ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

_____

кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі
т.ғ.к., доцент Умбетжумов Е.К.
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)
_____«_____»_____20___ ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Алматы облысы Үйғыр ауданындағы 35-6 кВ ҚС қайта жөндеу

_____

_____

_____**мамандығы бойынша**

Орындаған Жүнісов Арнұр Бауыржанұлы ЭСС$_к$-12-1
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші ст. пред. Абдурахманов А.А.
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кеңесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша :
к.э.н., профессор Жакупов Алмас Аубакирович
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____«20»05 2016 ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
доцент АЭТС Абишуратов М.С.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____«19»05 2016 ж.
(қолы)

Мөлшер бақылаушы:
ст. пр. Сокирова И.С
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____«24» мая 2016 ж.
(қолы)

Пікір жазушы :

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

Алматы 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

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

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Тұлеков Арнұр Қанбекұлы
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Алматы облысы Үйғыр ауданындағы 35-6 кВ ҚС қайта жөндеу

ректордың «19» 10. 2015 №148 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «____»_____20___ж.

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

1. Қосалқы станцияның бас сұлбасы

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс сұрақтар тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:

1. Қосалқы станция тұтынушыларының сипаттамасы
2. Қосалқы станцияның электрлік бөлімін қайта жөндеу үшін
3. ҚС-ң электрлік жүктемелерінің тоқтық және бұлықтық есептеу
4. ҚС күштік трансформаторларын таңдау
5. ҚС-ң негізгі сұлбасын таңдау
6. Қысқа тұйықталу токтарын есептеу
7. Электр жабдықтарын таңдау
8. Релелік қорғаныс
9. Өмір тіршілік қауіпсіздігі 10. Экономиканың бөлімі

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Правила устройства электроустановок / Минэнерго РФ. 6-е издание, 2002. – 578 б.
2. Баптиданов Л.Н., Марасов В.И. Электрооборудование электрических станций и подстанций, 1947. – 400 б.
3. Лудинер С.Л., Экономика, организация и планирование энергетического производства / 1976.
4. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ. 2006.

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Өнеркәсіптік жарықтандыру бөлімі	Абдикаримов Ж.С.		
Экономикалық бөлім	Жакупов А.А.		
Машина бақылаушы	Сокалова И.С.		

Диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	Жалпы мәліметтер ҰЖС-ң сипаттамасын қарау	27.01.2016	
2.	ҰЖС-ң негізгі технологиялық шешімдерін таңдау	04.02.2016	
3.	Релелік қорғаныс және автоматтандыру	17.02.2016	
4.	Электр жабдықтарын таңдау	24.02.2016	
5.	Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі	29.02.2016	
6.	Экономикалық бөлім	16.03.2016	

Тапсырманың берілген уақыты «_____» _____ 20___ ж.

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

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

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

Аннотация

В дипломной работе рассмотрены вопросы реконструкции ПС «Назугум» АО АЖК. Реконструкция заключается в составлении описаний объектов, предназначенных для производства, передачи и распределении электроэнергии. Проанализирована существующая система электроснабжения рассматриваемого района, рассчитаны токи короткого замыкания, произведен выбор электрооборудования.

Рассмотрены вопросы охраны труда и экономической эффективности при эксплуатации электрооборудования.

Annotation

In the research paper the issues of reconstruction of the SS "Nazugum" JSC AZhK . Reconstruction is compiling descriptions of facilities for production, transmission and distribution of electricity. After analyzing the existing power supply system of this region , calculated short-circuit currents , made the choice of electrical equipment.

The issues of labor protection and economic efficiency in the operation of electrical equipment.

Аңдатпа

Дипломдық жобада АЖК АҚ «Назугум» ҚС қайта жөндеу сұрақтары қарастырылған. Қайта жөндеу электр энергияны тарату мен жіберу және өндіріс үшін арналған нысандардың сипаттамасын келтіруге негізделеді. Қарастырылатын ауданның электр энергиямен жабдықтау жүйесінің сұлбасына талдау жүргізілген, қысқа тұйықталу токтары есептелініп, электр жабдықтары таңдалған.

Электр жабдықтарды пайдалану кезіндегі экономикалық тиімділік және еңбекті қорғау сұрақтары қарастырылған.

Мазмұны

Кіріспе 7
1 Қосалқы станция тұтынушыларының сипаттамасы 8
2 Қосалқы станцияның электрлік бөлімін қайта жөндеу үшін мәліметтер 9
3 Қосалқы станцияның электрлік жүктемелерінің жылдық және тәуліктік графиктерін тұрғызу және есептеу 10
3.1 10 кВ жағында жүктеме графиктерін тұрғызу 10
4 Қосалқы станциядағы (қс) күштік трансформаторларды таңдау 16
4.1 Трансформаторлардың қуатын таңдау 16
5 Қосалқы станцияның негізгі сұлбасын таңдау 18
6 Қысқа тұйықталу токтарын есептеу 20
6.1 ҚС алмастыру сұлбасы 20
7 Электр жабдықтарын таңдау 25
7.1 Коммутациялық (қарымталаушы) аппараттарды таңдау 25
7.2 Шиналауды таңдау 28
7.3. 6,3 кВ тіректі және өтпелі оқшаулатқыштарды таңдау 33
7.4 Асқын кернеуді шектеуіштер (АКШ-ОПН) 34
7.5. 6 кВ кешенді тарату құрылғыларын (КТК-КРУ) таңдау 35
7.6 Токтың өлшеуіш трансформаторларын таңдау 36
7.7 Кернеу трансформаторларын таңдау 41
7.8 Оперативті ток түрлерін таңдау 43
7.9 ҚС өзіндік мұқтаждық жүйесін жобалау 43
8 Релелік қорғаныс 52
8.1 Кернеуі 35/6 кВ трансформаторларды қорғау 52
8.2 Трансформатордың дифференциалды қорғанысы 54
8.3 Газдық қорғаныс 55
9 Өмір тіршілік қауіпсіздігі 56
9.1 Өмір тіршілік қауіпсіздігінің мағынасы 56
9.2 Оператор еңбек шартының сараптамасы 56
9.3 Жерге қосу құрылғыларын есептеу 58
9.4 Қосалқы стансаны найзағайдан қорғау 64
10 Экономикалық бөлім 68
10.1 Жалпы бөлім 68
10.2 Қосалқы стансасың техника-экономикалық көрсеткіштерін есептеу 69
10.3 Финанстық-экономикалық тиімділіктің көрсеткіштері 72
Қорытынды 74
Қолданылған әдебиеттер тізімі 75

Кіріспе

Энергетиканы және электрлендіруді дамыту мемлекеттің даму деңгейін анықтайды.

Қазақтандағы электр тораптарын дамытудың негізгі мақсаты оның жұмыс істеуінің сенімділігін және тұрақтылығын қамтамасыз ету болып табылады.

Біріктірілген энергетикалық жүйені құрудың пайдалылығы үлкен технико-экономикалық ерекшеліктермен белгіленген. Бірігудің қуаты артқан сайын тиімді және қуаты жоғары агрегаттары бар күшті электр станцияларын тұрғызу мүмкіндігі пайда болады.

Электр энергетиканы дамытудың маңызды тапсырмасы электр станциялары мен қосалқы станциялардың ескірген жабдықтарын бөлшектеу және жаңарту болып табылады.

Қазіргі жұмыс істеп тұрған қосалқы станцияларды қайта құрудың негізгі мақсаты: тарату құрылғыларындағы қосылулар санын, жалпы қосалқы станцияның және оның жеке элементтерінің өткізгіштік қабілетін арттыру, кернеудің сапасын жақсарту, қосалқы станция жұмысының сенімділігін және пайдалану шарттарын арттыру, қызметкерлердің жұмыс шарттарын жақсарту, қосалқы станциядағы экологиялық жағдайларды қалпына келтіру болып табылады.

Қосалқы станцияны қайта жөндеуді жобалау кезінде келесі сұрақтар шешіледі:

- қосалқы станцияны қайта жөндеу мен электр тораптарын дамытуды негіздеу;
- қосалқы станцияның принциптік электр сұлбасын таңдау;
- қосалқы станцияны қайта жөндеуді ескеріп, электрлік тораптардың режимін есептеу;
- негізгі және қосалқы жабдықтарды таңдау.

1 Қосалқы станция тұтынушыларының сипаттамасы

«Назугум» қосалқы станциясы (ҚС) «АЖК» АҚ компаниясына қатысты таратушы болып табылады, Шонжы қаласының аудан орталығынан 30 км орналасқан, ҚС аумағы «М.Декхан» елді мекеніне жақын, электр энергетисының негізгі тұтынушылары үшінші санаттағы тұтынушылар болып табылады.

Қосалқы станция келесілерден қоректенеді: энергетикалық жүйеден электр беріліс желілері бойынша 35 кВ кернеумен «Шонжы» (ұзындығы 20,59 км, сымның маркасы АС -70; ұзындығы 6,77 км, сымның маркасы АС – 50).

Қосалқы станцияда:

Екі трансформатор ТРДН – 4000/35.

Трансформатордың паспорттық мәндері [7]:

- трансформатордың типі ТМН;
- номиналды қуаты $S_{н.т}$ = 4000 кВА;
- номиналды кернеуі $U_{в.н}$ = 35 кВ; $U_{н.н}$ = 6,3 кВ;
- қысқа тұйықталудың кернеуі $U_{к.з}$ =7,5 %;
- орамдардың қосылу сұлбалары мен топтары λ/Δ;
- бос жүріс кезінде қуат шығыны $P_{хх}$ =6,7 кВт;
- орамдардағы қуат шығындары $P_{кз}$ = 33,5 кВт;
- бос жүріс тогы $I_{хх}$ =1,0 %;
- тармақтардың ауысу түрі – кернеу астындағы реттеуі бар (РПН);
- реттеу шектері және сатылар саны: ± 6 х 1,5.

Жоғарғы кернеу (ЖК) жағында.

Қуатты қолдану бойынша:

- орнатылған қуат: 2,0 МВА;
- 2007 жылы 2,5 МВА қолданылған;
- 2014 жылы 3,3 МВА қолданылған.

6 кВ жағы бойынша ауданның таратушы ҚС тораптары қоректенеді.

2 Қосалқы станцияның электрлік бөлімін қайта жөндеу үшін мәліметтер

2.1 кесте – Қайта жөндеу үшін мәліметтер

1.1	Жүйенің мәліметтері Жүйенің кернеуі Қоректендіруші орындардың сипаттамасы: екі ЭБЖ – 35 кВ Жүйенің ҚТ қуаты	 35 кВ 119 МВА 5,7 км
1.2	ҚС тұтынушыларының мәліметтері Номиналды кернеу Тұтынушылар саны Қуат	 6 кВ 17 3,2 МВт

Қосалқы станцияда ТРДН-4000/35 екі трансформатор бар.

6 кВ жағы бойынша ауданның таратушы ҚС тораптары қоректенеді.

«Назугум» («АЖК» АҚ) ҚС 70-80 жылдары салынған. Жабдықтардың жартысы: майлы ажыратқыштар, вентильді разрядтауыштар, релелік қорғаныс және автоматика физикалық және сапаплық жағынан ескірген, сондықтан көп көңіл бөлінеді. Жабдықтардың жоспарсыз және апаттық ажырауы артады. Бұл электр энергия сапасының төмендеуі мен жіберілмеуіне әкеледі.

Бұл жобада қосалқы станцияны қайта жөндеу ұсынылған, онда ескірген жабдықтарды жаңасына ауыстыру қарастырылады. Жүктемелердің тәуліктік графиктері негізінде қыстық және жаздық мерзімдерде жүктеменің максимумын қолданудың жылдық графиктері қалдырылған, одан ҚС қондырылған қуаттың артықтығын көруге болады. Осы және орнатылған күштік трансформаторлардың пайдалану мерзімі аяқталғанын ескеріп, тұтынушылардың қажеттіліктерін жабатын, қуаты төмен екі трансформатор орнату ұсынылады.

Сонымен қатар, қайта жөндеу жоспарында ескірген майлы ажыратқыштарды көлемі бойынша кіші және коммутациялық қоры жоғары элегазды және вакуумдыға ауыстыру қарастырылады.

Жобада сонымен бірге, төменгі кернеуде кешенді тарату құрылғыларын (КРУ-КТҚ), кернеу трансформаторларын, өзіндік мұқтаждық трансформаторларын ауыстыру да қарастырылады.

Бұл қайта жөндеу экономикалық жағынан қарағанда тиімді, ол экономикалық бөлімде көрсетілген. Жаңа жабдықтарды сатып алуға және жөндеуге жұмсалатын шығындар 10 жылдан кейін өтеледі. Күрделі жөндеулерге керек уақыттар, оларды жүргізу мерзімдері, жабдықтардың жоспарсыз ажырауының саны азаяды және солардың әсерінен тұтынушыларға энергияның жіберілмеуі қысқарады.

3 Қосалқы станцияның электрлік жүктемелерінің жылдық және тәуліктік графиктерін тұрғызу және есептеу

Қосалқы станцияның жүктемелері туралы мәліметтер ҚС «КСИ» жазғы және қысқа мерзімдерінде кернеу мен токтың бақылау өлшемдері бойынша құралған. Қыстық мерзім үшін қосымша, тікелей ҚС шығу арқылы нақты өлшемдер жүргізілді.

3.1 10 кВ жағында жүктеме графиктерін тұрғызу

10 кВ жағындағы жүктемелер туралы мәліметтер 10 кВ шиналар кірістеріндегі токтардың мәліметтері бойынша құрылған. Бұл мәліметтерге ай сайынғы өлшемдер мен 10 кВ шиналардың 1,2,3 және 4 кірістеріндегі толық токтар туралы ақпарат кіреді.

Активті және реактивті қуатты есептеу үшін жүктеменің қуат коэффициентін табу керек:

$$P = S \cdot \mathrm{Cos}\varphi \tag{3.1}$$

$$Q = S \cdot \mathrm{Sin}\varphi \tag{3.2}$$

Тұтынушылар жүктемесінің сипаттамасына сәйкес қуаттың жалпы қуат коэффициентін табамыз:

$$\mathrm{Cos}\varphi = 0{,}8$$

$$\mathrm{Sin}\varphi = \mathrm{Sin}(\mathrm{ArcCos}\varphi) = \mathrm{Sin}(30) = 0{,}6$$

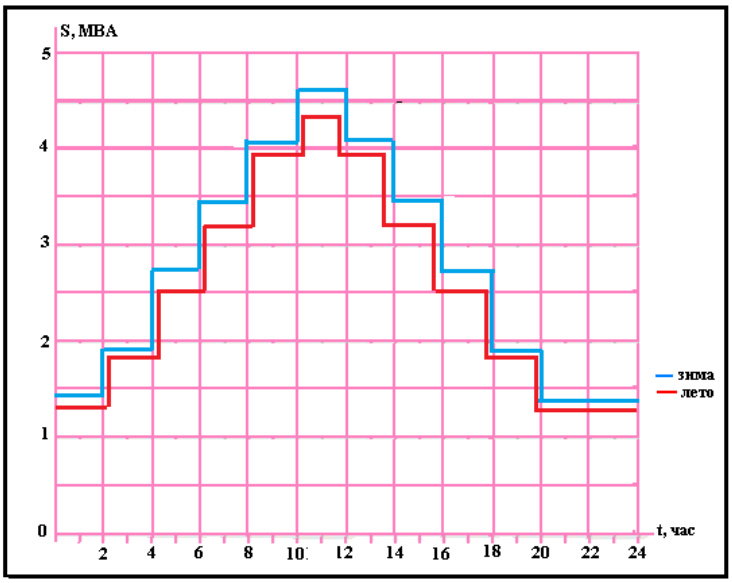
Алынған нәтижелерді 3.1 кестеге енгіземіз.

3.1 кесте – 6,3 кВ жағындағы жүктемелер

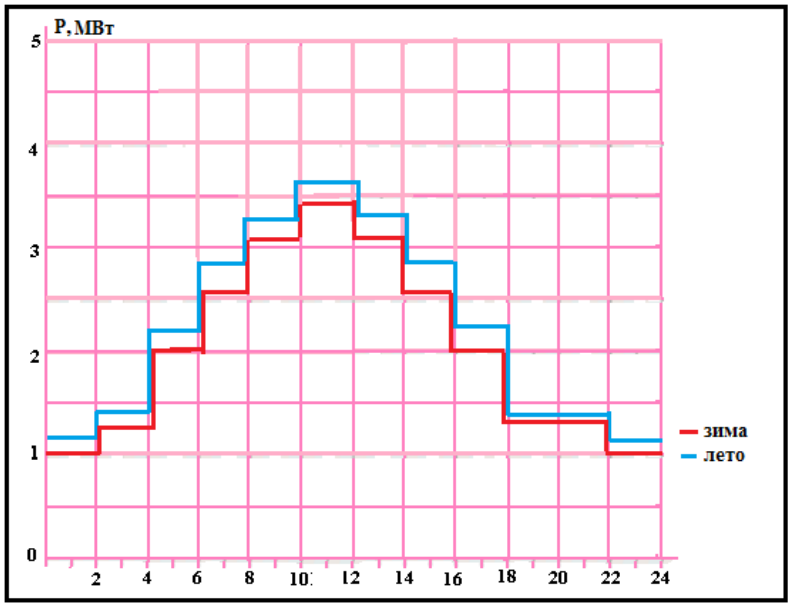
Уақыт, Т, ч	S, қыс МВА	P, қыс МВт	Q, қыс МВАр	S, жаз МВА	P, жаз МВт	Q, жаз МВАр
0-2	1,4	1,12	0,84	1,3	1,04	0,78
2-4	1,8	1,44	1,08	1,6	1,28	0,96
4-6	2,8	2,24	1,68	2,5	2,0	1,5
6-8	3,4	2,72	2,04	3,2	2,56	1,92
8-10	4,1	3,28	2,46	3,9	3,12	2,34
10-12	4,6	3,68	2,76	4,3	3,44	2,58
12-14	4,1	3,28	2,46	3,9	3,12	2,34
14-16	3,4	2,72	2,04	3,2	2,56	1,92
3.1 кестенің жалғасы						

16-18	1,4	1,12	0,84	1,3	1,04	0,78
18-22	1,8	1,44	1,08	1,6	1,28	0,96
22-24	2,8	2,24	1,68	2,5	2,0	1,5

3.1 кестеде келтірілген активті және толық қуаттың мәліметері бойынша жаздық және қыстық мерзімдер үшін жүктеменің тәуліктік графиігн тұрғызамыз.



