

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ МИНИСТРЛІГІ



ZHANGER KHAN
UNIVERSITY

**Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан
аграрлық-техникалық университеті**

**А.А. Булатов,
А.П. Вичкуткина**

ТӨМЕНДЕТКІШ ҚОСАЛҚЫ СТАНЦИЯНЫ ЖОБАЛАУ ЖӘНЕ ЕСЕПТЕУ

ОҚУ ҚҰРАЛЫ

**Орал
2022**

ӘОЖ 621.313.322
КБЖ 31.261.62
Б83

Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университетінің Оқу-әдістемелік кеңесімен басылымға ұсынылған
(26.05.2022 ж. №10 хаттама)

Сын-пікір берушілер: Садыкова Л.А., техн. ғ. к., БҚИТУ қауымдас-
тырылған профессоры
Сарсенов А.Е., PhD доктор, доцент м.а.,
Жәңгір хан атындағы БҚАТУ

Булатов А.А.
Б83 Төмендеткіш қосалқы станцияны жобалау және есептеу: оқу
құралы / А.А. Булатов А.П. Вичкуткина – Орал: Жәңгір хан
атындағы БҚАТУ, 2022. – 93 бет.

ISBN 978-601-319-343-4

Оқу құралында синхронды генераторлардың, трансформаторлардың құрылымы мен жұмыс принципі, желілер мен қосалқы станциялардың қосудың электрлік схемалары, қосалқы станция негізгі жабдықтарының орналасуы жөнінде мәліметтер келтірілген. «Электрлік станциялар және қосалқы станциялар» пәні бойынша курстық жұмысқа тапсырмалардың жалпы схемасы мен нұсқалары берілген. Есептеудің мысалы келтірілген. Оқу құралы 6В07101 – «Электрмен жабдықтау» білім беру бағдарламасының білім алушыларына арналған.

ISBN 978-601-319-343-4

ӘОЖ 621.313.322
КБЖ 31.261.62

© Булатов А.А., Вичкуткина А.П., 2022
© «Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан
аграрлық-техникалық университеті»КеАҚ, 2022
МАЗМҰНЫ

ΚΙΡΙΣΠΕ.....	4
--------------	---

1.	ЭНЕРГОЖҮЙЕ.....	5
2.	СИНХРОНДЫ ГЕНЕРАТОРЛАР.....	6
2.1	Генераторларды таңдау.....	7
2.2	Генераторларды салқындату.....	9
3.	КҮШТІК ТРАНСФОРМАТОРЛАР.....	11
4.	ЖЕЛІЛЕР МЕН ҚОСАЛҚЫ СТАНЦИЯЛАРДЫ ҚОСУ СХЕМАЛАРЫ	15
5.	ҚОСАЛҚЫ СТАНЦИЯЛАРДЫҢ ОРНАЛАСУЫ	19
6.	ҚОСАЛҚЫ СТАНЦИЯНЫ ҚОРҒАУ	25
6.1	Найзағайдың тікелей соғуынан қорғау	25
6.2	Жерлендірудің есебі.....	28
7.	ТӨМЕНДЕТКІШ ҚОСАЛҚЫ СТАНЦИЯНЫ ЕСЕПТЕУ МЫСАЛЫ	32
7.1	Есептеге арналған тапсырма.....	32
7.2	Электрмен жабдықтаудың жалпы схемасы және тапсырмаға нұсқалар.....	33
7.3	Есептеу мысалы.....	40
7.4	Жылдық жүктеме графигін есептеу және құру	41
7.5	Күштік трансформаторлар және автотрансформаторлардың түрін, санын және қуатын таңдау.....	45
7.6	Үш фазалы қысқа тұйықталу токтарын есептеу.....	46
7.6.1	Алмастыру схемасы элементтерінің кедергісін есептеу.....	46
7.6.2	Қысқа тұйықталу нүктелеріндегі үш фазалы қысқа тұйықталу токтарын есептеу.....	48
7.7	Қосалқы станцияның жоғары жағындағы жабдықты таңдау ...	57
7.7.1	Шинаны таңдау.....	57
7.7.2	Оқшаулағыштарды таңдау.....	59
7.7.3	Жоғары кернеулі ажыратқыштарды таңдау және тексеру.....	63
7.7.4	Айырғыштарды таңдау	67
7.8	Қосалқы станцияның төменгі кернеу жағындағы жабдықты таңдау және тексеру	70
7.8.1	Төменгі кернеу жағындағы ТҚ құрылымы мен түрін таңдау...	70
7.8.2	Шиналық көпірді таңдау және тексеру	72
7.8.3	Жинақ шинаны таңдау және тексеру.....	73
7.8.4	Шығыс желілерін таңдау және тексеру.....	74
7.8.5	Өлшеуіш тоқ трансформаторларын таңдау және тексеру	76
7.8.6	Өлшеуіш кернеу трансформаторларын таңдау және тексеру....	80
7.8.7	Өзіндік мұқтаждық трансформаторын таңдау.....	82
7.9	Қосалқы станцияны жерлендіру құрылғыларын есептеу.....	83
	ҚОРЫТЫНДЫ.....	90

Электр энергиясы - бұл ең арзан және пайдалануға ыңғайлы энергия түрі. Электр энергиясының кең таралуы оны алудың, түрлендірудің салыстырмалы жеңілдігімен және оны алыс қашықтыққа беру мүмкіндігімен байланысты. Электрмен жабдықтау жүйелерінде электр беріліс желілері мен қосалқы электр станциялары – электр энергиясын түрлендіруге және таратуға арналған электр қондырғылары үлкен рөл атқарады.

Қазақстан Республикасының бірыңғай электр энергетикалық жүйесі (ҚР БЭЖ) республиканың тұтынушыларын сенімді және сапалы энергиясымен жабдықтауды қамтамасыз ететін электр станцияларының, электр беру желілерінің және қосалқы станциялардың жиынтығынан тұрады.

Қазақстан Республикасының бірыңғай электр энергетикалық жүйесі мыналардан тұрады:

- * КЕГОС АҚ электр тораптарын басқару бойынша қызмет көрсететін компаниясымен, кернеуі 110-220-500-1150 кВ ЭЖ тұратын электр энергиясын беру жөніндегі Ұлттық жүйе;

- * Ұлттық таратушы торапқа тікелей қосылған электр энергиясының едәуір көлемін өндіруді қамтамасыз ететін, ұлттық маңызы бар 8 электр станциясы (Екібастұз СРЭС-1 және СРЭС -2, Ақсу СРЭС, Қарағанды СРЭС -2, Жамбыл СРЭС және Бұқтырма СЭС, Өскемен СЭС және Шүлбі СЭС каскадтары);

- * Ұлттық торапқа қосылған 49 электр станциясы;

- * Ұлттық торапқа қосылған 110 кВ және одан төмен тораптардан тұратын 21 электржелілік тарату компаниясы;

- * қосалқы станциялары Ұлттық торапқа тікелей қосылған ірі тұтынушылар.

КЕГОС АҚ Ұлттық электр тораптарын жаңарту жұмыстары жүргізілуде.

Энергия үнемдеу-бұл энергия ресурстарын ұтымды пайдаланудың басты міндеті.

Жаңартылатын энергия көздеріне ерекше назар аударылады. Қазақстанда жел энергиясын, күн энергиясын, геотермалдық энергияны, шағын өзендердің (шағын СЭС) энергиясын пайдаланудың нақты мүмкіндігі бар.

Республикада су энергиясының әлеуеті жылына шамамен 30 млрд. кВт/сағ құрайды, жылына күн сағаттарының саны 2200-3000 сағатқа жетеді. Ең маңыздысы-жел энергиясының әлеуеті, ол жылына 1,8 триллион кВт / сағ. асады.

1. ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ЖҮЙЕ

Электр энергиясымен қамтамасыз ету – бұл адамның жаңа техниканы шығармашылықпен жасай алуы, ғылымдармен, өнермен, әдебиетпен – жалпы мәдениет деп аталатын барлық нәрселермен айналысуы үшін қажетті негіз.

Электр энергиясын өндірудің өзіндік ерекшелігі бар, атап айтқанда, электр энергиясын жинақтау мүмкін емес, өйткені әлемде қуатты сақтау құрылғылары жоқ. Өндірілген электр энергиясын тұтынушылар толығымен пайдалануы керек. Сондықтан, электр станцияларын жобаламас бұрын, тұтынушылардың жүктемелерін, олардың тәуліктік, маусымдық және жылдық графиктерін білу керек.

Электр энергетикасы – бұл электр энергиясын өндіру, түрлендіру, тарату және қолдану.

Электр станциялары электр энергиясын өндіру үшін қажет. Электр станциялары гидростанциялар (ГЭС), жылу станциялары (ЖЭС), атом станциялары (АЭС), газ турбиналық қондырғылар (ГТҚ) болып бөлінеді. Бұл дәстүрлі станциялар, сондай-ақ дәстүрлі еместе бар.

Электр энергиясын түрлендіру қосалқы станцияларда олардың негізгі элементі арқылы жүреді, ол трансформаторлар болып табылады.

Электр станцияларында генераторлар шығаратын электр энергиясын аса жоғары кернеулі энергияға айналдыруға қызмет ететін жоғарылатқыш қосалқы станциялар салынады. Электр желілерінің сымдарындағы шығындарды азайту үшін жоғары кернеу қажет.

Тұтынушылар төменгі кернеуде жұмыс істейді, олар алған электр энергиясын төменгі кернеу энергиясына айналдыруға және оны қосалқы станцияға қосылған тарату желісінің кернеуінде тұтынушылар арасында таратуға арналған төмендеткіш қосалқы станцияларды қажет етеді.

Электр энергиясын беру әуелік немесе кабельдік электр беріліс желілері арқылы жүзеге асырылады.

330-750 кВ және одан жоғары әуе желілері электр энергиясын тұтыну орталықтарынан жүздеген және мыңдаған шақырым қашықтықтағы қуатты электр станцияларынан беруге арналған.

Жүйе ішіндегі байланыстар ретінде 110-220 кВ әуе және кабель желілері қолданылады.

35 кВ және одан төмен әуе және кабельдік желілер – бұл ауылдық жерлер мен қалалардың шағын аудандарына қызмет көрсететін таратушы (жергілікті) электр тораптары. Бұл желілер радиалды болады.

2. СИНХРОНДЫ ГЕНЕРАТОРЛАР

Барлық дәстүрлі станциялардағы негізгі жабдық синхронды генератор болып табылады. Синхронды генератордың жұмыс принципі электромагниттік индукция заңына негізделген. Турбинаның синхронды жылдамдығымен айналатын ротордың тұрақты тогымен пайда болатын магнит ағынымен қиылысқан кезде статор орамаларында ЭҚК алынады.

Генератордың түріне байланысты жоғары жылдамдықты (1500... 3000 об/мин) және баяу жүрісті (кем 1000 об/мин) деп бөледі.

$$f = \frac{n \cdot p}{60} \quad \text{ЭҚК алу үшін, ротор} \quad n = \frac{60 \cdot f}{p} \quad \text{синхронды}$$

Жиілігі 50Гц
жылдамдықпен айналуы керек.

Мұндағы, f - ток жиілігі және ЭҚК жиілігі, Гц;

n - ротордың айналу жиілігі, айн / мин;

p - полюстер жұптарының саны.

Кесте 2.1.Генератор роторының n синхронды жылдамдығының полюстер жұптарының p санынан тәуелділігі

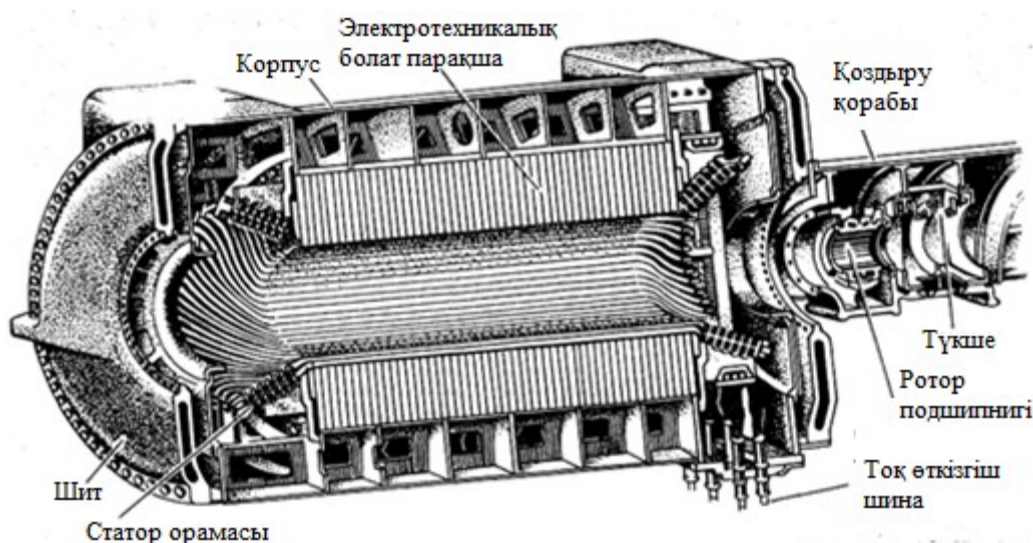
p	1	2	3	4	5	6	8	10	12
$n = \frac{60 \cdot f}{p}$ айн/мин	3000	1500	1000	750	600	500	375	300	250

Құрылымы бойынша гидрогенераторлар мен турбогенераторлар әртүрлі. Гидрогенераторларда ротор тік, үлкен диаметрі бар, сондықтан статорда полюстердің көп саны орналасады, ал турбогенераторларда ротор ұзындығы 10 м-ге дейін көлденең болады. Ұзындығы біліктің иілуіне байланысты.

Турбогенераторлардың конструкциясы бойынша (2.1 және 2.2-суреттер) бу немесе газ турбиналарымен тікелей қосылған кезде 3000 айн/мин жылдам жүретін етіп дайындалады. Гидрогенераторлар (2.3 және 2.4-суреттер) 60 айн/мин-тан 1000 айн/мин-қа дейін баяу жүрісті етіп жасалады.

2.1 Генераторларды таңдау

ЖЭС және АЭС үшін турбогенераторлар 2,5; 4,0; 6,0; 12; 30; 50; 60(63); 100; 150(160); 200; 220; 300; 500; 800; 1200 МВт номиналды қуатпен шығарылады. Станция агрегаттарының номиналды қуатын таңдау техникалық-экономикалық баяндама (ТЭБ) сатысында да жүзеге асырылады, генераторлардың саны мен қуаты жобалауға арналған тапсырмаға кіреді. Жұмыстық жобалау барысында машинаның номиналды кернеуі мен орындалуы ғана нақтылануы мүмкін (салқындату жүйесі, қоздыру жүйелері және өндіруші-зауыт).



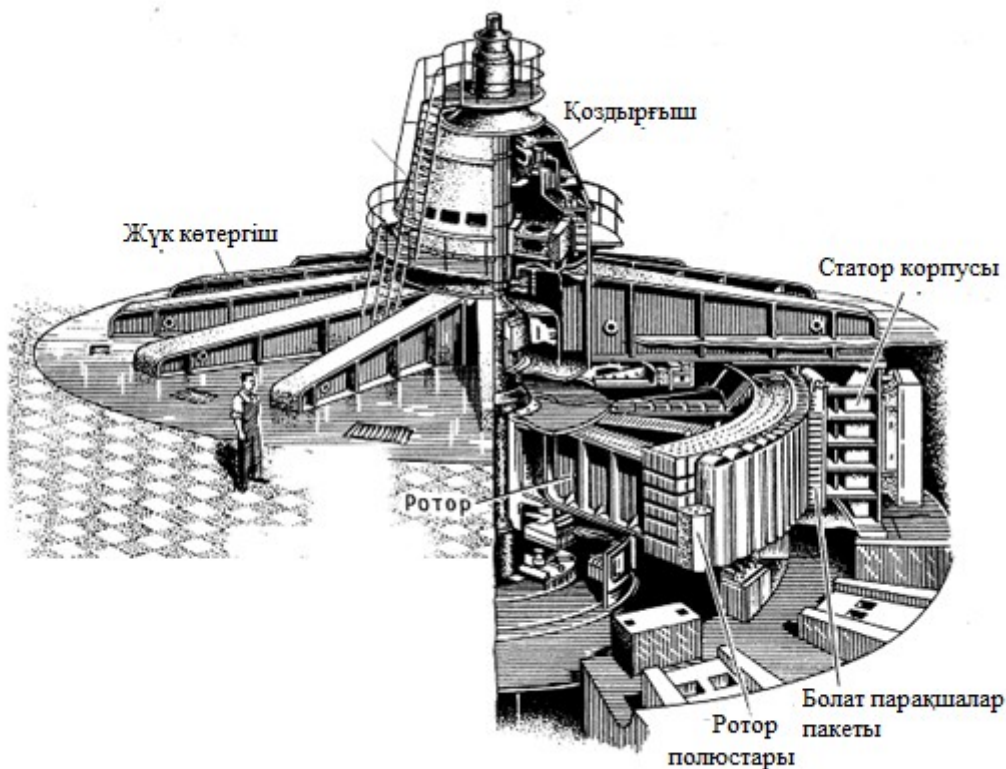
Сурет 2.1 Турбогенератор статорының қимасы



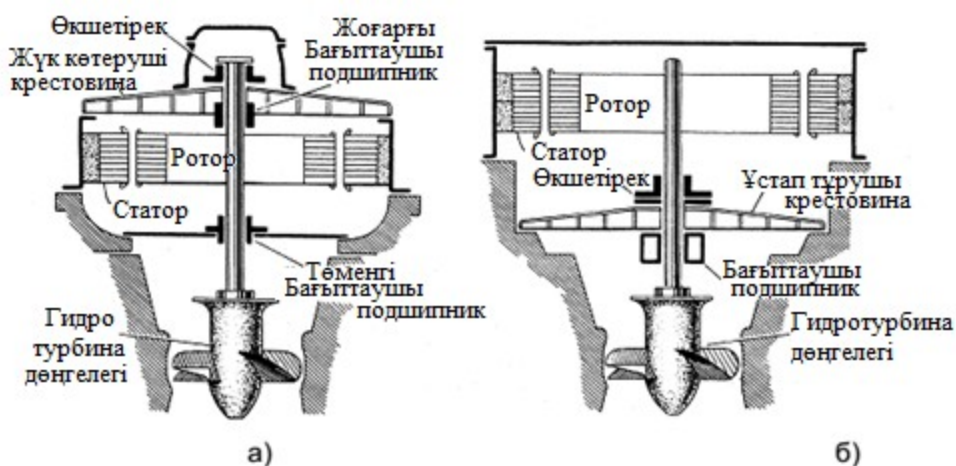
Сурет 2.2 Турбогенератор роторы

Гидрогенераторлар тік және көлденең орындалған 8-ден 750 МВт дейінгі номиналды қуатқа шығарылады. Орта және ірі СЭС үшін гидрогенераторларды дайындаушы зауыт жеке тапсырыс бойынша

орындайды. САЭС-те гидрогенераторлармен қатар қуаты бірліктерден жүздеген мегаваттқа дейін сериялық және жеке дайындалған синхронды қозғалтқыштар мен қайтымды машиналар қолданылады.



Сурет 2.3 Тік типті гидрогенератор



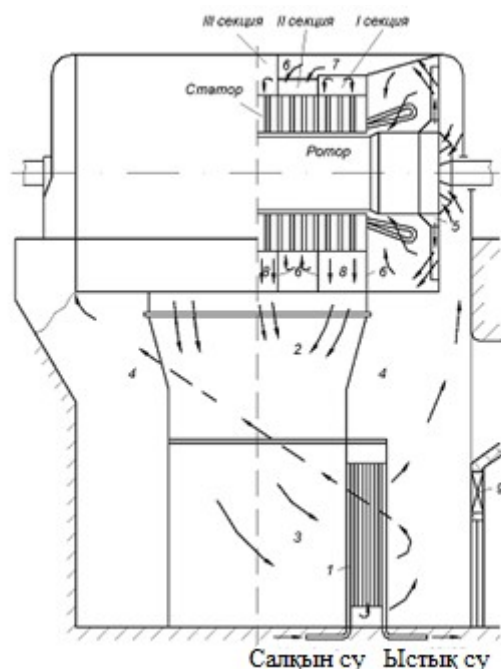
Сурет 2.4 Гидрогенератордың конструкциясы, а) аспалы типті;
б) қолшатыр типті

2.2 Генераторларды салқындату

Егер орамалардағы токтар, кернеу және магниттік ағындар көбейсе, генераторлардың қуаты артады. Бұл ротор мен статор өлшемдерінің жоғарылауына әкеледі, ал өлшемдер рұқсат етілген механикалық жүктемелермен шектеледі. Әрине, орамалардағы ток тығыздығын арттыру арқылы генераторлардың қуатын арттыра аласыз, бірақ бұл олардағы жылудың едәуір бөлінуімен және, сәйкесінше, керемет салқындату жүйелерін қолдану қажеттілігімен бірге жүреді. Генераторларды салқындату үшін ауа, су және сутегі қолданылады.

Қызу температурасы рұқсат етілген мәндерден аспауы тиіс. Жанама және тікелей салқындату болып бөлінеді. Жанама салқындату кезінде салқындатқыш газ (ауа немесе сутегі) ротордың ұштарына салынған желдеткіштердің көмегімен генератордың ішіне беріледі және магниттік емес саңылау мен желдету арналары арқылы шығарылады. Бұл жағдайда салқындатқыш газ статор мен ротор орамаларының өткізгіштерімен жанаспайды және олар шығаратын жылу газға айтарлықтай жылу тосқауылы — орамалардың оқшауламасы арқылы беріледі.

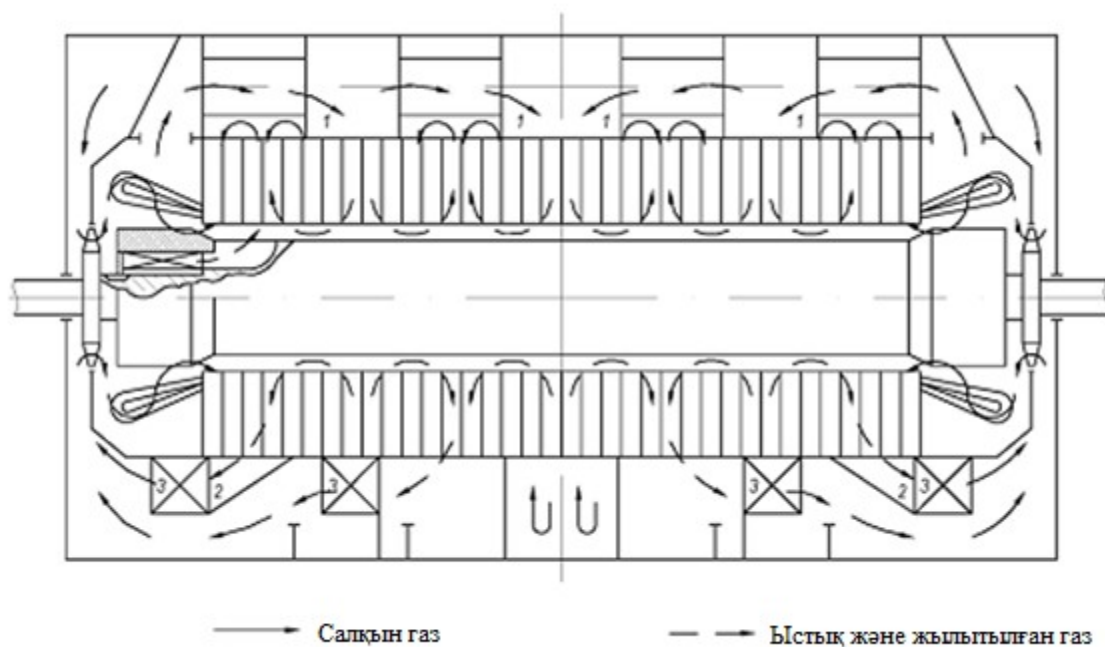
Тікелей салқындату кезінде салқындатқыш (газ немесе сұйықтық) оқшаулама мен болат тістерін айналып өтіп, генератордың орамасының өткізгіштерімен байланысады, яғни тікелей.



Сурет 2.5. Ауалық салқындатудың тұйық жүйесі

Турбогенераторлар электр энергиясын 24 кВ-тан аспайтын кернеуде шығарады. Электр энергиясын қашықтыққа жеткізу үшін кернеуді 110-750 кВ және одан жоғары деңгейге көтеру керек. Ол үшін блоктарға күшейткіш трансформаторлар орнатады. Электр станциялары көп жағдайда электр энергиясын екі, кейде үш кернеуде шығарады, оларда электр энергиясы тарату желілері арасында бөлінеді.

Негізгі элементтердің құрамын реттеуге арналған қосымша құрылғылар: автоматика құрылғыларының барлық түрлері, коммутациялық құрылғылар, электр беру желілерінің кедергісі мен өткізгіштігін өзгертетін компенсаторлық құрылғылар. Электр жүйелерінің сенімділігін арттыру, басқаруды жеңілдету, электр энергиясының сапасын жақсарту үшін қосымша құрылғылар қолданылады.



Сурет 2.6. Турбогенераторлардағы көп ағынды радиалды желдету схемасы: 1-суық газ камералары; 2-ыстық газ камералары; 3-газ салқындатқыштар

Уақыт өте келе электр энергетикалық жүйелер элементтерінің құрылымы жақсарды және қолданылатын материалдардың сипаттамалары жақсарды. Электр энергетикалық жүйелер элементтерінің жұмыс принциптерін түсіну үшін электротехникадағы заңдарды білу қажет.

3. КҮШТІК ТРАНСФОРМАТОРЛАР

Электр станциясы өндіретін ЭҚК мен кернеуді түрлендіру үшін жоғарылататын трансформатор болуы керек, әйтпесе егер сіз генератор өндіретін кернеумен энергияны тасымалдасаңыз, оны желілерде жоғалтуыңыз мүмкін және тұтынушыға төмен кернеу беріледі. Желідегі кернеу неғұрлым жоғары болса, желідегі ток соғұрлым аз болады және сәйкесінше ондағы шығын аз болады. Тұтынушыға жоғары кернеу қажет емес, сондықтан тұтынушыдағы кернеуді азайту керек, бұл тек төмендеткіш трансформатордың көмегімен мүмкін болады.

Күштік трансформаторлар коммутациялық аппаратурасы және тиісті жабдығы бар қосалқы станцияларда орнатылады. Қосалқы станциялар электр энергетикасында үлкен рөл атқарады. Олар генератордағы кернеуді арттырып, тұтынушыда оны төмендетіп қана қоймайды, сонымен қатар желідегі кернеудің жиілігі мен шамасын сақтайды.

Ең көп таралған үш фазалы трансформаторлар (3.1-сурет), өйткені олардағы шығындар 12-15% - ға төмен, ал белсенді материалдардың шығыны мен құны жалпы қуаты бірдей үш бір фазалы трансформаторлар тобына қарағанда 20-25% - ға аз.

220 кВ кернеуге арналған үш фазалы трансформаторлар қуаты 1000 МВА дейін, 330 кВ – 1250 МВА, 500 кВ – 1000 МВА етіп дайындалады.

Трансформаторлардың шекті бірлік қуаты массамен, өлшемдермен, тасымалдау шарттарымен шектеледі.

