

Қазақстан Республикасының білім және ғылым министрлігі
С.Сейфуллин атындағы ҚАТУ

Жұмахан А.С.

**" МРЭК" АҚ 110 кВ " Старый город" қосалқы станциясын қайта
құрылымдау**

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

мамандығы 5B071800 - Электр энергетикасы

Астана 2015

Кіріспе

Электрмен жабдықтау жүйесі деп электр энергиясын өндіру, жеткізу және тарату үшін арналған құрылғылар комплексін айтады.

Өндіріс пен адамдардың тұрмысында электр энергияны тұтыну мен тарату техникалық процестің маңызды факторы. Өндірістік кәсіпорындардағы электр энергиясының негізгі тұтынушыларына электр жетектері, электр қыздырғыш қондырғылары, электрмен жарықтандыру жатады.

Қосалқы станциялар энергожүйенің маңызды бөлігі болып табылады. Қосалқы станциялар электр энергиясын қабылдауға, түрлендіруге және оны әрі қарай таратуға арналған.

Электрмен жабдықтау жүйесінің өндіріс процесіне тигізетін әсері өте көп. Өндірістік процестің – өндіріс кәсіпорындар жұмысының қалыпты режимін қамтамасыз ететін электр жетектерінің және өндірісті электрмен жабдықтау жүйесінің көрсеткіштерімен анықталатынын айтқан жеткілікті.

Электр энергия қабылдағыштарының жұмысы оның сапасына тәуелді. Электр энергиясының сапасы, мәселен кернеудің ауытқуы электр жетектерінің қозғалу жылдамдығының өзгеруін тудырады. Осы жағдай өндірістік механизмдердің өнімділігінің төмендеуіне немесе ұлғаюына әкеледі. Кернеудің ауытқуының үлкен шамасы өндіріліп шығарылатын өнімнің жарамсыздығына және өнімнің сапасының төмендеуіне әкеледі, тіпті өндірістің мүлдем тоқтауы мүмкін.

Энергияны беру сенімділігі жоғары болу керек, себебі электрмен жабдықтау жүйесінің апаттық жағдайлары халық шаруашылықты үлкен залалға әкеліп соғады. Сондықтан ол үшін экономикалық шарттарын ескере отырып тұтынушылардың электрмен жабдықтауы сенімді болуы қажет.

Тұтынушыларды электр энергиясымен тұрақты қамтамасыз ету қосалқы станция сенімділігімен байланысты. Сондықтан қосалқы станцияның электрлік қосылу сұлбасы тұтынушыларды электр энергиясымен тұрақты қамтамасыз ететіндей етіп жобалау керек. Қосалқы станцияның қосылу сұлбасы тұтынушыларды қалыпты және апаттан кейінгі режимдерде электр энергиясымен тұрақты қамтамасыз ету, әрі қарай даму мүмкіндігін ескеру, апаттан қорғау шарттарына сай келу, көршілес қосуларды ажыратпай-ақ жөндеу жұмыстарын жүргізуге мүмкіндік жасау керек.

1990 жылы Қазақстанның 104,7 млрд. кВт · сағат электр энергиясы қажеттілігіне оның өзіндік өнімділігі 87,4 млрд. кВт · сағатты ғана құрады. Қазақстанның барлық электр беріліс әуе желілерінің ұзындығы 454707 км.

Ұсынылып отырған дипломдық жобада кернеуі 110/35/6 кВ «Жетібай» қосалқы станциясының АТҚ-110 кВ қайта құрылымдауы қарастырылған.

Терминдер мен анықтамалар

Осы дипломдық жобада сәйкесінше анықтамалармен төмендегі терминдер қолданылады:

Электрқондырғы - электрлік энергияны тарату, беру, трансформациялау, өндіру және энергияның басқа түріне түрлендіруге арналған қосымша құрылғылар мен электрберіліс желілерінің, аппараттардың, машиналардың жиынтығы.

Электрлік станция - электрлік энергия өңделетін кәсіпорын.

Электртұтынушы - электрмен тұтынудың жалпы пунктіне электрлі тораптардың көмегімен жалғанған кәсіпорынның, корпустың, цехтың өндірістік қондырғыларының электрқабылдағыштар жиынтығы.

Энергетикалық жүйе - жылулық және электрлі энергияны таратудың, түрлендірудің, өңдеудің жалпы және үздіксіз процесімен біріктірілген, жылулық тораптар мен қабылдағыштардың, қосалқы станциялардың, электрберіліс желілерінің, электрлік станциялардың жиынтығы.

Электрэнергетикалық жүйе - электрэнергия қабылдағыштарынан және электрлі тораптар желісінен, жоғарылататын және төмендететін қосалқы станциялардан, тарату құрылғыларынан, генераторлардан тұратын энергетикалық жүйенің бөлігі.

Электрлі торап - белгілі территорияда жұмыс істейтін, электрберіліс желілерімен жалғанған, тарату құрылғыларынан және қосалқы станциялардан тұратын, электрэнергияны тартау мен беру үшін арналған электрқондырғылардың жиынтығы.

Қысқа тұйықталу - әртүрлі фазаға қатысты ток өткізгіш бөліктер арасындағы қалыпты режиммен қарастырылмаған тұйықталу.

Қалыпсыз режим - электр торабы параметрлерінің рұқсат етілген мәндерінен ауытқуы.

Жерге тұйықталу - қалыпты режиммен қарастырылмаған ток жүретін бөліктердің жерге тұйықталуы.

Токты қорғаныс - әсер етуші шамасы ток болып келетін қорғаныс.

Белгілер мен қысқартулар

Осы дипломдық жобада төмендегі қысқартулар қолданылады:

ЭҚКЕ - электр қондырғыларын құру ережелері;

ЭҚ - электр қабылдағыш;

ҚС - қосалқы станция;

ЭБЖ - электр беріліс желісі;

ЖК - жоғары кернеу жағы;

ТК - төменгі кернеу жағы;

ТП - таратқыш пункт;

ӘЖ - әуе желісі;

ҚТ - қысқа тұйықталу;

РАҚ - резервті автоматты қосуы;

АТҚ - ашық тартау құрылғысы;

КТҚ - комплектті тарату құрылғысы;

АҚҚ - автоматтық қайта қосылу;

МТҚ - максималды токты қорғаныс;

ЖТҚ - жабық тарату құрылғысы;

ЖТҚЕ - элегаз оқшауламалы жинақы тарату құрылғысы;

КАР - кернеу астында реттеу;

ТВИ - төменвольтты импульстер;

ӨМТ - өзіндік мұқтаждық трансформаторы;

ЖҚ - жерлендіруші құрылғы;

АКШ - асқын кернеуді шектеуіш;

СВА - секциондық вакуумды ажыратқыш;

ОБҚ - объектімен байланыс құрылғысы;

ТҚС - трансформаторлы қосалқы станция;

ТҚ - таратқыш қондырғы.

1 Қосалқы станциясының электрмен жабдықтайтын объектілерінің сипаттамасы

1.1 Қысқаша технологиялық және энергетикалық сипаттама

Қайта құрылымдалынатын 110/10 кВ "Старый город" қосалқы станциясы (ҚС) Атырау облысы, Атырау қаласында орналасқан. "Старый город" қосалқы станциясы қоректі екі жағынан алады: "АТЭЦ" АТҚ-сы арқылы алатын болса, ал екінші жағынан "Гурьев-220 " қосалқы станциясы арқылы алады.

"Жетібай" қосалқы станциясының 6 кВ кернеулі шиналары өзіндік керекті қорегі ретінде пайдаланылады.

Кесте1.1

“Макинск” қосалқы станциясының әуе желілеріне қосылған ҚС-лардың жүктемелері

ӘЖ аталуы мен кернеуі	ҚС-тар аталуы	S, МВА	cosφ	P, МВт	Q, Мвар
	Западная	35	0,84	29,4	19
	Жұмыскер	14	0,85	12	7,37
	№17	22,4	0,83	18,6	12,5
	Аэропорт	14	0,85	12	7,37
	№110	14	0,84	11,7 6	6,38
	Старый город	14	0,83	11,6 2	6,48
	№12	35	0,82	28,7	16,42
	№11	22,4	0,83	18,6	10,37

1.2 Объектілерді электрмен жабдықтау сұлбалары

"Старый город" қосалқы станциясы таратушы тораптарды қоректендіру көзі болып табылады. Ол электр энергия тұтынушыларынан оптималды ара қашықтықта, яғни таратушы тораптардың жүктемелерінің ортасында орналасқан.

Құрамына байланысты таратушы тораптар радиалды, магистральды және аралас болып бөлінеді. Оларда біржақты немесе екі жақты қорек көзі болуы мүмкін. Радиалды сұлбада - қоректендіру көзінің шиналарынан әрбір тарату құрылғысына немесе трансформаторлы қосалқы станциясына сәйкес желілер шығады. Үшінші категориялар үшін олар жалғыз, ал аса маңызды тұтынушылар үшін - бір-бірінен тәуелсіз екі қорек көздері арқылы қосарланып жасалады.

Радиалды сұлбалар - бірсатылы. Егер, бірнеше тарату құрылғысы тізбектей қосылған болса, онда сұлба көпсатылы болады. Радиалды сұлбалардың пайдалануы қарапайым және сенімді.

Қосылу түйіндердің санын азайту және капиталды шығындарды төмендету үшін магистральды сұлбалар қолданады. Мұнда тарату пункті мен трансформаторлы қосалқы станциясы бірінен соң бірі бір немесе екі параллель желіге қосылады. Бір жақты қорек көзі бар магистральды сұлбалар тек үшінші категориялы тұтынушылар үшін қолданылады. Магистральды сұлбалардың сенімділігі және пайдалану қолайлығы радиалды сұлбалардан төмен. Электрмен жабдықтау сенімділігін жоғарылату үшін екі жақты қорек көзі бар магистральды сұлбаларды қолданады. Қалыпты режим кезінде магистральды тарату құрылғыларының немесе қорек көздерінің біреуінде орнатылған секциялық коммутациялық аппаратты ажыратылған жағдайда ұстау керек.

Екі магистральды сұлбалардың сенімділігі жоғары. Оларды екі трансформаторлы қосалқы станцияларын немесе екі шиналы секциясы бар тарату құрылғыларын қоректендіру үшін пайдаланады. Бұл сұлбада трансформаторлар мен шина секциялары жұмысты бір-бірінен бөлек істейді. Магистральдің біреуі зақымдалған кезде тұтынушылардың жартысын ғана, оларды екінші магистральге қосуға қажет уақытқа ғана қорек көзінен ажыратылады. Егер магистральдер әрбіреуі жеке қорек көзіне қосылса, онда бұл сұлбаның сенімділігі өте жоғары болады. Бұл сұлбаларды бірінші категориялы тұтынушыларды қоректендіру үшін қолданады.

Кернеуі 110 кВ және одан жоғары тораптар трансформаторлардың нейтралінің жерге қосылу режиміне тәуелді нейтралі жерге қосылған және доға сөндіргіш реакторлар арқылы нейтральдары оқшауланған болады.

"Старый город" қосалқы станциясында магистральды сұлбасын пайдаланамыз. "Старый город" қосалқы станциясынан шығатын бір желі бір трансформаторлар қосалқы станциясын қоректендіреді де, келесісіне кетеді де бірнеше трансформаторлы қосалқы станцияларын қамтамасыз етеді.

1.3 Ауданның табиғи - климаттық жағдайы

Атырау қаласында климаты қатты континенталды, жазда құрғақ, ыстық, ал қыста ылғал қармен сипатталатын салқындық. Жазы жауын-шашынсыз, құрғақ, ыстық ұзаққа созылады. Қыс мезгілінде қар аз жауып суық болады.

Қаңтар айындағы орташа температура -6°C -ден бастап -12°C -ге дейін, ал шілде айындағы орташа температура $+24^{\circ}\text{C}$ -ден бастап $+26^{\circ}\text{C}$ -ге дейін. Ең төменгі температура -38°C , ең жоғарғы температура $+45^{\circ}\text{C}$. Жауын-шашын болар-болмас деңгейде жылына орташа 150 мм, 200 мм шамасында болады. Жел бағыты қаңтар айында оңтүстік-шығыс бағытта болса, алмаусым айында батыс бағытта болады.

2 "Старый город" қосалқы станциясының қайта құрылымдауын негіздеу

1966 жылы орнатылған трансформаторлы қосалқы станциясы 50 жылға жуық уақыт бойына қызмет көрсету мерзімінен асып кетті. Барлық құрылымдар қоршаған ортаның әсеріне байланысты пайдалану процесінде тексерілді. Осы әсерлерге бетон мен металлдың тотығуы, қозғалмалы қосылымдардағы элементтердің фрикционды ұсталымы жатады. Сондықтан, ұзақ мерзімді пайдалану үрдісінде болған құралымдардың сенімділігі төмендеді. Мұндай қондырғылардың осындай жағдайы тұрғылықты пунктiлердi электрмен жабдықтауға ғана емес, сонымен бiрге қызмет көрсетушi персоналдың өмiрiне қауiп тудырады.

Қосалқы станциясын әрi қарай апатсыз қолдану үшiн жөндеу жұмыстары көлемi туралы немесе оларды қайта құрылымдау туралы сапалы және есептеулерге негiзделген шешiм қабылдау керек.

АТҚ - 110 кВ май толтырылған ажыратқыштармен орындалғандықтан, олар қазiргi заманғы ережеге сай болмағандықтан қайта құрылымдауды қажет етедi. АТҚ - 110 кВ элегазды бакты ажыратқыштарын орнатамыз.