3.1 сурет – Қысқы және жазғы мерзімдерге толық қуат бойынша жүктеменің тәуліктік графигі



3.2 сурет – Қысқы және жазғы мерзімдерге активті қуат бойынша жүктеменің тәуліктік графигі

Жүктеменің жылдық графигі ҚС бір жылдың ішінде әр түрлі жүктememен жұмыс ұзақтығын көрсетеді. Бұл график қысқы және жазғы мерзімдерге жүктеменің тәуліктік графигі негізінде тұрғызылады.

Ұзақтылық бойынша жүктеменің жылдық графигін тұрғызу үшін есептеу жүргіземіз.

$$\Delta T = P_{iз} \cdot n_з + P_{iл} \cdot n_л \qquad (3.3)$$

мұндағы $n_з$, $n_л$ - бір жылдағы қысқы және жазғы күндердің саны, 200 және 165 күн;

$P_{iз}$, $P_{iл}$ - қысқы және жазғы мерзімдерде *i* – ші сатыдағы активті қуаттың тұтынылуы.

$$\Delta T = P_{iз} \cdot n_з + P_{iл} \cdot n_л$$

Активті энергияның жылдық тұтынылуы:

$$W = \sum_{i}^{n} P_i \cdot T_i \qquad (3.4)$$

$$W = 27692 \text{ МВт} \cdot \text{ч}$$

Активті энергияның орташа тұтйнылуы:

$$W_{ср} = \frac{W}{8760} \qquad (3.5)$$

$$W_{ср} = \frac{27692}{8760} = 3,16 \text{ МВт} \cdot \cdot \text{сағ}$$

Активті қуатты қолданудың жылдық сағат саны:

$$T_{max} = \frac{W}{P_{max}} \qquad (3.6)$$

$$T_{max} = \frac{W}{P_{max}} = \frac{27962}{4,615} = 6059 \text{ сағ}$$

Максималды шығындар уақыты:

$$\tau = \left(0{,}124 + \frac{T_{max}}{10000}\right)^2 \cdot 8760 \qquad (3.7)$$

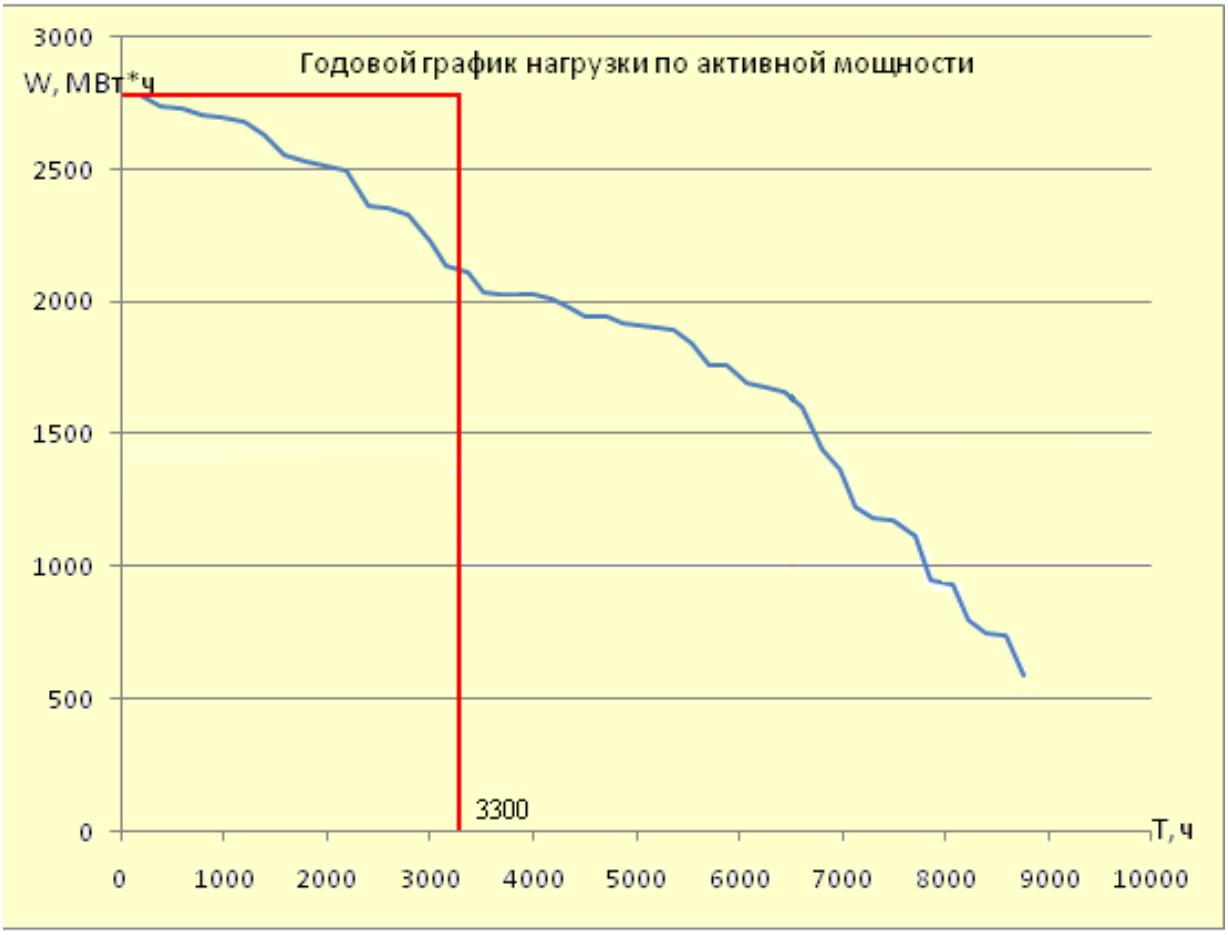
$$\tau = \left(0{,}124 + \frac{T_{max}}{10000}\right)^2 \cdot 8760 = \left(0{,}124 + \frac{6059}{10000}\right)^2 \cdot 8760 = 0{,}49 \cdot 8760 = 4302$$

ч

Графикті толтыру коэффициенті

$$k_{зп} = \frac{P_{ср}}{P_{max}} \qquad (3.8)$$

$$k_{зп} = \frac{P_{ср}}{P_{max}} = \frac{2{,}53}{3{,}68} = 0{,}687$$



3.3 сурет – 6 кВ жағында ұзақтылық бойынша жылдық график

Жылдық графиктің технико-экономикалық көрсеткіштері:

$$W_{П} = 90598 МВт \cdot сағ$$

$$P_{МАХ} = 13{,}92 МВт$$

$$P_{СР} = 10{,}3 МВт$$

$$К_{ЗП} = 0{,}74$$

$$T_{max} = 6508{,}477 сағ$$

Жылдық графиктің технико-экономикалық көрсеткіштері:

$$W_{П} = 713646 МВт \cdot сағ$$

$$P_{МАХ} = 4{,}11 МВт$$

$$P_{СР} = 8{,}26 МВт$$

$$К_{ЗП} = 0{,}687$$

$$T_{max} = 6059 сағ$$

4 Қосалқы станциядағы (ҚС) күштік трансформаторларды таңдау

Электр станциялары мен қосалқы станцияларда үш фазалы және бір фазалы, екі орамды және үш орамды күштік трансформаторлар мен автотрансформаторлар, сонымен қатар төменгі кернеудегі тармақталған орамдары бар үш фазалы және бір фазалы күштік трансформаторлар орнатылады.

Майлы, құрғақ, жанбайтын сұйық диэлектриктері бар, сонымен қатар құйылған оқшауламалары бар трансформаторлар қолданылады.

ҚС трансформаторларының саны мен түрін таңдау және таңдаудың экономикалық тиімділігін есептеу кезінде тұтынушыларды электрмен жабдықтау сенімділігін ескеру қажет. Сонымен қатар, келешекте жүктеменің артуын да ескеру қажет.

4.1 Трансформаторлардың қуатын таңдау

35 кВ қосалқы станцяларда екі трансформатор орнатылады, бұл трансформатордың біреуі жөндеуге немесе істен шыққан жағдайда тұтынушыларды электрмен жабдықтау сенімділігін қамтамасыз етеді. Жұмыс жасап тұрған кез келген трансформатор қажет қуатты толық қамтамасыз ете алады. МЕМСТ сәйкес апаттық режимде трансформатор алты тәулікке дейін 40% асқын жүктелумен жұмыс істейді. Сонымен бірге, жүктелу коэффициенті 0,93 болуы және асқын жүктелу уақыты тәулігіне алты сағаттан артық болмауы керек.

$$S_{\text{ТРасч}} = \frac{S_{\text{МАХ}}}{1{,}4(n-1)} \qquad (4.1)$$

мұндағы $S_{\text{мак}}$ – тұтынушылардың максималды толық қуаты, МВА;
n – орнатылған трансформаторлардың саны.

Трансформаторлардың номиналды қуатының нақты мәні $S_{\text{Н.Т}}$ күштік трансформаторлардың номиналды қуатының стандартты шәкілі (шкала) бойынша алынады.

Орнату үшін екі трансформатор таңдаймыз. Екі трансформатордың біреуі істен шыққанда немесе жөндеу мақсатымен жұмысы тоқталылғанда, бір трансформатор тұтынушыларды электрмен жабдықтау сенімділігін қамтамасыз ете алады.

Сонда:

$$S_{\text{ТРасч}} = \frac{S_{\text{МАХ}}}{1{,}4 \cdot (n-1)} = \frac{4615{,}4}{1{,}4 \cdot (2-1)} = 3296{,}7 \text{ МВА}$$

ТДН-6300/110 трансформатор қуатының үлкен стандартты мәні 6,3 МВА.

Таңдалған трансформатордың паспорттық мәндері:

$$S_{ном} = 6{,}3 \text{ МВА}$$

$$U_{вн} = 35 \text{ кВ}$$

$$U_{нн} = 6{,}3 \text{ кВ}$$

$$P_{хх} = 6{,}7 \text{ кВт}$$

$$P_{кз} = 33{,}5 \text{ кВт}$$

Трансформаторлардың номиналды қуатын анықтағаннан кейін, апаттық асқын жүктелу бойынша барлық трансформаторлардың жұмысы кезінде максималды режимдегі трансформатордың жүктелу коэффициенті анықталады.

$$k_{п} = \frac{S_{р}}{n \cdot S_{н}} \cdot 100 = \frac{4615{,}4}{2 \cdot 4000} \cdot 100 = 57{,}7$$

Қосалқы станцияға орнату үшін ТДН-4000/35 екі трансформатор таңдаймыз.

5 Қосалқы станцияның негізгі сұлбасын таңдау

ҚС электрлік қосылу сұлбасы сенімділікке, икемділіке, тиімділік пен оңтайлылыққа қойылатын талаптар негізінде таңдалады.

ҚС негізгі сұлбасы:

1. Қалыпты және апаттан кейінгі режимдерде жүйе аралық байланыстар бойынша қуат ағындары мен ҚС тұтынушыларының электрмен жабдықтау сенімділігін қамтамасыз етуі керек;

2. Даму келешегін және барлық кернеулердегі тарату құрылғыларын кеңейту мүмкіндігін ескеруі керек;

3. Апатқа қарсы автоматика талаптарын ескеруі керек;

4. Сұлбаның жеке элементтерінде пайдалану және жөндеу жұмыстарын көршілес қосылуларды ажыратусыз жүргізуді қамтамасыз етуі керек;

5. Сұлба мүмкіндігінше қарапайым, көрнекі және тиімді болуы керек.

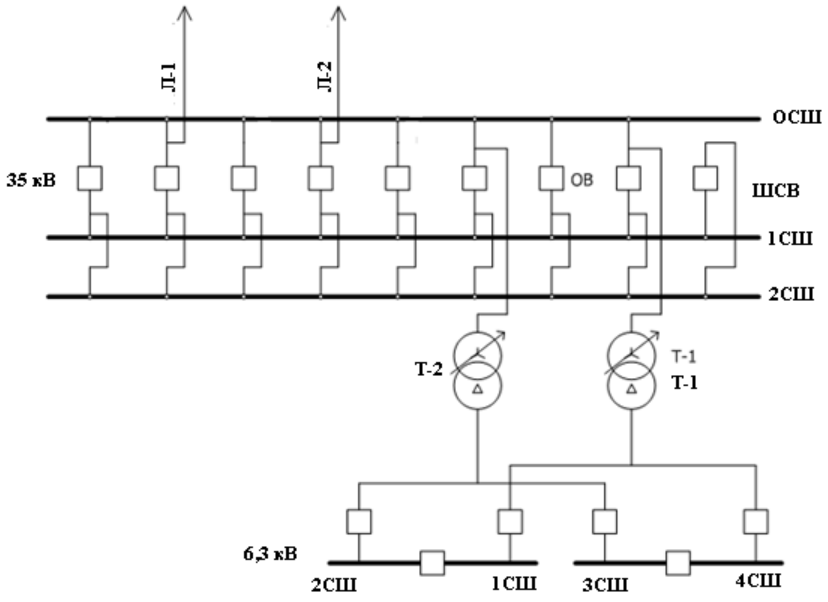
Электрлік қосылулардың негізгі сұлбасы Госстроймен келісілген және Минэнерго бекітілген тарату құрылғыларының типтік сұлбаларын қолдану арқылы таңдалады.

Қосалқы станцияда135 кВ кернеулерде ашық тарату құрылғары, ал 6,3 кВ кернеулерде КТҚ бар жабық тарату құрылғылары қолданылады.

Жоғары кернеулерде төртбұрышты сұлба қабылданады. Бұл сұлба қажетті сенімділікті қаматамасыз етеді және ҚС үшін оңтайлы келеді.

6,3 кВ жағында төрт шиналар жүйесі бар сұлбаны таңдаймыз. Бұл сұлба тұтынушыларды электрмен жабдықтау сенімділігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді, жөндеу жұмыстарын жүргізу мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, ҚС 6,3 кВ әр түрлі тұтынушылар көп болғандықтан (17 фидер) шиналардың төрт бөлек жүйесін таңдаған дұрыс болады.

ҚС негізгі қосылуларының жеңілдетілген сұлбасы 5.1 суретте көрсетілген.



5.1 сурет – ҚС негізгі электрлік қосылуларының сұлбасы

6 Қысқа тұйықталу токтарын есептеу

ҚС электр аппараттары мен жабдықтарын таңдау үшін оларға электродинамикалық беріктілік (төзімділік) және токтың термиялық әсері бойынша қойылатын талаптарды анықтау керек. Бұл мәліметтерді жүйеде қысқа тұйықталу тогын есептеу кезінде алуға болады. Үшфазалы қысқа тұйықталу (ҚТ) тогын есептеу жеткілікті болады.

Есептеу кезінде келесі жорамалдар қабылданған:

- жүктеме тогы есептелмейді;
- сыйымдылық есептелмейді;
- үш фазалы торап симметриялы қабылданады, яғни фазалардың кедергісі бір біріне тең алынады;
- электрлік машиналардың (генераторлар, электр қозғалтқыштар, трансформаторлар) болаттарының қанығуы болмайды;
- трансформаторлардың магниттелуі ескерілмейді;
- генераторлардың, трансформаторлардың және реакторлардың активті кедергілері ескерілмейді;
- есептік сұлбаға кіретін әр түрлі қорек көздерінің ЭҚК бойынша фазалардың ығысуы (қозғалуы) ескерілмейді.

Электрлік тізбекке кіретін әрбір элементтер өз кедергілерімен анықталады. Сұлбаның эквивалентті кедергісін табу үшін барлық кедергіні бір базисті кернеуге келтіру керек. Базисті кернеу ретінде 1,05 $U_н$ көбейтілген сатылардың біреуінің кернеуін аламыз.

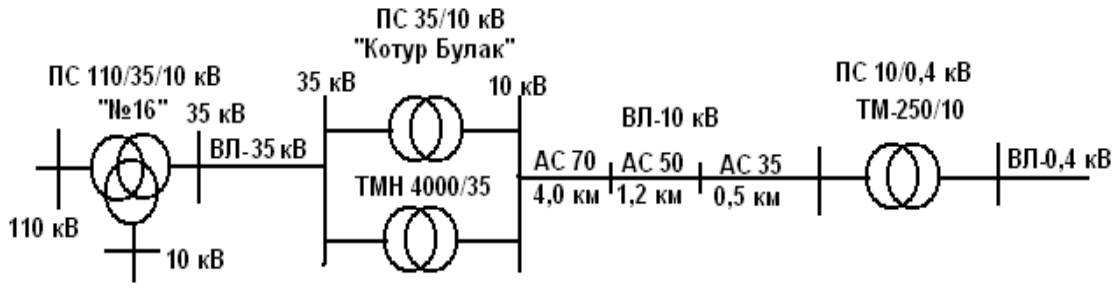
Электрмен жабдықтаудың жобаланатын сұлбасы үшін кернеудің әрбір сатысында базисті кернеулер орнатылады, олар орташа номиналды кернеуге тең болады:

$$U_{б1}= 37 \text{ кВ}; U_{б2} = 6,3 \text{ кВ}; U_{б3} = 0,4 \text{ кВ}.$$

6.1 ҚС алмастыру сұлбасы

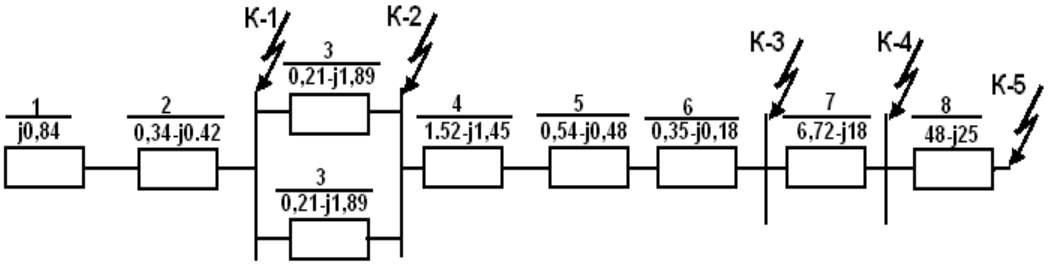
Қысқа тұйықталу тогын есептеу үшін алмастыру сұлбасын тұрғызу керек. Қысқа тұйықталу тогын есептеу үшін алмастыру сұлбасы тораптың есептік сұлбасы бойынша құралады. Ол үшін сұлба элементтері сәйкес электрлік кедергілермен ауыстырылады, ал қорек көздері үшін ЭҚК мәндері көрсетіледі.

Электрмен жабдықтаудың есептік сұлбалары келтірілген.



6.1 сурет – Тұтынушыларды электрмен жабдықтаудың есептік сұлбасы

Электрмен жабдықтаудың келтірілген сұлбасы үшін алмастыру сұлбасын тұрғызамыз (6.2 сурет).



