

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Негізгі бөлім		жоқ
Арнайы бөлім		жоқ
Экономикалық бөлім		жоқ
Электр қауіпсіздігі бөлімі		жоқ

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
Экономикалық бөлімі	А.А. Жуматова т.ғ.к., сениор-лектор	06.05.2019	жум
Еңбек қорғау бөлімі	А.А. Жуматова т.ғ.к., сениор-лектор	06.05.2019	жум
Норма бақылаушы	Бердибеков А.О. лектор	08.05.2019	Бердибеков

Ғылыми жетекші _____ А.А. Жуматова
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ Куанишова А.Р.
(қолы)

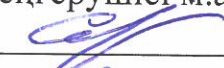
Күні " 08 " 05 2019 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

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

«Энергетика» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
«Энергетика» кафедрасының
меңгерушісі м.а. PhD докторы
 Е.А. Сарсенбаев
« 8 » 05 2019 г.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

«Электрэнергияны таратушы жүйелеріне функционалдық
мүмкіншіліктері кеңейтілген трансформаторлар»

5B071800 – «Электр энергетикасы» мамандығы бойынша

Орындаған:

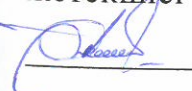
Куанишова А.Р.

Пікір беруші

Ғылыми жетекші

АЭЖБУ «Электр машиналары және
электржетегі» кафедрасының
жетекшісі т.ғ.к., доцент

т.ғ.к., сениор-лектор

 К.Ж. Калиева

 А.А. Жуматова

« » 2019 ж.

« 08 » 05 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

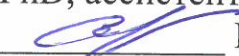
Т.К. Бәсенов атындағы Сәулет және құрылыс институты

«Энергетика» кафедрасы

5B071800 - Электр энергетикасы

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі м.а.,
PhD, ассистент профессор

 Е.А. Сарсенбаев
«28» 01 2019 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Қуанишова Айгерим Рисбековна

Тақырыбы: «Электрэнергияны таратушы жүйелеріне функционалдық мүмкіншіліктері кеңейтілген трансформаторлар»

Университет проректорының 2018 жылғы «30» қазандағы №1210-б бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2019 жылғы «06» мамыр

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: 500/230/20кВ «Алматы» қосалқы станциясы, қуаты $P_1 = 60$ МВт; 230/6,3кВ «Медеу» қосалқы станциясы, қуаты $P_2 = 40$ МВт; 230/6,3кВ «Тауғұл» қосалқы станциясы, қуаты $P_3 = 50$ МВт; 230/6,3кВ «Узын-ағаш» қосалқы станциясы, қуаты $P_4 = 55$ МВт. Қосалқы станциялар арасындағы ұзындықтары $L_1 = 20$ км, $L_2 = 20$ км, $L_3 = 90$ км, $L_4 = 65$ км, $L_5 = 150$ км. Максималдық жүктеменің жылдық сағаты $T_{max} = 5450$ сағ. Қуат коэффициенті $\cos \varphi = 0,82$.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) Алматы электр торабының сұлбасы;
- б) Электр жүктемелерді есептеу;
- б) Арнайы бөлімде асқын өткізгішті трансформаторларды қарастыру
- в) Электр қауіпсіздігі

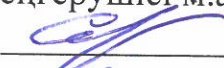
Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдарды слайдпен дайындау
Ұсынылатын негізгі әдебиет: 14 атау

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

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

«Энергетика» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
«Энергетика» кафедрасының
меңгерушісі м.а. PhD докторы
 Е.А. Сарсенбаев
« 8 » 05 2019 г.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

«Электрэнергияны таратушы жүйелеріне функционалдық
мүмкіншіліктері кеңейтілген трансформаторлар»

5B071800 – «Электр энергетикасы» мамандығы бойынша

Орындаған:

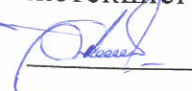
Куанишова А.Р.

Пікір беруші

Ғылыми жетекші

АЭЖБУ «Электр машиналары және
электржетегі» кафедрасының
жетекшісі т.ғ.к., доцент

т.ғ.к., сениор-лектор

 К.Ж. Калиева

 А.А. Жуматова

« » 2019 ж.

« 08 » 05 2019 ж.

Алматы 2019

КІРІСПЕ

Электр энергиясының ең басты ерекшелігі, қолданып отырған басты өнімі – электр энергиясына қор жасау мүмкіндігінің жоқтығы. Бүкіл табылған электр энергиясы сол мезетте тұтынылады.

Энергетика мен электрификацияның дамуы көп жағдайда мемлекеттің экономикалық және өнеркәсіптік дамуын көрсетеді.

Электр энергиясы экономиканың бүкіл салаларында ең басты техникалық және ғылыми тұтқышы болып келеді.

Осындай орынды электр энергиясы келесідей характерлік ерекшеліктері үшін алды: жоғары тұтынушылық қасиеттері, басқа энергия түріне оңай түрлену, үлкен ара-қашықтыққа таратылуы. Осының барлығы электр энергиясын шаруашылықта, өнеркәсіпте, транспортта, күнделікті өмірде, байланысу жабдықтарында және тағы да басқа салаларда қолдану ыңғайлылығын жасады. Электр энергиясы жер шарында қолайлы өмірді қамтамасыз етудегі ең басты формасы болды.

Өнеркәсіпте, ауыл шаруашылығында және транспортта өндіру процесстерінің электрификациясы тек автоматизация, механизация және энергияның басқа түріне айналдыра қоймай, адам өміріне комфортты шарттар жасап отыр. Өнеркәсіпте электр энергиясы ең таза энергия түрлеріне жатады.

Электр энергетикасындағы ең маңызды мақсат электр станциялар мен қосалқы станциялардағы ескірген жабдықтарды қайта жаңарту мен заманауи құрал-жабдықтармен жаңарту.

Жұмыс істеп тұрған қосалқы станцияларды жаңадан жобалау мақсаттары: тарату құрылғыларында қосылу санын көбейту, қосалқы станцияның және бөлек элементтерінің өткізгіштік қабілеттілігін арттыру, кернеу сапасын арттыру, қосалқы станцияның фунционалдау сапасын және эксплуатациялық қолайлығын арттыру, жұмыс жасаушы персоналдық еңбек шарттарын жақсарту және қосалқы станция мен соның жанындағы экологиялық жағдайды жақсарту.

Қосалқы станцияны жаңадан жобалаған кезде келесі сұрақтар шешілу керек:

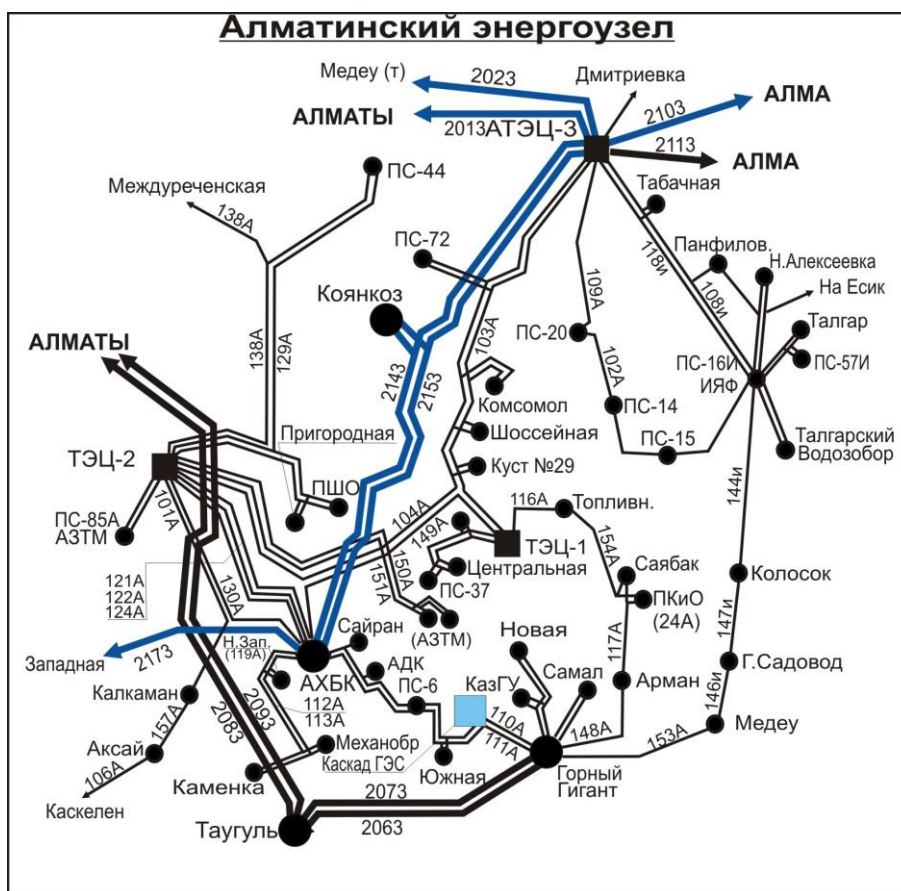
- электірлік желеілер мен қосалқы подстанцияны жаңадан жобалауды дәлелдеу;
- қосалқы станцияның принципиалды электірлік сұлбасын таңдау;
 - қосалқы станцияның жобалауын ескере, электірлік тораптың режимд-ерін есептеу;
- басты және көмекші құрал-жабдықтарды таңдау.

Жұмыс принципіне немесе құрылымына және қосылған жабдықтарға электр энергиясымен қамтамасыз ету жүйелері автоматиканы қолдануды ұйғарады. Ол сенімділікті және жүйенің қауіпсіз жұмыс жасауын және де қызмет көрсетуді арттыра түсуге мүмкіндік береді.

1 Кернеуі 220кВ электр беріліс желілерін есептеу

1.1 Дипломлық жұмыстың берілгендері

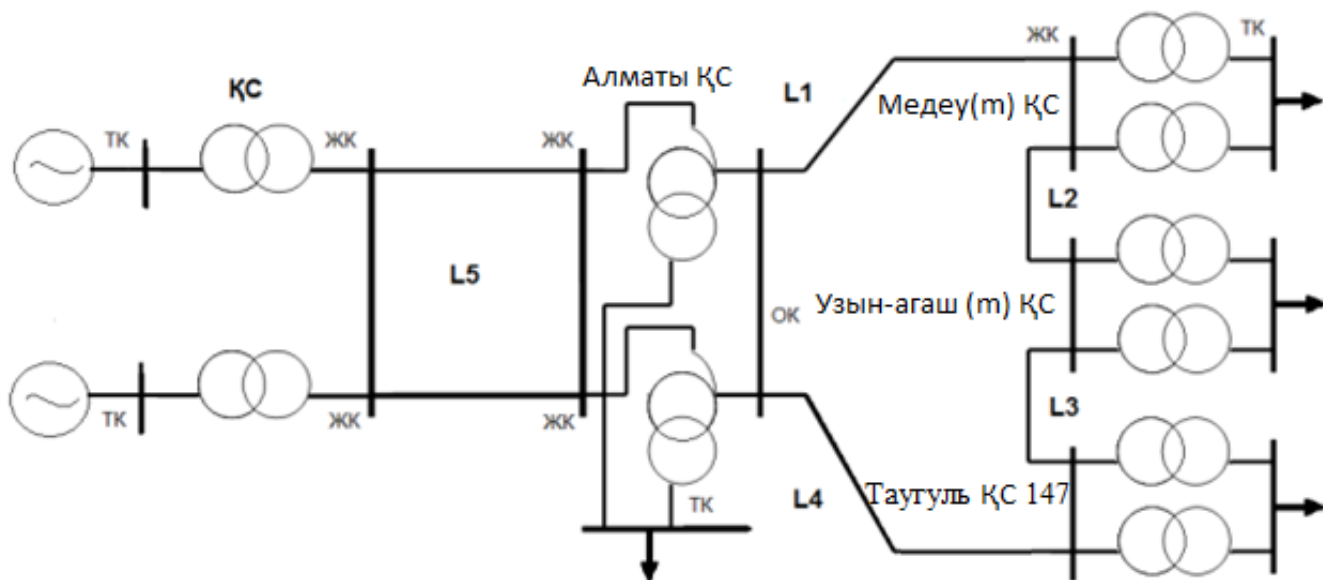
Дипломдық жұмыста қойылған мақсат бойынша Алматы жүйеаралық желісінің кернеуі 220кВ Алматы қосалқы станциясының кернеуі 500кВ электр тораптары жобаланады. Алматы қосалқы станциясының жұмыс істеп тұрған эксплуатациялық және оперативтік схемалары 1.2-1.3-суреттерде келтірілген. Алматы қосалқы станциясынан қоректенетін жобаланатын түйықталған электр беріліс желілерінің қосалқы станциялардың максималды жүктемелері: 500/230/20кВ «Алматы» қосалқы станциясы, қуаты $P_1 = 60$ МВт; 230/6,3кВ «Медеу» қосалқы станциясы, қуаты $P_2 = 40$ МВт; 230/6,3кВ «Таугуль» қосалқы станциясы, қуаты $P_3 = 50$ МВт; 230/6,3кВ «Узын-агаш» қосалқы станциясы, қуаты $P_4 = 55$ МВт. Қосалқы станциялар арасындағы ұзындықтары $L_1 = 20$ км, $L_2 = 20$ км, $L_3 = 90$ км, $L_4 = 65$ км, $L_5 = 150$ км. Максималдық жүктеменің жылдық сағаты $T_{max} = 5450$ сағ. Қуат коэффициенті $\cos \phi = 0,82$.



1.1 - сурет- Алматы электр торабының схемасы

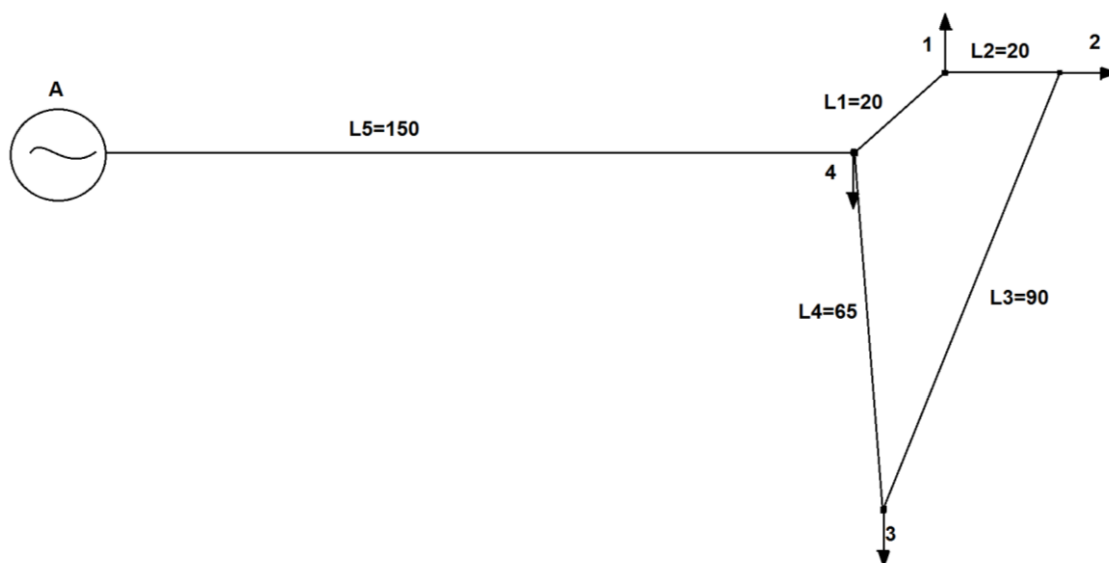
**1.2 - сурет - Алматы қосалқы
станциясының эксплуатациялық схемасы**

1.3 - сурет - Алматы



ы қосалқы станциясының оперативті схемасы

1.4 - сурет - Дипломдық жұмыста жобаланатын электр торабының схемасы



1.5 - сурет – Дипломдық жұмыста жобаланатын электр торабының тұйықталған желінің схемасы

1. Қосалқы станцияларының номиналдық кернеуді таңдау

Алматы жүйеаралық электр беріліс желінің номиналды кернеу таңдауда Стилл формуласына негізделеді. Бұл формула ұзындығы 250 км дейін желілер үшін және тасмалдау қуаты 60 МВт аспайтын желілер үшін қолданылады. Стилл формуласы арқылы есептік кернеуі келесідей анықталады

$$U_{ном} = 4.34 \cdot \sqrt{L + 16 \cdot P}, \quad (1.1)$$

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

$$U_1 = 4.34 \cdot \sqrt{20 + 16 \cdot 60} = 135.863 \text{ кВ},$$

$$U_2 = 4.34 \cdot \sqrt{20 + 16 \cdot 40} = 111.497 \text{ кВ},$$

$$U_3 = 4.34 \cdot \sqrt{90 + 16 \cdot 50} = 129.475 \text{ кВ}.$$

500/230/20кВ «Алматы» қосалқы станция кернеуін есептеу үшін, ең алдымен барлық қосалқы станциялардың жүктемелерін ескереміз.

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_4. \quad (1.2)$$

$$P_T = 60 + 40 + 50 + 55 = 205 \text{ МВт}.$$

Қуаты $P=60$ МВт көп болғандықтан, Илларионов формуласымен бойынша есептік кернеуі.

Табылған кернеу мәндерін мүмкін болатын кернеу шығынына тексеріледі.

