

Жоғары технологиялар инженериясы институты
Энергетика кафедрасы

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС ЖЕТЕКШІСІНІҢ ПІКІРІ

Диплом
қорғаушы

Айтбаев Бауыржан Амангелдіұлы

(аты-жөні)

Тақырыбы

**Электр торабын есептеу және
трансформаторлардың трансформация
коэффициенттерін автоматты реттеу**

*Дипломдық жұмыстың түсіндірмелік жазбасы 3
бөлімнен құрылған.*

*Дипломдық жұмыстың негізгі бөлімінде 220 кВ қосалқы
станцияның электр торабы есептелді. Жоба барысында
қосалқы станциялардың параметрлері және олардың
реактивті қуаттары, желінің қимасы есептеліп маркасы таңдалды.
ажыратқыштар таңдалған.*

*Арнайы бөлімінде трансформаторлардың трансформация
Коэффициенттерін автоматты реттеу қарастырылды.
Берілген тапсырманы орындау барысында Айтбаев Б. 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 «95б», «А», «өте жақсы» деп бағаланады,
ал студент Айтбаев Бауыржан Амангелдіұлы 5B071800 – Электр
энергетикасы мамандығы бойынша техника және технологиялар
бакалавры академиялық дәрежесіне лайық деп есептеймін.*

Жетекші

ассоц.профессор, техн.ғыл.канд.

(ғылыми атағы, дәрежесі)

(қолы)

Ақпанбетов Д.Б.

(аты-жөні)

«11» 05 2019 жыл

Студент

Айтбаев Бауыржан
(аты-жөні)

**Дипломдық жұмысына
П І К І Р**

Мамандық

5B071800 – Электр энергетикасы

Дипломдық жұмыс тақырыбы

Электр торабын есептеу және трансформаторлардың трансформация коэффициенттерін автоматты реттеу

- а) графикалық бөлімі 9 слайд Power point форматында;
б) түсініктемелік жазба 48 бет.

Дипломдық жұмыс бойынша ескертулер

Дипломдық жұмысты негізгі, арнайы бөлімдер, еңбекті қорғау бөлімдері құрайды. Негізгі бөлімде кернеуі 220 кВ қосалқы станцияның электр торабы есептелді. Жоба барысында қосалқы станциялардың параметрлері және олардың реактивті қуаттары, желінің қимасы есептелді. Арнайы бөлімде трансформаторлардың трансформация коэффициенттерін автоматты реттеу қарастырылды. Еңбек қорғау бөлімінде қауіпсіздік жөніндегі сұрақтар қарастырылып, найзагайдан қорғау аймағына есептеулер жүргізілді.

Ескерту:

- 1) Электр жабдықтарды таңдау барысында тиімділіктері 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 Айтбаев Бауыржан электрэнергетика мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры академиялық дәрежесіне лайық деп есептеймін.

Пікір беруші

Қызметі



Алмұратова Н.Қ.
(аты-жөні)

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

«10» мамыр 2019 жыл

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

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

Энергетика кафедрасы

Айтбаев Бауыржан Амангелдіұлы

Электр торабын есептеу және трансформаторлардың трансформация
коэффициенттерін автоматты реттеу

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B071800 – Электроэнергетика

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

« 8 » 05 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Электр торабын есептеу және трансформаторлардың трансформация коэффициенттерін автоматты реттеу»

5B071800 – Электроэнергетика мамандығы бойынша

Орындаған

Айтбаев Б.А.

Пікір беруші

АЭЖБУ “Электр машиналары және электр жетегі” кафедрасының
доценті, PhD

 Алмуратова Н.К.

« 10 » 05 2019 ж.

Ғылыми жетекші

PhD доктор, сениор-лектор

 Ақпанбетов Д.Б.

« 11 » 05 2019 ж.

Алматы 2019
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Т.К. Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты
Энергетика кафедрасы
5B071800 – Электроэнергетика

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі м.а.

PhD докторы, ассистент профессор

 Е.А. Сарсенбаев

«28» 01 2019 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы *Айтбаев Бауыржан Амангелдіұлы*

Тақырыбы *«Электр торабын есептеу және трансформаторлардың трансформация коэффициенттерін автоматты реттеу»*

Университет ректорының 2018ж. «15» желтоқсандағы № 1544-а бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «25» сәуір 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістер: $P_1=50$ МВт, $P_2=30$ МВт, $P_3=40$ МВт, $L_1=30$ км, $L_2=20$ км, $L_3=40$ км, $L_5=170$ км, $\cos =0.9$, $K_x=$, $T_{max}=5700$, .

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

а) Желі бойындағы қосалқы станцияларға трансформаторлар таңдау және оларды есептеу;

б) Ажыратылған және тұйықталған жүйелері үшін қуат таралуын және электр беріліс желілерінің максималды жүктемелеріндегі алмастыру схемасы;

в) Арнайы бөлім. Трансформаторлардың трансформация коэффициенттерін автоматты реттеу;

г) Шу мен діріл және найзағайдан қорғауды есептеу;




Сызбалық материалдар тізімі Сызбалық материалдар слайдпен көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер 6 атау

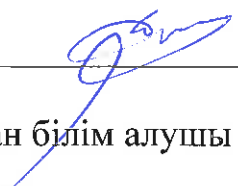
Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кернеуі 220 кВ электр торабын жобалау	22.02.19	ӘЖ
Трансформация коэффициенті	29.03.19	ӘЖ
Еңбек қорғау және қауіпсіздік	25.04.19	ӘЖ

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. Ақпанбетов Доктор PhD, сениор-лектор		
Экономика бөлімі	Д. Б. Ақпанбетов Доктор PhD, сениор-лектор		
Норма бақылау	А.О. Бердибеков, сениор-лектор	06.05.2019	

Ғылыми жетекші



Д.Б. Ақпанбетов

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Б.А. Айтбаев

Күні

« 10 » 05 2019 ж.

АҢДАТПА

Осы дипломдық жұмыста кернеуі 220 кВ қосалқы станцияның тұтынушыларын қоректендіруші электр торабы және трансформаторлардың трансформациялық коэффициенттерін автоматты реттеу қарастырылып отыр. Жұмыстың құрамына электр беріліс желісінің кернеуін анықтау, қосалқы станцияларға трансформатор тандау, тұйықталған және ажыратылған жүйеде қуаттын есептеу, ТКАР-дың блогы және параметрлерін есептеу кіреді. Сонымен қатар дипломдық жұмыста еңбекті қорғау және қауіпсіздік жөніндегі сұрақтар да қарастырылды.

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном работе предусматривается автоматическое регулирование коэффициентов трансформации трансформаторов и расчет электрических сетей, питающих потребителей подстанции напряжением 220 кВ. В состав работ входят определение напряжения линии электропередачи, выбор трансформаторов на подстанции, расчет мощности в замкнутой и отключенной системе, блоки АРКТ и расчет параметров. Также были рассмотрены вопросы безопасности и охраны труда в дипломной работе.

ANNOTATION

In this thesis work, provide an automatic adjustment of the coefficients of transformation of transformers and calculation of electrical networks that feed consumers of the substation with voltage of 220 kV. Scope of work included determination of the voltage of transmission lines, selection of transformers at the substation, calculation of power in a closed-off systems, the blocks of day and calculation of parameters . Also, the issues of safety and labor protection in the thesis were considered.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Негізгі бөлім	8
1.1	Электр беріліс желісінің сұлбасын құру нұсқалары	8
1.2	Электр беріліс желісінің номиналды кернеуін анықтау	10
1.3	Желі бойындағы қосалқы станцияларға трансформаторлар таңдау	11
1.3.1	Қосалқы станциялардың реактивті қуатын анықтау	12
1.4	Трансформаторлардың кедергілерін және шығындарын есептеу	13
1.5	Тұйықталған жүйе учаскісіндегі қуат таралуын есептеу	16
1.6	Электр беріліс желілерінің қималарын есептеу және маркасын таңдау	18
1.7	Ажыратылған жүйе учаскісіндегі қуат таралуын есептеу	24
1.8	Тұйықталған жүйе үшін электр беріліс желілерінің максималды жүктемелердегі алмастыру схемасы және шығындары	25
1.9	Желідегі қысқа тұйықталу тогын табу және параметрлеріне сәйкес аппараттар таңдау (Қ Т)	26
1.10	Есептелген параметрлер бойынша электр аппараттарын таңдау	30
1.11	Әуе электр беріліс желісі үшін тірек материалын таңдау	32
2	Трансформация коэффициентін автоматты реттеу (ТКАР)	34
2.1	Трансформация коэффициентін автоматты реттеу ерекшеліктері	35
2.2	Трансформаторлардың трансформация коэффициенттерін автоматты реттеу құрылымы	37
2.3	Трансформация коэффициентін автоматты реттеу блогы	41
2.4	ТКАР параметрлерін есептеу	41
3	Электр қауіпсіздігі	44
3.1	Найзағайдан қорғауды есептеу	45
	Қорытынды	47
	Қолданылған әдебиеттер тізімі	48

КІРІСПЕ

Электр энергетикалық жүйелердің негізгі ерекшелігі, ондағы электр энергияның өндірілуі және тұтынылуы бір мезгілде болуы керек. Электр станциялармен әрбір мезгілде өндірілетін энергия, сол уақытында пайдаланылуы керек. Пайдалану графигі үнемі өзгеріп отырады. Бұл өзгерістер бір топ электрді тұтынушылардың жұмыс режиміне байланысты. Электр тұтынушыларға жататындар: электрмен жарықтану лампалары, тұрмыстағы және өндірістегі қыздыру аспаптары, электр қозғалтқыштары, өндірістік электр пеші, электрондық қондырғылары, электротермиялық және электрмен пісіру қондырғылары, ауа баптағыштары мен тоңазытқыштар, радио және телеқондырғылар, дәрігерлік және басқа да арнайы қондырғылар. Сонымен қатар, электр энергияны өндіріс кәсіпорындары, электрлендірілген тасымалдау көлігі, ауыл шаруашылығы, үй-жай шаруашылығы мен тұрмыстық тұтынушылар, электр станциялардың өзіндік мұқтаждары пайдаланады. Қалалардың, ауылдардың және өндірістердің электр энергияны тәулігіне, айына және жылына пайдаланулары бір қалыпты емес. Оның себебі, кәсіпорындары бар, екі және үш кезекпен жүктеменің әр түрлі деңгейімен жұмыс істейді. Тағы да ескеретін мәселелер, олардың кезектерінің арасында үзіліс болады, жаз күндерінде, мейрамдарда және демалыс күндері тұтынушылардың жұмыс режимі әр түрлі. Жүктеменің графигіне ауаның температурасы да әсерін тигізеді. Сөйтіп, электр қабылдағыштардың және бір топ электр тұтынушылардың жұмыс режимі олардың түрлеріне, атқаратын қызметтеріне және оларды пайдалану тәртібіне байланыст. Жұмыс режимі тәулік сағаттарында және жылдың айларында өзгеріп тұрады. Осы өзгерістерге сәйкесті электр станциялардағы және энергетикалық жүйенің әрбір бөлігінде жүктемелер өзгеріп тұрады.

1 Негізгі бөлім

1.1 Электр беріліс желісінің сұлбасын құру нұсқалары

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

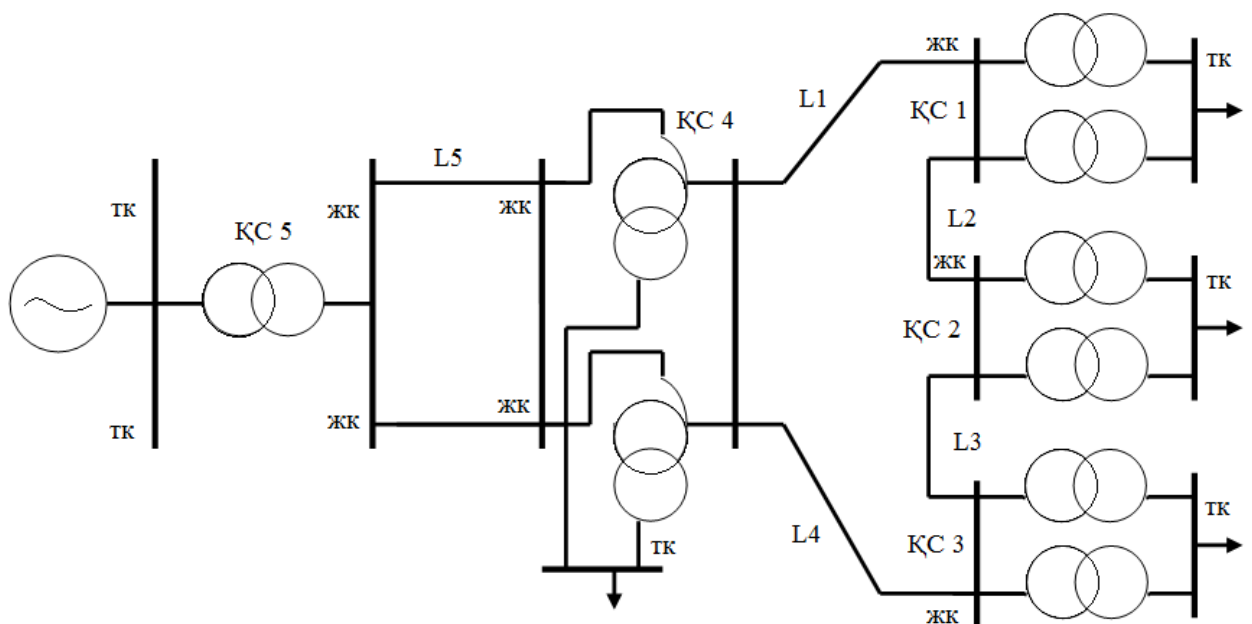
1.1-кесте-тораптың мәндері

Қосалқы станциялардың қуаты, МВт	P1	50
	P2	30
	P3	40
Ұзындығы, км	L1	30
	L2	20
	L3	40
	L5	170
Қуат коэффициенті, $\cos\varphi$	0,9	
Мұз кату ауданы	II	
Максималды жұмыс уақыты T_{\max} , сағ	5700	

1-кесте бойынша P1-P3 - қосалқы станциялардың максималды жүктемелері, L1-L5 - желі ұзындықтары

$T_{\max}=5700$ сағ - Максималдық жүктеменің жылдық сағаты.

