

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

Амангелді Мырзақасым Бауржанұлы

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

10 кВ желідегі электр энергиясының сапасы және оны қамтамасыз ету.

5B071800 – Электр энергетикасы

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

«Энергетика» кафедрасының

менеджері, PhD докторы
қауымдастырылған профессор
Е.А.Сарсенбаев
«25» 05 2022 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: 10 кВ желідегі электр энергиясының сапасы және оны қамтамасыз ету.

5B071800 – «Электр энергетикасы» мамандығы

Орындаған

Амангелді М.Б.

Сын-пікір беруші
АЭЖБУ,
профессоры, тех. ғыл. докт.

Ғылыми жетекші
Лектор



М.А. Мустафин

«05» 2022 ж.



Д.Б. Аденова

«25» 05 2022 ж.

Қолтаңбаны растаймын
Подпись заверяю

Қызметі: Маман аты-жөні: Солтағазина
«25» 05 2022 ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық техникалық зерттеу университеті
Энергетика және машина жасау институты
Энергетика кафедрасы

БЕКІТЕМІН

«Энергетика»
кафедрасының меңгерушісі,
PhD докторы
қауымдастырылған
профессор



Е.А.Сарсенбаев

« 24 » 01 2022 ж

**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Амангелді Мырзақасым Бауржанұлы

Т

Ұниверситет ректорының 2021 ж. «24» желтоқсанындағы № 489-ПӨ
бұйрығымен бекітілген

Даяқталған жұмысты тапсыру мерзімі « 20 » мамыр 2022 ж

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) Электр энергиясының сапасын бақылау және міндетін түсіну
- б) Электр энергиясының сапасы нормаларын анықтау
- в) Сапа көрсеткішінің төмендеген кездегі жағдайлар

Материалдар тізімі: Материалдарды слайдпен дайындау

Ұсынылатын негізгі әдебиет: 4 атау

10 кВ желідегі электр энергиясының сапасы және оны қамтамасыз ету.

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Электр энергиясының сапасын бақылау және міндетін түсіну	14.01.2022	мыс
Электр энергиясының сапасы нормаларын анықтау	14.03.2022	мыс
Сапа көрсеткішінің төмендеген кездегі жағдайлар	16.05.2021	мыс

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
Электр энергиясының сапасын бақылау және міндетін түсіну	Д.Б.Аденова лектор	25.05.2022.	<i>Д.Б.Аденова</i>
Электр энергиясының сапасы нормаларын анықтау	Д.Б.Аденова лектор	25.05.2022.	<i>Д.Б.Аденова</i>
Сапа көрсеткішінің төмендеген кездегі жағдайлар	Д.Б.Аденова лектор	25.05.2022	<i>Д.Б.Аденова</i>
Норма бақылаушы	Ә.О.Бердібеков сениор-лектор	23.05.2022	<i>Ә.О.Бердібеков</i>



Ғылыми жетекшісі

Д.Б.Аденова

(қолы)

Д.Б.Аденова

Тапсырманы орындауға алған студент
Күні

М.Б.Амангелді

М.Б.Амангелді

« 24 » 01 2022 ж.

АНДАТПА

Бұл жобада біз электр энергиясының сапасын бақылап электр энергия сапасына байланысты есептер шығарып тұжырым жасаған болатынбыз. Есептеу барысында номинал кернеуін, қуат шығындарын, кедергілерін қарастырдық және осы есептеулерге қарап трансформатор және өткізгіштер таңдадық. Электр энергиясының сапа көрсеткішін ГОСТ 13109-97 стандартымен салыстырдық.

Power Factory бағдарламасымен кернеудің гармоникалық компонентінің коэффициентімен бақыладық.

АННОТАЦИЯ

В этом проекте мы следили за качеством электроэнергии, производили расчеты, связанные с качеством электроэнергии. В процессе расчета мы рассмотрели номинальное напряжение, потери мощности, сопротивления и, посмотрев на эти расчеты, выбрали трансформатор и проводники. Сравнивали показатель качества электроэнергии со стандартом ГОСТ 13109-97.

Наблюдали с программой Power Factory по коэффициенту гармонической составляющей напряжения.

ANNOTATION

In this project, we monitored the quality of electricity, made calculations related to the quality of electricity. In the calculation process, we considered the rated voltage, power losses, resistances and, after looking at these calculations, chose a transformer and conductors. The electricity quality indicator was compared with the GOST 13109-97 standard.

It was observed with the Power Factory program by the coefficient of the harmonic component of the voltage.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Электр беріліс желісінің схемасын құруға керекті мәндерге сәйкес жобалау үлгілері	7
1.1	Электр тарату желілерінің номиналды кернеуін есептеу	9
1.1.1	Трансформаторлық есептеу және таңдау	10
1.1.2	Трансформатордың кедергілерін және шығындарын есептеу	11
1.1.3	Қуат таралуын есептеу	16
1.1.4	Желідегі токтарды анықтау	17
1.1.5	Әр түрлі жүктемелік беріліс сызбаларын түсіру	24
2	Электр энергиясының сапасы.	30
2.1	Электр энергиясы сапасының негізгі көрсеткіштерінің сипаттамасы	30
2.2	Электр сапасының көрсеткіштерін есептеу	31
	Экономикалық бөлім	40
3	Қорытынды	41
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	42

КІРІСПЕ

Электр энергиясының сапасы-электр энергиясы параметрлерінің олардың белгіленген мәндеріне сәйкестік дәрежесі. Өз кезегінде, электр энергиясының параметрі-бұл электр энергиясының кез-келген қасиетін сандық сипаттайтын шама. Электр энергиясының параметрлері бойынша кернеу, жиілік, электр тогының қисық формасы түсініледі. Электр энергиясының сапасы электромагниттік ортаны сипаттайтын электромагниттік үйлесімділіктің құрамдас бөлігі болып табылады.

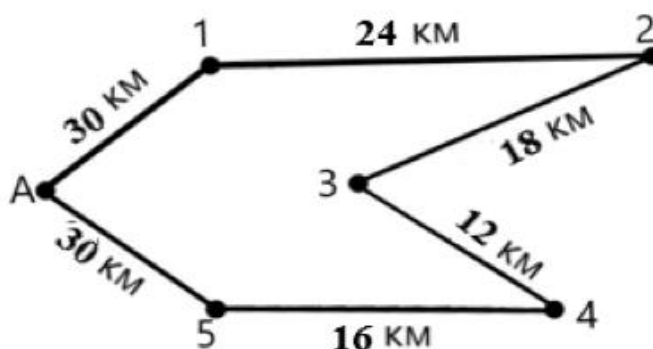
Электр энергиясының сапасы тәулік уақытына, ауа райы мен климаттық жағдайларға, энергия жүйесі жүктемесінің өзгеруіне, желіде авариялық режимдердің пайда болуына және т. б. байланысты өзгеруі мүмкін. Электр энергиясының сапасы нашарлауы ол қиын салдарға алып келеді.

1 Электр беріліс желісінің схемасын құруға керекті мәндерге сәйкес жобалау үлгілері

Электрлік тораптар арқылы тарату қондырғыларының көп түрлілігі электр тарату алаңы мен тұтынушыларға дейінгі аймаққа байланысты және осынау тораптардың таралу ауданына, тұтынушылар пайдаланып отырған қуатына, сенімділіктеріне қажетті талаптың түрлеріне тікелей тәуелді. Бастапқы берілгендер 1-кестеде. 1.1, 1.2-суретте тораптың жалпылама сұлбасы. 1.3-кестеде тораптардың мәндері.

1-кесте-Берілген тораптың мәндері

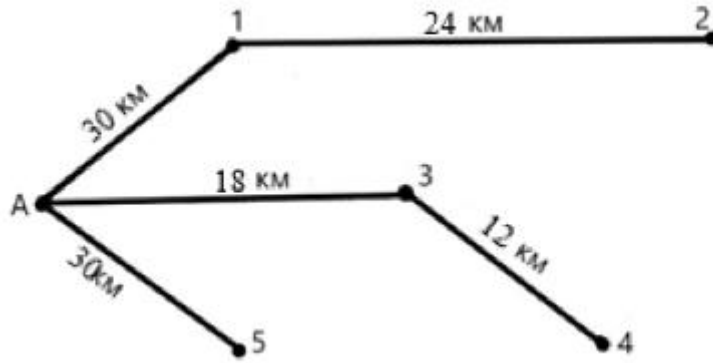
Қосалқы станцияның екіншілікті кернеу шинасына активті жүктемесін есептеу., МВт					Максималды жүктемеде жұмыс істеу уақыты.
P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	T_m
8	14	9	10	15	800
Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	$\cos\varphi = 0.81$
3,68	6,44	4,14	4,6	6,9	$\operatorname{tg}\varphi = 0.46$



1.1-сурет–Тораптың жалпылама жобасы тұйықталған жүйеде

1.2-кесте-Берілген тораптың мәндері

Тораптар	Арақашықтық, км
A-1	30
1-2	24
2-3	18
3-4	16
4-5	15
5-A	30



1.2-сурет-Тораптың жалпылама жобасы түйықталмаған жүйеде

1.3-кесте-Берілген тораптың мәндері

Тораптар	Арақашықтық , км
A-1	30
1-2	24
A-3	18
3-4	16
A-5	30

Бұл дипломдық жобада тарату желілерінің түйықталмаған түрі электр энергиясының сапасын қарастырылған. Бұл жұмыста жобалаудың түйықталмаған түрінің алыну мақсаты энергиялық және қуаттық шығындарын азайту мақсатында тиімділігін көрсету.