6.2 сурет – Электрмен жабдықтау жүйесінің алмастыру сұлбасы

АПК АРЭК Талғар АЭТ (РЭС) мәліметтері бойынша тіректі ҚС 35 кВ шиналарындағы үш фазалы қысқа тұйықталу токтарының мәні: $I^{3}_{кз} = 1,85$ кА.

ӘЖ сымдарынан қысқа тұйықталу орнына дейін индуктивті және активті меншікті кедергілері таңдалған. [1]

АС- 95 r_0 =0,299 Ом/км; x_0 =0,4 Ом/км;

АС-35 r_0 =0,773 Ом/км; x_0 =0,4 Ом/км;

Кернеудің жеке сатыларында базисті ток анықталады:

$$I_{б1} = \frac{S_б}{\sqrt{3} \cdot U_{б1}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 37} = 1,56 \text{ кА};$$

$$I_{б2} = \frac{S_б}{\sqrt{3} \cdot U_{б2}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 6,3} = 9,2 \text{ кА};$$

Есептік сұлбаның жеке элементтерінің кедергісін салыстырмалы базисжті бірлікте анықтайды.

Жүйенің кедергісі:

$$X_1 = \frac{S_б}{S_{КЗ}} = \frac{100}{119} = 0{,}84$$

Сұлба элементтерінің базисті бірлікке келтірілген кедергісі:

- 35 кВ желелерді қоректендіретін кедергі:

активті:

$$r_2 = r_0 \cdot l \frac{S_б}{U_{б1}^2} = 0{,}299 \cdot 15{,}8 \cdot \frac{100}{37^2} = 0{,}34$$

индуктивті:

$$x_2 = x_0 \cdot l \cdot \frac{S_б}{U_{б1}^2} = 0{,}36 \cdot 15{,}8 \cdot \frac{100}{37^2} = 0{,}42$$

мұндағы ℓ- желінің ұзындығы, км;

r_0 ,x_0 - маркасы АС-120 сымдарының меншікті активті және индуктивті кедергісі, Ом/км;

$S_б$, $U_б$ – кернеудің осы сатысы үшін кернеу мен қуаттың базисті шамасы.

35/10 кВ трансформатордың кедергісі:

- активті:

$$r_з = r_Т = \frac{P_{КЗ} \cdot S_б}{S_{ном.т}^2} \cdot 10^{-3} = \frac{33{,}5 \cdot 100}{4^2} = 10^{-3} = 0{,}21$$

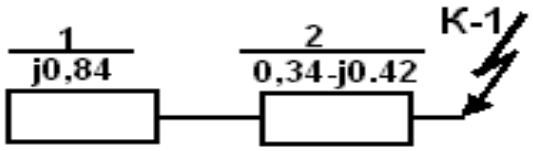
- индуктивті

$$x_з = x_Т = \frac{U_{КЗ}}{100} \cdot \frac{S_б}{S_{ном.т}} = \frac{7{,}5}{100} \cdot \frac{100}{4} = 1{,}89$$

Қысқа тұйықталу тогын есептеу.

Электрмен жабдықтау жүйесінде қысқа тұйықталу тогын анықтау келесі анықтамалар бойынша жүргізіледі:

Алмастыру сұлбасын К-1 нүктесіне дейін келтіреміз.



6.3 сурет – К-1 қысқа тұйықталу нүктесіне дейін алмасытру сұлбасы

ҚТ нүктесіне дейін эквивалентті кедергіні анықтаймыз:

$$x_{рез} = x_9 = x_1 + x_2 = 0{,}84 + 0{,}42 = 1{,}26$$

$$R_{рез} = R_9 = 0{,}42$$

$$Z_{рез} = \sqrt{R_{рез}^2 + X_{рез}^2} = \sqrt{0{,}42^2 + 1{,}26^2} = 1{,}33$$

К-1 нүктесінде ҚТ тогын анықтаймыз.
- үш фазалы ҚТ тогы (периодты құраушы):

$$I_{КЗ}^3 = \frac{I_{б1}}{Z_{рез}} = \frac{1{,}56}{1{,}17} = 1{,}17 \text{ кА}$$

Екі фазалы ҚТ тогы (периодты құраушы)

$$I_{КЗ}^2 = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{КЗ}^{(3)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 1{,}17 = 1{,}02 \text{ кА}$$

- үш фазалы ҚТ соққы тогының лездік мәні:

$$i_y^{(3)} = \sqrt{2} \cdot k_y \cdot I_{КЗ}^3, \text{ кА}$$

мұндағы k_y – соққы коэффициенті, мәні келесіге ұқсас анықталады

$$k_y = 1 - e^{-0{,}01/Ta} \qquad (6.1)$$

мұндағы $T_a = X_{рез}/(314\ R_{рез})$ – периодты құраушының тұрақты уақыты, немесе T_a байланысты [5,6] кестеден алынады.

$$T_a = \frac{X_{рез}}{3{,}14 \cdot R_{рез}} \qquad (6.2)$$

немесе $X_{рез}/R_{рез}$

$$\frac{X_{рез}}{R_{рез}} = \frac{1,26}{0,42} = 3$$

яғни k_y = l,35 деп аламыз.
Сонда

$$i_y^{(3)} = \sqrt{2} \cdot k_y \cdot I_{КЗ}^3 = 1,41 \cdot 1,35 \cdot 1,17 = 2,26 \text{ кА}$$

- үш фазалы ҚТ соққы тогының нақты мәні

$$I_y^3 = I_{КЗ}^3 \sqrt{1 + 2(k_y - 1)^2} = 1,17 \cdot \sqrt{1 + 2(1,35 - 1)^2} = 1,3 \text{ кА}$$

К-2 нүктесіндегі ҚТ тогын осыған ұқсас түрде анықтаймыз және есептеу нәтижелерін 6.1 кестеге енгіземіз.

6.1 кесте – Қысқа тұйықталу токтарын есептеу нәтижелері

ҚТ нүктесі	Кедергі			k_y	ҚТ токтары			
	x_p	r_p	Z_p		$I^3_{кз}$ кА	$I^2_{кз}$ кА	$i_y^{(3)}$ кА	I^3_y кА
К-1	1,26	0,42	1,33	1,35	1,17	1,02	2,23	1,3
К-2	2,21	0,53	2,27	1,4	2,42	2,1	4,8	2,78

7 Электр жабдықтарын таңдау

7.1 Коммутациялық (қарымталаушы) аппараттарды таңдау

Қарымталаушы аппараттар: ажыратқыштар және айырғыштар келесі шарттарға сәйкес таңдалады:

- қондырғының кернеуі бойынша $U_{УСТ} \le U_{НОМ}$;
- номиналды ток бойынша $I_{ФОРС} \le I_{НОМ}$;
- электродинамикалық тұрақтылығы бойынша $i_у \le i_{СКВ}$;
- ажырау қабілеті боцынша $I_{Нτ} \le I_{Н.ОТКЛ}$;
- апериодты құраушысы бойынша $I_{Aτ} \le I_{А.ОТКЛ}$;
- термиялық тұрақтылығы бойынша $B_К \le I^2_{Терм} \cdot t_{Терм}$;

мұндағы $U_{УСТ}$ - қондырғының кернеуі;

$U_{НОМ}$ - ажыратқыштың номиналды кернеуі;

$I_{ФОРС}$ - максималды жүктеме режиміндегі күшейтілген ток;

$I_{НОМ}$ - ажыратқыштың номиналды тогы;

$i_у$ - үшфазалы ҚТ соққы тогы;

$i_{СКВ}$ - ажыратқыштың өтпелі тогының ең үлкен шыңы;

$I_{Нτ}$ - К-1 нүктесіндегі үш фазалы ҚТ тогының апериодты құраушысының нақты мәні;

$I_{Н.ОТКЛ}$ - ажыратқыштың өшуінің (ажырауының) номиналды тогы;

$I_{Aτ}$ - ажыратылған токтағы апериодты құраушы;

$I_{А.ОТКЛ}$ - ҚТ тогының апериодты құраушысы;

$B_К$ - жылу импульсі.

Айырғыштар үшін ток бойынша өшіру шарты тексерілмейді.

Ажырату тогындағы апериодты құраушы келесі формула бойынша есептеледі:

$$I_{Aτ} = \sqrt{2} \cdot e^{-\frac{τ}{T_A}} \cdot I_{К.ВН} \qquad (7.1)$$

мұндағы $τ$ - ажыратқыш түйіспелерінің айырылуына дейінгі уақыт.

Квадратты токтың жылу импульсі келесі формула бойынша есептеледі:

$$B_К = I^2_{Н.Т.} \cdot (t_{ОТКЛ} + T_a) \qquad (7.2)$$

мұндағы $t_{ОТКЛ}$ - ҚТ ажырау уақыты, келесілерден тұрады:

$$t_{откл} = t_{зм} + t_{пол} \qquad (7.3)$$

мұндағы $t_{пол}$ - ажыратқыштың толық өшу уақыты.

7.1.1. 35 кВ ажыратқыштарды таңдау

ВГТ-35II-40/2500 ХЛ1 элегазды ажыратқыштарды таңдаймыз.

Элегазды ажыратқыштардың майлы ажыратқыштармен салыстырғанда артықшылықтары көп:

- жөнделуі мен пайдаланылуы қарапайым және тез, заводтық дайындығы жоғары;
- қарымталау қоры жоғары. Бірінші жөндеуге дейінгі қызмет мерзімі 25 жыл;
- іске қосылу кезіндегі шу деңгейі төмен (табиғатты қорғау талаптарына сәйкес);
- іргетасты тіректерге динамикалық жүктемесі төмен;
- ВГГ- 35 афыратқыштардың ВМТ сериядағы майтолтырылған ажыратқыштармен өзара алмасымдылығы толық (қосылу және қондыру өлшемдері бойынша).

(7.1) формула бойынша апериодты құраушыны есептейміз:

$$I_{Aτ} = \sqrt{2} \cdot e^{-\frac{0,055}{0,02}} \cdot 1,3 = 0,11 \text{ кА}$$

(7.2 – 7.3) формула бойынша жылу импульсін есептейміз.

$$t_{откл} = t_{зм} + t_{пол} = 0,1 + 0,055 = 0,155 \text{ сек}$$

$$B_К = I_{пр}^{(3)2} \cdot \left(t_{ОТКЛ.} + T_а\right) = 1,3^2 \cdot \left(0,155 + 0,02\right) = 4,12 \text{ кА}^2 \cdot \text{сек}$$

7.1 кесте – 110 кВ ажыратқыштарды таңдау шарттары

Шарттар	Есептік мәндер	Паспорттық мәндер
$U_{УСТ} \le U_{НОМ}$	35 *кВ*	35*кВ*
$I_{ФОРС} \le I_{НОМ}$	76,2 *А*	630 *А*
$i_у \le i_{СКВ}$	2,23 *кА*	26 *кА*
$I_{Нτ} \le I_{Н.ОТКЛ}$	1,3 *кА*	1**0** *кА*
$B_К \le I_{Терм}^2 \cdot t_{Терм}$	$I^{(3)2} \cdot t_к$ =4,12 кА^{2}с	$I^2_{t\cdot}\ t=10^2 \cdot 4$=400 кА^2·сек

7.1.2. 110 кВ айырғыштарды таңдау

РНДЗ.1-351000 ХЛ1 айырғыштарды таңдаймыз.

7.2 кесте – 110 кВ айырғыштарды таңдау шарттары

Шарттар	Есептік мәндер	Паспорттық мәндер
$U_{УСТ} \le U_{НОМ}$	35 кВ	35 кВ
$I_{ФОРС} \le I_{НОМ}$	76,2 А	630 А
$i_у \le i_{СКВ}$	2,23 кА	31,5 кА
$B_К \le I^2_{Терм} \cdot t_{Терм}$	$I^{(3)2} \cdot t_к$ =4,12 кА^{2}с	$31{,}5^2 \cdot 4 = 2976{,}7$ кА^2·сек

7.1.3. 6,3 кВ ажыратқыштарды таңдау

Таңдау 35 кВ ажыратқыштарды таңдауға ұқсас жүргізіледі. Секциялы ұяшықтар мен кірістерде ВВЭ-6,3-20-1000 ХЛ1 ажыратқышты, сонымен қатар бұрылмалы қосылуларда ВВЭ-6,3-20-630 ХЛ1 ажыратқышты таңдаймыз.

Ажыратқыштар мен айырғыштардың максималды мүмкін тогы:

$$I_р = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{4615.4}{1{,}73 \cdot 6{,}3} = 426{,}5 \text{ А} \qquad (7.4)$$

Секциялы ажыратқыштың максималды жұмыс тогы:

$$I_р = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot n \cdot U_{ном}} = \frac{4615 \cdot 4}{1{,}73 \cdot 2 \cdot 6{,}3} = 211{,}7 \text{ А} \qquad (7.5)$$

мұндағы n - күштік трансформаторлардың саны.

Бұрылмалы қосылулардың максималды жұмыс тогы:

$$I^{(10)}_{М.Раб.ОП} = \frac{S^{(10)}_{НОМ}}{m \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = \frac{4615{,}4}{17 \cdot \sqrt{3} \cdot 6{,}3} = 25 \text{ А} \qquad (7.6)$$

мұндағы m - бұрылмалы қосылулардың саны.

(7.1) формула бойынша апериодты құраушыны есептейміз:

$$I_{Aτ} = \sqrt{2} \cdot e^{-\frac{0{,}05}{0{,}02}} \cdot 2{,}78 = 0{,}325 \text{ кА}$$

(7.2 – 7.3) формалалар бойынша жылу импульсін есептейміз.

$$t_{ОТКЛ} = t_{ЗМ} + t_{ПОЛ} = 0{,}1 + 0{,}05 = 0{,}15 \text{ сек}$$

$$B_К = I^2_{Н.Т.} \cdot (t_{ОТКЛ.} + T_а) = 8{,}146^2 \cdot (0{,}15 + 0{,}02) = 11.28 \text{ кА}^2 \cdot \text{сек}$$

Ажыратқыштарды таңдау шарттары 7.3 және 7.4 кестелерге енгізілген.

7.3 кесте – Секциялы ұяшықтар мен кірістерде 6,3 кВ ажыратқыштарды таңдау шарттары

Шарттар	Есептік мәндер	Паспорттық мәндер
$U_{УСТ} \le U_{НОМ}$	10 *кВ*	6,3 *кВ*
$I_{ФОРС} \le I_{НОМ}$	423,5 *А*	630 *А*
$i_у \le i_{СКВ}$	4,8 *кА*	35,5 *кА*
$I_{Нτ} \le I_{Н.ОТКЛ}$	2,42*кА*	80 *кА*
$I_{Аτ} \le I_{А.ОТКЛ}$	0,325 *кА*	10 *кА*
$B_К \le I^2_{Терм} \cdot t_{Терм}$	$I^{(3)2} \cdot t_n = 2{,}42^2 \cdot 2{,}5 = 14{,}6 \text{кА}^2\text{с}$	$I^2_t \cdot t = 31{,}5^2 \cdot 4 = 3969 \text{ кА}^2\text{с}$

7.4 кесте – бұрылмалы қосылуларда 6,3 кВ ажыратқыштарды таңдау шарттары

Шарттар	Есептік мәндер	Паспорттық мәндер
$U_{УСТ} \le U_{НОМ}$	10 *кВ*	6,3 *кВ*
$I_{ФОРС} \le I_{НОМ}$	423,5 *А*	630 *А*
$i_у \le i_{СКВ}$	4,8 *кА*	35,5 *кА*
$I_{Нτ} \le I_{Н.ОТКЛ}$	2,42*кА*	80 *кА*
$I_{Аτ} \le I_{А.ОТКЛ}$	0,325 *кА*	10 *кА*
$B_К \le I^2_{Терм} \cdot t_{Терм}$	$I^{(3)2} \cdot t_n = 2{,}42^2 \cdot 2{,}5 = 14{,}6 \text{кА}^2\text{с}$	$I^2_t \cdot t = 31{,}5^2 \cdot 4 = 3969 \text{ кА}^2\text{с}$

7.2 Шиналауды таңдау

7.2.1 Жоғары кернеу жағында шиналауды таңдау

35 кВ жағында құрама шиналар жәшне шиналау АС маркасындағы иілгіш сымдармен орындалады.

Қималарды таңдау токтың экономикалық тығыздығы бойынша келесі формуламен жүргізіледі (7.7)

$$q_э = \frac{I_{РАСЧ}}{J_{ЭК}} \qquad (7.7)$$

мұндағы $J_{ЭК}$ - ЭҚЕ сәйкес токтың экономикалық тығыздығының нормаланған мәні, оқшауланбаған алюминий сымдары мен шиналар үшін жүктеме максимумын қолдану сағатының жылдық саны кезінде $J_{ЭК} = 1$, А/мм^2.

$I_{РАСЧ}$ - 35 кВ жағындағы максимал ток.

$$I_{РАСЧ} = \frac{S_{МАКС} + S_{ТРАНС}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = \frac{5470 + 4615{,}4}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 35} = 83{,}3 \text{ А} \qquad (7.8)$$

$$q_э = \frac{I_{РАСЧ}}{J_{ЭК}} = \frac{83{,}3}{1} = 83{,}3 \text{ мм}^2$$

АС-95/16 сымды таңдаймыз, рұқсат етілген ұзақ ток $I_{ДОП} = 330A$, сымның радиусы $r_0 = 5{,}7$ мм. Фазалар арасындағы қашықтықты 300 см деп таңдаймыз. ЭҚЕ сәйкес таңдалған өткізгіштер тәжделу шарттары бойынша тексерілуі керек.

Тәждің қалыптасы шарты:

$$1{,}07 \cdot E < 0{,}9 \cdot E_0 \qquad (7.9)$$

мұндағы E - тармақталмаған сымның бетіндегі электрлік өрістің кернеулілігі, кВ/см;

E_0 - электрлік өрістің бастапқы қауіпті кернеулігінің максимал мәні, кВ/см.

$$E_0 = 3{,}03 \cdot m \cdot \left(1 + \frac{0{,}299}{\sqrt{r_0}}\right) = 30{,}3 \cdot 0{,}82 \cdot \left(1 + \frac{0{,}299}{\sqrt{5{,}7}}\right) = 2{,}8 \text{ кВ/см} \qquad (7.10)$$

$$E = \frac{0{,}354 \cdot U}{r_0 \cdot \lg \frac{D_{ср}}{r_0}} = \frac{0{,}354 \cdot 35}{5.7 \cdot \lg \frac{384}{5{,}7}} = 1{,}188 \text{ кВ/см} \qquad (7.11)$$

мұндағы $m = 0{,}82$ - сымның бетінің бұдырлығын ескеретін коэффициент, см;

r_0 - сымның радиусы, см;

$D_{ср}$ - фаза сымдарының арасындағы орташа геометриялық қашықтық, см.

$$D_{ср} = 1.28 \cdot D \ см \qquad (7.12)$$

мұндағы D - көршілес фазалар арасындағы қашықтық, см.