Осы дипломдық жобада мен қарасырған тұйықталған желі. Онда бізге, экономикалық жағынан тиімді және тұтынышыларға электр қуатын үзіліссіз таратуды қамтамасыз ету, электр энергияны аймақтарға сенімді және тиімді тарату басты мақсат болып келеді. Осыған байланысты бізге ең тиімді сұлба таңдау басты шарттардың біріне кіреді. Тұйықталған желілер айналмалы желілер болып келеді. Олар бір ғана контур құрайды. Оның артықшылығы желінің бір учаскесі үзілгенде желі басқа учаскіден қоректену береді, яғни жоғары дәрежеде тұтынышыларға электр таратудың сенімділігі. Сонымен қатар қуаттың аз шығындары. Тұйықталған желінің сұлбасы 1-суретте көрсетілген.



1.1-сурет - Жобаланатын электр торабының сұлбасы

1.2 Электр беріліс желісінің номиналды кернеуін анықтау

Бұл дипломдық жұмыста кернеуді Стилл формуласы бойынша анықтаймыз. Стилл формуласы электр беріліс желісінің ұзындығы 200 км-ге дейін болғанда және тасымалдау қуаты 60 МВт дейін болғанда қолданылады. Стилл формуласы келесідей анықталады:

$$U = 4.34\sqrt{L + 16P}$$

мұндағы P -активті қуат,
 L -желінің ұзындығы,
 U -желінің кернеуі.

$$U_1 = 4.34\sqrt{30 + 16 \cdot 50} = 125 \text{ кВ} \approx 220 \text{ кВ}$$

$$U_2 = 4.34\sqrt{20 + 16 \cdot 30} = 97 \text{ кВ} \approx 110 \text{ кВ}$$

$$U_3 = 4.34\sqrt{40 + 16 \cdot 37} = 109.12 \text{ кВ} \approx 110 \text{ кВ}$$

4-ші қосалқы станциямен 3-ші қосалқы станцияның арасындағы тасымалданатын қуат мәні Стилл формуласының шартына сәйкес келмейтіндіктен Илларионов формуласымен анықталады. Илларионов формуласы электр беріліс желісінің ұзындығы 1000 км-ге дейін және тасымалданатын қуат 60 МВт-тан жоғары болғанда қолданылады.

$$U_4 = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{L} + \frac{2500}{P}}} = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{170} + \frac{2500}{117}}} = 204 \text{ кВ} \approx 220 \text{ кВ}$$

Кернеу шығындары келесі формуламен анықталады:

$$\Delta U = \frac{P \cdot r_0 \cdot L + Q \cdot x_0 \cdot L}{U_{\text{НОМ}}}$$

Мұндағы r_0 - меншікті активті кедергі, Ом/км; $r_0 = 0.2$ Ом.

x_0 - меншікті реактивті кедергі, Ом/км; $x_0 = 0.4$ Ом.

$$\Delta U_1 = \frac{50 \cdot 0.2 \cdot 30 + 24 \cdot 0.4 \cdot 30}{220} = 2.6 \text{ кВ}$$

$$\Delta U_2 = \frac{30 \cdot 0.2 \cdot 20 + 14.4 \cdot 0.4 \cdot 20}{110} = 2.1 \text{ кВ}$$

$$\Delta U_3 = \frac{37 \cdot 0.2 \cdot 40 + 17.6 \cdot 0.4 \cdot 40}{110} = 5.2 \text{ кВ}$$

$$\Delta U_4 = \frac{120 \cdot 0.2 \cdot 170 + 58 \cdot 0.4 \cdot 170}{220} = 36.4 \text{ кВ}$$

1.3 Желі бойындағы қосалқы станцияларға трансформаторлар таңдау

Электр торабының сұлбасына сәйкес екі трансформаторлы қосалқы станция қолданылады, онда трансформатордың қуаты келесі формулалар бойынша есептеледі:

$$S_{\text{ec}} = \frac{P}{\cos \varphi}$$

мұндағы P - активті жүктеме, МВт

$\cos \varphi$ – қуат коэффициенті.

$$S_{\text{тр}} \geq \frac{S_{\text{ec}}}{2 \cdot 0.7}$$

мұндағы S_{ec} - толық жүктеме;

$S_{\text{тр}}$ - трансформатордың қуаты.

1-қосалқы станция үшін

$$S_1 = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{50}{0.9} = 55.5 \text{ МВА}$$

$$S_{\text{тр}} = \frac{S_1}{1.4} = \frac{55.5}{1.4} = 39.6 \text{ МВА}$$

2-қосалқы станция үшін

$$S_2 = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{30}{0.9} = 33.3 \text{ МВА}$$

$$S_{\text{тр}} = \frac{S_2}{1.4} = \frac{33.3}{1.4} = 23.7 \text{ МВА}$$

3-қосалқы станция үшін

$$S_3 = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{37}{0.9} = 41.1 \text{ МВА}$$

$$S_{\text{тр}} = \frac{S_3}{1.4} = \frac{41.1}{1.4} = 29.3 \text{ МВА}$$

Бас таратушы қосалқы станция үшін

$$S_5 = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{120}{0.9} = 133.3 \text{ МВА}$$

$$S_{\text{тр}} = \frac{S_5}{1.4} = \frac{133.3}{1.4} = 95.2 \text{ МВА}$$

1.3.1 Қосалқы станциялардың реактивті қуатын анықтау

Реактивті қуатты келесі формуламен анықтаймыз:

$$Q_{ij} = \sqrt{S_n^2 - P_n^2}$$

$$Q_1 = \sqrt{S_1^2 - P_1^2} = \sqrt{55.5^2 - 50^2} = 24 \text{ Мвар}$$

$$Q_2 = \sqrt{S_2^2 - P_2^2} = \sqrt{33.3^2 - 30^2} = 14.4 \text{ Мвар}$$

$$Q_3 = \sqrt{S_3^2 - P_3^2} = \sqrt{41.1^2 - 37^2} = 17.6 \text{ Мвар}$$

$$Q_5 = \sqrt{133.3^2 - 120^2} = 58 \text{ Мвар}$$

3-ші желінің қуаты басқа желілермен байланысып, арада шығын болған себептен мен берілген 40 МВт қуаты шығын болдырмас үшін 37 МВт деп қуат бердім.

Келесідей трансформаторлар таңдалды: 1-ші қосалқы станция үшін ТРДНС-40000/220 типті, 2 – ші және 3 - ші қосалқы станциялар үшін ТРДН-32000/110 типті трансформатор, 4-ші қосалқы станция үшін АТДТНГ-125000/220/110 типті автотрансформатор таңдалды.

1.2-кесте. Таңдалған трансформатордың параметрлері

Трансформатор типі	$S_{\text{НОМ}}$ МВА	$U_{\text{ВН}}$ кВ	$U_{\text{НН}}$ кВ	$P_{\text{к.т}}$ кВт	$P_{\text{б.ж}}$ кВт	$U_{\text{к}} \%$	$I_{\text{х}} \%$
ТРДНС-40000/220	40	230	6.3	170	50	11,5	0.6
ТРДН-32000/110	32	115	6.3	145	32	10.5	0.7
АТДТНГ 125000/220/110	125	230	6.6	290	80	11	0.5

1.4 Трансформаторлардың кедергілерін және шығындарын есептеу

Трансформаторлардың кедергілері мен шығындары төмендегі формулалармен есептелінеді:

$$R_{\text{тр}} = \frac{\Delta P_{\text{к.т}} \cdot U_{\text{н}}^2}{100 \cdot S_{\text{н}}^2}$$

Әр орамның реактивті кедергісін анықтаймыз:

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

Қуат коэффициенті бойынша толық қуатты және реактивті қуатты анықтаймыз:

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

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

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

$$\Delta Q_{\mu} = \frac{I_0 \cdot S_{\text{н}}}{100}$$

1-ші қосалқы станция үшін ТРДНС-40000/220 типті трансформаторының параметрлері былайша анықталады:

ТРДНС-40000/220 типті трансформатордың кедергілерін анықтау

$$R_{\text{тр}} = \frac{\Delta P_{\text{к.т}} \cdot U_{\text{н}}^2}{1000 \cdot S_{\text{н}}^2} = \frac{170 \cdot 230^2}{1000 \cdot 40^2} = 5.6 \text{ Ом}$$

$$X_1 = \frac{U_{\text{к}}\% \cdot U_{\text{н}}^2}{100 \cdot S_{\text{н}}} = \frac{11.5 \cdot 230^2}{100 \cdot 40} = 152 \text{ Ом}$$

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot R = \frac{50^2 + 24^2}{230^2} \cdot 5.6 = 0.28 \text{ МВА}$$

$$\Delta Q = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot X = \frac{50^2 + 24^2}{230^2} \cdot 152 = 7.6 \text{ Мвар}$$

$$P' + jQ' = (P + \Delta P) + j(Q + \Delta Q) = (50 + 0.28) + j(24 + 7.6) \\ = 50.28 + j31.6 \text{ МВА}$$

$$\Delta Q_{\mu} = \frac{I_0 \cdot S_H}{100} = \frac{0.6 \cdot 40}{100} = 0.24 \text{ Мвар}$$

$$\Delta P_0 = P_{\text{б.ж}} = 50 \text{ кВт} = 0.050 \text{ МВт}$$

$$\Delta P_1'' + jQ_1'' = (50.28 + 0.050) + j(31.6 + 0.24) = 50.78 + j31.84$$

2-ші және 3-ші қосалқы станциялар үшін ТРДН-32000/110 типті трансформатордың параметрін анықтау

$$R_{\text{тр}} = \frac{\Delta P_{\text{к.т}} \cdot U_H^2}{1000 \cdot S_H^2} = \frac{145 \cdot 115^2}{1000 \cdot 32^2} = 1.87 \text{ Ом}$$

$$X_1 = \frac{U_{\text{к}}\% \cdot U_H^2}{100 \cdot S_H} = \frac{10.5 \cdot 115^2}{100 \cdot 32} = 43.39 \text{ Ом}$$

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U_H^2} \cdot R = \frac{45^2 + 16^2}{115^2} \cdot 1.87 = 0.32 \text{ МВА}$$

$$\Delta Q = \frac{P^2 + Q^2}{U_H^2} \cdot X = \frac{45^2 + 16^2}{115^2} \cdot 43.39 = 7.5 \text{ Мвар}$$

$$P' + jQ' = (P + \Delta P) + j(Q + \Delta Q) = (40 + 0.32) + j(16 + 7.5) \\ = 45.32 + j23.5 \text{ МВА}$$

$$\Delta Q_{\mu} = \frac{I_0 \cdot S_H}{100} = \frac{0.7 \cdot 32}{100} = 0.22 \text{ Мвар}$$

$$\Delta P_0 = P_{\text{б.ж}} = 32 \text{ кВт} = 0.032 \text{ МВт}$$

$$\Delta P_1'' + jQ_1'' = (45.32 + 0.032) + j(23.5 + 0.22) = 45.35 + j23.72$$

4-ші қосалқы станция үшін АДТНГ-125000/220/110 типті автотрансформаторының параметрлерін анықтау

АДТНГ-125000/220/110 типті автотрансформаторының кедергілерін анықтау:

$$R_{\text{тр}} = \frac{\Delta P_{\text{к.т}} \cdot U_H^2}{1000 \cdot S_H^2} = \frac{290 \cdot 230^2}{1000 \cdot 125^2} = 0.98 \text{ Ом}$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = 0.5 \cdot R_{\text{тр}} = 0.5 \cdot 0.98 = 0.49 \text{ Ом}$$

