

Т.Қ. Нұрмухамедова

Электрмен жабдықтау негіздері

Костанай, 2021

А. Айтмухамбетов атындағы инженерлік - техникалық институт

Электрэнергетика кафедрасы

Т. Қ. Нұрмухамедова

ЭЛЕКТРМЕН ЖАБДЫҚТАУ НЕГІЗДЕРІ

Оқу - әдістемелік құрал

Қостанай, 2021

УДК 331. (075.8)
ББК 65.242.(каз) я73

Автор:

Нұрмұхамедова Тәтіш Қайдарқызы - А. Байтұрсынов атындағы ҚӨУ А. Айтмұхамбетов атындағы инженерлік - техникалық институтының электрэнергетика кафедрасының аға оқытушысы

Рецензенттер:

Жаналинов Б.Н. - А. Байтұрсынов атындағы ҚӨУ А. Айтмұхамбетов атындағы инженерлік - техникалық институтының машина жасау кафедрасының, техникалық ғылымдарының кандидаты, доцент

Шаяхметов А.Б. - М.Дулатов атындағы Қостанай инженерлік-экономикалық университетінің ғылым және инновация жөніндегі проректоры техникалық ғылымдарының кандидаты

Рыспаев К.С. А. - Байтұрсынов атындағы ҚӨУ А. Айтмұхамбетов атындағы инженерлік - техникалық институтының машина жасау кафедрасының, философия докторы (PhD), қауымдастырылған профессор

Нұрмұхамедова Т.Қ.

Н86 Электрмен жабдықтау негіздері. Оқу – әдістемелік құрал. Қостанай: А. Байтұрсынов атындағы ҚӨУ, - 2020 – 95 б.

978-601-7640-74-3

Оқу – әдістемелік құралда қарастырылған жалпы анықтамалар және электржабдықтардың құрылысы. Электр станцияда көптеген электр жабдықтары кеңінен қолданылады. Мысалы: синхронды генераторлар, күштік трансформаторлар мен автотрансформаторлар, электр қозғалтқыштары (асинхронды немесе синхронды), синхронды компенсаторлар т.с.с.

Оқу – әдістемелік құралы жоғары оқу орындарында және колледждерде «Электрмен жабдықтау негіздері» пәнінен білім алушыларға арналған

ББК 65.242.(каз).я73

Н86

А. Байтұрсынов атындағы Қостанай өңірлік университетінің оқу-әдістемелік кеңесімен бекітіліп баспаға ұсынылды, 14.12.2020 г. № 2 хаттама

978-601-7640-74-3

© А. Байтұрсынов атындағы
Қостанай өңірлік университетінің

Мазмұны

Кіріспе.....	5
1 Тақырып Станцияның негізгі электржабдықтары.....	6
1.1 Жалпы ұғым.....	6
1.2 Синхронды генераторлар.....	6
1.3 Релелік қорғаныс және автоматика.....	7
1.4 Бақылау сұрақтары.....	9
2 Тақырып Электр генераторлары. Жұмыс істеу ұстанымы	
Құралымы.....	10
2.1 Электр генераторы.....	10
2.2 Синхронды машиналардың негізгі көрсеткіштері.....	13
2.3 Генераторларды қоздыру және салқындату жүйелері.....	14
2.4 Генераторды салқындату жүйелері.....	17
2.5 Бақылау сұрақтары.....	20
3 Тақырып Күштік трансформаторлар (автотрансформаторлар)...	21
3.1 Трансформатор (автотрансформаторлар).....	21
3.2 Күштік трансформатордың жүктелу қабілеттілігі.....	26
3.3 Трансформаторларды параллель жұмысқа қосу үшін қойылатын негізгі талаптар.....	28
3.4 Автотрансформаторлардың жұмыс режимі және құралымы. Ерекшеліктері.....	31
3.5 Бақылау сұрақтары.....	38
4 Тақырып Асинхронды электр қозғалтқыштары. Жұмыс істеу ұстанымы. Құралымы.....	39
4.1 Жалпы ұғым.....	39
4.2 Синхронды компенсаторлар. Жалпы мәлімет.....	41
4.3 Электр аппараттары. Түрлері. Ерекшеліктері.....	43
4.4 Бақылау сұрақтары.....	46
5 Тақырып Ажыратқыштар. Олардың түрлері және жетектері.....	47
5.1 Ажыратқыштар	47
5.2 Үлкен және аз көлемді майлы ажыратқыштар.....	47
5.3 Сулы және ауалы ажыратқыштар.....	52
5.4 Элегазды және синхронды ажыратқыштар.....	56
5.5 Бақылау сұрақтары.....	61
6 Тақырып Айырғыштар. Олардың түрлері және жетектері.....	63
6.1 Айырғыштар құралымы бойынша мынадай типтерге бөлінеді.....	63
6.2 Бөлектеуіш және қысқа тұйықтауыш аппараттар.....	63
6.3 Айырғыштар жетектері.....	65
6.4 Бақылау сұрақтары.....	67
7 Тақырып Өлшеуіштік ток трансформаторы.....	68
7.1 Жалпы ұғым.....	68
7.2 Өлшеуіштік кернеу трансформаторы.....	70
7.3 Бақылау сұрақтары.....	74
Қолданылған әдебиеттердің тізбесі.....	74

Кіріспе

Электр станцияда көптеген электр жабдықтары кеңінен қолданылады. Мысалы: синхронды генераторлар, күштік трансформаторлар мен автотрансформаторлар, электр қозғалтқыштары (асинхронды немесе синхронды), синхронды компенсаторлар т.с.с.

Электр станциясы мен қосалқы станциядағы негізгі электр аппараттарына - әр түрлі аппараттар (ажыратқыштар, айырғыштар, қысқа тұйықтағыштар, бөлгіштер, релелік қорғау, автоматика т.б.) жатады.

Синхронды генераторлар электр энергиясын өндіруге және электр желісінде кернеуді реттеуге, электр қозғалтқыштары – қосалқы механизмдер мен машиналарды қозғалысқа келтіруге, күштік трансформаторлары жоғары немесе төмен кернеудің қажетті деңгейіндегі электр энергиясын алуға қолданылады.

Электр энергетикада ажыратқыш аппараттардың айрықша маңызы бар, олар станциялар мен қосалқы станциялардағы жекелеген тізбектердің агрегаттарын қалыпты режимде және апаттық жағдайда қосу және ажырату үшін қажет. Ажыратқыш аппараттарға жататын: рубильниктер, ажыратқыштар автоматтары, балқымалы сақтандырғыштар, контакторлар, магниттік іске қосқыштар, бөлгіштер, қысқа тұйықтағыштар және жоғары вольтті ажыратқыштар.

1 Тақырып Станцияның негізгі электржабдықтары

Мақсаты: Станциядағы электр жабдықтарының қолданылуы және конструкциялық орындалуы алуан түрлерімен танысу және теориялық негізін оқу.

1.1 Жалпы ұғым

Станциядағы электр жабдықтарының қолданылуы және конструкциялық орындалуы алуан түрлі. Оны **екі топқа** бөлуге болады:

1. Негізгі электр жабдықтарына электр энергияны өндіретін генераторлар және кернеудің деңгейін өзгертетін трансформаторлар (автотрансформаторлар) жатады.

2. Өндіріс процестерін қамтамасыз ететін және электр жабдықтарының жұмыс тәртібін (режімін) өзгертетін, энергияның сапасын бақылайтын, апаттық жағдайда элементтерді қорғайтын электр аппараттарынан тұрады.

Сонымен станциядағы электр жабдықтарының негізгі құрамы мыналар:

1. Тоқ трансформаторлары (ТА1-ТА2).
2. Ажыратқыштар (Q1-Q7).
3. Айырғыштар (QS 1-QS 13).
4. Өз қажетін қоректендіретін тізбек (W4-W7).
5. Күштік трансформаторлары (Т1,Т2).
6. Электр беріліс желісі (W1-W2).
7. Жинақтаушы шиналары (А).
8. Балқымалы сақтандырғыштар (F_1 - F_5).
9. Кернеу трансформаторлары (TV1-TV3).
10. Генераторлар (G1, G2).

Электр станцияда көптеген электр жабдықтары кеңінен қолданылады. Мысалы: синхронды генераторлар, күштік трансформаторлар мен автотрансформаторлар, электр қозғалтқыштары (асинхронды немесе синхронды), синхронды компенсаторлар т.с.с.

Электр станциясы мен қосалқы станциядағы негізгі электр аппараттарына - әр түрлі аппараттар (ажыратқыштар, айырғыштар, қысқа тұйықтағыштар, бөлгіштер, релелік қорғау, автоматика т.б.) жатады.

1.2 Синхронды генераторлар.

Синхронды генераторлар электр энергиясын өндіруге және электр желісінде кернеуді реттеуге, электр қозғалтқыштары – қосалқы

механизмдер мен машиналарды қозғалысқа келтіруге, күштік трансформаторлары жоғары немесе төмен кернеудің қажетті деңгейіндегі электр энергиясын алуға қолданылады (14,15,16,17,18).

Электр энергетикада **ажыратқыш** аппараттардың айрықша маңызы бар, олар станциялар мен қосалқы станциялардағы жекелеген тізбектердің агрегаттарын қалыпты режимде және апаттық жағдайда қосу және ажырату үшін қажет. Ажыратқыш аппараттарға жататын: рубильниктер, ажыратқыштар автоматтары, балқымалы сақтандырғыштар, контакторлар, магниттік іске қосқыштар, бөлгіштер, қысқа тұйықтағыштар және жоғары вольтті ажыратқыштар (19,20).

Қажетті жағдайда қысқа тұйықталған тоқ шамасын шектейтін аппараттар – реакторлар, электр қондырғысын артық кернеуден қорғайтын аппараттар – разрядниктер қолданылады. Өлшеуіш приборлары, қорғауыш релені және автоматиканы қосу үшін, әрі басқа да мақсаттар үшін тоқ пен кернеуді өлшейтін трансформаторлар кеңінен қолданылады.

Жоғарыда аталған негізгі электр жабдықтары мен қоса, электр станциялары мен қосалқы станцияларында көптеген өлшеуіш приборлар, сондай-ақ релелік қорғаныс, автоматика, сигнализация, басқа да құрылғылар қолданылады.

Өлшеуіш приборлар агрегаттардың және қондырғының жекелеген бөлшектерін бақылау үшін, электр энергияның сапасын (кернеуі мен жиілігін) бақылау үшін, әрі өндірілетін және таратылатын электр энергияның есебін алу үшін қолданылады.

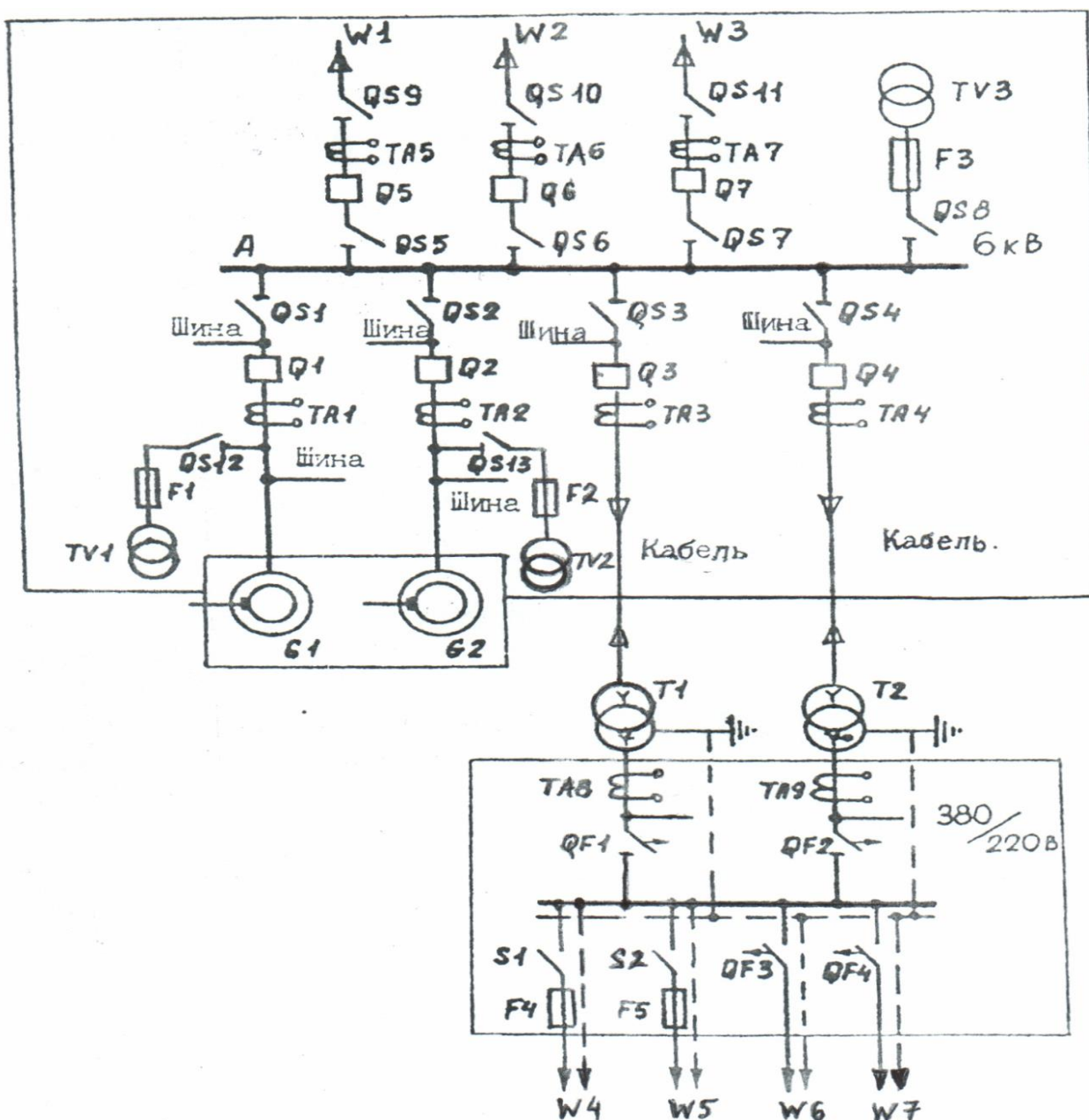
1.3 Релелік қорғаныс және автоматика.

Релелік қорғаныс және автоматика құрылғылары қондырғыдағы апатты және бұзылған жұмыс режимін тез реттеуге ықпал етеді, әрі олардың қалыпты режимін тез түзетеді.

1.1 сұлбалы суретте тиісті жабдықтар орналастырылған бөлмелер контуры үзік сызықтармен шектелген. Г-1 және Г-2 генераторлары өздерінің бастапқы қозғалтқыштарымен қоса (суретте көрсетілмеген) станцияның бас корпусындағы машина залында орналастырылған. Кернеуі 6-10 кВ болатын барлық электр жабдықтары станцияның бас тарату құрылғысында орнатылған. Генератордың осы тарату құрылғысымен байланысы шиналармен көрсетілген, алайда олар күштік электр кабелімен де орындалуы мүмкін.

Т-1 және Т-2 трансформаторлары станцияның өз мұқтажы үшін орнатылған таратқыш қалқанды 380-220 В қоректендіруге және станцияға электр жарығын беретін электр желісі тартылады. 6 кВ-тың барлық тізбектерінде жоғары кернеуді ажыратқыш (Q) және айырғыш (QS) орнатылған. Жинақтаушы шинасы (А) жағынан орнатылған айырғыштарды, ал тармақталған желідегі кабельді бөлімдегі айырғыштарды (QS9- QS11) желілік деп атау қабылданған. Тізбектің

әрбір жалғанған тұсына трансформатор тоғы (ТА) орнатылған, ол өлшеуіш приборлар мен релелік қорғаныстың құралдарын қоректендіруге арналған. Кернеу трансформаторы (TV) генератор тізбегінде және жинақтаушы шиналарда орнатылған. Кернеу трансформаторының алдына



айырғыштар мен балқыма сақтандырғыштар (F₁-F₃) қосылған.

1.1 сурет – Электр станциялардың негізгі жабдықтары мен электр аппараттарын қолданудың ұстанымдық сұлбасы.

Кернеуі 380/220В шаппа қосқыштағы (QF₁-QF₂) және балқыма сақтандырғыштағы (F₄-F₅) максималь ток (QF₁-QF₅) автоматы көрсетілген. Аппараттар аралығындағы жинақтаушы шиналар (А) мен барлық қосылыстар фарфор оқшаулатқышта жалаңаш шиналармен (Ш) атқарылады. Жекеленген тізбектерді кейде кабельден жасайды. Т-1 және

T-2 трансформаторларына кернеуі 6 кВ кабельдерді жалғастырады. Кабельді көбінесе кернеуі 6 кВ 3 тармақты сымнан жасайды. Кернеуі 1000 В-қа дейінгі тарауыш құрылғыларды жалаңаш шиналармен немесе оқшауланған сымдармен жалғастырады. Онда аппараттардың, приборлардың, басқа да құрылғылардың орналасуы, олардың жалғануы, сондай-ақ сымдар мен кабельдердің қимасы, олардың маркасы, тиіспелі құрылғылардың орналасуы, тораптарды маркировкалау сұлбасы және элементтер сұлбасы көрсетіледі.

Міне осы көрсетілген жабдықтар арқылы электр энергиясы өндіріледі және түрлендіріледі де тұтынушыларға жеткізіледі. Осы жіберілетін электр энергияның сапасы көрсетілген жабдықтардың құралымына, тоқтаусыз жұмыс істеуіне және осы станциядағы жұмысшылардың біліміне байланысты.

Төменде қажетті жабдықтардың өнеркәсіпте және шаруашылықта жиі қолданылатын түрлерінен мысал келтіріледі.

1.4 Бақылау сұрақтары:

- 1 Станциядағы электр жабдықтарының қолданылуы және конструкциялық орындалуына байланысты қандай екі топқа бөлуге болады?
- 2 Станциядағы электр жабдықтарының негізгі құрамына мыналар жатады:
- 3 Электр станцияда көптеген электр жабдықтары кеңінен қолданылады, мысалы:
- 4 Электр станциясы мен қосалқы станциядағы негізгі электр аппараттарына - әр түрлі аппараттар жатады:
- 5 Синхронды генераторлар не үшін қолданылады?
- 6 Электр энергетикада ажыратқыш аппараттардың айрықша маңызы бар, не үшін қажет.
- 7 Ажыратқыш аппараттарға жататын:
- 8 Өлшеуіш приборлар не үшін пайдаланады?
- 9 Релелік қорғаныс және автоматика құрылғыларының негізгі қызмет ету аясы?
- 10 Электр станциялардың негізгі жабдықтары мен электр аппараттарын қолданудың ұстанымдық сұлбасының анықтамасы (сұлбаны сызу қажет).
- 11 Қандай жабдықтар арқылы электр энергиясы өндіріледі және түрлендіріледі де тұтынушыларға жеткізіледі?

2 Тақырып Электр генераторлары. Жұмыс істеу ұстанымы. Құралымы.

Мақсаты: Электр генераторлардың жұмыс істеу ұстанымын, құралымын және теориялық негізін оқу, есептеу.

2.1 Электр генераторы

Электр генераторы - турбинадан алған механикалық энергияны электрэнергиясына түрлендіретін машина. Генератордың жұмыс **принципі** (Фарадей-Максвелл) электромагниттік индукция құбылысына негізделген. Генераторда өндірілген ток пен кернеу синусоида заңы бойынша өзгереді, сондықтан да генератор өндірген электр қозғаушы күш айнымалы шама, әрі ол магнит ағынының (Φ) өзгеруіне байланысты болады. Сонымен:

$$\varepsilon = d\phi / dt \quad (2.1)$$

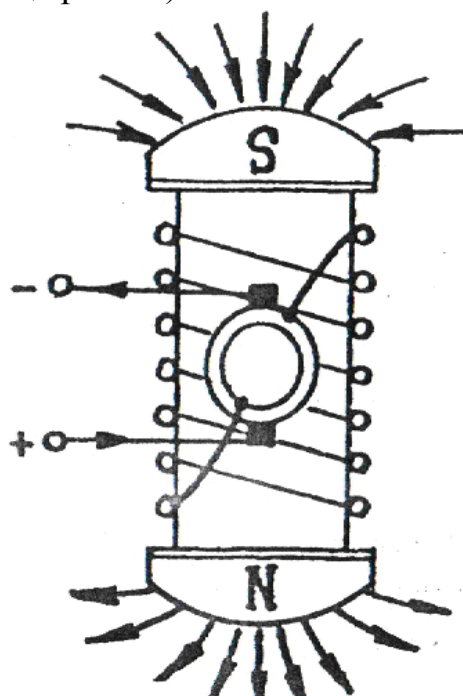
Электр қозғаушы күші (Э.Қ.К.) магнит ағынының (Φ) өзгерісіне байланысты, ал оның өзі ротордың орамынан ток аққанда пайда болады (2.1-сурет). Ротор дегеніміз болат білік- подшипниктерден айналатын цилиндр. Цилиндрге ойық жасалып, онда тұрақты токтың сым орамы орнатылған. Токтың (1) орам санына (W) көбейтідісі магнит қозғалтқыш күшін ($I \cdot W$), оның өзі темір өзекшеде магнит индукциясын (B) тудырады: $B = \mu \cdot I \cdot W$, мұндағы μ - полюстің квадрат сантиметр бетіндегі магнитті күш сызығы жолының магнит өткізгіштігі.

Полюстен шығатын магнитті күш сызығының толық саны магнит ағыны (Φ) болып саналады: $\Phi = B \cdot S$, мұндағы S -см² есебіндегі полюс беті. Магнит ағыны Вебермен өлшенеді.

Ротор магниті айналған кезде статор орамындағы магнит ағыны синусоида заңы бойынша өзгереді (2.2-сурет). Сол жақтағы сурет статор орамына сәйкес ротор магниттің орналасуының әр түрлі моменті, оң жақтағы суретте электр қозғаушы күштің лездік мәні, статор орамының айналымынан өтетін магнит ағыны (Φ) көрсетілген.

