Коммерциялық емес
акционерлік қоғам

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА
ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС
УНИВЕРСИТЕТІ

Электр станциялары және
электр энергетикалық жүйелері

ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫН ЖЕТКІЗУ

5В081200 – Ауыл шаруашылығын энергиямен қамтамасыз ету мамандығы бойынша оқитын студенттеріне есептеу-сызбалық жұмысқа арналған әдістемелік нұсқаулар

Алматы 2017

ҚҰРАСТЫРУШЫЛАР: Мукашева Р.Т., Дуйсенова Ш.Т. Электр энергиясын жеткізу. 5В081200– Ауыл шаруашылығын энергиямен қамтамасыз ету мамандығы бойынша оқитын студенттеріне есептеу-сызбалық жұмысқа арналған әдістемелік нұсқаулар. – Алматы: АЭжБУ, 2017 ж

Әдістемелік нұсқаулық есептеу - сызбалық жұмыстарды орындауға арналған және олардың жұмыстың мақсаты, тапсырмалардан және жұмысты орындау реті мен әдебиеттер тізімінен тұрады.

Сурет 9, кесте 6, әдебиеттер – 4 атау.

Пікір беруші: ЭжА кафедрасының доценті т.ғ.к. Гали О.К.

«Алматы энергетика және байлансы университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының 2017 ж. қосымша жоспары бойынша басылады.

©«Алматы энергетика және байланысы университеті» КЕАҚ, 2017 ж.

1 Жалпы нұсқаулар

Есептеу-сызба жұмысының мақсаты – «Электр энергиясын жеткізу» пәнін оқу кезінде алған білімдерін жүйелендіру және бекіту, студенттердің алған білімдерін инженерлік тапсырмаларды шешу кезінде және де өзіндік жұмыс барысында қолдануға үйрету.

Әдістемелік нұсқаулық үш есептеу – сызба жұмысынан тұрады, олардың әр қайсысында бір есеп және екі бақылау сұрағы бар.

ЕСЖ орындау үшін бастапқы мәліметтер әрқайсысына жеке берілген. Әрбір студент оқу жылы көлемінде оқитын пәні бойынша үш белгі – шифрдың соңғы және соңғы санының алдыңғы және тегінің басқы әрпі бойынша өз нұсқаларын шығарады.

1.1 – кестеге сәйкес пәнді оқыту жылын есептей отырып, шифрдың соңғы саны бойынша (сынақ кітапшасының нөмірі) бірінші топтың бастапқы мәліметтерінің нұсқа нөмірі белгіленеді.

1.1 кесте – Бірінші топ үшін бастапқы мәндер

Оқу жылы	Шифрдың соңғы саны									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2016/17	VII	VIII	IX	X	I	II	III	IV	V	VI
2017/18	IX	X	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
2018/19	V	VI	VII	VIII	IX	X	I	II	III	IV
2019/20	VII	VIII	IX	X	I	II	III	IV	V	VI
2020/21	IX	X	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII

Сол сияқты, 1.2 кестеге сәйкес, шифрдың соңғы санының алдыңғысы бойынша екінші топтың бастапқы мәліметтері белгіленеді және тегінің бірінші әрпіне сәйкес, 1.3 кестесі бойынша үшінші топтың бастапқы мәліметтері белгіленеді.

1.2 кесте - Екінші топ үшін бастапқы мәндер

Оқу жылы	Шифрдың соңғы санының алдыңғысы									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2016/17	VIII	IX	X	I	II	III	IV	V	VI	VII
2017/18	X	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
2018/19	VI	VII	VIII	IX	X	I	II	III	IV	V
2019/20	VIII	IX	X	I	II	III	IV	V	VI	VII
2020/21	X	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX

1.3 кесте - Үшінші топ үшін бастапқы мәндер

Оқу жылы	Тегінің бірінші әріпі									
	А,Д	В,Г,Я	Б,Е	Ж,З И, Л	К,Ы	М,О	Н,П	Р,Т,У , Ф	С,Ч	Х,Ц,Щ,Ш,Э, Ю
2016/17	IX	X	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
2017/18	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
2018/19	VII	VIII	IX	X	I	II	III	IV	V	VI
2019/20	IX	X	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
2020/21	VII	VIII	IX	X	I	II	III	IV	V	VI

Әрбір ЕСЖ бақылау сұрақтарының нұсқасы шифрдің соңғы саны бойынша оқу жылына тәуелсіз алынады.

2 №1 есептеу сызба жұмыс

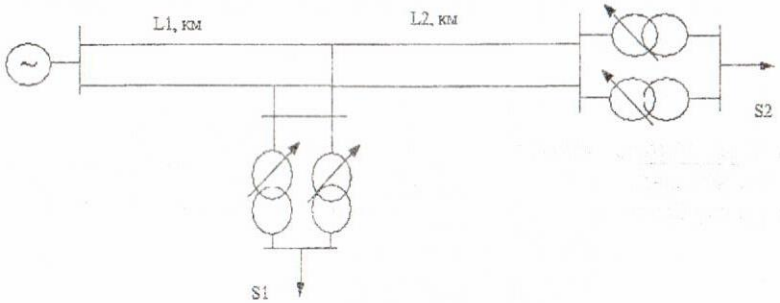
2.1 Есептеу шарты

2.1 суретте кернеуі 110 кВ электр тораптарының сұлбасы көрсетілген.