3. "Жетібай" ҚС жүктемелерінің графиктерін құрастыру

Жеке тұтынушылардың электр жүктемесі, сәйкесінше, қосалқы станциясының жұмыс режимін анықтайтын олардың жалпы жүктемесі үздіксіз өзгеріп отырады. Осы фактілерді жүктемелер графигімен, яғни электрқондырғының қуатының уақыт бойына өзгеру диаграммасымен көрсету қабылданған.

Жүктемелер графигін электр қондырғыларының жұмысын талдау үшін, электрмен тұтыну жорамалын құру үшін, электр қондырғыларының жөндеу жұмыстарын жоспарлау үшін, сондай-ақ пайдалану процесінде жұмыстың калыпты режиміне енгізу үшін қолданады.

Жүктеменің фактылы, нақты графигі сәйкес параметрдің уақыт бойына өзгеруін тіркейтін тіркеуіш приборлар, құрылғылар көмегімен тұрғызылады. кестедегі берілгендерді қолдана отырып қысқы және жаз мезгіліндегі тәуліктік графиктерін тұрғызамыз.

Актив жүктеме графигімен шектелген аудан - шама жағынан қарастырылып отырған мерзімде электр қондырғымен өндірілетін немесе тұтынылатын энергияға тең [5]:

$$W_T = \sum P_i \cdot T_i, \text{ МВт} \cdot \text{сағ},$$

мұндағы, P_i - графиктің i -ші сатысындағы қуат, МВт;

T_i - сатының ұзақтығы, сағ.

Қондырғының қарастырылып отырған периодтағы (тәулік, жыл) орта жүктемесі мынаған тең:

$$P_{opt} = \frac{W_T}{T}, \text{ МВт},$$

мұндағы, T - қарастырылатын период ұзақтығы, сағ.;

W_T - қарастырылып отырған периодтағы электр энергиясы, МВт·сағ.

Қондырғының жұмыс графигінің тегіс еместік дәрежесін толтыру коэффициентімен бағалайды.

$$K_{mol} = \frac{W_T}{P_{max} T} = \frac{P_{opt}}{P_{max}}.$$

Жүктеме графигінің толтыру коэффициенті - қарастырылып отырған период ішінде тұтынылған электр энергиясының қондырғы жүктемесінің барлық уақытта максимал болғанда дәл осы мерзімде тұтынылатын электр энергиясы мөлшерінен неше есеге аз екенін көрсетеді.

Жүктеме графигін сипаттау үшін максимал жүктемені пайдаланудың шартты ұзақтығымен қолдануға болады [1,5].

$$T_{max} = \frac{W_T}{P_{max}} = \frac{P_{opt} T}{P_{max}} = K_{mol} T,$$

Бұл шама - электр қондырғының қарастырылып отырған периодта өзгеріссіз максималды жүктемемен неше сағат жұмыс істеу керектігін көрсетеді.

Тәжірибе жүзінде орнатылған қуатты пайдалану коэффициентін де қолданады:

$$K_{най\delta} = \frac{W_T}{T \cdot P_{max}}$$

Тұтынушылардың жүктемелерінің жалпы графигі электр энергиясын тарату кезіндегі желілер мен трансформаторлардағы қуат шығынын ескеру арқылы тұрғызылады.

Олар: тұрақты шығындар, өзіндік қызмет көрсетуге кететін шығындар, айнымалы шығындар [3,5]:

$$\Delta P_{max\text{ айн}} = 0,1 \frac{P_{(t)}^2}{\sum P_{max}} = 0,1 \frac{5,09^2}{9,8} = 2,8 \text{ MBm}$$

$$\Delta P_{мур} = 0,01 \sum P_{max} = 0,01 \cdot 9,8 = 0,098 \text{ MBm}$$

$$\Delta P_{ок} = 0,05 \cdot 9,8 = 0,049 \text{ MBm}$$

$$W = \sum P_i \cdot t_i = 56615,45 \text{ MBm} \cdot \text{сағ}$$

$$P_{opt} = \frac{\sum P_i \cdot t_i}{T} = \frac{56615,45}{8760} = 6,46$$

$$P_{max} = 9,8 \text{ MBm}$$

$$K_{mol} = \frac{W}{P_{max} \cdot T} = \frac{56615,45}{9,8 \cdot 8760} = 0,66$$

$$T_{max} = K_{mol} \cdot T = 0,66 \cdot 8760 = 5781,6 \text{ сағат}$$

немесе жүктеменің максималды сағат саны:

$$T_{max} = \frac{W}{P_{max}} = \frac{56615,45}{9,8} = 6,46$$

$$\sum P_{max} = 9,8 \text{ MBm}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\sum Q}{\sum P_{\max}} = \frac{6,693}{9,8} = 0,688$$

$$S_{\text{жүк max}} = P_{\max} \cdot \sqrt{1 + 0,688^2} = 13,35 \text{ MVA}$$

«Старый город» қосалқы станциясының жылдың екі мезгілі үшін есептелген тұтыну жүктемелері 4.1, 4.2, 4.3, кестелерінде келтірілген, ал сәйкесінше тәуліктік графиктер мен жылдық ұзақтық графигі жобаның сызба бөлігінің 2-парағына және А қосымшасының А.1, А.2, А.3 суретте шығарылған.

Кесте 4.1

Қыс мезгіліндегі жүктемелер шамалары

0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	ҚЫС
5,09	3,62	3,62	3,62	4,41	6,86	7,84	8,33	6,86	4,9	4,41	3,92	P(t)
0,098												$\Delta P_{\text{тұр}}$
0,049												$\Delta P_{\text{ө.к}}$
0,26	0,13	0,13	0,13	0,19	0,48	0,62	0,7	0,48	0,24	0,19	0,15	$\Delta P_{\text{айн}}$
5,5	4	4	4	4,74	7,48	8,6	9,177	7,5	5,3	4,74	4,22	$P_{\Sigma_{\text{кс}(t)}}$
12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	ҚЫС
3,92	5,88	6,86	7,84	8,82	9,8	9,8	9,31	8,83	7,84	6,86	6,86	P(t)
0,098												$\Delta P_{\text{тұр}}$
0,049												$\Delta P_{\text{ө.к}}$
0,15	0,35	0,48	0,62	0,79	0,98	0,98	0,88	0,79	0,62	0,48	0,48	$\Delta P_{\text{айн}}$
4,22	6,4	7,5	8,6	9,75	11	11	10,34	9,77	8,6	7,5	7,5	$P_{\Sigma_{\text{кс}(t)}}$

Кесте 4.2

Жаз мезгіліндегі жүктемелер шамалары

0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	Жаз
3,62	2,45	2,45	2,45	3,62	4,41	6,17	6,66	6,17	4,41	4,41	3,62	P(t)
0,082												$\Delta P_{\text{тұр}}$
0,041												$\Delta P_{\text{ө.к}}$
0,13	0,025	0,025	0,025	0,18	0,2	0,4	0,45	0,4	0,2	0,2	0,13	$\Delta P_{\text{айн}}$
3,9	2,6	2,6	2,6	3,9	4,73	6,7	7,23	6,7	4,73	4,73	3,9	$P_{\Sigma_{\text{кс}(t)}}$
12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	Жаз
3,62	4,41	5,39	5,39	5,88	6,76	7,64	8,23	8,23	7,25	5,88	5,88	P(t)
0,082												$\Delta P_{\text{тұр}}$
0,041												$\Delta P_{\text{ө.к}}$
0,13	0,2	0,3	0,3	0,35	0,47	0,6	0,7	0,7	0,54	0,35	0,35	$\Delta P_{\text{айн}}$
3,9	4,73	5,81	5,81	6,35	7,35	8,36	9	9	8	6,35	6,35	$P_{\Sigma_{\text{кс}(t)}}$

3.1 Жүктемелер ұзақтығы бойынша жылдық график

Бұл график әр түрлі жүктемелермен бір жыл аралығында қондырғы жұмысының ұзақтығын көрсетеді. Ордината осі бойынша сәйкес масштабта жүктемені, ал абцисса осі бойынша – 0-ден 8760 дейін жыл сағаттарын тұрғызады. Жүктемелерді графикте олардың P_{max} -нан P_{min} дейін кему ретімен орнатырылады.

Қыс пен жаз маусымдық жыл уақыттарының ұзақтығы сәйкесінше 200 және 165 күнді құрайды деп қабылданған.

Жүктемелер ұзақтығы бойынша графигі қондырғының техника-экономикалық көрсеткіштерін, электр энергия шығындарын есептегенде, бір жыл аралығындағы жабдықтардың пайдалануын бағалағанда және т.б. қолданады.

Ұзақтығы бойынша жылдық график жиынтық жүктеме графиктерінің проекциясы болып келеді.

Кесте 4.3

Жылдық ұзақтық графигін тұрғызуға арналған мәндер

P, МВт	T, сағат	$W_{\text{мұт}}$, МВт·сағ
1	2	3
11	400	4400
10,34	200	2068
9,77	200	1954
9,75	200	1950
9,177	200	1835,4
9	330	2970
8,6	600	5160
8,36	165	1379,4
8	165	1320
7,5	800	6000
7,48	200	1496
7,35	165	1212,75
7,23	165	1192,95
6,7	330	2211
6,4	200	1280
6,35	495	3143,25
5,81	330	1917,3
5,5	200	1100
5,3	200	1060
4,74	400	1896
4,73	660	3121,8
4,22	400	1688
4	600	2400
3,9	660	2574
2,6	495	1287
Барлығы	8760	55329,85

4. Қондырғының техника-экономикалық көрсеткіштері

Активті жүктеме графигі қисығымен шектелген, аудан қарастырылып жылда тұтынушыларға қосалқы станция шиналарынан жіберілген энергияға тең.

$$W_n = \sum_{i=1}^n P_i \cdot T_i$$

мұндағы P_i -графиктің i -сатысындағы қуаты, T_i -сатының ұзақтығы.

Қыс мезгілі үшін:

$$W_n = 171,43 \cdot 200 = 34286 \text{ МВт·сағат};$$

Жаз мезгілі үшін:

$$W_n = 135,33 \cdot 165 = 22329,45 \text{ МВт·сағат};$$

Толық қуаты:

$$W_m = 56615,45 \text{ МВт·сағат};$$

Қарастырылып отқан период үшін қондырғының орташа жүктемесі тең:

$$P_{\text{орт}} = \frac{W_m}{T}$$

Мұндағы: T – қарастырылатын мерзімнің ұзақтығы, W_m - қарастырылатын мерзім электр энергиясы

$$P_{\text{орт}} = \frac{W_m}{T} = \frac{56615,45}{8760} = 6,46 \text{ МВт}$$

Қондырғының жұмыс істеу графигінің біркелкі еместігін толтыру коэффициентімен бағаланады:

$$K_{\text{мол}} = \frac{W_m}{P_{\text{max}} \cdot T}$$

Жаз мезгілі үшін:

$$K_{\text{мол}} = \frac{W_m}{P_{\text{max}} \cdot T} = \frac{56615,45}{8760 \cdot 9,8} = 0,66$$

Жаз мезгілі үшін:

$$K_{mol} = \frac{W_m}{P_{max} \cdot T} = \frac{56615,45}{8760 \cdot 8,23} = 0,78$$

Жүктеме графигінің толтырылу коэффициенті, қондырғының жүктемесі барлық уақытта максималды болған жағдайда, қарастырылып отырған мерзімдегі шинадан жіберілген электрэнергия көлемі қанша есе дәл осы уақытта қосалқы станция шиналарынан жіберілген электрэнергия көлемінен аз екенін көрсетеді. График біркелкі болған сайын K_{mol} – мәні бірге жақын болады.

$$T = \frac{W_m}{P_{max}} = \frac{P_{opt} \cdot T}{P_{max}} = K_{mol} \cdot T$$

Бұл шама W_m – электр энергияның нақты көлемін қосалқы станция шиналарынан жіберу үшін, T – қарастырылған мерзімде қанша сағат қондырғы тұрақты максималды жүктемемен жұмыс істеу керектігін көрсетеді.

Жаз мезгілі үшін:

$$T = \frac{W_m}{P_{max}} = \frac{56615,25}{9,8} = 5777 \text{ сағат};$$

Жаз мезгілі үшін:

$$T = \frac{W_m}{P_{max}} = \frac{56615,25}{8,23} = 6879 \text{ сағат};$$

5. «Старый город» қосалқы станция трансформаторларының қуаты мен санын таңдау

Қосалқы станцияға орнатылған трансформаторлар саны берілгеніне байланысты және тұтынушылар құрамының есебімен екеуге тең деп қабылданады.

Трансформаторлардың алғашқы есептік қуатын шығарамыз. Ол формула бойынша анықталады:

$$S_{н. есеппік} = \frac{S_{max}}{K_{ас. жүк}} = \frac{13,35}{1,4} = 9,53 \text{ МВ} \cdot \text{А}$$

Апатты асқын жүктелу коэффициенті $K_{ас. жүк} = 1,4$ тең деп қабылдаймыз. Алдын-ала 10 МВ·А трансформаторды қабылдаймыз.

Әр сағат үшін толық қуаттарды анықтаймыз:

$$S_{(t)} = P_{(t)} \sqrt{1 + tg\varphi^2}$$

$$S_{1(t)} = 11 \sqrt{1 + 0,688^2} = 13,35 \text{ МВА}$$

Кесте 5.1

Әр сағат үшін толық қуат мәндері, МВА

Уақыт аралығы,сағат	Қосалқы станцияға	Бір трансформаторға
0-1	13,36	6,68
1-2	9,7	4,85

2-3	9,7	4,85
3-4	9,7	4,85
4-5	11,5	5,75
5-6	18,14	9,07
6-7	20,86	10,43
7-8	22,26	11,13
8-9	18,2	9,1
9-10	12,86	6,43
10-11	11,5	5,75
11-12	10,24	5,12
12-13	10,24	5,12
13-14	15,52	7,76
14-15	18,2	9,1
15-16	20,88	10,44
16-17	23,66	11,83
17-18	26,7	13,35
18-19	26,7	13,35
19-20	25,1	12,55
20-21	23,7	11,85
21-22	20,88	10,44
22-23	18,2	9,1
23-24	18,2	9,1

5.1 Трансформаторлардың аса жүктелу қабілетін анықтаймыз.