(7.9) формула бойынша сымды тәж шарты бойынша тексереміз:

$$1{,}07 \cdot E < 0{,}9 \cdot E_0 = 1{,}07 \cdot 1{,}188 < 0{,}9 \cdot 2{,}8 = 1{,}27 < 2{,}52$$

Шарт орындалады, яғни сымдар тәжделмейді.

35 кВ шиналар үшін АС-95/16 маркасындағы сымдарды таңдаймыз.

7.2.2 Төменгі кернеу жағында шиналауды таңдау

10 кВ жағында шиналауды таңдау 110 кВ жағында шиналауда таңдауға ұқсас токтың экономикалық тығыздығы бойынша жүргізіледі, таңдалған шиналауды тексеру келесі шарттар бойынша жүргізіледі:

- ұзақ режимде қыздыру;
- термиялық тұрақтылық;
- электродинамикалық төзімділік.

Қалыпты режимнің ұзақ әрекетті тогы келесі формула бойынша анықталады (7.8):

$$I_{НР} = \frac{S_{МАКС}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = \frac{4615{,}4}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 6{,}3} = 0{,}212 \text{ кА}$$

Күшейтілген режимнің ұзақ әрекетті тогы:

$$I_{ФР} = 2 \cdot I_{НР} = 0{,}424 \text{ кА}$$

(7.7) формула бойынша токтың экономикалық тығыздығын есептейміз:

$$q_Э = \frac{I_{РАСЧ}}{J_{ЭК}} = \frac{0{,}312}{1} = 212 \text{ мм}^2$$

Қимасы төртбұрыш 40х4 мм^2 алюминий шиналарды таңдаймыз, горизонталь орналасқан, рұқсат етілген ток $I_{ДОП} = 515A$. Көршілес фазалардың осьтері арасындағы қашықтық 0,3 м.

Ұзақ режимде қыздыру бойынша тексеру шарттары:

$$I_{ДОП} > I_{ФР} = 515 > 424 \qquad (7.13)$$

Шарт орындалады, яғни шиналар ұзақ режимде қыздыру бойынша өтеді.

Термиялық тұрақтылық бойынша тексеру шарттары:

$$q_{мин} < S_{шин} \qquad (7.14)$$

мұндағы $q_{мин}$ - термиялық тұрақтылық бойынша минималды қима;

$$q_{мин} = \frac{\sqrt{B_к}}{C} \qquad (7.15)$$

мұндағы $B_к$ - квадратты токтың жылу импульсы, $B_к = 4{,}12$ кА^2·сек;

С - өткізгіштің материалын ескеретін коэффициент, алюминий үшін $C = 91$;

$$q_{мин} = \frac{\sqrt{4{,}12}}{91} = 22{,}3 \text{ мм}^2$$

$$q_{мин} < S_{шин} = 22{,}3 < 160$$

(7.14) шарт орындалады, яғни таңдалған шиналар термиялық тұрақтылық бойынша өтеді.

Шиналарды электродинамикалық төзімділік бойынша тексеру келесі шарттармен орындалады:

$$\sigma_{РАСЧ} \le \sigma_{ДОП} \qquad (7.16)$$

Оқшаулатқыштарда бекітілген қатты шиналар электромагниттік күштердің әсеріндегі динамикалық тербелмелі жүйеден тұрады. Мұндай жүйеде ауытқулар пайда болады, олардың жиілігі құрылымның салмағы мен қаттылығына байланысты болады.

Максималды электродинамикалық күш максималды ток кезінде, ал максималды ток үш фазалы ҚТ кезінде пайда болатындықтан есептеуде үш фазалы ҚТ соққы тогын $i_{У.К2} = 4{,}8кА$ қолдану керек. Шиналар бойынша үш фазалы ҚТ тогының ағу кезіндегі механикалық күш:

$$F_ф = \frac{\sqrt{3} \cdot i_у^2}{a}, \text{ Н/м} \qquad (7.17)$$

мұндағы a - көршілес фазалар арасындағы қашықтық, $a = 0{,}3$ *м*;

$$F_{Ф} = \frac{\sqrt{3} \cdot 4{,}8^2}{0{,}3} \cdot 10^{-7} = 132{,}86 \text{ Н/м}$$

Фазалардың өзара әрекеті кезінде шиналар материалындағы кернеу:

$$\sigma_{РАСЧ} = \frac{F_{Ф} \cdot \ell^2}{10 \cdot W}, \text{ МПа} \qquad (7.18)$$

мұндағы ℓ - тіректі оқшаулатқыштар арасындағы қашықтық, $\ell = 1{,}3$ *м*;

W - шиналар кедергісінің моменті.

Қимасы төртбұрыш үш полюсті шиналар үшін кедергі моменті:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6}, \text{ см}^2 \qquad (7.19)$$

мұндағы b - шинаның ені, $b = 80$ мм;

h - шинаның биіктігі, $h = 6$ мм;

Кедергі моменті (7.19) формула бойынша:

$$W = \frac{0{,}8 \cdot 6^2}{6} = 4{,}8, \text{ см}^2$$

Шина материалындағы кернеу (7.18) формула бойынша:

$$\sigma_{РАСЧ} = \frac{132{,}86 \cdot 1{,}3^2}{10 \cdot 4{,}8} = 0{,}82, \text{ МПа}$$

Алюминий шиналар үшін рұқсат етілген нормаланатын уақыт $\sigma_{ДОП} = 82{,}3 МПа$.

$$\sigma_{РАСЧ} \le \sigma_{ДОП} = 0{,}82 < 82{,}3 \text{ МПа}$$

Шарт (7.16) орындалады, яғни таңдалған шиналар электродинамикалық төзімділік бойынша өтеді.

Қимасы төртбұрыш 40х4 *мм* алюминий шиналарды таңдаймыз.

7.3. 6,3 кВ тіректі және өтпелі оқшаулатқыштарды таңдау

ЭҚЕ сәйкес тіректі оқшаулатқыштарды өтпелі және тіректі оқшаулатқыштарға қатты шиналармен жіберілетін есептік механикалық күштері 60% аспайтындай таңдау керек.

Алдын ала тіректі ретінде С4-80 УХЛ оқшаулатқыштарды таңдаймыз.

Оқшаулатқыштың паспорттық мәндері 7.5 кестеде көрсетілген.

7.5 кесте - С4-80 УХЛ оқшаулатқыштың паспорттық мәндері

Параметрлері	Мәндері
Номиналды кернеу	10 кВ
Найзағайлы импульстің сынау кернеуі	80 кВ
Иілуге минималды қиратқыш күші	4 кН

Механикалық төзімділік бойынша тексеру шарттары:

$$P_{РАСЧ} < 0,6 \cdot P_{ИЗГ} \qquad (7.20)$$

Иілуге әсер ететін максималды күш:

$$P_{РАСЧ} = \frac{1,76 \cdot i_у^2 \cdot 1 \cdot 10^{-8}}{a} \qquad (7.21)$$

мұндағы $i_у$ - ҚТ соққы тогы, $i_у = 18508$ А;

a - көршілес фазалар арасындағы қашықтық, $a = 0,3$ м;

$$P_{РАСЧ} = \frac{1,76 \cdot i_у^2 \cdot 1 \cdot 10^{-8}}{a} = \frac{1,76 \cdot 18508^2 \cdot 1 \cdot 10^{-8}}{30} = 0,201 \text{ кН}$$

Шартты тексереміз (7.20):

$$P_{РАСЧ} < 0,6 \cdot P_{ИЗГ} = 0,201 < 0,6 \cdot 4 = 0,201 < 2,4$$

Шарт орындалады, яғни таңдалған оқшаулатқыш механикалық төзімділік бойынша өтеді.

Сериясы С4-80 УХЛ тіректі оқшаулатқыштарды таңдаймыз.

Өтпелі оқшаулатқыштарды номиналды кернеу мен токка сәйкес шарттар бойынша таңдаймыз.

Алдын ала ИП-10/630-750-І ХЛ өтпелі оқшаулатқыштарды таңдаймыз.
Оқшаулатқыштың паспорттық мәндері 7.6 кестеде келтірілген.

7.6 кесте - ИП-10/630-750-І ХЛ оқшаулатқыштың паспорттық мәндері

Параметрлері	Мәндері
Номиналды кернеу	6,3 кВ
Номиналды ток	630 А
Иілуге максималды күш	750 Н
Ұзындығы	450 мм
Салмағы	6 кг

Шартты тексереміз:

$$U_{уст} \le U_{ном} = 10 \le 10$$

$$I_{уст} \le I_{ном} = 447 \le 630$$

Екі шартта орындалады, ИП-10/630-750-І ХЛ өтпелі оқшаулатқышты таңдаймыз.

7.4 Асқын кернеуді шектеуіштер (АКШ-ОПН)

ЭҚЕ сәйкес әуе кірістерінде асқын кернеуді шектеуіштер орнатылады. Таңдау электр қондырғының номиналды кернеуі бойынша жүргізіледі.
Асқын кернеуді шектеуіштерді таңдау 7.7 кестеде көрсетілген.

7.7 кесте – Асқын кернеуді шектеуіштерді таңдау

Параметлері		Мәндері
35 ХЛ1 – АКШ		
Номиналды кернеу		35 кВ
Ағымдағы шектеудегі кернеу	20 мин	28 кВ
	20 сек	30 кВ
	3,5 сек	32кВ
	1 сек	33 кВ
	0,15 сек	35,6 кВ
Ұзақтығы 8 мкс импульсті ток кезінде қалған кернеу	1500 А	73кВ
	2500 А	79 кВ
	4500 А	89 кВ
Салмағы		85 кг
6,3 ХЛ1 - АКШ		
Номиналды кернеу		10 кВ
Ұзақтығы 8 мкс импульсті ток кезінде қалған кернеу	300 А	28 кВ
	1000 А	33 кВ
	5000 А	35 кВ
Салмағы		3 кг

7.5. 6 кВ кешенді тарату құрылғыларын (КТК-КРУ) таңдау

ВВЭ-10/20-630 типтегі вакуумды ажыратқыштары және ТЛМ-10 типтегі ток трансформаторлары бар К-104 М кешенді тарату құрылғыларын таңдаймыз.

7.6 Токтың өлшеуіш трансформаторларын таңдау

Ток трансформаторлары бастапқы, өлшенетін токты өлшеу мәндері үшін қолайлыға азайту үшін қызмет етеді. Номиналды екінші ток 1 немесе 5 А тең.

Ток трансформаторлары номиналды кернеу, бірінші тізбектің тогы бойынша таңдалады және сәйкес дәлдік классында екінші жүктеме бойынша термиялық және электродинамикалық төзімділікке тексеріледі.

7.6.1. 6,3 кВ жағында ток трансформаторларын таңдау

0,5 дәлдік класында ТФЗМ-35Б1 ХЛ1 600/5 типтегі трансформаторды таңдаймыз. Трансформатордың паспорттық мәндері 7.8 кестеде келтірілген.

7.8 кесте - ТФЗМ-35Б1 ХЛ1 600/5 ток трансформаторының мәндері

Параметрлері	Мәндері
Номиналды кернеу	35кВ
Ең жоғарғы жұмыс кернеуі	41 кВ
Трансформациялану коэффициенті, $I_{1Н}/I_{2Н}$	600/5
Электродинамикалық төзімділік тогы	18-41 кА
Рұқсат етілген жылу импульсі	1200 кА^2•сек
Дәлдік класы	0,5

Трансформаторларды таңдау шарттары 7.9 кестеге енгізілген.

7.9 кесте – 35 кВ ток трансформаторларын таңдау шарттары

Шарт	Есептік мәндер	Паспорттық мәндер
$U_{УСТ} \le U_{НОМ}$	35 кВ	35кВ
$I_{НР} \le I_{НОМ}$	76,2А	150 А
$i_{У} \le i_{СКВ}$	2,23 кА	20 кА
$B_{К} \le I^2_{Терм} \cdot t_{Терм}$	11,28 кА^2·сек	1200 кА^2·сек
$Z_2 \le Z_{2НОМ}$	0,67 Ом	1 Ом

мұндағы Z_2 - екінші тізбектің есептік кедергісі, Ом;

$Z_{2НОМ}$ - таңдалған дәлдік классында ток трансформаторының екінші тізбегінің номиналды рұқсат етілген кедергісі.

Трансформатордың екінші орамына қосылған аспаптардың тізімі 7.10 кестеде көрсетілген.

7.10 кесте – Ток трансформаторының жүктемесі

Аспап	Қуат, $S_Н$
Ваттметр Ц301/1	0,5 ВА
Активті энергия санауышы ЦЭ-6805В	0,2 ВА
Реактивті энергия санауышы ЦЭ-6811	0,3 ВА
Барлығы, $S_{ПРИБ}$	1 ВА

Ток трансформаторының екінші орамына қосылған аспаптардың барлық кедергісі:

$$r_{ПРИБ} = \frac{S_{ПРИБ}}{I_{2Н}^2} = \frac{1}{5^2} = 0{,}04 \text{ Ом} \qquad (7.22)$$

Байланыстырушы сымдардың кедергісі:

$$r_{ПРОВ} = Z_{2НОМ} - r_{ПРИБ} - r_К = 1 - 0{,}04 - 0{,}1 = 0{,}86 \text{ Ом} \qquad (7.23)$$

мұндағы $r_К$ - түйіспелердің өтпелі кедергісі, аспаптардың саны 3 дейін болған кезде 0,05 Ом, аспаптардың саны көп болған кезде $r_К = 0{,}1$ Ом деп алынады.

Қосқыш аспаптардың материалы ретінде алюминийді таңдаймыз. Сонда сымдардың қимасы келесідей анықталады:

$$q = \frac{\rho \cdot l_{РАСЧ}}{r_{ПРОВ}} = \frac{0{,}0283 \cdot 75}{0{,}86} = 2{,}47 \text{ мм}^2 \qquad (7.24)$$

мұндағы $\rho = 0{,}0283$ Ом·мм^2/м – алюминийдің меншікті кедергісі;

$l_{РАСЧ} = 75$ м – трансформатор тогынан бастап ОПУ дейінгі абельдің ұзындығы, бас сұлбаға сәйкес.

ЭҚЕ сәйкес механикалық төзімділік бойынша алюминий сымның минималды қимасы 4 мм^2. Қимасы $S_{СТАН} = 4$ мм^2 АКРВГ бақылау кабелін таңдаймыз.

Бақылау кабелінің кедергісін таңдалған стандартты қима кезінде тексеру:

$$r_{ПРОВ} = \frac{\rho \cdot l_{РАСЧ}}{q} = \frac{0{,}0283 \cdot 75}{4} = 0{,}53 \text{ Ом} \qquad (7.25)$$

Трансформатор жүктемесінің жалпы кедергісі:

$$Z_2 = r_{ПРИБ} + r_{ПРОВ} + r_К = 0{,}04 + 0{,}53 + 0{,}1 = 0{,}67 \text{ Ом} \qquad (7.26)$$

ТФЗМ-110Б1 ХЛ1 600/5 типтегі ток трансформаторын таңдаймыз, дәлдік класы 0,5.

7.6.2. 10 кВ жағында ток трансформаторын таңдау

10 кВ жағында ток трансформаторларын таңдау 35 кВ жағында ток трансформаторын таңдауға ұқсас жүргізіледі.

0,5 дәлдік класында ТЛМ-10-2У3 600/5 типтегі ток трансформаторын таңдау. Трансформатордың паспорттық мәндері 7.11 кестеде көрсетілген.

7.11 кесте - ТЛМ-10-2У3 1500/5 ток трансформаторының мәндері

Параметрлері	Мәндері
Номиналды кернеу	10 кВ
Ең жоғарғы жұмыс кернеуі	12 кВ
Трансформациялану коэффициенті, $I_{1Н}/I_{2Н}$	600/5
Электродинамикалық төзімділік тогы	40 кА
Рұқсат етілген жылу импульсі	1200 кА^2•сек
Дәлдік классы	0,5

Трансформаторды таңдау шарттары 7.12 кестеге енгізілген.

7.12 кесте – 35 кВ ток трансформаторларын таңдау шарттары

Шарттар	Есептік мәндері	Паспорттық мәндері
$U_{УСТ} \le U_{НОМ}$	35кВ	35 кВ
$I_{НР} \le I_{НОМ}$	76,2 А	630 А
$i_{У} \le i_{СКВ}$	2,23 кА	10 кА
$B_{К} \le I^2_{Терм} \cdot t_{Терм}$	4,12 кА^2·сек	95 кА^2·сек
$Z_2 \le Z_{2НОМ}$	0,447 Ом	1 Ом

Ток трансформаторының екінші орамына қосылатын аспаптардың тізімі 7.13 кестеде енгізілген.

7.13 кесте – Ток трансформаторларының жүктемесі

Аспап	Қуаты, $S_{Н}$
Амперметр 3А-0702	2 ВА
Активті энергия санауышы ЦЭ-6805В	0,2 ВА
Реактивті энергия санауышы ЦЭ-6811	0,3 ВА
Барлығы, $S_{ПРИБ}$	2,5 ВА

Қосылғыш кабельдердің есептік қимасын (7.22 – 7.24) формулалар бойынша таңдаймыз:

$$r_{ПРИБ} = \frac{S_{ПРИБ}}{I^2_{2Н}} = \frac{2,5}{5^2} = 0,1 \text{ Ом}$$

$$r_{ПРОВ} = Z_{2НОМ} - r_{ПРИБ} - r_{К} = 1 - 0,1 - 0,1 = 0,8 \text{ Ом}$$

Қосқыш сыдардың материалы ретінде алюминийді таңдаймыз.

$$q = \frac{\rho \cdot l_{РАСЧ}}{r_{ПРОВ}} = \frac{0,0283 \cdot 35}{0,8} = 1,24 \text{ мм}^2$$

мұндағы $l_{РАСЧ} = 35$ м – трансформатор тогынан бастап ОПУ дейінгі абельдің ұзындығы, бас сұлбаға сәйкес.

Механикалық төзімділік ұарты бойынша алюминий сымның 4 мм^2 таңдаймыз. Қимасы $S_{СТАН} = 4$ мм^2 КВВГ-4 бақылау кабелін таңдаймыз.

