



**Коммерциялық емес
акционерлік қоғам**

**ҒҰМАРБЕК ДӘУКЕЕВ
АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ
ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ
БАЙЛАНЫС
УНИВЕРСИТЕТІ**

**Электрэнергетикалық
жүйелері кафедрасы**

ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫНЫҢ ЭЛЕКТР ЖАБДЫҚТАРЫН ПАЙДАЛАНУ

6B07101 – Электр энергетикасы білім беру бағдарламасы бойынша білім алатын студенттерге есептік-сызбалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулық

Алматы 2022

ҚҰРАСТЫРУШЫЛАР: Е.Т. Әмитов, Е.Г. Михалкова. 6В07101 – Электр энергетикасы білім беру бағдарламасы бойынша білім алатын студенттерге есептік-сызбалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқау. – Алматы: «Ғ.Дәукеев атындағы АЭЖБУ» 2022.- 17 б.

Ұсынылған нұсқаулықта «Электр станцияларының электр жабдықтарын пайдалану» пәні бойынша есептік-сызбалық жұмыстарды орындауға арналған тапсырмалар мен нұсқалары берілген.

Сур.5, кесте. 5, әдебиет.- 10 атау.

Пікір беруші: «ЭМЭЖ» кафедрасының доценті, PhD

Алмуратова Н.К.

«Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының баспа жоспары бойынша басылады.

© «Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті», КЕАҚ, 2022 ж.

Кіріспе

Энергетикалық жүйелердің ең маңызды элементтері электр энергиясын үздіксіз өндіруді және бөлуді қамтамасыз ететін генерациялайтын көздер – электр станциялары және тарату құрылғылары – қосалқы станциялар болып табылады. Станциялар мен қосалқы станциялардың қазіргі заманғы электр жабдықтары өте алуан түрлі, негізінен конструкциясы күрделі, әртүрлі қосалқы және көптеген автоматты құрылғылармен жабдықталған. Сондықтан электр жабдықтарына техникалық қызмет көрсету тек жоғары білімді және білікті мамандарға тапсырылуы мүмкін.

Станциялар мен қосалқы станциялардың электр жабдығының 30%-ның негізгі ресурсы аяқталғанда, энергетикалық секторға инвестиция жеткіліксіз болған кезде және жабдықты пайдалану мен оның қызмет ету мерзімін ұзарту негізгі міндеттерге айналған жағдайларда электртехникалық персоналдың рөлі жоғарылайды.

Энергетика саласының дамуы және электр станцияларының қуаттылығы мен күрделілігінің өсуі жағдайында олардың дұрыс жұмыс істеуі, олардың жұмысының сенімділігі мен тиімділігіне қойылатын талаптарды қамтамасыз ету энергетика саласы қызметкерлерінің біліктілігін жүйелі түрде арттыру арқылы ғана мүмкін болады. Әрбір энергетикалық кәсіпорында, электр энергиясын өндіретін немесе тарататын электр станциясына немесе қосалқы станцияда, сондай-ақ электр энергиясын тұтынатын кез келген өнеркәсіптік немесе ауылшаруашылық кәсіпорнында трансформатор бар.

Трансформатор өте сенімді электрлік машина, оның айналмалы немесе қозғалатын бөліктері жоқ, конструкциясы қарапайым және жоғары өнімділікке ие. Трансформатордың сенімді жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін техникалық қызмет көрсететін персонал өте қарапайым техникалық қызмет көрсетуді талап етеді. Күтім мен техникалық қызмет көрсетудің мақсаты трансформаторлардың жұмыс істеу мерзімі ішінде ең жоғары тиімділікпен, яғни энергияның ең аз шығынымен пайдалануға мүмкіндік беретін трансформатордың есептелген жұмыс шарттарын сақтау және қолдау болып табылады. Сонымен қатар, дұрыс техникалық қызмет көрсету дұрыс емес жұмыс кезінде пайда болатын трансформатордың бүкіл қызмет ету мерзімін қысқартпай пайдалануға мүмкіндік береді.

Бұл әдістемелік нұсқаулардың негізгі мақсаттары мен міндеттері студенттердің өзіндік жұмыс істеу мүмкіндіктерін кеңейту, дәрістер мен практикалық сабақтарда алған теориялық білімдерін бекіту, студенттердің шығармашылық және логикалық ойлауын дамыту болып табылады.

Әдістемелік нұсқаулықта 2 есептік-сызбалық жұмыс; теориялық сұрақтардан және «Электр станцияларының электр жабдықтарын пайдалану» курсы бойынша есептер берілген.

1 Есептік-сызбалық жұмыс №1. Электр станцияларының электр жабдықтарының жұмысы бойынша теориялық сұрақтар

1.1 №1 есептік-сызбалық жұмыстың мақсаты мен міндеттері

Есептік-сызбалық жұмыстың мақсаты – курстың негізгі бөлімдері бойынша материалды өз бетінше қарастыру, қойылған сұрақтарға жауап беру дағдыларын дамыту, сонымен қатар техникалық әдебиеттермен жұмыс істеу дағдыларын дамыту.

