$$

мұнда N – трансформаторлар саны;

K_3 – трансформатордың жүктеме коэффициенті.

$$S_{ном.т} = \frac{9533.7}{12,6 * 0.8} = 945.8 \text{ кВА} \quad (2.12)$$

$$Q_{нк} = \frac{3222.3}{13} = 247.8 \text{кВар}$$

Орнату үшін УKM63-0,4–275-25УЗ таңдаймыз

2.4 Цех трансформаторларының санын таңдау және 0,4 кВ кернеуге реактивті қуаттың орнын толтыру

Цех трансформаторларының саны мен қуатын дұрыс анықтау келесі факторларды ескере отырып, техникалық-экономикалық есептеулер арқылы ғана мүмкін болады: тұтынушыларды электрмен жабдықтау сенімділігі категориясы;

1кВ дейінгі кернеудегі реактивті жүктемелердің орнын толтыру; қалыпты және авариялық режимдердегі трансформаторлардың шамадан тыс жүктеме қабілеті; стандартты қуаттардың қадамы; жүктеме кестесіне байланысты трансформаторлардың экономикалық жұмыс режимдері. Химиялық комбинат бірінші санатқа жатады, трансформаторлардың жүктеме коэффициенті 0.75-0.8. 1000 және 1600 кВА дейінгі трансформатор қабылданады. Қуаты бірдей цех трансформаторларының әрбір технологиялық шоғырланған тобы үшін ең үлкен есептік белсенді жүктемені қоректендіру үшін қажетті олардың ең аз саны формула бойынша есептеледі:

$$N_{tmin} = \frac{P_{p0.4}}{k_3 * S_{нт}} + \Delta N, \quad (2.13)$$

мұнда $P_{p0.4}$ – жиынтық есептік жүктеме;

K_3 – трансформатордың жүктеме коэффициенті;

$S_{нт}$ – трансформатордың номиналды қуаты;

ΔN – ең жақын санға қосымша.

$N_{т.э}$ – күрделі шығындардың тұрақты құрамдас бөліктерін ескере отырып, реактивті қуатты беруге арналған үлестік шығындармен айқындалған:

$$3 * п/ст = 0,5;$$

$$K_3 = 0,8;$$

$$N_{т.min} = 13;$$

$$\Delta N = 0,083;$$

$$m = 1.$$

$N_{опт}$ трансформаторларының экономикалық оңтайлы саны анықталады:

$$N_{опт} = N_{мин} + m, \quad (2.14)$$

Үш трансформатормен және олардың қуаты аз болса, ең көп жүктелген ауысым үшін орташа белсенді қуат таңдалады $P_{\text{ср.мах}}$

Кернеуі 1 кВ дейінгі трансформаторлар арқылы берілетін ең үлкен реактивті қуат формула бойынша анықталады:

$$Q_{\text{мах.т}} = \sqrt{(N_{\text{опт}} * K_3 * S_{\text{ном.т}})^2 - P_{\text{ср.мах}}^2}, \text{кВар}, \quad (2.15)$$

$$Q_{\text{мах.т}} = \sqrt{(13 * 0,8 * 1000)^2 - 9533,7^2} = 4155,5 \text{кВар}$$

1кВ дейінгі кернеуге арналған конденсаторлық батареялардың жалпы қуаты:

$$Q_{\text{нк1}} = Q_{\text{ср.мах}} - Q_{\text{мах.т}}, \quad (2.16)$$

мұнда $Q_{\text{ср.мах}}$ – 1кВ дейінгі кернеуге ең көп жүктелген ауысым үшін жалпы орташа реактивті қуат.

Трансформаторлардың осы тобы үшін $Q_{\text{нк2}}$ НБК қосымша қуаты формула бойынша анықталады:

$$Q_{\text{нк2}} = Q_{\text{ср.мах}} - Q_{\text{нк1}} - \gamma * N_{\text{опт}} * S_{\text{ном.т}}, \quad (2.17)$$

мұнда γ – K_{p1} және K_{p2} есептік параметрлеріне және ТР цехының қуат схемасына байланысты есептік коэффициент.

Егер $Q_{\text{нк2}} < 0$, онда $Q_{\text{нк2}} = 0$ қабылдаймыз, тсонда:

$$Q_{\text{НБК}\Sigma} = Q_{\text{НБК1}} + Q_{\text{НБК2}}, \text{кВар} \quad (2.18)$$

$$Q_{\text{НК}} = 3222,3 + 0 = 3222,3 \text{кВар}$$

Бір трансформаторға $Q_{\text{НБК}}$ қуатын анықтайық:

$$Q_{\text{НК}} = \frac{Q_{\text{нк1}}}{n}, \text{кВар} \quad (2.19)$$

2.5 ҚТС цехтары бойынша төмен вольтты жүктемелерді бөлу

ҚТС үшін жүктеу коэффициентін формула бойынша анықтайық:

$$K'_3 = \frac{S_p}{n * S_{н.тр}}, \quad (2.20)$$

мұнда n – ҚТС-дағы трансформаторлар саны.

$$K'_3 = \frac{5540}{7 * 1000} = 0,8$$

$$K'_3 = \frac{5292.5}{6 * 1000} = 0,88$$

2. 4 - кесте - ТП цехтары бойынша төмен вольтты жүктемелерді бөлу

№ТП, S _{н.тр} , Q _{нбк}	Цех №	P _{р0,4} , кВт	Q _{р0,4} , квар	S _{р0,4} , кВА	K ₃
ҚТС1, ҚТС4 (7x1000) S _н = 7000 кВА Q _{нбк} = 7x275	1	1308.8	884.1		
	2	582.5	449.3		
	3	1307.8	883.3		
	5	488.9	197.6		
	9	313	226		
	10	81.4	43.3		
	11	61.3	35		
	12	63.7	103.9		
	13	154.3	96.5		
	14	140	87		
	15	450	280.5		
	16	294	421.5		
	осв. тер. 1/2	824.6			
		5658	3295.7		
			-1925		
Барлығы		5658	1370.7	5530.5	0.79

2.4 - кесте жалғасы

ҚТС5, ҚТС8 (6х1000) S _H = 6000 кВА	4	1762.4	1418.9		
	6	1112.1	1294		
	7	318	269.3		
	8	165	113.1		
	17	385.5	347		
	18	17.5	13		
	19	527.5	214.5		
		4288.1	3670.1		
Q _{нбк} = 6х275		4288.1	-1650	4740.1	0.79
			2020.1		

2.6 Q_{нк} - ны ҚТС цехтары бойынша бөлу

Q_{нк} = 3222.3кВар-ны ҚТС реактивті жүктемелеріне таратамыз.

$$\frac{Q_{p0.4}}{Q_{нк}} = \frac{Q_{рТП}}{Q_{нкТП}}, \text{кВар} \quad (2.21)$$

Осыдан

$$Q_{нк \text{ ҚТС1} \div \text{ҚТС4}} = \frac{Q_{нк} * Q_{р \text{ ТП1} \div \text{ТП4}}}{Q_{p0.4}}, \text{кВар} \quad (2.22)$$

$$Q_{нк \text{ ҚТС1} \div \text{ҚТС4}} = \frac{3222.3 * 3295.7}{7377.8} = 1439.4 \text{ кВар}$$

$$Q_{нк \text{ ҚТС5} \div \text{ҚТС8}} = \frac{Q_{нк} * Q_{р \text{ ТП5} \div \text{ТП8}}}{Q_{p0.4}}, \text{кВар} \quad (2.23)$$

$$Q_{нк \text{ ҚТС1} \div \text{ҚТС4}} = \frac{3222.3 * 3670.1}{7377.8} = 1603 \text{ кВар}$$

$$Q_{нескомп \text{ ҚТС1} \div \text{ҚТС4}} = Q_{рТП} - Q_{\phi}, \text{кВар}, \quad (2.24)$$

$$Q_{нескомп \text{ ҚТС1} \div \text{ҚТС4}} = 3295 - 1925 = 1370 \text{ кВар}$$

$$Q_{нескомп \text{ ҚТС5} \div \text{ҚТС8}} = Q_{рТП} * Q_{\phi}, \text{кВар} \quad (2.25)$$

Есептік мәндерді 2.5 -кестеге келтіреміз.

2.5 -кесте - Q_{HK} ҚТС бойынша бөлу

№ҚТС	$Q_{ТП}$, квар	$Q_{РНБК}$, квар	$Q_{Ф.НБК}$ по ҚТС, квар	$Q_{НЕСКОМП}$, квар
ҚТС1-ҚТС4	3295.7	1439.4	$7 \times 275 = 1925$	1370
ҚТС5 - ҚТС8	3670.1	1603	$6 \times 275 = 1650$	2020.1

2.7 Кернеуі 10 кВ шиналардағы электр жүктемелерін нақтыланған есептеу

0,4 кВ төмен вольтты жүктеме 10 кВ шиналарға әкелуі керек, ол үшін цех трансформаторларындағы шығындарды есептеу керек. Төмендететін трансформатордағы қуат шығынын есептеу.

ТМ-1000/10 трансформаторын таңдаймыз. Трансформатордың төлқұжат деректері:

$$\Delta P_{xx} = 2 \text{ кВт}; \Delta P_{кз} = 12.2 \text{ кВт}; i_{xx} = 1.4\%; u_{кз} = 6.5\%.$$

ҚТС1, ҚТС4 цехтардағы қуат шығынын есептеу:

$$K_3 = 0.79, N = 7$$

$$\Delta P_{ТТ} = (\Delta P_{xx} + \Delta P_{кз} * K_3^2) * N, \text{ кВт}, \quad (2.26)$$

$$\Delta P_{ТТ} = (2 + 12.2 * 0.79^2) * 7 = 67.3 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{ТТ} = \left(\frac{i_{xx}}{100} * S_{н.т} + \frac{u_{кз}}{100} * S_{н.т} * K_3^2 \right) * N, \text{ квар}, \quad (2.27)$$

$$\Delta Q_{ТТ} = \left(\frac{1.4}{100} * 1000 + \frac{6.5}{100} * 1000 * 0.79^2 \right) * 7 = 397.5 \text{ квар}.$$

ҚТС5, ҚТС8 Цехтардағы қуат шығынын келесі өрнектермен есептейміз:

$$K_3 = 0.79, N = 6$$

$$\Delta P_{ТТ} = (2 + 12.2 * 0.79^2) * 6 = 57.7 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{ТТ} = \left(\frac{1.4}{100} * 1000 + \frac{6.5}{100} * 1000 * 0.79^2 \right) * 6 = 327.4 \text{ квар}.$$

ҚТС цехтарындағы шығындардың жиынтық қуаты:

$$\sum \Delta P_T = \Delta P_{ТП1 \div ТП4} + \Delta P_{ТП5 \div ТП8}, \text{ кВт}, \quad (2.28)$$

$$\sum \Delta P_T = 67.3 + 57.7 = 121.4 \text{ кВт}$$

$$\sum \Delta Q_T = \Delta Q_{ТП1 \div ТП4} + \Delta Q_{ТП5 \div ТП8}, \text{ кВар}, \quad (2.29)$$

$$\sum \Delta Q_T = 397.5 + 327.4 = 724.9 \text{ кВар}$$

2.8 Кернеуі 1 кВ жоғары шиналардағы реактивті қуаттың өтемақысын есептеу

$Q_{ВБК}$ қатысты 10 кВ шиналардағы реактивті қуат балансының теңдеуі жасалады:

$$Q_{ВБК} = Q_{p0,4} + \sum \Delta Q_T + Q_{РЕЗ} - Q_{\Delta} - Q_{НБК}, \text{ кВар}, \quad (2.30)$$

мұнда Q_{Δ} - кіріс реактивті қуатын энергия жүйесі экономикалық оңтайлы реактивті қуат ретінде белгілейді, оны электр желісінің ең үлкен жүктемесі кезінде кәсіпорынға беруге болады, формула бойынша анықталады:

$$Q_{\Delta} = 0.24(P_{p0,4} + \sum \Delta P_T), \text{ кВар}, \quad (2.31)$$

$$Q_{\Delta} = 0.24(9533.7 + 121.4) = 2317.2 \text{ кВ}$$

$$Q_{РЕЗ} = 0.1(Q_{p0,4} + \sum \Delta Q_T), \text{ кВар}, \quad (2.32)$$

$$Q_{РЕЗ} = 0.1(7377.8 + 724.9) = 810.3 \text{ кВар}$$

Осыдан:

$$Q_{ВБК} = 7377.8 + 724.9 + 810.3 - 2311.2 - 3575 = 3026.8 \text{ кВар}$$

Алынған нәтижелер бойынша 2 дана мөлшерінде 10кВ шиналарда УБЛ-10,5-900 УЗ типті реактивті қуаттың орнын толтыру үшін жоғары вольтты конденсаторлық қондырғыларды таңдаймыз.