Трансформатор қатын таңдағанда олардың тек номиналды қуаты ескерілмейді, себебі оның орналасуы сыртқы орта температурасы да әсер етеді. Трансформатор жүктемесі тәулік ішінде өзгереді және егер максималды жүктеме бойынша қуатты таңдасақ, төмендеу кезеңдерінде оның трансформаторы жүктелмей қалады. Егер трансформатор жарты күн номиналды жүктемеден төмен жүктелсе қалған жарты күн асқын жүктемеге шыдамды болатыны тәжірибеден көруге болады. Әр түрлі режимдердің критериясы трансформатор оқшаулағыштарының ескеруі болып келеді.

Трансформатор жүктелу қабілеті – бұл шамадан артық жүктелу мен рұқсат етілген жүктеме жиынтығы.

Рұқсат етілген жүктеме – бұл ұзақ мерзімді жүктелу кезінде жұмыстың номиналды режиміне сәйкес келетін ескіруден аспайтын, қызудан болатын орама оқшаулағыштарының есептік ескіруі.

Трансформатор шамадан тыс жүктелуі – бұл ұзақ мерзімді жүктелу кезінде жұмыстың номиналды режиміне сәйкес келетін ескіруден асып түсетін, қызудан болатын орама оқшаулағыштарының есептік ескіруі. Мұндай режим трансформатордың номиналды қуатынан жүктеме көп болғанда немесе қоршаған ортаның температурасы қабылданған есептік температурадан көп болғанда пайда болады.

Трансформатордың рұқсат етілген жүйелі асқын жүктелуі оның номиналды қуатынан көбірек және тәулік ішіндегі жүктеменің біркелкі еместігінің есебінен пайда болуы мүмкін. Жүктелмей қалған оқшаулағыштардың ескіруі аз болады, ал асқын жүктелу кезінде біршама жоғарылайды.

5.2 Қосалқы станцияның жүктемесінің эквивалентті графигін тұрғызу

Трансформатордың рұқсат етілген жүйелі асқын жүктелуін есептеу үшін нақты графигі эквивалентті екі сатылыға түрлендіріледі. Графикте асқын жүктеме деп жылулық импульс аталады.

$$K_1 = \frac{1}{10} \sqrt{\frac{11^2 + 10,34^2 + 9,77^2 + 9,75^2 + 9,17^2 + 9^2 + 8,6^2 + 8^2 + 8,36^2 + 7,5^2}{10}} = 0,92$$

$$K_2 = \frac{1}{10} \cdot \sqrt{\frac{11^2 + 10,34^2}{2}} = 1,067$$

Трансформатор қуаты бойынша $v_{cat} = 20^\circ\text{C}$ ортаның эквивалентті температурасындағы сызба нөмірін таңдаймыз. Көбірек жылулық импульсінің асқын жүктелу жүктемесінің уақыты 2 сағатты құрайды. Абцисса осінде $K_1 = 0,92$ мәнін белгілейміз, желі графигіне 2 сағатты проекциялаймыз және $K_2 = 1,067$ деп аламыз. Асқын жүктеме режимінде трансформатор жұмысы

шартынан $K_2 \leq K_{2p.e} (1.067 \leq 1.34)$ шарты орындалуы керек. Бұл шарт орындалады сондықтан осы 10 МВ·А қуатты трансформаторды таңдаймыз.

ТК және ЖК желі сымдарының қимасы мен маркасын таңдау үшін келесі параметрлерді есептеу керек:

Ток күшінің максималды мәні мына формуламен анықталады:

$$I_{max} = \frac{S_{max}}{\sqrt{3} \cdot U_1};$$

$$I_{max} = \frac{13,35 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 110} = 70,15 \text{ A}$$

Максималды қуат:

$$S_{max} = 13.35 \text{ МВ} \cdot \text{А}$$

Өткізгіштің экономикалық қимасы формуласы:

$$F_{эк.} = \frac{I_{max}}{j_{эк.}};$$

$j_{эк.} - i$ токтың экономикалық тығыздығы, шартты максималды жүктеме ұзақтығы Орта Азияда, Орталық Сібірде қолданылатын болатты алюминьді және алюминьді сымдар үшін $j_{эк.} = 1,3 \text{ A/мм}^2$.

$$F_{эк.} = \frac{70,15}{1,3} = 54 \text{ мм}^2$$

Конструктивті ойлармен АС-70 қималы сымдарды қабылдаймыз.

Номиналды қимасы, мм^2 (алюминий/болат)-70/12

Сымның диаметрі $d=15,4 \text{ мм}$

Сымның радиусы $r=7,7 \text{ мм}$

$R_0=0,428 \text{ Ом/км}$ 20°C кезіндегі активті кедергісі

$X_0=0,433 \text{ Ом/км}$ индуктивті кедергісі

Бөлме сыртында рұқсат етілген тоқтық жүктеме $I_{рұқ.}=610 \text{ А}$

$D_{орт} = 3,5 \text{ м} = 350 \text{ см}$ сымдар арасындағы орта геометриялық қашықтық

6 "Старый город" қосалқы станциясының электрлік қосылу сұлбасын таңдау

Қосалқы станциясының электрлік қосылуларының негізгі сұлбасы - негізгі электр қондырғыларының, құрама шиналардың, трансформаторлардың, коммутациялық және басқа да бірінші реттік аппараттардың арасындағы өзара байланыстар жиынтығы.

Негізгі сұлбаны таңдау - қосалқы станцияның электр бөліктерін жобалау кезінде анықтаушы рөл атқарады, себебі ол элементтердің толық құрамын және олардың арасындағы байланысты анықтайды. Қосалқы станциясының таңдалған негізгі сұлбасы басқа сұлбаларды (электрлік қосылулардың принципіалды сұлбаларын, өзіндік мұқтаж сұлбасын, екінші реттік қосылулар сұлбасын) тұрғызудың негізі болады.

Қосалқы станциялардың сұлбасын таңдағанда (желілер мен трансформаторлардың) қосылым санын n , сенімділік талаптарын және пайдалану кезіндегі ауыстырып қосудың қарапайымдығын есептеу керек. Сонымен қатар қосалқы станциялардың сұлбасын максималды қарапайымдатуға ынталану керек. Қосалқы станциялардың бағасының едәуір бөлігін ажыратқыштардың бағасы құрайды.

Торапқа қосылу әдісі бойынша қосалқы станциялар түпкі, тармақталған, өтпелі, түйіндік түрлерге бөлінеді. Қолданылуы бойынша тұтынушы және жүйелік қосалқы станциялар деп бөлінеді.

Қосалқы станциясының электрлік қосылуларының негізгі сұлбасын таңдағанда энергожүйесінің электр тораптарының даму немесе ауданды электрмен жабдықтау сұлбасын ескеру керек.

7. Қысқа тұйықталу токтарын есептеу

7.1 Қысқа тұйықталу туралы қысқаша мәліметтер

Қысқа тұйықталу деген - ол электр қондырғы сымдарының фазаларының арасындағы тұйықталулар, нейтралі толық және эффективті жерлендірілген тораптардағы фазаның жерге тұйықталуы және электр машиналар орамалары арасындағы тұйықталулар.

Өткізгіштер және түйіспелер арқылы қысқа тұйықталу токтары өткенде электрэнергия шығыны көбейеді, осының нәтижесінде олар жоғары температураға дейін қызады. Қызу оқшауламаның тез ескіріп бұзылуын жылдамдатады және түйіспелердің жануына, шиналар мен өткізгіштердің механикалық беріктілігінің төмендеуіне келтіреді. Өткізгіштер мен аппараттар термикалық берік болу керек, яғни берілген есептік уақыт ішінде қысқа тұйықталу әсерінен пайда болатын қызуға зақымданусыз шыдау керек.

Қысқа тұйықталу токтары өткен кезде өткізгіштер арасында электр динамикалық күштер пайда болады. Егер осы күштерге қарсы қарсы шаралар қолданбаса, олардың әсерінен ток өткізгіштері мен олардың оқшауламалары бұзылуы мүмкін. Ток өткізгіштері, аппараттар мен электр машиналары электр динамикалық берік болуы керек, яғни қысқа тұйықталу әсерінен пайда болатын күштерге төзімді болуы керек.

Қысқа тұйықталулар электр тораптарындағы, әсіресе зақымдалу орнына жақын жерлерде, кернеу деңгейін төмендетеді.

Қысқа тұйықталу токтарын есептеу электр қондырғылардың параметрлерін таңдау немесе тексеру үшін, релелік қорғаныс пен автоматиканы таңдау немесе тексеру үшін керек.

Қорек көзінің қорытынды ЭҚК мен қорытынды кедергісі Ом заңымен қысқа тұйықталу тогының $I_{n.o}$ периодтық құраушысын есептейді. Содан кейін соққы тогын, ал қажет болса берілген t уақыт мезгіліндегі қысқа тұйықталу тогының периодикалық және аperiodтық құраушыларын есептейді.

Есептеулерді жеңілдету үшін есептеу сұлбасында шиналардағы кернеудің нақты шамаларының орнына кернеудің орта U_{opt} мәнін көрсетеді: 515; 340; 230; 115; 37; 10,5; 6,3 кВ. Әр электрлік сатыға орта кернеуді қабылдағаннан кейін барлық элементтердің номинальді кернеуін осы сатыдағы орта кернеуге тең деп есептейді.

Қысқа тұйықталу тогы келесі формула арқылы есептеледі:

$$I_{n.o} = \frac{U_{opt}}{\sqrt{3} \cdot X}, A$$

мұндағы U_{opt} - қысқа тұйықталу нүктесіндегі орта кернеуі,кВ;
 X - жүйенің кедергісі, Ом.

Егер кедергі салыстырмалы бірлікте берілген болса, онда формула мына түрге келеді:

$$I_{n.o} = \frac{I}{X_{(ном)}^i} I_{ном}, A,$$

мұндағы $X_{(ном)}^i$ - жүйенің салыстырмалы кедергісі, с.б. ;

$I_{ном}$ -қысқа тұйықталу пайда болған трансформатордың номинал тогы, А

Соққы ток, әдетте, қысқа тұйықталу басталғаннан кейін 0,01 секундтан кейін пайда болады.

Соққы тогы келесі формула арқылы есептеледі [3, 13, 14] :

$$i_c = \sqrt{2} \cdot I_{n.o} \cdot K_c, A,$$

мұндағы $I_{n.o}$ - қысқа тұйықталу құраушысының бастапқы мәні, А;

K_c - қысқа тұйықталу тогының аperiodикалық құраушысының өшуінің уақыт тұрақтысынан тәуелді соққы коэффициенті.

T_a уақыт тұрақтысы мен K_c коэффициенті арасында келесі қатынас бар [13,14]:

$$K_c = 1 + e^{-0,01/T_a}$$

Өткізгіштер бойымен қысқа тұйықталу тогы өткенде, оларды электр динамикалық әсерге тексереді.

ЭҚК - не сәйкес [1], иілмелі сымдарда соққы тогының шамасы 50 кА-дан жоғары болған кезде оларды шатасуына тексеру керек.

Қысқа тұйықталу процесінің ұзақтығы, әдетте, өте аз (бірнеше секунд) болғандықтан, өткізгіште бөлінетін жылу қоршаған ортаға беріліп үлгермейді де өткізгіштің қызуын туғызады.

Қысқа тұйықталу тогы жұмыс режиміндегі тогынан өте көп болғандықтан, өткізгіштердің қызуы мен деформациясына келтіретін қауіпті шамаларға дейін өсуі мүмкін. Өткізгіштің термиялық беріктілік критерийі - оның қысқа тұйықталу токтарының әсерінен қызуының рұқсат етілген температурасынан аспауы.

7.2 «Старый город» қосалқы станциясындағы қысқа тұйықталу токтарын есептеу

Трансформаторлардың қысқа тұйықталу тогын ол «Гурьев» ҚС-нан қоректенетін және «АТЭЦ» АТҚ-нан қоректенетін кезінде есептейміз.

