ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр станциялары, тораптары және желілері
кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі
т.ғ.к., доцент Умбеткулов С.К
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)
«_____» 20 16 **ж.**
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Алматы қаласындағы оқшау-ауданларды электрмен жабдықтау үшін 10-0,4 кВ электр торабтарын жобалау

5В071800 - Электр энергетикасы **мамандығы бойынша**

Орындаған Қусайынов Асылбек Эук-13-1
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші аға оқытушы Абдурахманов Л.А
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кеңесшілер:
Экономикалық бөлім бойынша :
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
(қолы) «____» 20___ ж.

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
т.ғ.к., доцент Абдимуратов Н.С
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
(қолы) «____» 20___ ж.

Мөлшер бақылаушы:
аға оқытушы Соколова И.С.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
(қолы) «16» 05 2016 ж.

Пікір жазушы :
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
(қолы) «____» 20___ ж.

Алматы 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр энергетика факультеті
5В071800- электр энергетикасы мамандығы
Электр станциялары, тораптары және жүйелері кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Құсайынов Асылбек
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Алматы қаласындағы бұлшық-аудандарды электрмен жабдықтау үшін 10-04 кВ-тық торапталарын жобалау.
ректордың « 19 » 10.2015 № 148 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «____»_____20___ ж.

Жобаға бастапқы деректер (талап етілетін жоба нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері)

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс сұрақтар тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:
1. Жобаланатын бұлшық ауданның сипаттамасы
2. Ұлшық ауданның техника-экономикалық көрсеткіштері
3. Есептік электрлік жүктемелері анықтау
4. Трансформаторлық ҚС саны мен орнатылу орнын таңдау
5. Сұлба нұсқаларын торапталған есептеу
6. Тұтынушы трансформаторлық ҚС нүкте типі саны таңдау
7. Әуелгі қорғау және өмір тіршілік қауіпсіздігі

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Правила устройства электроустановок. ПУЭ-4-м. Энергия, 2003-603 стр.
2. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электрических станций и сетей. Справочные материалы для курсового и дипломного проек., 1989-608 стр.
3. Пособие к курсовому и дипломному проек-ию для эл. энергетических спец. / Под. ред. Блока В.М.
4. Справочник по проектированию подстанций 35-1150 кВ. / Под ред. Соколова Э.С., 1992-302 стр.

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Өмір тіршілік қауіпсіздік бөлімі	Абдинуров Н.С.		
Экономикалық бөлім	Жакупов А.А.		
Менеджер бакалаушы	Соколова И.С.		

Диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1	Жобаланатын аумақ ауданының сипаттамасы.	27.01.2016	
2.	Есептік өлшер мүктаждарын анықтау	3.02.2016	
3.	Трансформаторлы ҚС санын, орнатылу орнын анықтау.	14.02.2016	
4.	Сорғыға жұмсалатын қуатты төрлітарап есептеу.	16.02.2016	
5	Қосқа түйықталу тогын есептеу.	14.03.2016	
6.	10кВ кабель желілерінің қимасын таңдау.	20.03.2016	
7.	Өмір тіршілік қауіпсіздік бөлімі	01.04.2016	
8.	Экономикалық бөлім.	10.04.2016	

Тапсырманың берілген уақыты «_____»_____20___ж.

Кафедра меңгерушісі _____ т.ғ.к. доцент Умбетқулов С.К.
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі _____ Абдрахманов А.А., аға оқытушы.
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент _____ Құсайынов А.
(қолы) (аты -жөні)

Аннотация

В предоставленном дипломном проекте, произведено энергоснабжение жилого микрорайона «Алгабас» города Алматы. Выполнен расчет наружной осветительной сети. Произведен выбор силовых трансформаторных подстанций с проверкой их по перегрузочной способности.

Выбрана и рассчитана схема внешнего энергоснабжения, а также проведен расчет распределительной сети 0,4 кВ, с последующей проверкой электрических аппаратов для защиты кабельных линий.

В экономической части предложено технико-экономическое сравнение двух вариантов схем внешнего энергоснабжения, а также сравнение трансформаторных подстанций с различной мощностью и числом трансформаторов.

В разделе безопасность жизнедеятельности человека описывается расчет искусственного заземления.

Annotation

The provided thesis project, energy produced by a residential district «Algabas» Almaty. The calculation of the outdoor lighting network . Produced selection of power transformer substations with checking their overload capacity.

Selected and designed an external power supply circuit , and calculated the 0.4 kV distribution network , followed by a test of electrical apparatus for protection of cable lines.

In the economic part of the suggested technical and economic comparison of the two options schemes of external power supply , as well as a comparison of transformer substations with different power and the number.

In the safety of human life is described by the calculation of artificial ground.

Андатпа

Дипломдық жобада Алматы қаласының «Алғабас» ықшам ауданын электрмен жабдықтау есебі жүргізілген. Сыртқы жарықтандыру тораптарына есептеу орындалды. Күштік трансформаторлы қосалқы станцияға таңдау жүргізілді.

Сыртқы электрмен жабдықтау сұлбасы есептелді және таңдалды, сонымен қатар 0,4 кВ тарату құрылғыларына есептеу жүргізілді және кабель желілерінің қорғанысы үшін электрлік аппараттарға тексеру жүргізілді.

Экономикалық бөлімде сыртқы электемен жабдықта сұлбасының екі нұсқасына, сонымен қатар трансформаторлар саны мен қуаты әр түрлі трансформаторлы қосалқы станцияға салыстыру жүргізілді.

Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде жасанды жерлендіруге есептеу жүргізіледі.

Мазмұны

Кіріспе 7
1 Жобаланатын ықшам ауданының сипаттамасы 8
1.1 Ықшам ауданның технико-экономикалық көрсеткіштері 8
2 Есептік электрлік жүктемелерді анықтау 9
2.1 Тұрғын үй ғимараттарының есептік жүктемелері 9
2.2 78 пәтерлі тұрғын үйдің электрлік жүктемесін есептеу 10
2.3 Әкімшілік ғимараттарының есептік электрлік жүктемесін анықтау 13
3 Трансформаторлы ҚС саны мен орналасу орнын таңдау 15
4 Сыртқы жарықтандыру тораптарын есептеу 17
4.1 Жарық техникалық есептеу 17
4.2 Жарықтандыру тораптарын электрлік есептеу 18
5 Тұтынушы трансформаторлы ҚС қуатын және санын таңдау 23
5.1 Трансформаторлы ҚС траснформаторларының қуатын алдын-ала есептеу 23
5.2 Трансформаторлардың жүйелі асқын жүктемеге тексеру 25
5.3 Трансформаторларды апаттық асқын жүктемеге тексеру 26
6 Жоғары кернеу таратушы тораптарының сұлбасын таңдау 29
7 10 кВ кабель желісінің қимасын алдын-ала таңдау 33
8 Қысқа тұйықталу тогын есептеу 40
9 Электрлік аппараттарды таңдау 48
9.1. 10/0,4 кВ ҚС коммутациялық аппараттарды таңдау 48
9.2 Жүктеме ажыратқышын таңдау 50
9.3 Өлшеуіш трансформаторларын таңдау 51
9.4 10 кВ тарату орындарында жабдықтарды таңдау 53
9.4 Шиналарды таңдау 54
9.6 Оқшауламаларды таңдау 56
9.7 Тарату орнының өзіндік мұқтаждығы 57
10 10 кВ желілердің релелік қорғанысы және автоматика 58
10.1 Максимал ток қорғанысыщ МТҚ есептеу 59
10.2 Ток ауытқуын есептеу 61
10.3 0,4 кВ кабель желісін қорғау аппаратураларын таңдау 61
11 Ықшам ауданды электрмен жабдықтаудың екі сұлбасын технико-экономикалық салыстыру 63
11.1 Келтірілген жылдық шығындар 63
11.2 Жылдық пайдалану шығындарын анықтау 64
11.3 Электр энергия шығынының құнын анықтау 65
12 Еңбекті қорғау және өмір тіршілік қауіпсіздігі 73
Қорытынды 82
Қолданылған әдебиеттер тізімі 83

Кіріспе

Қазақстан Республикасын дамыту және экономикалық көтеру бағдарламасында біздің еліміздегі энергетиканың дамуы халық шаруашылығының барлық саласын ғылыми-техникалық дамуын жылдамдату базасында энергияны үнемдеу саясатын жүргізуді қарастырады. Қазіргі уақытта біздің еліміздің экономикасын жоғарғы деңгейге дамыту тапсырмаларын шешу үшін жаңа технологиялық шешімдерді қабылдау қажет. Қазақстанның халық шаруашылығын электрлендіру заманауи өте тиімді электрлік машиналар мен аппараттарды, электр беріліс желілерін, әр түрлі электр техникалық жабдықтарды, автоматика және телемеханика құралдарын қолдану арқылы электр қондырғыларын жасау және енгізу жолы бойынша дамуда. Сондықтан тұтынушылардағы электр энергия шығындары мен электр тұтынудың төмендеу үрдірісі көрінеді. Электр энергияның негізгі тұтынушылары өнеркәсіп, көлік, ауыл мен қаланың ауыл шаруашылығы болып табылады, өнеркәсіптерге электр энергия тұтынудың 70% келеді, ол әрбір кәсіпорындарда, бөлімшелер мен қондырғыларда тиімді және үнемді жұмсалуы керек. Біздің елімізде күшті тиімділігі жоғары отын-энергетикалық кешені құрылған, оны тиімді және ұтымды пайдалану халық шаруашылығы жоспарларының сәтті шешілуін қамтамассыз етуі керек.

Жаңа өндірістік нысандарды жобалаудың негізгі тапсырмасы энергия сыйымды өндірістерді энергиямен жабдықтаудың қарапайым сұлбасын тұрғызу, энергияның барлық түрін аз шығынмеен пайдалану болып табылады.

Бұған электр энергияны тұтынудың тәуліктік графигін теңестіру, реактивті қуатты қарымталау, жабдықтардың тоқтап қалуын азайту, қуат коэффициентін жоғарылату, отын-экономикалық қорларды үнемдеу бойынша іс шараларды жасау арқылы қол жеткізіледі.

Тұтынушыларды энергиямен жабдықтау саласында бұл тапсырмалар жобалы-құрылымдық жасаулардың деңгейін жоғарлатуды, сенімділігі жоғаоы электр жабдықтарын енгізуді, электр энергияны жіберу, тарату және пайдалану кезінде оның өнімсіз шығындарын төмендетуді қарастырады. Энергиямен жабдықтау жүйесін және көптеген электр қабылдағыштарды қауіпсіз және апатсыз пайдалану электр шаруашылығындағы жұмыскерлердің алдына еңбекті қорғау және қауіпсіздік техникасы бойынша түрлі және күрделі тапсырмалар қояды.

Заманауи есептеуіш техникаларын енгізу арқылы сенімділік пен тиімділікке талаптар өседі. Нарықты экономиканы дамыту энергетика саласындағы әдістер мен экономикалық моделдерді пайдалануға және зерттеуге қызығушылықты арттырады.

1 Жобаланатын ықшам ауданның сипаттамасы

Бұл бөлімнің негізгі тапсырмасы жобалау үшін бастапқы материалдарды толық таңдау болып табылады.

Бұл жобада «АЖК» АҚ қалалық электр тораптарына жататын «Алғабас» ықшам ауданын қарастырамыз.

Ықшам ауданды сипаттайтын қажетті климаттық параметрлерді анықтаймыз.

Қарастырылатын ықшам аудан III климаттық зонаға жатады. Ауаның ең жоғары температурасы +30º С, ең төменгі температура – 25º С. жауын-шашынның жылдық саны 250-350 мм. Қар жамылғысының орташа қалыңдығы 5-10 см, аяздау (қатқақтау) тереңдігі 0,3-0,5 м.

1.1 Ықшам ауданның технико-экономикалық көрсеткіштері

Тоғыз қабатты және бес қабатты үйлердегі тұрғындар - 81900 м^2, жалпы ауданы тұрғын үймен қамтамасыз етілген кезде 6552 адамға - 12,5 м^2. Ықшам ауданның қызыл сызықтағы ауданы 35,58 Га. Жалпы тұрғын ауданының саны 81900 м^2, оның ішінде:

- тұрғын үй қорының жиілігі:
- нормативті - 6990 м^2 /га;
- нақты - 5993 м^2 /га;
- пәтерлер саны - 2998, оның ішінде:
- бір бөлмелі – 831;
- екі бөлмелі – 747;
- үш бөлмелі – 1420.

Ықшам ауданды электрмен жабдықтау тұтынушы трансформаторлы қосалқы станциядан жобаланған, оның қоректенуі «Алғабас» қосалқы станциясынан іске асады.

Жобаланатын ғимарат электрмен жабдықтаудың сенімділік деңгейі бойынша тұтынушылардың II және III категориясына жатады. II категорияға лифттердің электр қозғалтқыштары, сорғылар, апатты жарықтандыру жатады.

2 Есептік электрлік жүктемелерді анықтау

2.1 Тұрғын үй ғимараттарының есептік жүктемелері

Есептеудің негізіне «АЖК» АҚ ұсынған «Қалалық электр тораптарын жобалау бойынша нұсқамасы» кіреді.

Электрлік жүктемелерді есептеудің мақсаты тұтынушылардың трансформаторлық түйінінің қуаты мен сангын анықтау болып табылады. Тұрғын үйлердің есептік электр жүктемелері электр энергиясының күштік тұтынушыларының есептік жүкемелері мен жарықтандырғыш тораптарды қоректендіретін жүктемелерден құралады.

Пәтерлерді және жалпы үй бөлімдерін (жертөле, шатыр, баспалдақ алаңы және т.б.) есептеу әдісін келтіреміз.

Тұрғын үйдегі пәтерлердің есептік жүктемелерін келесі формула бойынша анықтаймыз:

$$P_{кв.рас} = P_{кв.уд} \cdot n_{кв}, кВт \quad (2.1)$$

мұндағы $P_{уд.кв}$ – бір пәтерге келетін меншікті электрлік жүктеме, кВт/пәтер;

$n_{кв}$ – пәтер саны.

Тұрғын үй ғимаратының (күштік электр қабылдағыштар мен пәтерлер) есептік электрлік жүктемесі келесі формуламен анықталады:

$$P_{рас.ж.д} = P_{кв.рас} + k_{од} \cdot P_{с}, кВт \quad (2.2)$$

мұндағы $k_{од}$ – бір уақыттық коэффициенті, с.б. (тұрғын үйдің максимум жүктемеге қатысуын ескеретін коэффициентті $k_{у}$ - 0,9 деп аламыз);

$P_{рас.ж.д.}$ – тұрғын үйдің есептік электрлік жүктемесі, кВт;

$P_{с}$ – тұрғын үйдің күштік электр қабылдағыштарының есептік жүктемесі, кВт.

Тұрғын үйге енгізілетін күштік электр қабылдағыштарының есептік жүктемесі келесідей анықталады:

$$P_{с} = P_{уст.лиф} + P_{уст.эл}, кВт \quad (2.3)$$

мұндағы $P_{уст. .лиф.}$ – лифт қондырғыларының орнатылған қуаты, кВт,

$P_{уст.эл}$.- санитарлы-техникалық құрылғылардың электр қозғалтқыштарының қуаты, кВт.

Лифт қондырғыларының есептік қуаты келесі формула бойынша анықталады:

$$P_{уст.лиф} = k_{од} + P_{лиф} \cdot n_{лиф}, кВт \quad (2.4)$$

мұндағы $k_{од}$ – бір уақыттық коэффициенті с.б. (лифттердің бір уақыттағы жұмысын k_c =0,8 [2] деп аламыз);

$P_{лиф}$ – лифттің электр қозғалтқыштарының қуаты, кВт, (нормативті мәліметтерге сәйкес жүк көтергіштігі 500 кг жолаушы лифтке қуаты $P_{лиф}$ =7кВт электр қозғалтыш орнатылады);

$n_{лиф}$ – лифт қондырғыларының саны.

2.2 78 пәтерлі тұрғын үйдің электрлік жүктемесін есептеу

№124-131 тоғыз қабатты тұрғын үйлер үш кіреберістен (подъезд) тұрады, әр кіреберісте 26 пәтер (барлығы 78 пәтер) және 3 лифт бар (яғни, әр кіреберісте жүк көтергіштігі 500 кг лифт орналған).

Тоғыз қабатты тұрғын үйдің меншікті қуатын анықтаймыз, «АЖК» АҚ ұсынған нормативті құжаттарға сәйкес $P_{уд}$ =0,9 кВт/кв и $P_{лиф.}$=7,5 кВт.

Сонымен (2.1) формулаға сәйкес тоғыз қабатты тұшрғын үйдің есептік қуаты келесіге тең болады:

$$P_{рас.кв} = 0,9 \cdot 78 = 70,2 \text{ кВт}.$$

Жолаушы лифт қондырғыларының орнатылған қуатын (2.4) формула бойынша анықтаймыз:

$$P_{уст.лиф} = 0,8 \cdot 7,5 \cdot 3 = 18 \text{ кВт}.$$

Тұрғын үйдің күштік электр қабылдағыштарының есептік жүктемесін (2.3) формуланы қолданып анықтаймыз:

$$P_c = P_{уст.лиф} + P_{уст.эл} = 18 + 0 = 18 \text{ кВт}.$$

Тұрғын үйдің есептік электр жүктемесін (2.2) формуланы қолданып анықтаймыз:

$$P_{рас.ж.д} = 70,2 + 0,9 \cdot 18 = 86,4 \text{ кВт}.$$

Тұрғын үй нысандарының реактивті жүктемесі пәтерлердің реактивті қуаты мен лифттардың электр қозғалтқыштарының реактивті қуатынан жиналады:

Тұрғын үйдің есептік реактивті қуатын келесі формула бойынша анықтаймыз:

$$Q_{рас.ж.д} = P_{рас.ж.д} \cdot tg\varphi, кВАр \quad (2.5)$$

мұндағы $tg\varphi_{кв}$- пәтерлердің реактивті қуатының коэффициенті (tg $\varphi_{кв}$=0,29 [2] деп аламыз);

$$Q_{рас.ж.д} = 70,2 \cdot 0,29 = 20,36 \text{ кВАр}.$$

Лифттардың есептік реактивті қуатын келесі формула бойынша анықтаймыз:

$$Q_{рас.лиф} = P_{уст.лиф} \cdot tg\varphi, кВАр \quad (2.6)$$

мұндағы: tg $\varphi_{рас.лиф}$- лифттардың реактивті қуат коэффициенті (tg φл=1,17 [2] деп аламыз).

$$Q_{рас.лиф} = 18 \cdot 1,17 = 21,06 \text{ кВАр}.$$

Тоғыз қабатты тұрғын үйдің есептік реактивті қуатын анықтаймыз:

$$Q_{рас.} = Q_{рас.ж.д} + k_{од} \cdot Q_{рас.лиф} = 20,36 + 0,9 \cdot 21,06 = 39,3 \text{ кВАр}.$$

Қалған тұрғын үй ғимараттарын есептеуді осылай жүргіземіз. Есептеу нәтижелерін 2.1 және 2.2 кестеге енгіземіз.

2.1 кесте – Тоғыз қабатты ғимараттың жүктемесін есептеу

Нысанның атауы	n, шт.	$P_{кв.уд.}$, кВт/кв	Қабаты	$P_{кв}$, кВт	$P_{лиф}$, кВт	Лифт саны	$k_{од}$	cos φ, кв/лиф	tg φ, кв/лиф	$P_{с}$, кВт	$Q_{кв}$, кВАр	$Q_{р.л.}$, кВАр	$Q_{р.ж.д.}$, кВАр
№131 тұрғын үй	78	0,9	9	70,2	7,5	3	0,8	0,96/0,65	0,29/1,17	18	20,36	21,06	39,3
№ 132 тұрғын үй	78	0,9	9	70,2	7,5	3	0,8	0,96/0,65	0,29/1,17	18	20,36	21,06	39,3
№133 тұрғын үй	104	0,74	9	76,96	7,5	4	0,7	0,96/0,65	0,29/1,17	21	22,32	24,57	44,43
№134 тұрғын үй	104	0,74	9	76,96	7,5	4	0,7	0,96/0,65	0,29/1,17	21	22,32	24,57	44,43
№ 135 тұрғын үй	52	1,15	9	59,8	7,5	2	0,85	0,96//0,65	0,29/1,17	12,75	17,34	14,92	30,77
№ 136 тұрғын үй	52	1,15	9	59,8	7,5	2	0,85	0,96/0,65	0,29/1,17	12,75	17,34	14,92	30,77
№ 137 тұрғын үй	104	0,74	9	76,96	7,5	4	0,7	0,96/0,65	0,29/1,17	21	22,32	24,57	44,43
№ 128 тұрғын үй	104	0,74	9	76,96	7,5	4	0,7	0,96/0,65	0,29/1,17	21	22,32	24,57	44,43
№ 129 тұрғын үй	52	1,15	9	59,8	7,5	2	0,85	0,96/0,65	0,29/1,17	12,75	17,34	14,92	30,77
№ 130 тұрғын үй	52	1,15	9	59,8	7,5	2	0,85	0,96/0,65	0,29/1,17	12,75	17,34	14,92	30,77
№ 125 тұрғын үй	104	0,74	9	76,96	7,5	4	0,7	0,96/0,65	0,29/1,17	21	22,32	24,57	44,43
№ 126 тұрғын үй	78	0,9	9	70,2	7,5	3	0,8	0,96/0,65	0,29/1,17	18	20,36	21,06	39,3
№ 127 тұрғын үй	52	1,15	9	59,8	7,5	2	0,85	0,96/0,65	0,29/1,17	12,75	17,34	14,92	30,77
№ 124 тұрғын үй	52	1,15	9	59,8	7,5	2	0,85	0,96/0,65	0,29/1,17	12,75	17,34	14,92	30,77
БАРЛЫҒЫ:				954,2									524,67

2.2 кесте – Бес қабатты ғимараттың жүктемесін есептеу

Нысанның атауы	Пәтерлер саны, дана.	Ркв.уд., кВт пәтер	Қабат	Ркв., кВт	cos φ	tg φ	Q кв., кВАр
1. Тұрғын үй №№ 114-123	45	1,5	5	67,5	0,96	0,29	9,79
Барлығы:	-	-	-	675	-	-	97,9
2. Тұрғын үй №№ 110-113	60	1,4	5	82	0,96	0,29	23,78
Барлығы:	-	-	-	328	-	-	95,12
3. Тұрғын үй №№ 99-109	75	1,3	5	97,5	0,96	0,29	14,14
Барлығы:	-	-	-	487,5	-	-	141,4
БАРЛЫҒЫ:	-	-	-	1072,5	-	-	311,025

2.3 Әкімшілік ғимараттарының есептік электрлік жүктемесін анықтау

Әкімшілік ғимараттарының электрлік жүктемесін есептеу меншікті есептік электрлік жүктемелер бойынша жүргізіледі [2].

80 орындық бала бақшаның есептік жүктемесін анықтаймыз.

Бала бақшаның есептік қуаты келесі формула бойынша анықталады:

$$P_{рас.ДС} = m \cdot P_{уст.ДС} \qquad (2.7)$$

мұндағы $P_{уд.ДС}$ – меншікті есептік жүктеме, кВт/орын («АЖК» АҚ ұсынған нормативті құжаттарға сәйкес $P_{уд.ДС}$=0,4 кВт/орын деп адамыз);

m – бала бақшадағы орын саны.

$$P_{рас.ДС} = 0{,}4 \cdot 80 = 32\,кВт$$

Есептік реактивті қуат келесі формула бойынша анықталады:

$$Q_{рас.ДС} = tg\varphi \cdot P_{рас.ДС} \qquad (2.8)$$

мұндағы tg φ – бала бақшаның реактивті қуат коэффициенті ([2] сәйкес tg φ=0,25 деп аламыз),

сонда

$$Q_{рас.ДС} = 0{,}25 \cdot 32 = 8\,кВАр$$

Басқа әкімшілік ғимараттары үшін күштік жүктемені есептеу осылай жүргізіледі. Есептеу нәтижелерін 2.3 кестеге енгіземіз.

2.3 кесте – Әкімшілік ғимараттарының жүктемесін есептеу

Атауы	Өлшем бірл.	Саны	$P_{уд.}$	$P_{рас}$, кВт	cos φ/tg φ	Qр,кВАр
1	2	3	4	5	6	7
Бала бақша	орын	80	0,4	32	0,87/0,25	8
Театр	орын	700	0,75	525	0,85/0,28	147
Мектеп	орын	420	0,75	325	0,85/0,38	119,7
Сауда орталығы						
-сауда залы	$м^2$	1300	0,54	702	0,8/0,75	526.5
-бутиктер	$м^2$	150	0,3	45	0,8/0,3	13,5
БАРЛЫҒЫ:	-	-	-	1629	-	814,7

Ықшам аудан бойынша жүктеме келесідей болады:

$$P_{\sum} = k_{од} \cdot (P_{р.ж.д} + P_{кв} + P_{р}) = 0{,}85 \cdot (954{,}2 + 1072{,}5 + 1629) = 3681 \text{ кВт.}$$

3 Трансформаторлы ҚС саны мен орналасу орнын таңдау

Жобалаудың негізгі мақсаты тұтынушы трансформаторлы ҚС орналасу орны мен санын дұрыс таңдау. Электрлік жүктемелерді аудандастыру (аудан-ауданға бөлу) бұл тапсырманы шешудің ажырамас бөлігі болып табылады.

Ықшам ауданның көлемі 0,21 км^2 құрайды. Барлық активті есептік жүктеме 3681 кВт. Жүктеменің тығыздығы - 17,5 Вт/м^2.

Жобалық нормативтерге сәйкес трансформаторлы ҚС-дан ғимараттарға дейінгі кабельдің ұзындығы 400 м [4] аспауы керек. Қалалық тұрғын үй құрылысында ғимараттар арасында балалар және спорт алаңдары орналасады, демек ҚС электрлік жүктемелердің ортасына орналастыру мүмкін болма бермейді. Сондықтан қалалық тораптарды жобалау ұсыныстарына [3] сәйкес кабельдің ұзындығын асыруға болмайды.