Қажет:

а) тораптың алмастыру сұлбасын тұрғызу. Алмастыру сұлбасының параметрлерін есептік жолмен анықтау;

б) торап элементтеріндегі қуат шығынын және электр беріліс жүйесінің алмастыру сұлбасының түйінді нүктелеріндегі кернеудің деңгейін анықтау.



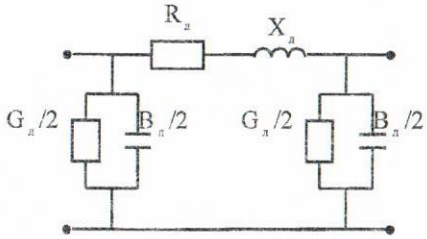
2.1 сурет – Тораптың есептік сұлбасы

1.4 кесте – ЕСЖ орындау үшін тапсырмалардың нұсқаулары

нұсқа №	1-ші топтың бастапқы мәндері			2-ші топтың бастапқы мәндері			3-ші топтың бастапқы мәндері		
	Трансформатордың түрі	Жүктеме қуаты, МВА		Сымның маркасы	Д, м	cos φ	Желінің ұзындығы		Фазалық сымдардың орналасуы
		S_1	S_2				L_1, км	L_2, км	
I	ТМН-2500/110	1,6	2,2	АС-70/11	3,5	0,8	20	15	көлденең
II	ТМН-6300/110	4,0	5,2	АС-70/11	4,0	0,85	23	20	үшбұрыш
III	ТДН-10000/110	8,2	6,9	АС-95/16	3,0	0,9	18	25	үшбұрыш
IV	ТДН-16000/110	14.1	10,5	АС-95/16	3.5	0,88	16	20	үшбұрыш
V	ТДН-25000/110	20,0	16,5	АС-95/16	3,7	0,82	22	18	көлденең
VI	ТРДН-40000/110	30.0	25,8	АС-70/11	4,0	0,85	25	16	көлденең
VII	ТМН-6300/110	4,6	5,8	АС-70/11	3.3	0.9	24	19	көлденең
VIII	ТДН-10000/110	9,1	7,3	АС-70/11	3,5	0,87	15	22	үшбұрыш
IX	ТДН-16000/110	12,5	14,0	АС-95/16	4,0	0,83	23	16	үшбұрыш
X	ТМН-25000/110	23,5	19,8	АС-95/16	3,0	0,8	25	15	көлденең

2.2 Әдістемелік нұсқау

Ұзындығы 300-400 км және кернеуі 110 кВ дейін әуе электр беріліс желілері П-тәріздес алмастыру сұлбасы түрінде көрсетіледі (2.2 сурет).



2.2 сурет – Желінің алмастыру сұлбасы

Сымдар мен кабельдердің активті кедергілері ток өткізгіш талсымдардың материалымен және олардың қималарымен анықталады. Температура +20°С кезінде бос сымдар мен кабельдер үшін (ұзындығы 1 км) өлшенетін (погонное) активті кедергі анықталады:

$$r_0 = \frac{\rho}{F}, \qquad (2.1)$$

мұндағы ρ - өткізгіш материалының меншікті кедергісі ($\frac{Ом \cdot мм^2}{км}$);

F – сымның қимасы, $мм^2$.

Желінің активті кедергісі l ұзындығымен анықталады:

$$R_л = r_0 \cdot l .$$

50 Гц жиілігіндегі өткізгіштер мен кабельдердің белсенді кедергісі шамамен омдық кедергіге тең. Бірақ шала эффектінің ықпалы есепке алынбайды. Сонымен қатар өткізгіштегі температура тербелісіне ықпал ететін белсенді кедергінің шамасын және осы кедергілердің орташа температурадағы (+20С) берілген есептеулерінің шамасын анықтайды.

Токқа қарсы болатын өздігінен индукцияланған ЭҚК кедергісі индукцияланған кедергі деп аталады. Қарастырылып жатқан өткізгішке кері болатын көршілес өткізгіштері өз кезегінде сол өткізгіштегі ЭҚК – ті негізгі токтың бағытымен сілтейді, яғни өздігінен индукцияланған ЭҚК – ті және реактивті кедергіні азайтады. Сондықтан, фазалық сызықтың өткізгіштері қаншалықты бір бірінен алыс орналасса, көршілес өткізгіштердің ықпалы соншалықты аз болады, ал өткізгіштер арасындағы шашырау ағыны мен сызықтың индукцияланған кедергісі көп болады.

Индукцияланған кедергіге өткізгіштің диаметрі, магниттік өтімділігі және айнымалы токтың жиілігі ықпал етеді.

Сызықты индукциялы кедергінің мәні келесі формула бойынша анықталады:

$$x_0 = \omega \cdot (4{,}6 \cdot \lg \frac{D_{ср}}{r_п} + 0{,}5\mu) \cdot 10^{-4}, \qquad (2.2)$$

мұндағы ω = 314 - 50 Гц кезіндегі бұрыштық жиілік;

$D_{ср}$ - сым аралығындағы орташа геометриялық арақашықтық;

$r_п$ - сым радиусы.