1.1 Электр тарату желілерінің номиналды кернеуін таңдау

Номиналды кернеуді анықтау формуласы:

(1.1)

$$U = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{l} + \frac{2500}{P}}}$$

мұнда l – желінің ұзындығы;
P – активті қуат.

$$U_1 = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{30} + \frac{2500}{8}}} = 55,11 \text{ kВ}$$

$$U_2 = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{24} + \frac{2500}{14}}} = 70,81 \text{ kВ}$$

$$U_3 = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{18} + \frac{2500}{9}}} = 57,20 \text{ kВ}$$

$$U_4 = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{12} + \frac{2500}{10}}} = 58,55 \text{ kВ}$$

$$U_5 = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{15} + \frac{2500}{15}}} = 70,71 \text{ kВ}$$

1.1.1 Трансформаторлар таңдау және есетеу

$$S_{\text{тр}} = \sqrt{P^2 + Q^2} * 0.7 \quad (1.2)$$

мұндағы P – активті қуат, МВт;

S - трансформатордың қуаты МВА

Q- реактивті қуат, МВар

1.4-кестеде таңдалған трансформаторлар

$$S_{\text{тр1}} = \sqrt{8^2 + 3,68^2} * 0,7 = 6,16 \text{ МВА}$$

$$S_{\text{тр2}} = \sqrt{14^2 + 6,44^2} * 0,7 = 10,78 \text{ МВА}$$

$$S_{\text{тр3}} = \sqrt{9^2 + 4,14^2} * 0,7 = 6,93 \text{ МВА}$$

$$S_{\text{тр4}} = \sqrt{10^2 + 4,6^2} * 0,7 = 7,70 \text{ МВА}$$

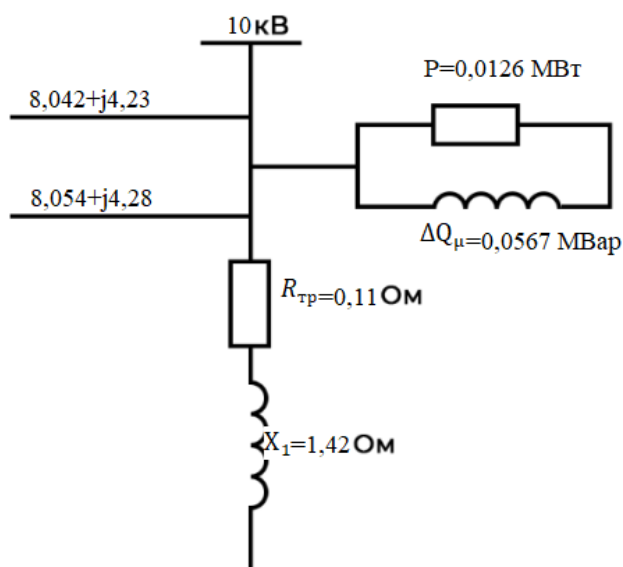
$$S_{\text{тр5}} = \sqrt{15^2 + 6,9^2} * 0,7 = 11,55 \text{ МВА}$$

1.4-кесте-Таңдалған трансформаторлар параметрлері

ТР1-ТМ	6300/10
ТР2-ТД	16000/35
ТР3-ТДНС	10000/35
ТР4-ТМН	10000/35
ТР5-ТДНС	16000/35

1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7-суреттерде трансформаторлардың алмастыру схемасы

1.1.2 Трансформатор орам кедергілерін және кедергілерін есептеу



1.3- сурет-ТР1-ТМ-6300/10 типті трансформаторының алмастыру схемасы

Трансформатордың активті кедергісі:

$$R_{\text{тр}} = \frac{\Delta P_{\text{к.т}} \cdot U_{\text{н}}^2}{10^3 \cdot S_{\text{н}}^2} \quad (1.3)$$

$$R_{\text{тр}} = \frac{46,5 \cdot 10^2}{10^3 \cdot 6,3^2} = 0,11 \text{ Ом}$$

Реактивті кедергі:

$$X_1 = \frac{U_K \% \cdot U_H^2}{100 \cdot S_H} \quad (1.4)$$

$$X_1 = \frac{9 \cdot 10^2}{100 \cdot 6,3} = 1,42 \text{ Ом},$$

Трансформаторға келтірілген активті реактивті шығындар:

$$\Delta P_1 = \frac{8^2 + 3,68^2}{10^2} \cdot \frac{0,11}{2} = 0,042 \text{ МВт},$$

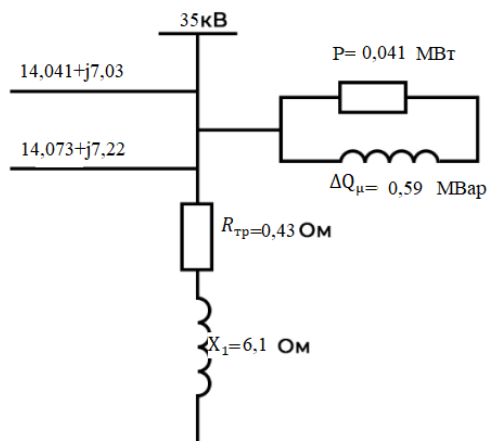
$$\Delta Q_1 = \frac{8^2 + 3,68^2}{10^2} \cdot \frac{1,42}{2} = 0,55 \text{ МВар},$$

$$P_1' + jQ_1' = (8 + 0,042) + j(3,68 + 0,55) = 8,042 + j4,23$$

$$\Delta P_0 = 2 \cdot 6,3 \text{ кВт} = 0,0126 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_\mu = \frac{0,45 \cdot 6,3}{100} \cdot 2 = 0,0567 \text{ МВар},$$

$$\Delta P_1'' + jQ_1'' = (8,042 + 0,0126) + j(4,23 + 0,0567) = 8,0546 + j4,28$$



1.4- сурет-ТР2-ТД16000/35 - типті трансформаторы

Трансформатордың активті кедергісі:

$$R_{тр} = \frac{90 \cdot 35^2}{10^3 \cdot 16^2} = 0,43 \text{ Ом}$$

Реактивті кедергі:

$$X_1 = \frac{8 \cdot 35^2}{100 \cdot 16} = 6,1 \text{ Ом},$$

Трансформаторға келтірілген активті реактивті шығындар:

$$\Delta P_1 = \frac{14^2 + 6,44^2}{35^2} \cdot \frac{0,43}{2} = 0,041 \text{ МВт},$$

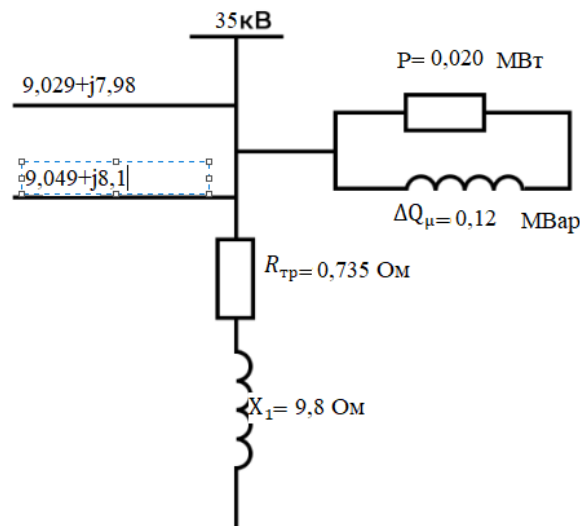
$$\Delta Q_1 = \frac{14^2 + 6,44^2}{35^2} \cdot \frac{6,1}{2} = 0,59 \text{ МВар},$$

$$P_1' + jQ_1' = (14 + 0,041) + j(6,44 + 0,59) = 14,041 + j7,03$$

$$\Delta P_0 = 2 \cdot 16 \text{ кВт} = 0,032 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_\mu = \frac{0,6 \cdot 16}{100} \cdot 2 = 0,192 \text{ МВар},$$

$$\Delta P_1'' + jQ_1'' = (14,041 + 0,032) + j(7,03 + 0,192) = 14,073 + j7,22$$



1.5-сурет-ТРЗ-ТДНС 10000/35- типті трансформаторы

Трансформатордың активті кедергісі

$$R_{тр} = \frac{60 \cdot 35^2}{10^3 \cdot 10^2} = 0,735 \text{ Ом}$$

Реактивті кедергі:

$$X_1 = \frac{8 \cdot 35^2}{100 \cdot 10} = 9,8 \text{ Ом},$$

Трансформаторға келтірілген активті реактивті шығындар

$$\Delta P_1 = \frac{9^2 + 4,14^2}{35^2} \cdot \frac{0,735}{2} = 0,029 \text{ МВт},$$

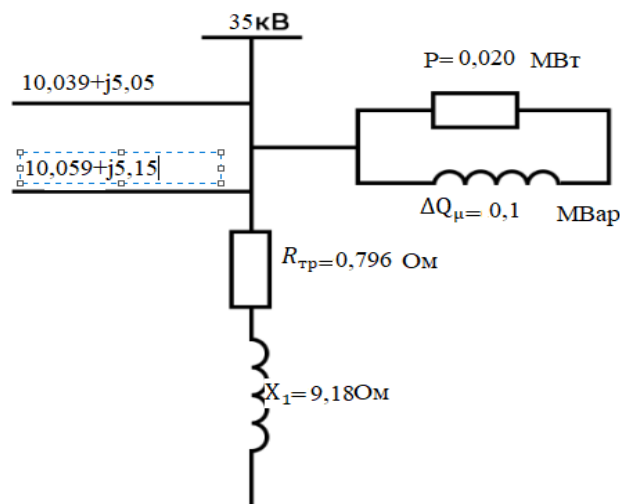
$$\Delta Q_1 = \frac{9^2 + 4,14^2}{35^2} \cdot \frac{9,8}{2} = 3,84 \text{ МВар},$$

$$P_1' + jQ_1' = (9 + 0,029) + j(4,14 + 3,84) = 9,029 + j7,98$$

$$\Delta P_0 = 2 \cdot 10 \text{ кВт} = 0,020 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_\mu = \frac{0,6 \cdot 10}{100} \cdot 2 = 0,12 \text{ МВар},$$

$$\Delta P_1'' + jQ_1'' = (9,029 + 0,020) + j(7,98 + 0,12) = 9,049 + j8,1$$



1.6- сурет-ТР4-ТМН 10000/35 типті трансформаторы

Трансформатордың активті кедергісі

$$R_{тр} = \frac{65 \cdot 35^2}{10^3 \cdot 10^2} = 0,796 \text{ Ом}$$

Реактивті кедергі әр орамға:

$$X_1 = \frac{7,5 \cdot 35^2}{100 \cdot 10} = 9,18 \text{ Ом},$$

Трансформаторға келтірілген активті реактивті шығындар

$$\Delta P_1 = \frac{10^2 + 4,6^2}{35^2} \cdot \frac{0,796}{2} = 0,039 \text{ МВт},$$