Әр фазаның қысқа тұйықталу кернеулері анықталады:

$$U_{\text{к1}} = 0.5 \cdot (U_{(\text{жк-ок})} + U_{(\text{жк-тк})} - U_{(\text{ок-тк})}) = 0.5 \cdot (11 + 31 - 19) = 11.5\%$$

$$U_{\text{к2}} = 0.5 \cdot (U_{(\text{ок-тк})} + U_{(\text{жк-ок})} - U_{(\text{жк-тк})}) = 0.5 \cdot (19 + 11 - 31) = -0.2\%$$

$$U_{\text{к3}} = 0.5 \cdot (U_{(\text{жк-тк})} + U_{(\text{ок-тк})} - U_{(\text{жк-ок})}) = 0.5 \cdot (31 + 19 - 11) = 19.5\%$$

$$X_1 = \frac{11.5 \cdot 230^2}{100 \cdot 125} = 48.66 \text{ Ом}$$

$$X_2 = \frac{0 \cdot 230^2}{100 \cdot 125} = 0 \text{ Ом}$$

$$X_3 = \frac{19.5 \cdot 230^2}{100 \cdot 125} = 82.52 \text{ Ом}$$

Автотрансформатордың активті, реактивті қуаттарын анықтау;

$$S = \frac{46.8}{0.9} = 52 \text{ МВА}$$

$$Q = \sqrt{52^2 - 46.8^2} = 22.6 \text{ МВАР}$$

$$S_{50} = \frac{70.2}{0.9} = 78 \text{ МВА}$$

$$Q_{50} = \sqrt{78^2 - 70.2^2} = 34 \text{ Мвар}$$

$$\Delta P_{33} = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot R = \frac{46.8^2 + 22.6^2}{230^2} \cdot 0.49 = 0.02 \text{ МВт}$$

$$\Delta Q_{33} = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot X = \frac{46.8^2 + 22.6^2}{230^2} \cdot 82.52 = 4.2 \text{ Мвар}$$

$$P_{33} + jQ_{33} = (46.8 + 0.02) + j(22.6 + 4.2) = 46.82 + j26.8 \text{ МВА}$$

$$\Delta P_{32} = \frac{70.2^2 + 34^2}{230^2} \cdot 0.49 = 0.05 \text{ МВт}$$

$$\Delta Q_{32} = \frac{70.2^2 + 34^2}{230^2} \cdot 0 = 0 \text{ Мвар}$$

$$P_{32} + jQ_{32} = (70.2 + 0.05) + j(34 + 0) = 70.25 + j34$$

$$P_{31} + jQ_{31} = (46.82 + 70.25) + j(26.8 + 34) = 117.07 + j60.8$$

$$\Delta P_{31} = \frac{P^2 + Q^2}{U_H^2} \cdot R = \frac{117.07^2 + 110^2}{230^2} \cdot 0.49 = 0.23 \text{ МВт}$$

$$\Delta Q_{31} = \frac{P^2 + Q^2}{U_H^2} \cdot X = \frac{117.07^2 + 110^2}{230^2} \cdot 48.66 = 23.73 \text{ Мвар}$$

$$P_4 + jQ_4 = (117.07 + 0.23) + j(60.8 + 23.73) = 117.3 + j133.73$$

$$\Delta P_0 = P_{\text{б.ж}} = 0.080 \text{ МВт}$$

$$\Delta Q_{\mu} = \frac{I_0 \cdot S_H}{100} = \frac{0.5 \cdot 125}{100} = 0.625 \text{ Мвар}$$

$$\Delta P_4 + j\Delta Q_4 = (117.3 + 0.080) + j(133.73 + 0.625) = 117.38 + j134.355$$

1.5 Тұйықталған жүйе учаскісіндегі қуат таралуын есептеу

Тұйықталған жүйенің электр желісіндегі активті және реактивті қуат ағынын қарастырған кезде тұйықталған желі 2 жақтан қоректендірілетін желі ретінде қарастырылады.

Қуат ағынын есептеу келесі формулалар арқылы жүргізіледі

$$P_A = \frac{P_1(L1) + P_2(L1 + L2) + P_3(L1 + L2 + L3)}{L1 + L2 + L3 + L4};$$

$$Q_A = \frac{Q_1(L1) + Q_2(L1 + L2) + Q_3(L1 + L2 + L3)}{L1 + L2 + L3 + L4};$$

$$P'_A = \frac{P_3(L4) + P_2(L4 + L3) + P_1(L4 + L3 + L2)}{L1 + L2 + L3 + L4 + L5};$$

$$S_A = P_A + jQ_A$$

$$S'_A = P'_A + jQ'_A$$

Қуат ағынын есептеудің дұрыстығын тексеру шарты:

$$P_A + P'_A = P_1 + P_2 + P_3$$

$$Q_A + Q'_A = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

Желінің екі жақтан қоректендіруші қорек көзінің қуаттары төмендегі формулалар арқылы есептеледі:

$$P_A = \frac{50 \cdot 30 + 30 \cdot 50}{90} = 33.3 \text{ МВт}$$

$$Q_A = \frac{24 \cdot 30 + 14.4 \cdot 50}{90} = 16 \text{ МВАр}$$

$$P'_A = \frac{30 \cdot 40 + 50 \cdot 60}{90} = 46.6 \text{ МВт}$$

$$Q'_A = \frac{14.4 \cdot 40 + 24 \cdot 60}{90} = 18.13 \text{ МВАр}$$

$$S_A = 33.3 + j 16$$

$$S'_A = 46.6 + j 18.13$$

$$P_A + P'_A = 33.3 + 46.6 = 79.9 \text{ МВт}$$

$$P_1 + P_2 = 50 + 30 = 80 \text{ МВт}$$

$$Q_A + Q'_A = 16 + 18.13 = 34.13 \text{ МВАр}$$

$$Q_1 + Q_2 = 24 + 14.4 = 38.4 \text{ МВАр}$$

$$S_{12} = S'_A - S_2 = 46.6 + j 18.13 - 30 - j 14.4 = 16.6 + j 3.73$$

$$S_{\text{ТОЛ}} = S_A + S'_A = 33.3 + j 16 + 46.6 + j 18.13 = 79.9 + j 34.13$$

1.6 Электр беріліс желілерінің қималарын есептеу және маркасын таңдау

Сымның қимасы есептік токты анықтау арқылы токтың экономикалық тығыздығы шартына тексеру арқылы анықталады. Желінің әрбір бөлігіндегі токтары анықталады, ол тасымалданатын қуат пен кернеуге байланысты келесідей табылады:

$$I_{ec} = \frac{S_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}},$$

$$I_{01} = \frac{\sqrt{79.9^2 + 34.13^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 22 \text{ A}$$

$$I_{12} = \frac{\sqrt{1.6^2 + 2.13^2}}{\sqrt{3} \cdot 110} = 13 \text{ A}$$

$$I_{23} = \frac{\sqrt{33.3^2 + 16^2}}{\sqrt{3} \cdot 110} = 19 \text{ A}$$

$$I_{31} = \frac{\sqrt{46.6^2 + 18.13^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 131 \text{ A}$$

Экономикалық қиманы таңдау келтірілген шығынның минималды шығындары болып табылады. Келтірілген шығынның минималды мәніне сәйкес келетін қима – экономикалық қима деп аталады. Экономикалық қима токтың экономикалық тығыздықтары нормаланған мәніне сай таңдалады.

$$S_{эк} = \frac{I}{j_{эк}},$$

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

$$S_{эк01} = \frac{22}{1.5} = 14.6 \text{ мм}^2$$

Табылған мәнге сәйкес АС-16/2.7 маркалы алюминий-болат сым таңдалды. Апаттық режимдегі тогы:

$$I_{доп} = 111 \text{ A}$$

Сымның қимасы есептеледі

$$S_{\text{эк12}} = \frac{13}{1.5} = 8.6 \text{ мм}^2$$

Табылған мәнге сәйкес АС-10/1.8 маркалы алюминий-болат сым таңдалды. Апаттық режимдегі тогы:

$$I_{\text{доп}} = 84 \text{ А}$$

Сымның қимасы есептеледі

$$S_{\text{эк23}} = \frac{19}{1.5} = 12.6 \text{ мм}^2$$

Табылған мәнге сәйкес АС-16/2.7 маркалы алюминий-болат сым таңдалды. Апаттық режимдегі тогы:

$$I_{\text{доп}} = 111 \text{ А}$$

Сымның қимасы есептеледі

$$S_{\text{эк31}} = \frac{131}{1.5} = 87.3 \text{ мм}^2$$

Табылған мәнге сәйкес АС-95/16 маркалы алюминий-болат сым таңдалды. Апаттық режимдегі тогы:

$$I_{\text{доп}} = 330 \text{ А}$$

1.3 – кесте - Таңдалған сым маркасы мен есептелген қиманың мәні туралы мәліметтер

Аймақтар	$I_{\text{ес}}$, А	$S_{\text{эк34}}$, мм ²	Сым маркасы, мм ²	$I_{\text{доп}}$, А
0-1 , L=170км	22	14.6	АС-16/2.7	111
1-2, L=30км	13	8.6	АС-10/1.8	84
2-3, L=20км	19	12.6	АС16/2.7	111
3-1, L=40км	131	87.3	АС-95/16	330

Электр беріліс желісінің салыстырмалы параметрлерін анықтау.
Сымның параметрлері келесідей анықталады:
Меншікті активті кедергі, Ом/км

$$r_0 = \frac{\rho}{S}. \quad (1.1)$$

Сымның радиусы, мм

$$r_{\text{сым}} = \frac{D_{\text{сым}}}{2}. \quad (1.2)$$

Меншікті реактивті кедергі, Ом/км

$$x_0 = 0,144 \cdot \lg \left(\frac{D_{\text{opt}}}{r_{\text{сым}}} \right) + 0,0157. \quad (1.3)$$

Меншікті реактивті өткізгіштік, См/км

$$b = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(D_{\text{opt}} / r_{\text{сым}})}. \quad (1.4)$$

Сымдарның арасындағы орташа геометриялық арақашықтық мынаған тең

$$D_{\text{opt}} = \sqrt[3]{D_{1-2} \cdot D_{2-3} \cdot D_{1-3}}. \quad (1.5)$$

Тұйықталған желінің кедергілерін келесі формулалар арқылы есептеледі.

Желінің активті кедергісін келесі формула арқылы есептеледі

$$R_i = r_0 \cdot l. \quad (1.6)$$

Желінің реактивті кедергісін келесі формула арқылы есептеледі

$$X_i = r_0 \cdot l. \quad (1.7)$$

Желінің реактивті өткізгіштігін келесідей есептеледі

$$B_i = b_0 \cdot l. \quad (1.8)$$

Желінің соңындағы зарядтық қуатты келесі формуламен есептеледі

$$Q_{ci} = \frac{1}{2} \cdot U_{ном}^2 \cdot B_i. \quad (1.9)$$

0-1 аймағы үшін салыстырмалы параметрлері есептелінеді

$$r_{01} = \frac{31.52}{16} = 1.97 \text{ Ом/км}$$

$$r_{сым\ 01} = \frac{5.6}{2} = 2.8 \text{ см}$$

$$D_{орт\ 01} = \sqrt[3]{8 \cdot 8 \cdot 8} = 8\text{м} = 800 \text{ см}$$

$$x_{01} = 0.144 \cdot \lg\left(\frac{D_{орт}}{r_{сым\ 01}}\right) + 0.0157 = 0.144 \lg\left(\frac{800}{2.8}\right) + 0.0157 = 0.36$$

$$b_{01} = \frac{7.58 \cdot 10^{-6}}{\lg(D_{орт}/r_{сым\ 01})} = \frac{7.58 \cdot 10^{-6}}{\lg\left(\frac{800}{2.8}\right)} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ См/км}$$

$$R_{01} = r_{01} \cdot l = 1.97 \cdot 170 = 323 \text{ Ом}$$

$$X_{01} = x_{01} \cdot l = 0.36 \cdot 170 = 61.2 \text{ Ом}$$

$$B_{01} = b_{01} \cdot l = 3 \cdot 10^{-6} \cdot 170 = 510 \cdot 10^{-6} \text{ См}$$

$$Q_{01} = \frac{1}{2} U_{ном}^2 \cdot B_{01} = \frac{1}{2} \cdot 220^2 \cdot 510 \cdot 10^{-6} = 12.3 \text{ МВар}$$