Кернеу шығыны келесідей анықталады

$$\Delta U = \frac{P \cdot r_0 \cdot L + Q \cdot x_0 \cdot L}{U_{ном}}, \quad (1.3)$$

мұндағы r_0 – меншікті активті кедергі,

$$r_0 = 0.2 \text{ Ом/км};$$

x_0 – меншікті реактивті кедергі,

$$x_0 = 0.4 \text{ Ом/км}.$$

$$\Delta U_1 = \frac{60 \cdot 0.2 \cdot 20 + 32.385 \cdot 0.4 \cdot 20}{220} = 2.269 \text{кВ},$$

$$\Delta U_2 = \frac{40 \cdot 0.2 \cdot 20 + 21.59 \cdot 0.4 \cdot 20}{220} = 1.512 \text{кВ},$$

$$\Delta U_3 = \frac{50 \cdot 0.2 \cdot 90 + 26.987 \cdot 0.4 \cdot 90}{220} = 8.507 \text{кВ},$$

$$\Delta U_4 = \frac{55 \cdot 0.2 \cdot 65 + 29.686 \cdot 0.4 \cdot 65}{500} = 2.974 \text{кВ}.$$

1.3 Қосалқы станциялардағы трансформаторды таңдау

Трансформаторлардың қуаты мен санын, төмендету қосалқы станцияларында келесі принцип бойынша таңдайды: егер, екі трансформаторлы қосалқы станция қолданса, онда трансформатордың қуаты келесі шартпен таңдалады

$$S_{ec} = \frac{P}{\cos \varphi}, \quad (1.4)$$

мұндағы P – активті жүктеме, МВт,
 $\cos \varphi$ – қуат коэффициенті.

$$S_{трн} \geq \frac{S_{ec}}{2 \cdot 0,7}, \quad (1.5)$$

мұндағы S_{ec} - толық жүктеме, МВА;
 $S_{трн}$ - трансформатордың қуаты, МВА.

$$Q_{ij} = \sqrt{S_n^2 - P_n^2}, \quad (1.6)$$

мұндағы Q_{ij} - реактивті қуат, МВар.

Қосалқы станциялардағы трансформаторлар жүктеме мен номиналды кернеу бойынша таңдалады.

230/6,3кВ «Медеу» қосалқы станциясы үшін

$$S_1 = \frac{60}{0,88} = 68.182 \text{ МВА},$$

$$S_{mp} \geq \frac{68.128}{1,4} = 48.701 \text{ МВА},$$

$$Q1 = \sqrt{68.128^2 - 60^2} = 32.385 \text{ МВар}.$$

ТРДНС - 63000 трансформаторын таңдап, орналастыруға қабылданады. 1.1 – кестеде 230/6,3кВ «Медеу» қосалқы станциясы үшін таңдалған ТРДНС - 63000 /220 типті трансформатордың параметрлері көрсетілген.

230/6,3кВ «Узын-агаш» қосалқы станциясы үшін

$$S_2 = \frac{40}{0,88} = 45.455 \text{ МВА},$$

$$S_{mp} \geq \frac{45.455}{2 \cdot 0,7} = 32.468 \text{ МВА},$$

$$Q2 = \sqrt{45.455^2 - 40^2} = 21,59 \text{ МВар}.$$

ТРДНС –63000/220 трансформаторын таңдап, орналастыруға қабылданады. 1.1 - кестеде 230/6,3кВ «Узын-агаш» қосалқы станциясы үшін таңдалған ТРДНС - 63000 /220 типті трансформатордың параметрлері көрсетілген.

230/6,3кВ «Таугуль» қосалқы станциясы үшін

$$S_3 = \frac{50}{0,82} = 56.818 \text{ МВА},$$

$$S_{mp} \geq \frac{56.818}{2 \cdot 0,7} = 40.584 \text{ МВА},$$

$$Q3 = \sqrt{56.818^2 - 50^2} = 26.987 \text{ МВар}.$$

ТРДНС – 63000/220 трансформаторын таңдап, орналастыруға қабылданады. 1.1 - кестеде 230/6,3кВ «Таугуль» қосалқы станциясы үшін таңдалған ТРДНС - 63000 /220 типті трансформатордың параметрлері көрсетілген.

500/230/20кВ «Алматы» қосалқы станциясы үшін

$$P_5 = P_1 + P_2 + P_3 + P_4. \quad (1.7)$$

$$P_5 = 60 + 40 + 50 + 55 = 205 \text{ МВм},$$

$$S_5 = \frac{205}{0,82} = 232.955 \text{ МВА},$$

$$S_{mp} \geq \frac{232.955}{2 \cdot 0,7} = 166.396 \text{ МВА},$$

$$Q_4 = \sqrt{232.955^2 - 205^2} = 110.647 \text{ МВар}.$$

АТДЦТН-500000/500/2200 автотрансформаторын таңдап, орналастыруға қабылданады. 1.2 - кестеде 500/230/20кВ «Алматы» қосалқы станциясы үшін таңдалған АТДЦТН-500000/500/220 типті трансформатордың параметрлері көрсетілген.

1.4 Трансформаторлардың кедергілерін және шығындарын есептеу

Таңдалған трансформатордың шығындарын есептеп, оларды алмастыру схемаларына енгізіп жазылады.

230/6,3кВ «Медеу» қосалқы станциясы (0-1 аймақ) үшін (1.8)-(1.13) формулаларды пайдалана отырып есептеледі. Трансформатор типі: ТРДНС - 63000 /220 трансформатордың алмастыру схемасы 1.6-суретте көрсетілген.

Трансформатордың параметрлерін анықталады

$$R_{mp} = \frac{\Delta P_{к.т} \cdot U_n^2}{10^3 \cdot S_n^2}, \quad (1.8)$$

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

U_n – трансформатордың номиналды кернеуі;

S_n – трансформатордың номиналды қуаты.

$$R_{mp} = \frac{300 \cdot 230^2}{10^3 \cdot 63^2} = 40 \text{ Ом}.$$

Әр орамның реактивтік кедергісін анықталады

$$X_1 = \frac{U_K \% \cdot U_H^2}{100 \cdot S_H}, \quad (1.9)$$

мұндағы U_K – трансформатор орамының қысқа тұйықталу кернеуі.

$$X_1 = \frac{11,5 \cdot 230^2}{100 \cdot 63} = 96,563 \text{ Ом.}$$

Қуат коэффициенті бойынша толық қуатты және реактивтік қуатты анықталады

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U_H^2} \cdot R; \quad (1.10)$$

$$\Delta Q = \frac{P^2 + Q^2}{U_H^2} \cdot X; \quad (1.11)$$

$$P' + jQ' = (P + \Delta P) + j(Q + \Delta Q); \quad (1.12)$$

$$\Delta Q_\mu = \frac{I_0 \cdot S_H}{100}, \quad (1.13)$$

мұндағы ΔP – желідегі активті қуат шығыны, МВт;

ΔQ_μ – зарядтық қуат;

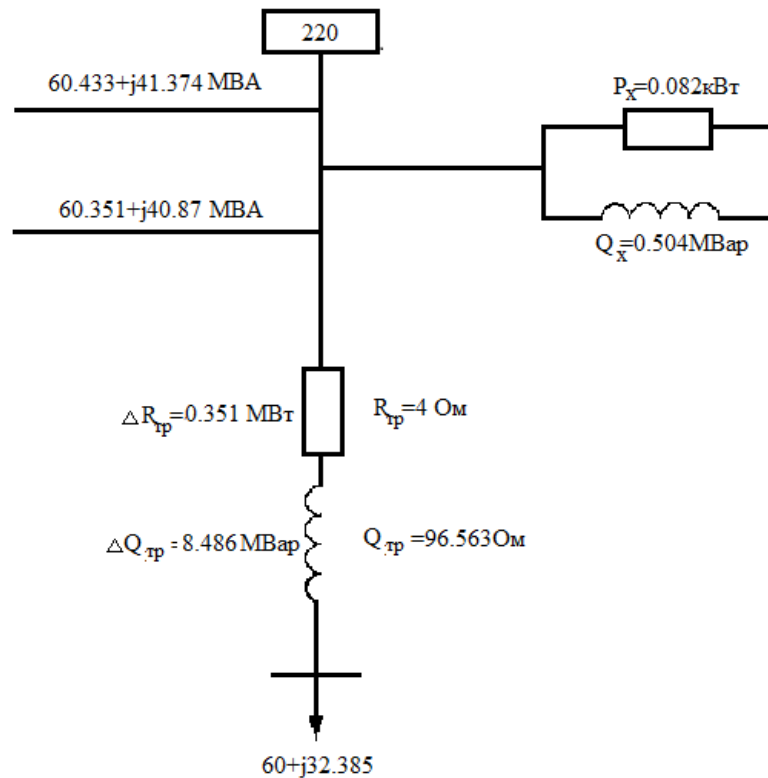
ΔQ – желідегі реактивті қуат шығыны, МВар.

$$P'_1 + jQ'_1 = (60 + 0,351) + j(32,685 + 8,486) = 60,351 + j40,87 \text{ МВА},$$

$$\Delta P_0 = P_{б.ж} = 82 \text{ кВт} = 0,082 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_\mu = \frac{0,8 \cdot 63}{100} = 0,504 \text{ МВар},$$

$$\Delta P''_1 + jQ''_1 = (60,351 + 0,082) + j(40,87 + 0,504) = 60,433 + j41,374 \text{ МВА}.$$



1.6 - сурет—«Медеу» қосалқы станциясына таңдалған ТРДНС – 63000/220 типті трансформаторының алмастыру схемасы

230/6,3кВ «Узын-агаш» қосалқы станциясы үшін (1.8)-(1.13) формулаларды пайдалана отырып есептеледі.

$$R_{mp} = \frac{300 \cdot 230^2}{10^3 \cdot 63^2} = 4 \text{ Ом},$$

$$X_2 = \frac{11.5 \cdot 230^2}{100 \cdot 63} = 96.563 \text{ Ом}.$$

$$\Delta P_2 = \frac{40^2 + 21.59^2}{230^2} \cdot 0.088 = 0,156 \text{ МВт},$$

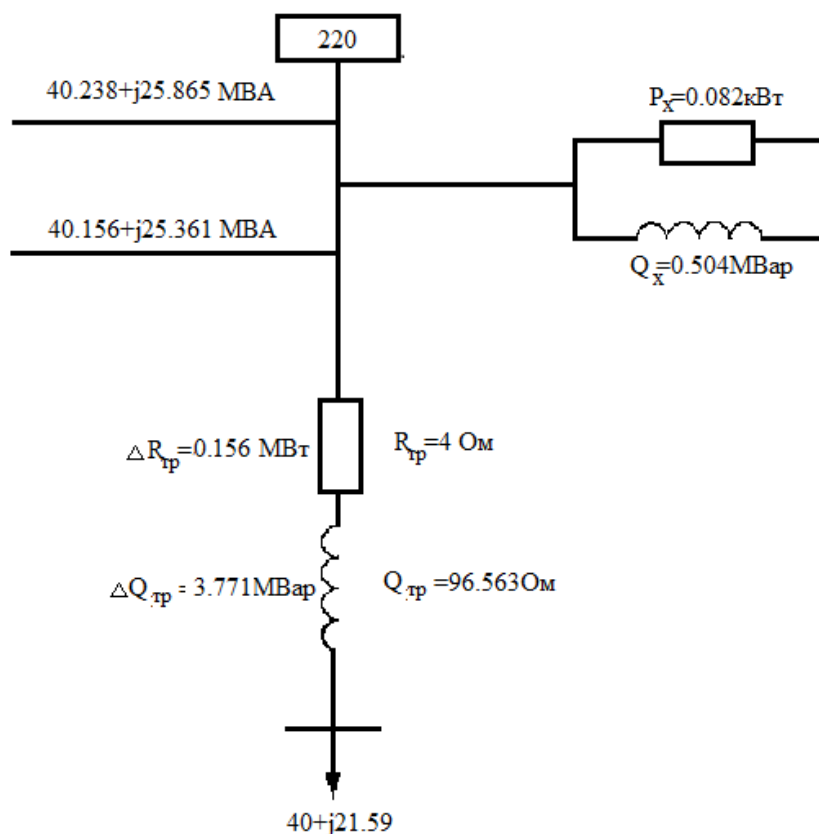
$$\Delta Q_2 = \frac{40^2 + 21.59^2}{230^2} \cdot 96.6 = 3.771 \text{ МВар},$$

$$P_2' + jQ_2' = (40 + 0,156) + j(21.59 + 3,711) = 40.156 + j25.361 \text{ МВА},$$

$$\Delta P_0 = P_{б.ж} = 82 \text{ кВт} = 0,082 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_\mu = \frac{0,8 \cdot 63}{100} = 0,504 \text{ МВар},$$

$$\Delta P_1'' + jQ_1'' = (40.156 + 0,082) + j(25.361 + 0,504) = 40.238 + j25.865 \text{ МВА}.$$



1.7 - сурет— «Узын-агаш» қосалқы станциясына таңдалған ТРДНС – 63000/220 типті трансформаторының алмастыру схемасы

230/6,3кВ «Таугуль» қосалқы станциясы үшін (1.8)-(1.13) формулаларды пайдалана отырып есептеледі.

$$R_{mp} = \frac{300 \cdot 230^2}{10^3 \cdot 63^2} = 4 \text{ Ом},$$

$$X_2 = \frac{11,5 \cdot 230^2}{100 \cdot 63} = 96,6 \text{ Ом},$$

$$\Delta P_3 = \frac{50^2 + 26,987^2}{230^2} \cdot 4 = 0,244 \text{ МВт},$$

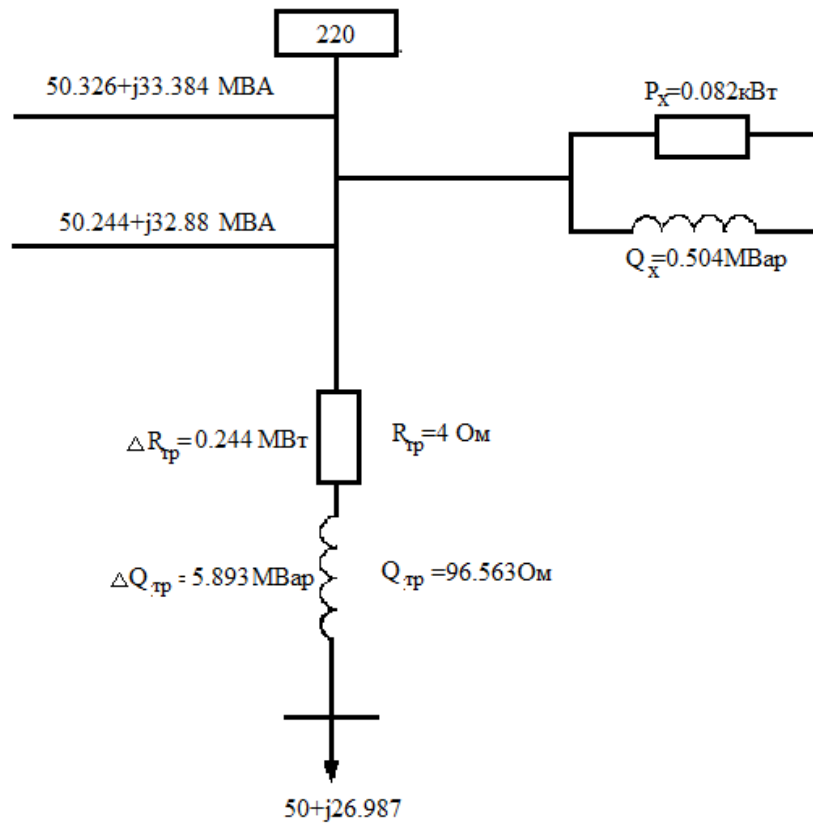
$$\Delta Q_3 = \frac{50^2 + 26,987^2}{230^2} \cdot 96,6 = 5,893 \text{ МВар},$$

$$P'_3 + jQ'_3 = (50 + 0,244) + j(26,987 + 5,893) = 50,244 + j32,88 \text{ МВА},$$

$$\Delta P_0 = P_{б.жс} = 82 \text{ кВт} = 0,02 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_\mu = \frac{0,8 \cdot 63}{100} = 0,504 \text{ МВар},$$

$$\Delta P_3'' + jQ_3'' = (50.244 + 0,082) + j(32.88 + 0,504) = 50.326 + j33.384 \text{ МВА.}$$



1.8 - сурет – «Таугуль» қосалқы станциясына таңдалған ТРДНС – 63000/220 типті трансформаторының алмастыру схемасы

500/230/20кВ «Алматы» қосалқы станциясы үшін (1.8)-(1.13) формулаларды пайдалана отырып есептеледі.

$$R_{mp} = \frac{950 \cdot 500^2}{1000 \cdot 500^2} = 0,95 \text{ Ом,}$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = 0,5 \cdot R_{mp}, \quad (1.14)$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = 0,5 \cdot 0,95 = 0,475 \text{ Ом.}$$

$$U_{K1} = 0,5 \cdot (U_{(жк-ок)} + U_{(жк-тк)} - U_{(ок-тк)}), \quad (1.15)$$

$$U_{K2} = 0,5 \cdot (U_{(ок-тк)} + U_{(жк-ок)} - U_{(жк-тк)}), \quad (1.16)$$

$$U_{K3} = 0,5 \cdot (U_{(жк-тк)} + U_{(ок-тк)} - U_{(жк-ок)}), \quad (1.17)$$

$$U_{K1} = 0,5 \cdot (12 + 50 - 35) = 13.5\%,$$

$$U_{K2} = 0,5 \cdot (35 + 12 - 50) = 0\%,$$

$$U_{K3} = 0,5 \cdot (50 + 35 - 12) = 36.5\%,$$

$$X_1 = \frac{13,5 \cdot 500^2}{100 \cdot 500} = 67.5 \text{ Ом},$$

$$X_2 = \frac{0 \cdot 500^2}{100 \cdot 500} = 0 \text{ Ом},$$

$$X_3 = \frac{36.5 \cdot 500^2}{100 \cdot 500} = 38.617 \text{ Ом}.$$

Қуат коэффициенті бойынша толық қуатты және реактивтік қуатты және автотрансформатордың жүктелуі (1.4)-(1.6) формулалар бойынша қуаттары анықталады.

$$S_{27} = \frac{55.35}{0,88} = 62.898 \text{ МВА},$$

$$Q_{27} = \sqrt{62.898^2 - 55.35^2} = 29.875 \text{ МВар},$$

$$S_{73} = \frac{149.65}{0,88} = 170.057 \text{ МВА},$$

$$Q_{73} = \sqrt{170.057^2 - 149.65^2} = 80.773 \text{ МВар},$$

$$\Delta P_{43} = \frac{62.898^2 + 29.875^2}{500^2} \cdot 0,475 = 0,008 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_{43} = \frac{62.898^2 + 29.875^2}{500^2} \cdot 38.617 = 0.611 \text{ МВар},$$

