ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр станциялары, тораптары және жүйелері
кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі

_____
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)
_____ «_____» _____ **20___ ж.**
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: 110/10 кВ "Ұзынағаш" қосалқы станциясының қайта құру.

5В071800 - Электр энергетикасы **мамандығы бойынша**

Орындаған Зайлағойлев М.Ж. ЭСК-12-1
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші Матаев Ұ.М. т.ғ.к.
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кеңесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша :
Жагупов А.А. э.ғ.к., профессор
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «____» _____ 20___ ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
доцент Әбілмұратов Ж.С.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «____» _____ 20___ ж.
(қолы)

Мөлшер бақылаушы:
аға оқытушы Соколова И.С.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «25» 05 20 16 ж.
(қолы)

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

Алматы 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр энергетикасы факультеті
5В071800 - Электр энергетикасы мамандығы
Электр станциялары, желілері және жүйелері кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Зайлогөлиев М.
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы 110/10 кВ «Қамқалған» қосалқы станциясын қайта құру.
ректордың «19» 10. 2015 ж. № 148 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «30» мамыр 2016 ж.

Жобаға бастапқы деректер (талап етілетін жоба нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері)
1 Қосалқы станцияның бас сұлбасы

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс сұрақтар тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:
1. Жобаланатын қ.с. қысқаша сипаттамасы
2. Күштік трансформаторларды таңдау.
3. Релелік қорғаныс және автоматтандыру
4. Өмір тіршілік қауіпсіздігі.
5. Экономикалық бөлім.

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1. Қосалқы станцияның сұлбасы.
2. Қорғау-түйіктағыш бөлімі сұлбасы
3. Релелік қорғаныс және автоматтандыру

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Правила устройства электроустановок - 9-е издание. МЭИ, 2004г.
2. Правила технической эксплуатации электрических станций сетей.
3. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: Учебник для Вузов, 2003г.
4. Электрическая часть электростанций и подстанций Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков 1989г.

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Өндірістік қауіпсіздігі бөлімі	Абдімуратов Қ.С.	20.05.2016жс.	
Жалпықамық бөлімі	Жақупов А.Н.	23.05.2016жс.	
Мөлшер бақылаушы	Соколова И.С.	24.05.2016жс.	

Диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	Кіріспе мәліметтер. Қосалқы станса сұлбасы	25.01.2016 ж.	
2.	Негізгі технологиялық шешімдер	02.02.2016 ж.	
3.	Релелік қорғаныс және автоматтандыру	12.02.2016 ж.	
4.	Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі	16.02.2016 ж.	
5.	Экономикалық бөлім	17.02.2016 ж.	

Тапсырманың берілген уақыты «19» қазан 2015 ж.

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

Жоба жетекшісі _____ т.ғ.к., доцент Матаев У.М.
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент _____ Зайлагөйев М.Ж.
(қолы) (аты -жөні)

Аннотация

Анализ режимов работы электрической сети напряжением 110 кВ Карасайского района Алматинской области в связи с проектированием подстанции110/10 кВ , включаемой в распределительную сеть 110 кВ.

Объект исследования –электрические сети 110 Карасайского района Алматинской области

Цель дипломного проекта – анализ режимов работы и реконструкция сетей в связи со строительством подстанции 110/10 кВ для питания вновь водим в эксплуатацию промышленной и коммунально-бытовой нагрузки, разработка главной схемы подстанции, присоединения ее к сети, выбор оборудования, расчет основных технико-экономических показателей.

Андатпа

110 кВ тарату тораптарына қосылатын 110/10 кВ қосалқы станцияны жобалауға байланысты Алматы облысы, Қарасай ауданындағы кернеуі 110 кВ электр тораптарының жұмыс режимін талдау.

Зерттеу нысаны – Алматы облысы, Қарасай ауданының 110 кВ электр тораптары болып табылады.

Дипломдық жобаның мақсаты – пайдалануға берілетін жаңа өндірістік және коммуналды-тұрмыстық жүктемелерді енгізуге байланысты тораптарды қайта жөндеу және жұмыс режимдерін талдау, қосалқы станцияның бас сұлбасын жасау, оны торапқа қосу, жабдықтарды таңдау, негізгі технико-экономикалық көрсеткіштерді есептеу.

Annotation

Analysis of the operating modes of the mains voltage of 110 kV Karasai district of Almaty region in connection with the design of 110/ 10 kV, to be included in the distribution network of 110 kV.

The object of study - electric network 110 Karasai district of Almaty region.

The purpose of the degree project - Analysis of modes of operation and reconstruction of networks in connection with the construction of 110/10 kV substation for the power drive back into operation of industrial and municipal load, development of the main substation circuit , connecting it to the network, equipment selection , calculation of the basic technical and economic indicators.

Мазмұны

	Кіріспе…….	7
1	110/10 кВ қосалқы станцияны жобалау.....	9
1.1	Қосалқы станцияны жобалау үшін бастапқы мәндер.....	9
1.2	Қосалқы станцияның қазіргі жағдайы және қосалқы станцияны кеңейту мен қайта жөндеу қажеттілігін анықтайтын факторлар.....	9
1.3	«Қалқаман» қосалқы станцияның электрлік жүктемелері.....	10
1.4	Күштік трансформаторларды таңдау.....	12
1.5	Желілер санын негіздеу.....	15
2	Жоғары кернеу тарату құрылғыларының сұлбасын таңдау.....	16
2.1	Өзіндік мұқтаждық сұлбасын құру.....	17
3	Қысқа тұйықталу тогын есептеу.....	20
3.1	Қысқа тұйықталу туралы жалпы мәлімет.....	20
3.2	Қысқа тұйықталу тогын есептеу мақсаты.....	21
3.3	Есептік сұлбаны тұрғызу.....	21
3.4	Алмастыру сұлбасын құру.....	22
4	Коммутациялық - қорғаныс аппараттарын және ток өткізгіш бөліктерді таңдау.....	27
4.1	110 кВ жоғары кернеу жабдықтарын таңдау.....	27
4.2	10 кВ төменгі кернеу жабдықтарын таңдау.....	34
4.3	Оқшаулатқыштарды таңдау.....	39
4.4	Таратушы құрылғылардың құралымын таңдау.....	39
5	Экономикалық бөлім……..	41
5.1	Инвестицияның экономикалық тиімділік көрсеткіштері.....	41
5.2	110/10 кВ ҚС трансформаторды ауыстыру жолымен қайта жөндеуді экономикалық негіздеу.....	46
6	ҚС өмір тіршілік қауіпсіздігі.....	56
6.1	ҚС өмір тіршілік қауіпсіздігінің әлеуметтік мәні, технологиялық процесстердің жағымсыз факторларын жою және жағымсыз факторлардың адам өміріне әсерін бағалау.....	56
6.2	Қауіпсіздік техникасы бойынша іс шаралар.....	57
6.3	Қосалқы станцияны найзағайдан қорғау.....	64
6.4	110 кВ АТҚ жерлендіру.....	67
6.5	Өрт қауіпсізідігі және жарылыс қауіпсіздігі.....	70
	Қорытынды.....	71
	Қолданылған әдебиеттер тізімі.....	72

Кіріспе

Энергетика кез келген мемлекетте өндірісті күшті дамытудың негізі болып табылады. Энергетика өндірістің, ауыл шаруашылығының, көліктің, коммуналдық шаруашылықтың үздіксіз жұмысын қамтамассыз етеді. Электр энергетика – электр станцияларда электр энергиясын өндірумен және оларды тұтынушыларға жіберумен айналысатын сала болып табылады. Электр энергетика халық шарушылығы мен тұрғындардың ішкі қажеттіліктерін электр және жылу энергиясымен қамтамассыз ететін, сонымен қатар электр энергияны алыс шетелдер мен ТМД елдеріне тасымалдайтын базалық сала. Осы саланың орнықты дамуы мен сенімді жұмыс істеуі елдің энергетикалық қауіпсіздігін анықтайды және оның экономикалық дамуының маңызды факторы болып табылады.

Қазақстанның барлық электр станцияларының жалпы қондырылған қуаты электр энергияның 18 997,7 МВт құрайды. Өкінішке орай, көоптеген электр станциялардың өндірісі қондырылған қуатқа жетпейді. Электр станциялардың түрі бойынша өндірімдер келесідей бөлінеді:

- ЖЭС (жылу электр станциялары) - 87,7 %;
- ЖЭО (жылу электр орталығы) - 48,9 %;
- ГТЭС (газотурбиналы электр станция) - 2,3 %;
- СЭС (су электр станция) - 12,3 %.

Қазақстандағы электр энергияның 70 % көмірден, 14,6 % - су қорларынан, 10,6 % - газдан және 4,9 % - мұнайдан өндіріледі.

Қазақстан энергетикалық ресурстардың көп қорына ие (мұнай, газ, көмір, уран) және энергия тасымалдаушылардың табиғи қорларын сату есебімен (экспорттаудың 80 % - шикізат, ал өндірістік экспорттаудың үлесі жыл сайын азаяды) шикізатты мемлекет болып табылады. 2010 жылға дейін Қазақстан электр энергияның таза салмақты – экспорттаушы болып табылатын, ал 2010 жылдан кейін таза салмақты – импорттаушы болып табылады, яғни электр энергияны өндіруден көбірек тұтынады. Қазақстанның Солтүстігі кеңес уақытында тұрғызылған Екібастұз ГРЭС-1 өндірілетін электр энергияны Ресейге экспорттайды, ал оңтүстігі оны Қырғызстан мен Өзбекстаннан сатып алады.

Соңғы жылдары Қазақстанның электр энернетикасында түбегейлі өзгерістер болды: саланы мемлекеттік реттеу жүйесі өзгерді, электр энергияның бәсекелес нарығы қалыптасты, жаңа ұйымдар құрылды. Саланың құрылымы да өзгерістерге ұшырады: табиғи монополиялық (электр энергияны жіберу, оперативті-диспетчерлік басқару) және потенциалды бәсекелес (электр энергиясын өндіру мен өткізу, жөндеу және қызмет ету) функциялары бөлінді; осы функцияларды орындайтын бұрынғы вертикаль-біріктірілген компаниялардың орнына қызметтің жеке түрлеріне арналған құрылымдар қалыптасты. Магистралды тораптар Ұлттық торапты компаниялардың бақылауына, таратушы тораптар аудан аралық таратушы торапты компанияларға (АҚ «KEGOC») көшті.

Электр энергияның көтерме нарығы – бұл электр энергияны жіберу және сату – сатып алудың келісім шарт негізіндегі еркін қатынасы, олардың ролінде энергия өндіріші ұйымдар болады. Электр энергияны жіберудің ұлттық жүйесі - аудандық жіберуші және таратушы электр тораптары, көтерме тұтынушылар, сонымен қатар орталықтандырылған оперативті-диспетчерлік басқарудағы басқа да ұйымдар.

Қазақстанның БЭЖ (ЕЭС) – электр станциялары мен тораптарының күрделі автоматтанидырылған кешені, олар диспетчерлік басқарудың біріңғай орталығымен бірге жалпы жұмыс режимдерімен біріктірілген. Қазақстанның БЭЖ (ЕЭС) кернеуі 220 кВ-тан 750 кВ дейін негізгі тораптары берілген шекарадан шығыс және оңтүстік шекараға дейін 9 аймақтық энерго жүйесінің параллель жұмысын біріктіреді. БЭЖ (ЕЭС) құрылымы басқаруды 3 деңгейде іске асыруға мүмкіндік береді: аймақ аралық, облыс аралық (біріңғай диспетчерлік басқару) аудандық (қалалық және ауылдық ДБ). Мұндай сатылы құрылым апатқа қарсы интелектуалды автоматика және жаңа компьютерлік жүйелермен бірге апатты БЭЖ және жергілікті тұрғындар үшін зиян келтірмей жоюға мүмкіндік береді.

1 110/10 кВ қосалқы станцияны жобалау

1.1 Қосалқы станцияны жобалау үшін бастапқы мәндер

1.1.1. Жобалау нысанының сипаттамасы

110/10 кВ «Қалқаман» қосалқы станциясында (ҚС) қазіргі уақытта келесі негізгі жабдықтар (алпысыншы және жетпісінші жылдарда шығарылған) орнатылған:

1. АТҚ – 110 кВ («трансформаторлардың тізбегіне ажыратқыштармен көпірлі» сұлба бойынша орындалған).

- ажыратқыштар ВМТ – 110 Б/1250 УХЛ 1
- айырғыштар РНДЗ-110/1000-У1
- ток трансформаторлары ТФНД-110М.

2. ЖТҚ – 10 кВ («екі құрама шиналар» сұлбасы бойынша орындалған)

- кернеу трансформаторлары НАМИ – 6
- ток трансформаторлары ТЛМ – 10
- ҚТҚ К – 26

3. Трансформаторлар: Т1: ТДТН-10000/110 кВ және Т2: ТДТН-16000/110 кВ.

4. Қосалқы станцияда жерлендіргіш, найзағайдан қорғаныс және жарықтандыру құрылғылары бар.

Қосалқы станцияның өзіндік мұқтаждығын қоректендіру үшін 10 кВ шиналардың бірінші және екінші секцияларына қосылған ТМ-100/10 және ТТО-40/10 түріндегі екі трансформатор қарастырылған.

Пайдалану уақытына, сонымен қатар ғылым мен техниканың жетістіктеріне қарай ҚС орнатылған жабдықтар сапалық және табиғи тозған, яғни өзінің қорын жоғалтқандықтан қажетті сенімділікпен қамтамассыз ете алмайды.

1.2 Қосалқы станцияның қазіргі жағдайы және қосалқы станцияны кеңейту мен қайта жөндеу қажеттілігін анықтайтын факторлар

110/10 кВ «Қалқаман» ҚС негізгі жабдықтар алпысыншы және жетпісінші жылдары шығарылған. Көптеген жабдықтар өзінің қорларын (ресурстарын) жойған. Ескірген жабдықтарды ауыстыру қажет.

Қосалқы станцияда Т-1 ТДТН-10000/110 және Т-2 ТДТН-16000/110 трансформатор орнатылған, олар Ж-113 және Ж-104 желіден 110 кВ ӘЖ бойынша қоректенеді, жүктеменің артуына байланысты Т1 трансформаторын күшті трансформаторға ауыстыру керек. ҚС 10 кВ шиналарында кернеуді реттеу Т1, Т2 трансформаторларының жүктемесі астында кернеуді реттеу (РПН) құрылғыларының көмегімен автоматты немесе қашықтан іске асады. Желі тізбегінде желіні ажырату мен қосу үшін және қысқа тұйықталу мен асқын жүктеме кезінде, сонымен қатар оларды жөндеу кезінде желі

аппараттарын құрама шиналардан немесе тораптан ажырату үшін аппараттар орнатылған.

2015 жылы «Қалқаман» ҚС өндірістік, сауда кәсіпорындары мен тұрғын үй кешендерін қосу жоспарлануда, бұл ҚС жүктемесінің артуына әкеледі. Жүктеменің артуы өз кезегінде қуат тапшылығына әкеледі. Сондықтан ҚС қайта жөндеу жүргізу керек, себебі ҚС қуаты тұтынушылардың жоспарланған жүктемесі мен үздіксіз қоректенуін қамтамасыз ете алмайды. Көрсетілген тұтынушы электрмен жабдықтау бойынша II санатқа жатады.

Қайта жөндеу барысында Т1 күштік трансформаторын қуаты одан жоғарғысына ауыстыру; ескірген жабдықтарды жаңасына ауыстыру; 110 кВ жағына секциялы ажыратқыштарды орнату жоспарлануда.

1.3 «Қалқаман» қосалқы станцияның электрлік жүктемелері

Электрлік жүктеме техникалық және экономикалық тапсырмалардың күрделі кешенін шешу үшін бастапқы мәндер болып табылады. Электрлік жүктемелерді анықтау кез келген электрмен жабдықтау жүйесінің бірінші кезеңін құрайды және токөткішгіш элементтерді (шиналар, кабельдер, сымдар), күштік трансформаторлар мен түрлендіргіштерді өткізгіштік (қыздыру) және экономикалық параметрлері бойынша тексеру, , кернеудің ауытқуы мен шығынды есептеу, қарымталаушы қондырғылар мен қорғаныс құралдарын таңдау үшін жүргізіледі. Электрмен жабдықтау жүйесінің барлық элементтері мен сұлба таңдаудың тиімділігі және оның технико-экономикалық көрсеткіштері күтілетін электрлік жүктемелерді дұрыс бағаулауға байланысты болады.

Белгіленген параметрлердің түрі бойынша активті, реактивті және толық қуаттың графигін анықтайды. Әдетте, графиктер арнайы уақыт ішіндегі жүктеменің өзгеруін көрсетеді. Сол белгі бойынша оларды тәуліктік, маусымдық және жылдық деп бөледі.

Өндірістік саланы келешекті дамыту жоспарларына сәйкес жаңа машина жасайтын кәсіпорынның құрылысы жоспарлануда. Көрсетілген тұтынушы электрмен жабдықтау сенімділігі бойынша II санатқа жатады. Ауыл шаруашылықты тұтынушылардың жүктемесінің өсуіне, сонымен қатар 2015 жылы «Қалқаман» ҚС машина жасайтын кәсіпорынның қосылуына байланысты бұл жоба ескірген және тозған жабдықтарды (майлы ажыратқыштарды элегазды және вакуумдыға), сонымен бірге тұтынушыларды электрмен үздіксіз және сенімді қамтамассыз ету үшін ТДТН-10000/110/10 трансформаторын одан күшті трансформаторға ауыстыруды қарастырады.

Тұтынушылардың жүктемесі дамыту жоспары мен жүктемелерді ескеу арқылы ұйымдардың сұранымдары бойынша анықталады.

«Қалқаман» қосалқы станциясының негізгі тұтынушылары 1.1 кестеде келтірілген.

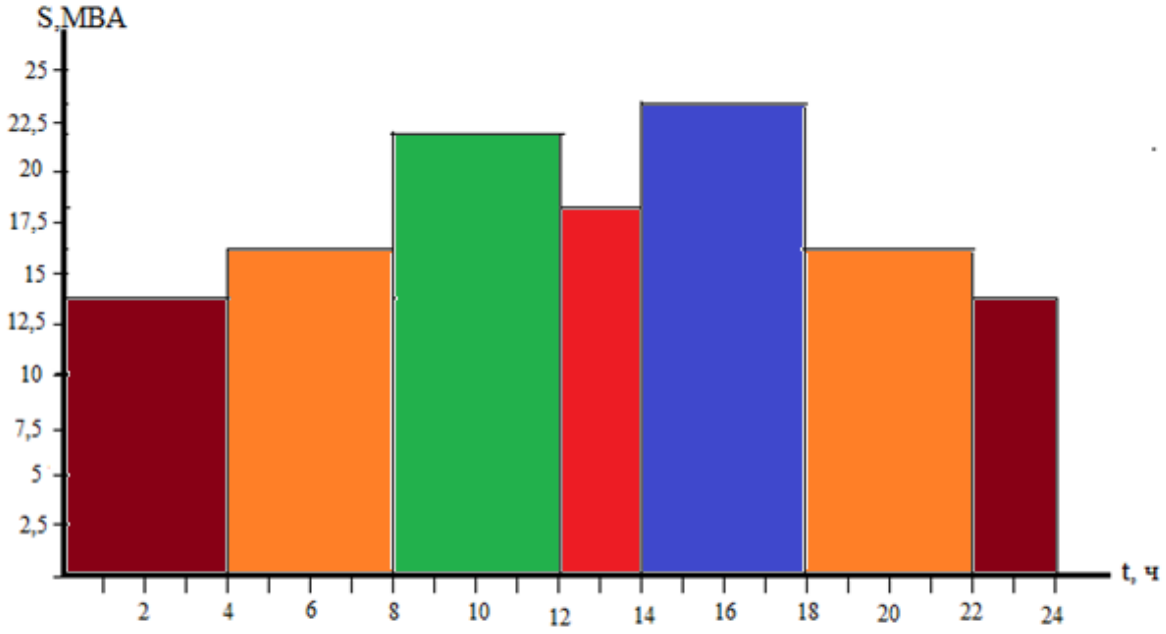
1.1 кесте – «Қалқаман» ҚС негізгі тұтынушылары

Фидер номері	Негізгі тұтынушылар	Баланстардағы қызмет көрсету	Резервте сақтау мүмкіндіктері
Ф-1		Карасай АЭЖ	
Ф-3		Карасай АЭЖ	
Ф-4		Карасай АЭЖ	
			Ф-11
Ф-5		Карасай АЭЖ	"Калкаман" ҚС
			Ф-13
Ф-6		Алатау АЭЖ	"Калкаман" ҚС
Ф-7		АХБК	
Ф-8		Су каналы	
Ф-11		Алатау АЭЖ	
Ф-12		Алатау АЭЖ	
Ф-13			

Қазіргі жүктемелерді (қысқы өлшемдер) және дамыту жоспарын ескеріп, ұйымдардың сұранымы бойынша трансформаторлар жүктемесінің тәуліктік графигін тұрғызамыз, олар 1.2 кестеде келтірілген.

1.2 кесте – 2015 ж. қысқы режимдік күннің мәліметтері

Уақыт									
t,ч	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Smax	13,4	12,8	12,8	12,8	14,8	16,1	16,5	17,5	18,5
МВА									
10	11	12	13	14	15	16	17	18	91
17,9	16,5	16,4	16,5	16,5	17,5	22,4	22,6	22,7	22,7
20	21	22	23	24					
22,2	22,2	20,1	16,1	13,4					



1.1 сурет - Қысқы режимдік күннің тәуліктік графигі

Қорытынды: Осылайша тәулік ішінде трансформатор сегіз сағат шамадан артық жұмыс істейді.