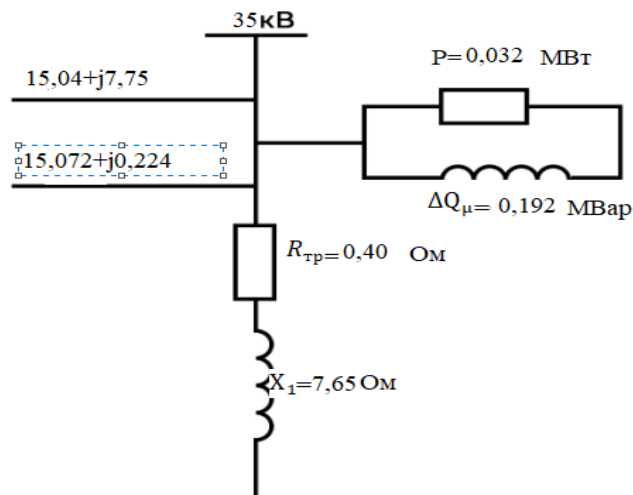
$$\Delta Q_1 = \frac{10^2 + 4,6^2}{35^2} \cdot \frac{9,18}{2} = 0,45 \text{ МВар},$$

$$P_1' + jQ_1' = (10 + 0,039) + j(4,6 + 0,45) = 10,039 + j5,05$$

$$\Delta P_0 = 2 \cdot 10 \text{ кВт} = 0,020 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_\mu = \frac{0,5 \cdot 10}{100} \cdot 2 = 0,1 \text{ МВар},$$

$$\Delta P_1'' + jQ_1'' = (10,039 + 0,020) + j(5,05 + 0,1) = 10,059 + j5,15$$



1.7-сурет-ТР5-ТДНС 16000/35 типті трансформаторы

Трансформатордың активті кедергісі

$$R_{тр} = \frac{85 \cdot 35^2}{10^3 \cdot 16^2} = 0,40 \text{ Ом}$$

Реактивті кедергі:

$$X_1 = \frac{10 \cdot 35^2}{100 \cdot 16} = 7,65 \text{ Ом,}$$

Трансформаторға келтірілген активті реактивті шығындар:

$$\Delta P_1 = \frac{15^2 + 6,9^2}{35^2} \cdot \frac{0,40}{2} = 0,04 \text{ МВт,}$$

$$\Delta Q_1 = \frac{15^2 + 6,9^2}{35^2} \cdot \frac{7,65}{2} = 0,85 \text{ Мвар,}$$

$$P_1' + jQ_1' = (15 + 0,04) + j(6,9 + 0,85) = 15,04 + j7,75$$

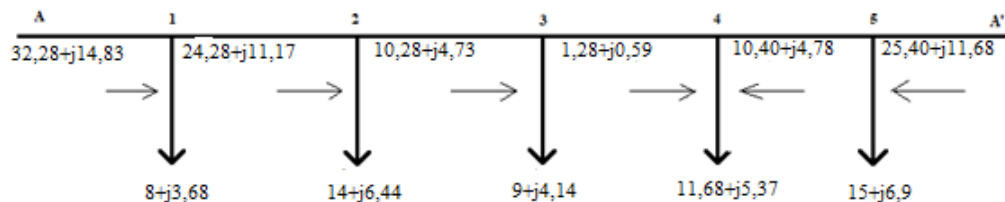
$$\Delta P_0 = 2 \cdot 16 \text{ кВт} = 0,032 \text{ МВт,}$$

$$\Delta Q_\mu = \frac{0,6 \cdot 16}{100} \cdot 2 = 0,192 \text{ Мвар,}$$

$$\Delta P_1'' + jQ_1'' = (15,04 + 0,032) + j(7,75 + 0,192) = 15,072 + j0,224$$

1.1.3 Қуат таралуын есептеу

Қуат таралуы екі жақта қорек көзі бар деп саналады қуаттардың бағыты мәніне және таңбасына байланысты ауысады. (1.8-сурет)



1.8-сурет-Тұйықталған жүйедегі бөлікте қуат таралуы

$$P_{A1} = \frac{\sum PL}{L_{AB}} \quad (1.5)$$

$$P_{A1} = \frac{\sum PL}{L_{AB}} = \frac{P_5(L_{5,4}+L_{43}+L_{32}+L_{21}+L_{1A})+P_4(L_{43}+L_{32}+L_{21}+L_{1A})+P_3(L_{32}+L_{21}+L_{1A})+P_2(L_{21}+L_{1A})+P_1(L_{1A})}{(L_{5,4}+L_{43}+L_{32}+L_{21}+L_{1A}+L_{5A})} = 32,28 \text{ МВт}$$

$$Q_{A1} = \frac{\sum QL}{L_{AB}} = \frac{Q_5(L_{5,4}+L_{43}+L_{32}+L_{21}+L_{1A})+Q_4(L_{43}+L_{32}+L_{21}+L_{1A})+Q_3(L_{32}+L_{21}+L_{1A})+Q_2(L_{21}+L_{1A})+Q_1(L_{1A})}{(L_{5,4}+L_{43}+L_{32}+L_{21}+L_{1A}+L_{5A})} = 14,85 \text{ MBar}$$

$$P_{A5} = \frac{\sum PL}{L_{AB}} = \frac{P_1(L_{12}+L_{23}+L_{34}+L_{45}+L_{5A})+P_2(L_{23}+L_{34}+L_{45}+L_{5A})+P_3(L_{34}+L_{45}+L_{5A})+P_4(L_{45}+L_{5A})+P_5(L_{5A})}{(L_{5,4}+L_{43}+L_{32}+L_{21}+L_{1A}+L_{5A})} = 25,40 \text{ MBt}$$

$$Q_{A5} = \frac{\sum QL}{L_{AB}} = \frac{Q_1(L_{12}+L_{23}+L_{34}+L_{45}+L_{5A})+Q_2(L_{23}+L_{34}+L_{45}+L_{5A})+Q_3(L_{34}+L_{45}+L_{5A})+Q_4(L_{45}+L_{5A})+Q_5(L_{5A})}{(L_{5,4}+L_{43}+L_{32}+L_{21}+L_{1A}+L_{5A})} = 11,68 \text{ MBar}$$

1.1.4 Желідегі токтарды анықтау

Желідегі анықталған токтарға байланысты әуе желісінің қималарын тауып соған байланысты желі түрін таңдау:

$$I_{12} = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3} * 35} \quad (1.6)$$

$$I_{A1} = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3} * 10} = \frac{\sqrt{32,28^2 + 14,85^2}}{\sqrt{3} * 10} = 0,586 \text{ kA}$$

$$I_{12} = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3} * 35} = \frac{\sqrt{24,28^2 + 11,17^2}}{\sqrt{3} * 35} = 0,440 \text{ kA}$$

$$I_{23} = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3} * 35} = \frac{\sqrt{10,28^2 + 4,73^2}}{\sqrt{3} * 35} = 0,186 \text{ kA}$$

$$I_{34} = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3} * 35} = \frac{\sqrt{1,28^2 + 0,59^2}}{\sqrt{3} * 35} = 0,023 \text{ kA}$$

$$I_{45} = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3} * 35} = \frac{\sqrt{10,40^2 + 4,78^2}}{\sqrt{3} * 35} = 0,188 \text{ kA}$$

$$I_{A5} = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3} * 35} = \frac{\sqrt{25,40^2 + 11,68^2}}{\sqrt{3} * 35} = 0,461 \text{ kA}$$

$$I_{ecA1} = I_{A1} * \alpha_i * \alpha_t = 0,586 * 1,05 * 1,5 = 922 \text{ A}$$

$$I_{ec12} = I_{12} * \alpha_i * \alpha_t = 0,440 * 1,05 * 1,5 = 693 \text{ A}$$

$$I_{ec23} = I_{23} * \alpha_i * \alpha_t = 0,186 * 1,05 * 1,5 = 292 \text{ A}$$

$$I_{ec34} = I_{34} * \alpha_i * \alpha_t = 0,023 * 1,05 * 1,5 = 36,2 \text{ A}$$

$$I_{ec45} = I_{45} * \alpha_i * \alpha_t = 0,188 * 1,05 * 1,5 = 296 \text{ A}$$

$$I_{ecA5} = I_{A5} * \alpha_i * \alpha_t = 0,461 * 1,05 * 1,5 = 726 \text{ A}$$

Қималарды табу (1.7) формуласы бойынша есептелініп өткізгіштер маркасын таңдау:

$$S_{эс} = \frac{I}{j_{эк}} \quad (1.7)$$

$j_{эк}$ – Ток тығыздығы

$$j_{эк} = 1,3 \text{ A/мм}^2$$

$$S_{эсA1} = \frac{922}{1,3} = 709,2$$

$$S_{эс12} = \frac{693}{1,3} = 533,07$$

$$S_{эс23} = \frac{292}{1,3} = 224,6$$

$$S_{эс34} = \frac{36,2}{1,3} = 27,8$$

$$S_{эс45} = \frac{296}{1,3} = 227,7$$

$$S_{эсA5} = \frac{726}{1,3} = 558,5$$

Өткізгіш таңдаймыз таңдалған өткізгіштер 1.5-кестеде.

1.5-кесте-Таңдалған өткізгіштер маркалары

Желі	Ток , А	Қимасы
А-1	922	3 х АС-240/56
1-2	693	3 х АС-185/43
2-3	292	3 х АС-95/16
3-4	36,2	3х АС-10/1,8
4-5	296	3 х АС-95/16
А-5	726	3хАС-200/11,1

Таңдалып алынған өткізгіш маркаларды есептеу, желідегі шығындарды табуға арналған есептемелер.

Бөлімше А-1 3 х АС 240/56

Сымдарның арасындағы орташа геометриялық арақашықтық

$$D_{cp} = \sqrt[3]{D_1 D_2 D_3} \quad (1.8)$$

$$D_{cp} = \sqrt[3]{1,5 \cdot 1,5 \cdot 3} = 1,88 \text{ м.}$$

Желінің активті кедергісі

$$R = r_o \cdot l, \quad (1.9)$$

$$R = 0,125 \cdot 30 = 3,75 \text{ Ом.}$$

Желінің реактивті кедергісі

$$X_0 = 0,144 \cdot \lg(D_{cp}/r) + 0,0157, \quad (1.10)$$

r – сымның радиусы:

$$r = \frac{2,24}{2} = 1,12 \text{ см}$$

$$r_{\text{эКВ}} = \sqrt[3]{1,12 * 40^2} = 12,14$$

$$x_0 = 0,144 \cdot \lg\left(\frac{188}{12,14}\right) + 0,0157 = 0,18 \text{ Ом/км.}$$

$$x = 0,18 \cdot 30 = 5,4 \text{ Ом}$$

$$b_{ол} = 7,58 \cdot 10^{-6} / \lg \cdot (D_{cp}/r) ,$$

$$b_{ол} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg\left(\frac{188}{5,4}\right)} = 4,9 \cdot 10^{-6} \text{ См/км.}$$