50 Гц өнеркәсіптік жиілігінде түсті металдан жасалған (μ=1) өткізгіштер келесі формуламен анықталады:

$$x_0 = 0{,}144 \cdot \lg \frac{D_{ср}}{r_п} + 0{,}016 . \qquad (2.3)$$

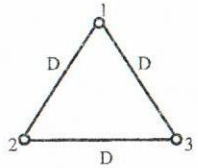
Біртізбекті үшфазалы желілердің сымдары арасындағы орташа геометриялық қашықтығы:

$$D_{ср} = \sqrt[3]{D_{12} \cdot D_{13} \cdot D_{23}} ,$$

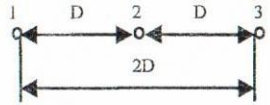
мұндағы D_{12}, D_{13}, D_{23} - жеке фазалардың сымдары арасындағы қашықтық.

Өткізгіштер тең қабырғалы үшбұрыш нұсқа бойынша орналасқанда, бір біріне байланысты барлық өткізгіштер бірдей қашықтықта болады және орташа геометриялық қашықтық $D_{ср}$ =D (2.3 сурет).

Өткізгіштер көлденең орналасқанда (2.4 сурет).



2.3 сурет – Сымдардың үш бұрышты орналасуы



2.4 сурет – Сымдардың көлденең орналасуы

Сызықты активті өтімділік өткізгіштердегі электр тәжі және оқшаулағыш арқылы токтағы активті қуаттың азаюымен шартталған.

Егер желідегі азаюды ескермеген болсақ, онда тәждің активті өтімділігі келесі түрде анықталады:

$$g_0 = \frac{\Delta P_{кор}}{U^2_{ном}}, \qquad (2.4)$$

мұндағы $\Delta P_{кор}$ - тәжге қуат шығыны, кВт/км;

$U_{ном}$ - номиналды кернеу.

Реактивті өтімділік өткізгіштер арасындағы сыйымдылық пен жердің және сыйымды сипаттың бар болуымен анықталған. Ол келесідей өрнекпен анықталады:

$$b_0 = \omega \cdot C_0 ,$$

мұндағы C_0 - желінің жұмыстық сыйымдылығы, Ф/км.

Сызықтардың жұмыс сыйымдылығы өткізгіштердің диаметріне, өзара орналасуына, ортаның диэлектрлік өтімділігі және арақашықтығына байланысты болады.

Электр желілерінің тәжірбиелік есептеулерінде фазаға бір өткізгіші бар үшфазалық әуе желілерінің жұмыс сыйымдылығы келесі формула бойынша анықталады.

$$C_0 = \frac{0{,}024}{\lg\frac{D_{ср}}{r_п}} \cdot 10^6. \qquad (2.5)$$

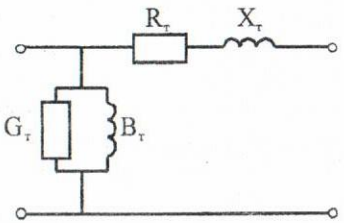
Айнымалы токтың жиілігі 50 Гц кезінде:

$$b_0 = \frac{7{,}58}{\lg\frac{D_{ср}}{r_п}} \cdot 10^6. \qquad (2.6)$$

Барлық желінің сыйымдылықты өткізгіштігі:

$$B = b_0 \cdot l.$$

Екі орамды трансформаторлар Г-тәріздес алмастыру сұлбасы түрінде болады (2.5 сурет).



2.5 сурет – Екіорамды трансформатордың алмастыру сұлбасы

Трансформаторлардың негізгі параметрлеріне қысқа тұйықталу шығындары $\Delta P_к$, бос жүріс шығындыры $\Delta P_{хх}$, қысқа тұйықталу кернеуі $U_{к\%}$ және бос жүріс тогы $i_{хх\%}$ жатады. Бұл мәндер трансформатордың алмастыру сұлбасының өткізгіштігін және барлық кедергісін анықтауға мүмкіндік береді.

Қысқа тұйықталу тәжірибесінде трансформатордың тұтынылатын активті қуаты олардың орамдарын қыздыруға жұмсалады.

$$\Delta P_{к.з} = 3 \cdot I_н^2 \cdot R_т = \frac{S_н^2}{U_н^2} \cdot R_т,$$

осыдан

$$P_т = \frac{\Delta P_{к.з} \cdot Y_н^2}{\Sigma_н^2}. \qquad (2.7)$$

Қысқа тұйықталудың кернеуі $U_к$ екі құраушыдан тұрады: қысқа тұйықталу режимінде өтетін токтан активті және индуктивті кедергілердің кернеуінің құлауы. Заманауи үлкен трансформаторларда бірінші құраушы екіншісіне қарағанда анағұрлым аз болады, себебі $R_т << X_т$. Трансформатордың активті кедергісінде кернеудің төмендеуін ескермей, келесіні есептеуге болады:

$$U_{к\%} \approx U_{r\%} = \frac{I_н \cdot X_т}{U_н} \cdot 100, \qquad (2.8)$$

осыдан

$$X_т = \frac{U_{к\%} \cdot U_н}{I_н \cdot 100} = \frac{U_{к\%} \cdot U_н^2}{100 \cdot S_н}. \qquad (2.9)$$