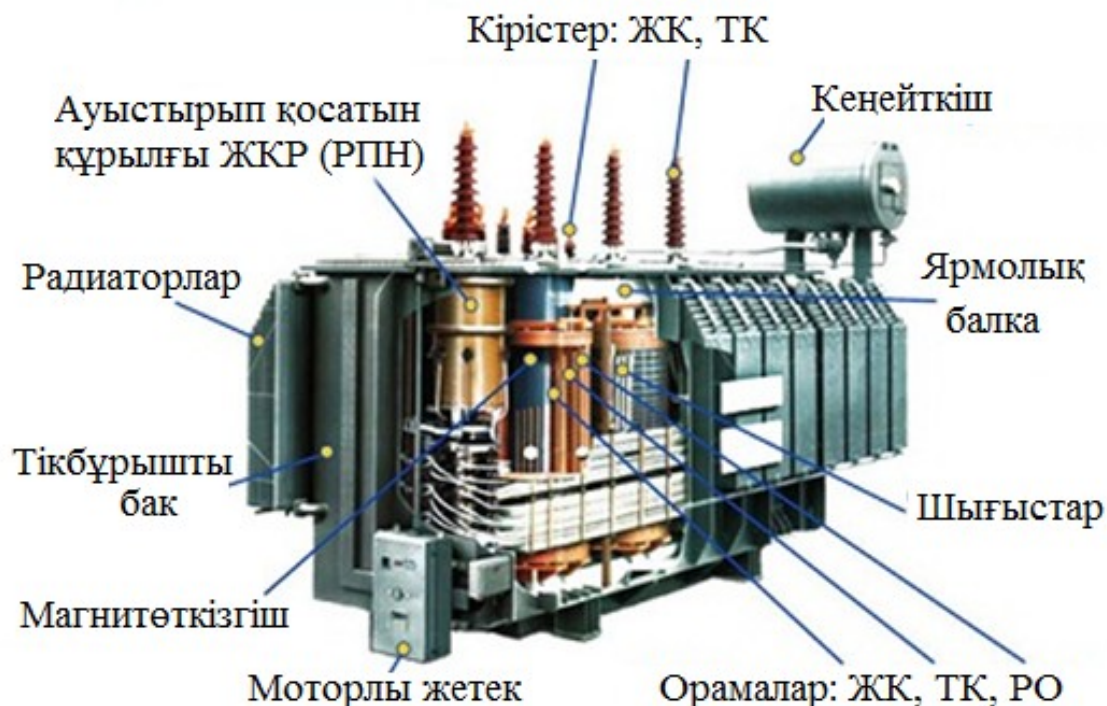
Бір фазалы трансформаторлар, егер қажетті қуатта үш фазалы трансформаторларды жасау мүмкін болмаса немесе оларды тасымалдау қиын болса қолданылады. Кернеуі 500 кВ – 3 х 533 МВА, кернеуі 750 кВ – 3 х 417 МВА, кернеуі 1150 кВ – 3 х 667 МВА бір фазалы трансформаторлар тобының ең үлкен қуаттары.

Әр фазадағы әртүрлі кернеу орамаларының саны бойынша трансформаторлар екі орамалы және үш орамалы болып бөлінеді (3.2, а,б сурет). Сонымен қатар, бірдей кернеудің орамалары, әдетте, төмен, бір-бірінен және жерге тұйықталған бөліктерден оқшауланған екі немесе одан да көп параллель тармақтардан тұруы мүмкін. Мұндай трансформаторлар тарамдалған орамалары бар трансформаторлар деп аталады (3.2,в-суретте).

Жоғары, орта және төменгі кернеудің орамалары сәйкесінше ЖК, ОК, ТК деп қысқартылған түрде белгіленеді.

ТК тарамдалған орамалары бар трансформаторлар бірнеше генераторларды бір жоғарылатқыш трансформаторға қосу мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Мұндай үлкейтілген энергия блоктары ТК 330-500 кВ схемасын жеңілдетуге мүмкіндік береді. ТК тарамдалған орамасы бар трансформаторлар 200-1200 МВт блоктары бар ірі ЖЭС жеке қажеттіліктерін қамтамасыз ету схемаларында, сондай-ақ қысқа

тұйықталу токтарын шектеу үшін төмендеткіш қосалқы станцияларда кеңінен қолданылады.



Сурет 3.1 Трансформатордың жалпы көрінісі

Трансформатордың негізгі параметрлеріне номиналды қуат, кернеу, ток; қысқа тұйықталу кернеуі; бос жүріс тоғы; бос жүріс және қысқа тұйықталу шығындары жатады.

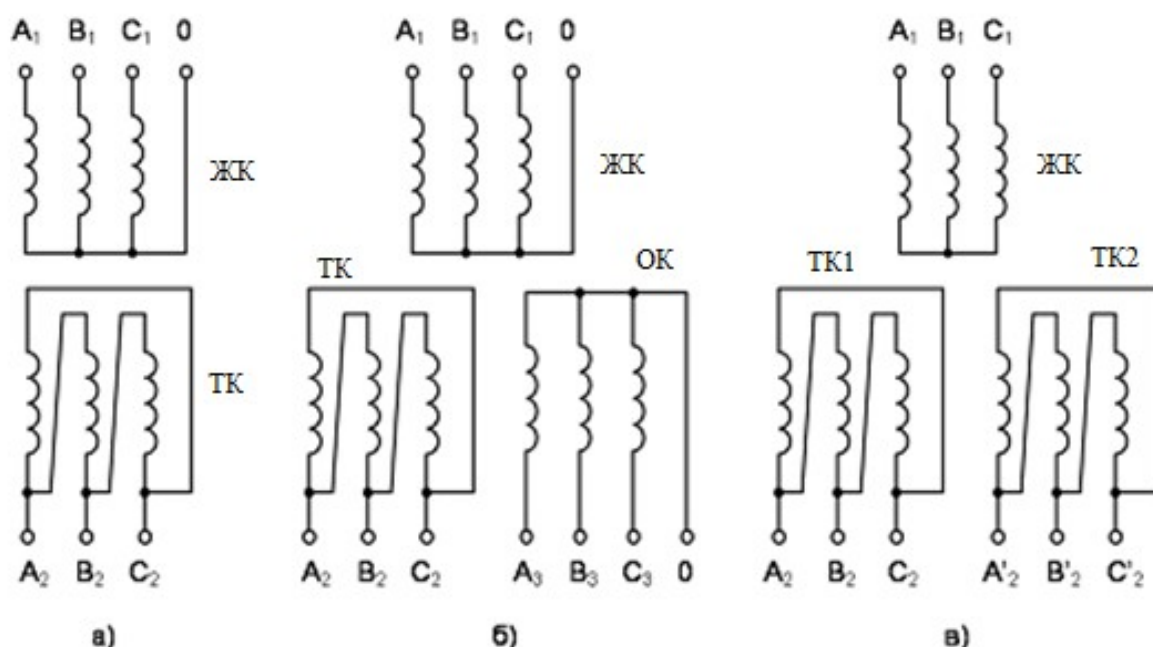
Трансформатордың номиналды қуаты деп зауыттық төлқұжатта көрсетілген, оған трансформаторды номиналды орнату жағдайында және номиналды жиілік пен кернеу кезінде салқындату ортасында үздіксіз жүктеуге болады толық қуат мәнін атайды.

Үрлеусіз және үрлеумен табиғи маймен салқындатылатын ашық ауада орнатылған жалпы тағайындалған трансформаторлар үшін салқындатудың номиналды шарттары ретінде табиғи өзгеретін сыртқы ауаның температурасы қабылданады (климаттық орындау үшін).

Автотрансформатордың номиналды қуаты ретінде өзара автотрансформаторлық байланысы (өтпелі қуат) бар тараптардың әрқайсысының номиналды қуаты алынады.

Трансформаторлар тек ашық ауада ғана емес, сондай-ақ табиғи желдеткіші бар жабық жылытылмайтын ғимараттарда да орнатылады. Бұл жағдайда трансформаторларды номиналды қуатқа үздіксіз жүктеуге

болады, бірақ салқындату жағдайының нашар болуына байланысты трансформатордың қызмет ету мерзімі біршама төмендейді.



Сурет 3.2 Трансформаторлардың принципіалды схемалары:
а) –екі орамды, б) – үш орамды; в) – тарамдалған орамалары бар

Орамалардың номиналды кернеулері – бұл трансформатордың бос жүріс кезіндегі бірінші ретті және қекінші ретті орамалардың кернеулері. Үш фазалы трансформатор үшін бұл оның желілік (фазааралық) кернеуі U_L . Жұлдызға жалғанған үш фазалы топқа қосуға арналған бір фазалы

трансформатор үшін $\frac{U_L}{\sqrt{3}}$. Трансформатор жүктемеде жұмыс істеген кезде және оның бастапқы орамасының қысқыштарына номиналды кернеу қосылған кезде, екінші орамадағы кернеу трансформатордағы кернеудің жоғалу шамасына қарағанда аз болады. Трансформатордың трансформация коэффициенті n жоғары және төмен кернеулер орамаларының номиналды кернеулерінің қатынасымен анықталады:

$$n = \frac{U_{BH}}{U_{HH}}$$

Үш орамалы трансформаторларда орамалардың әрбір жұбының трансформация коэффициенті анықталады: ЖК және ТК; ЖК және ОК; ОК және ТК.

Трансформатордың номиналды токтары деп зауыттық төлқұжатта көрсетілген трансформатордың ұзақ мерзімді қалыпты жұмысына рұқсат етілген орамалардағы токтардың мәнін айтады.

Трансформатордың кез-келген орамасының номиналды тогы оның номиналды қуаты мен номиналды кернеуімен анықталады.

Қысқа тұйықталу кернеуі U_K - бұл трансформатор орамаларының біріне келген, қысқа тұйықталған екіншісіне келетіндей номиналды токқа тең кернеу.

U_K кернеуі трансформатордағы кернеудің төмендеуімен анықталады, ол трансформатор орамаларының жалпы кедергісін сипаттайды.

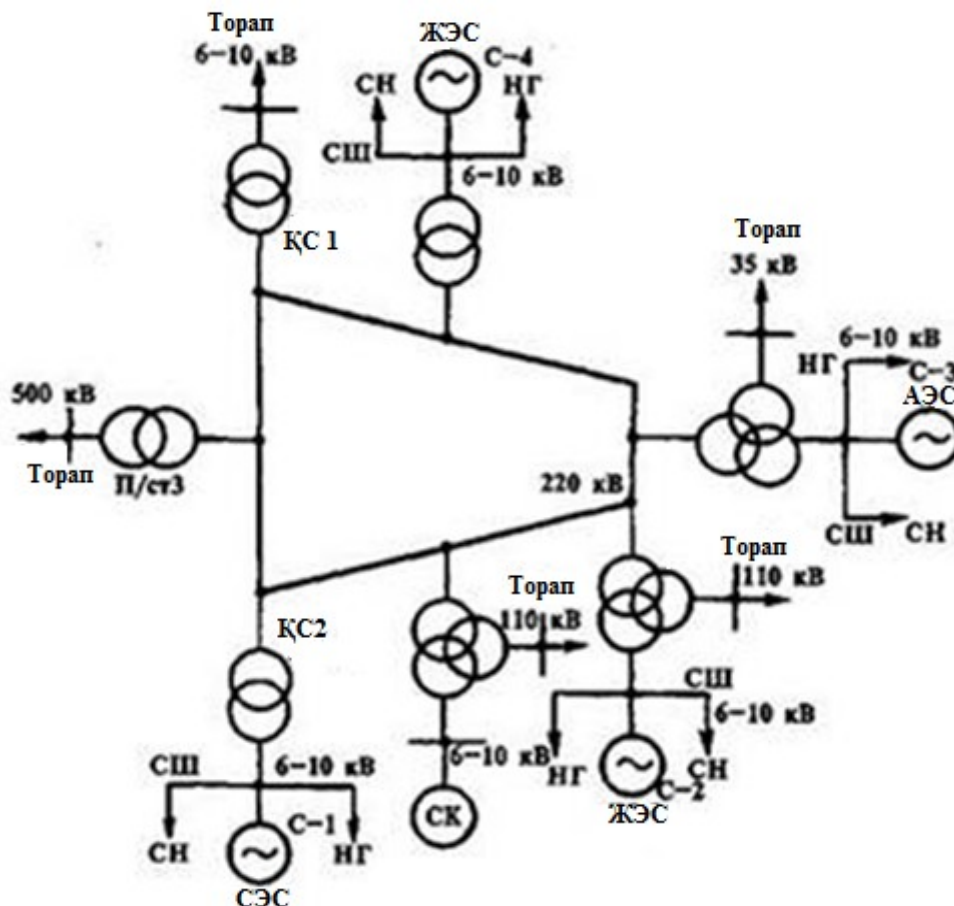
Үш орамалы трансформаторларда және автотрансформаторларда U_K кернеуі үшінші орамасы ашық болған кезде оның орамаларының кез келген жұбы үшін анықталады. Осылайша, каталогтарда қысқа тұйықталу кернеуінің үш мәні берілген: U_{KBH} , U_{KBC} , U_{KCH} .

Орамалардың индуктивті кедергісі белсендіден әлдеқайда жоғары (кішкентай трансформаторлар үшін 2-3 есе, ал үлкендері үшін 15-20 есе.)

4. ЖЕЛІЛЕР МЕН ҚОСАЛҚЫ СТАНЦИЯЛАРДЫ ҚОСУ СХЕМАЛАРЫ

Барлық ірі қосалқы станциялар бірыңғай энергия жүйесімен өзара байланысты (4.1-сурет). Бұл электрмен жабдықтаудың сенімділігіне байланысты.

Сыртқы электрмен жабдықтау торабының схемасы мен кернеуін таңдау үшін, мүмкін болатын нұсқалардың техникалық-экономикалық есебін жүргізу қажет, сонымен қатар ауданның, салалардың даму перспективасын және электрмен жабдықтау құрылымдарының шығындарын ескеру қажет. Шағын кәсіпорындарды электрмен жабдықтау үшін ең жақын 110 кВ қосалқы станциясынан қорек алатын 10 кВ кернеулі желілер қолданылады. Орта және ірі кәсіпорындарды электрмен жабдықтау үшін 110 кВ кернеулі тораптар қолданылады.



Сурет 4.1 Жүйенің электрлік принциптік схемасы: ЖЭО-жылу орталығы, АЭС – атом электр станциясы, ЖЭС – жылу электр станциясы, ГЭС – гидравликалық электр станциясы. СН – өзіндік қажеттіліктер, СК-синхронды компенсаторлар, СШ-құрама шиналар, НГ-генераторлық кернеудегі жүктеме, пП/ст-трансформаторлық қосалқы станциялар

Электр беру желісі (ЭБЖ) деп электр энергиясын беруге арналған қондырғы айтады.

Электр желілерін жобалау мен пайдалану және олардың жұмысы кезінде желілер мен қосалқы станцияларды қосу схемалары маңызды рөл атқарады. Тұтынушыларды қажетті сапалы электр энергиясымен сенімді және үнемді қамтамасыз ету көбінесе желілер мен қосалқы станцияларды қосу схемаларына байланысты. Желілерді жобалау кезінде қосалқы станциялардың принциптік схемалары таңдалуы керек, ал қосалқы станцияларды жобалау кезінде желі схемалары белгілі болуы керек. Тұтынушылардың электрмен жабдықтау жүйелерін пайдалану кезінде желілер мен қосалқы станцияларды қосудың қолданыстағы схемалары да ескерілуі тиіс.

Электр тораптарында желілер мен қосалқы станцияларды қосу схемаларының әртүрлі типтері қолданылады. Қандай да бір схемаларды таңдау желілер мен қосалқы станциялардың құрылымдық орындалуына, желілердің ұзындығына және олар арқылы берілетін жүктеме қуатына, тұтынушылар желісі бойынша қоректену сипатына және олардың электрмен жабдықтау сенімділігіне қойылатын талаптарға байланысты болады.

Электр желілері ажыратушы аппараттармен: кернеуі 1 000 в дейінгі желілер —шаппалы ажыратқыштармен, балқымалы сақтандырғыштармен және автоматтармен, ал аса жоғары кернеу желілері—ажыратқыштармен, айырғыштармен, бөлгіштермен және балқымалы сақтандырғыштармен жабдықталады.

Шаппалы ажыратқыштар, автоматтар, ажыратқыштар тізбектерді жедел қосу және ажырату үшін қызмет етеді. Айырғыштар мен бөлгіштер салыстырмалы түрде аз жүктеме токтарында тізбектерді қосуға және өшіруге мүмкіндік береді, әдетте бірнеше амперден аспайды, мысалы, күштік трансформаторларының бос жүріс токтары.

Шамадан тыс жүктеме және қысқа тұйықталу кезінде төменгі кернеу тізбектері сақтандырғыштармен немесе автоматтармен автоматты түрде ажыратылады. Жоғары кернеу тізбектерінде бұл үшін релелік қорғаныспен жабдықталған ажыратқыштар, ал салыстырмалы түрде аз жүктеме кезінде сақтандырғыштар қолданылады.

Қосалқы станция жабдықтарын қосу схемалары желілерді қосу схемаларымен келісілуі тиіс және тұтастай алғанда желінің сенімділігі мен үнемділігін қамтамасыз ету талаптарын қанағаттандыруы тиіс.

Қосалқы станциялардың технологиялық және электрлік бөліктері оның энергия жүйесіндегі рөлімен анықталады. Энергожүйеде жобаланатын қосалқы станцияның жұмыс жағдайлары мен режимін анықтау үшін 10 жылға арналған перспективаны ескере отырып, алдағы 5 жылға ауданның электр желілерін дамыту схемасының жобасын алдын ала нақтылау қажет.

Электр желілерін дамыту схемасының нақтыланған жобасында анықталады:

қосалқы станцияның орналасқан жері, оның тағайындалуы мен рөлі;
қосалқы станцияны жүйеге қосу схемасы және негізгі схема бойынша ұсыныстар;

35-750 кВ шығыс желілерінің саны, олардың тағайындалуы мен жұмыс режимдері, берілетін қуаты, жоғары кернеулі шиналар арқылы тасымалдау мүмкіндігі;

автотрансформаторлар арқылы жүретін осы немесе өткен жылдың есептік деңгейлеріндегі қуат ағындары;

қосалқы станция шиналарындағы кернеу деңгейлері, жекелеген орамалардың номиналды кернеулері және кернеуді реттеу шектері;

компенсаторлық құрылғыларды (синхронды компенсаторлар, бойлық компенсаторларлы қондырғылар, шунт конденсаторлары, шунттаушы реакторлар және т. б.) орнату қажеттілігі, түрлері, саны және қосу схемалары;

жүйелік және аварияға қарсы автоматиканың көлемі: секциялау, бөлу, автоматты қайта қосу (АҚҚ), автоматты жиіліктік жүктемеден босату (АЖЖ), жүктемені автоматты ажырату жүйелері (ЖААЖ), асинхрондық жүрісті автоматты болдырмау (АЖАБ) және т. б.;

барлық кернеулердегі ҚТ қуаты мен токтары;

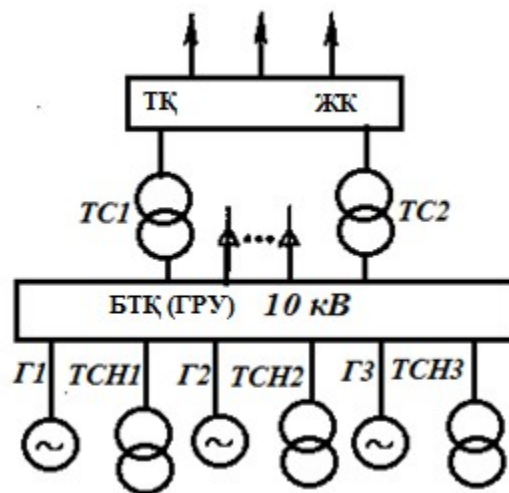
бейтараптарды жерге қосу режимі, доға сөндіргіш катушкалардың қажеттілігі және олардың қуаты;

ішкі асқын кернеулердің күтілетін еселігі, оқшаулауды үйлестіруге, коммутациялық және қорғау аппаратурасына (ажыратқыштар, айырғыштар және т.б.) қойылатын талаптар.

Жоғарыда аталған мәліметтер салынып жатқан қосалқы станцияның түрін анықтайды. Тағайындалуы бойынша қосалқы станциялар жүйелік және тұтынушылық болып бөлінеді. Өзінің схемаларына сәйкес қосалқы станциялар үш санатқа бөлінеді: I — ықшамдалған схемамен (әдетте ажыратқыштарсыз), II — өтпелі (желілер мен ажыратқыштардың аз санымен) және III — түйіндік (жүйенің қуатты коммутациялық түйіндері).

Қосалқы станция құрылыстарын индустрияландыру деңгейін арттыру, құрылыс-монтаждау жұмыстары мен еңбек шығындарын азайту үшін электр тораптары схемаларын дамыту жобаларында жинақты трансформаторлық қосалқы станциялар (КТП) және жинақты тарату құрылғылары (КРУ, КРУН) көбірек қолданылады.

I санаттағы, сондай-ақ едәуір дәрежеде II санаттағы барлық қосалқы станцияларды типтеу және біріздендіру көп жағдайда жеке жобаларды әзірлеуге мүмкіндік береді. Әдетте, жоғары кернеулі ашық тарату құрылғыдағы (АТҚ) жинақты трансформаторлық қосалқы станциялар ең аз жер жұмыстарын жасап, монолитті бетонды қолданбай, табиғи рельефте орналасуы тиіс.



Сурет 4.2 Турбогенераторларды қосу схемасы

Г1, Г2, Г3 – турбогенераторлар; ТСН1, ТСН2, ТСН3 – өзіндік қажеттілік трансформаторлары; ГРУ 10 кВ – кернеуі 10 кВ басты тарату құрылғысы;

ТС1, ТС2-күштік жоғарылатқыш трансформаторлар; РУ ВН-жоғары кернеуге арналған тарату құрылғысы

I санаттағы қосалқы станциялар — жинақты, зауытта дайындалған; олардың құрылысы мен монтажы толық механикаландырылған және ықшамдалған. II санатты қосалқы станциялар құрастырмалы темір-бетоннан және блоктық құрылымдардан салынады. Мұның бәрі қосалқы станцияның құрылысын да, электр бөлігін де жобалаудың күрделілігін күрт төмендетеді.

5. ҚОСАЛҚЫ СТАНЦИЯЛАРДЫҢ ОРНАЛАСУЫ

Қосалқы станциялардың жабдықтары мен құрылыстарының құрамы оның параметрлеріне және электр байланыстарының қабылданған схемасына байланысты. Жалпы жағдайда қосалқы станция алаңында: тарату құрылғылары, трансформаторлар, реакторлар, синхронды қарымталаушылар, жалпы қосалқы станциялық басқару бекеті (ЖБП) орналастырылуы тиіс.

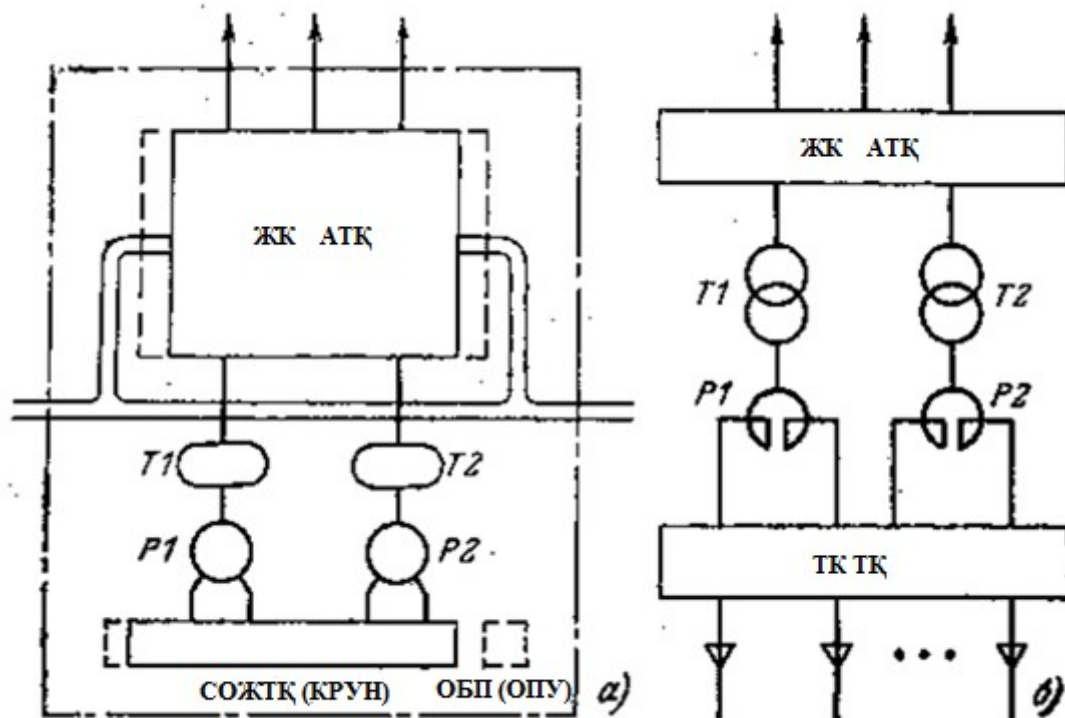
Қазіргі уақытта қосалқы станцияларды мүмкіндігінше жеңілдетуге және арзандатуға, зауытта жасалған құрылымдардың үлкейтілген түйіндерін кеңінен қолдануға, қосалқы станция алаңындағы ғимараттар мен құрылыстардың минималды санымен шектелуге тырысуда. Қосалқы тағайындалған ғимараттар (гараж, жөндеу шеберханалары, қойма үй-жайлары және т.б.) ірі базалық қосалқы станцияларда ғана салынады. Жалпы қосалқы станциялық басқару бекеті персоналдың тұрақты кезекшілігі жоспарланған немесе аккумулятор батареясы орнатылған сондай-ақ ЖТҚ салынған қосалқы станцияларда ғана қарастырылады. Көпір крандарымен жабдықталған трансформаторлық мұнаралар тек $S_{НОМ} \geq 200 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ кезінде $U_{ВН} \geq 500 \text{ кВ}$ немесе $U_{ВН} = 330 \text{ кВ}$ трансформаторлары бар қосалқы станцияларға арналған. Басқа жағдайларда трансформаторларды жөндеу оларды орнату орнында жылжымалы автокранның немесе трансформатордың ошиновкасын бекіту және трансформатордың корпусын алу немесе алу құрылғыларын бекіту функцияларын біріктіретін порталда бекітілген құрылғылардың көмегімен жүзеге асырылады.

Қосалқы станциялардың электр жабдықтары негізінен ашық ауада орнатылады. Сондықтан сыртқы қондырғыға арналған реакторларды және сыртқы орнатуға арналған жинақты тарату құрылғыларын (КРУН) пайдалану ұсынылады. Синхронды қарымталаушылар, егер оларда сутегі салқындатқышы болса, ашық ауада орнатылады, тек тұйық ауамен салқындатылмаған синхронды қарымталаушылар ғимаратта орнатуды қажет етеді.

Қосалқы станцияға және оның аумағына теміржол жолдары қарастырылмайды, көп жағдайда автомобиль жолдарын төсеумен шектеледі. Автожолдарды жылжымалы крандар мен қажетті механизмдерді қолдануға, құрылыс-монтаждау жұмыстарын жүргізу және жабдықты жөндеу, трансформаторлар мен басқа да жабдықтарды жеткізу және шығару және жылжымалы зертханалардың сынақтар жүргізу мүмкіндігін қамтамасыз ететіндей есеппен салады.