Желінің сыйымдылықты өткізгіштігі b_l :

$$b_l = b_0 l \quad (1.11)$$

$$b_l = 4,9 \cdot 10^{-6} \cdot 30 = 147 \cdot 10^{-6} \text{ См.}$$

$$Q_c = 0,5 * 147 \cdot 10^{-6} * 10^2 = 7,35 \cdot 10^{-3}$$

$$E_0 = 30,3 * 0,82 \left(1 + \frac{0,299}{\sqrt{12,14}} \right) = 26,9 \frac{kB}{cm}$$

$$E = \frac{0,354 * 10}{12,14 * \lg\left(\frac{188}{12,14}\right)} = 0,24$$

1-2 Алаңы ЗХАС 185/43

$$D_{cp} = \sqrt[3]{4 \cdot 4 \cdot 8} = 5,03 \text{ м.}$$

$$R = 0,164 \cdot 24 = 3,93 \text{ Ом.}$$

$$X_0 = 0,144 \cdot \lg(D_{cp}/r) + 0,0157$$

$$r = \frac{1,96}{2} = 0,98 \text{ см}$$

$$r_{эКВ} = \sqrt[3]{0,98 * 40^2} = 11,61$$

$$x_0 = 0,144 \cdot \lg\left(\frac{503}{11,61}\right) + 0,0157 = 0,25 \text{ Ом/км.}$$

$$x = 0,25 \cdot 24 = 6 \text{ Ом}$$

$$b_{ол} = 7,58 \cdot 10^{-6} / \lg \cdot (D_{cp}/r) ,$$

$$b_{ол} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg\left(\frac{503}{11,61}\right)} = 4,63 \cdot 10^{-6} \text{ CM/KM.}$$

$$b_{л} = 4,63 \cdot 10^{-6} \cdot 24 = 111,12 \cdot 10^{-6} \text{ CM.}$$

$$Q_c = 0,5 \cdot 111,12 \cdot 10^{-6} \cdot 35^2 = 0,06$$

$$E_0 = 30,3 * 0,82 \left(1 + \frac{0,299}{\sqrt{11,61}}\right) = 27,02$$

$$E = \frac{0,354 \cdot 35}{11,61 * \lg\left(\frac{503}{11,61}\right)} = 0,65$$

2-3 Алаңы 3xAC 95/16

$$D_{cp} = \sqrt[3]{4 \cdot 4 \cdot 8} = 5,03 \text{ м.}$$

$$R = 0,32 \cdot 18 = 5,76 \text{ Ом.}$$

$$X_0 = 0,144 \cdot \lg(D_{cp}/r) + 0,0157$$

$$r = \frac{1,35}{2} = 0,675 \text{ мм}$$

$$r_{эКВ} = \sqrt[3]{0,675 * 40^2} = 10,25$$

$$x_0 = 0,144 \cdot \lg\left(\frac{503}{10,25}\right) + 0,0157 = 0,25 \text{ Ом/км.}$$

$$x = 0,25 \cdot 18 = 4,5 \text{ Ом}$$

$$b_{ол} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg\left(\frac{503}{10,25}\right)} = 4,48 \cdot 10^{-6} \text{ CM/KM.}$$

$$b_{л} = 4,48 \cdot 10^{-6} \cdot 18 = 80,64 \cdot 10^{-6} \text{ CM.}$$

$$Q_c = 0,5 \cdot 80,64 \cdot 10^{-6} * 35^2 = 0,05$$

$$E_0 = 30,3 * 0,82 \left(1 + \frac{0,299}{\sqrt{10,25}}\right) = 27,16$$

$$E = \frac{0,354 * 35}{10,25 * \lg\left(\frac{503}{10,25}\right)} = 0,71$$

3-4 Алаңы 3x AC 10/1,8

$$D_{cp} = \sqrt[3]{4 \cdot 4 \cdot 8} = 5,03 \text{ м.}$$

$$R = 2,7 \cdot 12 = 32,4 \text{ Ом.}$$

$$X_0 = 0,144 \cdot \lg(D_{cp}/r) + 0,0157$$

$$r = \frac{0,45}{2} = 0,225 \text{ мм}$$

$$r_{\text{ЭКВ}} = \sqrt[3]{0,225 \cdot 40^2} = 7,11$$

$$x_0 = 0,144 \cdot \lg\left(\frac{503}{7,11}\right) + 0,0157 = 0,28 \text{ Ом/км.}$$

$$x = 0,28 \cdot 12 = 3,36 \text{ Ом}$$

$$b_{\text{ол}} = 7,58 \cdot 10^{-6} / \lg(D_{cp}/r)$$

$$b_{\text{ол}} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg\left(\frac{503}{7,11}\right)} = 4,09 \cdot 10^{-6} \text{ См/км.}$$

$$b_{\text{л}} = 4,09 \cdot 10^{-6} \cdot 12 = 49,08 \cdot 10^{-6} \text{ См.}$$

$$Q_c = 0,5 \cdot 49,08 \cdot 10^{-6} \cdot 35^2 = 0,03$$

$$E_0 = 30,3 * 0,82 \left(1 + \frac{0,299}{\sqrt{7,11}}\right) = 27,63$$

$$E = \frac{0,354 * 35}{7,11 * \lg\left(\frac{503}{7,11}\right)} = 0,94$$

4-5 Алаңы 3 x2 AC 95/16

$$D_{cp} = \sqrt[3]{4 \cdot 4 \cdot 8} = 5,03 \text{ м.}$$

$$R = 0,32 \cdot 15 = 4,8 \text{ Ом.}$$

$$X_0 = 0,144 \cdot \lg(D_{cp}/r) + 0,0157$$

$$r = \frac{1,35}{2} = 0,675 \text{ мм}$$

$$r_{\text{ЭКВ}} = \sqrt[3]{0,675 \cdot 40^2} = 10,25$$

$$x_0 = 0,144 \cdot \lg\left(\frac{503}{10,25}\right) + 0,0157 = 0,25 \text{ Ом/км.}$$

$$x = 0,25 \cdot 15 = 3,75 \text{ Ом}$$

$$b_{\text{ол}} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg\left(\frac{503}{10,25}\right)} = 4,48 \cdot 10^{-6} \text{ См/км.}$$

$$b_{\text{л}} = 4,48 \cdot 10^{-6} \cdot 15 = 67,2 \cdot 10^{-6} \text{ См.}$$

$$Q_c = 0,5 \cdot 67,2 \cdot 10^{-6} \cdot 35^2 = 0,04$$

$$E_0 = 30,3 \cdot 0,82 \left(1 + \frac{0,299}{\sqrt{10,25}}\right) = 27,16 \frac{\text{кВ}}{\text{см}}$$

$$E = \frac{0,354 \cdot 35}{10,25 \cdot \lg\left(\frac{503}{10,25}\right)} = 0,71$$

А-5 Алаңы 3хАС 200/11,1

$$D_{\text{ср}} = \sqrt[3]{4 \cdot 4 \cdot 8} = 5,03 \text{ м.}$$

$$R = 0,144 \cdot 30 = 4,32 \text{ Ом.}$$

$$X_0 = 0,144 \cdot \lg(D_{\text{ср}}/r) + 0,0157$$

$$r = \frac{1,88}{2} = 0,94 \text{ мм}$$

$$r_{\text{ЭКВ}} = \sqrt[3]{0,94 \cdot 40^2} = 11,45$$

$$x_0 = 0,144 \cdot \lg\left(\frac{503}{11,45}\right) + 0,0157 = 0,25 \text{ Ом/км.}$$

$$x = 0,25 \cdot 30 = 7,5 \text{ Ом}$$

$$b_{\text{ол}} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg\left(\frac{503}{11,45}\right)} = 4,61 \cdot 10^{-6} \text{ См/км.}$$

$$b_{\text{л}} = 4,61 \cdot 10^{-6} \cdot 30 = 138,3 \cdot 10^{-6} \text{ См.}$$

$$Q_c = 0.5 * 138,3 \cdot 10^{-6} * 35^2 = 0,08$$

$$E_0 = 30.3 * 0.82 \left(1 + \frac{0.299}{\sqrt{11,45}} \right) = 27.04 \frac{\text{kВ}}{\text{cm}}$$

$$E = \frac{0.354 * 35}{11,45 * \log\left(\frac{503}{11,45}\right)} = 0,65$$

1.1.5 Әр түрлі жүктемелік беріліс сызбаларын түсіру

$$S_{a-B} = P_B + j(Q_B - Q_{ca-B}), \quad (1.12)$$

Активті шығын

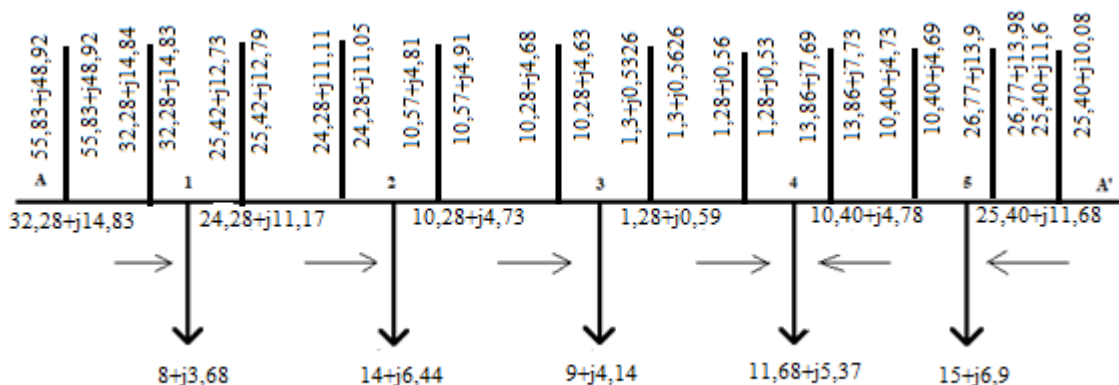
$$\Delta P_{a-B} = \frac{P_{a-B}^2 - Q_{a-B}^2}{U_H^2} \cdot R_{a-B} \quad (1.13)$$