Трансформатордың алмастыру сұлбасындағы $G_т$ және $B_т$ өткізгіштіктер бос жүріс тәжірбиесінің нәтижесі бойынша анықталады, онда тұйықталмаған екінші орама кезінде бірінші орамаға номиналды кернеу келтіріледі:

$$\Delta P_{хх} \approx U_н^2 \cdot G_т;$$

$$\Delta Q_{хх} \approx U_н^2 \cdot B_т,$$

осыдан

$$G_т = \frac{\Delta P_{хх}}{U_н^2}, \qquad (2.10)$$

$$B_т = \frac{\Delta Q_{хх}}{Y_н^2}. \qquad (2.11)$$

Қуат $S_{хх}$ салыстырмалы бірлікте пайыз бойынша бос жүріс тогына тең, олар трансформатордың паспорттық мәндерінде көрсетіледі:

$$I_{хх\%} = \frac{I_{хх}}{I_н} \cdot 100 = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{хх} \cdot U_н}{\sqrt{3} \cdot I_н \cdot U_н} \cdot 100 = S_{хх\%}.$$

2.4 Бақылау сұрақтары

1 нұсқа

1. Аудандық тораптың «соңындағы көрсеткіштері» бойынша есептеу ретін көрсетіңіз.
2. Трансформатор мен автотрансформаторлардағы энергия және қуат шығыны қалай анықталады?

2 нұсқа

1. Электр тораптарында қандай реактивті қуат көзі бар?
2. «Тарату торабы» әдісінің мағынасы неде?

3 нұсқа

1. Екі жақты қоректенуі бар желіге есептеу қалай жүргізіледі?
2. Электр энергияның қандай сапа көрсеткіштері бар?

4 нұсқа

1. Жиілікті бірінші реттік реттеудің мәні неде?
2. Кернеудің симмериялы емес болуына қандай себептер бар?

5 нұсқа

1. Күрделі тұйықталған торапты есептеуде қандай өзгерістер пайда болады?
2. Желідегі энергия мен қуаттың шығындары қалай анықталады?

6 нұсқа

1. Электр тораптарындағы активті баланс қуаттары қандай құраушылардан тұрады?
2. Тораптағы кернеудің қандай реттеу әдістері мен тәсілдері бар?

7 нұсқа

1. Екі нүктелі ағын жүйесі бар сақиналы торапты қалай есептеуге болады?
2. Электр тораптарында сымдардың қимасын таңдау қалай жүргізіледі?

8 нұсқа

1. Тұтынушыларды үзіліс кезінде электр жабдықтау салдарынан пайда болған зақым көлемі қалай анықталады?
2. Аудандық тораптың «басындағы көрсеткіштері» бойынша есептеу ретін көрсетіңіз?

9 нұсқа

1. Тораптағы электр энергия шығынын төмендету шараларын қысқаша сипаттап беріңіз.
2. Ұзын электр беріліс желісінің өткізгіштік қабілетін жоғарылатудың қандай тәсілдері бар?

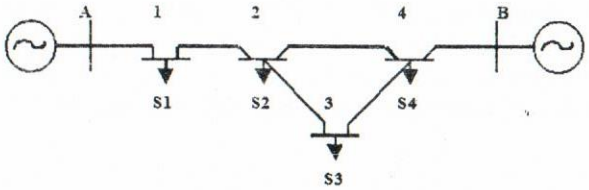
10 нұсқа

1. АКР (РПН) трансформатор тармақтарын таңдау қалай жүзеге асады?
2. Екінші ретті жиілік қалай жүзеге асады?

3 №2 есептеу - сызба жұмыс

2.1 Есептің шарттары

3.1 суретте көрсетілген тораптағы түйінді нүктелеріндегі кернеудің деңгейі мен қуаттың таралуын анықтау қажет. Кернеудің қорек көздерін тең деп аламыз $U_a=U_b=115$ кВ. Бастапқы мәндер 3.1 кестеде көрсетілген:



3.1 сурет – Тораптың есептік сұлбасы

3.1 кесте – ЕСЖ орындау үшін тапсырма нұсқаулары

Нұсқау №	1 топтың бастапқы мәндері				2 топтың бастапқы мәндері				3 топтың бастапқы мәндері		
	Қосалқы станцияның жүктемесі				cosφ	Торап аумағының ұзындығы, км			Торап аумағының ұзындығы, км		
	S1, МВА	S2, МВА	S3, МВА	S4, МВА		A-1	1-2	2-3	3-4	2-4	B-4
I	20	23	17	15	0,85	15	20	22	30	18	29
II	35	30	27	40	0,88	20	25	40	35	33	22
III	40	28	35	26	0,9	50	45	32	48	55	47
IV	22	18	25	10	0,86	32	20	25	18	30	40
V	33	26	0	23	0,91	40	45	50	32	30	28
VI	19	25	16	28	0,85	55	50	43	32	28	53
VII	36	40	22	33	0,89	45	37	26	30	50	43
VIII	30	35	25	28	0,92	35	45	30	35	40	52
IX	23	20	18	26	0,84	20	26	32	24	30	35
X	22	28	33	19	0,87	45	40	38	25	47	50