1-2 аймағы үшін салыстырмалы параметрлері есептелінеді

$$r_{12} = \frac{31.52}{10} = 3.1 \text{ Ом/км}$$

$$r_{сым\ 12} = \frac{4.5}{2} = 2.25 \text{ см}$$

$$D_{орт\ 12} = \sqrt[3]{1.25 \cdot 1.25 \cdot 1.25} = 1.25\text{м} = 125 \text{ см}$$

$$x_{12} = 0.144 \cdot \lg\left(\frac{D_{\text{опт}}}{r_{\text{сым } 12}}\right) + 0.0157 = 0.144 \lg\left(\frac{125}{2.25}\right) + 0.0157 = 0.26 \text{ Ом/км}$$

$$b_{12} = \frac{7.58 \cdot 10^{-6}}{\lg(D_{\text{опт}}/r_{\text{сым } 01})} = \frac{7.58 \cdot 10^{-6}}{\lg\left(\frac{125}{2.25}\right)} = 4.3 \cdot 10^{-6} \text{ См/км}$$

$$R_{12} = r_{12} \cdot l = 3.1 \cdot 30 = 93 \text{ Ом}$$

$$X_{12} = x_{12} \cdot l = 0.26 \cdot 30 = 7.8 \text{ Ом}$$

$$B_{12} = b_{12} \cdot l = 4.3 \cdot 10^{-6} \cdot 30 = 129 \cdot 10^{-6} \text{ См}$$

$$Q_{12} = \frac{1}{2} U_{\text{ном}}^2 \cdot B_{12} = \frac{1}{2} \cdot 220^2 \cdot 129 \cdot 10^{-6} = 3.1 \text{ МВар}$$

2-3 аймағы үшін салыстырмалы параметрлері есептелінеді

$$r_{23} = \frac{31.52}{16} = 1.97 \text{ Ом/км}$$

$$r_{\text{сым } 23} = \frac{5.6}{2} = 2.8 \text{ см}$$

$$D_{\text{опт } 23} = \sqrt[3]{10 \cdot 10 \cdot 10} = 10 \text{ м} = 1000 \text{ см}$$

$$\begin{aligned} x_{23} &= 0.144 \cdot \lg\left(\frac{D_{\text{опт}}}{r_{\text{сым } 23}}\right) + 0.0157 = 0.144 \lg\left(\frac{1000}{2.8}\right) + 0.0157 \\ &= 0.38 \text{ Ом/км} \end{aligned}$$

$$b_{23} = \frac{7.58 \cdot 10^{-6}}{\lg(D_{\text{опт}}/r_{\text{сым } 23})} = \frac{7.58 \cdot 10^{-6}}{\lg\left(\frac{1000}{2.8}\right)} = 2.97 \cdot 10^{-6} \text{ См/км}$$

$$R_{23} = r_{23} \cdot l = 1.97 \cdot 20 = 39.4 \text{ Ом}$$

$$X_{23} = x_{23} \cdot l = 0.38 \cdot 20 = 7.6 \text{ Ом}$$

$$B_{23} = b_{23} \cdot l = 2.97 \cdot 10^{-6} \cdot 20 = 59.4 \cdot 10^{-6} \text{ См}$$

$$Q_{23} = \frac{1}{2} U_{\text{НОМ}}^2 \cdot B_{01} = \frac{1}{2} \cdot 110^2 \cdot 59.4 \cdot 10^{-6} = 0.35 \text{ МВар}$$

3-1 аймағы үшін салыстырмалы параметрлері есептелінеді

$$r_{31} = \frac{31.52}{95} = 0.33 \text{ Ом/км}$$

$$r_{\text{СЫМ } 31} = \frac{13.5}{2} = 6.75 \text{ см}$$

$$D_{\text{ОРТ } 31} = \sqrt[3]{5 \cdot 5 \cdot 5} = 5 \text{ м} = 500 \text{ см}$$

$$x_{31} = 0.144 \cdot \lg\left(\frac{D_{\text{ОРТ}}}{r_{\text{СЫМ } 31}}\right) + 0.0157 = 0.144 \lg\left(\frac{500}{6.75}\right) + 0.0157 = 0.28 \text{ Ом/км}$$

$$b_{31} = \frac{7.58 \cdot 10^{-6}}{\lg(D_{\text{ОРТ}}/r_{\text{СЫМ } 31})} = \frac{7.58 \cdot 10^{-6}}{\lg\left(\frac{500}{6.75}\right)} = 4.07 \cdot 10^{-6} \text{ См/км}$$

$$R_{31} = r_{31} \cdot l = 0.33 \cdot 40 = 13.2 \text{ Ом}$$

$$X_{31} = x_{31} \cdot l = 0.28 \cdot 40 = 11.2 \text{ Ом}$$

$$B_{31} = b_{31} \cdot l = 4.07 \cdot 10^{-6} \cdot 40 = 162.8 \cdot 10^{-6} \text{ См}$$

$$Q_{31} = \frac{1}{2} U_{\text{НОМ}}^2 \cdot B_{31} = \frac{1}{2} \cdot 110^2 \cdot 162.8 \cdot 10^{-6} = 0.98 \text{ МВар}$$

Тұйықталған жүйенің электр беріліс желісінің параметрлері 1.4-кестеде көрсетілген.

1.4-кесте-Тұйықталған жүйенің электр беріліс желісі

Аймақтар	r_n , Ом/км	R_n , Ом	x_n , Ом/км	X_n , Ом	b_n , См/км	B_n , См	$Q_{сн}^k$, МВар
0-1, L=170км	1.97	323	0.36	47.6	$3 \cdot 10^{-6}$	$510 \cdot 10^{-6}$	12.3
1-2, L=30км	3.1	93	0.26	7.8	$4.3 \cdot 10^{-6}$	$129 \cdot 10^{-6}$	3.1
2-3, L=20км	1.97	39.4	0.38	7.6	$2.97 \cdot 10^{-6}$	$59.4 \cdot 10^{-6}$	0.35
3-1, L=45км	0.33	13.2	0.28	11.2	$4.07 \cdot 10^{-6}$	$162.8 \cdot 10^{-6}$	0.98

1.7 Ажыратылған жүйе учаскісіндегі қуат таралуын есептеу

Желінің әрбір бөлігіндегі токтары анықталады:

$$I_{ec} = \frac{S_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}},$$

$$I_{01} = \frac{\sqrt{50^2 + 24^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 140 \text{ A}$$

$$I_{02} = \frac{\sqrt{30^2 + 14.4^2}}{\sqrt{3} \cdot 110} = 170 \text{ A}$$

$$I_{03} = \frac{\sqrt{37^2 + 17.6^2}}{\sqrt{3} \cdot 110} = 210 \text{ A}$$

Экономикалық қима токтың экономикалық тығыздықтары нормаланған мәніне сай таңдалады.

$$S_{эк} = \frac{I}{j_{эк}},$$

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

$$S_{эк01} = \frac{140}{1.5} = 93.3 \text{ мм}^2$$

Табылған мәнге сәйкес АС-95/16 маркалы алюминий-болат сым таңдалды. Апаттық режимдегі тогы:

$$I_{\text{доп}} = 330 \text{ A}$$

Сымның қимасы есептеледі

$$S_{\text{эк02}} = \frac{170}{1.5} = 113.3 \text{ мм}^2$$

Табылған мәнге сәйкес АС-120/19 маркалы алюминий-болат сым таңдалды. Апаттық режимдегі тогы:

$$I_{\text{доп}} = 390 \text{ A}$$

Сымның қимасы есептеледі

$$S_{\text{эк03}} = \frac{210}{1.5} = 140 \text{ мм}^2$$

Табылған мәнге сәйкес АС-150/19 маркалы алюминий-болат сым таңдалды. Апаттық режимдегі тогы:

$$I_{\text{доп}} = 450 \text{ A}$$

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

1-2 аймақ үшін

$$S_{12} = 67.53 + j(27.21 - 3.1) = 67.53 + j 24.11$$

$$\Delta P_{12} = \frac{67.53^2 + 24.11^2}{220^2} \cdot 93 = 9.8 \text{ МВт}$$

$$\Delta Q_{12} = \frac{67.53^2 + 24.11^2}{220^2} \cdot 7.8 = 0.82 \text{ МВт}$$

$$S_{12} = (67.53 + 9.8) + j(24.11 + 0.82) = 77.33 + j 24.93$$

$$S_{12} = 77.33 + j(24.93 - 3.1) = 77.33 + j 21.83$$

$$S_{31} = (77.33 + 30) + j(21.83 + 14.4) = 107.33 + j 36.23$$

2-3 аймақ үшін

$$S_{23} = 16.6 + j(3.73 - 0.35) = 16.6 + j 3.38$$

$$\Delta P_{23} = \frac{16.6^2 + 3.38^2}{110^2} \cdot 39.4 = 0.93 \text{ МВт}$$

$$\Delta Q_{23} = \frac{16.6^2 + 3.38^2}{110^2} \cdot 7.6 = 0.18 \text{ МВт}$$

$$S_{23} = (16.6 + 0.93) + j(3.38 + 0.18) = 17.53 + j 3.56$$

$$S_{23} = 17.53 + j(3.56 - 0.35) = 17.53 + j 3.21$$

$$S_{12} = (17.53 + 50) + j(3.21 + 24) = 67.53 + j 27.21$$

3-1 аймақ үшін

$$S_{31} = 107.33 + j(36.23 - 0.98) = 107.33 + j 35.25$$

$$\Delta P_{31} = \frac{107.33^2 + 35.25^2}{110^2} \cdot 13.2 = 13.77 \text{ МВт}$$

$$\Delta Q_{31} = \frac{107.33^2 + 35.25^2}{110^2} \cdot 11.2 = 11.6 \text{ МВт}$$

$$S_{31} = (107.33 + 13.77) + j(35.25 + 11.6) = 121.1 + j 46.85$$

$$S_{31} = 142.58 + j(46.85 - 0.98) = 142.58 + j 45.87$$

1.9 Желідегі қысқа тұйықталу тогын табу және параметрлеріне сәйкес аппараттар таңдау (Қ Т)

Салыстырмалы бірлікте базистік қуат

$$S_6 = 100 \text{ МВА}$$

Базистік кернеу

$$U_{\text{баз KI}} = 230 \text{ кВ}$$

$$U_{\text{баз KI}} = 121 \text{ кВ}$$

$$U_{\text{баз KI}} = 6.6 \text{ кВ}$$

Генератордың кедергісі

$$X_{\Gamma^*} = x'_d \frac{S_{\text{б}}}{S_{\text{НГ}}} \quad (1.10)$$

мұндағы X_{Γ^*} - генератор кедергісі

x'_d - аса өтпелі индуктивті кедергі

$S_{\text{б}}$ - базистік қуат, МВА

$S_{\text{НГ}}$ - генератордың номиналды қуаты, МВА

(1.10) формулаға сәйкес

$$X_{\Gamma^*} = 0.3 \cdot \frac{100}{125} = 0.24$$

Желілердің кедергілері:

$$X_{\text{Л}} = x_0 l \cdot \frac{S_{\text{б}}}{U_{\text{б}}^2} \quad (1.12)$$

(1.12) формулаға сәйкес

$$X_{\text{Л}} = 0.4 \cdot 170 \cdot \frac{100}{230^2} = 0.12$$

Трансформатордың кедергілері

$$X_{\text{тр}} = \frac{U_{\text{кз}}}{100} \cdot \frac{S_{\text{б}}}{S_{\text{НГ}}} \quad (1.13)$$

мұндағы $X_{\text{тр}}$ - трансформатордың кедергілері;

$U_{\text{кз}}$ - трансформатордың қысқа тұйықталу кернеуі;

$S_{\text{НГ}}$ - трансформатордың қуаты.