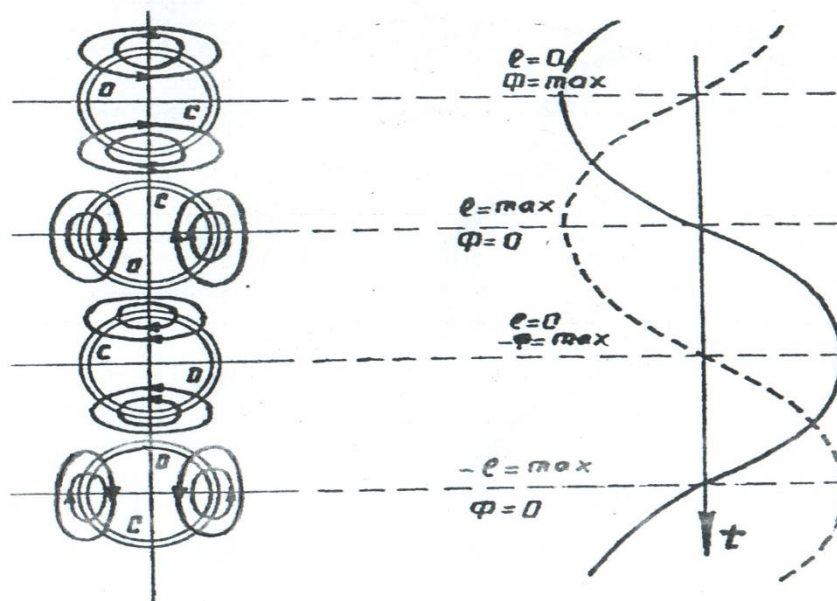
Ерекше көңіл бөлетін мәселе: электр қозғаушы күш орам айналымынан өтетін магнит ағынының абсолютті мәніне емес, осы ағынның уақыт бойынша өзгеру жылдамдығына пропорционал болады да, дифференциалдық формада өрнектеледі: мәселен, магнит ағыны (Φ) ноль арқылы өткенде, оның жылдамдығының максимум шамасына жетіп, электр қозғаушы күштің (ε) максимум шамасы алынады. Синусоида төбесінде магнит ағыны шамасының өзгеруі 0-ге тең, демек, $\Phi = \max$ болғанда ЭҚК нольге тең, яғни $\varepsilon = 0$. Φ -тің өзгеру бағыты қарама-қарсы екендігіне назар аударыңыздар. Φ шамасы азая бастаған кезде ЭҚК

көбейе бастайды. Сондықтан да, оң жақ бөліктегі формула (1) минус таңбасына ие болады (Ленц ережесі).



2.1 сурет – Генератор ЭҚК-ін алу сұлбасы.

Ораманың бір айналымындағы ЭҚК шамалы ғана – 100В-қа тең болады. Қазіргі генераторларда 24000 вольтқа дейін жететін едәуір көп ЭҚК алу үшін статор орамындағы айналым санын бірнеше жүзге жеткізеді. Мұндай мөлшердегі орам айналымының саны статор шеңберіндегі бірнеше ойықта орналасады.



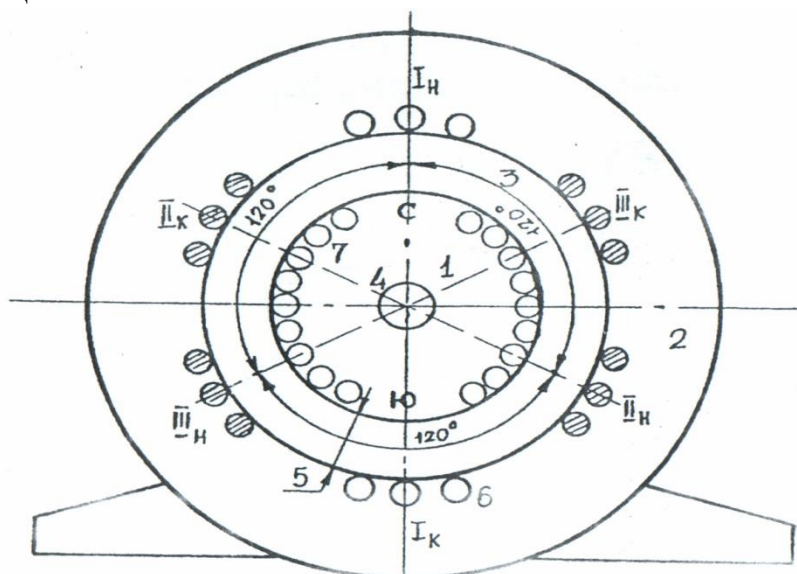
2.2 сурет – Статор орамасындағы магнит ағынының (Φ) синус заңы бойынша өзгертіндігін көрсететін сұлба.

Барлық айнымалы ток генераторлары үш фазалы, яғни шеңбер бойынша 120° аралықта ($360^\circ : 3 = 120^\circ$) орналасқан тәуелсіз үш орамды болады. Үш фазалы ток генераторы 3 - суретте көрсетілген.

Ротор генераторының n минутта айналуының және айнымалы ток жиілігінің (f) араларында тәуелділік бар. Бұл тәуелділік келесі формуламен анықталады:

$$f = Pn/60 \quad (2.2)$$

Ток жиілігі герц-секундпен өрнектеледі. Дүние жүзіндегі көпшілік елдердегі жалпы өнеркәсіптік электр станцияларының стандартты жиілігі – 50 Гц.



2.3 сурет – Үш фазалы ток генераторы.

1. Ротор бөшкесі. 2. Статор темірі. 3. Статордың үш орамасы (обмоткасы). 4. Ротор білігі. 5. Ротор мен статордың арасындағы бос кеңістік. Ол бірнеше мм-ден бірнеше см-ге дейін жетеді. 6. Статор теміріндегі әдейі жасалған қуыстар (пазы): 1, II, III. Олар орамалармен толықтырылады. 7. Ротор бөшкесіндегі қоздырғыш орамамен толтырылған қуыстар (пазы). Орамамен толтырылмаған ротордың қуыстары, ротордың оңтүстік және солтүстік полюсы болып есептеледі.

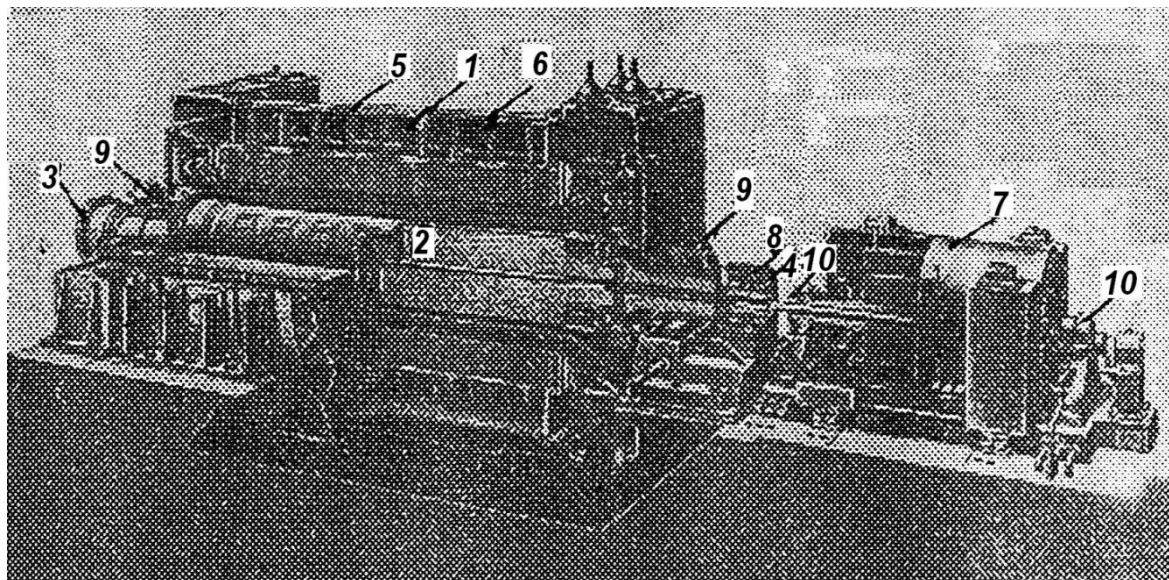
Мұндай жағдайда не белгіленген айналым бойынша полюс жұптарының (P) санын, не белгіленген полюс жұптары санының айналымын табады. Келесі формула:

$$P = f \cdot 60 / n \text{ немесе } n = f \cdot 60 / P \quad (2.3)$$

Қазіргі жылу электр станцияларындағы турбогенераторлардың айналымы $n = 3000$ айн/ мин (4- сурет).

$$P = f \cdot 60 / 3000 = 1 \text{ жұп полюс} \quad (2.4)$$

Гидрогенераторларда айналым саны едәур кем болады, тіпті $p=100$ және $p=500$ -ден аспайды, сондықтан да олардың көптеген жұп полюсі ($P=40$ - қа дейін) болады. Мұндай жағдайда гидрогенератор роторлары айқын полюсті атқарып, полюстің түрі доңғалақтың тістері секілді болады



2.4 сурет – Турбогенератордың жалпы көрінісі.

- 1 – статор орамасы;
- 2 – ротор;
- 3,4 – қосатын муфталар;
- 5 – статордың корпусы;
- 6 – статордың өзегі;
- 7 – қоздырғыш;
- 8 – ротордың және щетканың сақиналы тиіспелері;
- 9 – генератордың подшипниктері;
- 10 – қоздырғыштың подшипниктері.

2.2 Синхронды машиналардың негізгі көрсеткіштері:

- 1 Бос жүріс сипаттамасы;
- 2 Қанықпаған синхрондық реактивтік кедергі:
 X_d – ұзына бойына;
 X_q – көлденең бойына;
- 3 Статордағы реактивтік сейілуі, X_6
- 4 Шекті қоздыру тоғы $I_{f.u.қ.m}$.
- 5 Нақты номинал қуат, S_H , МВт;
- 6 Нақты номинал кернеу, U_H , кВ;
- 7 Асқын өтпелі индуктивтік кедергі, X_d^H ;
- 8 Ең жоғары ЭЭҚ - E_d^H ;

Қазіргі өндірісте пайдаланылатын турбогенераторлардың номиналь қуаты (екі полюсті): 2,5; 4; 6; 12; 30; 50; 60; 100; 150; 200; 300; 500; 800; 1200 МВт. \

Номиналь кернеуі: $6,3 \div 24$ кВ қуат коэффициенті: $\cos \varphi = 0,8 \div 0,9$.
Номиналь тоғы: $I_H = 0,35 \div 0,32$ кА. Пайдалы әсер коэффициенті $\eta = 0,958 \div 0,99$. Ротордың массасы: $3,5 \div 100$ т. Турбогенератордың жалпы массасы: 16 до 600 т. Турбогенератордың (ТВМ-300): ұзындығы – 17610 мм, ені – 3860 мм, биіктігі – 3950 мм.

1 кесте – Турбогенераторлары мен гидрогенераторлардың салыстырма деректері:

	Көрсет кіштері	Турбоге нератор	Гидроге нератор
1	2	3	4
1	Номиналь кернеу, кВ	$6,3 \div 24$ кВ	$3,15 \div 15,75$
2	Номиналь ток, кА	$0,35 \div 32$	$0,6 \div 26$
3	Ротордың массасы Т	$3,5 \div 100$	$30 \div 890$
4	Жалпы масса, Т	$16 \div 600$	$75 \div 1650$
5	Ротордың ұзындығы, М	$1,1 \div 1,28$	$5 \div 16$
6	Айналу жиілігі айн/жиілігі	3000	$50 \div 600$

Қазіргі уақытта өндірісте пайдаланылатын синхронды генераторлардың түрлері (типтері):

Т – жабық жүйеде жанамалы түрде ауамен салқындатылады (қуаты: 2,5; 4; 6; 12 МВт);

ТВ – жабық жүйеде жанамалы түрде сутегімен салқындатылады. Қысымы 0,105-0,2 МПа қуаты: 30; 50; 60; 100; 150 МВт;

ТВФ – статорды жанамалы түрде, ал роторды тікелей жеделдету әдісі арқылы сутегімен салқындатылады.

2.3 Генераторларды қоздыру және салқындату жүйелері

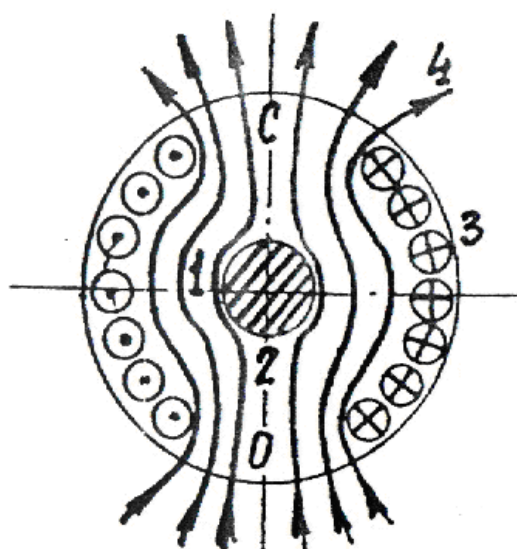
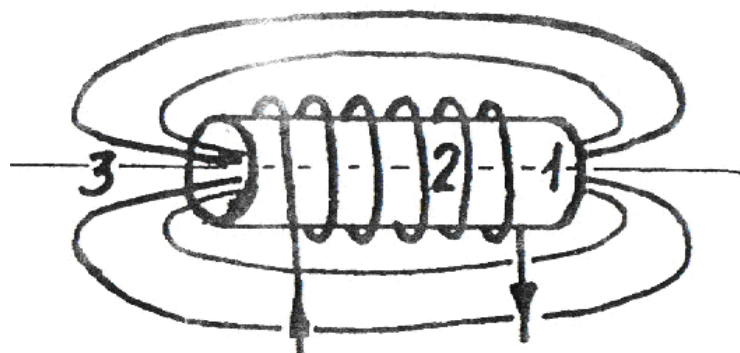
Статор орамасындағы ЭҚК-ті индукциялау үшін ротор қуаты магнит ағынын тудыру қажет екендігі туралы жоғарыда айтылған болатын. Табиғи магниттер аз шамадағы магнит ағынын туғызады және

де бұл магнето- типтес айнымалы тоқ генераторларында, қопарғыш машиналарға ғана жарамды. Қуатты магнит ағынын жасау үшін электр магниттері қажет. Электрлік магниттер тұрақты тоқты темір өзекшесі бар орауыштарда өндіреді (6- сурет).

Электрлік магниттер табиғи магниттерден он және жүз еседей асып түсетін магнит ағынын жасайды. Тез айналатын турбогенераторларда роторлы магнит цилиндр формалы келеді және магнит полюсі ойықтар мен орамдар орналаспаған жерде болады (2.6 - сурет).

Тұрақты тоқпен қоректендіру үшін магнит ағынын туғызатын ротор орамында көптеген құрылғылар болады.

Қоздырудың ең қарапайым әдісіне – тұрақты тоқты генераторды қоздыратын электр – машиналық әдісіне тоқталайық (2.7- сурет).



2.5 сурет - Айқын полюсті электрлік магнит.

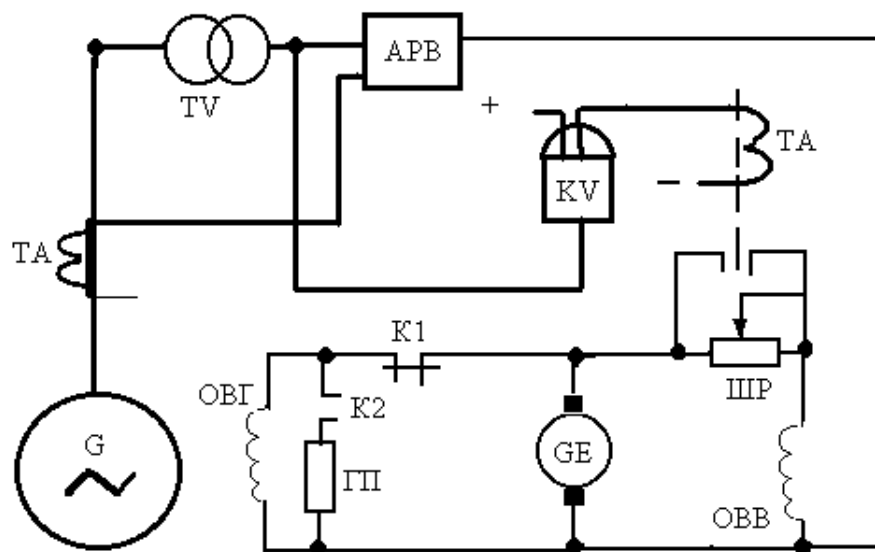
1- Жұмсақ магниттен жасалған темір өзекше. 2 – Тұрақты тоққа қосылатын орама. 3 – Магнит

2.6 сурет - Полюсі айқын емес ротор.

1 - Болаттан жасалған ротор бөшкесі.
2 - Ротор білігінің тұрақты тоққа

сызықтарының бағыты.

қосылатын ротордың периметрі бойынша әдейі қуысқа орнатылған орамы.



2.7 сурет – Тұрақты тоқты генераторды қоздыратын электр – машиналық әдістің сұлбасы.

G-үш фазалы синхронды генератор. ОВГ-генератордың қоздыру орамы. GE-қоздырғыш электр машинасы (возбудитель). ОВВ-қоздырғыш электр машинасының қоздыру орамы. ШП-шунттайтын реостат. АГП-магниттік өрісті сөндіретін құрылғы. АРВ-кернеуді реттейтін автомат. КV-кернеу релесі.

G- шықпасындағы кернеу тербелген кезде бұл тербеліс ТИ арқылы АРВ-ға беріледі де, ОВВ ток шамасына әсер етеді, соның әсерінен GE-дағы кернеу өзгереді, ал GE-дан және ОВГ-ден G-ға қарай магнит ағыны (Φ) өзгереді. G- шықпасындағы кернеу де соған байланысты болады, өйткені $U=f \cdot \Phi$. Кернеу тербеліп және өзгеріп қана қоймай, АРВ-ға генератор статоры орамындағы ток өзгерісі де әсер етеді, мұның өзі ТА-ға да ықпал етеді, өйткені статор орамында тоқтың көбеюі ротордағы Φ ағынының магнитсіздендіріп, статор реакциясы деп аталатын құбылыс пайда болады. Мұндай жағдайда ТА-дағы ток АРВ-ға, соңғысы ОВВ-ға т.б. әсер етеді.

Генератор шықпасында кернеу кенеттен төмендегенде TV-KV-ге әсер етіп, ол өзінің қалыпты ажыратылған түйіспесін тұйықтайды, олар ШП тізбегінен ажыратылады, ОВВ-дегі ток артады, GE-дағы кернеу көбейеді т.б.

Апаттық жағдайда генераторды ажыратқан кезде кернеуді тез төмендету қажет. Ол үшін магнит ағыны мен ток құйыны төмендетіледі, мұны жүзеге асыру үшін К1-ді ажыратады, бірақ мұндай жағдайда ротор

тізбегінде кернеу күрт артуы мүмкін, ал оның өзі мыныған байланысты болады:

$$U = L \cdot di / dt \quad (2.5)$$

мұндағы L - ОВГ-нің индуктивтілігі; di / dt – ажыратқан кездегі қозу тоғының жоғалу жылдамдығы.

Сондықтан К1-ді ажыратар алдында К2- түйіспесін қосады, сонда ОВГ-дегі магнит өрісінің энергиясы ГГ кедергісіне шашырайды.

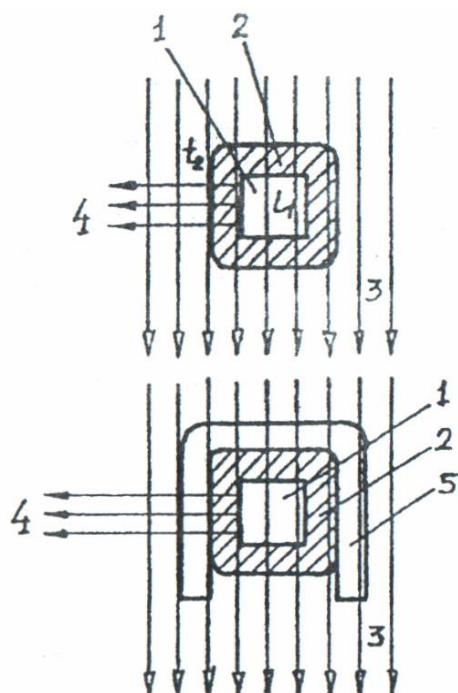
Жаңа, және күрделі қозу жүйелері арнайы курстарда қарастырылады.

2.4 Генераторды салқындату жүйелері.

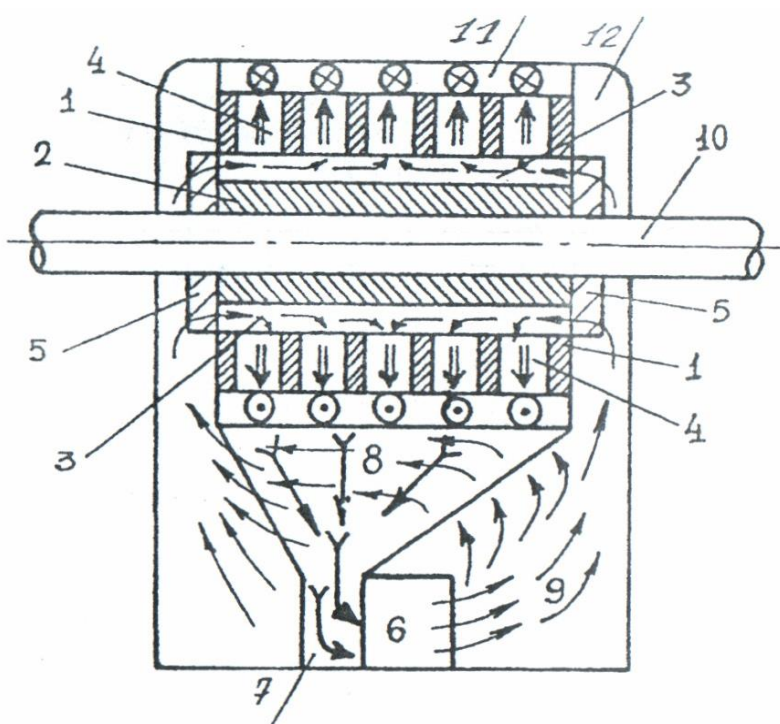
Генераторлар жұмыс істеген кезде энергия шығыны болады. Шығын статор мен ротор арқылы тоқтың өтуінен; статор теміріне- айнымалы магнит өрісінің әсерінен темірдің қайта магниттенуінен болады. Бұл шығын жылуға ауысады. Генератордың алған қуатының 2-ден 1,5 %-ға дейін жылуға ауысады. Генератор қуаты жүз мың кВт-қа жеткенде шығын мың кВт болады екен. Сондықтан генератор қалыпты жұмыс істеу үшін салқындатылуы тиіс.