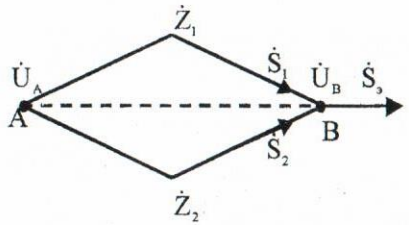
3.2 Әдістемелік нұсқаулар

Бірқатар жобалау жағдайларында, сонымен қатар күрделі емес тораптарды пайдалану кезінде ЭЕМ бағдарламасын қолданусыз бір реттік есептеулер жүргізудің қажеттілігі туындайды, қолмен есептеудің кең таралған тәсілдерінің бірі – күрделі желінің (тораптың) сұлбасын торапты түрлендіру әдісі бойынша жеңілдету болып табылады.

Желіні түрлендіру мәні қиын, желіні бірте - бірте түрлендіру екіжақты қоректенуі бар сызықтарға алып келеді, ондағы қуаттарды үйлестіру белгілі әдіспен табылады. Түрленген сұлбадағы әр бөлімшелердегі сызықты қуаттарды анықталғаннан кейін, өрнектерді қайта үйлестіру әдісі көмегімен желінің бастапқы сұлбасындағы қуаттардың нақты үйлестірулерін табады.

Онда, тұйықталған желідегі кез келген бөлімшенің параллель сызықты эквиваленті тек қана бір жағдайда, егер ол осы сызықтарда қосылған жүктемелер болмаған кезде болуы мүмкін. Екі параллель сызығы бар тұйықталған желідегі бөлімше төменде көрсетілген (3.1 сурет).

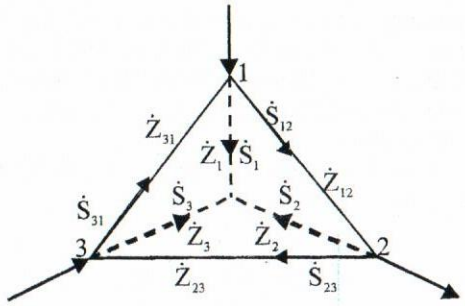
$$\dot{S}_э = \dot{S}_1 + \dot{S}_2; \quad \dot{Z}_э = \frac{\dot{Z}_1 \cdot \dot{Z}_2}{\dot{Z}_1 + \dot{Z}_2}.$$



3.1 сурет – Параллель желілердің эквиваленттелінуі

Егер сұлбада аралық жүктемелер бар болса, онда эквиваленттеу мүмкін емес. Бұл үшін жүктемені желінің басқа нүктелеріне тасымалдау әдісін қолданады. Сонымен қатар, желінің жұмыс істеу тәртібі тасымалдауға дейін және одан кейін өзгермеуі қажет.

Кейбір жағдайларда желіні есептеу үшін үшбұрышты эквиваленттi жұлдызға айналдыру қажет (3.2 сурет).



3.2 сурет – Үшбұрыштың жұлдызшаға түрленуі

Эквиваленттi жұлдыз сәулелерінің кедергісін анықтаймыз:

$$\dot{Z}_1 = \frac{\dot{Z}_{12} \cdot \dot{Z}_{13}}{\dot{Z}_{12} + \dot{Z}_{13} + \dot{Z}_{23}};$$

$$\dot{Z}_2 = \frac{\dot{Z}_{12} \cdot \dot{Z}_{23}}{\dot{Z}_{12} + \dot{Z}_{13} + \dot{Z}_{23}}; \qquad (3.1)$$

$$\dot{Z}_3 = \frac{\dot{Z}_{13} \cdot \dot{Z}_{23}}{\dot{Z}_{12} + \dot{Z}_{13} + \dot{Z}_{23}}.$$

Кері ауысуы:

$$\left.\begin{aligned} \dot{Z}_{12} &= \dot{Z}_1 + \dot{Z}_2 + \frac{\dot{Z}_1 \cdot \dot{Z}_2}{\dot{Z}_3} \\ \dot{Z}_{13} &= \dot{Z}_1 + \dot{Z}_3 + \frac{\dot{Z}_1 \cdot \dot{Z}_3}{\dot{Z}_2} \\ \dot{Z}_{23} &= \dot{Z}_2 + \dot{Z}_3 + \frac{\dot{Z}_2 \cdot \dot{Z}_3}{\dot{Z}_1} \end{aligned}\right\}. \qquad (3.2)$$

Өрнектелген сұлбаны бастапқы қалпына келтіру кезінде алынған эквиваленттi жұлдыз сәулелерінің қуаттарының үйлестірулерін және үшбұрышты қуаттардың үйлестірулерін тауып алу керек.

Қуаттарды алдын ала анықтаудан кейін өткізгіштің қимасын тауып, содан кейін желінің әрбір бөлімшесіндегі нақты кедергілерді есепке ала отырып, қуаттардың мәні келтіріледі.