1.4 Күштік трансформаторларды таңдау

Күштік трансформаторлар электрмен жабдықтау жүйесінің негізгі элементтері болып табылады және экономиканың барлық салаларында, өнеркәсіптерде, тұрғын үй-коммуналды және ауыл шаруашылығында, жеке мекемелерде, фирмалар мен ұйымдарда қолданылады. Әр түрлі тұтынушыларды электрмен жабдықтау сенімділігі және электр жабдықтарының жұмысының тиімділігі трансформаторлардың түрі мен қуатын дұрыс таңдау арқылы анықталады. Ең көп тараған үш фазалы трансформаторлар, себебі оларды үш бір фазалы трансформатормен салыстырғанда олардағы шығындар 12-15 % төмен, ал активті матералдардың шығыны және құны 20-25 % аз.

Қосалқы станцияда күштік трансформаторлардың саны мен қуатын дұрыс таңдау электрмен жабдықтау сұлбасын оңтайлы тұрғызудың негізі болып табылады. Қалыпты жағдайдайларда трансформаторлар қызмет ететін аудандағы барлық электр қабылдағыштардың қорегін қамтамасыз етуі керек.

Трансформаторлардың қуатын таңдау электрмен жабдықтау нысанының есептік жүктемесіне, максимумды пайдалану сағат санына, жүктеменің өсу қарқынына, электр энергиясының құнына, трансформаторлардың рұқсат етілген асқын жүктемесіне қарай жүргізіледі.

14209-97 МЕМСТ сәйкес 35-750 кВ ҚС үш фазалы трансформатор (автотрансформатор) таңдау керек және төтенше жағдайларда ғана бір фазалы немесе екі үш фазалы трансформаторлардың топтамасын қолдануға болады.

35-750 кВ ҚС барлық категорияларында екі трансформатор орнату қарастырылады, олардың қуаты ҚС максимал жүктемесінің 70% артық емес таңдалады.

Трансформатордың (автотрансформатордың) номиналды қуатын дұрыс таңдау үшін ҚС орта тәулікті және максималды активті жүктемесін, сонымен қатар максимум жүктеменің ұзақтығын көрсететін тәуліктік график болу керек. Бұл жағдайда 1.1 суретте көрсетілген жүктеменің тәуліктік графигі қолданылады. Максимал жүктеме S_{max}=22.7 МВА құрайды.

Бір трансформатордың болжалды қуатын келесі формула бойынша табамыз:

$$S_{т.ном} \geq 0,7 \cdot S_{max} \qquad (1.1)$$

$$S_{т.ном} \geq = 0,7 \cdot 22,7 = 15,89 \text{ МВА}$$

Стандартты жақын үлкен қуат $S_{т.ном}$=16 МВА

Орнатуға ТДТН-16000/110/35/6 кВ, $S_{т.ном}$=16 МВ, екінші трансформаторды белгілейміз, себебі ҚС бұндай трансформатор бар және жүктеме ары қарай артуы мүмкін.

Трансформатордың жүктеме графигін эквивалентті екі сатылы төртбұрыш графикке түрлендіруді МЕМСТ-14209-97 бойынша орындаймыз.

Жүктеменің берілген графигін эквивалентті екі сатылы графикке түрлендіруді келесі тәртіп бойынша жүргізу керек:

1. Берілген графикте К=1 нүктесіне көлденең желіні, яғни номиналды жүктемені келтіреміз. $S_н$=1

2. Эквивалентті графиктің бастапқы жүктемесін $К_1$ анықтаймыз. Жүктеменің бастапқы графигі үшін $К_1$ коэффициентін келесі формула бойынша анықтаймыз:

$$К_1 = \frac{1}{s_{ном}} \cdot \sqrt{\frac{S_1^2 \cdot \Delta t_1 + S_2^2 \Delta t_2 + \ldots + S_m^2 \cdot \Delta t_m}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \ldots + \Delta t_m}} \qquad (1.2)$$

мұндағы $S_1, S_2,...,S_m$ - $\Delta t_1, \Delta t_2,..., \Delta t_m$ аралықтардағы жүктеме мәні

$$К_1 = \frac{1}{18} \cdot \sqrt{\frac{13,4^2 \cdot + 12,8^2 \cdot 1 + 12,8^2 \cdot 1 + 12,8^2 \cdot 1 + 14,8^2 \cdot 1 +}{1+1+1+1+1+}}$$
$$\cdot \sqrt{\frac{16.1^2 \cdot 1 + 16.5^2 \cdot 1 + 17.5^2 \cdot 1 + 17.9^2 \cdot 1 + 16.5^2 \cdot 1 + 16,4^2 \cdot 1 +}{+1+1+1+1+1+1+}}$$
$$\cdot \sqrt{\frac{16.5^2 \cdot 1 + 16.5^2 \cdot 1 + 17.5^2 \cdot 1 + 16.1^2 \cdot 1 + 13.4^2 \cdot 1}{+1+1+1+1+1}} = 0,86;$$

Жүктеменің эквивалентті графигінен $К_2^{'}$ жүктемесінің жобалы мәнін

анықтаймыз. Эквивалентті графиктің $К_2'$ коэффициентін келесі формула бойынша есептейміз:

$$К_2'=\frac{1}{s_{ном}}\cdot\sqrt{\frac{S_1'^2\cdot\Delta t_1+S_2'^2\cdot\Delta t_2+\ldots+S_m'^2\cdot\Delta t_m}{\Delta t_1+\Delta t_2+\ldots+\Delta t_m}} \quad (1.3)$$

$$К_2'=\frac{1}{18}\cdot\sqrt{\frac{18.5^2\cdot1+22.4^2\cdot1+22.6^2\cdot1+22.7^2\cdot1+22.7^2\cdot1+22.2^2\cdot1+22.2^2\cdot1+20.1^2\cdot1}{1+1+1+1+1+1+1+1}}=1,2;$$

[0] келтірілген кестелерді қолданып, $К_2$ апаттық асқын жүктемелердің рұқсат етілген нормасын және оның ұзақтығын h анықтаймыз. ONAF(Д) салқындату жүйесі бар және орта жылдық температурасы $t^o=11.8^o$ С, $h^/=$ 24 сағ. трансформаторлар үшін.

$$К_{max}=\frac{S_{max}}{S_н} \quad (1.4)$$

$$К_{max}=\frac{22,7}{18}=1,26$$

Жүктеме мәнін $К_2'$ жүктеменің максимум коэффициенітмен $К_{max}$ салыстырамыз:

$$К_2'\geq0,9\cdot К_{max}(1,2\geq0,91,26=1,134),$$

сонда келесідей қабылдауга болады: $К_2=К_2'$

Алынған мәндер бойынша эквивалентті екі сатылы график тұрғызамыз.

ONAF(Д) салқындату жүйесі бар күштік трансформатордың рұқсат етілген асқын жүктемесі $К_1=0,86$ және $\Theta=10^\circ$С кезінде [7] 1.36 кестесі бойынша келесіге тең:

- жүйелі асқын жүктеме кезінде $К_{2=}1,22$
- апатты асқын жүктеме кезінде $К_2=1,4$

Яғни, ТДТН-16000/110/35/6 кВм трансформатор жүйелік және апатты асқын жүктемелер бойынша өтеді және ҚС орнатылады.

ТДТН-16000/110/35/6 кВ трансформаторының паспорттық мәндері 1.3 кестеде келтірілген.

1.3 кесте - ТДТН-16000/110/35/6 кВ трансформаторының паспорттық мәндері

Трансформатор тоүрі	$S_{ном}$ МВА	Орамның кернеуі, кВ			Шығындар, кВт		$U_{к.з.}$, %			$I_{к.}$, %
		ЖК	ОК	ТК	P_x	P_k	ЖК-ОК	ЖК-ТК	ОК-ТК	
ТДТН-16000/110	16	115	338,5	6,6	21	100	10,5	17,5	6,5	0,8

Осылайша, ТДТН-16000/110/35/6 кВ трансформаторы таңдалды.

1.5 Желілер санын негіздеу

Қарастырылатын ауданда тұтынушыларды электрмен жабдықтауды «АлЭС» АҚ ЖЭО-2 іске асырады.

«Таугуль» 147 – ҚС» 110 кВ – ӘЖ (Ж-142 және Ж-113) екі желісі бойынша «Ақсай» және «АХБК» ҚС қорек келеді.

«Жайлау» және «Қалқаман» қосалқы станцияларында аралық алынатын, сонымен қатар екі ӘЖ-110 кВ (Ж-142 және Ж-113) электр желілері арқылы «ҚС-147 «Таугуль» қосалқы станциясынан «Ақсай» және «АХБК» қосалқы станциялары қоректенетенеді. «ҚС-147 «Таугуль» қосалқы станциясының АТҚ-110 кВ – нан Ж-142 желісі бойынша «АХБК» қосалқы станциясының шиналарының 1 секциясына қорек келеді, ал оның 2 секциясы «Ақсай» қосалқы станциясынан Ж-104 желісі бойынша қорек алады. «Қалқаман» қосалқы станциясына қорек екі ӘЖ-110 кВ (Ж-113 және Ж-104) –нен келіп түседі. «Жайлау» қосалқы станциясына қорек Ж-113 желісінен келіп түседі.

Ауданның электр беріліс желілері туралы мәліметтер 1.4 кестеде көрсетіледі.

1.4 кесте - Ауданның электр беріліс желілері туралы мәліметтер

Электр беріліс желісі	Сымның маркасы	ЭБЖ ұзындығы, км
Ж-142 ҚС - ҚС-147 «Таугуль» − ҚС АХБК	АС-150	15,4
	АС-185	0,6
Ж-113 ҚС - ҚС-147 «Таугуль» − ҚС Аксай	АС-150	18,8
	АСК-150	11,9
	АС-120	0,8
Ж-104 ҚС Акжар- ҚС Аксай	АС-150	0,5
	АС-120	3,9
	М-70	22,6

2 Жоғары кернеу тарату құрылғыларының сұлбасын таңдау

Энергетикалық нысанның электрлік қосылуының негізгі сұлбасы – бұл негізгі электрлік жабдықтардың, коммутациялық аппаратуралардың және ток өткізгіш бөліктердің, олардың байланысу тәртібін көрсететін жиынтығы.

Қайта құрылатын қосалқы станцияның (ҚС) жоғары кернеу (ЖК) тарату құрылғыларына (ТҚ) екі әуе желісі (ӘЖ) және екі трансформатор қосылады.

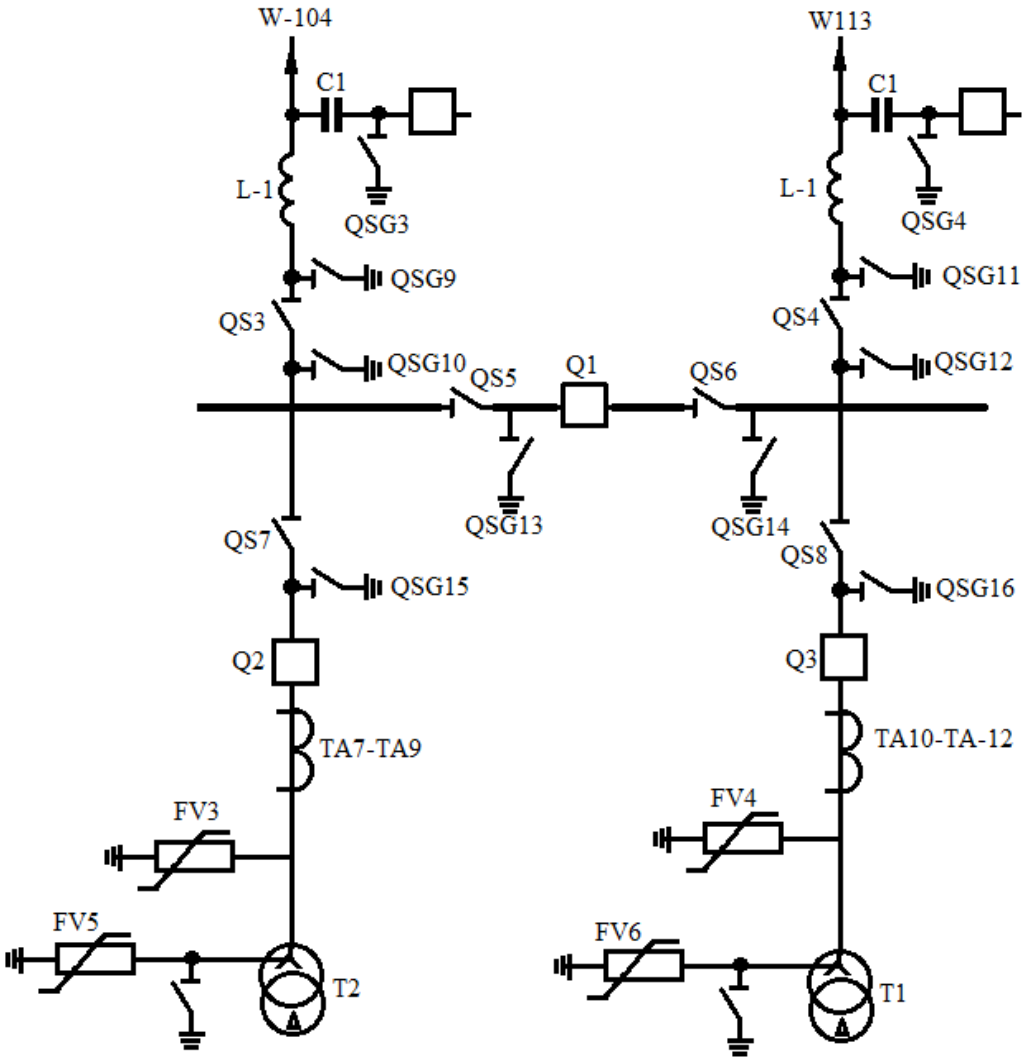
Қосалқы станция өтпелік қосалқы станциялар класына жатады. Қайта жөнделелетін қосалқы станцияға «Трансформатор тізбегінде ажыратқыштармен көпірше (мостик) сұлбасын аламыз.

Қалыпты режимде Q1 секциялы ажыратқыштан басқа барлық коммутациялық жабдықтар қосылған. Әуе желісіндегі W-113, W-104 – қайта жөнделетін қосалқы станцияны энергетикалық жүйемен байланыстыратын желілер. Бұл сұлбада апаттық жағдайлардың әсерін қарастырамыз.

Трансформаторлардың біреуі бұзылған жағдайда (мысалы Т1). Т1 қысқа тұйықталу болған жағдайда Q3 ажыратқыш ажырайды, ҚС тұтынушылары қоректі Т2 арқылы алады. Энергетикалық жүйемен байланыстырушы желі бұзылғанда (W-113). W-113 қысқа тұйықталу болған жағдайда Q3 ажыратқыш ажыратылады және Т1 трансформатор қорегін жоғалтады. W-113 ажыратылғаннан кейін оперативті қызметкер зақымдалған желіні QS4 сызықты айырғышпен ажыратады, осыдан кейін Q3 мен Q1 қосылады және Т1 қорегін қалпына келтіреді.

Осылайша, келтірілген талдаудан таңдалған сұлбада қайта жөнделетін ҚС тұтынушыларының ажырауына әкелетін қарапайым апаттық жағадайдың жоқ екенін көруге болады.

Ең күрделі апаттық жағдай бір трансформаторды жөндеу кезінде қоректендіргіш желінің тоқтап қалуы болып табылады, бірақ бұл жағдайда қайта жөнделетін ҚС тұтынушыларының қорегі секциялы ажыратқыш арқылы екінші желіден қаматамасыз етіледі.



2.1 сурет –«Қалқаман» ҚС жоғары кернеу тарату құрылғыларының сұлбасы

2.1 Өзіндік мұқтаждық сұлбасын құру

ҚС өзіндік мұқтаждық тұтынушыларының құрамы трансформаторлардың қуатына, ҚС құрылымдық орындалуына, электр жабдықтардың типіне, синхронды компенсаторлардың болуына, оперативті ток түрлері мен қызмет ету тәсілдеріне байланысты. ҚС синхронды компенсаторларсыз, жеңілдетілген сұлба бойынша орындалған өзіндік мұқтаждық тұтынушылар санының аздығы – бұл трансформаторлардың электр қозғалтқыштары, СКТҚ (КРУН) шкафтарының сымдарының қызуы, сонымен қатар ҚС жарықтануы.

Өзіндік мұқтаждық тұтынушыларының қуаты аз, сондықтан олар қоректі төмендіткіш трансформаторлардан алатын 380/220 В торапқа қосылады.

Өзіндік мұқтаждық трансформаторларының қуаты ӨМ жүктемелері, бір мезгілдік және жүктеме коэффициенті бойынша таңдалады, сонымен бірге жаздық және қыстық жүктемелер мен ҚС жөндеу жұмыстары мерзіміндегі

жүктеме жеке есептеледі.

ҚС өзіндік мұқтаждық қабылдағыштары 3 топқа бөлінеді:

а) Ажыратылуы негізгі жабдықтардың бұзылуымен апатқа, негізгі жабдықтардың жартылай немесе толық ажырауына, пйдаланудың қалыпты режимінің бұзылуына әкелетін қабылдағыштар. Бірінші санаттағы электр қабылдағыштарының қорегі үшін резервтің автоматты қосылуы бар екі қорек көзі болу керек.

б) ҚС кезекші қызметкері немесе кезекші қызметкер болмаған жағдайда қызмет көрсетуші қызметкер ҚС үшін 20-40 минутқа ажыратуға рұқсат етілетін қабылдағыштар. Бұл топтағы қабылдағыштардың қорегін қалпына келтіру қолмен жасалады.

в) ажыратылуы ұзақ уақытқа рұқсат етілетін қабылдағыштар.

ҚС өзіндік мұқтаждық электрқабылдағыштары жұмысқа қосылу режимі бойынша келесілерге бөлінеді:

а) торапқа үнемі қосылатын (оның ішінде басқару тізбектері мен релелік қорғаныс).

б) мезгілдік шарттарға байланысты қосылатын (қоршаған ортаның температурасына байланысты).

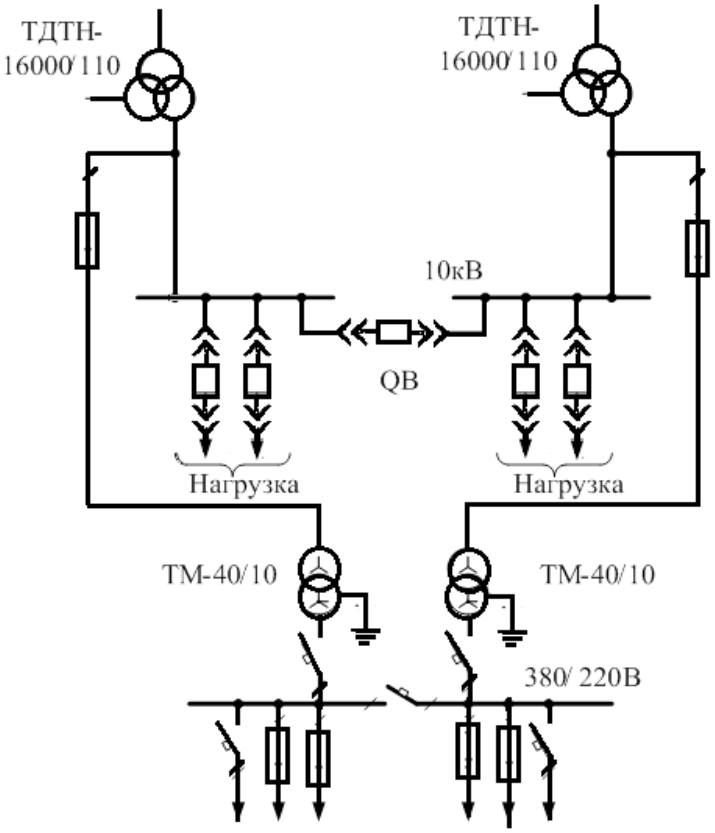
в) жабдықтарды жөндеу және тексеру мерзімдерінде уақытша қосылатын.

Өзіндік мұқтаждық жүктемелері 1.5 кестеде келтірілген.

2.1 кесте - Өзіндік мұқтаждық жүктемелері

Электрқабылдағыштар	Бекітілген қуат, кВт.	Қабылдағыштар саны	Барлық қуат, кВт.
Үрлеу электр қозғалтқыштары	1,5	8	12
Обогрев В-110	1,75	2	3,5
КРУ-10 шкафтарын қыздыру	0,6	20	12
ОВБ бөлмелерін жылыту және жарықтандыру	5,5	1	5,5
Сыртқы жарықтандыру	4,5	1	4,5
Оперативті тізбектер	1,8	1	1,8
Барлығы			39,3

Қарастырылатын ҚС үшін сұраныс коэффициентін 0,7 ескеріп, ПКТ96 сақтандырғыштары бар ТМ-40 кВА 6/0,4 кВ екі өзіндік мұқтаждық трансформаторын қабылдаймыз.



2.2 сурет – ҚС өзіндің мұқтаждық сұлбасы

3 Қысқа тұйықталу тогын есептеу

3.1 Қысқа тұйықталу туралы жалпы мәлімет

Электрлік қондырғыларда әр түрлі қысқа тұйықталулар болуы мүмкін, олар токтың күрт өсуін тудырады. Электрмен жабдықтау жүйелерінде орнатылатын барлық электр жабдықтар қысқа тұйықталу тогына төзімді болуы керек және осы токтарды ескеріп таңдалуы керек. Қысқа тұйықталудың келесі түрлері болады: үш фазалы немесе симметриялы, үш фаза өзара байланысқан; екі фазалы – екі фаза жермен қосылусыз өзара қосылған; бір фазалы – бір фаза қорек көзінің бейтараптамасымен жер арқылы қосылады; жерге екі рет тұйықталу – екі фаза өзара және жермен қосылады.