1.2 Есептік-сызбалық жұмыстың көлемі мен мазмұны

Түсіндірме жазбаның титулдық беті, кіріспе, қажетті мәтіндік және цифрлық ақпараттық материалы, пайдаланылған әдебиеттер тізімі мен мазмұны болуы керек. Есеп пен сызбаның түсіндірме жазбасы [1] сәйкес 20-25 бет көлемінде ресімделеді.

Есептік-сызбалық жұмыстарды (ЕГЖ) орындау үшін бастапқы деректер жеке болып табылады. №1 ЕГЖ енгізу бойынша бастапқы деректер 1.1 және 1.2 кестелерде келтірілген. Әрбір студент теориялық тапсырманың өз нұсқасын осы пәнді оқу жылына байланысты екі белгі бойынша – шифрдың соңғы және соңғыдан кейінгі цифрлары бойынша – сынақ кітапшасының нөмірі бойынша анықтайды.

1.1-кестеге сәйкес, кодтың соңғы цифры бойынша (есеп кітапшасының нөмірі) пәннің оқу жылын ескере отырып, бірінші теориялық сұрақтың нөмірі белгіленеді. 1.2-кестеге сәйкес, кодтың соңғыдан кейінгі цифры бойынша (есеп кітапшасының нөмірі) пәннің оқу жылын ескере отырып, екінші теориялық сұрақтың нөмірі белгіленеді. Төменде бірінші және екінші теориялық сұрақтардың нұсқалары берілген.

1.1 кесте – Бірінші теориялық сұрақты таңдау деректері

Оқу жылы	Сынақ кітапшасының соңғы саны									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2021/2022	X	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II	I
2022/2023	II	I	IV	III	VI	VII	VIII	V	X	IX
2023/2024	V	IV	III	II	I	X	IX	VIII	VII	VI
2024/2025	I	II	V	IV	III	VI	X	VII	IX	VIII
2025/2026	IX	VIII	IX	VI	VII	I	II	IV	III	V

1.2 кесте – Екінші теориялық сұрақты таңдау деректері

Оқу жылы	Сынақ кітапшасының соңғыдан алдыңғы саны									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2021/2022	X	VIII	IX	VI	VII	I	II	IV	III	V
2022/2023	II	I	IV	III	VI	VII	VIII	V	X	IX
2023/2024	I	II	V	IV	III	VI	X	VII	IX	VIII
2024/2025	X	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II	I
2025/2026	V	IV	III	II	I	X	IX	VIII	VII	VI

1.3 №1 Есептік-сызбалық жұмыстың теориялық сұрақтарының нұсқалары

1.3.1 №1 теориялық сұрақтың нұсқалары

- I – Қазақстан Республикасының энергия өндірісінің негізгі ерекшеліктері.
- II – Энергетикалық жүйе және оның жұмысын ұйымдастыру.
- III – Электр станциясының өндірістік құрылымы және оны жедел басқару схемасы.
- IV – Энергия жүйесін орталықтандырылған диспетчерлік басқару.
- V - Электр жабдықтарының қасиеттері.
- VI – Электр жабдығының істен шығуының себептері мен салдары.
- VII – Электр жабдықтарын техникалық пайдалану принципі.
- VIII – Жөндеу циклінің құрылымы. Жұмыстың жиілігі.
- IX – Энергетикалық жабдықтарды жөндеу түрлері.
- X - Жүктемелер және оларды болжау. Жүктемені басқару.

1.3.2 №2 теориялық сұрақтың нұсқалары

- I – Синхронды генераторларды пайдалану.
- II – Трансформаторлар мен автотрансформаторларды пайдалану.
- III – Коммутаторды пайдалану.
- IV – Жоғары вольтты айнымалы ток ажыратқыштарын пайдалану.
- V – Айырғыштардың пайдалану.
- VI – Асқын кернеуден қорғау құрылғыларын пайдалану.
- VII - Электр беріліс желілерін пайдалану.
- VIII – Өлшеуіштік трансформаторларды пайдалану.
- IX – Реакторларды пайдалану.
- X - Электр қондырғыларын пайдаланудағы қауіпсіздік.

2 Есептік-сызбалық жұмыс №2. Трансформаторларды пайдалану

2.1 Есептік-сызбалық жұмыстың мақсаты мен міндеттері

Есептеу-сызбалық жұмыстың мақсаты – күштік трансформаторлардың жұмысына есептерді шешудегі дербестікті дамыту, сонымен қатар техникалық әдебиеттермен жұмыс істеу дағдыларын дамыту.

Есептеу-сызбалық жұмыс типтік есептеу болып табылады, оның негізгі міндеттері индукциялық кептіру кезінде магниттеу орамының айналым санын және орамдағы ток күшін анықтау және нөлдік тізбекті токтармен трансформаторларды кептіру параметрлерін анықтау болып табылады. Есептік-сызбалық жұмыстар төменде келтірілген нұсқалар бойынша жүргізіледі.

2.2 Есептік-сызбалық жұмыстың көлемі мен мазмұны

Түсіндірме жазбаның титулдық беті, кіріспе, қажетті мәтіндік және цифрлық ақпараттық материалы, пайдаланылған әдебиеттер тізімі мен мазмұны болуы керек. [1] сәйкес 15-20 бет көлеміндегі есептеу-сызбалық жұмыстың түсіндірме жазбасы.