жағдайда қоректену орталығы U_a және U_b белгі кернеулері болады, әрі қарай жүйелі жуықтау әдісі қолданылып, есептеулері 2 кезеңмен жүзеге асады.

Бірінші жуықтауда барлық кернеулер номиналды желідегі кернеуге тең (1-ші кезең есептелуінде) алынады. Сонымен қатар шартта тораптағы қуаттың бөлінуі болады.

Есептеу келесі реттілікте жүргізіледі. Желінің соңғы бөлімшесіндегі қуаттардың азаюы анықталады:

$$\Delta P_n = \frac{P_n^2 + Q_n^2}{U_{ном}^2} R_n; \qquad (3.3)$$

$$\Delta Q_n = \frac{P_n^2 + Q_n^2}{U_{ном}^2} X_n.$$

Бұдан әрі бастапқы бөлімшедегі $\dot{S}_n$ қуаты табылады. Түйіндегі қуаттың балансы бойынша (n-1) соңғы бөлімшедегі қуаттың шамасы n-1 анықталады. Есептеулер басқа да желінің бөлімшелеріне жүргізіледі. Есептеу $\dot{S}_A$ қуатын тапқанға дейін жүргізіледі.

Есептеудің келесі кезеңінде екінші жуықтау кезіндегі жүктеме түйіндеріндегі кернеулер анықталады. Есептеу үшін бастапқы анықтамалар: U_A кернеуі және әрбір соңғы бөлімшеде тауып алынған қуаттар алынады.

Торап бөлімшелеріндегі басты кернеулерді табу үшін:

$$\dot{U}_1 = \dot{U}_A - \Delta\dot{U}_1, \qquad (3.4)$$

мұндағы $\Delta\dot{U}_1$ - тораптағы бөлімшелердегі басты кернеудің құлауы.

$$\dot{U}_1 = \dot{U}_A - \Delta U_1 - j\delta U_1 \qquad (3.5)$$

немесе ашық формада

$$\dot{U}_1 = U_A - \frac{P_1 R_1 + Q_1 X_1}{U_A} - \frac{P_1 X_1 + Q_1 R_1}{U_A}. \qquad (3.6)$$

1 нүктесіндегі кернеу модулі:

$$U_1 = \sqrt{(U_A - \Delta U_1)^2 + \delta U_1^2}. \qquad (3.7)$$

Тораптардағы басқа нүкте түйіндері үшін кернеулері жоғарғыдай анықталады.

3.3 Бақылау сұрақтары

1 нұсқа

1. Күш кабелдерін төсеудің қандай тәсілдері бар?
2. Бастапқы көрсеткіштер арқылы есептеу ретін көрсетіңіз?

2 нұсқа

1. Жүктеме соңында берілген кезде кернеу шығыны бойынша желіні есептеу қалай жүргізіледі?
2. Электр берілісі әуе желісінде қандай тіректер бар?

3 нұсқа

1. Әуе желілерінің сызықты арматурасы. Қысқаша сипаттама беріңіз.
2. Қоректендіру көзінің кернеулері бірдей болған жағдайда, екі жақты қоректендіруі болатын желіні есептеу қалай жүргізіледі?

4 нұсқа

1. Әуе желі сымдарының құрылымы мен таңбалары.
2. Кернеудің шығыны мен құлауы дегеніміз не? Кернеу құлауының құрастырушыларын векторлық диаграммада көрсетіңіз.

5 нұсқа

1. Күш кабелдерінің қандай құрылымдары болады?
2. Желінің қуат заряды деп нені айтады және ол қалай есептеледі?

6 нұсқа

1. Электр желілеріндегі орынбасу сұлбасын есептеу кезінде жеңілдетудің қандай өрнектеулері болады?
2. Болат сымды желіні есептеу қалай жүргізіледі?

7 нұсқа

1. Біріктірілген энергожүйелердің басты артықшылықтарын атаңыз.
2. Желідегі қуат және энергия шығынын қалай анықтайды?

8 нұсқа

1. Күрделі-тұйықталған электр тораптарын есептегенде беттестіру әдісінің маңызы неде?
2. Әуе желісінде оқшаулағыштардың қандай түрлері қолданылады?

9 нұсқа

1. Жүктеме соңында берілген кезде кернеу шығыны бойынша желіні есептеу қалай жүргізіледі?
2. Күш кабелдерін төсеудің қандай тәсілдері бар?

10 нұсқа

1. Желінің қуат заряды деп нені айтады және ол қалай есептеледі?

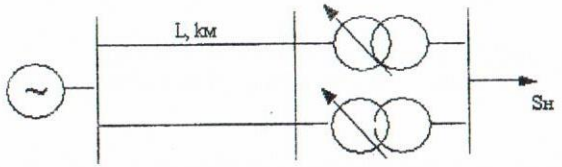
2. Күрделі-тұйықталған электр тораптарын есептегенде беттестіру әдісінің маңызы неде?