2.6 -кесте - Химиялық зауыт бойынша күш жүктемелерін нақтыланған есептеу

№ТП	№ цехов	n	Рн.min- Рн.max, кВт	ΣРн, кВт	Ки	Орта қуат			пэ	Км	Есептік жүктеме			Кз
						Рсм, кВт	Qсм, квар				Рр, кВт	Qр, квар	Sp, кВА	
ҚТС 1 - ҚТС 4 (7x1000)	1	20	1-90	1800	0,48	98.8	74.1		211	1	4833.4 824.6 5658.7	3295.7 -1925 1370.7	5822.3	0.79
	2	15	1-60	900		60.5	53.3							
	3	20	1-90	1800		97.8	73.3							
	5	15	1-60	900		60.5	28.4							
	9	10	1-40	400		37	27.7							
	10	4	1-20	80		25.4	15.8							
	11	4	1-20	80		20	15							
	12	4	1-20	80		22.4	38.6							
	13	8	1-35	280		36.3	27.3							
	14	4	1-40	160		28	21							
	15	17	1-70	1190		18	13.5							
	16	11	1-45	495		71.8	123.5							
	Күштік	334	1-400	8740		4204	3321,1							
	Жарықтандыру													
	Аумақты жарықтандыру (1/2)													
	QнБК													
ТП1÷ТП4 бойынша жалпы														

2.6 - кестенің жалғасы

ТП5÷ТП8 (6x1000)	4	25	1-100	2500		112.4	98.9						
	6	20	1-90	1800		95.1	123.6						
	7	10	1-40	400		42	36.9						
	8	6	1-30	180		32	23.9						
	17	11	1-45	495		46.5	47						
	18	1	1-10	10		10.1	8.9						
	19	16	1-65	1040		40.5	19						
	20					824.6							
Күштік Жарықтандыру Аумақты жарықтандыру (1/2) Q _{нБК} ҚТС 5÷ТП8 бойынша жалпы		89	1-380	6425	3.7	1203.2	358.2		178	1,07	4288.1	3670.1	
											4288.1	-1650	
											2020.1	4740.1	0.79
Барлығы 0,4 кВ ΣΔP _т , ΣΔQ _т Барлығы 0,4 кВ к 10 Кв ВБК											9946.8	3390.8	
											121.4	724.9	
											10068.2	4115.7	
												-	
												3026.8	
Зауыт бойынша барлығы											10068.2	5204.6	11334

2.9 Техникалық-экономикалық есеп

Сыртқы электрмен жабдықтау нұсқаларын салыстыру

Зауыттың қуаты 750 МВА энергия жүйесінің қосалқы станциясынан жүзеге асырылды, оған қуаты 40 МВА, кернеуі 220/110/35 кВ екі трансформатор орнатылған. Электр жүйесінің қосалқы станциясынан зауытқа дейінгі қашықтық 6 км. Зауыт екі ауысымда жұмыс істейді.

Зауыттың электрмен жабдықтау нұсқаларын техникалық-экономикалық салыстыру үшін екі нұсқаны қарастырылды: 110кВ және 35кВ

Электрмен жабдықтау схемасының бірінші нұсқасы үшін техникалық-экономикалық есептеулер жүргіземіз:

$$S_{\text{тр}} \geq \frac{S_{\text{завода}}}{n * K_3}, \quad (2.33)$$

$$S_{\text{тр}} \geq \frac{11334}{2 * 0.7} = 8095.7 \text{кВА}$$

Біз негізгі төмендету қосалқы станциясының трансформаторын таңдаймыз (БТС): ТДН – 10000/110

Трансформатордың төлқұжат деректері:

$U_{\text{ЖЖ}} = 115 \text{кВ}$; $U_{\text{ОЖ}} = 6.6 \text{кВ}$; $U_{\text{к}} = 10.5\%$; $\Delta P_{\text{к.з}} = 60 \text{кВт}$; $\Delta P_{\text{б.ж.}} = 14 \text{кВт}$;
 $K_3 = 0.7$, $i_{\text{xx}} = 0.7\%$,

БТС трансформаторларындағы қуаттың жоғалуы:

$$\Delta P_{\text{тр.БТС}} = 2 * (\Delta P_{\text{х.х}} + \Delta P_{\text{к.з}} * K_3^2), \text{кВт} \quad (2.34)$$

$$\Delta P_{\text{тр.БТС}} = 2 * (14 + 60 * 0.7^2) = 86.8 \text{кВт},$$

$$\Delta Q_{\text{тр.БТС}} = 2 * \left(\frac{i_{\text{xx}}}{100} * S_{\text{нт}} + \frac{U_{\text{кз}}}{100} * S_{\text{нт}} * K_3^2 \right), \text{кВар} \quad (2.35)$$

$$\Delta Q_{\text{тр.БТС}} = 2 * \left(\frac{0.7}{100} * 10000 + \frac{10.5}{100} * 10000 * 0.7^2 \right) = 1169 \text{кВар}.$$

$$\tau = \left(0.124 + \frac{T_{\text{м}}}{10000} \right) * 8760, \text{ч} \quad (2.36)$$

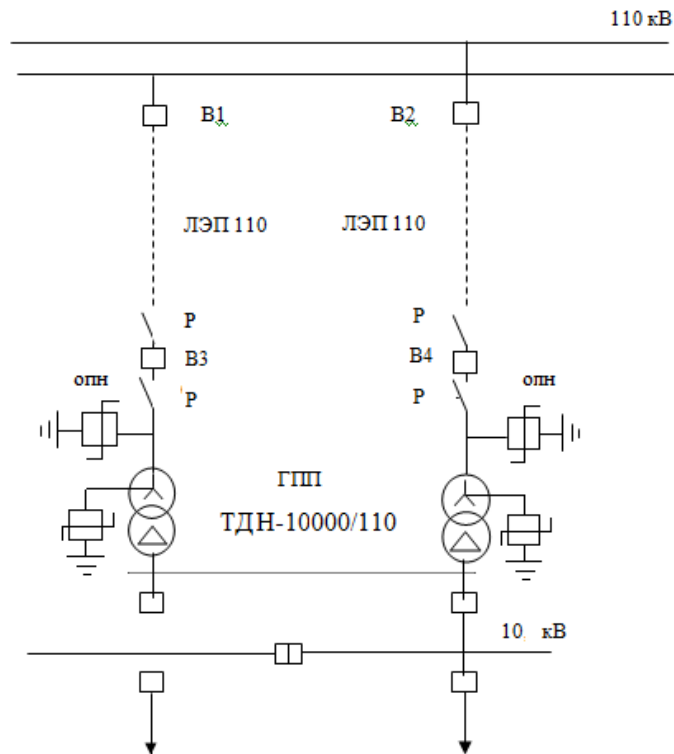
$$\tau = \left(0.124 + \frac{3000}{10000} \right) * 8760 = 1574.8 \text{ч}.$$

БТС трансформаторлардағы электр энергиясының жоғалуын есептейміз:

$$\Delta W_{\text{тр.БТС}} = 2 * (\Delta P_{\text{х.х}} * T_{\text{вкл}} + \Delta P_{\text{к.з}} * \tau * K_3^2), \text{ кВт} * \text{ч} \quad (2.37)$$

$$\Delta W_{\text{тр.БТС}} = 2 * (14 * 8760 + 60 * 1574.8 * 0.7^2) = 337878.2 \text{ кВт} * \text{ч}.$$

№1 электрмен жабдықтау нұсқасы. ЭБЖ 110 кВ:



2.1 -сурет - Электрмен жабдықтаудың 1-ші нұсқасы

ЭБЖ 110 кВ бойынша өтетін қуатты анықтайық:

$$S_{\text{РЭБЖ}} = \sqrt{(P_{\text{р.зав}} + \Delta P_{\text{тр.БТС}})^2 + Q_{\text{э}}^2}, \text{ кВА}, \quad (2.38)$$

$$S_{\text{РЭБЖ}} = \sqrt{(10068.2 + 86.8)^2 + 2317.2^2} = 10416.02 \text{ кВА}.$$

110 кВ ЭБЖ арқылы өтетін жұмыс тогын анықтайық:

$$I_{\text{РЭБЖ}} = \frac{S_{\text{РЭБЖ}}}{2 * \sqrt{3} * U_{\text{Н}}}, \text{ А} \quad (2.39)$$

$$I_{РЭБЖ} = \frac{10416.02}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 110} = 27.3 \text{ A},$$

Төтенше токты анықтайық:

$$I_{ав} = 2 \cdot I_{РЭБЖ}, \text{ A} \quad (2.40)$$

$$I_{ав} = 2 \cdot 27.3 = 54.6 \text{ A}.$$

Токтың экономикалық тығыздығы бойынша қиманы анықтайық:
 $j_{эк}$ анықтау үшін біз 4.1 кестеге сілтеме жасаймыз.

2.7 -кесте - Токтың экономикалық тығыздығы

Өткізгіштер	Токтың экономикалық тығыздығы, А/мм ² , жылына максималды жүктемені пайдалану саны кезінде		
	1000-3000	3000-5000	Более 5000
Мыс	2,5	2,1	1,8
Алюминий	1,3	1,1	1

Кестеге сәйкес токтың қажетті экономикалық тығыздығын таңдаңыз. Әрі қарай есептеу үшін біз қабылдаймыз $j_{эк} = 1,3$ (алюминий).

$$F_{эк} = \frac{I_{РЭБЖ}}{j_{эк}}, \text{ мм}^2, \quad (2.41)$$

$$F_{эк} = \frac{27.3}{1.1} = 24.8 \text{ мм}^2.$$

АС– 70 қабылдаймыз, $I_{кос} = 210 \text{ A}$. Меншікті кедергісі $r_0 = 0.46 \text{ мОм/м}$; $x_0 = 0.34 \text{ мОм/м}$.

Электр желісіне күрделі салымдар (бір тізбекті, болат тіректер):

$$K_{ЭБЖ} = 8 \text{ млн/км}.$$

Өткізу қабілеттілігін тексерейік:

$$I_{кос} \geq I_{жұм} [210 \text{ A} > 27.3 \text{ A}];$$

$$1,3 \cdot I_{кос. ав.} \geq I_{ав} [273 \text{ A} > 54.6 \text{ A}].$$

Электр станциясындағы ЭЭ шығындарын есептейміз:

$$R_{\text{ЭБЖ}} = r_0 \cdot l, \text{ Ом}, \quad (2.42)$$

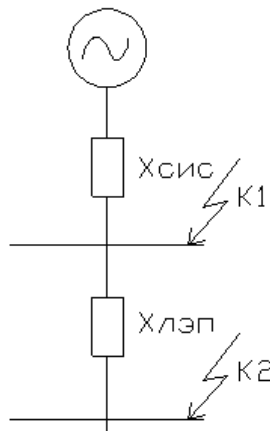
$$R_{\text{ЭБЖ}} = 0.46 \cdot 6 = 2.76 \text{ Ом},$$

$$\Delta W_{\text{ЭБЖ}} = 2 \cdot (3 \cdot I_{\text{РЭБЖ}}^2 \cdot R_{\text{Л}} \cdot 10^{-3} \cdot \tau), \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \quad (2.43)$$

$$\Delta W_{\text{ЭБЖ}} = 2 \cdot (3 \cdot 27.3^2 \cdot 2.76 \cdot 10^{-3} \cdot 1574.8) = 19436.2 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

110 кВ ЭБЖ қ.т. токтарын есептеу

$S_6 = 1000 \text{ МВА}$; $U_6 = 115 \text{ кВ}$;



2.2 -сурет - К1 және К2 нүктелеріндегі қ.т. токтарын есептеу үшін алмастыру схемасы

Формула бойынша негізгі токты есептеу

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_6}, \text{ кА} \quad (2.44)$$

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

$$X_{\text{сис}} = \frac{S_6}{S_{\text{қ.т.}}}, \text{ о. е.} \quad (2.45)$$

$$X_{\text{сис}} = \frac{1000}{420} = 2.4 \text{ о. е}$$

$$I_{к1}^{(3)} = \frac{I_6}{X_c}, \text{ кА} \quad (2.46)$$

$$I_{к1}^{(3)} = \frac{5}{2.4} = 2.1 \text{ кА}$$

Формулаға сәйкес к1 нүктесіндегі соққы тогын есептеу

$$I_{удк1} = \sqrt{2} \cdot K_{уд} \cdot I_{к1}^{(3)}, \text{ кА} \quad (2.47)$$

$$I_{удк1} = \sqrt{2} \cdot 1.8 \cdot 2.1 = 5.3 \text{ кА}$$

Формула бойынша индуктивті кедергіні есептеу

$$X_{ЭБЖ} = x_0 \cdot l \cdot \frac{S_6}{U_6^2}, \text{ о. е.} \quad (2.48)$$

$$X_{ЭБЖ} = 0.34 \cdot 6 \cdot \frac{1000}{115^2} = 0.15 \text{ о. е.},$$

Формула бойынша к2 нүктесінде қ.т. токты есептеу

$$I_{к2}^{(3)} = \frac{I_6}{X_c + X_{ЭБЖ}}, \text{ кА} \quad (2.49)$$

$$I_{к2}^{(3)} = \frac{5}{2.4 + 0.15} = 1.9 \text{ кА},$$

Формула бойынша соққы тогын есептеу

$$I_{удк2} = \sqrt{2} \cdot K_{уд} \cdot I_{к2}^{(3)}, \text{ кА} \quad (2.50)$$

$$I_{удк2} = \sqrt{2} \cdot 1.8 \cdot 1.9 = 4.8 \text{ кА}.$$

110 кВ жабдықты таңдау

В1 және В2 ажыратқыштары:

$$I_{p \text{ В1;В2}} = \frac{S_{н.т.}}{\sqrt{3} \cdot U_H}, \text{ А} \quad (2.51)$$

$$I_{p \text{ В1;В2}} = \frac{10416.02}{\sqrt{3} \cdot 110} = 54.6 \text{ А}.$$

ВГТ-110 (У1, УХЛ1).вакуумдық қосқышын таңдаймыз.