Жалпы қосалқы станциялық басқару бекеті бір қабатты жеке ғимарат түрінде орындалады немесе оны 6-10 кВ ЖТҚ-мен бір ғимаратта орналастырады. Бақылау-өлшеу кабельдерін үнемдеу үшін жалпы қосалқы

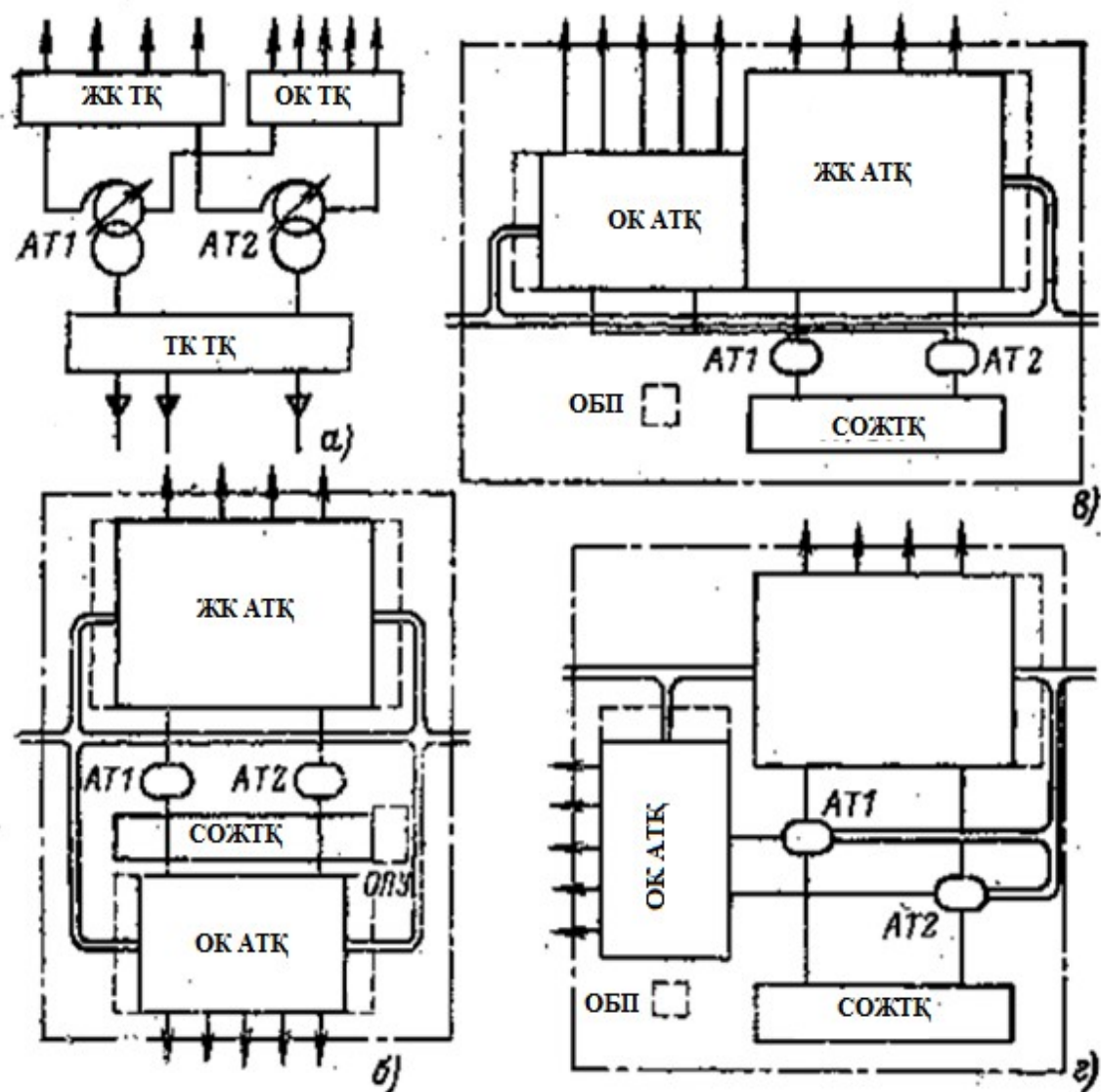
станциялық басқару бекетін ТҚ-ға қатысты мүмкіндігінше жақын орналастырады. ТҚ қосалқы станцияның негізгі құрылыстары болғандықтан, олардың саны мен өзара орналасуы негізінен қосалқы станцияның орналасуын анықтайды.



Сурет 5.1 Екі кернеулі қосалқы станция құрылыстарын орналастыру

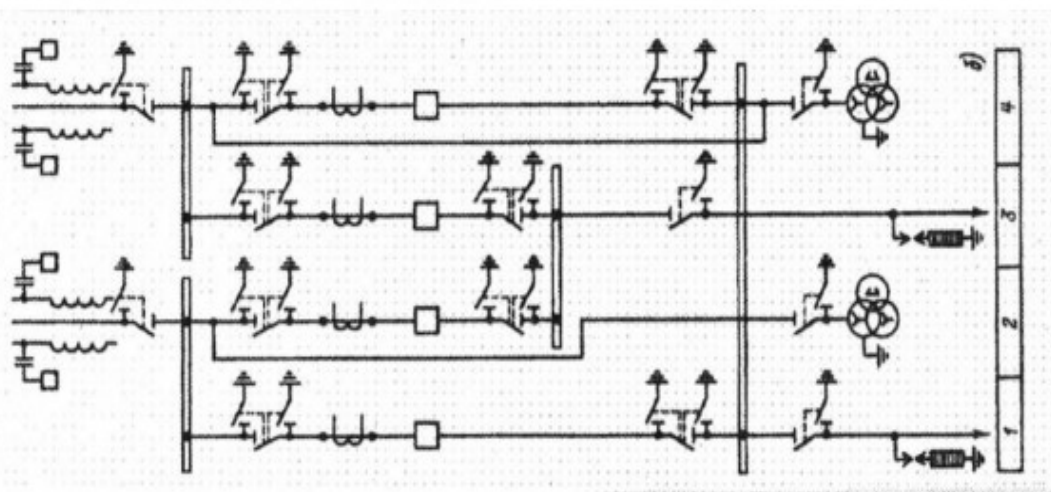
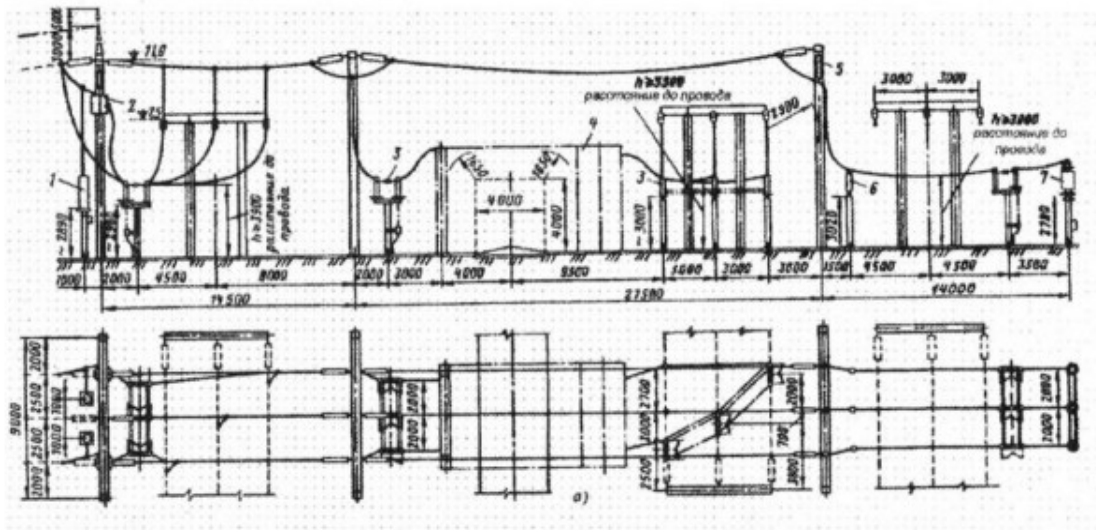
Екі кернеуі бар қосалқы станциялардың орналасуы оңай шешіледі. 5.1-суретте екі кернеулі қосалқы станция құрылыстарының және ТҚ ТҚ кірмелеріндегі P1 және P2 реакторларының орналасуы көрсетілген. Орналастыруды (5.1-сурет,а) және түсіндірмелі құрылымдық схеманы (5.1-сурет,б), орнатудан көріп отырғанымыздай қосалқы станция алаңында электр жабдықтары мен ТҚ орналастыру осы элементтердің құрылымдық схемадағы жағдайына сәйкес келеді. Бұл жағдайда электр байланыстары тікелей және қысқа болады. Автожол трансформаторлар бойымен және ЖК АТҚ алаңында ажыратқыштар бойымен өтеді.

Қосалқы станцияда үш кернеу болған кезде (5.2,а-суреттегі түсіндірмелі құрылымдық схеманы қараңыз) орналастыру күрделенеді. Жоғары және орташа кернеулердің ТҚ-ның өзара орналасуы электр әуелік беріліс желілерінің шығу бағытымен анықталады. 5.2,б-суретте әуе желілерін қарама — қарсы жаққа шығарумен қосалқы станцияның орналасуы, 5.2 — в -суретте, желілердібір жаққа шығарумен және 5.2- г-суретте, желілерді 90°бұрышпен шығарумен көрсетілген.

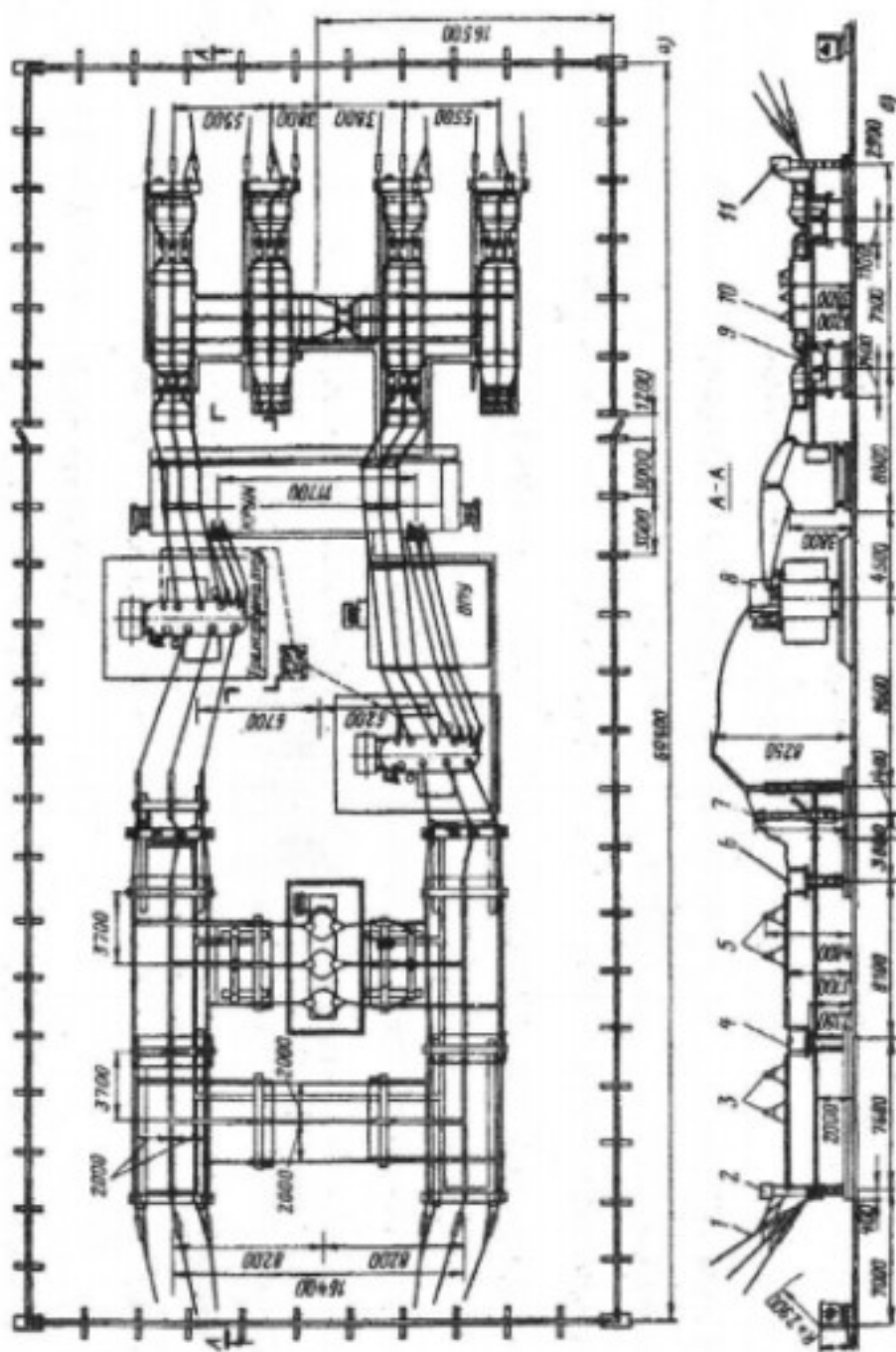


Сурет 5.2 Үш кернеулі қосалқы станцияның құрылымдық схемасы (а) және құрылыстарды (б, в, г) орналастыру нұсқалары.

Үш орамалы трансформаторлар (автотрансформаторлар) ТҚ-мен электр байланысы қарапайым және қысқа болатындау етіп орналастырады. Үзік сызықпен ТҚ кеңейту жақтарын көрсетеді.



Сурет 5.3 Төртбұрыш схемасы бойынша 110 кВ-АТҚ
А-желі мен кернеу трансформаторының ұяшығы бойынша қимасы және
жоспары; 1-СМР-110/3 байланыс конденсаторы; 2-РЗ-600 – 0,25 жоғары
жиілікті бөгейіш; 3 – айырғыш; 4 – ажыратқышты орнату торабы;
5 – окшаулағыштардың гирляндасы; 6 – шиналық тірек; 7 – кернеу
трансформаторы; б-толтыру схемасы.



Сурет 5.5 110/35/10 кВ жинақты трансформаторлы қосалқы станция:
а) – қосалқы станция жоспары; б)-А-А қимасы; 1-110 кВ түсірулердің тартпалы құрылғысы; 2 – жоғары жиілікті байланыс аппаратурасы; 3 – жөндеу көпірінің шиналары; 4 – айырғыштар блогы; 5 – ажыратқышы бар көпір шиналары; 6 – бөлгіштер блогы; 7 –қысқа тұйықтағыштар мен разрядтауыштар блогы; 8 – трансформатор; 9-35 кВ ажыратқыш блогы; 10 – 35 кВ құрама шиналар; 11-35 кВ желіні қабылдау блогы.

6. ҚОСАЛҚЫ СТАНЦИЯНЫ ҚОРҒАУ

6.1 Найзағайдың тікелей түсуінен қорғау

Атмосфералық электр (найзағай) – бұл атмосферадағы бұлттар мен жер арасындағы немесе бұлттардың қарама-қарсы зарядтары арасындағы электр разряды.

Көп жағдайда найзағай бұлттарының төменгі бөлігі теріс зарядталады, ал бетінде оң зарядтар пайда болады. Осылайша, үлкен зарядталған конденсатор пайда болады, оның біреуі найзағай өрісі, ал екіншісі-жер. Зарядтардың шоғырлануына қарай осы конденсатордың электр өрісінің кернеулігі артады, егер ол 300 кВ/м-ге жетсе, найзағайдың пайда болуына жағдай жасалады.

Найзағай – ғимарат пен қондырғыларға әсер етеді (тікелей найзағай), найзағайдың екінші ретті әсері электростатикалық және электромагниттік индукциямен түсіндіріледі.

Электростатикалық индукция оқшауланған металл заттарға қауіпті электрлік потенциалдар әкелетіндігімен білінеді, нәтижесінде құрылымдар мен жабдықтардың жеке металл элементтері арасында ұшқын пайда болуы мүмкін.

Металл ашық тізбектердегі найзағай тогының мәнінің тез өзгеруіне байланысты электромагниттік индукция нәтижесінде электр қозғаушы күштер пайда болады, бұл осы тізбектерге жақын жерлерде олардың арасында ұшқын пайда болу қаупіне әкеледі.

Найзағайдан қорғауды жобалау және орнату жөніндегі нұсқаулық, олар үш санатқа бөлінеді. Ғимараттар мен құрылыстарды найзағайдан қорғау олардың орналасқан ауданындағы найзағай қызметінің қарқындылығына, оның тағайындалуына сондай-ақ найзағайдан қорғау құрылғысының үш санатының бірі бойынша және қорғау аймағының түрін ескере отырып, жылына найзағайдың зақымдануының күтілетін санына байланысты қарастырылған. Найзағайдың қорғаныс аймағы – бұл ғимарат немесе құрылым белгілі бір сенімділік деңгейімен найзағайдың тікелей соққыларынан қорғалған кеңістіктің бөлігі. А типті қорғаныс аймағының сенімділігі 99,5% және одан жоғары, В аймағында - 95% және одан жоғары сенімділік.

Найзағайдан қорғау құрылғысы бойынша екінші санатқа жатқызылған сыртқы қондырғылар найзағайдың тікелей соққыларынан және статикалық индукциядан, ал үшінші санатқа жатқызылған қондырғылар тек найзағайдың тікелей соққыларынан қорғайды.

Көбінесе сызықтық найзағайлар пайда болады, олардың әсер ету ұзақтығы секундтың оннан бір бөлігін құрайды. Мұндай найзағай тікелей соққы кезінде ең қауіпті. Негізінен, олар басқаларға қарағанда биіктігі жоғары заттарды зақымдайды, сондықтан найзағайдан қорғау үшін олар

найзағайдың тікелей соққысын қабылдайтын және найзағайларды жерге түсіретін металл құрылғылар болып табылатын жайтартқыштар пайдаланады.

Найзағайдан қорғауды есептеуге арналған мәліметтер:

Қосалқы станцияның ауданы: $S = 92 \times 120 \text{ м}^2$;

Қорғалатын объектінің биіктігі: $h_x = 8 \text{ м}$;

Металл жайтартқыштың биіктігі: $h = 25 \text{ м}$.

Жайтартқыштар арасындағы қашықтық: $a_1 = 57 \text{ м}$; $a_2 = 50 \text{ м}$;
 $a_3 = 72 \text{ м}$; $a_4 = 73 \text{ м}$

Жайтартқыш мынадай элементтерден тұрады: найзағай соққысын тікелей қабылдайтын найзағай қабылдағыш; жайтартқыштарды орнатуға арналған тірек құралымы; найзағай тогының жерге өтуін қамтамасыз ететін ток өткізгіш.

Біз қорғаныс аймағын қосалқы станциялардың шиналық көпірі деңгейінде есептейміз.

- Қорғау аймағының радиусы:

$$r_x = 1,6 \cdot h \cdot \frac{h - h_x}{h + h_x} = 1,6 \cdot 25 \cdot \frac{25 - 8}{25 + 8} = 20,6 \text{ м}$$

- Қорғау аймағының ені:

$$b_x = \frac{1}{2} \cdot \frac{7h_a - a}{14h_a - a} \cdot 4r_x,$$

Мұндағы, h_a - найзағайдың активті бөлігі:

$$h_a = h - h_x = 25 - 8 = 17 \text{ м};$$

a – жайтартқыштардың арасындағы қашықтық;

Онда:

$$b_{x1} = \frac{1}{2} \cdot \frac{7h_a - a}{14h_a - a} \cdot 4r_x = \frac{1}{2} \cdot \frac{7 \cdot 17 - 57}{14 \cdot 17 - 57} \cdot 4 \cdot 20,6 = 14 \text{ м};$$

$$b_{x2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{7h_a - a}{14h_a - a} \cdot 4r_x = \frac{1}{2} \cdot \frac{7 \cdot 17 - 50}{14 \cdot 17 - 50} \cdot 4 \cdot 20,6 = 15 \text{ м};$$

$$b_{x3} = \frac{1}{2} \cdot \frac{7h_a - a}{14h_a - a} \cdot 4r_x = \frac{1}{2} \cdot \frac{7 \cdot 17 - 72}{14 \cdot 17 - 72} \cdot 4 \cdot 20,6 = 11,5 \text{ м};$$

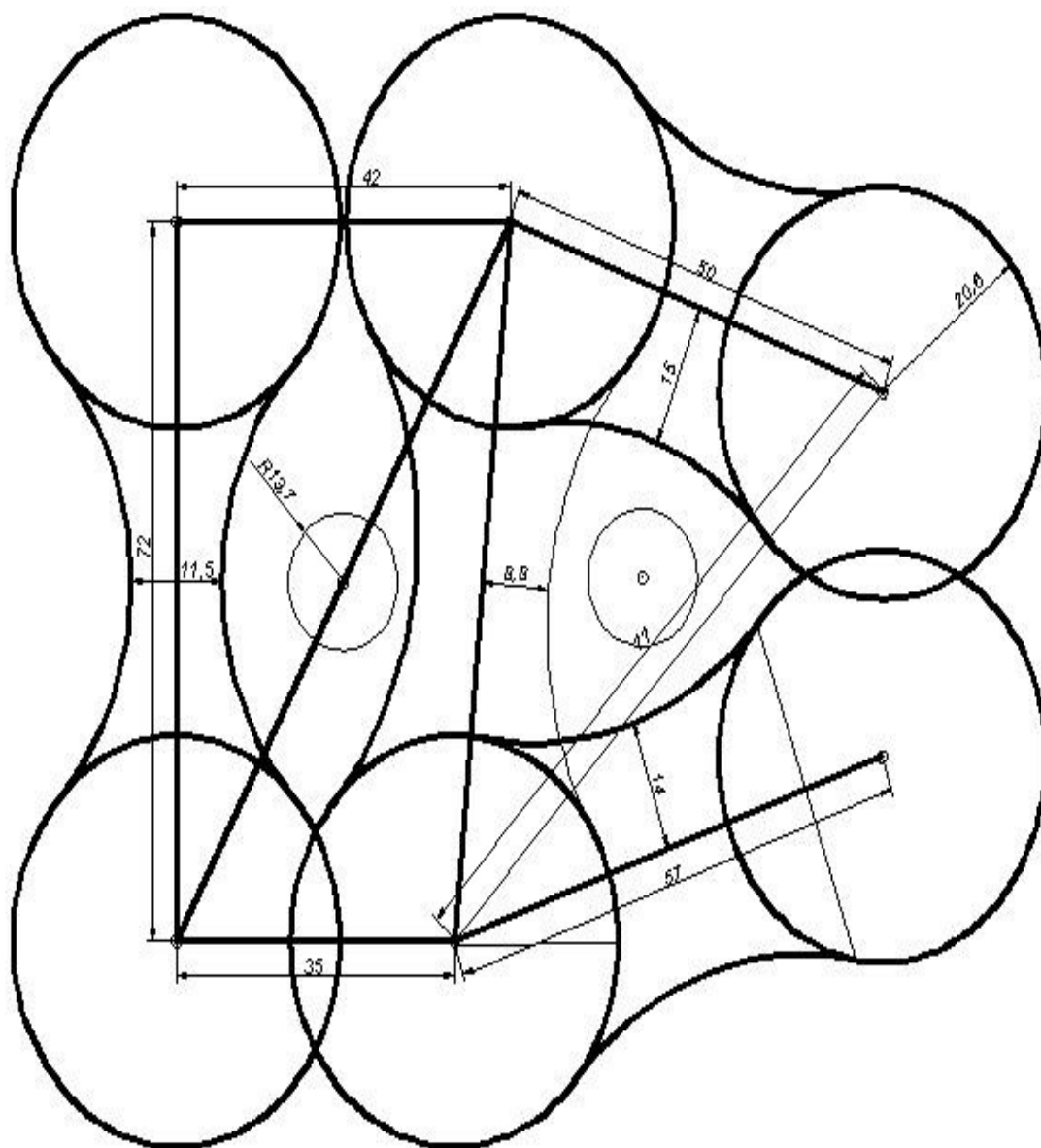
$$b_{x4} = \frac{1}{2} \cdot \frac{7h_a - a}{14h_a - a} \cdot 4r_x = \frac{1}{2} \cdot \frac{7 \cdot 17 - 73}{14 \cdot 17 - 73} \cdot 4 \cdot 20,6 = 8,8 \text{ м};$$

Жайтартқыштың толық биіктігінде $h \leq 30\text{м}$ мына шарт сақталуы тиіс:

$$D \leq 8h_a$$

$$77\text{ м} \leq 8 \cdot 17 = 136\text{ м};$$

$$85\text{ м} \leq 8 \cdot 17 = 136\text{ м}$$



Сурет 6.1 Жайтартқыштардың қорғау аймағы

6.1-суреттен найзағайдың әсер ету аймағы қосалқы станцияның бүкіл аумағын қамтымайтынын көруге болады, сондықтан біз радиусы 13,7 м болатын қосымша екі өзекті жайтартқыш орнатамыз.

6.2 Жерлендіруді есептеу

Жерге қосудың қорғаныс әрекеті жанасқан кездегі кернеуді төмендетуге негізделген, оған жер бетіне қатысты жабдық корпусындағы кернеуді азайту арқылы немесе жерге тұйықтаудың төмен кедергісі арқылы қол жеткізіледі.

Қорғанысты жерлендіргіш қоректендіруші кернеуі 1000В оқшауланған бейтарабы бар және 1000 В-тан жоғары кернеуі бар кез-келген қуат көзінің бейтарап режимімен жұмыс істейтін электр қондырғылары үшін тиімді шара болып табылады.

Жерлендірудің үш түрі бар: жұмыстық жерлендіргіш, қорғаныс жерлендіргіш және найзағайдан қорғайтын жерлендіргіш, ал кейбір жағдайларда сол жерлендіргіш бір уақытта екі немесе үш мақсатты орындай алады. Жұмыстық жерлендіргішке жататындар – күштік трансформаторларының, генераторлардың, доға сөндіргіш аппараттардың, кернеуді өлшеу трансформаторларының, реакторлардың бейтараптарын жерлендіру, жерді жұмыс сымы ретінде пайдалану кезінде фазаны жерге қосу және т. б.

Қорғаныстық жерлендіргіш электр қондырғысына қызмет көрсететін адамдардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін орындалады, яғни, қондырғының металл бөліктерін (мысалы, трансформатор бактарын) жерге тұйықтау арқылы, олар қалыпты нөлдік әлеуетке ие, бірақ жабын немесе оқшаулау тесілген кезде кернеуде болуы мүмкін.

Найзағайдан қорғаудың жерлендіргіші найзағайдың тоғын жерге қорғаныс разрядтауыштарынан, өзекті және тростық жайтартқыштардан немесе найзағай соққан басқа құрылымдардан бұру үшін қолданылады.

Жерге қосуды есептеуге арналған мәліметтер:

Жерлендіргіш контурының ұзындығы 110 м, ені 82 м, ауданы $S = 92 \times 120 \text{ м}^2$, екі қабатты топырақ, жоғарғы қабатының меншікті кедергісі $\rho_1 = 70 \text{ Ом} \cdot \text{м}$, төменгі $\rho_2 = 60 \text{ Ом} \cdot \text{м}$. жоғарғы қабатының қалыңдығы $h = 2 \text{ м}$. Қосалқы станция аумағының периметрі бойынша топыраққа кіргізілген ұзындығы $l_v = 5 \text{ м}$ тік элементтер тереңдігі $t = 0,7 \text{ м}$ болат жолақшалармен жалғанады

- Әсер ету ұзақтығы:

$$\tau_{\text{с}} = t_{\text{рз}} + t_{\text{отк. в}} = 0,12 + 0,08 = 0,2 \text{ с}$$

Жанасудың ең үлкен рұқсат етілген кернеуі: $U_{\text{пр. доп}} = 400 \text{ В}$.