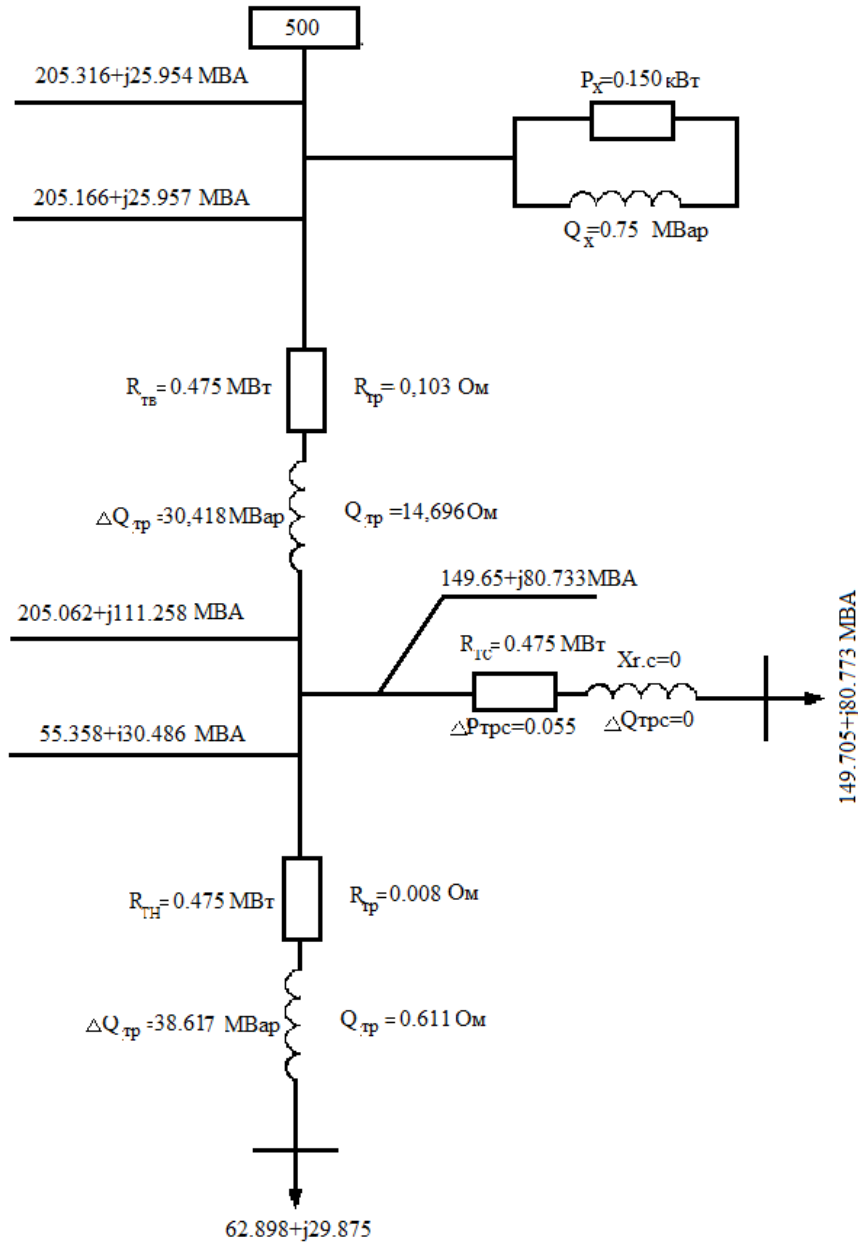
$$P'_{43} + jQ'_{43} = (55.35 + 0.008) + j(29.875 + 0.611) = 55.358 + j30.486 \text{ МВА},$$

$$\Delta P_{42} = \frac{149.65^2 + 80.773^2}{500^2} \cdot 0,26 = 0,055 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_{42} = \frac{149.65^2 + 80.773^2}{500^2} \cdot 0 = 0 \text{ МВар},$$

$$P_{42}' + jQ_{42}' = (149.65 + 0,055) + j(80.773 + 0) = 149.705 + j80.773 \text{MBA},$$

$$P_{41} + jQ_{41} = (55.358 + 149.705) + j(30.486 + 80.773) = 205.062 + j111.258 \text{MBA},$$



1.9 - сурет— «Алматы» қосалқы станциясына таңдалған АТДЦТН –500000/220/2200 типті автотрансформаторының алмастыру схемасы

$$\Delta P_{41} = \frac{205.062^2 + 111.258^2}{500^2} \cdot 0,26 = 0,103 \text{MВт},$$

$$\Delta Q_{41} = \frac{205.062^2 + 111.258^2}{500^2} \cdot 30,418 = 14.696 \text{МВар},$$

$$P_4' + iQ_4' = (205.062 + 0,103) + j(111.258 + 14.696) = 205.166 + j125.954 \text{ МВА},$$

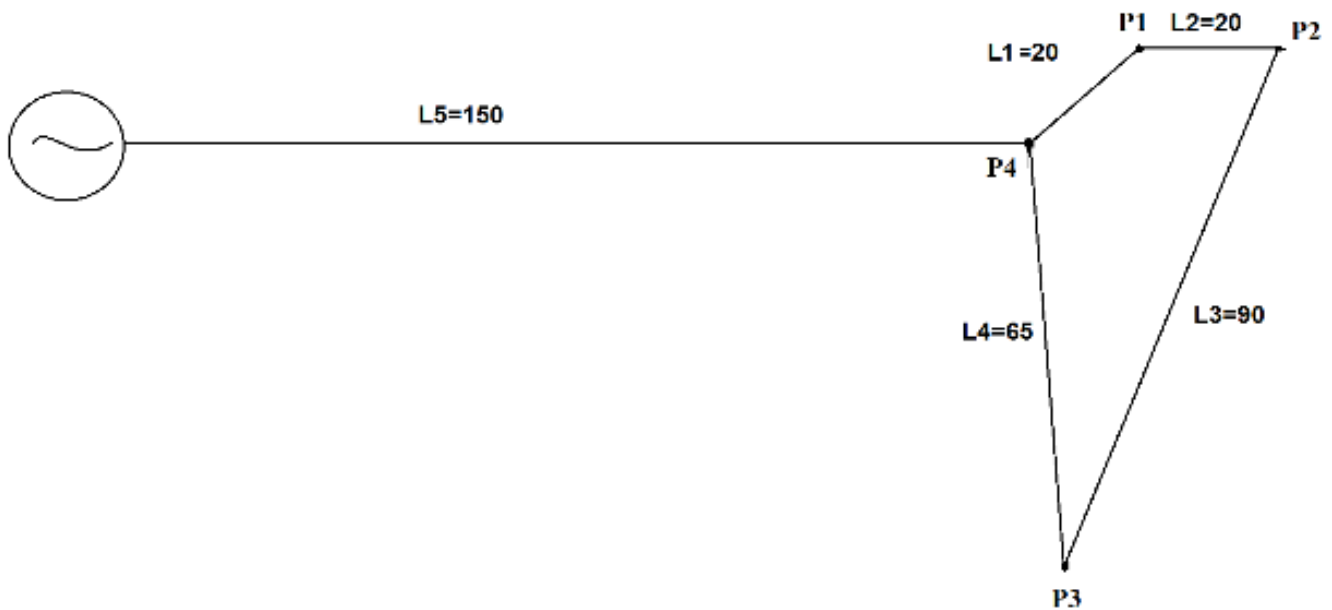
$$\Delta P_0 = P_{б.жс} = 150 \text{ кВт} = 0,150 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_\mu = \frac{0,15 \cdot 500}{100} = 0.75 \text{ МВар},$$

$$\Delta P_4'' + jQ_4'' = (205.166 + 0,150) + j(125.956 + 0.75) = 205.316 + j125.954 \text{ МВА}.$$

1.5 Қуат ағынын есептеу

Электр желісіндегі активті және реактивті қуат ағынын қарастырған кезде тұйықталған желі, екі жақтан қоректендірілетін желі ретінде қарастырылады.



1.10 - сурет - Тұйықталған желінің схемасы

$$P_A = \frac{P_1(L_1) + P_2(L_1 + L_2) + P_3(L_1 + L_2 + L_3)}{L_1 + L_2 + L_3 + L_4}, \quad (1.18)$$

$$Q_A = \frac{Q_1(L_1) + Q_2(L_1 + L_2) + Q_3(L_1 + L_2 + L_3)}{L_1 + L_2 + L_3 + L_4}, \quad (1.19)$$

$$P_A' = \frac{P_3(L_4) + P_2(L_4 + L_3) + P_1(L_4 + L_3 + L_2)}{L_1 + L_2 + L_3 + L_4}, \quad (1.20)$$

$$Q'_A = \frac{Q_3(L_4) + Q_2(L_4 + L_3) + Q_1(L_4 + L_3 + L_2)}{L_1 + L_2 + L_3 + L_4}. \quad (1.21)$$

$$P_A = \frac{60(20) + 40(20 + 20) + 50(20 + 20 + 90)}{20 + 20 + 90 + 65} = 47.692 \text{ MBm},$$

$$Q_A = \frac{32.385(20) + 21.59(20 + 20) + 26.987(20 + 20 + 90)}{20 + 20 + 90 + 65} = 25.742 \text{ MBm},$$

$$P'_A = \frac{50(65) + 40(65 + 90) + 60(65 + 90 + 20)}{20 + 20 + 90 + 65} = 102.308 \text{ MBm},$$

$$Q'_A = \frac{26.987(65) + 21.59(65 + 90) + 32.385(65 + 90 + 20)}{20 + 20 + 90 + 65} = 55.22 \text{ MBm},$$

$$S_A = 47.692 + j25.742 \text{ MBA},$$

$$S'_A = 102.308 + j55.22 \text{ MBA},$$

$$P_A + P'_A = 47.692 + 102.308 = 150 \text{ MBm},$$

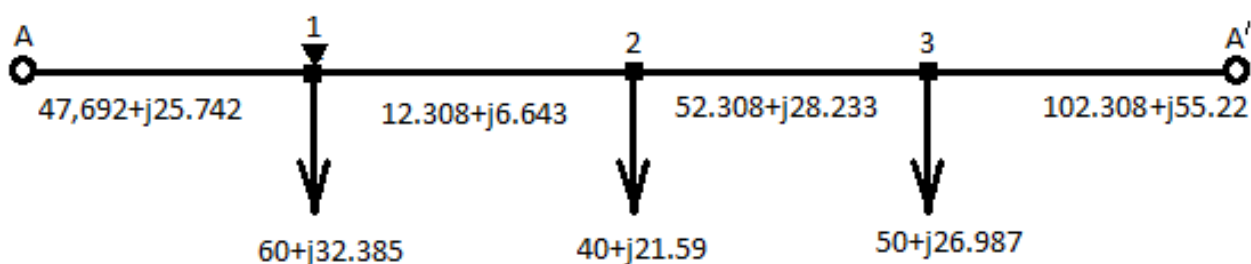
$$P_1 + P_2 + P_3 = 60 + 40 + 50 = 150 \text{ MBm},$$

$$150 = 150 \text{ MBm},$$

$$Q_A + Q'_A = 25.742 + 55.22 = 80.962 \text{ MBm},$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 32.385 + 21.59 + 26.987 = 80.961 \text{ MBap},$$

$$80.961 = 80.961 \text{ MBap}.$$



1.11 - сурет - Электр беріліс желісінің схемасы

1.6 Сымның қималарын есептеу және таңдау

Сымның қимасы есептік токты анықтау арқылы токтың экономикалық тығыздығы шартына тексеру арқылы анықталады.

$$I_{\text{ес}} = \frac{S_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}}, \quad (1.22)$$

$$I_{04} = \frac{\sqrt{150^2 + 80.961^2}}{\sqrt{3} \cdot 500} = 197 \text{ A},$$

$$I_{14} = \frac{\sqrt{47.692^2 + 25.742^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 142 \text{ A},$$

$$I_{21} = \frac{\sqrt{12.308^2 + 6643^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 37 \text{ A},$$

$$I_{23} = \frac{\sqrt{52.308^2 + 28.233^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 156 \text{ A},$$

$$I_{34} = \frac{\sqrt{102.308^2 + 55.22^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 305 \text{ A}.$$

$$S_{\text{эк}} = \frac{I}{j_{\text{эк}}}, \quad (1.23)$$

мұндағы $j_{\text{эк}}$ – ток тығыздығы, ол ($j_{\text{эк}}=1,5 \text{ A/мм}^2$) тең.

Сонымен болатын алюминилі, яғни АС маркалы сым таңдалады. (1.23) формулаға сәйкес сымның қимасы есептеледі:

$$S_{\text{эк}04} = \frac{197}{1,5} = 131 \text{ мм}^2.$$

Осыған сәйкес таңдалған қима:

АС-300/48

Апаттық режимдегі тогы:

$$I_{\text{дон}} = 610 \text{ A.}$$

$$S_{\text{эк12}} = \frac{37}{1,5} = 24 \text{ мм}^2.$$

Осыған сәйкес таңдалған қима:

АС-300/48

Апаттық режимдегі тогы:

$$I_{\text{дон}} = 610 \text{ A.}$$

$$S_{\text{эк23}} = \frac{156}{1,5} = 104 \text{ мм}^2.$$

Осыған сәйкес таңдалған қима:

АС-300/48

Апаттық режимдегі тогы:

$$I_{\text{дон}} = 610 \text{ A.}$$

$$S_{\text{эк34}} = \frac{305}{1,5} = 203 \text{ мм}^2,$$

Осыған сәйкес таңдалған қима:

АС-300/48

$$S_{\text{эк41}} = \frac{142}{1,5} = 95 \text{ мм}^2.$$

Осыған сәйкес таңдалған қима:

АС-300/48

Апаттық режимдегі тогы:

$$I_{доп} = 450 А.$$

Кернеуі 220 кВ біртiзбектi және 500 кВ екi тiзбектi әуе электр берiлiс желiсiнiң салыстырмалы параметрлерi анықталады.

Сымның параметрлерi келесiдей анықталады:

Меншiктi активтi кедергi, Ом/км

$$r_0 = \frac{\rho}{S}. \quad (1.24)$$

Сымның радиусы, мм

$$r_{с\text{ьм}} = \frac{D_{с\text{ьм}}}{2}. \quad (1.25)$$

Меншiктi реактивтi кедергi, Ом/км

$$x_0 = 0,144 \cdot \lg \left(\frac{D_{opt}}{r_{с\text{ьм}}} \right) + 0,0157. \quad (1.26)$$

Меншiктi реактивтi өткiзгiштiк, См/км

$$b = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(D_{opt} / r_{с\text{ьм}})}. \quad (1.27)$$

Сымдарның арасындағы орташа геометриялық арақашықтық мынаған тең

$$D_{opt} = \sqrt[3]{D_{1-2} \cdot D_{2-3} \cdot D_{1-3}}. \quad (1.28)$$

Тұйықталған желінің кедергілерін келесі формулалар арқылы есептеледі.

Желінің активті кедергісін келесі формула арқылы есептеледі:

$$R_i = r_0 \cdot l. \quad (1.29)$$

Желінің реактивті кедергісін келесі формула арқылы есептеледі:

$$X_i = r_0 \cdot l. \quad (1.30)$$

Желінің реактивті өткігіштігін келесідей есептеледі:

$$B_i = b_0 \cdot l. \quad (1.31)$$

Желінің соңындағы зарядтық қуатты келесі формуламен есептеледі:

$$Q_{ci}^k = \frac{1}{2} \cdot U_{ном}^2 \cdot B_i. \quad (1.32)$$

0-1 аймағы үшін (1.24)-(1.32) формулаларға сүйеніп, параметрлері есептелінеді:

$$r_{01} = \frac{17.24}{300} = 0,057 \text{ Ом/км},$$

$$r_{сым01} = \frac{0.024}{2} = 0,012 \text{ см},$$

$$D_{opt01} = \sqrt[3]{14 \cdot 14 \cdot 14} = 14 \text{ м} = 1400 \text{ см},$$

$$x_{01} = 0,144 \cdot \lg \left(\frac{1400}{0.012} \right) + 0,0157 = 0,745 \text{ Ом/км},$$

$$b_{01} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(1400/0.012)} = 1,497 \cdot 10^{-6} \text{ См/км},$$

$$R_{01} = 0.057 \cdot \frac{150}{2} = 8.62 \text{ Ом},$$

$$X_{01} = 0.745 \cdot \frac{150}{2} = 111.762 \text{ Ом},$$

$$B_{01} = 1.497 \cdot 10^{-6} \cdot 10 = 1.497 \cdot 10^{-6} \text{ См},$$

$$Q_{c01}^{\kappa} = \frac{1}{2} \cdot 500^2 \cdot 1.497 \cdot 10^{-6} = 5,432 \text{ MVar}.$$

1-2 аймағы үшін (1.24)-(1.32) формулаларға сүйеніп, параметрлері есептелінеді.

$$r_{12} = 0,057 \text{ Ом / км},$$

$$r_{сым12} = \frac{0.024}{2} = 0.012 \text{ см},$$

$$D_{opt14} = \sqrt[3]{8 \cdot 8 \cdot 8} = 8 \text{ м} = 800 \text{ см};$$

$$x_{12} = 0,144 \cdot \lg(800/0.012) + 0,0157 = 0,71 \text{ Ом / км},$$

$$b_{12} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(800/0.012)} = 1,57 \cdot 10^{-6} \text{ См / км},$$

$$R_{12} = 0.057 \cdot 20 = 5.253 \text{ Ом},$$

$$X_{12} = 0.71 \cdot 20 = 14.202 \text{ Ом},$$

$$B_{12} = 1.57 \cdot 10^{-6} \cdot 20 = 3.144 \cdot 10^{-5} \text{ См},$$

$$Q_{c12}^{\kappa} = \frac{1}{2} \cdot 220^2 \cdot 3.144 \cdot 10^{-5} = 0.19 \text{ MVar}.$$