Трансформатордың және желінің кедергісін есептеу

Кесте

Таңдалған трансформатор	ЖК кернеуі,кВ	ТК кернеуі,кВ	Номиналды қуат, МВ·А	Шығындар		ҚТ кернеуі,%
				$P_{қ.т.}$	$P_{х.х.}$	
ТДН-10000/110	115	11	10	60	18	10,5

Трансформатордың актив кедергісінің формуласы:

$$P_{қ.т.} = \frac{\Delta P_{қ.т.} \cdot U_n^2 \cdot 10^3}{S_n^2}$$

Жоғарғы кернеу жағы:

$$R_{T1} = \frac{60 \cdot 115^2 \cdot 10^3}{10000^2} = 7,935 \text{ Ом}$$

Төмен кернеу жағы:

$$R_{T2} = \frac{60 \cdot 11^2 \cdot 10^3}{10000^2} = 0,0726 \text{ Ом}$$

Трансформатордың актив кедергісінің формуласы:

$$X_T = \frac{U_K \cdot U_n^2 \cdot 10}{S_H}$$

Жоғарғы кернеу жағы:

$$X_T = \frac{10,5 \cdot 115^2 \cdot 10}{10000} = 138,86 \text{ Ом}$$

Төмен кернеу жағы:

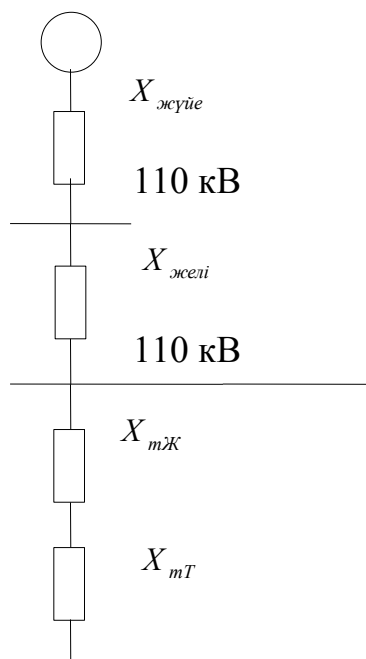
$$X_{T2} = \frac{10,5 \cdot 11^2 \cdot 10}{10000} = 1,27 \text{ Ом}$$

Желінің параметрлерін және қысқа тұйықталу токтарын есептеу

Жүйе шиналарындағы қысқа тұйықталу қуаты $S_{к.т.} = 750 \text{ МВ} \cdot \text{А}$

Сурет 7.1

Алдымен электр тізбегінің орынбасу сұлбасын тұрғызамыз.



Энергожүйенің индуктивті кедергісі формуласы:

$$X_{ж} = \frac{U_H^2}{S_{қ.т.}}$$

Жоғарғы кернеу жағы:

$$X_{ж.жк} = \frac{115^2}{750} = 17,63 \text{ Ом}$$

Төмен кернеу жағы:

$$X_{ж.тк} = \frac{11^2}{750} = 0,161 \text{ Ом}$$

Желінің активті кедергісі:

$$R_{ж} = R_0 \cdot L = 0,428 \cdot 6 = 2,568 \text{ Ом}$$

Желінің индуктивті кедергісі:

$$X_{ж} = X_0 \cdot L = 0,433 \cdot 6 = 2,598 \text{ Ом}$$

Мұндағы L – желінің ұзындығы 6 км тең.

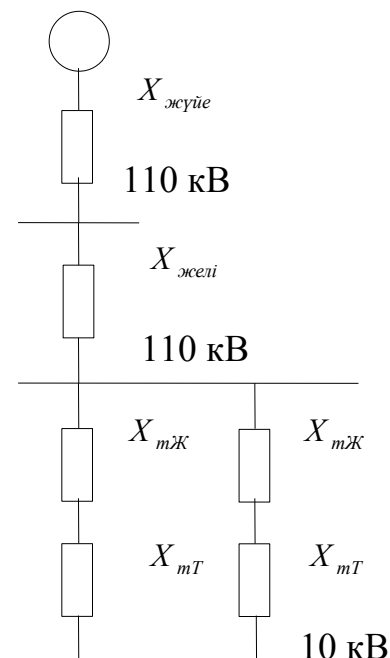
K_1 – нүктесінде желінің жалпы кедергісін шығарамыз:

$$Z_1 = \sqrt{R_{ж}^2 + (X_{ж} + X_{ж.жк})^2} = \sqrt{2,568^2 + (2,598 + 17,63)^2} = 20,39 \text{ Ом}$$

ЖК жақтағы қысқа тұйықталудың үш фазалы тогы:

$$I_{қ.т.}^3 = \frac{U_H}{\sqrt{3} \cdot Z_1} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 20,39} = 3260 \text{ А}$$

Сурет 7.2 Трансформаторлардың жеке жұмысы кезіндегі электр тізбегінің орынбасу сұлбасы



K_1 – нүктесінде желінің жалпы кедергісін шығарамыз:

$$Z_1 = \sqrt{R_{жс}^2 + (X_{жс} + X_{жс.жск})^2} = i \sqrt{2,568^2 + (2,598 + 17,63)^2} i = 20,39 \text{ Ом}$$

ЖК жақтағы қысқа тұйықталудың үш фазалы тогы:

$$I_{қ.т.}^3 = \frac{U_H}{\sqrt{3} \cdot Z_1} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 20,39} = 3260 \text{ A}$$

K_2 – нүктесіне активті және реактивті кедергіні келтіреміз.

$$R_{жс}^i = R_{жс} \left(\frac{U_{жск}}{U_{тк}} \right)^2 = 2,568 \left(\frac{11}{115} \right)^2 = 0,023 \text{ Ом}$$

$$X_{жс}^i = X_{жс} \left(\frac{U_{жск}}{U_{тк}} \right)^2 = 2,598 \left(\frac{11}{115} \right)^2 = 0,024 \text{ Ом}$$

K_2 – нүктесіндегі желінің жалпы кедергісін шығарамыз.

Желінің активті және реактивті кедергісін үшке бөлеміз, өйткені үш кірме желі

$$R_{ж}=(R_0 \cdot L)=2,568/3=0,856 \text{ Ом}$$

$$X_{ж}=(X_0 \cdot L)=2,598/3=0,866 \text{ Ом}$$

мұндағы L – желінің ұзындығы 6 км тең.

K_2 – нүктесінде желінің жалпы кедергісін шығарамыз.

$$Z_{\Sigma 1}=\sqrt{R_{ж}^2+(X_L+X_C)^2}=\sqrt{0,856^2+(0,866+17,63)^2}=18,51 \text{ Ом}$$

Жоғары кернеу жақтағы қысқа тұйықталудың үш фазалы тогы:

$$I_{к.т.}=\frac{U_H}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma 1}}=\frac{11 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 18,51}=343,51 \text{ А}$$

T_a – қысқа тұйықталу тогының апериодикалық құраушысының сөну уақытына тұрақтысы, келесі формула арқылы анықталады:

$$T_a=\frac{X}{W \cdot R};$$

$$W=2 \cdot \pi \cdot f=2 \cdot 3,14 \cdot 50=314$$

Жоғарғы кернеу жағы:

$$R_{\Sigma 1}=R_{ж}=2,568 \text{ Ом}$$

$$X_{\Sigma 1}=X_{ж}+X_{ж.жк}=2,598+17,63=20,22 \text{ Ом}$$

$$T_{a1}=\frac{X_{\Sigma 1}}{W \cdot R_{\Sigma 1}}=\frac{20,22}{314 \cdot 2,568}=0,025$$

Төменгі кернеу жағы:

$$R_{\Sigma 2}=R_{ж}^i+R_{T2}=0,023+0,0726=0,0956 \text{ Ом}$$

$$X_{\Sigma 2}=X_{ж}^i+X_{ж.тк}+X_{T2}=0,18+0,161+0,27=0,611 \text{ Ом}$$

$$T_{a2}=\frac{X_{\Sigma 2}}{W \cdot R_{\Sigma 2}}=\frac{0,611}{314 \cdot 0,0956}=0,2078$$

Қысқа тұйықталу тогының апериодикалық құраушысының сөну уақыты тұрақтысына тәуелді, екпінді коэффициентті формула бойынша табамыз:

$$K_y = 1 + e^{\frac{-0,01}{T_a}}$$

Жоғарғы кернеу жағына:

$$K_{y1} = 1 + e^{\frac{-0,01}{0,025}} = 1,491$$

Төменгі кернеу жағына:

$$K_{y2} = 1 + e^{\frac{-0,01}{0,0278}} = 1,432$$

Екпінді ток, екпінді коэффициентін ескеріп, мына формула арқылы анықталады:

$$I_c = \sqrt{2} I_{\text{қ.м.}} \cdot K_y$$

Жоғарғы кернеу жағы үшін:

$$I_{c1} = \sqrt{2} I_{\text{қ.м.}} \cdot K_{y1} = \sqrt{2} \cdot 3260 \cdot 1,491 = 6854 \text{ A}$$

Төменгі кернеу жағы үшін:

$$I_{c2} = \sqrt{2} I_{\text{қ.м.}} \cdot K_{y2} = \sqrt{2} \cdot 343,51 \cdot 1,432 = 693,58 \text{ A}$$

8. Қосалқы станцияның қондырғыларын және шинасын таңдау

Қажет жабдықтарды таңдау қабылданған электр жалғанымдар сұлбасы негізінде жасалады. ТК және ЖК жақтарына электржабдықтарды таңдамастан бұрын, жұмыс токтарын есептеп алу қажет, соларға сүйене отырып қосалқы станция аппаратурасы таңдалатын болады. Жұмыс токтары формуламен шығарылады:

$$I_{\max} = I_{\text{жүм}} = \frac{S_{\max}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Жоғарғы кернеу жағы үшін:

$$I_{\max 1} = \frac{S_{\max}}{\sqrt{3} \cdot U_1} = \frac{13,35 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 110} = 70,15 \text{ А}$$

Төмен кернеу жағы үшін:

$$I_{\max 2} = \frac{S_{\max} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 10} = 771 \text{ А}$$

Төмен кернеу жағындағы жұмыс тогы 3,7 кА құрайды. Бұндай мәнді ток үшін айырғыштарды, ажыратқыштарды таңдау мүмкін емес, өйткені сәйкес жабдықтар жоқ. Төмен кернеу жағындағы жұмыс тогын азайту үшін қабылданған күштік трансформаторды төмен кернеулі орамалары тарамдалған трансформаторға ауыстырамыз.

Сәйкесінше, төмен кернеу жағы үшін жұмыс тогы формуламен шығарылады:

$$I_{\max 2} = \frac{S_{\max}}{\sqrt{3} \cdot U_2 \cdot 2} = \frac{13,35 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 11 \cdot 2} = 351 \text{ А}$$

8.1 Ажыратқыштар мен айырғыштарды таңдау

Ажыратқыштар мен айырғыштарды таңдағанда біз сүйенетін, негізгі параметрлер:

1. U_n - номиналды кернеу;
2. $I_{\text{ж}}$ - номиналды (жұмыс) тогы;
3. $I_{\text{ек}}$ - екпінді (шектік өтпелі) ток;

4. $V_{т.т}$ - термиялық төзімділік;

5. $I_{а.н.т}$ -ажыратудың номиналды тогы, ажыратқыштар үшін ғана шығарылады.

Жоғары кернеу жағына ажыратқыштарды таңдау

Кернеуі 110/10 кВ «Старый город» ҚС-ның 110 кВ жағына он бір ЗАР1 ДТ-123 бакты элегазды ажыратқышты таңдаймыз.

$$I_{ном} = 67 \text{ А}$$

Таңдау шарттары:

Қондырғының кернеуі бойынша

$$U_{орн} \leq U_{ном}$$

$$110 \leq 115 \text{ кВ}$$

Ұзақ ток бойынша

$$I_{норм} \leq I_{ном}$$

$$70,15 \leq 1250;$$

Ажырату қабілеті бойынша

$$B_k \leq I_{тер}^2 t_{тер};$$

$$B_k = I_{н.о}^2 (t_{ажр} + T_a)$$

мұндағы B_k – есептеу бойынша табылатын жылулық импульс, $кА^2 \cdot с$;

$I_{тер}$ - термиялық беріктіліктің шекті тогы, кА;

$t_{тер}$ - термиялық беріктілік бойынша шекті токтың ағу ұзақтығы, с;

$I_{п.о}$ - үш фазалы қысқа тұйықталу тогының апериодикалық құраушысы, кА

T_a – үш фазалы қысқа тұйықталу тогының апериодикалық құраушысының өшуінің уақыт тұрақтысы, $T_a = 0,0278$ с;

$t_{ажр}$ – ажыратқыштың ажыратылуының толық уақыты;

110 кВ ЗАР-1 ДТ-123 бакты элегазды ажыратқыш

кесте

Таңдау шарттары	Есептік мәліметтер	Каталогты мәліметтер
$U_{орн} \leq U_{ном}$	110 кВ	123 кВ
$I_{норм} \leq I_{ном}$	70,15 А	1250 А
$B_k \leq I_{тер}^2 t_{тер}$	42,51 $кА^2 \cdot с$	4800 $кА^2 \cdot с$
$I_c \leq I_{дин}$	6,854 кА	40 кА

Жоғарғы кернеу жағына айырғыштарды таңдау

«Старый город» қосалқы станциясының 110 кВ жағына айырғыштарды таңдаймыз.

Жөндеу жұмыстары кезінде айырғышпен кернеуі бар бөліктермен және жөндеу жұмыстарына шығарылған қондырғылар контактілері арасында

көрінетін ара-қашықтық жасалады. Айырғыштармен жүктеме тогын өшіруге болмайды, себебі контакт жүйесі доға сөндіретін құрылғымен жабдықталмаған және де жүктеме тогын қателесіп сөндірген жағдайда тұрақты доға пайда болады да, ол фаза аралық қысқа тұйықталуға әкелуі мүмкін. Айырғышпен операция жасар алдында тізбек ажыратқышпен ажыратылуы керек.