Көп жағдайларда жүйедегі қысқа тұйықталу себептері оқшауламаның тозу әсерінен немесе асқын кернеу әсерінен электр жабдықтарының оқшауламасының бұзылуы болып табылады. Қысқа тұйықталу қызмет көрсетуші қызметкерлердің қателіктерінен, кабель желілерінің механикалық бұзылуынан, әуе желісі сымдарын құстардың жабуынан немесе үзуінен болады.

Қысқа тұйықталу пайда болған кезде электрмен жабдықтау жүйесіндегі тізбектердің кедергісі азаяды, соның әсерінен жүйе тармақтарындағы токтар артады, ал жүйенің жеке бөліктеріндегі кернеу төмендейді.

Электрлік жүйелердің элементтері активті, индуктивті кедергілерге және сыйымдылықты өткізгіштерге ие. Сондықтан қысқа тұйықталудың әсерінен жұмыс режимі бұзылған кезде электрлік жүйе тербелмелі контур түрінде болады. Қысқа тұйықталу пайда болғаннан кейін уақыт аралығында тармақтардағы токтар мен түйіндердегі кернеу бұл контурдың параметріне сәйкес өзгереді. Қысқа тұйықталу пайда болған уақыттан бастап зақымдалған бөліктің ажырау уақытына дейін тізбекте өтпелі процесс өтеді, олар электр жабдықтарға электродинамикалық әсер тудырады. Қысқа тұйықталу токтары 0,01 с ұзақ уақытта термиялық әсер етеді, ол температураның жоғарылауына және электр жабдықтарының қызуына әкеледі.

Таңдалған күштік және коммутациялық аппараттардың қысқа тұйықталу режиміндегі жұмысын, сонымен қатар РҚжА құрылғыларының жұмысын тексеру қажеттілігіне байланысты қысқа тұйықталудың есептік түрі үш фазалы симметриялы қысқа тйықталу болып табылады.

Есептің мақсатына байланысты электрлік тораптың сәйкес жұмыс режимдері таңдалады.

3.2 Қысқа тұйықталу тогын есептеу мақсаты

Қысқа тұйықталу тогын есептеу тұтынушылардың апаттық режим кезіндегі жұмыс шартын анықтау; электрлік аппараттарды, шиналарды, оқшауламаларды, күштің кабельдерді таңдау; релелік қорғаныс және автоматика құрылғыларын жобалау және жөндеу; қорғаныс

жерлендіргіштерді жобалау; асқын кернеуден қорғау үшін разрядниктердің сипаттамасын таңдау үшін жүргізіледі.

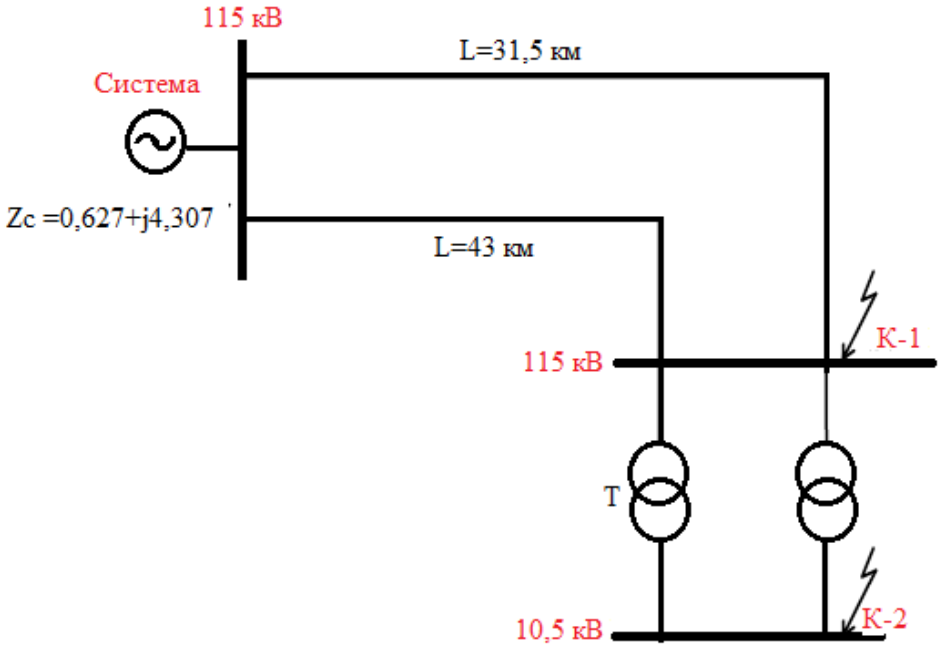
Заманауи электр жүйелерінде қысқа тұйықталу тогын барлық шарттарды ескеріп тура (дәл) есептеу өте күрделі және мүмкін емес. Бірақ, есептеулердің қажет дәлдігі оның мақсатына байланысты болады. Мысалы: электрлік аппараттарды таңдау үшін қысқа тұйықталу тогын жуықтап анықтайды, себебі аппараттардың әр түрін сипаттайтын параметрлерінің мәндері арасындағы интервал (аралық) шамалы. Релелік қорғаныс және автоматика құрылғыларын жөндеу және таңдау үшін есептеу дәлдігі жоғары болу керек.

3.3 Есептік сұлбаны тұрғызу

Қондырғының есептік сұлбасы деп қысқа тұйықталу тогына әсер ететін барлық элементтер мен олардың параметрлері көрсетілген, электр қондырғылардың жеңілдетілген бір сызықты сұлбасын айтамыз. Сондықтан олар есептеу жүргізілген кезде ескерілу керек.

Әр электрлік саты үшін есептеулерді жеңілдету мақсатында есептік сұлбада шиналарда оның нақты кернеуінің орнына орташа кернеуді $U_{ср}$ көрсетеді, келесі шәкілдерге (шкала) сәйкес: 6,3; 10,5; 37; 115; 230.

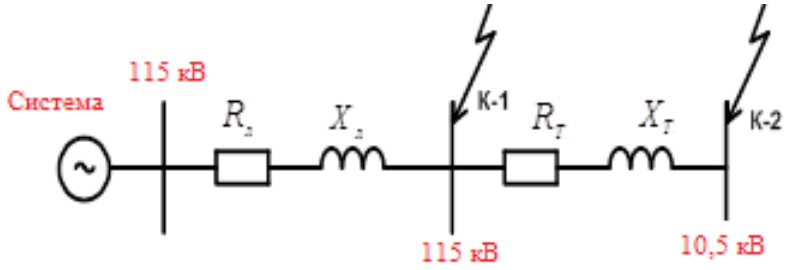
Берілген желіліер Ж-142, Ж-113 және Ж-104 кестеде көрсетілген, олар №2.6 есептелінген.



3.1 сурет – Есептік сұлба

3.4 Алмастыру сұлбасын құру

Алмасытру сұлбасы деп бастапқы мәндері бойынша есептік сұлбаға сәйкес келетін, бірақ барлық магниттік байланыстары электрлікпен ауыстырылған электрлік сұлбаны айтады.



3.2 сурет – Алмастыру сұлбасы

Қысқа тұйықталу тогын есептеу.
Қысқа тұйықталу тогын есептеу үшін бастапқы мәндер:
- жүйенің параметрлері:
I"=15,68 кА, $U_{кз}$=98 кВ, $R_э$=0,627 Ом, $X_э$=4,307 Ом.,
- әуе желісінің параметрлері, %
r_o =0,198 Ом/км, x_o =0,42 Ом/км,
- трансформатордың параметрлері:
$S_{н.т.}$=16МВА, $u_к$ =10,5%, $\Delta P_к$ =100 кВт

Есептеудің қолайлығы үшін $S_б$=1000 МВА $U_{б1}$=115 кВ деп аламыз.
Сұлба элементтерінің активті кедергілерін ескермейміз.

$$R_э < \frac{X_э}{3} \qquad (3.1)$$

М мұндағы $R_э$, $X_э$ – эквивалентті активті және реактивті кедергі.

$$0,627 < \frac{4,307}{3} = 1,44$$

$R_э < X_э/3$ шарты орындалатындықтан, активті кедергі есептелмейді.
Қысқа тұйықталудың қуатын анықтаймыз:

$$S_к = \sqrt{3} \cdot I'' \cdot U_{к.з.} \qquad (3.2)$$

$$S_к = \sqrt{3} \cdot 15,68 \cdot 98 = 2662 \text{ МВА}$$

$U_{Б1}$=115 кВ, $U_{Б3}$=10,5 кВ- базисті кернеу
Сатының базисті тогын анықтаймыз.

$$I_Б = \frac{S_Б}{\sqrt{3} \cdot U_Б} \quad (3.3)$$

$$I_{Б1} = \frac{S_Б}{\sqrt{3} \cdot U_{Б1}} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 115} = 5{,}02 \text{ кА} \quad (3.4)$$

$$I_{Б3} = \frac{S_Б}{\sqrt{3} \cdot U_{Б3}} = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 10.5} = 55{,}05 \text{ кА;} \quad (3.5)$$

Алмастыру сұлбасындағы кедергіні салыстырмалы бірлікте есептеу:
Энергетикалық жүйе:

$$X_c = \frac{S_Б}{S_{к.з.}} = \frac{1000}{2631} = 0{,}38 \text{ Ом;} \quad (3.6)$$

Желі

$$X_1 = \frac{X_0 \cdot l}{n} = \frac{0.42 \cdot 31.5}{1} = 13{,}23 \text{ Ом;} \quad (3.7)$$

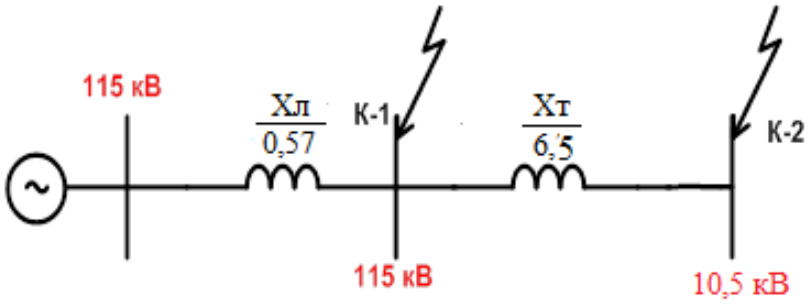
$$X_2 = \frac{X_0' \cdot l}{n} = \frac{0.42 \cdot 43}{1} = 18 \text{ Ом;} \quad (3.8)$$

$$X_л = \frac{X_1 \cdot X_2}{X_1 + X_2} \cdot \frac{S_Б}{U_{ср}^2} = \frac{13{,}26 \cdot 18}{13{,}23 + 18} \cdot \frac{1000}{115^2} = 0{,}57 \text{ Ом;} \quad (3.9)$$

Трансформатор

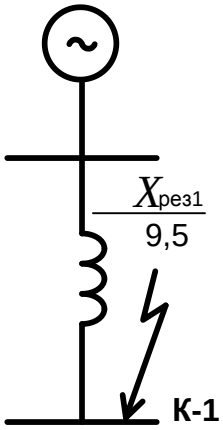
$$X_Т = \frac{X_к\%}{100} \cdot \frac{S_Б}{S_{ном}} = \frac{10{,}5}{100} \cdot \frac{1000}{16} = 6{,}5 \text{ Ом;} \quad (3.10)$$

Бастапқы сұлбаны түрлендіреміз.



3.3 сурет – Алмастыру сұлбасын түрлендіру

3.3 суреттен К-1 қатысты алмастыру сұлбасын түрлендіреміз.

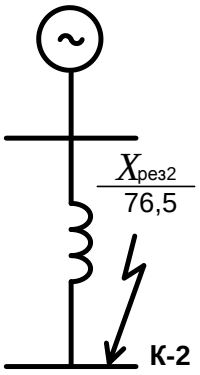


3.4 сурет – К-1 нүктесі үшін сұлбаны түрлендіру

К-1 нүктесі үшін $X_{рез1}$ анықтаймыз:

$$X_{рез1}=X_1+X_c=0,38+0,57=0,95 \text{ Ом};\qquad (3.11)$$

1.7 суреттен К-2 қатысты алмастыру сұлбасын түрлендіреміз,



3.5 сурет – К-2 нүктесі үшін сұлбаны түрлендіру

К-1 нүктесі үшін $X_{рез2}$ анықтаймыз:

$$X_{рез2}=X_c+X_л+X_{Т1}+X_{Т2}=0,38+0,57+6,5=7,45 \text{ Ом};\qquad (3.12)$$

Қысқа тұйықталу тогына есептеу жүргіземіз:
ҚТ тогының бастапқы периодты құраушысы.
К-1 нүктесі үшін ҚТ тогына есептеу жүргіземіз.

$$I_{к.з.1}=\frac{E''_c}{X_{рез1}}\cdot I_{Б1}=\frac{1}{0,95}\cdot 5,02=5,3 \text{ кА};\qquad (3.13)$$

К-2 нүктесі үшін ҚТ тогына есептеу жүргіземіз.

$$I_{к.з.2}=\frac{E_c''}{X_{рез2}}\cdot I_{Б2}=\frac{1}{7,45}\cdot 55,05=7,4 \text{ кА};\qquad (3.14)$$

E_c''- жүйенің ЭҚК, салыстырмалы бірлікте, жүйе үшін $E_c'' = 1$, деп аламыз және мәнді (1.24), (1.25) және (1.26) формулаларға қоямыз.

К-1 нүктесінде ҚТ соққы тогының лездік амплитудалық мәні

$$i_{у1}=\sqrt{2}\cdot I_{к.з.1}\cdot k_у=\sqrt{2}\cdot 5,3\cdot 1,8=13,5 \text{ кА};\qquad (3.15)$$

Ол үшін алдымен соққы коэффициентін анықтау керек.

$$k_{уд}=\left(1+e^{\frac{-0,01}{T_a}}\right)=1+e^{\frac{-0,01}{0,05}}1,8\qquad (3.16)$$

T_a=0,05 – ҚТ тогының апериодты құраушысының өшу уақыты [3].

К-2 нүктесінде ҚТ соққы тогының лездік амплитудалық мәні

$$i_{у2}=\sqrt{2}\cdot I_{к.з.2}\cdot k_у=\sqrt{2}\cdot 7,4\cdot 1,8=18,78 \text{ кА};\qquad (3.17)$$

К-1 нүктесіндегі ҚТ соққы тогының мәні

$$I_{уд1}=I_{к.з.1}\cdot\sqrt{1+2\left(k_у-1\right)^2}=5,3\cdot\sqrt{1+2\left(1,8-1\right)^2}=8 \text{ кА};\qquad (3.18)$$

К-2 нүктесіндегі ҚТ соққы тогының мәні

$$I_{уд2}=I_{к.з.2}\cdot\sqrt{1+2\left(k_у-1\right)^2}=7,4\cdot\sqrt{1+2\left(1,8-1\right)^2}=11,17 \text{ кА};\qquad (3.19)$$

К-1 нүктесінде ҚТ тогының апериодты құраушысын анықтаймыз:

$$i_{aτ1}=\sqrt{2}\cdot I_{к.з.1}\cdot\lambda_{aτ}=\sqrt{2}\cdot 5,3\cdot 0,37=2,77 \text{ кА};\qquad (3.20)$$

мұндағы: $\lambda_{aτ}$- ҚТ тогының апериодты құраушысының өшу коэффициенті және келесі формуламен анықталады:

$$\lambda_{aτ}=e^{\frac{-\tau}{T_a}};\qquad (3.21)$$

Ажыратқыш түйіспелерінің айырылысу уақытының моменті:

$$\tau=t_{рз.min}+t_{св}=0,01+0,04=0,05 \text{ с};\qquad (3.22)$$

T_a және τ, мәндерін қойып өшу коэффициентін келесі формуламен анықтаймыз:

$$\lambda_{a\tau}=2,13^{\frac{-0,05}{0,05}}=0,37; \quad (3.23)$$

К-2 нүктесінде ҚТ тогының апериодты құраушысын анықтаймыз:

$$i_{a\tau 2}=\sqrt{2}\cdot I_{к.з.2}\cdot\lambda_{a\tau}=\sqrt{2}\cdot 7,4\cdot 0,37=3,78 \text{ кА}; \quad (3.24)$$

Ажыратқыш түйіспелерінің айырылысу уақытының моменті:

$$\tau=t_{рз.min}+t_{св}=0,01+0,04=0,05 \text{ с};$$

Өшу коэффициентін келесі формуламен анықтаймыз (3.24):

$$\lambda_{a\tau}=2,73^{\frac{-0,05}{0,05}}=0,37$$

ҚТ тогын есептеу нәтижелерін 1.6 кестеге енгіземіз.

3.1 кесте – ҚТ есептеу нәтижелері

Нүкте	$U_б$, кВ	$I_б$, кА	$I_{к.з.}$	$i_{уд}$, кА	$I_{уд}$, кА	$i_{a\tau}$
К-1	115	5,02	5,3	13,5	8	2.77
К-3	10,5	55,05	7,4	18,78	11,17	3.87

4 Коммутациялық - қорғаныс аппараттарын және ток өткізгіш бөліктерді таңдау

4.1 110 кВ жоғары кернеу жабдықтарын таңдау

Ажыратқышты таңдау.

Ажыратқыштар негізгі коммутациялық аппараттар болып табылады және жұмыстың әр түрлі режимдерінде тізбектерді қосы және ажырату үшін қолданылады.

Ажыратқыштарды таңдау келесі параметрлер бойынша жүргізіледі:

- электр қондырғыларының кернеуі U_c бойынша

$$U_{c\leq}U_{ном} \quad (4.1)$$

мұндағы $U_{ном}$ – ажыратқыштың номиналды кернеуі, кВ;

ұзақ мерзімдік ток бойынша $I_{р.макс}$:

$$I_{р\ макс}\leq I_{ном} \quad (4.2)$$

$$I_р=\frac{S_р}{\sqrt{3}\cdot U_н}=\frac{22700}{1,73\cdot 110}=119,3\ А; \quad (4.3)$$

мұндағы $I_{ном}$ – ажыратқыштың номиналды тогы, А.

«Қалқаман» ҚС жоғары кернеу жағында ЯЭ-110Л-23(13)У4 типтегі элегазды ажыратқыштарды орнатамыз, оларда доғаны сөндіру элегаз ағынымен жүргізіледі.

Ажыратқыштың техникалық мәндері 1.7 кестеде көрсетілген.

4.1 кесте - ЯЭ-110Л-23(13)У4 элегазды ажыратқыштың техникалық мәндері

Түрі	$U_н$, кВ	$I_н$, А	$I_{но}$, кА	$i_{пс}$, кА	$I_{пс}$, кА	$i_{нв}$, кА	$I_{нв}$, кА	$I_{тс}$, кА	$t_{тс}$, с	$t_{во}$, с	$t_{св}$, с
ЯЭ-110Л-23(13)У4	110	1250	40	125	50	100	40	50	3	0,065	0,04

Таңдалған ажыратқышты келесі параметрлер бойынша тексереміз:

Ажыратқышты ажырату қабілетіне тексеру:

$$\tau=t_{рз\ min}+t_{св}=0,01+0,04=0,05\ с; \quad (4.4)$$

$$I_{пτ\sum}=I_{пτ}=5,3\ кА;$$

$$i_{аτ\sum}=i_{аτ}=2,77\ кА;$$

Бұл токтарды ажыратқыштың сәйкес параметрлерімен салыстырамыз:

$$\sqrt{2}\cdot I_{нв}\left(1+\frac{\beta_n\%}{100}\right)=\sqrt{2}\cdot 40\left(1+\frac{32}{100}\right)>>\sqrt{2}I_{n\tau\sum}+i_{a\tau\sum}=\sqrt{2}\cdot 5{,}3+2{,}77 \quad (4.5)$$

74,6>10,3

Ажыратқышты термиялық төзімділікке тексереміз. Бұл тексеру үшін есептік ток ретінде үш фазалы ҚТ аламыз. $B_{н\ доп} \geq B_{к\ рас}$ шартының орындалуын тексеру қажет.

Ажыратқыштың параметрі бойынша анықталатын рұқсат етілген жылу импульсін есептейміз.

$$B_{н\ доп}=I_{ТС}^2\cdot t_{ТС}=50^2\cdot 3=7500\ кА^2\cdot с; \quad (4.6)$$

мұндағы: $I_{ТС}$- ажыратқыштың термиялық төзімділік тогы;

$t_{ТС}$- термиялық төзімділік уақыты;

ҚТ тогын периодты құраушысының жылу импульсін анықтаймыз:

$$B_{к\ рас}=I_{кз}^{\ 2}\cdot(t_{ов}+T_a)=5{,}3^2\cdot(0{,}065+0{,}05)=3{,}2\ кА^2\cdot с; \quad (4.7)$$

мұндағы: $I_{кз}$- қысқа тұйықталу тогы;

$t_{во}$- ажыратқыштың ажыратылу уақыты;

T_a- ҚТ тогын апериодты құраушысының өшу уақыты. $B_{н\ доп} \geq B_{к\ рас}$, осылайша термиялық төзімділікке тексеру орындалды.

Ажыратқышты динамикалық төзімділікке тексереміз:

$$i_{пс=}125\ кА \geq i_{уд\sum}=i_{уд}=13{,}5кА; \quad (4.8)$$

$$I_{пс}=50кА \geq I_{кз}=5{,}3\ кА; \quad (4.9)$$

мұндағы: $i_{пс}$- ажыратқыштың шектік өтпе тогы;

$I_{пс}$- ажыратқыштың еі жоғарғы шектік өтпе тогы.

Тексеру шарты орындалды.