2-3 аймағы үшін (1.24)-(1.32) формулаларға сүйеніп, параметрлері есептелінеді:

$$r_{23} = 0,057 \text{ Ом / км};$$

$$r_{сым23} = \frac{0.024}{2} = 0,012 \text{ см},$$

$$D_{opt14} = \sqrt[3]{8 \cdot 8 \cdot 8} = 8 \text{ м} = 800 \text{ см},$$

$$x_{23} = 0,144 \cdot \lg \left(\frac{800}{0,012} \right) + 0,0157 = 0,71 \text{ Ом / км},$$

$$b_{23} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(800/0,012)} = 1,572 \cdot 10^{-6} \text{ СМ / км},$$

$$R_{23} = 0,057 \cdot 20 = 1,149 \text{ Ом},$$

$$X_{23} = 0,71 \cdot 20 = 14,202 \text{ Ом},$$

$$B_{23} = 1,572 \cdot 10^{-6} \cdot 20 = 3,144 \cdot 10^{-5} \text{ СМ},$$

$$Q_{c23}^{\kappa} = \frac{1}{2} \cdot 220^2 \cdot 3,144 \cdot 10^{-5} = 0,19 \text{ МВар}.$$

3-4 аймағы үшін (1.24)-(1.32) формулаларға сүйеніп, параметрлері есептелінеді:

$$r_{34} = 0,057 \text{ Ом / км},$$

$$r_{сым41} = \frac{0,024}{2} = 0,012 \text{ СМ},$$

$$D_{opt14} = \sqrt[3]{8 \cdot 8 \cdot 8} = 8 \text{ М} = 800 \text{ СМ},$$

$$x_{41} = 0,144 \cdot \lg \left(\frac{800}{0,012} \right) + 0,0157 = 0,71 \text{ Ом / км},$$

$$b_{23} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(800/0,012)} = 1,572 \cdot 10^{-6} \text{ СМ / км},$$

$$R_{34} = 0,012 \cdot 90 = 5,172 \text{ Ом},$$

$$X_{34} = 0,71 \cdot 90 = 63,907 \text{ Ом},$$

$$B_{34} = 1,572 \cdot 10^{-6} \cdot 90 = 1,415 \cdot 10^{-4} \text{ СМ},$$

$$Q_{c34}^k = \frac{1}{2} \cdot 220^2 \cdot 1.415 \cdot 10^{-4} = 0,856 \text{ MVar}.$$

4-1 аймағы үшін (1.24)-(1.32) формулаларға сүйеніп, параметрлері есептелінеді:

$$r_{41} = 0,057 \text{ Ом / км},$$

$$r_{cым41} = \frac{0.024}{2} = 0.012 \text{ см},$$

$$D_{опм14} = \sqrt[3]{8 \cdot 8 \cdot 8} = 8 \text{ м} = 800 \text{ см},$$

$$x_{41} = 0,144 \cdot \lg \left(\frac{800}{0.012} \right) + 0,0157 = 0,71 \text{ Ом / км},$$

$$b_{41} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(800/0.012)} = 1.572 \cdot 10^{-6} \text{ См / км};$$

$$R_{41} = 0.057 \cdot 65 = 3.735 \text{ Ом},$$

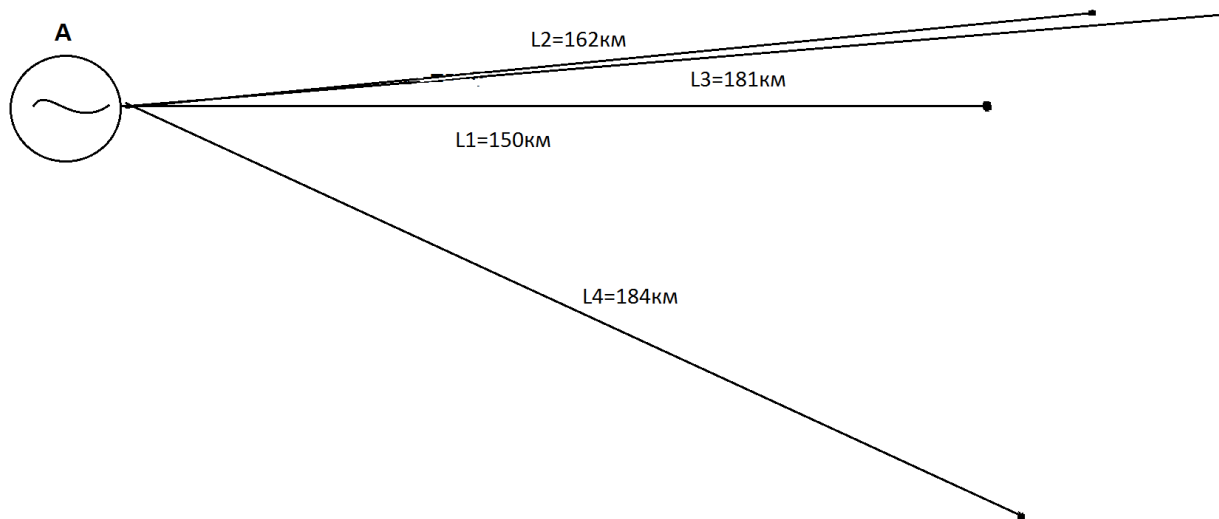
$$X_{41} = 0.71 \cdot 65 = 46.155 \text{ О},$$

$$B_{41} = 1.572 \cdot 10^{-6} \cdot 65 = 1,022 \cdot 10^{-4} \text{ См},$$

$$Q_{c41}^k = \frac{1}{2} \cdot 220^2 \cdot 1,022 \cdot 10^{-4} = 0.618 \text{ MVar}.$$

1.7 Ажыратылған жүйе

Желінің әрбір бөлігіндегі токтары (1.18)-(1.21) формуламен табылады формуламен сымның қимасы есептеледі. Ажыратылған жүйенің сұлбасы 1.12-суретте көрсетілген.



1.12 - сурет-Тұйықталмаған жүйенің сұлбасы

Әуе желісінің әрбір учаскесі бойынша токтарды анықталады. Ажыратылған режимде есептеу кезінде (1.24)-(1.32) формуларды пайдалана отырып, ток және қимасы анықталады.

(1.24) формулаға сәйкес желінің тогы есептеледі:

$$I_{01} = \frac{\sqrt{60^2 + 32,385^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 171A,$$

(1.25) формулаға сәйкес сымның қимасы есептеледі:

$$S_{эк01} = \frac{171}{1,5} = 114мм^2.$$

Осыған сәйкес таңдалған қима:

АС240/39

Апаттық режимдегі тогы:

$$I_{дон} = 610A.$$

(1.24) формулаға сәйкес желінің тогы есептеледі:

$$I_{02} = \frac{\sqrt{40^2 + 21,59^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 114A.$$

(1.25) формулаға сәйкес сымның қимасы есептеледі:

$$S_{\text{эк02}} = \frac{114}{1,5} = 76 \text{ мм}^2.$$

Осыған сәйкес таңдалған қима:

АС240/39

Апаттық режимдегі тогы:

$$I_{\text{дон}} = 610 \text{ А.}$$

(1.24) формулаға сәйкес желінің тогы есептеледі:

$$I_{03} = \frac{\sqrt{50^2 + 26,987^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 143 \text{ А.}$$

(1.25) формулаға сәйкес сымның қимасы есептеледі:

$$S_{\text{эк03}} = \frac{143}{1,5} = 95,3 \text{ мм}^2.$$

Осыған сәйкес таңдалған қима:

АС240/39

Апаттық режимдегі тогы:

$$I_{\text{дон}} = 610 \text{ А.}$$

(1.24) формулаға сәйкес желінің тогы есептеледі:

$$I_{04} = \frac{\sqrt{55^2 + 110,647^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 310 \text{ А.}$$

(1.25) формулаға сәйкес сымның қимасы есептеледі:

$$S_{\text{эк23}} = \frac{191,403}{1,5} = 127,602 \text{ мм}^2.$$

Осыған сәйкес таңдалған қима:

АС240/39

Апаттық режимдегі тогы:

$$I_{дон} = 610 A.$$

Кернеуі 220 кВ біртізбекті әуе электр беріліс желісінің салыстырмалы параметрлері анықталады.

0-1 аймағы үшін (1.24)-(1.32) формулаларға сүйеніп, параметрлері есептелінеді:

$$r_{01} = \frac{17,24}{240} = 0,072 \text{ Ом/км},$$

$$r_{сбл01} = \frac{0,22}{2} = 0,011 \text{ см},$$

$$R_{01} = 0.072 \cdot 162 = 11,637 \text{ Ом},$$

$$D_{опm01} = \sqrt[3]{8 \cdot 8 \cdot 8} = 800 \text{ см},$$

$$x_{01} = 0,144 \cdot \lg\left(\frac{800}{0.011}\right) + 0,0157 = 0,717 \text{ Ом/км},$$

$$X_{01} = 0.717 \cdot 162 = 116,143 \text{ Ом},$$

$$b_{01} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(800/0.011)} = 1,557 \cdot 10^{-6} \text{ См/км},$$

$$B_{01} = 1,557 \cdot 10^{-6} \cdot 162 = 2.522 \cdot 10^{-4} \text{ См},$$

$$Q_{c01}^k = \frac{1}{2} \cdot 220^2 \cdot 2.522 \cdot 10^{-4} = 6.102 \text{ МВар}.$$

0-2 аймағы үшін (1.24)-(1.32) формулаларға сүйеніп, параметрлері есептелінеді:

$$r_{02} = \frac{17,24}{240} = 0,072 \text{ Ом/км},$$

$$r_{сбл02} = \frac{0,022}{2} = 0,011 \text{ см},$$

$$R_{02} = 0.072 \cdot 181 = 13,002 \text{ Ом},$$

$$D_{опм02} = \sqrt[3]{8 \cdot 8 \cdot 8} = 800 \text{ см},$$

$$x_{02} = 0,144 \cdot \lg \left(\frac{800}{0.011} \right) + 0,0157 = 0,717 \text{ Ом/км},$$

$$X_{02} = 0.717 \cdot 181 = 129,765 \text{ Ом},$$

$$b_{02} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(800/0.011)} = 1,557 \cdot 10^{-6} \text{ См/км},$$

$$B_{02} = 1,557 \cdot 10^{-6} \cdot 181 = 2,817 \cdot 10^{-4} \text{ См},$$

$$Q_{с02}^x = \frac{1}{2} \cdot 220^2 \cdot 2,817 \cdot 10^{-4} = 6,818 \text{ МВар}.$$

0-3 аймағы үшін (1.24)-(1.32) формулаларға сүйеніп, параметрлері есептелінеді:

$$r_{03} = \frac{17,24}{240} = 0,072 \text{ Ом/км},$$

$$r_{сбл03} = \frac{0,022}{2} = 0,011 \text{ см},$$

$$R_{03} = 0.072 \cdot 184 = 25.608 \text{ Ом},$$

$$D_{опм03} = \sqrt[3]{8 \cdot 8 \cdot 8} = 800 \text{ см},$$

$$x_{03} = 0,144 \cdot \lg \left(\frac{800}{0.011} \right) + 0,0157 = 0,717 \text{ Ом/км},$$

$$X_{03} = 0.717 \cdot 184 = 131,915 \text{ Ом},$$

$$b_{03} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(800/0.011)} = 1,557 \cdot 10^{-6} \text{ См/км},$$

$$B_{03} = 1,557 \cdot 10^{-6} \cdot 184 = 2,864 \cdot 10^{-4} \text{ См},$$

$$Q_{c03}^{\kappa} = \frac{1}{2} \cdot 220^2 \cdot 2,864 \cdot 10^{-4} = 6,931 \text{ МВар}.$$

0-4 аймағы үшін (1.24)-(1.32) формулаларға сүйеніп, параметрлері есептелінеді:

$$r_{04} = \frac{17,24}{240} = 0,072 \text{ Ом/км},$$

$$r_{cbl04} = \frac{0,022}{2} = 0,011 \text{ см},$$

$$R_{04} = 0.072 \cdot 150 = 10,775 \text{ Ом},$$

$$D_{opt04} = \sqrt[3]{8 \cdot 8 \cdot 8} = 800 \text{ см},$$

$$x_{04} = 0,144 \cdot \lg \left(\frac{800}{0,011} \right) + 0,0157 = 0,717 \text{ Ом/км},$$

$$X_{04} = 0.717 \cdot 150 = 107,54 \text{ Ом},$$

$$b_{04} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(800/0,011)} = 1,557 \cdot 10^{-6} \text{ См/км},$$

$$B_{04} = 1,557 \cdot 10^{-6} \cdot 150 = 2,335 \cdot 10^{-4} \text{ См},$$

$$Q_{c04}^{\kappa} = \frac{1}{2} \cdot 220^2 \cdot 2,335 \cdot 10^{-4} = 5,65 \text{ МВар}.$$

1.8 Максималды жүктемелердегі қуаттары есептеледі

1.8.1 Тұйықталған жүйе үшін электр беріліс желілерінің максималды жүктемелердегі алмастыру схемасы және шығындары

4-1 аймақ үшін (1.8) - (1.13) формулаларды пайдалана отырып есептеледі:

$$S_{41к} = 47,69 + j(24,47 - 1,28) = 47,69 + j 23,852\text{MBA},$$

$$\Delta P_{41} = \frac{47,69^2 + 24,47^2}{220^2} \cdot 4,92 = 0,292\text{MBm},$$

$$\Delta Q_{41} = \frac{47,69^2 + 24,47^2}{220^2} \cdot 0,856 = 0,508\text{MVar},$$

$$S_{41н} = 47,982 + j(24,978 - 1,28) = 47,982 + j 23,698\text{MBA}.$$

1-2 аймақ үшін (1.8) - (1.13) формулаларды пайдалана отырып есептеледі:

$$S_{12к} = 12,308 + j(6,643 - 0,19) = 12,308 + j 6,453\text{MBA},$$

$$\Delta P_{12} = \frac{12,308^2 + 6,453^2}{220^2} \cdot 1,149 = 0,005\text{MBm},$$

$$\Delta Q_{12} = \frac{12,308^2 + 6,45^2}{220^2} \cdot 0,71 = 0,003\text{MVar},$$

$$S_{12н} / = (12,308 + 0,005) + j(6,45 + 0,003) = 12,313 + j6,456\text{MBA},$$

$$S_{12н} = 12,313 + j(6,456 - 0,19) = 12,313 + j 6,266\text{MBA},$$

$$S_{12к} / = 12,313 + 40 + j(6,266 + 21,59) = 52,313 + j 27,856\text{MBA}.$$

2-3 аймақ үшін (1.8) - (1.13) формулаларды пайдалана отырып есептеледі:

$$S_{23/} = 52,313 + j(27,856 - 0,19) = 52,313 + j 27,666\text{MBA},$$

$$\Delta P_{23} = \frac{52,313^2 + 27,666^2}{220^2} \cdot 1,149 = 0,083\text{MBm},$$

$$\Delta Q_{23} = \frac{52.313^2 + 27.666^2}{220^2} \cdot 0.71 = 0,051 \text{ MVar},$$

$$S_{23//} = (52.313 + 0,083) + j(27.666 + 0.051) = 52.396 + j27.717 \text{ MVA},$$

$$S_{23///} = 52.396 + j(27.717 - 0.19) = 52.396 + j27.527 \text{ MVA},$$

$$S_{12\kappa} / = 52.396 + 50 + j(27.527 + 26.987) = 102,396 + j54,514 \text{ MVA}.$$

3-4` аймақ үшін (1.8) - (1.13) формулаларды пайдалана отырып есептеледі:

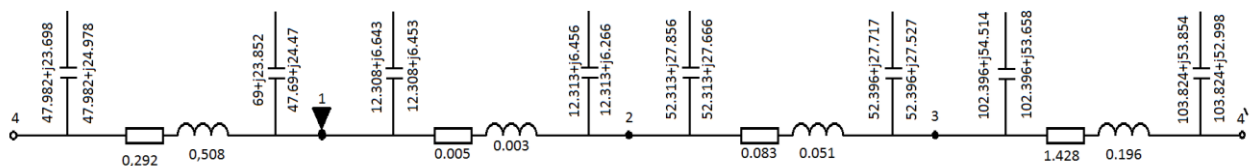
$$S_{34'} = 102,396 + j(54,514 - 0,856) = 102,396 + j53,658 \text{ MVA},$$

$$\Delta P_{34'} = \frac{102,396^2 + 53,658^2}{220^2} \cdot 5,172 = 1.428 \text{ MBm},$$

$$\Delta Q_{34'} = \frac{102,396^2 + 53,658^2}{220^2} \cdot 0,71 = 0,196 \text{ MVar},$$

$$S_{34//} = (102,396 + 1,428) + j(53,658 + 0,196) = 103,824 + j53,854 \text{ MVA},$$

$$S_{34///} = 103,824 + j(53,854 - 0,856) = 103,824 + j52,998 \text{ MVA}.$$



1.13 – сурет - Тұйықталған желінің қуат шығынының схемасы

1.9 Минималды режимде трансформаторлардың кедергілерін және шығындарын есептеу

1.9.1 Таңдалған трансформатордың шығындарын минималды режимде анықтау

Тұтынушылардың минималды жүктеме режимі кезінде электрлік есептеу. Сымдардың қимасын электрлік есептеуі тұтынушылардың максималды жүктелу кезінде алынды. Бірақ, тәулік бойы тұтынушылардың жүктемесі өзгерген сайын, онда минималды жүктеме кезіндегі есептеу жүргізілуі керек. Осы режимде жеке желілер өзінің жүктемесін азайтса,

басқалары көтеруі мүмкін. Осы жағдай сымдардың қызуына алып келеді. Кернеудің деңгейі мен шығыны өзгереді, барлық желілерде мен трансформаторларда қуат шығыны өзгереді. Сымдардың қызуын бақылау мақсатымен және минималды жүктеме кезінде кернеу деңгейін анықтау үшін қосымша есептеулер жүргізіледі. Есептеу методикасы сол қалпында қала береді. Айырмашылығы тек қана бізге белгілі трансформаторлар мен сымдардың қимасының мәлім болуы, сондықтан минималды режимді есептеу кезінде трансформаторлардың орамдарының қуат шығындары қайта есептелінеді, желінің кедергісі арқылы аған таратуды есептейміз, кернеудің деңгейі мен шығыны және қуат шығыны есептелінеді. Есептеулерден кейін кернеу деңгейін анализденеді.