Айырғышты таңдау:

қондырғының кернеуі бойынша;

$$U_{орн} \leq U_{ном};$$

$$110 \leq 115 \text{ кВ}$$

ток бойынша:

$$I_{норм} \leq I_{ном};$$

$$67 \leq 1250;$$

$$I_c \leq I_{шек};$$

мұндағы $I_{шек}$, $I_{пр.с}$ – қысқа тұйықталудың шектік тесу тогы (амплитудасы және әсер етуші мәні)

$$I_c = 6,854 \text{ кА} \leq I_{шек} = 80 \text{ кА}$$

термиялық беріктілігі бойынша:

$$B_k \leq I_{тер}^2 t_{тер} = (31,5)^2 \cdot 4 = 3969 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

мұндағы B_k – есептеу бойынша табылатын жылулық импульс, $\text{кА}^2 \cdot \text{с}$

$I_{тер}$ - термиялық беріктіліктің шекті тогы, кА;

$t_{тер}$ - термиялық беріктілік бойынша шекті токтың ағу ұзақтығы, с;

РНД(З)-110У/1000 типті айырғыш таңдалады

Кесте

Таңдау шарттары	Есептік мәліметтер	Каталогты мәліметтер
$U_{орн} \leq U_{ном}$	110 кВ	123 кВ
$I_{норм} \leq I_{ном}$	70,15 А	1000 А
$B_k \leq I_{тер}^2 t_{тер}$	42,51 $\text{кА}^2 \cdot \text{с}$	3969 $\text{кА}^2 \cdot \text{с}$
$I_c \leq I_{дин}$	6,854 кА	31,5 кА

Төменгі кернеу жағына ажыратқыштарды таңдау

Тұтынушыларды қоректендіретін, төмен кернеу жағына ажыратқыштарды таңдау үшін, тұтынушылардың желі санын, төмен кернеу желісінің кернеуін, кәсіпорынның максималды қуатын есепке алып, жұмыс токтарын формуламен шығару қажет:

Таңдау шарттары:
Қондырғының кернеуі бойынша

$$U_{орн} \leq U_{ном}$$

$$10 \leq 12 \text{ кВ}$$

Ұзақ ток бойынша

$$I_{норм} \leq I_{ном}$$

$$702 \leq 1000 \text{ А};$$

Ажырату қабілеті бойынша

$$B_k \leq I_{тер}^2 t_{тер};$$

$$B_k = I_{н.о}^2 (t_{ажр} + T_a)$$

мұндағы B_k – есептеу бойынша табылатын жылулық импульс, $кА^2 \cdot с$;

$I_{тер}$ - термиялық беріктіліктің шекті тогы, $кА$;

$t_{тер}$ - термиялық беріктілік бойынша шекті токтың ағу ұзақтығы, $с$;

$I_{п.о}$ - үш фазалы қысқа тұйықталу тогының апериодикалық құраушысы, $кА$

T_a – үш фазалы қысқа тұйықталу тогының апериодикалық құраушысының өшуінің уақыт тұрақтысы, $T_a = 0,0278 \text{ с}$;

10 кВ ВВ/TEL-10-20/1000 вакуумды ажыратқышын таңдаймыз

кесте

Таңдау шарттары	Есептік мәліметтер	Каталогты мәліметтер
$U_{орн} \leq U_{ном}$	10 кВ	12 кВ
$I_{макс} \leq I_{ном}$	771 А	1000 А
$B_k \leq I_{тер}^2 t_{тер}$	89,71 $кА^2 \cdot с$	1600 $кА^2 \cdot с$
$I_c \leq I_{дин}$	0,693 кА	30 кА

Төменгі кернеу жағына айырғыштарды таңдау

Айырғышты таңдау:

қондырғының кернеуі бойынша;

$$U_{орн} \leq U_{ном};$$

$$10 \leq 115 \text{ кВ}$$

ТОК БОЙЫНША:

$$I_{\text{норм}} \leq I_{\text{ном}} ;$$

$$771 \leq 1250;$$

$$I_c \leq I_{\text{шек}} ;$$

мұндағы $I_{\text{шек}}$, $I_{\text{пр.с}}$ – қысқа тұйықталудың шектік тесу тогы (амплитудасы және әсер етуші мәні)

$$I_c = 0,693 \text{ кА} \leq I_{\text{шек}} = 80 \text{кА}$$

термиялық беріктілігі бойынша:

$$B_k \leq I_{\text{тер}}^2 t_{\text{тер}} = (31,5)^2 \cdot 4 = 3969 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

мұндағы B_k – есептеу бойынша табылатын жылулық импульс, $\text{кА}^2 \cdot \text{с}$

$I_{\text{тер}}$ - термиялық беріктіліктің шекті тогы, кА;

$t_{\text{тер}}$ - термиялық беріктілік бойынша шекті токтың ағу ұзақтығы, с;

Кесте

Таңдау шарттары	Есептік мәліметтер	Каталогты мәліметтер
$U_{\text{орн}} \leq U_{\text{ном}}$	10 кВ	10 кВ
$I_{\text{норм}} \leq I_{\text{ном}}$	771 А	1250 А
$B_k \leq I_{\text{тер}}^2 t_{\text{тер}}$	42,51 $\text{кА}^2 \cdot \text{с}$	3969 $\text{кА}^2 \cdot \text{с}$
$I_c \leq I_{\text{дин}}$	6,854 кА	40 кА

8.2 Асқын кернеу шектеуіштерін таңдау

Асқын кернеу шектеуіштерін таңдау АҚШ қолданылу ортасы бойынша анықталады.

Жоғарғы кернеу жағы үшін.

ОПН-У/TEL кернеуі 27 кВ-тан 220 кВ дейін әуе электр желілерінің коммутациялық және найзағайдан болатын асқын кернеулерден қорғау үшін арналған. Орнату тәсілі «фаза-жер» (-60...+40°C). Осы жағдайда бізге кернеу классы 35 кВ, ОПН-У/TEL қажет.

Төмен кернеу жағы үшін.

ОПН-РС/TEL 6-10 кВ әуе электр желілерін найзағайдан болатын асқын кернеулерден қорғау үшін арналған. Орнату тәсілі «фаза-жер». Бұрын РВО түрінің вентильді разрядтауыштарының қолданылуы қарастырылған болса, желінің барлық нүктелерінде пайдаланылады.

8.3 Шинаны таңдау

Жоғарғы кернеу жағына шина таңдау

Жоғарғы кернеу жағының шинасы иілгіш түрде орындалады. Ол тәждеу және термиялық төзімділік шарты бойынша тексеріледі.

Термиялық төзімділікке өткізгішті тексеру

Өткізгіштің термиялық төзімділігінің критериясы қысқа тұйықталу токтарымен оның рұқсат етілген қызу температурасы болып келеді. Сондықтан өткізгіш немесе аппарат температурасы ҚТ процесінде рұқсат етілген шамалардан аспайтын болса, термиялық төзімді деп есептеген жөн.

3.12 кестесінде [2] әр түрлі өткізгіштердің рұқсат етілген қызу температураларының мәндері келтірілген. Олар жалаңаш өткізгіштер үшін металдың механикалық беріктігін сақтау ойларынан анықталған. Болатты алюминді сымдардың алюминді бөлігі үшін $v_{к.доп.}=200^{\circ}\text{C}$.

$v_{н.анықталуын}$ келесі қатынастың қолданылуымен жасайды:

$$v_{н} = v_{0} + (v_{доп} + v_{0.ном}) \left(\frac{I_{max}}{I_{доп}} \right)^2$$

мұндағы v_{0} – қоршаған ортаның температурасы; $v_{доп}$ - өткізгіштің ұзақ рұқсат етілген температурасы, $v_{0.ном}$ - қоршаған ортаның номиналды температурасы (ЭОЕ (ПУЭ) сәйкес, ауа үшін +25 ° С); I_{max} - жүктеменің номиналды тогы; $I_{доп.}$ -өткізгіштің ұзақ рұқсат етілген тогы.

$$v_n = 30 + (70 - 25) \left(\frac{351}{610} \right)^2 = 45^\circ\text{C}$$

ҚТ басталу сәтінде өткізгіштің жылулық күйін сипаттайтын, f_n шамасын, v_n жұмыс режиміндегі өткізгіштің белгілі температурасы бойынша.

$$f_n = 48^\circ\text{C}$$

$$f_k = f_n + \frac{k \cdot B_k}{q^2}$$

Бұл теңдік ҚТ соңындағы v_k өткізгіштің температурасын анықтау үшін негізгі болып келеді.

$k = 1,054 \text{ мм}^4 \cdot \text{C} / (\text{A} \cdot \text{c}) \cdot 10^{-10}$ өткізгіштің тиімді жылу сыйымдылығын және салыстырмалы кедергісін ескеретін, коэффициент

B_k -өткізгіште қысқа тұйықталу тогымен бөлінетін жылу көлеміне пропорционалды, қысқа тұйықталу тогының жылулық импульсы

$$B_k = (I_{k.m.})^2 (t_{\text{өш}} + T_a) = 3,26^2 (3 + 0.025) = 32,14 \text{ кA}^2 \cdot \text{c}$$

Егер f_n -ға, зерттеліп жатқан өткізгіштің q қимасы мен k коэффициенті қысқа тұйықталу токтарының белгілі мәндері бойынша анықталатын, $k \cdot B_k / q^2$ шамасын қоссақ, онда f_k мәнін аламыз.

$$f_n = f_n + \frac{k \cdot B_k}{q^2} = 40 + \frac{1,054 \cdot 32 \cdot 10^5}{240^2} = 98,55^\circ\text{C}$$

Қисық бойынша f_k пайдаланып, v_k ҚТ режимінде өткізгіш температурасының ақырғы мәнін анықтаймыз. Егер $v_k \leq v_{k.\text{доп}}$, онда өткізгіш термиялық төзімді.

$$v_k = 111,36^\circ\text{C} \leq v_{k.\text{доп}} = 200^\circ\text{C}$$

АС-70/12 сымы термиялық төзімділік шарты бойынша өтеді.

Төмен кернеу жағына шина таңдау

Төмен кернеу жағына шина қатты түрде орындалады. Ол термиялық және динамикалық төзімділік шарты бойынша тексеріледі.

Өткізгішті термиялық төзімділікке тексеру.

Төмен кернеу жағында ағатын, жұмыс тогы, анықталады

$$I_{\text{max}2} = \frac{S_{\text{max}}}{\sqrt{3} \cdot U_2 \cdot 2} = \frac{13,35 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 11 \cdot 2} = 351 \text{ A}$$

Токтың экономикалық тығыздығы бұрынғы түрінде қалды

$$J_{\text{ЭК}}=1,3 \text{ А/мм}^2$$

$$F_{\text{ЭК}} = \frac{I_{\text{max}}^2}{J_{\text{ЭК}}} = \frac{351}{1,3} = 270 \text{ мм}^2$$

Алдын-ала рұқсат етілген ток бойынша тік бұрышты қимасымен алюминьді сырланған шиналарды таңдаймыз [9], онда шарт орындалады $I_{\text{max}}=270 \text{ А} \leq I_{\text{к.доп}}=300 \text{ А}$

Таңдалған шинаның қимасы 120×8 және қима 960 мм^2 құрайды. Шинаны термиялық төзімділікке тексереміз. Төмен кернеу жағындағы шинаның термиялық төзімділікке есептеулері жоғары кернеу жағында қолданылған формулалармен жасалады.

$v_{\text{н}}$ анықталуын келесі қатынастың қолданылуымен жасайды:

$$v_{\text{н}} = v_0 + (v_{\text{рүк}} + v_{0.\text{ном}}) \left(\frac{I_{\text{max}}}{I_{\text{рүк}}} \right)^2 = 30 + (70 - 25) \left(\frac{270}{300} \right)^2 = 66,45^\circ\text{C}$$

$$f_{\text{н}} = 63,333 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$B_{\text{к}} = (I_{\text{к.м.}})^2 (t_{\text{өш}} + T_{\text{а2}}) = 3,591^2 (3 + 0,0278) = 39 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

$$F_{\text{к}} = f_{\text{н}} + \frac{k \cdot B_{\text{к}}}{q^2} = 63,33 + \frac{1,054 \cdot 39 \cdot 10^5}{240^2} = 134,7^\circ\text{C}$$

$$v_{\text{к}} = 134,7^\circ\text{C} \leq v_{\text{к.рүк}} = 200 \text{ }^\circ\text{C}$$

960 мм^2 тік бұрышты қимасымен алюминьді бірполюсті сырланған шиналар термиялық төзімділік шарты бойынша өтеді.

Динамикалық төзімділікке бірполюсті шиналарды есептеу
Үшфазалы ҚТ кезінде ең көп салыстырмалы күш салу анықталады [2]:

$$f^3 = \sqrt{3} \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I_c^2}{a}$$

мұндағы a – 26 см тең фазалар арасындағы қашықтық; I_c^2 – үшфазалы қысқа тұйықталудың екпінді тогы.

Ең көп динамикалық күш салулар ҚТ үшфазалы тогында пайда болады, сондықтан есептеулерде үшфазалы ҚТ екпінді тогы ескеріледі.

$$f^3 = \sqrt{3} \cdot 10^{-7} \frac{3591^2}{0,26} = 8,5 \text{ Н/м}$$

Біркелкі таратылған f^3 күші иетін сәтті жасайды, Н/м (шина тіректерде еркін жататын, көпөткінді бөрене ретінде қарастырылады)

$$M = \frac{f^3 \cdot L^2}{10} = \frac{8,5 \cdot 0,7^2}{10} = 0,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

мұндағы L –шиналық құралым мен тіректік оқшаулағыштар арасындағы өткіннің ұзындығы, м.

Иетін сәт әсерінен пайда болатын, шина материалындағы кернеу, МПа

$$\sigma_{расч} = \frac{M}{W} = \frac{f^3 \cdot L^2}{10 \cdot W}$$

мұндағы W – күш салу әрекетіне перпендикулярлы, осіне байланысты шина кедергісінің сәті, формуламен анықталады:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{120 \cdot 8^2}{6} = 1280 \text{ см}^3$$

$$\sigma_{есен} = \frac{M}{W} = \frac{f^3 \cdot L^2}{10 \cdot W} = \frac{0,4}{1280} = 0,00031 \text{ МПа}$$

Шиналар динамикалық төзімді, егер

$$\sigma_{есен} = 0,00031 \text{ МПа} \leq \sigma_{ржк} = 40 \text{ МПа}$$

Тап осы қиманың шиналық құралымы динамикалық төзімділік шарты бойынша өтеді.