- Жанасу коэффициенті:

$$K_n = \frac{M \cdot \beta}{\left(\frac{l_g \cdot L_g}{a \cdot \sqrt{S}} \right)^{0,45}}$$

Мұндағы $l_b = 5$ м-тік жерлендіргіштің ұзындығы;

L_g -көлденең жерлендіргіштің ұзындығы $L_g = 2176$ м;

a -тік жерлендіргіштер арасындағы қашықтық ($a = 9,5$ м);

S - жерлендіргіш контурының ауданы;

M - ρ_1/ρ_2 тәуелді параметрлер ($M = 0,5$);

B - R_q адам денесінің және r_c аяқтарынан ток қашықтығының кедергісі бойынша анықталатын коэффициент .

$$\beta = \frac{R_q}{R_q + R_c} = \frac{1000}{1000 + 105} = 0,905$$

Есептеулерде қабылдаймыз $R_q = 1000 \text{ Ом}$, $R_c = 1,5 \cdot \rho_1 = 1,5 \cdot 70 = 105 \text{ Ом}$.

Онда:

$$K_n = \frac{0,5 \cdot 0,905}{\left(\frac{5 \cdot 2176}{5 \cdot \sqrt{110 \cdot 82}} \right)^{0,45}} = 0,148$$

- Жерлендіргіш потенциалы:

$$U_3 = \frac{U_{don}}{K_n} = \frac{400}{0,148} = 2702 \text{ В}$$

- Жерлендіргіш құрылғысының кедергісі:

$$R_3 = \frac{U_3}{I_3} = \frac{2702}{4425} = 0,61 \text{ Ом},$$

мұндағы, $I_3 = 1,5 \cdot I_{\kappa 1}^{(3)} = 1,5 \cdot 2950 = 4425 \text{ А}$ - жерге бір фазалы қысқа

тұйықталудың салыстырмалы тогы.

Біз жерлендіргіш құрылғысының қолданыстағы жоспарын есептелген шаршы модельге айналдырамыз.

- Шаршы жағындағы ұяшықтар саны:

$$m = \frac{L_2}{2\sqrt{S}} - 1 = \frac{2176}{2 \cdot 95} - 1 = 10,4$$

қабылдаймыз $m=10$.

- Есептеу моделіндегі жолақтардың ұзындығы:

$$L_2 = 2\sqrt{S}(m+1) = 2 \cdot 95 \cdot (10+1) = 2090 \text{ м}$$

- Ұяшық қабырғаларының ұзындығы:

$$b = \frac{\sqrt{S}}{m} = \frac{95}{10} = 9,5 \text{ м};$$

- Контур периметрі бойынша тік жерлендіргіштердің саны:

$$n_{\text{т}} = \frac{\sqrt{S} \cdot 4}{1 \cdot l_{\text{т}}} = \frac{95 \cdot 4}{1 \cdot 5} = 76$$

қабылдаймыз $n_{\text{т}}=76$.

- Тік жерлендіргіштердің жалпы ұзындығы:

$$L_{\text{т}} = l_{\text{т}} \cdot n_{\text{т}} = 5 \cdot 76 = 380 \text{ м}$$

- Салыстырмалы тереңдігі:

$$\frac{l_{\text{т}} + t}{\sqrt{S}} = \frac{5 \cdot 0,7}{95} = 0,06 \leq 1$$

онда:

$$A = (0,444 - 0,84 \cdot \frac{l_{\text{т}} + t}{\sqrt{S}}) = (0,444 - 0,84 \cdot \frac{5 \cdot 0,7}{95}) = 0,3936$$

$$\rho_1 / \rho_2 = 1,16; \quad a / l_{\text{т}} = 1:$$

$$\frac{h_1 - t}{l_{\text{т}}} = \frac{2 - 0,7}{5} = 0,26$$

Анықтаймыз $\rho_3 / \rho_2 = 1,4$, содан кейін жердің эквивалентті кедергісі
 $\rho_3 = 1,4 \cdot 60 = 84 \text{ Ом} \cdot \text{м}$

- Күрделі жерлендіргіштердің жалпы кедергісі:

$$R_3 = A \frac{\rho_3}{\sqrt{S}} + \frac{\rho_3}{L_2 \cdot L_6} = 0,398 \cdot \frac{84}{95} + \frac{84}{2090+380} = 0,386 \text{ Ом}$$

ПУЭ сәйкес жерлендіргішті құрылғысының кедергісі 110 кВ және одан жоғары үшін, болуы керек $R_{3, \text{доп}} \leq 0,5 \text{ Ом}$

$$R_3 = 0,386 \text{ Ом} < R_{3, \text{доп}} = 0,5 \text{ Ом}$$

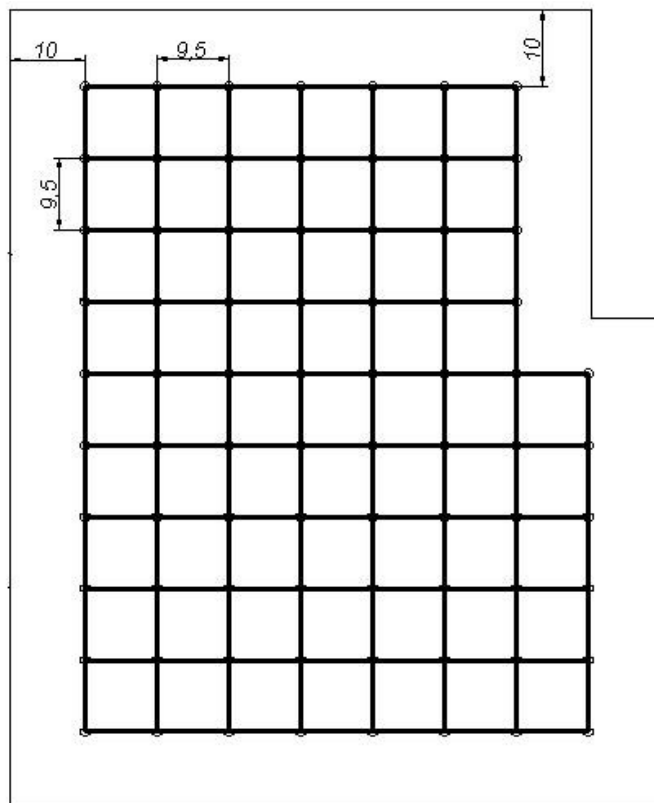
- Кернеуді табамыз:

$$U_{np} = K_n \cdot I_3 \cdot R_3 = 0,148 \cdot 4425 \cdot 0,386 \text{ В},$$

Рұқсат етілген мәннен аз $U_{np, \text{доп}} = 400 \text{ В}$

- Бір фазалы қысқа тұйықталу кезінде жерлендіргіш қосалқы станцияларынан өтетін ең үлкен рұқсат етілген токты анықтаймыз:

$$I_{\text{з макс}} = \frac{U_{np, \text{доп}}}{K_n \cdot R_3} = \frac{400}{0,148 \cdot 0,386} = 7002 \text{ А}$$



Сурет 6.2 Қосалқы станцияны жерге қосу

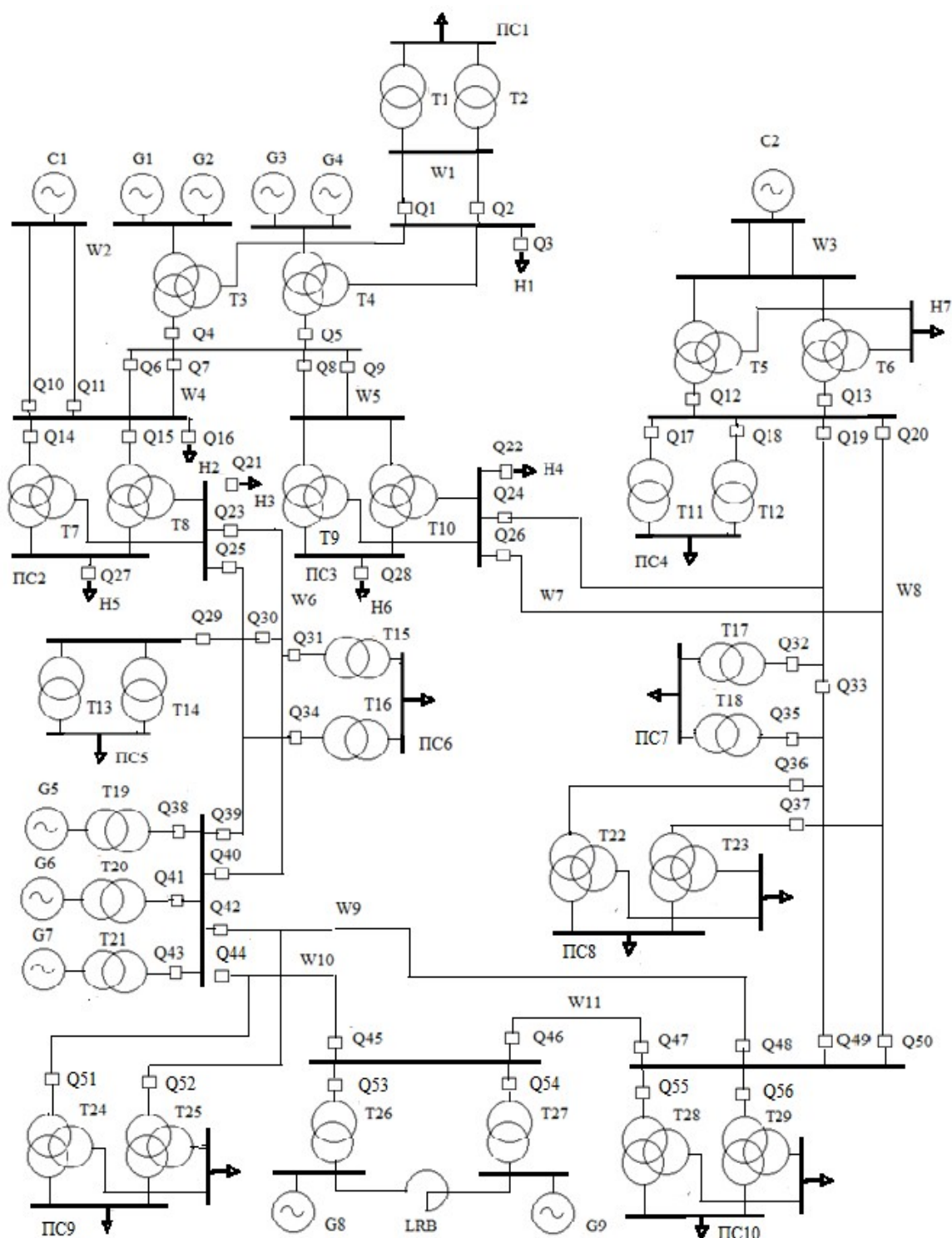
7. ТӨМЕНДЕТІЛГЕН ҚОСАЛҚЫ СТАНЦИЯНЫ ЕСЕПТЕУ МЫСАЛЫ

7.1 Есептеуге арналған тапсырма

Кіріспе

1. Электр қосылыстарының негізгі схемасын таңдау және негіздеу
 2. Жылдық жүктеме графигін есептеу және құру
 3. Күштік трансформаторлардың немесе автотрансформаторлардың түрін, санын және қуатын таңдау
 4. Үш фазалы қысқа тұйықталу токтарын есептеу
 - 4.1 Ауыстыру схемасының қажетті нүктелеріндегі үш фазалық қысқа тұйықталу токтарын есептеу
 - 4.2 Қысқа тұйықталу токтарын есептеу
 5. Қосалқы станцияның жоғары жағынан жабдықты таңдау
 - 5.1 шиналарды таңдау
 - 5.2 Оқшаулағыштарды таңдау
 - 5.3 Жоғары вольтты ажыратқыштарды таңдау және тексеру
 6. Төмен кернеулі қосалқы станция жағында жабдықты таңдау және тексеру
 - 6.1 Төмен кернеу жағында ТҚ түрін таңдау
 - 6.2 Шиналық мост таңдау және тексеру
 - 6.3 Құрама шиналарды таңдау және тексеру
 - 6.4 Ажыратқыш аппараттарды таңдау
 - 6.5 Кабель желілерін таңдау және тексеру
 - 6.6 Өлшеу ток трансформаторларын таңдау және тексеру
 - 6.7 Өлшеу кернеу трансформаторларын таңдау және тексеру
 - 6.8 Жеке қажеттілік трансформаторларын таңдау
 7. Қосалқы станцияның жерге қосу құрылғыларын есептеу
 8. Қосалқы станцияны найзағайдан қорғауды есептеу
- Қорытынды
- Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

7.2 Электрмен жабдықтаудың жалпы схемасы және тапсырма нұсқалары



Сурет 7.1 Электрмен жабдықтау схемасы

Кесте 7.1. Бақылау тапсырмаларының нұсқалары

Нұсқа	Жобаланатын қосалқы станция (трансформаторлар)	Электрмен жабдықтау схемасындағы қосылған ажыратқыштар Q
0.	ПС 1 (Т1,Т2)	Q1, Q2,Q4, Q5, Q6, Q7, Q10, Q11
1.	ПС 3 (Т9,Т10)	Q3, Q4, Q5, Q6, Q7, Q8, Q9, Q10, Q11
2.	ПС 6 (Т15,Т16)	Q3, Q4, Q5, Q6, Q7, Q10, Q11, Q14, Q15, Q23, Q25, Q27,Q31, Q34
3.	ПС 2 (Т7,Т8)	Q3, Q4, Q5, Q6, Q7, Q10, Q11, Q14, Q15, Q16
4.	ПС 7 (Т17,Т18)	Q3, Q4, Q5, Q6, Q7, Q8, Q9, Q10, Q11, Q28, Q24, Q26, Q32, Q35, Q19, Q20,Q49, Q50
5.	ПС 8 (Т22,Т23)	Q3, Q4, Q5, Q6, Q7, Q8, Q9, Q10, Q11, Q28, Q24, Q26, Q19, Q20, Q33, Q36, Q37, Q49, Q50
6.	ПС 5 (Т13,Т14)	Q3, Q4, Q5, Q6, Q7, Q10, Q11, Q14, Q15, Q23, Q25, Q27, Q29, Q30, Q39, Q40
7.	ПС 9 (Т24,Т25)	Q3, Q4, Q5, Q6, Q7, Q10, Q11, Q14, Q15, Q23, Q25, Q27, Q39, Q40, Q42, Q44, Q45, Q46, Q47, Q48, Q51, Q52
8.	ПС 4 (Т11,Т12)	Q3, Q4, Q5, Q8, Q9, Q28, Q24, Q26, Q12, Q13, Q17, Q18, Q19, Q20
9.	ПС 1 (Т1,Т2)	Q1, Q2, Q4, Q5, Q8, Q9, Q24, Q26, Q19,Q20 Q12, Q13, 28
10.	ПС 3 (Т9,Т10)	Q3, Q4, Q5, Q8, Q9, Q24, Q26, Q12, Q13, Q19, Q20
11.	ПС 5 (Т13,Т14)	Q3, Q4, Q5, Q6, Q7, Q14, Q15, Q23, Q25, Q27, Q29, Q30, Q39, Q40, Q42, Q48, Q49, Q50, Q12, Q13, Q19, Q20, Q33
12.	ПС 7 (Т17,Т18)	Q3, Q4, Q5, Q8, Q9, Q28, Q24, Q26, Q12, Q13, Q19, Q20, Q32, Q35, Q49, Q50
13.	ПС 6 (Т15,Т16)	Q3, Q4, Q5, Q6, Q7, Q14, Q15, Q27, Q23, Q25, Q31, Q34, Q39, Q40, Q42, Q48, Q49, Q50, Q33, Q19, Q20, Q12, Q13
14.	ПС 8 (Т22,Т23)	Q3, Q4, Q5, Q6, Q7, Q14, Q15, Q27, Q23, Q25, Q39, Q40, Q42, Q44, Q45, Q46, Q47, Q48, Q49, Q50, Q33, Q36, Q37, Q19, Q20, Q12, Q13
15.	ПС 2 (Т7,Т8)	Q10, Q11, Q14, Q15, Q16, Q23, Q25, Q38, Q39, Q40, Q41, Q43
16.	ПС 5 (Т13,Т14)	Q10, Q11, Q14, Q15, Q23, Q25, Q27, Q29, Q30, Q38, Q39, Q40, Q41, Q43
17.	ПС 6 (Т15,Т16)	Q10, Q11, Q14, Q15, Q23, Q25, Q27, Q31, Q34, Q38, Q39, Q40, Q41, Q43

7.1-кестенің жалғасы

18.	ПС 3 (Т9,Т10)	Q10, Q11, Q6, Q7, Q8, Q9, Q14, Q15, Q23, Q25, Q27, Q38, Q39, Q40, Q41, Q43
19.	ПС 9 (Т24,Т25)	Q10, Q11, Q14, Q15, Q23, Q25, Q27, Q38, Q39, Q40, Q41, Q42, Q43, Q44, Q45, Q46, Q47, Q48, Q51, Q52
20.	ПС 8 (Т22,Т23)	Q12, Q13, Q19, Q20, Q33, Q49, Q50, Q48, Q42, Q38, Q41, Q43, Q36, Q37
21.	ПС 10 (Т28,Т29)	Q12, Q13, Q19, Q20, Q49, Q50, Q55, Q56, Q48, Q47, Q46, Q45, Q42, Q44, Q38, Q33, Q41, Q43
22.	ПС 4 (Т11,Т12)	Q12, Q13, Q17, Q18, Q19, Q20, Q49, Q50, Q33, Q48, Q47, Q46, Q45, Q42, Q44, Q38, Q41, Q43
23.	ПС 7 (Т17,Т18)	Q12, Q13, Q19, Q20, Q32, Q35, Q49, Q50, Q48, Q47, Q46, Q45, Q42, Q44, Q38, Q41, Q43
24.	ПС 5 (Т13,Т14)	Q12, Q13, Q19, Q20, Q33, Q49, Q50, Q48, Q42, Q38, Q41, Q43 Q39, Q40, Q29, Q30
25.	ПС 9 (Т24,Т25)	Q12, Q13, Q19, Q20, Q33, Q49, Q50, Q47, Q48, Q45, Q46, Q42 Q44, Q38, Q41, Q43, Q51, Q52
26.	ПС 6 (Т15,Т16)	Q12, Q13, Q19, Q20, Q33, Q49, Q50, Q48, Q47, Q46, Q45, Q42 Q44, Q38, Q41, Q43, Q39, Q40, Q23, Q25, Q31, Q34
27.	ПС 5 (Т13,Т14)	Q10, Q11, Q14, Q15, Q27, Q23, Q25, Q39, Q40, Q29, Q30, Q42, Q44, Q45, Q46, Q47 Q48, Q53, Q54
28.	ПС 2 (Т7,Т8)	Q10, Q11, Q14, Q15, Q23, Q25, Q39, Q40, Q42, Q44, Q45, Q46, Q47, Q48, Q53, Q54
29.	ПС 6 (Т15,Т16)	Q10, Q11, Q14, Q15, Q27, Q23, Q25, Q31, Q34, Q39, Q40, Q42, Q44, Q45, Q46, Q47 Q48, Q53, Q54
30.	ПС 3 (Т9,Т10)	Q10, Q11, Q6, Q7, Q8, Q9, Q14, Q15, Q27, Q23, Q25, Q39, Q40, Q44, Q45, Q53, Q54
31.	ПС 10 (Т28,Т29)	Q10, Q11, Q14, Q15, Q27, Q23, Q25, Q39, Q40, Q42, Q44, Q45, Q46, Q47 Q48, Q53, Q54 Q55, Q56
32.	ПС 7 (Т17,Т18)	Q12, Q13, Q19, Q20, Q32, Q35, Q50, Q49, Q46, Q47, Q53, Q54
33.	ПС 9 (Т24,Т25)	Q12, Q13, Q19, Q20, Q33, Q49, Q50, Q48, Q47, Q45, Q46, Q53 Q54, Q42, Q44, Q51, Q52
34.	ПС 8 (Т22,Т23)	Q12, Q13, Q19, Q20, Q33, Q36, Q37, Q49, Q50, Q46, Q47, Q53, Q54
35.	ПС 4 (Т11,Т12)	Q12, Q13, Q17, Q18, Q19, Q20, Q33, Q49, Q50, Q46, Q47, Q53, Q54
36.	ПС 6 (Т15,Т16)	Q12, Q13, Q19, Q20, Q33, Q49, Q50, Q47, Q48, Q45, Q46, Q42, Q44, Q53, Q54, Q39, Q40, Q25, Q23, Q31, Q34

Кесте 7.2. Генераторлардың бастапқы мәліметтері

Шифрдың соңғы екі санының қосындыс ы	Генераторлар					
	СЭС, G1-G4		КЭС, G5-G7		ЖЭО, G8, G9	
	$P_{\text{НОМ}}$, МВт	$U_{\text{НОМ}}$, кВ	$P_{\text{НОМ}}$, МВт	$U_{\text{НОМ}}$, кВ	$P_{\text{НОМ}}$, МВт	$U_{\text{НОМ}}$, кВ
0	10	10,5	100	10,5	32	10,5
1	20	10,5	110	10,5	63	10,5
2	30	10,5	160	18,0	100	10,5
3	40	10,5	200	15,75	110	10,5
4	60	10,5	210	15,75	32	10,5
5	80	10,5	220	15,75	63	10,5
6	100	10,5	300	20	100	10,5
7	80	10,5	100	10,5	110	10,5
8	60	10,5	110	10,5	63	10,5
9	40	10,5	160	18,0	100	10,5

Кесте 7.3. Жүйенің бастапқы мәліметтері

Шифрдың соңғы екі санының қосындыс ы	Жүйе C1		Жүйе C2	
	$S_{\text{кз}}$, МВА	U , кВ	$S_{\text{кз}}$, МВА	U , кВ
0	1000	220	6000	500
1	1500	220	5500	500
2	2000	220	5000	500
3	2500	220	4000	220
4	3000	220	3500	220
5	1000	220	3000	220
6	1500	220	5000	500
7	2000	220	5500	500
8	2500	220	6000	500
9	3000	220	4000	220

Кесте 7.4. Трансформаторлардың бастапқы мәліметтері

Шифрдың соңғы екі санының қосындысы	Трансформаторлар					
	T3, T4	T5, T6	T7, T8	T9, T10	T19-T21	T26, T27
	S, МВА	S, МВА	S, МВА	S, МВА	S, МВА	S, МВА
0	25	40	63	25	125	32
1	40	63	40	40	125	63
2	63	80	32	63	200	125
3	80	125	25	80	200	125
4	125	200	16	125	250	32
5	200	40	63	125	250	63
6	250	63	25	80	400	125
7	200	80	32	63	125	125
8	125	125	40	40	125	63
9	80	200	63	25	200	125

Кесте 7.5. Электрмен жабдықтау схемасындағы желілердің ұзындығы

Шифрдың соңғы екі санының қосындысы	Желілер										
	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11
	, км	, км	, км	, км	, км	, км	, км	, км	, км	, км	, км
0	10	150	400	50	85	75	20	80	55	25	30
1	15	180	550	55	80	85	25	75	65	30	35
2	20	210	600	60	75	95	30	70	35	15	20
3	25	250	200	65	70	60	35	65	25	10	15
4	30	100	160	70	65	70	40	60	30	20	10
5	35	130	140	75	60	80	45	55	20	10	10
6	40	160	550	80	55	90	50	50	45	25	20
7	45	190	350	75	50	100	55	45	40	20	20
8	50	220	300	90	45	110	60	40	25	15	10
9	55	240	180	95	40	120	40	35	30	10	20

Кесте 7.6. Электрмен жабдықтау схемасындағы жүктемелердің бастапқы мәліметтері

Шифрдың соңғы екі санының қосындысы	Жүктеме						
	Н1, МВА	Н2, МВА	Н3, МВА	Н4, МВА	Н5, МВА	Н6, МВА	Н7, МВА
0	10	65	55	45	35	25	40
1	15	60	50	40	30	20	45
2	20	55	45	35	25	15	50
3	25	50	40	30	20	10	55
4	30	45	35	25	15	65	60
5	35	40	30	20	10	60	35
6	40	35	25	15	45	55	30
7	45	30	20	10	40	50	25
8	50	25	15	55	35	45	20
9	55	20	10	50	30	40	15

Кесте 7.7. Жобаланатын қосалқы станцияға арналған бастапқы мәліметтер

Білім алушы шифрының соңғы саны	Максималды жүктеме $P_{\max}$, МВт, $\cos \phi = 0,8$	Желілер саны		Санаттар бойынша тұтынушылардың жүктемесі, %		
		10 кВ	35 кВ	1	2	3
0	15	9	4	20	60	20
1	20	10	6	30	40	30
2	25	12	8	20	30	50
3	30	14	9	40	30	30
4	35	9	4	20	50	30
5	40	11	6	40	20	40
6	45	8	5	10	60	30
7	50	10	8	50	30	20
8	55	12	5	40	40	20
9	60	14	7	30	50	20

Кесте 7.8. Бақылау тапсырмасының 0-14 нұсқалары үшін максималды активті жүктеменің пайыздық жүктеме графигі (Кесте 7.1, 7.7)

Уақыты тәулік, сағат	Активті жүктеме %			
	ТК ТҚ қосылған тұтынушылар		ОК ТҚ қосылған тұтынушылар	
	қыс	жаз	қыс	жаз
0 - 6	40	30	70	60
6 - 12	100	70	100	80
12 - 18	90	80	80	70
18 - 24	70	40	90	50

Кесте 7.9. Бақылау тапсырмасының 15-26 нұсқалары үшін максималды активті жүктеменің пайыздық жүктеме графигі (Кесте 7.1, 7.7)

Уақыты тәулік, сағат	Активті жүктеме %			
	ТК ТҚ қосылған тұтынушылар		ОК ТҚ қосылған тұтынушылар	
	қыс	жаз	қыс	жаз
0 - 6	80	50	70	50
6 - 12	100	70	100	70
12 - 18	100	70	90	60
18 - 24	70	50	60	50

Кесте 7.10. Бақылау тапсырмасының 27-36 нұсқалары үшін максималды активті жүктеменің пайыздық жүктеме графигі (Кесте 7.1, 7.7)

Уақыты тәулік, сағат	Активті жүктеме %			
	ТК ТҚ қосылған тұтынушылар		ОК ТҚ қосылған тұтынушылар	
	қыс	жаз	қыс	жаз
0 - 6	60	40	80	60
6 - 12	100	60	100	90
12 - 18	90	60	100	80
18 - 24	80	40	90	40