Салқындатудың **жанама**, **тікелей** және **аралас** әдістері бар. **Жанама әдісте** өткізгіштің оқшаулатқышы сыртқы қаптамасы арқылы салқындатылады. Кейбір жағдайда өткізгіш салқындатқыш ортадан оқшаулатқышпен және статор немесе ротор металдарымен оқшауланған, ал мұның өзі салқындатуды едәуір қиындата түседі.

Жанама салқындату 2.8 - суретте көрсетілген. Жанама салқындату кезіндегі салқындатқыш ортадағы ауа немесе сутегі (H_2) болып саналады. Жанама салқындату кезінде салқындатқыш орта тұйық цикл бойынша генератор-салқындатқышта айналысқа (циркуляцияға) түседі. Салқындатудың ұстанымдық сұлбасы 2.9 - суретте көрсетілген.



2.8 сурет - Генераторды жанама цикл бойынша салқындату сұлбасы



2.9 сурет - Генераторды тұйық жанама салқынтатудың ұстанымдық сұлбасы

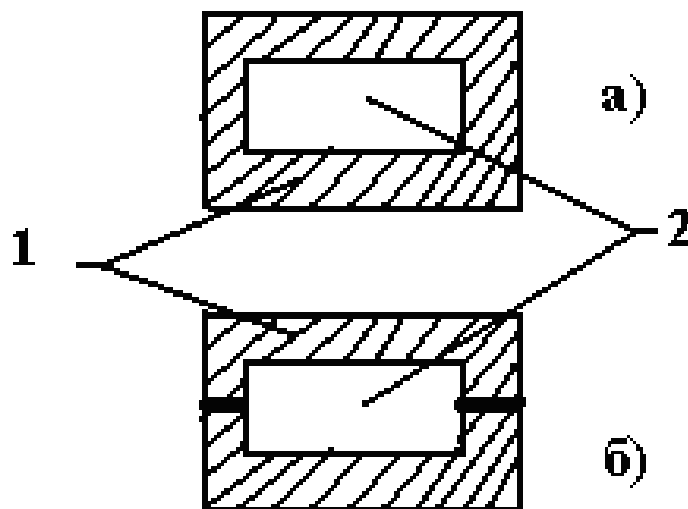
1. Жылу бөлінетін ток өткізгіш өзек.
2. Ораманың оқшауламасы.
3. Толассыз салқындатқыш газ.
4. Толассыз жылу.
5. Статор немесе ротордың темірі. Оның қуысында (пазасында) өткізгіш әдейі орналастырылған.

Салқындату үшін ауа және сутегі (H_2) газдарын қолданады. Сутегі ауадан 14,3 есе жеңіл, сондықтан ротордың газға үйкелісі, ауаға үйкелісінен анағұрлым төмен. Сонымен қоса, сутегінің жылу өткізгіштігі ауаға қарағанда 7,1 есе көп, ал жылу шығарғыштық қабілеті 1,44 есе артық.

Егер сутегімен салқындатылмаса генератордың қуаты 50% кемітілуі тиіс, сондықтан әрбір электр станциясында электролиттік жіктеу әдісімен сутегін өндіретін, өзіндік сутегі станциясы болады.

Генераторды тікелей салқындату.

Тікелей салқындату деп мыс орамына салқындатқыш орта мен тікелей жанастыруды айтады. Мұндай жағдайда орам оқшаулатқышының болуы салқындатуға кедергі жасамайды. Тікелей салқындату үшін ротор мен статордың электр тоғы өткізгіштерге салқындатқыш арқылы өтетін канал немесе қуыс болуы тиіс. Орам өткізгіштерінің құралымы түтікшелі не астаушалы болады. (11-сурет).



2.10-сурет. Генераторды тікелей салқындатудың ұстанымдық сұлбасы
 а) Салқындатылған орама өткізгіштерінің түтікті құралымы;
 б) салқындатылған орама өткізгіштерінің астаушалы құралымы.

1. Мыстан жасалған өткізгіштер
2. Салқындатқыш арналар.

Тікелей салқындату кезінде салқындату қарқыны, жанама салқындатуға қарағанда он еседей жоғары. Өткізгіш арналары бойынша тікелей салқындату газбен, 1см^2 қысымдағы сутегімен не сұйықпен-трансформатор майымен және сумен атқарылады. Ауамен салыстырғанда әр түрлі салқындатқыш ортаның қасиеттері 2.2- кестеде келтірілген.

2.2- кесте деректеріне қарағанда, орамдары тікелей сұйық ортамен салқындату едәуір тиімді екендігі аңғарылады. Алайда сұйықпен салқындатуды қолданудың қолайсыз болатын себебі, салқындататын арналарды, әсіресе ротор орамының саңылаусыздандыру өте қиынға түседі.

2.2 кесте – Ауамен салыстырғанда әр түрлі салқындатқыш ортаның қасиеттері.

Салқында тқыш, орта	Қы сы м	Параметрлері (ауа үлесімен)		
		Жылу өткізгі штігі	Тығыз дығы	Жылу шығарғы штығы
Ауа	1 кг/ см ²	1	1	1
Сутегі	2 кг/ см ²	7,1	0,14	2,75
Сутегі	3 кг/	7,1	0,21	3,0

	см ²			
Сутегі	4 кг/ см ²	7,1	0,28	4,0
Трансформатор майы	1 кг/ см ²	5,3	848	2,1
Су	1 кг/ см ²			4,0

2.5 Бақылау сұрақтары

- 1 Электр генераторды не үшін қолданады?
- 2 Генератордың жұмыс істеу принципі?
- 3 Генераторда өндірілген ток пен кернеу қандай заң бойынша өзгереді?
- 4 Электр қозғаушы күшін (Э.Қ.К.) есептеу формуласы:
- 5 Магнит индукциясын (В) есептеу формуласы:
- 6 Магнит ағыны (Ф) есептеу формуласы:
- 7 Ток жиілігін (f) келесі формуламен анықталады:
- 8 Үш фазалы ток генератордың құрылысы (сурет):
- 9 Полнос жұптарының (Р) санын келесі формуламен анықталады:
- 10 Турбогенератордың жалпы құрылысы(2.4 сурет):
- 11 Турбогенераторлары мен гидрогенераторлардың салыстырма деректері (2.1кесте):
- 12 Полнос жұптары санын келесі формуламен анықталады:
- 13 Полнос жұптары санының айналымын келесі формуламен анықталады:
- 14 Тұрақты тоқты генераторды қоздыратын электр – машиналық әдістің сұлбасы (сурет), анықтамасы.
- 15 Генераторды салқындату жүйелері, не үшін салқындатады?
- 16 Салқындатудың қандай әдістері бар, анықтамалары (суреттерді салу).
- 17 Ауамен салыстырғанда әр түрлі салқындатқыш ортаның қасиеттері (2.2кесте):
- 18 Генераторды тікелей салқындатудың ұстанымдық сұлбасы (сурет), анықтамасы:

3Тақырып Күштік трансформаторлар (автотрансформаторлар)

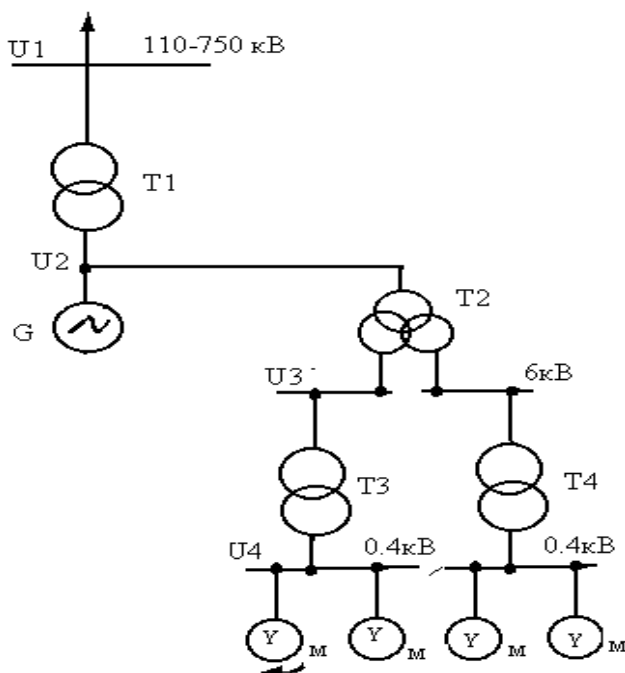
Мақсаты:Күштік трансформаторлардың жұмыс істеу ұстанымын, құралымын және теориялық негізін оқу, есептеу.

3.1 Трансформатор (автотрансформаторлар)

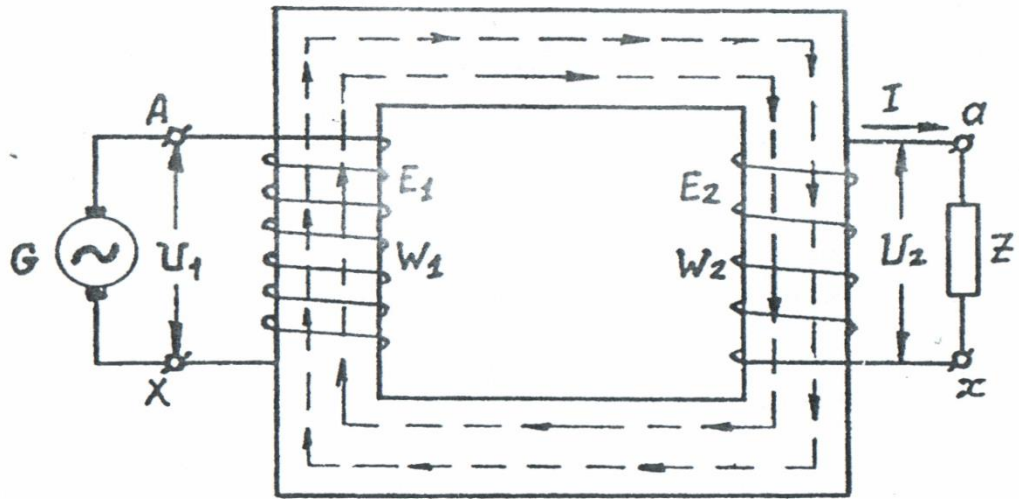
Айнымалы электр тоғының кернеуін жоғарлатуға немесе төмендетуге арналған құрылғыны **трансформатор** (автотрансформаторлар) деп атайды (3.1-сурет).

Трансформатордың құралымы мен қызметі электромагниттік индукция құбылысына негізделген.

М. Фарадейдің зерттеуі бойынша, магниттік сызықтарды қиып өтетін өткізгішке электр тоғының пайда болу құбылысы электромагниттік индукция деп ал, пайда болатын ток индукциялық ток деп аталады. Міне осы электромагниттік индукция құбылысына негізделіп жұмыс істейтін ең бірінші трансформаторды орыс ғалымы П.Н. Яблочков ойлап тапты. 3.2-суретте трансформаторлардың жұмысының ұстанымдық сұлбасы көрсетілген.



3.1-сурет. Электр тізбегінің кернеуін жоғарылатуға немесе төмендетуге арналған трансформаторларды іске қосудың қарапайым сұлбасы.



3.2 сурет - Трансформатордың ұстанымдық сұлбасы.

Темірден (болаттан) жасалған өзекке екі орама (W_1 , W_2) орайды. Ол ораманың біреуі (W_1) электр генераторымен (немесе электр энергия көзімен), ал екіншісі (W_2) электр энергияны тұтынушыларға қосылады. Электр тоғы генератордан немесе бірінші орамадан (W_1) өткенде, темір өзекте айнымалы магнит өрісі пайда болады.

Осы айнымалы магнит өрісі екінші ораманы да қиып өтеді (3.2-суретте стрелкамен көрсетілген).

Нәтижесінде екінші орамада электр қозғаушы күш пайда болады. (ЭҚК- E_2). Ал, егерде осы екінші ораманы (W_2) тұтынушылармен (Z) қоссақ, онда бұл тұйық тізбектен электр тоғы жүреді (3.2 - суретте электр тоғының бағыты стрелкамен көрсетілген).

Егерде трансформатордың темір өзегі болмаса да оның жұмыс істеу принципі электромагниттік құбылысқа негізделген.

Бірінші орамада пайда болған электр қозғаушы күш - өзіндік индукция ЭҚК-і (E_1), ал екінші орамадағы - өзара индукция ЭҚК-і (E_2) деп аталады.

Трансформатор орамаларының орама санымен және электр қозғаушы күші арасындағы байланыс мына формуламен анықталады:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2} = K_{mp} \quad (3.1)$$

немесе

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2} = K_{mp} \quad (3.2)$$

мұндағы, E_1 – бірінші орамадағы ЭҚК;

E_2 – екінші орамадағы ЭҚК;

U_1 – бірінші орамадағы кернеу

W_2 – екінші ораманың орам саны;

Егерде, екінші ораманың кернеуі бірінші орамадағы кернеуден артық болса, бұндай трансформаторды жоғарлатқыш трансформатор деп атайды. (3.1 - сурет, T_1). Ал егерде, екінші ораманың кернеуі бірінші орамадағы кернеуден кем болса, онда мұндай трансформаторларды төмендеткіш трансформаторлар деп атайды. (3.1 - сурет, T_2, T_3, T_4). Автотрансформаторлар да дәл осындай принциппен жұмыс істейді. Бірақ та автотрансформаторлардың өзінің ерекшеліктері бар.

Трансформаторлардың (автотрансформаторлардың) негізгі параметрлері мыналар: номиналь қуаты; орамалардың номиналь кернеуі; номиналдық ток; қысқа тұйықталу кернеуі; орамаларды қосу түрі және сұлбасы.

Іс жүзінде трансформаторлардың бірнеше түрі бар. Олардың бір-бірінен айырмашылығын білу үшін шартты белгілер қолданады.

Мысалы: ТРДН-80000-110-86-УІ. Бұл былай оқылады: үш фазалы трансформатор (Т), төменгі кернеулі орамасы екіге бөлінген (Р), салқындату үшін Д жүйесін қолданады (Д), орамадағы кернеуді жұмыс істеп тұрғанда реттеуге болады (Н), номиналдық қуаты (80000 Вт), номиналдық кернеуі 110 кВ, зауыттан 1986 жылы шығарылған, қоңыржай ауа райына жұмыс істеуге ыңғайланған (У); ашық ауада орналастырылады (1 категория).

Сөйтіп, әрбір трансформаторлардың жоғарыда көрсетілгендей өзінің шартты белгісі және сипаттамасы бар.

Сонымен, трансформаторлардың зауыт паспортында көрсетілген белгілері мынаны баяндайды:

- бірінші әріп – бір фазалы (0) немесе үш фазалы (Т);
- екінші әріп – төменгі кернеулі орамасы екіге бөлінген (Р);
- үшінші әріп – салқындату әдісі (С, М, Д, ДЦ);
- төртінші әріп- трансформатор жұмыс істеп тұрғанда оның кернеуінің деңгейін реттеуге болады (Н);

Әріптерден кейін цифрлар басталады:

- трансформатордың қуаты;
- бірінші ораманың кернеуі;
- шығарылған жылы;
- қандай ауа райында жұмыс істеуге болатындығы;
- қондырылатын орны (үйдің ішінде немесе ашық ауада).

Трансформаторларды салқындату жүйесі өте маңызды да және қиын мәселенің бірі. Трансформатордың салқындату жүйесі мынадай:

Табиғи ауамен салқындату (естественное воздушное)охлаждение). Салқындатудың мұндай әдісі мынандай әріптермен белгіленеді: С;СЗ;СГ. Бұл тәсіл кернеуі 15 кВ, қуаты 1600 кВт дейінгі трансформаторларда қолданады.

Желдеткіш арқылы маймен салқындату және майдың табиғи айналма жүрісін пайдалану (масляное охлаждение с дутьем и

естественной циркуляцией масла). Белгісі – ДЦ. Бұл тәсілді қуаты 63000 кВт және одан да жоғары трансформаторларда қолданады.

Желдеткіш арқылы маймен салқындату және майдың күшпен айналма жүрісін пайдалану (орысша – масляное охлаждение с дутьем и принудительной циркуляцией масла). Белгісі- ДЦ. Бұл тәсілді қуаты 63000 кВт және одан да жоғары трансформаторларда қолданады.

Тағы бір маңызды мәселе, ол трансформаторлардың кернеуін жұмыс процесінде реттеуге болады. Кернеуді реттеу тәртібі мына формуламен анықталады:

$$U_2 = U_1 \cdot \frac{W_2}{W_1} \quad (3.3)$$

Сөйтіп, бұл формулада екінші ораманың (W_2) кернеуін (U_2) өзгерту қажеттілігі көрсетілген.

3.3 - суретте күштік трансформаторларының құралым сұлбасы берілген.

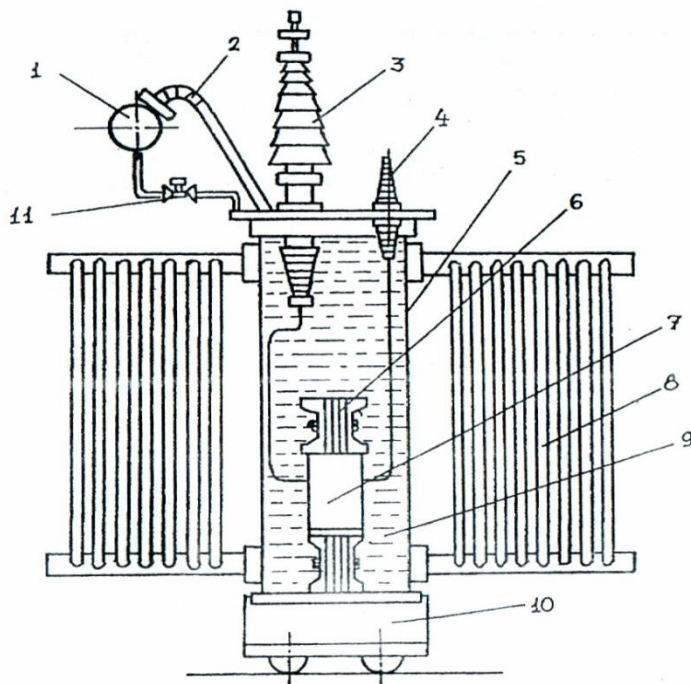
Қазіргі уақытта зауыттан қуаты 10 кВт-тан 8000000 кВт-қа дейін трансформаторлар (автотрансформаторлар) шығарылады. Үш фазалы трансформаторлар мынадай параметрлермен шығарылады:

- кернеуі 220 кВ, қуаты 630 МВт – 1000 МВт-қа дейін;
- кернеуі 330 кВ, қуаты 1250 МВт;
- кернеуі 500 кВ, қуаты 1000 МВт.

Ал, бір фазалы трансформаторлардың тобы:

- 500 кВ- 3·533мВА=1600 мВт;
- 750 кВ- 3·417мВА= 1251 мВт;
- 1150 кВ- 3·667 мВА= 2001 мВт;

Трансформатордың түрін таңдап алу, олардың параметрлеріне және тұтынушылардың категориясымен (1,2,3- категория) жұмыс істеу графигіне байланысты.



3.3 сурет - Трансформатор құралымының сұлбасы

1. Ұлғайтқыш. 2. Сақтандырғыш труба. 3,4. Маймен толтырылған оқшаулатқыш. 5. Бак. 6. Магниттік өткізгіш (магитопровод). 7. Жоғары және төменгі кернеулі орамалар. 8. Радиаторлық трубалар. 9. Оқшауламалық (изоляциялық) май. 10. Арба. 11. Газ релесі.

Жоғарлатқыш және төмендеткіш трансформаторлардың бір-бірінен айырмашылығы негізінен мына мәселелерге байланысты:

- құралымына;
- орамалардың өзара орналасуына (үш фазалы трансформаторлар мен автотрансформаторлар);
- орамалардың негізгі шықпасындағы номиналь кернеудің мөлшеріне.

Көрсетілген трансформатордың орамаларының негізгі шықпасындағы номиналь кернеуінің шамасы төменде келтірілген.

Жоғарлатқыш трансформаторлар үшін:

$$U_{ж.к.ном.} = 1,1 \cdot U_{торапно.м.}, \quad (3.4)$$

немесе

$$U_{ж.к.ном.} = 1,05 \cdot U_{торапно.м.},$$

және

$$U_{т.к.ном.} = 1,05 \cdot U_{торапно.м.} \quad (3.5)$$

немесе

$$U_{т.к.ном.} = U_{г.ном.}$$

Төмендеткіш трансформаторлар үшін:

$$U_{ж.к.ном.} = U_{торапном} \quad (3.6)$$

және

$$U_{т.к.ном.} = 1,1 \cdot U_{торапном}$$

Әдетте, үш фазалы трансформатордың қуаты төмендегі өрнекпен (формуламен) анықталады:

$$S_{ном} = \sqrt{3} \cdot U_{ном.тр} \cdot I_{ном.тр} \quad (3.7)$$

Трансформаторлардың жұмыс істеу мерзімі 25 жыл деп есептелінеді. Ол үшін мынадай талаптар орындалуы керек:

$$S_{жук} = S_{ном.тр}; U_{торап} = U_{ном.тр}; \sigma_0 = \sigma_{0.ном}$$

мұнда $S_{жук}$ - трансформатордың жүктемесі;

$S_{ном.тр}$ – трансформатордың номиналь қуаты;

$U_{торап}$ – трансформатор іске қосылатын электр торабының номиналь кернеуі;

σ_0 – салқындатқыш ортаның нақтылы температурасы;

$\sigma_{0.ном}$ – салқындатқыш ортаның есептелінген номиналь температурасы.