8.4 Ток трансформаторларын таңдау

Ток трансформаторына қосылатын аспаптар. [4]

.1 кестесі

Аспап	Түрі	Фаза жүктемесі, В·А	
		А	С
Амперметр	Э-335	0,5	0,5
Ваттметр	Д-335	0,5	0,5
Варметр	Д-335	0,5	0,5
Активті энергияның санаушысы	И-680	2,5	2,5
Индуктивті энергияның санаушысы	И-673	2,5	2,5
Барлығы		6,5	6,5

ЖК жағына ток трансформаторы.

Екінші реттік жүктеме шарты бойынша ток трансформаторын таңдаймыз.

$$Z_2 \leq Z_{2\text{ном}},$$

мұндағы Z_2 -ток трансформаторының екінші реттік жүктемесі, $Z_{2\text{ном}}$ -таңдалған дәлдік классында ток трансформаторының рұқсат етілген номиналды жүктемесі.

Ток тізбектерінің индуктивті кедергісі үлкен емес, сондықтан $Z_2 \approx r_2$.

Екінші реттік жүктеме аспаптардың, жалғайтын сымдардың және түйіспелердің айнымалы кедергілерінен тұрады:

$$r_2 = r_{\text{пр}} + r_{\text{приб}} + r_{\text{к}}$$

ЖК жағындағы ТТ

ТФНД-110М, $t_{\text{T}}=3\text{с}$. [4]

7.4.2 кестесі

Есептік мәліметтер	Каталогтық мәліметтер
$U_{\text{орн}} = 110 \text{ кВ}$	$U_{\text{ном}} = 110 \text{ кВ}$
$I_{\text{max}} = 70,15 \text{ А}$	$I_{\text{ном}} = 600 \text{ А}$
$I_{\text{с}} = 0,693 \text{ кА}$	$I_{\text{с}} = 150 \text{ кА}$
$B_{\text{к}} = 8,4672 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$B_{\text{к}} = 5547 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$

Аспаптардың кедергісі келесі қатынаспен анықталады:

$$r_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2} =$$

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

мұндағы $S_{\text{приб}}$ -аспаптармен тұтынылатын, қуат; I_2 -аспаптың екінші реттік номиналды тогы.

Екі-үш аспаптарда түйіспелердің кедергісі 0,05 Ом болып қабылданады және 0,1 Ом аспаптар саны көбірек болғанда. Жалғайтын сымдардың кедергісі олардың ұзындығына және қимасына байланысты болады. Ток трансформаторы таңдалған дәлдік классында жұмыс істеу үшін, келесі шартты ұстау керек

$$r_2 = r_{\text{пр}} + r_{\text{приб}} + r_{\text{к}} \leq Z_{2\text{ном}}$$

Таңдалған дәлдік классындағы ток трансформаторының рұқсат етілген номиналды жүктемесі

$$Z_{2ном} = \frac{S_{2ном}}{I_2^2} =$$
$$Z_{2ном} = \frac{S_{2ном}}{I_2^2} = \frac{30}{25} = 1,2 \text{ Омқ}$$

Сымдардың рұқсат етілген кедергісі

$$r_{пр} = Z_{2ном} - r_{приб} - r_{к} = 1,2 - 0,26 - 0,1 = 0,84 \text{ Ом}$$

Сымның рұқсат етілген қимасы

$$q = \frac{\rho \cdot l_{расч}}{r_{пр}} = \frac{0,0283 \cdot 75}{0,84} = 2,527 \text{ мм}^2 \text{ қ}$$

$l_{расч} = l = 75$ м, ток трансформаторларының жалғанымдар сұлбасымен байланысты, есептік ұзындық, тап осы жағдайда – толық жұлдызға қосу. Ток трансформаторынан аспаптарға дейін жалғайтын сымдардың ұзындығын әр түрлі жалғанымдар үшін 35 кВ ТҚ тізбегіндегі-75 м тең шамада қабылдауға болады.

ρ – сым материалының салыстырмалы кедергісі. Мыс талсымдарымен сымдар 100 МВт және көбірек агрегаттарымен қуатты электрстанциялардың қосымша және негізгі жабдықтарының екінші реттік тізбектерінде, және де 220 кВ және жоғары жоғарғы кернеуімен қосалқы станцияларда қолданылады. Қалған жағдайларда екінші реттік тізбектерде алюминьді талсымдарымен сымдар пайдаланылады ($\rho = 0,0283$).

Жалғайтын сымдар ретінде қорғасынды, резіңкелі, полихлорвинилді немесе арнайы жылуға төзімді сыртымен қағазды, резіңкелі, полихлорвинилді немесе полиэтиленді оқшаулауымен көпталсымды бақыламалық кабельдерді пайдаланады. Осыдан кері операцияны орындаймыз және сымның кедергісін табамыз:

$$r_{пр} = \frac{\rho \cdot l_{расч}}{q} = \frac{0,0283 \cdot 75}{4} = 0,53 \text{ Ом}$$

Екінші қайтара есептік жүктеме:

$$r_2 = r_{пр} + r_{приб} + r_{к} = 0,53 + 0,26 + 0,1 = 0,89 \text{ Ом}$$

Екінші реттік жүктеме бойынша шарт орындалады

$$Z_2=0,89 \leq Z_{2\text{ном}}=1,2 \text{ Ом}$$

4 мм² қимасымен алюминьді талсымдарымен бақыламалық кабельді қабылдаймыз. Төмен кернеу жағына ток трансформаторын таңдау есептеулерін осыған ұқсас орындаймыз.

ТҚ жағындағы ТТ

Бұл есептеу КТҚ кірме ұяшықтары үшін арналған, таңдалған ток трансформаторы үшін жасалады.

7.4.3 кестесі-Ток трансформаторына қосылатын, аспаптар.

Аспап	Түрі	Фаза жүктемесі, В·А	
		А	С
Амперметр	Э-335	0,5	0,5
Ваттметр	Д-335	0,5	0,5
Варметр	Д-335	0,5	0,5
Активті энергияның санаушысы	И-680	2,5	2,5
Индуктивті энергияның санаушысы	И-673	2,5	2,5
Барлығы		6,5	6,5

ТШЛ 10-У3, S_{2ном} 20 В·А, t_T = 3 с.

7.4.4 кестесі

Есептік мәліметтер	Каталогтық мәліметтер
U _{уст} = 10 кВ	U _{ном} = 10 кВ
I _{max} = 1834,007 А	I _{ном} = 2000 А
i _y = 10040,036 кА	i _y = 81 кА
B _к = 67,3 кА ² ·с	B _к = 2976,75 кА ² ·с

Аспаптардың кедергісі келесі қатынаспен анықталады:

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

Таңдалған дәлдік классындағы ток трансформаторының рұқсат етілген номиналды жүктемесі

$$r_{2ном} = Z_{2ном} = \frac{S_{2ном}}{I_2^2} = \frac{20}{25} = 0,8 \text{ Омқ}$$

$r_k = 0,1 \text{ Ом}$, өйткені қабылданған аспаптардың саны -5.

Сымдардың рұқсат етілген кедергісі

$$r_{пр} = Z_{2ном} - r_{приб} - r_k = 0,8 - 0,26 - 0,1 = 0,44 \text{ Ом}$$

Ток трансформаторынан аспаптарға дейін жалғайтын сымдардың ұзындығын 10 кВ желінің әр түрлі жалғанымдары үшін қабылдауға болады, тұтынушыларға-6 м. $l_{расч} = \sqrt{3} \cdot l = \sqrt{3} \cdot 6 = 10,392 \text{ м}$, ток трансформаторларының жалғанымдар сұлбасымен байланысты, есептік ұзындық, тап осы жағдайда-толық емес жұлдызға қосу.

Сымның рұқсат етілген қимасы

$$q = \frac{\rho \cdot l_{расч}}{r_{пр}} = \frac{0,0283 \cdot 10,392}{0,44} = 0,6684 \text{ мм}^2 \text{ қ}$$

4 мм² қимасымен бақыламалық кабельді қабылдаймыз. Осыдан кері операцияны орындаймыз және сымның кедергісін табамыз:

$$r_{пр} = \frac{\rho \cdot l_{расч}}{q} = \frac{0,0283 \cdot 10,392}{4} = 0,0735 \text{ Ом}$$

Екінші реттік есептік жүктеме:

$$r_2 = r_{пр} + r_{приб} + r_k = 0,0735 + 0,26 + 0,1 = 0,4335 \text{ Ом}$$

Екінші реттік жүктеме бойынша шарт орындалады

$$Z_2 = 0,4335 \leq Z_{2ном} = 0,8 \text{ Ом}$$

Бұл есептеу тұтынушы ұяшығына ток трансформаторын таңдау үшін арналған. Өйткені, тұтынушылар желісінде ағатын токтар 101-124 А аз интервалда таралады, онда тап осы ток трансформаторының түрі барлық бес кәсіпорын үшін арналған және есептеу тек түрлі түсті металлургия кәсіпорыны үшін жасалды.

Ток трансформаторына қосылатын, аспаптар.

7.4.5 кестесі-Ток трансформаторына қосылатын, аспаптар.

Аспап	Түрі	Фаза жүктемесі, В·А	
		А	С
Амперметр	Э-335	0,5	0,5
Активті энергияның санаушысы	И-680	2,5	2,5
Барлығы		3	3

ТЛМ 10-У3, $S_{2ном} 10 \text{ В}\cdot\text{А}$, $t_T = 3 \text{ с}$.

7.4.6 кестесі

Есептік мәліметтер	Каталогтық мәліметтер
$U_{уст} = 10 \text{ кВ}$	$U_{ном} = 10 \text{ кВ}$
$I_{max} = 115,5 \text{ А}$	$I_{ном} = 200 \text{ А}$
$i_y = 10040,036 \text{ кА}$	$i_y = 35,2 \text{ кА}$
$B_K = 67,3 \text{ кА}^2\cdot\text{с}$	$B_K = 306,03 \text{ кА}^2\cdot\text{с}$

Аспаптардың кедергісі келесі қатынаспен анықталады:

$$r_{приб} = \frac{S_{приб}}{I_2^2} = \frac{3}{25} = 0,12 \text{ к} \\ \text{Ом}$$

Тандалған дәлдік классындағы ток трансформаторының рұқсат етілген номиналды жүктемесі

$$r_{2ном} = Z_{2ном} = \frac{S_{2ном}}{I_2^2} = \frac{10}{25} = 0,4 \text{ Омк}$$

$r_K = 0,05 \text{ Ом}$, өйткені қабылданған аспаптардың саны -2.

Сымдардың рұқсат етілген кедергісі

$$r_{пп} = Z_{2ном} - r_{приб} - r_K = 0,4 - 0,12 - 0,05 = 0,23 \text{ Ом}$$

Ток трансформаторынан аспаптарға дейін жалғайтын сымдардың ұзындығын 10 кВ желінің әр түрлі жалғанымдары үшін қабылдауға болады,

тұтынушыларға-6 м. $l_{расч} = \sqrt{3} \cdot l = \sqrt{3} \cdot 6 = 10,392 м$, ток трансформаторларының жалғанымдар сұлбасымен байланысты, есептік ұзындық, тап осы жағдайда-толық емес жұлдызға қосу.

Сымның рұқсат етілген қимасы

$$q = \frac{\rho \cdot l_{расч}}{r_{ПП}} = \frac{0,0283 \cdot 10,392}{0,23} = 1,279 мм^2 қ$$

Төзімділік шарты бойынша алюминьді талсымдар үшін қима 4 мм² аз болмау керек. Сондықтан 4 мм² қимасымен бақыламалық кабельді қабылдаймыз.

Осыдан кері операцияны орындаймыз және сымның кедергісін табамыз:

$$r_{пр} = \frac{\rho \cdot l_{расч}}{q} = \frac{0,0283 \cdot 10,392}{4} = 0,0735 Ом$$

Екінші реттік есептік жүктеме:

$$r_2 = r_{пр} + r_{приб} + r_k = 0,0735 + 0,12 + 0,05 = 0,2435 Ом$$

Екінші реттік жүктеме бойынша шарт орындалады

$$Z_2 = 0,2435 \leq Z_{2ном} = 0,4 Ом$$

4 мм² қимасымен алюминьді талсымдарымен бақыламалық кабельді қабылдаймыз.

8.5 Кернеу трансформаторларын таңдау

Тап осы жағдайда екінші реттік жүктеме шарты бойынша кернеу трансформаторларын таңдаймыз. [11]

$$S_{2\Sigma} \leq S_{2ном},$$

мұндағы $S_{2\Sigma}$ -таңдалған дәлдік классындағы номиналды қуат; $S_{2ном}$ -кернеу трансформаторына жалғанған, реле мен барлық өлшеуіш аспаптарының жүктемесі, В·А.

Аспаптар жүктемесінің есептеулерін оңайлату үшін фаза бойынша бөлмесек те болады

$$S_{2\Sigma} = \sqrt{\left(\sum S_{\text{приб}} \cdot \cos \phi_{\text{приб}}\right)^2 + \left(\sum S_{\text{приб}} \cdot \sin \phi_{\text{приб}}\right)^2} = \sqrt{P_{\text{приб}}^2 + Q_{\text{приб}}^2}$$

Есептеулерді жеңілдету үшін алюминді талсымдар үшін механикалық төзімділік шарты бойынша сымдардың қимасын 2,5 мм² деп қабылдаймыз.

ЖК жағына кернеу трансформаторы

Кернеу трансформаторларының екінші реттік жүктемесі.

