ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И. СӘТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ

Студент ***Орынбасаров Еркебұлан***
(аты-жөні)

Дипломдық жұмысына
ПІКІР

Мамандық ***5В071800 – Электр энергетикасы***

Дипломдық жұмыс тақырыбы
Электр торабын есептеу және кернеу өзгерісін шектеу автоматикасының автоматты құрылғылары

а) графикалық бөлімі 10 слайд Power point форматында;
б) түсініктемелік жазба 53 бет.

Дипломдық жұмыс бойынша ескертулер

Дипломдық жұмысты негізгі, арнайы және еңбекті қорғау бөлімдері құрайды. Негізгі бөлімде кернеуі 220кВ электр беріліс желісі үшін есептеулер жүргізіледі,қысқа тұйықталу токтары есептеледі,аппараттар құрылғылар және тіректер таңдалады. Арнайы бөлімде кернеу өзгерісін шектеу автоматикасының автоматты құрылғылары, КТША және КЖША зерттеулер жүргізіледі. Еңбек қорғау бөлімінде найзағайдан қорғау құрылғыларының қауіпсіздік ережелері және найзағайдан қорғау аймағына есептеулер жүргізілді.

Ескерту:

1) Электр жабдықтарды таңдау барысында тиіміділіктері туралы ақпарат келтірілмеген.
1) Арнайы бөлімде тақырыбына сай теориялық мағлұматтар басым, келтірілген экономикалық тиімділік бойынша есептеулер жеткіліксіз.

Дипломдық жұмыстың бағасы

Дипломдық жұмыс «95б», «А », «өте жақсы» деп бағаланады, ал студент Орынбасаров Еркебұлан электрэнергетика мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры академиялық дәрежесіне лайық деп есептеймін.

Пікір беруші _____ ***Алмұратова Н.Қ.***
(қолы) (аты-жөні)

Қызметі
Алматы энергетика және байланыс университеті «Электр машиналары және электр жетегі» кафедрасының доценті, PhD

«10» мамыр 2019 жыл

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И.СӘТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ

Т.К.Бәсенов атындағы сәулет,құрылыс және энергетика институты
Энергетика кафедрасы

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС ЖЕТЕКШІСІНІҢ ПІКІРІ

Диплом қорғаушы **_Орынбасаров Еркебұлан Талғатұлы_**
(аты-жөні)

Тақырыбы **_Электр торабын есептеу және кернеу өзгерісін шектеу автоматикасының автоматты құрылғылары_**

Дипломдық жұмыстың түсіндірмелік жазбасы 3 бөлімнен құралған: негізгі, арнайы және еңбек қорғау. Дипломдық жұмыстың негізгі бөлімінде кернеуі 220 кВ электр беріліс желісне есептеулер жүргізіліп, оларға қорғаныстық, коммутациялық аппараттар таңдалды. Арнайы бөлімінде кернеу өзгерісін шектеу автоматикасы және оларды болдырмау мәселелері қарастырылған. Берілген тапсырманы орындау барысында Орынбасаров.Е дипломдық жұмысты тақырыбына сәйкес толық көлемде орындады және өзін сауатты, электр тораптарын жобалау мәселелерін өз бетімен шеше алатын, техникалық әдебиетпен жұмыс істей алатын маман ретінде көрсете білді.

Дипломдық жұмыс «96б», «А», «өте жақсы» деп бағаланады, ал студент Орынбасаров Еркебұлан Талғатұлы 5В071800 – Электр энергетикасы мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры академиялық дәрежесіне лайық деп есептеймін.

Жетекші
ассоц.профессор, техн.ғыл.канд. (қолы) **_Ақпанбетов Д.Б._**
(ғылыми атағы, дәрежесі) (аты-жөні)

«11» 05 2019 жыл

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Т.К. Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты

Энергетика кафедрасы

Орынбасаров Еркебұлан Талғатұлы

Электр торабын есептеу және кернеу өзгерісін шектеу автоматикасының автоматты құрылғылары

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5В071800 – Электр энергетикасы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Т.К. Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты

Энергетика кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Кафедра меңгерушісі м.а.,
PhD докторы, ассистент профессор
_____Е.А. Сарсенбаев
«18» _____05_____2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Электр торабын есептеу және кернеу өзгерісін шектеу автоматикасының автоматты құрылғылары»

5В071800 – Электр энергетика мамандығы бойынша

Орындаған Орынбасаров Е.Т.

Пікір беруші
АЭжБУ «Электр машиналары және электр жетегі» кафедрасының доценті, PhD
_____Алмуратова Н.К
«10» _____05_____ 2019 ж.

Ғылыми жетекші
т.ғ.к., қауым.профессор
_____Акпанбетов Д.Б.
«11» _____05_____ 2019 ж.

Алматы 2019

Дипломдық жұмысты дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Электр торабын жобалау	22.02.19	орын
Кернеу өзгерісін шектеу автоматикасының автоматты құрылғылары	29.03.19	орын
Еңбек қорғау бөлімі	25.04.19	орын

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған

қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	**Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)**	**Қол қойылған күні**	**Қолы**
Негізгі бөлім	Д.Б. Акпанбетов т.ғ.к., ассоц.профессор	10.05.19	
Еңбек қорғау бөлімі	Д.Б. Акпанбетов т.ғ.к., ассоц.профессор	10.05.19	
Норма бақылау	Н. Е. Балгаев PhD, сениор-лектор	06.05.19ж	

Ғылыми жетекші _____ Д.Б. Акпанбетов

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ Е.Т. Орынбасаров

Күні «10» 05 2019 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Т.К. Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты

Энергетика кафедрасы

5В071800 – Электр энергетикасы

БЕКІТЕМІН
Кафедра меңгерушісі м.а.
PhD докторы, ассистент профессор
_____Е.А. Сарсенбаев
«28» ____01____2019 ж.

Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы *Орынбасаров Еркебұлан Талғатұлы*
Тақырыбы:*«Электр торабын есептеу және кернеу өзгерісін шектеу автоматикасының автоматты құрылғылары»*
Университет ректорының *2018 ж. «15» желтоқсандағы № 1210-б* бұйрығымен бекітілген
Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: *«30» сәуір 2019 ж.*
Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістер: *Қосалқы станциялардың қуаты, ара қашықтығы, қуат коэффициенті, максималды жұмыс уақыты*
Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:
а)Электр торабын жобалау;
б) Кернеу өзгерісін шектеу автоматикасының автоматты құрылғылары;
в)Еңбек қорғау бөлімі.
Сызбалық материалдар тізімі: *Сызбалық материалдарды слайдпен дайындау*
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: *6 атау*

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста электр тораптарын есептеу мен кернеу өзгерісінің автоматикасы зерттелінді. Электр беріліс желісінің кернеулері, қысқы тұйықталу тоқтары, кедергілері және қуат шығындары есептелінді. Есептелінген мәндерге сәйкес трансформаторлар, қорғаныс аппараттары (ажыратқыш, айырғыш), сымдар, тіректер таңдалынды. Кернеу өзгерісі, яғни кернеудің төмендеуін (КТША) және жоғарылауын шектеу автоматикасы (КЖША) тигізетін әсерлері мен олардың сатылары қарастырылды. Кернеудің төмендеуін автоматты шектеу "Сириус-2-РЧН" құрылғысының жұмыс істеу қағидасы мен мақсаты, артықшылықтары және мүмкіндіктері сипатталынды.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе была изучена расчет электрических сетей и автоматика изменения напряжения. Рассчитаны напряжения линий электропередачи, токи замыкания, сопротивления и потери мощности. В соответствии с рассчитанными значениями выбраны трансформаторы, аппараты защиты (выключатели, разъединители), провода, опоры. Рассмотрены автоматика изменения напряжения, то есть действия автоматики ограничений снижения (АОСН) и повышения (АОПН) напряжений и их стадии. Устройство автоматического ограничения снижения напряжения описано принцип действий и назначение, преимущества и возможности работы "Сириус-2-РЧН".

ANNOTATION

In this thesis was studied automation of calculation of electrical networks and voltage changes. The voltage of power lines, currents of winter circuit, resistance and power loss are calculated. In accordance with the calculated values selected transformers, protection devices (switches, disconnectors), wires, supports. The changes in voltage, that is, the action of automatic voltage reduction (CTP) and increase limits (CTP) and their stages. Automatic limitation of voltage reduction describes the principle of operation and purpose, advantages and capabilities of the device" Sirius-2-RFN".

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Электр торабын жобалау	8
1.1	Электр беріліс желісінің сұлбасын құру нұсқалары	8
1.1.1	Электр беріліс желісінің номиналды кернеуін таңдау	9
1.1.2	Желі бойындағы қосалқы станцияларға трансформатор таңдау	10
1.1.3	Трансформатордың кедергілерін және шығындарын есептеу	13
1.1.4	Тұйықталған жүйе учаскіндегі қуат таралуын есептеу	19
1.2	Тұйықталған желінің қималарын есептеу және таңдау	21
1.2.1	Тұйықталған жүйеде максималды жүктеме кезіндегі алмастыру сұлбасы және шығындарын есептеу	25
1.3	Желідегі қысқа тұйықталу тогын табу және параметрлеріне сәйкес аппараттар таңдау	26
1.3.1	Есептелген параметрлер бойынша электр аппараттарын таңдау	29
1.3.2	Әуе электір беріліс желісі ушін тірек материалын таңдау	32
2	Әрекет принциптері және алдын алу автоматикасының түрлері режим параметрлерінің жарамсыз өзгерістері	35
2.1	Кернеу өзгерісін шектеу автоматикасы	36
2.2	Қарапайым кернеуді шектеу автоматты құрылғыларының өзгеруі	37
2.3	Қосу автоматикасының компенсациялау реакторлары және электр беру желілерін ажырату панелі	38
2.4	Кернеудің жоғарылауын шектеудің микропроцессорлық автоматикасы	40
2.5	Сириус-2-РЧН құрылғысының мақсаты	44
3	Еңбек қорғау	48
3.1	Электр қондырғыларындағы еңбекті қорғау – негізгі міндеттер	48
3.2	Найзағайдан қорғау құрылғыларының қауіпсіздік ережелері	48
	Қорытынды	52
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	53

КІРІСПЕ

Қазақстандық электр энергетика кешенін тұрақты дамыту және қуаттылықты тұрақты өсіру республиканың басты міндеттерінің бірі болып табылады.

Энергияға өсіп келе жатқан сұранысты қанағаттандырумен байланысты негізгі проблемалардың үш тобы қаралады: энергия ресурстары мен энергия тапшылығы, қоршаған ортаға түсетін жүктеме, геосаяси және әлеуметтік қауіптер. Қазіргі әлемнің "энергетикалық картинасын" талдау негізінде осы проблемаларды шешудің негізгі тәсілі энергия үнемдеу және энергия алмастыру тұжырымдамаларын іске асыру болып табылатыны көрсетілген. Қазақстан Республикасының экономикасының негізсіз жоғары энергия сыйымдылығының негізгі себептері, энергия үнемдеу әлеуеті және оны іске асыру жөніндегі мемлекеттік және қоғамдық шаралар келтірілген. Энергия алмастыру тұжырымдамасы ашылды, яғни дәстүрлі бастапқы энергия ресурстарын балама отын ресурстарымен және дәстүрлі емес жаңартылатын энергия көздерімен алмастыру, сондай-ақ электр және жылу энергиясын алудың баламалы тәсілдерін игеру.

ҚР энергетика министрлігінің стратегиясы нақты сценарийге негізделген – елдің баламалы энергетикасының өсуі дәстүрлі энергетиканың өсімін басып озуы тиіс. Осылайша, егер осы сценарийге сенсек, Қазақстанда 2050 жылға қарай халықтың елеулі өсімі – 40% – дан астам, елдегі энергия тұтыну 3% - ға төмендейді деп күтілуде, - мұндай нәтиже энергия тиімділігінің артуынан күтіледі.

1 Электр торабын жобалау

1.1 Электр беріліс желісінің схемасын құру нұсқалары

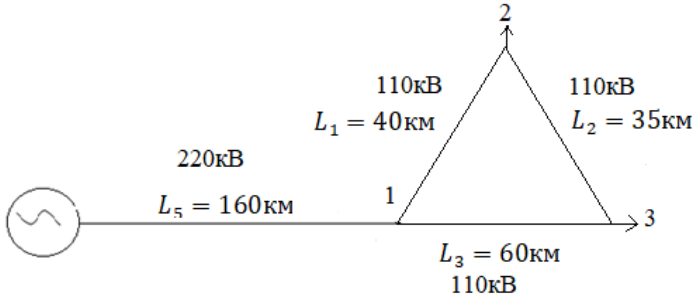
Әртүрлі объектілерінің жұмыс істеу жағдайларының алуан түрлілігі олардың элетрмен жабдықтау схемасының алуан түрлі болуына себепші болады. Тұтынушылардың қоректену схемалары энергия көзінің қашықтығына, берілген ауданның электрэнергетика жабдықтаудың жалпы схемасына, тұтынушылардың территориялық орналасуымен олардың қуатына, сенімділігіне қойылатын талаптарға және т.б. тәуелді. Есептің берілгені 1 – кестеде көрсетілген.

1-кесте – берілген тораптың мәндері

Қосалқы станциялардың қуаты, МВт	P1	40
	P2	35
	P3	30
Ұзындығы, км	L1	40
	L2	35
	L3	60
	L5	160
Қуат коэффициенті, cosφ	0,87	
Максималды жұмыс уақыты Tmax, сағ	5500	
K_x	0.7	
$Min_{режим}$	45%	

1-кесте бойынша P1-P3-қосалқы станциялардың максималды жүктемелері, L1-L5 – желі ұзындықтары, T_{max}=5500сағ – Максималдық жүктеменің жылдық сағаты, 45(%) пайыз – Минималды жүктеме кезіндегі жүктеме.

Осы дипломдық жобада тұйықталған желі қарастырылған. Бұл жерде, экономикалық жағынан тиімді және тұтынушыларға электр қуатын үзіліссіз таратуды қамтамасыз ету, электр энергияны аймақтарға сенімді және тиімді тарату басты мақсат болып келеді. Тұйықталған желілер айналмалы желілер болып келеді. Олар бір ғана контур құрайды. Оның артықшылығы желінің бір учаскесі үзілгенде желі басқа учаскіден қоректене береді, яғни, жоғары дәрежеде тұтынышыларға электр таратудың сенімділігі. Сонымен қатар қуаттың аз шығындары. Тұйықталған желінің сұлбасы 1-суретте көрсетілген.



1-сурет- Тұйықталған желінің схемасы

1.1.1 Электр беріліс желісінің номиналды кернеуін таңдау

Желі линиясының номинал кернеуін таңдау күрделі технико-экономикалық есеп болып табылады. Ол көптеген факторларға байланысты. Мысалы, кернеуінің мәні төмен линияның жабдықтарының және құрылыстарының құны аз болады. Кернеудің ұлғаюына байланысты қуат және энергия шығындары азаяды, электрлік желіні дамыту жағдайлары жақсарады. Сол үшін Стилла формуласын қолданамыз. Электр тораптарының номиналды кернеу ұзындықтарының шкаласы МЕСТ 721-77 анықталған және келесідей кернеу қатарын құрастырады: 0,38; 3; 6; 10; 20; 35; 110; 150; 220; 330; 500; 750; 1150 кВ

Бөлек сызықты электр беріліс желісінің номиналды кернеуі ең алдымен екі параметрлі функциямен: желімен таратылатын P қуат, және де сол қуат таратылатын L қашықтыққа. Соған байланысты желінің номиналды кернеуін табудың, әр түрлі авторлармен ұсынылған бірнеше эмпирикалық формулалары болады. Мен өзімнің дипломдық жұмысымда Стилл формуласымен есептедім. Себебі, осы формула кернеуі 35-тен 750 кВ-қа дейін номиналды кернеудің барлық шкаласына қанағаттандырылған нәтиже береді.

Стилл формуласы бойынша номиналды кернеуі осы формула бойынша анықталады:

$$U_{\text{ном}} = 4{,}34 \cdot \sqrt{L + 16 \cdot P}, \qquad (1)$$

1. $U_{\text{н}1} = 4{,}34 \cdot \sqrt{40 + 16 \cdot 40} = 113{,}17\text{кВ} \approx 110\text{кВ},$

2. $U_{\text{н}2} = 4{,}34 \cdot \sqrt{35 + 16 \cdot 35} = 105{,}86\text{кВ} \approx 110\text{кВ},$

3. $U_{\text{н}3} = 4{,}34 \cdot \sqrt{60 + 16 \cdot 30} = 100{,}85\text{кВ} \approx 110\text{кВ},$

4. $U_{\text{н}4} = 4{,}34 \cdot \sqrt{160 + 16 \cdot 105} = 186.16\text{кВ} \approx 220\text{кВ}.$

мұндағы U - желідегі кернеу, кВ;
l - желінің ұзындығы, км;
P - активті қуат, МВт.