Одан әрі таңдалған стандартты қималарды (7.25 – 7.26) формулалар бойынша тексереміз:

$$r_{ПРОВ} = \frac{\rho \cdot l_{РАСЧ}}{q} = \frac{0{,}0283 \cdot 35}{4} = 0{,}247 \text{ Ом}$$

Трансформаторлар жүктемесінің жалпы кедергісі:

$$Z_2 = r_{ПРИБ} + r_{ПРОВ} + r_К = 0{,}1 + 0{,}247 + 0{,}1 = 0{,}447 \text{ Ом}$$

ТЛМ-10-2У3 1500/5 типтегі ток трансформаторларын таңдаймыз.

Алдыңғы есептеулерге ұқсас бұрылмалы кабель желілері үшін ток трансформаторларын таңдаймыз. Есептеу нәтижелерін 7.14 кестеге енгіземіз.

7.14 кесте – КЖ ток трансформаторлары

Қосылулар	Трансформатор типтері
10 *кВ* кірістер (№1-4)	ТЛМ-10 2 800/5
Секциялы ажыратқыш	ТЛМ-10 2 800/5
10 *кВ* (№35) желілер	ТВЛ-10 100/5
10 *кВ* (№62) желілер	ТВЛ-10 1000/5
10 *кВ* (№33) желілер	ТВЛ-10 14/5
10 *кВ* (№1,15,50) желілер	ТВЛ-10 150/5
10 *кВ* (№12,24,29,30,2,45) желілер	ТВЛ-10 1500/5
10 *кВ* (№7,9,11,34,42,52,54,56,48,51) желілер	ТВЛ-10 200/5
10 *кВ* (№3,5,6,8,13,16,17,18,19,20,23,36,38,40,46,58,37,39,41,43,47,49,53,55,60) желілер	ТВЛ-10 300/5
10 *кВ* (№10,21) желілер	ТВЛ-10 400/5
10 *кВ* (№25,1а) желілер	ТВЛ-10 600/5

7.7 Кернеу трансформаторларын таңдау

Кернеу трансформаторлары бастапқы тізбектің номиналды кернеуі, дәлдік классы және орамдардың қосылу сұлбасы бойынша таңдалады. Олар құрама шиналардың әрбір секциясына орнатылады.

Кернеу трансформаторларды таңдау шарттары:

$$S_{2\Sigma} \le S_{\text{ном}} \qquad (7.27)$$

мұндағы $S_{2\Sigma}$ - трансформаторға қосылған барлық өлшеуіш трансформаторлары мен реленің жүктемесі;

$S_{\text{ном}}$ - таңдалған қуат классындағы номиналды қуат.

$$S_{2\Sigma} = \sqrt{P_{\text{ПРИБ}}^2 + Q_{\text{ПРИБ}}^2} \qquad (7.28)$$

Кернеу трансформаторындағы екінші жағында бір орам жұлдызша қосылады, оған барлық өлшеуіш аспаптары қосылады, ал басқасы – ашық үшбұрыш, оған жерге тұйықталудан реле қорғанысы қосылады.

7.7.1. 110 кВ жағында кернеу трансформаторларын таңдау

110 кВ шиналардың әрбір секциясына бір-бірден екі кернеу трансформаторы таңдалады. Кернеу трансформаторының екінші орамдарына қосылатын аспаптар 7.15 кестеде көрсетілген.

7.15 кесте – Кернеу трансформаторының екіншілік жүктемесі

Атауы	Қуаты	Аспаптар саны
Вольтметр Э-355	4 Вт	1
Ваттметр Д-355	3 Вт	2
Ваттметр Д-355	3 Вт	2
Қорытынды, барлық қуат		16 Вт

(7.28) формула бойынша $S_{2\Sigma}$ табамыз:

$$S_{2\Sigma} = \sqrt{16^2} = 16 \text{ ВА}$$

110 кВ кернеу үшін НКФ-53-83 ХЛ1 типтегі кернеу трансформаторын таңдаймыз, дәлдік класы 0,5. Трансформатордың паспорттық мәндері 7.16 кестеде көрсетілген.

7.16 кесте - НКФ-53-83 ХЛ1 кернеу трансформаторының мәндері

Шарттар	Есептік мәндері	Паспорттық мәндері
$U_{уст} \leq U_{ном}$	35кВ	35 кВ
$S_{2\Sigma} \leq S_{ном}$	16 ВА	400 ВА
Дәлдік класы	0,5	0,5

7.7.2. 6,3 кВ жағында кернеу трансформаторларын таңдау

ҚС үшін 10 кВ шиналардың төрт секциясы таңдалған, әрбір секцияға жеке кернеу трансформаторын орнату қажет, сондықтан барлығы төрт 10 кВ кернеу трансформаторы керек. Трансформаторлардың екіншілік орамдарына қосылатын аспаптар 7.17 кестеде көрсетілген.

7.17 кесте – Кернеу трансформаторының екіншілік жүктемесі

Атауы	Саны	Қуаты
Көрсеткіш вольтметр Э-335		2 ВА
Тіркеуіш вольтметр Н-344		10 ВА
Частотомер Э-372		3 ВА
Ваттметр Ц-301/1		6 ВА
Варметр Ц-301/1		6 ВА
Активті энергия санауышы ЦЭ-6805В	11 шт.	1 ВА
Реактивті энергия санауышы ЦЭ-6811	11 шт.	2 ВА
Барлық қуат		60 ВА

10 кВ кернеу үшін НАМИ-10 ХЛ1 типтегі кернеу трансформаторын таңдаймыз, дәлдік класы 0,5. Трансформатордың паспорттық мәндері 7.18 кестеде көрсетілген.

7.18 кесте - НТМИ-6,3/66 ХЛ1 кернеу трансформаторының мәндері

Шарттары	Есептік мәндері	Паспорттық мәндері
$U_{уст} \leq U_{ном}$	10 кВ	10 кВ
$S_{2\Sigma} \leq S_{ном}$	60 ВА	120 ВА
Дәлдік класы	0,5	0,5

7.8 Оперативті ток түрлерін таңдау

ҚС оперативті ток екіншілік құрылғыларды қоректендіру үшін қызмет етеді, оларға автоматика және телемеханика қорғанысының оперативті тізбектері, қашықтан басқару аппараттары, апаттық және ескертуші дабылдар жатады. ҚС қалыпты жұмысы бұзылған кезде оперативті ток апаттық жарықтандыру және электр қозғалтқыштарын, генераторларды, оперативті байланыстар мен өзіндік мұқтаждықтың жауапты механизмдерін электрмен жабдықтау үшін қолданылады. Оперативті ток көздерінен жоғары сенімділік қажет, олардың қуаты ең ауыр (күрделі) апаттар кезінде екіншілік құрылғылардың жұмысы үшін жеткілікті болцы керек, ал кернеу жоғары тұрақтылығымен ерекшеленуі тиіс.

Оперативті тізбектердің ең сенімді қорек көздері аккумуляторлы батареялар болып табылады. Олардың артықшылықтары – сыртқы шарттарға тәуелді емес, бұл электр қондырғыларының негізгі тораптарында кернеудің толық жоғалуы кезінде де екінші құрылғылардың жұмысын қамтамасыз етуіне мүмкіндік береді. Үлкен ҚС басқару, дабылдау, автоматика, апаттық жарықтандыру тізбектерін қоректендіру үшін, сонымен қатар өзіндік мұқтаждықтың жауапты механизмдерін электрмен жабдықтау үшін аккумуляторлы батареялары бар тұрақты оперативті ток орнату қажет, басқа жағдайларда ЭҚЕ сәйкес айнымалы токты қолдану керек.

Жоғарыда көрсетілгендерді, сонымен қатар қазіргі уақытта ҚС аккумуляторлы батареялары бар тұрақты оперативті ток жүйесі орнатылғанын ескеріп, оперативті ток жүйесін өзгерту тиімді деп есептейміз.

Оперативті ток – түзулетілген, 220 В.

7.9 ҚС өзіндік мұқтаждық жүйесін жобалау

ҚС өзіндік мұқтаждықтың ең жауапты тұтынушылары: оперативті тізбектер, байланыс және телемеханика жүйесі, трансформаторларды салқындату жүйесі, апаттық жарықтандыру, өртті сөндіру жүйесі болып табылады.

Өзіндік мұқтаждық тұтынушыларының қуаты көп емес, сондықтан 380/220 В торапқа қосылады, олар қоректі төмендеткіш трансформаторлардан алады.

7.9.1 Өзіндік мұқтаждық трансформаторларын таңдау

«ҚС технологиялық жобалау нормаларына» сәйкес ҚС екі өзіндік мұқтаждық трансформаторы (ӨМТ) орнатылады. ӨМТ қосылу сұлбасы жауапты тұтынушылардың қорегін қамтамасыз ету сенімділігінің шартымен таңдалады.

Әр түрлі күштік трансформаторлардың секцияларында екі ӨМТ орнатумен ӨМ қорегінің сұлбасын таңдаймыз.

ӨМТ қуатын таңдау сұраныс коэффициентін ескерумен ӨМ электр қабылдағыштарының жалпы қуаты негізінде жүргізіледі.

ӨМ электр қабылдағыштарының толық қуаты:

$$S_{\text{ПОТР}} = K_{\text{С}} \cdot \sqrt{P_{\text{СУММ}}^2 + Q_{\text{СУММ}}^2}\ ,\ кВА \qquad (7.29)$$

мұндағы $K_{\text{С}} = 0{,}8$ - бір уақыттық және жүктеме коэффициентін ескеретін, сұраныс коэффициенті;

$P_{\text{СУММ}}$, $Q_{\text{СУММ}}$ - электр қабылдағыштарының жалпы реактивті және активті қуаттары.

ҚС өзіндік мұқтаждық трансформаторларының жүктемесі 7.19 кестеде көрсетілген.

7.19 кесте – ӨМТ жүктемесі

	Атауы	Саны	Қуаты	
			P , кВт	Q , кВт
1	Күштік трансформаторларды салқындату	2	3	3,72
2	110 кВ АТҚ жарықтандыру	-	5	-
3	КТҚ жарықтандыру, жылыту, желдендіру	-	10	-
4	110 кВ ажыратқыштардың жетектерңн қыздыру	2	5	-
5	ЖТҚ жарықтандыру	-	1,1	-
6	ЖТҚ қыздыру	16	0,6	-
7	Аккумуляторлардың зарядталу аппараттары	2	23	-
8	Телемеханика және байланыс аппараттары	-	1	-
9	Шаруашылықты қажеттіліктер	-	40	-
Барлығы			141,7	3,72

ӨМТ электр қабылдағыштарының толық қуаты (7.29) формула бойынша анықталады:

$$S_{ПОТР} = K_С \cdot \sqrt{P^2_{СУММ} + Q^2_{СУММ}} = 0{,}8 \cdot \sqrt{141{,}7^2 + 3{,}72^2} = 113{,}4 \text{ кВА}$$

ҚС екі ӨМТ орнату кезіндегі тексеру шарты:

$$S_{ТСН} \geq \frac{S_{ПОТР}}{K_П} \tag{7.30}$$

мұндағы $K_П = 1{,}4$ - рұқсат етілген апаттық асқын жүктелу коэффициенті.

Орнату үшін ТМ-100/6,3 типтегі екі ӨМТ таңдаймыз.

$$S_{ТСН} \geq \frac{S_{ПОТР}}{K_П} = 100 \geq \frac{113{,}4}{1{,}4} = 100 \geq 58{,}15$$

Шарт орындалады, яғни трансформатор қабылданады.

7.9.2 Өзіндік мұқтаждық трансформаторларынан ӨМ қалқандарын қоректендіретін кабельдерді таңдау

Кабельдің максималды жұмыс тогы келесі формула бойынша анықталады:

$$I_{Р.МАКС} = \frac{S_{МАКС}}{\sqrt{3} \cdot U}, \text{ А} \tag{7.31}$$

мұндағы $S_{МАКС} = S_{ПОТР}$ - жүктеменің толық қуаты.

$$I_{Р.МАКС} = \frac{S_{МАКС}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{113{,}4}{\sqrt{3} \cdot 0{,}4} = 163{,}68 \text{ А}$$

Қимасы 185 мм^2, ұзақ рұқсат етілген тогы $I_{ДОП} = 270$ А, АВВГ маркасындағы кабельді таңдаймыз.

Кабельді тексеру шарты бойынша:

$$I_{Р.МАКС} \leq I_{ДОП} = 163{,}8 < 270 \tag{7.32}$$

Тексеру шарты орындалады, кабель қабылданады.

7.9.3 ӨМТ электр қабылдағыштарын қоректендіретін кабельдерді таңдау

ӨМ электр қабылдағыштарын қоректендіру үшін маркасы АВВГ кабельді (талсымы алюминий, оқшауламасы пластмасс, қабықшасы шланг тәріздес пластикат) аламыз.

Кабельдің қимасы нақты электр қабылдағышқа және кабель жүктемесінің ұзақ-рұқсат етілген тогына қарай (7.32) шарттарынан таңдалады.

ӨМ электр қабылдағыштарын қоректендіретін кабельдердің қимасын таңдау 7.20 кестеде көрсетілген.

7.20 кесте – ӨМТ электр қабылдағыштары кабельдерінің қимасы

№	Атауы	$S_{ПРИБ}$, кВА	$I_{Р.МАКС}$, *А*	F, мм^2	$I_{ДОП}$, *А*
1	Күштік трансформаторларды салқындату	9,55	13,78	4	24
2	110 кВ АТҚ жарықтандыру	5	7,217	4	24
3	КТҚ жарықтандыру, жылыту, желдендіру	10	14,43	4	24
4	110 кВ ажыратқыштардың жетектерңн қыздыру	10	14,43	4	24
5	ЖТҚ жарықтандыру	1,1	1,59	4	24
6	ЖТҚ қыздыру	9,6	13,85	4	24
7	Аккумуляторлардың зарядталу аппараттары	46	66,39	25	105
8	Телемеханика және байланыс аппараттары	1	1,44	4	24
9	Шаруашылықты қажеттіліктер	40	57,73	25	105

7.9.4 ӨМ жүйесінің қысқа тұйықталу тогын есептеу

Үш фазалы қысқа тұйықталу тогы келесі формула бойынша анықталады:

$$I_К^{(3)} = \frac{U_Н \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \left(Z_Т + Z_К^{ТСН}\right)}, А \qquad (7.33)$$

мұндағы $Z_Т$ - ӨМ трансформаторының толық есептік кедергісі;

$$Z_Т = \sqrt{R_Т^2 + X_Т^2}, Ом \qquad (7.34)$$

$Z_К^{ТСН}$ - ӨМ панельдерін қоректендіруші кабельдердің толық кедергісі (ӨМ трансформаторларынан бастап панельге дейін);

$$Z_К^{ТСН} = Z_{УД} \cdot L, Ом \qquad (7.35)$$

мұндағы $Z_{УД}$ - кабельдің меншікті кедергісі;

$$Z_{уд} = \sqrt{R_{уд}^2 + X_{уд}^2}\text{, Ом/км} \qquad (7.36)$$

Бір фазалы қысқа тұйықталу тогы келесі формула бойынша анықталады:

$$I_к^{(1)} = \frac{U_н \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot (Z_т + Z_п)}\text{, А} \qquad (7.37)$$

мұндағы $Z_т$ - бір фазалы қысқа тұйықталу тогының кедергісі;

$Z_п$ - қосқыш сымдардың фаза-нөл тізбектернің кедергісі;

$$Z_п = Z_{п.уд} \cdot L\text{, Ом} \qquad (7.38)$$

. Таңдалған трансформатор бойынша мәліметтер 7.21 кестеде, ал ӨМТ бастап ӨМ қалқандарын қосатын кабельдер бойынша мәліметтер 7.22 кестеде көрсетілген.

7.21 кесте – ТМ-100/6,3 трансформаторының мәндері

Параметрлері	Мәндері
Активті кедергі, $R_т$, *Ом*	0,0169
Реактивті кедергі $X_т$, *Ом*	0,0524

7.22 кесте – АВВГ-185 кабелінің мәндері

Параметрлері	Мәндері
Активті кедергі $R_к$, Ом/км	0,208
Реактивті кедергі $X_к$, Ом/км	0,056
Фаза-нөл ілмегінің меншікті кедергісі $Z_{п.уд}$, Ом/км	0,922
Ұзындығы L, *м*	50

ӨМ жүйесінде ҚТ тогын есептеуді (7.33 – 7.38) формулалар бойынша жүргіземіз:

$$Z_т = \sqrt{R_т^2 + X_т^2} = \sqrt{0{,}0169^2 + 0{,}0524^2} = 0{,}055 \text{ Ом}$$

$$Z_{уд} = \sqrt{R_{уд}^2 + X_{уд}^2} = \sqrt{0{,}208^2 + 0{,}056^2} = 0{,}215 \text{ Ом/км}$$

$$Z_{П} = Z_{П.Уд} \cdot L = 0{,}922 \cdot 0{,}05 = 0{,}0461 \text{ Ом}$$

$$Z_{К}^{ТСН} = Z_{УД} \cdot L = 0{,}215 \cdot 50 = 0{,}011, \text{ Ом}$$

$$I_{К}^{(3)} = \frac{U_{Н} \cdot 10^{3}}{\sqrt{3} \cdot \left(Z_{Т} + Z_{К}^{ТСН}\right)} = \frac{0{,}4 \cdot 10^{3}}{\sqrt{3} \cdot \left(0{,}055 + 0{,}011\right)} = 3499 \text{ А}$$

$$I_{К}^{(1)} = \frac{U_{Н} \cdot 10^{3}}{\sqrt{3} \cdot \left(Z_{Т} + Z_{П}\right)} = \frac{0{,}4 \cdot 10^{3}}{\sqrt{3} \cdot \left(0{,}055 + 0{,}0461\right)} = 2284 \text{ А}$$

ӨМТ электр қабылдағыштарындағы ҚТ токтары ұқсас түрде табылаы. Бұл есептеудің нәтижелерін 7.23 кестеге енгіземіз.

7.23 кесте – ӨМТ бұрылмалы қосылуларында ҚТ тогын есептеу нәтижелері

№	Атауы	L, м	$Z_{П.Уд}$, Ом/км	$Z_{П}$, Ом	$I_{К}^{(1)}$, А
1	Күштік трансформаторларды салқындату	20	28,8	0,576	365,9
2	110 кВ АТҚ жарықтандыру	160	28,8	4,608	49,53
3	КТҚ жарықтандыру, жылыту, желдендіру	30	28,8	0,864	251,3
4	110 кВ ажыратқыштардың жетектерңн қыздыру	20	28,8	0,576	365,9
5	ЖТҚ жарықтандыру	20	28,8	0,576	365,9
6	ЖТҚ қыздыру	30	28,8	0,864	251,3
7	Аккумуляторлардың зарядталу аппараттары	20	6,3	0,126	1275,9
8	Телемеханика және байланыс аппараттары	15	28,8	0,432	474,21
9	Шаруашылықты қажеттіліктер	25	6,3	0,158	1086,8

7.9.5 ӨМТ үшін сақтандырғыштарды таңдау

ӨМТ қорғанысы үшін төменгі жағы бойынша автоматты ажыратқыштар, ал жоғарғы жағында балқымалы сақтандырғыштар орнатылады.