Берілген ықшам ауданының негізгі жоспарында ол 680х310 м төртбұрыш түрінде көрсетілген. Ойша ықшам ауданды 6 бөлікке бөлеміз. Электрмен жабдықтау сенімділігін қамтамасыз ету жәгне экономикалық көрсеткіштерді азайту үшін 6 тұтынушы қосалқы станциясын қабылдаймыз.

Электрмен жабдықтау жағынан қарағанда РП-10кВ «Алғабас» ҚС-нан қорек көзі жағына орналастырған және сәулеттік (архитектуралық) есеппен РП №2 ҚС біріктірген қолайлы.

[5] сәйкес трансформаторлы ҚС электрлік жүктеме орталағына (ЦЭН) жақын орналастырамыз, себебі бұл жоғары кернеуді электр энергияны тұтыну орталағына жақындатуға және төменгі кернеу тарату тораптарының ұзындығын қысқартуға мүмкіндік береді, сонымен бірге өткізгіштік материалдарының шығыны мен электр энергия шығынын азайтады.

Электрлік жүктеме орталығының (ЦЭН) координаттары келесі формулалар бойынша анықталады:

$$X_{o..} = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_i X_i}{\sum_{i=1}^{n} P_i} \qquad (3.1)$$

$$Y_{o..} = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_i Y_i}{\sum_{i=1}^{n} P_i} \qquad (3.2)$$

№3 трансформаторлы ҚС электрлік жүктеме орталығын анықтау есептерін жүргіземіз.

№143 ҚС қоректенетін электр қабылдағыштар туралы мәліметтер және олардың координаттары 3.1 кестеде көрсетілген.

3.1 кесте - №143 ҚС қоректенетін электр қабылдағыштар

Жоспар бойынша нысанның номері	$P_{рас}$, кВт	X, см	Y, см
№ 101 тұрғын үй	97,5	55,6	43
№ 119 тұрғын үй	67,5	50	39
№ 127 тұрғын үй	59,8	55,6	34,8
№ 124 тұрғын үй	59,8	65	39
№ 113 тұрғын үй	82	68,4	34,8
№ 111 тұрғын үй	82	64	30,4
Сауда орталығы	702	68	42,8

$$X_{о..} = \frac{97,5 \cdot 55,6 + 67,5 \cdot 50 + 59,8 \cdot 55,6 + 59,8 \cdot 65 + 82 \cdot 68,4 + 82 \cdot 64 + 702 \cdot 68}{97,5 + 67,5 + 59,8 + 59,8 + 82 + 82 + 702} = 64,84 \text{см}$$

$$Y_{о..} = \frac{97,5 \cdot 43 + 67,5 \cdot 39 + 59,8 \cdot 34,8 + 59,8 \cdot 39 + 82 \cdot 34,8 + 82 \cdot 30,4 + 702 \cdot 42,8}{97,5 + 67,5 + 59,8 + 59,8 + 82 + 82 + 702} =$$

$$= 40,53,6 \text{см}$$

Ғимараттардың орналасуының сәулеттік ерекшеліктерін ескеріп, №3 трансформаторлы ҚС орналасу орнын $X_{о.факт}$=61 см, $Y_{о.факт}$=35,5 координаттарымен нүктеге жылжытамыз.

Қалған трансформаторлы ҚС электрлік жүктеме орталығын есептеу осыған ұқсас жүргізіледі. Есептеу нәтижелері 3.2 көрсетілген.

3.2 кесте – Трансформаторлы ҚС электрлік жүктеме орталықтары

Трансформаторлы ҚС номері	$X_{о\ расч}$	$Y_{о\ расч}$	$X_{о\ факт}$	$Y_{о\ факт}$
№ 141 трансформаторлы ҚС	10,2	35,4	8,8	35
№ 142 трансформаторлы ҚС	30,8	34,2	30,5	36,5
№ 143 трансформаторлы ҚС	60,3	37	61	35,5
№ 144 трансформаторлы ҚС	7,6	12	7,2	13,3
№ 145 трансформаторлы ҚС	33	11,4	32,5	9,2
№ 146 трансформаторлы ҚС	56,6	12,2	56	14,4

4 Сыртқы жарықтандыру тораптарын есептеу

4.1 Жарық техникалық есептеу

Таңдалған жабдықтардың ерекшелігіне көру жұмыстары үшін нысандарды анық ажыратуды қамтамасыз ету габаритінің аздығы жатады. Орынды (дұрыс) бөлінген жарық ағыны бақылаушының көзін шамадан тыс жарықтықтан қорғайды. Жарық көздерін механикалық зақымдалу мен ластанудан қорғау шамдалдардың таңдалған құрылымымен қамтамасыз етіледі.

Жобада ықшам аудандағы үйлердің алды мен көшелерін, темір бетонды тіректерде, екінші және үшінші қабаттар арасындағы ғимараттардың алды бойынша тіреуіштерде РКЦ-250 шамдалдарымен жарықтандыру қарастырылады. Ықшам ауданды сыртқы жарықтандыруды ВРУ-ВЗ түріндегі тарату шкафтарынан қосу қарастырылады. Көшені жарықтандыру қалқаны ЩУО-200 кішігірім қалалар мен елді мекендерде кешкі және түнгі уақыттарда көшенің жарықтануын автоматты реттеу үшін орнатылады, бұл жарықтандыруды орталықты басқаруды қарастырады. Қалқан ток трансформаторымен бірге 100 А енгізу автоматтарымен және санауыштар мен төрт топтық автоматтармен А3130 25 А және 40 А жинақталады. Түнгі уақытта 2/3 шамдал ажыратылады.

№40 бала бақшаны РКУ-250 шамдалдарымен орындалған, сыртқы жарықтандыруды есептеу мысалы.

Жарықтандырғыш қондырғыларының сенімді жұмыс және оның тиімділігі үшін шамдалдарды дұрыс таңдау маңызды. Шамдалды таңдау кезінде шамдал орнатылатын қоршаған ортаның шарттары, ғимараттың әрлеу сипаты мен мақсатына байланысты қажет жарық ағыны және шамдалдың үнемділігі ескерілді.

Сонымен қатар шамдалды таңдау кезінде ғимараттың технологиялық мақсатын, яғни шамдалдардың жарық техникалық топтастырылуын ескеру керек.

Көліктің аз екенін ескеріп, жабынды орташа горизанталь жарықтандыруды аламыз $E_{ср}$=10 лк, аумақтың орташа жарықтығы - 0,6 kg/м^2[6].

Типтік жобаның ұсныстарына сәйкес шамдалдардың орналасу сұлбасын – бір қатарлы аламыз. Бала бақшаның ішкі периметрі бойынша жаяу жүретін жолдың ені 3 м, аралық ұзындығы – 35-40 м, шамдалдардың іліну биіктігі – 10 м.

Қондырғыларда нормаланған орташа жарықтық есептеу негізінде жарықтық бойынша пайдалану коэффициенті $_я$ [6] алынады.

ηn мәні бойынша қажет ағын Ф′ анықталады:

$$Ф' = \frac{L \cdot k_з \cdot \pi}{k_я} \qquad (4.1)$$

мұндағы L – нормаланған жарық, kg/м^2 ;
$k_з$ – қор коэффициенті, с.б. ($k_з$ =1,5 деп аламыз [6]);
$k_я$ – жарық бойынша пайдалану коэффициенті.
[6] сәйкес жарық бойынша пайдалану коэффициенті k_z=0,035. Сонда:

$$Ф' = \frac{0,6 \cdot 1,5 \cdot 3,14}{0,035} = 2824,5 лм/м$$

Орнатуға ДРЛ-250 шамдары бар шамдалдарды аламыз, номиналды кернеуі $U_{ном}$=250 В және ағыны $U_{ном}$=250 В. Демек, бұл шамдал сыртты көлденеңінен жарықтандыра алады.

$$B_{ул} = \frac{E}{Ф'} = \frac{12500}{2824,5} = 4,4 \text{ м}.$$

Қажет шамдалдардың саны анықталады:

$$N = \frac{2 \cdot (A + B)}{35} = \frac{2 \cdot (85 + 41)}{35} = 7.2 \text{ шт}.$$

Орнатуға 7 шамдал қабылданады.
Нысанды жарықтандырудан толық қуат [6] формула бойынша:

$$P_{рас.осв} = P_{уд.ламп.} \cdot N = 0,27 \cdot 7 = 1,89 кВт \qquad (4.2)$$

мұндағы $P_{уд.ламп.}$–ДРЛ шамының меншікті қуаты, РКУ-250 шамдалдары үшін ($P_{уд. ламп.}$=0,27 кВт деп аламыз).
Басқа нысандар үшін жарық техникалық есептеу осыған ұқсас жүргізіледі. Есептеу бойынша мәліметтер 4.1 кестеде көрсетілген.

4.2 Жарықтандыру тораптарын электрлік есептеу

Электрлік жарықтандыру тораптарын есептеу өткізгіш материалдарының минимумы бойынша жүргізіледі.
Тәжірбиеде жарықтандыру тораптарының қимасын есептеу үшін өткізгіш материалдарының аз шығыны кезінде келесі формула қолданылады:

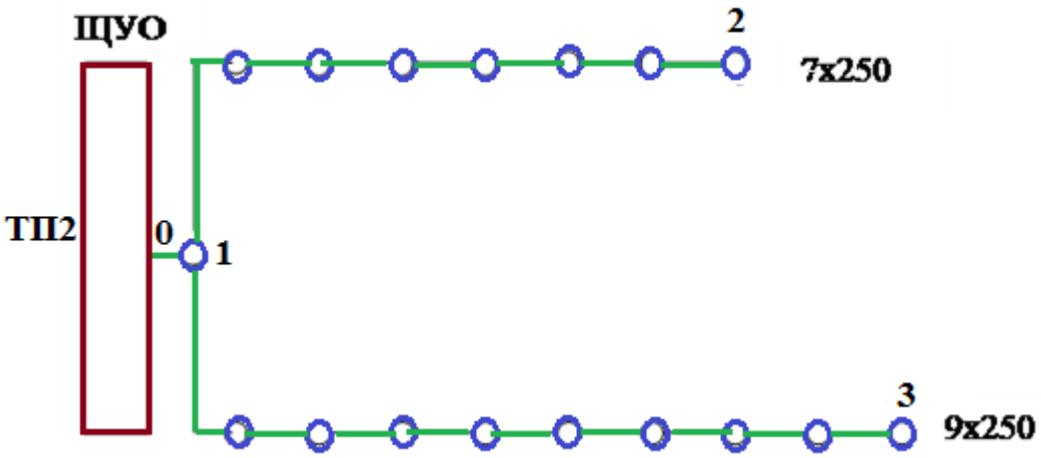
$$S = \frac{M_{при}}{C \cdot \Delta U}, \qquad (4.3)$$

мұндағы $M_{прив}$ – келтірілген қуат моменті, кВт.м;

С – қорек сұлбасына және материалдың маркасына байланысты коэффициент (алюминий өткізгішті таңдаймыз, оның коэффициентін С=44 деп аламыз);

ΔU – жарықтандырғыш тораптағы қорек көзінен ең алыстағы шамға дейінгі кернеудің шығыны, % (ЭҚЕ сәйкес 0,4 кВ тораптағы кернеу шығыны ΔU=2,5% аспау керек).

Көшені жарықтандыруға есептеу жүргіземіз, ол үшін көшені жарықтандыру сұлбасын келтіреміз (4.1 сурет).



4.1 сурет – Көшені жарықтандырудың есептік сұлбасы

0-1 телімдегі момент келесі формуламен анықталады.

$$M_{0-1}=P\cdot\ell\cdot n, \qquad (4.4)$$

мұндағы Р – шамның есептік қуаты, кВт;
ℓ - шамға дейінгі қашықтық, м;
n – шамдардың саны, дана.

$$M_{0-1}=0{,}5\cdot 70\cdot 17=595 \text{ кВт.м};$$

1-2 телімдегі момент келесі формула бойынша анықталады:

$$M_{1-2}=P\cdot n\cdot\left(\ell_0+\frac{\ell_1(n-1)}{2}\right), \qquad (4.5)$$

мұндағы ℓ_0 – бірінші шамға дейінгі қашықтық, м;
ℓ_1 – шамдар арасындағы қашықтық, м.

$$M_{1-2} = 0{,}5 \cdot 7 \cdot \left(35 + \frac{2{,}5(7-1)}{2} \right), = 148{,}75 кВт \cdot м$$

1-3 телімдегі момент:

$$M_{1-3} = 0{,}5 \cdot 9 \cdot \left(35 + \frac{2{,}5(9-1)}{2} \right), = 202{,}5 кВт \cdot м$$

$M_{прив}=M_{0-1}+M_{1-2}+M_{1-3}=595+148{,}75+202{,}5=946{,}25$ кВт·м;

$$S_{0-1} = \frac{M_{0-1}}{C \cdot \Delta U} = \frac{595}{44 \cdot 2{,}5} = 5{,}4 мм^2$$

Қағаз оқшауламасы бар, полихлорвинилді құбыршекте, ААШВу 4х8 мм^2, $S_{о-1}$=8 мм^2 маркасындағы алюминий қабықшадағы кабельді қабылдаймыз.

0-1 телімдегі кернеудің нақты шығыны келесі формула бойынша анықталады:

$$\Delta U_{фак.0-1} = \frac{M_{0-1}}{C \cdot S_{0-1}} = \frac{595}{44 \cdot 8} = 1{,}69\%$$

0-1 телімдегі кернеудің шығыны:

$$\Delta U_{рас.0-1}=\Delta U-\Delta U_{ф0-1}=2{,}5-0{,}845=1{,}655\%$$

1-2 және 1-3 телімдегі қималар:

$$S_{1-2} = \frac{M_{1-2}}{C \cdot \Delta U} = \frac{148{,}75}{44 \cdot 2{,}5} = 1{,}35 мм^2$$

$$S_{1-3} = \frac{M_{1-3}}{C \cdot \Delta U} = \frac{202{,}5}{44 \cdot 2{,}5} = 1{,}84 мм^2$$

Көшені жарықтандыру торабы әуе желісімен А-16, $S_{ст}$=16 мм^2 сыммен орындалады.

$$\Delta U_{фак.1-2} = \frac{M_{1-2}}{C \cdot S_{1-2}} = \frac{148{,}75}{44 \cdot 8} = 0{,}42\%$$

$\Delta U_{ф0-1}+\Delta U_{ф1-2}=1{,}655+0{,}42=2{,}075\%<\Delta U=2{,}5\%$

$$\Delta U_{\text{фак.1–3}} = \frac{M_{1–3}}{C \cdot S_{1–3}} = \frac{202,5}{44 \cdot 8} = 0,575\%$$

$$\Delta U_{ф0\text{-}1}+\Delta U_{ф1\text{-}3}=1,655+0,575=2,23\%<\Delta U=2,5\%$$

Таңдалған өткізгіштерді жүктеме тогымен қыздыруға тексеру.
0-1 телімде есептік жұмыс тогы анықталады:

$$I_{\text{рас.раб.0–1}} = \frac{P_{\text{рас.0–1}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos\varphi}, \qquad (4.6)$$

мұндағы $P_{\text{рас.0-1}}$ – телімдегі есептік қуат, кВт;
$U_{\text{ном}}$ – тораптың номиналды кернеуі, В;
cos φ – активті қуат коэффициенті, с.б. ([7] cos φ=0,9 деп аламыз).

$$I_{\text{рас.раб.0–1}} = \frac{4,59}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,9} = 7,76\text{А}$$

Қимасы $S_{ст}$=10мм^2 ААШВ маркасындағы кабельді аламыз, жүктеменің рұқсат етілген тогы $I_{доп}$=75А, таңдалған кабельді жүктеме тогын қыздыру шарты бойынша тексереміз $I_{доп}$=75А ≥ $I_{раб.}$=7,76А.

$$I_{\text{рас.раб.1–2}} = \frac{1,89}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,9} = 3,2\text{А}$$

$$I_{\text{рас.раб.1–3}} = \frac{2,43}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,9} = 4,1\text{А}$$

Әуе желісі үшін қимасы $S_{ст}$=10 мм^2 а марка сымды таңдаймыз, $I_{доп}$=105А, таңдалған сымды жүктеме тогын қыздыру шарты бойынша тексереміз $I_{доп}$=105А ≥ $I_{рас.\ раб\ 1\text{-}2.}$=3,2А и $I_{доп}$=105А ≥ $I_{рас.\ раб.1\text{-}3.}$=4,1А.

Көшені жарықтандыру желілерін кернеу шығынына тексеру ең ұзақ және ең көп жүктелген телімдер үшін жүргізіледі. Бес қабатты ғимараттардың ішкі ауласын жарықтандыру желісі маркасы А-16 екі сымдық сымымен орындалады.

Трансформаторлы ҚС жарықтандыру желісі маркасы АВВГ кабелімен қосылады. Сонымен қатар, тоғыз қабатты тұрғын үйдің алды бойынша жарықтандыру желілері АВВГ кабелімен орындалады.

Тарам қимасы -16 мм^2 төрттарамды кабельдер қолданылады.

Есептеу нәтижелері 4.1 кестеде көрсетілген.

4.1 кесте – Жарықтандыруды электрлік есептеу

Нысанның атауы	Телім	М, кВт.м	$М_{прив}$, кВт.м	ΔU, %	$S_{расч}$, $мм^2$	S ст, $мм^2$	$I_м$, А	$I_{доп}$, А
Тұрғын үйлердің көшесін жарықтандыру	0-1 1-2 1-3	595 148,75 202,5	946,25	1,65 5 0,42 0,57 5	5,4 1,35 1,84	8 8 8	7,76 3,2 4,1	90
Сауда орталығының көшесін жарықтандыру	0-1 1-2	405 250	655	1,53 0,94	3,65 2,27	6 6	3,6, 5 1,9	65
80 орынға арналған бала бақша	0-1	264	264	2,5	2,4	4	3,2	38
№ 133, 134, 135, 136 тұрғын үйлер	0-1 1-2 1-3	130 142 101	373	2,5 1,76 1,76	3,4 1,8 1,7	4 4 4	5,5 2,74 2,1	38 38 38
№ 114, 115 99 тұрғын үйлер	0-1 1-2	54 141,8	195	2,5 2,5	1,78 8,7	4 16	12,2 8 2,28	38 105
Бала бақша	0-1	302,4	302,4	2,5	2,7	4	3,2	38
№№ 109, 116, 108, 117 тұрғын үйлер	0-1 1-2	47,3 239	287	2,5 2,2	2,6 6,8	4 16	3,19 3,19	38 105
№№120, 133, 106 105, 121, 130 тұрғын үйлер	0-1 1-2	194,4	443	2,5 1,93	4,9 14,3	6 16	4,1 4,1	46 105
№№137, 128, 110 тұрғын үйлер	0-1	412	412	2,5	3,7	4	4,6	38
Мектеп	0-1	665	665	2,5	5,9	6	4,6	46
№№ 104,122, 103 тұрғын үйлер	0-1 1-2	170 209	379	2,5 1,64	3,6 15,4	4 16	3,2 3,2	38 105
Сауда орталығы	0-1 1-2	88 100	188	2,5 2,0	1,7 6,8	4 16	1,7 1,7	38 105

Сыртқы жарықтандырудың таңдалған электрлік тораптары ЭҚЕ сәйкес тексеру шарттарын қанағаттандырады.

5 Тұтынушы трансформаторлы ҚС қуатын және санын таңдау

5.1 Трансформаторлы ҚС траснформаторларының қуатын алдын-ала есептеу

ЭҚЕ сәйкес II санаттағы электр қабылдағыштарты электр энергиямен екі өзара резервтеуші қорек көздерінен қамтамассыз ету ұсынылады. II санаттағы электр қабылдағыштар үшін қорек көзінің біреуінен электрмен жабдықтау бұзылған кезде кезекші қызметкердің резервті көзді қосу үшін немесе оперативті бригаданың келуі үшін қажет уақыт аралығында электрмен жабдықтау үзілісі рұқсат етілген.

Трансформаторлардың орталықтандырылған резерві және бұзылған трансформаторды 1 тәулік ішінде ауыстыру мүмкіндігі болған кезде II санаттағы электр қабылдағыштарды бір трансформатордан қоректендіруге болады.

Трансформаторлардың қуатын таңдау үшін ҚС келетін максимплды толық қуат анықталады:

$$S_{макс} = \frac{P_{\sum макс}}{\cos\varphi_{чр.взв}} \qquad (5.1)$$

мұндағы $P_{\Sigma max}$ – жалпы есептік активті қуат, кВт;

$\cos\varphi_{ср.взв}$ – активті қуаттың орташа өлшенген мәні (tg $\varphi_{ср.взв}$ арқылы анықталады):

$$tg\varphi_{ср.взвс} = \frac{\sum Q_i}{\sum P_i} \qquad (5.2)$$

Бір трансформатордың қуаты келесі формула бойынша анықталады:

$$S_{рас.тр} = \frac{S_{макс}}{2 \cdot k_{чзаг.прим.}} \qquad (5.3)$$

мұндағы $k_{заг.прин}$- трансформатордың жүктелу коэффициенті, ($k_{заг.прин.}$=0,7 деп аламыз).

Бір трансформатордың анықталған қуаты бойынша трансформатордың жақын стандартты қуаты табылады Sном және трансформатор төүрі таңдалады. Таңдалған трансформаторлар нақты жүктелу коэффициенті бойынша қайталанады:

$$k_{заг.дейст.} = \frac{S_{макс}}{2 \cdot S_{чном.тр}} \qquad (5.4)$$

Келесі шарт сақталу керек: $k_{заг.дейст} \leq k_{заг.прин}$

№143 трансформаторлы ҚС трансформаторының қуатына есептеу жүргіземіз, тұтынушылары 5.1 кестеде көрсетілген.

5.1 кесте - №143 трансформаторлы ҚС тұтынушылары

Атауы	P, кВт	Q, кВАр	cos φ	tg φ
№ 101 тұрғын үй	48,75	14,14	0,96	0,29
№ 119 тұрғын үй	33,75	9,79	0,96	0,29
№ 126 тұрғын үй	57,74	16,74	0,91	0,46
№ 124 тұрғын үй	53,04	15,38	0,94	0,37
№ 113 тұрғын үй	42	12,18	0,96	0,29
№ 111 тұрғын үй	42	12,18	0,96	0,29
Дүкен	22	16,5	0,8	0,75
Сыртқы жарықтандыру	5,94	2,87	0,9	0,48

$$\Sigma P=48,75+33,75+57,74+53,04+42+42+22+5,94=305,22 \text{ кВт};$$

$$\Sigma Q=14,14+9,79+16,74+15,38+12,18+12,18+16,5+2,87=99,78 \text{ кВАр};$$

$$tg\varphi_{ср.взвс} = \frac{99}{305,22} = 0,327 \Rightarrow \cos\varphi = 0,96$$

Жалпы есептік активті қуат $P_{\Sigma max}$, тұрғын үйлер мен әкімшілік ғимараттары трансформаторлы ҚС-дан қоректену кезінде келесі формула бойынша анықталады:

$$P_{\Sigma max} = P_{зд.max} + P_{зд.1} \cdot k_1 + P_{зд.2} \cdot k_2 + \ldots + P_{зд.n} \cdot k_n, \qquad (5.5)$$

мұндағы $P_{зд.max}$ – ҚС қоректентін ең үлкен электрлік жүктеме, кВт;

$P_{зд.1}$, $P_{зд.2}$, $P_{зд.n}$ – ғимараттардың есептік жүктемелері, кВт;

k_1, k_2, k_n – максимум жүктемелердің (пәтерлер және әкімшілік ғимараттары) сәйкес еместігін есептейтін коэффициент [2].

$$P_{\Sigma max}=48,75+22+57,74+53,04+42+42+22 \cdot 0,8+5,94=289,0,7 \text{ кВт}$$

Трансформаторлы ҚС-3 шиналарында максимал есептік қуатты (5.1) формуланы қолданып анықтаймыз:

$$S_{макс} = \frac{289,07}{0,94} = 307,5 \text{кВА}$$

(5.3) формуланы қолданып бір трансформатордың қуатын анықтаймыз:

$$S_{рас.тр} = \frac{307,5}{2 \cdot 0,7} = 219,65кВА$$

ТМ-250/10/0,4 кВ түріндегі екі трансформаторды аламыз. Трансформатордың қуаты $S_{нт}$=250 кВА.

Таңдалған трансформаторды жүктелу коэффициенті бойынша (5.3) формуламен тексереміз:

$$k_{заг.дейст.} = \frac{307,5}{2 \cdot 250} = 0,615 \lhd 0,7$$

Басқа ҚС трансформаторларының қуатын есептеу осылай жүргізіледі. Есептеу нәтижелері 5.2 кестеге енгізіледі.

5.2 кесте – Трансформаторлар қуатының нәтижесі

Атауы	$P_{\sum макс.}$ кВт	$S_{макс.}$ кВА	$S_{ном.тр.}$ кВА	$k_{заг.}$
№ 141 трансформаторлы ҚС	186,12	198	2х160	0,619<0,7
№142 трансформаторлы ҚС	191,76	204	2х160	0,637<0,7
№ 143 трансформаторлы ҚС	289,07	307,5	2х250	0,615<0,7
№ 144 трансформаторлы ҚС	398,56	424	2х400	0,56<0,7
№ 145 трансформаторлы ҚС	327,12	348	2х250	0,696<0,7
№ 146 трансформаторлы ҚС	466,24	496	2х400	0,62<0,7

5.2 Трансформаторлардың жүйелі асқын жүктемеге тексеру

Трансформатордың жүйелі асқын жүктемесі тәулік (жыл) ішінде оның бір қалыпты емес жүктелу есебімен рұқсат етіледі. Трансформаторлардың асқын жүктелу коэффициенті $k_{пер.тр}$ келесідей анықталады:

$$k_{пер.тр.} = \frac{S_{нт} \cdot n}{S_{макс.}} \qquad (5.6)$$

Егер $k_{пер.тр} \geq 1$, онда трансформаторлар жүйелі асқын жүктемеге ұшырамайды және тексеру қажет емес [7].

$$k_{пер.тр.} = \frac{2 \cdot 250}{307,5} = 1,6$$

Шарт сақталады, яғни 1,6>1.

Трансформаторларды жүйелі асқын жүктемеге тексеру қажет емес.