Ажыратқыштың төлқұжат деректері: $I_H = 2000 \text{ А}$, $I_{отк} = 40 \text{ кА}$, $I_{дин} = 52 \text{ кА}$.

1 қосқышқа күрделі салымдар 11.5 млн тг
 Келесі типті ажыратқыштарды таңдаймыз: РНД(3) - 110/630Т1
 Айырғыштың паспорттық деректері: $I_H = 630 \text{ А}$, $I_{\text{дин}} = 100 \text{ кА}$, $I_{\text{терм}} = 40 \text{ кА}$.

1 айырғышқа күрделі салымдар 1.5 млн тг

$$U_{\text{н.раз.}} \geq U_{\text{н.с.}} [110 \geq 110 \text{ кВ}];$$

$$I_{\text{н.сис.}} \geq I_{\text{авар.ЭБЖ}} [630 \geq 54.6 \text{ А}];$$

$$I_{\text{тер.}} \geq I_{\text{к2}} [40 \geq 1.9 \text{ кА}];$$

$$I_{\text{дин.}} \geq I_{\text{уд.к2}} [100 \geq 4.8 \text{ кА}].$$

В3 және В4 ажыратқыштары:

$$I_{\text{р.ЭБЖ}} = 27.3 \text{ А}; I_{\text{авар.ЭБЖ}} = 54.6 \text{ А}$$

ВБО-110-630-20У1 типті ажыратқыштар таңдаңыз.

Ажыратқыштың төлқұжат деректері: $I_H = 630 \text{ А}$, $I_{\text{отк}} = 20 \text{ кА}$, $I_{\text{дин}} = 52 \text{ кА}$.

1 ажыратқышқа күрделі салымдар 4 млн тг.

$$U_{\text{н.}} \geq U_{\text{н.с.}} [110 \geq 110 \text{ кВ}];$$

$$I_{\text{н.}} \geq I_{\text{авар.}} [630 \geq 54.6 \text{ А}];$$

$$I_{\text{дин.}} \geq I_{\text{уд.к2}} [52 \geq 4.8 \text{ кА}];$$

$$I_{\text{отк.}} \geq I_{\text{к2}} [20 \geq 1.9 \text{ кА}].$$

Таңдалған жабдықтың күрделі шығындарын анықтау

$$K_{\text{ЭБЖ110}} = 1 * K_{\text{ЭБЖ}}, \quad (2.52)$$

$$K_{\text{ЭБЖ110}} = 6 * 8 = 48 \text{ млн тг}$$

$$K_{\text{В1,В2}} = 2 * K_{\text{В}}, \quad (2.53)$$

$$K_{\text{В1,В2}} = 2 * 11.5 = 23 \text{ млн тг}$$

Айырғыштардың күрделі шығындарын анықтаймыз

$$K_{\text{Р1,Р2}} = 2 * K_{\text{р}}, \quad (2.54)$$

$$K_{\text{Р1,Р2}} = 2 * 1.5 = 3 \text{ млн тг}$$

Жоғары вольтты ажыратқыштардың күрделі шығындарын анықтаймыз

$$K_{B3,B4} = 2 * K_B, \quad (2.55)$$

$$K_{B3,B4} = 2 * 4 = 8 \text{ млн тг}$$

БТС трансформаторларының күрделі шығындарын анықтаймыз

$$K_{\text{тр.БТС}} = 2 * K_{\text{тр}}, \quad (2.56)$$

$$K_{\text{тр.БТС}} = 2 * 22 = 44 \text{ млн тг}$$

$$\sum K = K_{\text{ЭБЖ110}} + K_{B1,B2} + K_{P1,P2} + K_{B3,B4} + K_{\text{тр.БТС}}, \quad (2.57)$$

$$\sum K = 48 + 23 + 3 + 8 + 44 = 126 \text{ млн тг}$$

Өндірістің жылдық шығындарын анықтау:

Амортизациялық шығындарды есептеу

$$I_a = E_a * K, \quad (2.58)$$

$$I_{a\text{ЭБЖ}} = 0,028 * 48 = 1.344 \text{ млн тг}$$

$$I_{a\text{обор}} = 0,063 * 126 = 7.938 \text{ млн тг}$$

Пайдалану шығындарын есептеу

$$I_9 = E_9 * K, \quad (2.59)$$

$$I_{9\text{ЭБЖ}} = 0,004 * 48 = 0.192 \text{ млн тг}$$

$$I_{9\text{обор}} = 0,03 * 126 = 3.78 \text{ млн тг}$$

Электр энергиясын жоғалту шығындарын есептеу

$$I_{\Pi} = C_0(\Delta W_{\text{ТБТС}} + \Delta W_{\text{ЭБЖ110}}), \quad (2.60)$$

$$I_{\Pi} = 0,06(337878.2 + 19436.2) = 21438.8 \text{ кВт*ч}$$

Жиынтық шығындарды есептеу

$$\sum I = I_{\text{аЭБЖ}} + I_{\text{аобор}} + I_{\text{эЭБЖ}} + I_{\text{эобор}} + I_{\text{п}} \quad (2.61)$$

$$\sum I = 1.344 + 7.938 + 0.192 + 3.78 + 21438.8 = 34.7 \text{ млн тГ}$$

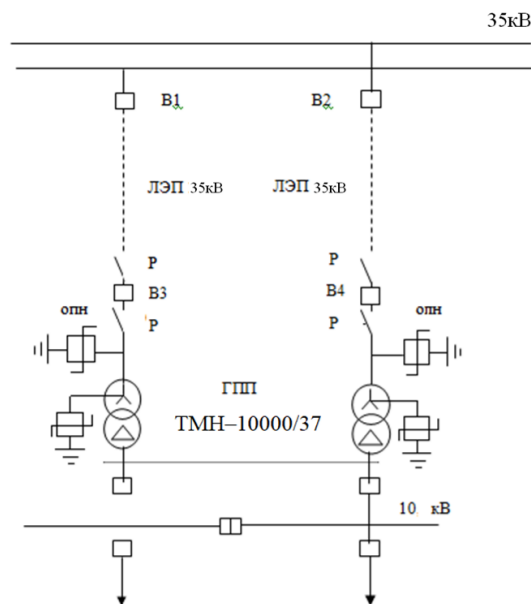
1 нұсқа бойынша жиынтық шығындарды есептеу:

$$З_1 = E * K + И, \quad (2.62)$$

$$З_1 = 0,12 * 48 + 34.7 = 40.46 \text{ млн тГ}$$

№ 2 электрмен жабдықтау нұсқасы. ЭБЖ 35 кВ

Негізгі төмендету қосалқы станциясының трансформаторын таңдаймыз (БТС): ТМН – 10000/37



2.1- сурет - Электрмен жабдықтаудың екінші нұсқасы. ЭБЖ 35 кВ

Трансформаторға күрделі салымдар 5.25млн тГ

Қуаттың жоғалуы

$$\Delta P_{\text{тр.БТС}} = 2 * (2.75 + 11.9 * 0,7^2) = 17.2 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{\text{тр.БТС}} = 2 * \left(\frac{1.5}{100} * 10000 + \frac{6.5}{100} * 10000 * 0.7^2 \right) = 937 \text{ кВар}.$$

формула бойынша электр энергиясының жоғалуын есептейміз

$$\Delta W_{\text{тр.БТС}} = 2 * (2.75 * 8760 + 11.9 * 5952.9 * 0,7^2) = 117602.7 \text{ кВт*ч}.$$

ЭБЖ арқылы өтетін 35 кВ қуатын анықтайық

Электр желісінің толық қуатын есептеу

$$S_{\text{РЭБЖ}} = \sqrt{(10068.2 + 17.2)^2 + 2317.2^2} = 10348.2 \text{ кВА.}$$

Жұмыс тогын есептеу

$$I_{\text{РЭБЖ}} = \frac{10348.2}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 35} = 85.3 \text{ А,}$$

Апаттық токты есептеу

$$I_{\text{ав}} = 2 \cdot 85.3 = 170.3 \text{ А.}$$

Токтың экономикалық тығыздығы бойынша қиманы анықтайық
Экономикалық тығыздықты есептеу:

$$F_{\text{ЭК}} = \frac{85.3}{1.3} = 65.6 \text{ мм}^2.$$

АС– 70 қабылдаймыз, $I_{\text{КОС}} = 210 \text{ А}$. Меншікті кедергі $r_0 = 0.46 \text{ мОм/м}$; $x_0 = 0.34 \text{ мОм/м}$.

Электр желісіне күрделі салымдар (бір тізбекті, болат тіректер):

$$K_{\text{ЭБЖ}} = 7.2 \text{ млн тг/км.}$$

Өткізу қабілеттілігін тексерейік:

$$I_{\text{КОС}} \geq I_{\text{жұм}} \quad [210 \text{ А} > 85.3 \text{ А}];$$

$$I_{\text{КОС}} \geq I_{\text{авар}} \quad [210 \text{ А} > 170.3 \text{ А}];$$

$$1,3 \cdot I_{\text{КОС. ав.}} \geq I_{\text{ав}} \quad [273 \text{ А} > 170.3 \text{ А}].$$

Электр станциясындағы ЭЭ шығындарын есептейміз:

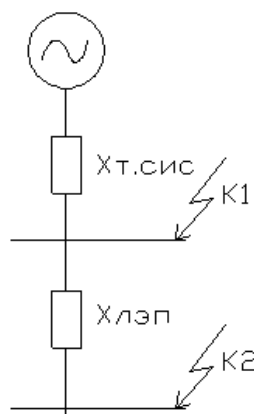
Электр желісінің кедергісі:

$$R_{\text{ЭБЖ}} = 0,46 \cdot 6 = 2,76 \text{ Ом,}$$

Электр желісіндегі шығындар

$$\Delta W_{\text{ЭБЖ}} = 2 \cdot (3 \cdot 85.3^2 \cdot 2.76 \cdot 10^{-3} \cdot 5952.9) = 717277.1 \text{ кВт*ч}$$

35 кВ ЭЖЖ қ.т. токтарын есептеу
 $S_6 = 1000 \text{ МВА}$; $U_6 = 37 \text{ кВт}$



2.3 -сурет - K1 және K2 нүктелеріндегі қ.т. токтарын есептеу үшін алмастыру схемасы

Негізгі тоқты есептеу

$$I_6 = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 37} = 15.6 \text{ кА}$$

$$X_{\text{сис}} = \frac{U_k}{100} * \frac{S_6}{S_{\text{н.т.}}}, \quad (2.63)$$

$$X_{\text{сис}} = \frac{6.5}{100} * \frac{1000}{10} = 6.5 \text{ о.е.}$$

$$I_{\text{к1}}^{(3)} = \frac{I_6}{X_c}, \text{ кА}, \quad (2.64)$$

$$I_{\text{к1}}^{(3)} = \frac{15.6}{6.5} = 2.4 \text{ кА}$$

к1 нүктесіндегі соққы тогын есептеу

$$I_{\text{удк1}} = \sqrt{2} * 1.8 * 2.4 = 6.1 \text{ кА}$$

Индуктивті кедергіні есептеу

$$X_{\text{ЭБЖ}} = 0.34 * 6 * \frac{1000}{37^2} = 1,5 \text{ о.е.}$$

к2 нүктесінде қ.т. токты есептеу

$$I_{к2}^{(3)} = \frac{15,6}{6,5+1,5} = 1,6 \text{ кА}$$

Соққы тогын есептеу

$$I_{удк2} = \sqrt{2} * 1,8 * 1,6 = 4,1 \text{ кА}$$

35 кВ жабдықты таңдау

В1 және В2 ажыратқыштары

Жұмыс тогын есептеу

$$I_{pB1;B2} = \frac{10348,2}{\sqrt{3} * 37} = 161,5 \text{ А}$$

$$I_{авар} = 2 * I_{pB1;B2}, \quad (2.65)$$

$$I_{авар} = 2 * 161,5 = 323 \text{ А}$$

ВБЗЭ-35-20/1000 У1 вакуумдық ажыратқышты таңдаймыз

Ажыратқыштың төлқұжат деректері: $I_n = 1000 \text{ А}$, $I_{отк} = 20 \text{ кА}$, $I_{дин} = 20 \text{ кА}$.