Кернеу шығыны келесі формуламен есептейміз:

$$\Delta U = \frac{P \cdot r_0 \cdot L + Q \cdot x_0 \cdot L}{U_{ном}}, \quad (1.2)$$

110 кВ үшін $r_0 = 0{,}2; x_0 = 0{,}4$ деп аламыз.
мұндағы $r_0 -$ меншікті активті кедергі, Ом/км;
$x_0 -$ меншікті реактивті кедергі, Ом/км.

$$\Delta U_1 = \frac{40 \cdot 0.2 \cdot 40 + 22.7 \cdot 0.4 \cdot 40}{113.17} = 6кВ,$$

$$\Delta U_2 = \frac{35 \cdot 0.2 \cdot 35 + 19.7 \cdot 0.4 \cdot 35}{105.86} = 4.9кВ,$$

$$\Delta U_3 = \frac{30 \cdot 0.2 \cdot 60 + 16.9 \cdot 0.4 \cdot 60}{100.85} = 7.59кВ,$$

$$\Delta U_4 = \frac{105 \cdot 0.2 \cdot 160 + 59.48 \cdot 0.4 \cdot 160}{186.16} = 38.49кВ.$$

1.1.2 Желі бойындағы қосалқы станцияларға трансформатор таңдау

Желі бойындағы қосалқы станцияларға трансформатор таңдап, қосалқы станциядағы реактивті қуаттарын анықтаймыз:

$$S_{ec} = \frac{P}{\cos\varphi}, \quad (1.3)$$

$$S_{тр} \geq \frac{S_{ec}}{2 \cdot 0{,}7}, \quad (1.4)$$

$$Q_{ij} = \sqrt{S_n^2 - P_n^2}, \quad (1.5)$$

мұндағы P – активті жүктеме, МВт;
$\cos\varphi$ – қуат коэффициенті.
S_{ec} - толық жүктеме
$S_{трн}$ - трансформатордың қуаты МВА
Q_{ij} - реактивті қуат, МВар

1- қосалқы станция үшін:

$$S_{ec} = \frac{P}{\cos\varphi} = \frac{40}{0.87} = 46\text{МВА},$$

$$S_{\text{тр}} \geq \frac{S_{\text{ес}}}{2 \cdot 0{,}7} = \frac{46}{1.4} = 32.8\text{МВА},$$

$$Q_1 = \sqrt{S_n^2 - P_n^2} = \sqrt{46^2 - 40^2} = 22.7,$$

Осы шыққан мәндерге сәйкес, 1- қосалқы станцияға ТРТН-40000/110 типті транформаторы таңдалды. 1.2- және 1.3- кестеге 1- қосалқы станциянға таңдалған трансформатордың параметрлері енгіземін.

2- қосалқы станция үшін:

$$S_{ec} = \frac{P}{\cos\varphi} = \frac{35}{0.87} = 40.2\text{МВА},$$

$$S_{\text{тр}} \geq \frac{S_{\text{ес}}}{2 \cdot 0{,}7} = \frac{40{,}2}{1.4} = 28.7\text{МВА},$$

$$Q_2 = \sqrt{S_n^2 - P_n^2} = \sqrt{40.2^2 - 35^2} = 19.7.$$

Осы шыққан мәндерге сәйкес, 2- қосалқы станцияға ТДТНЖ-40000/110 типті транформаторы таңдалды. 1.2- және 1.3- кестеге 2- қосалқы станцияға таңдалған трансформатордың параметрлері енгіземін.

3- қосалқы станция үшін:

$$S_{ec} = \frac{P}{\cos\varphi} = \frac{30}{0.87} = 34.48\text{МВА},$$

$$S_{\text{тр}} \geq \frac{S_{\text{ес}}}{2 \cdot 0{,}7} = \frac{34{,}48}{1.4} = 24.6\text{МВА},$$

$$Q_3 = \sqrt{S_n^2 - P_n^2} = \sqrt{34.48^2 - 30^2} = 16.9.$$

Осы шыққан мәндерге сәйкес, 3- қосалқы станцияға ТРДН-25000/110 типті транформаторы таңдалды. 1.2- және 1.3- кестеге 3- қосалқы станцияға таңдалған трансформатордың параметрлері енгіземін.

Бас таратушы қосалқы станция үшін:

$$S_{ec} = \frac{P}{\cos\varphi} = \frac{105}{0.87} = 120.68\text{МВА},$$

$$S_{\text{тр}} \geq \frac{S_{\text{ес}}}{2 \cdot 0{,}7} = \frac{120{,}68}{1.4} = 86.2\text{МВА},$$

$$Q_4 = \sqrt{S_n^2 - P_n^2} = \sqrt{120.68^2 - 105^2} = 59.48.$$

Осы шыққан мәндерге сәйкес, бас таратушы қосалқы станцияға АТДТНГ-125000/220/110 типті автотранформаторы таңдалды. 1.2- және 1.3- кестеге бас таратушы қосалқы станцияға таңдалған трансформатордың параметрлері енгіземін.

1.2-кесте - Таңдалған трансформаторлар параметрлері

Трансформатор типі	$S_{\text{ном}}$	Uном.орам, кВ			Uк, %			Рқ.т кВт	Рб.ж кВт	I,%
		$U_{\text{вн}}$, кВ	$U_{\text{сн}}$, кВ	$U_{\text{нн}}$, Кв	Жк-Ок	Жк-Тк	Ок-Тк			
ТРТН-40000/110	40000	40	158	38,5	10,5	18	60	185	22	0.8
ТДТНЖ-40000/110	40000	115	38.5	27.5	17.5	10.5	6.5	200	39	0.6
ТРДН-25000/110	25000	115	121	6,3	20	-	-	120	30	0.75
АТДТНГ-125000/220/110	125000	230	121	6,6	11	31	19	235	80	0,5

1.3-кесте-Қосалқы станцияның берілгендері бойынша таңдалған параметрлері

Қосалқы станция-ның берілгендері	Р1	Р2	Р3	Р4
Активті қуаты, МВт	34	40	35	55
ҚС-қа дейінгі ұзындық, км	40	35	60	160
Толық қуаты,МВА	46	40.2	34.48	120.68
Есептелген қуаты, МВА	32.8	28.7	24.6	86.2
Реактивті қуаты, Мвар	22.7	19.7	16.9	59.48
Таңдалған кернеу, кВ	110	110	110	220
Таңдалған трансформаторлар	ТРТН – 40000/110	ТДТНЖ – 40000/110	ТРДН – 25000/110	АТДТНГ-125000/220/110

1.1.3 Трансформатордың кедергілерін және шығындарын есептеу

Таңдалған трансформатордың шығындарын анықтай отырып әр қосалқы станцияның алмастыру схемаларын сызамын. .

1- қосалқы станция үшін (1.6)-(1.11)- формулаларды пайдалана отырып есептелуді жүргіземіз. 1- қосалқы станцияның трансформатор типі: ТРТН – 40000/110, трансформатордың алмастыру схемасы 1.2 - суретте көрсетілген.

Трансформатордың параметрлерін келесі формулаларымен анықтаймыз:

$$R_{\text{тр}} = \frac{\Delta P_{\text{кт}} \cdot U_{\text{н}}^2}{10^3 \cdot S_{\text{н}}^2}, \tag{1.6}$$

мұндағы $\Delta P_{к.т}$ – трансформатордың қысқа тұйықталу шығыны;

$U_н$ – трансформатордың номиналды кернеуі;

$S_н$ – трансформатордың номиналды қуаты.

$$R_{\text{тр}} = \frac{\Delta P_{\text{кт}} \cdot U_{\text{н}}^2}{10^3 \cdot S_{\text{н}}^2} = \frac{170 \cdot 110^2}{10^3 \cdot 1600} = 1.28 \text{ Ом},$$

Әр орамның реактивтік кедергісін анықталады:

$$X_1 = \frac{U_{\text{к}}\% \cdot U_{\text{н}}^2}{100 \cdot S_{\text{н}}}, \tag{1.7}$$

$$X_1 = \frac{U_{\text{к}}\% \cdot U_{\text{н}}^2}{100 \cdot S_{\text{н}}} = \frac{10{,}5 \cdot 110^2}{100 \cdot 40} = 31{,}7 \text{ Ом},$$

мұндағы $U_к$ – трансформатор орамының қысқа тұйықталу кернеуі.

Қуат коэффициенті бойынша толық қуатты және реактивтік қуатты анықталады:

$$\Delta P_1 = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot R, \tag{1.8}$$

$$\Delta P_1 = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot R = \frac{40^2 + 22.7^2}{110^2} \cdot 1.28 = 0.22 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_1 = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot X, \tag{1.9}$$

$$\Delta Q_1 = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot X = \frac{40^2 + 22.7^2}{110^2} \cdot 31.7 = 5.54 \text{ МВт},$$

$$P'_1 + jQ' = (P + \Delta P) + j(Q + \Delta Q), \tag{1.10}$$

$$P'_1 + jQ' = (P + \Delta P) + j(Q + \Delta Q) = (40 + 0.22) + j(22.7 + 5.54) = 40.22 + j28.24,$$

$$\Delta P_0 = P_{бж} = 22кВт = 0{,}022МВт,$$

$$\Delta Q_\mu = \frac{I_0 + S_н}{100}, \qquad (1.11)$$

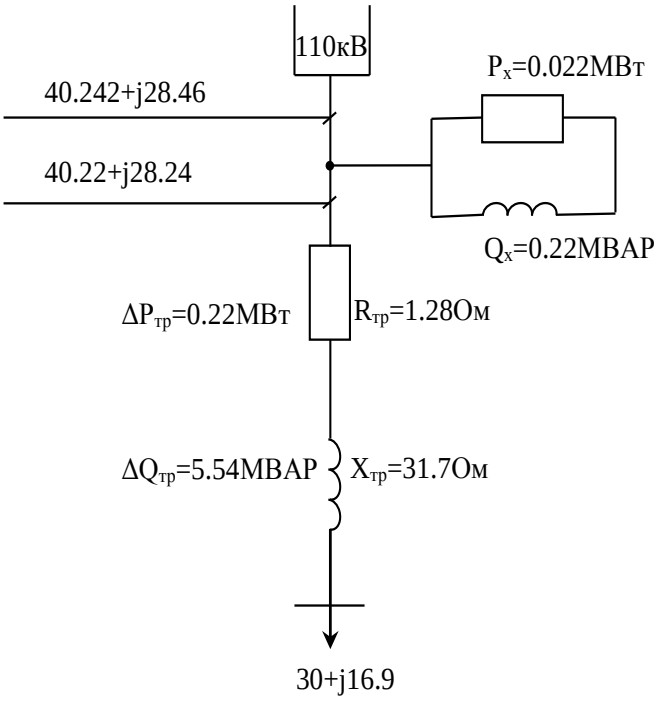
$$\Delta Q_\mu = \frac{I_0 + S_н}{100} = \frac{0{,}55 \cdot 40}{100} = 0{,}22 \text{ МВар},$$

$$\Delta P_1'' + jQ_1'' = (40.22 + 0.022) + j(28.24 + 0.22) = 40.22 + j28.56МВА.$$

мұндағы ΔP – желідегі активті қуат шығыны, МВт;

ΔQ_μ – зарядтық қуат;

ΔQ – желідегі реактивті қуат шығыны, МВар



1.2 – сурет - ТРТН – 40000/110 типті трансформаторының алмастыру схемасы

2- қосалқы станция үшін (1.6)-(1.11)-формулаларды пайдалана отырып есептелуді жүргіземіз. 2- қосалқы станцияның трансформатор типі: ТДТНЖ – 40000/110,трансформатордың алмастыру схемасы 1.3 - суретте көрсетілген.

$$R_{тр} = \frac{\Delta P_{кт} \cdot U_н^2}{10^3 \cdot S_н^2} = \frac{200 \cdot 110^2}{10^3 \cdot 1600} = 1.5 \text{ Ом},$$

$$X_1 = \frac{U_к\% \cdot U_н^2}{100 \cdot S_н} = \frac{6{,}5 \cdot 110^2}{100 \cdot 40} = 19.6 \text{ Ом},$$

$$\Delta P_2 = \frac{P^2 + Q^2}{U_н^2} \cdot R = \frac{35^2 + 19.7^2}{110^2} \cdot 1.5 = 0.19 \text{ МВт},$$

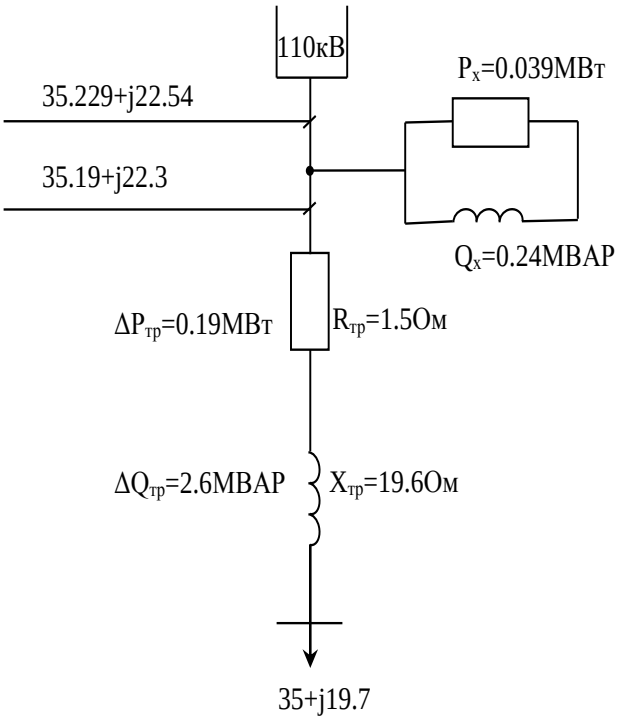
$$\Delta Q_2 = \frac{P^2 + Q^2}{U_н^2} \cdot X = \frac{35^2 + 19.7^2}{110^2} \cdot 19.6 = 2.6 \text{ МВт},$$

$$P'_1 + jQ' = (P + \Delta P) + j(Q + \Delta Q) = (35 + 0.19) + j(19.7 + 2.6) = 35.19 + j22.3,$$

$$\Delta P_0 = P_{бж} = 39 \text{кВт} = 0{,}039 \text{МВт},$$

$$\Delta Q_\mu = \frac{I_0 + S_н}{100} = \frac{0{,}6 \cdot 40}{100} = 0{,}24 \text{ МВар},$$

$$\Delta P_2'' + jQ_2'' = (35.19 + 0.039) + j(22.3 + 0{,}24) = 35.229 + j22.54 \text{МВА}.$$



1.3 – сурет - ТДТНЖ – 40000/110 типті трансформаторының алмастыру схемасы

3- қосалқы станция үшін (1.6)-(1.11)- формулаларды пайдалана отырып есептелуді жүргіземіз. 3- қосалқы станцияның трансформатор типі: ТРДН – 25000/110,трансформатордың алмастыру схемасы 1.4 -суретте көрсетілген.

$$R_{\text{тр}} = \frac{\Delta P_{\text{кт}} \cdot U_{\text{н}}^2}{10^3 \cdot S_{\text{н}}^2} = \frac{120 \cdot 100^2}{10^3 \cdot 625} = 2.32 \text{ Ом},$$

$$X_1 = \frac{U_{\text{к}}\% \cdot U_{\text{н}}^2}{100 \cdot S_{\text{н}}} = \frac{20 \cdot 110^2}{100 \cdot 25} = 50.82 \text{ Ом},$$

$$\Delta \text{P}_2 = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot R = \frac{30^2 + 16.9^2}{110^2} \cdot 2.32 = 0.22 \text{ МВт},$$