Есептік-сызбалық жұмыстарды орындау үшін бастапқы деректер қатан жеке болып табылады. №2 ЕСЖ орындау бойынша бастапқы деректер 2.1-кестеде келтірілген. Тапсырманың нұсқасын мұғалім әр студентке жеке тағайындайды.

2.1 кесте – Бастапқы деректерді таңдау

Нұсқа	Трансформатор қуаты, кВА / жылу оқшаулануы / қабырғалы	U , В	l , м	F / F_0	t_0 , °С	F , м ²	Δp	$\cos \varphi_0$
1	25 / жылу оқшауланған / қабырғалы	127	100	1,4	0	500	0,65	0,2
2	25 / жылу оқшауланбаған / қабырғалы	220	110	1,5	10	550	0,7	0,25
3	25 / жылу оқшауланған / тегіс	380	120	1,6	20	600	0,75	0,3
4	25 / жылу оқшауланбаған / қабырғалы	127	130	1,45	15	650	0,8	0,35
5	40 / жылу оқшауланған / қабырғалы	220	105	1,55	25	700	0,85	0,4
6	40 / жылу оқшауланбаған / қабырғалы	380	140	1,41	11	750	0,9	0,45
7	40 / жылу оқшауланған / тегіс	127	150	1,51	21	800	0,66	0,5
8	40 / жылу оқшауланбаған / қабырғалы	220	160	1,42	12	850	0,71	0,55
9	100 / жылу оқшауланған / қабырғалы	380	170	1,52	22	900	0,76	0,6
10	100 / жылу оқшауланбаған / қабырғалы	127	180	1,43	13	950	0,81	0,65
11	100 / жылу оқшауланған / тегіс	220	190	1,53	23	510	0,86	0,7
12	100 / жылу оқшауланбаған / қабырғалы	380	200	1,44	14	560	0,67	0,23
13	160 / жылу оқшауланған / қабырғалы	127	210	1,54	24	610	0,72	0,33
14	160 / жылу оқшауланбаған / қабырғалы	220	220	1,47	16	660	0,77	0,43
15	160 / жылу оқшауланған / тегіс	380	230	1,57	26	710	0,82	0,53
16	160 / жылу оқшауланбаған / қабырғалы	127	240	1,48	17	760	0,87	0,63
17	560 / жылу оқшауланбаған / қабырғалы	220	250	1,58	27	810	0,68	0,47
18	560 / жылу оқшауланған / тегіс	380	260	1,49	18	860	0,73	0,69
19	560 / жылу оқшауланбаған / қабырғалы	127	270	1,59	28	910	0,78	0,61

20	25 / жылу оқшауланған / қабырғалы	220	100	1,5	15	500	0,75	0,4
21	25 / жылу оқшауланған / тегіс	220	110	1,4	10	500	0,6	0,5
22	40 / жылу оқшауланған / қабырғалы	220	100	1,5	16	550	0,65	0,6
23	40 / жылу оқшауланбаған / қабырғалы	127	110	1,45	14	600	0,7	0,47
24	40 / жылу оқшауланған / тегіс	127	120	1,6	20	600	0,55	0,5
25	100 / жылу оқшауланған / гладкий	380	200	1,52	18	600	0,8	0,45
26	100 / жылу оқшауланбаған / қабырғалы	380	150	1,4	11	700	0,75	0,5
27	100 / жылу оқшауланған / тегіс	380	200	1,52	19	700	0,6	0,4
28	160 / жылу оқшауланған / қабырғалы	220	170	1,55	20	600	0,7	0,5
29	160 / жылу оқшауланбаған / қабырғалы	220	250	1,48	15	550	0,8	0,6
30	160 / жылу оқшауланған / тегіс	380	190	1,6	22	750	0,86	0,7

2.3 Есептік-сызбалық жұмысқа тапсырма

Есептеу-сызбалық жұмыста бастапқы мәліметтердің берілген нұсқасына сәйкес (2.1 кесте) екі мәселені шешу қажет:

1. Индукциялық кептіру кезінде магниттелетін орамның айналым санын және орамдағы ток күшін анықтаңыз.

2. Нөлдік тізбекті токтары бар трансформаторларды кептіру параметрлерін анықтау.

2.4 Жұмысты орындау бойынша әдістемелік нұсқаулар

2.4.1 Трансформаторлар туралы жалпы мәліметтер

Трансформатор – бір кернеудің айнымалы (синусоидалы) тогын сол жиіліктегі басқа кернеудің айнымалы тоғына түрлендіруге арналған статикалық электромагниттік құрылғы (2.1 сурет). Трансформатор (лат. Transformo – түрлендіру) – айнымалы ток пен кернеуді түрлендіруге арналған құрылғы.

Ашық магниттік тізбегі бар алғашқы трансформаторларды 1876 жылы П.Н.Яблочков ұсынды, ол оларды электрлік «шамды» қуаттандыру үшін пайдаланды. 1885 жылы венгр ғалымдары М.Дери, О.Блати, К.Зиперновский тұйық магнит тізбегі бар бір фазалы өндірістік трансформаторларды жасады. Үш фазалы трансформаторлар 1889 - 1891 жылдары пайда болды. (М. О. Доливо-Добровольский, Н. Тесла).