Басқа трансформаторлы ҚС трансформаторларды жүйелі асқын жүктемеге тексеру осылай жүргізіледі.

5.3 Трансформаторларды апаттық асқын жүктемеге тексеру

Апаттық асқын жүктеме ерекше төтенше жағдайларда (апаттық) шектелген уақыт аралығында рұқсат етіледі, тұтынушыларды энергиямен жабдықтау кезінде үзіліс болмауы керек.

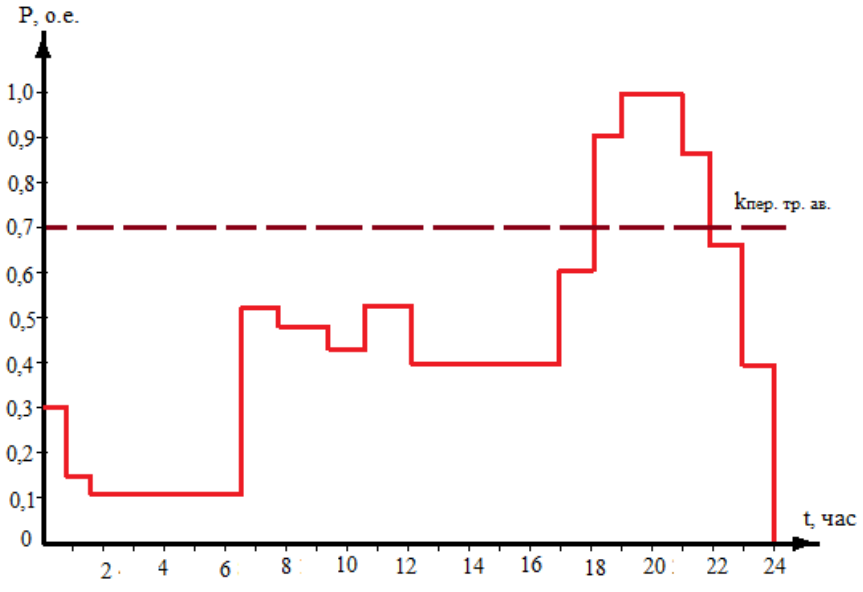
Егер ҚС кем дегенде екі трансформатор орнатылған жағдайда трансформаторды апаттық асқын жүктемеге тексеру жүргізіледі. Апаттық режим ретінде бір трансформатор ажыратылған режим қарастырылады.

Апаттық режимде асқын жүктеме коэффициенті $k_{пер.тр}$ анықталады.

$$k_{пер.тр.} = \frac{S_{нт}}{S_{макс.}} \qquad (5.7)$$

$$k_{пер.тр.ав} = \frac{250}{307,5} = 0,81$$

Жүктеменің тәуліктік графигіне $k_{пер.тр.ав}$ енгізіледі (5.1 сурет). Жүктеме графигімен К*нтав қилысу нүктесі бойынша асқын жүктеме уақыты tn=5 сағ. анықталады.



5.1 сурет – Жүктеменің қысқы тәуліктік графигі

Апаттық режимде бастапқы жүктеме коэффициенті анықталады:

$$k_{1.ав.} = \frac{1}{k_{пер.тр.ав.}} \cdot \sqrt{\frac{\sum S_i^2 \cdot \Delta t}{24 - t_{пер.}}} \qquad (5.8)$$

мұндағы S_i – уақыттың і- телімінің қуаты, кВА;
Δt – уақытша телім, сағат;
$t_{пер}$ – тәулік ішіндегі асқын жүктеме уақыты, сағ.

$$k_{1.ав.} = \frac{1}{0,7} \cdot \sqrt{\frac{0,3^2 \cdot 1 + 0,15 \cdot 1 + 0,1^2 \cdot 5 + 0,55^2 \cdot 3 + 0,5^2 \cdot 2 + 0,45^2 \cdot 1 + }{19}}$$
$$\sqrt{\frac{+ 0,4^2 \cdot 5 + 0,6^2 \cdot 1}{}} = 0,54$$

«Трансформатордың жүйелі және апаттық асқын жүктемесінің максимал рұқсат етілген нормасы» [12] кестесі бойынша салқындатқыш ортаның $\Theta_{охл}$ эквивалентті температурасына, трансформатордың салқындау жүйесіне, бастапқы жүктеме коэффициентіне К1ав және уақытша асқын жүктемеге $t_{пер}$, байланысты рұқсат етілген апаттық асқын жүктеме коэффициенті $k_{доп.пер}$ анықталады.

Алматы қаласы үшін $\Theta_{охл}$ – 13,4ºС.

Трансформатордың жүйесі – М – ауа және май айналымы табиғи.

Асқын жүктеме уақыты $t_{пер.}$ – 6 сағат.

$k_{г.доп.ав}$=1,7

трансформаторды апаттық асқын жүктемеге тексеру.

$$S_{ном.\ тр.} \cdot k_{доп.\ пер} = 250 \cdot 1,7 \geq S_{мак} = 327,12 \text{ кВА} \qquad (5.9)$$

425кВА>327,12кВА шарт орындалады.

№143 трансформаторлы ҚС таңдалған трансформаторлар апаттық асқын жүктемеге тексеру шартын қанағаттандырады.

Трансформаторларды апаттық асқын жүктемеге тексеру осылай жүргізіледі. Есептеу нәтижелері 5.3 кестеге енгізіледі.

5.3 кесте – Трансформаторларды жүйелі және апаттық асқын жүктемеге тексеру

Трансформаторлы ҚС №	$k_{пер.\ тр}$	$k_{пер.\ тр.\ ав}$	$k_{1ав}$	$k_{2доп}$	$S_{нт} \cdot k_{2доп}$, кВА	$S_{рас}$, кВА
№ 141 трансформаторлы ҚС	1,26	0,6	0,63	1,6	256	249
№ 142 трансформаторлы ҚС	1,45	0,7	0,56	1,7	425	344
№ 143 трансформаторлы ҚС	1,45	0,81	0,54	1,7	425	327
№ 144 трансформаторлы ҚС	1,65	0,8	0,52	1,8	720	484
№ 145 трансформаторлы ҚС	1,84	0,9	0,49	1,9	760	433
№ 146 трансформаторлы ҚС	1,45	0,7	0,56	1,7	680	550

6 Жоғары кернеу (ЖК) тарату тораптарының сұлбасын таңдау

Тарату тораптарынан бастап тұтынушы трансформаторлы ҚС дейін электр энергияны тарату 10 кВ тарату тораптары бойынша іске асады. Таратушы және қоректендіруші 10 кВ тораптар қалалық коммуналды-тұрмыстық нысандарды бірге қоректендіру үшін қолданылады. 10 кВ қалалық тораптар оқшауланған бейтараптамалармен [1] орындалады.

Қалалық тарату тораптарын тұрғызу сұлбасы өте көп. Сұлбаны таңдау электрмен жабдықтаудың сенімділік деңгейіне, сонымен қатар тұтынушылардың таратушы орындарға қатысты аумақтық орналасуына байланысты жүргізіледі.

Электрлік тораптарға арнайы технико-экономикалық талаптар қойылады, соның есебімен ең тиімді нұсқаға таңдау жүргізіледі.

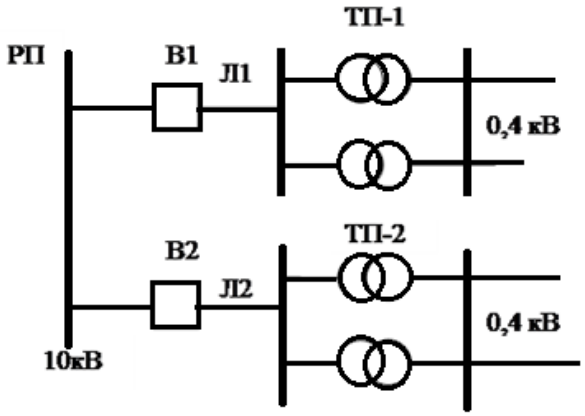
Экономикалық талаптар торап бойынша электр энергияны жіберу құнын төмендетуге әкеледі, сондықтан торап құрылысына жұмсалатын шығындарды төмендетуге қол жеткізу керек. Сонымен қатар, электрлік тораптарды пайдаланудағы жылдық шығындарды төмендету үшін іс шаралар қолдану қажет. Күрделі қаржы салымдары мен пайдалану шығындарын бір уақытта есептеу келтірілген жұмсалымдар әдісі арқылы жүргізіледі. Осыған байланысты электрлік тораптар нұсқасының тиімділігін бағалау келтірілген жұмсалымдар бойынша жүргізіледі.

Технико-экономикалық талаптарға сәйкес келетін ең тиімді нұсқаны таңдау – бұл кез келген инженерлік құрылыстарды, оның ішінде электр тораптарын жобалау кезіндегі негізгі сұрақтардың бірі болып табылады.

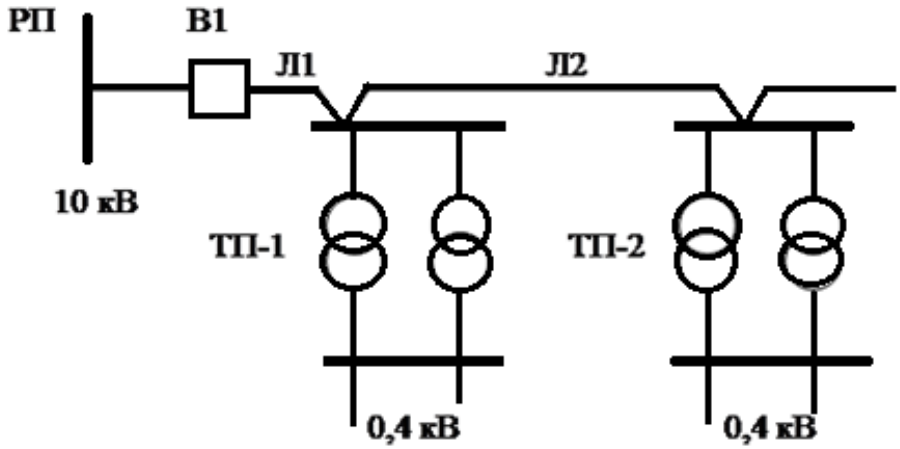
Берілген ауданның электр тораптарының сұлбасын қарастырамыз, сонымен қатар, технико-экономикалық салыстыру үшін тиімді нұсқаны таңдауға олардың артықшылықтары мен кемшіліктерін талдаймыз.

ЖК тарату тораптары келесі сұлбалар бойынша орындалады: радиалды (бір жақты қорек), магистральді, резервтің автоматты қосылуы бар (АВР) тұйықталмаған тұзақша бойынша, тұйықталған тұзақша бойынша. Радиальді және магистральді сұлба бойынша орындалған тарату тораптарының нұсқасы келтірілген (6.1 сурет), себебі бұл нұсқа ұарапайым және қымбат емес болып табылады.

Бұл сұлбаның сипаттамалаық ерекшелігі тұтынушыларды электрмен жабдықтау бір жақты болып табылады. ҚС 10 кВ шиналарында немесе Л1 және Л2 кез келген бөлімде апат болған кезде негізгі (бас) майлы ажыратқыш В1 немесе В2 автоматты түрде ажыратылады және жөндеу уақытында тқтынушыларға элек энергиясын жіберу тоқтатылады.



а)



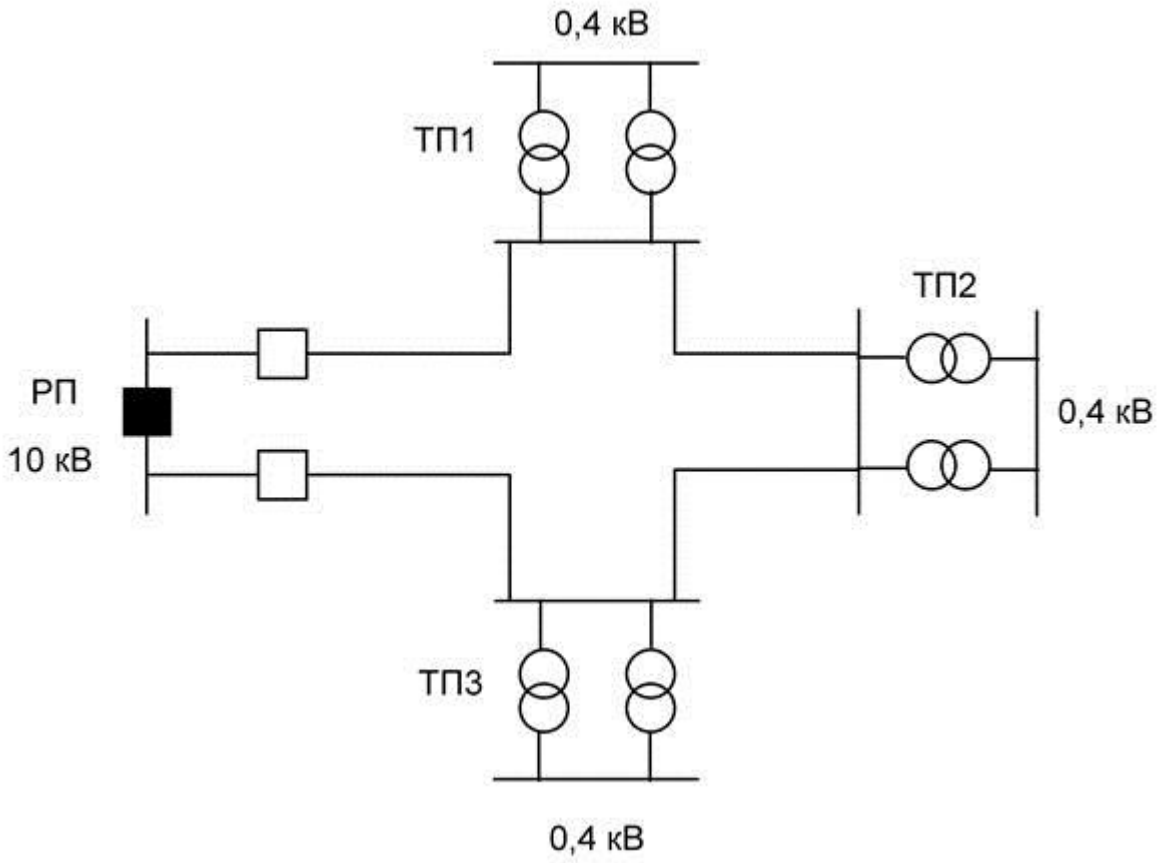
б)

а) радиалды, б) магистральді

6.1 сурет – Тарату тораптарының сұлбасы

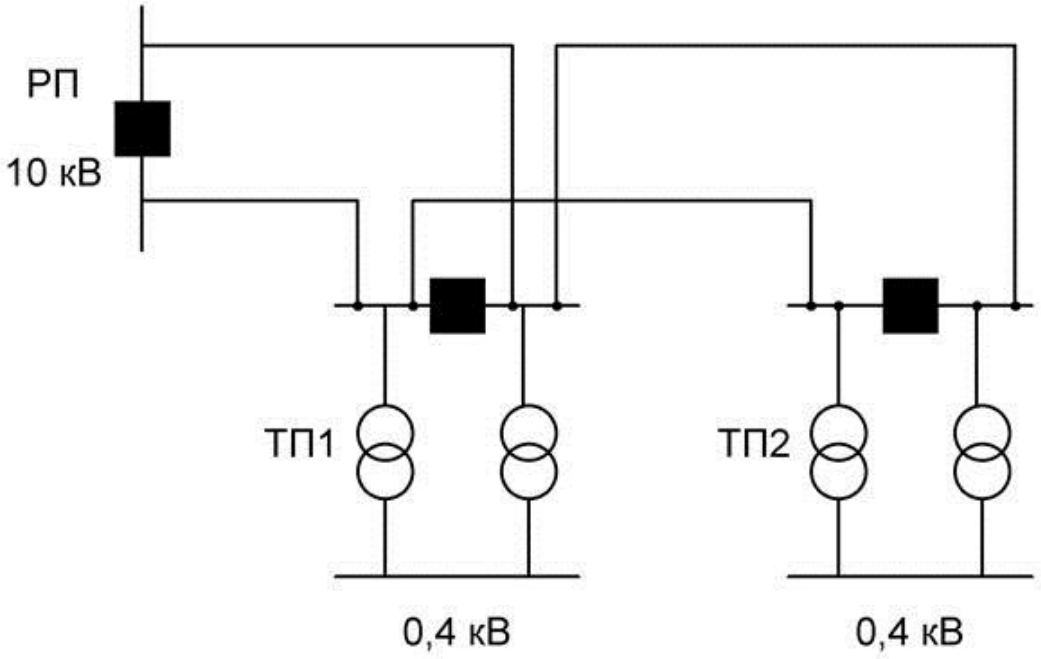
Мұндай сұлбалар III санаттағы тұтынушылар үшін қолданылады, себебі бұл сұлбаларда резервті қорек болмайды және электрмен жабдықтаудың минимал сенімділігі іске асады.

Қалалық тораптарда айналма сұлба бойынша орындалған 10 кВ тарату тораптары қолданылады (6.2 сурет). Бұл сұлба әрбір трансформаторлы ҚС екі жақты қоректену мүмкіндігін береді. Қандай да бір бөлім бұзылған жағдайда әрбір трансформаторлы ҚС тқтынушыларды электрмен жабдықтау сеімділігін қамтамасыз ету бойынша қорек алып отырады.



6.2 сурет – Электрмен жабдықтаудың айналма сұлбасы

Электрмен жабдықтауды арттыру үшін магистральді торап екі қорек көзімен (әр түрлі секцияы шиналардан 6.3 сурет) орындалады.



6.3 сурет - Электрмен жабдықтаудың магистальді сұлбасы

Дипломдық жобада салыстыру үшін ЖК тарату торабының екі сұлбасы қарастырылады: электрмен жабдықтаудың айналма сұлбасы және екі қорек көзі бар магистральді сұлба.

[4] сәйкес қалалық аумақтарда, биіктігі 4 қабат және одан жоғары құрылыс аудандарында 10 кВ электр тораптары кабельмен орындалады. Кабельді желілерді кемінде 0,7 м тереңдікте орда төсейді [1].

7 10 кВ кабель желісінің қимасын алдын-ала таңдау

[3] сәйкес 10 кВ тарату тораптарында алюминий талсымы бар кабельдерің қимасын 35 мм^2 алу керек. Экономикалық тиімді қимасын таңдау сымның металлына және максимум жүктемені қолдану уақытының санына байланысты токтың экономикалық тығыздығы бойынша жүргізіледі /1/.

$$F = \frac{I_{рас.мак}}{j_{э.}} \qquad (7.1)$$

мұндағы $I_{рас.\ мак}$ – есептік максимал ток, А;

$j_э$ – токтың экономикалық тығыздығының қалыпты мәні А/мм^2, [3] сәйкес $j_э$=1,6 А/мм^2 деп аламыз).

$$I_{рас.мак..} = \frac{S_{макт}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.}} \qquad (7.2)$$

мұндағы Sm – кабель бойынша жіберілетін максималды есептік қуат, кВА;

$$S_{мак.} = \sqrt{P^2_{мак} + Q^2_{мак}} \qquad (7.3)$$

«Алғабас» ҚС – ТП мен трансформаторлы ҚС-2 бөлімдерінде кабельдің қимасын таңдаймыз (7.1 сурет).

$$P_{мак.} = \sum P_{\Sigma i} k_y \qquad (7.4)$$

мұндағы k_y – максималды жүктемеге қатысы, с.б. ([2] сәйкес k_y =0,8)

РΣi – жалпы есептік жүктеме

$$P_{мак.0-2} = (P_{\Sigma 1} + P_{\Sigma 2} + P_{\Sigma 3} + P_{\Sigma 4} + P_{\Sigma 5} + P_{\Sigma 6}) \cdot 0{,}8 =$$
$$= (355{,}65 + 237 + 323 + 450{,}4 + 417 + 512) \cdot 0{,}8 = 1836 кВ$$

cos φ – ТП шиналарындағы активті қуат коэффициенті, ([2] сәйкес cos φ=0,92);

tg φ – реактивті қуат коэффициенті, (tg φ=0,43)

$$S_{мак.0-2} = Q_{мак.0-1} \cdot tg\varphi = 1836 \cdot 0{,}43 = 789{,}5 \text{ кВар.}$$

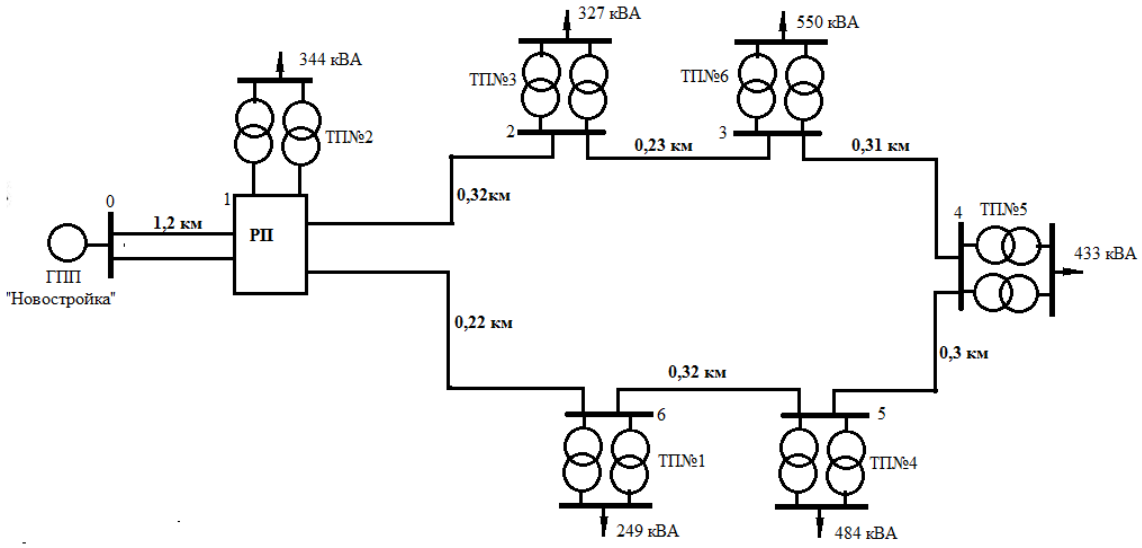
$$S_{мак.0-2} = \sqrt{P^2_{мак,0-2} + Q^2_{мак.0-2}} = \sqrt{1836^2 + 789{,}5^2} = 1999 кВА .$$

$$I_{рас.мак.0-2} = \frac{1999}{\sqrt{3}\cdot 10} = 125{,}6А$$

$$F = \frac{125{,}6}{1{,}6} = 78{,}5мм^2$$

Маркасы ААБ кабельді таңдаймыз, талсым қимасы 95 мм^2 $I_{доп}$ = 240А

10 кВ айналма тарату тораптарына есептеу жүргіземіз, ол үшін есептік сұлба келтіру керек (7.1 сурет).



7.1 сурет – 10 кВ тарату тораптрының есептік сұлбасы,
I нұсқа – айналма сұлба

Тарату орнынан бастап 10 кВ тарту тораптары кабелынің қимасын таңдаймыз.

Ағын бөліну нүктесі анықталады:

$$S_{2-1} = \frac{S_1\cdot(\ell_{3-2}+\ell_{1-4}+\ell_{4-5}+\ell_{5-6}+\ell_{6-3}) + S_4\cdot(\ell_{4-5}+\ell_{5-6}+\ell_{6-3}+\ell_{3-2}) + S_5\cdot(\ell_{5-6}+\ell_{6-3}+}{\ell_{1-2}+\ell_{3-2}+\ell_{1-4}+\ell_{4-5}+\ell_{5-6}+\ell_{6-3}}$$

$$\frac{+\ell_{3-2}) + S_6\cdot(\ell_{6-3}+\ell_{3-2}) + S_3\cdot\ell_{3-2}}{} = \frac{249\cdot(0{,}32+0{,}3+0{,}31+0{,}23+0{,}32) + 484\cdot(0{,}3+}{0{,}22+0{,}32+0{,}3+0{,}31+0{,}23+0{,}32}$$

$$\frac{0{,}31+0{,}23+0{,}32) + 433\cdot(0{,}31+0{,}23+0{,}32) + 550\cdot(0{,}23+0{,}32) + 378\cdot 0{,}32}{} = 1015кВА$$

$$S_{2-3}=\frac{S_3\cdot(\ell_{1-2}+\ell_{1-4}+\ell_{4-5}+\ell_{5-6}+\ell_{6-3})+S_6\cdot(\ell_{4-5}+\ell_{5-6}+\ell_{1-4}+\ell_{1-2})+S_5\cdot(\ell_{5-4}+\ell_{4-1}+}{\ell_{1-2}+\ell_{3-2}+\ell_{1-4}+\ell_{4-5}+\ell_{5-6}+\ell_{6-3}}$$

$$\frac{+\ell_{1-2})+S_4\cdot(\ell_{1-4}+\ell_{1-2})+S_1\cdot\ell_{1-2}}{}=\frac{378\cdot(0{,}32+0{,}3+0{,}31+0{,}23+0{,}22)+550\cdot(0{,}3+}{0{,}22+0{,}32+0{,}3+0{,}31+0{,}23+0{,}32}$$

$$\frac{0{,}31+0{,}22+0{,}32)+433\cdot(0{,}3+0{,}22+0{,}32)+484\cdot(0{,}22+0{,}32)+249\cdot0{,}22}{}=10788\text{кВА}$$

Алынған нәтижелерге тексеру жүргіземіз, яғни қуат балансын тұрғызамыз:

$$S_{2-1}+S_{2-3}=\Sigma S_{мак}$$

$$1015{,}2+1078{,}8=2094$$

$$2094\ \text{кВА}=2094\ \text{кВА}$$

Телімдер бойынша қуат ағындары:

$$S_{3-6}=S_{2-3}-S_3=1078{,}8-378=700{,}8\ \text{кВА};$$

$$S_{6-5}=S_{3-6}-S_6=700{,}8-550=150{,}8\ \text{кВА};$$

$$S_{5-4}=S_{6-5}-S_5=150{,}8-433=-282{,}2\ \text{кВА};$$

$$S_{1-4}=S_{1-2}-S_1=1015{,}2-249=766{,}2\ \text{кВА};$$

$$S_{4-5}=S_{1-4}-S_4=766{,}2-484=282{,}2\ \text{кВА};$$

$$S_{5-6}=S_{4-5}-S_5=282{,}2-433=-150{,}8\ \text{кВА};$$

Трансформаторлы ҚС-5 ағын бөліну нүктесі болып табылады:

$$P_{2-1}=S_{2-1}\cdot\cos\varphi_{ср.вз.}=1015{,}2\cdot0{,}94=954{,}3\ \text{кВт};$$

$$P_{2-3}=S_{2-3}\cdot\cos\varphi_{ср.вз.}=1078{,}8\cdot0{,}94=1014\ \text{кВт};$$

$$P_{3-6}=S_{3-6}\cdot\cos\varphi_{ср.вз.}=700{,}2\cdot0{,}94=658{,}2\ \text{кВт};$$

$$P_{6-5}=S_{6-5}\cdot\cos\varphi_{ср.вз.}=150{,}8\cdot0{,}94=141{,}75\ \text{кВт};$$

$$P_{1-4}=S_{1-4}\cdot\cos\varphi_{ср.вз.}=766{,}2\cdot0{,}94=720{,}2\ \text{кВт};$$

$$P_{4-5}=S_{4-5}\cdot\cos\varphi_{ср.вз.}=282{,}2\cdot0{,}94=265{,}3\ \text{кВт}.$$

10 кВ торабының әр теліміндегі ток анықталады:

$$I_i = \frac{S_i}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.}} \quad (7.5)$$

$$I_{1-2} = \frac{S_{1-2}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.}} = \frac{1015,2}{\sqrt{3} \cdot 10} = 58,7А$$

$$I_{1-4} = \frac{S_{1-4}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.}} = \frac{766,2}{\sqrt{3} \cdot 10} = 44,3А$$

$$I_{4-5} = \frac{S_{4-5}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.}} = \frac{282,2}{\sqrt{3} \cdot 10} = 16,3А$$

$$I_{5-6} = \frac{S_{5-6}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.}} = \frac{150,8}{\sqrt{3} \cdot 10} = 8,7А$$

$$I_{6-3} = \frac{S_{6-3}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.}} = \frac{700,8}{\sqrt{3} \cdot 10} = 40,5А$$

$$I_{2-3} = \frac{S_{2-3}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.}} = \frac{1078,8}{\sqrt{3} \cdot 10} = 62,4А$$

Анықталған ток бойынша токтың экономикалық тығыздығы есептеледі және кабельдің стандартты көп қимасы қабылданады. Кабельдің маркасы – ААБ, кабельдің стандартты қимасы - 35-240 мм^2 [9].