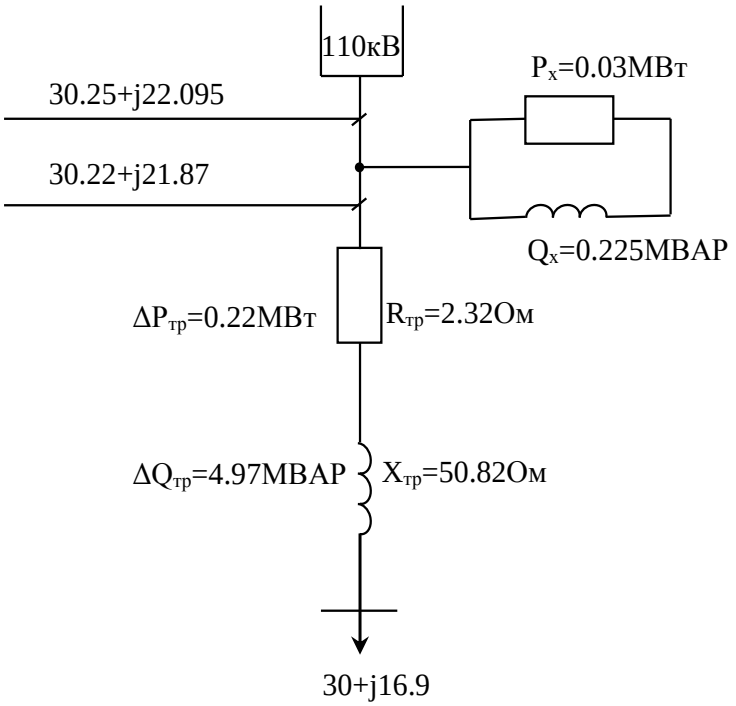
$$\Delta Q_2 = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot X = \frac{30^2 + 16.9^2}{110^2} \cdot 50.82 = 4.97 \text{ МВт},$$

$$P'_1 + \text{jQ}' = (\text{P} + \Delta P) + j(Q + \Delta Q) = (30 + 0.22) + j(16.9 + 4.97) = 30.22 + j21.87,$$

$$\Delta P_0 = \text{P}_{\text{бж}} = 30\text{кВт} = 0{,}03\text{МВт},$$

$$\Delta Q_\mu = \frac{I_0 + S_{\text{н}}}{100} = \frac{0{,}75 \cdot 30}{100} = 0.225 \text{ МВар},$$

$$\Delta P_1'' + jQ_1'' = (30.22 + 0.03) + j(21.87 + 0{,}225\ ) = 30.25 + j22.095 \text{ МВА}.$$



1.4 – сурет - ТРДН – 25000/110 типті трансформаторының алмастыру схемасы

4- қосалқы станция үшін (1.6)-(1.11)- формулаларды пайдалана отырып есептелуді жүргіземіз. 4- қосалқы станцияның трансформатор типі: АТДЦТН/250000/500/110,трансформатордың алмастыру схемасы 1.5 - суретте көрсетілген.

$$R_{\text{тр}} = \frac{\Delta P_{\text{кт}} \cdot U_{\text{н}}^2}{10^3 \cdot S_{\text{н}}^2} = \frac{290 \cdot 220^2}{10^3 \cdot 125^2} = 0.898 \text{ Ом},$$

Қосалқы станцияда трансформаторлар параллель жұмыс істемейді, сондықтан

$$\mathrm{R}_1 = \mathrm{R}_2 = \mathrm{R}_3 = 0.5 \cdot R_{\text{тр}}, \tag{1.12}$$

$$\mathrm{R}_1 = \mathrm{R}_2 = \mathrm{R}_3 = 0.5 \cdot 0.898 = 0.449 \text{ Ом},$$

Әр орамның қысқа тұйықталу кернеулері анықтаймыз

$$\mathrm{U}_{\mathrm{k1}} = 0.5 \cdot \left(\mathrm{U}_{(\text{жк}-\text{ок})} + \mathrm{U}_{(\text{жк}-\text{тк})}\right) - \mathrm{U}_{(\text{ок}-\text{тк}),} \tag{1.13}$$

$$\mathrm{U}_{\mathrm{k2}} = 0.5 \cdot \left(\mathrm{U}_{(\text{ок}-\text{тк})} + \mathrm{U}_{(\text{жк}-\text{ок})}\right) - \mathrm{U}_{(\text{жк}-\text{тк}),} \tag{1.14}$$

$$\mathrm{U}_{\mathrm{k3}} = 0.5 \cdot \left(\mathrm{U}_{(\text{жк}-\text{тк})} + \mathrm{U}_{(\text{ок}-\text{тк})}\right) - \mathrm{U}_{(\text{жк}-\text{ок}),} \tag{1.15}$$

$$\mathrm{U}_{\mathrm{k1}} = 0.5 \cdot \left(\mathrm{U}_{(\text{жк}-\text{ок})} + \mathrm{U}_{(\text{жк}-\text{тк})}\right) - \mathrm{U}_{(\text{ок}-\text{тк})} = 0{,}5 \cdot (11 + 31 - 19) = 11.5\%,$$

$$\mathrm{U}_{\mathrm{k2}} = 0.5 \cdot \left(\mathrm{U}_{(\text{ок}-\text{тк})} + \mathrm{U}_{(\text{жк}-\text{ок})}\right) - \mathrm{U}_{(\text{жк}-\text{тк})} = 0{,}5 \cdot (19 + 11 - 31) = 0\%,$$

$$\mathrm{U}_{\mathrm{k3}} = 0.5 \cdot \left(\mathrm{U}_{(\text{жк}-\text{тк})} + \mathrm{U}_{(\text{ок}-\text{тк})}\right) - \mathrm{U}_{(\text{жк}-\text{ок})} = 0{,}5 \cdot (31 + 19 - 11) = 19.5\%,$$

$$X_1 = \frac{U_{\text{к}}\% \cdot U_{\text{н}}^2}{100 \cdot S_{\text{н}}} = \frac{11.5 \cdot 220^2}{100 \cdot 125} = 44.53 \text{ Ом},$$

$$X_2 = \frac{U_{\text{к}}\% \cdot U_{\text{н}}^2}{100 \cdot S_{\text{н}}} = \frac{0 \cdot 220^2}{100 \cdot 125} = 0 \text{ Ом},$$

$$X_3 = \frac{U_{\text{к}}\% \cdot U_{\text{н}}^2}{100 \cdot S_{\text{н}}} = \frac{19.5 \cdot 220^2}{100 \cdot 125} = 75.5 \text{ Ом}.$$

Қуат коэффициенті бойынша толық қуатты және реактивтік қуатты және автотрансформатордың жүктелуі (1.3-1.5) формулалары бойынша қуаттарын анықтаймыз:

$$S_{40} = \frac{P}{\cos\varphi} = \frac{42}{0.87} = 48.27 \text{ МВА},$$

$$Q_{40} = \sqrt{S_n^2 - P_n^2} = \sqrt{48.27^2 - 42^2} = 23.8 \text{ МВар},$$

$$S_{60} = \frac{P}{\cos\varphi} = \frac{63}{0.87} = 72.4 \text{ МВА},$$

$$Q_{60} = \sqrt{S_n^2 - P_n^2} = \sqrt{72.4^2 - 63^2} = 35.67 \text{ МВАр},$$

$$\Delta \mathrm{P}_{43} = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot R = \frac{42^2 + 23.8^2}{220^2} \cdot 0.449 = 0.02 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_{43} = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot X = \frac{42^2 + 23.8^2}{220^2} \cdot 75.5 = 3.62 \text{ МВар},$$

$$P'_{43} + jQ'_{43} = (\mathrm{P} + \Delta P) + j(Q + \Delta Q) = (42 + 0.02) + j(23.8 + 3.62) = 42.02 + j27.42 \text{ МВА},$$

$$\Delta \mathrm{P}_{42} = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot R = \frac{63^2 + 35.67^2}{220^2} \cdot 0.449 = 0.048 \text{МВт},$$

$$\Delta Q_{42} = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot X = \frac{63^2 + 35.67^2}{220^2} \cdot 0 = 0 \text{ МВт},$$

$$P'_{42} + jQ'_{42} = (\mathrm{P} + \Delta P) + j(Q + \Delta Q) = (63 + 0.048) + j(35.67 + 0) = 63.048 + j35.67 \text{ МВА},$$

$$P_{41} + jQ_{41} = (\mathrm{P} + \Delta P) + j(Q + \Delta Q) = (42.02 + 63.048) + j(27.42 + 35.67) = 105 + j63.09 \text{ МВА},$$

$$\Delta \mathrm{P}_{41} = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot R = \frac{105^2 + 59.48^2}{220^2} \cdot 0.449 = 0.13 \text{ МВт},$$

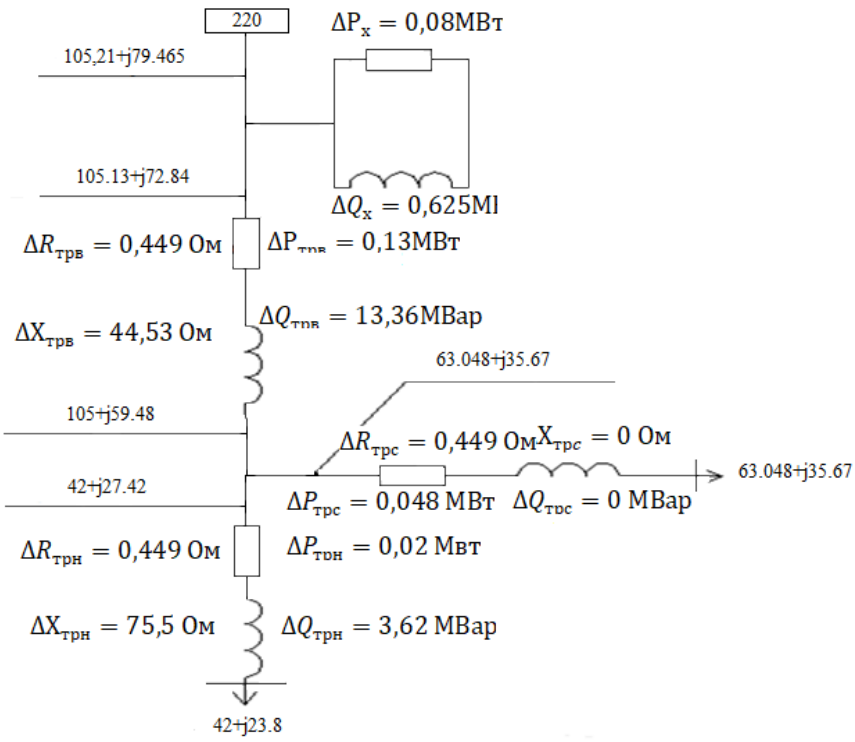
$$\Delta Q_{41} = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot X = \frac{105^2 + 59.48^2}{220^2} \cdot 44.53 = 13.36 \text{МВар},$$

$$P'_4 + jQ'_4 = (\mathrm{P} + \Delta P) + j(Q + \Delta Q) = (105 + 0.13) + j(59.48 + 13.36) = 105.13 + j72.84 \text{ МВА},$$

$$\Delta P_0 = \mathrm{P}_{\text{бж}} = 80\text{кВт} = 0.08\text{МВт},$$

$$\Delta Q_\mu = \frac{I_0 + S_{\text{н}}}{100} = \frac{0.5 \cdot 125}{100} = 0.625 \text{ МВар},$$

$$\Delta P_4'' + jQ_4'' = (105.13 + 0.08) + j(78.84 + 0.625) = 105.21 + j79.465 \text{ МВА}.$$



1.5 – сурет - АТДЦТН/250000/500/110 типті автотрансформаторының алмастыру схемасы

1.4 – кесте – Трансформатордың есептелген шығындары

Трансф-лар	$R_{тр}$	$X_{тр}$	ΔP	ΔQ	P_n'	Q_n'	ΔP_0	ΔQ_μ	$\Delta P_n''$	Q_3''
ТРТН – 63000/110	1,28	31,7	0,22	5,54	40,22	28,24	0,022	0,22	40,242	28,56
ТДНЖ– 40000/110	1,5	19,6	0,19	2,6	35,19	22,3	0,039	0,24	35,229	22,54
ТРДН– 25000/110	2,32	50,82	0,22	4,97	30,22	21,87	0,03	0,225	30,25	22,095
АТДТНГ-125000/220/110	0,449	44,53	0,02	3,62	42,02	27,42	0,08	0,625	105,21	79,465
	0,449	0	0,048	0	63,048	35,67				
	0,449	75,5	0,13	13,36	105,13	72,84				

1.1.4 Тұйықталған жүйе учаскіндегі қуат таралуын есептеу

Жобалаудың басында желінің бөліктеріндегі кедергі белгісіз болғандықтан, қуаттың шамасы жуық мәндермен анықтылыды. Тұйықталған желі үшін қуаттың таратылуын барлық бөліктердегі қима бірдей деп алып, екі жақты қоректендірілетін желі сияқты анықталады.

Желінің екі жақтан қоректендіруші қорек көзінің қуаттары есептейміз

$$P_A = \frac{P_1(L_1) + P_2(L_1 + L_2)}{L_1 + L_2 + L_3}, \quad (1.16)$$

$$P_A = \frac{40(40) + 35(40 + 35)}{40 + 35 + 60} = 31.3 \text{ МВт},$$

$$Q_A = \frac{Q_1(L_1) + Q_2(L_1 + L_2)}{L_1 + L_2 + L_3}, \quad (1.17)$$

$$Q_A = \frac{22{,}7(40) + 19{,}7(40 + 35)}{40 + 35 + 60} = 17.67 \text{ МВт},$$

$$P'_A = \frac{P_2(L_3) + P_1(L_3 + L_2)}{L_1 + L_2 + L_3}, \quad (1.18)$$

$$P'_A = \frac{35(60) + 40(60 + 35)}{40 + 35 + 60} = 43.7 \text{ МВт},$$

$$Q'_A = \frac{Q_2(L_3) + Q_1(L_3 + L_2)}{L_1 + L_2 + L_3}, \quad (1.19)$$

$$Q'_A = \frac{19.7(60) + 22{,}7(60 + 35)}{40 + 35 + 60} = 36.42 \text{ МВт},$$

$$S_A = P_A + Q_A = 31.3 + j17.67 \text{ МВА},$$

$$S'_A = P'_A + Q'_A = 43.7 + j24.73 \text{ МВА},$$

$$P_A + P'_A = 31.3 + 43.7 = 75 \text{ МВт},$$

$$P_1 + P_2 = 40 + 35 = 75\text{МВт},$$

75=75 МВт,

$$Q_A + Q'_A = 17.67 + 24.73 = 42.4 \text{ МВар},$$

$$Q_1 + Q_2 = 22.7 + 19.7 = 42.4 \text{ МВар},$$

42.4=42.4 МВар,

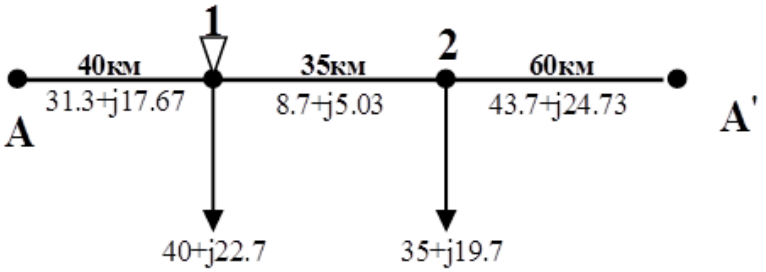
$$S_{23} = S'_A - S_3,$$

$$\mathrm{S}_{23} = 43.7 + \mathrm{j}24.73 - 35 - \mathrm{j}19.7 = 8.7 + \mathrm{j}5.03,$$

$$S_{\text{тол}} = S_A + S'_A,$$

$$S_{\text{тол}} = 31.3 + j17.67 + 43.7 + j24.73 = 75 + j42.4.$$

Электр беріліс желісіндегі әр бөліктегі қуаттың таралуын анықтап, кеңейтілген 1.6-суреттегі сұлбаға енгіздім.



1.6 – сурет – Электр беріліс желісінің схемасы

1.2 Тұйықталған желінің қималарын есептеу және таңдау

Желінің әрбір учаскесі бойынша токтарды анықтаймыз, ол желінің қуаты мен кернеуі арақатынасы арқылы табылады:

$$I_{\text{ес}} = \frac{S_{\text{ном}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}}, \tag{1.20}$$

$$I_{02} = \frac{\sqrt{75^2 + 42.4^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 226.367A,$$

$$I_{01} = \frac{\sqrt{31.3^2 + 17.67^2}}{\sqrt{3} \cdot 110} = 188.876A,$$

$$I_{23} = \frac{\sqrt{43.7^2 + 24.73^2}}{\sqrt{3} \cdot 110} = 263.858A,$$

$$I_{12} = \frac{\sqrt{8.7 + 5.03^2}}{\sqrt{3} \cdot 110} = 52.8A.$$

Сымның қимасы ток тығыздығына байланысты есептеледі. Сымның қимасының экономикалық шарты:

$$S_{\text{эк}} = \frac{I}{j_{\text{эк}}}, \tag{21}$$

мұндағы $j_{эк}$ –ток тығыздығы

$j_{эк}$=1,5 А/мм^2

$$S_{эк03} = \frac{226.367}{1.5} = 151 \text{ мм}^2,$$

Осыған сәйкес таңдалған қима АС-185/29

Апаттық режимдегі тогы $I_{доп} = 510A$

$$S_{эк01} = \frac{188.876}{1.5} = 126 \text{ мм}^2,$$

Осыған сәйкес таңдалған қима АС-150/19

Апаттық режимдегі тогы $I_{доп} = 450A$

$$S_{эк23} = \frac{263.858}{1.5} = 176 \text{ мм}^2,$$

Осыған сәйкес таңдалған қима АС-185/29

Апаттық режимдегі тогы $I_{доп} = 510A$

$$S_{эк12} = \frac{82.92}{1.5} = 35 \text{ мм}^2,$$

Осыған сәйкес таңдалған қима АС-35/6.2

Апаттық режимдегі тогы $I_{доп} = 172A$

Кернеуі 110 кВ біртізбекті әуе беріліс желісінің салыстырмалы параметрлерін анықтаймыз.