Сақтандырғыштарды таңдау келесі шарттарға сәйкес жүргізіледі:

- қондырғының кернеуі бойынша $U_{УСТ} \le U_{НОМ}$;
- номиналды ток бойынша $I_{РАСЧ} < I_{НОМ}$;

мұндағы $I_{РАСЧ}$ - 110 кВ жағындағы есептік ток, 10,5 кВ кернеу үшін (7.31) формула бойынша анықталады:

$$I_{Р.МАКС} = \frac{S_{МАКС}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{113,4}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 6,235 \ A$$

ӨМТ қорғанысы үшін ПКТ-101-10/20/31 5У3 сақтандырғышты таңдаймыз. Бұл типтегі сақтандырғыштың мәліметтерін 7.24 кестеде көрсетеміз.

7.24 кесте – ПКТ-101-6,3/20/31 сақтандырғыштың мәндері

Параметрлері	Мәндері
Номиналды кернеуі $U_{НОМ}$, кВ	6,3
Номиналды ток $I_{НОМ}$, А	20
Ажырау тогы $I_{ОТКЛ}$, А	31,5

Сақтандырғыш таңдау шарттарына сәйкес келеді.

7.9.6 Кірме панельдерінде автоматты ажыратқыштарды таңдау

Кірме панельдерінде автоматты ажыратқыштарды таңдау шарттары ӨМ барлық электр қабылдағыштары ағытқыштардың барлық номиналды тогына сәйкес қызмет етеді:

$$I_{РАСЦ} > I_{ПОТР} \qquad (7.39)$$

Кесу (отсечка) тогы келесі формуламен анықталады:

$$I_{ОТС} \geq 1,2 \cdot I_{П} \qquad (7.40)$$

мұндағы $I_{П}$ - ӨМ барлық электр қабылдағыштарының жалпы жүргізу тогы.

$$I_{П} = I_{П.Макс} + I_{ПОТР} - К_{И} \cdot I_{Н.Макс}, \ А \qquad (7.41)$$

мұндағы $I_{П.Макс}$ - ең күшті қозғалтқыш жүктеменің іске қосылу тогы – күштік трансформаторларды салқындату қозғалтқыштары;

$I_{Н.Макс}$ - ең күшті қозғалтқыш жүктеменің номиналды тогы - күштік трансформаторларды салқындату қозғалтқыштары;

$К_{И}$ - максималды жүктемені қолдану коэффициенті, 0,85 деп аламыз.

$$I_{ПОТР} = \sum_{i} I_{ПОТР.i} = 176{,}43\,А$$

Ең күшті қозғалтқыш жүктеменің іске қосылу тогы – күштік трансформаторларды салқындату қозғалтқыштары:

$$I_{П.Макс} = \frac{P_{МАКС}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot Cos\varphi \cdot \eta}, А \qquad (7.42)$$

мұндағы Cosφ - ең күшті қозғалтқыш жүктеменің іске қосылу тогы – күштік трансформаторларды салқындату қозғалтқыштары;

$$I_{П.Макс} = \frac{P_{МАКС}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot Cos\varphi \cdot \eta} = \frac{6}{\sqrt{3} \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}77 \cdot 0{,}8} = 14{,}06\ А$$

Барлық электр қабылдағыштарының іске қосылу тогы, (7.41) формула бойынша|:

$$I_{П} = I_{П.Макс} + I_{ПОТР} - К_{И} \cdot I_{Н.Макс} = 14{,}06 + 176{,}43 - 0{,}85 \cdot 13{,}78 = 178{,}77\ А$$

ВА 88-35 типтегі автоматты ажыратқышты таңдаймыз, $I_{РАСЦ} = 200\,А$, $I_{ОТС} = 2000$ А.

7.9.7 ӨМ отходящих элект қабылдағыштарында автоматты ажыратқыштарды таңдау

ӨМ электр қабылдағыштарында автоматты ажыратқыштарды таңдау алдыңғы есепиеулерге ұқсас жүргізіледі. Қосымша автоматтарды таңдау сезгіштік коэффициенті бойынша жүргізіледі:

$$К_{ч} = \frac{I_{К}^{(1)}}{I_{Н.Макс}} \qquad (7.43)$$

Сезгіштік коэффициенті 3 тең немесе одан жоғары болуы керек.

Сериясы ВА 88-32 автоматты ажыратқыштарды таңдаймыз. Таңдау 7.25 кестеде көрсетілген.

7.25 кесте – ӨМ электр қабылдағыштарының автоматтарын таңдау

№	Каталогты мәндер			Есептік мәндер			
	$I_{НР}$, А	$I_{РАСЦ}$, А	$I_{ОТС}$, А	$I_{Н.Макс}$, А	$I_{К}^{(3)}$, А	$I_{К}^{(1)}$, А	$К_{ч}$
1	20	500	25	13,78	3499	365,9	18,29
2	16	500	20	7,217	3499	49,53	3,1
3	20	500	25	14,43	3499	251,3	12,56
4	20	500	25	14,43	3499	365,9	18,29
5	16	500	20	1,59	3499	365,9	22,87
6	20	500	25	13,85	3499	251,3	12,56
7	100	500	160	66,39	3499	1275,9	12,76
8	16	500	20	1,44	3499	474,21	29,63
9	100	500	160	57,73	3499	1086,8	10,86

ЭҚЕ сәйкес автоматты ажыратқыштарды жөндеу және бөлшектеу мақсаттары үшін әрбір ажыратқыштан кернеуді түсіру мүмкіндігі қарастырылуы керек. Ол үшін қажетті орындарда шаппа қосқыштар орнатылады.

8 Релелік қорғаныс

Кернеуі 35/6,3 кВ трансформаторлар үшін релелік қорғаныс құрылғылары қарастырылуы керек, олар келесі зақымдалулар мен қалыпты емес жұмыс режимдерінен қорғау үшін арналады [11,12]:

- орамдарда және шықпаларда көп фазалы тұйықталудан (көлденең дифференциалды қорғаныс);
- орамдардағы тармақты тұйықталудан және май деңгейінің төмендеуінен (газдық қорғаныс);
- сыртқы ҚТ белгіленген орамдардағы токтардан (максималды ток қорғанысы);
- асқын жүктемемен белгіленген орамдардағы токтардан (дабылға әсер етуі бар максималды ток қорғанысы).

Оқшауланған бейтараптамалары бар кернеуі 6 кВ желілер үшін көп фазалы ҚТ және жерге бір фазалы тұйықталудан қорғаныстар қарастырылуы керек. Көп фазалы тұйықталудан қорғау үшін екі сатылы ток қорғанысы орнатылуы керек, оның бірінші сатысы ток кеспемелі, ал екіншісі МТҚ түрінде орындалады. Бір фазалы тұйықталудан қорғаныс оқшауламаны бақылау құрылғыларымен орындалады.

8.1 Кернеуі 35/6 кВ трансформаторларды қорғау

8.1.2 Максималды ток қорғанысы

Максималды ток қорғанысының (МТҚ) сұлбасы РТ-40 реледе, РП-341 аралық реледе және РВМ-12 уақыт релесінде қысқа тұйықталудың қосылу орауышын бөлшектеу принципі бойынша орындалады.

МТҚ, дифференциалды және асқын жүктеме қорғаныс релесі күштік трансформаторларының 35 кВ жағында орнатылған ТФН ток транфсорматорларының екінші орамдарына қосылған.

Ток трансформаторлары үшбұрыш сұлбасы бойынша қосылған.

МТҚ іске қосылу тогы келесі шарттармен анықталады [12]:

а) жүктеме тогынан жөндеу шарттары бойынша

$$I_{СЗ} = \left(\frac{К_н}{К_в} \right) \cdot I_{рm} \text{ А},$$

$$I_{рm} = \frac{S_m}{(\sqrt{3} \cdot U_н)} = \frac{4615,5}{(1,73 \cdot 35)} = 76,2 \text{ А}.$$

$$I_{СЗ} = \left(\frac{1,2}{0,85} \right) \cdot 76,2 = 107,6 \text{ А}.$$

б) кірме қорғаныстарымен келісу шарттары бойынша:

$$I_{СЗ2} \geq К_{нс} \cdot I_{сз.вв} \text{ А}, \quad (8.1)$$

35 кВ жағына келтірілген кірменің іске қосылу тогы

$$I_{сз.вв} = 7{,}53 \cdot \left(\frac{10}{35}\right) = 215 \text{ А}, \quad (8.2)$$

$$I_{СЗ2} \geq 1{,}4 \cdot 215 = 301 \text{ А}, \quad (8.3)$$

в) қажетті сезгіштікті қамтамасыз ету шарты бойынша

$$I_{сз3} \leq \frac{I^2_{min}}{К_ч}, \quad (8.4)$$

мұндағы $К_ч$ – сезгіштік коэффициентінің нормаланған мәні ($К_ч$ = 1,5).

$I^{(2)}_{min}$ – 35 кВ жағына келтірілген 10 кВ шиналардағы екіфазалы ҚТ тогы.

$$I_{сз3} \leq [2100 \cdot (10/35)]/1{,}5 = 400 \text{ А},$$

МТҚ іске қосылу тогы $I_{сз}$ = 400А.

Реленің іске қосылу тогын табамыз:

$$I_{ср} = \frac{(К_{сх} \cdot I_{со})}{К_{тт}} = \left(\frac{1}{60}\right) \cdot 400 = 6{,}7 \text{ А},$$

Уақыт бойынша қорғаныс тағайыншамасы

$$t_у = t_{всв} + \Delta t = 2{,}0 + 0{,}5 = 2{,}5 \text{ с}.$$

Трансформаторды асқын жүктемеден қорғау

Қорғаныс В фазаның ток трансформаторының екінші орамына қосылған РТ-40 бір токтық реледе орындалған. Қорғаныс дабылға әсер етеді.

Қорғаныстың іске қосылу тогын табамыз:

$$I_{сз} = \left(\frac{К_н}{К_в} \right) \cdot I_{ном},\ А,$$

мұндағы $I_{ном}$ - трансформатордың номиналды тогы

$$I_{ном} = \frac{S_н}{(\sqrt{3} \cdot U_н)} = \frac{2500}{(1{,}73 \cdot 35)} = 41{,}3\ А,$$

РТ-40 реле үшін $К_н = 1{,}05$; $К_в = 0{,}85$;

$$I_{сз} = \left(\frac{1{,}05}{0{,}85} \right) \cdot 41{,}3 = 51\ А,$$

Реленің іске қосылу тогы келесіге тең:

$$I_{ср} = \frac{(1{,}73 \cdot 51)}{60} = 1{,}47\ А,$$

РТ-40/6 реле қабылданады.
Уақыт бойынша тағайыншама $t_у = 3{,}0$ с.
Уақыт релесінің типі – РВ-237.

8.2 Трансформатордың дифференциалды қорғанысы

Трансформатордың дифференциалды қорғанысы РНТ және ДЗТ сериясындағы релелердің көмегімен орындалған. Жүктеме астында кернеуді реттеуі (РПН) жоқ екі және үш орамды трансформаторларда РНТ серясындағы релелер, ал жүктеме астында кернеуді реттеу бар трансформаторларда – ДЗТ релелері қолданылады.

Орамдардың қосылу топтары Y/Y бар үш орамды трансформаторлардың дифференциалды қорғаныс сұлбаларында төменгі кернеу жағына үш ТТ орнату қажет, ал орамдардың қосылу топтары Y/Δ екі орамды трансформаторлардың қорғаныс сұлбаларында төменгі кернеу жағына екі ТТ орнатуға рұқсат етіледі.

Қорғаныс сұлбасы әдетте екі релелі болып орындалады. Үш релесі бар сұлбалар нормаланған сезгіштікті қамтамасыз ету шарттары бойынша қажет жағдайда, сонымен қатар қуаты жоғары трансформаторлар (40 МВА) мен үш орамды трансформаторлардың қорғанысы үшін қажет.

Трансформатордың дифференциалды қорғанысын есептеу процессінде реленің саны мен түрі, тармақтар саны мен реле орамдарының қосылу сұлбасы анықталды және қорғаныс сезімталдығы тексерілді.

8.3 Газдық қорғаныс

Трансформатор екі газдық қорғаныспен жабдықталған:

а) трансформатордың газдық қорғанысы РГУЗ-66 релесінде орындалған. Реле ішкі зақымдалуларға және 10 кВ кірмедегі ажыратқыштың ажырауы мен қысқа тұйықталудың қосылуына әсер етеді. Газ аз бөлінген және май деңгейі төмендеген кезде реле дабылға әсер етеді;

б) кернеу астында реттеуі бар бактың газдық қорғанысы ПГЗ-22 реледе орындалған. Ішкі зақымадалу кездерінде реле кірменің адырауына және қысқа тұйықталудың қосылуына әсер етеді.

9 Өмір тіршілік қауіпсіздігі

9.1 Өмір тіршілік қауіпсіздігінің мағынасы

Қазіргі уақытта электрлік және жылу энергиясын экологиялық таза және тиімді өндіру маңызды сұрақтардың бірі болып табылады. Жабдықтарды қайта жөндеу, монтаждау және таңдау кезінде экологиялық аспекттер міндетті түрде ескеріледі.

Қазақстанның халық шаруашылығын электрлендіру заманауи, тиімділігі жоғары электрлік машиналарды және аппараттарды, электр беріліс желілерін, әр түрлі электр техникалық жабдықтарды, автоматика және телемеханика құралдарын қолдану арқылы электр қондырғыларын енгізу және жөндеу жолында. Электрмен жабдықтау жүйесін және көптеген электр қабылдағыштарды апатсыз және қауіпсіз пайдалану электр шаруашылығы жұмыскерлерінің алдына еңбекті қорғау бойынша әр түрлі және күрделі тапсырмалар қояды.

Өмір тіршілік қауіпсіздігінің негізгі рөлі – адамды технологиялық ортадағы зиянды антропогендік және табиғи әсерлерден қорғау, тіршілік әрекетінің жайлы жағдайына қол жеткізу болып табылады.

Бұл мақсатқа қол жеткізу құралдары технологиялық ортада физикалық, химиялық, биологиялық және басқа да жағымсыз әсерлерді рұқсат етілген мәнге дейін төмендетуге бағытталған.

Электротехникалық қызметкерлер мен жұмыскерлердің, электрлендірілген өндірістік қондырғыларды қолданушылардың қауіпсіз және таза еңбек шарттары ғылыми негізделген ережер мен жобалау және жөндеу кезіндегі нормаларды орындау арқылы қамтамасыз етілуі мүмкін.

9.2 Оператор еңбек шартының сараптамасы

Автоматтандырылған және механизацияланған өндірісте адам еңбегі – адамның машинамен өзара қатынасу процессі. Сондықтан «адам-машина» жүйесі деп қарастыруға болады.

Қазіргі автоматтандырылған өндірісте және энергияны өндіру мен таратуда, адам-оператордың физиолгоиялық және психологиялық рөлі ерекше маңызды, өйткені өндірістік процесс әдетте үлкен жылдамдықта өтеді. Энергетикада жылдам өтетін процесстердің қатарына синхронды генератордың параллель жұмысқа қосу, таратушы құрылғылардағы (ТҚ) оперативті өшіру, резервті электр жабдықты жұмысқа қосу, оқшауламаны электрмен сынау және т.б. жатады.

Қосалқы станцияда техникалық эксплуатация процессінде диспетчер электр энергияның үлкен ағынымен басқаруды жүзеге асырады. Оператор ісінің сәл қателіктері, мысалы, шамадан тыс шаршауынан ауыр апаттарға, өртке, қайғылы оқиғаға және т.б. әкелуі мүмкін.

Қосалқы станциядағы еңбек шарты сараптамасының негізгі тапсырмасының бірі – жұмыс орынын ұйымдастыру. Жұмыс орынын ұйымдастыру рационал және қауіпсіз еңбек процессімен, сонымен қатар еңбек құралы мен заттарын тиімді қолдану сияқты бір қатар іс шаралармен түсіндіріледі. Ол жұмыс істеушінің шаршап қалуын төмендетіп, өнімділігін жоғарлатады.

Технологиялық негізгі және қосымша жабдықтармен, пультпен немесе басқару қалқанымен жабдықталған еңбекті қолдану зонасының көлемі оның сипатына байланысты және ауданмен (кеңістікте) шектелуі мүмкін.

Басқару органдардың рационал және ыңғайлы орналасуы қажет емес қозғалуларды шектеуге мүмкіндік береді. Операторлардың жұмыс орындары келесі техникалық эстетика талаптарын ескеру керек:

- жұмыс орынын жоспарлау жұмыс істеушіні артық шаршататын еңбек қимылдардан арылтып, ыңғайлы жұмыс қалпын қамтамсыз етеді;
- жұмыс орыны, жұмысы пен жеке қауіпсіздігіне қажет құрал-саймандармен және құрылғылармен қамтамасыз етілген; жұмыс орынына жақын жерде құрал-саймандар мен жеке заттарды сақтауға арналған жәшіктер немесе шкафтар орнатылған;
- санитарлық нормаға сәйкес жұмыс орыны жарықтанған және желдетілген, сонымен қатар үнемі таза ұсталуда; қоқырсылмаған, материалдар мен құрал-саймандардың реттсіз сақталмайды;

Жүйенің жеке органдарының белгілі жүйке-психологиялық күш салынуын қажет ететін және жұмыс кезінде адам денесінің орналасуы және т.б., өндіру технологиясына жақын байланыста болатын еңбек процессі орналасқан. Еңбектің санитарлы-гигиеналық шартына: метеорологиялық факторлардың (температура, ылғалдылық, ауаның қозғалыс жылдамдығы) адам ағзасына әсері; ауаның бумен, газбен, шаңмен ластануы; шудың, дірілдің, электромагниттік сәулеленудің, иондалатын радиацияның және т.б. әсері жатады.