Күштік трансформаторларға тән ерекшелік - үлкен номиналды қуат болып табылады. Орындалуы бойынша күштік трансформаторлар бір фазалы және үш фазалы болуы мүмкін. Орамдардың саны бойынша екі және үш орамды болып бөлінеді. Салқындату ортасының түріне қарай майлы және

құрғақ болып бөлінеді. Орамдардың арасында электрлік байланысы бар күштік трансформатор - автотрансформатор деп аталады.



2.1 сурет – Трансформатордың сыртқы көрінісі

Күштік трансформаторлардың негізгі параметрлері:

- номиналды қуат;
- орамның номиналды кернеулері;
- номиналды орам токтары;
- қысқа тұйықталу кернеуі;
- бос жүріс тоғы;
- бос жүріс кезінде активті шығындар;
- активті қысқа тұйықталу шығындары.

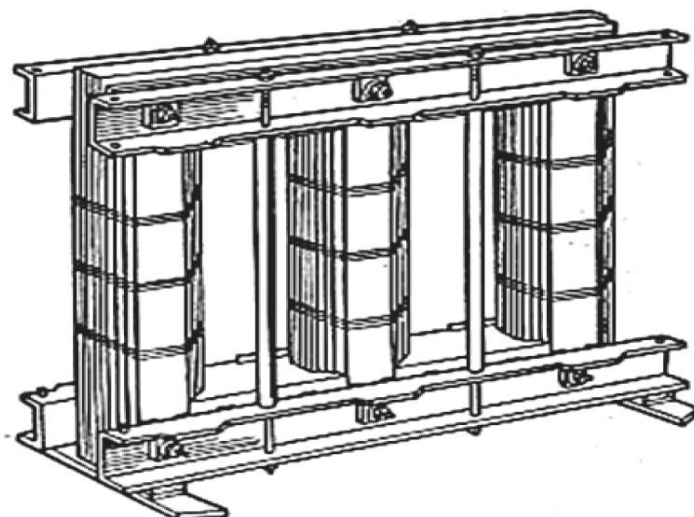
Күштік трансформаторлардың құрылымы. Құрылымдық жағынан күштік трансформатор күрделі құрылғы болып табылады, оның негізгі элементтері:

- магниттік жүйе (магниттік өткізгіш);
- орамдар;
- оқшаулама;
- кірістер;
- резервуар;
- салқындату құрылғысы;
- кернеуді реттеу механизмі;
- қорғау және өлшеу құралдары.

Күштік трансформаторлардың магниттік жүйелері. Трансформатордың негізгі магнит ағыны магниттік жүйе арқылы өтеді. Магниттік тізбек (2.2 сурет)

трансформатордың негізгі құрылымдық-механикалық бөлігі болып табылады. Ол электртехникалық болаттан жасалған. Магниттік жүйелерді құру кезінде, ең алдымен, олардағы активті және реактивті қуаттың шығынын азайтуға ұмтылады. Бұл үшін магниттік қасиеттері жоғары болат маркалары қолданылады.

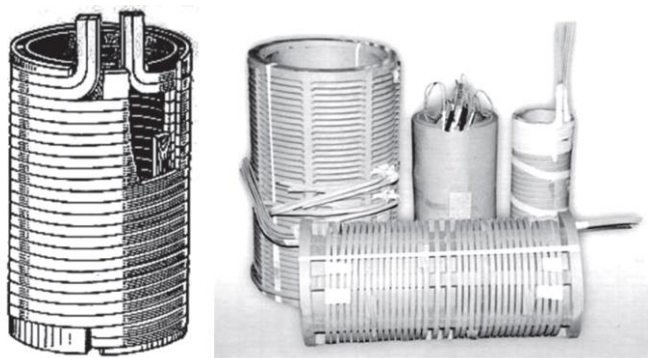
Болат парақшалары бір-бірінен арнайы жабынмен оқшауланған. Өзектерді бекіту шынылы таңғыштармен, қамыттарды - болат таңғыштармен жүзеге асырылады.



2.2 сурет – Магнитөткізгіш

Күштік трансформаторлардың орамдары. Күштік трансформаторлардың орамдары концентрлік және ауыспалы болуы мүмкін (2.3 сурет). Орамның өткізгіш материалы мыс немесе алюминий болып табылады. Конструкциясы бойынша орамдар цилиндрлік, бұрандалы, үздіксіз, бір және көпқабатты, дискілі, тоғысқан болуы мүмкін.

Жоғары қуатты трансформаторларында ЖК орамдар әдетте осьтік бағытта орналасқан катушкалар тізбегінен тұрады. Катушкалар тік арналға оралады. Орамның конструкциясы көлденең арналарды да қарастырады.



2.3 сурет – Трансформаторлардың орамдары

Трансформатор майын пайдалану. Трансформатор майы трансформаторда үш негізгі функцияны орындайды: • белсенді бөліктің ток өткізетін бөліктерін оқшаулайды; • жұмыс кезінде қызатын белсенді бөліктің құрамдас бөліктерін салқындатады; • орамалардың қатты оқшауламасын ылғалдан қорғайды.