Қосқыштық қабілетіне тексеру:

$$I_{пв}=50кА \geq I_{кз}^{(3)}=5{,}3\ кА;$$

$$i_{пв=}125\ кА \geq i_{уд\sum}=i_{уд}^{(3)}=13{,}5кА;$$

Ажыратқыштың бұл типін қолдану мүмкіндігін тексеруді 1.8 кестеге енгіземіз.

4.2 кесте – Ажыратқышты таңдау

Ажыртақыштың параметрлері	Таңдау шарттары	Ажыратқышты таңдау үшін есептік шамалар
$U_{нв}$=110 кВ	$U_{нв}=U_{н\ ру}$	$U_{н\ ру}$ = 110 кВ
$I_{н}$=1250 А	$I_{н} \geq I_{раб.}$	$I_{раб.}$=119,3 А
$I_{но}$=40 кА	$I_{но} \geq I_{кз}^{(3)}$	$I_{кз}^{(3)}$=5,3 кА
$\sqrt{2}\cdot I_{нв}\left(1+\beta_{н}\%/100\right)$=74,6	$I_{т.с.} > \sqrt{2}\cdot I_{кз}^{(3)}+i_{ат\sum}$	$\sqrt{2}\cdot I_{кз}^{(3)}+i_{ат\sum}$=10,3
$B_{н\ доп}$=7500 $кА^2\cdot с$	$B_{н\ доп} \geq B_{к\ рас}$	$B_{к\ рас}$=3,2 $кА^2\cdot с$
$i_{пс}$=125 кА	$i_{пс} \geq i_{уд}^{(3)}$	$i_{уд}^{(3)}$=13,5кА;
$I_{пс}$=50кА	$I_{пс} \geq I_{кз}^{(3)}$	$I_{кз}^{(3)}$=5,3 кА
$I_{пв}$=50кА	$I_{пв} \geq I_{кз}^{(3)}$	$I_{кз}^{(3)}$=5,3 кА
$i_{пв}$ =125 кА	$i_{пв} \geq i_{уд}^{(3)}$	$i_{уд}^{(3)}$=13,5кА

Айырғыштарды таңдау

Сыртқа қондыру үшін айырғышты номиналды кернеу бойынша таңдаймыз: $U_{нв} \geq U_{нРУ}$ =110кВ;

Номиналды ток бойынша: $I_{нв} \geq I_{раб.фарс.}$;

$$I_{раб.фарс.}=\frac{S}{\sqrt{3}\cdot U_{Н}}=\frac{22700}{1.73\cdot 110}=119{,}3\ А;$$

Сыртқа қондыру үшін РНД-110Б/1000 У1 айырғышты таңдаймыз. Айырғыштың техникалық мәндерін 1.9 кестеге енгіземіз.

4.3 кесте – Айырғыштың техникалық мәндері

Түрі	$U_{н}$, кВ	$I_{н}$, А	$i_{пс}$, кА	$I_{тс}$, кА	$t_{тс}$, с
РНД-110Б/1000 У1	110	1000	80	31,5	4

Айырғышты термиялық төзімділікке тексереміз. Айырғыштың термиялық төзімділігі термотөзімділік тогымен, яғни арнайы уақыт аралығында аппараттың барлық бөліктерін рұқсат етілген температураға дейін қыздыратын токпен сипатталады.

Рұқсат етілген жылу импульсін айырғыштың параметрлері бойынша анықталатын (1.44) формула бойынша есептейміз:

$$B_{н.доп}=31{,}5^2\cdot 4=3969\ кА^2\cdot с;$$

ҚТ тогын периодты құраушысының жылу импульсін (1.45) формула бойынша анықтаймыз:

$$B_{к\ рас}=5{,}3^2\cdot(0{,}04+0{,}05)=2{,}5\ кА^2\cdot с;$$

$B_{н\ доп} \geq B_{к\ рас}$ осылайша термиялық төзімділікке тексеру шарты орындалады. Айырғышты динамикалық төзімділікке тексереміз. Айырғыштардың электродинамикалық орнықтылығы максимал рұқсат етілген токпен немесе ҚТ соққы тогынан артық болатын электродинамикалық орнықтылық тогымен сипатталады:

$$I_{пс}=80кА \geq i_{уд}=13,5kA;$$

Яғни, тексеру шарты орындалады.

Ток трансформаторларын таңдау

110 кВ кернеуге ток трансформаторын таңдаймыз:

Номиналды кернеу бойынша:

$$U_{нв} \geq U_{н\ ру}=110кВ;$$

Номиналды ток бойынша: $I_{нв} \geq I_{раб.фарс.}$;

$$I_{раб.фарс.}=\frac{22700}{1,73 \cdot 110}=119.3\ А;$$

110 кВ тарату құрылғыларына (ТҚ) ТФЗМ-110-Б1-У1 ток трансформаторын таңдаймыз.

Ток трансформаторының номиналды параметрлері 1.10 кестеде көрсетілген.

4.4 кесте – Ток трансформаторының техникалық мәндері

Түрі	$U_н$, кВ	$I_{1н}$, А	$I_{2н}$, А	Қосымша орамдардың орындалу нұсқасы	0,5 класстағы номиналды жүктеме, Ом
ТФЗМ-110-Б1 У1	110	300	5	0,5/10Р/10Р	1,2

Трансформаторды дәлдік класы бойынша таңдауды қарастырамыз:

$$Z_{2н} \geq Z_{2расч};\qquad (4.10)$$

Бұл шарттың орындалуы трансформаторды оған қосылған аспаптармен байланыстыратын бақыламалық кабельдерінің қимасын таңдауға әкеледі.

Кабельдің рұқсат етілген қимасын келесі формула бойынша анықтаймыз:

$$q_{кдоп} \geq \rho \frac{l_{расч}}{z_{2н}-r_{пр}-r_к};\qquad (4.11)$$

мұндағы $Z_{2н}$- номиналды екінші жүктеме;

$r_{пр}=\frac{S_{пр}}{I_{2н}^2}$- трансформаторға қосылған аспаптардың кедергісі;

$S_{пр}$- ең көп жүктелген фазадағы барлық аспаптардың қуаты;

$r_к$- түйіспелік жалғаулардың кедергісі (аспаптардың саны үштен көп кезде $r_к$=0,1 Ом)

$l_{расч}$- бақыламалық кабельдің есептік ұзындығы;

ρ- бақыламалық кабельдердің талсымдарының меншікті кедергісі (мыс үшін. ρ=0,0283 Ом·мм^2/м).

Ток трансформаторы тізбегінде аспаптардың тұтынылатын қуатын анықтау үшін әрбір аспаптың тұтынатын қуатын анықтау қажет.

Есептеу нәтижелерін 1.11 кестеге енгіземіз және соның негізінде кабельдің рұқсат етілген қимасын (1.49) формула бойынша анықтаймыз:

$$r_{пр}=\frac{5}{5^2}=0{,}2\text{ Ом};\quad q_{кдоп}=0{,}0283\ \frac{50}{1{,}2\text{-}0{,}2\text{-}0{,}1}=1{,}57\text{мм}^2;$$

4.3 кесте – Аспаптардың мәндері

№	Аспап	Аспап түрі	Фаза жүктемесі , В·А		
			А	В	С
1	Амперметр	Э-335	0,5	-	-
2	Ваттметр	Д-335	0,5	-	0,5
3	Варметр	Д-335	0,5	-	0,5
4	Счактивті энергия санауышы	СА3-И681	2,5	2,5	-
5	Реактивті энергия санауышы	СР4-И676	-	2,5	2,5
$S_{пр}$, В·А			4	5	3,5

Орнатуға қимасы 2,5 мм^2 алюминий талсымдары бар АКВВГ кабелын таңдаймыз. Таңдалған кабельдің кедергісін анықтаймыз:

$$r_{каб}=\frac{\rho\cdot l_{расч}}{q}=\frac{0.0283\cdot 50}{2{,}5}=0{,}56\text{ Ом};\qquad (4.12)$$

Екінші есептік кедергіні анықтаймыз:

$$z_{2рас}=r_{каб}+r_{пр}+r_k=0{,}56+0{,}2+0{,}1=0{,}86\text{ Ом};\qquad (4.13)$$

$$z_{2н}=1{,}2\text{ Ом}\geq z_{2расч}=0{,}86\text{ Ом};$$

Салыстырудан дәлдік класы бойынша тексерудің орындалғанын көреміз.

Асқын кернеулерді шектеуіштерді таңдау

Асқын кернеулерді шектеуіштер (АКШ) – вентильді

разрядтауыштардың орнына қолданылатын, заманауи аппараттар. АКШ типтегі шектеуіштер вольтамперлі сипаттамасына және өткізгу қабілетіне сәйкес найзағайлы және коммутациялық асқын кернеуден оқшауланған немесе карымталанған бейтараптамалары бар айнымалы токтың таратушы электр тораптарындағы электр жабдықтарын қорғау үшін арналған. АКШ вентильді разрядтауыштармен салыстырғанда артықшылықтары асқын кернеуді шектеуіштердің қорғалатын жабдықтарға тұрақты қосылуын қамтамасыз ететін ұшқындық аралықтың болмауында. Вентильді разрядтауыштармен салыстырғанда АКШ артықшылықшылықтары көп: асқын кернеудің барлық түрін шектеу деңгейі жоғары; асқын кернеу толқыны өшкеннен кейін ілеспе токтың жоқтығы; пайдалану сенімділігі жоғары және құрылымы қарапайым; сипаттамасының тұрақтылығы мен тозуға төзімділігі; көп энергияны сейілтуі; атмосфералық ластануға төзімді; габариті мен салмағы аз және құны төмен. Асқын кернеуді шектеуіштер (АКШ) ашық және жабық түрдегі ҚС электр жабдықтарын, кабель тораптарын, әуе желілерін (ӘЖ), генераторларды, электр станциялары және өндірістік кәсіпорындарындағы өзіндік мұқтаждық тораптарының электр қозғалтқыштары мен синхронды компенсаторларын, статикалық конденсатор батареялары мен фаза қарымталаушы құрылғыларды, жабдықтардың электр қозғалтқыш құрамын, арнайы өндірістік кәсіпорындардың (химиялық, мұнай, газ өндірісі) электр жабдықтарын қорғау үшін қолданылады.

АКШ номиналды кернеу бойынша таңдайды. 110 кВ кернеуге АКШ таңдаймыз.

$$U_{НВ} \geq U_{нРУ} = 110 кВ$$

АКШ-110 У1 типтегі асқын кернеуді шектеуіштерін таңдаймыз.

Құрама шиналарды таңдау.

110 кВ құрама шиналарды максималды ток бойынша таңдаймыз.

$$I_{max} = \frac{S_{н\,т}}{\sqrt{3} \cdot U_н} = \frac{16000}{1{,}73 \cdot 110} = 84 \text{ А}; \qquad (4.14)$$

110 кВ кернеу үшін сымның максималды қимасын тәж шарты бойынша таңдаймыз70 мм^2. Рұқсат етілген ток бойынша АС 70 сымды таңдаймыз.

$$I_{доп} = 265 \text{ А} \geq I_{max} = 84 \text{ А}; \qquad (4.15)$$

мұндағы: $I_{доп}$=265 А- АС 70 сымдары үшін рұқсат етілген ток ұзақтығы.

Таңдалған шиналарды термиялық төзімділіке тексереміз:

Сымның жұмыс температурасын анықтаймыз

$$\theta_{п}^{0}=\theta_{ср}^{0}+\left(\theta_{длит.\ доп.}^{0}-\theta_{ср\ н}^{0}\right)\cdot\left(\frac{I_{н}}{I_{доп}}\right)^{2}=30+(70-25)\cdot\left(\frac{42}{265}\right)^{2}=31℃$$

мұндағы: $\theta_{ср}^{0}$ – қоршаған ортаның температурасы, ℃; [2]

$\theta_{длит.\ доп.}^{0}$ – өткізгіштің рұқсат етілген ұзақ мерзімдік температурасы, ℃;

$\theta_{ср\ н}^{0}$ – рұқсат етілген ұзақ мерзімдік температураны нормалау кезінде номиналдыға алынатын қоршаған ортаның температурасы, ℃;

$$I_{н}=\frac{I_{max}}{2}=\frac{84}{2}=42\ А; \qquad (4.16)$$

мұндағы $I_{н}$ – қалыпты режимнің жұмыс тогы;

$I_{доп}$ – рұқсат етілген ұзақ мерзімдік ток.

Өткізгіштің бастапқы температурасына $\theta_{п\ н}^{0}$ сәйкес келетін жылу функциясының $А_{н}$ мәні қажет, сонымен қатар қысқа тұйықталу кезінде өткізгіштің қызу температурасын анықтау үшін есептік қисық бойынша.

$$А_{н}=0,4\cdot10^{4}\cdot\frac{А^{2}\cdot2}{мм^{2}}; \qquad (4.17)$$

Өткізгіштің соңғы температурасына сәйкес келетін $А_{к}$ жылу функциясының мәнін есептейміз.

$$\theta_{п\ к}^{0}\cdot А_{к}=А_{н}+К\cdot\frac{В_{к\ рас}}{F^{2}}=0,4\cdot10^{4}+1,054\cdot\frac{3,2\cdot10^{6}}{70^{2}}=0,469\cdot10^{4}\ \frac{А^{2}\cdot с}{мм^{2}};$$

мұндағы: $А_{н}$- жылу функциясының мәні;

К – өткізгіштің меншікті жылусыйымдылығын ескеретін коэффициент;

$В_{к\ рас}$- қысқа тұйықталу тогын периодты құраушысының жылу импульсі;

F- сымның таңдалған қимасы.

Қысқа мерзімді қыздыру кезінде өткізгіштің соңғы температурасын қысқа тұйықталу тогымен $\theta_{к}^{0}$ тексереміз. Ол қысқа тұйықталу кезінде өткізгіштің қызу температурасын анықтау үшін есептік қисықтар бойынша анықталады.

$$\theta_{к}^{0}=40℃\leq\theta_{доп}^{0}=200℃$$

мұндағы: $\theta_{доп}^{0}$- сым қызуының рұқсат етілген температурасы.

Таңдалған шиналар термиялық төзімділік бойынша тексеру шарттарын

қанағаттандырады.

4.2 10 кВ төменгі кернеу жабдықтарын таңдау

10 кВ ажыратқыштар таңдау.
Ажыратқыштарды таңдау келесі параметрлер бойынша жүргізіледі:
- электр қондырғыларының кернеуі U_c бойынша

$$U_c \leq U_{ном}$$

мұндағы $U_{ном}$ – ажыратқыштың номиналды кернеуі, кВ;
- ұзақ мерзімді ток бойынша $I_{р.макс}$

$$I_{р\ макс} \leq I_{ном}$$

$$I_р = \frac{S_{рНН}}{\sqrt{3} \cdot U_н} = \frac{15890}{1{,}73 \cdot 10} = 918{,}5 \text{ А};$$

мұндағы $I_{ном}$ – ажыратқыштың номиналды тогы, А;
$S_{рНН}$ – толық есептік қуат (жүктеменің толық қуатынан 70%).

«Қалқаман» ҚС төменгі кернеу жағына ВРС-10/3150-У2 типтегі вакуумды ажыратқыштарды орнатамыз.

Ажыратқыштардың техникалық мәндері 1.18 кестеде келтірілген.

4.4 кесте - ВРС-10/3150-У2 вакуумды ажыратқыштардың техникалық мәндері

Түрі	$U_н$, кВ	$I_н$, А	$I_{но}$, кА	$i_{пс}$, кА	$I_{пс}$, кА	$i_{нв}$, кА	$I_{нв}$, кА	$I_{тс}$, кА	$t_{тс}$, с	$t_{во}$, с	$t_{св}$, с
ВРС-10/3150-У2.	10	3150	40	102	40	102	40	40	3	0,065	0,04

Таңдалған ажыратқышты келесі параметрлер бойынша тексереміз:
Ажыратқышты ажырату қабілетіне тексеру:

$$t_{отк} = t_{рз\ min} + t_{св} = 0{,}01 + 0{,}04 = 0{,}05 \text{ с}; \qquad (4.18)$$

$$I_{пτ\sum} = I_{пτ} = 7{,}4 \text{ кА};$$

$$i_{аτ\sum} = i_{аτ} = 3{,}87 \text{ кА};$$

Бұл токтарды ажыратқыштың сәйкес параметрлерімен салыстырамыз:

$$\sqrt{2} \cdot I_{нв} \left(1 + \frac{в_п\%}{100}\right) = \sqrt{2} \cdot 40 \left(1 + \frac{32}{100}\right) > \sqrt{2} \cdot I_{пτ\sum} + i_{аτ\sum} = \sqrt{2} \cdot 7{,}4 + 3{,}87$$

74,6>14,305

Ажыратқышты термиялық төзімділіке тексереміз. Бұл тексеру үшін есептік ток ретінде үш фазалы ҚТ аламыз. $B_{н\ доп} \geq B_{к\ рас}$ шартының орындалуын тексеру қажет.

Ажыратқыштың параметрі бойынша анықталатын рұқсат етілген жылу импульсін есептейміз.

$$B_{н\ доп}=I_{ТС}^2 \cdot t_{ТС}=40^2 \cdot 3=4800\ кА^2 \cdot с;$$

мұндағы: $I_{ТС}$- ажыратқыштың термиялық төзімділік тогы;

$t_{ТС}$- термиялық төзімділік уақыты;

ҚТ тогын периодты құраушысының жылу импульсін анықтаймыз:

$$B_{к\ рас}=I_{кз}^{\ 2} \cdot (t_{ов}+T_а)=7,4^2 \cdot (0,065+0,05)=6,3\ кА^2 \cdot с;$$

мұндағы: $I_{кз}$- қысқа тұйықталу тогы;

$t_{во}$- ажыратқыштың ажыратылу уақыты;

$T_а$- ҚТ тогын апериодты құраушысының өшу уақыты. $B_{н\ доп} \geq B_{крас}$, осылайша термиялық төзімділікке тексеру орындалды.

Ажыратқышты динамикалық төзімділікке тексереміз:

$$i_{пс=}102\ кА \geq i_{уд\sum}=i_{уд}=18,8кА;$$

$$I_{пс}=40кА \geq I_{кз}=7,4\ кА;$$

мұндағы: $i_{пс}$- ажыратқыштың шектік өтпе тогы;

$I_{пс}$- ажыратқыштың еі жоғарғы шектік өтпе тогы.

Тексеру шарты орындалды.

Қосқыштық қабілетіне тексеру:

$$I_{пв}=40кА \geq I_{кз}=7,4\ кА;$$

$$i_{пв=}102\ кА \geq i_{уд\sum}=i_{уд}=18,8кА;$$

Ажыратқыштың бұл типін қолдану мүмкіндігін тексеруді 1.19 кестеге енгіземіз.

4.5 кесте – Ажыратқыштарды таңдау

Ажыратқыштардың параметрлері	Қатынасы	Ажыратқышты таңдау үшін есептік шамалар
$U_{нв}$=10 кВ	=	$U_{н\ ру}$ =10 кВ
$I_н$=3150 А	≥	$I_{раб.фарс.}$=918,5 А

$I_{но}$=40 кА	≥	$I_{пτ\sum}$=7,4 кА
$\sqrt{2}\cdot I_{нв}(1+в_{п}\%/100)$=74,6	>	$\sqrt{2}\cdot I_{пτ\sum}+i_{ат\sum}$=14,305
$B_{н\ доп}$=4800 $кА^2\cdot с$	≥	$B_{к\ рас}$=6,3 $кА^2\cdot с$
$i_{пс=}$102 кА	≥	$i_{уд\sum}$=18,8кА;
$I_{пс}$=40кА	≥	$I_{кз}$=7,4 кА
$I_{пв}$=40кА	≥	$I_{кз}$=7,4 кА
$i_{пв=}$102 кА	≥	$i_{уд\sum}$=18,8кА

Ток трансформаторларын таңдау

6кВ кернеуге ток трансформаторын таңдаймыз:

Номиналды кернеу бойынша:

$U_{нв}\geq U_{н\ ру}$ = 6кВ;

Номиналды ток бойынша: $I_{нв}\geq I_{раб.фарс.}$

$$I_{раб.фарс.}=\frac{15890}{1,73\cdot 10}=918,5\ А;$$

10 кВ жабық тарату құрылғыларына (ЖТҚ) ТЛ10-2 У3 Т3 ток трансформаторын таңдаймыз.

Ток трансформаторының номиналды параметрлері 1.20 кестеде көрсетілген.

4.6 кесте – Ток трансформаторының техникалық мәндері

Түрі	$U_{н}$, кВ	$I_{1н}$, А	$I_{2н}$, А	Екінші жүктемелердің орындалу нұсқасы	0,5 кластағы номиналды жүктеме, Ом
ТЛ10-2 У3 Т3	10	2000	5	0,5/10Р	0,8

Трансформаторды дәлдік класы бойынша таңдауды қарастырамыз:

$$Z_{2н}\geq Z_{2расч};$$

Бұл шарттың орындалуы трансформаторды оған қосылған аспаптармен байланыстыратын бақыламалық кабельдерінің қимасын таңдауға әкеледі.

Кабельдің рұқсат етілген қимасын келесі формула бойынша анықтаймыз:

$$q_{kдоп}\geq c\frac{l_{расч}}{z_{2н}-r_{пр}-r_{k}};$$

мұндағы $z_{2н}$- номиналды екінші жүктеме;

$r_{пр}=\frac{S_{пр}}{I_{2н}^2}$- трансформаторға қосылған аспаптардың кедергісі;

$S_{пр}$- ең көп жүктелген фазадағы барлық аспаптардың қуаты;

$r_{к}$- түйіспелік жалғаулардың кедергісі (аспаптардың саны

үштен көп кезде $r_к = 0{,}1$ Ом)

$l_{расч}$- бақыламалық кабельдің есептік ұзындығы;

ρ- бақыламалық кабельдердің талсымдарының меншікті кедергісі (мыс үшін. ρ=0,0283 Ом·мм^2/м).