Меншікті активті кедергі, Ом/км

$$r_0 = \frac{\rho}{S},$$

Сымның радиусы, мм

$$r_{сым} = \frac{D_{сым}}{2},$$

Меншікті реактивті кедергі, Ом/км

$$x_0 = 0.144 \cdot lg\left(\frac{D_{орт}}{r_{сым}}\right) + 0.0157,$$

Меншікті реактивті өткізгіштік, См/км

$$b = \frac{7.58 \cdot 10^{-6}}{lg\left(\frac{D_{орт}}{r_{сым}}\right)},$$

Сымдарның арасындағы орташа геометриялық арақашықтық мынаған тең

$$D_{орт} = \sqrt[3]{D_{1-2} \cdot D_{2-3} \cdot D_{1-3}},$$

Тұйықталған желінің кедергілерін келесі формулалар арқылы есептеледі. Желінің активті кедергісін келесі формула арқылы есептеледі

$$R_i = r_0 \cdot l$$

Желінің реактивті кедергісін келесі формула арқылы есептеледі

$$X_i = r_0 \cdot l$$

Желінің реактивті өткігіштігін келесідей есептеледі

$$B_i = b_0 \cdot l$$

Желінің соңындағы зарядтық қуатты келесі формуламен есептеледі

$$Q_{ci}^k = \frac{1}{2} \cdot U_{ном}^2 \cdot B_i$$

$$r_{01} = \frac{\rho}{S} = \frac{31.52}{185} = 0.17\,\frac{Ом}{км},$$

$$r_{сым} = \frac{D_{сым}}{2} = \frac{1.88}{2} = 0.94\text{ см},$$

$$R_i = r_0 \cdot l = 0.17 \cdot 160 = 27.2\text{ Ом},$$

$$D_{орт} = \sqrt[3]{D_{1-2} \cdot D_{2-3} \cdot D_{1-3}} = \sqrt[3]{6.4 \cdot 6.4 \cdot 6.4} = 640\text{ см},$$

$$x_{01} = 0.144 \cdot \lg\left(\frac{D_{орт}}{r_{сым}}\right) + 0.0157 = 0.144 \cdot \lg\left(\frac{640}{0.94}\right) + 0.0157 = 0{,}423\text{Ом/км},$$

$$X_{01} = r_0 \cdot l = 0.423 \cdot 160 = 67.68\text{ м},$$

$$b_{01} = \frac{7.58 \cdot 10^{-6}}{lg\left(\frac{D_{орт}}{r_{сым}}\right)} = \frac{7.58 \cdot 10^{-6}}{lg\left(\frac{640}{0.94}\right)} = 2.67 \cdot 10^{-6}\,\frac{См}{км},$$

$$B_{01} = b_0 \cdot l = 2.67 \cdot 10^{-6} \cdot 160 = 4.27 \cdot 10^{-4}\text{ См},$$

$$Q_{ci}^{k} = \frac{1}{2} \cdot U_{\text{ном}}^{2} \cdot B_i = \frac{1}{2} \cdot 220^2 \cdot 4.27 \cdot 10^{-4} = 10.33 \text{ МВар.}$$

б)

$$r_{02} = \frac{31.52}{150} = 0.21 \frac{\text{Ом}}{\text{км}},$$

$$r_{\text{сым}} = \frac{1.68}{2} = 0.84 \text{ см},$$

$$R_{02} = 0.21 \cdot 40 = 8.4 \text{ Ом},$$

$$\text{D}_{\text{орт}} = \sqrt[3]{\text{D}_{1-2} \cdot \text{D}_{2-3} \cdot \text{D}_{1-3}} = \sqrt[3]{4 \cdot 4 \cdot 4} = 400\text{см},$$

$$x_{02} = 0.144 \cdot lg\left(\frac{D_{\text{орт}}}{r_{\text{сым}}}\right) + 0.0157 = 0.144 \cdot lg\left(\frac{400}{0.84}\right) + 0.0157 = 0.401 \frac{\text{Ом}}{\text{км}},$$

$$X_{02} = 0.401 \cdot 40 = 16.04 \text{ Ом},$$

$$b_{02} = \frac{7.58 \cdot 10^{-6}}{lg\left(\frac{D_{\text{орт}}}{r_{\text{сым}}}\right)} = \frac{7.58 \cdot 10^{-6}}{lg\left(\frac{400}{0.84}\right)} = 2.83 \cdot 10^{-6},$$

$$B_{02} = 2.83 \cdot 10^{-6} \cdot 40 = 1.13 \cdot 10^{-4},$$

$$Q_{ci}^{k} = \frac{1}{2} \cdot U_{\text{ном}}^{2} \cdot B_i = \frac{1}{2} \cdot 110^2 \cdot 1.13 \cdot 10^{-4} = 0.68\text{МВар.}$$

с)

$$r_{03} = \frac{31.52}{185} = 0.17 \frac{\text{Ом}}{\text{км}},$$

$$r_{\text{сым}} = \frac{1.88}{2} = 0.94 \text{ см},$$

$$R_{03} = 0.17 \cdot 60 = 10.2 \text{ Ом},$$

$$\text{D}_{\text{орт}} = \sqrt[3]{\text{D}_{1-2} \cdot \text{D}_{2-3} \cdot \text{D}_{1-3}} = \sqrt[3]{4 \cdot 4 \cdot 4} = 400\text{см},$$

$$x_{03} = 0.144 \cdot lg\left(\frac{D_{\text{орт}}}{r_{\text{сым}}}\right) + 0.0157 = 0.144 \cdot lg\left(\frac{400}{0.94}\right) + 0.0157 = 0.394 \frac{\text{Ом}}{\text{км}},$$

$$X_{03} = 0.394 \cdot 60 = 23.64 \text{ Ом},$$

$$b_{03} = \frac{7.58 \cdot 10^{-6}}{lg\left(\frac{D_{орт}}{r_{сым}}\right)} = \frac{7.58 \cdot 10^{-6}}{lg\left(\frac{400}{0.94}\right)} = 2.88 \cdot 10^{-6},$$

$$B_{03} = 2.88 \cdot 10^{-6} \cdot 60 = 1.73 \cdot 10^{-4},$$

$$Q_{ci}^{k} = \frac{1}{2} \cdot U_{ном}^{2} \cdot B_i = \frac{1}{2} \cdot 110^2 \cdot 1.73 \cdot 10^{-4} = 1.05\text{МВар}.$$

d)

$$r_{04} = \frac{31.52}{35} = 0.9\,\frac{\text{Ом}}{\text{км}},$$

$$r_{сым} = \frac{0.84}{2} = 0.42\text{ см},$$

$$R_{04} = 0.9 \cdot 35 = 31.5\text{ Ом},$$

$$\mathrm{D}_{орт} = \sqrt[3]{\mathrm{D}_{1-2} \cdot \mathrm{D}_{2-3} \cdot \mathrm{D}_{1-3}} = \sqrt[3]{4 \cdot 4 \cdot 4} = 400\text{см},$$

$$x_{04} = 0.144 \cdot lg\left(\frac{D_{орт}}{r_{сым}}\right) + 0.0157 = 0.144 \cdot lg\left(\frac{400}{0.42}\right) + 0.0157 = 0.445\,\frac{\text{Ом}}{\text{км}},$$

$$X_{04} = 0.445 \cdot 35 = 35{,}12\text{ Ом},$$

$$b_{04} = \frac{7.58 \cdot 10^{-6}}{lg\left(\frac{D_{орт}}{r_{сым}}\right)} = \frac{7.58 \cdot 10^{-6}}{lg\left(\frac{400}{0.42}\right)} = 2.54 \cdot 10^{-6},$$

$$B_{04} = 2.54 \cdot 10^{-6} \cdot 35 = 0.889 \cdot 10^{-4},$$

$$Q_{ci}^{k} = \frac{1}{2} \cdot U_{ном}^{2} \cdot B_i = \frac{1}{2} \cdot 110^2 \cdot 0.889 \cdot 10^{-4} = 0.57\text{МВар}.$$

1.2.1 Тұйықталған жүйеде максималды жүктеме кезіндегі алмастыру сұлбасы және шығындарын есептеу

А-1 аймақ үшін есептеулер келесідей жүргізіледі және мәндері 1.7-суретке енгізіледі.

$$\mathrm{S}_{\mathrm{A}-1}^{\mathrm{k}} = \mathrm{S}_{\mathrm{A}-1} - \mathrm{Q}_{\mathrm{A}-1} = 31.3 + \mathrm{j}17.67 - 0.687\mathrm{j} = 31.3 + \mathrm{j}16.983,$$

$$\Delta\mathrm{S}_{\mathrm{A}-1} = \frac{31.3^2 + 16.983^2}{110^2} \cdot (8.4 + 16.04\mathrm{j}) = 0.882 + \mathrm{j}1.684,$$

$$S''_{A-1} = S^{k}_{A-1} + \Delta S_{A-1} = (31.3 + 0.882) + j(16.983 + 1.684) = 32.182 + j18.667.$$

1-2 аймақ үшін есептеулер келесідей жүргізіледі және мәндері 1.7-суретке енгізіледі.

$$S^{k}_{1-2} = S_{1-2} - Q_{1-2} = 8.7 + j5.03 - 0.57j = 8.7 + j4.46,$$

$$\Delta S_{1-2} = \frac{14{,}29^2 + 7{,}23^2}{110^2} \cdot (5 + 19{,}5j) = 0.25 + j0.123,$$

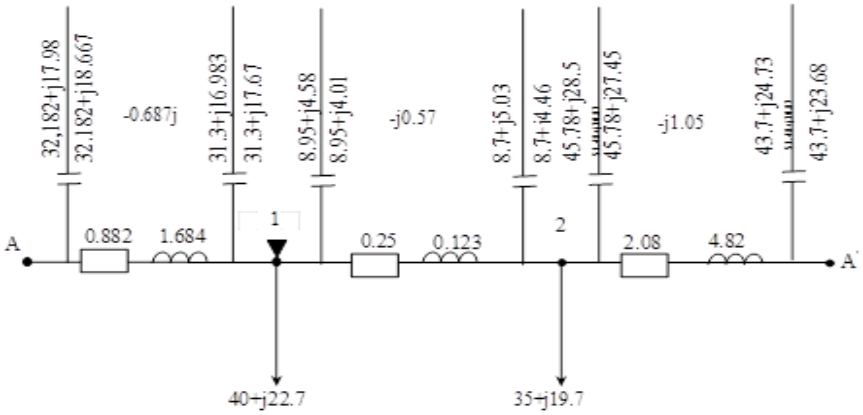
$$S''_{1-2} = S^{k}_{1-2} + \Delta S_{1-2} = (8.7 + 0.25) + j(4.46 + 0.123) = 8.95 + j4.58.$$

2-А’ аймақ үшін есептеулер келесідей жүргізіледі және мәндері 1.7-суретке енгізіледі.

$$S^{k}_{2\,A'} = S_{2A'} - Q_{2A'} = 43.7 + j24.73 - 1.05j = 43.7 + j23.68,$$

$$\Delta S_{2A'} = \frac{43.7^2 + 23.68^2}{110^2} \cdot (10.2 + 23.64j) = 2.08 + j4.82,$$

$$S''_{2A'} = S^{k}_{2A'} + \Delta S_{2A'} = (43.7 + 2.08) + j(23.68 + 4.82) = 45.78 + j28.5.$$



1.7 – сурет – Электр беріліс желісінің максималды жүктеме кезіндегі алмастыру схемасы

1.3 Желідегі қысқа тұйықталу тогын табу және параметрлеріне сәйкес аппараттар таңдау

Салыстырмалы бірлікте базистік қуат

$$S_б = 100 \text{ МВА},$$

Базистік кернеу

$$U_{баз1} = 220 кВ,$$

$$U_{баз1} = 110кВ,$$
$$U_{баз1} = 10{,}5кВ,$$

1.5–кесте–АТДЦТН–250000/500/110 типті трансформаторының паспорттық берілгені

Трансформатор Типі	$S_{ном}$	Uном.орам, кВ			Uк, %			Рк.т кВт	Рб.ж кВт	I,%
		$U_{вн}$, кВ	$U_{сн}$, кВ	$U_{нн}$,кВ	Жк-Ок	Жк-Тк	Ок-Тк			
АТДТНГ-125000/220/110	125000	220	121	10,5	11	31	19	235	80	0.5

Генератордың кедергісі:

$$x_г = x_d'' \cdot \frac{S_б}{S_{нг}}, \tag{1.31}$$

мұндағы $x_г$– генератор кедергісі

x_d'' – аса өтпелі индуктивті кедергі

$S_{нг}$ – генераторың номиналды қуаты, МВА

$S_б$ – базистік қуат, МВА

(1.31) формулаға сәйкес

$$x_г = x_d'' \cdot \frac{S_б}{S_{нг}} = 0.3 \cdot \frac{100}{125} = 0.24.$$

Желілердің кедергілері:

$$x_л = x_0 l \cdot \frac{S_б}{U_б^2}, \tag{1.32}$$

$$x_л = x_0 l \cdot \frac{S_б}{U_б^2} = 0.4 \cdot 160 \cdot \frac{100}{220^2} = 0.13.$$

Трансформатордың кедергілері:

$$x_{тр*} = \frac{U_{кз}}{100} \cdot \frac{S_б}{S_{нт}}, \tag{1.33}$$

мұндағы $x_{тр*}$ – трансформаторлардың кедергілері

$U_{кз}$ – трансформатордың қысқа тұйықталу кернеуі

$S_{нт}$ – трансформатордың қуаты

Әр орамның қысқа тұйықталу кернеулері анықталады

$$U_{k1} = 0.5 \cdot \left(U_{(жк-ок)} + U_{(жк-тк)}\right) - U_{(ок-тк)},$$
$$U_{k2} = 0.5 \cdot \left(U_{(ок-тк)} + U_{(жк-ок)}\right) - U_{(жк-тк)}, \tag{1.34}$$

$$U_{k3} = 0.5 \cdot \left(U_{(жк-тк)} + U_{(ок-тк)}\right) - U_{(жк-ок)},$$

$$U_{k1} = 0.5 \cdot \left(U_{(жк-ок)} + U_{(жк-тк)}\right) - U_{(ок-тк)} = 0{,}5 \cdot (11 + 31 - 19) = 11.5\%,$$

$$U_{k2} = 0.5 \cdot \left(U_{(ок-тк)} + U_{(жк-ок)}\right) - U_{(жк-тк)} = 0{,}5 \cdot (19 + 11 - 31) = 0\%,$$

$$U_{k3} = 0.5 \cdot \left(U_{(жк-тк)} + U_{(ок-тк)}\right) - U_{(жк-ок)} = 0{,}5 \cdot (31 + 19 - 11) = 19.5\%.$$

(1.33) формулаға сәйкес трансформатор кедергілерін табамыз

$$x_{т.ж} = \frac{11{,}5}{100} \cdot \frac{100}{125} = 0{,}092,$$

$$x_{т.о} = 0,$$

$$x_{т.т} = \frac{19{,}5}{100} \cdot \frac{100}{125} = 0{,}156.$$

Қысқа тұйықталу нүктесіне дейінгі нәтижелік кедергі

$$x_1 = x_г = 0{,}24, \tag{1.35}$$

$$x_{кос2} = x_г + x_л + x_{тж} + x_{т0} = 0{,}24 + 0{,}13 + 0{,}092 + 0 = 0{,}462,$$

$$x_{кос3} = x_г + x_л + x_{тж} + x_{тт}, \tag{1.36}$$

$$x_2 = x_г = 0{,}24 + 0{,}13 + 0{,}092 + 0{,}156 = 0{,}618.$$

Нүктелердегі базистік тоқты табу

$$I_{б1} = \frac{S_б}{\sqrt{3} \cdot U_б}, \tag{1.37}$$

$$I_{б1} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 220} = 0.25 \text{ кА},$$

$$I_{б2} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 110} = 0.52 \text{ кА},$$

$$I_{б3} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10{,}5} = 5{,}5 \text{ кА},$$

К нүктелерінің қысқа тұйықталу токтары

$$I_{кз} = \frac{I_б}{x_1}, \tag{1.38}$$

$$\mathrm{I}_{\text{к}-1} = \frac{0{,}25}{0{,}24} = 1{,}04 \text{ кА},$$
$$\mathrm{I}_{\text{к}-2} = \frac{0{,}52}{0{,}462} = 2{,}16 \text{ кА},$$
$$\mathrm{I}_{\text{к}-3} = \frac{5{,}5}{0{,}618} = 8{,}9 \text{ кА}.$$

Қысқа тұйықталу тогынан пайда болатын соққы токтар:

$$\mathrm{i}_{y.t=0} = \mathrm{k}_{\text{уд}} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k.з.t=0}, \tag{1.39}$$

$$\mathrm{i}_{y.t=0} = \mathrm{k}_{\text{уд}} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k.з.t=0} = 1.78 \cdot \sqrt{2} \cdot 1.04 = 2.6 \text{ кА},$$

$$\mathrm{i}_{y.t=\infty} = \mathrm{k}_{\text{уд}} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k.з.t=0} = 1.78 \cdot \sqrt{2} \cdot 2.16 = 5.4 \text{ кА},$$

$$\mathrm{i}_{y.t=\infty} = \mathrm{k}_{\text{уд}} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k.з.t=0} = 1.78 \cdot \sqrt{2} \cdot 8.9 = 22.35 \text{ кА}.$$

Трансформатордың жоғарғы және төменгі орамдарындағы есептік токтары

$$I_{\text{расч}} = \frac{12500}{\sqrt{3} \cdot 220} = 314 \text{ А},$$
$$I_{\text{расч}} = \frac{12500}{\sqrt{3} \cdot 110} = 656{,}8 \text{ А},$$
$$I_{\text{расч}} = \frac{12500}{\sqrt{3} \cdot 10{,}5} = 2722{,}5 \text{ А}.$$

1.3.1 Есептелген параметрлер бойынша электр аппараттарын таңдау

Барлық электр аппараттары номинал кернеуі, номинал тогы бойынша таңдалады және электродинамикалық және термиялық тұрақтылыққа тексеріледі.