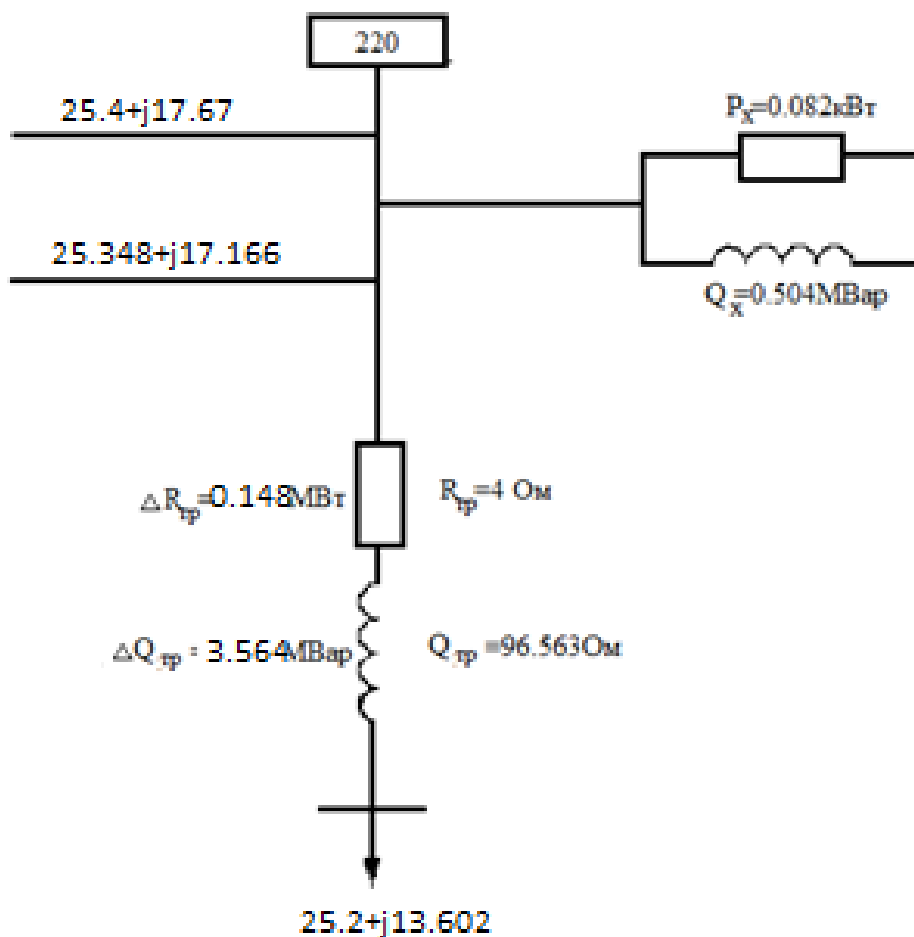
Минималды режимде есептегенде жүктелу пайызы 42% деп есептеледі. 230/6,3КВ «МЕДЕУ» қосалқы станциясы (1-2 аймақ) үшін (1.8) - (1.13) формулаларды пайдалана отырып есептеледі. Трансформатор типі: ТРДН-63000/220 трансформатордың алмастыру схемасы 1.14-суретте көрсетілген.

$$\Delta P_1 = \frac{0.42 \cdot (60^2 + 32.385^2)}{230^2} \cdot 3.998 = 0.148 \text{ MBm},$$

$$\Delta Q_1 = \frac{0.4 \cdot (60^2 + 32.385^2)}{230^2} \cdot 96.563 = 3.564 \text{ MBap},$$

$$P_1' + jQ_1' = (25.2 + 0.148) + j(13.602 + 3.564) = 25.348 + j17.166 \text{ MBA},$$

$$\Delta P_1'' + jQ_1'' = (25.348 + 0.082) + j(17.16 + 0.504) = 25.4 + j17.67 \text{ MBA}.$$



1.14 - сурет – «МЕДЕУ» қосалқы станциясына таңдалған ТДТН – 63000/220 типті трансформаторының алмастыру схемасы

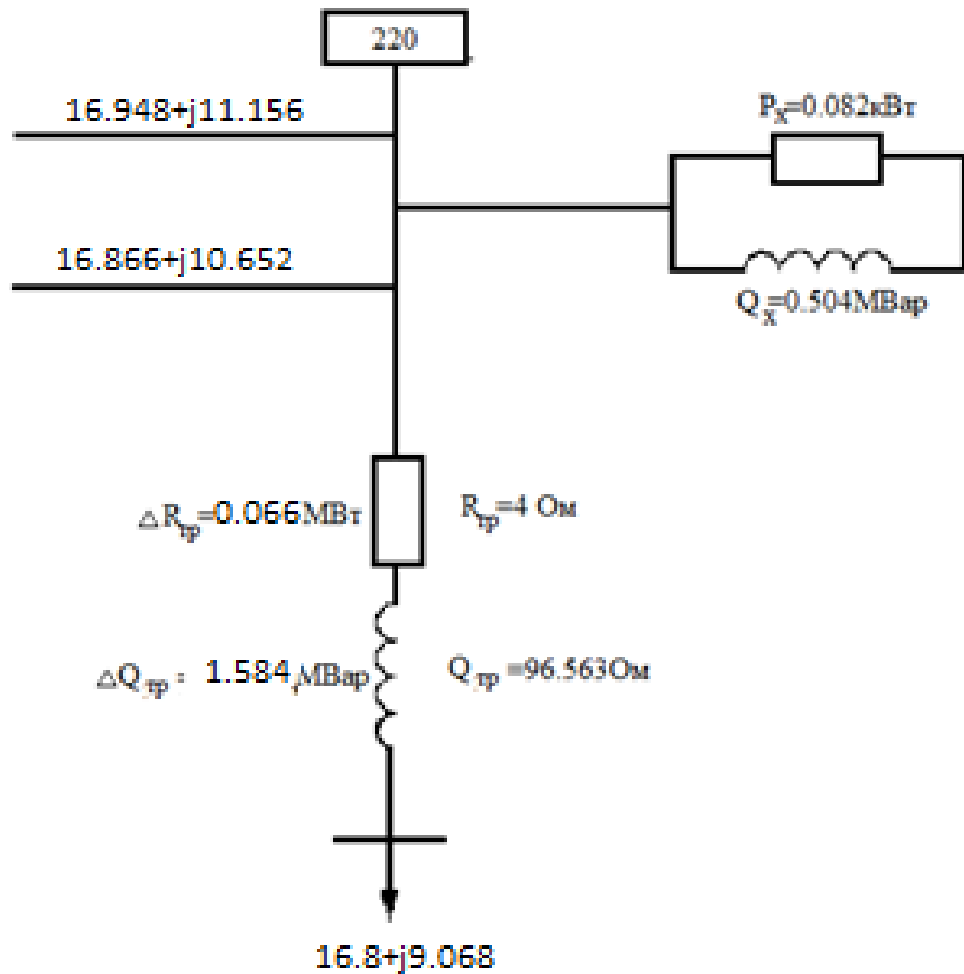
230/6,3кВ «Узын-агаш» қосалқы станциясы (2-3 аймақ) үшін (1.8) - (1.13) формулаларды пайдалана отырып есептеледі. Трансформатор типі: ТРДН-63000/220 трансформатордың алмастыру схемасы 1.15 - суретте көрсетілген.

$$\Delta P_2 = \frac{0.42 \cdot (40^2 + 21.59^2)}{230^2} \cdot 3.998 = 0,066 \text{ MBm},$$

$$\Delta Q_2 = \frac{0.42 \cdot (40^2 + 21.59^2)}{230^2} \cdot 96.563 = 1.584 \text{ MBap},$$

$$P_2' + jQ_2' = (16.8 + 0,066) + j(9.068 + 1.584) = 16.866 + j10.652 \text{ MBA},$$

$$\Delta P_1'' + jQ_1'' = (16.866 + 0,082) + j(10.652 + 0,504) = 16.948 + j11.156 \text{ MBA}.$$



1.15 - сурет – «Узын-агаш» қосалқы станциясына таңдалған ТДТН – 63000/220 типті трансформаторының алмастыру схемасы

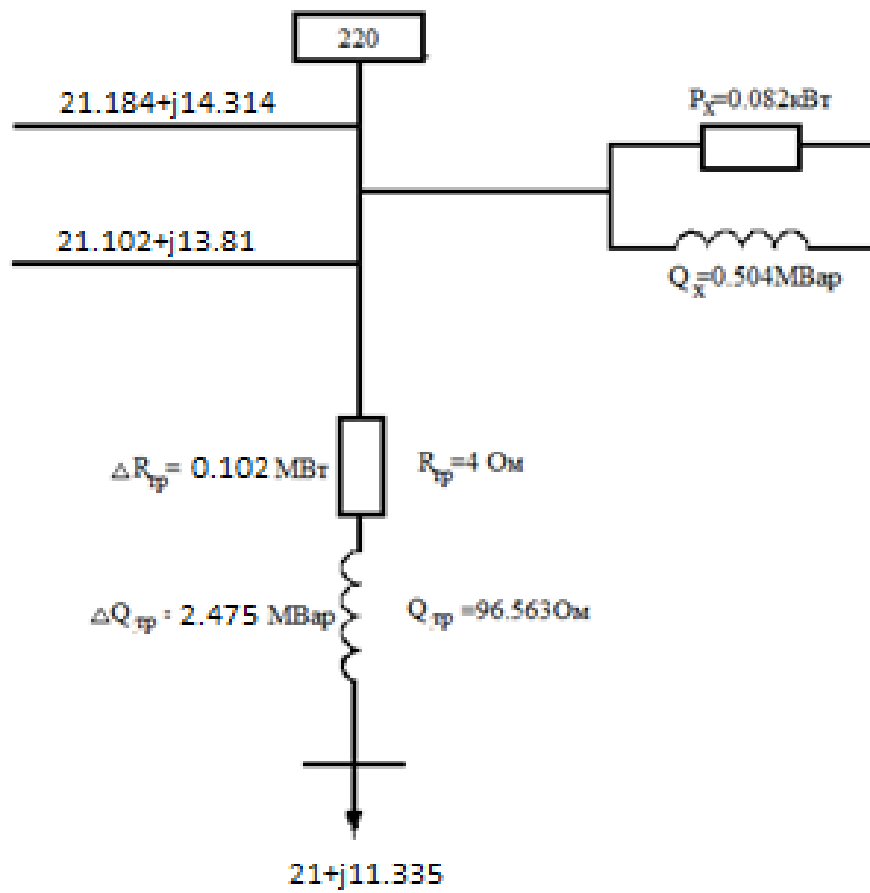
230/6,3кВ «Таугуль» қосалқы станциясы (3-4 аймақ) үшін (1.8) - (1.13) формулаларды пайдалана отырып есептеледі. Трансформатор типі: ТРДН-63000/220 трансформатордың алмастыру схемасы 1.16-суретте көрсетілген.

$$\Delta P_3 = \frac{0.42(50^2 + 26.987^2)}{230^2} \cdot 3.998 = 0.102 \text{ MВт},$$

$$\Delta Q_3 = \frac{0.42(50^2 + 26.987^2)}{230^2} \cdot 96.563 = 2.475 \text{ Вар},$$

$$P'_3 + jQ_3^1 = (21 + 0,102) + j(11.335 + 2.475) = 21.102 + j13.81 \text{ МВА},$$

$$\Delta P_3'' + jQ_3'' = (21.102 + 0,082) + j(13.81 + 0,504) = 21.184 + j14.314 \text{ МВА}.$$



1.16 - сурет – «Таугуль» қосалқы станциясына таңдалған ТДТН – 63000/220 типті трансформаторының алмастыру схемасы

500/230/20кВ «Алматы» қосалқы станциясы (0-1 аймақ) үшін (1.8) - (1.13) формулаларды пайдалана отырып есептеледі. Трансформатор типі: АТДЦТН-500000/220/2200 автотрансформатордың алмастыру схемасы 1.17-суретте көрсетілген.

$$\Delta P_{43} = \frac{0.42(49.6^2 + 26.771^2)}{500^2} \cdot 0.042 = 0,001 \text{ MBm},$$

$$\Delta Q_{43} = \frac{0.42(49.6^2 + 26.771^2)}{500^2} \cdot 96.563 = 2.436 \text{ MVar},$$

$$P'_{43} + jQ'_{43} = (20.832 + 0,01) + j(11.244 + 2.436) = 20.833 + j13.68 \text{ MVA},$$

$$\Delta P_{42} = \frac{0.42(105.4^2 + 56.889^2)}{500^2} \cdot 0.042 = 0,005 \text{ MBm},$$

$$\Delta Q_{42} = \frac{0.42(105.4^2 + 56.889^2)}{500^2} \cdot 0 = 0 \text{ MVar},$$

$$P_{42}' + jQ_{42}' = (44.268 + 0,005) + j(23.893 + 0) = 44.273 + j23.893 \text{MBA},$$

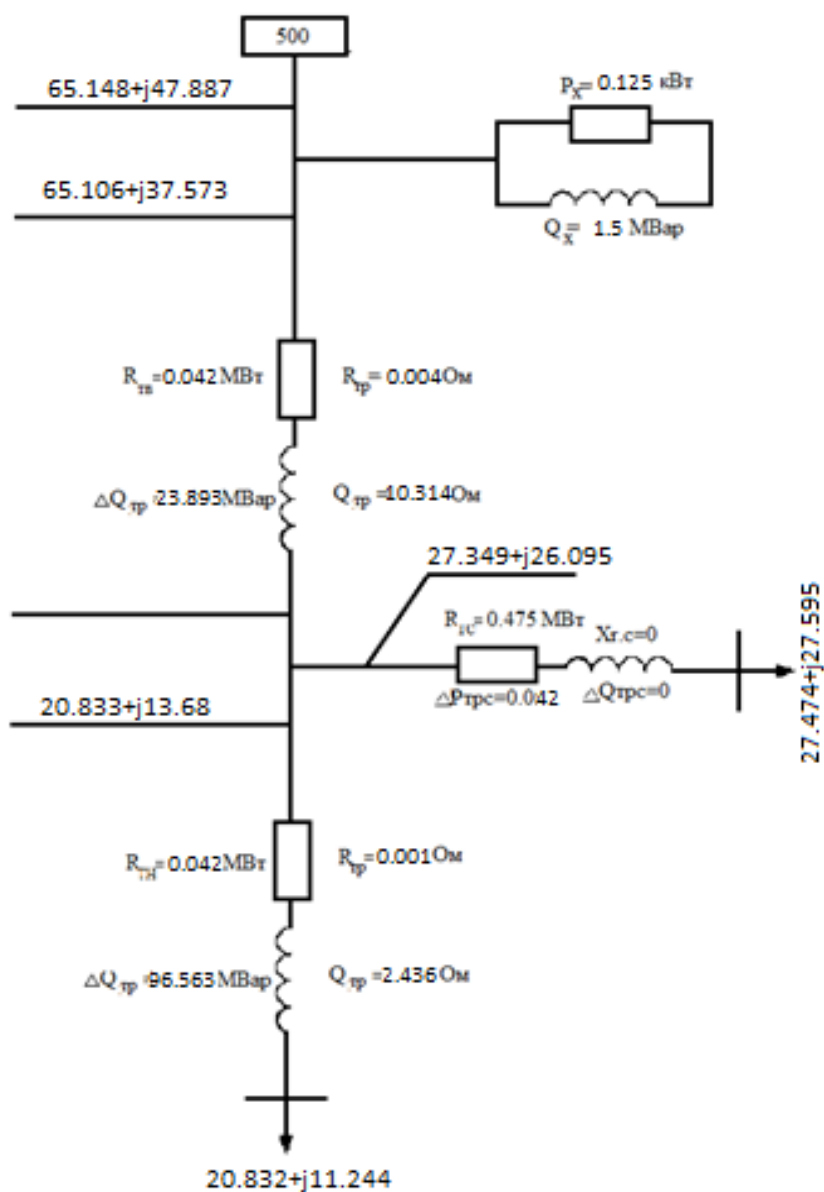
$$P_{41} + jQ_{41} = (20.833 + 44.273) + j(13.68 + 23.893) = 65.106 + j37.573 \text{MBA},$$

$$\Delta P_{41} = \frac{65.106^2 + 37.573^2}{500^2} \cdot 0,042 = 0,004 \text{MBm},$$

$$\Delta Q_{41} = \frac{65.106^2 + 37.573^2}{500^2} \cdot 96.563 = 10.314 \text{MVar},$$

$$P_4' + jQ_4' = (27.344 + 0,004) + j(15.781 + 10.314) = 27.349 + j26.095 \text{MBA},$$

$$\Delta P_4'' + jQ_4'' = (27.349 + 0,125) + j(26.095 + 1.5) = 27.474 + j27,595 \text{MBA}.$$



1.17 - сурет – «Алматы» қосалқы станциясына таңдалған АТДЦТН – 500000/220/2200 типті автотрансформаторының алмастыру схемасы

1.9.2 Өуе желісінің минималды режимдегі қуат шығынын есептеу

Өуе желісінің есептеуде (1.18)-(1.27) формулаларды есептеу арқылы минималды режим шығарылады. Қуаттардың минималды жүктелу пайызы 42% тең.