Ток трансформаторы тізбегінде аспаптардың тұтынылатын қуатын анықтау үшін әрбір аспаптың тұтынатын қуатын анықтау қажет.

Есептеу нәтижелерін 1.21 кестеге енгіземіз және соның негізінде кабельдің рұқсат етілген қимасын (1.49) формула бойынша анықтаймыз:

$$r_{пр}=\frac{5}{5^2}=0{,}2 \text{ Ом};q_{кдоп}=0{,}0283\ \frac{40}{1{,}2\text{-}0{,}2\text{-}0{,}1}=2{,}26 \text{мм}^2;$$

4.7 кесте – Аспаптардың мәндері

№	Аспап	Аспап түрі	Фаза жүктелуі, В·А		
			А	В	С
1	Амперметр	Э-335	0,5	-	-
2	Ваттметр	Д-335	0,5	-	0,5
3	Варметр	Д-335	0,5	-	0,5
4	Активті энергия санауышы	СА3-И681	2,5	2,5	-
5	Реактивті энергия санауышы	СР4-И676	-	2,5	2,5
$S_{пр}$, В·А			4	5	3,5

Орнатуға қимасы 2,5 мм^2 алюминий талсымдары бар АКВВГ кабелын таңдаймыз. Таңдалған кабельдің кедергісін анықтаймыз:

$$r_{каб}=\frac{C\cdot l_{расч}}{q}=\frac{0{,}0283\cdot 40}{2{,}5}=0{,}45 \text{ Ом};$$

Екінші есептік кедергіні анықтаймыз:

$$z_{2рас}=r_{каб}+r_{пр}+r_k=0{,}45+0{,}2+0{,}1=0{,}75 \text{ Ом};$$

$$z_{2н}=0{,}8 \text{ Ом}\geq z_{2расч}=0{,}75 \text{ Ом};$$

Салыстырудан дәлдік класы бойынша тексерудің орындалғанын көреміз.

Кернеу трансформаторын таңдау

6 кВ кернеуге кернеу трансформаторын таңдаймыз.

- номиналды кернеу бойынша $U_{нв}\geq U_{нРУ}$ =6кВ;

жалпы тұтінілатын қуатты (1.20) формула бойынша анықтаймыз:

$$S_{2\Sigma}=\sqrt{P_{2\Sigma}^2+Q_{2\Sigma}^2}=\sqrt{37,6^2+18,5^2}=42 \text{ ВА};$$

Орнатуға номиналды қуаты бар НТМИ-6-66 У3 [7] кернеу трансформаторын таңдацмыз.

$0,5S_{2н}=75$ ВА;

$S_{2н}=75$ ВА$>S_{2\Sigma}=42$ ВА;

Дәлдік класы бойынша тексеру шарты орындалды.

Кернеу трансформаторының номиналды параметрлері 1.22 кестеде көрсетілген.

4.8 кесте - Кернеу трансформаторының номиналды параметрлері

Түрі	$U_н$, кВ	$U_{1н}$, В	$U_{2н}$, В	Қосылу сұлбасы	0,5 дәлдік класындағы номиналды қуат, В·А
НТМИ-10-66 У3	10	6000	100	$Y_0/Y_0/\Delta$-0	75

Кернеу трансформаторына қосылған аспаптардың номиналды параметрлері 1.23 кестеге енгізілшген.

4.9 кесте – аспаптардың техникалық мәндері

№	Орнату орны және аспаптардың тізімі	Қосылулар саны	Аспап түрі	$S_{н\ обм}$, В·А	Орамдар саны	cosφ	sinφ	Аспаптардың жалпы саны	Р, Вт	Q, кВар
1	ЭБЖ	2								
	Ваттметр		Д-335	1,5	2	1	0	2	6	-
	Варметр		Д-335	1,5	2	1	0	2	6	-
	ФИП			3	1	1	0		6	-
	Активті энергия санауышы		СА4-И681	2	2	0,38	0,93	2	3	7,4
	Реактивті энергия санауышы		СР4-И676	3	2	0,38	0,93	2	4,6	11,1
2	Құрама шиналар	1								
	Вольтметр		Э-335	2	1	1	0	1	2	
	Фаза аралық кернеуді өлшеу үшін вольтметр		Н-393	10	1	1	0	1	10	
Барлығы									37,6	18,5

Асқын кернеуді шектеуіштерді (АКШ) таңдау

10 кВ кернеуге АКШ таңдаймыз.

$$U_{HQ} \geq U_{нРУ} = 10 \text{ кВ};$$

АКШ-10-У1 типтегі асқын кернеуді шектеуіштерін таңдаймыз.

4.3 Оқшаулатқыштарды таңдау

Оқшаулатқыштар шиналарды бекіту және оларды қауіпсіз қолдану үшін арналған. Оқшаулатқыштар келесі шарттар бойынша таңдалады:

1. Қондырғы түрі бойынша:

$$U_{ном.} \geq U_{ном.уст.} \qquad (4.19)$$

2. Рұқсат етілген механикалық жүктеме:

$$F_{расч} < 0{,}6F_{разр} \qquad (4.20)$$

Оқшаулатқышқа есептік жүктеме келесі формула бойынша анықталады:

$$F_{расч} = 1{,}76 \cdot 10^{-6} \cdot i_{уд}^2 \frac{l}{a} \qquad (4.21)$$

мұндағы ℓ–l=1м аралықтағы оқшаулатқыштар арасындағы қашықтық

а – фазалар арасындағы қашықтық, а=0,15 м.

$$F_{расч} = 1{,}76 \cdot 10^{-6} \cdot 38{,}9^2 \cdot 10^6 \cdot \frac{1}{0{,}15} = 17{,}6 \text{ кН}$$

Ішкі қондырлар үшін ИОР-10-30.00УХЛ оқшаулатқыштарын таңдаймыз.

$$1.\ U_{ном.} = 6\text{кВ} = U_{ном.уст.} = 6\text{кВ}$$

$$2.\ 0{,}6F_{разр} = 0{,}6 \cdot 30 = 18\text{кН} > F_{расч} = 17{,}6\text{кН}$$

Таңдалған оқшаулатқыш шарттарды қанағаттандырады. Оқшаулатқыштың биіктігі 130 мм.

4.4 Таратушы құрылғылардың құралымын таңдау

110 кВ ашық тарату құрылғыларының (АТҚ) құралымы.

Ашық тарату құрылғылары АТҚ – бұл ашық ауада орнатылған ашық тарату құрылғылары. АТҚ барлық аппараттары биік емес табандарда (металл

немесе темір бетонды) орнатылады. АТҚ аумағы бойынша жабдықтарды жөндеу және монтаждау механизмдері үшін өту жолдары қарастырылады.

АТҚ жұмыс сенімділігін, құрылысқа минималды жұмсалымдар кезінде қызмет көрсету қолайлылығы мен қауіпсіздігін, кеңейту мүмкіндігін, завад дайындаған күрделі блокты түйіндерді максималды қолдануды қамтамасыз етеді.

АТҚ шиналау ЖЗБ тіректерде орнатылған оқшаулатқыштарға бекітілетін иілгіш болат-алюминий сымдармен орындалады.

Бұл АТҚ элегазды ажыратқыштары бар, горизонталь-бұрғыш типтегі айырғыштармен орындалады. Құрама темір бетоннан немесе металлдан шиналау ілмектері үшін жабдық астындағы орындықтар – темір бетонды.

Шиналы айырғыштардың әрбір полюсі шиналардың екінші жүйесінде құрама шиналардың сымдарының астында орнатылған. Мұндай орнатылу шиналы айырғыштарды құрама шиналармен тікелей қосуға және осы деңгейде ажыратқышты қосуға мүмкіндік береді.

Сызықты және шиналы порталдар және АТҚ аппараттары астындағы барлық тіректер – стандартты, темір бетонды.

5 Экономикалық бөлім

Нарықтық қатынас шарттарында меншіктің бірнеше формасы бар: мемлекеттік, акционерлік, жеке және аралас, және күрделі қаржы салымының бес көзі:

- қайта жаңартуға амортизациялық аударым;
- қарыз капиталы;
- тұтынушылар құралдарына назар аудару (акционерлеу арқылы);
- реттеу үрдісіндегі тарифті қоса алғандағы кіріс;
- белгілі бір тапсырмалар ортасы үшін орталықтандырылған бюджеттік қаржыландыру: әлеуметтік, экологиялық және т.с.с.

Келтірілген қаржыландыру көздері кіріске келесідей әсер етеді:

- кірістегі қарыз капиталын қолданған кезде несие үшін пайыздар төлеу мен несиені жабуды ескеру қажет;
- тұтынушылар құралдарына назар аудару кіріс бөлігін үлесақы түрінде төлеуді талап етеді;
- кіріске қаржы салымдарын қосу тарифті электрэнергетикалық жүйені дамыту қаржыландыруымен байланыстырады;
- бюджеттік қаржыландыру кірістің салық бөлігіне әсер етеді.

Сондықтан қаржы салымдарының тиімділігін бағалау үшін бірнеше критерийлары қолданылады.

5.1 Инвестицияның экономикалық тиімділік көрсеткіштері

Инвестицияның экономикалық тиімділігін бағалаудың қарапайым әдісі бастапқы мәндердің «нүктелік» немесе статистикалық мәндеріне негізделген, мысалы, жобаланған нысандар жұмысының жылдық көрсеткіштері [9]. Жобаның мерзімінің бүкіл ұзақтығы мен ақша ағынының тура мәнді еместігі қарастырылмайды.

Бұл әдістер айтарлықтай кең таралған және жобалаудың алдын ала деңгейлеріндегі жобаны жылдам бағалау үшін қолданылады.

Кірістің қарапайым нормасы немесе рентабельдік норма (ПНП) есептік мерзімнің жылдық сипаты бойынша анықталады, яғни, өндірістің жобалық деңгейіне қол жеткізілген, бірақ инвестициялық салымдар қайта келуі жалғасуда.

Экономикалық талдау бөлімінде, егер қаржыландыру көзі белгісіз болса, ПНП таза кірістің $П_{чt}$ жалпы инвестицияға К қатынасы арқылы анықталады

$$R_п=П_{чt} /К \qquad (5.1)$$

Таза кіріс $П_{ч\ t}$ шамасы кірістен төленетін несиені $Н_t$ алғандағы теңгерімдік кіріске $П_{б\ t}$ тең [9].

$$П_{чt}=П_{бt}-Н_t=О_{рt}-И_t-Н_t \qquad (5.2)$$

мұндағы $О_{pt}$ – нысан әрекетінің құндық бағалауы (жүзеге асырылған өнімнің жылға шаққандағы көлемі t)

$И_t$ – жылға шаққандағы жалпы пайдалану шығыны t.

ПНП есептік шамасы минимальды немесе орташа табыс деңгейімен салыстырылады (несие бойынша пайыздық төлем, құнды қағаздар, депозиттік салымдар).

Күрделі қаржы салым өтелімділігінің қарапайым мерзімі таза табыс жиынтығы инвестицияны өтейтін уақыт аралығын көрсетеді. Жобаның өзіне істейтін аралығы анықталады, яғни, таза табыстың барлық алынатын көлемі инвестициялық қаржыны қайтару ретінде есептеледі.

Күрделі қаржы салымдары өтелімділігінің мерзімін анықтау сол уақытта дейінгі есептік аралықтың жыл бойынша тұрақты бағадағы (инфляцияны емептемегенде) таза табыс шамасының тізбектей қосылуы арқылы анықталады.

$$\sum_{t=0}^{t_c} K_t = \sum_{t=t_п}^{T_{ок.п}} (O_{pt} - И'_t - H_t) = \sum_{t=t_п}^{T_{ок.п}} (П_{чт} + И_{at}) \qquad (5.3)$$

мұндағы t_c и $t_п$ – инвестицияның аяқталуының (құрылыстың бітуі) сәйкес уақыты және өндірістің басталу моменті;

$К_t$ – жылға шаққандағы инвестиция шамасы, мың. теңге;

$И'_t$ – амортизациялық аударымдарсыз жалпы пайдалану ұсталымдары, мың. теңге;

$И_{at}$- реновация үшін амортизациялық аударымдар, мың теңге.

Таза табыстың бірқалыпты түсуі кезінде өтелімділік уақытын келесі формуламен анықтауға болады:

$$Т_{окп} = К/(П_{чт} + И_{at}) \qquad (5.4)$$

Бұл әдістің кемшілігі − өтелімділік мерзіміне дейін жоба әрекеті есептелмейді.

Инвестицияның экономикалық тиімділігінің интегральді (динамикалық) критерийі уақыт факторын қоса алғанда, есептік аралықтың жыл бойынша жобаланған нысандарының жұмыс көрсеткішіне негізделген. Интегральдік критерийларда сонымен қатар инфляцияның жоспарланатын қарқыны ескерілуі мүмкін.Интегральдік критерийларда уақыт бойынша таратылған шығын мен табыс бір (базалық) уақыт моментіне келтіріледі. Уақыттың базалық моменті жобаның іске асу мерзімі немесе өндірістік әрекеттің басталу уақыты болып табылады.

Таза дисконтталған табыс ТДТ. Бұл көрсеткішті есептеу төлемнің (таза табыс) таза ағынының дисконтталуы арқылы келтіріледі. Ақша құралдарының кірісі мен шығысы арасындағы айырмашылық − $Э_t$ аралығындағы таза табыс:

$$Э_t = О_{pt} - И'_t - H_t - K_t + K_{ликт} = П_{чт} + И_{at} - K_t + K_{ликт} \qquad (5.5)$$

мұндағы $К_{лик\ t}$ – нысанның жойылу бағасы, мың теңге.

Әртүрлі уақыттағы жұмсалымды дисконттау және нәтиже келтіру коэффициенті көмпегімен анықталады:

$$k=(1+E)^{T_{пр}-t}; \quad (5.6)$$

мұндағы Е − дисконттау нормативі;

$Т_{пр}$ − келтіру жылы.

Егер нысанның қызмет ету мерзімі аралығында жиналған таза табыс қосындысы кері болса, бұл жобаның залалдылығын білдіреді, яғни, ппотенциалды инвесторларға минимальды дивидентті төлеуді айтпағанда, инвестицияланған қаржыларды төлеуге қабілетсіздігі.

Таза дисконтталған табыс ТДТ немесе төлемнің дисконтталған таза ағыны есептік аралығының басына келтірілген кезде ($Т_{пр}$=0)

$$ЧДД=Э_д=\sum_{t=0}^{T_р} Э_t\cdot(1+E)^{-t}; \quad (5.7)$$

мұндағы $Т_р$ – есептік аралық, жыл.

Инвестицияның қаржы тиімділігінің критерийі нысанның құрылысында ЧДД>0 шартына негізделген.

Жылдық ақша ағынының өзгермеуі кезінде ТДТ дисконттау коэффициенттерінің D_S қосындысы арқылы келесі формуламен анықталады:

$$Э_д=(П_ч+И_а)\cdot D_S; \quad (5.8)$$

Сонымен бірге D_S арнайы кесте немесе формула арқылы анықталады.

Бірнеше нұсқаларды салыстыру кезінде ТДТ шамасы жоғары нұсқа таңдалып алынады. Егер нұсқалар инвестиция өлшемі бойынша есекшеленсе,бұл көрсеткішті қолдану тиімді емес.

Инвестиция табысы (рентабельдік) – таза дисконтталған табыстың инвестицияның дисконтталған шамасына қатынасы

$$R_И=\frac{Э_Д}{К_Д}=\frac{\sum_{t=0}^{T_р} Э_t\cdot(1+E)^{-1}}{\sum_{t=0}^{T_р} K_t\cdot(1+E)^{-1}}; \quad (5.9)$$

Себебі бұл қатыстық көрсеткіш, ол әртүрлі шамадағы инвестициясы бар нұсқаларды салыстыру үшін қолданылуы мүмкін.

Нысан табысының ішкі нормасы ТІН ТДТ нөлге тең кезіндегі Е дисконталу нормасын сипаттайды.

Таза дисконтталған табыс нөлге тең кезіндегі дисконттау нормасының мәні табыстың ішкі нормасы деп аталады.

Қаржыландыру көзі белгісіз кезде де қолданылады.

Бұл жағдайда табыстың ішкі нормасы ТІН келесідей анықталады:

$$\sum_{t=0}^{T_р} Э_t \cdot (1+E_{ВН})^{-1}=0; \qquad (5.10)$$

мұндағы $E_{вн}$ – табыстың ішкі нормасы, бұл жағдайда ізделіп отырған шама мен теңдіктің дұрыстығын қамтамасыз етуші болып табылады, дисконттың әртүрлі мөлшерлемесі кезінде тізбектей жақындау әдісімен анықталады.

Есептік мерзімнің жыл бойынша ақша ағынының теңдігі кезінде ТІН арнайы кестелер арқылы анықталады.

Жобаланған нысан құрылысында инвестиция тиімділігінің критерийі ретінде дисконтталу Е нормативінің шамасымен табыстың ішкі нормасының өсу шарты қызмет етеді.

$E_{вн}>E$.

Жобаланған нысан құрылысының бірнеше нұсқасын салыстырған уақытта нұсқа оңтайлылығының критерийі келесі теңдікте көрсетілген:

$E_{вн}=>max$.

Шығын өтелімділігінің дисконтталған мерзімі. Бұл мерзім нысанды пайдалану кезінде алынған, таза табыс есебіндегі дисконтталған күрделі қаржы салымдары толықтай кіретін аралықты сипатттайды. ТДТ нөлге тең шарты орындалғанда анықталады:

$$Э_д = \sum_{t=0}^{T_{ок.д}} Э_t \cdot (1+E)^{-1}=0; \qquad (5.11)$$

мұндағы $T_{ок.д}$ − аралықтың соңғы жылы, кейін Е дисконттың белгіленген нормасымен анықталатын $Э_д$ шаманың оң мәніне ие болады−ізделінген шама.

Өтелімділік мерзімін анықтау кезінде инвестицияның t_c аяқталу моментіне пайда мен шығынды келтіру ұсынылады

$$\sum_{t=0}^{T_{ок.д}} Э_t \cdot (1+E)^{t_c-1}=0; \qquad (5.12)$$

Өтелімділік мерзімі инвестиция салымының басталу моментіне пайда мен шығынды келтіру кезінде өзіне құрылыс мерзімін де қосады.

Нысан құрылысында инвестицияның экономикалық тиімділік критерийіне келесі теңдік қызмет етеді: $T_{ок}<T_{приемл}$, мұндағы $T_{приемл}$ −өтелімділіктің қолжетімді мерзімі.

Өтелімділік мерзімінің кемшілігі − өтелімділік мерзімінен тыс жоба әрекеті есепке алынбайды, сондықтан бұл критерий инвестициялау туралы шешім қабылдау кезінде тек шектеу түрінде қолданылуы тиіс.

Барлық дисконтталған шығындар жыл бойынша бірдей нәтижені қамтамасыз ететін инвестициялық жобалардың балама нұсқалары, сонымен қатар ақша аударымдарын мүлдем қамтамасыз етпейтін жоба нұсқаларын салыстыру кезінде қолдану тиімді.

$$З_{\sum д}=\sum_{t=0}^{T_р}\left(И_t^{'}+K_t-K_{лик\,t}\right)\cdot(1+E)^{-t}\ \min\ ; \qquad (5.13)$$

Таңдалған нұсқа міндетті түрде басқа критерийлармен тексеріледі.

Өнімді өндеуге кететін меншікті шығындар нұсқаларды бірдей өндірістік тиімділікке келтіру қиын немесе мүмкін емес жағдайда қолданылуы мүмкін. Бұл көрсеткіш өнім бірлігінің минимальды есептік бағасын көрсетеді.

$$З_{уд}=\frac{З_{\sum д}}{\sum_{t=0}^{T_р} V_t\cdot(1+E)^{-t}}\ \min; \qquad (5.14)$$

мұндағы V_t – өнімді есептік мерзім жылдары бойынша жіберу.

Эквивалентті орташа жылдық шығындар жобаны әр түрлі мерзімдермен салыстыру кезінде, бұл көрсеткіш бойынша нұсқаларды теңестірмеу үшін қолданылады. Қарапайым жағдайда инвестиция бір жылға салынады, шығындар мен нәтижелер мерзім аралығында өзгермейді, жойылу құны нөлге тең, бұл көрсеткіш амортизацияның дисконтталған құнымен бірге келтірілген жылдық шығындардан тұрады.

$$З_{ср\,г}=\frac{К}{D_S}+И^{'}\ \text{немесе}\ З_{ср\,г}=ЕК+И \qquad (5.15)$$

мұндағы $И=И^{'}+И_а$

Амортизациялық аударымдар амортизацияның дисконтталған нормасын қолданып анықталады

$$И_а=а_а^д\cdot К; \qquad (5.16)$$

мұндағы $а_а^д$ – амортизацияның дисконтталған нормасы, келесі формула бойынша септелген

$$а_а^д=E/((1+E)^{T_{сл}}-1), \qquad (5.17)$$

5.2 110/10 кВ ҚС трансформаторды ауыстыру жолымен қайта жөндеуді экономикалық негіздеу

Нысанға күрделі қаржы салымын салу 110/10 кВ «Қалқаман» ҚС жүктемесін арттыру негізінде қабылданған. Қазіргі уақытта ҚС жүктемесі 10 МВт құрайды, келешекте оны 25 МВт дейін арттыру жоспарлануда. Қазіргі уақытта ҚС қуаты 10 МВА және 16 МВА екі трансформатор орнатылған.