Рекативті шығын

$$\Delta Q_{a-B} = \frac{P_{a-B}^2 - Q_{a-B}^2}{U_H^2} \cdot X_{a-B}, \quad (1.14)$$

$$S_{II} = S_{a-B} + \Delta S_{a-B} = (P_{a-B} + \Delta P_{a-B}) + j(Q_{a-B} + \Delta Q_{a-B}),$$

$$S'_{a-B} = P_{II} + j(Q_{II} - Q_{ca-B}).$$



1.9-сурет-Тұйықталған жүйеде максималды жүктеме

А-1 Алаңы

$$S_{A-1} = 32,28 + j(14,85-0,00735) = 32,28 + j14,84$$

$$\Delta P_{A-1} = \frac{32,28^2 + 14,84^2}{10^2} \cdot \frac{3,75}{2} = 23,6 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{A-1} = \frac{32,28^2 + 14,84^2}{10^2} \cdot \frac{5,4}{2} = 34,08 \text{ кВар},$$

$$S = (32,28 + 23,6) + j(14,84 + 34,08) = 55,83 + j48,92$$

$$S^* = 55,831 + j(48,92-0,00735) = 55,831 + j48,91$$

1-2 Алаңы

$$S_{1-2} = 24,28 + j(11,17-0,06) = 24,28 + j11,11$$

$$\Delta P_{1-2} = \frac{24,28^2 + 11,11^2}{35^2} \cdot \frac{3,93}{2} = 1,14 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{1-2} = \frac{24,28^2 + 11,11^2}{35^2} \cdot \frac{6}{2} = 1,74 \text{ кВар},$$

$$S = (24,28 + 1,14) + j(11,05 + 1,74) = 25,42 + j12,79$$

$$S^* = 25,42 + j(12,79-0,06) = 25,42 + j12,73$$

2-3 Алаңы

$$S_{2-3} = 10,28 + j(4,73-0,05) = 10,28 + j4,68$$

$$\Delta P_{2-3} = \frac{10,28^2 + 4,68^2}{35^2} \cdot \frac{5,76}{2} = 0,29 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{2-3} = \frac{10,28^2 + 4,68^2}{35^2} \cdot \frac{4,5}{2} = 0,23 \text{ кВар},$$

$$S = (10,28 + 0,29) + j(4,68 + 0,23) = 10,57 + j4,91$$

$$S^* = 10,57 + j(4,91-0,1) = 10,57 + j4,81$$

3-4 Алаңы

$$S_{3-4} = 1,28 + j(0,59-0,03) = 1,28 + j0,56$$

$$\Delta P_{3-4} = \frac{1,28^2 + 0,56^2}{35^2} \cdot \frac{32,4}{2} = 0,025 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{3-4} = \frac{1,28^2 + 0,56^2}{35^2} \cdot \frac{3,36}{2} = 0,0026 \text{ кВар},$$

$$S = (1,28 + 0,025) + j(0,56 + 0,0026) = 1,3 + j0,5626$$

$$S^* = 1,3 + j(0,5626-0,03) = 1,3 + j0,5326$$

4-5 Алаңы

$$S_{4-5} = 10,40 + j(4,78-0,04) = 10,40 + j4,73$$

$$\Delta P_{4-5} = \frac{10,40^2 + 4,73^2}{35^2} \cdot \frac{4,8}{2} = 3,46 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{4-5} = \frac{10,40^2 + 4,73^2}{35^2} \cdot \frac{3,75}{2} = 2,70 \text{ кВар},$$

$$S = (10,40 + 3,46) + j(4,73 + 2,70) = 13,86 + j7,73$$

$$S^* = 13,86 + j(7,73-0,04) = 13,86 + j7,69$$

5-А' Алаңы

$$S_{5-A'} = 25,40 + j(11,68-0,08) = 25,40 + j11,6$$

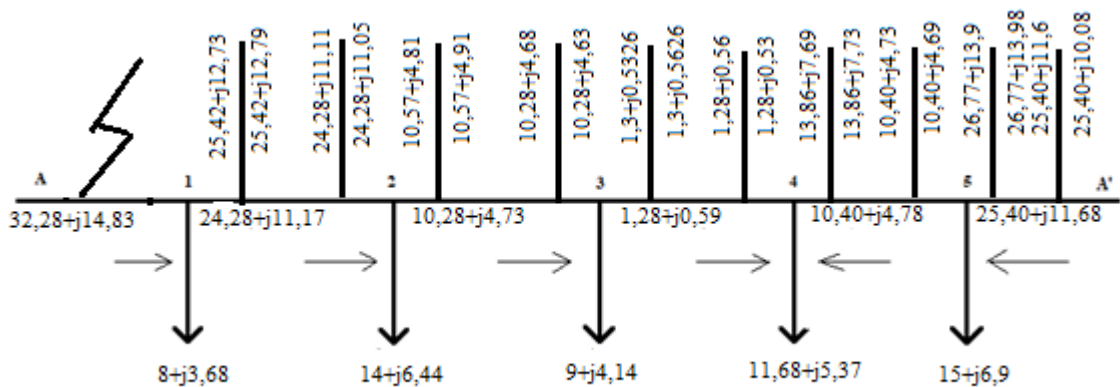
$$\Delta P_{5-A'} = \frac{25,40^2 + 11,6^2}{35^2} \cdot \frac{4,32}{2} = 1,37 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{5-A'} = \frac{25,40^2 + 11,6^2}{35^2} \cdot \frac{7,5}{2} = 2,38 \text{ кВар},$$

$$S = (25,40 + 1,37) + j(11,6 + 2,38) = 26,77 + j13,98$$

$$S^* = 26,77 + j(13,98 - 0,08) = 26,77 + j13,9$$

Апаттық жүйе



1.10-сурет-Тұйықталған жүйеде апаттық жүктеме

1-2 Алаңы

$$S_{1-2} = 8 + j(3,68 - 0,06) = 8 + j3,62$$

$$\Delta P_{1-2} = \frac{8^2 + 3,62^2}{35^2} \cdot \frac{3,93}{2} = 0,12 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{1-2} = \frac{8^2 + 3,62^2}{35^2} \cdot \frac{6}{2} = 0,18 \text{ кВар},$$

$$S = (8 + 0,12) + j(3,62 + 0,18) = 8,12 + j3,8$$

$$S^{\cdot} = 8,12 + j(3,8-0,06) = 8,12 + j3,74$$

2-3 Алаңы

$$S_{2-3} = 22 + j(10,12-0,05) = 22 + j10,07$$

$$\Delta P_{2-3} = \frac{22^2 + 10,07^2}{35^2} \cdot \frac{5,76}{2} = 1,38 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{2-3} = \frac{22^2 + 10,07^2}{35^2} \cdot \frac{4,5}{2} = 1,08 \text{ кВар},$$

$$S = (22 + 1,38) + j(10,07 + 1,08) = 23,38 + j11,15$$

$$S^{\cdot} = 23,38 + j(11,15-0,05) = 23,38 + j11,10$$

3-4 Алаңы

$$S_{3-4} = 31 + j(14,26-0,03) = 31 + j14,23$$

$$\Delta P_{3-4} = \frac{31^2 + 14,23^2}{35^2} \cdot \frac{32,4}{2} = 15,38 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{3-4} = \frac{31^2 + 14,23^2}{35^2} \cdot \frac{3,36}{2} = 1,59 \text{ кВар},$$

$$S = (31 + 15,38) + j(14,23 + 1,59) = 46,38 + j15,82$$

$$S^{\cdot} = 46,38 + j(15,82-0,03) = 46,38 + j15,79$$

4-5 Алаңы

$$S_{4-5} = 42,68 + j(19,63-0,04) = 42,68 + j19,59$$

$$\Delta P_{4-5} = \frac{42,68^2 + 19,59^2}{35^2} \cdot \frac{4,8}{2} = 4,32 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{4-5} = \frac{42,68^2 + 19,59^2}{35^2} \cdot \frac{3,75}{2} = 3,37 \text{ кВар},$$

$$S = (42,68 + 4,32) + j(19,59 + 3,37) = 47 + j22,96$$

$$S^* = 47 + j(22,96 - 0,04) = 47 + j22,92$$

5-A' Алаңы

$$S_{5-A'} = 57,68 + j(26,53 - 0,08) = 57,68 + j26,45$$

$$\Delta P_{5-A'} = \frac{57,68^2 + 26,45^2}{35^2} \cdot \frac{4,32}{2} = 7,09 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{5-A'} = \frac{57,68^2 + 26,45^2}{35^2} \cdot \frac{7,5}{2} = 12,32 \text{ кВар},$$

$$S = (57,68 + 7,09) + j(26,45 + 12,32) = 64,77 + j38,77$$

$$S^* = 64,77 + j(38,77 - 0,08) = 64,77 + j38,69$$

2 Электр энергиясының сапасы.

2.1 Электр энергиясы сапасының негізгі көрсеткіштерінің сипаттамасы

Электр энергиясы тауар ретінде бірқатар ерекше қасиеттерге ие. Ол өнімнің басқа түрлерін жасау кезінде тікелей қолданылады және өндірістің экономикалық көрсеткіштеріне және өндірілетін өнімнің сапасына айтарлықтай әсер етеді. Электр энергиясының сапасы ұғымы басқа тауарлардың сапасы ұғымынан өзгеше, өйткені электр энергиясының сапасы электр қабылдағыштардың сапасы арқылы көрінеді.

Электр желілері жабдықтарының, электрмен жабдықтау жүйелерінің және көптеген электр қабылдағыштардың ең тиімді жұмыс істеуі синусоидальды форманың және номиналды жиіліктің номиналды кернеуінде (бір фазалы немесе симметриялы үш фазалы) болатындығы белгілі. Электр станцияларында электр энергиясы номиналдыға жақын параметрлермен өндіріледі. Электр энергиясы параметрлерінің өзгеруі оны электр желілерінің элементтері бойынша беру нәтижесінде және әртүрлі электр қабылдағыштардың, бірінші кезекте сызықты емес, асимметриялық және күрт ауыспалы сипаттамалары бар (жоғары қуатты жартылай өткізгіш түрлендіргіштер, доғалы болат балқыту пештері, дәнекерлеу жабдықтары, прокат стандарттарының басты жетектері және т.б.) тұтыну процесінде орын алады.

Осылайша, электр энергиясының сапасы электр жүйесінің түйіндеріндегі режим параметрлерімен (кернеу мен жиілік) сипатталады. Бұл параметрлердің идеалдан ауытқуы (сипатына, қарқындылығына және ұзақтығына байланысты) электр қондырғыларына, автоматика, телемеханика және релелік қорғаныс жүйелеріне жағымсыз әсер етеді, бұл электрмен жабдықтау сенімділігінің төмендеуіне, электр энергиясының жоғалуының артуына, сапаның нашарлауына және шығарылатын өнім санының төмендеуіне әкеледі. Мұның бәрі электр энергиясының сапасы проблемасының пайда болуына және электр энергиясының сапасын сандық бағалау үшін көрсеткіштер жүйесін енгізу қажеттілігіне әкеледі.

Негізгі нормативтік құжат ГОСТ 13109-97 [1] болып табылады, ол жалпы мақсаттағы электр желілеріндегі электр энергиясының сапасына қойылатын талаптарды тұжырымдайды. Ол Ресейде 1999 жылдан бастап, бұрын қолданыстағы ГОСТ 13109-87 орнына енгізілді.

Осы ГОСТ 13109-97 сәйкес электр энергиясының сапа көрсеткіштерінің бір бөлігі энергия жүйесі мен тұтынушылар желісінің тұрақты жұмыс режимімен енгізілген кедергілерді сипаттайды, яғни электр энергиясын өндіру, беру, тарату және тұтынудың технологиялық процесінің ерекшеліктерімен туындаған. Оларға кернеу мен жиіліктің ауытқуы, кернеу қисығының синусоидальды формасының бұрмалануы, асимметрия және кернеудің ауытқуы жатады. Оларды нормалау үшін ГОСТ 13109-97 рұқсат етілген мәндер белгіленген.