.

F_{2-1}=36,7 мм^2; Fст.$_{2-1}$=50 мм^2 ; $I_{доп}$=140 А

F_{1-4}=27,7 мм^2; Fст.$_{1-4}$=35 мм^2 ; $I_{доп}$=115 А

F_{4-5}=10,2 мм^2; Fст.$_{4-5}$=35 мм^2 ; $I_{доп}$=115 А

F_{5-6}=5,4 мм^2; Fст.$_{5-6}$=35 мм^2 ; $I_{доп}$=115 А

F_{6-3}=25,3 мм^2; Fст.$_{6-3}$=35 мм^2 ; $I_{доп}$=115 А

F_{2-3}=39 мм^2; Fст.$_{2-3}$=50 мм^2 ; $I_{доп}$=140 А

Таңдалған кабельдердің қимасын апттық режимдерде тексеру жүргізіледі: 1-2 және 2-3 желілердің үзілуі. 10 кВ тарату тораптарының қорегі

10 кВ-ТП екі шиналар секциясынан іске асады. Есептеу қалыпты режимдегі есептеуге ұқсас жүргізіледі. Есептеу нәтижелері 7.1 кестеге енгізіледі.

7.1 кесте – Таңдалған кабельдің қимасын апаттық режимде тексеру

Үзілген желілер	№ і-	Sіав, кВА	Ріав, кВт	Ііав, А	Fст., мм^2	Uдоп, А	Fст., мм^2
1-2	2-3	2094	1968	121	50	140	50
	3-6	1716	1613	99,2	35	115	35
	6-5	1166	1094	67,4	35	115	35
	5-4	733	689	42,4	35	115	35
	4,1	249	234	14,4	35	115	35
2-3	1-2	2094	1968	121	50	140	50
	1-4	1845	1734	107	35	115	35
	4-5	1361	1279	79	35	115	35
	5-6	928	872	54	35	115	35
	6-3	378	355	22	35	115	35

Қима табылған кезде кернеу шығыны келесі формула бойынша анықталады [9]:

$$\Delta U = \Delta U_{тб} \cdot M_a \quad (7.6)$$

мұндағы $\Delta U_{тб}$- кернеу шығынының меншікті шамасының кестелік мәні, %/кВт·км [9];

M_a –желі телімдерінің ұзындығында жүргізілген активті жүктемелердің соммасы, кВт·м.

Кернеудің есептік шығыны ΔU кернеудің рұқсат етілген шығынымен $\Delta U_{доп}$ салыстырылады.

$$\Delta U_{доп} = \Delta U_р \quad (7.7)$$

мұндағы $\Delta U_{доп}$=5% - жұмыстың қалыпты режимінде;

$\Delta U_{доп}$=10% - жұмыстың апаттық режимінде.

Жұмыстың қалыпты режиміндегі кернеу шығындары анықталады:

2-1 және 4-5 телімдердегі кернеу шығыны:

$$\Delta U_{2-1-4-5} = 0{,}654 \cdot 954{,}3 \cdot 220 \cdot 10^6 + 0{,}925 \cdot (720{,}2 \cdot 320 + 2365{,}3 \cdot 300) \cdot 10^6 = \\ = 0{,}42\% < 5\%$$

2-3 және 6-5 телімдердігі кернеу шығыны:

$$\Delta U_{2-3-6-5} = 0{,}654 \cdot 1014 \cdot 320 \cdot 10^{-6} + 0{,}925 \cdot (658{,}2 \cdot 230 + 147{,}75 \cdot 310) \cdot 10^{-6} = \\ = 0{,}4\% < 5\%$$

Жұмыстың апаттық режиміндегі кернеу шығындары анықталады:
1-2 телімнің үзілуі:

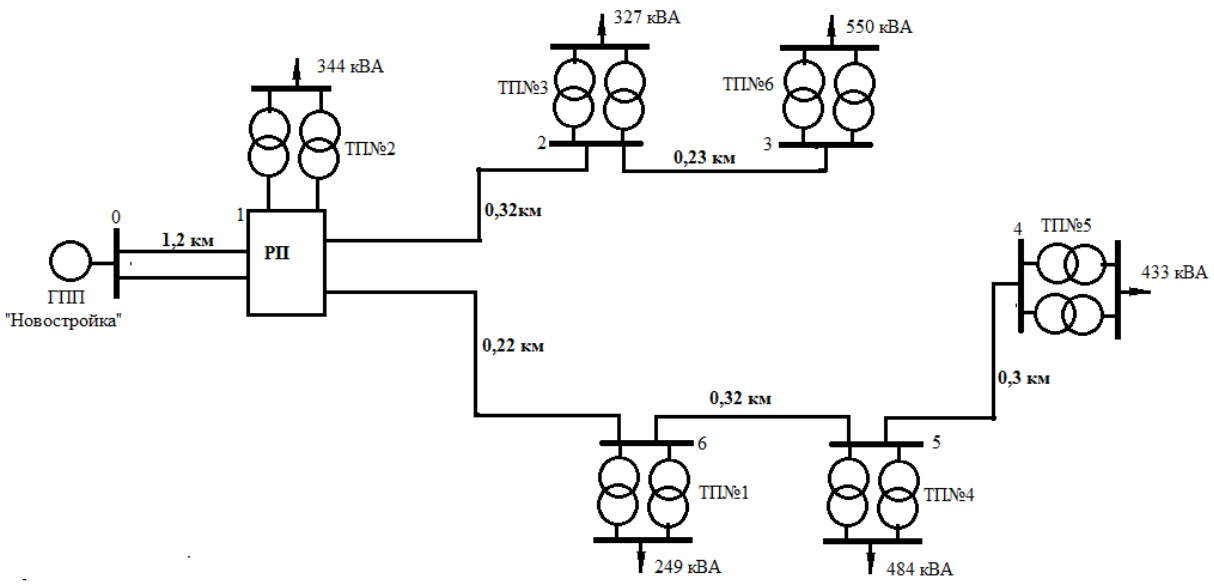
$$\Delta U_{2\text{-}3\text{-}6\text{-}5\text{-}4\text{-}1}=0{,}654\cdot 1968\cdot 320\cdot 10^{-6}+0{,}925\cdot(1613\cdot 230+1094\cdot 310+689\cdot 300+234\cdot 320)\cdot 10^{-6}=1{,}33\%<10\%$$

2-3 телімнің үзілуі:

$$\Delta U_{2\text{-}1\text{-}4\text{-}5\text{-}6\text{-}3}=0{,}654\cdot 1968\cdot 220\cdot 10^{-6}+0{,}925\cdot(1734\cdot 320+1279\cdot 300+872\cdot 310+355\cdot 230)\cdot 10^{-6}=1{,}48\%<10\%$$

Кабельді тораптардың таңдалған қимасы рұқсат етілген ток қыздыру бойынша және кернеу шығыны бойынша шарттарға сәйкес келеді.

10 кВ тарату торабының екі сәулелі сұлбасына есептеу жүргіземіз, ол үшін есептік сұлба келтіреміз (7.2 сурет).



7.2 сурет – Екі сәулелі сұлба, II нұсқа

Телімдер бойынша қуат ағындары анықталады:

$$S_{21}=S_1+S_4+S_5=249+484+433=1166\ \text{кВА};$$

$$S_{14}=S_4+S_5=484+433\ \text{кВА};$$

$$S_{4\text{-}5}=S_5=433\ \text{кВА};$$

$$S_{2\text{-}3}=S_6+S_3=378+550\ \text{кВА};$$

$S_{3-6}=S_6=550$ кВА.

Кабельді тораптың қимасын таңдау және есептеу I нұсқа сияқты жүргізіледі. Апаттық режимдегі есептеу екі тізбекті желінің береуі үзілген кезде жүргізіледі. Есептеу нәтижелерін 7.2 кестеге енгіземіз.

7.2 кесте – Кабельді тораптардың қимасын таңдау

Телім №	S_{mi},кВА	I_{pi}, А	F_i, мм^2	$F_{ст.i}$, мм^2	$I_{доп}$, А	$I_{ави}$,А
2-1	1166	33,7	21	35	115	67,4
1-4	917	26,5	17	35	115	53
4-5	433	12,5	7,8	35	115	25
2-3	928	26,8	17	35	115	53,6
3-6	550	16	10	35	115	32

Таңдалған кабельдің қимасын рұқсат етілген кернеу шығыны бойынша $\Delta U_{доп}$ тексеру қалыпты және апаттық режимдерде жүргізіледі. Апаттық режимде кернеу шығыны бойынша тексеру тармақ басында екі кабельдің біреуі істен шыққан кезде жүргізіледі 2-1 немесе 2-3 телімдер). Есептеу нәтижелері 7.3 кестеде көрсетілген.

7.3 кесте – Таңдалған кабельдердің қимасын кернеудің рұқсат етілген шығыны бойынша тексеру

Телім №	Pi, кВт	ℓi, м	$\Delta U_{тб}$, % км*мВт	ΔU_p, %	$\Delta U_{доп}$, %	$\Delta U_{рав}$, %	$\Delta U_{доп.ав}$, %
2-1	1096	220	0,925	0,59	5	1,2	10
1-4	862	320	0,925				
4-5	407	300	0,925				
2-3	872	320	0,925	0,4	5	0,8	10
3-6	517	230	0,925				

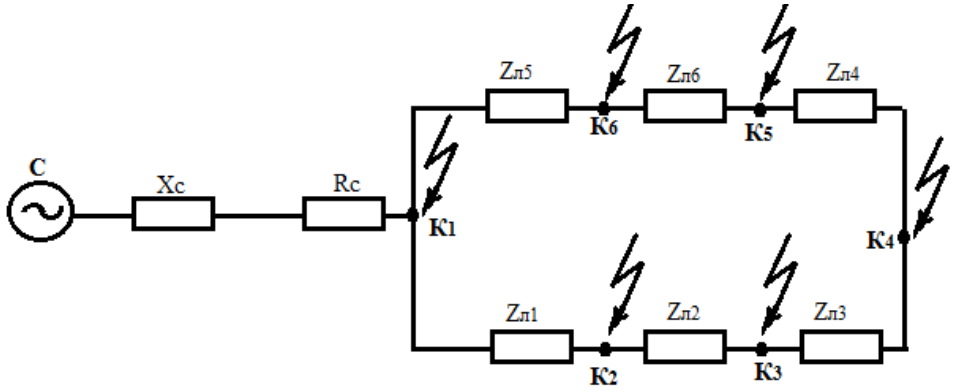
Кабельді тораптың таңдалған қимасы ұзақ рұқсат етілген ток қыздыру бойынша және кернеу шығыны бойынша тексеру шарттарын қанағаттандырады.

8 Қысқа тұйықталу тогын есептеу

Кабельді термиялық орнықтылыққа тексеру үшін қысқа тұйықталу тогына есептеу жүргізіледі.

I нұсқа.

Айналма тораптың алмастыру сұлбасы тұрғызылады (8.1 сурет).



8.1 сурет – Айналма тораптың алмастыру сұлбасы

Жүйенің кедергісі - 0,63 Ом; $I_{по}$=9,2 кА; $i_{уд}$=19 кА.

Желінің индуктивті және активті кедергісін есептейміз:

$$r_л = r_0 \cdot \ell_л \quad (8.1)$$

$$x_л = x_0 \cdot \ell_л \quad (8.2)$$

мұндағы x_0 – бойлық (погонное) индуктивті кедергі, Ом/км;

$r_о$ – бойлық активті кедергі, Ом/км;

ℓ – желі телімінің ұзындығы, км.

Қимасы 95 мм^2 кабельдер үшін: x_0=0,083 Ом/км, $r_о$=0,326 Ом/км;

Қимасы 50 мм^2 кабельдер үшін: x_0=0,09 Ом/км, $r_о$=0,62 Ом/км;

Қимасы 35 мм^2 кабельдер үшін: x_0=0,095 Ом/км, $r_о$=0,89 Ом/км.

$$r_л = \frac{r_о \cdot \ell_л}{2} = \frac{0{,}326 \cdot 1{,}2}{2} = 0{,}2 \text{ Ом}.$$

$$x_л = \frac{x_о \cdot \ell_л}{2} = \frac{0{,}83 \cdot 1{,}2}{2} = 0{,}5 \text{ Ом}.$$

Басқа телімдерде есептеуді осыған ұқсас жүргіземіз және нәтижелерін 8.1 кестеге енгіземіз.

8.1 кесте – Кедергіні есептеу нәтижелері

$x_{л1}$=0,09·0,22=0,02Ом	$r_{л1}$=0,62·0,22=0,136 Ом
$x_{л2}$=0,095·0,32=0,03Ом	$r_{л2}$=0,89·0,32=0,285 Ом
$x_{л3}$=0,095·0,3=0,025Ом	$r_{л3}$=0,89·0,3=0,267 Ом
$x_{л4}$=0,095·0,31=0,029Ом	$r_{л4}$=0,89·0,31=0,276 Ом
$x_{л5}$=0,09·0,32=0,03Ом	$r_{л5}$=0,62·0,32=0,198 Ом
$x_{л6}$=0,095·0,23=0,02Ом	$r_{л6}$=0,89·0,23=0,21 Ом

Базистік шамаға таңдау жүргіземіз:

$$S_б=100 \text{ МВА}, U_б=10,5 \text{ кВ},$$

$$r_{к1}=r_п=0,2 \text{ Ом};$$

Қысқа тұйықталу нүктесіне $К_1$ дейін кедергіні анықтаймыз:

- активті

$$r_{к-1}=r_л=0,2 \text{ Ом};$$

- индуктивті

$$x_{к-1}=x_с+x_л=0,63+0,05=0,68 \text{ Ом};$$

- толық

$$z_{к-1}=\sqrt{r_{к-1}^2+x_{к-1}^2}=\sqrt{0,2^2+0,68^2}=0,7 \text{Ом}$$

Кедергі салыстырмалы бірлікте анықталады:

$$z_{к-1*}=z_{к-1}\frac{S_б}{U_б^2}=0,7\frac{100}{10,5^2}=0,64$$

1. $К_1$ нүктесінде қысқа тұйықталу тогы анықталады:

Қисықтар бойынша қысқа тұйықталудың орныққан тогы салыстырмалы бірлікте анықталады [10]:

$$I^*_{\infty к-1}=1,55;$$

$I^* \infty$ атаулы бірлікке ауыстырамыз.

$$I_{\infty к-1}=I_{\infty к-1*}\cdot\frac{S_б}{\sqrt{3}\cdot U_б}=1,55\cdot\frac{100}{10,5}=8,53 \text{ кА}.$$

Есептік қисықтар бойынша уақыттың бастапқы моментіндегі қысқа тұйықталу тогы анықталады (t=0) [10]:

$I^*_{оп}$=1,51;

$$I_{0к-1} = I_{0к-1*} \cdot \frac{S_б}{\sqrt{3} \cdot U_б} = 1{,}51 \cdot \frac{100}{10{,}5} = 8{,}31 кА$$

Соққы тогы анықталады:

$$i_{ук-1} = \sqrt{2} \cdot k_у \cdot I_{0к-1} = \sqrt{2} \cdot 1{,}45 \cdot 8{,}31 = 17{,}1 \text{ кА} \qquad (8.4)$$

мұндағы $k_у$ – соққы коэффиценті, ([1] сәйкес $k_у$ =1,45)

2. $К_2$ нүктесінде қысқа тұйықталу тогы $I_{кз}$ анықталады:

$$r_{к-2} = r_{к-1} + \frac{r_{л1} \cdot (r_{л2} + r_{л3} + r_{л4} + r_{л5} + r_{л6})}{r_{л1} + r_{л2} + r_{л3} + r_{л4} + r_{л5} + r_{л6}} =$$

$$= 0{,}2 + \frac{0{,}136 \cdot (0{,}285 + 0{,}267 + 0{,}276 + 0{,}198 + 0{,}21)}{0{,}136 + 0{,}285 + 0{,}267 + 0{,}267 + 0{,}198 + 0{,}21} = 0{,}32 Ом$$

$$x_{к-2} = x_{к-1} + \frac{x_{л1} \cdot (x_{л2} + x_{л3} + x_{л4} + x_{л5} + x_{л6})}{x_{л1} + x_{л2} + x_{л3} + x_{л4} + x_{л5} + x_{л6}} =$$

$$= 0{,}681 + \frac{0{,}02 \cdot (0{,}03 + 0{,}025 + 0{,}029 + 0{,}03 + 0{,}02)}{0{,}02 + 0{,}03 + 0{,}025 + 0{,}029 + 0{,}03 + 0{,}02} = 0{,}7 Ом$$

$$z_{к-2} = \sqrt{r_{к-2}^2 + x_{к-2}^2} = \sqrt{0{,}32^2 + 0{,}7^2} = 0{,}77 Ом$$

Салыстырмалы бірлікте

$$z_{к-2*} = z_{к-2} \frac{S_б}{U_б^2} = 0{,}77 \frac{100}{10{,}5^2} = 0{,}7$$

Берілген қисықтар бойынша қысқа тұйықталудың орныққан тогы салыстырмалы бірлікте анықталады [10]:

$I^*_{\infty к-2}$ =1,5; $I^*_{0к-2}$=1,42;

$I_{*к-2\,\infty}$ атаулы бірлікке ауыстырамыз.

$$I_{\infty к-2} = I_{\infty к-2*} \cdot \frac{S_б}{\sqrt{3} \cdot U_б} = 1{,}5 \cdot \frac{100}{10{,}5} = 8{,}25 кА$$

$$I_{0к-2} = I_{0к-2*} \cdot \frac{S_б}{\sqrt{3} \cdot U_б} = 1{,}42 \cdot \frac{100}{10{,}5} = 7{,}82 кА$$

Соққы тогы анықталады: :

$$i_{ук-1} = \sqrt{2} \cdot k_у \cdot I_{0к-1} = \sqrt{2} \cdot 1{,}23 \cdot 7{,}82 = 13{,}56 \text{ кА}.$$

3. $К_3$ нүктесінде $I_{кз}$ қысқа тұйықталу тогы анықталады:

$$r_{к-3} = r_{к-1} + \frac{(r_{л1} + r_{л-2}) \cdot (r_{л3} + r_{л4} + r_{л5} + r_{л6})}{r_{л1} + r_{л2} + r_{л3} + r_{л4} + r_{л5} + r_{л6}} =$$

$$= 0{,}2 + \frac{(0{,}136 + 0{,}285) \cdot (0{,}267 + 0{,}276 + 0{,}198 + 0{,}21)}{0{,}136 + 0{,}285 + 0{,}267 + 0{,}267 + 0{,}198 + 0{,}21} = 0{,}49 \text{ Ом}$$

$$x_{к-3} = x_{к-1} + \frac{(x_{л1} + x_{л-2}) \cdot (x_{л3} + x_{л4} + x_{л5} + x_{л6})}{x_{л1} + x_{л2} + x_{л3} + x_{л4} + x_{л5} + x_{л6}} =$$

$$= 0{,}681 + \frac{(0{,}02 + 0{,}03) \cdot (0{,}025 + 0{,}029 + 0{,}03 + 0{,}02)}{0{,}02 + 0{,}03 + 0{,}025 + 0{,}029 + 0{,}03 + 0{,}02} = 0{,}715 \text{ Ом}$$

$$z_{к-3} = \sqrt{r_{к-3}^2 + x_{к-3}^2} = \sqrt{0{,}49^2 + 0{,}715^2} = 0{,}87 \text{Ом}$$

Салыстырмалы бірлікте

$$z_{к-3*} = z_{к-3} \frac{S_б}{U_б^2} = 0{,}87 \frac{100}{10{,}5^2} = 0{,}8$$

Берілген қисықтар бойынша қысқа тұйықталудың орныққан тогы салыстырмалы бірлікте анықталады [10]:

$I_{*к\text{-}3\,\infty} = 1{,}38$; $I^*_{к\text{-}30} = 1{,}25$;

$I_{*к\text{-}3\,\infty}$ атаулы бірлікке ауыстырамыз.

$$I_{\infty к-3} = I_{\infty к-3*} \cdot \frac{S_б}{\sqrt{3} \cdot U_б} = 1{,}38 \cdot \frac{100}{10{,}5} = 7{,}6 \text{кА}$$

$$I_{0к-3} = I_{0к-3*} \cdot \frac{S_б}{\sqrt{3} \cdot U_б} = 1{,}25 \cdot \frac{100}{10{,}5} = 6{,}9 \text{кА}$$

Соққы тогы анықталады:

$$i_{ук-3} = \sqrt{2} \cdot k_у \cdot I_{0к-3} = \sqrt{2} \cdot 1{,}15 \cdot 6{,}9 = 11.2 \text{кА}$$

4. $К_4$ нүктесінде қысқа тұйықталу тогы Iкз анықталады:

$$r_{к-4} = r_{к-1} + \frac{(r_{л1} + r_{л-2} + r_{л-3}) \cdot (r_{л4} + r_{л5} + r_{л6})}{r_{л1} + r_{л2} + r_{л3} + r_{л4} + r_{л5} + r_{л6}} = 0{,}2 + \frac{(0{,}136 + 0{,}285 + 0{,}267) \cdot (0{,}276 +}{0{,}136 + 0{,}285 + 0{,}267 + 0{,}267 +}$$
$$\frac{+ 0{,}198 + 0{,}21)}{+ 0{,}198 + 0{,}21} = 0{,}54\text{Ом}$$

$$x_{к-4} = x_{к-1} + \frac{(x_{л-1} + x_{л-2} + x_{л-3}) \cdot (x_{л4} + x_{л5} + x_{л6})}{x_{л1} + x_{л2} + x_{л3} + x_{л4} + x_{л5} + x_{л6}} = 0{,}681 + \frac{(0{,}02 + 0{,}03 + 0{,}025) \cdot (0{,}029 +}{0{,}02 + 0{,}03 + 0{,}025 + 0{,}029 +}$$
$$\frac{+ 0{,}03 + 0{,}02)}{+ 0{,}03 + 0{,}02} = 0{,}72\text{Ом}$$

$К_4$ қысқа тұйықталу нүктесіне дейін толық кедергіні анықтаймыз:

$$z_{к-4} = \sqrt{r_{к-4}^2 + x_{к-4}^2} = \sqrt{0{,}54^2 + 0{,}72^2} = 0{,}9\text{Ом}$$

Салыстырмалы бірлікте:

$$z_{к-4*} = z_{к-4} \frac{S_б}{U_б^2} = 0{,}9 \frac{100}{10{,}5^2} = 0{,}81$$

Берілген қисықтар бойынша қысқа тұйықталудың орныққан тогы салыстырмалы бірлікте анықталады [10]:

$I_{*к\text{-}4\,\infty} = 1{,}35$; $I^*_{к\text{-}40} = 1{,}2$;

$I_{*к\text{-}3\,\infty}$ атаулы бірлікке ауыстырамыз:

$$I_{\infty к-4} = I_{\infty к-4*} \cdot \frac{S_б}{\sqrt{3} \cdot U_б} = 1{,}35 \cdot \frac{100}{10{,}5} = 7{,}4\text{кА}$$

$$I_{0к-4} = I_{0к-4*} \cdot \frac{S_б}{\sqrt{3} \cdot U_б} = 1{,}2 \cdot \frac{100}{10{,}5} = 6{,}6\text{кА}$$

Соққы тогы анықталады:

$$i_{ук-4} = \sqrt{2} \cdot k_у \cdot I_{0к-4} = \sqrt{2} \cdot 1{,}05 \cdot 6{,}6 = 9{,}7\text{кА}$$