4 №3 есептеу - сызба жұмыс

4.1 Есептің шарттары

Аудандық қосалқы станция «Б» «А» электр станциясынан екі параллель желі бойынша екі трансформатормен қоректенеді (4.1 сурет). Максимлды режимдегі тораптың параметрлері және жүктеме қуаты 4.1 кестеде көрсетілген. Ең аз жүктеме көп бөлігінің 50% құрайды. Қуат коэффициенті екі режимде де 0,93 тең болады. Ең жоғарғы жүктеме кезінде электр станцияның шиналарында $U_{A\ max}$, ал ең аз кезде - $U_{A\ min}$ кернеу сақталады. Ең аз жүктеме кезінде трансформаторлардың біреуі ажыратылады.

Трансформаторларда реттелетін тармақтардың қажетті деңгейін анықтау қажет. Қажет жағдайда кернеудің сапасын жақсарту бойынша іс шаралар ұсыну керек.



4.1 сурет – Тораптың есептік сұлбасы

4.1 кесте – ЕСЖ орындау үшін тапсырма нұсқаулары

Нұс-қау №	1 топтың бастапқы мәндері		2 топтың бастапқы мәндері		3 топтың бастапқы мәндері		
	Трансформатордың түрлері	Жүкте-ме қуаты, МВА	Трансформа-цияның номиналды коэффициенті K_T	Желінің ұзынд, L, км	Сымның маркасы	$U_{A\ max}$, кВ	$U_{A\ min}$ кВ
I	ТРДН – 40000/110	55	115/10,5/10,5	40	АС-150/24	117	113
II	ТДН – 10000/110	14	115/10,5	30	АС-70/11	120	112
III	ТДН – 16000/110	23	121/11	45	АС-95/16	118	111
IV	ТРДН – 25000/110	35	115/10,5/10,5	50	АС-95/16	116	110
V	ТРДН – 40000/110	50	115/10,5/10,5	48	АС-150/24	116	112
VI	ТДН – 10000/110	15	121/11	35	АС-120/19	115	111
VII	ТДН – 16000/110	22	115/11	25	АС-120/19	118	113
VIII	ТРДН – 25000/110	35	115/11/11	20	АС- 120/19	115	110
IX	ТРДН – 40000/110	60	115/10,5/10,5	40	АС-150/24	117	113
X	ТДН – 16000/110	21	115/11	35	АС-95/16	115	112

4.2 Әдістемелік нұсқаулар

Трансформаторлар мен автотрансформаторлар негізгі тармақтармен қатар қосымша реттеуіш тармақтарға да ие. Бұл тармақтарды өзгерту арқылы трансформация коэффициентін өзгертуге болады (10–20 % шамасында).

Трансформаторлар құрылымдық орындалуы бойынша екі типке бөлінеді: реттеуіш тармақтарын қоздырусыз ауыстыру, яғни тораптан ажырату арқылы (ПБВ бар трансформаторлар); реттеуіш тармақтарын жүктеме астында ауыстыру (РПН бар трансформаторлар). Реттеуіш тармақтары трансформатордың жоғары кернеу жағында орындалады. Сонымен бірге ауыстырғыш құралдар жеңілдетіледі.

Қазіргі уақытта 35 кВ және одан жоғары трансформаторлардың барлығында кернеу астында реттеуі бар құрылғылар болады. ПБВ бар трансформаторда реттеуіш тармақтарды ауыстыру үшін оны тораптан ажырату қажет. Бұндай ауыстырулар жүктеменің мерзімдік өзгеруі кезінде жүргізіледі.

ПБВ трансформаторлар негізгі және қосымша тармақтармен дайындалады. Негізгі тармақтарында тораптың номиналды кернеуіне тең кернеу болады, оған трансформатордың (6,10 кВ) мәндері қосылады. Негізгі тармақтар кезіндегі трансформация коэффициенті номиналды деп аталады. Төрт қосымша тармақты қолдану кезінде трансформация коэффициенті номиналдыдан +5; +2,5;-2,5 және -5% ерекшеленеді.

Кернеу астында реттеу құрылғысы орнатылған трансформаторлар ПБВ трансформаторларынан арнайы ауыстырғыш құрылғысымен, сонымен қатар және реттеу деңгейінің шамасы мен реттеуіш тармақтарының сатылар санының артуымен ерекшеленеді.

Трансформацияның қажетті коэффициентін таңдау үшін трансформатордың жоғарғы кернеу жағындағы U_1 кернеуді табу керек, ол келесі түрде анықталады:

$$U_1 = U_A - \Delta U_{A-1}, \qquad (4.1)$$

мұндағы ΔU_{A-1} – А-1 торап бөлімшесіндегі кернеудің шығыны.

Трансформатордың төменгі кернеу жағындағы U_2 кернеуді табуға болады:

$$U_2 = \frac{U_1 - \Delta U_T}{k_T}, \qquad (4.2)$$

мұндағы ΔU_T – трансформатордағы кернеу шығыны;

k_T – трансформация коэффициенті.