Көп жағдайларда өндірістік шарттар қауіпті және залалы факторлардың болуымен сипатталады. РҚпА қызметінің жұмыскерлері келесі физикалық қауіпті және залалы өндірістік факторлардың әсеріне тап болады:

- жұмыс аймағының жеткіліксіз жарықтануы;
- ортаның метеорологиялық қолайсыз шарттары;
- техникалық құралдар, ауаны конденсациялайтын құрылғылар, компрессорлар, сорғылар, кернеуді түрлендіргіштер және т.б. жабдықтар, сонымен қатар сырттан келетін шудың көзі болып табылатын, жоғары дәрежелі шу;
- релелік қорғаныстың қазіргі микропроцессорлы құрылғыларыдың, жеке компьютер мониторларының көзі болып табылатын, электромагниттік сәулеленуі;
- электр тогымен зақымдану қаупі мен статикалық электр қуаты;

- жеке компьютерлердің пайдаланушылары отырған бөлмеде, сонымен қатар қағаз және магнитті ақпарат иесі мен серверлерде өрт пайда болуы мүмкіндігі, өрт қаупі;
- шамадан тыс эмоциялар, еңбектің бірсарындылығы, көру және есту талдамалардың, ақыл-ойдың артық күш жұмсалуы сияқты психофизиологиялық факторлардың әсері.

Шаршаудың арттыруымен қоздырылған, аталған жағымсыз факторлардың әсері жұмысқа қабілеттіліктің төмендеуіне әкеледі. Шаршаудың пайда болуы мен дамуы, бас ми қыртысындағы тежеуші және орталық жүйке жүйесіндегі жұмыс процесстерінде пайда болатын өзгерістермен байланысты.

Сараптама нәтижесінде қорытынды бойынша жұмыс орынын құрастыру кезінде келесі шарттар жасалады: жұмыс істейтін адамға қажетті жұмыс кеңістігі, жұмыс істейтін адам мен қондырғы арасындағы көру және есту, сонымен қатар ортақ еңбек тапсырмасын орындау барысындағы адамдар арасындағы байланыстар.

9.3 Жерге қосу құрылғыларын есептеу

Көп қабатты жерде орналасқан жоғарғы ρ_1 және төменгі ρ_2 қабаттын меншікті кедергілері бар 110/10 кВ АТҚ үшін жерге қосу құрылғысын жетілдіреміз.

Жерге қосу контурының периметрі бойынша топыраққа диаметрі *d*, ұзындығы *l* тік өзекшелерді еңгіземіз.

$$U_{АТҚ} = 110 \text{ кВ};$$

$$\rho_1 = 80 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

$$\rho_2 = 40 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

$$d = 0{,}08 \text{ м};$$

$$l = 5 \text{ м};$$

$$h_1 = 3 \text{ м};$$

$$I_{КЗ} = 4200 \text{ А}.$$

АТҚ көлемі $S_{АТҚ110}$=30×25м=750 м^2. Электродтың жерге бату тереңдігі – жер бетінен электродтқа дейінгі арақашықтық t_0=0,5 м. IV климат зонасы.

Берілген мәліметтерді есептікке келтіреміз:

$$\rho_{1есеп} = \rho_1 \psi \tag{9.1}$$

мұнда Ψ – көп қабатты топырақта маусымдық өзгерулер үшін маусымдық коэффициенті;

Ψ=1,5 - IV климат зонасы үшін.

$$\rho_{1есеп} = 80 \cdot 1{,}5 = 120 \text{ Ом} \cdot \text{м},$$

$$\rho_{2есеп} = \rho_2 = 40 \text{ Ом} \cdot \text{м},$$

IV климаттық зонасында маусымдық өзгерудегі қабаттың шартты қалындығы H=1,6 м болғанда, жердің жоғарығы қабатының қалындығы h_1=3 м.

Маусымдық коэффициентті ескергенде, ρ_1/ρ_2 қатынасы:

$$\frac{\rho_{1есеп}}{\rho_{2есеп}} = \frac{\rho_1 \psi}{\rho_2}, \tag{9.2}$$

$$\frac{\rho_{1есеп}}{\rho_{2есеп}} = \frac{80 \cdot 1{,}5}{40} = \frac{120}{40} = 3,$$

Тік орналасқан электродтар санын анықтаймыз:

$$n = \frac{4 \cdot \sqrt{S}}{a} \text{ немесе } n = \frac{2 \cdot (A + B)}{a} \tag{9.3}$$

мұнда *S* – жерлендіргіш алып жатқан, территорияның ауданы, м^2;

a – жерлендіргіш моделіндегі тік орналасқан электродтардың арасындағы арақашықтық, *a*=3 м.

$$n = \frac{4 \cdot \sqrt{30 \cdot 25}}{3} = 36.5 \approx 37$$

$$n = \frac{2 \cdot \sqrt{30 + 25}}{3} = 37$$

Электродтарды орналастыру қолайлылығы үшін n=37 шт. таңдаймыз.

Тік орналасқан электродтың жоғарғы жағы, яғни жердің жоғары қабатында орналасқан бөлігінің салыстырмалы ұзындығы, $l_{салыс}$ төменгі теңдеумен анықталады:

$$l_{салыс} = \frac{(3-0{,}5)}{5} = 0{,}5 \text{ м},$$

Тік электродты көлденең тор түріндегі тұтас жерге қосқыштар үшін екі қабатты жердің меншікті эквивалентті кедергісі $\rho_э$ формуламен анықталады:

$$\rho_э = \rho_{2есеп}\left(\frac{\rho_{1есеп}}{\rho_{2есеп}}\right)^k, \qquad (9.3)$$

мұнда дәреже көрсеткіші:

$$k = 0{,}43 \cdot (0{,}5 + 0{,}272 \cdot \ln \cdot (3 \cdot \sqrt{2}/5)) = 0{,}196$$

$$\rho_э = 40\left(\frac{120}{40}\right)^{0{,}196} = 49{,}6 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Контур ішінде орналасқан тормен және көлденең электродпен жалғанған, тік жерге қосқыштын контурынан тұратын тұтас жерге қосқыштың кедергісін анықтаймыз:

$$R_з = 0{,}443 \cdot \frac{\rho_{2есеп}}{\sqrt{S}} \cdot \left(\frac{\rho_{1есеп}}{\rho_{2есеп}}\right)^g + \frac{\rho_1}{L + n + l_в} \qquad (9.4)$$

$$g = \frac{2 \cdot h_1}{(\sqrt{3} + n \cdot l_1)}, \qquad (9.5)$$

$$l_1 = l_1 + l_2 \cdot \frac{\rho_{1есеп}}{\rho_{2есеп}}, \qquad (9.6)$$

мұнда n – тік өткізгіштердің саны;

L – өткізгіштердің жалпы ұзындығы.

$$l_1 = (3-0{,}5) + (5-(3-0{,}5)) \cdot 3 = 10 \text{ м},$$

$$g = 2 \cdot \frac{3}{(\sqrt{750} + 37 \cdot 10)} = 0{,}015,$$

$$L = 45 \cdot 55 + 18 \cdot 135 = 4905 \text{ м},$$

$$R_3 = 0{,}043 \cdot \frac{40}{\sqrt{750}} \cdot \left(\frac{120}{40}\right)^{0{,}0015} + \frac{120}{4905 + 37 \cdot 5} = 0{,}672 \text{ Ом}$$

Өткізгіштері біркелкі таралған және қосымша тік өткізгіштері бар тор типті жерге қосқыштар үшін жанасудың кернеу коэффициенті λ_1 келесі жуық теңдеумен анықталады:

$$\lambda_1 = M \cdot \left(\frac{a \cdot \sqrt{S}}{l_в \cdot L_г}\right) \cdot 0{,}45 \qquad (9.7)$$

мұнда λ – тік өткізгіштер арасындағы арақышықтық, м;

M – ρ_1/ρ_2 қатынас функциясы.

$$\lambda_1 = 0{,}69 \cdot \left(\frac{3 \cdot \sqrt{750}}{5 \cdot 4905}\right)^{0{,}45} = 0{,}053$$

Жердің жоғарғы қабатының меншікті кедергісіне тәуелді, жанасу кернеуінің төмендеу коэффициенті келесі формуламен анықталады:

$$\lambda_2 = \frac{R_h}{R_h + 1{,}5 \cdot \rho_{1есеп}}, \qquad (9.8)$$

мұнда $\rho_{1есеп}$ – жердің жоғарғы қабатының меншікті кедергісі;

R_h – адам денесінің кедергісі.

$$\lambda_2 = \frac{100}{1000 + 1{,}5 \cdot 120} = 0{,}85$$

Жанасу кернеуін (9.12) формуласы бойынша анықтаймыз:

$$U_{жанасу} = I_з \cdot R_з \cdot \lambda_1 \cdot \lambda_2, \quad (9.9)$$

$$U_{жанасу} = 4200 \cdot 0{,}673 \cdot 0{,}053 \cdot 0{,}85 = 127{,}33 \text{ В.}$$

АПВ ескергендегі t=0,5 с кезіндегі ұйғарынды кернеуі, бұл жанасу мен адым кернеуін есептеу үшін ұсынылған уақыт 100 В құрайды. Жерге қосқыш потенциалы

$$\varphi_{жерге\ қос.} = 4200 \cdot 0{,}672 = 2022 \text{ В}$$

Кернеу

$$U_{жанасу\ мах} = \varphi_{жерге\ қос} \cdot \lambda_1 \quad (9.10)$$

$$U_{жанасу\ мах} = 2022 \cdot 0{,}053 = 107 \text{ В}$$

Тиімді жерге қосылған торапта ЗУ аймағындағы жерге қосылған заттарға адамның жанасу қауіпсіздігі шартынан

$$U_{жанасу} = U_{жанасу\ мах} - I_h \cdot 1{,}5 \cdot \rho_c \le U_{қос} \quad (9.11)$$

Осыдан

$$I_h = \frac{U_{жанасу.мах}}{(R_h + 1{,}5 \cdot \rho_c)} \quad (9.12)$$

мұнда I_h - адам арқылы өтетін ток.

$$I_h = \frac{107}{(1000 + 1{,}5 \cdot 120)} = 0{,}09 \text{ А}$$

Қауіпсіздік шартын тексерейік, мұнда $U_{қос.жанасу}$=100 В.

$$103\text{-}0{,}09 \cdot 1{,}5 \cdot 120 \le 100,$$

$$90 \text{ В} \le 100 \text{ В}$$

Тор мен тік өткізгіштер қатарынан тұратын күрделі жерге қосқыштар үшін кернеу коэффициенті келесідей анықталады β_1=0,15

Жердің жоғарғы қабатының меншікті кедергісіне тәуелді адым кернеуінің төмендеу коэффициентін β_2 анықтаймыз:

$$\beta_2 = \frac{R_h}{(R_h + 6 \cdot \rho_c)}, \tag{9.13}$$

$$\beta_2 = \frac{1000}{(1000 + 6 \cdot 120)} = 0{,}58$$

Адым кернеуін төменгі формуламен анықтаймыз:

$$U_{адым} = I_3 \cdot R_3 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2, \tag{9.14}$$

$$U_{адым} = 4200 \cdot 0{,}672 \cdot 0{,}15 \cdot 0{,}58 = 245 \text{ В},$$

Токтын таралу аймағында жүрген адам үшін қауіпсіз шарты:

$$U_{адым} = U_{1-2max} - I_h \cdot 6 \cdot \rho_c \le U_{қос}, \tag{9.15}$$

мұнда t=0,5 с АПВ ескергенде қысқа тұйықталудың әсер ету уақыты үшін МЕМСТ сәйкес $U_{қос.жанасу} = 100$ В.

$$U_{1-2max} = \varphi_{жерге.қосу} \cdot \beta_1, \tag{9.16}$$

$$U_{1-2max} = 2022 \cdot 0{,}15 = 303 \text{ В},$$

Адам денесі арқылы өтетін ток:

$$I_h = \frac{U_{1-2max}}{(R_h + 6 \cdot \rho_c)}, \tag{9.17}$$

$$I_h = \frac{303}{100 + 6 \cdot 120} = 0{,}28 \text{ А},$$

Қауіпсіздік шартын тексерейік:

$$U_{1-2max} - I_h \cdot 6 \cdot \rho_c \le U_{қос}, \tag{9.18}$$

$$303 - 0{,}28 \cdot 6 \cdot 120 \le 100$$

$$101 \approx 100$$

R талабы бойынша жерге қосуды қолдану мүмкіндігін қарастырайық

$$R^{I}_{\text{жерге қосу}} = \frac{U_{\text{қос.жанасу}}}{I_3 \cdot \lambda_1 \cdot \lambda_2}, \tag{9.19}$$

$$R^{I}_{\text{жерге қосу}} = \frac{100}{4200 \cdot 0{,}053 \cdot 0{,}85} = 0{,}52 \text{ Ом}$$

$$R^{II}_{\text{жерге қосу}} = \frac{U_{\text{қос.адым}}}{I_3 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}, \tag{9.20}$$

$$R^{II}_{\text{жерге қосу}} = \frac{100}{4200 \cdot 0{,}015 \cdot 0{,}58} = 0{,}27 \text{ Ом}$$

Есептеулер нәтижесінде табылған жерге қосу кедергісі $R_{\text{жерге қосу}}$=0,52 Ом ЭҚЕ (электр қондырғыларын құру ережелер) талаптарын, сонымен қатар жоғарыда көрсетілген шарттарын қанағаттандырады.

$$\begin{aligned} R_{\text{жерге қосу}} &\le R_{\text{жерге қосу.норм}}, \\ R_{\text{жерге қосу}} &\le R^{I}_{\text{жерге қосу}}, \\ R_{\text{жерге қосу}} &\le R^{II}_{\text{жерге қосу}}, \end{aligned} \tag{9.21}$$

Жұмыстың нәтижесінде «Қалқаман» қосалқы станцясының ашық тарату құрылғысына арналған жерге қосу құрылғысы жетілдірілді. Жерге қосу құрылғылардың негізгі параметрлері, яғни саны, көлемі, орналасу реті анықталды. Жерге қосу құрылғылары қауіпсіздік шарты бойынша тексерілді – жанасу мен адым кернеуін нормалау және $R_{жерге\ қосу}$ талабы бойынша. Демек, құрастырылған жерге қосу құрылғылары дұрыс таңдалды.

9.4 Қосалқы станцияны найзағайдан қорғау

Найзағайдан қорғау құрылғылардың үш категориясы бар: I және II – тікелей соққыдан, электр статикалық және электр магниттік индукция мен жоғары потенциялдар күрткісінен қорғайды. III - тікелей соққы мен жоғары потенциялдар күрткісінен қорғайды. Жайтартқышты қорғау аймағы – бұл найзағай соққысынан белгілі бір сенімділік дәрежесі бар: А-99,5% және

жоғары, Б-95% және жоғары типті аймақтары ішіндегі объектісі найзағай соққысынан қорғалған кеңістіктін бір бөлігі

Мысалы, қорғаныстың I категорясы мен А типті аймақ BI және BII, ал А типті қорғаныс аймақты II-BI және BIIа ПТЭ классы бойынша жарылысқа қауіпті объектілері болу керек.

Салмақ түсетін бөлігінен (тіректен), найзағайды қабылдағыштан, ток қайтарғыштан және жерге қосудан тұратын найзағайдан қорғаушы-жайтартқыштардың арнайы бөлігі, найзағайдын электр статикалық зарядын қабылдау мен онын токтарын жерге қайтару үшін қызмет етеді. Жайтартқыштын тіректері (опора) болаттан, темір бетоннан, ағаштан жасалуы мүмкін. Өзекшелі найзағай қабылдағыштар қимасы 100 мм^2 және ұзындығы 200 мм кем емес болаттан жасалып шығарылады. Найзағай қабылдағыш ретінде объектінің (құбырлар, дефлекторлар, шатырлар және т.б.) металл конструкциялары қызмет атқаруы мүмкін.

Қосалқы станция көлемі:

$$h_x = 5 \text{ м; ауданы } 30 \times 25 \text{ м.}$$

Жайтартқыш биіктігі келесі шартқа байланысты таңдалады:

$$Д \leq 8 \cdot (h - h_x) \qquad (9.22)$$

мұнда Д –жайтартқыш арасындағы арақышықтық;

h_x – тіреуші конструкцияның биіктігі;

h – жайтартқыш биіктігі;

Теңсіздіктен келесіні табамыз:

$$h \geq \frac{Д + 8 \cdot h}{8} \qquad (9.23)$$

$$h \geq \frac{32 + 8 \cdot 6}{8} \geq 15 \text{ м}$$

Өзекшелі жайтартқыштың қорғаныс қасиеті, жайтартқыш айналасындағы кеңістігі деп түсінетін, қорғаныс аймағымен сипатталады. Мұнда қорғалатын объектінің атмосфералық разрядтармен зақымдануы екі талай. Жайтартқыштың қорғаныс радиуысы r_x келесі формуламен есептеледі (жайтартқыш биіктігі 30 м):

$$h_a = h - h_x \qquad (9.24)$$

мұнда h=15 м – жайтартқыштың жалпы биіктігі;

h_x=6 м – қорғаныс объектінің биіктігі;

h=15-6=9 м

$$r_x = 9 \cdot \frac{1{,}6}{1 + \frac{6}{15}} = 10 \text{ м}$$

Демек, айырмасы 15 м жайтартқыш биіктікте, берілген қосалқы станция қорғаныс аймағында болады.

Екеулік өзекшелі жайтартқыштың қорғаныс аймағының ең кіші биіктігі мына формуламен анықталады:

$$h_0 = 4 \cdot h - \sqrt{9 \cdot h^2 + 0{,}25 \cdot Д^2} \qquad (9.25)$$

мұнда h=15 м – жайтартқыштың жалпы биіктігі;

Д=32 м – жайтартқыштардың арақашықтығы.

h_x биіктігіндегі қорғаныс аймағының есептік ені келесі формуламен табылады

$$B_x = 3 \cdot (h_o - 1{,}25 \cdot h_x) \qquad (9.26)$$

мұнда h_o=12,25 м – қорғаныс аймағының ең кіші биіктігі;

h_x=6 м – қорғалатын объектінің биіктігі.