5. $К_5$ нүктесінде $I_{кз}$ қысқа тұйықталу огы анықталады:

$$r_{к-5} = r_{к-1} + \frac{(r_{л1} + r_{л-2} + r_{л-3} + r_{л-4}) \cdot (r_{л5} + r_{л6})}{r_{л1} + r_{л2} + r_{л3} + r_{л4} + r_{л5} + r_{л6}} = 0{,}2 + \frac{(0{,}136 + 0{,}285 + 0{,}267 + 0{,}276) \cdot}{0{,}136 + 0{,}285 + 0{,}267 + 0{,}267 +}$$
$$\frac{\cdot (0{,}198 + 0{,}21)}{+ 0{,}198 + 0{,}21} = 0{,}48\text{Ом}$$

$$x_{к-5} = x_{к-1} + \frac{(x_{л-1} + x_{л-2} + x_{л-3} + x_{л-4}) \cdot (x_{л5} + x_{л6})}{x_{л1} + x_{л2} + x_{л3} + x_{л4} + x_{л5} + x_{л6}} = 0{,}681 + \frac{(0{,}02 + 0{,}03 + 0{,}025 + 0{,}029) \cdot}{0{,}02 + 0{,}03 + 0{,}025 + 0{,}029 +}$$

$$\frac{\cdot (0{,}03 + 0{,}02)}{+ 0{,}03 + 0{,}02} = 0{,}715\text{Ом}$$

$К_5$ қысқа тұйықталу нүктесіне дейін толық кедергі анықталады:

$$z_{к-5} = \sqrt{r_{к-5}^2 + x_{к-5}^2} = \sqrt{0{,}48^2 + 0{,}715^2} = 0{,}86\text{Ом}$$

Салыстырмалы бірлікте:

$$z_{к-5*} = z_{к-5} \frac{S_б}{U_б^2} = 0{,}86 \frac{100}{10{,}5^2} = 0{,}78$$

Берілген қисықтар бойынша қысқа тұйықталудың орныққан тогы салыстырмалы бірлікте анықталады [10]:

$I_{*к\text{-}5\,\infty} = 1{,}39$; $I^{*}_{к\text{-}5\,0} = 1{,}28$;

$I_{*к\text{-}3\,\infty}$ атаулы бірлікке ауыстырамыз:

$$I_{\infty к-5} = I_{\infty к-5*} \cdot \frac{S_б}{\sqrt{3} \cdot U_б} = 1{,}39 \cdot \frac{100}{10{,}5} = 7{,}65\text{кА}$$

$$I_{0к-5} = I_{0к-5*} \cdot \frac{S_б}{\sqrt{3} \cdot U_б} = 1{,}28 \cdot \frac{100}{10{,}5} = 7{,}05\text{кА}$$

Соққы тогы анықталады:

$$i_{ук-5} = \sqrt{2} \cdot k_у \cdot I_{0к-5} = \sqrt{2} \cdot 1{,}1 \cdot 7{,}05 = 10{,}9\text{кА}$$

6. $К_6$ нүктесіндегі ток $I_{кз}$ анықталады:

$$r_{к-6} = r_{к-1} + \frac{(r_{л1} + r_{л-2} + r_{л-3} + r_{л-4} + r_{л-5}) \cdot r_{л-6}}{r_{л1} + r_{л2} + r_{л3} + r_{л4} + r_{л5} + r_{л6}} = 0{,}2 + \frac{(0{,}136 + 0{,}285 + 0{,}267 + 0{,}276 + 0{,}198) \cdot}{0{,}136 + 0{,}285 + 0{,}267 + 0{,}267 +}$$

$$\frac{\cdot 0{,}21}{+ 0{,}198 + 0{,}21} = 0{,}37\text{Ом}$$

$$x_{к-5} = x_{к-1} + \frac{(x_{л-1} + x_{л-2} + x_{л-3} + x_{л-4} + x_{л-5}) \cdot x_{л-6}}{x_{л1} + x_{л2} + x_{л3} + x_{л4} + x_{л5} + x_{л6}} =$$

$$= 0{,}681 + \frac{(0{,}02 + 0{,}03 + 0{,}025 + 0{,}029 + 0{,}03) \cdot 0{,}02}{0{,}02 + 0{,}03 + 0{,}025 + 0{,}029 + 0{,}03 + 0{,}02} = 0{,}69\text{Ом}$$

К6 қысқа тұйықталу тогына дейін толық кедергіні анықтаймыз:

$$z_{к-6} = \sqrt{r_{к-6}^2 + x_{к-6}^2} = \sqrt{0{,}37^2 + 0{,}69^2} = 0{,}78\text{Ом}$$

Салыстырмалы бірлікте

$$z_{к-6*} = z_{к-6}\frac{S_б}{U_б^2} = 0{,}78\frac{100}{10{,}5^2} = 0{,}71$$

Берілген қисықтар бойынша қысқа тұйықталудың орныққан тогы салыстырмалы бірлікте анықталады [10]:

$I_{*к\text{-}6\,\infty}$ =1,48; $I^{*}_{к\text{-}6\,0}$=1,4;

$I_{*к\text{-}3\,\infty}$ атаулы бірлікке ауыстырамыз:

$$I_{\infty к-6} = I_{\infty к-6*}\cdot\frac{S_б}{\sqrt{3}\cdot U_б} = 1{,}48\cdot\frac{100}{10{,}5} = 8{,}15\text{кА}$$

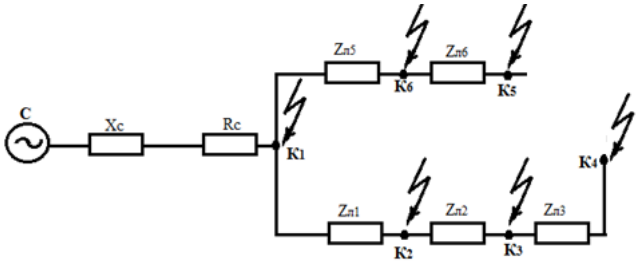
$$I_{0к-6} = I_{0к-6*}\cdot\frac{S_б}{\sqrt{3}\cdot U_б} = 1{,}28\cdot\frac{100}{10{,}5} = 7{,}7\text{кА}$$

Соққы тогы анықталады:

$$i_{ук-6} = \sqrt{2}\cdot k_у\cdot I_{0к-6} = \sqrt{2}\cdot 1{,}23\cdot 7{,}7 = 13{,}35\text{кА}$$

II нұсқа

Екі сәулелі тораптың алмастыру сұлбасы тұрғызылады (8.2 сурет)



8.2 сурет – Екі сәулелі тораптың алмастыру сұлбасы

Қысқа тұйықталу тогына есептеу осылай жүргізіледі. Есептеу нәтижелерін 8.2 кестеге енгіземіз.

8.2 кесте – Қысқа тұйықталу тогын есептеу нәтижелері

Желінің №	$x_л$, Ом	$r_л$, Ом	$x_{кі}$, Ом	$r_{кі}$, Ом	$z_к$, Ом	x_*	$I_{* \infty}$	I_∞,кА	$I_{* 0}$	I_0, кА	$i_{уд}$
1	0,021	0,196	0,702	0,396	0,81	0,735	1,46	8,03	1,38	7,6	12,3
2	0,03	0,285	0,732	0,681	0,99	0,9	1,25	6,88	1,11	6,11	8,6
3	0,029	0,267	0,761	0,948	1,21	1,1	1,05	5,78	0,91	5,01	7,1
5	0,03	0,285	0,711	0,485	0,86	0,78	1,38	7,59	1,26	6,94	9,8
6	0,022	0,205	0,733	0,69	1,01	0,91	1,25	6,88	1,11	6,11	8,6

9 Электрлік аппараттарды таңдау

Бұл бөлімде 10 кВ- тарату орындарының ұяшықтарында, 10 кВ трансформаторлы ҚС және «Алғабас» ҚС 10 кВ желілерін қоектендіретін ұяшықтарда электр жабдықтарын таңдау бойынша сұрақтар қарастырылады.

Жобаланатын ықшам ауданда тарату орны 250 кВА трансформаторлары бар трансформаторлы ҚС біріктірілген.

10 кВ тарату орны қалалық тораптарда 10 кВ электр энергияны қабылдау және тарату үшін арналған және жеке тұрған ғимаратта орнатылады. Сегіз отходящих желіге РПК-2Т типтегі тарату орнын таңдаймыз [9]. Күштік трансформаторлар, 0,4 кВ тарату қалқаны және 10 кВ тарату құрылғылары жеке ғимараттарда орнатылады.

10 кВ тарату құрылғылары КСО-212 камераларымен, 0,4 кВ тарату құрылғылары - ЩО-70 [14] сериялы панельдермен жинақталады. Трансформаторлар 0,4 кВ қалқандармен жалаңаш шиналар арқылы, ал 10 кВ ТҚ – кабельмен қосылады. Металлқұрылымдарды (камера, шиналар, панельдер) бекіту керегелер мен едендерде төселген металл бөлшектерді балқытып біріктіру арқылы іске асады, олар жобаның құрылыс бөлімінде қарастырылады.

Өзіндік мұқтаждық панельдері жарықтандыру және электр жылыту қалқаныдарымен бірге 0,4 кВ ТҚ ғимаратында орнатылады. 0,4 кВ ТҚ сыртында ішкі вертикаль жарықтандыру панельдері үшін орын қарастырылады. Түнгі уақытта көшені жарықтандыруды автоматты реттеу үшін ЩУО-200 көшені жарықтандыру қалқаны орнатылады, ол 100 А енгізу аппаратымен, ток трансформаторы және санауышпен, 25 және 40 А төрт топты автоматтармен кешенделеді.

9.1. 10/0,4 кВ ҚС коммутациялық аппараттарды таңдау

9.1.1. Айырғыштарды таңдау

Айырғыштарды таңдаймыз:

- қондыру түрі бойынша – ішкі;
- қондырғының номиналды кернеуі бойынша:

$$U_{рн} \geq U_{ном}\ ;\ U_{рн} = 10\ кВ;\ U_{ном} = 10\ кВ;$$

- ұзақ мерзімді ток бойынша:

$$I_{рн} \geq I_{расч}\ ;\ I_{рн} = 400\ А;\ I_{расч} = 126\ А;$$

РВЗ-10/400 типтегі айырғышты таңдаймыз [12].

Таңдалған айырғыштарға тексеру жүргіземіз:

- термиялық тұрақтылыққа:

$$I_{пр.тер}^{2} \cdot t_{тер} \geq I_{\infty}^{2} \cdot t_{ф}\ , \qquad (9.1)$$

мұндағы $I_{пр.тер}$ – шекті термиялық ток, кА, ([12] сәйкес $I_{пр.тер}$ = 16 кА):

$t_{тер}$ – шекті термиялық токтың рұқсат етілген уақыты ([12] бойынша $t_{тер}$ = 4 с);

I_{∞} - қысқа тұйықталу тогының орныққан мәні кА, (қысқа тұйықталу тогын есептеуден I_{∞} = 9,2 кА деп аламыз);

$t_{ф}$ – қысқа тұйықталу тогы өтуінің жалған уақыты, ($t_{ф}$ = 0,6 с);

$$16^2 \cdot 4 = 1024 кА^2с \geq 9,2^2 \cdot 0,6 = 50,8 кА^2с$$

- электродтнамикалық төзімділікке:

$$i_y < i_{пр.с}\ , \qquad (9.2)$$

мұндағы i_y – қысқа тұйықталудың соққы тогы, кА,(қысқа тұйықталу тогын есептеуден i_y = 19 кА);

$i_{пр.с}$ – шекті өтпе тогы, кА, ([12] бойынша $i_{пр.с}$ = 41 кА);

$$19 \text{ кА} < 41 \text{ кА}.$$

Таңдалыған РВЗ-10/400 айырғыш тексеру шарттарын қанағаттандырады.

9.1.2 Ажыратқыштарды таңдау

Ажыратқыш келесілер бойынша таңдалады:

- қондырғының түрі бойынша – ішкі;
- қондырғының номиналды кернеуі бойынша:

$$U_{выкл.н} \geq U_{ном}\ ;\ U_{выкл.н} = 10 кВ;\ U_{ном} = 10 кВ;$$

- ұзақ мерзімді ток бойынша:

$$I_{выкл.н} \geq I_{расч};\ I_{выкл.н} = 630 А;\ I_{расч} = 126 А;$$

- ажыратылу мүмкіндігі бойынша:

$$I_o^{(3)} \leq I_{пр.с.},\ I_{пр.с.} = 12,5 кА;\ I_o^{(3)} = 8,7 кА;\ 8,7 < 12,5$$

ВВ/TEL-10-12,5/630-У2 типтегі вакуумды ажыратқышты таңдаймыз.

Ажыратқышты тексереміз:

- термиялық төзімділікке (9.1) формула бойынша:

$$12,5^2 \cdot 3 = 469\ кА^2с \geq 9,2^2 \cdot 0,6 = 50,8\ кА^2с$$

- электродинамикалық төзімділікке:

$$19 \text{ кА} < 32 \text{ кА}.$$

ВВ/TEL-10-12,5/630-У2 вакуумды ажыратқыш тексеру шарттарын қанағаттандырады.

9.1.3 Сақтандырғышты таңдау

Жабық тарату құрылғылары үшін ПК сериядағы кварцты толтырғышы бар сақтандырғыш таңдаймыз.

Сақтандырғыштар келесілер бойынша таңдалады:

1) Тораптың номиналды тогы бойынша

$$U_{с.ном} \geq U_{пр.н}; \; U_{с.ном}=10 \text{ кВ}; \; U_{прн}=10 \text{ кВ}$$

2) Бір қалыпты қосудың номинал тогы бойынша

$$I_{н.пл.вст} \geq I_{н.тр} \qquad (9.3)$$

$I_{н.тр}=14,5$ А; $I_{н.пл.вст}=20$ А; $I_{н.пр}=20$ А

3) Ажыратылу мүмкіндігі бойынша

$$I_{отк.} \geq I_{кз}^{(3)} \qquad (9.4)$$

$I_{отк}=12,5$ кА; $I^{(3)}$ кз=8,53 кА

12,5 кА>8,53 кА

ПКТ-10/20/ типтегі сақтандырғышты таңдаймыз.

Таңдалған сақтандырғыш тексеру шарттарын қанағаттандырады.

9.2 Жүктеме ажыратқышын таңдау

Жүктеме ажыратқышы келесі шарттар бойынша таңдалады:

1) қондыру орны бойынша - ішкі;

2) кернеу бойынша Uв.ном≥Uуст,

Uуст=10 кВ; Uв.ном=10 кВ

3) номиналды ток бойынша Iв.ном≥Iр

Iр=14 А; Iв.ном=30 А

4) сақтандырғыштың ажыратылуының шекті тогы бойынша:

$$I_{отк.в} \geq I_{кз}^{(3)} \qquad (9.5)$$

$I_{отк.н}=12,5$ кА; $I^{(3)}_{кз}=8,53$ кА

12 кА>8,53 кА

ПР-17 жетегі бар ВНПЗ-17 типтегі жүктеме ажыратқышын таңдаймыз.

9.3 Өлшеуіш трансформаторларын таңдау

9.2.1 Ток трансформаторларын таңдау

Ток трансформаторы келесілер бойынша таңдалады:

- қондыру орны бойынша – ішкі;
- қондырғының номиналды кернеуі бойынша:

$$U_{тт.н} \geq U_{ном} ; U_{тт.н} = 10 кВ; U_{ном} = 10 кВ;$$

- ұзақ мерзімді ток бойынша:

$$I_{тт.н} \geq I_{расч} ; I_{тт.н} = 150 А; I_{расч} = 126 А;$$

Дәлдік классы 0,5/10Р ТПЛ-10-У3 типтегі ток трансформаторын таңдаймыз.

Ток трансформаторына тексеру жүргіземіз:

- термиялық төзімділікке (9. 1) формула бойынша:

$$6,75^2 \cdot 3=137 кА^2с \geq 9,2^2 \cdot 0,6=50,8 кА^2с$$

- электродинамикалық төзімділікке:

$$19 кА < 37,5 кА.$$

- екінші реттік тізбектің рұқсат етілген жүктемесі бойынша:

$Z_2 \leq Z_{ном2}$;

$Z_{ном2} = 0,4$ Ом (0,5 дәлдік классы үшін)

Сыртқы тізбектің толық кедергісі келесі формула бойынша анықталады:

$$Z_2 = \Sigma r_{приб} + r_{пров} + r_{конт} ; \quad (9.3)$$

мұндағы $\Sigma r_{приб}$ – аспаптардың барлық тізбектей қосылған орамдарының кедергілері, Ом;

$r_{пров}$ – байланыстырушы сымдардың кедергісі, Ом;

$r_{конт}$ – түйістіргіш байланыстырулардың кедергісі, Ом,

$r_{конт} = 0,05$ Ом;

$$r_{пров} = \rho \cdot m \cdot l/F, \quad (9.4)$$

мұндағы ρ – сымның меншікті кедергісі, Ом/м·мм^2 ,(алюминий сым үшін ρ = 0,0283 Ом/м·мм^2) ;

m – қосылу сұлбасына тәуелді коэффициент, с.б. (m = 1);

ℓ – сымдардың ұзындығы, м,(ℓ = 5 м);

q – сымдардың қимасы, мм^2, (q = 4 мм^2) ;

$$r_{пров} = 0,0283 \cdot 1 \cdot 5/4 = 0,061 Ом;$$

Өлшеуіш аспаптарынан жүктеме 3 ВА құрайды, сонда:

$$\Sigma r_{приб} = S_{приб} / I_{2н}{}^2 = 3/5^2 = 0{,}12 \text{ Ом}, \quad (9.5)$$

$$Z_2 = 0{,}12 + 0{,}061 + 0{,}05 = 0{,}231 \text{ Ом};$$

0,231 Ом < 0,4 Ом шарт сақталады.

Ток трансформаторы өлшеудің берілген дәлдігін қамтамасыз етеді.

ТПЛ-10-УЗ типтегі ток трансформаторы тексеру шарттарын қанағаттандырады.

9.2.2 Ток трансформаторларын таңдау

ТТ таңдау «Алғабас» ҚС қоректендіргіш желілері ұяшықтарының ТТ таңдауға ұқсас.

9.1 кесте – 10 кВ тарату орындарында ток трансформаторларын таңдау

Трансформатордың параметрлері	Тексеруді таңдау шарттары	Ұяшық түрлері			
		енгізулер	секция	желілер	ТМ
Рансформатордың типі	Ұяшық сериясымен анықталады	ТПЛ-10	ТПЛ-10	ТПЛ-10	ТПЛ-10
Номиналды кернеу	$U_{тт.ном} < U_{ном}$ $U_{ном}$=10 кВ	10 кВ	10 кВ	10 кВ	10 кВ
Номиналды тоу					
первичный	$I_{расч} < I_{1н}$	126А<150 А	63 А<75А	48А<50А	14,5А<30А
Екінші	$I_{2н}$=5 А	5А	5А	5А	5А
Дәлдік классы	Қосылған аспаптардың дәлдік классына сәйкес	0,5/10р	0,5/10р	0,5/10р	0,5/10р
Екінші номиналды жүктеме	$Z_2 \leq Z_{ном}$ $Z_{ном}$=0,4 Ом	0,39 Ом	0,183 Ом	0,331 Ом	0,331 Ом
Динамикалық төзімділік	$i_{уд} \leq i_{дан.ном}$ $i_{уд}$=17,1 кА	37,5 кА	37,5 кА	37,5 кА	37,5 кА
Термиялық төзімділік	$I^2_{пр.тер} \cdot t_{тер} \geq I^2_{\infty} * t_ф$	136 кА^2 С	34,2 кА^2 С	15,2 кА^2 С	5,5 кА^2 С

9.2.3 Кернеудің өлшеуіштік трансформаторларын таңдау және тексеру

Кернеудің өлшеуіштік трансформаторлары келесі шарттар бойынша таңдалады:

1) қондырғының орны бойынша – ішкі;

2) номиналды кернеудің шамасы бойынша $U_{н.итн} \geq U_{ном}$

$$U_{н.итн}=10 \text{ кВ}; \; U_{ном}=10 \text{ кВ}$$

3) орамдарды жалғау сұлбасы және құрылымы бойынша:

Y111/Y111/Δ1 /2/ орамдарды жалғау сұлбасымен НТМИ-10-66УЗ таңдалады.

4) дәлдік классы бойынша – 0,5

5) екінші жүктеме бойынша:

$$S_2 \leq S_{ном}$$

$S_{ном}$=120 ВА – 3 дәлдік класының 0,5 номиналды қуаты. Барлық өлшеуіштік аспаптардың S_2 жүктемесі. Кернеудің өлшеуіштік трансформаторлары 9.2 кестеде көрсетілген.

9.2 кесте – Өлшеуіш аспаптарының жүктемесі

Аспап	Место установки	Типі	$P_{обм}$, Вт	$n_{обм}$	cosφ	sinφ	$n_{приб}$	Жұмсалған қуат	
								P, Вт	Q,ВАр
Вольтметр	Құрама шиналар	Э-335	2	1	1	0	4	8	0
Активті энергия санауышы	10 кВ кірме	И-680М	2	2	0,38	0,925	1	4	3,7
Реактивті энергия санауышы		И-670М	3	2	0,38	0,925	1	6	14,6
Активті энергия санауышы	отходящая линия	И-673М	2	2	0,38	0,925	3	12	29
Реактивті энергия санауышы		И-673М	3	2	0,38	0,925	3	18	43,8
Активті энергия санауышы	ТМ	И-673М	2	2	0,38	0,925	1	4	3,7
Реактивті энергия санауышы		И-673М	3	2	0,38	0,925	1	6	14,6

Жалпы тұтынылатын активті қуат - 50 Вт;
Жалпы тұтынылатын реактивті қуат – 109,4 ВАр;
Барлық орнатылған аспаптардың жалпы қуаты:

$$S_2 = 50^2 + 109{,}4^2 = 114 \text{ ВА}$$

$$114\text{ВА} < 120\text{ВА}$$

НТМИ-10-66УЗ типтегі кернеудің өлшеуіш трансформаторлары таңдау шарттарын қанағаттандырады.

9.4 10 кВ тарату орындарында жабдықтарды таңдау

Айырғыштарды, вакуумды ажыратқыштарды, ток трансформаторларын таңдау осылай жүргізіледі, нәтижелері 9.3 және 9.5 кестелерде көрсетілген.

9.3 кесте – 10 кВ тарату орындарының кірме ұяшықтарында электр жабдықтарды таңдау

Таңдау шарттары	Есептік мәндер	Каталогты мәндер		
		Айырғыштар		Вакуумды ажыратқыш
		Шиналы РВ	Сызықты РВ	
$U_{рн} \geq U_{ном}$	10 кВ	10 кВ	10 кВ	10 кВ
$I_{рн} \geq I_{расч}$	126 А	400 А	400 А	630 А
$I_{пр.тер}^2 \cdot t_{тер} \geq I\infty^2 \times t_ф$	36,3 $кА^2 \cdot с$	1024 $кА^2 \cdot с$	1024 $кА^2 \cdot с$	469 $кА^2 \cdot с$
$i_{пр.с} \geq i_у$	17,1 кА	41 кА	41 кА	32 кА
$I_{пр.с} \geq I_о^{(3)}$	8,31 кА	-	-	12,5 кА

9.4 кесте – Секциялау ұяшықтарының электр жабдықтарын таңдау

Таңдау шарттары	Есептік мәндер	Каталогты мәндер	
		Айырғыштар	Вакуумды ажыратқыш
$U_{рн} \geq U_{ном}$	10 кВ	10 кВ	10 кВ
$I_{рн} \geq I_{расч}$	63 А	400 А	630 А
$I_{пр.тер}^2 \cdot t_{тер} \geq I\infty^2 \times t_ф$	35,4 $кА^2 \cdot с$	1024 $кА^2 \cdot с$	469 $кА^2 \cdot с$
$i_{пр.с} \geq i_у$	17,1 кА	41 кА	32 кА
$I_{пр.с} \geq I_о^{(3)}$	8,31 кА	- 12,5 кА	

9.5 кесте - -Ұяшықтарды таңдау

Таңдау шарттары	Есептік мәндер	Каталогты мәндер	
		Айырғыштар	Вакуумды ажыратқыш
$U_{рн} \geq U_{ном}$	10 кВ	10 кВ	10 кВ
$I_{рн} \geq I_{расч}$	49 А	400 А	630 А
$I_{пр.тер}^2 \cdot t_{тер} \geq I\infty^2 \times t_ф$	32 $кА^2 \cdot с$	1024 $кА^2 \cdot с$	469 $кА^2 \cdot с$
$i_{пр.с} \geq i_у$	17,1 кА	41 кА	32 кА
$I_{пр.с} \geq I_о^{(3)}$	8,31 кА	12,5 кА	

9.5 Шиналарды таңдау

10 кВ тарату орындарында қимасы төртбұрыш құрама шиналар қолданылады. ЭҚЕ сәйкес ТҚ құрама шиналарының қимасын токтың экономикалық тығыздығы бойынша таңдамайды, себебі жұмыс тогының бөлінуі анық емес. Шиналар жүктеменің рұқсат етілген тогы бойынша таңдалады.

$$I_{раб} \leq I_{доп} \qquad (9.6)$$

мұндағы $I_{доп}$- шина жүктемесінің рұқсат етілген тогы, А;

$I_{раб}$ – жүктеме тогы, $I_{раб}$ =126 А

КСО камералары маркасы АДО 60х3 $мм^2$ қимасы төртбұрыш алюминий шиналармен жинақталады.

$I_{доп}$ =870 А

1 А< 870 А> 126 А

Таңдалған шиналар термиялық және электродинамикалық төзімділікке тексеріледі.