Желі	l, км
W1	20
W3	600
W5	75
W7	30

Кесте 7.15. Электрмен жабдықтау схемасындағы жүктемелердің бастапқы мәліметтері

Жүктеме	S, МВА
H6	15
H7	50

Кесте 7.16. Жобаланатын қосалқы станцияға арналған бастапқы мәліметтер

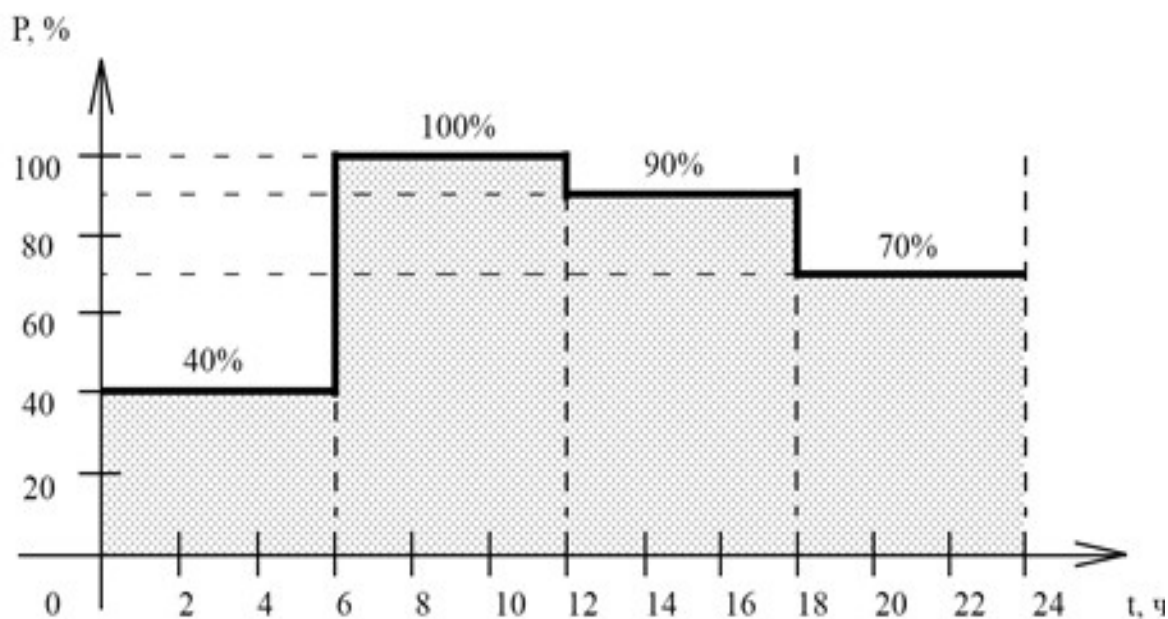
Максималды жүктеме $\cos \phi=0,8$ болғанда $P_{\max}$, МВт	Шығатын желілер саны		Санаттар бойынша тұтынушылардың жүктемесі, %		
	10 кВ	35 кВ	1	2	3
30	14	9	40	30	30

Кесте 7.17. Максималды активті жүктеменің пайыздық жүктеме графигі

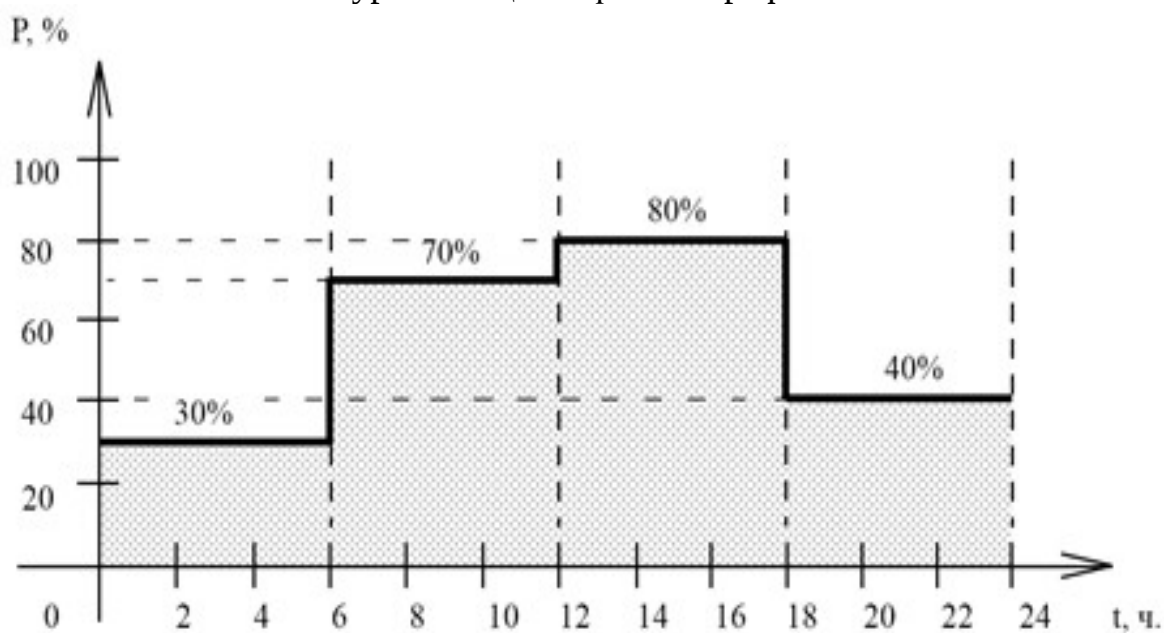
Уақыты тәулік, сағат	Активті жүктеме %			
	ТК ТҚ қосылған тұтынушылар		ОК ТҚ қосылған тұтынушылар	
	қыс	жаз	қыс	жаз
0 - 6	40	30	70	60
6 - 12	100	70	100	30
12 - 18	90	80	80	70
18 - 24	70	40	90	50

7.4 Жылдық жүктеме графигін есептеу және құру

7.17-кесте негізінде біз белсенді энергияны тұтыну жүктемелерінің қысқы және жазғы графиктерін, сондай-ақ жүктемелердің жалғасуының жылдық графигін құрамыз. Жылдық графикті есептеу кезінде қыс пен жаздың ұзақтығы сәйкесінше 185 және 180 күнді құрайды.



Сурет 7.3 Қыс жүктеме графигі



Сурет 7.4 Жаз жүктеме графигі

Графиктің әр сатысының қуатын, МВт, формула негізінде табуға болады:

$$P_i = \frac{n_i \%}{100} \cdot P_{\max} \quad (7.1)$$

$$P_i = \frac{100_i \%}{100} \cdot 30 = 30 \text{ MBm}$$

$$P_i = \frac{90_i \%}{100} \cdot 30 = 27 \text{ MBm}$$

$$P_i = \frac{70_i\%}{100} \cdot 30 = 21 \text{ MBm}$$

$$P_i = \frac{40_i\%}{100} \cdot 30 = 12 \text{ MBm}$$

Электр энергиясының тәуліктік шығыны $W_T, \text{ MBm} \cdot \text{c}$

$$W_T = \sum_{i=0}^{24} P_i \cdot t_i \quad (7.2)$$

$$W_T = (30 + 27 + 21 + 12) \cdot 6 = 540 \text{ MBm} \cdot \text{c}$$

Орташа тәуліктік жүктеме $P_{op}, \text{ MBm}$:

$$P_{op} = \frac{W_m}{t_c} \quad (7.3)$$

$$P_{op} = \frac{540}{24} = 22,5 \text{ MBm}$$

Графикті толтыру коэффициенті $K_{3\Gamma}$:

$$K_{3\Gamma} = \frac{P_{op}}{P_{max}} \quad (7.4)$$

$$K_{3\Gamma} = \frac{P_{op}}{P_{max}} = \frac{22,5}{30} = 0,75$$

Электр энергиясын жылдық тұтыну $W_{\Gamma}, \text{ MBm} \cdot \text{ч}$:

$$W_{\Gamma} = \sum_{i=0}^n P_i \cdot t_i \quad (7.5)$$

$$W_{\Gamma} = (30 \cdot 1110) + (27 \cdot 1110) + (24 \cdot 1080) + (27 \cdot 2190) + (12 \cdot 2190) + (9 \cdot 1080) = 171180 \text{ Bm} \cdot \text{c}$$

Максималды жүктемені пайдалану ұзақтығы, T_{max} , сағат:

$$T_{max} = \frac{W_{\Gamma}}{P_{max}} \quad (7.6)$$

$$T_{max} = \frac{171180}{30} = 5706 \text{ ч}$$

Тәуліктік графиктер бойынша салынған жүктеменің жылдық графигі сатыларының ұзақтығы (П9.3-сурет):

$$365 \cdot 24 = 8760 \text{ сағ}$$

$$T_1 = 6 \cdot 185 = 1110 \text{ сағ} - 100\% \text{ кезінде}$$

$$T_2 = 6 \cdot 185 = 1110 \text{ сағ} - 90\% \text{ кезінде}$$

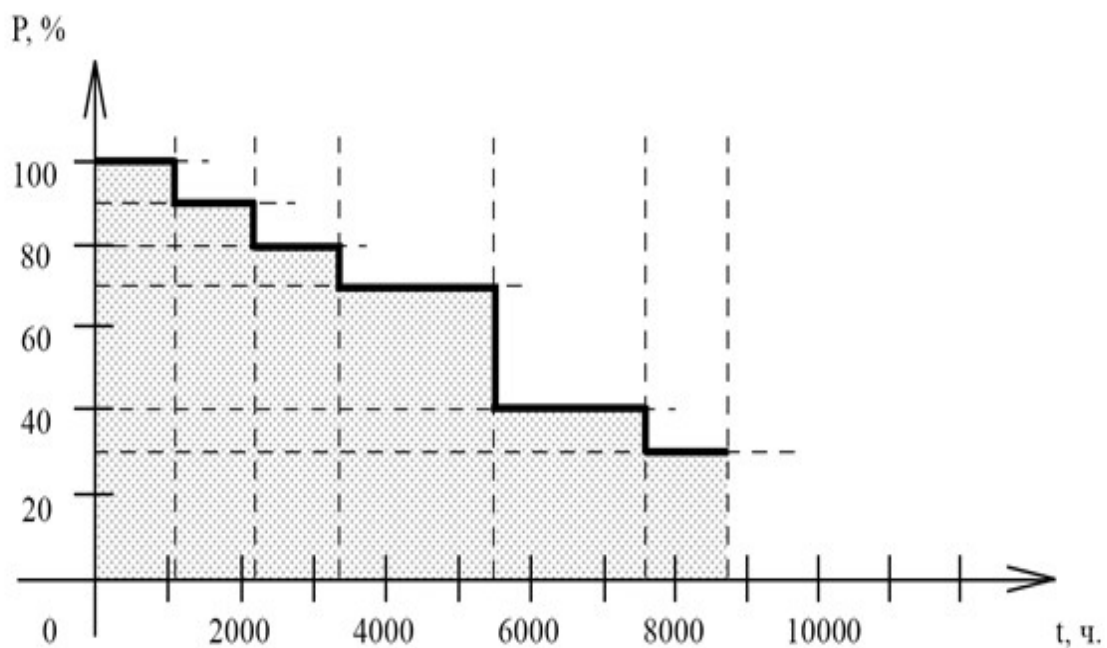
$$T_3 = 6 \cdot 180 = 1080 \text{ сағ} - 80\% \text{ кезінде}$$

$$T_4 = (6 \cdot 185) + (6 \cdot 180) = 2190 \text{ сағ} - 70\% \text{ кезінде}$$

$$T_5 = (6 \cdot 185) + (6 \cdot 180) = 2190 \text{ сағ} - 40\% \text{ кезінде}$$

$$T_6 = 6 \cdot 180 = 1080 \text{ сағ} - 30\% \text{ кезінде}$$

$$\text{Барлығы: } 1110 \cdot 2 + 1080 \cdot 2 + 2190 \cdot 2 = 8760 \text{ сағ}$$



Сурет 7.5 Ұзақтылық жылдық жүктеме графигі

Қыста және жазда кәсіпорын бір график бойынша жұмыс істейді деп болжанады

7.5 Күштік трансформаторлардың немесе автотрансформаторлардың түрін, санын және қуатын таңдау

Екі трансформаторлық қосалқы станциядағы трансформатордың қуаты қосалқы станцияның берілген қуатына сәйкес таңдалады.

$$Q_{max} = P_{max} \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (7.7)$$

мұндағы, $\operatorname{tg} \varphi$ берілген $\cos \varphi$ бойынша анықталады:
 $\cos \varphi = 0,8$ болғанда $\varphi = 36,87$ және $\operatorname{tg} \varphi = 0,75$

$$Q_{max} = 30 \cdot 0,75 = 22,5 \text{ МВА}$$

$$Q_{\text{кү}} = P_{max} \cdot \operatorname{tg} \varphi_2 \quad (7.8)$$

Базалық мәні $\operatorname{tg} \varphi_2 = 0,3$ қосалқы станцияны қоректендіру кезінде
 $U = 110 - 150 \text{ кВ}$.

$$Q_{\text{кү}} = 30 \cdot 0,3 = 9 \text{ МВА}$$

$$S'_{max} = \sqrt{P_{max}^2 + (Q_{max} - Q_{\text{кү}})^2} \quad (7.9)$$

$$S'_{max} = \sqrt{30^2 + (22,5 - 9)^2} = 32,9 \text{ МВА}$$

Қосалқы станциядағы трансформатордың қуаты мынадай формула бойынша анықталады:

$$S_{\text{ном}} = (0,65 \dots 0,7) \cdot S'_{max} \quad (7.10)$$

$$S_{\text{ном}} = 0,7 \cdot 32,9 = 23,03 \text{ МВА}$$

Стандарт бойынша 25 МВА қабылдаймыз.

Бастапқы жүктеме коэффициенті $K_1 = 0,7$
Максималды режимдегі бастапқы жүктеме коэффициенті мына формула бойынша анықталады:

$$K_{1max} = \frac{S'_{max}}{n \cdot S_{\text{ном}}} \quad (7.11)$$

$$K_{1max} = \frac{32,9}{2 \cdot 25} = 0,685$$

Орал қаласындағы температура:

$$t_{\text{жылдық}} = 12,5^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{қысқы}} = -12,8^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{жазғы}} = 21,3^\circ\text{C}$$

Өйткені трансформаторды авариялық режимде тексеру кезінде шарт орындалмайды:

$$S_{\text{ном}} \cdot K_2 \geq S'_{max} \quad (7.12)$$

Үшінші санаттағы тұтынушылардың бір бөлігін ажыратуды қамтамасыз ету немесе трансформатордың қуатын бір сатыға арттыру қажет.

Трансформатордың қуатын бір сатыға арттырамыз. ТД-40000/110 маркалы трансформаторды таңдаймыз.

Каталогтық деректер:

$$S_{НОМ}=40\text{ МВА}, U_{НОМ\text{ ВН}}=115\text{ кВ}, U_{НОМ\text{ НН}}=10.5\text{ кВ}, u_K=10.5\%, \\ \Delta P_{КЗ}=175\text{ кВт}, \Delta P_{XX}=52\text{ кВт}, i_{XX}=0.7\%$$

7.6 Үш фазалы қысқа тұйықталу токтарын есептеу

7.6.1 Алмастыру схемасы элементтерінің кедергісін есептеу

Барлық есептеулер салыстырмалы бірліктің жүргізіледі:

1.) Генераторлар (G1-G4) СЭС – СВ-570/145-32:

$$X_z = X''_d \cdot \frac{S_6}{S_{НОМ}} \quad (7.13)$$

$$X_{28-31} = X_z = 0.24 \cdot \frac{100}{37.5} = 0.64$$

$$E_{Г1-4} = E_{Г} = 1.18$$

2.) Жүйе (С2):

$$X_c = \frac{S_6}{S_K} \quad (7.14)$$

$$X_1 = X_c = \frac{100}{5000} = 0.02$$

$$E_C = 1$$

3.) Трансформаторлар (Т1, Т2) ТД-40000/110:

$$X_m = \frac{U_K \%}{100 \%} \cdot \frac{S_6}{S_{НОМ}} \quad (7.15)$$

$$X_{34-35} = X_m = \frac{10.5 \%}{100 \%} \cdot \frac{100}{40} = 0.263$$

4.) Трансформаторлар (Т3, Т4, Т9, Т10) ТДТН-63000/110:

$$U_{кв} = 0.5 \cdot (U_{к(в-н)} + U_{к(в-с)} - U_{к(с-н)}) = 0.5 \cdot (18 + 10.5 - 7) = 10.75 \%$$

$$U_{KC} = 0.5 \cdot (U_{K(\theta-C)} + U_{K(C-H)} - U_{K(\theta-H)}) = 0.5 \cdot (10.5 + 7 - 18) = -0.25 \%$$

$$U_{KH} = 0.5 \cdot (U_{K(\theta-H)} + U_{K(C-H)} - U_{K(\theta-C)}) = 0.5 \cdot (18 + 7 - 10.5) = 7.25 \%$$

$$X = \frac{U_K \%}{100 \%} \cdot \frac{S_{\theta}}{S_{ном}} \quad (7.16)$$

$$X_{13-14} = X_{26-27} = X_{\theta} = \frac{10.75 \%}{100 \%} \cdot \frac{100}{63} = 0.171$$

$$X_{15-16} = X_{22-23} = X_c = \frac{-0.25 \%}{100 \%} \cdot \frac{100}{63} = -0.004$$

$$X_{17-18} = X_{24-25} = X_H = \frac{7.25 \%}{100 \%} \cdot \frac{100}{63} = 0.115$$

5.) Трансформаторлар (Т5, Т6) АТДЦТН-125000/500/110:

$$U_{K\theta} = 0.5 \cdot (U_{K(\theta-H)} + U_{K(\theta-C)} - U_{K(C-H)}) = 0.5 \cdot (24 + 10.5 - 13) = 10.75 \%$$

$$U_{KC} = 0.5 \cdot (U_{K(\theta-C)} + U_{K(C-H)} - U_{K(\theta-H)}) = 0.5 \cdot (10.5 + 13 - 24) = -0.25 \%$$

$$U_{KH} = 0.5 \cdot (U_{K(\theta-H)} + U_{K(C-H)} - U_{K(\theta-C)}) = 0.5 \cdot (24 + 13 - 10.5) = 13.25 \%$$

$$X = \frac{U_K \%}{100 \%} \cdot \frac{S_{\theta}}{S_{ном}}$$

$$X_{4-5} = X_{\theta} = \frac{10.75 \%}{100 \%} \cdot \frac{100}{125} = 0.086$$

$$X_{8-9} = X_c = \frac{-0.25 \%}{100 \%} \cdot \frac{100}{125} = -0.002$$

$$X_{6-7} = X_H = \frac{13.25 \%}{100 \%} \cdot \frac{100}{125} = 0.106$$

6.) Электр беріліс желілері (W3, W7, W5, W1):

$$X_{л} = X_{лл} \cdot l \cdot \frac{S_{\theta}}{U_{лср}^2} \quad (7.17)$$

$$X_{2-3} = X_{w3} = 0.4 \cdot 600 \cdot \frac{100}{515^2} = 0.09$$

$$X_{11-12} = X_{w7} = 0.4 \cdot 30 \cdot \frac{100}{115^2} = 0.091$$

$$X_{20-21} = X_{w5} = 0,4 \cdot 75 \cdot \frac{100}{37^2} = 2,191$$

$$X_{32-33} = X_{w1} = 0,4 \cdot 20 \cdot \frac{100}{115^2} = 0,06$$

7.) Жүктемелер (Н6, Н7):

$$X \} \text{ rsub } \{H\} = \{ \{x_{OH} \cdot S_6 \frac{\dot{I}}{S_{НОМ}} \} \quad (7.18)$$

$$X_{10} = X \} \text{ rsub } \{H7\} = \{0,35 \cdot 100\} \text{ over } \{50\} = 0, \dot{I}$$

$$X_{19} = X \} \text{ rsub } \{H6\} = \{0,35 \cdot 100\} \text{ over } \{15\} = 2,33 \dot{I}$$

$$E_{H6-7} = E_H = 0,85$$

7.6.2 Қысқа тұйықталу нүктелеріндегі үш фазалы қысқа тұйықталу токтарын есептеу

Алмастыру схемасын (7.6-сурет) тізбектей және параллель тармақтарды есептеудің жалпы ережелерін қолдана отырып түрлендіреміз:

$$X_{2-3} = (X_2 \cdot X_3) / (X_2 + X_3) = X_2 / 2 = 0,09 / 2 = 0,045$$

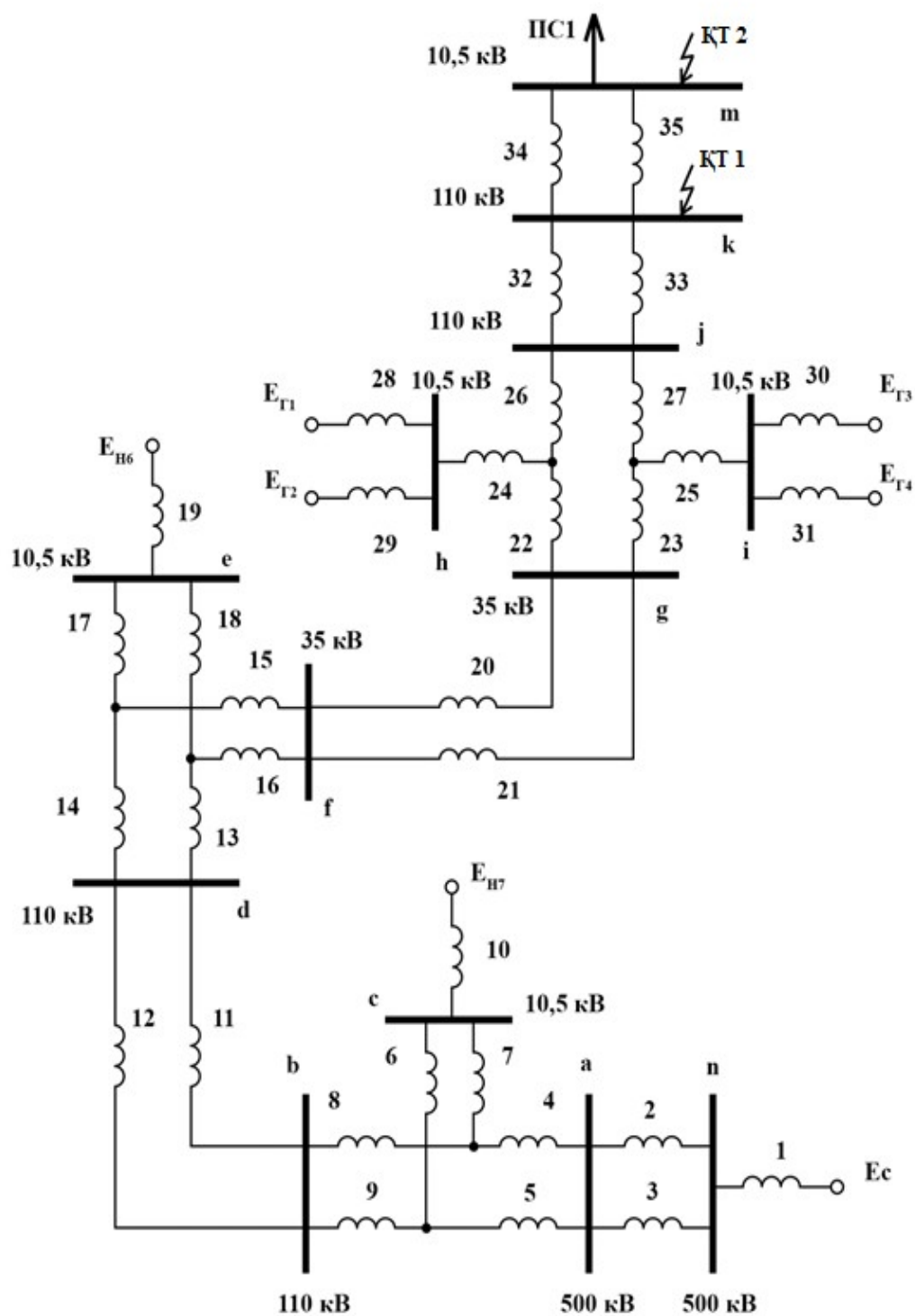
$$X_{1-3} = X_{2-3} + X_1 = 0,045 + 0,02 = 0,065$$

Т5 және Т6 трансформаторлары бірдей, олардың орамаларының сымдары бірдей шиналарға қосылған, сондықтан біз олардың тармақтарын параллель деп қарастыра аламыз:

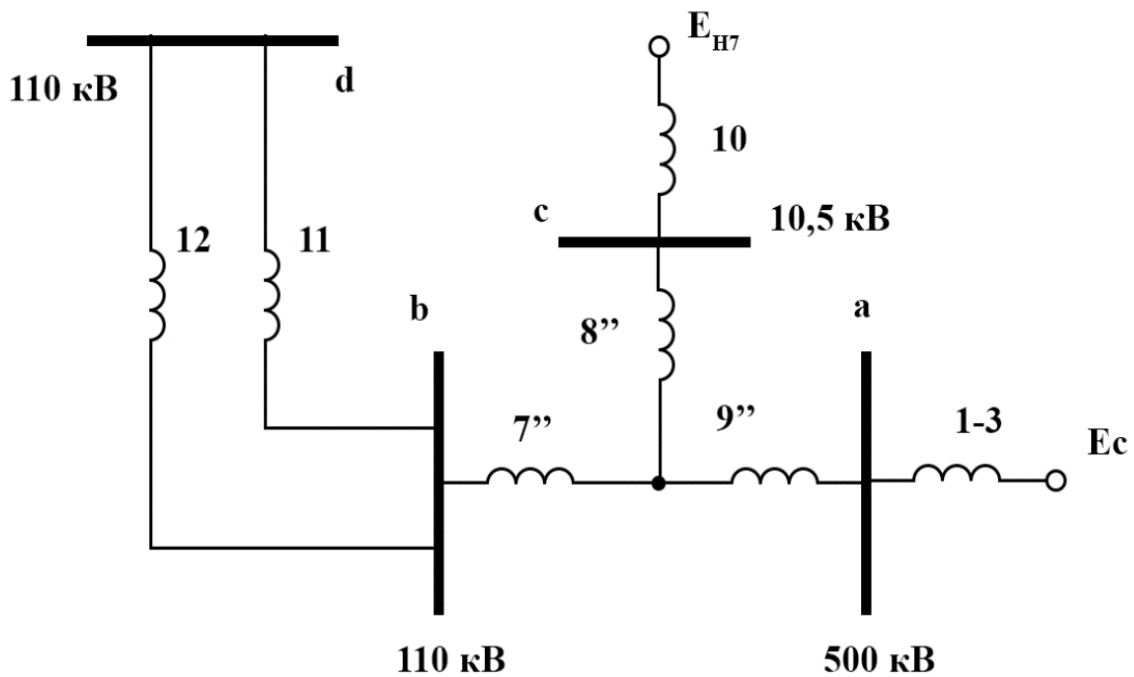
$$X_{7''} = (X_8 \cdot X_9) / (X_8 + X_9) = X_8 / 2 = - 0,002 / 2 = - 0,001$$

$$X_{8''} = (X_6 \cdot X_7) / (X_6 + X_7) = X_6 / 2 = 0,106 / 2 = 0,053$$

$$X_{9''} = (X_4 \cdot X_5) / (X_4 + X_5) = X_4 / 2 = 0,086 / 2 = 0,043$$



Сурет 7.6 Алмастыру схемасы (1)



Сурет 7.7 Алмастыру схемасы (2)

$$X_{1-3-9''} = X_{1-3} + X_{9''} = 0,065 + 0,043 = 0,108$$

$$X_{10-8''} = X_{10} + X_{8''} = 0,7 + 0,053 = 0,753$$

$$E_1 = (E_c \cdot X_{10-8''} + E_{H7} \cdot X_{1-3-9''}) / (X_{10-8''} + X_{1-3-9''}) = (1 \cdot 0,753 + 0,85 \cdot 0,108) / (0,753 + 0,108) = 0,981$$

$$X_{10''} = (X_{1-3-9''} \cdot X_{10-8''}) / (X_{1-3-9''} + X_{10-8''}) = (0,108 \cdot 0,753) / (0,108 + 0,753) = 0,094$$

$$X_{7''-10''} = X_{7''} + X_{10''} = -0,001 + 0,094 = 0,093$$

$$X_{11-12} = (X_{11} \cdot X_{12}) / (X_{11} + X_{12}) = X_{11} / 2 = 0,091 / 2 = 0,046$$

$$X_{11''} = X_{11-12} + X_{7''-10''} = 0,046 + 0,093 = 0,139$$

Т9 және Т10 трансформаторлары бірдей, олардың орамаларының сымдары бірдей шиналарға қосылған, сондықтан біз олардың тармақтарын параллель деп қарастыра аламыз:

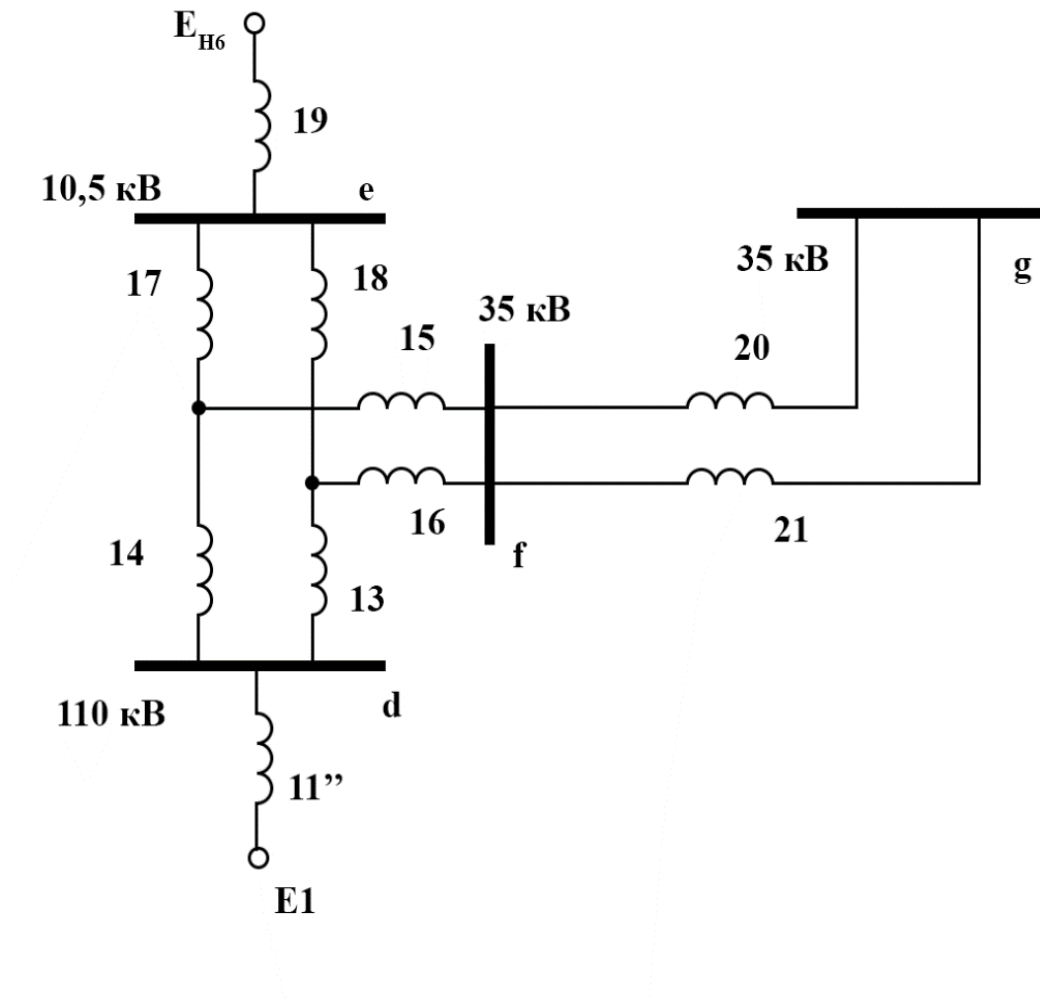
$$X_{16''} = (X_{17} \cdot X_{18}) / (X_{17} + X_{18}) = X_{17} / 2 = 0,115 / 2 = 0,057$$

$$X_{17''} = (X_{15} \cdot X_{16}) / (X_{15} + X_{16}) = X_{15} / 2 = -0,004 / 2 = -0,002$$

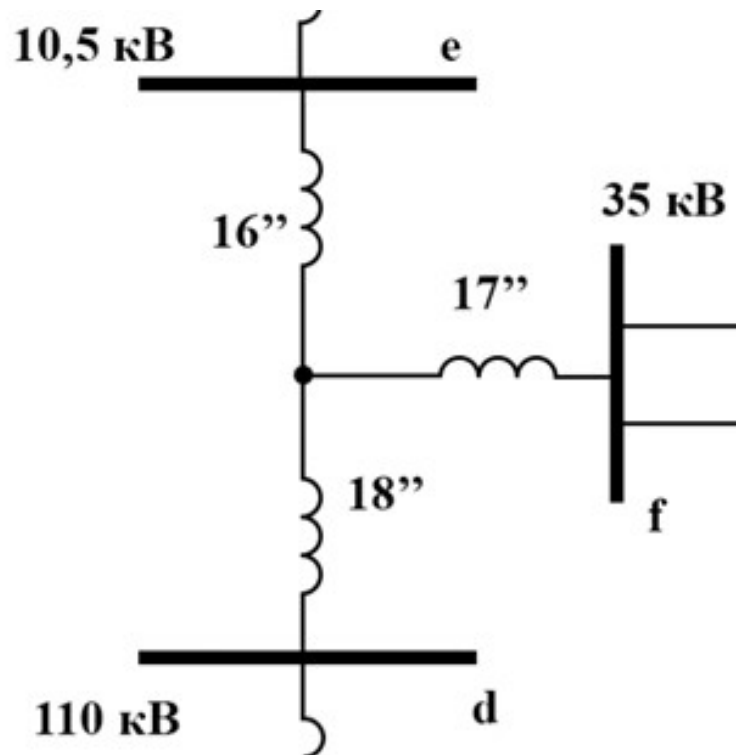
$$X_{18''} = (X_{14} \cdot X_{13}) / (X_{14} + X_{13}) = X_{13} / 2 = 0,171 / 2 = 0,086$$

$$X_{11'-18''} = X_{11'} + X_{18''} = 0,139 + 0,086 = 0,225$$

$$X_{19-16''} = X_{19} + X_{16''} = 2,333 + 0,057 = 2,39$$



Сурет 7.8 Алмастыру схемасы (3)



Сурет 7.9 Т9, Т10 трансформаторларының тармақтарын есептеу

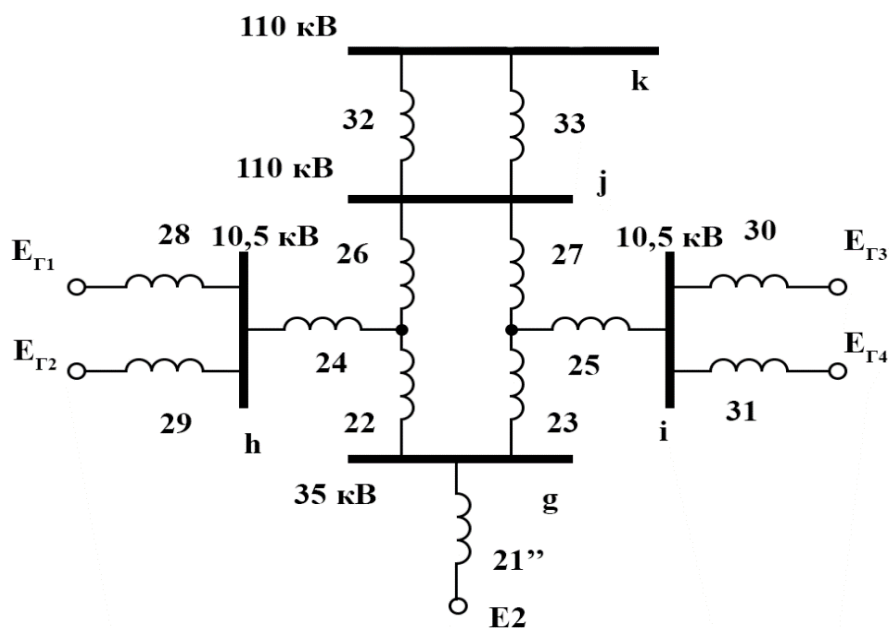
$$E_2 = (E_1 \cdot X_{19-16''} + E_{H6} \cdot X_{11'-18''}) / (X_{19-16''} + X_{11'-18''}) = (0,981 \cdot 2,39 + 0,85 \cdot 0,225) / (2,39 + 0,225) = 0,97$$

$$X_{11'-19} = (X_{11'-18''} \cdot X_{19-16''}) / (X_{11'-18''} + X_{19-16''}) = (0,225 \cdot 2,39) / (0,225 + 2,39) = 0,206$$

$$X_{11'-19-17''} = X_{11'-19} + X_{17''} = 0,206 - 0,002 = 0,204$$

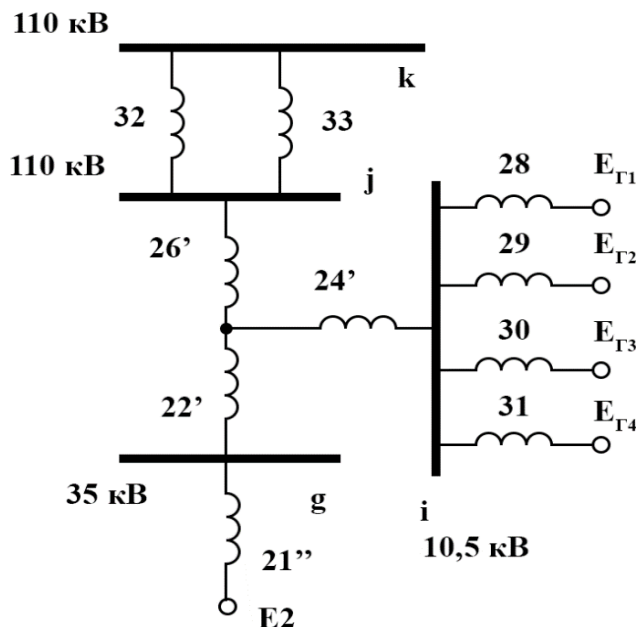
$$X_{20-21} = (X_{20} \cdot X_{21}) / (X_{20} + X_{21}) = X_{20} / 2 = 2,191 / 2 = 1,096$$

$$X_{21''} = X_{20-21} + X_{11'-19-17''} = 1,096 + 0,204 = 1,3$$



Сурет 7.10 Алмастыру схемасы (4)

ТЗ, Т4 трансформаторлары бірдей, ал G1, G2, G3, G4 генераторлары бірдей маркалы болғандықтан, h және i шиналарын бір-біріне ұқсас деп қарастырамыз. Сондықтан біз трансформаторлар мен генераторлардың орамаларын параллель тармақтар ретінде қарастырып, сол бойынша есептейміз. h және i шиналарын біріктіріңіз.



Сурет 7.11 Алмастыру схемасы (5)

$$X_{22'} = X_{22} / 2 = -0,004 / 2 = -0,002$$

$$X_{24'} = X_{24} / 2 = 0,115 / 2 = 0,058$$

$$X_{26'} = X_{26} / 2 = 0,171 / 2 = 0,086$$

$$E_{\Gamma 1-4} = E_{\Gamma 1} = E_{\Gamma 2} = E_{\Gamma 3} = E_{\Gamma 4} = 1,18$$

$$X_{28-29} = X_{30-31} = (X_{28} \cdot X_{29}) / (X_{28} + X_{29}) = X_{28} / 2 = 0,64 / 2 = 0,32$$

$$X_{28-31} = (X_{28-29} \cdot X_{30-31}) / (X_{28-29} + X_{30-31}) = X_{28-29} / 2 = 0,32 / 2 = 0,16$$

$$X_{32-33} = (X_{32} \cdot X_{33}) / (X_{32} + X_{33}) = X_{32} / 2 = 0,06 / 2 = 0,03$$

$$X_{21''-22'} = X_{21''} + X_{20'} = 1,3 - 0,002 = 1,298$$

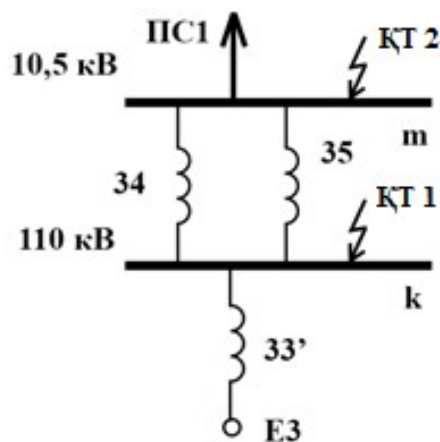
$$X_{24'-28-31} = X_{24'} + X_{28-31} = 0,058 + 0,16 = 0,218$$

$$E_3 = (E_2 \cdot X_{24'-28-31} + E_{\Gamma 1-4} \cdot X_{21''-22'}) / (X_{24'-28-31} + X_{21''-22'}) = (0,97 \cdot 0,218 + 1,18 \cdot 1,298) / (0,218 + 1,298) = 1,15$$

$$X_{21''-24''} = (X_{21''-22'} \cdot X_{24'-28-31}) / (X_{21''-22'} + X_{24'-28-31}) = (1,298 \cdot 0,218) / (1,298 + 0,218) = 0,187$$

$$X_{26''} = X_{21''-24''} + X_{26'} = 0,187 + 0,086 = 0,273$$

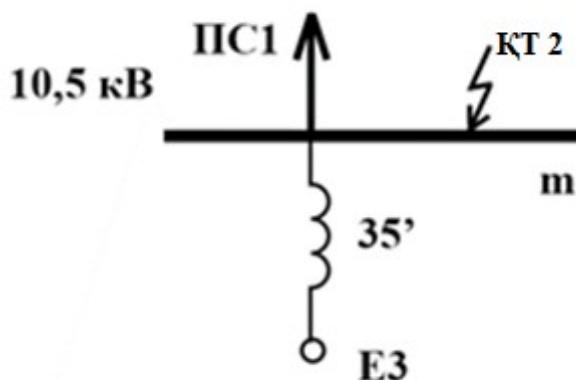
$$X_{33'} = X_{26''} + X_{32-33} = 0,273 + 0,03 = 0,30$$



Сурет 7.12 Алмастыру схемасы (6)

$$X_{34'} = (X_{34} \cdot X_{35}) / (X_{34} + X_{35}) = X_{34} / 2 = 0,263 / 2 = 0,132$$

$$X_{35'} = X_{33'} + X_{34'} = 0,303 + 0,132 = 0,435$$



Сурет 7.13 Алмастыру схемасы (7)

КЗ1 нүктесіндегі қысқа тұйықталу және соққы тогын анықтаймыз:

$$\dot{I}_{K3}^{(3)} = \frac{E_{\text{экв}}}{X_{\text{ЭКВ}}} \quad (7.19)$$

$$I_B = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_6 \cdot \text{см.}} \quad (7.20)$$

$$I_{K3}^{(3)} = \dot{I}_{K3}^{(3)} \cdot I_B \quad (7.21)$$

$$*I_{K31}^{(3)} = E_3 / X_{33'} = 1,15 / 0,303 = 3,795$$

$$I_{B1} = 100 / (\sqrt{3} \cdot 115) = 0,502 \text{ кА}$$

$$I_{K31}^{(3)} = 3,795 \cdot 0,502 = 1,905 \text{ кА}$$

$$i_{y\partial}^{(3)} = \sqrt{2} \cdot I_{K3}^{(3)} \cdot K_{y\partial} \quad (7.22)$$

Мұндағы, Куд- соққы коэффициенті, сәйкесінше КЗ1 және КЗ2 үшін
Куд = 1,8 және 1,85

$$i_{уд1}^{(3)} = \sqrt{2} \cdot 1,905 \cdot 1,8 = 4,849 \text{ кА}$$

К32 нүктесіндегі қысқа тұйықталу және соққы тогын анықтаймыз:

$$*I_{К32}^{(3)} = E_3 / X_{35'} = 1,15 / 0,435 = 2,644$$

$$I_{Б2} = 100 / (\sqrt{3} \cdot 10,5) = 5,5 \text{ кА}$$

$$I_{К32}^{(3)} = 2,644 \cdot 5,5 = 14,542 \text{ кА}$$

$$i_{уд2}^{(3)} = \sqrt{2} \cdot 14,542 \cdot 1,85 = 38,046 \text{ кА}$$

Кесте 7.18. Қысқа тұйықталу токтарын есептеудің жиынтық кестесі

Нукте	$I_{КЗ}^{(3)}, \text{кА}$	$i_{уд}^{(3)}, \text{кА}$
К31	1,905	4,849
К32	14,542	38,046

Электр қондырғыларында арзан электр жабдықтарын пайдалану мүмкіндігін қамтамасыз ету үшін қысқа тұйықталу токтарын шектейтін жасанды шаралар қолданылады. Соққы токтарының және қысқа тұйықталу токтарының рұқсат етілген шамалар диапазонында ағымдағы есептік мәндерін есептеуге байланысты шектеуге арналған жабдықты орнату талап етілмейді.

7.7 Қосалқы станцияның жоғары жағына жабдықтар таңдау

7.7.1 Шиналарды таңдау

1.) Қоректендіруші желінің F , мм² қимасы токтың экономикалық тығыздығы бойынша таңдалады:

$$F_{\text{э}} = \frac{I_{\text{жсум}}}{j_{\text{э}}} \quad (7.23)$$

$j_{\text{э}}$ – өткізгіш материалымен, желі конструкциясымен, максималды жүктемені пайдалану сағаттарының санымен анықталатын токтың экономикалық тығыздығы, алюминий үшін ол бірге тең ($j_{\text{э}} = 1$).

Жұмыс тогы анықталады:

$$I_{\text{жсум}} = \frac{S'_{\text{max}}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{вн}}} \quad (7.24)$$

$$I_{\text{жсум}} = \frac{32,9}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 110} = 0,086 \text{ кА} = 86 \text{ А}$$

$$F_{\text{э}} = \frac{86}{1} = 86 \text{ мм}^2$$

Алынған қима ең жақын стандартты мәнге дейін дөңгелектенеді:

$$F_{\text{э}} = 86 \text{ мм}^2 \approx 120 \text{ мм}^2$$

2.) Таңдалған қиманы тізбектердің бірі ажыратылған кездегі авариялық режимде қыздыру бойынша тексеру қажет:

$$I_{\text{р.ү.}} > I_{\text{ав}} \quad (7.25)$$

Рұқсат етілген ұзақтылық ток анықтама бойынша таңдалады: қима үшін 120 мм²

$$I_{\text{р.ү.}} = 313 \text{ А (ғимарат ішінде)} \text{ және } I_{\text{р.ү.}} = 390 \text{ А (сыртта)}$$

Апаттық ток келесі формула бойынша анықталады:

$$I_{ав} = 2 \cdot I_{жсум} \quad (7.26)$$

$$I_{ав} = 2 \cdot 86 = 172 \text{ A}$$

$$313 \text{ A} > 172 \text{ A}$$

Шарт орындалады

3.) қосымша тәжге тексереміз, өйткені қосалқы станцияда сымдар арасындағы қашықтық желіге қарағанда әлдеқайда аз.

$$E_{0кр} = 30,3 \cdot m \cdot \left(1 + \frac{0,299}{\sqrt{r_0}} \right) \quad (7.27)$$

Мұндағы, m -сым бетінің кедір-бұдырлығын ескеретін коэффициент (көп тармақты сымдар үшін $m = 0.82$);

r_0 -сымның радиусы, см.

$$D_0 = 15,2 \text{ мм} \quad r_0 = 7,6 \text{ мм} = 0,76 \text{ см}$$

$$E_{0кр} = 30,3 \cdot 0,82 \cdot \left(1 + \frac{0,299}{\sqrt{0,76}} \right) = 33,368 \text{ кВ/см}$$

Тәж түріндегі разряд электр өрісінің бастапқы критикалық кернеуінің максималды мәні кезінде пайда болады. Тарамдалмаған сымның бетіне жақын E электр өрісінің кернеулігі мына өрнекпен анықталады:

$$E = \frac{0,354 \cdot U}{r_0 \cdot \lg \frac{D_{ср}}{r_0}} \quad (7.28)$$

Мұндағы, $D_{ср}$ -фазалардың сымдары арасындағы орташа геометриялық қашықтық, фазалардың көлденең орналасуы кезінде $D_{ср} = 1.26 D$;

D -көршілес фазалар арасындағы қашықтық, ($D = 300 \text{ см}$)

$$E = \frac{0,354 \cdot 110}{0,76 \cdot \lg \frac{1,26 \cdot 300}{0,76}} = 19 \text{ кВ/см}$$

Сымдардың көлденең орналасуында орташа сымдағы кернеу (7.28) анықталған мәннен шамамен 7% артық. Егер кез-келген сымның бетіндегі $E_{\max}$ өрісінің ең үлкен кернеуі 0.9 $E_{0\text{кр}}$ -ден аспаса, сымдар тәжге ие болмайды, яғни шарт орындалуы керек:

$$E_{\max} < 0,9 \cdot E_{0\text{кр}} \quad (7.29)$$

$$E_{\max} = 1,07 \cdot E = 1,07 \cdot 19 = 20,33$$

$$20,33 < 0,9 \cdot 33,368$$

$$20,33 < 30,031$$

Тексеруден өтеді

Есептеу тогы ретінде екі фазалы қысқа тұйықталу кезінде ток қабылданады:

$$I_{n0}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{n0}^{(3)} \quad (7.30)$$

$$I_{n0}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 1,905 = 1,65 \text{ кА}$$

7.7.2 Оқшаулағыштарды таңдау

Аспалы оқшаулағыштарды таңдау

Аспалы оқшаулағыштар кернеуге байланысты таңдалады. АТҚ-да иілгіш сымдарды бекіту үшін аспалы және керме гирляндар қолданылады. Аспалы гирляндағы оқшаулағыштардың саны қосалқы станцияның номиналды кернеуіне және қоршаған орта жағдайларына байланысты.

Жоғары жағындағы аспалы оқшаулағыштарды механикалық беріктікке тексермеуге болады, өйткені фазалар арасындағы қашықтық үлкен болады және гирляндадағы оқшаулағыштардың санын таңдағанда механикалық жүктемелер ескерілді (сымның салмағы, жел, мұз және т.б.). Қалыпты типтегі қондырғылар үшін мыналар қолданылады: 110 кВ – гирляндада 6 – 7 оқшаулағыштан.

ПС-70Е шыны желілік аспалы оқшаулағышы 6-500 кВ жоғары кернеулі қосалқы станциялардың әуелік ЭБЖ және АТҚ сымдары мен

найзағайдан қорғайтын тростарын электрлік оқшаулауға және бекітуге арналған.

Техникалық сипаттамалары:

- * 50 Гц кернеуге төтеп беру (жаңбыр астында) - 40 кВ
- * Радио кедергі деңгейі бойынша кернеу - 20 кВ
- * Ең төменгі механикалық бұзушы жүктеме – 70 кН
- * Диаметрі-255 мм
- * Ағып кету жолының ұзындығы-303 мм
- * Салмағы-3,4 кг

Тірек оқшаулағыштарын таңдау

Тірек оқшаулағыштары 10 кВ жағында қатты шиналарға қойылады, шиналардың таңдалған қимасы тек рұқсат етілген ток бойынша тексеріледі.

Шиналар таңдаймыз:

Алюминді, 80 х 6 мм

Шиналардың техникалық сипаттамалары:

$$h = 80 \text{ мм}, b = 6 \text{ мм}, I_{\text{рұқ.}} = 1150 \text{ А}$$

Шиналарды тексеру:

$$I_{\text{рұқ.}} > I_{\text{жұм2}} \quad (7.31)$$

Жұмыс тогы анықталады:

$$I_{\text{жұм2}} = \frac{S'_{\text{max}}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{нн}}} \quad (7.32)$$

$$I_{\text{жұм2}} = \frac{32,9}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 0,95 \text{ кА} = 950 \text{ А}$$

$$1150 \text{ А} > 950 \text{ А}$$

Шарт орындалады

Тірек оқшаулағышын таңдаймыз: С16-80

Техникалық сипаттамалары:

$$U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$$

$$F_{\text{мин. бұз. күш}} = 16 \text{ кН}$$

$$H_{\text{майс.}} = 285 \text{ мм}$$

Тірек оқшаулағыштары таңдалады:

1.) Номиналды кернеу бойынша:

$$U_{орн} \leq U_{ном} \quad (7.33)$$

$$10 \text{ кВ} \leq 10 \text{ кВ}$$

Шарт орындалады

Тірек оқшаулағыштары тексеріледі:

1.) Рұқсат етілген жүктеме бойынша:

$$F_{есеп} \leq F_{рұқ} \quad (7.34)$$

$$F_{рұқ} = 0,6 \cdot F_{бұз} \quad (7.35)$$

$$F_{доп} = 0,6 \cdot 16 = 9,6 \text{ кН}$$

$$F_{бұз} = \sqrt{3} \cdot 10^{-7} \cdot \frac{i_{y\partial 1}^{(3)^2} \cdot l}{a} \cdot K_h \quad (7.36)$$

Мұндағы, l - тірек оқшаулағыштары арасындағы аралықтың ұзындығы ($l = 1,5 \text{ м}$)

a – фазалар арасындағы қашықтық ($a = 60 \text{ см} = 0,6 \text{ м}$)

$$K_h = \frac{H}{H_{уз}} \quad (7.37)$$

$$H = H_{уз} + b + \frac{h}{2} \quad (7.38)$$

$$H = 285 + 6 + \frac{80}{2} = 331 \text{ мм}$$

$$K_h = \frac{331}{285} = 1,161$$

$$F_{бұз} = \sqrt{3} \cdot 10^{-7} \cdot \frac{38046^2 \cdot 1,5}{0,6} \cdot 1,161 = 727,67 \text{ Н} = 0,728 \text{ кН}$$

$$0,728 \text{ кН} \leq 9,6 \text{ кН}$$

Өтпелі оқшаулағыштарды таңдау

Өту оқшаулағыштары 10 кВ жағында қатты шиналарға қойылады, шиналардың таңдалған қимасы тек рұқсат етілген ток бойынша тексеріледі.

Шиналар таңдаймыз:

Алюминді, 80 x 6 мм

Шиналардың техникалық сипаттамалары:

$$h = 80 \text{ мм}, b = 6 \text{ мм}, I_{\text{доп}} = 1150 \text{ А}$$

Тірек оқшаулағыштарын таңдағанда, біз шиналардың таңдалған бөлігін рұқсат етілген ток бойынша тексердік, қайта тексеру қажет емес.