8.5.1 кестесі- Кернеу трансформаторларының екінші реттік жүктемесі

Аспап	Түр i	Ораманы ң S, В·А	Орам а саны	cos φ	sinφ	Аспапта р саны	Жалпы тұтынылаты н қуат	
							P, Вт	Q, вар
Вольтметр	Э- 335	2	1	1	0	1	2	-
Ваттметр	Д- 335	1,5	2	1	0	1	3	-
Варметр	Д- 335	1,5	2	1	0	1	3	-
Активті энергияны ң санаушысы	И- 680	2	2	0,38	0,92 5	1	4	9,7
Индуктивті энергияны ң санаушысы	И- 673	3	2	0,38	0,92 5	1	6	14,5
Жилік санаушысы	Э- 352	3	1	1	0	1	3	-
Барлығы							21	24,2

Кернеу трансформаторының екінші реттік жүктемесі:

$$S_{2\Sigma} = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{21^2 + 24,2^2} = 32,041 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

Санауыштарды жалғау үшін қажет болатын, таңдалған ЗНОЛ-35 трансформаторының 0,5 дәлдік классында 150 В·А номиналды қуаты бар. Осылайша, $S_{2\Sigma} = 32,041 \text{ В} \cdot \text{А} \leq S_{2\text{ном}} = 150 \text{ В} \cdot \text{А}$, трансформатор таңдалған дәлдік классында жұмыс істейтін болады.

ТК жағына кернеу трансформаторы

ТК жағында бақылау және есепке алу аспаптарының түрі мен саны осыған ұқсас жоғары болады. Сондықтан кернеу трансформаторының екінші реттік жүктемесі тап осылай 32,041 В·А құрайды. 0,5 дәлдік классында, 120 В·А номиналды қуатымен, НТМИ-10-66 трансформаторын таңдаймыз. Сәйкесінше, $S_{2\Sigma}=32,041 \text{ В}\cdot\text{А} \leq S_{2\text{ном}}=120 \text{ В}\cdot\text{А}$, трансформатор таңдалған дәлдік классында жұмыс істейтін болады.

Кернеу трансформаторларын аспаптармен жалғау үшін механикалық төзімділік шарты бойынша 2,5 мм² талсым қимасымен бақыламалық кабельді қабылдаймыз.

7.6 Өз қажеттіліктері трансформаторын таңдау

Өз қажеттіліктері трансформаторы максималды қуаттың 5% таңдалады. Тап осы жағдайда 63,53 МВ·А.

$$S_{с.н.} = 0,05 \cdot S_{\max} = 0,05 \cdot 63,53 = 3,1765 \text{ МВ}\cdot\text{А}$$

4000 кВ·А қуатымен, ТМ трансформаторын қабылдаймыз.

9 Релелік қорғаныс және автоматика

9.1 Трансформаторлардың релелік қорғанысы

Электр машиналары мен трансформаторларда фазааралық, жерге қысқа тұйықталулар және орамдық қысқа тұйықталулар болуы мүмкін. Қысқа тұйықталудың әсерінен электрмен жабдықтау жүйесінің қалыпты жұмысы бұзылады, өндірісте үлкен шығындар болады.

Релелік қорғанысқа қойылатын негізгі талаптар: зақымдалулардың барлық түрлерін сенімді өшіру; қорғаныстың жоғары сезімталдығы; тек зақымдалған бөліктерді ажырату; жылдам әсер ету қабілеті; зақымдалулар туралы белгі беретін сигнализациясы болуы.

Күштік трансформаторлардың релелік қорғаныс құрылғылары неитралі жерге тікелей қосылған тораптарда орамалар мен кірмелерде болатын көпфазалы тұйықталулардан, орамалардағы орамдық тұйықталулардан, аса жүктелген кезде пайда болатын орамалардағы токтардан және май деңгейінің төмендеуінен қорғайды.

Қосалқы станцияларында дифференциалдық қорғаныс, максималды тоқты қорғаныс (МТҚ), газдық қорғаныс және асқын жүктемеден қорғау пайдаланады.

Дифференциалдық қорғаныс РНТ-565 типті релесі көмегімен орындалады және трансформаторды оның орамаларында пайда болатын бір фазалы қысқа тұйықталудан қорғайды.

Максималды тоқты қорғаныс (МТҚ) сыртқы қысқа тұйықталулардан қорғау үшін қолданылады және дифференциалдық қорғанысқа қосымша резерв болады. Максималды тоқты қорғаныс екі фазалы айнымалы оперативті токта РТ-40 релесі көмегімен орындаады.

Газдық қорғаныс трансформатор ішіндегі зақымдалудан, әсіресе орамдық тұйықталудан қорғайды. Газдық қорғаныс трансформатор бекітілген болаттардың оқшауламаларының зақымдалуын және өзекшенің қыза бастағанын сезеді. Майдың бактан кеңейткішке қарай қозғалу жылдамдығы 0,6-,8 л/с шамасына жеткенде газдық қорғаныс іске қосылады. Қорғаныс РТЗ-261 типті реле көмегімен орындалады. Олар трансформатор қаптамасында газдың түзілуін және май деңгейінің төмендеуін сезеді. Майдың және сым оқшауламасының ыдырауы нәтижесінде зақымдалудың барлық түрлерінде түзілетін газдар трансформатор бағы мен кеңейткішті қосатын құбырда орнатылған реле арқылы бағытталады және реле камерасындағы майды кеңейткішке ығыстырады. Осының нәтижесінде газ релесінде майдың деңгейі төмендейді, реледе орнатылған қалтқылар босайды, ал оларға бекітілген сынап контактілі колпачоктар бұрылады да алдын-ала ескерту сигнализациясы іске қосылады.

9.3 Автоматика және сигнализация

"Жетібай" қосалқы станциясында келесі автоматика түрлері орнатылған:

Автотрансформаторлардың біреуі істен шыққан жағдайда резервті автоматты қосу көмегімен автоматты түрде секциялы ажыратқыш қосылады. Осының нәтижесінде тұтынушылар электрмен тоқтаусыз қамтамасыз етіледі.

Трансформаторлардың автоматты қайта қосылуы (АҚҚ) - трансформаторлардың ішкі зақымдануларына байланысты емес, апаттан кейін қалыпты жұмысын автоматты орнықтыру үшін орнатылған. АҚҚ бір жақты қорек көзі бар екі трансформаторлы қосалқы станцияларында қолданады. Егер бір трансформатордың сөнуге екіншісінің асқын жүктелуін тудырса және осыған байланысты тұтынушылардың белгілі бір бөлігі қорек көзінен ажыратылуы қажет болса, АҚҚ қызмет көрсетуші персоналдың көмегімен жылдам қысқа тұйықталудан кейін желінің қоректенуін қалпына келтіруге мүмкіндік береді.

10. Еңбекті қорғау

10.1 Электр қондырғыларында қауіпсіз жұмыс жүргізу шаралары

Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету шарттарына байланысты электр қондырғыларындағы жұмыстар 4 категорияға бөлінеді:

- кернеусіз;
- кернеу астында электрқорғаныс құралдарын пайдалануымен;
- кернеу астында ток өткізгіш потенциалдарының астында;
- кернеу астындағы ток өткізгіш бөліктерінен қашық жерде,

Жұмысты қауіпсіз орындау үшін келесі ұйымдастыру шаралары орындалады: жұмыс жасуға рұқсат беру; жұмысқа жіберу; жұмыс орындау барысында бақылауды жүргізу; басқа жұмыс орнына ауыстыру; жұмыста үзілісті рәсімдеу; жұмыстың аяқталуы.

Қауіпсіз жұмыс жүргізу үшін тағайындалатын жауапты адамдар:

наряд және тапсырма беруші; жұмыс жетекшісі; рұқсат беруші адам; жіберуші; жұмысты орындауға жауапты адам; бақылаушы; бригада мүшелері.

Қондырғыны эксплуатациялау кезінде оперативтік қызмет көрсету және басқа да жұмыстар (профилактикалық тәжірибе, ремонт) оперативтік қызмет көрсету келесі түрде беріледі: желіні сөндіру және қосу операциясын орындауда, трансформаторларда; жұмыс режимін және электр жабдығының жағдайын тұрақты бақылау; кезекші электротехникалық персоналдың тұрақты жұмыс орнына жақын орналаспаса (оперативтік персонал) сол жабдықты периодты тексеру; жұмыс бригадасы үшін жұмыс орынын дайындау, оларды жұмысқа жіберу, қауіпсіздік ережесін сақтауын бақылау және жөндеу біткеннен кейін электр қондырғысының жұмыс сұлбасын қалпына келтіру; электр қондырғыда белгілі мөлшерден орындалуы керек жоспардан тыс кішігірім жұмыс жасау.

Және басқа жұмыстар, оперативтіктен басқа, ұйымдасқан қатынас үш жолмен орындалады: наряд-жіберу бойыншв; жоғары дәрежелі электр техникалық персоналдың ауызша қаулысы; қаулысыз-ағымдағы эксплуатация қатары.

Ток өткізу бөліміне қатысты жердегі кернеуді ток көзінен ажыратып, кедергі қателік немесе ажыратқыштардың өзіндік қосылуымен басқа коммутациялық аппараттарға кернеудің өтпеуіне шара қолданады.

Қолдың басқаратын жетекте және коммутациялық аппараттың дистанциялық басқаратын кілтінде қауіпсіздік, тыйм салу плакаттарын ілінеді.

Жұмыс кезінде жерленген ток өтетін бөлікте кернеудің жоқтығын тексеру.

Жерлестіргіш пышақ айырғышын қосады немес ол жоқ болса, ток өтетін бөлікке жылжымалы жерлендіргіш сым орнатады. Оны кернеу жоқтығын тексергенге дейін жерлестіргішке қосады.

Жұмыс орнындағы кернеу бар жерді қоршалып, ескерту плакаттарын ("Стой напряжение") және көрсеткіш ("Работать здесь") плакттарын іледі.

11.2 Өрт қауіпсіздігі

Жабық тарату құрылғыларының (ЖТҚ) ғимаратында тазалық сақталу керек. Кем дегенде бір рет жыл сайын шаңнан тазарту жұмыстарды өткізу керек. ЖТҚ ғимараттары мен коридорларын қойма ретінде пайдалануға тыйым салынады.

Электротехникалық қондырғысын тазарту үшін, өрт қауіптілігі жоқ жуғыш құрамдармен препараттарды пайдалану керек. Техникалық себептер кесірінен арнайы жуғыш заттарды қолдануға болмайтын жағдайда жанатын сұйықтарды (ерітінділер, жанар май және т.б.) қолдануға болады. Оның өлшемі 1 л-ден аспауы керек. Жанатын сұйықтарды қолдану кезінде тек қана сынбайтын материалдан жасалған жабылатын ыдыстарды қолдану керек.

ЖТҚ-ның кабельдік арналары мен ашық тарату құрылғыларының (АТҚ) жер астындағы кабельдік арналары барлық уақытта жанбайтын плиталармен жабылып тұруы керек. ЖТҚ-ның ұяшықтары мен басқа ғимараттарға кіретін кабель орындарының өртке деген тұрақтылығы 0,75 сағаттан кем емес жанбайтын тығыздағыштары болуы керек. Жанбайтын тығыздағыштар

кабельдік арналарында олардың бір ғимараттан екінші ғимаратқа өтетін орындарында, арналарының тармақталған жерлерінде және әрбір 50 м сайын орнатылуы қажет. Тығыздағыштар орыны плиталардағы қызыл жолақтар арқылы белгіленуі керек, ал керек жағдайда түсіндірме жазбалар жазылады.

АТҚ - дағы шөптерді орып немесе жұлып отыру керек, оның территориясында құрғақ шөптерді жағуға болмайды. АТҚ территориясының бөлек бөлімдерінде сәнді бұта шоғырларын немесе аласа өтетін жапырақты ағаштарын ағаштарын отырғызуға рұқсат етіледі. Бірақ олар территорияның жалпы бағдарына кедергі жасамау керек және ағаштардың ара-қашықтығы электр жабылғысын тудырмау керек.

ЖТҚ ғимараттарындағы өртті сөндіру құралдары ғимаратқа кіретін жерлерде орналасуы керек, АТҚ территорияларындағы өртті сөндіру құралдары персоналға ыңғайлы арнайы посттарда орналасуы керек. Өртті сөндіру құралдарының орналасу жерін көрсететін түсіндірме белгілер мен жазулар АТҚ территориясында ілінеді.

Ғимараттың ішінде майлайтын майлардың тәуліктік қорын сынбайтын ыдыстарда сақтауға болады.

Трансформаторларды сенімді пайдалану үшін және олардың өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін келесі шаралар орындалуы керек:

- электр қондырғыларын пайдалану (ЭҚП) ережелеріне сәйкес жұмыстың қалыпты және рұқсат етілетін режимдерін сақтау;

- май сапасын нормасында, әсіресе оның оқшауламалық қасиеттерін және температуралық режимдерін сақтау;

- электр қондырғыларын салқындату, реттеу және қорғау құралдарын жұмыс қалпында ұстау;

- негізгі және қосымша қондырғылардың, автоматика және қорғаныс құрылғыларының жөндеу жұмыстарын сапалы жүргізу;

- трансформаторлардың астындағы май қабылдағыш құрылғыларды апат кезінде майдың ағуын болдырмау немесе оның кабель арналарына, басқа ғимараттарға тигізбеу үшін барлық уақытта жұмыс қалпында ұстау;

АТҚ-да трансформаторларда май қабылдайтын апатты құрылғыларды жылына кем дегенде екі рет, сондай-ақ қатты жауын мен қардың еруінен немесе өрт сөндіруінен кейін тексеру керек. Май қабылдағышта майдың жаңа тамшыларын байқаған жағдайда тез арада оның ағуын тоқтату керек.