1 ажыратқышқа күрделі салымдар 6 млн тг.

$$U_{н.} \geq U_{н.с.} [35 \geq 35 \text{ кВ}];$$

$$I_{дин.} \geq I_{уд.к1} [20 \geq 6,1 \text{ кА}];$$

$$I_{отк.} \geq I_{к1} [20 \geq 2,4 \text{ кА}].$$

Р1, Р2 айырғыштары:

$$I_{р.ЭБЖ} = 85,3 \text{ А}; I_{авар.ЭБЖ} = 170,6 \text{ А}$$

РВЗ 35 типті айырғыштарды таңдаймыз

Айырғыштың паспорттық деректері: $I_n = 1000 \text{ А}$, $I_{дин} = 80 \text{ кА}$, $I_{терм} = 31,5$

кА.

1 айырғышқа күрделі салымдар 1,2 млн тг.

$$U_{н.раз.} \geq U_{н.с.} [110 \geq 110 \text{ кВ}];$$

$$I_{н.сис.} \geq I_{авар.ЭБЖ} [1000 \geq 170,6 \text{ А}];$$

$$I_{\text{тер.}} \geq I_{\text{к2}} [31.5 \geq 1.6 \text{ кА}];$$

$$I_{\text{дин.}} \geq I_{\text{уд.к2}} [80 \geq 4.1 \text{ кА}].$$

В1 және В2 бірдей В3 және В4 ажыратқыштарымен.

Ажыратқыш В5:

ВР35НСМ секциялық ажыратқыш таңдаңыз

Ажыратқыштың төлқұжат деректері: $I_{\text{н}} = 1600 \text{ А}$, $I_{\text{отк}} = 20 \text{ кА}$, $I_{\text{дин}} = 20 \text{ кА}$.

1 ажыратқышқа күрделі салымдар 3 млн тг.

$$U_{\text{н.}} \geq U_{\text{н.с.}} [35 \geq 35 \text{ кВ}];$$

$$I_{\text{н.}} \geq I_{\text{авар.}} [1000 \geq 323 \text{ А}];$$

$$I_{\text{дин.}} \geq I_{\text{уд.к1}} [20 \geq 6.1 \text{ кА}];$$

$$I_{\text{отк.}} \geq I_{\text{к1}} [20 \geq 2.4 \text{ кА}].$$

В1 және В2 бірдей В6 және В7 ажыратқыштарымен.

Таңдалған жабдықтың күрделі шығындарын анықтау

35 кВ электр станциясының күрделі шығындарын анықтаймыз

$$K_{\text{ЭБЖ35}} = 6 * 7.2 = 43.2 \text{ млн тг}$$

$$K_{\text{В1,В2}} = 2 * K_{\text{В}}, \quad (2.66)$$

$$K_{\text{В1,В2}} = 2 * 6 = 12 \text{ млн тг}$$

Айырғыштардың күрделі шығындарын анықтаймыз

$$K_{\text{Р1,Р2}} = 2 * 1.2 = 2.4 \text{ млн тг}$$

Біз жоғары вольтты ажыратқыштардың күрделі шығындарын анықтаймыз

$$K_{\text{В3,В4}} = 2 * K_{\text{В}} \quad (2.67)$$

$$K_{\text{В3,В4}} = 2 * 6 = 12 \text{ млн тг}$$

$$K_{\text{В5}} = 2 * K_{\text{В}}, \quad (2.68)$$

$$K_{B5} = 2 * 3 = 6 \text{ млн тг}$$

$$K_{B6,B7} = 2 * K_B, \quad (2.69)$$

$$K_{B6,B7} = 2 * 6 = 12 \text{ млн тг}$$

БТС трансформаторларының күрделі шығындарын анықтаймыз

$$K_{\text{тр.БТС}} = 2 * 5.25 = 10.5 \text{ млн тг}$$

$$\sum K = K_{\text{ЭБЖ35}} + K_{B1,B2} + K_{P1,P2} + K_{B3,B4} + K_{B5} + K_{B6,B7} + K_{\text{тр.БТС}}$$

$$\sum K = 43.2 + 12 + 2.4 + 12 + 6 + 12 + 10.5 = 98.1 \text{ млн тг}$$

Өндірістің жылдық шығындарын анықтау:

Амортизациялық шығындарды есептеу

$$I_{\text{аЭБЖ}} = 0,028 * 43.2 = 1.2 \text{ млн тг}$$

$$I_{\text{аобор}} = 0,063 * 98.1 = 6.18 \text{ млн тг}$$

Пайдалану шығындарын есептеу

$$I_{\text{эЭБЖ}} = 0,004 * 43.2 = 0.172 \text{ млн тг}$$

$$I_{\text{эобор}} = 0,03 * 98.1 = 2.943 \text{ млн тг}$$

Электр энергиясын жоғалту шығындарын есептеу

$$I_{\Pi} = 0,06(117602.7 + 717277.1) = 50092.7 \text{ кВт*мағ}$$

Жиынтық шығындарды есептеу

$$\sum I = 1.2 + 6.18 + 0.172 + 2.943 + 50092.7 = 60.5 \text{ млн тг}$$

2 нұсқа бойынша жиынтық шығындарды есептеу

$$З_2 = 0,12 \cdot 43,2 + 60,5 = 65,6 \text{ млн тг}$$

1 және 2 нұсқалары бойынша салыстыру кестесі.

2.8 -кесте - Алынған есептеулер бойынша бастапқы нәтижелер

Нұсқа	U _н , кВ	ΣK, млн тг	ΣИ, млн тг	З, млн тг
1	110	118	34.7	40.46
2	35	98.1	60.5	65.6

Қорытынды: 1 және 2 нұсқаларды салыстыру кезінде сенімділік пен экономикалық тұрғыдан аз шығындар үшін 1-нұсқаны одан әрі есептеу үшін не тиімді екендігі айқын көрінеді.

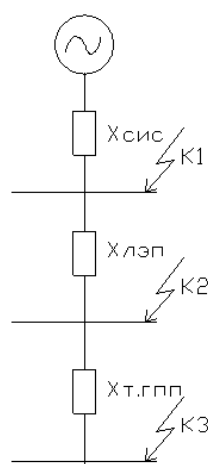
Комбинат үшін өтелу мерзімі формула бойынша есептеледі:

$$T_{ок} = \frac{K_1 - K_2}{I_2 - I_1}, \quad (2.70)$$

$$T_{ок} = \frac{118 - 98,1}{60,5 - 34,7} = 1 \text{ год.}$$

2.10 Жабдықты таңдау және 10 кВ жағында қ.т. токтарды есептеу

Қысқа тұйықталу токтарын есептеу



2.4 -сурет - 10 кВ жағында қысқа тұйықталу токтарын есептеу үшін алмастыру схемасы

K1 және K2 нүктелеріндегі қ.т. токтары жоғарыда есептелген:

к1 нүктесінде қ.т. токты есептеу

$$I_{к1}^{(3)} = \frac{5}{2.4} = 2.1 \text{ кА},$$

к1 нүктесіндегі соққы тогын есептеу

$$I_{удк1} = \sqrt{2} \cdot 1.8 \cdot 2.1 = 5.3 \text{ кА},$$

к2 нүктесінде қ.т. токты есептеу

$$I_{к2}^{(3)} = \frac{5}{2.4 + 0.15} = 1.9 \text{ кА},$$

к2 нүктесіндегі соққы тогын есептеу

$$I_{удк2} = \sqrt{2} \cdot 1.8 \cdot 1.9 = 4.8 \text{ кА}.$$

$$S_6 = 1000 \text{ МВА}, U_6 = 10.5 \text{ кВ},$$

негізгі токты есептеу

$$I_6 = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10.5} = 55 \text{ кА},$$

индуктивті кедергіні есептеу

$$X_{тр.БТС} = \frac{U_k}{100} \cdot \frac{S_6}{S_{н.т.}}, \text{ о. е.}$$

$$X_{тр.БТС} = \frac{10.5}{100} \cdot \frac{1000}{16} = 6.56 \text{ о. е.},$$

$$I_{к3 \text{ шина } 10 \text{ кВ}} = \frac{I_6}{X_c + X_{ЭБЖ} + X_{тр.БТС}}, \text{ кА}, \quad (2.71)$$

$$I_{к3 \text{ шина } 10 \text{ кВ}} = \frac{55}{2.4+0.15+6.56} = 6.04 \text{ кА}.$$

$$I_{к3}^{(3)} = I_{к3 \text{ шина } 10 \text{ кВ}} + I_{к3 \text{ сд}}, \text{ кА}, \quad (2.72)$$

$$I_{к3}^{(3)} = 6.04 + 0 = 6.04 \text{ кА},$$

$$I_{удк3} = \sqrt{2} \cdot K_{уд} \cdot I_{к3}^{(3)}, \text{ кА}, \quad (2.73)$$

$$I_{удк3} = \sqrt{2} \cdot 1.8 \cdot 6.04 = 10.8 \text{ кА}.$$

Ажыратқыштар мен жүктеме ажыратқыштарын таңдау
10 кВ жағында кіріспе және секциялық ажыратқыштарды таңдаймыз:

$$S_{тр.БТС} = 16 \text{ МВА},$$

жұмыс тогын есептеу

$$I_{р.зав} = \frac{16000}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 462.4 \text{ А}.$$

авариялық токты есептеу

$$I_{ав.} = 2 \cdot 462.4 = 924.8 \text{ А}.$$

ВК1 – 10–1600 типті ажыратқыш таңдаймыз

$$U_{н.} \geq U_{н.с.} [10 \geq 10 \text{ кВ}];$$

$$I_{н.} \geq I_{авар.} [1600 \geq 924.8 \text{ А}];$$

$$I_{дин.} \geq I_{уд.к3} [52 \geq 10.8 \text{ кА}];$$

$$I_{отк.} \geq I_{к3} [20 \geq 6.04 \text{ кА}].$$

Секциялық ажыратқыш:

ВВ-ЧЭАЗ-2-10 типті ажыратқышты таңдаймыз

$$U_{н.} \geq U_{н.с.} [10 \geq 10 \text{ кВ}];$$

$$I_{н.} \geq I_{жүм} [1000 \geq 462.4 \text{ А}];$$

$$I_{дин.} \geq I_{уд.к3} [52 \geq 10.8 \text{ кА}];$$

$$I_{отк.} \geq I_{к3} [20 \geq 6.04 \text{ кА}].$$

Шығу желілерінің ажыратқыштарын таңдау
Магистраль БТС – ҚТС1, ҚТС4

$$S_p = \sqrt{5658.7^2 + 1370.7^2} = 5822.3 \text{ кВА.}$$

Формула бойынша жұмыс тогын есептеу

$$I_p = \frac{5822.3}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 168.1 \text{ А.}$$

Формула бойынша апаттық токты есептеу

$$I_{\text{авар}} = 2 \cdot 168.1 = 336.2 \text{ А.}$$

ВВ-ЧЭАЗ-2-10 типті ажыратқыш таңдаймыз:

$$U_{\text{н.}} \geq U_{\text{н.с.}} [10 \geq 10 \text{ кВ}];$$

$$I_{\text{н.}} \geq I_{\text{жұм}} [630 \geq 168.1 \text{ А}];$$

$$I_{\text{дин.}} \geq I_{\text{уд.кз}} [52 \geq 10.8 \text{ кА}];$$

$$I_{\text{отк.}} \geq I_{\text{кз}} [26 \geq 6.04 \text{ кА}].$$

Жүктеме ажыратқыштары авариялық ток бойынша таңдалады.
ВВ-ЧЭАЗ-2-10 типті ажыратқыш таңдаймыз
(негізгі токты есептеу)

$$I_{\text{б.тп}} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 57.8 \text{ А.}$$

авариялық токты есептеу

$$I_{\text{авар}} = 2 \cdot 57.8 = 115.6 \text{ А.}$$

$$U_{\text{н.}} \geq U_{\text{н.с.}} [10 \geq 10 \text{ кВ}];$$

$$I_{\text{н.}} \geq I_{\text{авар}} [630 \geq 115.6 \text{ А}];$$

$$I_{\text{отк. сп..}} \geq I_{\text{авар}} [630 \geq 115.6 \text{ А}].$$

Қалған жүктеме ажыратқыштары ұқсас түрде таңдалады, өйткені барлық ТП-да қуаты 1000 кВА трансформаторлар орнатылған.