Пайдалану қасиеттері мен оның сапасы майдың химиялық құрамымен анықталады. Жаңадан жеткізілетін майдың стандартқа сәйкестігін растайтын жеткізушінің сертификаты болуы керек. Трансформатормен бірге келген майдың стандартқа сәйкестігі трансформатор паспортындағы жазбамен расталады.

Трансформаторларды әрбір тексеру кезінде майдың жоғарғы қабаттарының температурасы тексеріледі, термометр немесе температура дабылы арқылы бақыланады. Бұл температура 95°C -тан аспауы керек. Болмаса, трансформатордың жүктемесін азайту керек.

Майдың күйі сынау нәтижелері бойынша бағаланады, олар көлеміне қарай үш түрге бөлінеді: • диэлектрлік беріктік сынағы. Мұнда майдың бұзылу кернеуі анықталады, механикалық қоспалар мен ылғалдың құрамы көзбен (сапалық) анықталады; • май талдауының қысқартылған түрі. Мұнда 1-тармақтан басқа, тұтану температурасы және басқа қоспалармен ластануы анықталады; • майды толық талдау. Мұнда 2-тармақтан басқа ылғал мен механикалық қоспалардың сандық құрамы, диэлектрлік шығынның тангенсі $\text{tg}\delta$, суда еритін қышқылдар мен сілтілердің мөлшері, антиоксиданттық қоспалардың мөлшері, газ мөлшері және басқа көрсеткіштер анықталады.

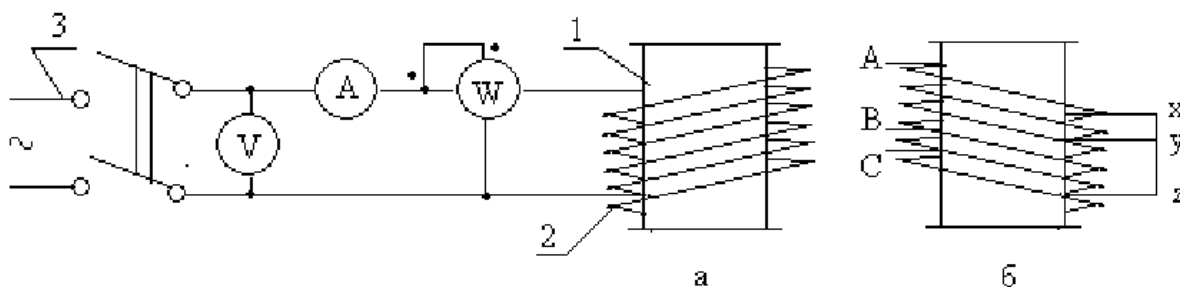
$\text{tg}\rho$ шамасы майдың ластану және ескіру дәрежесін сипаттайды. Трансформатор майын пайдалану кезінде ылғалдылық мұқият бақыланады. Бұл көрсеткіштің нашарлауы трансформатордың герметикалығының бұзылуын немесе оның рұқсат етілмейтін жүктеме режимінде жұмыс істеуін сипаттайды.

Трансформатор майының жұмысындағы қиындықтар: қоршаған ортадан қорғау, күйін кезеңді бақылау, сынау, регенерациялау – қуаты 1600 кВА дейін герметизацияланған трансформаторларды (ТМГ) 6-35 кВ тарату желілерінде кеңінен қолдануға қол жеткізіледі. Бұл трансформаторлар толығымен маймен толтырылған және кеңейткіші жоқ. Майдың көлеміндегі температураның өзгеруі гофрленген резервуар арқылы қабылданады.

2.5 Есептерді шешу бойынша әдістемелік нұсқаулар

Трансформатор орамдарының оқшауламасын әртүрлі әдістермен кептіруге болады: кептіру пештерінде, инфрақызыл шамдарды пайдалану, қысқа тұйықталу тогы, өз резервуарындағы шығындар және нөлдік тізбекті токтар. Дегенмен, жұмыс жағдайында меншікті резервуардағы шығындармен және нөлдік тізбекті токтармен кептірудің ең үнемді және ыңғайлы әдістері кең таралған. Екі жағдайда да кептіру трансформаторлар орнатылған жерде қоршаған ортаның кез келген температурасында, бірақ резервуарлардан майды төгу арқылы жүзеге асырылуы мүмкін.

Резервуардағы шығынмен кептіру. Кейде бұл әдіс индукциялық деп аталады. Қыздыру резервуардағы шығындар арқылы жүзеге асады, ол үшін трансформатор бағында магниттелетін орама оралған (2.4 сурет).



а - бір фазалы магниттеу орамасы; б - үш фазалы магниттеу орамасы;

1 – қыздырылатын трансформатор; 2 - магнитті орама; 3 - қорек көзі

2.4 сурет – Магниттеу ораманың көмегімен трансформаторды кептіру сұлбасы

Резервуардың ішіндегі температураның біркелкі таралуын алу үшін магниттеу орамасы резервуар биіктігінің 40-60% айналасында (төменнен) оралады, ал катушкалар жоғарғы жағына қарағанда резервуардың төменгі жағында қалыңырақ және тығызырақ орналасады.