Әр орамның қысқа тұйықталу кернеулері анықталады

$$U_{K1} = 0.5 \cdot (U_{(ЖК-ОК)} + U_{(ЖК-ТК)} - U_{(ОК-ТК)}) \quad (1.14)$$

$$U_{K1} = 0.5 \cdot (U_{(ЖК-ОК)} + U_{(ЖК-ТК)} - U_{(ОК-ТК)})$$

$$U_{K1} = 0.5 \cdot (U_{(ЖК-ОК)} + U_{(ЖК-ТК)} - U_{(ОК-ТК)})$$

(1.14) формулаға сәйкес

$$U_{K1} = 0.5 \cdot (11 + 31 - 19) = 11.5\%$$

$$U_{K2} = 0.5 \cdot (19 + 11 - 31) = -0.2\% \approx 0\%$$

$$U_{K3} = 0.5 \cdot (31 + 19 - 11) = 19.5\%$$

(1.13) формулаға сәйкес

$$X_{ТЖ} = \frac{11.5 \cdot 100}{100 \cdot 125} = 0.092$$

$$X_{ТО} = 0$$

$$X_{ТТ} = \frac{19.5 \cdot 100}{100 \cdot 125} = 0.156$$

Қысқа тұйықталу нүктесіне дейінгі нәтижелік кедергі

$$X_{резб*} = X_{Г*} = 0.24 \quad (1.15)$$

$$x_{кос2} = X_{Г*} + X_{Л} + X_{ТЖ} + X_{ТО} \quad (1.16)$$

(1.15)-(1.16) формулаларға сәйкес

$$X_{резб*} = 0.24 + 0.12 + 0.092 + 0 = 0.452$$

$$x_{кос3} = X_{Г*} + X_{Л} + X_{ТЖ} + X_{ТТ} \quad (1.17)$$

(1.17) формулаға сәйкес

$$X_{резб*} = 0.24 + 0.12 + 0.156 + 0.092 = 0.608$$

Нүктелердегі базистік токты табу

$$I_{\text{Г1}} = \frac{S_{\text{Г}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{Г}}} \quad (1.18)$$

(1.18) формулаға сәйкес

$$I_{\text{Г1}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 230} = 0.25 \text{ кА}$$

$$I_{\text{Г2}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 121} = 0.47 \text{ кА}$$

$$I_{\text{Г3}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 6.6} = 8.75 \text{ кА}$$

К1 және К2 нүктелердің ҚТ токтары

$$I_{\text{кз}} = \frac{I_{\text{Г}}}{X_{\text{рез}}} \quad (1.19)$$

(1.19) формулаға сәйкес

$$I_{\text{к-1}} = \frac{0.25}{0.24} = 1.04 \text{ кА}$$

$$I_{\text{к-2}} = \frac{0.47}{0.452} = 1.03 \text{ кА}$$

$$I_{\text{к-3}} = \frac{8.75}{0.608} = 14.39 \text{ кА}$$

Қысқа тұйықталу тогынан пайда болатын соққы топтар:

$$i_{y.t=0} = k_{yд} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{\text{кз } t=0} \quad (1.20)$$

(1.20) осы формулаға сәйкес

$$i_{y.t=0} = 1.78 \cdot \sqrt{2} \cdot 1.04 = 2.61 \text{ кА}$$

$$i_{y,t=\infty} = 1.78 \cdot \sqrt{2} \cdot 1.03 = 2.58 \text{ кА}$$

$$i_{y,t=\infty} = 1.78 \cdot \sqrt{2} \cdot 14.39 = 36.11 \text{ кА}$$

Трансформатордың (1.1) формула бойынша жоғарғы және төменгі орамдарындағы есептік токтары

$$I_{\text{расч}} = \frac{125000}{\sqrt{3} \cdot 230} = 314.14 \text{ А}$$

$$I_{\text{расч}} = \frac{125000}{\sqrt{3} \cdot 121} = 597.14 \text{ А}$$

$$I_{\text{расч}} = \frac{125000}{\sqrt{3} \cdot 6.6} = 1094.76 \text{ А}$$

Барлық есептелініп шығарылған мәндердің топтастырылған жиынтығы 1.5 - кестеде көрсетілген.

1.5-кесте – Қысқы тұйықталу болған аймақтың параметрлері

Нүкте/ Параметр	К1	К2	К3
$U_{Ж}$	230 кВ	121 кВ	6.6 кВ
$I_{б}$	0.25 кА	0.47 кА	8.75 кА
$I_{ҚТ}$	1.04 кА	1.03 кА	14.39 кА
$i_{\text{соққы}}$	2.61 кА	2.58 кА	36.11 кА
$I_{ес}$	314.14 А	597.14 А	1094.76 А

1.10 Есептелген параметрлер бойынша электр аппараттарын таңдау

Аппараттар мен өткізгіштерді таңдағанда, 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.

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.

1.6-кесте – К1 нүктесіне таңдалған аспаптар

Таңдау шарты	Есептелген мәндер	Каталогтағы берілгендер		
		Ажыратқыш 242PMR40-30	Айырғыш PD3-230-31504YL1	Ток трансформаторы ТОГФ-230
$U_{ж} \leq U_{н}, кВ$	230	245	252	230
$I_{есен} \leq I_{н}, А$	314.14	3000	3150	500
$I_{кз} \leq I_{откл}, кА$	1.04	40	50	-
$i_y \leq k_o \cdot \sqrt{2} \cdot I_n$	2.61	40	-	64

1.7-кесте – К2 нүктесіне таңдалған аспаптар

Таңдау шарты	Есептелген мәндер	Каталогтағы берілгендер		
		Ажыратқыш 121PM63-30B	Айырғыш РГ- 110/1000У ХЛ1	Ток трансформаторы VCU-110
$U_{ж} \leq U_H, кВ$	121	123	126	123
$I_{есеп} \leq I_H, А$	597.14	3150	1000	1000
$I_{КЗ} \leq I_{откл}, кА$	1.03	63	80	60
$i_y \leq k_o \cdot \sqrt{2} \cdot I_n$	2.58	63	190	220

1.8-кесте – К3 нүктесіне таңдалған аспаптар

Таңдау шарты	Есептелген мәндер	Каталогтағы берілгендер		
		Ажыратқыш BB/AST10- 16/1000	Айырғыш PLK-La- 10V	Ток трансформаторы ТЛШ-Э
$U_{ж} \leq U_H, кВ$	6.6	10	10	10
$I_{есеп} \leq I_H, А$	1094.76	1100	2500	1500
$I_{КЗ} \leq I_{откл}, кА$	14.39	16	-	50
$i_y \leq k_o \cdot \sqrt{2} \cdot I_n$	36.11	41	600	68

1.11 Әуе электр беріліс желісі үшін тірек материалын таңдау

Есептелетін ӘЭБЖ номиналды кернеуі 220 кВ болғандықтан, техника – экономикалық көрсеткіш бойынша ең тиімді электр желісі үшін темірбетонды тіректер қолданылады.

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

Темірбетонды тіректердің кемшілігі ауыр салмақтылығы. Бұл оны тасымалдау үшін көліктік шығынның өсуіне әкеледі және құру мен монтаждау кезінде үлкен жүк көтерімділікті 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 $U_H, кВ$	Тіректің Шифрі	Тіректің саны	Шифр стойки	Тіректің ұзындығы
110	УБ-110-4	2	Сц20.2-1.1	19
220	УБ220-1	2	Ск26.1-6.1	22,5

1-ші бөлім бойынша былайша қорытындылады:

Дипломдық жоба бойынша 220 кВ қосалқы станцияның электр торабын есептедім. Жобаны дайындау барысында электр берілісінің номиналды кернеуін, қосалқы станциялардың параметрлерін және олардың реактивті қуаттарын, желінің қималарын есептеп және де маркасын тандадым. Сонымен қатар тұйықталған жүйе үшін максималды жүктемелеріндегі алмастыру схемасы мен шығындарын есептедім. Параметрлер бойынша электр аппараттарын таңдап, әуе электр беріліс желісі үшін тірек материалын алдым.

2 Трансформация коэффициентін автоматты реттеу (ТКАР)

Қажетті кернеу деңгейін ұстап тұру мақсатында тарату желісін қоректендіретін төмендететін қосалқы станциялардың трансформаторларының трансформация коэффициентін өзгерту жолымен тұтынушыларда U_n кернеуін реттеу кеңінен таралған. Жүктеме астындағы трансформация коэффициентін өзгерту үшін трансформаторлар КАР құрылғыларымен жабдықталады (жүктеме астындағы іздерді ауыстырып қосу). Автоматты түрде ауыстыру ТКАР-нің арнайы регуляторы арқылы орындалады.

Жалпы жағдайда қосалқы станцияның шиналарынан қуат алатын электр желісі тармақталған болуы және жүктеменің едәуір мөлшерін қоректендіруі мүмкін. Бұл жағдайда белгілі бір бақыланатын нүктеде тұрақты кернеуді ұстап тұру, ең соңында бір жүктеме бар эквиваленттік желілер түрінде кең желіні ұсыну ең қолайлы болып табылады. $U_{ш}$ шиналарындағы осы кернеу кезінде U_n кернеуінің мәні эквивалентті желідегі кернеудің төмендеуіне байланысты болғандықтан, онда $U_{ш}$ кернеуі тұтынушының жүктемесі көп болған сайын соғұрлым көп болуы тиіс. Мұндай кернеуді реттеу қарсы реттеудің атауын алды. Әр түрлі жүктеме режимдерінде желінің бақыланатын нүктесіндегі кернеудің өзгермеуі, егер реттелетін тізбекте бар кернеудің ТКАР өлшеу органының кірісінде кодталған болса, қамтамасыз етілуі мүмкін. Ол үшін кернеуді енгізу керек

$$U_n = U_{ш} - \sin$$

Өлшеу органы ТКАР бақыланатын нүктедегі кернеуге пропорционалды $U_{контр}$ берілген мәнінен кернеудің ауытқуы бойынша реттеуші болып табылады. Егер $\sin = Z\varepsilon$, онда ТКАР болған кезде тұтынушыдағы кернеу (бақыланатын нүктеде) берілген мәнге сәйкес келеді. Жоғарыда келтірілгеннен кейін, жүктеме тоғына пропорционалды ТКАР кернеуінің өлшеу органында сигнал енгізу қажет. Толық жүктемені пайдалану ұсынылады, себебі тұтынушылардың жүктемесінің өзгеруінің әртүрлі графиктерімен, жалпы ток реттеуі қажетті басқару заңына сәйкес келеді. Өлшеу блогы кернеу трансформаторларының және трансформаторлардың ток трансформаторларының кернеу трансформаторына қосылған.

КАР құрылғысының ЖК жетекті тетігінен ТКАР шығуын ажырату жолымен қосалқы контактімен жүргізілетін ТКАР ажыратқышты істен шығару қажет. Ажыратылған дәнекерлеумен жұмыс істейтін екі трансформаторлық қосалқы станцияларда әрбір трансформаторда орнатылады. Трансформаторлардың біреуі ажыратылғанда және бөлек қосылса сақтандырғыштың (жұмыс істеп тұрған трансформатордың ТКАР-да) кернеудің қарсы реттеу арқылы дұрыс сақталғанын және қажет болса, мәнін өзгертуін қамтамасыз ету қажет. ТКАР ерекшеліктері іс-әрекеттің

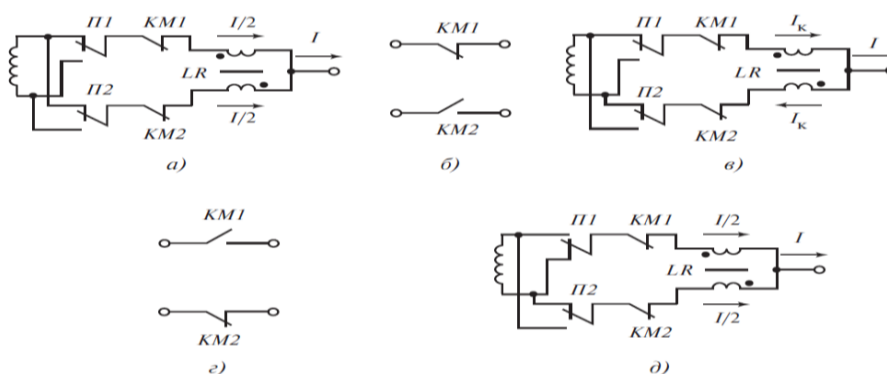
релелік таңдалған үлкен $U_{нс}$ сезімтал емес аймағының болуы, бір дәнекерлеуді ауыстырғанда $U_{ст}$ кернеуін өзгерту сатысына қарағанда:

$$U_{нс} = U_{ст}$$

Іздерді ауыстырып қосу кернеудің қысқа мерзімді тербелістерінен (мысалы, электр қозғалтқыштарын іске қосу кезінде) ауытқуды қамтамасыз ететін уақытты ұстаумен жүргізілуі қажет. Сондықтан да, тұтынушы ТКАР реттегішінің сезімтал емес аймақтарынан кернеу шыққан кезде КАР әсер етеді.

2.1 Трансформация коэффициентін автоматты реттеу ерекшеліктері

Трансформация коэффициентін автоматты реттеудің негізгі ерекшеліктері-трансформаторлар мен автотрансформаторлардың формациясы орамдардың тармақтарын ауыстырып қосу кезінде оның өзгеруінің дискреттілігімен және электрмеханикалық ЖАРҚ-ын ауыстырып қосу процесінің салыстырмалы күрделілігі мен инерциондылығымен негізделеді. 2.1-суретте ауыстырып қосу процесінде пайда болатын, олардың арасындағы тұйықталу тогын реакторлық шектегішпен екі көршілес тармақтарды ауыстырып қосудың негізгі коммутациялық операцияларына сәйкес келетін сұлбалар көрсетілген.