$$P_A = \frac{0.42(60(20) + 40(20 + 20) + 50(20 + 20 + 90))}{20 + 20 + 90 + 65} = 20.03 \text{ MBm},$$

$$Q_A = \frac{0.42(32.385(20) + 21.59(20 + 20) + 26.987(20 + 20 + 90))}{20 + 20 + 90 + 65} = 10.815 \text{ MBm},$$

$$P'_A = \frac{0.42(50(65) + 40(65 + 90) + 60(65 + 90 + 20))}{20 + 20 + 90 + 65} = 42.97 \text{ MBm},$$

$$Q'_A = \frac{0.42(26.987(65) + 21.59(65 + 90) + 32.385(65 + 90 + 20))}{20 + 20 + 90 + 65} = 23.2 \text{ MBm},$$

$$S_A = 20.03 + j10.815 \text{ MBA},$$

$$S'_A = 42.97 + j23.2 \text{ MBA},$$

$$P_A + P'_A = 20.03 + 42.97 = 63 \text{ MBm},$$

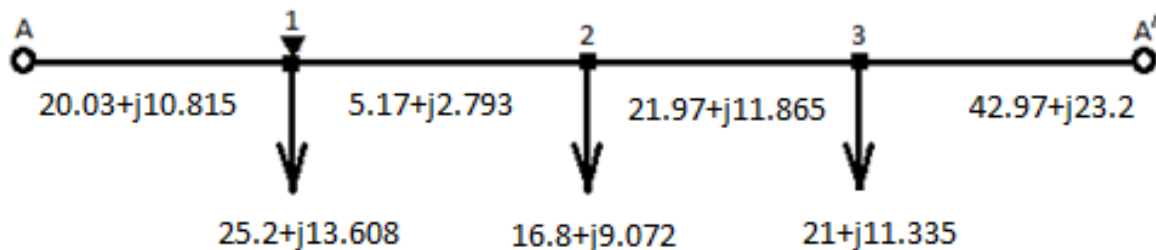
$$P_1 + P_2 + P_3 = 25.2 + 16.8 + 21 = 63 \text{ MBm},$$

$$63 = 63 \text{ MBm},$$

$$Q_A + Q'_A = 10.815 + 23.2 = 34.015 \text{ MBm},$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 13.608 + 9.072 + 11.335 = 34.015 \text{ MBap},$$

$$34.015 = 34.015 \text{ MBap}.$$



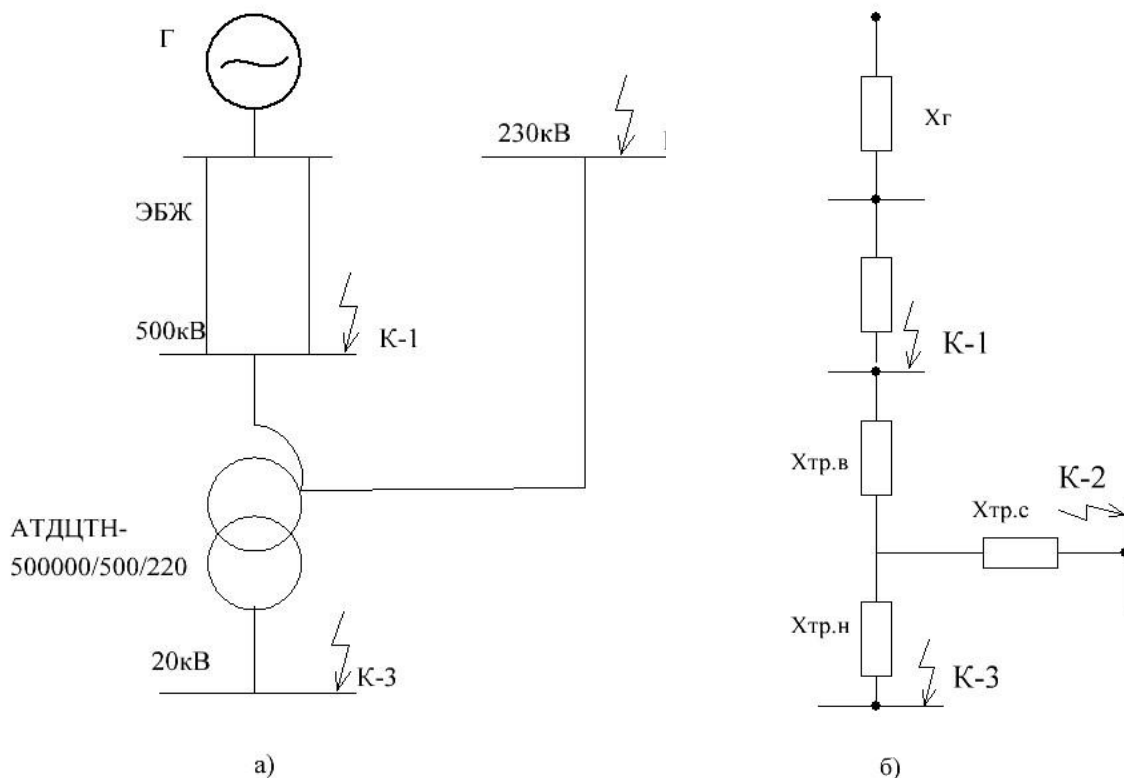
1.18-сурет - Электр беріліс желісінің схемасы

Қорытындылай келе, трансформаторлардың минималды режимдегі жұмыс істеу шығындары анықталды. Тұйықталған режимде және ажыратылған режимде желінің минималды қуат тұтыну шығыны есептелді. Желінің активті қуат шығыны және реактивті қуат шығыны есептелді.

1.10 Қысқа тұйықталу тогын табу

1.10.1 Берілген жүйенің бір бөлігінің қысқа тұйықталу тогын табу және сол параметрлерге сәйкес аппараттар таңдау (ҚТ)

Апаттық режимді орындауға таңдап алынған аймақ А-І. Оның структуралық сұлбасы мен алмастыру сұлбасы 1.19 - суретте көрсетілген



**1.19 – сурет - Апаттық режим орындалатын аймақтың
структуралық
(а) және алмастыру сұлбасы (б)**

Салыстырмалы бірлікте базистік қуат:

$$S_{\sigma} = 100 \text{ МВА.}$$

Базистік кернеу:

$$U_{\text{баз}K_1} = 500 \text{ кВ,}$$

$$U_{\text{баз}K_2} = 230 \text{ кВ,}$$

$$U_{\text{баз}K_3} = 20 \text{ кВ.}$$

1.4 - кесте - Қысқаша тұйықтау тогын анықтауға арналған тұрақтылар

Кернеу мәндері	t, с	$K_{\text{сок}}$	$T_a, \text{ с}$
500 кВ үшін	0,5	1,78	0,185
230 кВ үшін	0,7	1,78	0,2
20 кВ үшін	0,85	1,78	0,22

Генератордың кедергісі:

$$X_{Г*} = x_d'' \frac{S_{\sigma}}{S_{HG}}, \quad (1.33)$$

мұндағы $X_{Г*}$ – генератор кедергісі (қатысты мәні);
 x_d'' – аса өтпелі индуктивті кедергі;
 S_{HG} – генераторың номиналды қуаты, МВА;
 S_{σ} – базистік қуат, МВА.

(1.33) осы формулаға сәйкес:

$$X_{Г*} = 0,3 \frac{100}{200} = 0,15.$$

Желілердің кедергілері:

$$X_{Л} = x_0 l \cdot \frac{S_{\delta}}{U_{\delta}^2}, \quad (1.34)$$

(1.34) осы формулаға сәйкес:

$$X_{Л} = 0,428 \cdot 140 \cdot \frac{100}{500^2} = 0,02.$$

Трансформатордың кедергілері:

$$X_{TP*} = \frac{u_{к.з.}}{100} \cdot \frac{S_{\delta}}{S_{HT}}. \quad (1.35)$$

мұндағы X –трансформаторлардың кедергілері;

$u_{к.з.}$ трансформатордың қысқа тұйықталу кернеуі;

S_{HT} — трансформатордың қуаты.

Әр орамның қысқа тұйықталу кернеулері анықталады:

$$\begin{aligned} U_{K1} &= 0,5 \cdot (U_{(жк-ок)} + U_{(жк-тк)} - U_{(ок-тк)}), \\ U_{K2} &= 0,5 \cdot (U_{(ок-тк)} + U_{(жк-ок)} - U_{(жк-тк)}), \\ U_{K3} &= 0,5 \cdot (U_{(жк-тк)} + U_{(ок-тк)} - U_{(жк-ок)}), \end{aligned} \quad (1.36)$$

(1.36) осы формулаға сәйкес:

$$U_{K1} = 0,5 \cdot (U_{(жк-ок)} + U_{(жк-тк)} - U_{(ок-тк)}) = 0,5 \cdot (15 + 50 - 35) = 13,5\%,$$

$$U_{K2} = 0,5 \cdot (U_{(ок-тк)} + U_{(жк-ок)} - U_{(жк-тк)}) = 0,5 \cdot (35 + 12 - 50) = 0\%,$$

$$U_{K3} = 0,5 \cdot (U_{(жк-тк)} + U_{(ок-тк)} - U_{(жк-ок)}) = 0,5 \cdot (50 + 35 - 12) = 36,5\%.$$

(1.35) осы формулаға сәйкес:

$$X_{т.жс} = \frac{13,5 \cdot 100}{100 \cdot 200} = 0,067,$$

$$X_{мо} = \frac{0 \cdot 100}{100 \cdot 200} = 0,$$

$$X_{mm} = \frac{36,5 \cdot 100}{100 \cdot 200} = 0,182.$$

Қысқа тұйықталу нүктесіне дейінгі нәтижелік кедергі

$$X_{рез.б*} = X_{z*} = 0,15, \quad (1.37)$$

$$x_{кос2} = x_{Г*} + x_{Л} + x_{ТЖ} + x_{ТО}. \quad (1.38)$$

(1.37) осы формулаға сәйкес:

$$X_{рез.б*} = 0,15 + 0,02 + 0,067 + 0 = 0,237.$$

$$x_{кос3} = x_{Г*} + x_{Л} + x_{ТЖ} + x_{ТТ}. \quad (1.39)$$

(1.38) осы формулаға сәйкес:

$$X_{рез.б*} = 0,15 + 0,02 + 0,067 + 0,182 = 0,419,$$

Нүктелердегі базистік тоқты табу

$$I_{б1} = \frac{S_{б}}{\sqrt{3} \cdot U_{б}}. \quad (1.40)$$

(1.10.7) осы формулаға сәйкес:

$$I_{б1} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 500} = 0,11кА,$$

$$I_{б1} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 230} = 0,25кА,$$

$$I_{б2} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 20} = 2,8кА.$$

К1 және К2 нүктелердің ҚТ токтары:

$$I_{кз} = \frac{I_{б}}{X_{рез}}. \quad (1.41)$$

(1.41) осы формулаға сәйкес:

$$I_{K-1} = \frac{0,11}{0,15} = 0,73 \text{кА},$$

$$I_{K-2} = \frac{0,25}{0,237} = 1,05 \text{кА},$$

$$I_{K-3} = \frac{2,8}{0,419} = 6,68 \text{кА}.$$

Қысқа тұйықталу тогынан пайда болатын соққы токтар:

$$i_{y,t=0} = \kappa_{y\partial} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{\kappa 3,t=0}. \quad (1.42)$$

(1.42) осы формулаға сәйкес:

$$i_{y,t=0} = \kappa_{y\partial} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{\kappa 3,t=0} = 1,78 \cdot \sqrt{2} \cdot 0,73 = 1,8 \text{кА},$$

$$i_{y,t=\infty} = \kappa_{y\partial} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{\kappa 3,t=\infty} = 1,78 \cdot \sqrt{2} \cdot 1,05 = 2,63 \text{кА},$$

$$i_{y,t=\infty} = \kappa_{y\partial} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{\kappa 3,t=\infty} = 1,78 \cdot \sqrt{2} \cdot 6,68 = 16,7 \text{кА}.$$

Жылулық импульстері

$$B_{\kappa,t=0} = I_{\kappa 3,t=0}^2 \cdot (t + T_a). \quad (1.43)$$

(1.43) осы формулаға сәйкес:

$$B_{\kappa,t=0} = I_{\kappa 3,t=0}^2 \cdot (t + T_a) = 1,8^2 \cdot (0,5 + 0,185) = 2,21 \text{кА}^2 \cdot \text{с},$$

$$B_{\kappa,t=\infty} = I_{\kappa 3,t=\infty}^2 \cdot (t + T_a) = 2,63^2 \cdot (0,7 + 0,2) = 6,22 \text{кА}^2 \cdot \text{с},$$

$$B_{\kappa,t=0} = I_{\kappa 3,t=0}^2 \cdot (t + T_a) = 16,7^2 \cdot (0,85 + 0,22) = 298,41 \text{кА}^2 \cdot \text{с}.$$

Трансформатордың (1.18) формула бойынша жоғарғы және төменгі орамдарындағы есептік токтары:

$$I_{расч} = \frac{500000}{\sqrt{3} \cdot 500} = 578 A,$$

$$I_{расч} = \frac{500000}{\sqrt{3} \cdot 230} = 1256 A,$$

$$I_{расч} = \frac{500000}{\sqrt{3} \cdot 20} = 14450 A.$$

Барлық есептелініп шығарылған мәндердің топтастырылған жиынтығы 1.5 - кестеде көрсетілген.

1.5 - кесте – Қысқы тұйықталу болған аймақтың параметрлері

Нүкте/ Параметр	К1	К2	К3
U _Ж	500 кВ	230 кВ	20 кВ
I _б	0,11 кА	0,25 кА	2,8кА
I _{КТ}	0,73 кА	1,05 кА	6,68 кА
i _{СОКҚЫ}	1,8 кА	2,63 кА	16,7 кА
I _{ес}	578 А	1256 А	14450 А
B _К	2,21 кА ²	6,22кА ²	298,41кА ²

1.10.2 Есептелген параметрлер бойынша электр аппараттарын таңдау

Аппараттар мен өткізгіштерді таңдау барсында, олардың қандай жағдайда жұмыс істей алуынан бастайды, олардың құрылысы ішке (жабық) және сыртқа (ашық) орналастыру талаптарын қанағаттандыру керек.

Өткізгіштер (шина, кәбіл) үшін қажетті материал (алюминий немесе мыс) орындау және ауада немесе жерде орналастыру жағдайларын ескерілуі керек. Көбінесе өткізгіштердің материалы ретінде алюминий және өте айрықша жағдайда мыс қолданылады. Аппараттар мен өткізгіштер жұмыс режимдері қалыпты ауырлау және қысқа тұйықталу режимі деп бөлінеді.

Жоғары кернеулі ажыратқыштар жоғары кернеулі электр тізбегін қосуға және ажыратуға, сондай ақ қысқа тұйықталу кезінде ажыратуға арналған. Оның ажырататын қабілеті жеткілікті, қысқа уақытта орындайтын жұмысы сенімді болуы тиіс. Жоғары вольтты ажыратқыштар қопарылудан және өрттен қауіпсіз, құрылымы қарапайым, пайдаланылуы ыңғайлы, мөлшері мен салмағы мүмкіндігінше шағын болғаны жөн.

Ажыратқыш – коммутациялық аппарат, тоқты қосуға және ағытуға арналған. Ажыратқыш электр қондырғыларындағы негізгі аппарат болып табылады және ол кез келген режимдегі тізбекті ажыратып, қосу қызметін

атқарады. Ұзақ жүктеме, асқын жүктеме, қысқаша тұйықталу, бос жүріс, синхронды емес жұмыс. Ең қиын және жауапты операциялар бұл қысқа тұйықталу тоқтарының ажыратылуы және берілген қысқаша тұйықталуға қосылуы.

Ажыратқыштың негізгі конструкциялық бөліктері: контактілі жүйе, ұшқын сөндіретін құрылғымен, тоқ жетекші бөлік, корпус, оқшауламалық және жетектік механизм.

Айырғыш-контактілі коммутациялық аппарат тоғы жоқ немесе аз ғана тоғы бар электрлік тізбекті ажыратуға немесе қосуға арналған, техника қауіпсіздігін сақтау үшін ажыратылған жағдайда контактілер арасында оқшауламалық аралық болады.

1.6 - кесте – К1 нүктесіне таңдалған аспаптар

Таңдау шарты	Есептелген мәндер	Каталогтағы берілгендер		
		Ажыратқыш АББ 550 РМ	Айырғыш РПВ 500/3150	Ток трансформаторы ТФЗМ110Б-ІУ1
$U_{жк} \leq U_H, кВ$	500	500	500	110
$I_{есеп} \leq I_H, А$	578	4000	3150	1200
$I_{КЗ} \leq I_{ОТКЛ}, кА$	0,73	50	160	---
$i_y \leq k_\delta \cdot \sqrt{2} \cdot I_H$	1,8	125	-	10
$B_k \leq I_{терм}$	2,21	-	63	25

1.7-кесте – К2 нүктесіне таңдалған аспаптар

Таңдау шарты	Есептелген мәндер	Каталогтағы берілгендер		
		Ажыратқыш АББ 242 РМР	Айырғыш РПВ220/20 00	Ток трансформаторы ТФЗМ110Б-ІУ1
$U_{жк} \leq U_H, кВ$	230	230	220	110
$I_{есеп} \leq I_H, А$	1256	4000	2000	1200
$I_{КЗ} \leq I_{ОТКЛ}, кА$	1,05	40	125	---
$i_y \leq k_\delta \cdot \sqrt{2} \cdot I_H$	2,63	100	-	10
$B_k \leq I_{терм}$	6,22	-	50	25

1.8 - кесте – К3 нүктесіне таңдалған аспаптар

Таңдау шарты	Есептелген мәндер	Каталогтағы берілгендер		
		Ажыратқыш ВБНТ 35	Айырғыш РПВ 500/3150	Ток трансформаторы ТФЗМ110Б-ІУ1
$U_{ж} \leq U_H, кВ$	20	35	500	110
$I_{есеп} \leq I_H, А$	14450	630	3150	1200
$I_{кз} \leq I_{откл}, кА$	6,68	50	160	---
$i_y \leq k_\delta \cdot \sqrt{2} \cdot I_H$	16,7	125	-	10
$B_k \leq I_{терм}$	298,41	-	63	25

Айырғыштармен жүктеме тоғын ажыратуға болмайды. Өйткені контактілі жүйеде ұшқын сөндіретін құрылғы жоқ, ал жүктеме тоқтарын қателесіп ажыратса, ұшқын пайда болады, ол фазалық қысқы тұйықталуға және жұмыс істеп жатқан жағдайда, адамдардың жарақатталуына әкеп соқтырады.