Көрсеткіштердің тағы бір бөлігі байланыс процестері, найзағай және атмосфералық құбылыстар, қорғаныс және автоматика құралдары мен апаттан кейінгі режимдер нәтижесінде электр желісінде пайда болатын қысқа мерзімді кедергілерді сипаттайды. Оларға кернеу мен кернеулер, Электрмен жабдықтаудың қысқа мерзімді үзілістері жатады. Электр энергиясы сапасының осы көрсеткіштері үшін ГОСТ 13109-97 рұқсат етілген сандық мәндерін белгілемейді. Алайда, амплитудасы, ұзақтығы, жиілігі және т.б. сияқты осы көрсеткіштердің параметрлері қысқа мерзімді кедергілердің пайда болу ықтималдығына қатысты нақты электр желісін сипаттайтын деректердің статистикалық массивтерін өлшеп, құрастыруы керек.

Барлығы ГОСТ 13109-97 электр энергиясы сапасының 11 көрсеткішін белгілейді:

- 1) жиіліктің ауытқуы Δf , Гц;
- 2) кернеудің тұрақты ауытқуы δU_y , %;
- 3) кернеудің өзгеру ауқымы δU_t , %;
- 4) фликердің дозасы P_t , о.в.;
- 5) фазааралық кернеу қисығының синусоидалдылығының бұрмалану коэффициенті K_U , %;
- 6) кернеудің гармоникалық компонентінің коэффициенті $K_{U(n)}$, %;
- 7) кері реттілік бойынша кернеудің симметриялық емес коэффициенті K_{2U} , %;
- 8) нөлдік реттілік бойынша кернеудің симметриясыз коэффициенті K_{OU} , %;
- 9) кернеудің бұзылу ұзақтығы Δt_U , с;
- 10) импульстік кернеу $U_{\text{ИМП}}$, кВ;
- 11) уақытша асқын кернеу коэффициенті $K_{\text{пер}U}$, о.е.

2.2 Электр сапасының көрсеткіштерін есептеу

Электр энергиясы сапасының басты көрсеткіштерінің бірі болып кернеудің синусоидалды еместігі табылатындықтан, дипломдық жұмысымда сол көрсеткіштің есептеуі жүргізілді

Кернеу қисығының синусоидалдылығының бұрмалану коэффициенті келесідей анықталады:

$$K_u = \frac{\sqrt{\sum U_n^2}}{U_\phi} \cdot 100\%,$$

Мұндағы U_n – n-ші гармоника кернеуі; n – гармоника нөмірі.
Гармоникалар кернеуін табу үшін:

$$U_n = I_n \cdot x_{\text{тр}},$$

Гармоника тогын осы формула бойынша есептейміз:

$$I_n = \frac{I_{\text{НОМ}}}{n}$$

А-1 үшін;

$$I_3 = \frac{0,922}{3} = 0,307 \text{ кА}$$

$$I_5 = \frac{0,922}{5} = 0,184 \text{ кА}$$

$$I_7 = \frac{0,922}{7} = 0,131 \text{ кА}$$

$$I_9 = \frac{0,922}{9} = 0,102 \text{ кА}$$

$$U_3 = I_3 \cdot x_{\text{тр}} = 1,42 \cdot 0,307 = 0,43 \text{ кВ}$$

$$U_5 = I_5 \cdot x_{\text{тр}} = 1,42 \cdot 0,184 = 0,26 \text{ кВ}$$

$$U_7 = I_7 \cdot x_{\text{тр}} = 1,42 \cdot 0,131 = 0,18 \text{ кВ}$$

$$U_9 = I_9 \cdot x_{\text{тр}} = 1,42 \cdot 0,102 = 0,14 \text{ кВ}$$

$$K_U = \frac{\sqrt{U_3^2 + U_5^2 + U_7^2 + U_9^2}}{U_{\phi}} \cdot 100\%$$

$$K_U = \frac{\sqrt{0,43^2 + 0,26^2 + 0,18^2 + 0,14^2}}{5,78} \cdot 100\% = 1,48$$

10 кВ кернеу бойынша бұрмалану коэффициентінің қалыпты рұхсат етілген мәні $K_u = 5\%$ ке тең. Бізде яғни бұрмалану коэффициенті А-1 аймағы үшін дұрыс. (2.1-кесте)

2.1-кесте- Кернеу қисығының синусоидалы бұрмалану коэффициентінің мәні

Желінің $U_{\text{ном}}$, кВ кернеуі кезіндегі қалыпты рұқсат етілген мәндер				Желінің $U_{\text{ном}}$, кВ кернеуі кезіндегі шекті рұқсат етілген мәндер			
0,38	6-20	35	110-330	0,38	6-20	35	110-330
8,0	5,0	4,0	2,0	12,0	8,0	6,0	3,0

1-2 алаңы үшін:

$$I_3 = \frac{0,693}{3} = 0,231 \text{ кА}$$

$$I_5 = \frac{0,693}{5} = 0,138 \text{ кА}$$

$$I_7 = \frac{0,693}{7} = 0,099 \text{ кА}$$

$$I_9 = \frac{0,693}{9} = 0,077 \text{ кА}$$

$$U_3 = I_3 \cdot x_{\text{тр}} = 6,1 \cdot 0,231 = 1,4 \text{ кВ}$$

$$U_5 = I_5 \cdot x_{\text{тр}} = 6,1 \cdot 0,138 = 0,84 \text{ кВ}$$

$$U_7 = I_7 \cdot x_{\text{тр}} = 6,1 \cdot 0,099 = 0,60 \text{ кВ}$$

$$U_9 = I_9 \cdot x_{\text{тр}} = 6,1 \cdot 0,077 = 0,46 \text{ кВ}$$

$$K_U = \frac{\sqrt{U_3^2 + U_5^2 + U_7^2 + U_9^2}}{U_{\phi}} \cdot 100\%$$

$$K_U = \frac{\sqrt{1,4^2 + 0,84^2 + 0,60^2 + 0,46^2}}{20,23} \cdot 100\% = 8,8$$

1-2 алаңы үшін дұрыс яғни нормаға сәйкес емес.

2-3 алаңы үшін:

$$I_3 = \frac{0,292}{3} = 0,097 \text{ кА}$$

$$I_5 = \frac{0,292}{5} = 0,058 \text{ кА}$$

$$I_7 = \frac{0,292}{7} = 0,041 \text{ кА}$$

$$I_9 = \frac{0,292}{9} = 0,032 \text{ кА}$$

$$U_3 = I_3 \cdot x_{\text{ТР}} = 9,8 \cdot 0,097 = 0,95 \text{ кВ}$$

$$U_5 = I_5 \cdot x_{\text{ТР}} = 9,8 \cdot 0,058 = 0,56 \text{ кВ}$$

$$U_7 = I_7 \cdot x_{\text{ТР}} = 9,8 \cdot 0,041 = 0,40 \text{ кВ}$$

$$U_9 = I_9 \cdot x_{\text{ТР}} = 9,8 \cdot 0,032 = 0,31 \text{ кВ}$$

$$K_U = \frac{\sqrt{U_3^2 + U_5^2 + U_7^2 + U_9^2}}{U_\phi} \cdot 100\%$$

$$K_U = \frac{\sqrt{0,95^2 + 0,56^2 + 0,40^2 + 0,31^2}}{20,23} \cdot 100\% = 5,9$$

2-3 алаңы үшін бізде шекті рұхсат етілген мәнге сәйкес келеді.

3-4 алаңы үшін.

$$I_3 = \frac{0,036}{3} = 0,012 \text{ кА}$$

$$I_5 = \frac{0,036}{5} = 0,0072 \text{ кА}$$

$$I_7 = \frac{0,036}{7} = 0,005 \text{ кА}$$

$$I_9 = \frac{0,036}{9} = 0,004 \text{ кА}$$

$$U_3 = I_3 \cdot x_{\text{ТР}} = 9,18 \cdot 0,012 = 0,11 \text{ кВ}$$

$$U_5 = I_5 \cdot x_{\text{тр}} = 9,18 \cdot 0,007 = 0,06 \text{ кВ}$$

$$U_7 = I_7 \cdot x_{\text{тр}} = 9,18 \cdot 0,005 = 0,04 \text{ кВ}$$

$$U_9 = I_9 \cdot x_{\text{тр}} = 9,18 \cdot 0,004 = 0,03 \text{ кВ}$$

$$K_U = \frac{\sqrt{U_3^2 + U_5^2 + U_7^2 + U_9^2}}{U_\phi} \cdot 100\%$$

$$K_U = \frac{\sqrt{0,11^2 + 0,06^2 + 0,04^2 + 0,03^2}}{20,23} \cdot 100\% = 0,66$$

3-4 алаңы үшін нормаға сәйкес.

4-5 алаңы үшін:

$$I_3 = \frac{0,296}{3} = 0,098 \text{ кА}$$

$$I_5 = \frac{0,296}{5} = 0,059 \text{ кА}$$

$$I_7 = \frac{0,296}{7} = 0,042 \text{ кА}$$

$$I_9 = \frac{0,296}{9} = 0,032 \text{ кА}$$

$$U_3 = I_3 \cdot x_{\text{тр}} = 7,65 \cdot 0,098 = 0,74 \text{ кВ}$$

$$U_5 = I_5 \cdot x_{\text{тр}} = 7,65 \cdot 0,059 = 0,45 \text{ кВ}$$

$$U_7 = I_7 \cdot x_{\text{тр}} = 7,65 \cdot 0,042 = 0,32 \text{ кВ}$$

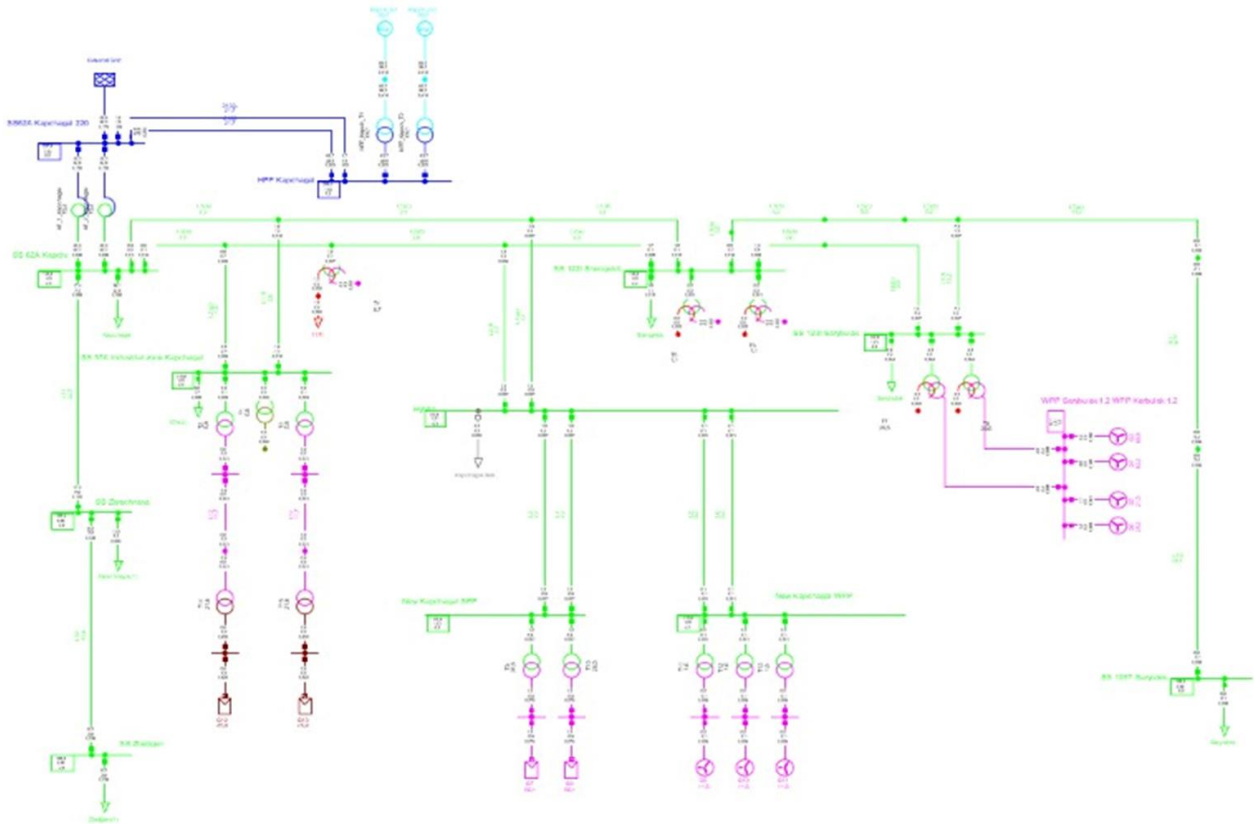
$$U_9 = I_9 \cdot x_{\text{тр}} = 7,65 \cdot 0,032 = 0,24 \text{ кВ}$$

$$K_U = \frac{\sqrt{U_3^2 + U_5^2 + U_7^2 + U_9^2}}{U_\phi} \cdot 100\%$$

$$K_U = \frac{\sqrt{0,74^2 + 0,45^2 + 0,32^2 + 0,24^2}}{20,23} \cdot 100\% = 4,7$$

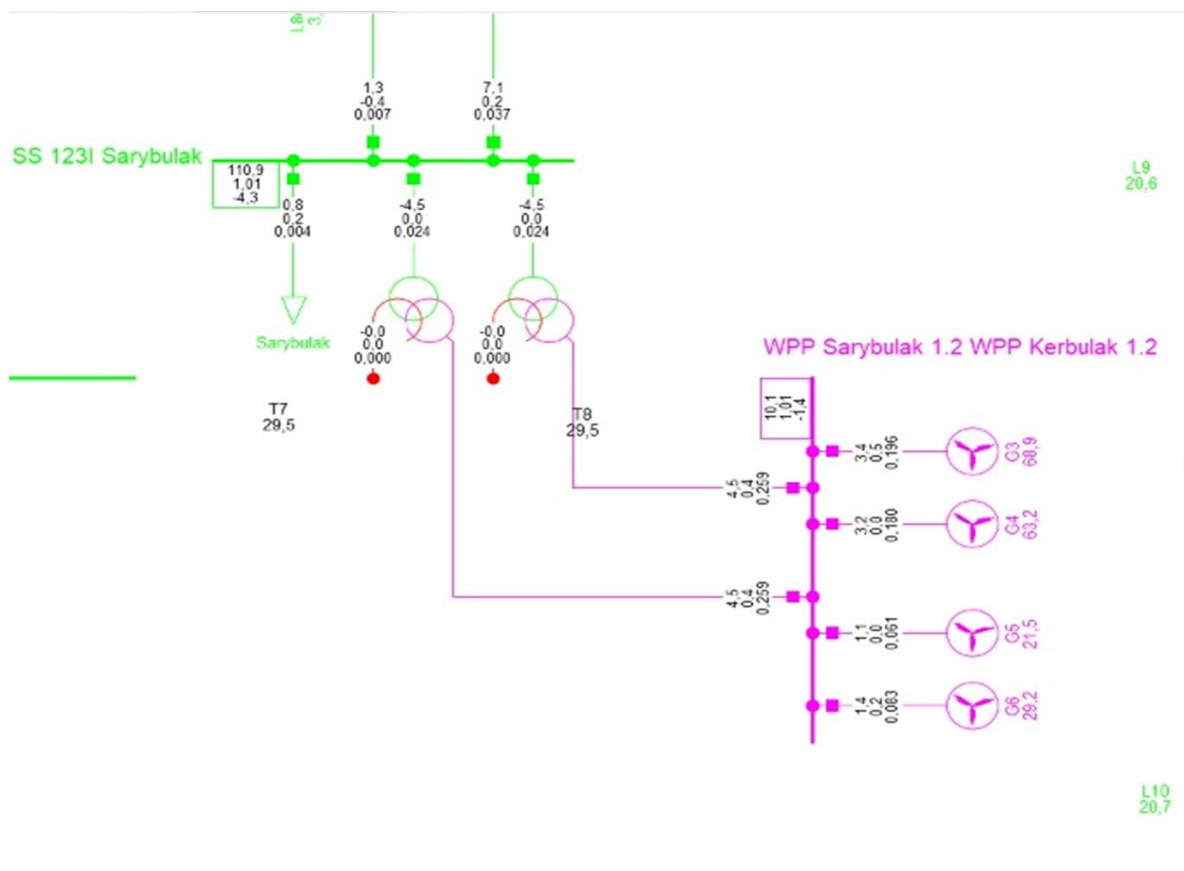
4-5 алаңы үшін бізде шекті рұхсат етілген мәнге сәйкес келеді.

Power Factory бағдарламасымен кернеудің гармоникалық компонентінің коэффициентін анықтадық. (2.1-сурет)



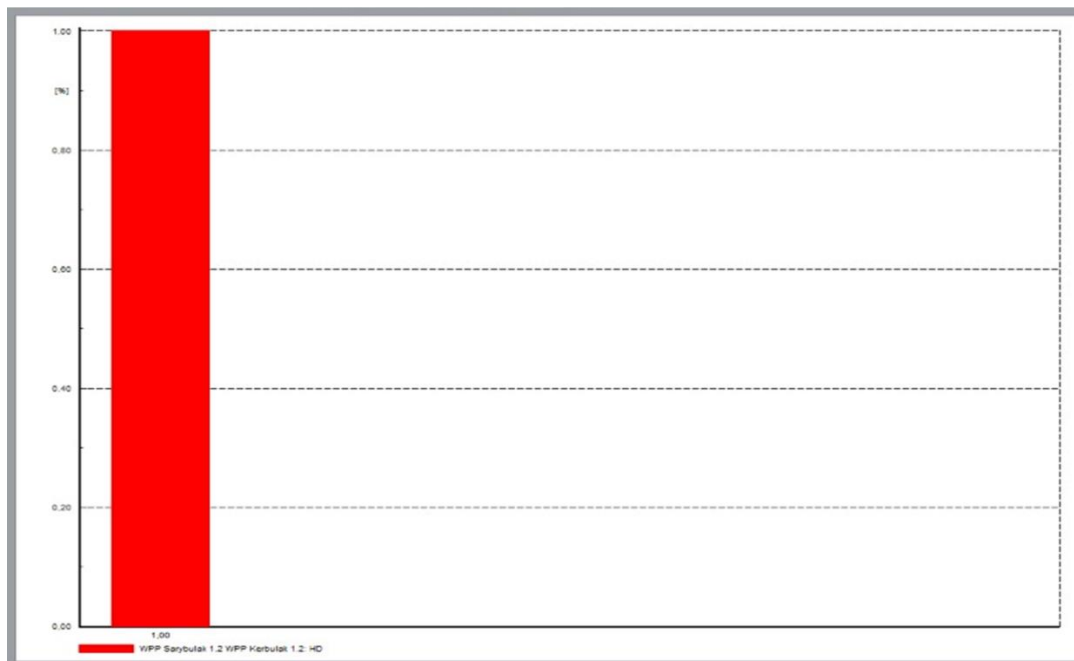
2.1-сурет- Алматы облысындағы станциялары

Бұл 10 кВ тық Кербұлақ станциясы. Бұл Кербұлақты таңдау себебіміз кернеуі 10 кВ болғандықтан таңдадым менде есептеуім 10 кВ кернеуге байланысты (2.2-сурет)



2.2-сурет-Кербұлақ станциясы

Кернеудің гармоникалық компонентінің коэффициенті. ГОСТ-13109-97 бойынша 4% дан аспауы керек болатын, Power Factory бағдарламасы бойынша 1% тен аспады яғни электр энергиясының сапа көрсеткіші нормаға сәйкес (2.3-сурет)



2.3-сурет-Кернеудің гармоникалық компонентінің көрсеткіші

Енді осы есептеу барыстарына сәйкес электроэнергиялық шығындарды анықтауға жалпы керекті формула (1.15):

$$\Delta W = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} \cdot r \cdot \tau \cdot 10^3 \quad (1.15)$$

ΔW - әр бір бөлік бойынша келтірілген энергиялық шығыны

$$\tau = (0,124 + T_{\max} \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = (0,124 + 800 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = 364,5$$

Максималды режимдегі А-1 бөлік бойынша

$$\Delta W_{A1} = \frac{32,28^2 + 14,85^2}{10^2} \cdot \frac{3,75}{3} * 364,5 * 10^3 = 5752,36 * 10^3 \text{ кВт/с}$$

Максималды режимдегі 1-2 бөлік бойынша

$$\Delta W_{12} = \frac{24,28^2 + 11,17^2}{35^2} \cdot \frac{3,93}{3} * 364,5 * 10^3 = 278,42 * 10^3 \text{ Вт/с}$$

Максималды режимдегі 2-3 бөлік бойынша

$$\Delta W_{23} = \frac{10,28^2 + 4,73^2}{35^2} \cdot \frac{5,76}{3} * 364,5 * 10^3 = 73,15 * 10^3 \text{ Вт/с}$$

Максималды режимдегі 3-4 бөлік бойынша

$$\Delta W_{34} = \frac{1,28^2 + 0,59^2}{35^2} \cdot \frac{32,4}{3} * 364,5 * 10^3 = 6,38 * 10^3 \text{ Вт/с}$$

Максималды режимдегі 4-5 бөлік бойынша

$$\Delta W_{4-5} = \frac{10,40^2 + 4,78^2}{35^2} \cdot \frac{4,8}{3} * 364,5 * 10^3 = 62,37 * 10^3 \text{ Вт/с}$$

Максималды режимдегі 5-А бөлік бойынша

$$\Delta W_{5-A} = \frac{25,40^2 + 11,68^2}{35^2} \cdot \frac{4,32}{3} * 364,5 * 10^3 = 334,88 * 10^3 \text{ Вт/с}$$

$$\begin{aligned} \Delta W_c &= (5752,36 + 278,42 + 73,15 + 6,38 + 62,37 + 334,88) \\ &= 6507,56 \cdot 10^3 \text{ Вт/с} \end{aligned}$$

Электр желілеріндегі электр энергиясының жоғалуы сөзсіз. Электр желілерін пайдалану процесінде электр энергиясының сапасына назар аудармау тұтынушыларды электрмен жабдықтаудың прогрессивті бұзылуына және электр қабылдағыштардың жұмысының бұзылуына әкеледі. Сондықтан электр желісінің әртүрлі нүктелеріндегі электр энергиясының сапасын бағалау мәселелерін зерттеу электр инженерлерін дайындауда маңызды міндет болып табылады.