Шиналарды электродинамикалық төзімділікке тексереміз:

Бір жолақты шиналарды механикалық есептеу кезінде орташа фаза шинасына әсер ететін (шиналардың бір жазықтықта орналасуы кезінде) ең үлкен күш (F) келесі формула арқылы анықталады:

$$F_{рас} = \sqrt{3} \cdot i_{уд}^{(3)2} \cdot \frac{\ell}{a} \cdot 10^{-7} \quad (9.7)$$

мұндағы $i_{уд}^{(3)2}$- үшфазалы қысқа тұйықталу кезіндегі соққы тоғы, А;

ℓ – тірек оқшаулама арасындағы аралық ұзындығы, м; (ℓ=1,1 м ге тең деп аламыз);

а – фазалар арасындағы қашықтық, м, (а=0,25 м ге тең деп аламыз).

$$F_{рас} = \sqrt{3} \cdot 10^{-7} \cdot 17 \cdot \frac{1{,}1}{0{,}25} = 223 \text{ Н}.$$

F күш иілу моментін (М) туғызады:

$$M = \frac{F \cdot \ell}{10} = \frac{223 \cdot 1{,}1}{10} = 24{,}5 \text{ Н·м}.$$

Иілу моменті әсер еткенде туындайтын шина материалындағы кернеу $\sigma_{расч}$:

$$\sigma_{рас} = \frac{M}{W} \quad (9.8)$$

мұндағы W- шина кедергісінің моменті $см^2$ [6]

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} \quad (9.9)$$

мұндағы b- шина қалындығы, см; b=0,6 см;

h- шина ені, см; h=6 см;

$$W = \frac{0{,}6 \cdot 6^2}{6} = 3{,}6 \text{ см}^3 = 3{,}6 \cdot 10^{-6} \text{м}^3.$$

$$\sigma_{рас} = \frac{24{,}5}{3{,}6 \cdot 10^{-6}} = 6{,}8 \text{ МПа}.$$

Егер келесі шарт сақталса, механикалық шиналар берік:

$\sigma_{расч} \leq \sigma_{доп}$

мұндағы $\sigma_{доп}$- шина материалындағы рұқсат етілген механикалық кернеу

$$\sigma_{доп} = 40 \text{ МПа}.$$

6,8 МПа<40 МПа

Таңдалған шиналар электродинамикалық тұрақтылық шартын қанағаттандырады.

Шиналарды термиялық төзімділікке тексереміз. Шина қимасының минималды термиялық төзімділігі келесі формуламен анықталады:

$$S_{min} = \frac{I_{\infty} \cdot \sqrt{t_{п}}}{C} \tag{9.10}$$

мұндағы С – жылулық функция, С=95 [15] А·с /мм^2

$$S_{min} = \frac{8530 \cdot \sqrt{0{,}08}}{95} = 25{,}4 \text{ мм}^2.$$

$S_{min} \leq S_р \cdot 25{,}4$ мм^2<360 мм^2

Таңдалған шиналар термиялық төзімділік шартын қанағаттандырады.

9.5 Оқшауламаларды таңдау

Құрама шиналар ОФ-10 типті тірек оқшаламаларға бекітіледі. Тірек оқшауламалар таңдалады:

1) номиналды кернеу бойынша

2) $U_{сети} \geq U_{уст}$; $U_{уст}$=10кВ;$U_{сети}$=10кВ

3) рұқсат етілген жүктеме бойынша

$$F_{расч} \leq F_{доп}, \tag{9.11}$$

мұндағы $F_{расч}$- оқшауламаға әсер ететін күш, Н;

$F_{доп}$ – оқшауламаның рұқсат етілген жүктемесі, Н;

$$F_{доп} = 0{,}6 \cdot F_{разр}, \tag{9.12}$$

мұндағы $F_{разр}$- иілу кезіндегі бұзылу жүктемесі.

Барлық фазадағы оқшауламалардың горизонталь және вертикаль орналасуы кезінде есептік күш $F_{расч}$ келесідей анықталады:

$$F_{расч} = \sqrt{3} \cdot 10^{-7} \cdot \frac{i_{уд}^2 \cdot l}{a} \cdot k_n, \qquad (9.13)$$

мұндағы $i_{уд}$ –үшфазалы қысқа тұйықталу кезіндегі соққы тоғы, А;

ℓ – тірек оқшауламалар арасындағы аралық ұзындық, м (ℓ=1,1м ге тең деп аламыз);

а – фазалар арасындағы қашықтық, м (а=0,25м ге тең деп аламыз);

k_n- шина биіктігіне байланысты көрсеткіш коэффициент, о.е.(шиналардың жалпағынан орналасуы кезінде k_n=1 тең деп аламыз).

$$F_{расч} = \sqrt{3} \cdot 10^{-7} \cdot \frac{17100^2 \cdot 1{,}1}{0{,}25},$$

ОФ-10-375УЗ /10/ типті оқшауламаны таңдаймыз

$F_{разр}$=3675Н

$F_{доп}$=0,6·3675=2205Н

222Н<2205Н

Таңдалған оқшаулама таңдау шарттарын қанағаттандырады.

9.7 Тарату орнының өзіндік мұқтаждығы

Тарату орнының өзіндік мұқтаждығының тұтынушылары: электрмен жарықтандыру, электрмен жылыту, қорғануға арналған оперативті ток жүйесі, автоматика мен дабыл жүйесі, сонымен бірге жөндеу жұмыстарындағы жүктеме болып табылады. Сенімділік мақсатында, өзіндік мұқтаждық қорегі негізгі қалқандағы күштік трансформатордың екі шығысынан 400 В кернеуге қарастырылған. Өзіндік мұқтаждық панеліне қоректенуші шығыстар ҚАР мен жабдықталған. Тарату орнында жұмыстық жарықтандыру кернеуі 220 В және апаттық кернеуі 36 В қарастырылған. 10кВ тарату құрылғыларында камера алдын жұмыстық жарықтандыру және кіре берісті басқару үшін жарықтық камералар КСО-292 қолданылады. Бөлмеде 400 В таратылған қалқандар шамдал жұмысын үлкен индустрияландыру мақсатында тек қана қалқан жиегіне орнатылады.

10кВ-ТҚ ғимараттағы электрмен жылыту техникалық шарттарға сәйкес КСО-292 камераларының жұмысы қоршаған ауада - 5ºС тан + 35ºС температурада рұқсат етілуін қарастырады. Жылыту аспаптарын басқару өзіндік мұқтаждық панельдерінде орнатылған автоматтардың көмегімен іске асады.

10 10 кВ желілердің релелік қорғанысы және автоматика

Электр қондырдырғылары релелік қорғаеыс құрылғыларымен жабдықталуы керек, олар келесілер үшін арналған:

- электрлік жүйедегі (электр қондырғыларындағы) зақымдалған элементті басқа зақымдалмаған бөліктерден ажыратқыштардың көмегімен автоматты түрде ажырату; егер зақымдалу (мысалы, оқшауланған бейтараптамалары бар тораптарда жерге тұйықталу) тікелей электрлік жүйенің жұмысын бұзбайтын болса, релелік қорғаныс әрекеті тек қана дабылға рұқсат етіледі;

- электрлік жүйенің элементтерінің қалыпты емес, қауіпті жұмыс режимдеріне жауап қайтару (мысалы, асқын жүктеме, гидрогенератордың статор орамындағы кернеудің жоғарылауы); жұмыс режиміне және электр қондырғыларын пайдалану шарттарына байланысты релелік қорғаныс дабылға әсер етумен және жұмысқа зиян келтіретін элементтердің ажыратылуына орындалу керек.

Электр қондырғыларын арзандату мақсатында релелік қорғаныс пен автоматты ажыратқыштардың орнына сақтандырғыштар және ашық балқығыш кірмелер қолдану керек, олар:

- қажет етілген параметрлермен таңдалуы мүмкін (номиналды кернеу және ток, ажыратудың номиналды тогы);

- қажет сезімталдық пен іріктелгіштікті қамтамасыз етеді;

- электр қондырғыларының жұмыс шарты бойынша автоматиканы қолдануға кедергі келтірмейді (автоматты қайта қосылу – АҚҚ, резервтің автоматты қосылуы – РАҚ).

Релелік қорғаныс құрылғылары жүйенің зақымдалмаған бөлігінің үздіксіз жұмысын сақтау мақсатында ҚТ ажыратылуының аз уақытын қамтамасыз ету (тұтынушылардың электр қондырғыларының және электрлік жүйенің тұрақты жұмысы, жұмысты қалпына келтіру мүмкіндігі, электр қозғалтқыштарының өздігінен іске қосылуы, тартылыс және синхронизм) және зақымдалған элементтің деңгейі мен саласын шектеу керек.

Ажыратуға әсер ететін релелік қорғаныс электр қондырғының қандай да бір элементі зақымдалған кезде тек қана зақымдалған элементтің ажырауын қамтамасыз етуі керек.

Қорғаныстың іріктелгіштік емес әрекеті рұқсат етіледі (АҚҚ және РАҚ арқылы жөнделетін):

- жеңілдетілген негізі электрлік сұдбаларды пайдалану кезінде ҚТ ажырауын тездетуді қамтамасыз ету.

Релелік қорғаныс құрылғылары әрекеттің іріктелгіштігін қамтамасыз ету уақыты аралығында келелірер орындалуға рұқсат етіледі:

- ҚТ ажыратылған уақыт аралығында 3 талап орындалуы керек;

- қорғаныс резерв ретінде әсер етеді.

Релелік қорғаныстың жұмыс істеу сенімділігі параметрлері мен орындалуы бойынша мақсатқа сәйкес келетін құрылғыларды қолдану арқылы қамтамасыз етілуі керек.

Қажет кезде жұмыс істеу сенімділігін жоғарылату үшін арнайы шаралар қолданылады, олар сұлбалық резервтеу, жағдайды мерзімді және үздіксіз бақылау. Сонымен қатар, релелік қорғанысқа қажет операцияларды жүргізу кезінде қызметкелердің қате әрекеттерін де ескеру керек.

10 кВ тораптары оқшауланған бейтараптамалармен орындалады.

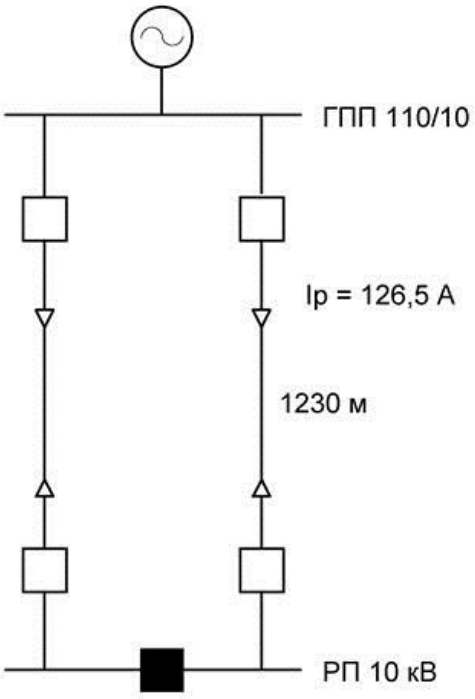
Бұндай тораптар үшін жерге фаза аралық және бір фазалы тұйықталудан релелік қорғаныс құрылғылары қарастырылуы керек.

10 кВ қоректендіргіш және таратушы тораптар үшін негізі ретінде максимал ток қорғанысы қызмет етеді. Фаза аралық тұйықталудан қорғаныс екі фазалы (А және С фазалары – қорғаныс тогының трансформаторлары сол фазаларда орнатылған) орындалады. 10 кВ кабель желілері үшін жерге тұйықталудан қорғаныс орнатылады. Кабель желілерін қорғау үшін айнымалы оперативті токта РТ-85/2 релесі қолданылады.

Айнымалы оперативті ток көзі ретінде ток және кернеу трансформаторлары қызмет етеді.

10.1 Максимал ток қорғанысыщ МТҚ есептеу

«Алғабас» ҚС таратушы орындарындағы қоректендіргіш кабель желілері үшін МТҚ есептеледі.



10.1 сурет – Қоректендіргіш кабель желісін қорғау сұлбасы

Желідегі максималды жұмыс тогы 126,5 А.

Орнатуға ТПЛ-10-150/5 ток трансформаторын қабылдаймыз, «толық емес жұлдыз» сұлбасы бойынша қосылған.

Қорғаныстың іске қосылу тогын [8] формула арқылы табамыз:

$$I_{с.з.} = \frac{k_н \cdot k_{с.з}}{k_в} \cdot I_{раб.мак.}, А \qquad (10.1)$$

мұндағы $k_н$ – сенімділік коэффициенті, (РТ-85/2 реле үшін $k_н$=1,2);

$k_{с.з}$ – өздігінен іске қосылу коэффициенті, жүктеменің түріне байланысты ($k_{с.з}$=1,2);

$k_в$ – релені қайтару коэффициенті (РТ-85/2 реле үшін $k_в$=0,8).

$$I_{с.з.} = \frac{1,2 \cdot 1,2}{0,8} \cdot 126,5 = 227,7 \ А$$

Реленің іске қосылу тогы анықталады:

$$I_{с.з.} = \frac{I_{с.з} \cdot k_{с.х}}{n_{тт}}, А \qquad (10.2)$$

мұндағы $k_{сх}$ – сұлбаның коэффициенті, ($k_{сх}$=1);

$n_{тт}$ – ток трансформаторының түрлену коэффициенті ($n_{тт}$=30).

$$I_{с.р.} = \frac{227,7 \cdot 1}{30} = 7,59 \ А.$$

Реленің іске қосылу тогын таңдаймыз – 8 А.

Қорғаныстың сезімталдығын тексереміз:

$$k_ч = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{I^{(2)}_{кз.мин}}{I_{с.з.}}, А \qquad (10.3)$$

$$k_ч = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{8530}{227,7} = 32,4 > 1,5 \ А.$$

$k_ч$>1,5 – для основной зоны.

Қорғаныстың сезімталдығы дұрыс.

10 кВ МТҚ есептеулері осылай жүргізіледі. Есептеу нәтижелері 10.1 кестеге енгізіледі.

10.1 кесте – 10 кВ таратушы тораптардың МТҚ есептеу нәтижелері

Қорғаныс орнатылған орын	$n_{тт}$	Қалыпты режимдегі мұлба				Апатты режимдегі сұлба			
		$I_р$, А	$I_{сз}$, А	$I_{ср}$, А	$k_ч$	$I_р$, А	$I_{сз}$, А	$I_{ср}$, А	$k_ч$
Кіріс ұяшықтары	30	63	106	3,5/4	60,7	126,5	227,7	7,59/8	25,4
Желі ұяшықтары	30	48,8	87,8	2,9/3	73,3	106,6	191,9	6,4/7	36,8

10.2 Ток ауытқуын есептеу

Ток ауытқуының іске қосылу тогы анықталады:

$$I_{с.о} = k_н \cdot I_{кз}^{(3)} \qquad (10.4)$$

мұндағы $k_н$ – реленің іске қосылу тогынында қателікті ескеретін сенімділік коэффициенті, $k_н$=1,5 – реле үшін РТ-85 /13/;

$$I_{с.о} = 1{,}5 \cdot 8530 = 12795 \text{ А.}$$

Реленің іске қосылу тогы анықталады:

$$I_{с.р} = \frac{I_{с.о} \cdot k_{сх}}{n_{тт}} = \frac{12795 \cdot 1}{30} = 26{,}5 \text{ А.}$$

$$I_{р.к.мах} = \frac{I_{кз.мах} \cdot k_{сх}}{n_{тт}} = \frac{9175 \cdot 1}{30} = 305{,}8 \text{ А.}$$

Сезімталдық коэффициенті анықталады:

$$k_ч = \frac{I_{кз.мах}}{I_{ср}} = \frac{305{,}8}{26{,}5} = 11{,}5 > 1{,}2 \text{ А.}$$

Ток ауытқуы сезімталдық бойынша өтеді.

10.3 0,4 кВ кабель желісін қорғау аппаратураларын таңдау

0,4 кВ кабель желілері ПН-2 сақтандырғыштармен қорғалады.

Сақтандырғыштарды таңдау және тексеруді №1 тұрғын үй – 0,4 кВ трансформаторлы ҚС мысалында қарастырамыз.

Кабельді желілер АВВГ (3х35+1х16) маркасындағы кабельмен орындалған $I_{доп}$ = 135 А, $I_р$ = 62,8 А; $I_{ав}$ = 125,6 А.

Сақтандырғыш желінің апаттық тогын өткізетін болғандықтан, балқығыш кірмедегі номиналды ток апатты токтан көп болуы керек.

$$I_{н.пл.вст} \geq I_{ав} \qquad (10.5)$$

ПН-2-250 сақтандырғыштарын таңдаймыз.
$U_{н.пр.}$= 380 В; $I_{ном.пр.}$ = 250 А; $I_{н.пл.вст.}$ = 150 А; $I_{отк}$ = 40 кА.
Жерге тұйықталу немесе нөлдік сым кезінде келесі шарт сақталуы керек:

$$I_{пл.вст} \leq \frac{I_{кз}^{(1)}}{3} \qquad (10.6)$$

мұндағы $I_{кз}^{(1)}$ - бір фазалы қысқа тұйықталудың минимал тогы, кА. Сымның ілмегінің толық кедергісінің шамасын [8] формуланы қолданып анықтаймыз.

$$I_{кз}^{(1)} = \frac{U_ф}{Z_п}, \qquad (10.7)$$

мұндағы $Z_п$ - фаза-нөл ілмегінің кедергісі, Ом;

$$Z_п = Z_о \cdot \ell = 2{,}9 \cdot 0{,}11 = 0{,}32 \text{ Ом.}$$

Талсым қимасы 35 мм^2 кабельдер үшін $Z_о$=2,9 Ом/км
ℓ - телім ұзындығы, км.

$$I_{кз}^{(1)} = \frac{220}{0{,}32} = 687{,}5 \text{ А;}$$

150 < 687,5/3;
150 А < 229 А.

Таңдалған сақтандырғыш тексеру шартына сәйкес келеді. Басқа желілердің сақтандырғыштарын осылай таңдаймыз. Есептеу нәтижелері 2 қосымшаның Қ2.1 кестесінде көрсетілген.

ЩО-70 сериясындағы тарату қалқандараның панельдері 100-630 А токта РПБ-3 шаппа қосқыштармен жабдықталған.

11 Ықшам ауданды электрмен жабдықтаудың екі сұлбасын технико-экономикалық салыстыру

11.1 Келтірілген жылдық шығындар

Электрмен жабдықтау сұлбасының нұсқаларын таңдау екі нұсқаны салыстыру негізінде жүргізіледі: I – айналма сұлба (6.2 сурет) және II – екі сәулелі магистральді сұлба.

Есептеу келтірілген жылдық жұмсалымдардың минимумы бойынша жүргізіледі.

$$З_i = р_н \cdot К_i + С_i + У_i \qquad (11.1)$$

мұндағы $З_i$ – әр нұсқа бойынша келтірілген жылдық жұмсалымдар, мың.тенге.;

$р_н$ – экономикалық тиімділіктің нормативті коэффициенті, $р_н$=0,12;

$К_i$ – әр нұсқа бойынша бастапқы қаржы салымы, мың.теңге.;

$С_i$ – і-нұсқаның жыл сайынғы пайдалану шығындары, мың. тенге.;

$У_i$ – электрмен жабдықтаудың үзілісінен келген жылдық залалдар, мың.теңге.

Нұсқалар бойынша бастапқы күрделі қаржы салымдарын анықтау:

Барлық күрделі қаржы салымдары келесі формула бойынша анықталады:

$$К = К_{тп} + К_{кл} \qquad (11.2)$$

мұндағы $К_{тп}$ – трансформаторлы ҚС құрылысына жұмсалған күрделі қаржы шығыны, мың.теңге.

$К_{кл}$ – кабельді желілердің құрылысына жұмсалған күрделі қаржы шығыны, мың. тенге.

$$К_{кл} = \sum \ell_{кл} \cdot (К_{уд.кл} + К_{уд.соур} + К_{уд.тр}) \cdot k_п + К_{доп} \qquad (11.3)$$

мұндағы $\ell_{кл}$ – кабельді желілердің ұзындығы, км;

$К_{уд.кл}$ – кабельді желілердің меншікті құны,1 км, мың. тенге.;

$К_{уд.тр}$ – кабельдердің санына байланысты ордың меншікті құны;

1 кабель - $К_{уд.кл\ I}$ =16,6 мың. тенге.

2 кабель - $К_{уд.кл\ II}$=19.2 мың. тенге.

$К_{уд.соур}$ – қалаларда кабельді желілердің құрылысы кезінде тас жолдарды қалпына келтірудің және жөндеудің құны; Ұзындығы 1 км және ені 200 мм - $К_{уд\cdot соур.\ I}$ =20 мың. тенге.; $К_{уд.соур.\ II}$ =30 мың. тенге.

$k_{п.}$ – түзету коэффициенті, $К_{п.кі}$ 1,1;

$К_{доп}$ – кабельді құрылымдарға жұмсалатын қосымша жұмсалымдар, сыртқы жарықтандыру және жерлендіру, 0 ге тең деп алынады, кабель орға төселеді.

11.1 кесте – Кабельді құрылыстардың жұмсалымдары

№	Sст.кабель, мм^2	Кабельдің ұзындығы, км	$К_{уд.к}$, мың. теңге.
I нұсқа	50	0,54	169,74
	35	1,160	150,28
II нұсқа	35	2,78	150,28

$$К_{клI}=(0,54\cdot1,1\cdot(169,74+15,6+20)+1,16\cdot1,1\cdot(150,28+15,6+20))=$$
$$=359,15 \text{ тыс. теңге.}$$

$$К_{клII}=2,78\cdot(150,28+19,2+30)\cdot1,1=610 \text{ мың. теңге.}$$

Трансформаторлы ҚС және тарату орындарының құрылысына жұмсалған шығындарды есептеу мәндері 11.2 кестеде көрсетілген.

11.2 кесте – трансформаторлы ҚС мен тарату орындарының құрылысына жұмсалған шығындар

Нысанның атауы	Трансформаторлардың саны мен қуаты	Жабдықтың құны, мың. теңге	Құрылыс бөлігінің құны, мың.теңге	Барлығының құны, мың.теңге
РП (ІІРПК-2Т)	-	1249,4	561	1810,4
ТҚС-141	2х160	252,2	177	429,2
ТҚС -142	2х250	200,5	165	365,5
ТҚС -143	2х250	291	207	498
ТҚС -144	2х400	330,8	237	567,8
ТҚС -145	2х400	330,8	237	567,8
ТҚС -146	2х400	330,8	237	567,8
БАРЛЫҒЫ	-	-	-	480,5

Кесте электрмен жабдықтау сұлбасының барлық нұсқалары үшін дұрыс, себебі трансформаторлы ҚС және тарату орындарындағы жабдықтар саны өзгермейді.

$$К_I=4806,5+359,15=5165,65 \text{ мың. теңге.}$$

$$К_{II}=4806,5+610=5417 \text{ мың. теңге.}$$

11.2 Жылдық пайдалану шығындарын анықтау

$$С = С_э + С_{о.т.} + С_{с.н.} + С_{р.з.} + С_{р.с} + С_а + С_{о.с} + С_{к.р} + С_{пр} + С_{о.б} \qquad (11.4)$$

мұндағы $С_э$- электр энергияның жылдық шығынының құны, мың.теңге;

$С_{о.т.}$ – қызмет көрсетуші қызметкерлердің еңбек ақысының жылдық қоры, мың.теңге;

$С_{с.н}$.- әлеуметтік мұқтаждарға аударым, мың.теңге;

$С_{р.э}$.- электрмен жабдықтау элементтерін жөндеуге жұмсалатын жылдық материалдық шығындар, мың.теңге;

$С_{р.с}$. – құрылыс бөлімдерін жөндеуге жұмсалатын жылдық шығындар, мың.теңге;

$С_а$ – негізгі қордан толық қалпына келтіруге амортизациялық аударымдар, мың.теңге;

$С_{о.с}$- дүние-мүлікті сақтандыру бойынша төлемдер, мың.теңге;

$С_{к.р}$ – қысқа мерзімді несиелердің пайыздарын төлеуге жұмсалатын шығындары, мың.теңге;

$С_{пр}$ – басқа да жұмсалымдар, мың. теңге;

$С_{об}$ – қоғамдық шығындар, мың.теңге.

11.3 Электр энергия шығынының құнын анықтау

$$С_э = \beta_э \cdot \Delta W \tag{11.5}$$

мұндағы $\beta_э$ – электр энергиясына арналған бір мөлшерлемелі тариф, теңге/кВт·сағ., ($\beta_э$=2,9 теңге/кВт·сағ);

ΔW – электр энергиясының жылдық шығыны, кВт·сағ;

$$\Delta W = \Delta Р_м \cdot \tau_м \tag{11.6}$$

мұндағы $\Delta Р_м$ – активті қуат шығыны, кВт;

$\tau_м$ – максималды шығындардың жылдық саны, сағ;

$$\tau_м = \left(0{,}123 + \frac{Т_м}{10000}\right)^2 \cdot 8760 \tag{11.7}$$

$Т_м$ – максимал жүктемені қолдану уақыты, сағ., ($Т_м$=3500 сағ,);

$$\tau_м = \left(0{,}123 + \frac{3500}{10000}\right)^2 \cdot 8760 = 1960 \text{ сағ.}$$

$$\Delta Р_м = \Delta Р_{кл} + \Delta Р_{тр} \tag{11.8}$$

мұндағы $\Delta Р_{кл}$ – ұзақ рұқсат етілген ток жүктемесі кезінде кабельді желелердегі қуат шығындары, кВт;

$\Delta Р_{тр}$ – трансформаторлардағы қуат шығындары, кВт.

Ұзақ рұқсат етілген ток жүктемесі кезінде кабельді желелердегі қуат шығындары келесі формула бойынша анықталады.

$$\Delta P_{кл} = 3 \cdot I^2 \cdot Z_{кл} \quad (11.9)$$

мұндағы $I_{рас}$ – кабельді желелер бойынша ағатын есептік ток, А;
$Z_{кл}$ – кабель желілерінің кедергісі, Ом;

$$Z_{кл} = Z_o \cdot \ell \quad (11.10)$$

Z_o – – кабель үшін меншікті кедергі, Ом/км;
ААБ 35 мм^2- Z_o =0,89 Ом/км;
ААБ 50 мм^2 - Z_o =0,62 Ом/км;
ℓ – кабель желісінің ұзындығы, км.

Сұлбаның екі нұсқасы үшін кабель желілеріндегі қуат шығынын есептеу 11.3 кестеде көрсетілген.