Өндірісте трансформаторларды пайдаланғанда жоғарыда көрсетілген талаптар көбінесе орындалмайды. Жүктемелер артық немесе аз болуы мүмкін. Сондықтан трансформаторларды таңдағанда олардың рұқсат етілетін жүктемемен жұмыс істеуін ескеру керек.

3.2 Күштік трансформатордың жүктелу қабілеттілігі

Трансформаторлардың жүктемелері бір тәулікте бірнеше рет өзгереді (3.4сурет). Егерде трансформатордың қуатын ең көп (максималь) жүктемеге сәйкес таңдап алсақ, онда ол трансформатордың қуаты жүктеме азайған уақытта толық пайдаланылмайды. Сондықтан трансформатордың жұмыс режимін бағалау өлшемі (критерия различных режимов) олардың оқшауламаларының тозуына байланысты деп есептеу дұрыс. Сол себепті трансформаторды таңдап алғанда, оның жүктелу қабілеттілігіне (нагрузочная способность) көңіл аудару керек.

Трансформатордың жүктелу қабілеттілігі дегеніміз – рұқсат етілген жүктеме мен асқын жүктеменің жинағы.

Рұқсат етілген жүктеме – бұл ұзақ уақытқа есептелінген жүктеме.

Осы уақыттың ішінде қыздырудан трансформатордың орамаларының оқшауламасының есептелінген тозуы номиналдық жұмыс режиміне сәйкес болуы керек.

Трансформатордың асқын жүктемесі – бұл режимде оқшауламаның есептелінген тозуы номиналь жұмыс режиміне сәйкес келетін тозудан үлкен. Мұндай режим, жүктеме трансформатордың номиналдық қуатынан артық болғанда немесе салқындатқыш ортаның температурасы есептелініп алынған температурадан жоғары болғанда орындалады.

Трансформаторға рұқсат етілген жүйелі жүктемені 3.4 – суреттен көруге болады. Ең көп (максимальды) рұқсат етілген жүктемені орамаларының температурасы $+140^{\circ}\text{C}$, майдың жоғары бетіндегі температурасы $+95^{\circ}\text{C}$, ал оқшауламаның температурасы $+98^{\circ}\text{C}$ -тан артық болмаған жағдайда да анықтауға болады.

Рұқсат етілген жүйелі жүктемені есептеу үшін нағыз жұмыс кестесі екі сатылы кестеге өзгертіледі (3.4-сурет). Содан кейін балама (эквивалент) кестенің бастапқы жүктемесінің коэффициентін анықтайды (1,4):

$$K_1 = \frac{1}{S_m} \cdot \sqrt{\frac{S_1^2 \cdot \Delta t_1 + S_2^2 \cdot \Delta t_2 + \dots + S_m^2 \cdot \Delta t_m}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots + \Delta t_m}} \quad (3.8)$$

мұнда S_1, S_2, \dots, S_m - өзара уақыты $\Delta t_1, \Delta t_2, \dots, \Delta t_m$ болғандығы жүктеменің мәні.

Өзара уақыты $h = \Delta h_1 + \Delta h_2 + \dots + \Delta h_p$ болғанда максимальды жүктеменің коэффициенті:

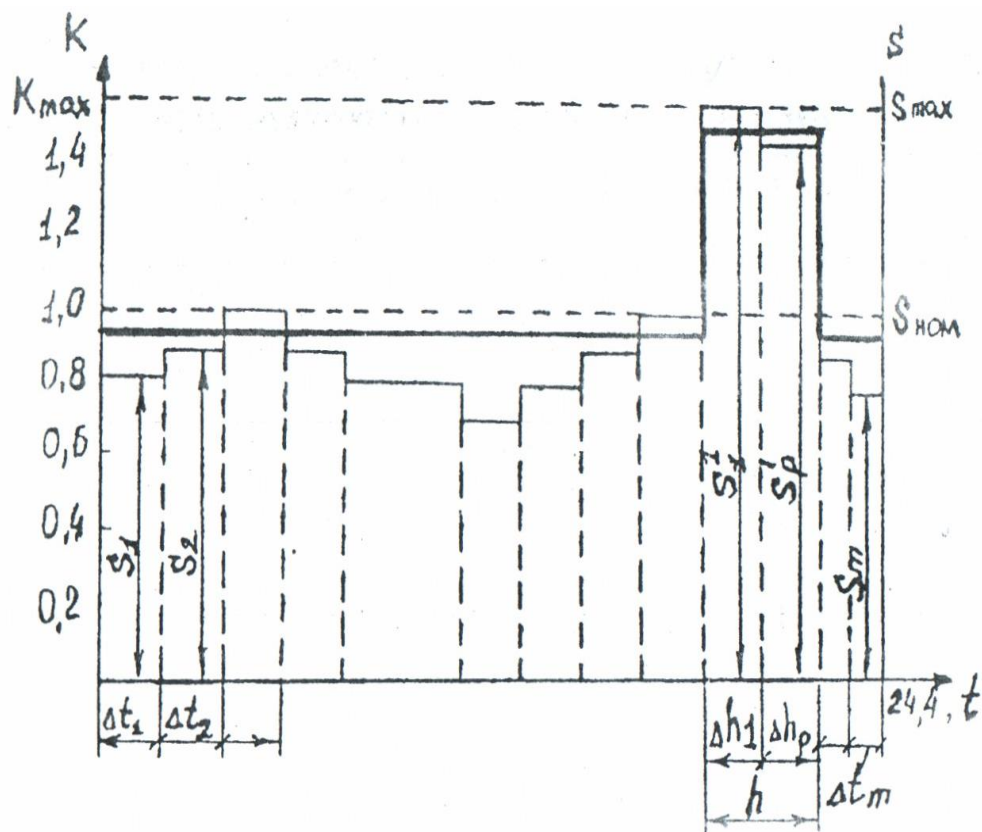
$$K_2' = \frac{1}{S_{ном}} \cdot \sqrt{\frac{(S_1')^2 \Delta h_1 + (S_2')^2 \Delta h_2 + \dots + (S_p')^2 \Delta h_p}{\Delta h_1 + \Delta h_2 + \dots + \Delta h_p}} \quad (3.9)$$

Егерде $K_2' \geq 0,9 K_{max}$ болса, онда $K_2' = K$ болады.

Трансформатордың жүктемесі $1,5 \cdot S_{ном}$ болса, онда трансформаторды жасайтын зауытпен келісу керек.

Трансформатордың жүктемесін $2 \cdot S_{ном}$ артық алуға рұқсат етілмейді.

Трансформаторлар кейбір жағдайда апаттық жүктеме режимінде жұмыс істей алады. Мысалы: екі параллель жұмыс істеп тұрған трансформатордың біреуі жұмыс істемей қалуы мүмкін. Максимальды апаттық асқын жүктеме $2,0 \cdot S_{ном.тр}$ артық болмауы керек.



3.4-сурет - Трансформатордың тәуліктік жүктеме кестесі бойынша екі сатылы графигі.

Егерде трансформатордың салқындату жүйесі М, Д, ДЦ, Ц болса және оның бастапқы жүктемесі $0,9 \cdot S_{\text{ном}}$ артық болмаса, онда ол трансформаторды 40% - ға дейін артық жүктемелеуге болады (күніне 6 сағаттан 5 тәулік бойы). Ол трансформатордың қуаты 100МВ·А артық болмауы керек. Егер трансформатордың қуаты 100МВ·А көп болса, онда оны зауыттың нұсқауына сәйкес пайдалану керек.

Жоғарыда көрсетілген жағдайдағы трансформатордың жұмыс істеу шарттары төмендегідей:

Егерде салқындататын ауаның температурасы $+20^{\circ}\text{C}$ -дан артық болмаса, онда 5 тәулік бойы күніне 6 сағаттан аса жүктемелеуге болады. Ал ауаның температурасы $+30^{\circ}\text{C}$ -да болса, онда ол трансформаторларды күніне 4 сағаттан 30%-ға жүктемелеуге рұқсат етіледі.

3.3 Трансформаторларды параллель жұмысқа қосу үшін қойылатын негізгі талаптар:

- Екі трансформатордың да бірінші және екінші орамаларының кернеуі бірдей болуы керек, яғни:

$$U_{T.K.T1} = U_{T.K.T2} \quad (3.10)$$

$$U_{\text{ж.к.Т1}} = U_{\text{ж.к.Т2}}$$

- Топтап қосу сұлбалары бірдей болуы керек.
- Қысқа тұйықталу кернеуі бірдей болуы керек, яғни:

$$U_{T.K.T1} = U_{T.K.T2}$$

- Екі трансформатордың қуаты бір-бірімен салыстырғанда 1:3- тен артық болмауы керек.

Элетро энергетика өндірісінде трансформаторлардың **орамаларының жалғану түрін және оларды тізбекке қосу сұлбаларын** тиімді түрде таңдап алу керек.

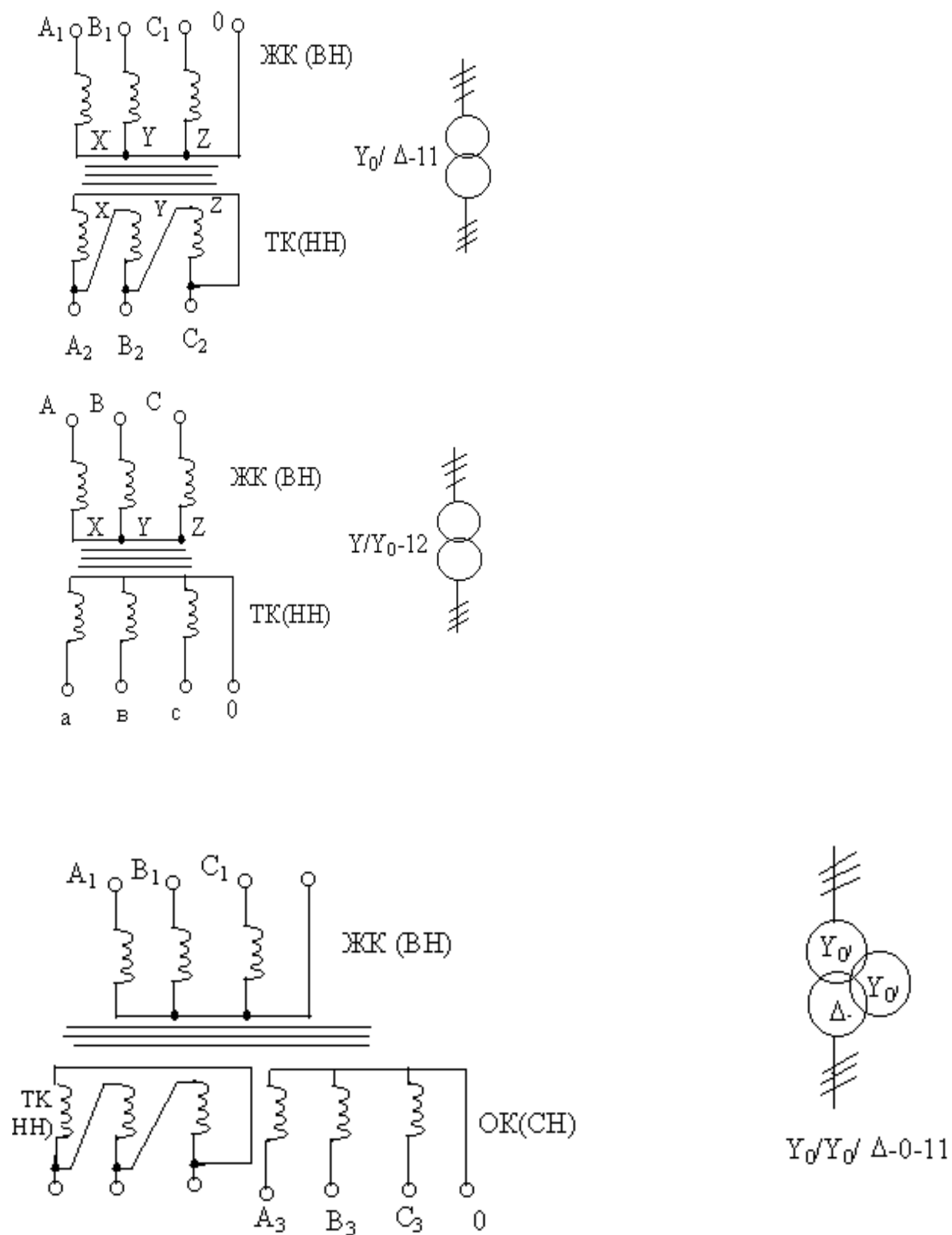
Әдетте, трансформаторларды іске қосқанда Y- жұлдызша, Y₀- жұлдызша сұлбаның бейтарап нүктесі жермен қосылған және Δ - үшбұрышты сұлбалары қолданылады.

Трансформатордың бірінші және екінші реттік орамаларының ЭҚК-нің (E₁, E₂) фазлық ығысуын шартты түрде топтық жалғау деп атайды. Трансформаторларды жалғаудың 12 түрлі сұлбасы бар.

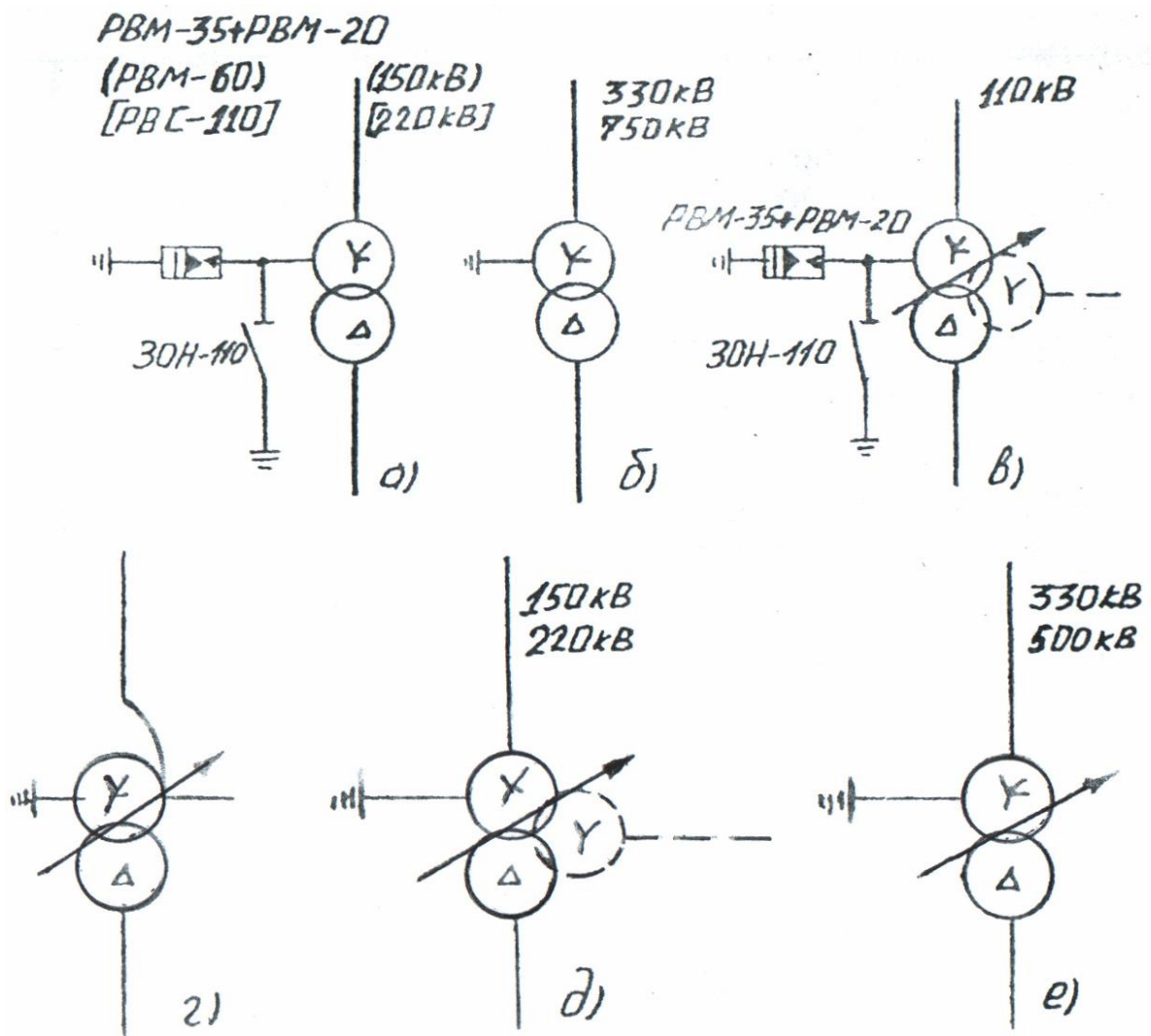
Көрсетілген трансформатор орамаларының жалғану тобының сұлбаларының әрқайсысының ерекшеліктері бар.

Сол себепті қандай жалғану тобын, қандай сұлбаны, қандай электр қондырғыда пайдалану керектігі жобалау процесінде анықталады. Мысалы: Y₀ / Δ -11 сұлбасы- жоғары кернеуі 35-500 кВ, төменгі кернеуі 3-20кВ трансформаторларда қолданылады. Y₀ / Δ -11 сұлбасы, жоғарғы кернеуі 6-20 кВ, төменгі кернеуі 0,4-3 кВ қосалқы станциялардың және станциялардың өз мұқтажына керекті трансформаторларда қолданылады. Y/Y₀ -12 сұлбасы, жоғары кернеуі 3-10 кВ, төменгі кернеуі 0,2-0,4 кВ трансформаторларда қолданылады.

Трансформаторлар мен автотрансформаторлардың бейтарап нүктесін жермен қосу әдістері 3.6 -суретте көрсетілген. Мұнда ораманың жұлдызша сұлбасының бейтарап нүктесінің жермен қосылуы электр қондырғының жоғарғы кернеуіне байланысты екені анық көрсетілген.



3.5 - сурет. Күштік трансформатордың орамалар тобын қосу сұлбалары.



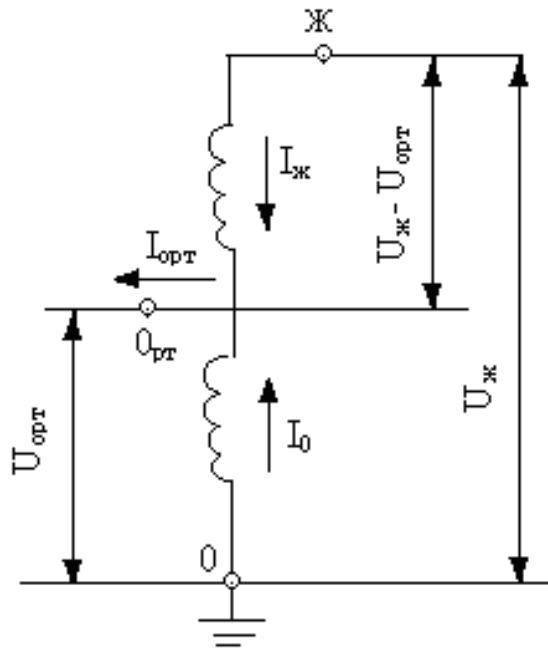
3.6 сурет – Күштік трансформатордың және автотрансформатордың бейтарап нүктелерін жерге қосу әдістері.

а) 110-220 кВ-тық трансформаторлар, РПН-ы жоқ; б) 330-750 кВ-тық трансформаторлар, РПН-ы жоқ; в) 110-кВ-тық трансформаторлар, РПН олардың құрылысына біріктірілген; г) автотрансформаторлар; д) 150-220 кВ – тық трансформаторлар, РПН-ы бар; е) 330-500 кВ-тық трансформаторлар, РПН-ы бар.

3.4 Автотрансформаторлардың жұмыс режимі және құралымы. Ерекшеліктері.

Кернеуі 110-1150 кВ электр қондырғыларда автотрансформаторлар кеңінен қолданылады. Себебі автотрансформаторларды жай күштік трансформаторлармен салыстырғанда, олардың бірнеше артықшылықтары бар.

Бір фазалы автотрансформатордың ұстанымдық сұлбасы 3.7 - суретте берілген.



3.7 - сурет. Бір фазалы автотрансформаторлардың ұстанымдық сұлбасы

Мұнда ОЖ және О_{рт} орамаларының бір-бірімен электрлік байланыста екендігі көрсетілген. және ЖО_{рт} шықпасындағы орама тізбектелген, ал О_{рт} мен О арасындағы орама жалпы деп шартты түрде аталынады.

Егерде автотрансформатордың орама кедергісіндегі шығындарды есептемесек, онда оның қуатын мынадай өрнекпен анықтауға болады:

$$S = U_{ж} \cdot I_{ж} = I_{орт} \cdot U_{орт} \quad (3.11)$$

Көрсетілген өрнекті төмендегідей өзгертіп жазуға болады:

$$S = U_{ж} \cdot I_{ж} = [(U_{ж} - U_{орт}) + U_{орт}] \cdot I_{ж} = (U_{ж} - U_{орт}) \cdot I_{ж} + U_{орт} \cdot I_{ж} \quad (3.12)$$

мұнда $(U_{ж} - U_{орт}) \cdot I_{ж} = S_{тр}$ /- трансформаторлық қуат. Ол қуат бірінші реттік орамадан екінші реттік орамаға магниттік байланыс арқылы беріледі.

$U_{орт} \cdot I_{ж}$ - электрлік қуат. Бұл қуат бірінші реттік орамадан екінші реттік орамаға байланыс арқылы беріледі (яғни электрлік байланыс арқылы).