Орамды есептеу.

Оралымдардың саны мына формуламен анықталады:

$$\omega = \frac{UA}{l}. \quad (2.1)$$

мұндағы U – ток көзінің кернеуі, В; l - резервуардың периметрі, м.

A мәні ΔP меншікті шығындарға байланысты 2.2-кесте бойынша анықталады:

$$\Delta P = k_T \frac{F}{F_0} (t_k - t_0), \quad (2.2)$$

мұндағы k_t – жылу беру коэффициенті, оқшауланған резервуар үшін $k_t = 5$, оқшауланбаған резервуар үшін $k_t = 12$, кВт/(м²·град);

F – трансформатор резервуарының беті, м²;

F_0 – орама алып жатқан резервуар беті, м²;

t_k – резервуардың қыздыру температурасы, әдетте 100 °С-қа тең;

t_0 – қоршаған орта температурасы, °С.

Орамдағы ток күші мына өрнекпен анықталады:

$$I = \frac{\Delta P F_0}{U \cos \varphi}, \quad (2.3)$$

мұндағы $\cos\varphi = 0,54 \dots 0,7$ тегіс немесе құбырлы резервуарлары бар трансформаторлар үшін; қырлы резервуарлары бар трансформаторлар үшін $\cos\varphi = 0,3$.

Резервуардың қабырғалары неғұрлым қалың болса, сыртқы бекіткіштердің бөлшектері неғұрлым массивті болса, соғұрлым $\cos\varphi$ мәні жоғары болады.

Трансформатордың қызу температурасын кіріс кернеуін өзгерту, магниттелетін орамның бұрылыстарының санын өзгерту және магниттеу орамының қуатын мерзімді түрде өшіру арқылы басқаруға болады.

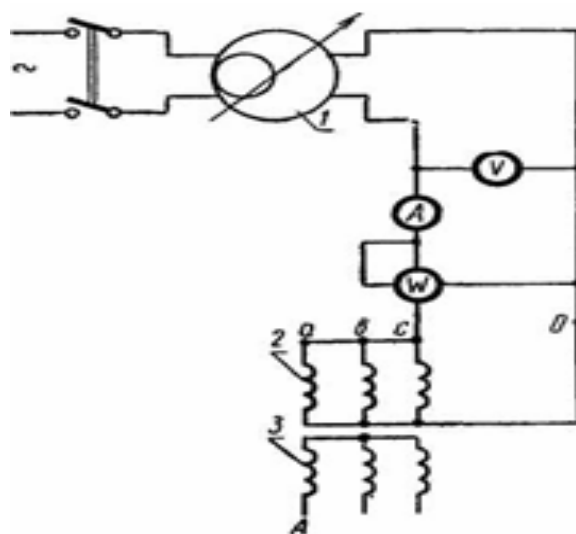
2.2 кесте – А шамасының мәні

ΔP	A	ΔP	A	ΔP	A	ΔP	A
0,75	2,33	0,8	2,26	0,85	2,18	0,9	2,12
1,1	1,92	1,15	1,88	1,2	1,84	1,4	1,74
1,9	1,56	2,0	1,54	2,1	1,51	2,2	1,49
ΔP	A	ΔP	A	ΔP	A	ΔP	A
0,95	2,07	1,0	2,02	1,05	1,87		
1,6	1,61	1,7	1,63	1,8	1,59		
2,4	1,44	2,5	1,42	3,0	1,34		

Нөлдік тізбектегі токтармен кептіру (НТТ).

Бұл әдістің алдыңғысынан айырмашылығы, нөлдік тізбек тізбегіне сәйкес қосылған трансформатор орамдарының біреуі магниттеу орамасы қызметін атқарады. Трансформаторларда 12 орамды қосу тобы бар. Бұл жағдайда магниттеу орамасы ретінде шығыс нөлдік нүктесі бар төмен вольтты ораманы пайдалану өте ыңғайлы.

Трансформаторды нөлдік тізбекті токтармен кептіру кезінде (2.5 сурет) қыздыру магниттелетін орамдағы, магниттік контурдың болатындағы және оның құрылымдық бөліктеріндегі, резервуардағы нөлдік тізбекті ағындардың әсерінен жоғалтулар есебінен жүреді.



1 - потенциалды реттегіш; 2 – ТК орамасы; 3 - ЖК орамасы

2.5 сурет – Трансформаторды нөлдік тізбекті токтармен кептіру сұлбасы

Осылайша, нөлдік тізбекті токтармен трансформаторларды кептіру кезінде ішкі және сыртқы жылу көздері бар. Бұл кептіру екі кептіру әдісінің тіркесімі болып табылады: қысқа тұйықталу тогы және өз резервуарындағы шығындар.

Нөлдік тізбекті токтары бар трансформаторларды кептіруге арналған параметрлерді келесідей анықтауға болады.