Кернеуі бойынша таңдағанда келесі шарт орындалуы керек:

$$U_{\text{ж}} \leq U_{\text{н}} \tag{1.40}$$

Ток бойынша дұрыс аппаратты таңдау қалыпты режимде ұзақ жұмыс кезінде аппарат бөліктерінің қауіпті қызуларына жол бермейді. Сол үшін келесі шарт орындалуы керек:

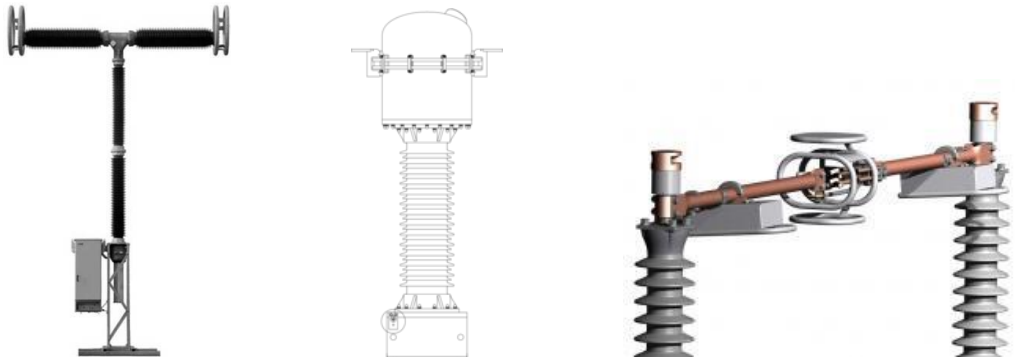
$$I_{\text{есеп}} \leq I_{\text{н}} \tag{41}$$

10,5кВ,110кВ және 220 кВ үшін таңдалған аспаптар мәндерін 1.6 – кестеге,

1.7-кестеге, 1.8- кестеге енгіземін.

1.6 – кесте – 220 кВ үшін таңдалған аспаптар

Таңдау шарты	Есептелген мәндер	Ажыратқыш HPL245B1	Айырғыш РН-СЭЩ220	Ток трансф-торы ТОГФ-220/(УХЛ1)
$U_{ж} \leq U_{н}$, кВ	220	220	220	220
$I_{есеп} \leq I_{н}, A$	314	4000	1250	800
$I_{кз} \leq I_{откл}$, кA	1,04	63	31,5	31,5
$i_{у} \leq к_{д} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{н}$, к$A$	2,6	63(3)	80	102



а) *б)* *в)*

1.8 – сурет – 220 кВ үшін таңдалған аспаптардың сұлбасы а) ажыратқыш HPL245B1 б) айырғыш РН-СЭЩ220 в) тоқ трансформаторы ТОГФ-220/(УХЛ1)

1.7 – кесте – 110 кВ үшін таңдалған аспаптар

Таңдау шарты	Есептелген	Ажыратқыш HGF1012	Айырғыш РГ-110/1000 (УХЛ1)	Ток трансф-торы ТРГ-УЭТМ-110
$U_{ж} \leq U_{н}$, кВ	110	110	110	110
$I_{есеп} \leq I_{н}, A$	658,8	2500	1000	3000
$I_{кз} \leq I_{откл}$, кA	2,16	31,5	31,5	40
$i_{у} \leq к_{д} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{н}$, к$A$	5,4	80	80	102

а) б) в)

1.9 – сурет – 110 кВ үшін таңдалған аспаптардың сұлбасы а) ажыратқыш HGF1012 б) айырғыш РГ-110/1000 (УХЛ1) в) тоқ трансформаторы ТРГ-УЭТМ-110

1.8 – кесте – 10,5 кВ үшін таңдалған аспаптар

Таңдау шарты	Есеп-ген мәндер	Ажыратқыш HVX-10	Айырғыш РЛНД10(УХЛ)	Ток трансф-ры ТШВ 15У3
$U_{ж} \leq U_{н}$, кВ	10,5	10.5	10,5	10,5
$I_{есеп} \leq I_{н}, A$	2722,5	1600	1250	1200
$I_{кз} \leq I_{откл}$, кA	8,9	40	25	90
$i_{у} \leq к_{д} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{н}$, к$A$	22,35	400	120	81

а) б) в)

1.10 – сурет – 10,5 кВ үшін таңдалған аспаптардың сұлбасы а) ажыратқыш HVX-10 , б) айырғыш РЛНД-10 (УХЛ1), в) тоқ трансформаторы ТШВ 15У3

Кернеу трансформаторын таңдау. Бұл аспаптар өз шарттарына байланысты таңдалады және сақтау және қорғау аспаптарынының қорек көзі ретінде электротехникада маңызды орынға ие аспаптарға жатады. 10,5кВ, 110кВ және 500 кВ үшін таңдалған аспаптар мәндерін 1.9 – кестеге енгіземін.

1.9 – кесте – Кернеу трансформаторларының таңдалуы

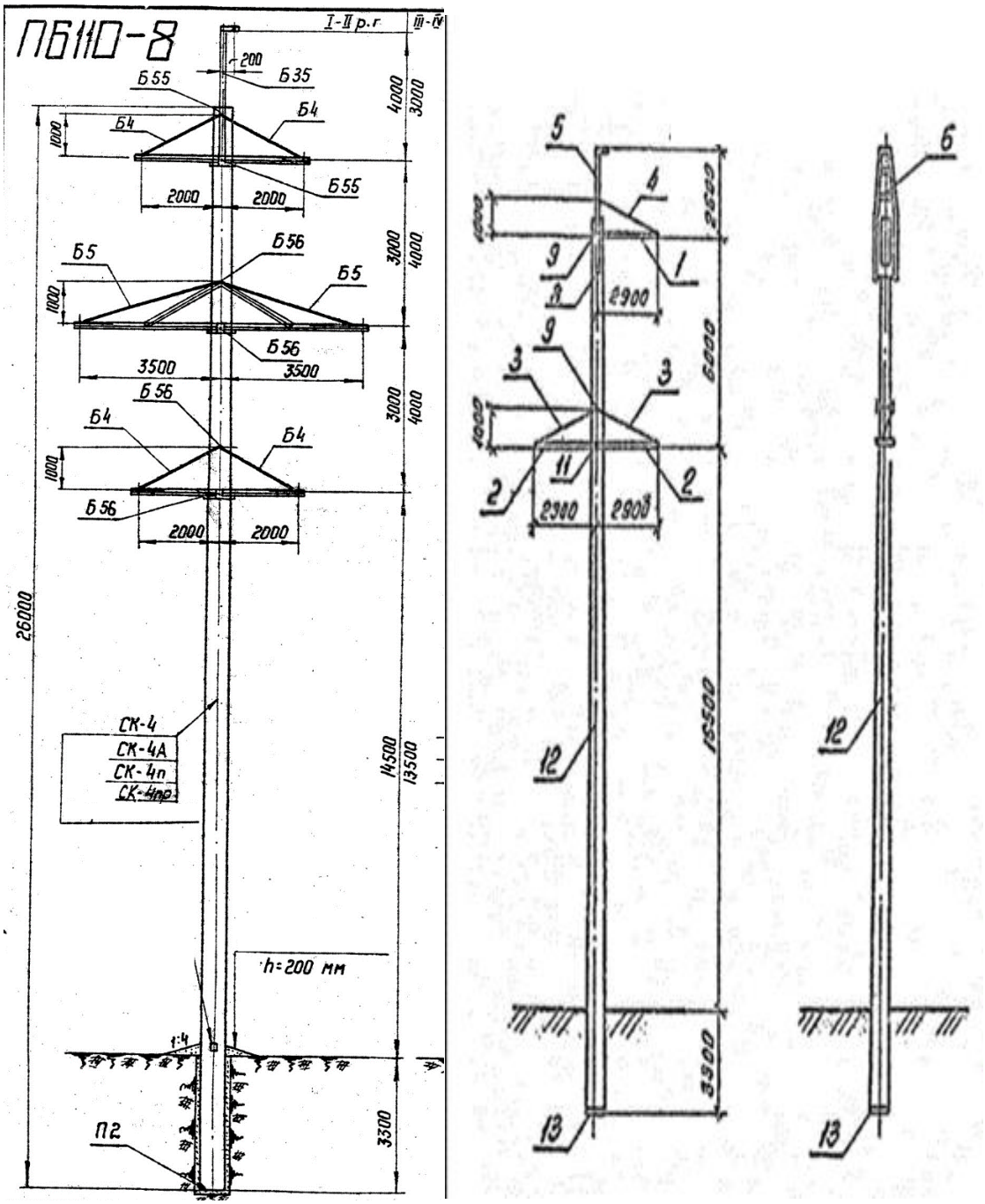
Типі	U,кВ	Орамдардағы кернеу, кВ бір-лік	Ном-ды қуат,ВА 0,5 класс	Шектелген қуат,ВА
НКФ-220ІІУ1	220	$220\sqrt{3}$	400	2000
НКФ-110ІІІТ1	110	$110\sqrt{3}$	400	2000
НОМ-10-У3	10	10000	75	630

1.3.2 Әуе электір беріліс желісі ушін тірек материалын таңдау

Есептелетін әуе электр беріліс желісінің номиналды кернеуі 110 және 220 кВ болғандықтан, техника – экономикалық көрсеткіш бойынша ең тиімді электр желісі үшін темірбетонды тіректер қолданылады.Көп шығынды қажет етпейді.Құруға кететін жұмыс шығыны,басқа тіректерге қарағанда бірнеше есе төмен.Темірбетонды тіректерде созылу кезінде негізгі күш болат арматураға, сығылу кезінде-бетонға түседі. Болаттың және бетонның температуралық созылу коэффициенті шамамен бірдей болады, темірбетонда температура өзгерісі кезінде ішкі кернеулердің пайда болуын жояды.Темірбетонның артықшылығы металл бөлігін коррозиядан берік қорғау болса, кемшілігі жарықтардың пайда болуы. Таңдаған тірек мәндерін 1.10-кестеде көрсетілген.

1.10 – кесте – Тіректің таңдалуы

U,кВ	Тіректің маркасы	Тірек саны	Тірек шифры	Тірек ұзындығы
110	ПБ-110-8	1	СК26.1-6.1	24.5
220	ПБ-220-1	2	СК26.1-2.1	24.5



1.11 – сурет – ПБ110-8 және ПБ220-1 маркалы темірбетонды тіректердің схемасы

1-ШІ БӨЛІМ БОЙЫНША ҚОРЫТЫНДЫ

Осы дипломдық жұмыста кернеуі 220кВ қосалқы станцияның тұтынушыларын қоректендіруші электр торабын жобаланды. Бұл жобаның бірінші бөлімінде,4 қосалқы станцияларының берілген мәндері бойынша электрлік есебін жүргізілді. Осы қосалқы станциялардағы электр беріліс желісінің номинал кернеуі таңдалды. Қуаттарына байланысты трансформатор таңдалды.Электр беріліс желілеріне тіректер, қорғаныс аппараттар таңдалды.

Жобалау кезінде қосалқы станция трансформаторларының типін және қуатын таңдалып, олардың қуат шығындарын есептелді.Әр қосалқы станциясы үшін таңдалған трансформаторлар 1-ші қосалқы станция үшін таңдалған трансформатор типі ТРТН-40000/110, 2-ші қосалқы станция үшін таңдалған трансформаторлар типі ТДТНЖ-40000/110, 3-ші қосалқы станция үшін таңдалған трансформатор типі ТРДН-25000/110 бас таратушы қосалқы станциясы үшін таңдалған трансформатор типі АТДТНГ/125000/220/110. Сымдардың параметрлерін таңдау алдында сымның қимасы таңдалып, сол аймақтың токтарына байланысты алынады.

Сонымен қатар желінің кернеу шығындарын, желінің технико-экономикалық тиімділігі есептелінді. Ең соңында сымдардың механикалық есептеулері жүргізілді. Есептелген параметрлер бойынша электр аппараттары таңдалды, соның бірі 220кВ-қа таңдалған айырғыш РН-СЭЩ220 типті, 110кВ үшін таңдалған РГ-110/1000УХЛ1 типті және 10,5 кВ үшін таңдалған LBSkit типті айырғыштар. Ажыратқыштар 220 кВ үшін HPL245B1 типті, 110 кВ үшін HGF1012 типті және 10,5 кВ үшін HVX-10 типті ажыратқыштар таңдалды. Ток пен кернеу трансформаторлары таңдалды, олар 220кВ үшін ТОГФ-220 УХЛ1,110кВ үшін ТРГ-УЭТМ-110 және 10,5 кВ үшін ТШВ15У3 ток трансформаторлары таңдалды. Ал кернеу трансформаторларына таңдалған 220кВ үшін НКФ-220ІІУ1, 110кВ үшін НКФ-110 ІІІТ1, 10,5кВ НОМ-10-У3 типтері таңдалды.Тіректерді номинал кернеуі бойынша таңдалды, 110кВ үшін ПБ-110-6 маркалы және 220кВ үшін ПБ-220-1 маркалы тірек таңдалды.

2 Әрекет принциптері және алдын алу автоматикасының түрлері режим параметрлерінің жарамсыз өзгерістері

Кернеу мен жиіліктің төмендеуі авариялық режимге тән, ал олардың жоғарылауы — реактивті қуаттың қуатты генераторлары болып табылатын жоғары және аса жоғары кернеулердің магистральды электр беру желілерінің берілетін активті қуатымен жүктемені азайту және генерацияланатын активті қуаттың артық пайда болуына әсер етеді. Апаттық режимдегі кернеудің төмендеуін шектеу автоматикасы кернеу немесе жиілік көшкінінің салдарынан жалпы жүйелік авариянның даму ықтималдығын айтарлықтай азайтады, ал олардың жоғарылауын шектеу автоматикасы оқшаулаудың электрлік үзілуі және бу турбиналарының істен шығуы нәтижесінде қысқа тұйықталудың туындау ықтималдығын төмендетеді.

Белгілі болғандай кернеу синхронды генераторлармен (компенсаторлар режимінде гидрогенераторлармен) реактивті қуатты генерациялаумен немесе тұтынумен, реверсивті қозуы бар синхронды компенсаторлармен, реакторлық-конденсаторлық үздіксіз және дискретті басқару көздерімен, әсіресе тиристорлы түрлендіргіштермен және ажыратқыштармен - толық қосылатын және ажыратылатын конденсаторлық бөлігі бар аса жоғары кернеуді электр беру желілерінің статикалық тиристорлы компенсаторларымен (СТК), желілердің соңына орнатылатын көлденең компенсация реакторларын қосу және ажырату арқылы сақталады. Кернеуді арттыру немесе кернеуді төмендету кезінде реактивті қуатты тұтыну кезінде генерациялау режимінің дискреттік өзгеруі релелік әрекеттің тиісті автоматты құрылғыларымен жүргізіледі. СТК конденсаторлық бөлігін аварияға қарсы қосу және ажыратудың автоматты құрылғылары басқару автоматикасының дискретті бөлігінің құрамына кіреді. Көлденең компенсация реакторларын қосу және ажырату тиісті автоматты құрылғымен жүргізіледі.