Қалыпты режимде автотрансформатордың өту қуаты (проходная мощность) оның номиналь қуаты, ал трансформаторлық қуаты- типтік қуаты (типовая мощность) болып есептелінеді, яғни:

$$S_{от} = S_{ном}, S_{тр} = S_{ном} \quad (3.13)$$

Магниттік өткізгіштің (магнитопрод) мөлшері және оның массасы автотрансформатордың типтік қуатымен анықталады. Ал ол қуат автотрансформатордың номиналь қуатының бір бөлігі, яғни:

$$S_{мин} / S_{ном} = (U_{жс} - U_{ор}) \cdot I_{жс} / U_{жс} \cdot I_{жс} = U_{жс} - U_{ор} / U_{жс} = 1 - 1 / \eta_{жс.ор} = K_{ти} \quad (3.14)$$

мұнда, $\eta_{жс.ор} = U_{жс} / U_{ор}$ - трансформация коэффициенті, $K_{ти}$ - тиімділік коэффициенті немесе типтік қуаттың коэффициенті.

Егерде $U_{жс}$ - кернеуінің деңгейі $U_{ор}$ - кернеуіне жақын болса, онда $K_{ти}$ азаяды. Сол себепті автотрансформаторлардың мөлшері, массасы және активті материалдардың шығыны, дәл сондай номинал қуаты бар жай күштік трансформаторлармен салыстырғанда аз болады.

Сондықтан электроэнергетикада кернеуі 220/110кВ; 330/150кВ; 500/220кВ;

750/330кВ автотрансформаторларды пайдаланған тиімді де, ұтымды.

Суреттен автотрансформатордың тізбектелген (Ж-О_{РТ}) және жалпы (О_{РТ}-О) орамаларының қуаты төмендегідей өрнектермен анықталады:

$$S_{мізб} = (U_{жс} - U_{ор}) \cdot I_{жс} = S_{мин} \quad (3.15)$$

$$S_{жалпы} = U_{ор} \cdot I_{жп} = U_{ор} \cdot (I_{ор} - I_{жс}) = U_{ор} \cdot I_{ор} (1 - 1 / \eta_{жс.ор}) = S_{ном} \cdot K_{ти} = S_{мин} \quad (3.16)$$

Сонымен автотрансформаторлардың орамалары және магниттік өткізгіші типтік қуаттың мөлшеріне сәйкес есептелінеді.

Кейбір уақытта типтік қуаты есептік қуат (расчетной мощностью) деп атайды.

Үш орамалы автотрансформаторлар төмендегідей режимде жұмыс істейді:

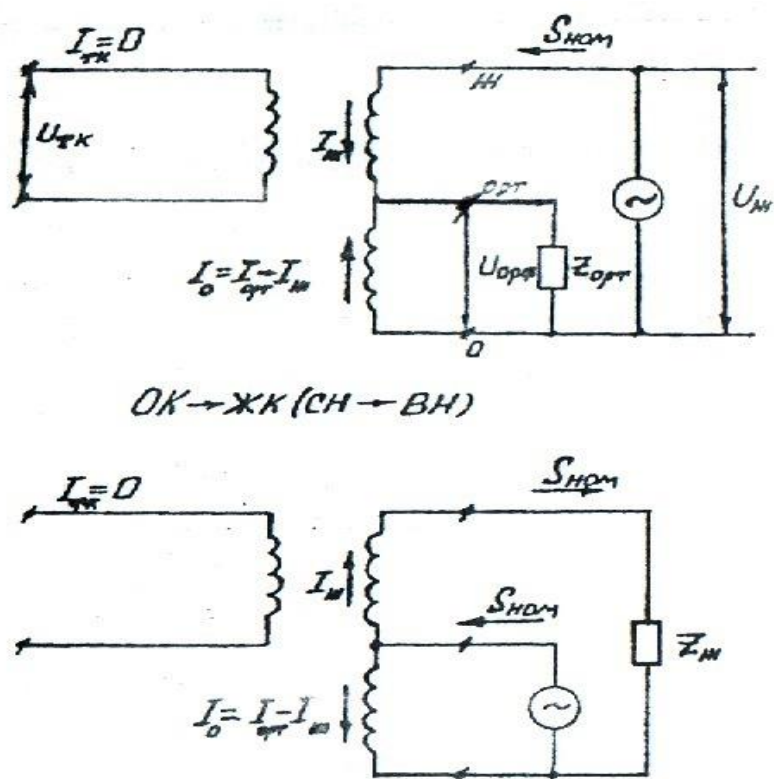
1. Автотрансформаторлық режим (сурет);
2. Трансформаторлық режим (сурет);
3. Құрама (комбинированный) режим (сурет).

Автотрансформаторлық режиммен жұмыс істеу шарты:

$$I_{ор} - I_{жс} = K_{ти} \cdot I_{ор} \quad (3.17)$$

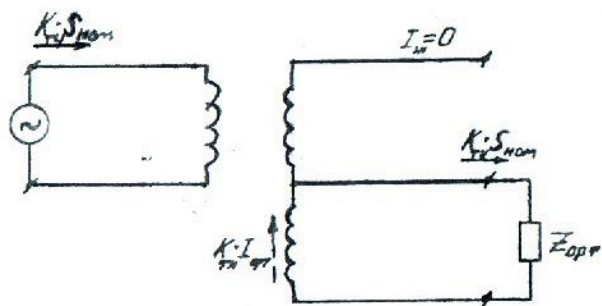
$$S_{мізб} = (U_{жс} - U_{ор}) \cdot I_{жс} = S_{мин} \quad (3.18)$$

$$S_{opta} = U_{op} \cdot I_{жсн} = U_{op} \cdot (I_{op} - I_{жс}) = U_{op} \cdot I_{op} (1 - 1/\eta_{жс.оп}) S_{ном} \cdot K_{ти} = S_{мин} \quad (3.19)$$

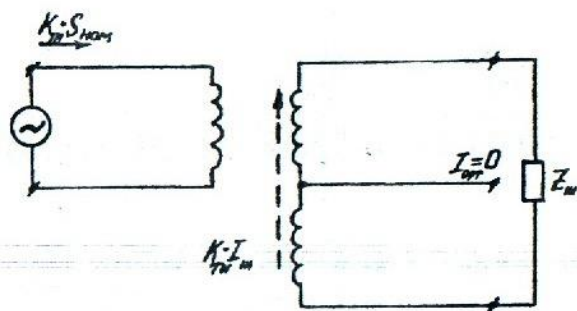


3.8 -сурет. Автотрансформатордың автотрансформаторлық режімі.

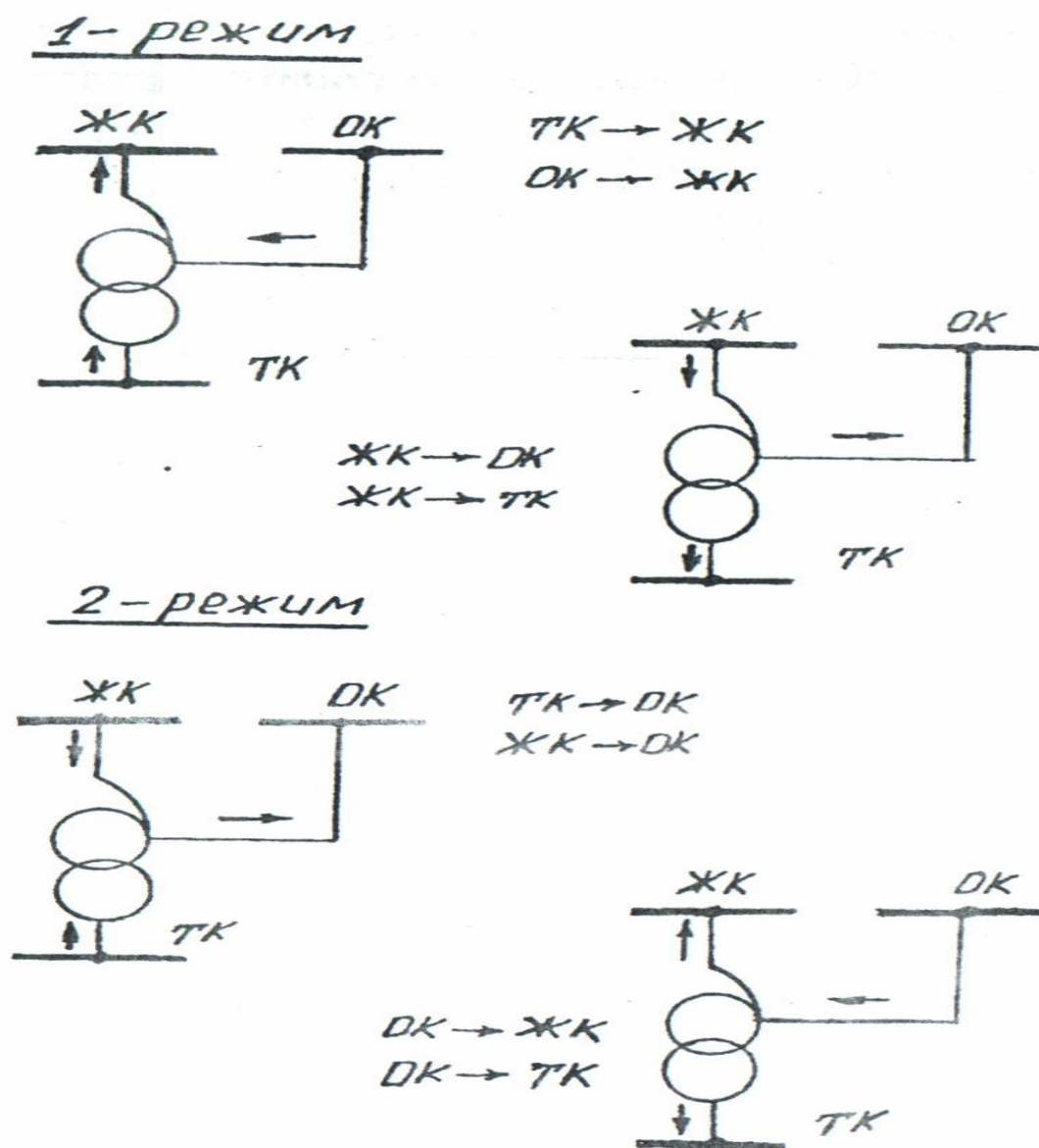
TK → OK (HH → CH)



TK → JK (HH → BH)



3.9 - сурет. Автотрансформатордың трансформаторлық режимі



3.10 сурет - Автотрансформатордың құрама (комбинированный) режимі.

Трансформаторлық режиммен жұмыс істеу шарты:

$$S_{тк} \leq S_{тз} = K_{ти} \cdot S_{ном}; \quad (3.20)$$

$$I_{жп} = I_{тз} = K_{ти} \cdot S_{ном} / U_{жс} = K_{ти} \cdot I_{жс} \quad (3.21)$$

Егерде осы өрнекті талдасак, сонда автотрансформатордың ОК орамасынан ЖК орамасына қосымша қуатты беруге болатындығы анықталады.

Құрама (комбинированный) режиммен жұмыс істеу шарты
2-ші режим ЖК → ОК; ТК → ОК

$$I_{\text{мізб}} = I_{\text{жс}} = \frac{\sqrt{P_{\text{жс}}^2 + Q_{\text{жс}}^2}}{U_{\text{жс}}} \quad (3.22)$$

мұнда $P_{\text{жс}}, Q_{\text{жс}}$ - активтік және реактивтік қуаттар

Тізбектелген ораманың жүктемесі

$$S = I_{\text{мізб}} \cdot (U_{\text{жс}} - U_{\text{ор}}) = \frac{\sqrt{P_{\text{жс}}^2 + Q_{\text{жс}}^2}}{U_{\text{жс}}} (U_{\text{жс}} - U_{\text{ор}}) = K_{\text{ти}} \cdot S_{\text{жс}}, \quad (3.23)$$

Сонымен бұл режим ТК → ОК; ЖК → ОК жалпы ораманың жүктелуімен шектеледі, яғни:

$$S_{\text{жсп}} \leq S_{\text{тин}} = K_{\text{ти}} \cdot S_{\text{ном}}; \quad (3.24)$$

1-ші режим ТК → ЖК; ОК → ЖК

Бұл режимнің жұмыс істеу шарты:

$$S_{\text{мізб}} \leq S_{\text{тин}} = K_{\text{ти}} \cdot S_{\text{ном}}; \quad (3.25)$$

Егерде ОРК және ТК орамаларының $\cos \varphi$ -і бір-бірінен көп айырмашылығы болмаса, онда

$$S_{\text{мізб}} = K_{\text{ти}} \cdot S_{\text{жс}}; \quad (3.26)$$

Автотрансформаторлардың басқа да құрама режимдері болуы мүмкін. Мысалы: ОК → ТК; ОК → ЖК; немесе ЖК → ОК; ЖК → ТК. Бұндай жағдайларда тоқтың бағыты керісінше өзгереді де, ал көрсетілген өрнектер өзгермейді. Автотрансформаторлар қай режиммен жұмыс істесе де, оның жүктелуін бақылап отыру керек.

Автотрансформаторлардың құндылығы:

- 1 мыстың, болаттың және оқшауламаның шығыны аз;
- 2 массасы, мөлшері аз болса, сонда автотрансформаторларды үлкен
- 3 номиналдық қуатқа дайындауға болады;
- 4 шығыны аз және ПӘК үлкен;
- 5 салқындату шарты жеңілдірек.

Автотрансформаторлардың кемшіліктері:

- 1 бейтарап нүктесін жермен қосудың қажеттілігі. Соның салдарынан бір фазалы қысқа тұйықталу тоғы көбейеді;
- 2 кернеу деңгейін реттеудің күрделілігі;

3 атмосфералық асқын кернеудің ЖК орамасынан ОК орамасына ауысуы мүмкін. Себебі бұл орамалар бір-бірімен электрлік байланыста.

3.5 Бақылау сұрақтары:

- 1 Трансформатордың (автотрансформаторлар) анықтамасы:
- 2 Электр тізбегінің кернеуін жоғарылатуға немесе төмендетуге арналған трансформаторларды іске қосудың қарапайым сұлбасы (3.1 сурет салу қажет), анықтамасы.
- 3 Трансформатордың ұстанымдық сұлбасы, анықтамасы (3.2 сурет салу қажет).
- 4 Электромагниттік индукция құбылысына негізделіп жұмыс істейтін ең бірінші трансформаторды кім ойлап тапты?
- 5 Трансформатор құралымының сұлбасы, анықтамасы.
- 6 Трансформаторларды параллель жұмысқа қосу үшін қойылатын негізгі талаптар:
- 7 Автотрансформаторлардың құндылығы:
- 8 Автотрансформаторлардың кемшіліктері:
- 9 Есептеу әдістері:
- 10 Күштік трансформатордың жүктелу қабілеттілігі
- 11 Автотрансформаторлардың жұмыс режимі және құралымы. Ерекшеліктері.

4Тақырып Асинхронды электр қозғалтқыштары. Жұмыс істеу ұстанымы. Құралымы.

Мақсаты: Асинхронды электр қозғалтқыштарының құралымы мен қызметін оқу және есептеу әдістері

4.1 Жалпы ұғым

Айнымалы электр тоғының электр энергиясын механикалық энергияға айналдыратын электр машинасын – **электр қозғалтқышы** деп атайды.

Дүниежүзіндегі практикалық қажетке жарамды электр қозғалтқыштардың ең алғашқысын 1880 жылдары орыс инженер-электригі М.О. Доливо-Добровольский ойлап шығарды.

Асинхронды электр қозғалтқыштарының **құралымы мен қызметі** айналу магнит өрісін пайдалануға негізделген (4.1 сурет).

Болаттан жасалған сақинаға (4) әрбір 120° -тан кейін үш орама (1,2,3) орнатылған. Сақинаның (4) ішінде темірден жасалған цилиндр (5) орналасқан. Осы асинхронды электр қозғалтқыштың роторы (5) деп атайды. Егер де осы үш ораманы электр желісіне қоссақ, сонда үш ораманың және ротордың өзара қарым-қатынасының нәтижесінде айналу магнит өрісі пайда болады. Осы процесті 4.2 суреттен көреміз.

Айналу магнит өрісі А қалпына келгенде график бойынша бірінші фазадағы электр тоғы (I_1) нольге тең, екінші фазадағы электр тоғы (I_2) теріс бағытта, ал үшінші фазадағы электр тоғы (I_3) оң бағытта. Электр тоғының бағыттары 4.2 суретте стрелкамен көрсетілген. Оң қол ережесін еске ала отырып жалпы айналу магнит өрісінің бағытын таба аламыз. Мысалы, осы А қалпын қарасақ, жалпы айналу магнит өрісінің бағыты 2 орауыштан ротор арқылы (5) 3 орауышқа бағытталған. Яғни, 3 орауышта «оң-түстік», ал 2 катушкеде «сол-түстік» полюсі жасалынады, 4.2 сурет.

Айналу магнит өрісі Б қалпына келгенде график бойынша екінші фазадағы электр тоғы (I_2) нольге тең, бірінші фазадағы электр тоғы (I_1) оң бағытта, ал үшінші фазадағы электр тоғы (I_3) теріс бағытта. Жалпы айналу магнит өрісінің бағыты үшінші катушкадан (3) ротор арқылы (5) бірінші катушкаға (1) бағытталған. Яғни полюстері «оңтүстік»-«солтүстік» болып 120° ауысады, 4.2 сурет.

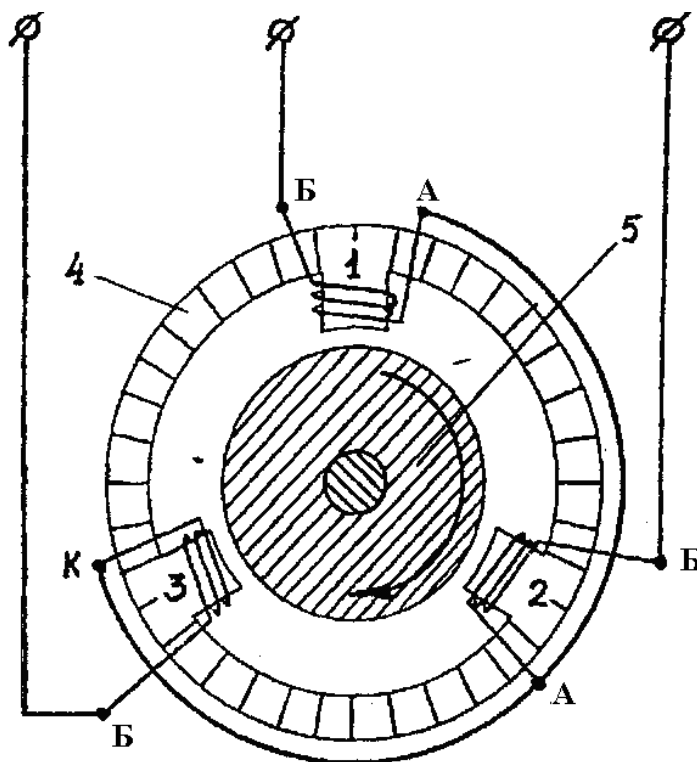
Айналу магнит өрісі В қалпына келгенде, график бойынша үшінші фазадағы электр тоғы (I_3) оң бағытта, ал бірінші фазадағы электр тоғы (I_1) теріс бағытта. Электр тоғы бірінші катушкадан (1) ротор арқылы (5) екінші катушкаға (2) бағытталған. Яғни полюстер «солтүстік» - «оңтүстік» тағы да 120° ауысады.

Айналу магнит өрісі Г қалпына келгенде график бойынша магнит өрісі тағы да 120° ауысады, 4.2 сурет.

Сөйтіп жалпы магнит өрісі өзінің бағытын бірінші, екінші, үшінші орамалардағы токтың (I_1, I_2, I_3) бағытына байланысты өзгертеді.

Орамалардағы тоқ бір кезең өзгергенде, магнит өрісі **толық бір айналым жасайды**.

Сонымен, айналу магнит өрісі өзі айналғанда роторды (5) өзімен бірге айналдырады. Бірақта, айналу магнит өрісінің жылдамдығы ротордың жылдамдығымен тең емес. Сондықтан, мынадай электр қозғалтқыштары – **асинхронды** электр қозғалтқыштары деп аталынады.



4.1 сурет – Доливо-Добольвольскийдің асинхронды қозғалтқышының жұмыс істеуінің ұстанымдық сұлбасы

Асинхронды электр қозғалтқыштарының жылжу мөлшері мына формуламен анықталады:

$$S = \frac{n - n_1}{n} \cdot 100\% \quad (4.1)$$

мұнда n - магнит өрісінің айналу жылдамдығы;
 n_1 - ротордың айналу жылдамдығы.

Асинхрондық электр қозғалтқыштарының құралымының ең негізгі элементтері мыналар:

- статор (корпус);
- статордың орамалары;
- ротор.

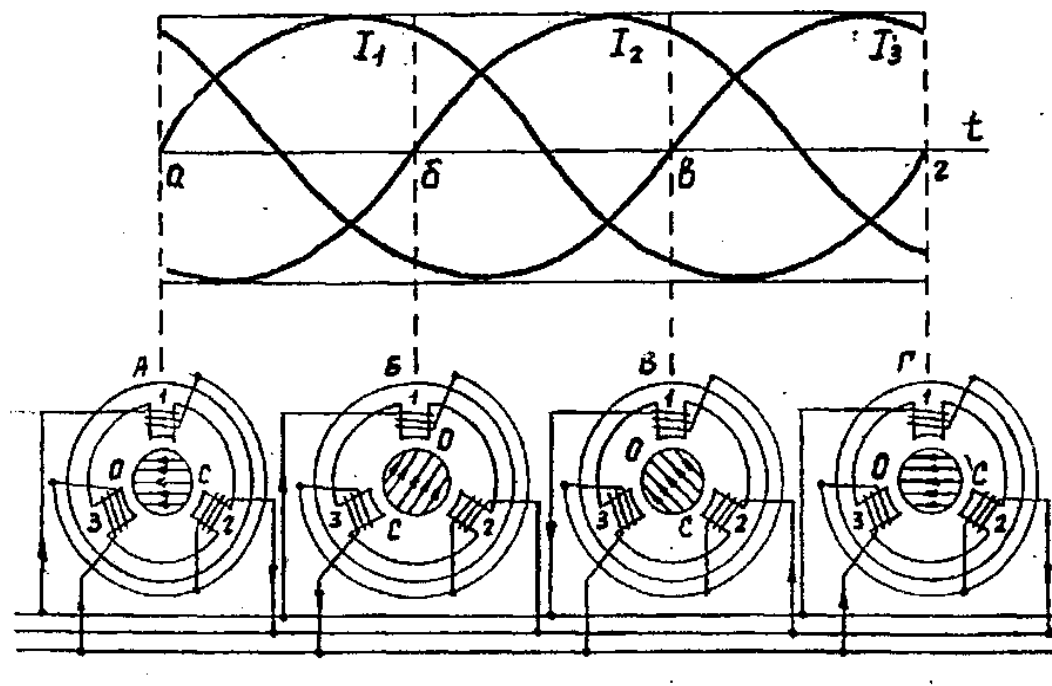
Қазіргі уақытта асинхронды электр қозғалтқыш қуаты бірнеше ваттан мегаватты болып дайындалады.