Магистраль БТС – ҚТС5, ҚТС8

$$S_p = \sqrt{4288.1^2 + 2020.1^2} = 4740.1 \text{ кВА.}$$

жұмыс тогын есептеу

$$I_p = \frac{4740.1}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 136.8 \text{ А.}$$

авариялық токты есептеу

$$I_{\text{авар}} = 2 \cdot 136.8 = 273.6 \text{ А.}$$

ВВ-ЧЭАЗ-2-10 типті ажыратқыш таңдаймыз:

$$U_n \geq U_{\text{н.с.}} [10 \geq 10 \text{ кВ}];$$

$$I_n \geq I_{\text{жұм}} [630 \geq 136.8 \text{ А}];$$

$$I_{\text{дин.}} \geq I_{\text{уд.кз}} [50 \geq 10.8 \text{ кА}];$$

$$I_{\text{отк.}} \geq I_{\text{кз}} [26 \geq 6.04 \text{ кА}].$$

Жүктеме ажыратқыштары авариялық ток бойынша таңдалады.

ВВ-ЧЭАЗ-2-10 типті ажыратқыш таңдаймыз.

жұмыс тогын есептеу

$$I_{\text{б.тп}} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 57.8 \text{ А.}$$

авариялық токты есептеу

$$I_{\text{авар}} = 2 \cdot 57.8 = 115.6 \text{ А.}$$

$$U_n \geq U_{\text{н.с.}} [10 \geq 10 \text{ кВ}];$$

$$I_n \geq I_{\text{авар}} [200 \geq 115.6 \text{ А}];$$

$$I_{\text{отк. сп.}} \geq I_{\text{авар}} [200 \geq 115.6 \text{ А}].$$

Қалған жүктеме ажыратқыштары ұқсас түрде таңдалады, өйткені барлық ТП-да қуаты 1000 кВА трансформаторлар орнатылған.

10 кВ УКРМ маркалы жоғары вольтты компенсаторлық құрылғыларға арналған ажыратқыштарды таңдау 10 кВ

$$I_p = \frac{Q_{\text{ВБК}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{H}}}, \text{A}, \quad (2.74)$$

$$I_p = \frac{900}{\sqrt{3} \cdot 10} = 52 \text{ A}.$$

В-ЧЭАЗ-2-10 типті ажыратқыштар таңдаймыз:

$$U_{\text{H}} \geq U_{\text{H.с.}} [10 \geq 10 \text{ кВ}];$$

$$I_{\text{H}} \geq I_{\text{жұм}} [630 \geq 52 \text{ A}];$$

$$I_{\text{отк.}} \geq I_{\text{кз}} [26 \geq 6.04 \text{ кА}].$$

2.11 Шығу желілерінің қуат кабельдерін таңдау

ҚТС1 - ҚТС4 магистральға кабельді таңдау:

$$S_p = \sqrt{5658.7^2 + 1370.7^2} = 5822.3 \text{ кВА}.$$

жұмыс тогын есептеу

$$I_p = \frac{5822.3}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 168.1 \text{ A}.$$

авариялық токты есептеу

$$I_{\text{авар}} = 2 \cdot 168.1 = 336.2 \text{ A}.$$

экономикалық қиманы есептеу

$$F_{\text{эк}} = \frac{336.2}{1.1} = 305.6 \text{ мм}^2.$$

ААШв - 10 - (3 × 240) + (1 × 70) маркалы кабель қабылдаймыз; $I_{\text{қос}} = 305.6$ А;

$I_{\text{кз}}^{(3)}$ бойынша кабельдің минималды қимасын есептеу:

$$F_{\text{min}} = \alpha \cdot I_{\text{кз с подп.сд}} \cdot \sqrt{t_{\text{пр}}}, \text{мм}^2 \quad (2.75)$$

$$F_{\min} = 12 \cdot 6.04 \cdot \sqrt{0,6} = 56.1 \text{ мм}^2.$$

Кабельді рұқсат етілген ток бойынша тексеру:

$$I_{\text{қос.каб.}} \geq I_{\text{жұм.}} [305.6 \geq 168.1 \text{ А}].$$

Авариялық ток бойынша тексеру:

$$1,3 \cdot I_{\text{қос ав}} \geq I_{\text{ав.тп1}} [397.3 \geq 336.2 \text{ А}].$$

Таңдалған кабель барлық шарттарды қанағаттандырады.

ҚТС1÷ҚТС2 магистральға кабельді таңдау:

$$S_{\text{р. ҚТС1÷ҚТС4}} = \sqrt{5658.7^2 + 1370.7^2} = 5822.3 \text{ кВА.}$$

$$S_{\text{р. ҚТС2}} = \frac{6}{8} \cdot S_{\text{р. ҚТС1,ҚТС4}}, \text{ кВА} \quad (2.76)$$

$$S_{\text{р. ҚТС2}} = \frac{6}{8} \cdot 5822.3 = 4366.7 \text{ кВА.}$$

жұмыс тогын есептеу

$$I_{\text{р}} = \frac{4366.7}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 126.1 \text{ А.}$$

авариялық токты есептеу

$$I_{\text{авар}} = 2 \cdot 126.1 = 252.2 \text{ А.}$$

экономикалық қиманы есептеу

$$F_{\text{эк}} = \frac{126.1}{1,4} = 90.1 \text{ мм}^2.$$

ААШв - 10 - (3 × 95) + (1 × 50) маркалы кабель қабылдаймыз; $I_{\text{қос}}=205 \text{ А}$;
(5.5) формуласына сәйкес кабельдің ең аз қимасын есептеу

$$F_{\min} = 12 \cdot 6.04 \cdot \sqrt{0,6} = 56.1 \text{ мм}^2.$$

Кабельді рұқсат етілген ток бойынша тексеру:

$$I_{\text{қос.каб.}} \geq I_{\text{жұм.}} [205 \geq 126.1 \text{ А}].$$

Авариялық ток бойынша тексеру:

$$1,3 \cdot I_{\text{кос ав}} \geq I_{\text{ав.тп2}} [266,5 \geq 252.2 \text{ A}].$$

Таңдалған кабель барлық шарттарды қанағаттандырады.

ҚТС2÷ҚТС3 магистральға кабельді таңдау:

$$S_{\text{р. ҚТС1÷ҚТС4}} = \sqrt{5658.7^2 + 1370.7^2} = 5822.3 \text{ кВА.}$$

$$S_{\text{р. ҚТС3}} = \frac{4}{8} \cdot S_{\text{р. ҚТС1÷ҚТС4}}, \text{ кВА} \quad (2.77)$$

$$S_{\text{р. ҚТС3}} = \frac{4}{8} \cdot 5822.3 = 2911.1 \text{ кВА.}$$

жұмыс тогын есептеу

$$I_{\text{р}} = \frac{2911.1}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 84.03 \text{ A.}$$

авариялық токты есептеу

$$I_{\text{авар}} = 2 \cdot 84.03 = 168.06 \text{ A.}$$

экономикалық қиманы есептеу

$$F_{\text{эк}} = \frac{84.03}{1,4} = 60 \text{ мм}^2.$$

ААШв - 10 - (3 × 70) + (1 × 35) маркалы кабель қабылдаймыз; $I_{\text{кос}}=165 \text{ A}$;
(5.13) формуласына сәйкес кабельдің ең аз қимасын есептеу

$$F_{\text{min}} = 12 \cdot 6.04 \cdot \sqrt{0,6} = 56.1 \text{ мм}^2.$$

Кабельді рұқсат етілген ток бойынша тексеру:

$$I_{\text{кос.каб.}} \geq I_{\text{жұм.}} [165 \geq 84.03 \text{ A}].$$

Авариялық ток бойынша тексеру:

$$1,3 \cdot I_{\text{кос ав}} \geq I_{\text{ав.тп3}} [214.5 \geq 168.06 \text{ A}].$$

Таңдалған кабель барлық шарттарды қанағаттандырады.

ҚТС3÷ҚТС4 магистральға кабельді таңдау:

$$S_{p. \text{ ҚТС1} \div \text{ҚТС4}} = \sqrt{5658.7^2 + 1370.7^2} = 5822.3 \text{ кВА.}$$

$$S_{p. \text{ ҚТС4}} = \frac{2}{8} \cdot S_{p. \text{ ҚТС1} \div \text{ҚТС4}}, \text{ кВА} \quad (2.78)$$

$$S_{p. \text{ ҚТС4}} = \frac{2}{8} \cdot 5822.3 = 1455.5 \text{ кВА.}$$

жұмыс тогын есептеу

$$I_p = \frac{1455.5}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 42.02 \text{ А.}$$

авариялық токты есептеу

$$I_{\text{авар}} = 2 \cdot 42.02 = 84.04 \text{ А.}$$

экономикалық қиманы есептеу

$$F_{\text{эк}} = \frac{42.02}{1.4} = 30.01 \text{ мм}^2.$$

ААШв - 10 - (3 × 35) + (1 × 16) маркалы кабель қабылдаймыз; $I_{\text{қос}}=165 \text{ А}$;
(5.13)формуласына сәйкес кабельдің ең аз қимасын есептеу

$$F_{\text{min}} = 12 \cdot 6.04 \cdot \sqrt{0.6} = 56.1 \text{ мм}^2.$$

Кабельді рұқсат етілген ток бойынша тексеру:

$$I_{\text{қос. каб.}} \geq I_{\text{жұм.}} [165 \geq 42.02 \text{ А}].$$

Авариялық ток бойынша тексеру:

$$1,3 \cdot I_{\text{қос ав}} \geq I_{\text{ав. тп4}} [214.5 \geq 84.04 \text{ А}].$$

Таңдалған кабель барлық шарттарды қанағаттандырады.

Учаскенің атаулары	S _с , кВА	N	Кп	Жүктеме		Тоқ бойынша.экон.т ығ., мм ²		ҚТ тоғы бойынша., мм ²		Таңдалған кабель	I _{доп} , А
				I _с , А	I _{ав} , А	j _э	F _э , мм ²	I _к , кА	S, мм ²		
ТП1÷ТП2	4366,7	4	0,8	126,1	252,2	1,2	90,1	2,6	75	ААШВ-10-(3'95)+(1×50)	234
ТП2÷ТП3	2911,1	2	0,9	84,03	168,06	1,2	60	2,6	75	ААШВ-10-(3'70)+(1×35)	225
ТП3÷ТП4	1455,5	2	0,9	42,02	84,04	1,2	30,01	2,6	75	ААШВ-10-(3'35)+(1×16)	175
ТП5÷ТП8	4740,1	2	0,9	136,8	273,6	1,2	97,7	2,6	75	ААШВ-10- (3'120)+(1×70)	275
ТП5÷ТП6	3385,7	2	0,9	97,7	195,4	1,2	70	2,6	75	ААШВ-10-(3' 95)+(1×50)	234
ТП6÷ТП7	2031,5	2	0,9	58,6	117,2	1,2	41,8	2,6	75	ААШВ-10-(3'70)+(1×35)	225
ТП7÷ТП8	677,2			19,5	38	1,2	14	2,6	75	ААШВ-10-(3'70)+(1×35)	225

2.12 ҚТС5, ҚТС8 магистраль үшін шығатын сызықтардың қуат кабельдерін таңдау

ҚТС5÷ҚТС8 магистральға кабельді таңдау:

$$S_{p. \text{ ҚТС5} \div \text{ҚТС8}} = \sqrt{4288.1^2 + 2020.1^2} = 4740.1 \text{ кВА.}$$

жұмыс тогын есептеу

$$I_p = \frac{4740.1}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 136.8 \text{ А.}$$

авариялық токты есептеу

$$I_{\text{авар}} = 2 \cdot 136.8 = 273.6 \text{ А.}$$

экономикалық қиманы есептеу

$$F_{\text{эк}} = \frac{136.8}{1.4} = 97.7 \text{ мм}^2.$$

ААШВ - 10 - (3 × 120) + (1 × 70) маркалы кабель қабылдаймыз; $I_{\text{кос}}=240 \text{ А}$; (5.13) формуласына сәйкес кабельдің ең аз қимасын есептеу

$$F_{\text{min}} = 12 \cdot 6.04 \cdot \sqrt{0.6} = 56.1 \text{ мм}^2.$$

Кабельді рұқсат етілген ток бойынша тексеру:

$$I_{\text{кос.каб.}} \geq I_{\text{жұм.}} [240 \geq 136.8 \text{ А}].$$

Авариялық ток бойынша тексеру:

$$1,3 \cdot I_{\text{кос ав}} \geq I_{\text{ав.тп5}} [312 \geq 273.6 \text{ А}].$$