Магниттеу орамасы тұтынатын қуат,

$$P_0 = \Delta p F, \quad (2.4)$$

мұндағы Δp – энергияның меншікті шығыны. $\Delta p = 0,65 \dots 0,9$ кВт/м² резервуардың жылу оқшаулауынсыз, кептіру белсенді (алынбалы) бөлігінің 100...110°C және қоршаған ортаның 10...20°C температурасында жүретін трансформаторлар үшін қолдануға болады. Төмен қуатты трансформаторлар үшін меншікті қуаттың төменгі мәні алынады.

Магниттеу орамасы жұлдызша қосылған кездегі кіріс кернеуі, мұнда z_0 орама фазасының нөлдік кедергісі болып табылады, оны эмпирикалық түрде анықтауға болады; $\cos \varphi_0 = 0,2 \dots 0,7$.

$$u_0 = \sqrt{\frac{P_0 z_0}{3 \cos \varphi_0}}, \quad (2.5)$$

Трансформатордың қуаты неғұрлым көп болса, оның ішкі бекіткіштерінің бөлшектері соғұрлым массивті, резервуар қабырғалары қалыңырақ, магниттік контур мен резервуар арасындағы қашықтық неғұрлым аз болса, соғұрлым $\cos \varphi_0$ мәні жоғары болады. Оның мәнін эмпирикалық жолмен де анықтауға болады.

Өлшеу құралдарын таңдау үшін қажетті фазалық кептіру тогын және құбырлы резервуарлары бар трансформаторлар үшін қоректендіру сымдарының көлденең қимасын мына өрнектен анықтауға болады:

$$I_0 = I_H \sqrt{\frac{10}{S_H}}, \quad (2.6)$$

мұндағы S_H – трансформатордың номиналды қуаты, кВА.

Ішкі жылу көзімен трансформаторларды нөлдік тізбекті токтармен кептіру өз резервуарындағы шығыны бар трансформаторды кептірумен салыстырғанда айтарлықтай төмен қуат тұтынуымен (40%-ға дейін) және кептіру уақытымен (сонымен бірге 40%-ға дейін) сипатталады.

Нөлдік тізбекті токтары бар кептіру трансформаторларының кемшілігі қоректену кернеуінің стандартты емес болуы, яғни арнайы ток көзі қажет. Көбінесе мұндай ток көзі дәнекерлеу трансформаторы болуы мүмкін.

Трансформаторды кептіруден кейін оны тексереді, магниттік тізбектің шыбықтарының оқшаулама кедергісін анықтайды (35 кВ қоса алғанда трансформаторлар үшін ол кемінде 5 МОм болуы керек), барлық болттармен жалғанған қосылыстар тартылады. Қайта қарау кезінде трансформатордың температурасы қоршаған орта температурасынан 5 ... 10°C жоғары болуы керек.

Ашық ауада трансформатордың белсенді бөлігінің болу ұзақтығы құрғақ ауа райында 16 сағаттан (ауаның салыстырмалы ылғалдылығы 75% дейін) және ылғалды ауа райында 12 сағаттан (ауаның салыстырмалы ылғалдылығы 75% жоғары) аспауы керек. Барлық трансформаторларды қосу алдында май құйып, жылы бөлмеде 48 сағатқа, ал суықта 120 сағат ұстайды.

Орамның фазасының нөлдік реттілік кедергілері 2.3-кестеде көрсетілген.

2.3 кесте - Орам фазаларының нөлдік тізбекті кедергісі.

Номиналды қуаты, кВА	Кедергісі, МОм	
	r_0	X_0
25	73	35,4
40	44	13,4
63	28	12
100	15,6	10,6
160	50	82
250	44	33
320	3,8	202
560	1,9	170
750	1,3	120
1000	0,9	80

Трансформаторлардың жылулық есебі.

Биіктік бойынша май мен орам температурасы сызықты өзгереді:

$$g = \Theta_{\text{обс.орт.}} - \Theta_{\text{май орт.}} = 21^{\circ}\text{C}. \quad (2.7)$$

98°C - бұл температура 25 жыл жұмыс істейтіндей номиналды жағдайларда жоғарғы орамада сақталуы мүмкін.

$$u_{\text{тк.т}} = u_{\text{корш.ауа.ном.}} + \Theta_{\text{обс.орт.}} + \varepsilon = 20 + 65 + 13 = 98^{\circ}\text{C}; \quad (2.8)$$

$$\Theta_{\text{тк.т в.с.м}} = u_{\text{тк.т}} - \Theta_{\text{к.орт.}} - u_{\text{к.төм.}} \quad (2.9)$$

Стационарлық күйдегі трансформатордың жылулық есебі.

Есептің мақсаты: жоғарғы қабаттардағы май температурасын анықтау және ең ыстық нүктедегі орама температурасын анықтау.

$$v_{\text{мас. қос.}} = 95^{\circ}\text{C}; v_{\text{доп. обм}} = 140^{\circ}\text{C};$$

$v_{\text{мас.}}$ – майдың ескіруіменмен анықталады;

$v_{\text{ор.}}$ - оқшаулама арқылы анықталады.

Артық температура майдың тезірек тозуына және орамның тозуына әкеледі.

Майдың температурасын анықтау.

Жалпылама, $S_T \neq S_{\text{НОМ}}$.