2.1-сурет- Трансформатордың орамынан ЖАРҚ-мен бір тармақтауды ауыстырып қосу схемалары

Тұрақты күйде, ауысу алдында (2.1-сурет, а) немесе кейін (2.1-сурет, д) - LR реакторы трансформатордың жұмысына әсер етпейді: бірдей токтар екі қарама-қарсы қосылатын орамасынан өтіп, нәтижесінде реакция нөлге тең болады. Қайта қосу процесінің бірінші операциясы реактор орамдарының тізбектеріндегі $KM2$ контакторлардың түйіспесін ажырату болып табылады

(сурет. 2.1, б). Жүктеме тогы белгілі бір кедергіге ие реактордың бір орамасы бойынша өтеді. Содан кейін ток болмаған жағдайда тармақтау ауыстырып қосқышының П2 келісім-шартының жағдайы өзгереді, одан кейін КМ2 түйісуі қайтадан тұйықталады және реактордың қосылған орамына сәйкес екі тармақталуды қосады (сурет. 2.1, в). Реактордың едәуір кедергісі екі тармақтардың тұйықталу тізбегіндегі I кв токты шектейді. Бұдан әрі байланыс КМ1 (сурет. 2.1, г), ток тізбегінің үзілуінсіз П1 ауыстырып-қосқыштың түйіспесінің жағдайы өзгереді және КМ1 түйіспесі қайтадан тұйықталады (сурет. 2.1, д).

Ажыратқыш құрылғы электрқозғалтқышпен қозғалысқа келтіріледі, сондықтан оның үздіксіз айналмалы қозғалысын дискретті ауыстырып қосқышқа (мальтий дөңгелегі) түрлендіретін механикалық құрылғы болады. Екі көршілес тармақтарды ауыстырып қосу кезінде орамдағы трансформатордың кернеуі тармақталмаған реттеу сатысына $+\Delta U_{c.p} = 1,25 \div 2,5\%$ өзгереді.

Трансформация коэффициентін автоматты реттеудің негізгі ерекшеліктері:

Реттеуіштің әрекет ету дискреттілігі және кернеудің өзгеруіне, реттеудің аз сатысына сезімталдық;

ҚТ жойылған және басқа жағдайларда электр қозғалтқыштарды іске қосу және өздігінен іске қосу кезінде кернеудің қысқа мерзімді өзгерістері кезінде қайта қосуды болдырмау үшін уақыттың салыстырмалы үлкен ұстамымен әрекет;

Кернеуді реттеу қажеттілігі (төмендету трансформаторлары үшін) жүктеме өскен кезде тұтынушыда кернеуді өзгермейтін деңгейде ұстап тұру үшін теріс статизммен.

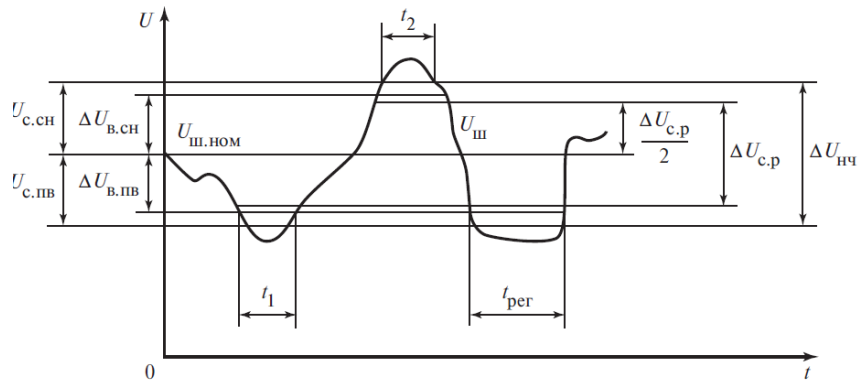
Көрсетілген ерекшеліктер трансформация коэффициенттерінің автоматты реттеуіштерінің өлшеу бөлігіне қойылатын тиісті талаптарды, атап айтқанда:

Кернеуді өлшеу органының сезімталдық аймағымен іс-қимыл релелігі;

Релелік элементтердің жоғары (бірлікке жақын) босату коэффициенті (қайтару);

Кері статизмді орнату үшін жүктеме тогы бойынша сигнал кернеуін өлшеу органына енгізу қажеттілігі. Кері қайтарудың жоғары коэффициенті реттеуіштің сезімтал емес аймағын реттеу сатысына барынша жақындату жолымен реттеудің мүмкін болатын дәлдігін қамтамасыз ету үшін қажет.

2.2 суретте көрсетілгендей, әдетте номиналды, $U_{ш.ном}$ шиналарындағы кернеу көрсетілген саты реттеу $\Delta U_{c.p}$, кернеуінің зонан сезімталдығын өлшеу органының Дисци кері қайтаруын $\Delta U_{си}$ іске қосылу кернеуінің жоғарылауына реттегіштің әсерін негіздейтін ($\Delta U_{c.лв}$; $\Delta U_{в.және}$ оның төмендеуі ($\Delta U_{c.сн}$; $\Delta U_{в.сн}$). Реттеушіні реттеудің алғышарты - $\Delta U_{нч} \gg \Delta U_{p}$ қатынасы, атап айтқанда $2\Delta U_{v} > \Delta U_{p}$.



2.2-сурет-ЖАРҚ арқылы трансформация коэффициентін автоматты реттеу ерекшеліктерін бейнелейтін графиктер

Кернеуді өзгерту кестесі 2.2-суретте көрсетілген, бұл өзгерістер кернеу шегінен тыс сезімтал емес аймағы уақытта t_1 или t_2 , аз уақыт кідірісі реттеуіш $t_{рег}$, тармақтарды ауыстырып қосу болмайды; ΔU_c кернеудің өзгеруі көрсетіледі. егер $t > t_{рег}$ болса, реттеуіштің әрекеті. Орамдарды ауыстырып қосу процесінің күрделілігі, үш бір фазалы ЖАРҚ, алты бір фазалы немесе үш фазалы ЖАРҚ параллель жұмыс істейтін трансформаторлардың немесе автотрансформаторлардың орамдарының тармақтарын ауыстырып қосу кезінде келісілген әрекетін қамтамасыз ету қажеттілігі және күрделі электромеханикалық құрылғыларда ақаулықтардың пайда болу ықтималдығы салыстырмалы түрде жоғары. Трансформация коэффициентін автоматты реттеудің тағы екі ерекшелігі, атап айтқанда реттеушілік әсердің бір реттік және импульстілігі, жалпы реттеудің автоматты жүйесінің ауыстырып қосуды аяқтауын және жарамдылығын автоматты бақылау қажеттілігі шартталады. Соңғы уақытқа дейін АРТ-1Н типті трансформация коэффициентінің жартылай өткізгішті автоматты реттегіші қолданылды.

2.2 Трансформаторлардың трансформация коэффициенттерін автоматты реттеу құрылымы

Трансформаторлардың трансформация коэффициентінің өзгеруімен қосалқы станциялардағы кернеуді автоматты реттеу сұлбалары іс жүзінде жүктемедегі кернеуді реттеу құрылғыларымен (КАР) жарақталған барлық трансформаторларда қолданылады. Істен шығудың себебі КАР ақауы, КАР жиі ауыстырып қосуға, ауыстырып-қосқыш ресурсының таусылуы, оны ревизиялау немесе май ауыстыру қажеттілігіне әкеп соқтыратын итеру жүктемесі болуы мүмкін.

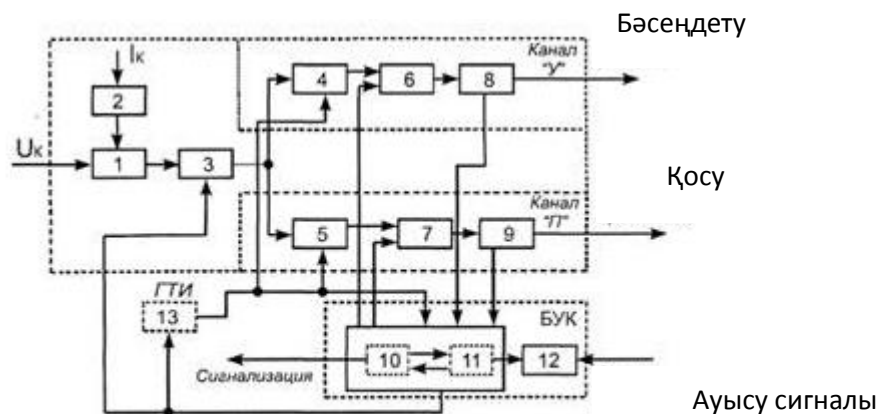
ТКАР үш түрге реттеу жасайды, бұл:

1) Тұрақтандырылған реттеу.

2)Бағдарламалық реттеу жүйесі, онда болып жатқан өзгерістер алдын ала белгіленген заң бойынша жүреді.

3) Бақылау жүйесі реттелетін әсердің өзгеру заңына байланысты, оның параметрлері бастапқыда белгілі емес және жұмыс барысында белгіленеді.

Жүйеде бөгде наразылықтардың әсері қаншалықты толық болады, берілген әсер соншалықты дәл болады[6]...



2.3-сурет- ТКАР құрылымдық сұлбасы

ТКАР құрылымының құрылымдық сұлбасы 2.3-суретте көрсетілген. Ол үш негізгі функционалдық буыннан тұрады: Екі басқару каналымен реттеу трактісі (төмендеу — кернеуді төмендету, қосу — кернеуді арттыру); БУК басқару және бақылау блогы, тактілік импульстердің жүру кезеңінің өзгеру элементімен гти так-талық импульстерінің генераторы. Реттеу трактінің құрамына келесі элементтер кіреді: сумматор 1, ток датчигі 2, сезімталдық аймағын қалыптастыру және өзгерту элементтері және ТКАР тағайыншамалары, 3 түрлендіргіштері бар арналарды өлшеу және бөлу; 4 және 5 уақыт элементтері; Б және 7 тыйым салу элементтері, 5 және 9 атқарушы элементтер. Басқарылатын кернеу 1-қосымшада шығарылады, кіріс кернеуі ток сенсорынан 2 (ағымдық өтемақы орындалады) кернеумен қосылады. Ағымдағы өтемақы арқасында тұтынушыдағы шиналарда кернеуді сақтау үшін «қарсы реттеу» деп аталады. Ағымдағы өтемақы болмаған жағдайда, ТКАР ол орнатылған жерде, яғни қосалқы станцияның автобустарында тұрақты кернеуді сақтап қалады. 3 Элемент сумматордан түсетін сигналдарды түрлендіруді, сезімталдық аймағын қалыптастыруды, ТКАР жарғысын өзгертуді және 4 және 5 уақыт элементтеріне сигналдарды беруді қамтамасыз етеді. Кернеу бойынша реттеуіштің тағайыншамасы 1% - дан 110% - ға дейін номиналды сатымен реттеледі. Реттегіш кернеудің аздаған тербелістері кезінде КАР артық ауыстырып қосуды болдырмау үшін қажетті сезімталдық аймағы болады. Сезімталдық аймағы бойынша

тағайыншам номиналды кернеу 0-ден 4% - ға дейін реттеледі. 4 және 5 элементтердің көмегімен іске қосылу уақытын ұстау жасалады және бақыланатын кернеудің қысқа мерзімді лақтыруларынан құрастыру үшін жинақталған уақытты шығаруды кідірту жүзеге асырылады. Әрбір 8 және 9 атқару элементінің тізбегіне, жою және қосу командаларын іске асыратын, тиісінше Б және 7 тыйым салу элементтері енгізілген. ТКАР әрекеті жетек механизмдерінің соңғы жағдайына жеткенде, сондай-ақ электр жетектері мен реттеуіш схемасының элементтері ақаулы болған кезде тыйым салу элементтерімен тоқтатылады.

Тыйым салу элементтеріне басқарушы командалар БжББ-дан беріледі, оның құрамына үш элемент кіреді: реттеуіштің жарамдылығын бақылау 10, электржетектің жарамдылығын бақылау 11 және электржетектің "ауыстырып қосу" сигналын бекіту 12. ТКАР БжББ әрекетіне тыйым салу командаларымен бір уақытта ақаулық туралы сигнал береді. Электр жетектерінің жарамдылығы басқару командасын орындау нәтижесі бойынша ("барды" немесе "кетіп қалды") және ауыстырып қосу уақыты бойынша ("аяқтады" немесе "тұрып қалды") бақыланады.

Басқару және бақылау блогы 3 өлшеу органы мен тактикалық импульстер генераторын (ТИГ) басқарады. КАР электржетегін 3 элемент арқылы ауыстырып қосу кезінде БжББ тексеру сигналын береді және реттеудің жарамды трактісі арқылы Орындаушы элементтерді ажыратады және сонымен бір мезгілде гти тактілік импульстерінің жүру кезеңін өзгертуге команда береді. 12 элементі арқылы сигнал алатын БжББ Электроприводтарымен ауыстырып қосу циклы аяқталған соң гти импульстерінің бастапқы кезеңін қалпына келтіреді және 3 элементті бастапқы қалыпқа қайтарады.