Таңдалған кабель барлық шарттарды қанағаттандырады.
ҚТС5÷ҚТС6 магистральға кабельді таңдау:

$$S_{p. \text{ ҚТС5} \div \text{ҚТС8}} = \sqrt{4288.1^2 + 2020.1^2} = 4740.1 \text{ кВА.}$$

$$S_{p. \text{ ҚТС6}} = \frac{5}{7} \cdot S_{p. \text{ ҚТС5} \div \text{ҚТС8}}, \text{ кВА} \quad (2.79)$$

$$S_{p. \text{ ҚТС6}} = \frac{5}{7} \cdot 4740.1 = 3385.7 \text{ кВА.}$$

жұмыс тогын есептеу

$$I_p = \frac{3385.7}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 97.7 \text{ А.}$$

авариялық токты есептеу

$$I_{\text{авар}} = 2 \cdot 97.7 = 195.4 \text{ А.}$$

экономикалық қиманы есептеу

$$F_{\text{эк}} = \frac{97.7}{1.4} = 70 \text{ мм}^2.$$

ААШв - 10 - (3 × 95) + (1 × 50) маркылы кабель қабылдаймыз; $I_{\text{қос}}=205 \text{ А}$;
(5.13) формуласына сәйкес кабельдің ең аз қимасын есептеу

$$F_{\text{min}} = 12 \cdot 6.04 \cdot \sqrt{0.6} = 56.1 \text{ мм}^2.$$

Кабельді рұқсат етілген ток бойынша тексеру:

$$I_{\text{қос.каб.}} \geq I_{\text{жұм.}} [205 \geq 97.7 \text{ А}].$$

Авариялық ток бойынша тексеру:

$$1,3 \cdot I_{\text{қос ав}} \geq I_{\text{ав.тпб}} [266.5 \geq 195.4 \text{ А}].$$

Таңдалған кабель барлық шарттарды қанағаттандырады.
ҚТС6÷ҚТС7 магистральға кабельді таңдау:

$$S_{p. \text{ ҚТС5÷ҚТС8}} = \sqrt{4288.1^2 + 2020.1^2} = 4740.1 \text{ кВА.}$$

$$S_{p. \text{ ҚТС7}} = \frac{3}{7} \cdot S_{p. \text{ ҚТС5÷ҚТС8}}, \text{ кВА} \quad (2.80)$$

$$S_{p. \text{ ҚТС7}} = \frac{3}{7} \cdot 4740.1 = 2031.5 \text{ кВА.}$$

жұмыс тогын есептеу

$$I_p = \frac{2031.5}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 58.6 \text{ A.}$$

авариялық токты есептеу

$$I_{\text{авар}} = 2 \cdot 58.6 = 117.2 \text{ A.}$$

экономикалық қиманы есептеу

$$F_{\text{ЭК}} = 41.8 \text{ мм}^2.$$

ААШв - 10 - (3 × 70) + (1 × 35) маркалы кабель қабылдаймыз; $I_{\text{қос}} = 165 \text{ A}$;
кабельдің ең аз қимасын есептеу

$$F_{\text{min}} = 12 \cdot 6.04 \cdot \sqrt{0.6} = 56.1 \text{ мм}^2.$$

Кабельді рұқсат етілген ток бойынша тексеру:

$$I_{\text{қос.каб.}} \geq I_{\text{жұм.}} [165 \geq 58.6 \text{ A}]$$

Авариялық ток бойынша тексеру:

$$1.3 \cdot I_{\text{қос ав}} \geq I_{\text{ав.тп7}} [214.5 \geq 117.2 \text{ A}]$$

Таңдалған кабель барлық шарттарды қанағаттандырады.
ҚТС7÷ҚТС8 магистральға кабельді таңдау:

$$S_{\text{р. ҚТС5÷ҚТС8}} = \sqrt{4288.1^2 + 2020.1^2} = 4740.1 \text{ кВА.}$$

$$S_{\text{р. ҚТС8}} = \frac{1}{7} \cdot S_{\text{р. ҚТС5÷ҚТС8}}, \text{ кВА} \quad (2.81)$$

$$S_{\text{р. ҚТС8}} = \frac{1}{7} \cdot 4740.1 = 677.2 \text{ кВА.}$$

жұмыс тогын есептеу

$$I_p = \frac{677.2}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 19.5 \text{ A.}$$

авариялық токты есептеу

$$I_{\text{авар}} = 2 \cdot 19.5 = 38 \text{ А.}$$

экономикалық қиманы есептеу

$$F_{\text{эк}} = \frac{19.5}{1.4} = 14 \text{ мм}^2.$$

ААШВ-10-(3×70)+(1×35) маркалы кабель қабылдаймыз; $I_{\text{кос}}=165 \text{ А}$;
кабельдің ең аз қимасын есептеу

$$F_{\text{min}} = 12 \cdot 6.04 \cdot \sqrt{0.6} = 56.1 \text{ мм}^2.$$

Кабельді рұқсат етілген ток бойынша тексеру:

$$I_{\text{кос.каб.}} \geq I_{\text{жүм.}} [165 \geq 19.5 \text{ А}]$$

Авариялық ток бойынша тексеру:

$$1,3 \cdot I_{\text{кос ав}} \geq I_{\text{ав.тп8}} [214.5 \geq 38 \text{ А}]$$

Таңдалған кабель барлық шарттарды қанағаттандырады.

2.13 Ток трансформаторларын таңдау

Ағымдағы трансформаторлар келесі шарттар бойынша таңдалады:

- қондырғы кернеуі бойынша: $U_{\text{ном тт}} \geq U_{\text{ном уст-ки}}$;
- ток бойынша: $I_{\text{ном тт}} \geq I_{\text{расч}}$;
- электродинамикалық төзімділік бойынша: $K_{\text{дин}} \geq \frac{i_{\text{уд}}}{\sqrt{2} \cdot I_{\text{ном тт}}}$;
- екінші жүктеме бойынша: $S_{\text{н2}} \geq S_{\text{нагр расч}}$;
- термиялық төзімділік бойынша: $K_{\text{тс}} \geq \frac{I_{\text{ог}} \cdot \sqrt{t}}{I_{\text{ном тт}} \cdot t_{\text{нт}}}$;
- конструкция және дәлдік класы бойынша.

Бірінші және екінші секциялы шиналарға және секциялық ажыратқышқа кіретін ток трансформаторларын таңдау

2.9 -кесте - ТЛ10 – I - У3 типті ток трансформаторының екінші орамасына қосылатын аспаптар

Аспап	Типі	A, BA	B, BA	C, BA
Wh	CA3-И681	2,5	2,5	2,5
Varh	CPY-И689	2,5	2,5	2,5
A	Э-350	0,5	0,5	0,5
W	Д-355	0,5	-	0,5
Var	Д-395	0,5	-	0,5
Барлығы		6,5	5,5	6,5

ТЛ10 – I - У3 ток трансформаторын қабылдаймыз: $I_H = 1000 \text{ A}$; $U_H = 10 \text{ кВ}$; $S_H = 30 \text{ BA}$.

2.10 -кесте - Ток трансформаторды шарт бойынша таңдау

Есептік шамалар	Каталог бойынша
$U_H = 10 \text{ кВ}$	$U_H = 10 \text{ кВ}$
$I_{ав} = 924.8 \text{ A}$	$I_H = 1000 \text{ A}$
$i_{уд} = 10.8 \text{ кА}$	$I_{дин} = 51 \text{ кА}$
$S_{2p} = 10.5 \text{ BA}$	$S_{2H} = 30 \text{ BA}$

Біз ток трансформаторларының екінші жүктемесін есептейміз.

Екінші жүктеме кедергісі аспаптардың кедергісінен, қосылатын сымдардан және түйіспелердің өтпелі кедергісінен тұрады

:

$$r_2 = r_{\text{приб}} + r_{\text{пров}} + r_{\text{конт}} \quad (2.82)$$

Аспаптардың кедергісі формула бойынша анықталады:

$$r_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_p^2} \quad (2.83)$$

Екінші жүктеме кедергісі:

$$r_{2H} = \frac{S_{2H \text{ TT}}}{I_2^2}, \quad (2.84)$$

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

Рұқсат етілген сым кедергісі:

$$r_{\text{қос пр}} = r_{2\text{н}} - r_{\text{приб}} - r_{\text{конт}} \quad (2.85)$$

$$r_{\text{қос пр}} = 1,2 - 0,26 - 0,1 = 0,84 \text{ Ом.}$$

Сымның көлденең қимасы анықталады:

$$F_{\text{пров}} = \frac{\rho \cdot L}{r_{\text{қос}}}, \quad (2.86)$$

мұнда ρ – меншікті өткізгіштік, См/м;

L - елі ұзындығы, м;

$$F_{\text{пров}} = \frac{0,028 \cdot 6}{0,84} = 0,2 \text{ мм}^2,$$

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

$$r_{\text{пров}} = \frac{\rho \cdot L}{F_{\text{пров}}} \quad (2.87)$$

$$r_{\text{пров}} = \frac{0,028 \cdot 6}{2,5} = 0,06 \text{ Ом.}$$

Екінші тізбектегі жүктеме анықталады:

$$S_2 = r_2 \cdot I_2^2 \quad (2.88)$$

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

$$R_2 = 0,26 + 0,06 + 0,1 = 0,42 \text{ Ом,}$$

$$S_2 = 0,42 \cdot 5^2 = 10,5 \text{ ВА.}$$

БТС шиналарының секциялық ажыратқышында ток трансформаторын таңдау: $I_p=462,4 \text{ А}$; ТЛ-10-УЗ-600/5: $I_n=600 \text{ А}$; $U_n=10 \text{ кВ}$; класс точности 0,5.

2.11 -кесте - ТЛ-10УЗ типті ток трансформаторының қайталама орамасына қосылатын аспаптар

Аспаптар	Тип	А, ВА	В, ВА	С, ВА
Амперметр	Э-350	0,5	0,5	0,5
итого		0,5	0,5	0,5

2.12 -кесте - Ток трансформаторды шарт бойынша таңдау

Есептік шамалар	Каталог бойынша
$U_H=10 \text{ кВ}$ $I_p= 462.4 \text{ А}$ $i_{уд}=10.8 \text{ кА}$ $S_{2p}=4.7 \text{ ВА}$	$U_H=10 \text{ кВ}$ $I_H=600 \text{ А}$ $I_{дин}=81 \text{ кА}$ $S_{2H}=15 \text{ ВА}$

Ток трансформаторын есептеу.
аспаптың кедергісі:

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

қайталама жүктеме кедергісі:

$$r_{2H} = \frac{15}{5^2} = 0,6 \text{ Ом.}$$

рұқсат етілген сым кедергісі:

$$r_{қос пр} = 0,6 - 0,02 - 0,1 = 0,48 \text{ Ом.}$$

СЫМНЫҢ КӨЛДЕНЕҢ ҚИМАСЫ:

$$F_{пров} = \frac{0,028 \cdot 6}{0,48} = 0,35 \text{ мм}^2.$$

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

$$r_{пров} = \frac{0,028 \cdot 6}{2,5} = 0,067 \text{ Ом.}$$

екінші тізбектегі жүктеме анықталады:

$$S_2 = 0,187 \cdot 5^2 = 4,7 \text{ ВА.}$$

$$r_2 = 0,02 + 0,067 + 0,1 = 0,187 \text{ Ом.}$$

2.14 БТС÷ҚТС1-ҚТС4; БТС,ҚТС5-ҚТС8 желідегі ток трансформаторын тандау

2.13 -кесте - Ток трансформаторының қайталама орамасына қосылатын аспаптар

Аспаптар	Типі	А, ВА	В, ВА	С, ВА
Амперметр	Э-380	0,5	0,5	0,5
Wh	САЗ-И681	2,5	2,5	2,5
Varh	СРУ-И689	2,5	2,5	2,5
итого		5,5	5,5	5,5

Ток трансформаторын есептеу.

Құрылғының кедергісі:

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

Екінші жүктеме кедергісі:

$$r_{2\text{н}} = \frac{15}{5^2} = 0,6 \text{ Ом.}$$

Рұқсат етілген сым кедергісі:

$$r_{\text{қос пр}} = 0,6 - 0,22 - 0,1 = 0,28 \text{ Ом.}$$

Сым қимасы:

$$F_{\text{пров}} = \frac{0,028 \cdot 6}{0,28} = 0,6 \text{ мм}^2.$$

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

$$r_{\text{пров}} = \frac{0,028 \cdot 6}{2,5} = 0,0670 \text{ Ом.}$$

Екінші тізбектегі жүктеме анықталады:

$$S_2 = 0,38 \cdot 5^2 = 9,5 \text{ ВА}$$

$$r_2 = 0,22 + 0,06 + 0,1 = 0,38 \text{ Ом.}$$

БТС÷ҚТС1-ҚТС4 желідегі ток трансформаторы: $I_p=I_{\text{ав}}=336.2 \text{ А}$; ТЛ-10У3 ток трансформаторын қабылдаймыз: $I_n=500 \text{ А}$; $U_n=10 \text{ кВ}$; $S_n=15 \text{ ВА}$; дәлдік класы 1.