Трансформатордың жүктеме коэффициенті:

$$k = S_{\text{НОМ}} / S_T; \quad (2.10)$$

$$b = \Delta P_M / \Delta P_c, \quad (2.11)$$

мұндағы ΔP_M – мыстың шығындар;

ΔP_c – трансформатордың болатындағы шығындар.

Трансформатордағы шығындар:

$$\Delta P_T = \Delta P_c + \Delta P_M = \Delta P_c (1 + k^2 b), \quad (2.12)$$

ΔP_M мәні k^2 -ден тәуелді $\Delta P_M = k^2 \Delta P_c b$; ГОСТ бойынша $b = 5$.

$$\frac{\Theta_{\text{М.ЖОФ.ҚАБ}}(S)}{\Theta_{\text{М.ЖОФ.ҚАБ}}(S_{\text{НОМ}})} = \left[\frac{\Delta P_c (1 + k^2 b)}{\Delta P_c (1 + b)} \right]^m, \quad (2.13)$$

мұндағы m - трансформатордың салқындату жүйесіне байланысты. М және Д үшін 0,9; Ц және ДЦ үшін 1.

$$\Theta_{\text{М.ЖОФ.ҚАБ}}(S) = \Theta_{\text{М.ЖОФ.ҚАБ}}(S_{\text{НОМ}}) \left[\frac{1 + k^2 b}{1 + b} \right]^m. \quad (2.14)$$

$\Theta_{\text{М.ЖОФ.ҚАБ}}(S_{\text{НОМ}}) = 55^{\circ}\text{C}$ -майлы салқындату үшін.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию учебно-методических и учебных работ. СТ НАО 56023-1910-04-2014. Издание официальное. Алматы: «НАО АУЭС». - 2014. - 43 с.
- 2 Ерошенко Г. П., Коломиец А. П., Кондратьева Н. П., Медведько Ю. А., Таранов М. А. Эксплуатация электрооборудования — М.: КолосС, 2007. — 344 с.: ил. — (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
- 3 Основы эксплуатации электрооборудования: Учебное пособие / Составитель М.И.Успенский. – Сыктывкар: СЛИ, 2006. – 53 с.
- 4 Красник В.В. Эксплуатация электрических подстанций и распределительных устройств. М.: Энас., 2012 г.
- 5 Электротехнический справочник: в 4 т. Т.3. Производство и распределение электрической энергии / под общ. ред. В. Г. Герасимова и др. – 8-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во МЭИ, 2002. – 964 с.
- 6 Правила технической эксплуатации РК https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30013482#pos=1;-16
- 7 Лабренз Н., Тиеде А. Приемо-сдаточные, типовые и эксплуатационные испытания силовых трансформаторов в соответствии со стандартами ИЕС <https://bib.convdocs.org/v39309>
- 8 Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500010907>
- 9 Основные вопросы технической эксплуатации электрооборудования [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ж. А. Зарандия, Е. А. Иванов. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015.
- 10 Акимова Н.А. Котеленец Н.Ф, Сентюрихин Н.И. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования: учеб. пособие для студ. Сред. Проф. Образования. - 5 изд., перераб и доп. - М.: Издательский центр «Академия» 2008. - 304 с.

Мазмұны

Кіріспе	3
<u>Есептік-сызбалық жұмыс №1. Электр станцияларының электр жабдықтарының жұмысы бойынша теориялық сұрақтар</u>	4
<u>1.1 №1 есептік-сызбалық жұмыстың мақсаты мен міндеттері</u>	4
<u>1.2 Есептік-сызбалық жұмыстың көлемі мен мазмұны</u>	4
<u>1.3 №1 Есептік-сызбалық жұмыстың теориялық сұрақтарының нұсқалары</u>	5
<u>2 Есептік-сызбалық жұмыс №2. Трансформаторларды пайдалану</u>	5
<u>2.1 Есептік-сызбалық жұмыстың мақсаты мен міндеттері</u>	5
<u>2.2 Есептік-сызбалық жұмыстың көлемі мен мазмұны</u>	6
<u>2.3 Есептік-сызбалық жұмысқа тапсырма</u>	7
<u>2.4 Жұмысты орындау бойынша әдістемелік нұсқаулар</u>	7
<u>2.5 Есептерді шешу бойынша әдістемелік нұсқаулар</u>	10
<u>Әдебиеттер тізімі</u>	16

Ернар Таңирбергенұлы Әмитов
Елена Григорьевна Михалкова

ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫНЫҢ ЭЛЕКТР ЖАБДЫҚТАРЫН ПАЙДАЛАНУ

6В07101 – Электр энергетикасы білім беру бағдарламасы бойынша білім алатын студенттерге есептік-сызбалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулық

Редактор:
Стандарттау бойынша маман:

Изтелеуова Ж.Н.
Ануарбек Ж.А.

Басылымға қол қойылды __. __. __.
Таралымы 50 дана.
Көлем – 1,0 оқу- бас.ә.

Пішімі 60x84 1/16
Баспаханалық қағаз № 1
Тапсырыс Бағасы 500 тг.

«Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының
көшірме – көбейту бюросы
050013 Алматы, Байтұрсынұлы көшесі, 126/1