ҚС қоректенетін тұтынушыларды электрмен жабдықтау сенімділігіне байланысты, жұмыс істеп тұрған трансформаторды одан күшті трансформаторға ауыстыру қажет, себебі апаттық режимде трансформатордың біреуі істен шыққан жағдайда екіншісіне артық күш

жүктеледі.

Дипломдық жобаның бірінші бөлімінде орнатуға қуаты 16 МВА ТДТН-16/110 типтегі трансформатор қабылданған.

ҚС транформаторларды ауыстыру жолымен қайта жөндеудің экономикалық негізін есептеу керек. Экономикалық тиімділік екітрансформаторлы ҚС қуатын арттыру есебімен тұтынушыларға электр энергияны қосымша жіберу мүмкіндігімен жоспарлануда.

5.2.1 Күрделі қаржы салымдары

ҚС қайта жөщндеуге күрделі қаржы салымдарын анықтау үшін жергілікті смета құру керек (5.1 кесте).

5.1 кесте – «Қалқаман» ҚС қайта жөндеудің жергілікті сметасы

Жабдықтардың атауы	Саны	Бірліктің сметалық құны, мың. теңге. (1985 ж. бағамен)	Жалпы сметалық құны, мың. теңге. (1985г)	2008 ж. бағамен, мың.теңге.*
ТДТН-16/110 трансформатор	1	40	40	4221
«Трансформатор тізбегінде ажыратқышы бар көпірше» сұлбасы бойынша 110 кВ - АТҚ	1	120	120	7560
Шығындардың тұрақты бөлігі	1	250	250	15750
Барлығы:				27531

* − қайта есептеу коэффициенті k=63.

Осылайша, күрделі қаржы салымы 27531 мың.теңге.

5.2.2 Жылдық пайдалану шығысы

Жылдық пайдалану шығысы амортизациялық аударымдар Иа және қызмет көрсету Иобс мен жөндеуге жұмсалған шығындардан тұрады.

1. Амортизациялық аударымдар ҚС үшін амортизация нормалары бойынша анықталған (4.4 %):

$$И_а=0,044\cdot27531=1211,3 \text{ мың теңге.}$$

2. Қызмет көрсету мен жөндеуге жұмсалатын шығындар ірілендіріп анықталған (күрделі қаржы салымының 4.9 %).

$$И_{обс}=0,049\cdot27531=1349 \text{ мың теңге.}$$

Осылайша

$$И=1211,3+1349=2560,3 \text{ мың теңге.}$$

5.2.3 110/10 кВ ҚС қайта жөндеудің нәтижелері

Жаңа ҚС құрылысы нәтижелерін құндық бағалау қосымша жіберілген электр энергиясын іске асырудан түсетін табысты арттырумен көрсетіледі.

$$О_р=Т(j\cdot W- \Delta W)+\Delta П, \quad (5.18)$$

мұндағы Т – электр энергиясына орташа сараланған тариф 1,50 теңге./ кВт·сағ – 2008 ж. басына («Дагэнерго» ААҚ мәліметтері бойынша);

j – электрлік тораптарға қатысты электр энергиясын іске асыру құнының үлесі (j=0,3);

W– ҚС жүктемелердің қосылуына байланысты электр энергияны қосымша жіберу, мың. кВт·сағ;

ΔW – шығындарды өзгерту, мың. кВт·сағ (шығын коэффициенті k есептеуде 5 % алынған);

ΔП – трансформаторлардың сенімділігін жоғарылату есебімен табысты арттыру, мың.теңге.

Жүктемелердің Р қосылуына байланысты электр энергияны қосымша жіберу максимум $Т_{max}$ пайдалану сағатының санына байланысты анықталады:

$$W=P\cdot Т_{max}. \quad (5.19)$$

Экономикалық негіздеуде есептік мерзімде 16 жыл орташа қосылатын жүктеме нұсқасы қарастырылды, 10 МВт құрайды (5.2 кесте).

Есептеуде екі нұсқа қабылданған:

- $Т_{max}$=5500 сағ – 2013 ж. барлық тұұтынушылары бойынша орташа шама;
- $Т_{max}$=6500 сағ – ҚС қосылатын тұтынушылар үшін.

Қосымша электр энергиясын іске асырудан түсетін теңгерімді кіріс

$$П=О_р–И. \quad (5.20)$$

Таза кіріс салықтың кіріске мөлшерлемесінен анықталады $\alpha_н$=24 %

$$П_ч =П(1-\alpha_н). \quad (5.21)$$

Толық есептеу кезінде жылдар бойынша қосылатын жүктеменің өсуі есептеледі. Ол үшін мысал ретінде жүктеменің өскесте). уінің екі тәртібі қарастырылған, есептеу экономикалық тиімділіктің аралық критерийлерін қолдану арқылы жүргізілген (5.3 және 5.4).

Тиімділік көрсеткіштерін есептеу.

Есептеуде қарапайым (статикалық) және динамикалық көрсеткіштер (аралық) қолданылған. (5.18) – (5.21) формулалар бойынша ҚС қайта жөндеу нәтижелерін сипаттайтын көрсеткіштер анықталған.

Статикалық көрсеткіштер (5.1) және (5.4) формулалар бойынша анықталған.

5МВТ қосымша жүктеме өосу нұсқасы үшін кірістің қарапайым нормасы (рентабельдігі):

$$R_{п}=\frac{П_{ч\,t}}{К}=\frac{5891,7}{27531}\cdot 100=21,4\%$$

Өтелімділік мерзімі

$$Т_{окс}=\frac{К}{П_{ч\,t}+И_{а}}=\frac{27531}{7103}=3,88\ ж$$

Динамикалық көрсеткіштер есептік мерзім жылдары бойынша ақша ағындарының теңдігін болжау арқылы анықталған.

Есептік мерзімдегі (16 жылда) таза дисконтталған табысты (ТБТ) (5.8) формула бойынша D_s дисконттау коэффициентінің соммасы арқылы есептейміз:

− дисконттау нормасы Е=10% және 16 жыл есептік мерзімде D_s =6.824;

$$ЧДД_{(E=0.1)}=(П_{ч\,t}+И_{а})\cdot D_S-К=7103\cdot 6,824-27531=20939,872\ \text{мың. теңге.}$$

− дисконттау нормасы Е=14 % және 16 жыл есепетік мерзімде D_s =5.265;

$$ЧДД_{(E=0.1)}=(П_{ч\,t}+И_{а})\cdot D_S-К=7103\cdot 5,265-27531=9866,295\text{мың.теңге.}$$

Өтелімділіктің динамикалық мерзімі $Т_{ок.д}$ – дисконтталған нәтижелер дисконтталған шығыншға тең болатын мерзім.

$D_S=\frac{К}{П_{ч\,t}+И_{а}}=\frac{27531}{7103}=3,88$ ж болғандықтан [9]:

− дисконттау нормасы кезінде Е=10 % $Т_{ок.д}\approx 4,5$ жыл;

− дисконттау нормасы кезінде Е=14 % $Т_{ок.д}\approx 5,7$ жыл;

Қондырылған қуатты пайдаланудың әр түрлі нұсқалары кезінде тиімділікті бағалаудың статикалық көрсеткіштерін есептеулер 5.2 кестеде көрсетілген.

Жүктеме өсуінің екі нұсқасы үшін ҚС құрылысы тиімділігінің динамикалық көрсеткіштері 5.3 – 5.4 кестелерде есептелген.

5.2 кесте – ҚС құрылысынды инвестицияның өтелімділік мерзімін есептеу

Көрсеткіштер	Есептік формула	Р=5 МВт		Р=10 МВт		Р=15 МВт	
		5500 ч	6500 ч	5500 ч	6500 ч	5500 ч	6500 ч
Инвестициялар $К_{\Sigma}$ мың.теңге.	27531						
Пайдалану шығыны И, мың. теңге. барлығы Оның ішінде. –қызмет көрсету $И_{обс}$ және жөндеуге амортизациялық аударымдар $И_а$	1211,3 1349 2560,3						
Қосымша жіберілген электр энергияның саны, W, мың. кВт·сағ	$P \cdot T_{max}$	27500	32500	55000	65000	82500	97500
Электр энергиясының қосымша шығындары, ΔW, тыс. кВт·ч	k·W	1375	1625	2750	3250	4125	4875
Іске асыру көлемі, $О_р$, мың. теңге.	Т(jW-ΔW)	10312,5	12187,5	20625	24375	30935,5	36562,5
Теңгерімдік кіріс, П	$О_р$-И	7752,2	9627,5	18064,7	21814,7	28375,2	34002,2
Таза кіріс, $П_ч$, мың. теңге.	$П(1-б_н)$	5891,7	7316,9	13729,2	16579,2	21565,2	25841,7
Ақша ағымы, (таза кіріс және амортизациялық аударымдар)	$П_ч+И_а$	8963,5	10838,8	19276	23026	29586,5	35213,5
Кірістің қарапайым нормасы, $R_п$ %	$(П_ч/К)\cdot100$	21,4	26,57	49,86	60,22	78,33	93,86
Инвестиция өтелімінің мерзімі $Т_{ок.п}$, жыл	$К/(П_а+П_ч)$	3,88	3,23	1,84	1,56	1,20	1,02

5.3 кесте – 110/10 кВ «Қалқаман» ҚС қайта жөндеу тиімділігінің динамикалық көрсеткіштерін есептеу – 1 сценарий

№ жыл	Келтіру коэффициенті $(1+E)^{-t}$	Қосылған жүктеме, МВт	Номиналды ақша ағымы		Өсу қорытындылары бойынша номиналды ақша ағымы (гр. 4 және 5)	дисконтталған ақша ағымы		Өсу қорытындылары бойынша дисконтталған ақша ағымы (ТДК) (по гр. 7 және 8)
			құрылыс(инвести-ция)	Пайдалану (таза кіріс және амортизация)		құрылыс(инвестиция)гр. 4 гр. 2	Пайдалану (таза кіріс және амортизация) гр. 5 гр. 2	
1	0,909	-	-27531	-	-27531	-25025,6	-	-25025,6
2	0,826	5	-	8963,5	-18567,5	-	7403,8	-17621,8
3	0,751	5	-	8963,5	-9604	-	6731,6	-10890,2
4	0,683	5	-	8963,5	-640,5	-	6122,1	-4768,1
5	0,621	5	-	8963,5	8323	-	5566,3	798,2
6	0,564	10	-	19276	28239,5	-	10871,7	11669,9
7	0,513	10	-	19276	37203	-	9888,6	21558,5
8	0,466	10	-	19276	46166,5	-	8982,6	29941,1
9	0,424	10	-	19276	55130	-	8173	38114,1
10	0,386	10	-	19276	64093,5	-	7440,5	45554,6
11	0,35	15	-	29586,5	93680	-	10355,3	55909,9
12	0,319	15	-	29586,5	123266,5	-	9438	65347,9
13	0,29	15	-	29586,5	152853	-	8580	73927,9
14	0,263	15	-	29586,5	182439,5	-	7781	81708,9
15	0,239	15	-	29586,5	212026	-	7071,2	88780,1
16	0,218	15	-	29586,5	241612,5		6469,8	95249,9

Есептеу келесі шарттарда жүргізілген:

Пайдалылық мөлшерлеме Е=10 %; есептік мерзім – 16 жыл; жүргізу жылы – есептік мерзімнің басы; номиналды ақша ағымы – 5.2 кесте Т=5500 сағ.

Есептеу нәтижелері.

Өтелімділік мерзімі: есептік мерзімнің басынан

$$4+640,5/(28239,5+640,5)=4,07 \text{ ж}$$

Пайдаланудың басынан ≈ 3,07 жыл

Өтелімділіктің динамикалық мерзімі:

есептік мерзімнің басынан

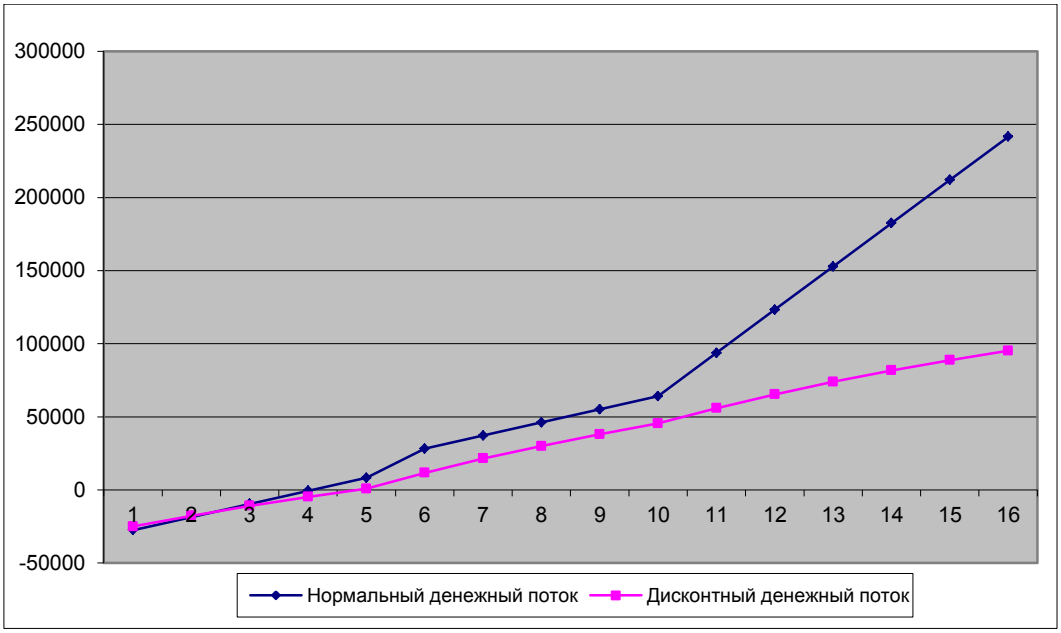
$$4+4768,1/(798,2+4768,1)=4,85 \text{ ж}$$

Пайдаланудың басынан≈4.85 жыл

Есептік мерзімдегі таза кіріс 241612,5 мың. теңге.

Есептік мерзімдегі таза дисконтталған кіріс 95249,9 мың. теңге.

Пайдалылық индексі ИД=(95249,9+25025,6)/25025,6=4.8



5.1 сурет – 110/10 кВ «Қалқаман» ҚС қайта жөндеу жобасының қаржылық көрінісі, 1 сценарий

5.4 кесте - 110/35/6 кВ «Қалқаман» ҚС қайта жөндеу тиімділігінің динамикалық көрсеткіштерін есептеу – 2 сценарий

№ жыл	Келтіру коэффициенті $(1+E)^{-t}$	Қосылған жүктеме, МВт	Номиналды ақша ағымы		Өсу қорытындылары бойынша номиналды ақша ағымы (гр. 4 және 5)	дисконтталған ақша ағымы		Өсу қорытындылары бойынша дисконтталған ақша ағымы (ТДК) (по гр. 7 және 8)
			құрылыс (инвестиция)	Пайдалану (таза кіріс және амортизация)		құрылыс(инвести-ция)гр. 4 гр. 2	Пайдалану (таза кіріс және амортизация) гр. 5 гр. 2	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,909	-	-27531	-	-27531	-25025,6	-	-25025,6
2	0,826	5	-	8963,5	-18567,5	-	7403,8	-17621,8
3	0,751	5	-	8963,5	-9604	-	6731,5	-10890,3
4	0,683	10	-	19276	9672	-	13165,5	2275,2
5	0,621	10	-	19276	28948	-	11970,4	14245,6
6	0,564	10	-	19276	48224	-	10871,6	25117,2
7	0,513	15	-	29586,5	77810,5	-	15177,8	40295
8	0,466	15	-	29586,5	107397	-	13787,3	54082,3
9	0,424	15	-	29586,5	136983,5	-	12544,6	66626,9
10	0,386	15	-	29586,5	166570	-	11420,4	78047,3
11	0,35	15	-	29586,5	196156,5	-	10355,2	88402,5
12	0,319	15	-	29586,5	225743	-	9438	97840,5
13	0,29	15	-	29586,5	255329,5	-	8580	106420,5
14	0,263	15	-	29586,5	284916	-	7781	114201,5
15	0,239	15	-	29586,5	313502,5	-	7071,1	121272,6
16	0,218	15		29586,5	343089		6449,8	127722,4

Есептеу келесі шарттарда жүргізілген:

Пайдалылық мөлшерлеме Е=14 %; жүргізу жылы – есептік мерзімнің басы; номиналды ақша ағымы – 5.2 кесте Т=5500 сағ.

Есептеу нәтижелері.

Өтелімділік мерзімі: есептік мерзімнің басынан ≈3+9604/(9672+9604)=3,49 жыл.

Пайдаланудың басынан≈2,49 жыл

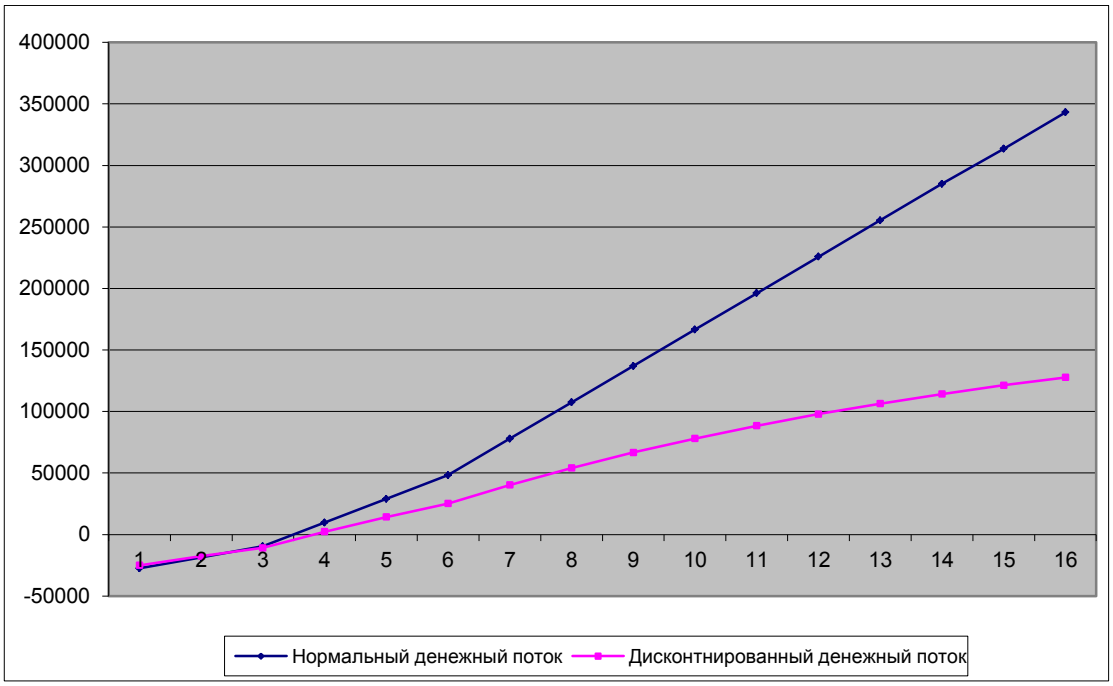
Өтелімділіктің динамикалық мерзімі:

есептік мерзімнің басынан≈3+10890,3/(2275,2+10890,3)=3,82 жыл

Пайдаланудың басынан≈3,82 жыл

Есептік мерзімдегі таза кіріс 289106 мың. тенге.

Есептік мерзімдегі таза дисконтталған кіріс 127722,4 мың. тенге.



5.1 сурет – 110/35/6 кВ «Қалқаман»
ҚС қайта жөндеу жобасының қаржылық көрінісі, 2 сценарий

6 ҚС өмір тіршілік қауіпсіздігі

6.1. ҚС өмір тіршілік қауіпсіздігінің әлеуметтік мәні, технологиялық процесстердің жағымсыз факторларын жою және жағымсыз факторлардың адам өміріне әсерін бағалау

Бұл бөлімде қайта жөнделетін 110/35/6 кВ ҚС қызмет көрсететін қызметкерлерге әсер ететін қауіпті және зиянды факторларға талдау мен бағалау жүргізіледі, осы факторлардың әсерін азайту және алдын алу бойынша іс шаралар қарастырылады.

110/35/6 кВ ҚС пайдалану кезінде келесі қауіпті факторлар болуы мүмкін:

- ток өткізуші бөліктерге жанасу кезінде электр тогымен зақымдалу;
- электромагнитті өрістің ағзаға әсері;
- жарамсыз құралдармен, жеке және ұжымдық қорғаныс құралдарымен жұмыс істеу кезінде электрлік токпен зақымдалу;
- жерге тұйықталу кезінде электрлік потенциалдың ағу зонасында жұмыс істейтін қызметкерлердің зақымдалуы;
- қызметкерлердің биіктен құлау мүмкіндігі;
- коммутациялық операциялар жүргізу кезінде қызметкерлердің зақымдалу мүмкіндігі.

Қызметкерлерге қауіпті факторлардың әсерінің алдын алу үшін келесі іс шаралар қарастырылады:

- электр қондырғыларда жұмыс істеу кезінде «Электр қондырғыларды пайдалану кезінде қауіпсіз техникасының ережелерін» сақтау керек. Қауіпсіздік техникасы бойынша нұсқауламалар мен білімдерін тексеруді жыл сайын жүргізу керек;
- қызметкерлердің электрлік өріс астында болу уақытын шектеу мүмкін емес болғандықтан жұмыс орнын экрандау қарастырылады: өтпелерде экран, басқару шкафтарында қалқалар мен экрандаушы күнқағарлар, жөндеу жұмыстар кезінде алмалы экрандар;
- жерлендіргіш контурларын орнату, жабдықтарды жерлендіру және нөлдеу;
- токөткішгіш бөліктерге дейінгі қашықтықты сақтау;
- жұмыс жүргізудің қауіпсіздігі үшін ұйымдастыру-техникалық ісшараларды орындау.