11.3 кесте – Кабель желілеріндегі қуат шығынын есептеу

Сұлбаның нұсқасы	Телімнің №	Iр, А	Sт, мм^2	ρ, Ом/км	ℓ, км	ΔРкл, кВт
I нұсқа	2-1	58,7	50	0,62	0,22	0,470
	1-4	44,3	35	0,89	0,32	0,56
	4-5	16,3	35	0,89	0,3	0,07
	5-6	8,7	35	0,89	0,31	0,02
	6-3	40,5	35	0,89	0,23	0,336
	2-2	62,4	50	0,62	0,32	0,773
БАРЛЫҒЫ:	-	-	-	-	-	2,23
II нұсқа	2-1	33,7	35	0,89	0,22	0,222
	1-4	26,5	35	0,89	0,32	0,2
	4-5	12,5	35	0,89	0,3	0,042
	2-3	26,8	35	0,89	0,32	0,205
	3-6	16	35	0,89	0,23	0,052
БАРЛЫҒЫ	-	-	-	-		0,721

Трансформаторлардағы қуат шығыны келесі формула бойынша анықталады:

$$\Delta P_{тр} = \Delta P_{xx} \cdot n + \frac{P_к}{n} \cdot \left(\frac{S_{рас}}{S_н} \right)^2 \quad (11.11)$$

мұндағы ΔP_{xx} – трансформатордағы бос жүріс шығыны, кВт;

$\Delta P_к$ – трансформатордағы қысқа тұйықталу шығындары, кВт;

$S_{рас.}$ –трансформатор шиналарындағы есептік қуат, кВА;

$S_{н\ .}$ – трансформатордың номиналды қуаты, кВА;

n –10/0,4 кВ ҚС трансформаторлардың саны, дана.

Трансформаторлардағы қуат шығынын есептеу 11.4 кестеде көрсетілген.

11.4 кесте - Трансформаторлардағы қуат шығынының нәтижелері

№ ТҚС	Тран-р типі	Sнт, кВА	Sн, кВА	ΔPхх, кВт	ΔPкзт, кВт	ΔPтр, кВт
ТҚС -1	ТМ-160	160	249	0,51	3,1	4,77
ТҚС 2	ТМ-250	250	344	0,74	4,2	5,46
ТҚС -3	ТМ-250	250	378	0,74	4,2	6,28
ТҚС -4	ТМ-400	400	484	0,95	5,9	6,22
ТҚС -5	ТМ-400	400	433	0,95	5,9	5,36
ТҚС -6	ТМ-400	400	550	0,95	5,9	7,48
БАРЛЫҒЫ	-	-	-	-	-	35,57

Нұсқа бойынша активті қуат шығындары:

$$\Delta P_{мI} = 2{,}23 + 35{,}57 = 37{,}8 \text{ кВт};$$

$$\Delta P_{мII} = 0{,}721 + 35{,}57 = 36{,}3 \text{ кВт};$$

Нұсқа бойынша электр энергияның жылдық шығындары:

$$\Delta W_I = 37{,}8 \cdot 1960 = 74088 \text{ кВт·сағ};$$

$$\Delta W_{II} = 36{,}3 \cdot 1960 = 71148 \text{ кВт·сағ};$$

$$C_{эI} = 0{,}58 \cdot 74088 = 42{,}97 \text{ мың теңге};$$

$$C_{эII} = 0{,}58 \cdot 71148 = 41{,}27 \text{ мың теңге}.$$

11.3.1 Еңбек ақысының жылдық қоры

Уақытша жұмысшылардың негізгі еңбек ақы қоры келесідей анықталады:

$$Ф_{о.п} = \sum N_i \cdot T_{год} \cdot C_ч \qquad (11.12)$$

мұндағы N_i – уақытша жұмысшылар саны, адам.;

$Т_{год}$- бір жұмысшының нақты жылдық уақыт қоры ($Т_{год}$=1800 сағ тең деп аламыз);

$С_ч$- сағаттық тарифті бағалау, мың. тенге.

V разрядты жұмысшылар үшін – 15,05 р/сағ

Жұмысшылардың қосымша еңбек ақысы келесідей анықталады:

$$З_{доп} = З_ч + З_п + З_м \quad (11.13)$$

мұндағы $З_ч$ – еңбек ақының сағаттық қорына дейінгі қосымша төлем - 85%;

$З_д$ – күндізгі қорға дейінгі қосымша төлем - 3%,

$$З_д = 0{,}03 \cdot (Ф_о + З_ч);$$

Дм – айлық қорға дейінгі қосымша төлем – 6%,

$$З_м = 0{,}06 \cdot (Ф_о + З_ч + З_д)$$

Қызмет көрсетуші қызметкерлердің еңбекті төлеу қорын анықтау үшін қызметкерлердің нормативті саны анықталады. Есептеу 11.4 кестеге енгізілген.

11.4 кесте. Қызметкерлердің нормативті саны

Құрылғылар тобы	Қосымша	Есептік саны	К	Нормативті саны
I нұсқа				
КЛ - 10 кВ	У	7,5/100·1,7=0,128	1,34	0,172
ТП – 10/0,4	Ф	6,8/100·12=0,82		1,1
РП – 10 кВ	Ф	3/100·6=0,18		0,24
Ремонт	Х	4,2/100·6=0,252		0,34
ИТОГО	-	-	-	1,852
II нұсқа				
КЛ - 10 кВ	У	7,5/100*2,78=0,21	1,34	0,28
ТП – 10/0,4	Ф	6,8/100*12=0,82		1,1
РП – 10 кВ	Ф	3/100*8=0,24		0,32
Жөндеу	Х	4,2/100*8=0,336		0,45
БАРЛЫҒЫ	-	-	-	2,15

$Ф_{оI}$=1,852·1800·15,05=50170,7 мың теңге.;

$Ф_{оII}$=2,15·1800·15,05=58,244 мың теңге.

Қосымша төлемді есептеу:

$З_{чI}$=0,85·50,171=42,65 мың теңге.;

$З_{чII}$=0,85·58,244=49,51 мың теңге.;

$З_{дI}$=0,03·(50,171+42,65)=2,78 мың теңге.;

$З_{дII}$=0,06·(58,244+49,51)=3,23 мың теңге.;

$З_{мI}$=0,06·(50,171+42,65+2,78)=5,74 мың теңге.;

$З_{мII}$=0,06·(58,244+49,51+3,23)=6,66 мың теңге.

$ΣЗ_{I}$=42,65+2,78+5,74=51,17 мың теңге.;

$ΣЗ_{II}$=49,51+3,23+6,66=59,4 мың теңге.;

$С_{о.т.I}$=50,17+51,17=101,34 мың теңге.;

$С_{о.т.II}$=58,244+59,4=117,64 мың теңге;

11.3.2. Әлеуметтік қажеттілікке аударымдар

Әлеуметтік қажеттілікке жұмсалымдар еңбек ақы қорынан 35,6% тең деп алынады, сонымен қатар:

$С_{с.н.I=}$0,356· $С_{о.т.I}$==0,356·101,34=36,08 мың теңге.;

$С_{с.н.II}$=0,356·$С_{о.т.II}$=0,356·117,64=41,9 мың теңге.

11.3.3 Электрмен жабдықтау нысандарының құрылыс бөлігін жөндеуге кететін жұмсалымды есептеу

Электр тораптарының құрылыс бөлігін жөндеуге кететін жылдық жұмсалымдар еңбекті материалдық жұмсалымдармен бірге есептегенде оның бастапқы құнынан 1,0% тең алынады, ол барлық күрделі қаржы салымдарының 25% құрайды.

$$С_{р.с} = 0{,}1 \cdot 0{,}25 \cdot К_{i}, \text{ мың. теңге} \qquad (11.14)$$

$$С_{р.сI} = 0{,}1 \cdot 0{,}25 \cdot 5165{,}65 = 12{,}91 \text{ мың. теңге}$$

$$С_{р.сI} = 0{,}1 \cdot 0{,}25 \cdot 5417 = 13{,}54 \text{ мың. теңге}$$

11.3.4 Негізгі қорларды толық қалпына келтіруге амортизациялық жұмсалымдарды есептеу

Негізгі қорларды толық қалпына келтіруге амортизациялық жұмсалымдарды есептеу (Са) келесідей анықталады:

$$С_а = \frac{К_{об} \cdot р_{об}}{100} + \frac{К_с \cdot р_{э.с}}{100} \text{ мың. теңге} \quad (11.15)$$

мұндағы $К_{об}$, $К_{э.с.}$ –электрлік тораптар мен электр жабдықтарына күрделі қаржы салымдары, мың теңге.;

$р_{об}$, $р_{э.с}$- электр тораптары мен құрылғыларына сәйкес жөндеуге амортизациялық аударымдар нормасы, %.

$Р_{об}$- 4,4 %; $Р_{э.с}$ - 5,0 %

$$С_{аI} = \frac{480,5 \cdot 4,4}{100} + \frac{359,15 \cdot 5,0}{100} = 229,44 \text{ мың. теңге.}$$

$$С_{аII} = \frac{480,5 \cdot 4,4}{100} + \frac{610 \cdot 5,0}{100} = 242 \text{ мың. теңге.}$$

11.3.5 Мүлікті міндетті сақтандыруға төлеуді есептеу

Бұл өндірістік ұсталымдардың құраушысы күрделі қаржы салымдарынан 0,15% мөлшерінде анықталады:

$$С_{с.о} = \frac{0,15}{100} \cdot К_i \quad (11.16)$$

$$С_{с.о.I} = 0,0015 \cdot 5165,65 = 7,75 \text{ мың теңге.}$$

$$С_{с.о.II} = 0,0015 \cdot 5417 = 8,13 \text{ мың теңге.}$$

11.3.6 Банктің қысқа мерзімді сссудалары бойынша пайыздарды төлеуге жұмсалымды есептеу

$$С_{к.р} = 0,5 \cdot Ф_р \cdot (С_{о.т} + С_{с.н} + С_{р.э} + С_{р.с}) \quad (11.17)$$

мұндағы $Ф_р$ – бірлік есебінде рефинансирование бойынша банктік ставкасы, о.е., ($Ф_р$=0,14 тең деп аламыз).

$$С_{к.рI} = 0,5 \cdot 0,14 \cdot (101,34 + 36,08 + 91,3 + 12,91) = 21,7 \text{ мың теңге.}$$

$$С_{к.рII} = 0,5 \cdot 0,14 \cdot (117,34 + 41,9 + 92,1 + 13,54) = 23,8 \text{ мың теңге.}$$

11.3.7. Жалпы өндірістік жқмсалымды есептеу

Жалпы өндірістік жұмсалым күрделі қаржы салымынан 1,0% тең күрделі қабылданады.

$$С_{общ} = 0{,}01 \cdot К_{\sum} \qquad (11.18)$$

$$С_{общI} = 0{,}01 \cdot 5165{,}65 = 65{,}66 \text{ мың теңге}$$

$$С_{общI}I = 0{,}01 \cdot 5417 = 54{,}17 \text{ мың теңге.}$$

11.3.8 Басқа да жұмсалымдарды есептеу

Бұл жұмсалымдардың шамасы еңбек ақы қорынан 3% тең деп қабылданады.

$$С_{пр} = \frac{З_{пр}}{100} \cdot С_{о.т} \qquad (11.19)$$

мұндағы $З_{пр}$ – қызмет көрсетуші қызметкерлер еңбек ақысының жылдық қорының үлесі, %, ($З_{пр}$ =3% тең деп аламыз).

$$С_{прI} = 0{,}03 \cdot 101{,}34 = 3{,}04 \text{ мың теңге.}$$

$$С_{прII} = 0{,}03 \cdot 117{,}34 = 3{,}52 \text{ мың теңге.}$$

11.3.9 Электр жабдықтарын жөндеуге материалдық жұмсалымды есептеу

Электр жабдықтарын жөндеуге материалдық жұмсалымдар келесі формуламен анықталады:

$$С_{р.э} = С_{мат} + С_{зап.час} \qquad (11.20)$$

мұндағы $С_{мат}$.- электр жабдықтарын жөндеу бойынша материалдар құны, мың теңге.;

$С_{зап.\ час.}$ – кешенделген бұйымдар мен қосымша бөліктер құны, мың теңге.

Материалдар (30 кесте), қосымша бөліктер, кешенделген бұйымдар (31 кесте) қажеттілігі ППР жылдық жоспар графигіне негізделіп анықталады. ППР жылдық жоспар графигі кабель желілерінің жалпы еңбек сыйымдылығын есептемегенде, I және II (32 кесте) нұсқа үшін бірдей.

$С_{зчики}$=77,8 мың теңге.

$С_{мI}$=13,5 мың теңге.;

$С_{мII}$=14,28 мың теңге.

$С_{р.э.I}$=13.5+77.8=91.3 мың теңге.

$С_{р.э.II}$=14,28+77,8=92,1 мың теңге.

Ақырында, жылдық пайдалану шығындары нұсқа бойынша келесідей:

$С_{I}$=598,2 мың теңге.;

$С_{II}$=638,1 мың теңге.

Электрмен жабдықтау үзілістерінен жылдық залал 0 тең деп қабылданады, себебі жүктеме коммуналды- тұрмыстық.

Жылдық келтірілген жұмсалымды анықтау:

$З_{I}$=0,12·5165,65+598,2=1218,7 мың теңге.

$З_{II}$=0,12·5417+638,1=1288,2 мың теңге.

Сыртқы электрмен жабдықтаудың екі нұсқасын технико–экономикалық салыстыруға сәйкес жұмсалымдар бойынша I нұсқа – электрмен жабдықтаудыі айналмалы сұлбасы тиімді деп таңдалды.

12 Еңбекті қорғау және өмір тіршілік қауіпсіздігі

Барлық ортада өмір тіршілік қауіпсіздігі мәселелеріне көп көңіл бөлінуі бірнеше факторлармен түсіндіріледі. Экологиялық аспекттермен қатар тұрмыста қайғылы оқиғалардың күрт өсуіне байланысты адам қауіпсіздігін қамтамасыз етудің негізі бағыттарының бірі өндірістік жарақаттанудың алдын алу болып табылады. Өндірісте өмір тіршілік қауіпсіздігін қамтамассыз ету жүйесін жақсарту қажеттілігін анықтайтын негізі себептер еңбек мазмұнын және онын шарттарының орындалуын өзгерту болып табылады, өз кезегінде ол өндірістік жарақаттану сипатына әсер етеді.

Электр қондырғыларды пайдалану кезінде оқшауламалардың бұзылуы, блоктардың бұзылуы және адамдармен болатын қайғылы оқиғалар мен апат себептері сияқты басқа да жағдайлар болуы мүмкін. Мұндай жағдайларды болдырмау үшін энергетикалық нысандардағы еңбек қауіпсіздігі ережелері мен еңбек қауіпсіздігі нормаларын қатаң сақтауы тиіс.

Электрмен жабдықтайтын ұйым «Тұтынушылардың электр қондырғыларын қауіпсіз пайдалану ережелері» мен «Электр қондырғылары құрылғыларының ережелері» бойынша сұрақтар тізіміне ерекше көңіл аударады (Қосымша).

12.1 Қауіпсіздіктің қорғаныс шаралары

Электрқауіпсіздік бойынша ғимарат негізінде өте қауіпті санатқа жатқызылады.

Электр қондырғыларындағы қорғаныс шаралары қайғылы оқиғаларды ескертуге бағытталған. Қорғаныс шаралары қатарына келесілер жатады:

- аз кернеуді қолдану;

Өндірістік ауыспалы электрқабылдауыштарда қауіпсіздікті жоғарлату мақсатында ток өткізгіш бөліктерге бірфазалы жанасу кезінде 220/12 В трансформатордан қорегі бар 12В кернеу қолданылады.

- қорғаныстық тораптардың бөлінуі;

Бірфазалы жанасудан зақымдалу қауіптілігін төмендету мақсатында сыйымдылығы үлкен бірыңғай қатты тармақталған тораптар мен аз кедергілі оқшауламаны бөлетін трансформатор арқылы сыйымдылығы аз және оқшауламаның жоғары кедергісі бар кернеуді кішігірім тораптар тобына бөледі. Кт=1 тең трансформатор қолданылады.

- Кернеудің жоғары бөліктен төменге ауысуын қорғау.

Күштік трансформатор орамалары арасындағы тұйықталу нәтижесінде төменгі кернеу торабы торап оқшауламасы мен қосылған электрқұрылғылары есептелмеген 1000В жоғары кернеу астында қалуы мүмкін. Бұл қауіптен қорғану үшін төменгі бөліктегі бейтараптаманы жерлендіреді немесе сақтандырғыш арқылы жерге қосады.220/12 В трансформаторда екінші ораманың бір сымы жерлендірілген.

- Оқшауламаны қадағалау.

Оқшауламаны қадағалау – ақауларды анықтау мақсатында активті немесе омдық кедергісін өлшеу және қысқа тұйықталу мен жерге тұйықталуды ескерту. Оқшауламаны тұрақты қадағалау НАМТ екінші орамасына қосылған тарату құрылғыларында вольтметрмен және тұйықталмаған үшбұрышқа қосылған тарату құрылғыларында бағыттаушы реле арқылы іске асады.

Периодтық қадағалау мегаомметр көмегімен орындалады.

- Жерге тұйықталған токтың сыйымдылықты құраушысын қарымталау.

Жерге тұйықталған токтың сыйымдылықты құраушысын қарымталау трансформатор бейтараптамасы мен жер арасындағы индуктивті катушканы қосу жолы арқылы индуктивті кедергі көмегімен іске асады. Бұл шара жерге тұйықталу кезінде айналмалы электр доғасын сөндіру мен асқын кернеуді төмендету үшін 1000 В жоғары тораптарда қолданылады. Бірдей уақытта жерге тұйықталған ток төмендейді. Егер жерге тұйықталу тоғы тораптарда 10кВ – 20 А кернеуге жоғарыласа қарымталау қажет. Осыған байланысты дипломдық жобада қарымталау қарастырылмаған.

- 0,4 кВ бөлікте жерге тұйықталу кезінде қорғанысты ажырату;

0,4 кВ бөлікте жерге тұйықталу кезінде қорғанысты ажырату МТҚ, атоматты ажыратқыштарда немесе сақтандырғыштыатоматты ажыратқыштарда немесе сақтандырғыштың балқығыш кірмелерінде орнатылған жылулық реле көмегімен орындалады.

ЖТҚ ғимараттарында келесі электр қорғаныс құралдары болуы шарт:

а) кернеу көрсеткіш – 1 дана.;

б) диэлектрлік қолғаптар – 2 дана;

в) диэлектрлік галоштар – 2 дана;

г) диэлектрлік төсеніштер – 2 дана.;

д) қорғаныс көзілдіріктері – 2 дана;

е) газға қарсы – 2 дана.;

ж) оқшаулағыш штангылар – 1 дана.

- ток өткізгіш бөліктерге қол жетіспеушілікті қамтамасыз ету;

1000 В дейінгі электр қондырғыларында оқшаулағыш сымдар қолданылады. Қорғаныстың басқа түрі болып бөгеу, блоктау немесе ток өткізгіш бөліктерді жоғары биіктікте немесе қол жетпейтін орындарда орналастыру арқылы қамтамасыз ету болып табылады. Кернеуге жақын немесе кездейсоқ орналасқандарды бөліктерге жанасудан қорғау үшін екі еселік оқшаулағыш қолданылады. Ажыратқыштар мен майлы ажыратқыштар электромагниттік және механикалық блоктауға ие.

- нөлдеу;

0,4 кВ бөлікте күштік қалқандардың, жарықтық қалқандардың металл корпусын, шамдалдың металл корпусын нөлдейді.

- электр қондырғыларын жөндеуге жіберу кезіндегі техникалық және ұйымдастырушылық іс-шаралар;

Электр қондырғыларын пайдалану үрдісі кезінде жоспарлы- ескертулі жөндеу, оқшауламаны сынау, сымдарды жөндеу және т.с.с. жүргізіледі.

Жөндеу жұмыстары басталмас бұрын электр қондырғыларымен жұмыс қауіпсіздігін қамтамасыз ететін техникалық және ұйымдастырушылық іс-шаралар қатары жүргізіледі.

Техникалық іс-шаралар:

а) жұмыс істеуге белгіленген аумақтағы электрэнергияны ажырату, қате қосылуға қарсы шаралар қолдану;

б) уақытша бөгеулер орнату және «Қоспаңыз – адамдар жұмыс істеуде» сияқты ескерту плакаттарын қыстыру;

в) жерге қосымша жерлендіргіштер қосу, жерлендірілуі тиіс ток өткізгіш бөліктерде кернеу болмауын тексеру;

г) жерлендіргішті орнату (кернеу болмауын тексерген соң);

д) жұмыс орнын шектеу және «Осында жұмыс істеу» сияқты плакаттар ілу.

Ұйымдастырушылық іс-шаралар:

а) қауіпсіз жұмыс жүргізуге жауапты адамды тағайындау;

б) жұмысты бұйрық бойынша безендіру;

в) жұмысқа рұқсат алуды безендіру;

г) жұмысты орындау уақытында жұмысшыны бақылау;

д) жұмыстағы үзіліс, басқа жұмыс орнына ауысуды безендіру;

е) жұмыс аяқталуын безендіру.

- өрт шаралары, тәсілдері және іс-шаралары;

Энергетикалық нысанның өртке қарсы күзетіне үлкен көңіл бөлінуі тиіс. Өрттің алдын алу сұрақтары институттарда, ғылым Академияларында, ЖОО-да және бағыттық ғылыми-зерттеу институттарында қарастырылады.

Жабық таратушы құрылғылар Г категориясына жатады, ал электрлік қосалқы станция мен қосалқы станцияның басқару қалқанының ғимараты – Д категорияға жатады. Басталған өрттің таралуына қарсы шаралар ретінде жанбайтын материалдан жасалған барлық немесе жергілікті өртке қарсы бөгеттер қолданылады.

Ғимарат пен электр құрылғылары өртке қарсы құрылғылармен жабдықталған:

а) көмірқышқылды өртсөндіргіш ОУ-5 – 4 дана.;

б) құмы бар жәшік – 2 дана;

в) өрт сөндіруге арналған құрылғымен жабдықталған қалқан – 1 дана.

12.2. Жерлендіргіш құрылғыларды есептеу

Кернеуге жанасу зақымдалуынан қызмет көрсеткіш қызметкерлердің қауіпсіз жұмыс шарттарын қамтамасыз ету үшін оқшауламаның бұзылуы кезінде болу мүмкін, дұрыс жерленген, кернеу астында дұрыс орналаспаған электр қондырғыларының бүкіл бөлігі қажет.

Тарату орнындағы жерлендіру құрылғысы 10 және 0,4 кВ кернеуі үшін бірге болып қабылданды. Жерлендіретін құрылғының кедергісі жылдың барлық уақытында $R3 \leq 4$ Ом болуы тиіс. Жерлендіргіш құрылғылары тарату

орнының периметрі бойынша 0,7 м тереңдіктегі траншеяда жіңішке болаттан жасалған жерлендіргіштермен және вертикаль электродтармен орнатылады. Жерлендіргіш контур екі орында магистральды жерленумен байланысқан. Жерлендіру магистралі жіңішке болатпен орындалған. Магистралдардан тармақ ретінде кабельдердің нөлдік талсымдары және арнайы төселетін болат жолақтар қолданылады.

10 кВ тарату орнын жасанды жерлендіруді 10/0,4 кВ трансформаторлармен есептеу. Қажетті кедергіні /11/ бойынша R3≤4 Ом орнатамыз. Топырақтың кедергісін жоғарылатқыш коэффициентін ескеріп, есептейміз, олар жердің жаза кебуі мен қыста қатуын есептейді. Топырақтың меншікті кедергісі ρ 70 Ом/м құрайды.

$$\rho_{\text{расч}} = \rho \cdot k \qquad (12.1)$$

мұндағы ρ – топырақтың меншікті электрлік кедергісі, Ом/м;

k – горизонталь және вертикаль жерлендіргіштер үшін көтеруші (жоғарлатқыш) коэффициент.

$k_в$=1,5;

$k_г$=3,0.

$$\rho_{\text{расч.в}} = 70 \cdot 1{,}5 \text{ Ом.м.}$$

$$\rho_{\text{расч.г}} = 70 \cdot 3{,}0 = 210 \text{ Ом.м.}$$

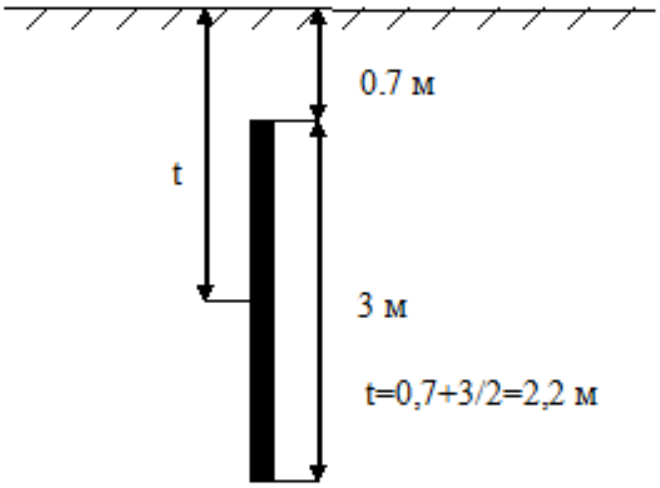
Бір вертикаль электродтың жайылу кедергісін анықтаймыз. Диаметрі 12 мм, ұзындығы 3 м өзекшені аламыз.

$$R_{\text{в}} = \frac{\sigma_{\text{рас}}}{2 \cdot \pi \cdot \ell} \cdot \left(\lg \frac{2 \cdot \ell}{d} + \frac{1}{2} \cdot \lg \frac{4t + \ell}{4t - \ell} \right) \qquad (12.2)$$

мұндағы ℓ – шыбықтың ұзындығы, м;

d – шыбық диаметрі, м;

t – жердің бетінен электродтың ортасына дейінгі қашықтық, м.