Айырғышпен ажыратпас бұрын ажыратқышпен тізбекті сөндіру керек. Номинал кернеу, номинал тоқ, соғылу тоғы бойынша РДЗ-220 типті ажыратқыштарды таңдалады. К1-3 нүктесіне таңдалған ажыратқыштар мен айырғыштар тоқ трансформаторы келесі кестелерде көрсетілген.

1.11 Әуе электір беріліс желісі үшін тірек материалын таңдау

Есептелетін әуе электр беріліс желісінің номиналды кернеуі 220 кВ болғандықтан, техникалық және экономикалық көрсеткіш бойынша ең тиімді электр желісі үшін темірбетонды тіректер қолданылады.

Темірбетонды тіректер жоғары механикалық беріктікке ие, ұзақ мерзімді қызмет атқарады және пайдалану кезінде көп шығынды қажет етпейді. Оларды құруға кететін жұмыс шығыны, ағаш және металл тіректерге қарағанда біршама төмен.

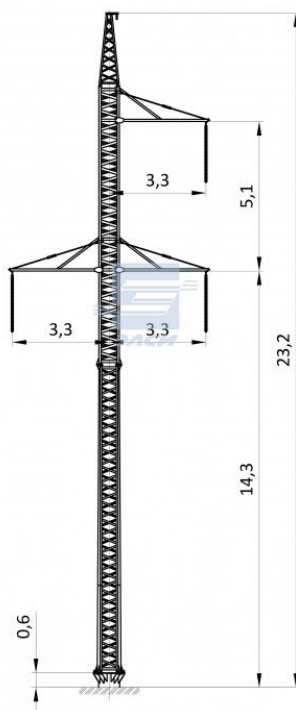
Темірбетонды тіректердің кемшілігі ауыр салмақтылығы. Бұл оны тасымалдау үшін көліктік шығынның өсуіне әкеледі және құру мен монтаждау кезінде үлкен жүккөтерімділікті крандардың қолданылуын қажет етеді.

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.

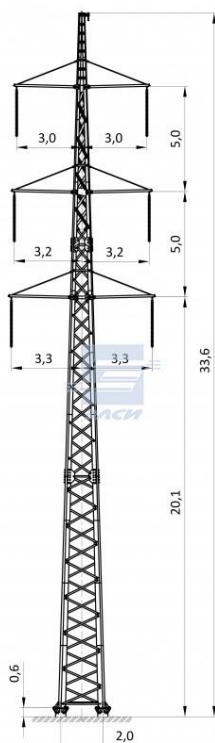
Темірбетонның артықшылығы металл бөлігін коррозиядан берік қорғау болса, кемшілігі онда жарықтардың пайда болуы.

1.9 - кесте - Тіректердің паспорттық мәліметері

Номинал кернеуі U_H , кВ	Сымның маркасы	Тіректердің құрылымы мен мәні	Тіректің маркасы	Мұз қату аймағы	Желдің стандартты жылдамдығы м/с	Салмағы, кг
220	300/48	II-1ц-с	ПС220П-4Т	II-IV	50	2322
220	240/39	II-1ц-с	2ПС220П-1М	I-IV	50	4948



1.20 - сурет - Тізбекті кернеуі 220 кВ-қа арналған темірбетонды ПС220П-4Т типті бір тізбекті тіректің құрылымдық схемасы



1.21 – сурет - Тізбекті кернеуі 220 кв-қа арналған темірбетонды 2ПС220П-1М типті екі тізбекті тіректің құрылымдық схемасы

2 Асқын өткізгішті трансформаторлар

Трансформатор – электрлік энергияны тасымалдауда және бөлудегі ең маңызды электротехникалық құрал болып табылады. Қуаты бойынша трансформаторларды екі топқа бөледі: аз қуатты және ортақ және арнайы жұмысты күштік трансформаторлар.

Трансформатордың электр торабында орналастырғанда, электрлік станциядан алыстаған сайын, олардың қуаты азайып, ал материалға жұмсалатын құны мен жоғалтулары аса түседі. Осыған байланысты ең ауыртпал жағдай 35 және 10(6) кВ кернеудегі бөлетін тораптарға түседі. Егер бос жүріс жоғалтуларымен жаңа технологиялық шешімдермен тиімді алыса алсақ, трансформатор қысқа тұйықталған орамды режимде қиынырақ болады. Және де бұл мәселені асқын өткізгіш материалсыз құтыла алмайтынымыз жақсы көрініп тұр.

Асқын өткізгішті трансформаторлардың тарихы 60 жылдардың басында басталды. Ең басында олардың орамдары бірінші топтағы төмен температуралы асқын өткізгіштердің сымдарымен жасалды. Олар салыстырмалы көп емес тоқ тасымалдығыш болды. Сол үшін бірінші асқын өткізгіш трансформаторлардың (АӨТ) қуаты аз болды және экономикалық тұрғыдан тиімді болмады. Байқалатын тоқ тасымалдағыш қасиетке екі топтағы ұзын төмен температурадағы асқын өткізгіш (ТТАӨ) пайда болған соң және көп тарамды орамдарды қолданған кезде пайда болды. Бұл

салыстырмалы қуатты трансформаторларды салу мен жобалауға жол ашты. Бірақ гелилік температуралық деңгейлі криогенттік жабдықтың қымбат бағасы және асқын өткізгіш қалыпты сақтап тұратын энергиялық шығындар бұл жобаны резистивті аналогтармен экономикалық тұрғыда жарыса алмайтынын көрсетті.

АӨТ-ларды жобалауда жаға үмітпен жоғары температуралы асқын өткізгіштер (ЖТАӨ) ойланып табылды. Олар сұйық азот температурасында жұмыс жасай алды. Он жылдан соң үлкен дүние жүзілік (АҚШ, Жапония, Қытай, Германия, Ш.Корея) энергетикалық компанияларында әртүрлі қуаттағы үшфазалы және бірфазалы ЖТАӨ трансформаторлар жобасы басталды. Бұл жобаларды көбіне мемлекет пен үлкен инвесторлар қаражаттандырды. Соңғы жылдарда ЖТАӨ сымдарын жобалауда үлкен дәрежеге жетті. ЖТАӨ трансформаторлар жабдықтары жақсартылуда.

Бірақ трансформаторларды жобалаудағы магнитопроект конструкциясы және АӨ орамдардағы динамикалық жоғалтуда бір ортақ шешімге келмеді. Магнитопроектқа келсек, оны криостат сыртына “жылы” немесе ішіне “суық” қолдануы.

“Суық” орындалу (сурет 2.1) бір жағынан криостатты жасау оңай және магниттік жүйенің көлемі азаяды, басқа тұрғыдан жылу ағындарын қосумен энергошығындарды көбейтеді. Жылу ағындарды магнитопроект материалына қымбат тұратын аморфты болатты қолданумен азайтады. Олардың жылу шығаруы (1,4 Т және 100 К болғанда 0,2 Вт/кг) болады немесе қарапайым жақсартылған суықкатанды энерготехникалық болатпен жасалады. Кәзірше ең жақсы көрсеткішті FeSi материалы көрсетіп тұр. Оның жылу шығаруы 1,7 Т, 50 Гц болғанда 0,35 Вт/кг, [1].



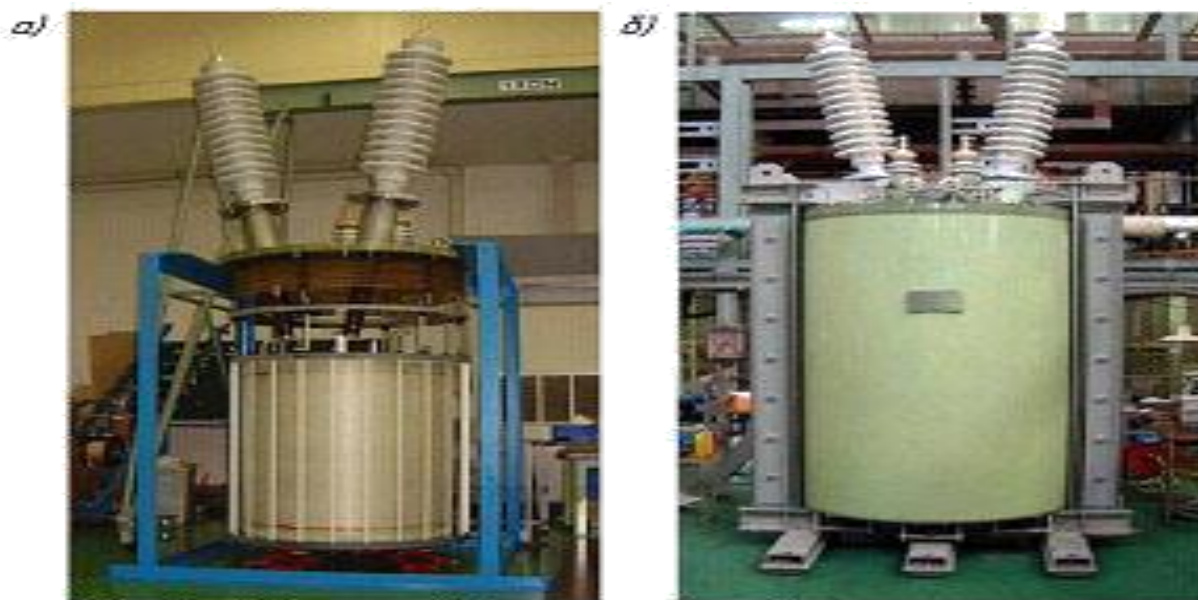
2.1 сурет – Қуаты 5/10 МВА үшфазалы ЖТАӨ трансформаторы

“Жылы” орындалу цилиндр түрінде орындалатын криостат конструкциясын жасауды қиындатады. Ол тағы магнитті жүйенің көлемін де үлкейте түседі. Сонымен бірге суық бөлікке жылу ағындарын да азайтады. Және магнитопровод жасағанда салыстырмалы арзан (3404, 3405, 3406) маркалы электротехникалық болаттарды қолдануға болады. Тәжірибелік конструкция бірфазала трансформаторларда жақсы көрсеткіш көрсетті (сурет 2.2.). Үшфазалы трансформаторларда орамдарды электр байланыс жасау үшін қосалқы тоқ кірістері керек.

Трансформатор орамдарындағы динамикалық жоғалтуларды азайтудың келесі әдістері бар, [1]:

- сапалы ЖТАӨ сымдарын қолдану; сымдарды транспорлау;
- көп қабатты экрандаушы мысты орамдарды қолдану;
- жоғарғы және төменгі кернеу орамдарын алмастыру;
- орам сандарын көбейту;
- трансформатор орамдарының жұмыс істеу температурасын азайту.

Динамикалық жоғалтулар қолданылатын асқын өткізгіштердің сапасына және асқын өткізгіш материалдың анизотропиясына байланысты. Динамикалық жоғалтулар мен сымдардың тоқ тасымалдағыш қасиетін азайту үшін, орап болған соң катушканы болуы мүмкін механикалық сыну мен дефектерді жою үшін арнайы пеште босандатады. Магниттік өрістің әсерін азайту үшін асқын өткізгішке біріншілік және екіншілік орамдарда көп орам болған жағдайда, мыстан жасалатын экрандаушы көп қабатты орамдар қолданылады.



2.2 сурет – а) шашылған жағдайда; б) – жиналған жағдайда. “Жылы” магнитті жүйесі және коаксильді типті металлсыз криостаты бар бірфазалы ЖТАӨ трансформаторы

Динамикалық жоғалтулардан құтқарылу үшін тағы да орамдардағы орам санын көбейтіп магнитопроводтағы индукцияны азайтады, бірақ бұл асқын өткізгіштің қымбат бағасына апарды.

Жоғарыда айтып кетілгеннен басқа, динамикалық жоғалтулардан құтқарылу үшін асқын өткізгіштердің жұмыс жасау температурасын 65-66 К дейін түсуге болады. Нәтижесінде жұмыс жасаушы өрістер мен тоқтардың диапазоны өседі.

2.1 Жоғарғы температуралы асқын өткізгішті трансформатордың артықшылықтары

Жоғарғы температуралы асқын өткізгішті трансформаторлар қарапайым трансформаторларға қарағанда келесідей артықшылықтары бар, [2]:

- номиналды тоқ кезінде жүктемелелік жоғалтуларды 90% пайызға азайтуға болады. Ол трансформатордың ПӘК үлкейтеді;
- трансформатор салмағы мен көлемі 40% дейін азаяды. Айтар жағдай, ЖТАӨ трансформаторларын жұмыс жасап тұрған қосалқы танцияларда конструкциясын өзгертпей қолдануға болады. Ол бізге трансформатор қуаты өсіреді және де транспортировка жеңілдейді;
- апатты жағдайларда электр жабдықтарды сақтайтын ҚТ тоқтарын шектейтін ерекшеліктер;
- реактивті кедергіні айтарлықтай төмендету. Ол кернеуді тұрақтадады және де реттеуіш аспаптарды алып тастауға болады;
- трансформатор изоляциясы мен оның қартеуіне алып келмейтін асқын жүктемеде жұмыс жасалуы;
- шудың азаюы;
- майлы трансформаторларға қарағанда ЖТАӨ трансформаторы өртке қауіпсіз және экология аз зақымын тигізеді.

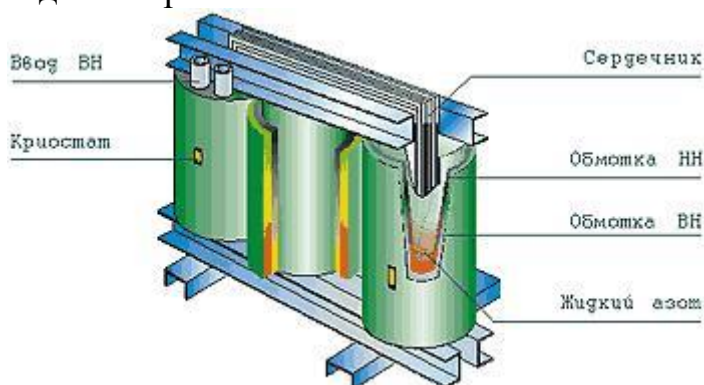
2.2 Жобалар мен тәжірибелік нұсқалар

Кәзіргі таңда Европа, Жапония мен АҚШ-та ЖТАӨ трансформаторланың үш негізгі жобасы бар. Олардың жұмысы бірдей 1997 жылы басталды. Ең бірінші жоба кернеуі 18,7/0,4 кВ және қуаты 630 кВА болатын трансформатор болды сурет 2.3, оны АBB компаниясы АҚШ компаниясы ASC (ЖТАӨ ленталар жасаушы) және француздық Electricite de France (EDF) компаниясымен серіктесіп орындады.



2.3 сурет – АВВ компаниясының 630 кВА қуатты трансформаторы

Осының мысалында ЖТАӨ трансформатордың жұмыс істеу принципін қарастырайық (сурет 2.4). Орамдары сұйық азотқа енгізілген. Азот бұл жерде изоляция және суықтатушы ретінде. Трансформатордық білігі қоршаған орта температурасында жұмыс жасайды. Өйткені оны суықтату криогенді жүйенің артық жүктемесіне ғана алып келеді. Орамдары біліктен және қоршаған ортадан термиялы изоляцияланған. Изоляция криостан деп аталатын контейнерлермен қоршалған. Криостан эпоксидан жасалып қабырғаларында вакуум болып тұрады. Тәжірибелер жасағанда номиналды тоқта жоғалтулар 337 Вт құрады, ал білігінде бос жүріс кезінде 2,1 кВт құрады. Нәтижелі тәжірибелерден соң жоғарыда айтылған компаниялар 5 миллион доллардан бірігіп осы трансформаторды жақсартуға қаржыландырды. Болашақта АВВ 10 МВА қуатты трансформатор шығарып, ал EDF өзінің торабына орналастырады. Болашақ ойларында осы типті трансформаторды 100 МВА дейін жеткізуді көздеп отыр.



2.4 сурет – АВВ компаниясының 630 кВА қуатты трансформаторының құрылымы

Екінші болып 500 кВА қуатта және 6600/3300 В кернеудегі трансформатор жобаланды. (сурет 2.5) Оны Жапон компаниясы Fuji Electric

Жапондық Sumitomo Electric Corporation компаниясымен серіктесіп ойлап тапты. Білігіндегі жоғалтулар 2,4 кВт құрады, ал номиналды тоқта 115 Вт құрады. Бірақ жапондық жобалаушылар ЖТАӨ трансформаторладың үлкен қуатқа шығаруды ұйғармады. Олардың ойынша жобаланған трансформатордың характеристикаларын жақсартуды көздеді. Нақтырақ келсек, суыту жүйесін және ЖТАӨ сымын жақсартуды қарастырып жатыр.



2.5 сурет - Fuji Electric компаниясының 6600/3300 В кернеу мен 500 кВА қуаттағы трансформаторы

Үшінші болып, осы жылы қуаты бойынша ең үлкен 1000 кВА трансформаторды Waukesha Electric Америкалық компаниясы ойлап шығарды. Тәжірибелерден соң 30 МВА 138/13,8 кВ мәндерімен трансформаторды шығаруды көздеді және АBB сияқты 3,8 миллион АҚШ долларын инвестицияға берді. Нәтижесінде 2003 жылдың соңында 10 МВА 26,4/4,2 кВ мәндері бар трансформатор шығарылды (сурет 2.5). Бірақ тәжірибелер кезінде бірнеше ауытқулар байқалды: орамдарда үлкен бөлшектік разрядтар, криогендік жүйеде ағулар пайда болды және жоғары бөлігін тексере алмады. Қазіргі таңда бұл ауытқулар алынып тасталды және тәжірибелік стендке орналастырылды (2.6 сурет.)