Нақты уақытта келетін және пайдаланылатын электр энергетикалық жүйелердің жай-күйі туралы жұмыс ақпаратына сәйкес авариялық режимдерде қолданылатын аварияға қарсы автоматиканың негізгі түрлері:

кернеудің төмендеуін (КТША) және жоғарылауын шектеу автоматикасы (КЖША) ;

жиіліктің төмендеуін шектеу автоматикасы (ЖТША), әсіресе жиіліктік түсіру автоматикасы (ЖТА);

жиіліктің жоғарылауын шектеу автоматикасы (ЖЖША).

Қарастырылып отырған түрлерге жеке синхронды генераторларды электр станциясының шиналарынан (ЭС) ажырататын және оларды авариялық және қалыпты режимдерді қалпына келтіру жағдайларында ЭС жабдықтау үшін ғана бөлетін жылу электр станцияларының автоматикасы да жатады.

Кернеуді төмендету фактісі бойынша әрекет ететін жергілікті автоматикада келесі үш деңгейді іске асыру орынды:

- бірінші деңгей - кернеуді рұқсат етілген мәннен төмен төмендету кезінде реактивті қуат резервін автоматты түрде енгізу;

- екінші деңгей - кернеу режимі қалыпқа келтірілгенде жүктемені келесі автоматты түрде қосу арқылы өшіру;

үшінші деңгей - бірінші және екінші деңгейдегі автоматтардың әрекеті тиімсіз болғанда және кернеу көшкіні қауіп төндіретін кернеудің терең төмендеуі кезінде станцияларда бөлу автоматикасын іске қосу

2.1 Кернеу өзгерісін шектеу автоматикасы

Әдетте кернеудің төмендеуі мен жоғарылауы кезінде әрекет ететін автоматика шағын және максималды кернеудің қарапайым сатылы релелік-контактілі құрылғыларымен іске асырылады. Қысқа тұйықталудан туындаған кернеудің төмендеуі кезінде әрекет ететін синхронды машиналардың релелік қоздыру форсировкасының бір сатылы автоматты құрылғысы осыған тән болып табылады.

Әдетте кернеудің жоғарылауын шектеудің екі сатылы автоматикасы (КЖША) компенсациялық реакторларды қосады және реактивті қуатты генерациялаумен және резонанстық құбылыстармен шартталған кернеудің жол берілмейтін жоғарылауы кезінде желіні ажыратады.

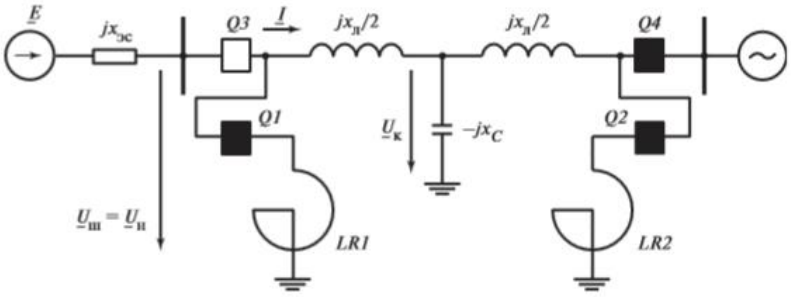
Автоматика ең алдымен бір жағынан ажыратылған желі кезінде, мысалы Q4 ажыратқышымен немесе оны қосу кезінде, яғни желінің бос жүрісінде әрекет етеді (2.1-сурет). Бұл ретте резонансқа жақын жағдайларда ЭС немесе ҚС шиналарындағы $U_н$ және $U_с$ желінің ажыратылған шетінде кернеулер тиісінше 1,5 және 2,0 есе номиналдыдан асуы мүмкін. Мысалы, үлестік сыйымдылық өткізгіштігі $b_с$ = 3,7 * 10 $^{-6}$ 1/(Ом * км) (сыйымдылығы 0,5 мкФ) кезінде кернеуі 500 кВ және ұзындығы 500 км желі және кедергісі $x_с$ = 0,6 * 10^3 Ом реактивті қуатты қарымталайды $Q_л$ = 250 Мвар.

Шиналардағы және желінің соңындағы кернеулер (сурет. 2.1.)

$$U_ш = |Ij\left(\frac{x_л}{2}\right) - x_c)| = |E| = \frac{x_c - \frac{x_л}{2}}{x_c - \left(x_{эс} + \frac{x_л}{2}\right)} > E; \qquad (2.1)$$

$$U_с = |I(-jx_c)| = |E| = \frac{x_c}{x_c - \left(x_{эс} + \frac{x_л}{2}\right)} > U_ш.$$

$x_{эс} + x_л$ = 150 Ом кезінде (2.1) формулаларға сәйкес кернеудің мәндері тиісінше ЭҚК Е 1,4 және 1,7 еседен асады.



2.1 – сурет - Компенсациялау реакторлары бар электр беру схемасы

Сонымен қатар, кернеудің жоғарылауы тиісінше 1,25 және 2,0 жиілігі кезінде 20-дан 0,1 с дейінгі шектердің деңгейі мен ұзақтығы бойынша қатаң шектеледі.

Электр берілісінің сыйымдылық өткізгіштігін азайтатын LR1, LR2 (Q1, Q2 ажыратқыштары) компенсациялайтын реакторларды жылдам әрекет ететін қосумен кернеуді төмендетуге қол жеткізіледі. Алайда, $U_ш$ шиналарындағы кернеу кезінде оларды қосуға (КЖША) әсерінің жеткіліксіз тиімділігі кезінде, уақыт төзімділігі бар автоматика бос жүрісте тұрған желіні (Q3 ажыратқышы) ажыратады.

2.2 Қарапайым кернеуді шектеу автоматты құрылғыларының өзгеруі

КТША тиімді құрылғысы ЭЭЖ қысқа тұйықталу кезінде синхронды генераторлардың қозуын релелік форсировкалау болып табылады.

Тұрақты токтың классикалық электр машиналық қоздырғышымен қоздыру форсировкасының типтік бір сатылы релелік-контактілі автоматты құрылғысы КМ тұйықталған контактімен шығатын контактор қоздыру форсировкасын LGE1 қоздырғышының өздігінен қоздыру орамасы тізбегінен Rсв резисторы жүргізеді. Бұл ретте G синхронды генератордың $U_к$ қозу кернеуі өзін-өзі қоздыру тізбегінің сызықтығынан жақындап, экспоненциалды техникалық мүмкін болатын шекті мәнге дейін артады. Сәйкесінше синхронды генератордың ЭҚК және электр станциялары мен қосалқы станциялардың шиналарындағы қалдық (ҚТ кезінде) кернеу жоғарылайды. Қысқа тұйықталудан кейін электр қозғалтқыштарды өздігінен іске қосу кезінде кернеуді қалпына келтіру жеделдетіледі. Контактор әдетте генератордың TV кернеудің бастапқы өлшеуіш трансформаторының әр түрлі фазааралық екінші кернеулеріне қосылған ең аз кернеудің екі өлшеуіш релесімен басқарылады. Логикалық көбейту схемасы арқылы контакторды басқаратын екі ең төменгі реле, кернеу трансформаторының бастапқы тізбектеріндегі сақтандырғыштардың бірінің балқымалы ендірмесі жанған кезде РФҚА артық әрекетін болдырмайды.

КТША-ның әрбір сатысы кернеудің әр түрлі бастапқы өлшеуіш трансформаторларына қосылған ($k_в$ = 1,03÷ 1,05) қайтару коэффициентінің бірлігіне жақын кернеудің екі ең төменгі релесінен тұрады. Көрсетілген қайтару

коэффициенті реленің іске қосылуының орнатылған кернеулеріне автоматты құрылғының өлшеуіш бөлігін шағын сатылы баптауды қамтамасыз етеді.

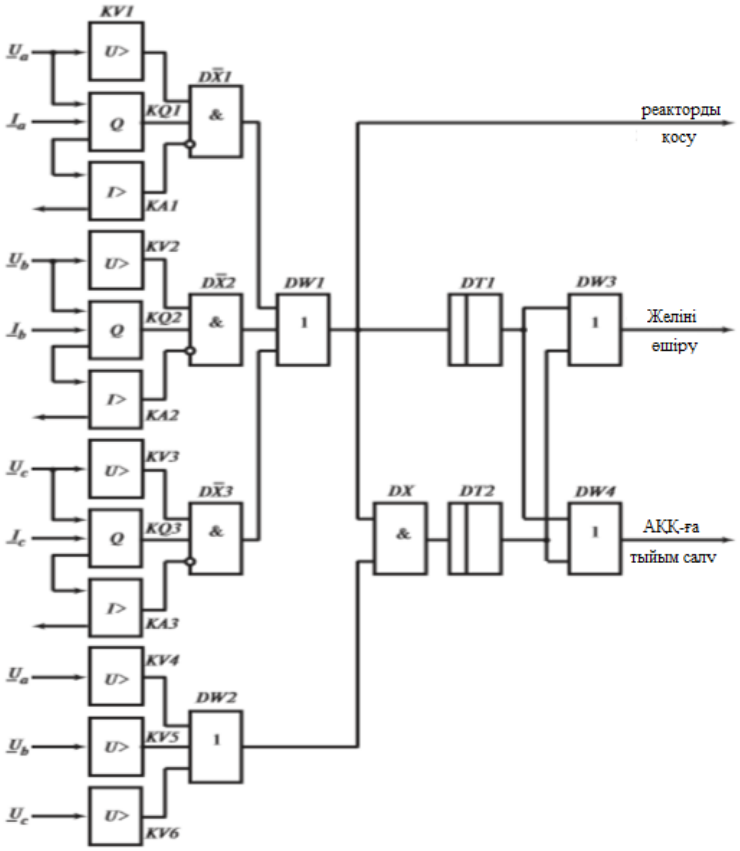
$$U_{\text{іқр}} = \frac{(0{,}75\,;\,0{,}8;\,0{,}85)U_{\text{н}}}{k_{\text{в}}} \qquad (2.2)$$

Логикалық бөлім релелік қорғаныстың (РҚ) автоматты құрылғыларының, қайта қосу автоматикасының (ҚҚА) немесе резервтік көздерді қосу автоматикасының (РКА) әрекет ету уақытынан бастап тоқтатылған бірінші сатының ең аз уақыт ұстанымымен уақыт релесінен тұрады, яғни ҚТ-ның пайда болу және ажырату процесінде кернеудің төмендеуі (нөлге дейін) кезінде кернеуді шектеу автоматикасы жүктемені ажыратпауы тиіс. КТША жүктемені ажырату автоматикасының кернеуді төмендетуге кейбір бейімделуін қамтамасыз етеді.

Электр беру желісінің LR шунттаушы реакторларын қосу және оны ажырату жолымен КЖША неғұрлым күрделі құрылғысын орындау мысалы (2.1-сурет) көрсетілген.

2.3 Қосу автоматикасының компенсациялау реакторлары және электр беру желілерін ажырату панелі

КЖША типтік панелі — LR1, LR2 реакторларын қосуға арналған ШП 2704 аварияға қарсы автоматика шкафы (2.1-сурет) және кернеудің жол берілмейтін жоғарылауы кезінде желіні ажырату өнеркәсіптік түрде шығарылады .



2.2–сурет – Кернеудің жоғарылауын шектеу автоматикасының функционалдық схемасы

Панельдің функционалдық схемасы (2.2-сурет) үш фазалы орындалған өлшеу (іске қосу) және сайлау органдарын қамтиды. Екі сатылы іске қосу органы жоғары қайтару коэффициентімен ($k_в \approx 0,95$) және әртүрлі орнатылған іске қосу кернеулерімен KV1—KV6 фазалық кернеулердің алты ең жоғары релесінен тұрады. Бірінші сатының KV1, KV2, KV3 максималды үш релесі ең аз ұзақ рұқсат етілген кернеуден $U_{ш1} = 1,1\ U_{ном}$, ал K4, K5, K6 релесі-белгілі бір уақыт рұқсат етілген кернеуден, мысалы $U_{ш2} = 1,5\ U_{ном}$ $t_2 = 1$ с желінің ажыратылу уақытын ұстап тұру кезінде қалпына келеді.

Бірінші саты Q1 ажыратқышы LR1 реакторын қосады (2.1-сурет), ал екінші саты Q3 ажыратқыштың желісін сөндіруге және АҚҚ тыйым салу үшін арналған (2.2-сурет). Желіні өшіру және $t_1 >> t_2$ уақытын ұстаумен бірінші сатылы қарастырылған,егер реакторды қосқаннан кейін $U_ш$ кернеуі KV1 , KV2, KV3 релесін қайтару кернеуіне дейін төмендемесе, ол үлкен болып қала береді ($U_ш > 1,1\ U_{ном}$).

Сайлау органы ЭС немесе ҚС шиналарынан қарама-қарсы жағынан ажыратылған желіні анықтау үшін қажет (2.1-сурет) әдетте бірнеше сызық кетеді. Ол үш фазалы кернеуге және үш фазалы токқа қосылған және желіден шиналарға дейінгі қуаттың бағыты кезінде іске қосылатын, яғни бір жақты қосылған сызықпен генерацияланатын KQ1, KQ2, KQ3 реактивті қуаты Q үш өлшеуіш реле (әрбір желі үшін) жиынтықтарынан тұрады (2.2-сурет). Іс-әрекеттің анықтығы үшін олардың іске қосылуының орнатылған реактивті қуаты

іске қосу органының бірінші сатысының іске қосылуының белгіленген кернеуіне сәйкес келетін кернеу кезінде қарама-қарсы ұшынан ажыратылған желілермен генерацияланатын қуаттан 1,5 есе аз таңдап алынады $U_{ш} = U_{у1}$, ал олардың іс — қимылдарының іріктелуі үшін - жүктеме режиміндегі, сондай - ақ желіден шиналарға бағытталған ең жоғары реактивті қуаттан 1,25 есе (мүмкіндігінше) кем емес.

Қосымша желідегі токты бақылау қарастырылған: жұмыс режимінің реактивті қуатынан KQ релесінің көрсетілген қосылуы мүмкін болмаған жағдайда, бір жақты қосылған желілермен генерацияланатын көрсетілген реактивті қуатпен шартталған токтан асатын, белгіленген іске қосу токтары бар KA1, KA2, KA3 фазалық токтардың максималды өлшеу релесі реакторды қосу автоматикасының әрекетіне және реактор желісін ажыратуға тыйым салынады. Бұл ретте активті қуат желісі бойынша ең жоғары берілетін жұмыс режимінде реактивті қуат релесінің дұрыс емес (артық) іске қосылу қаупі де ескеріледі.

Іске қосу және сайлау органдарының қажетті өзара іс-қимылы қамтамасыз етіледі: KV1, KV2, KV3 және KQ1, KQ2, KQ3 кернеудің өлшеу релесінен дискретті (бірлі—жарым) сигналдардың логикалық ауысуын (сәйкес келуін) DX1, DX2, DX3 (және-тыйым салу) тиісті KA1, KA2, KA3 ток релесінен логикалық бірліктің өтуіне тыйым салумен және DW1 (немесе) логикалық жиынтықтау элементімен сәйкес KV1, KV2, KA3 кернеудің өлшеу релесінен дискретті сәйкес. Олар кернеуді арттыру және шиналарға желіден реактивті қуат ағынының болуы кезінде компенсациялық реакторды қосуға дискретті атқару сигналын қалыптастырады, егер шартты ток KA1, KA2, KA3 токтың максималды өлшеуіш релесінің іске қосылуының орнатылған тогынан аспаған жағдайда.

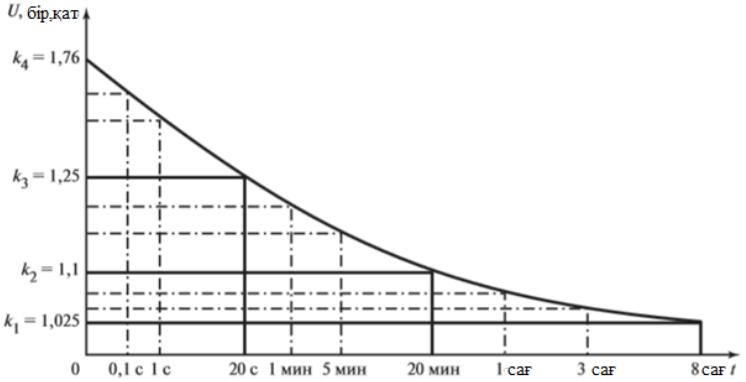
T_1 ұстамымен DW3 және DW4 элементтері арқылы DT1 уақыт элементі бірінші саты желіні ажыратып, оны АҚҚ-ға тыйым сала алады. DX (ЖӘНЕ) логикалық элементінің бірінші (төменгі) кірісіне түсетін DW2 элементі арқылы логикалық бірлік сигналын қалыптастыратын іске қосу органының екінші сатысы (KV4, KV5, KV6 релесі) желіні ажыратуға және оның АҚҚ-ға тыйым салуға әрекет етуге рұқсат береді. Рұқсат DW3 және DW4 элементтері арқылы $t_2 << t_1$ уақыт элементінің DT2 бірінші сатының іске қосылуынан кейін жай-күйде болған жағдайда ғана қалыптасады.