Өтпелі оқшаулағыш таңдаймыз: **ИП-10/3150-3000**

Техникалық сипаттамалары:

$$U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$$

$$I_{\text{ном}} = 3150 \text{ А}$$

$$F_{\text{мин. изг.}} = 30 \text{ кН}$$

Өтпелі оқшаулағыштар таңдалады:

1.) Номиналды кернеу бойынша:

$$\begin{aligned} U_{\text{уст}} &\leq U_{\text{ном}} \\ 10 \text{ кВ} &\leq 10 \text{ кВ} \end{aligned}$$

Шарт орындалады

2.) Номиналды ток бойынша:

$$I_{\text{max}} \leq I_{\text{ном}} \quad (7.39)$$

$$I_{\text{н}} = \frac{S_{\text{н}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}} = \frac{40000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 2309,4 \text{ А}$$

$$I_{\text{max}} = 1,05 \cdot I_{\text{н}} = 1,05 \cdot 2309,4 = 2424,87 \text{ А}$$

$$2424,87 \text{ А} \leq 3150 \text{ А}$$

Шарт орындалады

Өтпелі оқшаулағыштар тексеріледі:

1.) Рұқсат етілген жүктеме бойынша:

$$F_{есен} \leq F_{рұқ}$$

$$F_{бүз} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 10^{-7} \cdot \frac{i_{уд}^{(3)^2} \cdot l}{a} \quad (7.40)$$

Мұндағы, l - тірек окшаулағыштары арасындағы аралықтың ұзындығы ($l = 1,5$ м)

a – а-фазалар арасындағы қашықтық ($a = 60$ см = 0,6 м)

$$F_{бүз} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 10^{-7} \cdot \frac{38046^2 \cdot 1,5}{0,6} = 313,393 \text{ Н} = 0,313 \text{ кН}$$

$$F_{рұқ} \leq F_{мин. майс.} = 30 \text{ кН}$$

$$0,313 \text{ кН} \leq 30 \text{ кН}$$

Тексеруден өтеді

7.7.3 Жоғары кернеулі ажыратқыштарды тандау және тексеру

Жүктемесі бар жоғары кернеулі электр тізбектерін қосуға және ажыратуға, сондай-ақ оларды қысқа тұйықталу кезінде ажыратуға арналған 1000 В-тан жоғары ажыратқыштар жеткілікті ажырату қабілетіне, мүмкіндігінше аз әрекет ету уақытына, жұмыста жоғары сенімділікке ие болуы тиіс. Олар жарылғыш және өртке төзімді, құрылымы қарапайым және қолдануға ыңғайлы болуы керек, олардың өлшемдері, салмағы мен құны минималды болуы керек.

10кВ жағында вакуумды жоғары кернеулі ажыратқышты таңдаймыз:
ВВЭ-М-10-20/630УЗ

Техникалық сипаттамалары:

$$U_{ном} = 10 \text{ кВ}$$

$$I_{ном} = 630 \text{ А}$$

$$I_{дин} = 20 \text{ кА}$$

$$i_{дин} = 52 \text{ кА}$$

$$I_{тер} = 20 \text{ кА}$$

$$t_{тер} = 3 \text{ с}$$

Жоғары кернеулі ажыратқыштар таңдалады:

1.) Номиналды кернеу бойынша:

$$U_{с ном} \leq U_{ном} \quad (7.41)$$

$$10 \text{ кВ} \leq 10 \text{ кВ}$$

Шарт орындалады

2.) Ұзақтылық тоғы бойынша:

$$I_{расч} \leq I_{ном} \quad (7.42)$$

$$I_{расч} = \frac{I_{max}}{N_{10кВ}/2} = \frac{2424,87}{14/2} = 346,41 \text{ А}$$

$$346,41 \text{ А} \leq 630 \text{ А}$$

Шарт орындалады

Жоғары кернеулі ажыратқыштар тексеріледі:

1.) Электродинамикалық тұрақтылығы бойынша:

$$I_{кз 2}^{(3)} \leq I_{дин} \quad (7.43)$$
$$14,542 \text{ кА} \leq 20 \text{ кА}$$

Тексеруден өтеді

$$i_{уд 2} \leq i_{дин} \quad (7.44)$$

$$38 \text{ кА} \leq 52 \text{ кА}$$

Тексеруден өтеді

2.) Термиялық тұрақтылығы бойынша:

$$B_k \leq I_{тер}^2 \cdot t_{лит.} \quad (7.45)$$

$$B_k = I_{пт}^2 \cdot (\tau + T_a) \quad (7.46)$$

Мұндағы, T_a – уақыт тұрақтысы ($T_a = 0,06$)

$I_{пт} = QT$ тоғының периодты құраушысының бастапқы мәні

$$(I_{\pi} = I_{\kappa 2}^{(3)} = 0,06)$$

τ – релелік қорғаныстың әрекет ету уақыты

$$\tau = t_{pc} \cdot t_{св} \cdot n \cdot \Delta t \quad (7.47)$$

$$\tau = 0,1 \cdot 0,1 \cdot 3 \cdot 0,6 = 2 \text{ с}$$

$$B_k = 14542^2 \cdot (2 + 0,06) = 435,628 \text{ М А}^2 \cdot \text{с}$$

$$I_{тер}^2 \cdot t_{\text{длит.}} = 20000^2 \cdot 3 = 1200 \text{ М А}^2 \cdot \text{с}$$

$$435,628 \text{ М А}^2 \cdot \text{с} \leq 1200 \text{ М А}^2 \cdot \text{с}$$

Тексеруден өтеді

Біз 110 кВ жағы үшін жоғары кернеулі ауалық ажыратқышын таңдаймыз:

ВВБК-110Б-50

Техникалық сипаттамалары:

$$U_{ном} = 110 \text{ кВ}$$

$$I_{ном} = 3150 \text{ А}$$

$$I_{дин} = 50 \text{ кА}$$

$$i_{дин} = 128 \text{ кА}$$

$$I_{тер} = 56 \text{ кА}$$

$$t_{тер} = 3 \text{ с}$$

Жоғары кернеулі ажыратқыштар таңдалады:

1.) Номиналды кернеу бойынша:

$$U_{с ном} \leq U_{ном}$$

$$110 \text{ кВ} \leq 110 \text{ кВ}$$

Шарт орындалады

2.) Ұзақтылық тоғы бойынша:

$$I_{расч} \leq I_{ном}$$

$$I_{расч} = \frac{S_{мп}}{\sqrt{3} \cdot U_{нвн}} \cdot 1,05 = \frac{40000}{\sqrt{3} \cdot 110} \cdot 1,05 = 220,443 \text{ A}$$

$$220,443 \text{ A} \leq 3150 \text{ A}$$

Шарт орындалады

Жоғары кернеулі ажыратқыштар тексеріледі:

1.) Электродинамикалық тұрақтылығы бойынша:

$$I_{кз2}^{(3)} \leq I_{дин}$$

$$1,905 \text{ кА} \leq 50 \text{ кА}$$

Тексеруден өтеді

$$i_{уд2} \leq i_{дин}$$

$$4,849 \text{ кА} \leq 128 \text{ кА}$$

Тексеруден өтеді

2.) Термиялық тұрақтылығы бойынша:

$$B_k \leq I_{тер}^2 \cdot t_{длит.}$$

$$B_k = I_{нт}^2 \cdot (\tau + T_a)$$

мұндағы, T_a – уақыт тұрақтысы ($T_a = 0,05$)

$I_{нт} = ҚТ$ тогының периодты құраушысының бастапқы мәні

τ – релелі қорғаныстың әрекет ету уақыты

$$(I_{нт} = I_{кз2}^{(3)} = 0,06)$$

$$\tau = t_{pc} \cdot t_{св} \cdot n \cdot \Delta t$$

$$\tau = 0,1 \cdot 0,1 \cdot 3 \cdot 0,6 = 2 \text{ с}$$

$$B_k = 1905^2 \cdot (2 + 0,05) = 7,44 \text{ М А}^2 \cdot \text{с}$$

$$I_{тер}^2 \cdot t_{длит.} = 56000^2 \cdot 3 = 9408 \text{ М А}^2 \cdot \text{с}$$

$$7,44 \text{ М А}^2 \cdot \text{с} \leq 9408 \text{ М А}^2 \cdot \text{с}$$

7.7.4 Айырғыштарды таңдау

Айырғыш -бұл электр тізбегін токсыз немесе шамалы токпен ажыратуға және қосуға арналған коммутациялық құрылғы, ол қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін ажыратылған күйдегі контактілер арасында оқшаулау саңылауы болады. Айырғышпен жөндеу жұмыстары кезінде кернеуде қалған бөліктер мен жөндеуге шығарылған аппараттар арасында көрінетін үзік пайда болады.

Айырғыштар ішкі және сыртқы қондырғылағар арналған болуы мүмкін. Жерге тұйықтау пышақтарын топсалы немесе ағытпалы түйіспелер жағынан немесе екі жағынан да орналастыруға болады. Жерге тұйықтау пышақтарының басты пышақтар іске қосылған кезде оларды қосуға рұқсат бермейтін механикалық бұғаттағышы болады.

Айырғыштарды қосу және ажырату осы операцияларды қашықтықтан жүргізуге мүмкіндік беретін электр қозғалтқыш жетегімен жүзеге асырылады. Жерге тұйықтау пышақтарын басқару үшін қол иінтіректі жетектер (ПР, ПЧ) пайдаланылады.

10 кВ жағы үшін айырғышты таңдаймыз:

Біз электромагниттік жетегі және жылжымалы элементі бар ажыратқыш таңдадық, сондықтан айырғышты орнатпаймыз.

110 кВ жағы үшін айырғышты таңдаймыз:

РНД-110/1000У1

Техникалық сипаттамалары:

$$U_{ном} = 110 \text{ кВ}$$

$$I_{ном} = 1000 \text{ А}$$

$$i_{дин} = 80 \text{ кА}$$

$$I_{мер} = 31,5 \text{ кА}$$

$$t_{мер} = 4 \text{ с}$$

Айырғыштар таңдалады:

1.) Номиналды кернеу бойынша:

$$U_{с ном} \leq U_{ном}$$

$$110 кВ \leq 110 кВ$$

Шарт орындалады

2.) Ұзақтылық тоғы бойынша:

$$I_{расч} \leq I_{ном}$$

$$I_{расч} = \frac{S_{тр}}{\sqrt{3} \cdot U_{нвн}} \cdot 1,05 = \frac{40000}{\sqrt{3} \cdot 110} \cdot 1,05 = 220,443 А$$

$$220,443 А \leq 1000 А$$

Шарт орындалады

Айырғыштар тексеріледі:

1.) Электродинамикалық тұрақтылығы бойынша:

$$i_{уд2} \leq i_{дин}$$

$$4,849 кА \leq 80 кА$$

Тексеруден өтеді

2.) Термиялық тұрақтылығы бойынша:

$$B_k \leq I_{тер}^2 \cdot t_{длит.}$$

$$B_k = 7,44 М А^2 \cdot с$$

$$I_{тер}^2 \cdot t_{длит.} = 31500^2 \cdot 4 = 3969 М А^2 \cdot с$$

$$7,44 М А^2 \cdot с \leq 3969 М А^2 \cdot с$$

Тексеруден өтеді

Кесте 7.19. Есептік мәліметердің жиынтық кестесі

Таңдау шарттары	Тораптың есептік мәліметтері	Каталогтық деректер	
		Ажыратқыштар	Айырғыштар

10 кВ жағы үшін			
$U_{с ном} \leq U_{ном}$	10 кВ	10 кВ	
$I_{расч} \leq I_{ном}$	346,41 А	630 А	
$I_{кз 2}^{(3)} \leq I_{дин}$	14,542 кА	20 кА	
$i_{уд2} \leq i_{дин}$	38,046 кА	52 кА	
$B_k \leq I_{тер}^2 \cdot t_{лит.}$	435,628 М А ² ·с	1200 М А ² ·с	
110 кВ жағы үшін			
$U_{с ном} \leq U_{ном}$	110 кВ	110 кВ	110 кВ
$I_{расч} \leq I_{ном}$	220,443 А	3150 А	1000 А
$I_{кз 2}^{(3)} \leq I_{дин}$	1,905 кА	50 кА	
$i_{уд2} \leq i_{дин}$	4,849 кА	128 кА	80 кА
$B_k \leq I_{тер}^2 \cdot t_{лит.}$	7,44 М А ² ·с	9408 М А ² ·с	3969 М А ² ·с

7.8 Қосалқы станцияның төменгі кернеу жағына жабдықтарды таңдау және тексеру

7.8.1 Төменгі кернеу жағында ТҚ түрі мен құрылымын таңдау

Жабық орындалған ТҚ ауа құрамында оқшаулау жұмысын нашарлататын немесе жабдық пен шиналарды бұзатын әсері бар жерде орындалады. ЖТҚ қалыпты климатты аудандарда, табиғи желдеткіші бар үй-жайларда, жасанды климатты үй-жайларда пайдалануға арналған.

Қоршаған орта температурасының төменгі мәні қабылданады-25 С. Ең сенімді және ыңғайлы дизайн – бұл жылжымалы элементтері бар ЖТҚ, өйткені олар техникалық қызмет көрсету мен жөндеудің ыңғайлылығын қамтамасыз етеді, қажет болған жағдайда зақымдалған жылжымалы элементтерді ауыстыруға мүмкіндік береді. Майлы және магниттік ажыратқыштары бар ЖТҚ жасалады.

ЖТҚ маркасын таңдаймыз:

К–ХІІ

Техникалық сипаттамалары:

$$U_{ном} = 10 \text{ кВ}$$

$$I_{ном} = 630 \text{ A}$$

$$I_{дин} = 52 \text{ кА}$$

$$I_{тер} = 20 \text{ кА}$$

$$t_{тер} = 3 \text{ с}$$

ЖТҚ таңдалады:

1.) Номиналды кернеу бойынша:

$$U_{с ном} \leq U_{ном}$$

$$10 \text{ кВ} \leq 10 \text{ кВ}$$

Шарт орындалады

2.) Ұзақтылық тоғы бойынша:

$$I_{расч} \leq I_{ном}$$

$$I_{расч} = 346,41 \text{ A}$$

$$346,41 \text{ A} \leq 630 \text{ A}$$

Шарт орындалады

ЖТҚ тексеріледі:

1.) Электродинамикалық тұрақтылығы бойынша:

$$I_{кз 2}^{(3)} \leq I_{дин}$$

$$14,542 \text{ кА} \leq 52 \text{ кА}$$

Тексеруден өтеді

2.) Термиялық тұрақтылығы бойынша:

$$B_k \leq I_{тер}^2 \cdot t_{длит.}$$

$$B_k = 435,628 \text{ М A}^2 \cdot \text{с}$$

$$I_{тер}^2 \cdot t_{длит.} = 20000^2 \cdot 3 = 1200 \text{ М A}^2 \cdot \text{с}$$

$$435,628 \text{ M A}^2 \cdot \text{c} \leq 1200 \text{ M A}^2 \cdot \text{c}$$

Тексеруден өтеді

110 кВ кернеуге арналған тарату құрылғысын таңдау

35 кВ және одан жоғары кернеуде, әдетте, ашық тарату құрылғысы (АТҚ) орындалады.

Ашық тарату құрылғысы (АТҚ) — жабдығы ашық ауада орналасатын тарату құрылғысы. АТҚ-ның барлық элементтері бетон немесе металл негіздерге орналастырылады. Элементтер арасындағы қашықтық ПУЭ сәйкес таңдалады. 110 кВ және одан жоғары кернеуде жұмыс кезінде майды пайдаланатын құрылғылардың астында (май трансформаторлары, ажыратқыштар, реакторлар) қиыршық тастармен толтырылған ойықтары бар – май қабылдағыштар жасалады. Бұл шара өрттің пайда болу ықтималдығын азайтуға және осындай құрылғылардағы апат кезінде зақымдануды азайтуға бағытталған.

АТҚ құрастырмалы шиналары қатты құбырлар түрінде де, иілгіш сымдар түрінде де орындалуы мүмкін. Қатты құбырлар тіректерге тіреуіш оқшаулағыштардың көмегімен бекітіледі, ал иілгіш құбырлар аспалы оқшаулағыштардың көмегімен порталдарға ілінеді. АТҚ орналасқан аумақ міндетті түрде қоршалады.

7.8.2 Шина көпірін таңдау және тексеру

Шина көпірі – трансформаторды төменгі кернеулі тарату құрылғысымен байланыстырады (ТК ТҚ). Шина көпірі ретінде иілмелі және қатты шиналарды, сондай-ақ кешенді тоқ өткізгіш сымдарды пайдалануға болады.

Шина көпірі токтың экономикалық тығыздығы бойынша таңдалады және ұзақ рұқсат етілген токпен тексеріледі.

Шиналар таңдалды:

$$80 \times 6 \text{ мм}$$

Шиналардың техникалық сипаттамалары:

$$h = 80 \text{ мм}, b = 6 \text{ мм}, I_{\text{рұқ.}} = 1150 \text{ А}$$

Шина көпірі тексеріледі:

1.) Бұзушы күшке:

$$F_{бүз} \leq F_{рұқ}$$

$$0,695 \text{ кН} \leq 9,6 \text{ кН}$$

Тексерістен өтеді

2.) Иілу моментіне:

$$\sigma_{есен} \leq \sigma_{рұқ} \quad (7.48)$$

Мұндағы, $\sigma_{рұқ}$ - Шина материалындағы рұқсат етілген механикалық кернеуі

$$\sigma_{рұқ} = 0,7 \cdot \sigma_{бүз} \quad (7.49)$$

Мұндағы, $\sigma_{разр}$ - Шина материалындағы үзілісті тудыратын механикалық кернеу (алюминий үшін 60...70 МПа)

$$\sigma_{рұқ} = 0,7 \cdot 60 = 42 \text{ МПа}$$

Иілу моментінің әсерінен пайда болатын шиналар материалындағы кернеу:

$$\sigma_{есен} = \frac{M}{W} \quad (7.50)$$

Июші моментті анықтаймыз:

$$M = \frac{F_{есен} \cdot l}{10} \quad (7.51)$$

$$M = \frac{695,105 \cdot 1,5}{10} = 104,266 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Біз шиналарды тегіс орналастырамыз, содан кейін шинаның қарсылық моменті тең болады:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} \quad (7.52)$$

$$W = \frac{6 \cdot 80^2}{6} = 6,4 \text{ см}^3$$

$$\sigma_{есен} = \frac{104,266}{6,4} = 16,292 \text{ МПа}$$

$$16,292 \text{ МПа} \leq 42 \text{ МПа}$$

Тексеруден өтеді

Әрі қарай тексерудің қажеті жоқ, өйткені барлық негізгі қажетті шарттар орындалады.

7.8.3 Жинақ шиналарды таңдау және тексеру

Кернеуі 35 кВ дейінгі қондырғыларда тікбұрышты көлденең қиманың құрама шиналары қолданылады, олар қатты қиманың дөңгелек шиналарына қарағанда үнемді. Көлденең шинамен қимасы бірдей болған кезде тікбұрышты шиналар салқындату бетінің үлкен болуына байланысты жақсы салқындатылады.

Экономикалық ток тығыздығы бойынша барлық кернеулердің құрама шиналарының көлденең қимасы жұмыс тогының бөлінуіндегі белгісіздікке, жұмыс режиміне және экономикалық әсерді анықтаудағы еңбек сыйымдылығына байланысты таңдалмайды. Көрсетілген шиналар рұқсат етілген жүктеме тогы бойынша таңдалады.

Құрама шиналарды әртүрлі жұмыс режимдерінде, генераторлардың немесе трансформаторлардың біреуі ажыратылған кезде және т.б. мүмкін болатын ток таралуын ескере отырып таңдау керек. Сонымен қатар, егер ұяшық түрі таңдалса, онда ОК тарату құрылғысының шиналары шынымен таңдалды деп есептеген жөн. Олардың номиналды токтары көрсетілген және тек осы ұяшықтарды есептелген мәндермен салыстыру қажет.

Құрама шиналарды тексеру:

$$I_{р\text{ұк}} \geq I_{ж\text{ұм}2} \quad (7.53)$$

$$1150 \text{ А} \geq 950 \text{ А}$$

Тексеруден өтеді

7.8.4 Шығыс желілерін таңдау және тексеру

Кабель желілерін таңдау және тексеру

Кабельдік желі – электр энергиясын, оның жекелеген импульстарын немесе оптикалық сигналдарын беруге арналған және қораптарда, иілгіш құбырларда, науаларда, роликтерде, тростарда техникалық құжаттама талаптарына сәйкес салынған жалғағыш, тоқтатқыш және соңғы муфталары (тығыздағыштары) және бекіту

бөлшектері бар бір немесе бірнеше параллель кабельдерден (сымдардан, ток өткізгіштерден) тұратын желі сондай-ақ тікелей қабырғалар мен төбелердің беті бойынша және құрылыс конструкцияларының қуыстарында немесе басқа да тәсілдермен жүргізіледі.

Кабель маркасын таңдайыз:

ААГ–3х240

$$I_{p\dot{y}k} = 355 \text{ A}$$

Кабель желілері таңдалады:

1.) Номиналды кернеу бойынша:

$$U_{opn} \leq U_{nom}$$

$$10 \text{ кВ} \leq 10 \text{ кВ}$$

Шарт орындалады

Таңдалған кабельдер тексеріледі:

1) Рұқсат етілген ток бойынша:

$$I_{max} \leq I_{p\dot{y}k} \quad (7.54)$$

Мұндағы, I_{max} – кабель арқылы өтетін ең жоғары ток;

$I_{p\dot{y}k}$ – жерге жақын орналасқан k_1 кабельдерінің санына және k_2 қоршаған орта температурасына түзетуді ескере отырып, ұзақ берілетін рұқсат етілген ток.

$$I_{p\dot{y}k} = k_1 \cdot k_2 \cdot I_{p\dot{y}k} \quad (7.55)$$

Мұндағы, k_1 – қоршаған ортаның температурасына байланысты оқшауланған кабельдер үшін токтарды түзету коэффициенті. Жердің температурасын $t_{жер} = 5^\circ\text{C}$ және кабель температурасын $t_0 = 15^\circ\text{C}$ қабылдай отырып, коэффициент $k_1 = 1,08$ болады.

k_2 – қатар жерге салынған кабельдердің санын ескеретін түзету коэффициенті. 200 мм кабельдер арасындағы қашықтықты алып, 100% жүктелген кабельдер саны 7-ге тең болса, коэффициент $k_2 = 0,8$ болады

$$I_{p\dot{y}k} = 1,08 \cdot 0,8 \cdot 355 = 306,72 \text{ A}$$

Есептік ток үшін трансформатор тогын қабылдаймыз:

$$I_{ecen} = \frac{S_{mp}}{\sqrt{3} \cdot U_{HH}} \quad (7.56)$$

$$I_{ecen} = \frac{S_{mp}}{\sqrt{3} \cdot U_{HH}} = \frac{32,9}{\sqrt{3} \cdot 10} = 1,9 \text{ кА}$$

14 - тің ішіндегі 1 кабельдің максималды тоғы:

$$I_{max} = \frac{I_{ecen}}{14} = \frac{1900}{14} = 135,7 \text{ А}$$

$$135,7 \text{ А} \leq 306,72 \text{ А}$$

Тексеруден өтеді

2.) Термиялық тұрақтылығы бойынша:

$$q_{min} \leq q_{каб} \quad (7.57)$$

Мұндағы, q_{min} – термиялық тұрақтылығы бойынша кабельдің ең аз рұқсат етілген қимасы.

$q_{каб}$ – таңдалған кабель маркасының қимасы, 240 мм^2

$$q_{min} = \frac{\sqrt{B_K}}{C} \quad (7.58)$$

Мұндағы, C – көлденең қимадағы токтың рұқсат етілген мәні. Алюминий үшін – $94 \text{ А} \cdot \sqrt{\text{с/мм}^2}$

$$B_K = 435,628 \text{ МВА}^2 \cdot \text{с}$$

$$q_{min} = \frac{\sqrt{B_K}}{C} = \frac{\sqrt{435628000}}{94} = 222,04 \text{ мм}^2$$

$$222,04 \text{ мм}^2 \leq 240 \text{ мм}^2$$

Тексеруден өтеді

7.8.5 Өлшеуіш ток трансформаторларын таңдау және тексеру

Ток трансформаторлары бастапқы токты өлшеу құралдары мен реле үшін ең ыңғайлы мәндерге дейін азайтуға арналған. (5 А, сирек 1 немесе 2,5 А), сондай-ақ жоғары кернеулі бірінші ретті тізбектерден басқару және қорғау тізбектерін бөлу үшін. ТҚ-да қолданылатын ток трансформаторлары бір уақытта өткізгіш оқшаулағыштың рөлін атқарады (ТПЛ, ТПОЛ). Жинақты ТҚ-да токтың тірек - өту (өзекті) трансформаторлары-ТЛМ, ТПЛК, ТНЛМ, шиналық – ТШЛ қолданылады. 35 кВ және одан жоғары ТҚ - да ТҚ типіне және оның кернеуіне байланыстыенгізілмелі тоқ трансформаторлары қолданылады.

Ток трансформаторын таңдаймыз:

ТВТ10-I-5000/5

Техникалық сипаттамалары:

$$U_{ном} = 10 \text{ кВ}$$

$$I_{ном} = 5000 \text{ А}$$

$$K_{дин} = 10$$

$$K_{тер} = 28$$

$$t_{тер} = 3 \text{ с}$$

Ток трансформаторы таңдалады:

1.) Номиналды кернеу бойынша:

$$U_{уст} \leq U_{ном}$$

$$10 \text{ кВ} \leq 10 \text{ кВ}$$

Шарт орындалады

2.) Ұзақтылық тоғы бойынша:

$$I_{расч} \leq I_{ном1}$$

$$I_{расч} = \frac{1,4 \cdot S_{ном}}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = \frac{1,4 \cdot 40}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 3079,2 \text{ А}$$

$$3079,2 \text{ А} \leq 5000 \text{ А}$$

Шарт орындалады

Ток трансформаторы тексеріледі:

1.) Электродинамикалық тұрақтылығы бойынша:

$$\sqrt{2} \cdot I_{ном1} \cdot K_{дин} \geq i_{уд} (759)$$

$$\sqrt{2} \cdot 5000 \cdot 10 \geq 38,046 \text{ кА}$$

$$70,7 \text{ кА} \geq 38,046 \text{ кА}$$

Тексерістен өтеді

2.) Термиялық тұрақтылығы бойынша:

$$(I_{ном1} \cdot K_{тер})^2 \cdot t_{тер} \geq B_k (7.60)$$

$$B_k = 435,628 \text{ М А}^2 \cdot \text{с}$$

$$(5000 \cdot 28)^2 \cdot 3 \geq 435,628 \text{ М А}^2 \cdot \text{с}$$

$$58800 \text{ М А}^2 \cdot \text{с} \geq 435,628 \text{ М А}^2 \cdot \text{с}$$

Тексерістен өтеді

3.) Номиналды екінші ретті жүктеме бойынша:

Жерге қосылмаған тізбектерде А және С екі фазасында ток трансформаторларының болуы жеткілікті, өлшеу құралдарынан ток трансформаторларының жүктемелері анықталады. Себебі шығатын желілердің саны 14-ке тең, біз 10 желіні 2 қосымша трансформаторға 5-тен бөлеміз, ал қалған 4-ті бірінші трансформаторға бағыттаймыз.

Кесте 7.20. Ток трансформаторларын есептеу және таңдау мәліметтері

Аспаптың атауы	Тип	Желілер саны	Фазалық жүктеме		
			А		
Амперметр	Н-377	1 негізгі + 4 шығыс желілер	0,1	Амперметр	Н-377
Активті энергия санауышы	САЗ-И673		2,5	Активті энергия санауышы	САЗ-И673
Реактивті	СР4-И676		2,5	Реактивті	СР4-

энергия санауышы				энергия санауышы	И676
Барлығы		5	5,1	Барлығы	

Ең көп жүктелген фаза А:

$$S_{приб} = 5 \cdot 5,1 = 25,5 \text{ ВА}$$

$$r_{приб} = \frac{S_{приб}}{I_2^2} = \frac{25,5}{5^2} = 1,02 \text{ Ом}$$

Сымдардың кедергісін анықтаймыз:

$$r_{пров} = \frac{p \cdot l}{q} \quad (7.61)$$

Мұндағы, q – алюминий сымының қимасы ($q = 4 \text{ мм}^2$)
 l – сымның ұзындығы ($l = 5 \text{ м}$)

$$r_{пров} = \frac{0,0283 \cdot 5 \cdot \sqrt{3}}{4} = 0,061 \text{ Ом}$$

Түйіспелер кедергісі:

$$r_{конт} = 0,05 \text{ Ом}$$

Екінші ретті тізбектің толық кедергісі:

$$r_2 = r_{приб} + r_{пров} + r_{конт} \quad (7.62)$$

$$r_2 = 1,02 + 0,061 + 0,05 = 1,131 \text{ Ом}$$

Паспорттық және есептік мәліметтерді салыстырамыз:

$$r_{2н} \geq r_2 \quad (7.63)$$

$$r_{2н} = 1,2 \text{ Ом}$$

$$1,2 \geq 1,131 \text{ Ом}$$

Тексеруден өтеді

Бірінші трансформаторда желілердің жалпы саны 5-ке тең, ал екі қосымша трансформаторға 10 желі 5-ке бөлінеді, содан кейін ток трансформаторларын есептеу және таңдау кестелері П13.1 кестесін қайталайды. Сонымен, қосымша трансформаторлар да тексеруден өтеді.