2.14 -кесте - ТЛ-10У3 маркалы ток трансформаторын таңдау шарты

Есептік шамалар	Каталог бойынша
$U_H=10 \text{ кВ}$	$U_H=10 \text{ кВ}$
$I_{ав}=336.2 \text{ А}$	$I_H=500 \text{ А}$
$i_{уд}=10.8 \text{ кА}$	$I_{дин}=81 \text{ кА}$
$S_{2p}=9.5 \text{ ВА}$	$S_{2H}=15 \text{ ВА}$

БТС÷ҚТС5÷ҚТС8 желідегі ток трансформаторы: $I_p=I_{ав}=273.6 \text{ А}$; ТЛ-10У3 ток трансформаторын қабылдаймыз: $I_H=300 \text{ А}$; $U_H=10 \text{ кВ}$; $S_H=15 \text{ ВА}$; дәлдік класы 1.

2.15 -кесте - ТЛ-10У3 маркалы ток трансформаторын таңдау шарты

Есептік шамалар	Каталог бойынша
$U_H=10 \text{ кВ}$	$U_H=10 \text{ кВ}$
$I_{ав}=273.6 \text{ А}$	$I_H=300 \text{ А}$
$i_{уд}=10.8 \text{ кА}$	$I_{дин}=81 \text{ кА}$
$S_{2p}=9.5 \text{ ВА}$	$S_{2H}=15 \text{ ВА}$

2.15 БТС - QВБК желідегі ток трансформаторын таңдау

2.16 -кесте - Ток трансформаторына қосылатын аспаптар

Аспаптар	Типі	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

Ток трансформаторын есептеу.

Құрылғының кедергісі:

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

Екінші жүктеме кедергісі:

$$r_{2H} = \frac{10}{5^2} = 0,4 \text{ Ом.}$$

Рұқсат етілген сым кедергісі:

$$r_{\text{қос пр}} = 0,4 - 0,16 - 0,1 = 0,14 \text{ Ом.}$$

Сым қимасы:

$$F_{\text{пров}} = \frac{0,028 \cdot 6}{0,14} = 1,2 \text{ мм}^2.$$

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

$$r_{\text{пров}} = \frac{0,028 \cdot 6}{2,5} = 0,067 \text{ Ом}$$

Екінші тізбектегі жүктеме анықталады:

$$S_2 = 0,33 \cdot 5^2 = 8,25 \text{ ВА.}$$

$$r_2 = 0,16 + 0,067 + 0,1 = 0,33 \text{ Ом.}$$

QВБК-УКЛ-10,5-900 УЗ: $I_p=26 \text{ А}$; ТЛ-10 УЗ: ток трансформаторын қабылдаймыз, $I_n=50 \text{ А}$; $U_n=10 \text{ кВ}$; $S_n=15 \text{ ВА}$; дәлдік классы 1.

2.17 -кесте - Ток трансформаторын таңдау шарттары

Есептік шамалар	Каталог бойынша
$U_n=10 \text{ кВ}$	$U_n=10 \text{ кВ}$
$I_p=52 \text{ А}$	$I_n=100 \text{ А}$
$i_{yd}=6,83 \text{ кА}$	$I_{дин}=51 \text{ кА}$
$S_{2p}=8,25 \text{ ВА}$	$S_{2n}=15 \text{ ВА}$

2.16 Кернеу трансформаторларын таңдау

Кернеу трансформаторлары келесі шарттар бойынша таңдалады:

- қондырғы кернеуі бойынша: $U_{\text{ном}} \geq U_{\text{ном уст-ки}}$;
- екінші жүктеме бойынша: $S_{n2} \geq S_{\text{нагр расч}}$;
- дәлдік класы бойынша;
- қосылу құрылымы мен схемасы бойынша.

Бірінші бөлімнің кернеу трансформаторына қосылған жүктеме кестеге енгізіледі.

2.18 -кесте - Есептелген қайталама жүктеме

Аспап	Типі	S _{об- ки, ВА}	Орама саны	cosφ	sinφ	Аспаптар саны	P _{сум} , Вт	Q _{сум} , вар
V	Э-335	2	2	1	0	2	4	-
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	8	48	116,84
Varh	СР4-И689	3 вар	2	0,38	0,925	8	48	116,84
Барлығы							106	233,68

Есептелген қайталама жүктеме:

$$S_{2P} = \sqrt{P_{\text{сум}}^2 + Q_{\text{сум}}^2}, \text{ ВА}$$

$$S_{2P} = \sqrt{106^2 + 233,68^2} = 256,6 \text{ ВА}$$

НТМК– 10–66 У3 типті кернеу трансформаторын қабылдаймыз:

2.11 -кесте - НТМК – 10- 66 У3 кернеу трансформаторын таңдау шарты

U _{н т} = 10 кВ	U _р = 10 кВ
S _{2н} = 300 кВА	S _{2р} = 256,6 ВА
Орамалардың қосылу схемасы: Y ₀ /Y ₀ /Δ ₁ -0	

2.17 БТС шиналарын таңдау

Шиналардың көлденең қимасы ұзақ рұқсат етілген ток пен экономикалық тиімділікке сәйкес таңдалады. Шиналарды тексеру КЗ токтарына электродинамикалық және термиялық төзімділікке жүргізіледі.

АТ-80х6 маркалы қимасының қатты алюминий тікбұрышты шиналарын таңдаймыз.; I_{қос}=1170 А (бір фазаға бір жолақ) , I_{ав}=924,8 А; i_{уд}=6.83 кА.

а) I_{қос}=1170 А ≥ I_{ав}=924,8 А;

б) КЗ тогына термиялық төзімділік бойынша тексеру:

$$F_{\text{min}} = \alpha \cdot I_{\text{кз}} \cdot \sqrt{t_{\text{пр}}}, \text{ мм}^2 \quad (2.89)$$

$$F_{\text{min}} = 12 \cdot 8,4 \cdot \sqrt{1} = 100,8 \text{ мм}^2 < 480 \text{ мм}^2 (80 \times 6).$$

в) i_{уд кз} : σ_{қос}=650 кгс/см² динамикалық тұрақтылықты тексеру:

$$f = \frac{1,75 \cdot 10^{-2} \cdot i_{уд}^2 \cdot L}{a}, \text{ кгс} \quad (2.90)$$

$$W = 0,167 \cdot b^2 \cdot h^2, \text{ см}^3 \quad (2.91)$$

мұнда $L=100$ см- оқшаулағыштар арасындағы қашықтық;
 $a=80$ см- фазалар арасындағы қашықтық;
 $b=0,8$ см- бір жолақтың қалыңдығы;
 $h=8$ см- шинаның ені (биіктігі).

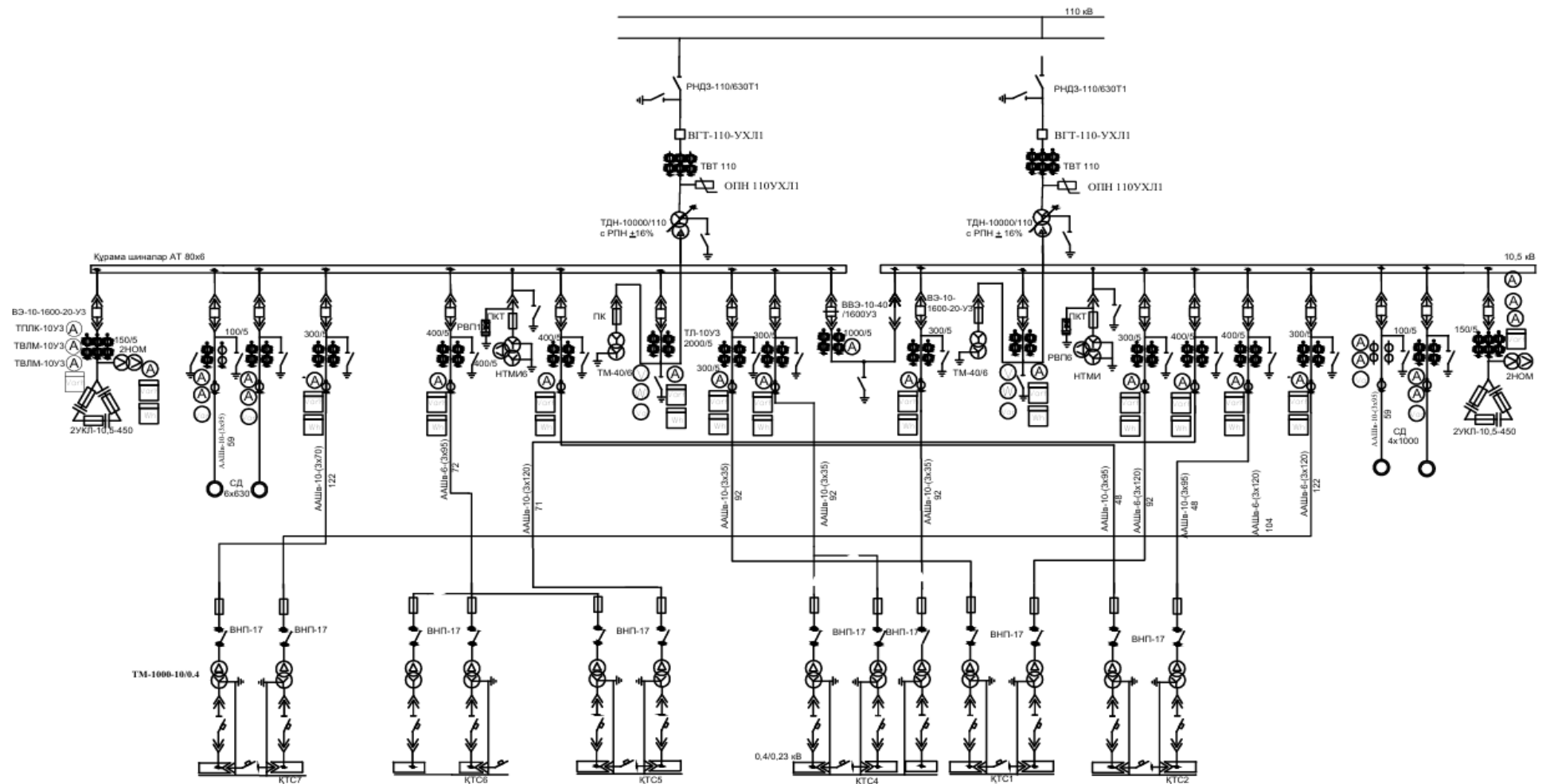
$$f = \frac{1,75 \cdot 10^{-2} \cdot 8,4^2 \cdot 100}{80} = 1,5 \text{ кгс},$$

$$W = 0,167 \cdot 0,8^2 \cdot 8^2 = 6,84 \text{ см}^3,$$

$$\sigma_{расч} = \frac{f \cdot L}{10 \cdot W} = \frac{1,5 \cdot 120 \cdot 120}{10 \cdot 6,84} = 315,8 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^3} \leq 650 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^3},$$

мұнда $L=100$ см- оқшаулағыштар арасындағы қашықтық;
 $a=80$ см- фазалар арасындағы қашықтық;
 $b=0,8$ см- бір жолақтың қалыңдығы;
 $h=8$ см- шинаның ені (биіктігі).
 Шарттан шиналар динамикалық тұрақты екенін көруге болады.

Химия электрмен жабдықтаудың бір сызықты схемасы



2.5 – сурет – Зауыттың электрмен жабдықтау схемасы

3 Картограмма және электр жүктемелерінің орталығын анықтау

Жүктеме картограммасы-бұл белгілі бір масштабта цехтардың есептік жүктемелеріне сәйкес келетін шеңберлермен шектелген бас жоспарға орналастырылған алаңдар.

Әр цех үшін шеңберлердің радиусы өрнектен анықталады:

$$r_i = \sqrt{\frac{S_{pi}}{\pi \cdot m}}$$

мұнда S_{pi} – жарықтандыруды ескере отырып, i цехтың есептік ауданы, кВА;

m – шеңбердің ауданын анықтауға арналған масштаб, кВА/мм² (кәсіпорынның барлық цехтары үшін тұрақты).

1000 В дейінгі және одан жоғары қуат жүктемелері шеңбердегі жеке шеңберлерде немесе секторларда бейнеленген. Біз цех бойынша жүктеме біркелкі бөлінеді деп санаймыз, сондықтан жүктеме орталығы цехты жоспарда бейнелейтін фигураның ауырлық центрімен сәйкес келеді.