Тактілік импульстер генераторы ТКАР схемасының әр түрлі нүктелеріне схеманың жекелеген элементтерінің жұмысын қамтамасыз ете отырып және құрылғының әр түрлі элементтерінің әрекетінің дәйектілігі мен ұзақтығын бағалау үшін уақыт ауқымын қоя отырып, белгілі бір жиіліктегі импульстер береді. Кернеу сезімталдық аймағының шегінен төмен төмендеген кезде 5 уақыт элементі іске қосылады және белгіленген уақыт шыдамымен ТКАР атқарушы элементіне сигнал беру арқылы іске қосылады. 4 уақыт элементі арқылы кернеуді арттыру кезінде ТКАР жұмыс істейтін болады.

Реттеуші бақылау процестерінің негізгі сипаттайтын параметрлері ТКАР жүйесіндегі процестер орнықтылық пен дәлдік параметрлеріне байланысты болады.

- 1) Тұрақтылық өтпелі процесті сипаттайды.
- 2) Дәлдік - тұрақты үдерістің міндетті шарты.

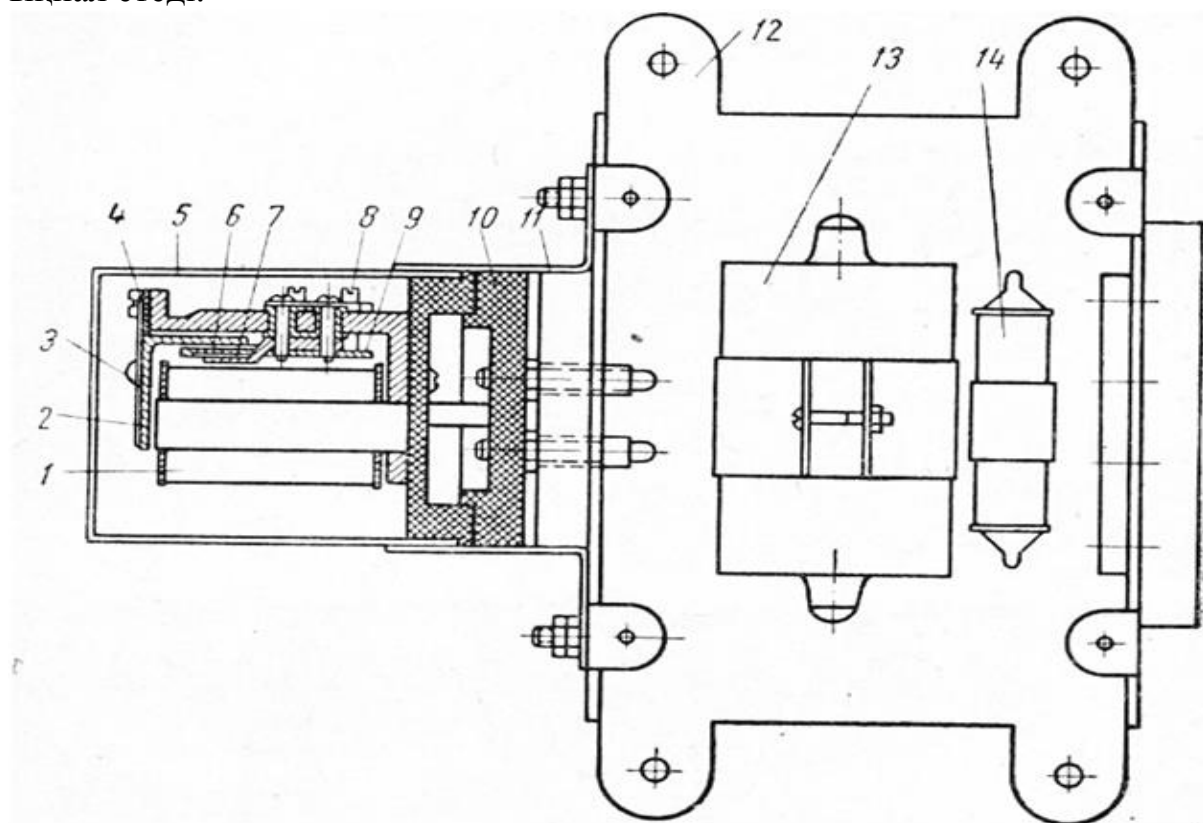
Дәлдік өтпелі процесс аяқталғаннан кейін белгіленген режимге әрекет ететін қателіктермен сипатталады.

Орнықтылықтан бөгде тербелістер, сыртқы әсерлер немесе желілердегі зақымдануларға байланысты ұйытқулар шығарылғаннан кейін жүйені белгіленген жағдайға өздігінен қайтарудың шарты болып табылады.

Реттеу процесінің сапасы оның қажетті сапа критерийіне жақын мәнімен анықталады, бұл:

1) Шығару кезінде кернеудің максималды ауытқуының мәні, бұзылу секірісінен сигналдан кейін.

2) Өтпелі үдерістің ауытқуы және, әрине, оның қолданылу ұзақтығы. 6-10 кВт кернеу желісіндегі тербелістер электр энергиясын реттеудің автоматты емес режиміне көшуге мәжбүр етеді. Осыған байланысты, бұл ТКАР құрылғысы КАР-ға әсер ететін тербелмелі режимде оның тозуына ықпал етеді.

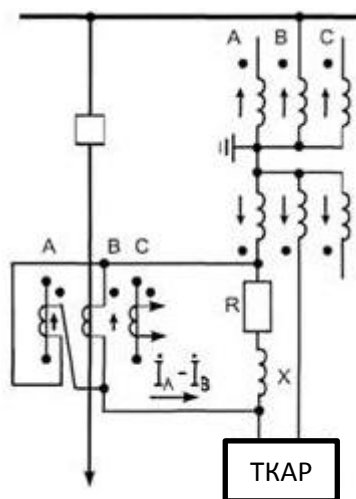


1 – Электромагнит, 2 – электромагнит зәкірі, 3 – Зәкір серіппесі, 4 – оқшаулағыш төсемдер, 5 – вибратор, 6 – қозғалыстағы контакт, 7 – қозғалмайтын контакт, 8 – бұрандалармен реттеу, 9 – құрылғыны реттеуге арналған серіппелер, 10 – вибратор платформасы, 11 – штепсельге арналған ажыратқыш, 12 – корпус реттеуіші, 13 – зарядтауға арналған конденсатор, 14 – ұшқын сөндіруге арналған конденсатор.

2.4-сурет- Кернеудің автоматты реттеуіші

2.3 Трансформация коэффициентін автоматты реттеу блогы

Автоматты режимде КАР басқаруды жүзеге асыру үшін реттеу құрылғылары трансформация коэффициентін – ТКАР өзгерту үшін АРБ (автоматты реттеу блогы) қамтамасыз етіледі. Құрылғы қоректендіретін қосалқы станция шиналарының кернеуіне әсер етеді.



2.5-сурет- ТКАР жүйесіндегі өлшеуіш трансформаторға ток компенсациясын қосу схемасы

Схемадағы ток өтемінің болуы өзгеріссіз болып саналады, ол контрастық түзетуді жүзеге асыруға қызмет етеді және тұтынушылар желісінде тұрақты және тұрақты кернеуді оқу үшін қажет. Өтемақы кернеуінің мәні желінің тоқымен анықталады және кернеудің жүктеменің шығып кету жолында төмендеуімен анықталады. Жүктелудің кептіргіш құрылғылары белсендірілген ТКАР блогымен міндетті түрде бірдей режимде жұмыс жасайды. Қашықтан немесе жергілікті басқару ТКАР сәтсіз болғанда немесе желіде айтарлықтай кернеу ауытқуы байқалғанда орындалады[5]...

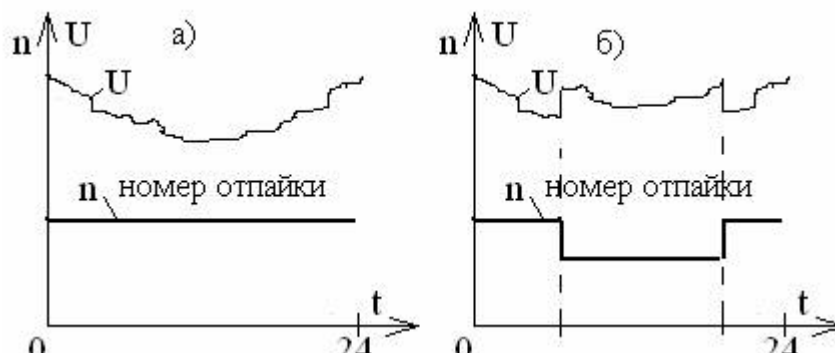
2.4 ТКАР параметрлерін есептеу

Кернеуді реттеу параметрлерін таңдау кернеудің минималды жүктемесіне сәйкес жүзеге асырылады, мұнда кернеудің шамасы мен жақын маңдағы тұтынушы желілері 1,5 градустан аспауы керек. Операцияны жүргізу кезінде кернеу кернеу шығыс желілеріндегі жүктеме ток шамасына сәйкес түзіледі. Электр жеткізу желісіндегі кернеудің төмендеуі реттеуші электр қуаты мен тұрақты кернеу мәнімен тұтынылатын жүктеменің қосылу нүктесі өлшеу кернеуінің трансформаторының өлшеу нүктесінен өлшеу арқылы анықталады. Бұл кернеу түрлендіру коэффициентіне бөлінуі керек. Содан кейін алынған кернеу шамасы бірінші шкала бойынша бірінші кернеу параметрін және екінші параметр үшін екінші масштабты орнату үшін

пайдаланылады. Егер мән $1.05 U_{ном}$ тұтынушыларға жақын орналасқан болса, онда орнату нүктесі өзгертіледі және кернеу түзету мәндері негізінде қайта тексеріледі.

Маңызды: қашықтағы тұтынушының кернеуі -5% -дан төмен болмауы керек, жақын маңдағы тұтынушылардың кернеуі $+5\%$ артық емес.

Бағдарламалық қамтамасыз етуді басқару жүйесі екі қадамды кесте бойынша әрекеттерді орындайды, бұл күнделікті кесте болуы мүмкін, онда параметрлер ең жоғарғы және ең аз жүктеу режимдеріне тең және апталық режимде, оның параметрлері ескерілген апталық кесте болуы мүмкін.



- 1) реттеуді жүргізбестен, 2) кернеуді бір сатылы реттеуді жүргізумен таңертең және кешке жүргізіледі

2.6-сурет-Тәуліктік кесте

Осылайша, параметрлерді таңдауды анықтайтын ұзын және мұқият жұмыс болатын түзету режимін болдырмауға болады. Параметрлерді таңдау кезінде қажетті шарт болып табылатын үш индикатор бар.

- 1) Сезімталдық аймағының енін анықтау.

Бұл индикатор кернеу ауытқуының кернеуді реттеуді іске қосу пәрмені жұмыс істемей тұрған мәннен көрсетіледі. Ол реттеу кезінде кернеу желісіндегі тербеліс режиміне байланысты. Өліскен аймақтың ені кран-айырғыш трансформаторындағы реттеу қадамының мәнінен аспауы тиіс. Қауіпсіздік коэффициенті $1,3$ -ден кем болмауы керек. Төменгі шекарасында сезімталдық аймағының өлшемін таңдау мысалы. Егер кернеудің төменгі шегі 6000 В болса, көрсеткіштеріне сәйкес біз 100% қабылдаймыз. $6000 \text{ В} / 60 \text{ В} = 100 \text{ В}$ (сезімталдықтың төменгі аймағы) = 103% (жоғарғы сезімталдық аймағы).

Біз штепсельді 1 (В) шкаласы бойынша таратамыз, «шамамен» $100 \text{ В} = 100\%$

$$\text{Штепсель «аймаққа» } 3 \text{ В} = 3\%$$

$$\text{Төменгі шегі } 100 \text{ В} \cdot 60 = 6000 \text{ В}$$

$$\text{Жоғарғы шегі } 103 \text{ В} \cdot 60 = 6180 \text{ В}$$

2) Басқару сигналдарының кешігу уақыты.

Оның таңдауы жүктің ауыспалы сипаты бар қысқа мерзімді қуаттың шамадан тыс ұзақтығы мен мүмкіндігіне байланысты болады. Бұл режим кептіргішті жүктеудің автоматты режимде жұмыс істеу жиілігіне әсер етеді, сондықтан кранмен алмастырғыштың тозуын болдырмау үшін, автоматты режим өшеді және жүктеме кранын ауыстырғыш қашықтан басқару режиміне ауысады. Үлкен уақыт кідірісі жүктің кранмен алмастырғышымен операциялардың санын азайтады және жүктеме крандар ауыстырғыштың қорын сақтауға арналған. Егер автоматты басқару қажет болса, басқару пәрмені іске қосылатын ең үлкен уақыт мәні 160 - 180 секундқа орнатылады. КАР денсаулығының бақылануына байланысты уақыт кешігуін анықтау. Ұзақ циклді қосу уақытын басқару 15 секунд. Бұл 2-3-позицияда тығыздалған АРТ-1М дизайны бойынша бұрынғы тақтаға орнатуға байланысты. Бұл позиция көп жүктеме айырғыштарына ұсынылады, қажет болған жағдайда, бақылаушы уақытты секіргішті 1-3 секундқа қайта пісіру арқылы көбейтуге болады, ол 30 секундқа сәйкес келеді.