Адам денесі арқылы өтетін электрлік тізбектегі кернеудің жоғарғы мәні.

ҚС тарату құрылғыларын қызметі кезінде негізгі қауіп-қатер электрлік токпен зақымдану болып табылады. Қауіп-қатер көзі қандай да бір себептермен бұзылуы мүмкін болатын ашық токөөткізгіш бөліктер мен оқшауламасы бар токөткізгіш бөліктер. Токтың адам ағзасына әсерін биологиялық, термиялық және электрлік деп бөлінеді. Олар ағзада бірнеше зиянды бұзылу туғызады, мысалы ағза мен тінді зақымдау.

Электрлік токпен зақымдалудың екі түрі болады: электрлік соққы және жергілікті электрлік жарақаттар. Жарақаттарға күю, электрлік белгілер, терінің электрлік металлдануы және электроофтальмия. Электрлік соққы кезінде токтың әсеріне жүйке жүйесі ұшырайды, бұл жүрек және тыныс бұлшықеттерінің тоқтауына әкелуі мүмкін. Токтың ағзаға әсерінің қарқындылығы көптеген факторлармен анықталады, мысалы адам денесі арқылы өтетін токтың ұзақтығымен, ток түрімен, адамның жеке ерекшеліктерімен.

Токтың сыни мәндері:

- деңгейлі сезілу тогы - 5-7 мА/50Гц;
- деңгейлі жіберілмейтін ток - 10-15 мА/50Гц;
- деңгейлі фибрилляциялы ток - 70-100 мА/50Гц.

Қызмет көрсетуші қызметкерлердің қауіпсіздігін қамтамассыз етудің негізгі шарттары – токөткізгіш бөліктерге жанасу мүмкіндігін жою.

Адамды электрлік ток кернеуінен қорғау үшін электр қауіпсіздігінің келесі іс шаралары қолданылады:

- жерлендіру;
- нөлдеу;
- потенциалдарды теңестіру;
- кернеудің аз деңгейі;
- тораптардың электрлік бөлінуі;
- токөткізгіш бөліктерді оқшаулау;
- қорғаныстық ажырату;
- токөткізгіш бөліктердің қол жетімсіздігін қамтамасыз ету;
- зақымдалған оқшауламаларды бақылау және профилактикалық жөндеу.

ҚС аумағындағы кез келген н.ктеде жерге тұйықталу болуы мүмкін. Егер токты жерге өткізу үшін ерекше құралдар қарастырылмаған болса, токтың жерге өту орнына жақын жердегі адамдар үшін қауіпті потенциалдар пайда болуы мүмкін. ҚС бұл қауіп-қатерлерді жою үшін, жобада потенциалдарды қол жетімді мәнге дейін төмендететін жерлендіргіш құрылғылары қарастырылады.

ТҚ аумағында жерлендірілетін жабдықтар қатарында 0,7 м тереңдікте сымдар төселеді. Көлденең бағыттағы сымдар қарастырылады. Осылайша, квадрат немесе төртбұрышты ұяшықтары бар тор қалыптасады. Тор вертикаль сымдардың санымен толтырылады.

6.2 Қауіпсіздік техникасы бойынша іс шаралар

Электр қондырғыларында жұмыс жүргізу үшін қабылданған жұмыскерлердің жұмыс сипатына сәйкес кәсіби дайындығы болуы керек. Кәсіби дайындығы жоқ болған жұмыскерлер (жұмысқа жіберілуге дейін) қызметкерлерді дайындаудың арнайы орталықтарында (оқу комбинаттары, оқу-жаттығу орталықтарында) оқытылу керек.

Жұмыс жасап тұрған электр қондырғыларда жұмыс рұқсат бойынша жүргізіледі, оны орындау нұсқасы қаулы бойынша келтіріледі [9].

Жұмысты өздігінен жүргізуге, сонымен қатар қаулы және бұйрықпен анықталған жұмыс орындары мен ғимараттың көлемін кеңейтуге тиым салынады.

Жұмыскерлердің жұмыс жасау аумағында басқа жұмысты орындау үшін тапсырманы берген (жұмыстың жауапты жетекшісі) басшымен келісіледі. Келісу жұмыстың басталуына дейін тапсырманың беткі жағында «Келісілді» деген жазумен және құжатты дайындайтын жұмыскердің қолымен безендіріледі.

ЖБТ және АТҚ электр жабдықтары (басқару және релелік қалқандардан басқа) бар ғимараттарда, құдықтарда, үңгіртаулар мен траншеяларда жұмыс жасайтын барлық қызметкерлер, сонымен қатар ӘЖ жөндеуге қатысатын жұмыскерлер қорғаныс дулығаларын (каска) қолдану керек.

1000 В жоғары электр қондырғыларда жұмыс орнын дайындау ұйым жетекшісінің жарлық құжатымен рұқсат етілген, IV топтан төмен емес оперативті және оперативті-жөндеу қызметкерлерінің жұмыскерлерімен жүргізілу керек. Жұмыс өндірушісі рұқсат беруші міндетін атқаратын жағдайда, жұмыс орнын дайындауды III топтағы бригада мүшелерінің бірі орындайды.

Жұмыс орнын дайындау және бригаданы жұмысқа жіберу оперативті қызметкерлерден рұқсат алынғаннан кейін жүргізіледі.

Рұқсаттама жұмыс орнын дайындауды және қызметкерлерді жұмысқа жіберуді орындаушы қызметкердің өзіне, телефонмен, радиомен немесе ҚС оперативті қызметкерлері арқылы берілуі мүмкін.

Бұндай рұқсаттамаларды алдын ала беуге рұқсат етілмейді.

Бригаданың рұқсаты бір тапсырма бойынша рұқсат етіледі.

Жұмыс орнын дайындау бойынша шараларды өзгертуге болмайды. Жұмыс орнын дайындау бойынша шаралардың дұрыстығы және жұмыс орындалуының қауіпсіздігі пайда болған жағдайда дайыедау тоқтатылуы керек, ал жоспарланған жұмыс жаңа нұсқау берілгенше кейін шегіріледі, ол уақыт аралығында қауіпсіздік күдіктерін жою үшін техникалық іс шаралар қарастырылады.

Жөндеу жұмыстары басталғанға дейін жұмыс істеушілердің электрлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету бойынша ұйымдық және техникалық іс шаралар орындалу керек.

Электр қондырғыларындағы жұмыс қауіпсіздігін қамтамасыз ететін ұйымдастырушылық іс шараларға келесілер жатады:

- пайдалану тәртібінде орындалатын жұмыстардың тізімімен немесе қаулымен,
- жұмысқа рұқсаттама;
- жұмыс уақытында бақылау жүргізу;
- жұмыстағы үзілістерді, басқа орынған ауыстыру мен жұмыс уақытының аяқталуын рәсімдеу.

Жұмыс орнын дайындау кезінде кернеуді түсірумен қатар, келесі техникалық іс шаралар орындалуы керек:

1. Коммутациялық аппараттардың өздігінен және қате қосылуының әсерінен жұмыс орнына кернеуді жіберуге кедергі келтіруге іс шаралар мен ажыратулар жүргізу;

2. Коммутациялық аппараттарды қашықтықтан немесе қолмен басқару кілттерінде тиым салушы плакаттар іліну;

3. Адамдарды электрлік токпен зақымдалудан қорғау үшін жерлендірілетін ток өткізуші бөліктерде кернеудің жоқтығын тексеру;

4. Жерлендіргіштер орнатылу (жерлендіргіш пышақтар қосылу керек, олар болмаған жерде қозғалмалы жерлендіргіштер болу керек);

5. «Жерлендірілген» нұсқаушы плакаттар ілінуі, қажет жағдайларда жұмыс орындары мен кернеу астындағы ток өткізгіш бөліктер қоршалуы және ескерту плакаттары ілінуі керек.

Жұмыс орнын дайындау кезінде келесілер ажыратылуы керек:

- жұмыс жүргізілетін ток өткізгіш бөліктер, сонымен қатар адам және механизмдер жанасуы мүмкін ток өткізгіш бөліктер қоршаулы тиіс;

- коммутациялық аппараттардың жетектерін қоректендіру және басқару тізбектері;

- жұмыс орнына кернеу жіберілетін барлық жақтарда көрінетін ажырау болуы керек: айырғыштарды ажырату, сақтандырғыштарды түсіру, шиналар мен сымдарды ажырату.

Күштік және өлшеуіш трансформаторлары кері транформация мүмкіндігін жю үшін орамдардың барлық жағынан ажыратылуы тиіс

Айырғыштар ажыратылғаннан кейін (жүктемен ажыратқыштары мен бөлгіштері) шунттаушы мойнақтардың жоқтығы көз жеткізу керек.

Кернеуі 1000 В жоғары электр қондырғыларында коммутациялық аппараттардың қате және өздігінен қосылуының алдын алу үшін келесі шаралар қолданылады:

- жүктеменің айырғыштары, ажыратқыштары және бөлгіштерінің қол жетектері ажыратылған түрінде механикалық құлыппен бекітілуі керек (кернеуі 6-10 кВ электр қондырғыларында бір жолақты айырғыштармен механикалық құлыптың орнына диэлектрлік қалпақ пышақтарын киюге рұқсат етіледі);

- айырғыштарда, басқарылатын оперативті қарнақтарда стационарлы қоршаулар механикалық құлпымен бекітілуі керек;

- қашықтықтан басқарылуы бар коммутациялық аппараттардың жетектерінде күштік тізбектер мен басқару тізбектері ажыратылуы тиіс,

- тиым салынатын плакаттар ілінуі керек.

Коммутациялық аппараттардың жетектерінде жұмыс орнына кернеудің жіберуін болмырмау үшін «Қоспаңыз. Адамдар жұмыс істеп жатыр» плакаттары ілінеді.

Біржолақты айырғыштарда плакаттар әр полюстің жетектерінде, ал оперативті қарнақтармен басқарылатын айырғыштарда – қоршауларда ілінеді.

Айырғыштардың пнивматикалық жетектеріне ауаның келуін жабатын ысырмаларда «Ашпаңыз. Адамдар жұмыс істеп жатыр» плакаты ілінеді.

Коммутациялық аппараттар жоқ кернеуі 1000 В дейінгі қосылымдарда «Қоспаңыз. Адамдар жұмыс істеп жатыр» плакаты сақтандырғыштарда ілінеді.

Плакаттар жергілікті және қашықтықтан басқару кнопкалары мен кілттерінде, сонымен қатар басқару тізбектеріндегі сақтандырғыштар мен автоматтарда ілінуі керек.

ӘЖ және КЖ жұмыстар үшін ажыратылған айырғыштардың жетектерінде жұмыс жасаушы бригадардың санына қарамай «Қоспаңыз! Желіде жұмыс жүріп жатыр» деген бір ғана плакат ілінеді. Бұл плакат оперативті қызметкердің бұйрығы бойынша ілінеді және шешіледі.

Кернеудің жоқтығын тексеру және қозғалмалы жерлендіруді орнату.

Кернеудің жоқтығын кернеу көрсетікішімен тексеру қажет.

Кернеуі 1000 В электр қондырғыларында кернеу көрсеткішін диэлектрлік қолғаптарда қолданады.

Кешенді тарату құрылғыларында кернеу жоқтығын тексеру орнатылған стационарлы кернеу көрсеткіштерін қолдануп жүргізеді.

Кернеуі 35 кВ және одан жоғары электр қондырғыларда кернеудің жоқтығын тексеру үшін оқшауланған ылғалды қолдануға болады. кернеу жоқтығының белгісі шыртылдау мен ұшқындалудың болмауы. Кернеуі 330 кВ бір тізбекті ӘЖ кернеу жоқтығының белгісі тәжденудің жоқтығы болып табылады.

ТҚ кернеудің жоқтығын тексеру оперативті қызметкерлердің IV топтағы қызметкеріне рұқсат етіледі, кернеуі 1000 В жоғары электр қондырғыларында - III топтағы қызметкер, кернеуі 1000 В дейінгі электр қондырғыларында - II топтағы қызметкер тексереді.

ӘЖ кернеудің жоқтығын екі жұмыскер жүргізеді: кернеуі 1000 В жоғары ӘЖ - IV және III топтағы жұмыскелер, кернеуі 1000 В дейінгі - III топтағы.

Кернеудің жоқтығын сұлбаны салыстыру арқылы тексеру келесі жағдайларда рұқсат етіледі:

- тұман, жаңбыр, қар кезінде арнайы кернеу көрсеткіштері болмаған жағдайда сыртқы қондырғылардың АТҚ, КТҚ және КТҚС, сонымен қатар ӘЖ;

- кернеуі 330 кВ және одан жоғары АТҚ және кернеуі 330 кВ жоғары екі тізбекті ӘЖ.

Сұлбаны салыстыру кезінде ӘЖ кірістерінде кернеудің жоқтығын желідегі оператвивті басқарудағы кезекші растайды.

ӘЖ салыстыру желінің сыртқы белгілерін және бағытын тексеруде, сонымен қатар тіректердегі желінің диспетчерлік атауына сәйкес келетін белгілермен негізделеді.

Кернеуі 6-20 кВ ӘЖ немесе темірбетонды тіректерде, сонымен қатар телескоптық мұнараларда кернеудің жоқтығын тексеру кезінде көрсеткіштің

қажетті сезімталдығын қамтамасыз ету керек, ол үшін оның жұмыс бөлігі жерлендірілуі тиіс.

ӘЖ әр түрлі деңгейдегі сымдарды ілу кезінде кернеудің жоқтығы көрсеткішпен немесе қарнақпен тексеріледі және жерлендіргішті төменнен жоғарыға қарай төменгі сымнан бастап орнату керек. Горизонталь ілу кезінде тексеруді жақындағы сымннан бастау керек.

Аппараттың ажырауы туралы дабыл бететін құрылғылар, блоктау құрылғыларығ үнемі қосылып тұратын вольтметрлер және т.б. кернеудің жоқтығын растайтын қосымша құралдар болып табылады жіне олардың көрсеткіштерінің негізінде кернеудің жоқтығы туралы қорытынды жасауға болады.

Жерлендіргішті ток өткізгіш бөліктерге орнату үшін алдымен кернеудің жоқтығын тексеру қажет.

Тасымалды жерлендіруді алдымен жерлендіргіш құрылғыларына қосу керек, содан кейін кернеудің жоқтығы тесеріліп, ток өткізгіш бөліктерге орнатылады.

Тасымалды жерлендіруді кері кері реттілікте шешу керек: алдымен ток өткізгіш бөліктерден шешіледі, содан кейін жерлендіргіш құрылғыларынан ажыратылады.

Тасымалды жерлендіргіштерді орнату және ажырату диэлектрлік қолғаптармен орындалуы керек. Тасымалды жерлендіргіштердің қыспақтарын диэлектрлік қолғаппен бекітілуі керек.

Кернеуі 1000 В жоғары электр қондырғыларында барлық жағынан ажыратылған фазаның ток өткігзгіш бөліктері жерлендіріледі. Ажыратылған сызықты айырғыштарда жұмыс істеу кезінде ӘЖ жағындағы сымдарда айырғыштарда қосымша жерлендіргіш орнатылуы тиіс.

Орнатылған жерлендіргіш жұмыс жүргізілетін ток өткізгіш бөліктерден: ажыратылған ажыратқыштар, айырғыштар, жүктеме ажыратқыштары мен бөлектеуіштер, өшірілген сақтандырғыштар, демонтаж жасалған шиналар немесе сымдар, кешенді құрылғылардың элементтері бөлінуі мүмкін.

Тасымалды жерлендіргіштерді бояудан тазартылған орындардағы ток өткізгіш бөліктерге қосу керек.

Кернеуі 1000 В жоғары электр қондырғыларында тасымалды жерлендіргішті екі жұмыскер орнату керек: біреуі IV топтағы (оперативті қызметкерлер қатарынан), екіншісі – III топтағы жұмыскер (жұмысшы қызметкерлер қатарынан, ал тұтынушылардың қосылымдарын жерлендіру кезінде – тұтынушы қызметкерлер қатарынын).

Жерлендіргіш шаппаларын оперативті қызметкерлер қатынан IV топтағы бір жұмыскер қосуы керек.

Жерлендіргіш шаппалары мен тасымалды жерлендіргіштерді III топтағы оперативті қызметкерлер қатарынан бір жұмыскер ажырата алады.

Кернеуі 1000 В жоғары ӘЖ желі ажыратылған барлық тарату құрылғылары мен секциялаушы коммутациялық апараттар жерлендірілуі керек.

Рұқсат етіледі:

Кернеуі 6-20 кВ ӘЖ бір ғана ТҚ немесе бір секциялаушы аппараттарда немесе аппараттарды секциялаушы тіректерде жерлендіру. Осы кернеудегі ӘЖ ажыратылған қалған ТҚ мен секциялаушы аппараттарда жерлендірмеуге болады. Көрсетілген жерлендіруді ӘЖ жерлендіргіш құрылғылары бар тіректерде орнату керек.

Әр бригаданың жұмыс орнында қосымша барлық фазаның сымдары, керек жағдайда найзағайдан қорғау арқансымдары жерлендірілуі керек.

Тарамдалған сымдары бар ӘЖ әр фазада бір сымды ғана жерлендіруге болады; оқшауланған жыртықтары болған жағдайда фазаның барлық сымдарын жерлендіру қажет.

Бір тізбекті ӘЖ жұмыс орындарында жерлендіруді жұмыс жүргізілетін немесе көршілес тіректерде орнату керек.

Жерлендіруді бригада жұмыс істейтін ӘЖ екі жағынан орнатуға рұқсат етіледі, жерлердірулер арасындағы қашықтық 2 км аспау керек.

Тіректен оқшауланған найзағайдан қорғаныс арқансымдарында немесе тірек құрылымдарында жұмыс істеу кезінде арқансым жерлендірілу керек. жерлендіруді арқансым оқшауланған аралықта немесе жұмыс жүргізілетін орында орнату керек.

Жерлендіргішті жерден оқшауланған найзағай қорғаныстық арқансымдарға қосу және ажырату арқансымды жерлендіргеннен кейін орындалады.

Егер бұл арқансымда көктайғақты еріту қарастырылса, жұмыс басталуының алдында арқансым ажыратылуы және барлық жағынан жерлендірілуі керек.

Тасымалды жерлендіргіштерді металл тіректерге қосу керек – жерлендіргіш орындары бар темір бетонды және ағаш тіректерге. Жерлендіргіш орындары жоқ темір бетонды тіректерде жерлендіруді траверстерге немесе тіректің басқа металл элементтеріне қосуға болады.

Жұмыс орнында тасымалды жерлендіргіштерді топыраққа кемінде 0,5 м тереңдікте вертикаль батырылған жерлендіргішке қосуға болады. жерлендіргіштерді топырақтың кездейсоқ орындарына орнатуға рұқсат етілмейді.

Жөндеу үшін ажыратылған ӘЖ тасымалды жерлендіргіштерді орнату, одан кейін ажыратуды және тіректердегі жерлендіргіш шаппаларын қосуды оперативті қызметкерлер қатарынан жұмыскерлер орындау керек: біреуі IV топтағы (кернеуі 1000 В жоғары ӘЖ) немесе III топтағы (кернеуі 1000 В дейін). III топтағы екінші жұмыскер жөндеу жұмыскерлер және тұтынушы қызметкерлер қатарынан болуы мүмкін.

Жерлендіргіш шаппаларын ажырату оперативті қызметкерлер қатарына III топтағы бір жұмыскерге рұқсат етіледі.

Жұмыс орындарын қоршау, плакаттар ілу.

Электр қондырғыларында: айрғыштардың, бөлектеуіштер мен ажыратқыштардың жетектерінде «Жерлендірілген» («Заземлено») плакаты

ілінуі керек, себебі қате қосулу кезінде электр қондырғыларының жерлендірілген бөліктеріне, коммутациялық аппараттарды қашықтан басқару кнопкалары мен кілттеріне кернеу жіберілуі мүмкін.

Кернеу астындағы ток өткізгіш бөліктерді уақытша қоршау үшін оқшауламалық материалдардан жасалған қалқандар, шымылдықтар, экрандар және т.б. қолданылуы мүмкін.

Кернеуді шешусіз уақытша қоршауларды орнату кезінде ток өткізгіш бөліктерге дейінгі қашықтық рұқсат етілгеннен кем болмау керек. Кернеуі 6-10 кВ электр қондырғыларында бұл қашықтық 0,35 м дейін қысқартылуы мүмкін.

Уақытша қоршауларда «Тоқта! Кернеу» жазу жазылу немесе сәйкес плакаттар ілінуі керек.

Кернеуі 20 кВ дейінгі электр қондырғыларда ток өткізгіш бөліктерді қалқандармен қоршауға болмайтын жағдайда, кернеу астындағы және ток өткізгіш бөліктердің арасында (мысалы, ажыратылған тайырғыштардың түйіспелері арасына) орнатылатын оқшаулаушы қаптамаларды қолдануға рұқсат етіледі. Бұл қаптамалар кернеу астындағы ток өткізгіш бөліктерге жансуы мүмкін

Оқшаулағыш каптамаларды IV және III топтағы екі жұмыскер орнатады және ажырата алады. Олардың жоғарғысы (үлкені) оперативті қызметкерлер қатарынан болуы керек. қаптамалармен жұмыс істеу кезінде диэлектрлік қолғаптар мен оқшауламалаушы қарнақтарды қолдану керек.

Камералар, шкафтар және панельдер қоршауларында «Тоқта! Кернеу» жазуы бар плакаттары ілінуі керек.