Жарықтандыру жүктемесі 1000 В дейінгі жүктемені бейнелейтін шеңбер секторы түрінде қолданылады. сектордың бұрышы (α) цехтардың толық есептік (S_{pi}) және жарықтандыру жүктемелерінің (P_{po}) арақатынасынан анықталады:

$$\alpha = \frac{360^\circ \cdot P_{po}}{S_{pi}}$$

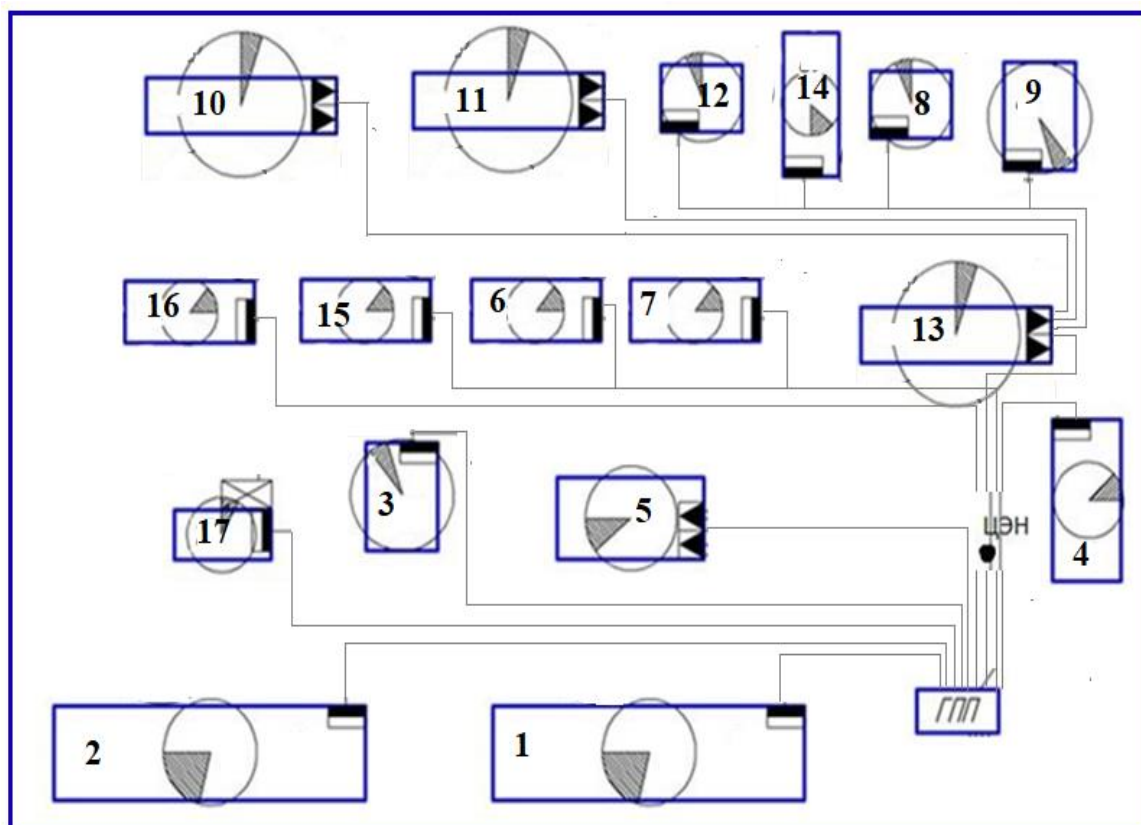
Есептеулер төменде келтірілген 4.1 кесте түрінде ұйымдастырылады.

Зауыттың бас жоспарында координаталық осьтер ерікті түрде қолданылады және әр цех үшін x_i және y_i мәндері анықталады. X_i және Y_i зауытының электр жүктемелері.

3.1 -кесте - Жүктеме картограммасын құруға арналған есептік деректер

S_{pi} , кВА	P_{po} , кВт	r , мм	α , град	x_i , м	y_i , м	$S_{pi} \cdot x_i$, кВА·м	$S_{pi} \cdot y_i$, кВА·м	Ескерту
537,06	31,71	11	21	136	223	73040,16	119764,38	$m = 1$ кВА/мм ²
469,18	18,35	10	14	180	211	84452,4	98996,98	
445,71	27,2	10	22	218	216	97164,78	96273,36	
177,75	18,35	6	37	255	221	45326,25	39282,75	
328,72	35,06	8	38	312	231	102560,64	75934,32	
149,91	18,37	6	44	377	599	56516,07	89796,09	
706,65	61,42	12	31	80	116	56532,00	81971,40	
331,67	34,36	8	37	313	82	103764,71	27196,94	
347,5	40,46	9	42	269	93	93477,50	32317,50	
135,39	19,81	5	53	125	87	16923,75	11778,93	
264,07	15,30	7	21	371	224	97969,97	59151,68	
344,23	19,07	9	20	216	34	74353,68	11703,82	

БТС-ны электр жүктемелерінің ортасында орналастыру мүмкін емес болғандықтан, біз оны жүйеден қуат жағына жылжытамыз.



3.1 -сурет - Жүктеме картограммасы бар химиялық зауыттың бас жоспары

3.2 ЦЭН координаталарын анықтау

Зауыттың тиімді электрмен жабдықталуын қамтамасыз ету үшін цехтардағы жүктемелерді, трансформаторлардың орналасуын және өрт қауіпсіздігін ескере отырып, ЦЭН орнын жобалау жүргізілді.

ЦЭН орнын дұрыс анықтау үшін, әрбір цехтың:

- Толық жүктемесі (S , кВА),
- Бас жоспардағы координаталары (x , y) мәліметтері есепке алынды.

3.1-кестеде берілген мәліметтер негізінде жүктеме орталығы келесі формулалармен есептелді:

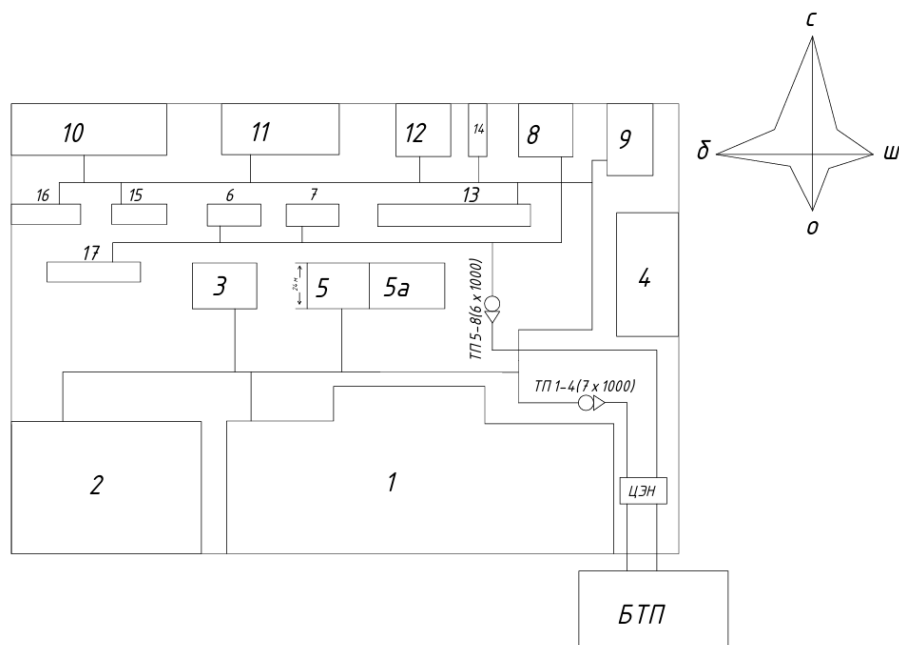
$$X_c = \frac{\sum(S_i \times x_i)}{\sum S_i}, \quad Y_c = \frac{\sum(S_i \times y_i)}{\sum S_i} \quad (3.1)$$

$$X_c = 157.36\text{м}, \quad Y_c = 222.45\text{м}$$

Деректерге сәйкес Тараз қаласында жел көбіне:

- Солтүстіктен (31.2%),
- Солтүстік-шығыстан (17.7%) соғады.

Сол себепті ЦЭН солтүстік бағытта емес, желдің ық жағында (оңтүстік-шығыс бөлігінде) орналастырылды.



3.2 -сурет - Бас жоспардағы цехтардың жүктемелері мен ЦЭН орны

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыста химиялық комбинат зауытын электрмен жабдықтау жасалды.

Кернеуі 0,4 кВ цехтардың жарықтандыру, қуат жүктемесін және кернеуі 10 кВ жоғары вольтты жүктемені есептеу жүргізілді. Есептік жүктемелер бойынша цех трансформаторларының оңтайлы саны және цех қосалқы станцияларының ұтымды орналасуы анықталды. Зауыттың нақтыланған толық қуаты бойынша ($S_p = 11334$ кВА) қуаты 1000 және 1600 кВа цехтық трансформатор таңдалды, саны 13 дана.

Зауыттың жүктеме картограммасы тұрғызылып, электр жүктемелерінің орталығы анықталды.

0,4 және 10 кВ кернеудегі реактивті қуаттың өтемақысы есептелген, оның нәтижелері бойынша 0,4 кВ үшін әрбір ТП-ға УКМ63-0,4–275- 25 типті конденсаторлық батареялар таңдалды, ал 10 кВ үшін УК-10,5-900 У3 типті аккумуляторлар 2 дана мөлшерінде орнатылды.

Жұмыста зауыттың сыртқы электрмен жабдықтау схемаларының екі нұсқасы қарастырылған, кернеуі 110 және 35 кВ. және олардың ішінен экономикалық және техникалық тұрғыдан ең ұтымдысы таңдалды, бұл зауыттың электр қуатының бірінші нұсқасы болып табылады, онда электр энергиясы АС-70 маркалы 110 кВ электр желісімен беріледі.

Әрі қарай қысқа тұйықталу токтарын есептеу жүргізілді, қысқа тұйықталу токтарын есептеу негізінде келесі коммутациялық-қорғаныс аппаратурасы таңдалды:

- 110 кВ жағындағы ажыратқыштар - ВГТ-110 (У1, УХЛ1), МКП 110-630-20У1;

- 10 кВ жағындағы ажыратқыштар – ВК1-10-1600, ВВ-ЧЭАЗ-2-10

- айырғыштар - РНД(3) -110/630Т1;

10 кВ кабельдерді таңдау ТП есептік жүктемелері бойынша жүргізіледі және қысқа тұйықталу токтары бойынша термиялық төзімділікке тексеріледі. ААШв-10 типті кабельдер таңдалды.

ТЛ10-І-У3 типті ток трансформаторлары және НТМК-10-66-У3 типті кернеу трансформаторлары таңдалды.

БТС шиналары үшін АТ-80х6 маркалы тікбұрышты қимасы бар қатты тартылған алюминий шиналар таңдалады.

Қосалқы станцияның өз қажеттіліктерін тұтынушылар үшін ТСН-160 таңдалды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 СТ КазНІТУ – 09 – 2023. Работы учебные. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала.- КазНІТУ, 2023
- 2 Сумарокова Л.П. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебное пособие./Л.П. Сумарокова; Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014.
- 3 Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю., Яшков В.А. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. – М.:Высшая школа, 2015.
- 4 Проектирование систем электроснабжения: практикум по курсовому проектированию / сост. Ю. П. Свиридов. – Ульяновск: УлГТУ, 2016.
- 5 Киреева Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий. – М.: «Кнорус», 2011.
- 6 Щербаков Е.Ф. Электроснабжение и электропотребление на предприятиях. – М.: «Форум», 2010.
- 7 Шеховцов В.П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. – М.: «Форум-Инфра-М», 2010.
- 8 Кудрин Б.И. Системы электроснабжения. – М.: «Академия», 2011.
- 9 Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения. – М.: «ИД ФОРУМ-ИНФРА-М», 2010.
- 10 Правила устройства электроустановок Республики Казахстан. – Алматы, 2012.
- 11 Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. РД 34 РК. 20/03.501/202-04. – Астана, 2014.
- 12 Руководящие указания по Вычисление токов короткого замыкания и выбору электрооборудования. РД 153-34.0-20.527-98. – Москва «Издательство НЦ ЭНАС» 2012.
- 13 Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов.-М.: «Академия», 2012.
- 14 Справочник по электроснабжению и электрооборудованию. Том 2. /Под общ. ред. А.А.Федорова; М: Энергоатомиздат, 2014.
- 15 Л.Д.Рожкова, В.С.Козулин. Электрооборудование станций и подстанций. 3-е издание, переработанное и дополненное; М: Энергоатомиздат, 2017.
- 16 Кудрин. Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий: учебник для студентов высших учебных заведений. 2-е изд.–М.: Интернет Инжиниринг, 2016.
- 17 Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования /Под ред. Ю.Г. Барыбина и др. – М.: Энергоатомиздат, 2013.