Жалпы, орнату үшін үш ток трансформаторы есептеледі.

7.8.6 Өлшеуіш кернеу трансформаторларын таңдау және тексеру

Кернеу трансформаторы жоғары кернеуді 100 немесе $100\sqrt{3}$ В стандартты мәніне дейін төмендетуге және өлшеу тізбектерін және релелік қорғанысты бірінші ретті жоғары кернеу тізбектерінен бөлуге арналған. Тағайындалуына байланысты орамалардың әртүрлі тізбектері бар кернеу трансформаторларын қолдануға болады.

Кесте 7.21.Кернеу трансформаторларын есептеу және таңдау мәліметтері

Аспап	Орнату орыны	Тип	Қуат орамалар	n обм.	Cos φ	Sin φ	Аспаптар саны	Жалпы қуат тұтыну	
								P, Вт	Q, вар
Вольтметр	Құрама шиналар	3335	2	1	1	0	1	2	0
Активті энергия санауышы	Трансформатордан Кіріс 10 кВ.	САЗ И-673	2,5	3	1	0	1	7,5	0
Реактивті энергия санауышы		СРЧ И-676	2,5	3			1	7,5	0
Активті энергия санауышы	Шығатын желілер	САЗ И-673	2,5	3	1	0	7	52,5	0
Реактивті энергия санауышы		СРЧ И-676	2,5	3			7	52,5	0
Активті энергия санауышы	ӨМТ	САЗ И-673	2,5	3	1	0	2	15	0
Барлығы								137	0

Кернеу трансформаторын таңдаймыз:

НТМК-10-У4

$U_H = 10 \text{ кВ}$

$$S_{\text{НОМ}} = 120 \text{ ВА}$$

Дәлдік класы– 0,5

Кернеу трансформаторлары таңдалады:

1) кернеу бойынша:

$$\begin{aligned} U_{\text{сНОМ}} &\leq U_{\text{НОМ}} \\ 10 \text{ кВ} &\leq 10 \text{ кВ} \end{aligned}$$

Шарт орындалады

Кернеу трансформаторлары тексеріледі:

1.) Екінші ретті жүктеме бойынша:

$$S_{2S} \leq S_{\text{НОМ}} \quad (7.64)$$

Мұндағы, $S_{\text{НОМ}}$ - таңдалған дәлдік класындағы кернеу трансформаторының номиналды қуаты;

S_{2S} – кернеу трансформаторына қосылған барлық аспаптар мен реленің жүктемесі, ВА;

$$S_{2S} = \sqrt{P_{\text{приб}}^2 + Q_{\text{приб}}^2} \quad (7.65)$$

$$S_{2S} = \sqrt{P_{\text{приб}}^2 + Q_{\text{приб}}^2} = \sqrt{137^2 + 0^2} = 137 \text{ ВА}$$

$$137 \text{ ВА} \leq 120 \text{ ВА}$$

Шарт орындалмайды

Кернеу трансформаторының қуаты талап етілгеннен аз болғандықтан, ашық үшбұрыш схемасы бойынша қосылған НОМ–10–6 екі үш фазалы трансформаторларды қосымша орнату көзделеді, жалпы қуаты $2 \cdot 75 = 150 \text{ ВА}$.

Барлық орнатылған трансформаторлардың толық қуаты:

$$S_{\text{НОМ}} = 120 + 150 = 270 \text{ ВА}$$

$$137 \text{ ВА} \leq 270 \text{ ВА}$$

Тексерістен өтті

Трансформаторларды құрылғылармен қосу үшін АКВРГ 2,5 мм² басқару кабелін қабылдаймыз

7.8.7 Өзіндік қажеттілік трансформаторларын таңдау

Электрмен жабдықтау желілерінің қосалқы станцияларында қызмет көрсететін жабдықтың көптеген бірліктері жұмыс істейді. Осындай тұтынушылар үшін өзіндік қажеттілік трансформаторы (ӨҚТ) қолданылады. Агрегат әртүрлі санаттағы нысандар үшін қолайлы осындау қондырғылардың жұмысын тұрақтандырады. Трансформатор құрылғысының бұл түрі тұтынушылардың дұрыс жұмыс істеуі үшін кернеуді төмендетеді.

Шамамен есептеулер бойынша қосалқы станцияның өзіндік қажеттіліктері үшін тұтынылатын қуат қосалқы станцияның жалпы қуатының шамамен 1 пайызын құрайды:

$$S_H = 0,01 \cdot S_{\max} \quad (7.66)$$

Сұраныс коэффициентін ескере отырып, ӨҚТ қуаты:

$$S_{TCH} = k_c \cdot S_H \quad (7.67)$$

$$S_H = 0,01 \cdot 32,9 = 329 \text{ кВА}$$

$$S_{TCH} = 0,7 \cdot 329 = 230,3 \text{ кВА}$$

Біз өзіндік қажеттіліктеріміздің трансформаторын таңдаймыз:

ТСЗ–250/10

Өзіндік қажеттілік трансформаторы тексеріледі:

1.) Қуаты бойынша:

$$S_{TCH} \leq S_{H.\text{тр-тора}} \quad (7.68)$$

$$230,3 \text{ кВА} \leq 250 \text{ кВА}$$

Тексерістен өтті

Біз осы типтегі өзіндік қажеттіліктердің екі трансформаторын орнатамыз.

7.9 Қосалқы станцияның жерлендіру құрылғыларын есептеу

Қызмет көрсетуші персоналдың жанасу кернеуімен және қадамдық кернеумен зақымданудан қауіпсіз жұмыс жағдайын қамтамасыз ету үшін қалыпты кернеуде тұрмайтын, бірақ оқшаулау зақымданған кезде кернеу пайда болуы мүмкін электр жабдығының барлық бөліктерін сенімді жерлендіру қажет.

Жерлендіргіш құрылғысы жерге тұйықтағыштар мен жерге қосу өткізгіштерінен тұрады. Жерлендіргіш – бұл металл өткізгіш (құбыр, бұрыш) немесе жермен тікелей байланыста болатын өткізгіштер тобы. Жерлендіргіш өткізгіштері (жолақ, дөңгелек жайма) жерлендіргіштерді өзара қосу және оларды жабдықтың жерге тұйықтау бөліктерімен қосу үшін қызмет етеді.

Жерлендіргіш ретінде көбінесе ұзындығы 2-3 м, диаметрі 35-50 мм, қабырғасының қалыңдығы кемінде 4 мм немесе қабырғаларының қалыңдығы 50x50, 35x50 бұрыштары кемінде 5 мм болатын тігінен қағылған құбырлар қолданылады. 0,5-0,7 м тереңдіктегі жерге тұйықталған құбырлар (бұрыштар) болат жолақтармен электр доғалы дәнекерлеу арқылы жалғанады. Жерге төсеу кезінде болат жолақтардың рұқсат етілген ең аз қимасы 48 мм² болуы керек.

Кернеуі 1000 В жоғары электр қондырғылары үшін жерлендіргіш құрылғысы пайдаланылады.

Есептеу үшін мәліметтер:

110 кВ- жағында жерге тұйықталу кезінде жерлендіргіш арқылы өтетін ең үлкен ток - 1,905 кА

Құрылыс орнындағы топырақ – саздақ ($\rho_{yd}=100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$)

Қосымша трос жүйесі ($R_e=1,2 \text{ Ом}$)

Есептеу жүргіземіз:

1.) Жерге тұйықталу тогы:

$$I_3 = \frac{I_{кз2}}{3} (7.69)$$

$$I_3 = \frac{I_{кз2}}{3} = \frac{1,905}{3} = 0,635 \text{ кА} = 635 \text{ А}$$

2.) Есептеу кедергісін анықтаймыз:

$$R_{3м} = \frac{250}{I_3} (7.70)$$

$$R_{3M} = \frac{250}{635} = 0,394 \text{ Ом}$$

Сонымен қатар, қосымшы жерлендіргіш ретінде 1,2 Ом кедергісі бар трос-тірек жүйесі қолданылады.

3.) Жасанды жерлендіргіштің кедергісін анықтаймыз:

$$\frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_{3M}} - \frac{1}{R_e} \quad (7.71)$$

$$\frac{1}{R_3} = \frac{1}{0,394} - \frac{1}{1,2} = 1,705$$

$$R_3 = \frac{1}{1,705} = 0,587$$

4.) Топырақтың есептік меншікті кедергісін анықтаймыз.:

Жерлендіргішті қосу құрылысының орнында саздақ топырақтың нақты кедергісі 100 Ом·м. Орал қаласы үшін арттыру коэффициенттері (2 климаттық аймақ) көлденең созылған электродтар үшін 4,5 және тік өзекті электродтар үшін 1,8 тең қабылданады. (100 Ом)

($K_{\text{клим}1} = 4,5$, $K_{\text{клим}2} = 1,8$)

Көлденең электродтардың нақты кедергісі:

$$\rho_{\text{расч.г}} = K_{\text{клим}1} \cdot \rho_{\text{уд}} \quad (7.72)$$

$$\rho_{\text{расч.г}} = 4,5 \cdot 100 = 450 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

Тік электродтардың нақты кедергісі:

$$\rho_{\text{расч.в}} = K_{\text{клим}2} \cdot \rho_{\text{уд}} \quad (7.73)$$

$$\rho_{\text{расч.в}} = 1,8 \cdot 100 = 180 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

5.) Бір тік электродтың таралу кедергісін анықтаймыз:

$$R_{\text{о.в.э.}} = \frac{\rho_{\text{расч.в}}}{2\pi l} \cdot \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right) \quad (7.74)$$

$$l = 2 \text{ м}, t = 1,5 \text{ м}, d = 0,08 \text{ м}$$

$$R_{\text{о.в.э.}} = \frac{180}{2 \cdot 3,14 \cdot 2} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 2}{0,08} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 1,5 + 2}{4 \cdot 1,5 - 2} \right) = \frac{180}{12,56} \cdot \left(\ln 50 + \frac{1}{2} \cdot \ln 2 \right) = 61,031 \text{ Ом}$$

6.) Алдын ала қабылданған пайдалану коэффициенті кезінде тік жерлендіргіштердің шамамен санын анықтаймыз: $K_{u.6} = 0,6$:

$$n = \frac{R_{o.6.э.}}{K_{u.6} \cdot R_u} \quad (7.75)$$

$$n = \frac{61,031}{0,6 \cdot 0,857} = 118,691 = 119$$

7.) Жолаққа таралу кедергісін анықтаймыз:

Біз көлденең электродтар жолағының таралу кедергісін анықтаймыз – бұрыштардың жоғарғы ұштарына дәнекерленген 40x4 мм² жолақтар. 100-ге жуық бұрыштар саны бар тізбектегі байланыстырушы жолақты пайдалану коэффициенті және тік электродтар арасындағы қашықтықтың олардың ұзындығына қатынасы $a/l = 1$.

$$R_{u.э.э.} = \frac{1}{K_{u.э.э.}} \cdot \frac{\rho_{расч.э.}}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \frac{2l^2}{b \cdot t} \quad (7.76)$$

$$K_{u.э.э.} = 0,19, l = 1420 \text{ м}, t = 0,52 \text{ м}, b = 0,04 \text{ м}$$

$$R_{u.э.э.} = \frac{1}{0,19} \cdot \frac{450}{2 \cdot 3,14 \cdot 1420} \cdot \ln \frac{2 \cdot 1420^2}{0,04 \cdot 0,52} = 5,068 \text{ Ом}$$

8.) Тік электродтардың нақтыланған кедергісін анықтаймыз:

$$R_{э.э.} = \frac{R_{u.э.э.} \cdot R_э}{R_{u.э.э.} - R_э} \quad (7.77)$$

$$R_{э.э.} = \frac{5,068 \cdot 0,587}{5,068 - 0,587} = 0,664$$

9.) Тік электродтардың нақтыланған санын анықтаймыз:

Тік электродтардың нақтыланған саны келесі мәндермен анықталады:

$$K_{u.6} = 0,36, n = 100, a/l = 1$$

$$n = \frac{R_{o.6.э.}}{K_{u.6} \cdot R_{э.э.}} \quad (7.78)$$

$$n = \frac{61,031}{0,36 \cdot 0,664} = 255,317 = 256$$

Осылайша, ұзындығы 2 м және 0,5 м тереңдікке көмілген өзекшенің саны жерден жерлендіргіш құрылғысының кедергісі жағдайында өзекшенің жоғарғы басына дейін кемінде 256 дана болуы керек.

Жерлендіргіш жабдықтың өлшемдерін 27 м-ден 45 м-ге дейін, ал іргелес өзекшелер арасындағы қашықтық 2 м-ге дейін 15 өзек, ал қатарда 25 қажет болады. Барлығы 375 дана.

$$256 \leq 375$$

Шарт орындалады

10.) Термиялық тұрақтылыққа тексереміз:

40 x 4 мм² жолақ термиялық тұрақтылыққа тексеріледі.

Қысқа тұйықталу тогының келтірілген өту уақыты $t_n=1,1$ с жерге қысқа тұйықталу кезіндегі термиялық тұрақтылық шартынан жолақтың ең аз қимасы $t_n=1,1$ с:

$$S = I_{\text{кз 2}}^{(3)} \cdot \frac{\sqrt{t_n}}{C} (7.79)$$

$$S = 14542 \cdot \frac{\sqrt{1,1}}{112} = 136,177 \text{ мм}^2 \approx 136,2 \text{ мм}^2$$

$$40 \times 4 = 160 \text{ мм}^2 \geq 136,2 \text{ мм}^2$$

Тексерістен өтті

Осылайша, 40 x 4 мм² термиялық тұрақтылық шартын қанағаттандырады.

Қосалқы станция жабдығын атмосфералық кернеуден қорғау

Атмосфералық шамадан тыс кернеу – электр қондырғыларындағы (электр беру желілері, АТҚ, ЖТҚ, ЖЭО, электр станцияларының жарылыс және өрт қауіпті үй-жайлары және т. б.) жылдың найзағай кезеңдерінде зақымданулар мен авариялық ажыратулардың негізгі себептерінің бірі

Толқындық шамадан тыс жүктеме кезінде найзағайдың тікелей соққысы нәтижесінде электр қондырғыларының элементтерінде пайда болатын шамадан тыс кернеулер жабдықтың бұзылуына және электрмен жабдықтаудың үзілістеріне әкеліп қана қоймайды, сонымен қатар адамдар мен жануарларға, әсіресе ТК электр қондырғыларына айтарлықтай қауіп төндіреді. Сондықтан атмосфералық кернеуден қорғаныс құрылғыларын

таңдаудың дұрыстығы өте маңызды міндет болып табылады, оның шешімі жабдықтың тұтастығына, тұтынушыларды электрмен жабдықтаудың сенімділігіне және адамдар мен жануарлардың қауіпсіздігіне байланысты.

Найзағайдан қорғаудың таңдалған нұсқасы техникалық жағынан да (әрекеттің тиімділігі) және экономикалық жағынан да ең жетілдірілген болуы керек.

Найзағайдың тікелей соққыларынан қорғау үшін трос және өзекті жайтартқыштар қолданылады:

- тростық жайтартқыштар – созылған объектілерді қорғау үшін қолданылады (электр беру желілері және қосалқы станциялар мен электр станцияларына жақындау және т. б.);

- өзекті жайтартқыштар - шоғырланған объектілерді қорғау үшін қолданылады (станциялар мен қосалқы станциялардың АТК, жеке құрылымдар және т.б.).

Есептеулерге арналған мәліметтер:

Найзағайдан қорғау түрі – қосарланған трос

Найзағайдың орташа жылдық ұзақтығы, 10 жыл ішінде – Орал қаласы үшін 40-тан 60-қа дейін (t_{cp} ч/год)

мұндағы, h_x – қорғалатын ғимаратың биіктігі, м ($h_x = 8,5$ м)

$n - i$ ғимарат немесе құрылыс орналасқан жердегі жер бетіндегі 1 км^2 найзағай соққысының орташа жылдық саны (яғни найзағай соққысының меншікті тығыздығы), $1/(\text{км}^2 \cdot \text{год})$

i

Мұндағы, $L - i$ екі өзекті жайтартқыштардың арасындағы қашықтық, м i)

$a - i$ тростың тіректері арасындағы аралықтың ұзындығы, м
($a = 45$ м)

$h_{on} - i$ Трос тірегінің биіктігі, м
($h_{on1} = h_{on2} = 16$ м)

1) бірдей биіктіктегі қос тростық жайтартқыштардың А аймағы үшін найзағайдан қорғау параметрлерін анықтаймыз:

$$h = h_{on} - 2 \quad (7.80)$$

$h - i$ өзекті жайтартқыштың толық биіктігі, м

$$h = 16 - 2 = 14 \text{ м}$$

$$h_0 = 0,85 \cdot h \quad (7.81)$$

мұндағы, h_0 – қорғалатын құрылыстың жер деңгейіндегі қорғау радиусы, м
 $h_0 = 0,85 \cdot 14 = 11,9$ м

$$r_0 = (1,35 - 25 \cdot 10^{-4} \cdot h) \cdot h \quad (7.82)$$

мұндағы, r_0 – қорғалатын құрылыстың жер деңгейіндегі қорғау радиусы, м

$$r_0 = (1,35 - 25 \cdot 10^{-4} \cdot 14) \cdot 14 = 18,41 \text{ м}$$

$$h_c = h_0 - (0,14 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot h) \cdot (L - h) \quad (7.83)$$

мұндағы, h_c – қос өзекті жайтартқыштың ортаңғы бөлігінің биіктігі, м

$$h_c = 11,9 - (0,14 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot 14) \cdot (27 - 14) = 10 \text{ м}$$

$$r_c = r_0 = 18,41$$

мұндағы, r_c – қос өзекті жайтартқыштың ортаңғы бөлігінің ені, м

$$r_{cx} = r_0 \cdot (h_c - h_x) \cdot \frac{1}{h_c} \quad (7.84)$$

r_{cx} – соңында жазамын

$$r_{cx} = 18,41 \cdot (10 - 8,5) \cdot \frac{1}{8,5} = 3,25 \text{ м}$$

$$r_x = (1,35 - 25 \cdot 10^{-4} \cdot h) \cdot (h - 1,2 \cdot h_x) \quad (7.85)$$

мұндағы, r_x – қорғалатын құрылыстың биіктігіндегі қорғаныс радиусы, м

$$r_x = (1,35 - 25 \cdot 10^{-4} \cdot 14) \cdot (14 - 1,2 \cdot 8,5) = 5 \text{ м}$$

2) қорғалатын құрылыстың максималды өлшемдерін анықтаймыз:

$$A = a + 2 \cdot r_{cx} \quad (7.86)$$

мұндағы, A – ғимараттың немесе құрылыстың ұзындығы, м

$$A = 45 + 2 \cdot 3,25 = 51,5 = 51 \text{ м}$$

$$B = h + 2 \cdot r_x (7.87)$$

мұндағы, B – i ғимараттың немесе құрылыстың ені, м

$$B = 27 + 2 \cdot 5 = 37 \text{ м}$$

$$H = h_c = 10 \text{ м} (7.88)$$

мұндағы, H – i құрылыстың биіктігі, м

$$A \times B \times H = 51 \times 37 \times 10 \text{ м}$$

3) найзағайдан қорғау болмаған кезде A аймағында қорғалатын объектінің ықтимал зақымдануын анықтаймыз:

$$N = \left[(B + 6 \cdot h_x) \cdot (A + 6 \cdot h_x) - 7,7 \cdot h_x^2 \right] \cdot n \cdot 10^{-6} (7.89)$$

мұндағы, N – i жылына найзағаймен зақымданудың күтілетін саны

$$N = \left[(37 + 6 \cdot 8,5) \cdot (51 + 6 \cdot 8,5) - 7,7 \cdot 8,5^2 \right] \cdot 4 \cdot 10^{-6} = 3,4 \cdot 10^{-3}$$

$$N = 3,4 \cdot 10^{-3} \text{ найзағайдың түсуі}$$

ҚОРЫТЫНДЫ

Электр қосалқы станцияларын (қосалқы станцияларды) жобалау – бұл электр жабдықтарының құрамы, электр қосылыстарының негізгі схемалары, тарату құрылғыларының орналасуы мен құрылымдары туралы шешім қабылдау мен дайындаудың күрделі процесі.

Қосалқы станцияны жобалау кезінде технологиялық процестердің жоғары деңгейін, экономикалық тиімділікті, экологиялық қауіпсіздікті және қоршаған ортаны қорғауды, сондай-ақ қолданылатын жабдық пен конструктивтік элементтердің жөндеуге жарамдылығын қамтамасыз ететін озық жобалық шешімдерді енгізе отырып, тұтынушыларды электрмен сенімді және сапалы жабдықтауды қамтамасыз ету қажет.

Қосалқы станцияны жобалау "Электр қондырғыларын орнату ережелері", "Энергия жүйелерін дамытуды жобалау жөніндегі әдістемелік ұсынымдар" талаптары мен ұсынымдарын, сондай-ақ электр желісі кешенін дамыту жөніндегі өзге де салалық нормалар мен нұсқаулықтарды қамтитын қолданыстағы нормативтік-техникалық база шеңберінде іске асырылуы тиіс.

Тарату тораптық кешенінде жаңа қосалқы станция салу немесе жұмыс істеп тұрған энергия объектісін техникалық қайта жарақтандыру электр энергиясын тұтынушылардың (тұтынушылар тобының) сыртқы электрмен жабдықтау талаптарын қанағаттандыруға, электр желісі жұмысының қалыпты және авариядан кейінгі есептік режимдерінде кернеуді реттеу шарттарын қамтамасыз ету есебінен электр желісінің жұмысын оңтайландыруға, оның ішінде жүктемемен кернеуді реттейтін трансформаторларды орнатуға (РПН) бағытталуы тиіс. және т.б., электр энергиясының шығынын азайту үшін электр желісінің шамадан тыс жүктелген учаскелерін алып тастау, қысқа тұйықталу токтарын шектеу (ҚТ).

Нұсқаулықта жүктеменің жылдық графигін есептеу, трансформаторларды таңдау, қысқа тұйықталу токтары, қосалқы станцияның негізгі және қосалқы жабдықтарын таңдау және тексеру, жерге қосу және найзағайдан қорғауды есептеу мысалдары келтірілген.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Кузембаева Р.М. Электрические станции и подстанции: учеб. пособие для студ. электроэнергетич. спец. вузов/Р. М. Кузембаева, С. Е. Соколов, Г. Х. Хожин. - Алматы: АИЭС, 2010. - 92 с.
2. Неклепаев Б. Н., Крючков И. П. Электрическая часть электростанции и подстанции. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. Учебное пособие для вузов. 4 –е издание перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2008 - 608 с.: ил.
3. Каганов, И.Л. Курсовое и дипломное проектирование/ И.Л. Каганов.- М: Колос, 2010.
4. Правила устройства электроустановок Республики Казахстан/Министерство Энергетики и Минеральных ресурсов Республики Казахстан, 2015 – 390 с.
5. Гук, Ю.Б. Проектирование электрической части станций и подстанций/ Ю.Б. Гук. - М: Энергоиздат, 2013.
6. Электротехнический справочник / Под ред. И. Н. Орлова и др. 7–е издание т.3.кн.1.: – М.: Энергоатомиздат, 1990 – 576 с.: ил.
7. Курбатов П. А. Электроника: электронные аппараты: учебник и практикум для среднего профессионального образования/под редакцией П. А. Курбатова. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 195 с.
8. АСУ электростанций. Оптимизация режимов работы электрических станций: Метод. указания к вып. лабораторных работ для студ. спец. 21.01-Электрические станции всех форм обучения/Сост. Р.С.Абжанов, Э.К.Кожамкулов. - А.: АИЭС, 2000. - 14 с
9. Хожин Г.Х. Распределительные устройства станции и подстанции. Учебное пособие для студентов электроэнергетических специальностей. АИЭС. Алматы. 2001 – 80 с.: ил.
10. Электрическая часть станции и подстанции: Учебник для вузов/ Под ред. А. А. Васильева. 2 –е издание перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990 – 576 с.: ил.
11. Хожин Г. Х. Электрические станции и подстанции. (Учебник на казахском языке). Издательство им. И. Алтынсарина Академии образования РК, Алматы. 1998– 206 с.: ил.
12. Рожкова Л. Д., Козулин В. С. Электрооборудование станции и подстанции: Учебник для техникумов. – 3 – е издание перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987- 648 с.: ил.
13. Пособие для изучения технической эксплуатации электрических станций и сетей (электрическое оборудование)/ Под общей ред. Ф. Л. Когана. – Москва «Издательство НЦ ЭНАС» , 2000 г.

14. Современное состояние и перспективы развития контроля и управления электрической частью станции и подстанции на базе микропроцессорной техники. – М.: Изд – во НЦ ЭНАС, 1999 г.
15. Афонин, В.В. Электрические аппараты: лабораторные работы/ В.В.Афонин, К.А.Набатов, И.Н.Акулинин, А.К.Паньков–Тамбов:Изд-во Тамб.гос.техн. ун-та,2005.
16. Чунихин, А.А. Электрические аппараты / А.А. Чунихин-М.: Энергоатомиздат, 1988.
17. Электрическая часть электростанции и подстанции: Учебник для вузов, - 2 е издание, перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1986 - 640 с.: ил.
18. Залесский, А.М. Тепловые расчеты электрических аппаратов/ А.М. Залесский, Г.А. Кукеков. - Л.: Энергия, 1967.
19. Ополева, Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения: справочник: учеб.пособие/Г.Н.Ополева.–М.:ИД«ФОРУМ»:ИНФА-М, 2009.
20. Расчет и проектирования схем электроснабжения/Шеховцов В.П. Москва: ФОРУМ, 2010 – 214 с.

БУЛАТОВ АЛМАТ АЙСАГАЛИЕВИЧ,
аға оқытушы, магистр

ВИЧКУТКИНА АЛЕКСАНДРА ПАВЛОВНА,
доцент

**ТӨМЕНДЕТКІШ ҚОСАЛҚЫ СТАНЦИЯНЫ ЖОБАЛАУ ЖӘНЕ
ЕСЕПТЕУ
ОҚУ ҚҰРАЛЫ**

26.05.2022 ж. басуға қол қойылды
Пішімі 60x84 1/16 Офсетті қағаз 80 м/г
Көлемі 6 Тапсырыс №57
Таралымы 500 дана

***Дайын түпнұсқасының сапасына
толық сәйкестікте басылды***

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан
аграрлық-техникалық университеті»КеАҚ
090009, Орал қ., Жәңгір хан көшесі, 51