Трансформатордың түтін шығаратын құбырының қылтасы 30 м жақындықта орналасқан қондырғыларға, ғимараттарға, сондай-ақ персоналдың өту жолдарына бағытталмауы керек. Қажет жағдайда қорғаныс щиттары орнатылу керек. Түтін шығаратын құбырдың мембранасының материалы мен құрылғысы техникалық талаптарға сай болу керек. Трансформаторды қарау кезінде мембрананың бүтіндігін тексеру керек.

Трансформаторда релелік қорғаныс әсерінен өшпейтін өрт пайда болған кезде оны барлық кернеу тораптарынан ажыратып, жерге қосу керек. Персонал (бар болған жағдайда) өртті сөндіру стационарлы қондырғысының қосылуын

бақылау керек, өрт сөндіру бригадасын шақырып, оперативті жоспарға сәйкес шаралар қолдану қажет.

10.3 Өндірістік санитария

Өндірістің санитарлы қорғаныстық нормаларына сәйкес өндірістің жеке ғимараттарын, технологиялық процестерін тұрғын үйлерден санитарлы қорғаныс зоналарымен болуы қажет. Себебі, технологиялық процестер қоршаған ортаға зиянды заттарды шығарады, сондай-ақ дірілдеу, ультракүлгін дыбысты шуларды, электромагнитті толқындарды тудырады.

Санитарлы-қорғаныс аймағы деген - ол тұрғын ғимараттары мен өндірістік аудан шектерінің, материалдарды ашық және жабық сақтау қоймалар арасындағы территория. Оны орындау себептері:

- талап етілетін гигиеналық нормаларды қамтамасыз ету (электр беріліс желілерінің тұрғындарға тигізетін жаман әсерлерін төмендету);

- физикалық әсер факторларын (шу, дірілдеудің, электромагнитті толқындардың, ультракүлгін дыбыстың деңгейін) төмендету;

- өнеркәсіп пен тұрғын аудандарының арасына құрылысты-эстетикалық тосқауыл жасау;

- атмосфералық ауаның ластаушыларын филтрлеу және ассимиляциялау жолдарын күшейту мақсатында ауданды көкалдандыру жұмыстарын ұйымдастыру үшін.

10.4 Жерлендіру

Электр қондырғыларының барлық металл бөліктері жермен қосылуы керек. Мұндай жерге қосудың мақсаты - қызмет көрсетуші персоналды кернеу астына түсуден сақтау болғандықтан, оны сақтандырғыш деп атайды.

Аппараттың немесе электр қондырғының қалыпты жұмыс жағдайына арналған жерге қосу - ол жұмыстық жерге қосу. Жұмыстық жерге қосусыз аппарат немесе электр қондырғысы өз қызметтерін орындай алмайды немесе олардың жұмыс режимдері бұзылады. Жұмыстық жерге қосуға трансформаторлардың, генераторлардың, доға сөндіргіш катушкалардың нейтралінің жерге қосылуын жатады.

Қондырғыларды найзағайдың тікелей соғуынан сақтау үшін жерлендіргіштерге қосылатын разрядтауыштар, ұшқындық аралықтар, стерженьді және тросты найзағай тосқауылдатқыштар пайдаланылады. Осындай жерге қосу найзағайдан қорғағыш жерге қосу деп аталады.

Жерге қосуды орындау үшін табиғи және жасанды жерге қосқыштарды қолданады.

Табиғи жерге қосқыштар ретінде су өткіш құбырларын,скважина құбырларын, ғимараттардың металл және темірбетонды құралдарын, гидротехникалық ғимараттардың металл шпунттарын, кабельдің қорғасын қабыршағын, ӘЖ бағаналарының жерлендіргіштерін, темір жол тораптарын пайдалануға болады.

Жасанды жерлендіргіштер ретінде диаметрі 10 мм-ден кем емес талшықты мырыш жалатылмаған болат және 6 мм-ден кем емес мырыш жалатылған болат, сондай-ақ қалыңдығы 4 мм-ден кем емес, қимасы 48 мм^2 - тан кем емес жолақты болат қолданылады. Кернеуі 1 кВ - тан жоғары электр қондырғылары үшін горизонталь жерлендіргіштің қимасы термиялық тұрақтылық бойынша таңдалады.

Керекті жерлендіргіштер саны есептеулер арқылы анықталады. Осы мақсатпен АТҚ территориясында электр қондырғыларын бойлай және оларға көлденең бағытта 0,5 - 0,7 м тереңдікте арасы 30 м-ден артық емес жерлендіргіш жолақтары оратылады. Нәтижесінде жерлендіргіш сетка пайда болып оған жерлендірілетін қондырғылар қосылады [3].

11. Қоршаған ортаны қорғау

11.2 Тұрғындарды электромагнитті өрістерден қорғау

Ғылыми-техникалық прогресстің қарқынды дамуының нәтижесінде электромагнитті өрістердің рұқсат етілген орта мәнінен көп жоғары болуы мүмкін. Түр-түрлі радиоқабылдағыш құрылғылардың, электрлендірілген тасымалдау желілердің, электр станциялары мен қосалқы станциялардың және электр беріліс желілердің салдарынан пайда болатын электромагнитті өрістер адам ағзасына елеулі қауіп тудырады.

Сондықтан өндірістік жиіліктегі электромагнитті өрісі биологиялық әсер етуші фактор ретінде жан-жақты гигиеналық меңгеруден өтіп, нормаларға сәйкес өңделген шаралар бойынша тұрғындарды қорғау жұмыстары жүргізілуі керек.

14 Электрқондырғыларын эксплуатациялау бойынша жүргізілетін шаралар

Өндіріс жұмысының маңызды экономикалық көрсеткіші электрқондырғыларын сенімді және үнемді эксплуатациялауына тәуелді болады.

Электрқондырғыларды сенімді және үнемді эксплуатациялауын жоғарылату комплексті шешілетін көпқырлы мәселелердің бірі. Осы мәселенің маңызды бөлігіне тұтынушылардың электрқондырғыларына техникалық қызмет көрсету және жоспарлы жөндеу жұмыстары жатады.

Жоспарлы жөндеу жұмыстары мен техникалық қызмет көрсету жүйесінің ережелері техникалық қызмет көрсету және жөндеу жұмыстарын ұйымдастыру түріне қарамастан осы жұмыстармен айналысатын барлық кәсіпорындарға міндетті.

15 Экономикалық бөлім

15.1 Капитал салымдары

Капитал салымдары - ол негізгі өндірістік қорларының өндіру аймағын кеңейтуге кететін шығындар және ол негізгі экономикалық көрсеткіш. Себебі, ол - электрмен жабдықтаудың жаңа құрылымдауына қаншама қаржы керек екенін тікелей сипаттайды.

Капитал салымдары негізгі көрсеткіш болып табылатындықтан, ол құрылыс - жөндеу жұмыстарына; қондырғылар мен тасымалдау құралдарын сатып алуға және құрылыспен байланысты басқа да дайындық жұмыстарына кететін құрылыс объектісінің сметасына сәйкес капитал шығындары.

Ең қолайлы және пайдалы жағын анықтау үшін бірнеше нұсқаларды салыстыру керек.

Нұсқаларды таңдау және электрлік режимдерді талдау кезінде торап сенімділігінің критерийі мен тұтынушыларға берілетін электрэнергияның сапасын ескереді.

Оптималды нұсқаларды анықтайтын экономикалық критерийі - келтірілген технико-экономикалық шығындардың минимумы.

Экономикалық есептеулердің мақсаты - сұлбаның оптималды нұсқасын, электр тораптарының параметрлерін және оның элементтерін анықтау.

Осы дипломдық жобада қарастырылып отырған кернеуі 110/35/6 кВ "Жетібай" қосалқы станциясының ұзақтығы -қайта құрылымдауға және кәсіпорынды техникалық қайта жабдықтауға қажет уақытты анықтау үшін жүргізілген "есептік көрсеткіштер" бойынша қабылданады. Нормативтік құжаттарға сәйкес қайта құралымдау ұзақтығын 8 күн деп аламыз.

Негізгі құрылыс - жөндеу жұмыстарының басталуына дейін ұйымдастыру шараларын және дайындық жұмыстарын қамтитын құрылыс өндірісін дайындау керек.

Технико-экономикалық есептеулер - негізгі көрсеткіштер бойынша энергетикалық эффектісі бірдей екі немесе одан да көп нұсқаларды салыстыру нәтижесінде электрмен жабдықтаудың оптималды нұсқасын таңдауға мүмкіндік береді.

Нұсқаларды келтірілген жылдық шығындар бойынша салыстырамыз [18]:

$$Z_p = E_n \cdot K + I$$

мұндағы $E_n = 0,12$ - нормативті коэффициент,

K - вариант бойынша капитал шығындары,

I - жылдық қызмет көрсетуге кететін шығындар.

15.2 Жылдық эксплуатациялық шығындар

Жылдық эксплуатациялық шығындар моральдік ескіру салдарынан амортизация деп аталатын қорлық бағасы (құны) төмендей бастайды.

Амортизациялық шығындар негізгі қорларды толық қалпына келтіруге және капиталдық жөндеу жұмыстарына жұмсалады. Эксплуатациялық шығындары келесі құраушылардан тұрады:

-амортизациялық алынымдар;

-еңбек ақы қоры;

-материалдарға, құрал-саймандар мен бөлшектерге кететін шығындар;

-әлеуметтік салық;

-қызмет көрсету мен ағымды ремонт шығындары;

-жалпы станция шығындары;

-басқа да өндірістік заттарына кететін шығындар.

Электр қондырғыны қамтамасыз ететін-ші топ электромонтердің еңбек ақысына байланысты сый-ақы мөлшерін анықтаймыз:

15.3 Экономикалық эффектілік

Технико-экономикалық есептеулер екі немесе одан да көп бірнеше нұсқаларды салыстыру нәтижесінде электрмен жабдықтау нұсқасының ең үнемдісін олардың негізгі көрсеткіштері бойынша таңдайды. Негізгі көрсеткіштерге капитал салымдары мен жылдық эксплуатациялық шығындары жатады. "Энергетикадағы технико-экономикалық есептеулердің негізгі ережелеріне" сәйкес нұсқалардың капитал салымдарын және жылдық эксплуатациялық шығындарын салыстырулы есептік шығындарды есептеу әдісі бойынша жүргізеді:

$$Z = E_n \cdot K + I$$

мұндағы E_n - нормативті эффектілік коэффициенті, ол 0,12-ге тең деп қабылданады.

Қорытынды

Талдау жүргізу және есептеудің нәтижесінде кернеуі 110/35/6 кВ "Жетібай" қосалқы станциясының 110 кВ АТҚ-да май толтырылған ажыратқыштарды элегазды бакты ажыратқыштарына, вентильді разрядтауыштарды сызықты емес асқын кернеуді шектеуіштерге ауыстырып қайта құрылымдау қарастырылған. Кернеулері 110 кВ әуе желілерін тексеру есептеулері жүргізілді.

Дипломдық жобада электр жүктемелерін есептеу нәтижесінде қосалқы станцияда орнатылуға үш орамды қуаты трансформаторлар қабылданды.

Дипломдық жобада электр жүктемелері мен қысқа тұйықталу токтарының есептері жасалған, қосалқы станциясының қорғаныстарын тағдап алу, жерлестіруі мен найзағайдан қорғауы қарастырылған.

Дипломдық жобада ұсынылған техникалық шешімдер мен тұтынушыларды электрмен жабдықтау жүйесінің сапалық деңгейін және сенімділігін айтарлықтай жоғарылатуға мүмкіндік береді.

Дипломдық жобада еңбекті қорғау және қосалқы станцияны пайдалану мәселелері қарастырылған, технико-экономикалық есептеулер жасалған.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Правила устройства электроустановок РК. Министерство энергетика и минеральных ресурсов РК,2005
2. Каганов И. Л. Курсовое и дипломное проектирование. 3-е издание.Москва: ВО "Агропромиздат",1990
3. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций.-М: Энергоатомиздат,1987
- 4.Барыбина Ю.Г., Федорова Л.Е., Зименкова М.Г. Смирнова А.Г. Справочник по проектированию электроснабжения.-М: Энергоатомиздат,1990
5. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования.- М: Энергоатомиздат,1989
- 6.Красников В.И. Электтрическая станций и подстанций. Методические пособие.-Астана,2006
7. Пособие для изучения " Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей", раздел 6.-М: Энергия,1979
- 8.Будзко И.А. Практикум по электроснабжению сельского хозяйства - М.:Колос,1982
9. Справочник по электрическим установкам высокого напряжения./ Под ред. И.А.Баумштейна и М.В.Хомякова .-М.:Энергия,1974
10. Правила применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках,-7-е изд.,испр. и доп.-М.: Энергия,1983
11. Электротехнический справочник: В 3-х т. Т.2. Электротехнические изделия и усройства/Под общ. ред.профессоров МЭИ (гл. ред. И.Н.Орлов) и др.- 7-е изд., испр. и доп.-М.: Энергоатомиздат,1986
12. Шабад М.А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей.-М: Энергоатомиздат,1985

- 13.РД 153-34.0-20.527-98. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования/под ред.Б.Н.Неклепаева.-М.: Изд-во НИЦ ЭНАС,2001
- 14.Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах.-М.: Энергия,21972
15. Луковников А.В. Охрана труда, издание 5-е, переработанное и дополненное.-М.: Колос,1984
16. Луковников А.В., Шкрабак В.С. Охрана труда.-М.: Агропромиздат
17. Правила технической эксплуатации.-М.: Энергоатомиздат,1987
18. Прузнер С.Л. Экономика,организация и планирование энергетического производства.-М.: Энергоатомиздат,1991
19. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений
- 20.РД 34.21.122-87. Инструкция по эксплуатации трансформаторов