Компенсациялаушы реакторды автоматты қосудың басқа тәсілі де белгілі, ол кезде реакторды асқын кернеу салдарынан қосу тізбегінде ұшқын аралықтарының сынамасы қолданылады. Көрсетілген тізбектегі пайда болатын токтар токтың өлшеуіш релесі тіркеледі, олар сөндірілген ажыратқышты, атап айтқанда Q1, LR1 реакторын қосады (2.1-сурет).

2.4 Кернеудің жоғарылауын шектеудің микропроцессорлық автоматикасы

Кернеудің жоғарылауын шектеудің микропроцессорлық автоматикасы (КЖША-М) асинхронды режимді жою автоматикасының (АЛАР-М)

функцияларын орындайтын "АББ Автоматизация" ЖШҚ REL 511-PAA терминалының құрамына кіреді. Қарастырылған АОПН (ШП 2704 панелі) сияқты, КЖША-М екі сатылы болып табылады, бірақ оның белгілі бір ерекшеліктері бар. "Энергожүйе - жоба "Институты" ААҚ-да әзірленген кернеудің жоғарылауын шектеудің микропроцессорлық автоматикасы аса сезімтал және икемді болып табылады. Ол үш сатылы болып табылады және жоғары кернеу әсерінің жинақтау әсерін есепке алудың ерекше қасиетіне ие. Микропроцессорлық КЖША - М электр энергетикалық жабдықтың вольт-секунд сипаттамасына сәйкес жұмыс істейді (2.3-сурет), ГОСТ - қа сәйкес оның k еселігіне тәуелді асқын кернеудің рұқсат етілген уақытын анықтайды, мысалы 20 с кезінде k_3 = 1,25.



2.3–сурет – Электр энергетикалық жабдықтың вольт-секундтық сипаттамасы

КЖША-М сезімталдығы k_1 = 1,025-тен k_2 = 1,1-ге дейінгі диапазонда жұмыс істейтін алдын ала сатыны енгізу есебінен жоғарылатылған. ШП2704 панелі көрсеткендей k_2 = 1,1 ең аз еселігін белгілейді.

КЖША-М бірінші және екінші сатыларына k_2 = 1,1-тен k_3 = 1,25-ке дейінгі және k_3 = 1,25-тен k_4 = 1,76-ке дейінгі 20 минуттан 20 с-ға дейінгі және 20 с-дан нольге дейінгі уақыт диапазондарымен бақыланатын еселіктер сәйкес келеді.

Микропроцессорлық автоматиканың жоғары икемділігі әр сатыда бақыланатын асқын кернеу еселіктерінің аралық диапазондарының бар болуымен негізделеді. Ол (2.3-суретте) штрихпунктир желілерімен көрсетілген.

КЖША-М жұмыс істеу алгоритмі кернеудің амплитудалық және әрекет етуші мәндерін есептеуге және оларды әрбір үш сатының шегінде кернеу еселігінің көрсетілген аралық диапазондарымен анықталатын, ұйғарылған мәндермен салыстыруға негізделген. Бұл ретте жұмыс істеу уақыты вольт-секундтық сипаттамасына сәйкес ғана емес, сонымен қатар, жоғарыда көрсетілген жинақтаушы әсерге қарағанда алдыңғы кернеу деңгейін есепке ала отырып есептеледі.

Әр фазалық кернеулердің амплитудалық мәндері ортогоналдық (синустық және косинустық) Фурье ортогоналдық құрамдастарының Фурье - курсивті емес жиіліктік сүзгілерімен бөлінетін өнеркәсіптік жиіліктегі кернеудің ортогоналдық

(синустық және косинустық) құраушы бойынша есептеледі : амплитуданың квадраты синустық U_s (nT) және косинустық U_c (nT) квадраттар жиынтығына тең.

Кернеудің әрекет етуші мәні синхронды генераторлардың қозуын автоматты реттеуіштегі сияқты , оның өзгеру кезеңінде кернеудің дискретті лездік мәндерінің квадраттық түбірін алу арқылы есептеледі.

Алдын ала саты алдымен кернеуді және реактивті қуатты автоматты реттеу электр энергетикалық объектілеріне әсер етеді: айналмалы синхронды СК, СТК реактивті қуаттың статикалық компенсаторлары және трансформаторлар (автотрансформаторлар) және желілік трансформаторлары. Алайда, көрсетілген әсердің тиімсіздігі кезінде бірінші сатының LR1 реакторын қосу әсеріне көшу жүргізіледі (2.1-сурет) және екінші LR2 болған кезде, тіпті Q3 ажыратқыш желісін ажырату мүмкін.

Бірінші саты желінің басында LR1 реакторының ажыратқышын қосу сигналын қалыптастырады (өз жағынан, егер ол қарама-қарсы жағынан ажыратылған болса, 2.1-сурет). Егер ол өз тарапынан ажыратылған болса, желінің қарама-қарсы шетіндегі LR2 реакторын қосуға байланыс арнасы бойынша сигнал береді. Егер асқын кернеу айтарлықтай төмендемесе, онда желі ажыратылады.

Уақыт төзімділігі немесе инерциясыз (кернеу жиілігіне байланысты) үшінші саты Q3 ажыратқышын ажыратуға сигнал қалыптастырады (2.1-сурет). Егер ол қосылған болса, Q4 ажыратқышын телесөндіру жасайды, ал Q3 сөндіріледі.

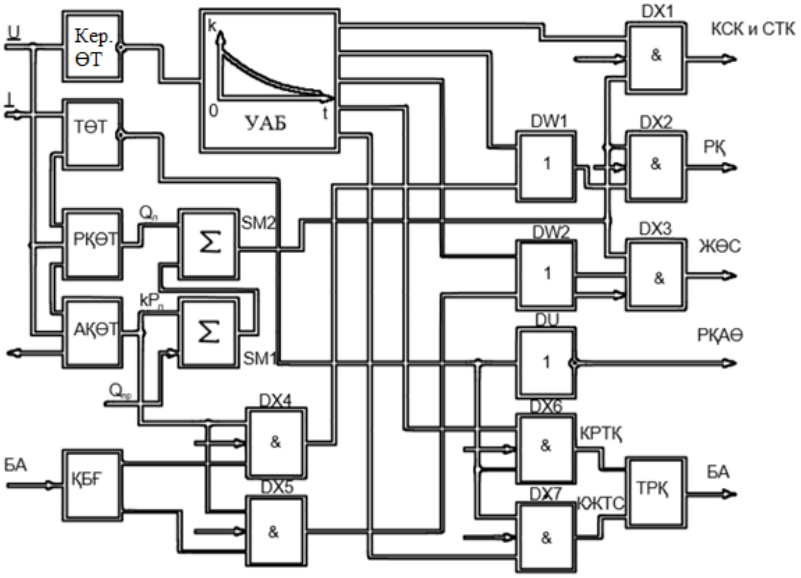
Қосалқы станция желілерінде асқын кернеуді тудыратын қарама-қарсы жағынан желінің ажыратылған жай-күйі, дискреттік өсу немесе желіден шиналарға реактивті қуат ағынының бағытын өзгерту бойынша тіркеледі.

Бұл ретте $Q_л$ реактивті қуаты $P_л$ активті қуатымен түзетілетін $Q_{пр}$-мен салыстырылады, бұл өз желісін ажыратуға КЖША-М іске қосылуын қамтамасыз етеді, егер асқын кернеу қосалқы станцияның шиналарынан шығатын аралас желінің ажыратуынан (қарама-қарсы жағынан) пайда болса. Өз жағынан желінің ажыратылған күйі желілерде токтың болмауы бойынша анықталады (2.2-сурет).

Ток амплитудасы квадратын есептеу кернеу сияқты ортогоналды құрамдауыш бойынша жүргізіледі (синустық I_s (nT) және косинустық I_c (nT)). Активті және реактивті қуаттарды өлшеу түрлендіруі жылдам әрекет ететін алгоритмдер бойынша орындалады .

$$P(nT) \sim U_s(nT)I_s(nT) + U_c(nT)I_c(nT);$$

$$Q(nT) \sim U_c(nT)I_s(nT) - U_s(nT)I_c(nT) \qquad (2.3)$$



2.4–сурет – Кернеу жоғарылауын шектеудің микропроцессорлық автоматикасының құрылымдық схемасы

Функционалдық схема (2.4 -сурет), онда бағдарламалық есептеуіш және логикалық операциялар (КерӨТ) кернеудің өлшеуіш түрлендіргіштері, ТӨТ тогы (Инверс шығумен), реактивті РҚӨТ және активті АҚӨТ қуаттары мен DX (ЖӘНЕ) сәйкестігінің логикалық элементтерінің, DW (немесе) жиынтықтаудың және DU (емес) дискретті сигналдардың инверсиясының шартты белгілерімен көрсетілген, КЖША-М жұмысын түсіндіреді.

Уақытты анықтау бағдарламасы (УАБ) көрсетілген вольт-секундтық сипаттамаға сәйкес басқару әсерлерін қалыптастыру уақытын анықтау бағдарламасы жинақтаушы әсерді ескере отырып есептейді, асқын кернеу пайда болғаннан кейін қай уақыттан кейін:

- тұтынылатын реактивті қуаты СК синхронды компенсаторлары немесе СТК статикалық компенсаторлары жүктелуін;
- электр беріліс желісінің соңында, мысалы, Q1 ажыратқышымен РҚ реакторы қосылады (2.1-сурет) немесе кері ұшындағы КРТҚ реактор, мысалы, (БА) байланыс арнасы бойынша ТРҚ таратқышымен және ҚБҒ қабылдағышымен берілетін сигнал бойынша Q2 ажыратқышымен қосу;
- электр беріліс желісі (ЖӨС) өзінің соңында, мысалы, Q3 ажыратқышымен немесе телесөндіру (КЖТС) қарама-қарсы ұшында, мысалы, Q4 ажыратқышымен өшіріледі.

Компенсаторларды жүктеуге, реакторды қосуға және желіні ажыратуға арналған тиісті сигналдар өзінің соңында DW1, DW2, DX1, DX2, DX3 логикалық элементтерімен, ал телеоқұрылымға арналған сигналдар — DX4, DX5, DX6 және DX7 элементтерімен қалыптастырылады.

КЖША-М алгоритміне сәйкес басқару әсерлерін орындау электр беріліс желісінен қосалқы станциялардың шиналарына (генерацияланатын желілермен) өтетін реактивті $Q_л$ РҚӨТ өлшеуіш түрлендіргіштерінен сигнал болған кезде

және көрсетілген SM1 жиынтықтау операцияларымен қалыптастырылатын активті $P_л$ қуаттар АҚӨТ - дан жүргізіледі.

Басқару әсерлерін орындауға рұқсат беретін шығу сигналы,салыстыру элементімен — сумматор SM2 азайту режимінде қалыптасады

$$Q_л > Q_{пр} + kP_л \quad (2.4)$$

k - автоматиканы баптау кезінде орнатылатын коэффициент.

Көрсетілген арақатынас КЖША-М әрекетінің таңдауын қамтамасыз етеді. Оны желінің активті жүктемесінің функциясында реактивті қуаттың бағдарламалық өлшеуіш релесін орнату үшін пайдалану КЖША-М ерекшелігі болып табылады.

Реактордың телеқосу немесе желінің телесөндіру басқарушысы әсер етеді, егер желі өз соңынан ажыратылса, ол ТӨТ инверсі кезінде желіде токтың болмауы әсерінен — логикалық бірлікпен бақыланады. DU инверторы ҚТ (РҚАӨ) ажыратқыштарын ажыратуды резервтеу құрылғысына сигнал қалыптастырады.

Бағдарламалық операцияларды білдіретін DX логикалық элементтерінің кірістерінде бағыттамалармен автоматты конфигурация сигналдары — оператордың автоматтандырылған жұмыс орнының ПЭВМ - нен күйге келтіру немесе оны өзгерту кезінде орындалатын функциялар жиынтығы көрсетіледі.

REO511-OVP терминалы түрінде микропроцессорлық КЖША құрастырылып, жеткізіледі, ол бағдарламалық алгоритмімен сипатталған ШП2704 авариияға қарсы автоматика шкафының әрекет ету алгоритмімен ұқсас болып келед

2.5 Сириус-2-РЧН құрылғысының мақсаты

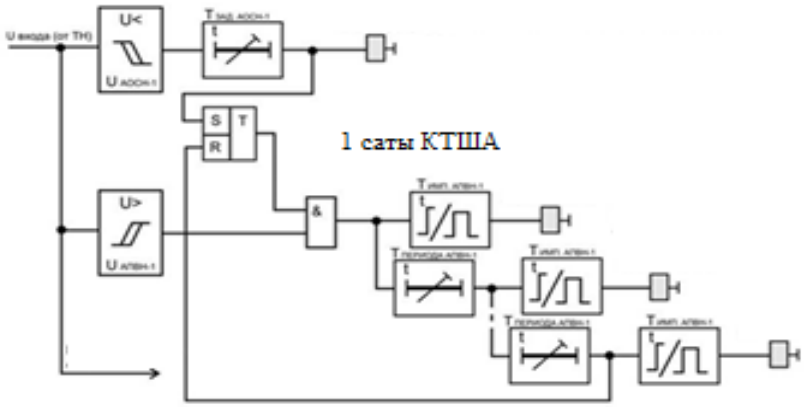
2.5 – сурет – Сириус-2-РЧН құрылғысы

"Сириус-2-РЧН" жиілік пен кернеудің төмендеуін автоматты шектеу құрылғысы электр станциялары мен қосалқы станцияларында жиілікті қалпына келтіру кезінде өшірілген тұтынушыларды автоматты түрде қайта қосу арқылы активті қуат тапшылығын жою мақсатында пайдалануға арналған. Құрылғы келесі режимдерде қолданылуы мүмкін:

• тек ЖТА,
• тек КТША,
• ЖТА және КТША комбинациясы.

Яғни, қосылудың бір тобына жүктемені жиілік бойынша ғана, ал екіншісіне – кернеу бойынша ғана тағайындауға болады. Сонымен қатар, кез келген қосылу тобына жиілік бойынша да, кернеу бойынша да бір мезгілде жүктемені тағайындауға болады.

Құрылғы 3-110 (500) кВ электр станциялары мен қосалқы станциялардың релелік залдары мен басқару пульттарында, сондай-ақ 6-10 кВ қосалқы станциялар мен тарату пункттерінің (ТП) КРУ және КСО ұяшықтарында панельдерде және шкафтарда орнатуға арналған.



2.6 – сурет – Сириус-2-РЧН-ның КТША жұмыс істеу қағидатының схемасы

Сириус-2-РЧН құрылғысы қамтамасыз етеді:

- жиілікті қалпына келтіру кезінде ажыратылған қосылуларды автоматты түрде қайта қосу мүмкіндігімен қосылуларды жиіліктік жеңілдету үшін анықталған автоматты өшіру;
- кернеуді қалпына келтіру кезінде ажыратылған қосылуларды автоматты түрде қайта қосу мүмкіндігімен қосылулар кернеуі бойынша түсіруге белгіленген автоматты түрде ажырату;
- кернеудің екі класын, бір класты кернеудің екі секциясын немесе бір КТ екі сызықты кернеуді бір мезгілде бақылау. Екі өлшеуіш кернеу арнасы да бірдей, және кез келген функция екі каналда да кернеу мен жиіліктің бірдей өзгеруі жағдайында ғана орындалады. Бірінші арна шартты түрде негізгі деп аталады, өйткені олар осы арнаның кернеуін пайдаланады, ал екіншісі-бақылау;
- ЖТА, ЖАҚҚ және КТША кез келген кездерінде, сондай-ақ таңдалған функцияның барлық кездерінде блоктауды жедел енгізу;
- кернеудің кез келген өлшеу арналарынан кернеудің жоғалуы кезіндегі сигнал беру.