Жерде, жабдықтарда және жеке құрылымдарда АТҚ жұмыс істеу кезінде жұмыс орны (өту үшін жол қалдырып) арқанмен, синтетика талшықтарынан жасалған жіптермен қоршалуы және «Тоқта! Кернеу» плакаты ілінуі керек.

Кернеуді түсіру кезінде барлық АТҚ «Тоқта! Кернеу» плакаттары ілінеді.

Жұмыс орнынан кернеу астындағы қоршалған бөліктерге дейінгі АТҚ аумағында «Тоқта! Кернеу» плакаттары ілінеді. Бұл плакаттарды жұмысшылар қатарынан III топтағы жұмыскер басшылардың рұқсатымен орната алады.

Жұмыс жүргізу үшін көтерілуге рұқсат етілген стационарлы баспалдақтар мен құрылымдарда «Осыннан шығу» (Влезать здесь!) плакаты ілінеді. Дайындалған жұмыс орындарында «Жұмыс осында» плакаты ілінеді.

Жұмыс орнының дайындығы тексерілгеннен кейін жұмысқа рұқсат беріледі. Сонымен бірге, рұқсат беруші брагаданың құрамын көрсетілген нұсқау және қаулы бойынша жеке төлқұжаттарымен сәйкестігін тексереді және бригадаға кернеудің жоқтығын немесе орнатылған жерлендіруд\лерді көрсетеді.

6.3 Қосалқы станцияны найзағайдан қорғау

Электрмен жабдықтау жүйелерін жобалау және құрылыс кезінде олардың найзағай соққысынан зақымдалуын ескеру және алдын алу мүмкіндігін қарастыру керек. Бұл әсіресе ашық электр қондырғыларына қатысты.

Найзағай үлкен бұзу қасиеттерімен сипатталады және үлкен амплитудамен түсіндіріледі.

3-500 кВ электр станциялары мен қосалқы станцияларды найзағай соққысынан және найзағай толқындарынан қорғау бойынша басқарушы нұсқауларға сәйкес аумақта орналасқан келесі нысандар қорғалу керек:

а) ашық тарату құрылғылары (АТҚ), оның ішінде шиналы көпірлер және иілгіш байланыстар;

б) жабық тарату құрылғылары (ЖТҚ) және машина залының ғимараты;

в) май шаруашылық ғимараты.

Станция мен қосалқы станцияның АТҚ тура найзағай соққысынан оқтауша жайратқыштармен қорғалады. Тек қана шиналы көпірлер мен иілгіш байланытар үшін арқансымдық жайратқыштар қолданылады.

АТҚ қорғанысы қосалқы станцияның порталдарына оқтауша жайратқыштарды немесе жеке тұрған оқтауша жайратқыштардың құрылғыларымен әске асады.

Қосалқы станцияның порталдарына орнатылған жайратқыштар жеке тұратын жайратқыштармен салыстырғанда арзан, себебі дайындалу кезінде аз металл қажет болады. олар қорғалатын жабдықтарға жақын орналасады, сондықтан қорғаныс аумағы тиімді қолданылады. Бірақ, порталды жайратқыш найзағай соққысынан зақымдалған жағдайда жайратқыштағы және порталдағы кернеу өседі. Бұл кернеу АТҚ оқшауламасын «кері» жабуды тудыру үшін жеткілікті болуы мүмкін.

Оқтауша жайратқыштарды есептеу тәртібі:

$h_a \geq Д/8 \cdot p$

$h=h_a+h_x$ – жайратқыштың биіктігі,

мұндағы h_a – жайратқыштың активті биіктігі;

$h_{x1}=11,35$ м, $h_{x2}=5,5$ м – қорғалатын нысанның биіктігі, $h \leq 30$ м кезінде $p=1$.

Д=59 м – жайратқышы бар төртбұрыштың үлкен диагоналі.

$h_a \geq 59/8 \cdot 1=7,375$ м. 8,5 м деп аламыз.

h=11,35+8,5=19,85 м. 20 м деп аламыз.

Жайратқыштың биіктігін қорғалатын жабдықтар немесе құрылымдар жайратқыштың қорғаныс аумағында болатындай таңдалады, ішінде құрылыс және ғимаратты тура найзағай соққысынан қорғау сенімділігі жеткілікті болуы керек (электр қондырғыларда 99,5% - А типтегі қорғаныс аумағы).

Биіктігі h<150 м оқтауша жайратқыштың есептік қорғаныс аумағы конус түрінде болады. Биіктігі:

$h_o=0,85h$;

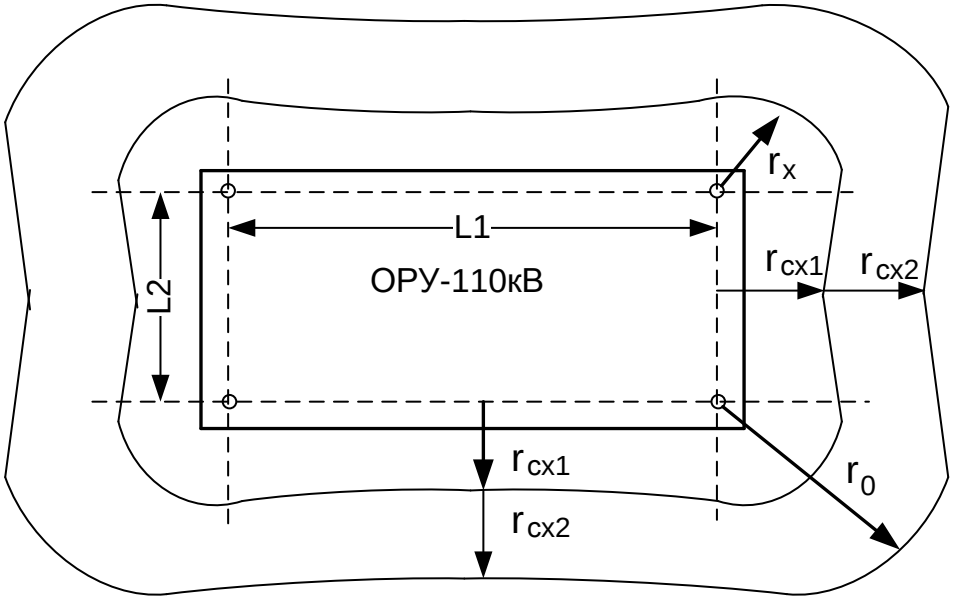
$h_o = 0{,}85 \cdot 20 = 17$ м;

Қорғалатын жабдықтар мен жер деңгейіндегі радиусы.

$r_o = (1{,}1 – 0{,}002h)h$;
$r_x = (1{,}1 – 0{,}002h)(h – h_x/0{,}85)$;
$r_o = (1{,}1 – 0{,}002 \cdot 20) \cdot 20 = 21{,}2$ м;
$r_{x1} = (1{,}1 – 0{,}002 \cdot 20) \cdot (20 – 11{,}35/0{,}85) = 7{,}04$ м.
$r_{x2} = (1{,}1 – 0{,}002 \cdot 20) \cdot (20 – 5{,}5/0{,}85) = 14{,}3$ м.

Биіктігі бірдей бір бірінен $h<L_1<3h$ ($20<L_1=53<3 \cdot 20=60$) қашықтықта орналасқан екі жайратқыш қорғаныс аумағын қалыптастырады. Аумақ жайратқыштар арасындағы бүгілме сызық түріндегі жотамен сипатталады, бұл жотаның ең төмен нүктесінің биіктігі:

$h_c = h_o – (0{,}17 + 3 \cdot 10^{-4} h)(L_1 – h) r_{cx} = r_o (h_c – h_x)/h_c$
$r_c = r_o$
$h_c = 17 – (0{,}17 + 3 \cdot 10^{-4} \cdot 20)(53 – 20) = 11{,}72$ м
$r_{cx1} = 21{,}2\ (11{,}72 – 11{,}35)/11{,}72 = 0{,}67$ м
$r_{cx2} = 21{,}2\ (11{,}72 – 6)/11{,}72 = 10{,}3$ м
$r_c = 21{,}2$м
$h<L_1<3h$ ($20<L_1=26<3 \cdot 20=60$)
$h_c = 17 – (0{,}17 + 3 \cdot 10^{-4} \cdot 20)(26 – 20) = 15{,}9$ м
$r_{cx1} = 21{,}2\ (15{,}9 – 11{,}35)/15{,}9 = 6$ м
$r_{cx2} = 21{,}2\ (15{,}9 – 6)/15{,}9 = 13{,}2$ м



6.1 сурет – 110 кВ – АТҚ найзағайдан қорғау сұлбасы

Жайратқыштар жерлендіргіш және токты бұру құрылымдары бар найзағай қабылдағыштардан тұрады. Найғағай қабылдағыш найғағайдың тура соққысын тікелей қабылдайды. Сондықтан, ол токтың механикалық және жылу әсерлеріне, сонымен қатар найзағайдың жоғары температуралы каналдарына қарсы келуі керек. жайратқыштар қимасы 100 мм^2, ұзындығы 2,5 м артық емес кез келген пішіндегі прокатты болаттан жасалады. Салмақ түсетін құрылымы найзағай қабылдағыш пен ток бұрғыштан тұрады, жайратқыштың барлық элементтерін қатты, механикалық және берік құрылымын біріктіреді. Энергетикада ағаш, темір бетонды және металл тіректері бар жайратқыштар кеңінен таралған.

Токшығысы найзағай қабылдағышты жерлендіргішпен қосады және найзағай тогын жайратқыштан жерлендіргішке өткізу үшін арналған. Сондықтан, ол бойынша өтетін найзағай тогына байланысты жылу және электродинамикалық әсерге есептеледі. Ағаш тіректері бар жайратқыштардағы токшығысы найзағай тогының толық өтуі үшін есептелген.

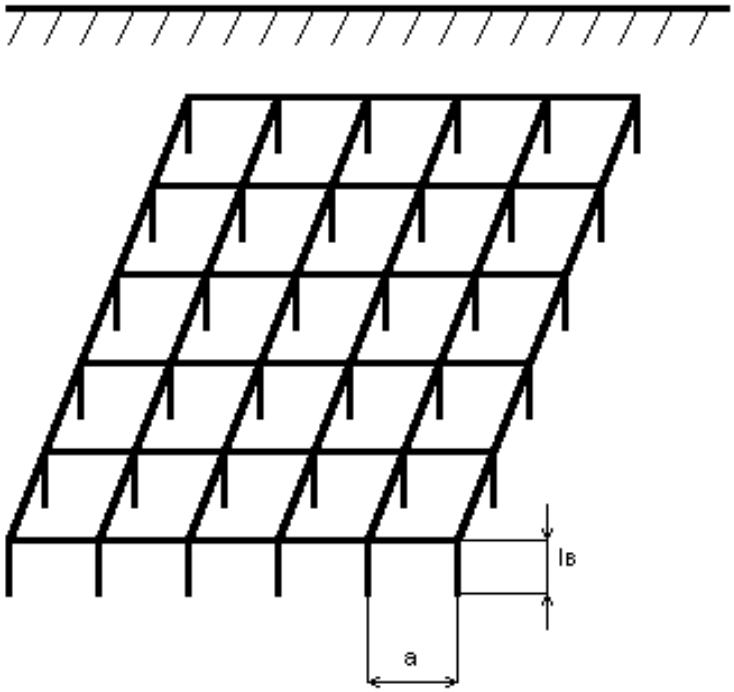
Диаметрі 6 мм^2 кем емес, қимасы 48 мм^2 және кереге қалыңдығы 4 мм бұрыштық домалақ болатты алу ұсыналады.

Жайратқыштардың жерлендіргіштері найзағай тогын жерге бұру үшін қызмет етеді. Электр құрылғыларының жүк қажырлығына байланысты жерлендіргіштердің кедергісі 10-15 Ом аспау керек.

Токшығысы жеке бөліктерін өзара жерлендіргішпен және найзағай қабылдағышпен қосу балқытып біріктіру арқылы жүргізіледі. Тотығудан қорғау үшін токшығысы боялады.

6.4 110 кВ АТҚ жерлендіру

ЭҚЕ сәйкес электр қондырғылардың жерлендіргіш құрылғылары тиімді жерлендірілген бейтараптамалармен 110 кВ кедергіні $R_з \le 0{,}5Ом$ немесе рұқсат етілген жанасу кернеуін ескеріп орындалады. .



6.2 сурет – Жерлендіргіштің сұлбасы

Рұқсат етілген кедергі бойынша $R_з \le 0{,}5Ом$ есептеу өткізгіш материалының өтелмес артық шығынға және жерлендіргіш құрылғыларын тұрғызу кезінде еңбек шығынына әкеледі. 110 кВ және одан жоғары тарату құрылғыларын пайдалану тәжірбиесі шаманың R_3 емес, жанасу кернеуін нормалауға көшуге мүмкіндік береді.

Күрделі жерлендіргіш, олардың ауданы S, горизонталь өткізгіштердің ұзындығы, оларды орнату тереңдігі t, вертикаль жерлендіргіштердің саны мен ұзындығы тең болған шарттарда есептік шаршы модельмен ауыстырылады

Есептеулерде көпқабатты топырақ екі қабатты көрсетіледі: беткі қалыңдығы h_1, меншікті кедергісі p_1, төменгі меншікті кедергісі p_2. Жерлендіргіш құрылғыларын орнату тереңдігі t=0,5-0,7м, вертикаль жерлендіргіштің ұзындығы lв=3-5м, lв=5м деп аламыз: горизонталь жерлендіргіштер арасындағы қашықтық а=5м.

110 кВ АТҚ сұлбасы – көпірше сұлба.

Топырақ.

ρ1=400 Ом·м – құмдақ.

ρ2=200 Ом·м

$t_{отк}$=0,16 қорғаныс зоналарына сәйкес [2]

Мәліметтерге сәйкес $S=32\cdot 69,5=2224 м^2$ деп аламыз.

Топырақтың беткі қабатының қалыңдығы $h_1=2м$

Жерлендіргіш құрылғыларын орнату тереңдігі 0,5-0,7 м, t=0,5м деп аламыз.

Вертикаль жерлендіргіштің ұзындығы 3-5 м, lв=5м деп аламыз.

4-6 м жолақтыр бар вертикаль жерлендіргіштер арасындағы қашықтықты а=5м деп аламыз.

Горизонталь жерлендіргіштің ұзындығы:

$$L_Г = (\sqrt{S}\cdot\frac{\sqrt{S}}{a}+1)\cdot 2 = (\sqrt{2224}\cdot\frac{\sqrt{2224}}{5}+1)\cdot 2 = 891,6\ м$$

Жанасу кернеуінің коэффициенті

$$К_П = \frac{М\cdot\beta}{\left(\frac{l_В\cdot L_Г}{a\cdot\sqrt{S}}\right)^{0,45}} = \frac{0,62\cdot 0,63}{\left(\frac{5\cdot 891,6}{5\cdot\sqrt{2224}}\right)^{0,45}} = 0,1$$

мұндағы М – топырақтың меншікті кедергісінің қатынасына тәуелді коэффициент [9] М=0,62

β - адам денесінің кедергісі Rч бойынша анықталатын және адам табанынан токтың ағу кедергісінің коэффициенті.

Есептеулерде Rч=1000Ом; Rс=1,5ρ1 аламыз.

$$\beta = \frac{Rч}{Rч + Rс} = \frac{1000}{1000 + 1,5\cdot 400} = 0,63$$

Жерлендіргіштегі кернеу:

$$U_З = \frac{U_{ПР.ДОП}}{К_П} = \frac{400}{0,1} = 4000\ В$$

мұндағые $U_{пр.доп}$ – рұқсат етілген жанасу кернеуі=400В ($t_{отк}$=0,16с кезінде), стр. 596 [2].

Бір фазалы қысқа тұйықталу кезінде жобаланатын жерлендіргіш құрылғыларының жерлендіргішінен ағатын ток:

$I_{к.з.}$=1,6 кА

Жерлендіргіш құрылғыларының рұқсат етілген кедергісі:

$$R_{З.доп} = \frac{U_З}{I_З} = \frac{4000}{1250} = 3{,}2 \text{ Ом.}$$

Вертикаль жерлендіргіштер саны:

$$n_В = \frac{\sqrt{S} \cdot 4}{\frac{a}{l_В} \cdot l_В} = \frac{\sqrt{2224} \cdot 4}{\frac{5}{5} \cdot 5} = 37{,}7 \text{ Ом}$$

$n_в$=40 дана деп қабылдаймыз.

Вертикаль жерлендіргіштердің жалпы ұзындығы:

Lв=5=40·5=200м

Жерлендіргіш құрылғыларын орнату тереңдігі:

$$\frac{l_В + t}{\sqrt{S}} = \frac{5 + 0{,}5}{\sqrt{2224}} = 0{,}13$$

А коэффициенті – [9]

$$A = (0{,}444 - 0{,}84 \cdot \frac{l_В + t}{\sqrt{S}}) = (0{,}444 - 0{,}84 \cdot \frac{5 + 0{,}5}{\sqrt{2224}}) = 0{,}33$$

Беткі қабаттың салыстырмалы қалыңадығы:

$$\frac{h_1 - t}{l_в} = \frac{2 - 0{,}5}{5} = 0{,}3$$

Вертикаль жерлендіргіші бар торлар үшін салыстырмалы эквивалентті меншікті кедергісі:

$$\rho^*_{ЭК} = \frac{1{,}1 + 1{,}13}{2} = 1{,}115$$

Топырақтың эквивалентті кедергісі:

$$\rho_{ЭК} = \rho^*_{ЭК} \cdot \rho_2 = 1{,}115 \cdot 200 = 223 \text{ Ом·м}$$

Күрделі жерлендіргіштің жалпы кедергісі:

$$R_З = A \cdot \frac{\rho_Э}{\sqrt{S}} + \frac{\rho_Э}{L_В + L_Г} = 0{,}33 \cdot \frac{223}{\sqrt{2224}} + \frac{223}{1147{,}68 + 205} = 1{,}72 < 2{,}54 \text{ Ом}$$

Жанасу кернеуі:

$$U_{ПР} = К_П \cdot I_З \cdot R_З = 0{,}1 \cdot 1125 \cdot 1{,}72 = 58{,}78 \text{ В}$$

$U_{пр}$ =193,5<$U_{пр.доп}$=400 В

6.5 Өрт қауіпсіздігі және жарылыс қауіпсіздігі

Жоғары кернеу электр жабдықтары өрт қауіпсіздігі жағынан тұрақты көңіл бөлуді қажет етеді. ҚС барлық жұмыскерелі өрт қауіпсіздігі ережелерін сақтау және өрт қауіпсіздігін жоғарылатуға бағытталған әс шаралар жүргізу қажет:

- өрт сөндіру құралдарын қолдану және бірінші медициналық көмек көрсету бойынша сабақтарды үнемі жүргізу;
- жеке қорғаныс құралдарының болуын және жұмысын тексеру;
- өрт қауіпсіздігі техникасын бұзушыларға қатаң шаралар қолдану.

Менің жобам бойынша ҚС барлық бөлмелерінде құрғақ құмы бар ыдыстар орнатылады және олардың орнатылуын бақылау керек. Күштік трансформаторларында май температурасының жоғарлауы кезінде трансформатордың өшуін ескертетін сигнал беретін жылу датчиктері қарастырылған. Міндетті түрде өрт пайда болғанын қызметкерлерге хабарлау және дабылдау (сигнализация) құралдары қарастырылады.

Қорытынды

Бұл дипломдық жобада 110/35/6 кВ ҚС қайта жөндеу жүргізілген. Тораптың максимал режиміне есептеу жүргізілді. 110 кВ, 10 кВ тарату құрылғыларының шиналарында үш фазалы қысқа тұйықталу есептеулері жүргізілді (К1, К2, К3 нүктелері). Есептеу нәтижелеі бойынша коммутациялық аппараттар: ажыратқыштар, айырғыштар, ток трансформаторлары мен кернеу трансформаторлары таңдалды.

Арнайы бөлімде қосалқы станциядағы кернеуді реттеу сұрақтары қарастырылды.

Экономикалық бөлімде ҚС қайта жөндеуге экономикалық негіздер келтіріледі, қайта жөндеу жобасына күрделі қаржы салымдары және өзін ақтау мерзімі анықталды.

Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде жерлендіру және найзағайдан қорғауға есептеулер жүргізілді, өрт қауіпсіздігі және ҚС өткізілетін азаматтық қорғаныс бойынша іс шаралар сипатталды.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Правила устройства электроустановок- 9е издание.// М. издат. МЭИ, 2004г.

2. Правила технической эксплуатации электрических станций сетей.

3. Пособие к курсовому и дипломному проектированию для электроэнергетических специальностей вузов.// Под ред. В.М.Блок.// М.: Высшая школа, 1990г.

4. Справочник по проектированию электрических сетей. // Под ред. Д.Л. Файбисовича.// М. издат. НЦ ЭНАС 2005г.

5. Справочник по проектированию электроэнергетических систем.// Под ред. С.С. Рокоятина, И.М. Шапиро.// М. Энергоатомиздат 1985 г.

6. Электроснабжение промышленных предприятий.// Н.П. Постников, Г.М. Тенгеашов.

7. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования / Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков – М.: Энергоатомиздат, 1989.

8. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. -2-е изд. Федоров А.А., Сербиновский П.А. перераб. и доп./ – М.:Энергия, 1980г.

9. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: Учебник для ВУЗов /Андреев В.А. – М.: Изд. Высшая школа, 2003.-639 с

10. Автоматика энергосистем: Учеб. для техникумов/ М.А. Беркович, В.А. Гладышев, В.А. Семенов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 240 с: ил.

11. Релейная защита. Учебное пособие для техникумов. -5-е изд./ / Чернобровов Н. В. // перераб. и доп. М. «Энергия», 1974. 680 с.

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

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