(4.2) формуланың негізінде U_1 кернеуі және трансформатордың төменгі кернеу жағындағы қажетті кернеу белгілі болған жағдайда трансформация коэффициентін анықтаймыз:

$$\kappa_{TЖ} = \frac{U_1 - \Delta U_T}{U_{2Ж}}, \qquad (4.3)$$

мұндағы $U_{2ж}$ – ең жоғарғы жүктеме режимінде трансформатордың төменгі кернеу жағындағы 10,5 кВ тең және ең аз жүктеме режимінде 10 кВ тең кернеу.

110 кВ торапқа қосылған трансформаторлардың реттеуіш деңгейінің ±9× 1,78% екендігін ескеріп, барлық тармақтар үшін трансформация коэффициентінің кестесін тұрғызу және есептікке жуық трансформация коэффциентін таңдау қажет.

4.3 Бақылау сұрақтары

1 нұсқа

1. Максималды шығынды және максимумды қолдану сағатының саны дегеніміз не? Бұл шамалар арасында қандай айырмашылық бар?
2. Күрделі-тұйықталған электр тораптарын есептегенде беттестіру әдісінің маңызы неде?

2 нұсқа

1. Тораптағы реактивті қуатты өзгерту арқылы кернеуді реттеу қалай жүргізіледі?
2. Апаттан кейінгі режимдерде жиілікті реттеу қалай іске асады?

3 нұсқа

1. Статикалық конденсаторлардың батареяларында қуат қалай таңдалады?
2. Қоректендіру көзінің кернеулері бірдей болған жағдайда, екі жақты қоректендіруі болатын желіні есептеу қалай жүргізіледі?

4 нұсқа

1. Электр тораптарында кернеуді реттеу құралдары мен тәсілдері?
2. Электр тораптарының нұсқаларына технико-экономикалық салыстыру қалай жүргізіледі?

5 нұсқа

1. Трансформаторлардағы қысқа тұйықталу және бос жүріс шығындары неге байланысты болады?
2. Торап параметрлерін өзгерту арқылы кернеуді реттеу қалай іске асады?

6 нұсқа

1. Тұйықталған электр тораптарын есептеу әдістерін қысқаша сипаттаңыз.

2. Кабельдер мен сымдардың қимасын қыздыру бойынша таңдау қалай іске асады?

7 нұсқа

1. Электр энергияның сапасы электр қабылдағыштарының жұмысына қалай әсер етеді?
2. Тораптағы номиналды таңдау қалай таңдалады?

8 нұсқа

1. Кабельдер мен сымдардың қимасы токтың экономикалық тығыздығы бойынша қалай таңдалады?
2. Трансформаторлардағы қысқа тұйықталу және бос жүріс шығындары неге байланысты болады?

9 нұсқа

1. Кабельдер мен сымдардың қимасы кернеудің рұқсат етілген шығыны бойынша қалай таңдалады?
2. Реактивті қуат балансы қандай құраушылардан тұрады?

10 нұсқа

1. Бірнеше номиналды кернеуі бар тораптарда есептеу қалай жүргізіледі?
2. Торапты пайдаланудағы жылдық шығындарға не кіреді?

Әдебиеттер тізімі

1 Соколов С.Е., Сажин В.Н., Генбач Н.А. Электрические сети и системы: Учебное пособие. –Алматы, АУЭС, 2010.

2 Герасименко А.А. Передача и распределение электроэнергии: Учеб. пособие. – Ростов-на Дону: Феникс, 2006.

3 Костин В.Н. Электропитающие системы и электрические сети: Учебное пособие.- Спб.: Изд-во СЗТУ, 2007.

4 Герасименко А.А. Электрические системы и сети. Расчеты параметров и режимов работы электрических сетей. – Красноярск: КТТУ, 2006.

Мазмұны

1 Жалпы нұсқаулар..... 3
2 №1 есептеу сызба жұмыс..... 4
2.1 Есептің шарттары..... 4
2.2 Әдістемелік нұсқаулар..... 5
2.3 Бақылау сұрақтары 10
3 №2 есептеу сызба жұмыс..... 11
3.1 Есептің шарттары 11
3.2 Әдістемелік нұсқаулар..... 12
3.3 Бақылау сұрақтары..... 15
4 №3 есептеу сызба жұмыс..... 16
4.1 Есептің шарттары 16
4.2 Әдістемелік нұсқаулар..... 18
4.3 Бақылау сұрақтары..... 19
Әдебиеттер тізімі..... 21

2017 ж. қосымша жоспары, реті 9

Мукашева Райгуль Толеухановна
Дуйсенова Шолпан Турановна

ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫН ЖЕТКІЗУ

5В081200 – Ауыл шаруашылығын энергиямен қамтамасыз ету мамандығы бойынша оқитын студенттеріне есептеу - сызбалық жұмысқа арналған әдістемелік нұсқаулар

Редактор Ж.Изтелеуова
Стандарттау бойынша маман Н.Қ. Молдабекова

Баспаға 29.11.17 қол қойылды
Таралымы 100 дана.
Көлемі 1.3 оқу баспа табақ

Пішімі 60x84 1/16
Баспаханалық қағаз №1
Тапсырыс № 379 Бағасы 650 теңге

«Алматы энергетика және байланысы университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамының
көшірмелі-көбейткіш бюросы
050013, Алматы, Байтұрсынұлы көшесі, 126