12.1 сурет - Жердің бетінен электродтың ортасына дейінгі қашықтық

$$R_в = \frac{105}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 3} \cdot \left(\lg \frac{2 \cdot 3}{0{,}012} + \frac{1}{2} \cdot \lg \frac{4 \cdot 2{,}2 + 3}{4 \cdot 2 - 3} \right) = 15{,}9 \text{ Ом.}$$

Вертикаль жерлендіргіштердің санын анықтаймыз, қабылданған коэффициент $k_{и.в.}$=0,7 [..].

$$n_в = \frac{R_в}{k_{и.в} \cdot R_{и.з}} = \frac{15{,}9}{0{,}7 \cdot 4} = 5{,}86$$

$n_в$ =6 электрод аламыз.

Вертикаль электродтарды тарату орнының контуры бойынша орнатамыз. Вертикаль электротардың жоғарғы ұшына бекітілген 40х4 мм болаттан горизонталь электротардың жайылу кедергісін анықтаймыз. Контур периметрі – 50 м.

$$R_г = \frac{\left(\frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot \ell} \cdot \ln \frac{\ell^2 \cdot 2}{b \cdot t} \right)}{k_{и.г}} \qquad (12.3)$$

мұндағы $k_{и.г}$ – контурдағы байланыстырушы жолақтарды қолдану коэффициенті, (g-ні $k_{и.г.}$=0,64 […]);

ℓ – жолақ ұзындығы, м;

b – жолақтың ені, м;

t – орнату тереңдігі м.

$$R_г = \frac{\left(\frac{210}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 50} \cdot \ln \frac{50^2 \cdot 2}{0{,}04 \cdot 0{,}7} \right)}{0{,}64} = 5{,}48 \text{ Ом.}$$

Вертикаль электродтардың анықталған кедергісі:

$$R_г = \frac{R_г \cdot R_{и.з}}{R_г \cdot R_{и.з}} = \frac{5{,}48 \cdot 4}{5{,}48 - 4} = 14{,}8 \text{ Ом.}$$

Горизонталь электродтардың анықталған саны:

$$n_г = \frac{R_г}{k_{и.в} \cdot R_{и.з}} = \frac{14{,}8}{0{,}7 \cdot 4} = 58 \text{ Ом.}$$

$n_г$ =9 электрод қабылдаймыз.
Жерлендіру кедергісін тексеру:

$$R_з = \frac{R_г \cdot R_в}{R_г + R_в} = \frac{5{,}48 \cdot 14{,}8}{5{,}48 + 14{,}8} = 3{,}9 \text{ Ом.}$$

3,9 Ом < 4 Ом

12.3 Оперативті (оперативті емес) қызметкерлердің қате әрекетін талдау

Оперативті қызметкерлердің қателіктерінің кесірінен 7 және оперативті емес қызметкерлердің қателіктерінен 2 оқиға болды.

Қызметкерлердің қате әрекеттерінің себептері: ЭҚЕ және нұсқауларын сақтамау, сал,ырттық, қате әреттер, жабдықтарға техникалық қызмет көрсетудің сапасының төмендігі болып табылады.

Энергетикалық кәсіпорындардағы қызметкерлердің мамандықтарын ескергенде қате әрекетпен жіберілген технологиялық бқзылулар:

- электротехникалық қызметкерлер – 5;
- жылу техникалық қызметкерлер – 3.

19.02.02 ж. Батыс электр тораптарының 220/110/35 кВ ҚС ШР-1 жөндеуден кейін МВ-110 кВ жұмысына енгізу кезінде ауыстыру бланкі бойынша ҚС кезекші электр монтершісі 1 жүйеге жерлендірілген 11 шиналар жүйесіне кернеуді қате жіберді. ДЗШ әрекетімен 110 және 35 кВ құрама шиналар өшірілді. Бақылаушы тұлға – мастер – ауыстыру өндірісін бақылаудан шектетілді.

15.10.02 ж. 110/35/10 кВ ҚС орталықтандырылған электр тораптарында жұмыс орнын дайындау кезінде ҚС кезекші электромонтері трансформатор жағына ТР-110 кВ жерлендіргіш пышақтарын қосудың орнына трансформаторлы айырғышты қосқан, сол себептен 35 кВ жағынан жерлендірілген трансформаторға кернеу жіберілген, бұл ДЗТ іске қосылуына және 35/6 кВ, 110/10 кВ ҚС сөндірілуіне әкелді. Бақылаушы тұлға – АЭЖ мастері кезекшілердің қателігінің алдын алмады.

24.06.02 ж. 15-03 Екібастұз ГРЭС ПТН-8жөндеуге шығару кезінде оперативті қызметкерлердің қателігімен ПЭН-8 жабылып қалған, бұл қорғаныстың іске қосылуына және блоктың ажырауына әкелген.

Қазіргі уақытта электр энергетикалық жүйелерде жабдықтардың біріңғай қуатын арттыру, энергетикалық жүйенің құрылымын күрделендіру, жабдықтардың тозуы, сонымен қатар жұмыс істейтін техниканың сапасының жеткіліксіздігі жиі кездеседі. Энергетикалық жүйе жұмысының қалыпты және апаттық режимдеріндегі процесстердің жылдамдығы, сонымен қатар электрлік және жылу жабдықтарының меншікті жүктемелері де артады.

Нәтижесінде оперативті қызметкерлердің жүктемелері артады, олар өздерінің негізгі функцияларын орындаумен қатар жұмыс сенімділігін сақтау мақсатында жабдықтардың сенімділігі мен барлық кемшіліктерін бақылауы керек.

«АЖК» АҚ есептемелері бойынша электр тораптарындағы апаттардың 20% - қызметкерлердің қателігінен болады. Апаттар қымбат жабдықтардың істен шығуына, электрмен жабдықтаудың үзілісіне және адам өліміне әкеледі.

Қызметкерлердің қате әрекеттерінің себептері: ЭҚЕ және нұсқаулықтарын сақтамау, жұмысқы салғырт қарау, қате әрекеттер, техникалық жабдықтардың сапасының төмендігі болып табылады.

12.4 Апаттардың топтастырылуы (классификациясы)

Апаттар мен күрделі бұзылулардың саны артып келеді. Апаттардың 30% адами факторлармен байланысты екенін атап айтуға болады. Олар: жұмыстағы жарамсыздықтар, сапасы төмен жабдықтар, салғырттық, қажет режимдерді, нормаларды, нұсқаулықтарды сақтамау, қызметкерлердің техникалық сауаттылығының төмендігі және өндірісте, құрылыс кезінде, жөндеу және пайдалану кезінде қарапайым тәртіптің болмауы.

Ұйымдастырушы себептердің классификациялық түрлері:

- бөгде әрекеттер;
- басқарушы қызметкерлердің қате әрекеттері;
- дайындау кемшіліктері;
- техникалық қызмет көрсетудің нашарлығы.

Кернеуі 110-220 кВ электр беріліс желілерінде 51 оқиға (12 көбі өткен жылдары), оның ішінде 25 зақымдалумен болған. Жиі болатын оқиғалар қолайсыз ауа райы шарттарында оқшауланың жабылуынан ӘЖ ажырауы, көк тайғақ кезінде найзағайлы арқансымдардың үзілуі, гирляндалардың

ажырауы болып табылады. ӘЖ оқиғалардың көбеюі 2002 ж қаңтар-ақпан айларында көктайғақты мерзімнің ұзақтығына байланысты. Ең көп оқиғалар 110-220 кВ ӘЖ Шығыс электр тораптарында – 26, оның ішінде 17 сымдар мен найзағайлы арқансымдардың үзілуінен болған.

Таратушы тораптардың бұзылуы қолайсыз ауа райы шарттарына, амортизацияланатын жабдықтар санының артуына, жөндеу жұмыстарына қаржының шектелуіне, ескірген және тозған жабдықтар мен ӘЖ жаңарту және қайта жөндеу бойынша жұмыс көлемінің аздығына, ӘЖ сымдарды ұрлау жағдайларына, ӘЖ тіректерінде оқшауламалардың тіркестерін атуға байланысты болады. Таратушы тораптардағы жабдықтардың ең көп зақымдалатын элементтері: қалалық кәсіпорындардың тораптарындағы күштік кабельдер - 22,2%, сымдардың үзілуі - 19,9%, ӘЖ оқшауламалар және ҚС шиналау - 18,2%, КТП тіректерінің зақымдалуы - 5%. Таратушы тораптардағы ең көп зақымдалу саны орталықтандырылған электр тораптарында болады.

2 001 жыдың ішінде «АЖК» АҚ кәсіпорындарында 205 ұрлау жағдай болған, сонымен бірге 490,6 км АС-35 және А-50 марксындағы сымдар ұрланған, 13 ТҚС және 42 тірек зақымдалған, 128 қылмыстық іс қозғалған, 26 ұрлықшылар ұсталған. Ұрлаудан келген шығындар 9 244,18 мың теңге.

220/110 кВ ҚС айырғыштардың тіректі оқшауламаларының зақымдалуынан 10 жағдай болған (қолайсыз ауа райы және ауыстыру кезіндегі бұзылу мен сызаттар, оқшауламалардың қызмет мерзімі 20-30 жыл), оның ішінде екі жағдай ИОС-110 оқшауламаларының бұзылуынан.

Пайдалану мерзіміне байланысты бқзылулар санының арту тенденциясы барлық ЖЭС байқалады – КПП металлдары ресурсының жойылуы, қыздыру бетіндегі элементтерді уақытында ауыстырмау, электр тораптары мен ЖЭС тарату құрылғыларында оқшауламалар мен найзағайлы арқансымдардың, сонымен қатар қолайсыз ауа райы шарттарында темір бетонды тіректердің зақымдалуы.

Қалалық электр тораптарында апаттар негізінде екі себептен болады: 1) жабдықтардың тозуынан – түйіспелердің тозуы, оқшауламалардың ескіруі және т.б., 2) қызмет көрсетуші қызметкерлердің қателіктерінен. Статистика мәліметтері бойынша орта есеппен жылына 120 оқиға болады.

Жиі болатын қателіктер: жүктеме астында трансформаторды ажырату, жерлендіргіш пышақтарын қателесіп қосу, жүктеме астында айырғыштарды ажырату болып табылады. Сондықтан қызметкерлерді дайындау немесе қайта дайындаумен және дәрежесін жоғарылатумен айналысу керек.

Энергетикалық жүйедегі апаттар мен бұзылулар – біріңғай жағдайлар. Қуаттың өсуі, жабдықтардың күрделенуі энергетикалық нысандарды тиімді басқару және оператмвті қызметкерлердің жүктемесін арттыру сұрақтарын көтереді.

12.5 Оперативті қызметкерлерді дайындау әдістері

Осы уақытқа дейін көптеген станциялар мен қосалқы станцияларда қызметкерлерді дайындаудың ескі әдістері қолданылады. Олар:

1. Үйретуші (жаттықтырушы) стендтарды жасау және дайындау;
2. Типтік нұсқаулар мен әдістемелік нұсқаулар жасау;
3. Жұмыс орнында тәжірбиесі мол жұмыскердің басқаруымен міндеттерін орындау;
4. Техникалық пайдалану, қауіпсіздік техникасы мен өрт қауіпсіздігі ережелері туралы білімдерін тексеру.

Атап айтқанда, станцияның қалыпты жұмысы кезінде ауыстыру қарастырылады, ал апатты жағдайларда ауыстыру кезінде бланкттер болмайды.

Сонымен қатар, кейбір электр станцияларында нұсқаулықтар қызметкерлер үшін емес, тексеруші инстанциялар үшін жасалады.

Жоғарыда көрсетілгендерге байланысты, оперативті қызметкерлерді оқытудың жаңа, тиімді әдісі – ЭЕМ бағдарламалар, арнайы жұмыс реті бар жаттығу құрылғылары ұсынылады.

Қорытынды

Дипломдық жобада Алматы қаласының «Алғабас» ықшам ауданын электрмен жабдықтау есебі жүргізілген. Жобалау барысында 10 кВ қоректендіргіш кернеуі мен 0,4 және 10 кВ тарату тораптарының кернеуі таңдалды, жеке қуаттары 160 – 400 кВА дейін алты екітрансформаторлы қосалқы станцияға таңдау жүргізілді. 10 және 0,4 кВ кернеуге негізгі күштік жабдықтар таңдалды. Оның ішінде 10 кВ тарату орнына ВВ/TEL вауумды ажыратқыштарымен жинақталған Севастополь заводының КСО-292 ұяшықтары орнатылды. Трансформаторлы ҚС 0,4 кВ кернеуіне ЩО-70 тарату тораптарының панельдері орнатылды. Қысқа тұйықталу тогына есептеу жүргізілді, олардың нәтижесі бойынша таңдалған жабдықтарды термиялық және электродинамикалық төзімділікке тексеру жүргізілді. Жобаның арнайы бөлімінде апатқа қарсы бағдарлама жасау сұрақтары қарастырылды.

Экономикалық бөлімде 10 кВ таратушы тораптар сұлбасының екі нұсқасына салыстыру жүргізілді.

Релелік қорғаныс бөлімінде 10 кВ кабель желілерін қорғау есептері орындалды.

Электр қондырғыларындағы жұмыс қауіпсіздігі сұрақтары қарастырылды.

Әдебиеттер тізімі

1. Правила устройства электроустановок. ПУЭ - 4. - М.: Энергия, 2003.- 603с.

2. Правила устройства электроустановок. ПУЭ - 6. - М.: Энергоатомиздат, 2003. - 648 с.

3. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. - М.: Энергия, 2003. - 224 с.

4. Неклепаев Б. Н., Крючков И. П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 608 с.

5. Районная понизительная подстанция 35 - 220 кВ: Методика дипломного проектирования/ Под ред. Мишина Л. А. - Саратов, 1975. - 23 с.

6. Пособие к курсовому и дипломному проектированию для электроэнергетических специальностей ВУЗов/ Под ред. Блока В. М. - М.: Высшая школа, 1990. - 308 с.

7. ГОСТ 14209 - 85 (СТ СЭВ 3916 - 82). Трансформаторы силовые масляные общего назначения. Допустимые нагрузки. - М.: Издательство стандартов, 1985. - 30 с.

8. Ульянов С. А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. - М.: Энергия, 1970. - 517 с.

9. Руководящие указания по релейной защите. Релейная защита понижающих трансформаторов 110 - 500 кВ. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 96 с.

10. Беркович М. А. Автоматика энергосистем. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 208 с.

11. Модернизированные КТПБ 110/10(6), 110/35/10(6), 110/20 и 35/10(6) различного назначения. Техническое описание и инструкция по монтажу и эксплуатации ОГК.412.070. - Куйбышев, 1982. - 92 с.

12. Кнорринг Г. М. Справочник для проектирования электрического освещения. - Л., 1960. - 342 с.

13. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений. РД 34.21.122 - 87/ Минэнерго СССР. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 56 с.

14. Защитное заземление: Методические указания/ Под ред. Паниной О. А. - Саратов, 1995. - 16 с.

15. Справочник по проектированию подстанций 35 - 1150 кВ/ Под ред. Самойлова Я. С. - М.: Энергоатомиздат, 1992. - 302 с.

16. Синягин Н. Н. Система планово-предупредительных ремонтов оборудования и сетей промышленной энергетики. - М.: Энергия, 1978. - 408 с.

17. Инструкция по проектированию силового и осветительного электрооборудования промышленных предприятий. СН 357 - 77. М.: Госстрой СССР, 1977.

Қосымша 1.

Қ1 1 кесте

Жоспар бойынша нысанның №	Р, кВт	l, км	$M_а$, кВт*км	$\Delta U_{кл}$, %	$\Delta U_{уд}$, %/ кВт*км	$\Delta U_{уд\ тб}$, %/ кВт*км	$F_{ст}$, $мм^2$	$\Delta U_{ф}$, %	$\Delta U_{ав}$, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ТҚС 1									
1	79,1	0,09	3,56	5,62	1,58	0,658	35	2,34	4,68
2	79,1	0,03	1,12		3,56	1,39	16	1,56	3,3
40	132	0,09	5,98		0,946	0,457	50	2,7	5,4
ТҚС 2									
7	97,74	0,12	5,86	5,79	0,98	0,464	50	2,7	5,44
8	97,74	0,08	3,9		1,48	0,658	35	2,57	5,14
25	52	0,15	3,9		1,48	0,658	35	2,56	5,13
19	42	0,11	4,6		1,26	0,464	50	2,13	4,68
30	49,7	0,1	4,9		1,18	0,464	50	2,27	4,22
9	58,9	0,05	1,5		3,86	0,908	25	1,33	2,67
43	154	0,14	10,8		0,54	0,255	95	2,7	5,5
ТҚС 3									
20	42	0,11	4,6	5,79	1,26	0,464	50	2,13	4,65
31	49,7	0,12	5,96		0,97	0,464	50	2,77	5,1
12	79,1	0,06	2,37		2,44	0,658	35	1,58	3,12
26	52	0,08	2,08		2,78	0,908	25	1,89	3,78
28	52	0,07	1,82		3,18	0,908	25	1,65	3,3
14	53,24	0,05	1,33		4,35	1,39	16	1,85	3,7
45	22	0,13	1,43		4,04	1,39	16	1,9	3,98
ТҚС 4									
3	97,74	0,1	4,89	5,85	1,2	0,464	50	2,3	4,54
4	97,74	0,05	3,8		1,54	0,658	35	1,6	3,2
5	58,3	0,07	2,04		2,9	0,658	35	1,34	2,68
6	58,3	0,1	2,9		2,1	0,658	35	1,92	3,84
15	42	0,09	3,78		1,54	0,464	50	1,75	4,64
29	49,7	0,12	5,96		0,98	0,464	50	2,2	4,9
16	42	0,14	2,94		1,99	0,658	35	1,93	3,86
ТҚС 5									
41	112	0,15	8,96	5,85	0,649	0,333	70	2,8	5,59
39	49,7	0,09	4,47		1,31	0,464	50	2,11	4,22
17	42	0,1	4,2		1,39	0,464	50	2,18	4,35
38	49,7	0,11	5,47		1,07	0,464	50	2,54	5,48
18	42	0,04	1,68		3,48	0,658	35	1,1	4,2
21	42	0,16	6,72		0,87	0,339	70	2,28	5,55
37	49,7	0,18	8,95		0,654	0,339	70	2,3	5,84
36	49,7	0,19	9,44		0,62	0,339	70	2,32	5,88
35	49,7	0,17	8,45		0,69	0,339	70	2,28	5,81
22	42	0,1	4,2		1,4	0,464	50	1,95	5,29
10	53,24	0,07	3,72		1,57	0,464	50	1,73	4,91

Қ1. 1 кестенің жалғасы

ТҚС 6									
42	112	0,14	7,84	5,85	0,75	0,333	70	2,61	5,22
11	97,74	0,06	2,93		2	0,908	25	2,66	5,32
44	264	0,18	22,14		0,26	0,155	150	3,05	6,1
32	49,7	0,1	4,97		1,18	0,464	50	2,3	5,8
27	52	0,12	6,24		0,94	0,464	50	2,4	5,87
13	58,3	0,12	3,5		1,67	0,658	35	2,3	4,6
34	49,7	0,17	6		0,98	0,339	70	2,03	5,84
23	42	0,19	7,98		0,73	0,339	70	2,1	5,85
33	49,7	0,17	8,5		0,69	0,339	70	2,88	5,59
24	42	0.11	4,62		1,27	0,339	70	1,57	5,74

Қ1. 2 кесте

Жоспар бойынша нысанның №	F, мм^2	$I_{доп}$, А	$I_р$, А	$I_{ав}$, А	Кабель маркасы	$I_{доп}$, А
1	2	3	4	5	6	7
ТҚС 1						
131	35	135	62,8	125,6	АВВГ(3х35+1х16)	135
132	16	90	62,8	125,6	АВВГ(3х35+1х16)	135
40	50	165	100	200	АВВГ(3х70+1х35)	200
ТҚС 2						
7	50	165	78,5	157	АВВГ (3х50+1х25)	165
8	35	135	78,5	157	АВВГ (3х50+1х25)	165
25	35	135	40,4	80,8	АВВГ (3х35+1х16)	135
19	50	165	65,3	142,5	АВВГ (3х50+1х25)	165
30	50	165	77,2	142,5	АВВГ (3х50+1х25)	165
9	25	115	47,3	94,6	АВВГ (3х25+1х16)	115
43	95	240	118,5	237	АВВГ (3х95+1х50)	240
ТҚС 3						
20	50	165	65,3	142,5	АВВГ (3х50+1х25)	165
31	50	165	77,2	142,5	АВВГ (3х50+1х25)	165
12	35	135	62,8	125,6	АВВГ (3х35+1х16)	135
26	25	115	40,4	80,8	АВВГ (3х25+1х16)	115
28	25	115	40,4	80,8	АВВГ (3х25+1х16)	115
14	16	90	41,4	82,7	АВВГ (3х16+1х10)	90
45	16	90	17,7	35,3	АВВГ (3х16+1х10)	90
ТҚС 4						
3	50	165	78,5	157	АВВГ (3х50+1х25)	165
4	35	135	78,5	157	АВВГ (3х50+1х25)	165
5	35	135	46,8	93,6	АВВГ (3х35+1х16)	135
6	35	135	46,8	93,6	АВВГ (3х35+1х16)	135
15	50	165	65,3	142,5	АВВГ (3х50+1х25)	165
29	50	165	77,2	142,5	АВВГ (3х50+1х25)	165
16	35	135	32,7	65,3	АВВГ (3х35+1х16)	135
ТҚС 5						
41	70	200	87	174	АВВГ (3х70+1х35)	200
39	50	165	77,2	142,5	АВВГ (3х50+1х25)	165
17	50	165	65,3	142,5	АВВГ (3х50+1х25)	165
38	50	165	77,2	142,5	АВВГ (3х50+1х25)	165
18	35	135	65,3	142,5	АВВГ (3х50+1х25)	165
21	70	200	65,3	142,5	АВВГ (3х70+1х35)	200
37	70	200	65,3	142,5	АВВГ (3х70+1х35)	200
36	70	200	77,2	154,5	АВВГ (3х70+1х35)	200
35	70	200	77,2	154,5	АВВГ (3х70+1х35)	200
22	50	165	65,3	148	АВВГ (3х50+1х25)	165
10	50	165	85,4	148	АВВГ в(3х50+1х25)	165

Қ1. 2 кестенің жалғасы

ТҚС 6						
42	70	200	87	174	АВВГ (3х70+1х35)	200
11	25	115	78,5	157	АВВГ (3х50+1х25)	165
44	150	305	197	385	АВВГ (3х150+1х95)	305
32	50	165	77,2	158,1	АВВГ (3х50+1х25)	165
27	50	165	80,8	158,1	АВВГ (3х50+1х25)	165
13	35	135	46,8	93,6	АВВГ (3х35+1х16)	135
34	70	200	77,2	142,5	АВВГ (3х70+1х35)	200
23	70	200	65,3	142,5	АВВГ (3х70+1х35)	200
33	70	200	77,2	142,5	АВВГ (3х70+1х35)	200
24	70	200	65,3	142,5	АВВГ (3х70+1х35)	200

Қосымша 2. 1 кесте

Жоспар бойынша нысанның №	$I_{ав}$, А	$I_{н.пр.}$, А	$I_{н.пл.вст.}$,А	$I_{н.отк.}$, А	$Z_{п}$, Ом*км	$I_{кз}^{(1)}/3$, А	Сақтандырғыш түрі
1	2	3	4	5	6	7	8
1	125,6	250	150	40	0,261	281	ПН-2-250/150
2	125,6	250	150	40	0,09	815	ПН-2-250/150
40	200	250	250	40	0,13	564	ПН-2-250/250
7	157	250	200	40	0,23	319	ПН-2-250/200
8	157	250	200	40	0,15	489	ПН-2-250/200
25	80,8	100	100	50	0,435	168	ПН-2-100/100
19	142,5	250	150	40	0,211	348	ПН-2-250/150
30	142,5	250	150	40	0,192	382	ПН-2-250/150
9	94,6	100	100	50	0,163	450	ПН-2-100/100
43	237	250	250	40	0,139	528	ПН-2-250/250
20	142,5	250	150	40	0,211	348	ПН-2-250/150
31	142,5	250	150	40	0,23	319	ПН-2-250/150
12	125,6	250	150	40	0,174	421	ПН-2-250/150
26	80,8	100	100	50	0,232	319	ПН-2-100/100
28	80,8	100	100	50	0,203	361	ПН-2-100/100
14	82,7	100	100	50	0,222	330	ПН-2-100/100
45	35,3	100	50	50	0,52	141	ПН-2-100/50
3	157	250	200	40	0,192	382	ПН-2-250/200
4	157	250	200	40	0,096	764	ПН-2-250/200
5	93,6	100	100	50	0,203	361	ПН-2-100/100
6	93,6	100	100	50	0,29	253	ПН-2-100/100
15	142,5	250	150	40	0,173	421	ПН-2-250/150
29	142,5	250	150	40	0,23	319	ПН-2-250/150
16	65,3	100	80	50	0,4	183	ПН-2-100/80
41	174	250	200	40	0,209	351	ПН-2-250/200
39	142,5	250	150	40	0,173	421	ПН-2-250/150
17	142,5	250	150	40	0,192	382	ПН-2-250/150
38	142,5	250	150	40	0,211	348	ПН-2-250/150
18	142,5	250	150	40	0,08	917	ПН-2-250/150
21	142,5	250	150	40	0,222	330	ПН-2-250/150
37	142,5	250	150	40	0,25	293	ПН-2-250/150
36	154,5	250	200	40	0,264	277	ПН-2-250/200
35	154,5	250	200	40	0,236	311	ПН-2-250/200
22	148	250	150	40	0,192	382	ПН-2-250/150
10	148	250	150	40	0,134	547	ПН-2-250/150
42	174	250	200	40	0,195	376	ПН-2-250/200
11	157	250	200	40	0,115	637	ПН-2-250/200
44	385	400	400	25	0,124	591	ПН-2-400/400
32	158,1	250	200	40	0,192	382	ПН-2-250/200
27	158,1	250	200	40	0,234	318	ПН-2-250/200
13	93,6	100	100	50	0,348	211	ПН-2-100/100
34	142,5	250	150	40	0,236	311	ПН-2-250/150
23	142,5	250	150	40	0,264	277	ПН-2-250/150
33	142,5	250	150	40	0,236	311	ПН-2-250/150
24	142,5	250	150	40	0,153	479	ПН-2-250/150