3) Уақытты бақылау

Электрқозғалтқыштың ағымдағы электр тізбегінің жұмыс істеу қабілеттілігі өзгермейді және 0,6 секундқа тең. Коммутациялық басқарудың уақыт кідірісі жүктемені ауыстыру уақытын кран жүктегіштің 1 қадамына сәйкес болуы керек. Ол әрдайым КАР түріне арналған.

Маңызды: ТКАР блогының КАР құрылысына теріс әсері блоктық операция алгоритмімен байланысты. Желіде кернеудің теңгерілмеген және тұрақсыз күйі болған кезде блок жиі қосылады, ол жүктеме кран алмастырғыштың тез тозуына әсер етеді, ол оның ауыстырылуына әкеледі. Бұған жол бермеу үшін реттеу және басқару режимі қашықтан немесе қолмен режимге ауысады.

2-ші бөлім бойынша былайша қорытындылады:

Дипломдық жоба бойынша трансформаторлардың трансформация коэффициенттерін автоматты реттей отыра коэффициенттерін анықтадым. Олардың ерекшеліктерімен қатар автоматты реттеу құрылымдарын және реттеу блогын қарастырдым. Сонымен қатар ТКАР-дың параметрін есептедім.

3 Электр қауіпсіздігі

Шу – дегеніміз өндірістегі қызмет процесі кезіндегі әр түрлі құрал – жабдықтардың қосылма шыққан дыбыстары.

Діріл - скалярлық шамамен сипатталатын нүктенің немесе механикалық жүйенің қозғалысынан туындайтын тербеліс.

Шу кезінде тіке есту қаблеті төмендейді де, тек қана адамның құлағында бірнеше қоспалы дыбыстар тұрады. Бұл дегеніміз – қан айналымды, жұмысқа деген қаблеттілікті азайтып, шаршатады. Осындай жағдайларда өндірісте бақытсыз жағдайлар тууы мүмкін. Сондықтан көп өндірістерде ауысымды (сменный) жұмыс бағыты қалыптасқан.

Шу 2 бөлінеді:

а) Механикалық дыбыс дегеніміз үзіліссіз машиналар мен жабдықтардың қоспалы дыбысы.

б) Аэродинамикалық – дегеніміз белгілі бір уақытта болатын және механикалық жабдықтарсыз жеңіл бір ноталы дыбыс.

Адам есту мүшесі қабылдайтын акустикалық тербеліс жиілігі 16-дан 20000 Гц-ке дейінгі кең диапазонда болады. Есту анализаторының ең көп сезімтал дыбысы 1000-3000 Гц шегінде орналасқан. Бірқатар зерттеушілер естудің өзгерістерін есту анализаторының шеткі бөлігіне, ал басқалар шудың ішкі құлаққа зақымдаушы әсерін жатқызады. Кортиев мүшесінің жасушалары мен төмпешік жасушаларындағы акустикалық зақымдалулардың біріншілік оқшаулауын осымен түсіндіріледі. Шудың ұзақ уақыт әсер етуі ішкі құлақтағы қанайналым жүйесінің тұрақты бұзылыстарына және лабиринт сұйықтығының өзгеруіне әкеледі, осыдан Кортиев мүшесіндегі сезімтал элементтерде дегенеративтік склероздық үдерістер дамиды, осыдан есту төмендейді. Есту мүшелерінің кәсіби зақымдалу патогенезінде орталық нерв жүйесінің маңыздылығын естен шығармау керек. Үдемелі шудың ұзақ уақыт әсер ету жағдайындағы ұлудың нервтік аппаратындағы дамиды патологиялық өзгерістер қыртыс есту орталығының қажуымен байланысты. Кәсіби естудің төмендеуіне бірқатар биохимиялық үдерістердің өзгерістері әсер етуі мүмкін.

Шуды азайтудың негізгі құралы бұл – шуды көп шығаратын технологиялық құбылыстарды аз шулы немесе мүлде шу шығармайтын құбылыстарға ауыстыру.

Діріл қатты денедегі механикалық тербелісті білдіреді. Үлкен амплитудасы бар (0,500,003 мм) төмен жиіліктегі (3-100 Гц) тербелістерді адам діріл немесе сілкіну ретінде қабылдайды. Дірілдің әсері болған кезде адам ағзасына орта жүйке жүйесінің талдауыштары – вестибулярлық, тері және басқа аппараттар маңызды роль ойнайды. Дірілдің ұзақ әсер етуі кәсіби дірілдейтін аурудың дамуына әкеледі.

3.1 Найзағайдан қорғауды есептеу

Берілді: Найзағайдан қорғау түрі-қос арқан

$$h_{оп1}=h_{оп2}=22\text{м}$$

$$h_x=10\text{м}$$

$$L=25\text{м}$$

$$a=40\text{м}$$

$$n=7 \text{ 1}/(\text{км}^2 \cdot \text{жыл})$$

Талап етіледі:

1. найзағайдан қорғау аймағының параметрлерін анықтау және оны бейнелеу;

2. қорғалатын объектінің габариттік өлшемдерін анықтау;

3. объектінің ықтимал зақымдануын анықтау.

Шешім:

Бір биіктіктегі қос тросты жайтартқыштарға арналған формулалар бойынша А аймағы үшін м/з параметрлері анықталады.

Масштабында а аймағы жоспарда бейнеленеді, өйткені $a < 120$ м, онда

$$h=h_{0n} - 2 = 22 - 2 = 20 \text{ м}$$

$$h_0 = 0.85h = 0.85 \cdot 20 = 17\text{м}$$

$$r_0 = (1.35 - 25 \cdot 10^{-4}h)h = (1.35 - 25 \cdot 10^{-4} \cdot 20) \cdot 20 = 16.05\text{м}$$

$$h_c = h_0 - (0.14 + 5 \cdot 10^{-4}h)(L - h) = 17 - (0.14 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot 20) \cdot (25 - 20) = 16.05 \text{ м}$$

$$r_c = r_0 = 26 \text{ м}$$

$$r_{cx} = r_0(h_c - h_x) \frac{1}{h_c} = 26 \cdot (16.05 - 10) \frac{1}{16.05} = 9.8 \text{ м}$$

$$r_x = (1.35 - 25 \cdot 10^{-4}h)(h - 1.2h_x) = (1.35 - 25 \cdot 10^{-4} \cdot 20) \cdot (20 - 1.2 \cdot 10) = 10.4\text{м}$$

Ескерту. Құрылыстың жоғарғы белгісі в сызығымен қиылысқан кезде ұшып өту анықталады 'x r .

$$\alpha = \text{arctg} \frac{r_0}{h_0} = \text{arctg} \frac{26}{17} = 56.8^\circ$$

2. Қорғалатын құрылыстың ең жоғары көлемдері анықталады

$$A=a+2r_x=40+2 \cdot 9.8 = 59.6 \text{ м}$$

$A=59$ м бүтін мәні қабылданады

$$B=L+2r_x = 25 + 2 \cdot 10.4 = 45.8 \text{ м}$$

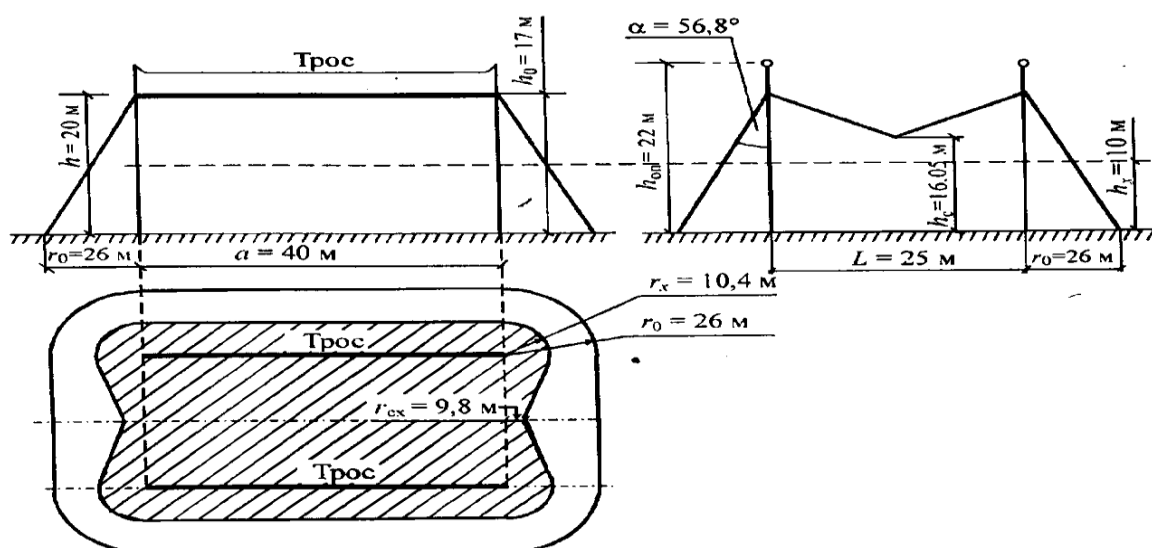
$B=45$ м бүтін мәні қабылданады.

$$A \times B \times H = 59 \times 45 \times 10 \text{ м}$$

Зонадағы қорғалатын объектінің ықтимал сезімталдығы анықталды.
Сонымен қатар найзағайдан қорғау болмаған кезде.

$$N = [(B + 6h_x)(A + 6h_x) - 7.7h_x^2]n \cdot 10^{-6} =$$

$$= [(45 + 6 \cdot 10)(59 + 6 \cdot 10) - 7.7 \cdot 10^2] \cdot 7 \cdot 10^{-6} = 8.2 \cdot 10^{-2}$$



1-сурет-Қос тросты найзағайдан қорғау аймағы бірдей биіктік

3-ші бөлім бойынша былайша қорытындылады:

Дипломдық жоба бойынша шу мен дірілдің адам ағзасына зияндығы және оны алдын алуы қарастырылды. Сонымен қатар найзағайдан қорғау туралы оның қорғау аймағының параметрлері мен ықтималды зақымдануын есептеді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Осы дипломдық жобамда кернеуі 220 кВ қосалқы станцияның тұтынушыларын қоректендіруші электр торабын және трансформаторлардың трансформациялық коэффициенттерін автоматты реттеуді жобаладым. Бұл жобаның бірінші бөлімінде мен 4 қосалқы станцияларының берілген мәндері бойынша электрлік есебін жүргіздім. Осы қосалқы станциялардағы электр беріліс желісінің номинал кернеуін таңдадым. Әр қосалқы станцияларға қуаттарына байланысты трансформатор таңдадым. Қауттарына байланысты АТДТНГ-125000/220 автотрансформаторын таңдадым.

Осы дипломдық жобаны даярлау үрдісінде мен кернеуі 220 кВ электр беріліс желісін жобаладым. Ең алдымен Стилла формуласы бойынша желінің кернеуін анықтадым. Жобалау кезінде қосалқы станция трансформаторларының типін және қуатын таңдадым және олардың қуат шығындарын есептедім. Сымдардың параметрлерін таңдау алдында сымның қимасын таңдадым, ол участоктың тоқтарына байланысты алынады. Сонымен қатар 3-ші желінің қуаты басқа желілермен байланысып, арада шығын болған себептен, мен берілген 40 МВт қуаты шығын болдырмас үшін 37 МВт деп қуат бердім. Сонымен қатар трансформаторлардың трансформациялық коэффициенттерін автоматты есептеу, олардың ерекшеліктерін, реттеу блогын және де параметрлерін есептедім.

Сонымен қатар желінің кернеу шығындарын, желінің технико-экономикалық тиімділігін есептедім. Және де ең маңызды нәрсе, ол желінің максималды жүктеме режимін есептеу болды. Одан кейін қысқа тұйықталуды есептеу арқылы базистік қуат пен кернеуді пайдала отырып, оларды есептеп ажыратқыштар мен айырғыштарды және де ток трансформаторларын тауып алдым.

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Блок В.М. Электрические системы и сети. М.: «Высшая школа», 1986-294 с.

2 Глазунов А.А., Электрические сети и системы, Госэнергоиздат, 1980 - 246 с.

3 Идельчик В.Н. Электрические системы и сети. М: Энергоатомиздат, 1989-251 с.

4 Овчаренка Н.И Автоматика энергосистем. Автоматическое регулирование напряжение и реактивной мощности в электрических сетях, 2016-209-226 с.

5 <https://elektronchic.ru/relejnaya-zashhita/arnt-avtomaticheskoe-regulirovanie-napryazheniya-transformatorov-raschet-ustavok.html>

6 <http://www.retro-rzia.ru/down/o-147.html>