2.5 сурет – Waukesha Electric компаниясының 30 МВА 138/13,8 кВ трансформаторы



2.6 сурет – Waukesha Electric компаниясының 30 МВА 138/13,8 кВ жаңа үлгісіндегі трансформаторы

2.3 Жоғарғы температуралы асқын өткізгішті трансформаторларды қолдану болашағы

АҚШ-тың энергетика министірлігі 1993 жылы қуаты 30 МВА-ға дейінгі ЖТАӨ трансформаторларын қолдануда толық анализ жасады. Бүкіл эксплуатациялық мерзімдегі шығындар қарапайым трансформаторлардың шығындарына қарағанда жарты бағасына дейін арзан болды. Ал 30–1500 МВА ЖТАӨ трансформаторларын қолдану 1994 жылы Францияда боған конференциядағы мәліметтер бойынша шығындар 70% дейін аз болады деген болжам бар. Көптеген ЖТАӨ трансформаторларын жасайтын компаниялардың болжамы бойынша, көп энорго жүйелер 2020 жылға дейін жаңа технологияны енгізеді деп отыр.

3 Электр қауіпсіздік

3.1 Қосалқы станцияны пайдалануда электр және өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету шаралары

Жобаланып отырған қосалқы станция(ҚС) желі кернеуін 35 тен 10 кВ төмендетіп отыратын аудандық трансформаторлы қосалқы станция болып табылады.

ҚС-та екі ТМН-2500-35/10 типті трансформатор орналасты. 35 кВ АТҚ-нда элегазды ажыратқытар, АҚШ, айырғыштар, ток пен кернеу трансформаторлары және т.б жабдықтар орналасқан. 10 кВ таратушы

құрылғысы К-59 сериялы (КРУН-10 кВ) сыртта қолданылатын комплекті таратушы құрылғысымен орындалған.

Маймен толтырылған трансформаторларда өрт майдың төгілуінен және қысқа тұйықталу боған кездегі майдың буынан және газдық қорғаныс әрекет жасамаған кезде пайда болады.

Кабельдерге қысқа тұйықталу болғанда желі оқшаулағыштрының жанауы болуы мүмкін. Ол қабыршақың айырылуына және кабельдың тым қызып кетуінен де болады. Бұндай жағдай Электр құрылғыларын дұрыс қолданбағандықтан, қорғаныстың дұрыс жұмыс жасамауынан және майдың кабелдерге тиіп кетуінен болуы мүмкін.

Маймен толтырылған аумақтан басқа ҚС бүкіл аумағы II-II классты өрт зонасына жатады. Маймен толтырылған аумақ II-III классына жатады.

Электрлік құрылғыларда жаңғыш нәрселерге оқшаулағыш материалдар жатады: қағаз, минералды май және т.б.

Электрлік құрылғыда немесе оның жанында өрт пайда болғанда ең бірінші Электрлік құрылғыны желіден өшіру керек.

Кернеу үстінде өшіру керек болған жағдайда көмірқышқылды, көмірқышқыл-броэтилді өртсөндіргішті және бикарбонат натрий құрамды өте кішкене ұнтақты өртсөндіргіштерді қоладну керек, бірақ та қызып тұрған заттарға ұнтақ салу болмайды-өйткені жарылу қаупі бар. Өртті сөндіру үшін құрған таза құмды қолдануға болады.

Кернеу үстінед тұрған Электрлік құрылғыларда өрт сөндіру үшін химиялы көбікті немесе химиялы әуе-көбікті өртсөндіргішті қолдануға болмайды. Өйткені көбік тоқ өткізгіш болып келеді және Электр құрылғылардың оқшамасына әсерін тигізеді.

Электрлік құрылғыларында өрт өшіру ерекше болып келеді. Өйткені тоққа тию қаупі мен атқарушы персоналдың жану продуктілеренен уланып қалу мүмкіндігі бар. Өйткені жанған кезде электрлік құрылғылардан хлор, басқа тиетін газ, көмірқышқыл т.б газдары шығады.

Өрт қауіпсіздігін қаматамыз ету үшін жобада әртүрлі шаралар орындалады.

Өрт қауіпсіздігі шаралары организациялық, техникалық, режимдік және эксплуатациялық болып бөлінеді.

Организациялық шаралар жабдықтардың дұрыс қолдануын, ғимараттың дұрыс ұсталуын, өртке қарсы инструктаждар мен өрт қауіпсіздігіне байланысты бұйрықтарды шығаруын т.б қарастырады.

Жобаланып отырған объектіге келесі организациялық шаралар орындалады:

– орындаушы персонламен бірінші және екінші өрттен қарсы инструктажбен өрт-техникалық минимум дәрістерін өткізу;

– электротехникалық персоналдан өрт қауіпсіздігі ережелерін мезгілді тексеру;

– АТҚ аумағында мезгілді шөпті алып тастау. Қоршау мен ҚС аумағында шөпті өртеу тиым салынады;

– ҚС аумағында жолды дұрыс ұстап, қысқы мезгілде қардан тазалап тұру керек;

– АТҚ аумағында ыңғайлық үшін жерлендіргіштер тұрған жерлерді белгілеп қою керек;

– кабелді каналдар тұрған жаққа көліктерге арнап арнайы белгілермен белгілеу керек.

Техникалық шараларға өрт қауіпсіздігі ережелерін, ғимаратты жобалау кезіндегі нормаларды, эліктірлік өткізгіштер мен жабдықтар, жылу, ауа алмасу, жарықтандыруларды дұрыс орналастыру және сақтау қарастырылады.

Жобаланып отырған объектіге келесі техникалық шаралар қарастырылады:

– жердегі 35 кВ кернеулі ашық кабельдік жаймаларға өртенбейтін тақтамен жабылады. Жабдықтарға кабельдердің алынып келетін бөліктері өртке 0,75 с дан аз емес тығыздаушылар қолданылады;

– жердегі кабелдік жаймаларға және АТҚ-жақтағы бұтақшаларға өртке шыдамды тығыздаушы қарастырылады. Кабельді тығыздаушы жаймалар жаққа және каналдарға қызыл белгімен белгіленеді. Керек болса түсіндіргіш жазулар орнатылады.

– байланысты жобаланып отырған ҚС ІІІ топқа жатады. ІІІ топтағы ҚС-ға өртке қарсы су құбырлары мен өртке қарсы резервуарлар қарастырылмайды[5].

Қарастырылып отырған ҚС атқарушы персоналсыз болғандықтан, трансформатордың жанында құммен басқа біріншілік өрт сөндіргіш жабдықтармен қамтамасыз етілмеіді. Оперативті-шығу бригадасы көліктерінде төрт данадан аз емес көмірқышқы және әрқайсысының көлемі 5 кг-ден аз болмайтын ұнтақты өрт сөндіргіштер болуы қажет:

– маймен толтырылған күштік трансформаторларда майдың ағуынан және өрттің таралуынан қарсы май қабылдағыштар, май таратқыштар мен май жинағыштар қарастырылады;

– майқабылдағыштың габариты күштік трансформатордан 0,6 м шығып тұрады (трансформаторда майдың салмағы 1640 кг). Май қабылдағыш терең емес типті. Майқабылдағыш борттық қоржаудан жасалады да ортақ жоспарлаудан 0,3 м шығып тұрады. Майқабылдағыштың астын ірі таза тастан не-месе жуылған гранитті құмнан немесе көлемі 30 дан 70 мм дейінгі борпақ емес қиырқық тастан төселеді. Төселімнің қалыңдығы 0,3 м. Осындай қалыпта май қабылдағыштың көлемі трансформаторда бар 100 % майды қабылдай алады.

– майды бұрып жіберушілер жер асты құбыр ретінде жасалады;

– трансформаторлардың фундаменті жанбайтын материалдардан жасалады.

Эксплуатациялық шараларға профилактикалық қараулар, жөндеулер және сыналар жатады.

Жобаланып отырған ҚС-ға келесі эксплуатациялық шаралар жасалуы тиіс:

– оқшаулағыштың төзімділігін арттыру, жуу, тазалау;

– өлшегіш трансформаторларда және кірістерде майдың көлемін тексеру.

Найзағайдың тура соғуы, атмосфералық кернеудің күшенуі, электростатикалық және электромагниттік индукциялар өртке себебі бола алады. Найзағайдан қорғау үшін АО-40 радиомачтасы қолданылады. Атмосфералық кернеудің күшенуінен қорғаныс АКШ арқылы атқарылады.

3.2 Электр қауіпсіздігі. Найзағайдан қорғау есебі

3.2.1 Найзағайдың тура соғуынан қорғау

Ашық таратушы құрылғыларды және де ҚС ғимараттарын, ең қауіпті деп алып, өзекшелі жайтарғышпен найзағайдың тура соғуынан қорғайды.

Ені $b = 34$ м ұзындығы $= 38$ м және қорғалатын объектілердің биіктігі $h_x = 7,5$ болатын найзағайдан қорғау үшін екі трансформаторлы ҚС-на келесі мәндерді қабылдаймыз:

Биіктігі $h = 14$ м болатын 4 өзекшелі жайтарғышты қолданамыз. Жайтарғыштарың арасын ұзындығы бойынша $a_1 = 18$ м және ҚС енінен $a_2 = 12$ м.

Онда жайтарғыштың активті биіктігі:

$$h_a = h - h_x = 14 - 7,5 = 6,5 \text{ м.}$$

Жайтарғыштардың арасындағы ара қашықтықтың ортасын анықтаймыз:

$$h_{0,1} = h - a_1/(7 - K_p) = 14 - 18/(7 - 1,74) = 10,58 \text{ м,}$$

$$h_{0,2} = h - a_2/(7 - K_p) = 14 - 12/(7 - 1,74) = 11,72 \text{ м.}$$

Қорғалатын аумақты оның радиусымен r_x анықталатын шекарасын келесі формуламен анықтаймыз:

$$r_x = \frac{1,6 \cdot h_a \cdot K_p}{1 + \frac{h_x}{h}}, \quad (3.1)$$

h_x биіктікте және $d_x = 2r_x$ горизонтты қимамен болатын жайтарғыштардың қорғау аймағының ең аз ені [3] келтірілген қисықтармен анықталады.

Қатынастары $a_i/h_a < 7$ болған жағдайда ғана 30 м жететін жайтарғыштар өзара әрекет жасайды.

Қорғалатын зоналардың d_{x1} шамасын анықтау үшін a_i/h_a табу керек:

$$a_1 / h_a = 18/6,5 = 2,8 < 7,$$

$$a_2 / h_a = 12/6,5 = 1,8 < 7.$$

Жайтарғыштардың өзекшерінің бір бірімен әрекетесуіне арналған шарттар орындалды. Енді қатынасын анықтайық:

$$h_x / h = 7,5/14 = 0,54.$$

Енді [3] қисықтарына бағына отырып, $d_{x1}/(2h_a) = 0,75$ қатынасын анықтаймыз. Осыдан табамыз:

$d_{x1} = 0,75 \cdot 2h_a = 0,75 \cdot 2 \cdot 6,5 = 9,75$ м. Аналогиялы түрде қатынас $d_{x2} / 2h_a = 0,6$ және $d_{x2} = 0,6 \cdot 2h_a = 0,6 \cdot 2 \cdot 6,5 = 7,8$ м.

Енді қорғау арасының характерлі көлемін анықтаймыз:

$$d_{1,2} = d_{x1}/2 = 4,87 \text{ м},$$

$$d_{2,3} = d_{x2}/2 = 3,9 \text{ м}.$$

ҚС бүкіл аумағының қорғалуы келесі теңсіздікпен анықталады:

$$D = 8 \cdot h_a, \quad (3.2)$$

мұндағы D – диагональ бойынша жайтарғыштар арасындағы арақашықтық.

$$D = \sqrt{a_1^2 + a_2^2} = \sqrt{17,8^2 + 12^2} = 21,5 \text{ м}.$$

Оң жақтағы теңсіздікті анықтайық:

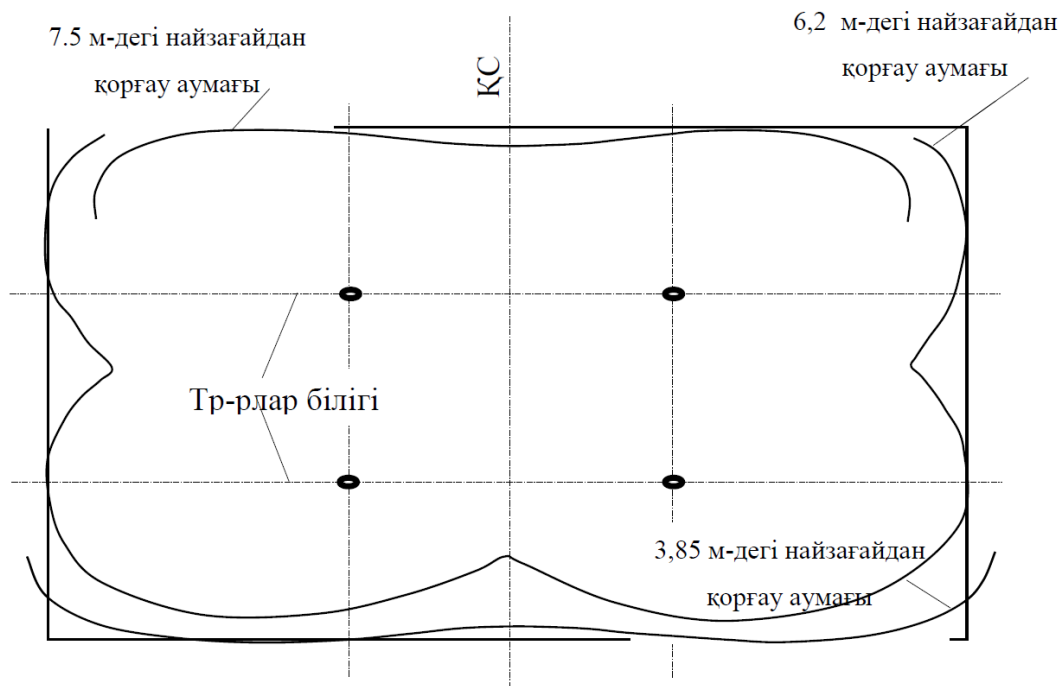
$$8 \cdot h_a = 8 \cdot 6,5 = 52 \text{ м}.$$

Табылған көлемдерді салыстыра, келесі мәндерді аламыз:

$$D = 21,5 \text{ м} < 8 \cdot h_a = 52 \text{ м}.$$

Теңсіздік шарты орындалғандықтан, қорғалатын объект түгелімен жайтарғыштардың қорғау аумағында тұрғанын байқаймыз.

ҚС-ның найзағайдан қорғайтын құрастырылған сұлбасы 3.1 суретте көрсетілген.



3.1 сурет – ҚС-ның найзағайдан қорғайтын құрастырылған сұлбасы

ҚОРЫТЫНДЫ

Менің дипломдық жобамда Алматы қосалқы станциясын тұтынушы жүктемесі өсуі мен жабдықтардың моральді және табиғи тұрғыдан ескіруіне байланысты жаңадан жобаладым.

Әуе электр беріліс желісі екі режимде, яғни тұйықталған және ажыратылған режимде есептелінді. Осы екі режимде де желінің параметрлері анықталынды. Тұйықталған және ажыратылған режимдерде желінің максималды қуат тұтыну шығыны анықталды. Желінің активті қуат және реактивті қуат шығындары есептелді. Желі ұзындығы қуат шығынын арттырып, реактивті қуат шығын болатыны анықталынды.

Арнайы бөлімде асқын өткізгішті трансформаторлар жайлы мәліметтер жинадым. Оның ішіне сондай трансформаторлардың конструктивті ерекшелігін және қарапайым трансформаторларға қарағанда артықшылықтарын қарастырдым.

Өмір қауіпсіздік бөлімінде қосалқы станцияда пайда болатын өртті жою мен одан қорғану және тура найзағай соғуынан қорғану құрылғысына есептерді қарастырдым.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Sissimatos E., Harms G., Oswald B.R. Optimization of high-temperature superconducting power transformers // Applied Superconductivity, 2001, №11.
- 2 Mumford F. J. A techno-economic study of high T_c superconducting power transformers // International Conference on Electrical Machines, 1994.
- 3 Гук, Ю.Б. Проектирование электрической части станций и подстанции / Ю.Б. Гук, В.В. Кантан, С.С. Петрова: Учеб. пособие для вузов. - Л.: Энергоатомиздат, 1988. – 312 с.: ил.
- 4 А.А. Герасименко «Передача и распределение электрической энергии»: Учебное пособие.: Издательские проекты, 2006. – 720 с.
- 5 Электр станциялары мен желілерін техникалық пайдалану қағидалары/ Қазақстан Республикасының Үкіметі. – 2012 жыл.
- 6 Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. – М.: Изд-во НИЦ ЭНАС, 2002. – 192 с.
- 7 Неклепаев, Б.Н. Электрическая часть станций и подстанций: Учеб. пособие для вузов. / Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков // Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.: ил.
- 8 ҚР ҚНЖЕ 4.02-42.2006. «Жылыту, желдету және ауа баптау». Қазақстан Республикасының Индустрия және сауда министірлігінің Құрылыс және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері жөніндегі комитеті. – Астана. – 2007 жыл.
- 9 Правила устройства электроустановок/ Министерство энергетики и минеральных ресурсов Республики Казахстан. – Астана, 2003 г.
- 10 Рожкова, Л.Д. Электрооборудование станций и подстанций / Л.Д. Рожкова, Д.С. Козулин // Учеб. для техникумов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1987. – 648 с.: ил.
- 11 Старкова, Л.Е. Электрическое освещение / Л.Е. Старкова.: Учебное пособие. – 2-е изд. испр. и доп. – Вологда: ВоГТУ, 2003. - 111 с.
- 12 СНиП РК 2.04-05-2002. Строительные нормы и правила Республики Казахстан. Естественное и искусственное освещение: Введ.04.04.02 – Изд.офиц.-А.: Госстрой Казахстана, 2002. - 35 с.
- 13 Түзелбаев Б.И., Жақыпов А.А. Сала экономикасы. Бітірушілер жұмысының экономикалық бөлімін орындауға арналған әдістемлік нұсқаулар (Электр энергетикасы бағыты бойынша оқитын бакалаврлар үшін). Алматы: ЭжБИ 2008ж, - 27 бет.