Халық шаруашылығының барлық саласында және тұрмыс жағдайында кең қолданады.

4.2 Синхронды компенсаторлар. Жалпы мәлімет.

Синхронды компенсатор – синхронды машинаның бір түрі. Ол қозғалтқыш режимінде жұмыс істеген мезгілде оның білігінде (валында) ешқандай жүктеме жоқ, ал қоздыру тоғы өзгеріп отырады.

Синхронды компенсаторлар қоздыру тоғының өзгеру деңгейіне байланысты электр торабына реактивтік қуатты не береді, не ол қуатты пайдаланады.



4.2 сурет – Асинхронды қозғалтқышта айналу магнит өрісін алу сұлбасы.

4.3 суретте КСВ типті синхронды компенсатордың жалпы көрінісі берілген. Синхронды компенсатордың статоры құралымы жағынан турбогенераторларға ұқсас. Ал оның роторы айқын полюсті.

Синхронды компенсатордың негізгі көрсеткіштері:

1. Номиналь қуаты;
2. Номиналь кернеуі; электр торабының кернеуінен $5 \div 10\%$ жоғары болуы керек;
3. Статордың номиналь тоғы;
4. Ротордың номиналь тоғы;
5. Активтік қуаттың номиналь режимдегі шығыны – шамамен $1,5 \div 2,5\%$

Қазіргі уақыттағы жиі пайдаланылатын синхронды компенсатордың көрсеткіштері:

$$S_{ном} = 10; 16; 25; 32; 50; 100; 160; \quad \text{және } 350 \text{ МВА}$$

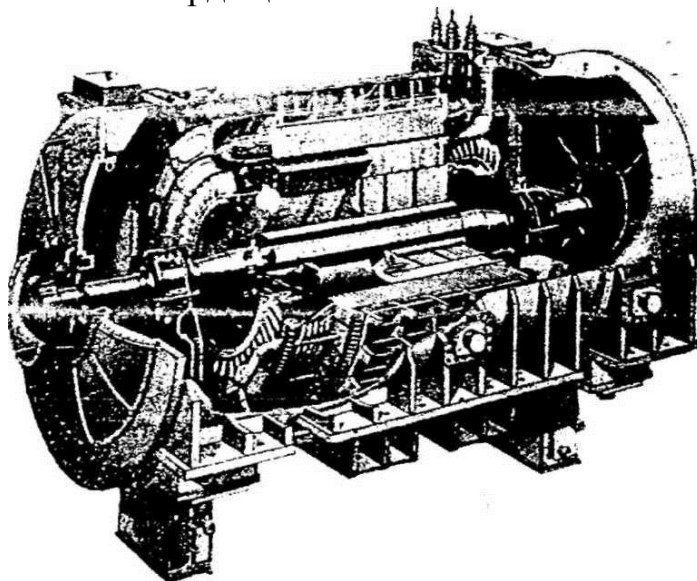
$$U_{ном} = 6,6 \div 15,75 \text{ кВ.}$$

$$I_{ном} = 0,45 \div 5,9 \text{ кА.}$$

$$n = 750 \div 1000 \text{ айн / мин}$$

Ротордың салмағы $-8\div 110$ тн.

Синхронды компенсатордың жалпы салмағы – $20\div 303$ тн.



4.3 сурет – КСВ типті синхронды компенсатордың жалпы көрінісі

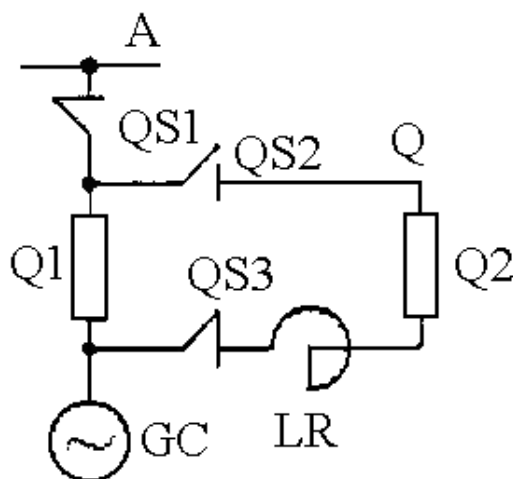
Синхронды компенсаторлардың статор және ротор орамаларын салқындатудың екі әдісі бар:

1. Ауамен жанама тұйық жүйеде салқындатылады (КС-типті);
2. Сутегімен жанама тұйық жүйеде салқындатылады (КСВ-типі).
3. КС және КСВ типті синхронды компенсаторларда В және F оқшауламалары қолданылады.

Синхронды компенсаторлар қосалқы станцияларда орналастырып, электр жүктемелеріндегі кернеудің деңгейін реттеуге пайдаланылады. Сонымен қатар параллель жұмыс істейтін бірнеше электростанциялардың жұмысының орнықтылығын арттырады.

Синхронды компенсатор асқын қоздыру режимінде жұмыс істесе – реактивтік қуатын электр торабына береді, ал қоздырылмаған режимінде жұмыс істесе, онда электр торабынан реактивтік қуатты пайдаланылады.

4.4 суретте синхронды компенсаторды реактор арқылы іске қосу сұлбасы берілген. Синхронды компенсатор Q_2 ажыратқышымен LR реакторы арқылы іске қосылады. Синхронды компенсаторды іске қосу мезгілінде оның бастапқы тоғы $(2\div 2,8)\times I_{\text{ном}}$ мәнінен аспайды да, ал кернеуі $(40\div 45\%)\times U_{\text{ном}}$ болып төмендейді. Компенсатордың айналым жиілігі синхрондалынатын жиілікке жақындағанда, оның қоздыру орамасына тоқ беріледі де, компенсатор синхрондалуға біртіндеп тартылады. АВ арқылы статор орамасында минималды тоқ орнықтылады. Содан кейін Q_1 ажыратқышы LR реакторды шунттайды да компенсаторды электр торабына, іске қосады.



4.4 сурет – Синхронды компенсаторды реактор арқылы іске қосу сұлбасы

4.3 Электр аппараттары. Түрлері. Ерекшеліктері

Электрэнергетикада қолданылатын электр аппараттарын негізінен екі түрге бөледі (шартты түрде):

I. Кернеуі 1000 В-тан жоғары қондырғыларда қолданатын электр аппараттары. Оларға мыналар жатады:

1. Коммутациялық аппараттар: айырғыштар, жүктемені ажыратқыштар, ажыратқыштар, балқыма сақтандырғыштар, қысқа тұйықтағыштар, бөлшектеуіштер.

2. Өлшеуіштік аппараттар: кернеу трансформаторы, кернеуді бөлетін сыйымдылық, ток трансформаторы.

3. Токты шектеуші аппараттар: реакторлар, токты шектеуші құрылғылар.

II. Кернеуі 1000 В-тан төмен қондырғыларда қолданатын электр аспааттары. Оларға мыналар жатады:

1. Балқымалы сақтандырғыштар;

2. Шаппа қосқыштар;

3. Ауыстырып қосқыштар;

4. Магниттік жүргізгіштер.

Енді осы көрсетілген электр аппараттардың кейбіреуінің құралымдарын және сипаттамаларын талдаймыз.

Электр тізбегін ажырату уақытына байланысты барлық ажыратқыштар (кернеуі 1000 В-тан жоғары) екіге бөлінеді:

1. Электр тізбегін тез ажырата алмайтын ажыратқыштар (не быстродействующие). Олардың тізбекті ажырату уақыты:

$$t_{\text{мен.уак}} \approx 0,1 \div 0,5\text{с}; \quad t_{\text{тол.аж}} \approx 0,15 \div 0,25\text{с};$$

2. Электр тізбегін тез ажырата алатын ажыратқыштар (быстродействующие). Олардың уақыты:

$$t_{\text{мен.уак}} \approx 0,03 \div 0,05 \text{с}; \quad t_{\text{тол.аж}} \approx 0,05 \div 0,08 \text{с};$$

Ажыратқыштармен тізбекті тез қосу мен ажыратудың үлкен маңызы бар. Мысалы: ажыратқыштардың тізбекке қосылған кездегі параметрі:

$$U_{\text{ном}} = 110 \text{кВ}; \quad I_{\text{аж}} = 15 \text{кА}; \quad U_{\text{дог}} = 5 \text{кВ}; \quad t = 0,02 \text{с}.$$

Осы ажыратқышпен тізбекті ажыратқанда бір периодқа тең уақытта бөлінетін энергияның шамасы төмендегідей болады:

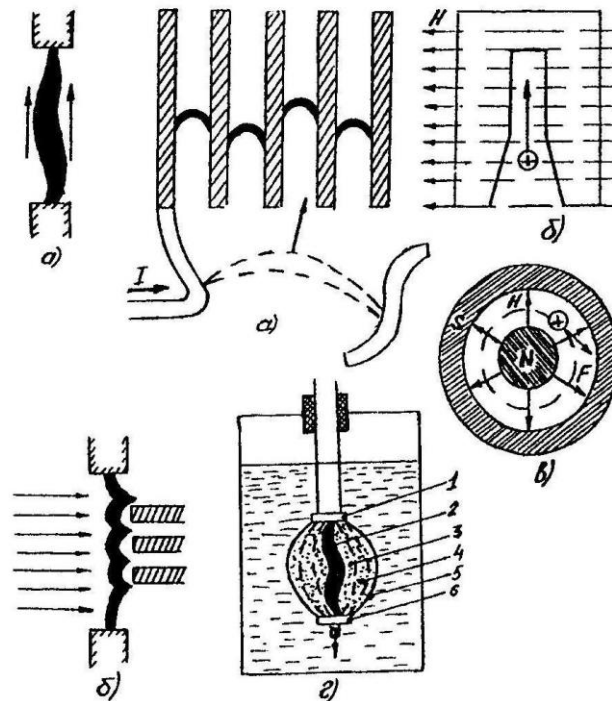
$$A = I_{\text{аж}} \cdot U_{\text{дог}} \cdot t = 15 \cdot 5 \cdot 0,02 = 1,5 \text{МВтс}, \quad (4.2)$$

Егерде тізбекті тез сөндірмесек жоғарыда көрсетілген энергия (1,5 МВт с) ажыратқышты тез уақытта істен шығарады.

Сондықтан, ажыратқыштарда арнайы доғаны сөндіретін камералар қолданылады (4.5-сурет).

Жұмыс істеу әрекетіне байланысты доғаны сөндіретін құрылғылар негізіне үш топқа бөлінеді:

1. Өздігінен үрмелі (автодутьем) доға сөндіргіш камера; Мұнда газдың жоғары қысымы және үлкен жылдамдығы доғада бөлінетін энергияға әсерін тигізеді.



4.4 сурет – Доғаны сөндіру тәсілдері:

а – ұзын доғаларды қысқа доға етіп бөлу; б – доғаны сөндіру камерасының тар саңлауына тарту; в – доғаны магнит өрісінде айналдыру;

г – доғаны майдың ішінде сөндіру: 1 – қозғалмайтын түйіспе; 2 – доға бағанасы; 3 – сутекті қабық; 4 – газдың аумағы; 5 – май буларының аумағы;

б – қозғалмалы түйіспе.

2. Трансформаторлық майды күшпен үрлейтін құрылғы. Мұнда майды арнайы гидравликалық механизмдермен ажыратқыштың түйіспелеріндегі доғаға күшпен жеткізеді.

3. Магниттік үрдемелі доғаны сөндіргіш камера. Мұнда доға электромагниттік өрістің әсерінен тар каналдарға немесе саңлауларға жеткізіледі де, сонда сөндіріледі.

Жоғары кернеулі ажыратқыштардың негізгі көрсеткіштері: номиналь кернеу, кВ; номиналь ток, А, кА; номиналь ажырату тоғы, кА; номиналь қосу тоғы, кА; ажыратудың меншікті уақыты, с; ажыратудың толық уақыты, с; токтың апериодикалық құрамы, $\beta_n, \%$; электродинамикалық төзімділігі, кА; термиялық төзімділігі, кА; термиялық токтың өту уақыты, с.

Зауытта жасалынған ажыратқыштардың паспорттарында жоғарыда келтірілген көрсеткіштері және пайдалану шарттары жазылады.

Жоғары кернеулі (6-1150 кВ) ажыратқыштарды таңдап алу сипаттамалары:

$$I_{\text{ном}} \geq I_{\text{нор.мах}}; U_{\text{ном}} \geq U_{\text{конд.}}; I_{\text{қосу}} \geq I_{\text{п.о}}; i_{\text{қосу}} \geq i_{\text{соққы}}; I_{\text{ном.аж}} \geq I_{\text{п.о}}; I_{\text{терм}}^2 \cdot i_{\text{терм}} \geq B_{\text{к}}; I_{\text{п.о}} \leq I_{\text{дин}}; i_{\text{соққы}} \leq i_{\text{дин}}$$

Мұнда, $I_{\text{дин}}$ – каталог бойынша токтың электродинамикалық төзімділігі, кА;

$I_{\text{дин}}$ – қысқа тұйықталу тогының периодикалық құрамының әрекет мәні, кА;

$B_{\text{к}}$ – қысқа тұйықталу тогының жылулық импульсі, $\text{кА}^2 \cdot \text{с}$.

Жоғары кернеулі ажыратқыштар – электр қондырғылардағы негізгі коммутациялық аппараттардың бірі. Ажыратқыштардың негізгі атқаратын жұмысы – электр тізбегіндегі жүкті кез келген режимде қосу немесе ажырату (қалыпты режим, апаттық режим, қысқа тұйықталу тоғын ажырату, т.б.).

Жоғары кернеулі ажыратқыштарға қойылатын жалпы талаптар:

- электр тізбегін сенімді ажырату;
- ажырату қуатының жеткіліктілігі;
- тізбекті тез ажырату;
- қайта қосу автоматын (АПВ) ажыратқыштардың құралымында қолдану;
- әрбір фазаны бөлек басқаратын мүмкіндігінің болуы (кернеуі 110 кВ және одан да жоғары ажыратқыштар үшін);
- жарылудан және өрттен қауіпсіздендіру;
- құралымының қарапайымдылығы;

- пайдалануға ыңғайлылығы; мөлшері, салмағының аздығы; монтаж жасаудың қарапайымдылығы;
- жұмыс істегенде шудың болмауы.

4.4 Бақылау сұрақтары:

- 1 Электр қозғалтқыштар деген не?
- 2 Асинхронды электр қозғалтқыштарының құралымы мен қызметі негізі неге байланысты?
- 3 Орамалардағы тоқ бір кезең өзгергенде, магнит өрісі толық неше айналым жасайды?
- 4 Электр қозғалтқыштары – асинхронды деп аталу себебі неде?
- 5 Асинхрондық электр қозғалтқыштарының құралымының ең негізгі элементтері мыналар:
- 6 Синхронды компенсаторлар. Жалпы мәлімет.
- 7 Синхронды компенсатордың негізгі көрсеткіштері:
- 8 Доғаны сөндіру тәсілдері:
- 9 Электр аппараттары. Түрлері. Ерекшеліктері
- 10 Жоғары кернеулі ажыратқыштарға қойылатын жалпы талаптар:

5 Тақырып Ажыратқыштар. Олардың түрлері және жетектері

Мақсаты: Ажыратқыштардың түрлерін және қызмет ету аясын оқу

5.1 Ажыратқыштар

Ажыратқыш – тізбекті кез келген режимде ажырататын коммутациялық аппарат.

Жоғарғы кернеулі ажыратқыштар жоғарғы кернеулі электртізбегін қосуға және ажыратуға, сондай-ақ қысқа тұйықталу кезінде ажыратуға арналған. Оның ажырататын қабілеті жеткілікті, қысқа уақытта орындайтын жұмысы сенімді болуы тиіс. Жоғарғы вольтті ажыратқыштар қопарылудан және өрттен қауіпсіз, құралымы қарапайым, пайдаланылуы ыңғайлы, мөлшерімен салмағы мүмкіндігінше шағын болғаны жөн.

Барлық жоғарғы вольтті ажыратқыштарды екі негізгі топқа бөлуге болады:

1. Майлы ажыратқыштар.
2. Майсыз ажыратқыштар.

Майлы ажыратқыштар өз кезегінде:

1. Үлкен көлемді майлы ажыратқыштар.
2. Аз көлемді майлы ажыратқыштар болып бөлінеді.

Біріншіде, ажырату кезінде түйіспелер аралығында пайда болатын электр доғасын өшіруге, сондай-ақ тоқ жүретін бөліктерді бір-бірінен және жерге қосылған бактан оқшаулауға пайдаланады.

Екіншіде, май тек доғаны өшіру үшін ғана қолданылады, ал ток жүретін бөліктерді оқшаулау ауа және керамикалық, органикалық оқшаулатқыш материалдар арқылы жүзеге асырылады.

5.2 Үлкен және аз көлемді майлы ажыратқыштар

Үлкен көлемді майлы ажыратқыштардың түрлері және сипаттамалары:

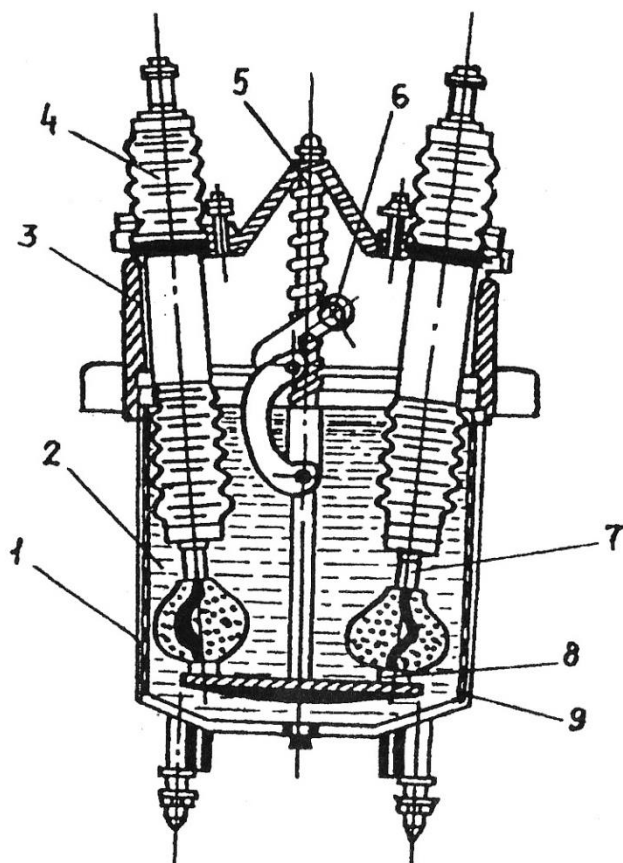
- МКП – 35 – 1000 – 25УІ – камералы үлкен көлемді майлы ажыратқыш, жоғарғы кернеуі 35 кВ, номинал тоғы 1000А, ажырату тоғы 25 кА, қоңыржай климатқа және сыртта (ашық ауада) орналастыруға есептелінген;

- С – 35 – 3200 - 50УІ – бакты көп көлемді майлы ажыратқыш; сериясы С; - У – 220 – 2000 - 40УІ – бакты үлкен көлемді майлы ажыратқыш, сериясы У.

- ВМБ – 10 – 400 - 15У3 – мұндай ажыратқыш номинал кернеуі 10 кВ, номинал тоғы 400 А, ажырату тоғы 15 кА, қоңыржай климатқа және үйдің ішінде орналастыруға есептелінген.

Үлкен көлемді майлы ажыратқыштар: арнайы доға өшіретін құрылғысы жоқ ажыратқыштар (5.1-сурет) және доғаны тез өшіретін камералы ажыратқыштар болып бөлінеді.

Үлкен көлемді майлы ажыратқыштардың негізгі бөлшектері мыналар: бак, қакпақ, өтпелі оқшаулатқыш, жетек механизмі және түйіспелер.



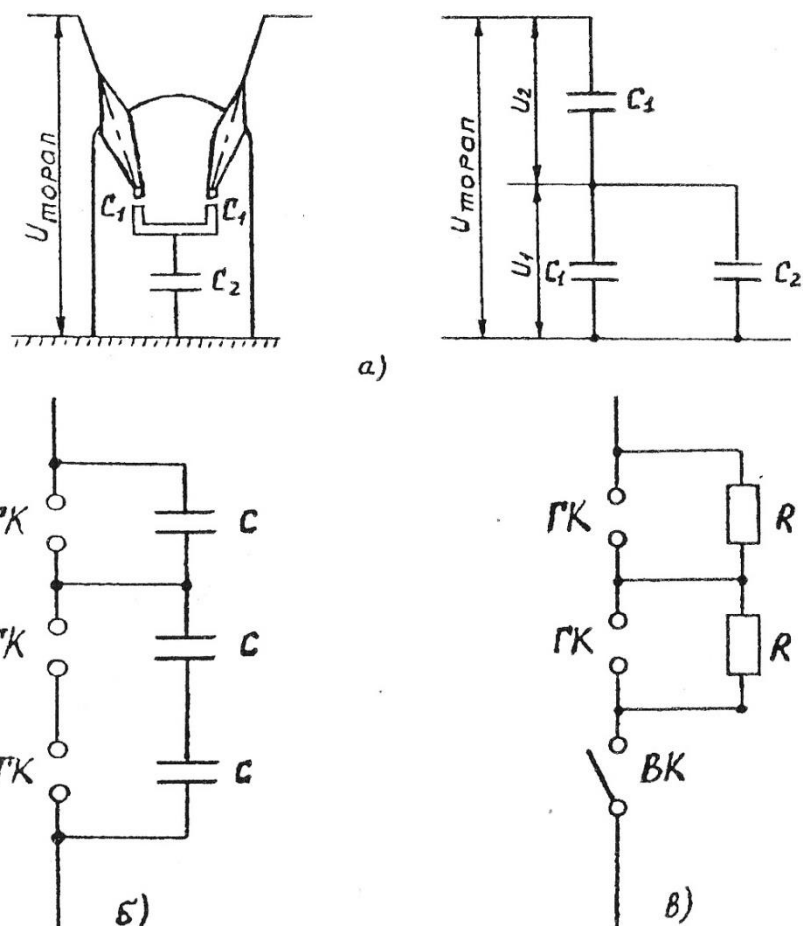
5.1 сурет - Үлкен көлемді бакты майлы ажыратқыштың қимасы (доғаны сөндіретін әдейі құрылғысы жоқ)

1. Болаттан жасалған бак. 2. Май. 3. Шойын қакпақ. 4. Фарфорлық өтпелі оқшаулатқыш. 5. Ажыратқыш серіппе. 6. Білік. 7. Қозғалмайтын түйіспе. 8. Қозғалатын түйіспе. 9. Қорғаныс оқшаулама қабаты.