Сириус-2-РЧН құрылғысының мүмкіндіктері:

- құрылғының ішкі конфигурациясы мен жұмыс режимін орнату;
- құрылғыға келтірілген кернеу мен жиілік мәндерін бақылау және индикациялау;
- жұмысқа қабілеттілікті тұрақты жедел бақылау (өзін-өзі диагностикалау);
- негізгі және бақылау – екі кіріс өлшеу арналары бойынша бір уақытта өлшеу сәйкестігінің негізінде ЖТА, ЖАҚҚ және КТША функцияларын орындау;
- жалған іске қосылуларды болдырмау үшін құрылғының ақаулығы кезінде шығуларды бұғаттау;
- дискретті сигналдарды алу, ескерту сигнализациясын беру;
- жоғары кедергіден қорғауды қамтамасыз ету үшін қоректендіруді қоса алғанда, барлық кіру және шығу жолдарының гальваникалық айрығы;
- қосалқы станциялардың екінші тізбектерінде пайда болатын асқын кернеулерге құрылғының тұрақтылығын арттыру үшін корпусқа қатысты және өзара кіру және шығу оқшауламасының жоғары кедергісі мен беріктігі.

Сириус-2-РЧН құрылғысымен орындалатын функциялар:

- 4 топқа дейінгі кернеу бойынша автоматты түсіру(КТША);
- КТША-дан ажыратылған қосылуларды автоматты түрде қайта қосу;
- 4 қосылу тобына дейін автоматты жиілік түсіру (ЖТА);
- ЖТА қосу функциясымен өшірілгендерді автоматты түрде қайта қосу (ЖҚҚА);
- жиілік пен кернеуді төмендету жылдамдығының артуы бойынша ЖТА-I санатты сатыларды бұғаттау мүмкіндігі;
- жиіліктің төмендеу жылдамдығы бойынша ЖТА-II сатыларын жылдамдату мүмкіндігі.

Құрылғы аналогтық кіріс сигналдарының параметрлерін өлшейді:

- негізгі арнаның сызықтық кернеуі (шиналардың негізгі секциясы);
- бақылау арнасының сызықтық кернеуі (шиналардың бақылау секциясы);
- негізгі арна жиілігі (шиналардың негізгі секциясының сызықтық кернеуі);
- бақылау арнасының жиілігі (шиналардың бақылау секциясының желілік кернеуі);
- енгізу тогы(негізгі секцияның кернеуімен бірге қуат бағытының органын ұйымдастыру үшін).

Кернеу мен токты өлшеу кезінде кіріс сигналдарын сандық сүзу және оларды 50 Гц өнеркәсіптік жиілікке қатысты өңдеу жүзеге асырылады.

Кернеудің өлшенген мәндері КТША, АҚҚ және ЖТА сатыларының жұмысын шешу үшін, сондай-ақ жиілікті өлшеу органдарының жұмысын шешу үшін қолданылады.

Сатылар мен кезектерді жедел басқару мүмкіндігі, сондай-ақ олардың жұмысы үшін бірқатар блоктауларды жүзеге асыру үшін құрылғы бірқатар дискретті сигналдардың жай-күйін талдайды.

Климаттық орындалу түрі УХЛ3.1 ГОСТ 15150 бойынша пайдалану кезінде қоршаған ауа температурасының кеңейтілген диапазоны бар.

Пайдалану кезінде қоршаған ауа температурасының жоғарғы мәні: - жұмыс + 55 °С; - шекті жұмыс + 55 °С.

Пайдалану кезінде қоршаған ауа температурасының төменгі мәні: - жұмыс минус 20 ° С; - шекті жұмыс минус 40°С.

Ескерту: температура минус 40 °С дейін төмендегенде құрылғының негізгі функциялары сақталады, бірақ ЖКИ-де көрсетілетін ақпарат оқылмайтын болады.

Ауаның салыстырмалы ылғалдылығының жұмыс мәні +25 °С — 98%.

ГОСТ 17516.1 бойынша М7 механикалық орындау тобына арналған механикалық сыртқы әсер ететін факторлардың номиналдық жұмыс мәндері:– 0,5– 100 Гц жиілік диапазонындағы синусоидалы діріл 10 м/с2 (1 g) жеделдету амплитудасы бар, ГОСТ 17516.1 бойынша 10А қаттылық дәрежесі; - 30 м/с2 (3 g) және әрекет ету ұзақтығы 2-20 мс, ГОСТ 17516.1 бойынша 1 қаттылық дәрежесі.

Құрылғы келесі жағдайларда пайдалануға арналған:

- теңіз деңгейінен биіктігі 2000 м артық емес (атмосфералық қысым – 550-ден 800 мм.с.);
- қоршаған орта-жарылыс қаупі жоқ, ток өткізетін шаң, агрессивті булар мен газ, оқшаулауды және металдарды бұзатын;
- қондырғы орны бүріккіштің, судың, майлардың, эмульсиялардың түсуінен, сондай-ақ күн радиациясының тікелей әсерінен қорғалуы тиіс.

3 Еңбек қорғау

3.1 Электр қондырғыларындағы еңбекті қорғау – негізгі міндеттер

Еңбекті қорғау - бұл кез келген кәсіпорынның, оның ішінде энергетикалық кәсіпорындардың қызметінің ажырамас бөлігі. Еңбекті қорғау саласындағы барлық заңдар мен нормаларды сақтау – бұл кәсіпорынның қалыпты қызметін қамтамасыз ету және табысты дамуының кепілі. Электр қондырғысы-бұл аса қауіпті объект. Демек, электр қондырғыларында еңбекті қорғау өте маңызды.

Ең алдымен, еңбекті қорғау саясатының басты мақсаты-бұл кәсіпорын қызметкерлерінің денсаулығы мен өмірін сақтау. Барлық шаралар мен міндеттер осы мақсатты іске асыруға бағытталған.

Энергетикалық кәсіпорындардың негізгі міндеттерінің бірі - қауіпсіз еңбек жағдайларын қамтамасыз ету, өндірістік жарақаттанудың, сондай-ақ кәсіби аурулардың пайда болу тәуекелдерін азайту. Бұл міндетті толық көлемде іске асыру үшін әрбір кәсіпорында еңбекті қорғау саласындағы мәселелермен айналысатын қызметтер жұмыс істейді. Кәсіпорынның еңбекті қорғау қызметінің негізгі міндеті-еңбек қызметі барысында қызметкерлердің еңбекті қорғау бойынша барлық нормалар мен ережелерді сақтауды қамтамасыз ету.

Электр қондырғыларына қызмет көрсететін персоналдың еңбегін қорғау жөніндегі негізгі нормативтік құжат-Электр қондырғыларын қауіпсіз пайдалану ережесі.

Электр қондырғыларында бұл шара былайша іске асырылады:

- ескі жабдықты ауыстыру;
- жоғары сапалы заманауи жабдықтарды пайдалану;
- жабдықтың ақауларын уақытында анықтау және алдын алу;
- электр қондырғыларында жұмыс жүргізу кезінде қызметкерлердің қосымша қауіпсіздігін қамтамасыз ететін технологияларды пайдалану;
- еңбекті қорғау талаптарының сақталуына қосымша бақылауды қамтамасыз ету.

3.2 Найзағайдан қорғау құрылғыларының қауіпсіздік ережелері

Тікелей соққы салдарын және найзағайдың қайталама көрінуін болдырмау мақсатында ғимараттар, құрылыстар, жеке тұрған қондырғылар найзағайдан қорғау жүйелерімен жабдықталады. Ғимараттар мен құрылыстардың әртүрлі санаттары үшін найзағайдан қорғау құрылғыларын таңдау кезінде объектінің маңыздылығын, оның биіктігін, көрші объектілердің арасында орналасуын, найзағай белсенділігінің қарқындылығын және басқа да сипаттамаларды ескереді. Найғайдан қорғау құрылғылары келесі негізгі талаптарға жауап беруі тиіс:

- ғимараттардың немесе құрылыстардың өндірістік процесінің сипатына, сондай-ақ жалпы объектіде НҚ үлгісінің сәйкестігі;
- НҚ конструктивтік элементтерді типтеу мүмкіндігі; қызмет ету мерзімі 10 жылдан астам болуы тиіс; НҚ барлық элементтердің әрекет ету сенімділігі. ;
- қымбат емес материалдарды қолдану және ғимараттардың құрылымдық элементтерін пайдалану мүмкіндігі;
- монтаждың көрнекілігі, объект персоналы үшін қауіпсіздік жағдайларын жасау;
- бақылау, жөндеу немесе қалпына келтіру үшін барлық элементтерге оңай қол жеткізу.

Найзағайдан қорғау аймағындағы есептеулер

3.1 – кесте есептің берілгені

h,м	h_x, м	B,м	$t_{ср}$, с/жыл	n, км^2·жыл	Найзағайдан қорғау түрі
35	12	10	110	7,1	Бір өзекті

Табу керек:
• найзағайдан қорғау аймағының параметрлерін анықтау;
• қорғалатын объектінің габариттік өлшемдерін анықтау;
• объектінің ықтимал бүлінуін анықтау.

Есептелуі:

1 Бір өзекті жайтартқышқа арналған формулалар бойынша аймақ үшін найзағайдан қорғау параметрлері анықталады. Масштабта А және Б аймақтары бейнеленеді (3.1 – сурет).

А – аймағы үшін

$$h_0 = 0{,}85h = 0{,}85 \cdot 35 = 29{,}75 \text{ м};$$

$$r_0 = (1{,}1 - 2 \cdot 10^{-3} h)h = (1{,}1 - 2 \cdot 10^{-3} \cdot 35) \cdot 35 = 36 \text{ м};$$

$$r_x = (1{,}1 - 2 \cdot 10^{-3} h)(h - 1{,}2h_x) = (1{,}1 - 2 \cdot 10^{-3} \cdot 35) \cdot (35 - 1{,}2 \cdot 12) = 21 \text{ м};$$

$$h_м = h - h_0 = 35 - 29{,}75 = 5{,}25 \text{ м};$$

$$h_a = h - h_x = 35 - 12 = 23 \text{ м};$$

$$\alpha^{(A)} = arctg\frac{r_0}{h_0} = arctg\frac{36}{29.75} = 50°$$

Б – аймағы үшін

$$h_0 = 0{,}92h = 0{,}92 \cdot 35 = 32.2 \text{ м};$$

$$r_0 = 1{,}5h = 1{,}5 \cdot 35 = 52.5 \text{ м};$$

$$r_x = 1{,}5(h - 1{,}1h_x) = 1{,}5 \cdot (35 - 1{,}1 \cdot 12) = 32.7 \text{ м};$$

$$h_м = h - h_0 = 35 - 32.2 = 2.8 \text{ м};$$

$$h_a = h - h_x = 35 - 12 = 23 \text{ м};$$

$$\alpha^{(А)} = arctg\frac{r_0}{h_0} = arctg\frac{52.5}{32.2} = 58°$$

2 Әрбір найзағайдан қорғау аймағында қорғалатын объектінің габариттік өлшемдері анықталады. Бұл үшін орташа сызықтан В/2 қашықтықта параллельді сызық r_x шеңберімен қиылысқанға дейін жүргізіледі.

А – аймағы үшін

$$\alpha^{(А)} = arctg\frac{В}{2r_x^{(А)}} = arctg\frac{10}{21} = 25°$$

$$cos\varphi^{(A)} = cos25° = 0.9$$

$$A^{(A)} = 2r_x^{(A)} \cdot cos\varphi^{(A)} = 2 \cdot 21 \cdot 0.9 = 38$$

$$A \times B \times H = 42 \times 10 \times 10 \text{ м}$$

Б – аймағы үшін

$$\alpha^{(Б)} = arctg\frac{В}{2r_x^{(Б)}} = arctg\frac{10}{32{,}7} = 17°$$

$$cos\varphi^{(Б)} = cos17° = 0{,}95$$

$$A^{(A)} = 2r_x^{(A)} \cdot cos\varphi^{(A)} = 2 \cdot 32{,}7 \cdot 0{,}95 = 62$$

$$А \times В \times Н = 62 \times 10 \times 10 \text{ м}$$

3 Найзағайдан қорғау болмаған жағдайда қорғалатын объектінің аймақтардағы ықтимал зақымдануы анықталады.

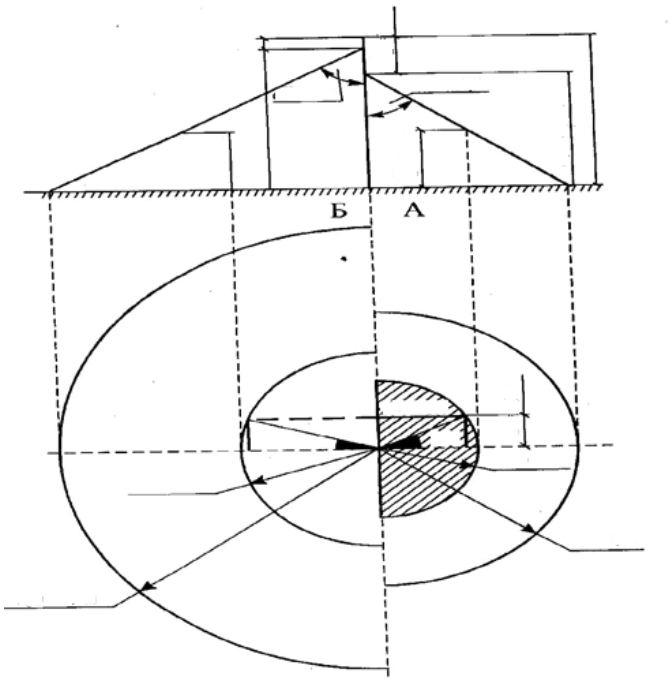
4 $N_А = [(В + 6h_x)(А^{(А)} + 6h_x) - 7{,}7h_x^2]n \cdot 10^{-6} = [(10 + 6 \cdot 12)(42 + 6 \cdot 12) - 7{,}7 \cdot 12^2] \cdot 7 \cdot 10^{-6} = 0{,}057$

$N_Б = [(B + 6h_x)(A^{(Б)} + 6h_x) - 7{,}7h_x^2]n \cdot 10^{-6} = [(10 + 6 \cdot 12)(62 + 6 \cdot 12) - 7{,}7 \cdot 12^2] \cdot 7 \cdot 10^{-6} = 0{,}069$

А аймағында найзағайдан қорғауы, В аймағына қарағанда зақымдану саны жылына көп. Найзағайдан қорғау аймағының параметрлері (3.1 – суретте)көрсетілген.

А зонасы үшін: $A \times B \times H$=42×10×10м. $N_A = 5{,}7 \cdot 10^{-2}$.

Б зонасы үшін: $A \times B \times H$=62×10×10м. $N_Б$ =6,9·10 $^{-2}$.



3.1 – сурет – Бір өзекті жайтартқышты қорғау аймақтар

Еңбек қорғау бөлімінде тұтынушылардың электр қондырғыларын техникалық пайдалану кезіндегі қауіпсіздік қағидалары айтылады. Қауіпсіздік шарасындағы қарастырылып отырған найзағайдан қорғау аймағы осыған сәйкес есеп жүргізілді. Ол жердің басты мақсаты найзағайдан қорғау аймағының параметрлерін анықтау, қорғалатын объектінің габариттік өлшемдерін анықтау және объектінің ықтимал зақымдануын анықтау болып табылады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Осы дипломдық жұмыста кернеуі 220кВ қосалқы станцияның тұтынушыларын қоректендіруші электр торабын жобаланды. Бұл жобаның бірінші бөлімінде,4 қосалқы станцияларының берілген мәндері бойынша электрлік есебін жүргізілді. Осы қосалқы станциялардағы электр беріліс желісінің номинал кернеуі таңдалды. Қуаттарына байланысты трансформатор таңдалды.Электр беріліс желілеріне тіректер, қорғаныс аппараттар таңдалды.

Режимдік параметрлердің жол берілмейтін өзгерістерінің алдын алу автоматикасы қолданыстағы мәннің және кернеу жиілігінің қауіпті төмендеуі кезінде іске қосылады және кернеу көшкінінің салдарынан жалпы жүйелік аварияның дамуына жол бермейді.

Кернеудің қолданыстағы мәні мен жиілігінің рұқсат етілмеген жоғарылауын болдырмау автоматикасы асқын кернеудің және бу турбиналары роторларының механикалық тұтастығы үшін қауіпті олардың айналу жиілігінің өсуі салдарынан қысқа тұйықталудың туындауына жол бермейді. Сондықтан іс-әрекет принциптерін, техникалық орындау тәсілдерін және аварияға қарсы тиімділік үшін қажетті оны жөндеу өте маңызды.

Пайдаланылған әдебиеттер

1. Автоматика электрических станции и электрических систем Н.И.Овчаренко Москва Издательство НЦ ЭНАС 2000г
2.http://printsip.ru/ustrojstva-zashchity-avtomatiki-upravleniya-i-signalizatsii/item/sirius-2-rchn
3. Сириус-2-РЧН Руководство по эксплуатации БПВА.656122.072 РЭ
4. http:/www.kazenergy.com
5. “Автоматика ограничения снижения напряжения в энегосистемах мегаполисов” И.В.Кравченко, В.Н.Костин
6. http://electricalschool.info
7. https://otitb.com/node/127