3 Экономикалық бөлім

3.1-кесте–Тіреулердің есептемелік жекелей бағалары

Атауы	Аудан	Түрі	Желі маркасы	Бағасы
А-1	II	1	АС-240/56	32400тг
1-2	II	1	АС-185/43	25800тг
2-3	II	1	АС-95/16	15600тг
3-4	II	1	АС-10/1,8	1800тг
4-5	II	1	АС-95/16	15600тг
А-5	II	1	АС-200/11,1	33000

$$\begin{aligned}K_{1 \text{ желі}} &= (1,7 \cdot L_{A-1} \cdot K_{A-1}) + (L_{1-2} \cdot K_{1-2}) + (L_{2-3} \cdot K_{2-3}) + (L_{3-4} \cdot K_{3-4}) \\ &+ (L_{4-5} \cdot K_{4-5}) + (L_{A'5} \cdot K_{A'5}) \\ &= (1,7 \cdot 30 \cdot 32400) + (24 \cdot 25800) + (18 \cdot 15600) + (16 \cdot 1800) \\ &+ (15 \cdot 15600) + (30 \cdot 33000) = 3805200 \text{тг}\end{aligned}$$

I_r -Өндірістегі жылдық шығын.

$$\begin{aligned}\Delta W_c &= (5752,36 + 278,42 + 73,15 + 6,38 + 62,37 + 334,88) \\ &= 6507,56 \cdot 10^3 \text{ Вт/с}\end{aligned}$$

$$I_r = 6507560 \cdot 4 = 26030240 \text{ тг}$$

Жалпылама есептеулер бойынша шығындарды есептедік. Бұл 10 кВ тық беріліс желісін құруға кететін шығын.

Жылдық пайдалану шығыны:

$$U = \frac{(0,4 + 2,4) \cdot 6507560}{100} = 182211,68 \text{ тг}$$

ҚОРЫТЫНДЫ

Бізде Кербұлақ жел генераторларын Power Factory бағдарламасымен жобаладық. Кернеу қисығының синусоидалдылығының бұрмалану коэффициентін есептедік. Нәтижесінде бізде электр энергиясының сапасы нормаға сәйкес келді.

Негізгі нормативтік құжат ГОСТ 13109-97 [1] болып табылады, ол жалпы мақсаттағы электр желілеріндегі электр энергиясының сапасына қойылатын талаптарды тұжырымдайды.

Осы ГОСТ 13109-97 сәйкес электр энергиясының сапа көрсеткіштерінің бір бөлігі энергия жүйесі мен тұтынушылар желісінің тұрақты жұмыс режимімен енгізілген кедергілерді сипаттайды, яғни.электр энергиясын өндіру, беру, тарату және тұтынудың технологиялық процесінің ерекшеліктерімен таныстық

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Проектирование электрической части станций и подстанций: Учеб. пособие / Петрова С.С.; Под ред. С.А. Мартынова. - Л.: ЛПИ им. М.И. Калашникова, 1980. - 76 с. УДК 621.311.2(0.75.8).

2 Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования” под редакцией Ю.Г.Барыбина и др. – М. Энергоатомиздат, 1991.

3 Проектирование электрической сети Малдыбаева Т. С., Бердибеков А. О. Аденова Д. методические указания к курсовой работе для студентов специальности 5в071800) - Алматы: КазНТУ им. К. И. Сатпаева, 2011. с. 1-45.

4 Расчет показателей качества электрической энергии. Бушуева Ольга Александровна, Тютикова Екатерина Владимировна.

5 Волобринский С.Д. Электрические нагрузки и балансы промышленных предприятий 1991. - 134 с.

6 Бурунин О.А. (ред.) Цеховые электрические сети промышленных предприятий, 1995. - 380 с.

7 Беляевский Р.В. Электроснабжение и электрооборудование предприятий

8 Артемов А.И. Электроснабжение промышленных предприятий в примерах и задачах, 2010 г

Протокол**о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)****Автор:** Амангелді Мырзакасым Бауржанұлы**Соавтор (если имеется):****Тип работы:** Дипломная работа**Название работы:** 10 кВ желідегі электр энергиясының сапасы және оны қамтамасыз ету**Научный руководитель:** Дана Аденова**Коэффициент Подобия 1:** 15.4**Коэффициент Подобия 2:** 9**Микропробелы:** 1**Знаки из других алфавитов:** 7**Интервалы:** 0**Белые Знаки:** 0**После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:**

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование: *к защите допускается*

2022-05-24

*Дата**24.05.2022*

Дана Аденова

проверяющий эксперт

Протокол**о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)****Автор:** Амангелді Мырзакасым Бауржанұлы**Соавтор (если имеется):****Тип работы:** Дипломная работа**Название работы:** 10 кВ желідегі электр энергиясының сапасы және оны қамтамасыз ету**Научный руководитель:** Дана Аденова**Коэффициент Подобия 1:** 15.4**Коэффициент Подобия 2:** 9**Микропробелы:** 1**Знаки из здругих алфавитов:** 7**Интервалы:** 0**Белые Знаки:** 0**После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:**

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляция), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

 Обоснование:*Допущен к защите*

2022-05-24

*Дата**Заведующий кафедрой Сарсембаев Е.А.*

Амангелді Мырзақасым Бауржанұлы
(аты-жөні)

5B071800 - Электр энергетика мамандығы бойынша
(мамандығы)

10кВ желідегі электр энергиясының сапасы және оны қамтамасыз ету.
(дипломдық жобаның тақырыбы)

тақырыбындағы дипломдық жобасына

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ШҚІРІ


Дипломдық жұмыста 10кВ желідегі электр энергиясының сапасы және оны қамтамасыз ету есептеулері жасалуы керек еді. Жұмыстың мақсаты электр энергиясының сапасы көрсеткіштерін анықтап, кернеудің ауытқуын есептеп және «Power Factory» бағдарламасы арқылы кернеудің гармоникасының ауытқуын анықтап, салыстыру болып табылады. Сонымен қатар, есептеу барысында активті және реактивті қуаттар есептелініп трансформаторлар таңдалған. Жүйенің есептік тоқтарын анықтау арқылы өткізгіштердің қимасы мен ауданы анықталды.

Негізгі бөлімде, есептеу барысында барлық тапсырмалар орындалған. «Power Factory» бағдарламасы арқылы «Кербұлақ 1.2» қосалқы станциясында 10кВ шинада кернеудің гармоникалық көрсеткіші анықталды. Зерттеу барысында бұл көрсеткіштің графиттік шамасы көрсетілген.

Дипломдық жұмысты орындау барысында есептеулер жүргізіп, бағдарлама арқылы салыстырып жоғары деңгейде жұмыс жасағанын көрсетті. Бұл жұмысты «95/А/өте жақсы» толық деп бағалап, студент Амангелді Мырзақасым Бауржанұлы «5B071800-Электрэнергетика» мамандығы бойынша бакалавр лауазымына лайық деп есептеймін.

Ғылыми жетекші
ҚазҰТЗУ, «Энергетика»
кафедрасының лекторы

 Д.Б. Аденова

«5»  2022 жыл

Амангелді Мырзақасым Бауржанұлы
(аты-жөні)

5B071800 - Электр энергетика мамандығы бойынша
(мамандығы)

10кВ желідегі электр энергиясының сапасы және оны қамтамасыз ету.
(дипломдық жобаның тақырыбы)

тақырыбындағы дипломдық жобасына

СЫН-ШҚІР

Студент Амангелді.М.Б. дипломдық жұмыста 10кВ желідегі электр энергиясының сапасы және оны қамтамасыз ету бойынша есептеулер жүргізілген. Жұмысты тексеру барысында әуе беріліс желілернің тұйықталған және тұйықталмаған жүйелері қарастырылған. Активті және реактивті қуаттар есептелініп трансформаторлар таңдалған. Жүйенің максималды және апаттық режимдеріндегі активті және реактивті қуаттардың шығындары есептелген.

Негізгі бөлімде желідегі электр энергиясының сапасы және оны қамтамасыз ету, есептеу барысында барлық тапсырмалар орындалған. «Power Factory» бағдарламасы арқылы «Кербұлақ 1.2» қосалқы станциясында электр энергиясының сапасының бір көрсеткіші ретінде кернеудің гармоникалық ауытқуы анықталды.

Жоба бойынша ескерту

Дипломдық жұмыс бойынша ерекше ескертулер жоқ. Пайдаланылған әдебиеттер тізімін толықтыру қажет. Бұл ескерту жұмыстың бағасын төмендетпейді. Барлық тапсырма толық орындалған.

Жұмысты бағалау

Дипломдық жұмысты орындау барысында есептеулер жүргізіп, бағдарлама арқылы салыстырып жоғары деңгейде жұмыс жасағанын көрсетті. Бұл жұмысты «95/А/өте жақсы» толық деп бағалап, студент Амангелді Мырзақасым Бауржанұлы «5B071800-Электрэнергетика» мамандығы бойынша бакалавр лауазымына лайық деп есептеймін.

Пікір беруші

АЭЖБУ «Электр жетегі және өндірістік құрылғыларды автоматтандыру»
тех.ғылым докторы, профессор

М.А. Мустафин