10 кВ-тан аспайтын кернеуде барлық үш фаза тік бұрышты немесе дөңгелек формалы бір бакқа (бір бакты ажыратқыштар) орналасады.

Үлкен көлемді ажыратқыштардың салмағы мен көлемі едәуір болады. Онда үлкен көлемді үш фазалы ажыратқыштардың жалпы салмағы 110 кВ-та 18,3 т, ал майдың өзі 8,5т, 220 кВ-тық ажыратқыштың жалпы салмағы 90т, ал майдың салмағы 48т болады.

Майлы ажыратқыштарды басқару оларды қосылған қалпында ұстап тұратын арнайы жетекпен жүзеге асырылады.



5.2 сурет - Ажыратқыштың ажырау бойымен кернеудің таралуы:

а-майлы ажыратқыштың ажырау бойымен кернеудің таралуы;
 б-кернеуді сыйымдылықпен бөлгіш; в-кернеуді активті кедергімен бөлу.

Арнайы құрылғысы жоқ үлкен көлемді майлы ажыратқыштар (ВМБ-10, 10 кВ-қа, 400 А-ге) доғаны өшіру, шамалы қысқа тұйықталған тоқты үзу қабілеті жетілдірмегедіктен электр қондырғысының сенімді жұмыс істеуін, қауіпсіздігін және пайдалану қарапайымдылығын толық қамтамасыз ете алмайды. Сондықтан ол кернеуі 10 кВ-тан аспайтын, қуаты шағын қондырғыларда ғана қолданылады.

Доға өшіретін камерасы бар үлкен көлемді майлы ажыратқыштар доғаны өшіруді тездетеді және майлы ажыратқыштардың бағындағы қысымды төмендетеді, соның әсерінен оның ажырату қабілеті мен жұмыс сенімділігі артады.

Қазіргі кездегі барлық майлы ажыратқыштардың доға өшіретін құрылғыларында газбен үрлеу әдісі қолданылады, ол доғаны қарқынды, әрі тез өшіруді қамтамасыз етеді. Бұлар кернеуі 35-220 кВ қондырғыларында қолданылады (камералы майлы ажыратқыштар қосалқы станциялық МКП-76, 35 кВ-қа, МКП-160, 110 кВ-қа, МКП-180, 150 кВ-қа, МКП-274, 220 кВ-қа).

Бұл ажыратқыштардың барлығы бойлық май үрлегіш камерамен жабдықталған. Оның ажырату уақыты 0,15 секунд, бұл тез әрекет етуге жатпайды. МКП – 53, МКП – 110, МКП – 150, МКП – 200 ажыратқыштары көлденең май камераларымен жабдықталған. Доғаны өшіру уақыты шамалы, әдетте 0,02-0,03 секундтан аспайды. Доғаны өшірудің жеңілдейтін себебі камерадағы үзілу активті кедергімен (R) шунтталып (750 Ом), немесе сыйымдылықпен бөлгіштенеді, 4.28 – сурет.

Аз көлемді майлы ажыратқыштар

Мұндай ажыратқыштарды әдетте 20 кВ-қа дейінгі кернеулі құрылғыда орнатады. Шағын көлемді майлы ажыратқыштардың әрбір үзілісі доға өшіргіші бар жеке бактармен жабдықталған. Екі қайтара үзілетін ажыратқыштардағы фазада екі бак, ал бір рет үзілетін ажыратқыштардағы фазада үш бак болады.

ВМГ (майлы горшокты ажыратқыш) типті ажыратқыштар кернеуі 10 кВ-қа дейінгі қондырғыларда қолданылады. ВМГ-133 ажыратқыштардың номиналь кернеуі 10кВ және ажырату қуаты 350мың кВт-қа дейін барады.

МГГ (майлы,генераторлы,горшокты)типті шағын көлемді майлы ажыратқыштардың әр фазада екі бакы (барлығы алты бак) болады. Бұлар кернеуі 20кВ, номинал тогы 2000 А және одан көп болатын жабық қондырғыларда (қуаты орташ және үлкен қондырғыларда) қолданылады. МГГ-529 типті ажыратқыштың номиналь қуаты 1,5млн кВт, МГГ-20 типінің номинал қуаты 2,5млн кВт болады,

Сонымен қоса МГГ-10 типтес жинақты майлы ажыратқыштар жасалады. Оның номинал қуаты – 500 мың кВт. Бұл ажыратқыштар алты бактан тұрады, ал құралымы ВМГ-133 типті ажыратқышқа ұқсас.

МГГ типтес ажыратқыштар тез әрекет ететіндерге жатпайды, олардың ажырату уақыты 0,25 - 0,33с.

Сыртқа орнатылған МГ – 35 типті шағын көлемді майлы ажыратқыштардың номинал қуаты 400 мың кВт, МГ – 110 типінің номинал қуаты 2,5 млн. кВт болады. Бұл ажыратқыштардың мөлшері мен салмағы біршама шағын, құралымы қарапайым.

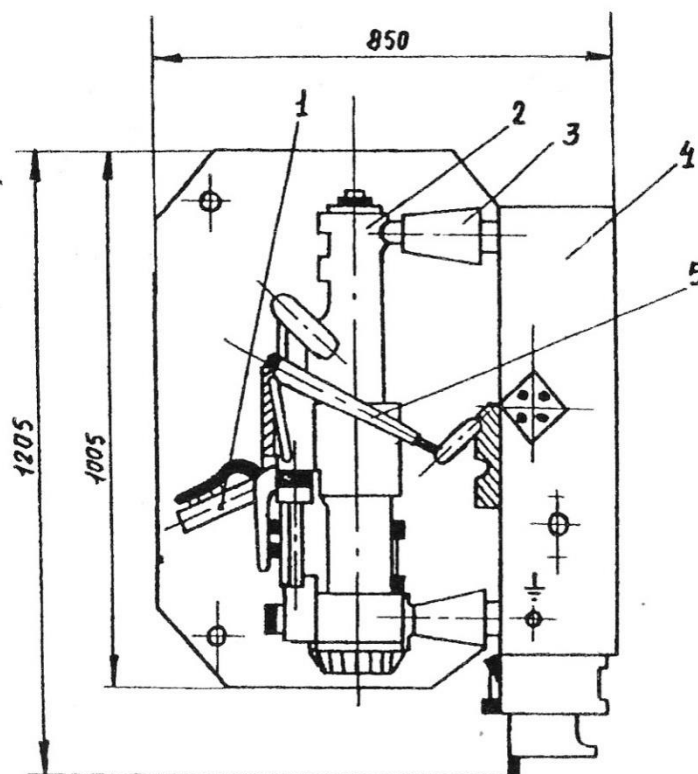
Негізгі кемшіліктері: доға өшіретін камерада орналасқан жанасу жүйесі қолайсыз және ажырату қуаты шағын.

Кейбір шетел фирмалары кернеуі 220 кВ, ажырату қуаты 10 млн. кВт-қа дейін және кернеуі 380-400 кВ қуаты 12 млн. кВт-қа дейін жететін шағын көлемді майлы ажыратқыштарды дайындайды. Олардың органикалық шынылы астары бар доға өшіретін камерасы болады, ол камера қосымша ток күші пайда болған кезде қуаты шағын доғаны өшіруге арналған.

Қысқа тұйықталған тізбекті ажыратқанда қосымша күштің ажыратқышын қолдану үшін жоғары вольтті кварцті сақтандырғыш пайдаланылады (БН – 16 және ВНП – 16 типтес қосымша күштік

ажыратқышының ерекшелігі сонда, олардың жоғары вольтті сақтандырғышы болады).

Олар цехтық, қалалық, ауыл шаруашылық т.б. қосалқы станцияларда, яғни балқымалы сақтандырғыштар көмегімен қысқа тұйықталған токтан қорғуға болатын, әрі қосымша түскен кезде тізбекті қосуға және ажыратуға тура келетін орындарда қолданылады.



5.3 сурет - ВМПЭ – 10 типтес ажыратқыштың жалпы көрінісі. Номиналь тоғы 2500 ден 3150 А.

1. Қозғалатын жұмыс түйіспесі. 2. Ажыратқыштың тұрқы (корпусы). 3. Тіреуіш оқшаулатқыш. 4. Темір рама. 5. Оқшаулама тартқыш (тяга).

Қосымша күштік ажыратқыштарын, тіпті жоғары вольтті сақтандырғыштары болғанның өзінде орнату арзанға түседі, әрі жоғары вольтті ажыратқыштарға қарағанда орынды аз алады.

Кейінгі уақытта кернеуі 110 немесе 220 кВ қондырғыларды ажыратқыштардың ВМТ түрі, ал кернеуі 6-10 кВ қондырғыларда ажыратқыштың ВМПЭ немесе ВМПП деген түрлерін кең қолданады. Олардың номиналдық тоғы 630-3150 А, айыратын тоғы 20 немесе 31,5 кА. 5.3-суретте аз майлы ажыратқыштың жалпы құралымдық сұлбасы көрсетілген. Бұл ВМПЭ – 10 ажыратқышының екі паралель ток контуры бар. Жұмыс түйіспесі өзінің корпусының сыртында, ал доға сөндіретін түйіспесі корпустың ішінде орналасқан. Егерде ВМПЭ – 10 тоғы 630-1600

А болса, онда майдың салмағы 5,5 кг, ал тоғы 3150 А болса, онда майдың салмағы 8 кг болады.

5.3 Сулы және ауалы ажыратқыштар

Мұнда доғаны өшіру үшін су пайдаланылады, ол құралымы жағынан шағын көлемді майлы ажыратқыштарға ұқсас. Кемшілігі мынады: суы буланып кетеді; жылытылмайтын үй-жайларда немесе ашық ауада орнату қиындау; кернеуі 35 кВ-тан асып кеткен жағдайда оқшаулау қиынға түседі. Сондықтан отандық зауыттарда жасалмайды.

Автогазды (газгенерациялаушы) ажыратқыштар

Мұнда доғаны өшіру үшін жоғары температура әсерінен генерациялайтын газдарды пайдаланады. Бұл арнайы газ генерациялайтын материалдардан (фибра, органикалық шыны т.б.) жасалады.

Автогазды ажыратқыштардың доға өшіретін құрылғысын электр-оқшаулатқыш материалдардан жасалған ауыстырмалы астармен жабдықтайды. Бұл материал доғаның жоғары температурасының әсерінен пайда болған газды генерациялап, доғаны өшіруге пайдаланылады.

Бұл ажыратқыштардың артықшылығы мынады:

1. Қопарылысқа және өртке толық қауіпсіздігі;
2. Доға өшіретін сұйықтың болмайтындығы;
3. Пайдалануының қарапайымдылығы;
4. Габариттің біршама шағындығы.

ТМД зауыттары осы ажыратқыштардың екі түрін шығарады:

1. ВГ – 10 типтес автогаздық ажыратқыш;
2. ВН – 16 және ВНП – 16 типтес жүктеме ажыратқыштары.

Бұл ажыратқыштар номиналь кернеуі 6-10 кВ және номиналь қуаты 200-3000 мың кВт болатын ішкі қондырғыларда орналастырылады.

Ажыратудың бастапқы сәтінде доға пайда болып, органикалық шыны астарына жанасқанда газ генерацияланады да, камерадағы қысым кенеттен ұлғаяды. Осыдан кейін түйіспе жылжып, көлденең шығару каналы ашылады, камерада жиналған газ қарқынды үрлеу туғызып, доғаны лезде өшіреді.

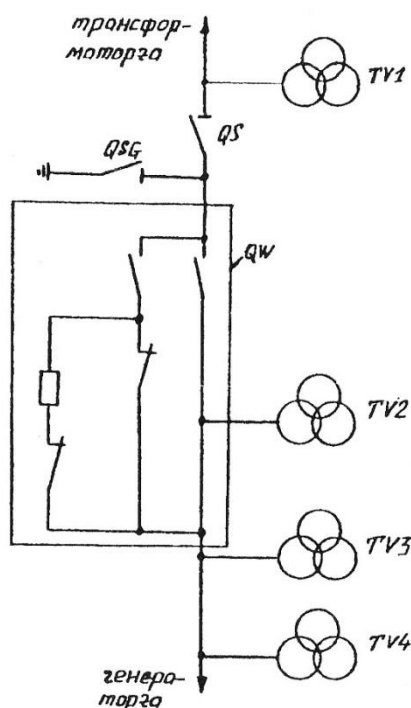
Ажыратқыштың ВГМ – 20 типі ВМГ типті майлы ажыратқыш секілді қабырғаға немесе металл құралымына тігінен орнатылады.

Жүктеме ажыратқыштары негізінде жүктеменің тоғын ажыратуға және қосуға арналған.

ТМД-ның зауыттары қысқа тұйықталу тоғын ажыратуға арналған жүктеме ажыратқыштарын шығарады. Мысалы: ВНП – 10, ВНСГ – 15, КАГ – 24, т.б. Айталық, ВНСГ – 15 типті арнайы жүктеме ажыратқышы генераторлардың өздігінен синхрондалуы үшін қолданылады. Оның сипаттамалары:

$$U_{ном} = 15кВ; I_{ном} = 12кА; I_{к.т.т.а.жс} = 31,5кА;$$

Қазіргі уақытта блоктары 800, 1000 МВт ЖЭС, АЭС-да жаңа КАГ – 24 комплектілі аппараттары қолданылады ($U_{ном} = 24кВ; I_{ном} = 30кА; P = 2МПа$). КАГ – 24-тің құрылысы генераторлық комплектілі ток өткізгішпен біріктірілген. КАГ – 24 жүктеме ажыратқышының электр сұлбасы келтірілген. Әрбір полюстің құрамына QW – жүктеме ажыратқышы, QS – айырғышы мен айырғышты жерге қосатын пышағы QSG және 4 кернеу трансформаторлары TV кіреді. Генератордың КАГ-24 -30/3000У3 жүктеме ажыратқыштары ЖЭС, АЭС-ның блоктық сұлбаларының ғайылылығын және сенімділігін арттырады.



5.4 сурет – КАГ – 24 комплектілі аппарат

Ауалы ажыратқыштар

Ауалы ажыратқыштарда доғаны өшіру сығылған ауамен жүзеге асырылады. Барлық майсыз ажыратқыштарда ток жүретін бөліктерді бір-бірінен және ажыратқыш құралымдарының жерге қосылған элементтерін оқшаулауды әртүрлі керамикалық оқшаулаушы материалдар арқылы атқарады.

Ауалы ажыратқыштардың (кейбіреулерінің) түрлерімен сипаттамалары:

- ВВУ – 110Б – 40/2000УІ, мұндағы ВВ – жоғары кернеулі ауалы ажыратқыш; У – қайта қалпына келетін, жылдамдығы арқылы күшейтілген кернеу (усиленный по скорости восстанавливающегося напряжения). 110-жоғары кернеу, кВ; Б – оқшауламасының категориясы; 40 – номиналды қажырту тоғы, кА; 2000 – номиналь ток, А; У – қоңыржай климатқа есептелінген;

І – сыртта (ашық ауада) орналастыруға арналған.

- ВВБК – бакты ауалы ажыратқыш.

$$U_{ном} = 35 - 750 \text{ кВ}; I_{ном} = 2000 \div 3200 \text{ А}; P = 2 \text{ МПа}$$

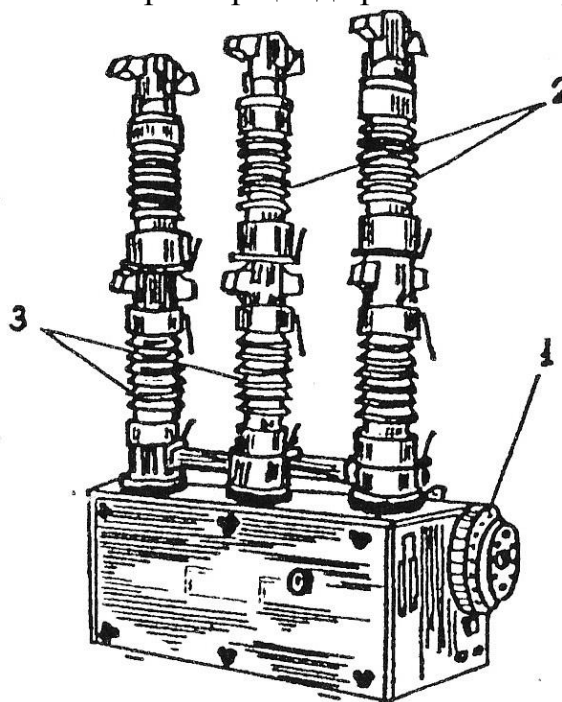
$$t_{тол.аж} = 0,08 \text{ с}; t_{мен.аж} = 0,055 \text{ с};$$

- ВВБК – ірі модулды бакты ауалы ажыратқыш; $U_{ном} = 110 - 1150 \text{ кВ}$; $I_{ном} = 3200 \div 4000 \text{ А}$; $t_{тол.аж} = 0,04 \text{ с}$; $t_{мен.аж} = 0,025 \text{ с}$.

- ВНВ – доға сөндірілетін камерасы ауамен толтырылған кернеулі ажыратқыш; $U_{ном} = 110 - 1150 \text{ кВ}$; $I_{ном} = 4000 \text{ А}$; $t_{тол.аж} = 0,04 \text{ с}$; $t_{мен.аж} = 0,025 \text{ с}$.

Ішкі бөлгіштерсіз ауалы ажыратқыштар

Ауалы ажыратқыштарда доғаны сығылған ауамен үрлеу арқылы өшіреді. Мұнда бак ажыратылатын орынға жақын орнатылады немесе оның рамасымен біртұтас жасалады. Ажыратқыштың кернеуіне және ажырату қабілетіне қарай бактағы қысым 8-ден 20 атмосфераға дейін өзгереді. Бакқа ауа жалпы компрессор қондырғысынан беріледі.



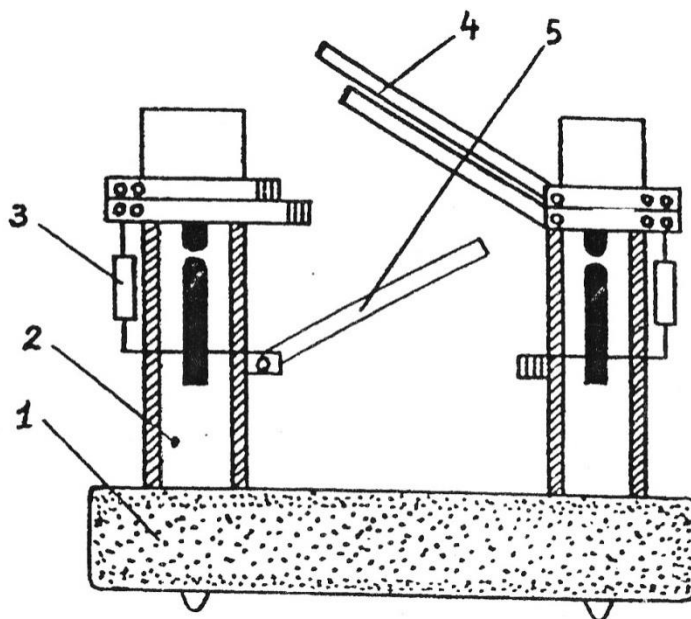
5.5 сурет - ВВН – 35 типтес ауалы ажыратқыш (35 кВ, 1000А).

1. Жалпы бак. 2. Доға сөндірілетін (өшірілетін) камералар. 3. Іші қуыс тіректі окшаулатқыш.

Ішкі бөлгіштері жоқ ажыратқыштар деп аталатын мұндай ауалы ажыратқыштарды негізінен алғанда 35 кВ-қа дейінгі кернеуде пайдаланылады. ВВН – 35 типінің номиналь тоғы 1000 А және ажыратылуының номиналь қуаты 1000000 кВт. Ажыратқыштың жалпы бағы (I), оған орнатылған үш фазалы колонкасы, оның доға өшіретін камерасы (2) және іші қуыс изоляторы (3) болады (сурет).

Ішкі бөлгіштері бар ажыратқыштар

Мұнда ажыратқыштың түйіспелері доғаны өшіру жағдайына қарай белгілі бір шағын аралыққа жылжиды да, доғаны өшіріп біткеннен соң аз уақыт өткенде бөлектегіштің ауалы жетегі іске қосылып тізбек ажыратылады да тізбекте ажыратылу үзігі пайда болады (сурет). Ажыратқыш, бөлектегішімен қоса кез келген кернеуге арнап жасалуы мүмкін. 35кВ-қа дейінгі ажыратқыштардың әдетте жұмыс фазасында бір үзілуі, 110кВ-та екі, 154кВ-та үш, 220кВ-та төрт және 400 кВ-та алты үзілуі болады.