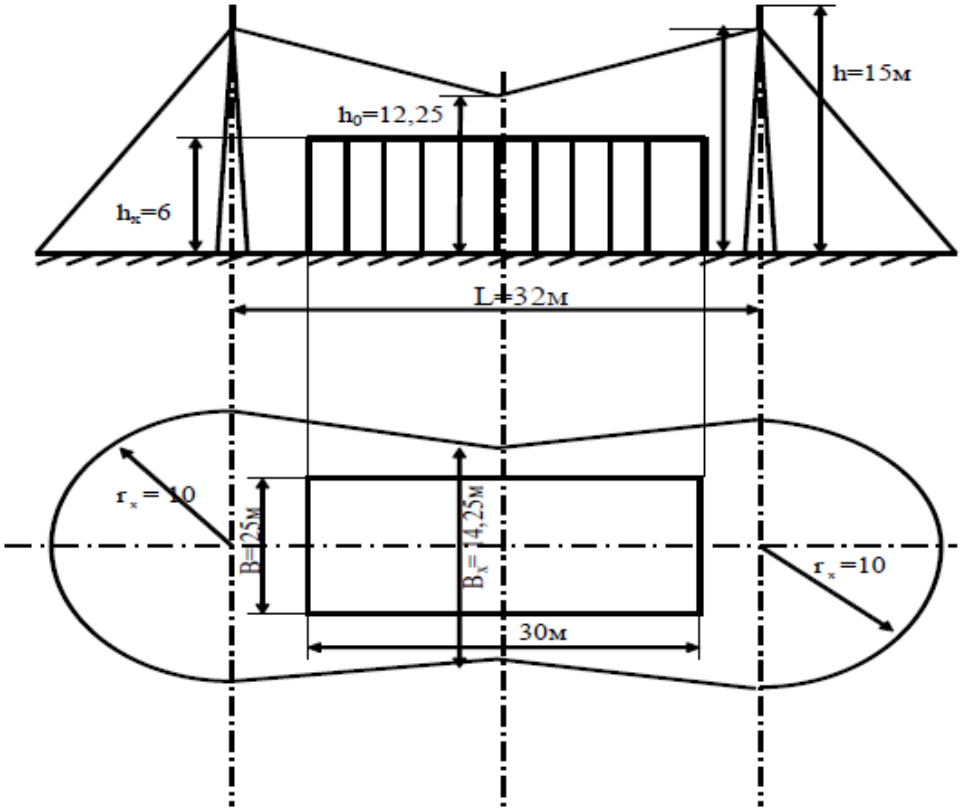
$$B_x = 3 \cdot (12{,}25 - 1{,}25 \cdot 6) = 14{,}25 \text{ м.}$$

Найзағайдан сақтану сенімділігін арттыру мақсатында қосалқы станцияның беттік босағасына (порталына) жайтартқыштарды орнату кезінде:

а) жайтартқыш орантылған тіреуіштерде ұзындығы үш, бес метр қосымша екі, үш құбырларды жерге қосу керек;

б) кем деген де үш, төрт бағыттарда құрылымнан жайтартқышқа найзағай тогының таралуын қамтамсыз ету керек;

в) бетше босағада (портал), тіркестегі оқшауламалар санын екі есе арттыру қажет.



9.1 сурет – Қосалқы станцияның қорғаныс аймағы

10 Экономикалық бөлім

10.1 Жалпы бөлім

10.1.1 Мақсаты

«Назугум» ҚС қайта жасау жобасының мақсаты Алматы қаласының электр тораптарын дамыту.

Қайта жасалатын қосалқы станция осы аудан тұрғындарын электрэнергиясымен қамтамасыз етуге арналған. Қосалқы станция және оған тиесілі тораптар елді мекеннің арасында орналасқан.

Есептеудің негізгі тапсырмасы – жобаның инвестициялық қажеттілігін, инвестицияның пайдалылығын, пайда нормасын, және де жобаның өтелу мерзімін қамтитын жобаның экономикалық тиімділігін анықтау.

10.1.2 Өткізу нарық анализі

Қарастырылып отырған аудандағы тұтынушыларды электрэнергиямен қамтамасыз етудің жетіспеушілігіне байланысты ҚС-ны жаңғырту аймақтық электржелілік компанияға (АЭК) тұтынушыларды электрэнергиямен қамтамасыз етуге көмектеседі деп жобаланды.

Есептік кезеңге энергообъектінің қайта жасалу уақыты, уақытша пайдалану кезеңі және ҚС-ның негізгі энергетикалық жабдықтарының қалыпты пайдалану режіміндегі жылдары жатады.

Финанстық-экономикалық есептеулердегі тұтынушыларға арналған энергетикалық жабдықтарды іске асыруға байланысты барлық құндық көрсеткіштер теңгемен көрсетілген. Экономикалық анализдің объектісі ҚС-ның жабдықтары болып табылады.

10.1.3 Электрэнергия тарифі

Электрторап объектілеріне қатысты өндірістік қызмет нәтижелерін бағалау торапқа келетін қосымша электрэнергияны сатудан қалыптасады.

Нәтижені құндық бағалау үшін қазіргі бағалар және тарифтер қолданылады.Тарифті берілетін электрэнергияның өзіндік құнына байланысты қабылданылады.

10.1.4 Ұйымдастыру жоспары

Өндірістік жобаланған энергообъектіні басқару үшін цех бойынша ұйымдастыру құрылымы таңдалды. Жабдықтарды, арматураларды және ток өткізгіш бөлшектерді жөндеу жұмыстары штаттық кестеге енгізілген ҚС қызметкерінің күшімен жасалады. Аса қиын жөндеу жұмыстары арнайы жөндеу ұйымдарының қызметкерлерін шақырту арқылы шешіледі.

Қарастырылып отырған энергообъектілерді пайдалану және қайта жасау меншікті қаражат ұйымдарын жұмылдыру және әлеуетті инвесторлардың қарызға беретін капиталы есебінен жүзеге асады.

Кредитік проценттерді өтеу схемасын 12% жылдық есебінен ҚС пайдалануға берілген кезден бастап қабылдаймыз.

10.1.5 Экологиялық ақпарат

Электрторап орналасқан аудынның экологиялық жағдайы санитарлық нормаларға сәйкес. ҚС-ны қайта жасау аймақтың экологиялық жағдайына әсер етпейді.

10.2 Қосалқы станциясың техника-экономикалық көрсеткіштерін есептеу

10.2.1 Қосалқы станцияға жұмсалатын капиталды қаржы жұмсауды анықтау

Қосалқы станцияға қаржы жұмсау келесі құраушылардың анықтамалық кестеде көрсетілген құндық көрсеткіштерін соммалау арқылы анықталады:

-барлық кернеудегі тарату құрылғысы;

-трансформаторлар (автотрансформаторлар(АТ));

-өтемдеуші құрылғы және рекатор;

-шығынның тұрақты бөлігі.

Қосалқы станцияны қайта жасауға жұмсалатын капиталды шығын жабдықтардың құрамына байланысты:

$$К_{ҚС} = (\Sigma K_i \cdot n_i + K_{тұр}) \cdot a_р \qquad (10.1)$$

мұнда $К_i$ – тарату құрылғыларының, трансформаторлардың, ток шектеуші реакторлардың есептік құны және де жоғары жиілікті бауланыспен жабдықталған сызықтық ұяшықтарға қосымша қаржы жұмсау;

n_i – жабдықтар санына сәйкес сан;

$К_{тұр}$ – қосалқы станцияның қуатына тәуелсіз қосалқы станцияға жұмсалатын шығын бөлігінің тұрақтысы;

$\alpha_р$ – құрылыс ауданын есепке алатын коэффициент.

Тарату құрылғысының ұяшықтарының есептік құнын анықтау үшін ажыратқыштардың, айырғыштардың, ток пен кернеу трансформаторларының, асқын кернеуді шектеуіштердің, РҚА мен басқару аппараттарының, және де сейкес жүргізілетін құрылыстық-монтаждық жұмыстардың құнын есепке алу керек. Және де сызықтық ұяшықтар үшін жоғары жиілікті байланыс жабдықтарына жұмсалатын шығынды да есептеу керек.

Автотрансформатор мен трансформатордың есептік құнына шиналауға, шиналық сымдарға, найзағайдан қорғауға, жерлендіруге, бақыламалық кабельге, релелік қорғанысқа кететін шығындар жатады.

Қосалқы станцияға жұмсалатын шығын бөлігінің тұрақты көрсеткіші дайындауға және жалпы қосалқы станцияны басқару пунктінің, жабдықтардық өзіндік қажеттілігінің шығынның, аккумуляторлық

батареялардың, компрессорлардың, байланыс және телемеханика, канализация, жарықтандыру және тағыда басқа құралдардың барлық есептік құнын қамтиды.

Қосалқы станцияға қаржы жұмсаудың барлық есептеулері 10.1 кестеде көрсетілген.

10.1 кесте – Обектіге қаржы жұмсау

Кернеу, кВ/кВ	Трансформат орлар саны және қуаты, дана МВ-А	Тарату құрылғысының нөмірінің жағы			Тараушы ӘЖ саны ВЛ, дана.			Объектінің жалпы құны, мың тг.
		ЖЖ	ОЖ	ТЖ	ЖЖ	ОЖ	ТЖ	
110/10	2х40	110-5		10-2	2		48	447148
Ескерту. Қосалқы станцияның жалпы құны құрылыс жұмыстарына кеткен шығынмен есептелінген								

10.2.2 Өндірістің жыл сайынғы ұстанымын анықтау

Қосалқы станция өндірісінің және тиесілі тораптардың ұстанымдары қосалқы станцияның, тарату құрылғыларын және электр беріліс желілерін қамтамасыз етуге жұмсалатын шығындарға байланысты.

Сонымен қатар, электрэнергияны жеткізу мен тарату оны тасымалдау және трансформациялау кезіндегі шығынға байланысты. Бұл шығындар жеткізу үрдісімен байланысты болғандықтан, олардың құны жылдық ұстанымның құрамына кіреді:

$$И_{жеткізу} = И_{экс} + И_{шығ}, \quad (10.2)$$

мұнда $И_{экс}$ – энергожүйенің электртораптық шаруашылығының қосынды шығыны, тг/жыл;

$И_{шығ}$ – жүйе тораптарының шығындарының қосынды құны, тг/жыл.

$$И_{экс} = И_{ам} + И_{көл/жөн} + И_{бас.шығ}, \quad (10.3)$$

мұнда $И_{ам}$ – амортизацияның жылдық ұстамы, тг/жыл:

$$И_{ам.ҚС} = \frac{а_{ам}}{100} \cdot К_{к.ҚС} \quad (10.4)$$

$$И_{ам.ҚС} = \frac{3}{100} \cdot 447{,}148 = 13.41 \text{ млн.тг},$$

мұнда $И_{ам.}$ – амортизацияның аударым нормасы, 3% жыл;

$И_{көл/жөн}$ – қызмет ету және жөндеу (капиталды және ағымдағы) ұстамы, теңге/жыл:

$$И_{бас.шығ} = (_{Иам.к/ст} \cdot 40\%)/60\%=(13{,}41 \cdot 40\%)/60\%=8{,}94 \text{ млн. тг.}, \qquad (10.5)$$

$$И_{бас.шығ} = 13{,}41+8{,}94=22{,}35 \text{ млн. тг.}$$

10.2.3 Өзіндік құны және іске асыру көлемі

Энергожүйенің тораптарымен электрэнергиясын жеткізудің барлық құны электрэнергияны жеткізу және таратумен, тұтынушыға жіберілген энергияның мөлшерімен байланысты қосынды ұстамдармен анықталады.

Сосын біз өндірген энергияға жалпы қосындыны есептейміз.

$$Э_{жыл} = 72 \cdot 3000 \cdot 10^3 = 216 \text{ млн. тг.},$$

$$И_{\Sigma} = И_{жеткізу} \qquad (10.6)$$

$$S_{жет} = \frac{И_{\Sigma}}{Э_{жыл}} = \frac{22{,}35 \cdot 10^6}{216 \cdot 10^6} = 0{,}10 \text{ тг / кВт.сағ}$$

мұнда

$$Э_{жыл.кВт.сағ} = К_З \cdot Р \cdot \cos\varphi \cdot Т_{мах} = 40 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}6 \cdot 3000 \cdot 10^3 = 57{,}6 \text{ млн.кВт.сағ}$$

Алматы қаласы бойынша электроэнергия үшін тарифі Т=16,47 тг./кВт·сағ. Және де 1,5 тг./кВт·сағ ұлттық электр торапқа (НЭС), 5,05 тг./кВт·сағ аймақтық электртораптық компанияға (АЭК), 8,0 тг./кВт·сағ жылу электр орталығына (ЖЭО) төлегенде жалпы қосындысы В =14,65 т.г./кВт·сағ болады.

$$Т_{п} = Т - В = 16{,}47 - 14{,}65 = 1{,}82 \text{тг / кВт.сағ}$$

$$П = Т_{п} \cdot Э_{жыл} = 1{,}82 \cdot 216 = 360 \text{млн.тг.}$$

20 % салықты есептемегендегі таза пайда:

$$ЧП = П-П \cdot 0{,}2=360 - 85{,}10=274{,}9 \text{ млн. тг.}$$

Шыққан таза пайданың 60 %-ы инветицияға алынған қаражатты өтеуге жұмсалады:

$$ЧП_{инв} = ЧП \cdot 0,6 = 274,9 \cdot 0,6 = 164,94 \text{ млн. тг.}$$

10.3 Финанстық-экономикалық тиімділіктің көрсеткіштері

Келтірілген кірістің көрсеткіштері (NetPresentValue, NPV) күрделі қаржы жұмсаудың (InvestedCapital, IC) шамасын сейкестендіруге мүмкіндік береді және инвестициялық жобаны болашақта іске асырудың тиімділігінің шамасын сипаттайды. Ақшалай қаражат түсімі уақыт бойынша бөлінгендіктен, ол r коэффициентінің көмегімен дисконтталады. Ережеге сай r коэффициенті инвестицианланған капиталдың құнынан шығады.

NPV немесе жобаның келтірілген кірісі осы жобаға инцестициялаудың мақсатқа сәйкестігін талқылайтын маңызды өлшем болып табылады. NPV-ны анықтау үшін жобаның әр жылғы финанстық ағын өлшемін болжау керек, одан кейін уақыт бойынша салыстыру үшін бір ортақ қорытындыға келтіру қажет. Таза келтірілген құн келесі формула бойынша анықталады:

$$NPV = {}^{n}\sum_{t=0} CF_1/(1+r)^n - I_0, \qquad (10.7)$$

мұнда I_0 – жобаға жұмсалатын инвестиция, млн. тг.;

CF_1 – қолма-қол ақша ағыны, млн. тг.;

r – дисконттаудың мөлшерлемесі;

t – жобаны жүзеге асырудың уақыты, жыл;

10.3.1 кесте – NPV есептеу

T	I	CF	диск. коэф. r1= 12%	NPV1
0	447148	92,12	1	
1	447148	92,12	0,89	-365,16
2	447148	92,12	0,80	-291,46
3	447148	92,12	0,71	-226,05
4	447148	92,12	0,64	-167,04
5	447148	92,12	0,57	-102,50
6	447148	92,12	0,48	-51,28
7	447148	92,12	0,41	-13,51
8	447148	92,12	0,35	+18,73

Есептеу NPV-ның алғашқы оң мәніне дейін жүргізіледі, яғни 8-ші жылға дейін. NPV нөлден артық, олай болса, осы дисконттау мөлшерлемесінде жоба кәсіпорын үшін пайдалы, өйткені өндірілетін пайда ағыны осы уақыт сәтіндегі пайда нормасынан артық.

Инвестициялық жоба пайдасының ішкі нормасы деген ұғым (InternalRate of Return, IRR) NPV нөлге тең кездегі дисконттау коэффициенті r-мен түсіндіріледі:

$$NPV = 0 \text{ болғанда, } IRR = r. \qquad (10.8)$$

IRR өлшемінің экономикалық мағынасы келесідей: IRR жоқы бойынша шығындардың максималды шектік қатысты деңгейін көрсетеді. Сонымен қатар, кәсіпорын пайдалылық деңгейі капиталдың құндық көрсеткішінен төмен емес кез-келген инвестициялық жобаларды жүзеге асыра алады.

Қорытынды

Дипломдық жоба 35/6,3 кВ «Назугум» қосалқы станциясын қайта жөндеуге арналған. Дипломдық жобаның тақырыбы «Алматы облысы Ұйғыр ауданындағы 35-6 кВ ҚС қайта жөндеу».

Дипломдық жобада қосалқы станцияның қазіргі жұмысына зерттеу жүргізіледі, соның негізінде қайта жөндеу үшін бірнеше ұсыныстар жасалады. Жобада келесі өзгерістер ұсынылады:

- күштік трансформаторларды ауыстыру;
- 35 кВ майлы ажыратқыштарды заманауи элегазды ажыратқыштарға ауыстыру;
- 6,3 кВ ажыратқыштарды, оның ішінде кешенді тарату құрылғыларының (КТҚ) ұяшықтарын вакуумдыға ауыстыру.

Сонымен қатар, өлшеуіш трансформаторлары мен өзіндік мұқтаждық трансформаторларын ауыстыру жоспарланады.

Келтірілген есептеулерді талдау арқылы келесідей қорытынды жасауға болады: трансформаторларды ауыстыру және ажыратқыштарды орнату үздіксіз (тоқтаусыз) жұмысты, сонымен қатар тұтынушылардың келешекті дамуын қамтамасыз етеді, электрмен жабдықтау сенімділігін және электр энергияның сапасын, жабдықтардың қорғаныс тиімділігін арттырады. ҚС қуаты 4 МВА және кернеуі 35/6 кВ ТМ-4000/35 екі трансформатор және 35 кВ шиналарында элегазды, ал 6 кВ шиналарда ВВ/TEL-10 вакуумды ажыратқыштар орнатылды.

Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде найзағайдан қорғауға есептеулер жүргізілді.

Экономикалық бөлімдегі есептеу нәтижелері 35/6 кВ «Назугум» ҚС қайта жөндеу жүргізудің экономикалық тиімді екенін көрсетеді. ҚС қайта жөндеу шығындары тиімділіктің жоғарғы көрсеткіштерін көрсетеді. Қаржы салымының өтелімділік мерзімі 3,87 -4,29 жыл.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Правила устройства электроустановок / Минэнерго РФ. 6–е издание, переработанное и дополненное, 2002. – 578 б.

2. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанция и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. Учебное пособие для вузов / М.: Энергоатомиздат. 4–е издание, переработанное и дополненное, 1989. – 465 б.

3. Ушакевич А.А., Ким А.С. Методические материалы по дипломному проектированию для студентов очной и заочной формы обучения специальности 140211 «Электроснабжение» / П-К.: Изд-во «ДВГТУ». 2006. - 46 б.

4. Баптиданов Л.Н., Тарасов В.И. Электрооборудование электрических станция и подстанций / М.Л.: Государственное энергетическое издательство. 1947. - 400 б.

5. Беляева Е.Н., Как рассчитать ток короткого замыкания/ М.: Энергоатомиздат, серия «Библиотека электромонтера» - приложение к журналу «Энергетик». 2–е издание, переработанное и дополненное, 1983. - 137 б.

6. Электрооборудование станций и подстанций. Учебник для техникумов / М. Энергоатомиздат. 3 – е издание, переработанное и дополненное. 1987. – 647 б.

7. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ. (СО 153-34.20.122-2006). М., 2006.

8. Пузнер. С.Л., Экономика, организация и планирование энергетического производства / 1976.