5.6-сурет. Ауалы ажыратқыш құралымының жалпы сұлбасы

1. Ауамен толтырылатын бак (резервуар). 2. Доға сөндірілетін камера. 3. Кернеуді бөлетін Омдық кедергі (делители напряжения). 4. Негізгі түйіспе. 5. Бөлгіштің жылжымалы түйіспесі.

Ауалы ажыратқыштардың негізгі құндылығы мынада:

1. Ажыратуға аз уақыт кетеді. (0,08-0,1с.);
2. Сұйық орта мен газ генерациялаушы қатты материал болмайды;
3. Қопарылысқа және өртке қауіпсіз;

4. Сенімді жұмыс істейді;
5. Пайдаланылуы біршама қарапайым;
6. Жиі қосу мен ажырату мүмкіндігі бар;
7. Автоматты түрде қайта қосылуы оңай;
8. Сырттағы және іштегі қондырғыларда пайдаланылады;
9. Майлы ажыратқыштарға қарағанда салмағы мен көлемі шағын.

Негізгі кемшіліктеріне мыналар жатады:

1. Құралымы біршама күрделі;

1. Ауалы құралдарды (компенсаторларды, ресиверлерді, ауа өткізгіштерді т.б.) қажет етеді.

ТМД зауыттары кернеуі 35-500 кВ, номиналды ажырату қуаты 1-10 млн кВт ВВН типтес ауалы ажыратқыштар шығарады. Бұлардың барлығы сыртта орнатуға арналған.

Сонымен қоса номиналь кернеуі 13,8 кВ, номинал тоғы 5500А және ажыратудың номинал қуаты 2 млн. кВт болатын, іште орнатуға арналған ВВ-15 типті ауалы ажыратқыштар жасалады.

5.4 Элегазды және синхронды ажыратқыштар

Қазіргі уақытта элегазды ажыратқыштар қарқынды зерттелуде. Элегаз (SF_6) дегеніміз электр доғасын тез сөндіретін (яғни доғаның жануын қолдамайтын) газ. Тәуелсіз елдер жостастығында кернеуі 35-500 кВ қондырғыларда элегазды ажыратқыштар сынақтан өтіп, пайдаланылуда.

Бұндай ажыратқыштардың негізгі құндылығы мынадай:

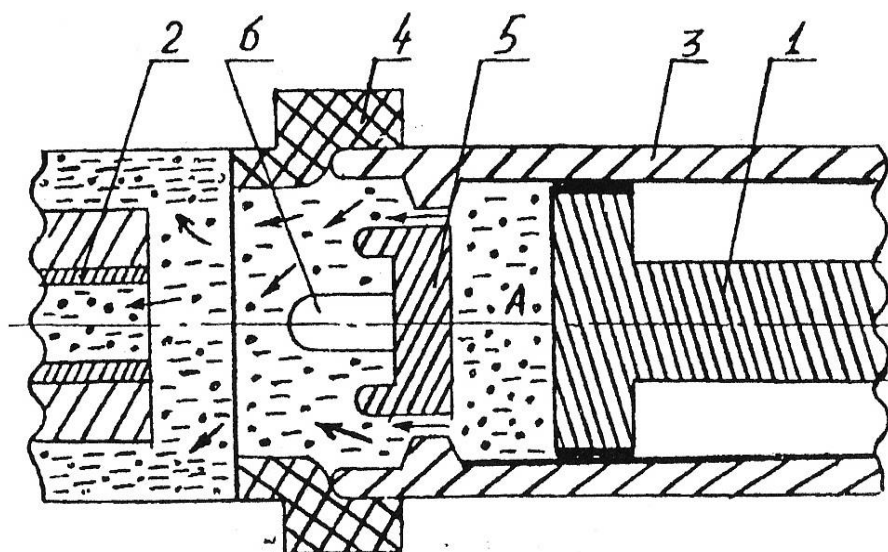
- Өртке және қопарылысқа қауіпсіз;
- Ажыратуға аз уақыт кетеді;
- Ашық ауада және үйдің ішінде орналастыруға болады;
- Мөлшері және салмағы өте аз.

Негізгі кемшіліктері:

- Элегазды қолдану үшін арнайы жабдықтар болуы керек;
- Элегаздың бағасы қымбат, доғаны сөндіргеннен кейін элегаз-улы газға айналады. Себебі, элегазбен доғаның өзара әрекетінің нәтижесінде элегаз ыдырайды. Ол улы элегаздан сақтану үшін арнайы құрылғылар және әдістер қолдану керек.

Элегаздың жай ауамен салыстырғандағы тығыздығы 5 рет, ал электр беріктігі 2-3 рет көп. Инертті газ. Доғаның жануын қолдамайды. Элегазды ажыратқыштарда доғаны сөндіретін автоматты құрылғылар пайдаланылады. Бұл құрылғылардың түйіспелерін ажырату процесінде элегаз қысылады да, тез уақытта (шамамен 10 мс) доғаны сөндіретін жерге жеткізеді де, доға сөндіріледі. Әдетте элегазды ажыратқыштар герметикалық аппаратқа жатады. Ол көбінесе бакты майлы ажыратқыштарға ұқсас. Элегаздық ажыратқыштың автопневматикалық сөндіру құрылғысының сұлбасы көрсетілген. Поршень (1) және қуыс

түйіспе (2) қозғалмайды. Ажырату процесінде фторпластан жасалған соплосы (4) бар цилиндр (3) оңға қарай жылжиды. Осы мезгілде А (сурет) көлеміндегі элегаз қысылады да, түйіспелер ажыратылады. Қозғалмайтын және қозғалатын түйіспелердің аралығында электр доғасы пайда болады. Осы герметикалық жабық көлемдегі элегаздың күшті ағыны (0,4÷0,6 МПа) шамамен 10 мс ішінде доғаны сөндіреді. Тізбекті қосу процесінде соплолы (4) цилиндр (3) және розетка тәрізді түйіспе (5) солға қарай жылжиды. Ауалы ажыратқыштармен салыстырғанда тізбекті айыру (қосу) процестері шусыз орындалады.

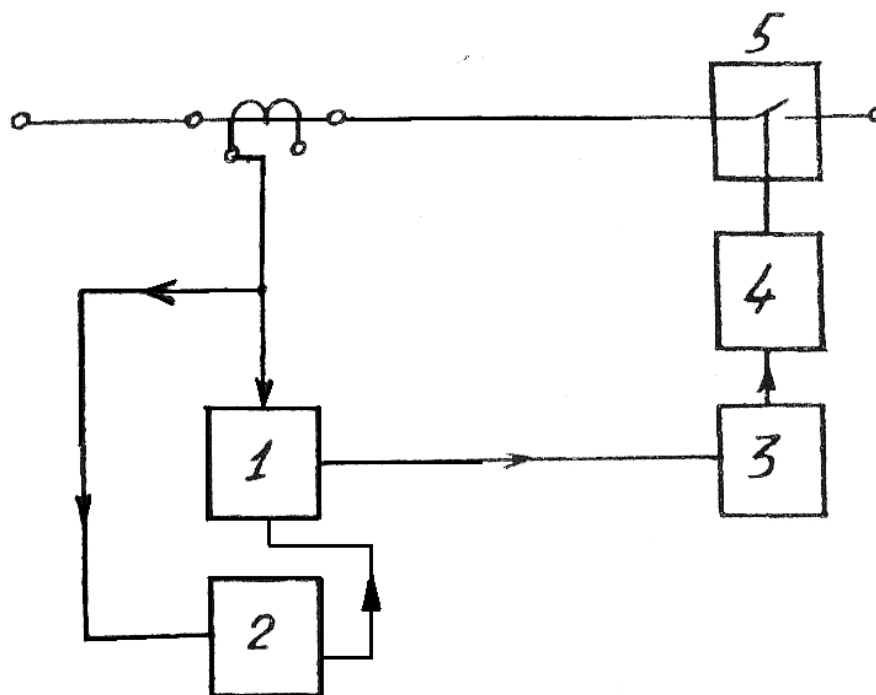


5.7 сурет – Элегазды ажыратқыштың автопневматикалық сөндіргіші құрылғысының ұстанымдық сұлбасы.

1. Поршень. 2. Қуысы бар түйіспе. 3. Цилиндр. 4. Тар тесік, сопло. 5. Розетка тәріздес түйіспе. 6. Қосымша электрод.

Синхронды ажыратқыштар

Синхронды ажыратқыштардың функциялық сұлбасы 5.8 суретте келтірілген. Релелік қорғаныс (2) іске қосылғаннан кейін синхрондайтын құрылғы (1) ажырату блогына (3) импульс береді. Бұл импульс ажыратқыштың түйіспелері (5) арқылы жетекке (4) жеткізіледі де, түйіспелер (5) тез ажыратылады. Жоғары кернеуден (4) оқшауланған.



5.8 -сурет. Синхронды ажыратқыштың функционалдык сұлбасы.

1. Синхронды құрылғы. 2. Релелік қорғаныс. 3. Ажырату блогы. 4. Ажырату жетегі. 5. Жетекпен тікелей қосылған ажыратқыштың түйіспелері (жетек оқшауланған).

Ток нольден өтпей тұрып, ажыратқыштың түйіспелеріне 1-2 мс бұрын импульс берілуі керек. Сонда, токтың мәне ноль болса түйіспелер тез ажыратылады. Олардың (5) ара қашықтығы доғаның қайталап жануына мүмкіндік туғызбайды.

Егерде тез әрекетті ауалы ажыратқыштармен синхрондалған ажыратқыштарды салыстырсақ, онда мынадай жағдайды көреміз:

- тез әрекетті ауалы ажыратқыштың толық ажырату уақыты 70-90 мс;
- синхронды ажыратқыштың толық ажырату уақыты 40-55 мс;

Синхронды ажыратқыштың құндылығы:

- қысқа тұйықталу тоғы пайда болғанда электр жүйесі жұмысының динамикалық орнықтылығы артады, себебі ток нольден өткенше сөндіріледі;

- ажыратқыштың түйіспелерінің жұмыс істеу мерзімі көбейтіледі, себебі олар шағын токты ажыратады;

- ажырату қабілеттілігі жоғары; қысқа тұйықталу тоғын ажырту уақыты аз;

- түйіспелердің арасында пайда болатын доғада бөлінетін энергияның мөлшерін азайтады.

Синхронды ажыратқыштың кемшіліктері:

- синхронды ажыратқыштың құрылғылары күрделі;

- дәлдігі өте жоғары шина өткізгіштермен жабдықталған аспаптарды талап етеді

Жоғары кернеулі ажыратқыштарының жетектері

Жетектер ажыратқыштарды қосуға, қосылған қалпында ұстап тұруға және ажыратуға арналған. Жетек ажыратқышты қосқан кезде көп жұмыс атқарады. Мұндайда ол ажыратылатын серіппе кедергісіне, басқа да серіппелі түйіспе бөліктеріне, ажыратқыш механизмінің үйкелісіне, ажыратқыштағы жетек берілісіне, майлы ажыратқыштың жылжымалы қозғалысына төтеп береді.

Жетек ажыратқышты қосудың белгілі бір жылдамдығын қамтамасыз етуі тиіс, өйткені баяу қосылған кезде желінің қысқа тұйықталуы нәтижесінде түйіспелер балқып кетуі мүмкін. Демек, жетек қосылған кезде үлкен қуат алуы тиіс, ал оның шамасы ажыратқыш типіне байланысты. Бұлай болмаған жағдайда ажыратылған кезде жетек шамалы ғана жұмыс істеп, негізінен жапқыш механизмді босатады, өйткені ажыратылу ажыратқыш серіппесі арқылы жүзеге асырылады.

Пайдаланылатын энергия түріне қарай жетек былайша бөлінеді:

1. Қол жетек; серіппелі жетек.
2. Электрлік (электромагниттік және электр қозғалтқыштық) жетек.
3. Пневматикалық жетек; пневмогидравликалық жетек.

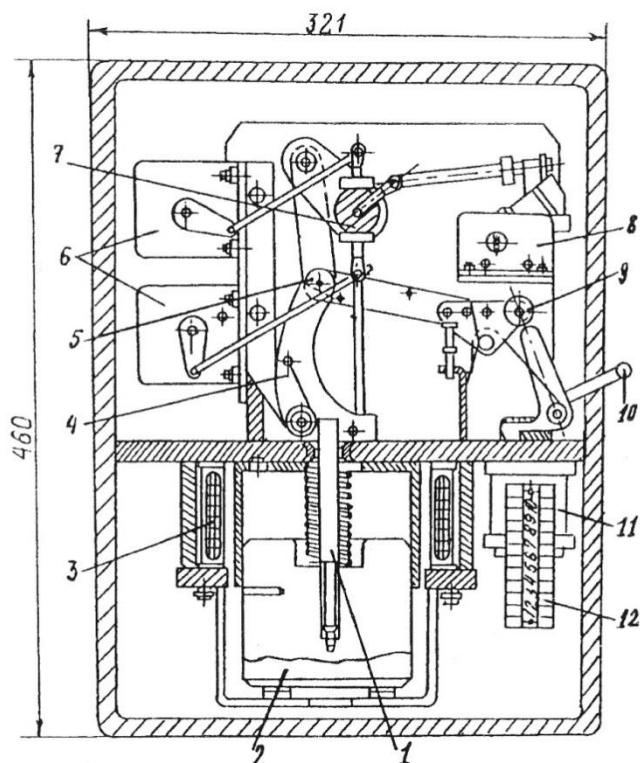
Автоматты жетекте ажыратқышты қосылған қалпында ұстап тұратын ілгек шағын электромагниттің көмегімен жылжып, қосымша күш түскенде немесе тізбек қысқа тұйықталғанда ол релемен тұйықталады.

Электрлік және пневматикалық жетектер ажыратқыштарды қашықтықтан басқаруды жүзеге асырады. Барлық жетектер еркін жіктелетін механизмдермен жабдықталады.

Автоматты қол жетегін көбінесе қуаты аз ажыратқыштармен жабдықталған шағын электр станциялары мен қосалқы станцияларда қолданады. Олар қарапайым, арзан болғанымен, ажыратқыштарды қашықтықтан басқаруға мүмкіндік бермейді. Көбінесе ПРБА (рычагты, блинкерлі, автоматты жетек) автоматты қол жетегі қолданылады (ВМГ және ВМ үшін).

Электромагнитті жетектің құндылығына оның құралымының қарапайымдылығы, құнының арзандығын, сенімді жұмыс істейтіндігі, тез әрекет ететіндігін жатқызуға болады (ажыратқыш типіне қарай қосылу уақыты 0,18-ден 0,8 секундқа дейінгі аралықта ауытқиды), сурет.

Электромагнитті жетектің басты кемшілігіне ажыратқышты қосқан кезде, қосылған орауыштардың ток тұтынуын жатқызуға болады. Ажыратылған орауыштың бұдан өзгешелігі – бірнеше ампер шамасында ғана азғана токты тұтынады.



5.9 – сурет. ПЭ – 11 электромагнитті жетек.

Электромагнитті жетектер тұрақты тоқпен жұмыс істейді. Ең көп тараған жетектің бірі – ПС – 10 типті жетегі. Сыртқа орнату үшін электромагнитті жетекті арнайы шкафа салады. Мәселен, шкафтағы жетекте ШПС – 10 белгісі болады.

Электромагниттік жетек тура әрекетті жетектер тобына жатады. Оның жұмыс істеуіне керекті энергия үлкен қуатты энергия қорынан алынады. Ажыратқышқа қосуға керекті күш болат өзекшемен (2) жасалынады. Электромагниттік орауыштан (3) ток өткенде болат өзекше (2), сол орауышқа (3) тартылады. Содан кейін өзекшенің штогы (1) иіңтірек (рычаг) механизмдерінің ролигіне (5) тіреледі де оны жоғары көтереді. Бұл қозғалыстар шарнирлі рычагтар арқылы ажыратқыштың белдігіне (7) жеткізіледі де, ажыратқыш іске қосылады. Содан кейін ілгешек (4) қосылған механизмдерді сол қалпында ұстап тұрады. Ажыратқыш қосылғаннан кейін түйіспелер (6) электромагниттік қосу тізбегін айырады да, өзекше (1) төмен түседі. ПЭ-11 электромагниттік жетек қосылған қалпында көрсетілген.

Ажырату процесінде ток электромагнитке (11) беріледі де, ажыратқыш (9) рычаг қосылып тұрған механизмдердің рычагын қозғалысқа келтіреді. Сонда ролик (5) ілгешектен (4) шығып кетеді. Ажыратқыштың белдігі (7) ажырататын серіппенің әрекетінің нәтижесінде тізбекті ажыратады. ПЭ-11 жетегінде басқаруға керекті көмекші түйіспелер (8) пайдаланылады. Қосатын және ажырататын электромагниттік орауыштар қысқыш арқылы (12) аккумуляторлық батереялардан қоректенеді. ПЭ-11 жетегінде қолмен ажырататын иіні (рычагы, 10) бар.

Үй ішінде орнатылатын қуатты ажыратқыштар ПЭ-2, ПЭ-21, ПС-31 типті электромагниттік жетектерін, ал сыртқы қондырғыларда ШПЭ-44, ШПЭ-38, ШПЭ-46 типті жетектерін қолданады.

Электр қозғалтқышты жетекке ортадан тепкіш жетекті жатқызуға болады. Қозғалтқыш тізбекті қосу кезінде, жүгімен параллелограмм түрінде жасалған рычагтар жүйесін айналдырады. Ортадан тепкіш күштің әсерінен жүктер бытырап, параллелограмм сығымдалады да, тартқышты төмен түсіріп, қозғалысты ажыратқыш білігіне береді. Қосылған қалпында барлық жүйе ілгекпен ұстатылады. Қосылу аяқталғаннан кейін қозғалтқыш автоматты түрде желіден ажыратылады. Ортадан тепкіш жетек өз бетімен ілінісетін механизммен жабдықталады. Ортадан тепкіш жетектер тұрақты немесе айнымалы ток қозғалтқыштарымен қамтамасыз етіледі.

Олардың басты кемшілігі – қосылған кезде қуатты көп тұтынады және құралымы электромагнитті жетектерден күрделірек әрі едәуір қымбат, күтімді де көбірек қажет етеді. Басқару үшін өте ауыр майлы ажыратқыштарды пайдаланады.

Пневматикалық жетектерде ажыратқыш арнайы бактан келген сығылған ауамен қосылады, ал бак орталық компрессор қондырғысынан келген ауамен толтырылады.

Пневматикалық жетектердің негізгі құндылығы мынада:

1. Құралымы қарапайым;
2. Өте сенімді жұмыс істейді;
3. Құны арзан;
4. Пайдалануға қарапайым;
5. Көлемі шағын;
6. Қуатты аз пайдаланылады;

Басты кемшілігі – сығылған ауа қондырғысын қажет етеді.

Жоғары кернеулі кейбір ауалы ажыратқыштарда пневматикалық жетек ажыратқыштың тұтас бөлігі болып саналады.

5.5 Бақылау сұрақтары:

- 1 Ажыратқыш деген не?
- 2 Жоғары кернеулі ажыратқыштардың жұмыс істеу аймағы (кесте).
- 3 Жоғарғы кернеулі ажыратқыштар не үшін арналған?
- 4 Барлық жоғары вольтті ажыратқыштарды негізгі қандай топқа бөлуге болады?
- 5 Майлы ажыратқыштар өз кезегінде:
- 6 Үлкен көлемді майлы ажыратқыштар не үшін пайдаланады?
- 7 Аз көлемді майлы ажыратқыштар не үшін ғана қолданылады және жүзеге асырылады?
- 8 Үлкен көлемді майлы ажыратқыштардың түрлері және сипаттамалары:
- 9 Ішкі бөлгіштері бар ажыратқыштар

- 10 Ішкі бөлгіштерсіз ауалы ажыратқыштар
- 11 Ауалы ажыратқыштардың (кейбіреулерінің) түрлері мен сипаттамалары:
- 12 Ауалы ажыратқыштар қалай жүзеге асырылады?
- 13 Ауалы ажыратқыш құралымының жалпы сұлбасы және анықтамасы (5.6-сурет).
- 14 Ауалы ажыратқыштардың негізгі құндылығы мынада:
- 15 Ауалы ажыратқыштардың негізгі кемшіліктеріне мыналар жатады:
- 16 Ішкі бөлгіштері бар ажыратқыштар
- 17 Элегаз (SF_6) дегеніміз не?
- 18 Элегазды ажыратқыштардың негізгі құндылығы қандай?
- 19 Элегазды ажыратқыштардың негізгі кемшіліктері:
- 20 Элегазды ажыратқыштың автопневматикалық сөндіргіші құрылғысының ұстанымдық сұлбасы және анықтамасы:
- 21 Синхронды ажыратқыштың функционалдық сұлбасы және анықтамасы (5.8 – сурет).
- 22 Синхронды ажыратқыштың құндылығы:
- 23 Синхронды ажыратқыштың кемшіліктері:
- 24 Жоғары кернеулі ажыратқыштарының жетектері?
- 25 Жетектерне үшін арналған?
- 26 Электромагнитті жетектер қандай тоқпен жұмыс істейді?
- 27 Пайдаланылатын энергия түріне қарай жетек былайша бөлінеді:
- 28 Пневматикалық жетектердің негізгі құндылығы мынада:
- 29 Пневматикалық жетектердің басты кемшілігі

6 Тақырып Айырғыштар. Олардың түрлері және жетектері

Мақсаты: Айырғыштар түрлері және жетектерін оқу

6.1 Жалпы ұғым

Электр қондырғыларында қауіпсіз жұмыс істеуді қамтамасыз етудің маңызды шаралардың бірі – жұмыс істеуге тура келетін қондырғы бөліктерін кернеуде тұрған басқа қондырғы бөліктерінен сенімді ажырату болып саналады. Мүмкін болатын қателіктерге жол бермеу үшін мұндай ажырату, тізбектің үзілген тұсын анық көрсететін аппараттармен орындалуы тиіс. Мұндай аппаратқа айырғыштар жатады.

Айырғыштардың доға өшіретін құрылғысы болмайтындықтан онымен тоқт ажыратуға болмайды, өйткені мұндай жағдайда олардың түйіспелерінде электр доғасы пайда болады. Мұндай ашық доға тек жабдықтарға ғана емес, жұмыс істейтін адамдарға да өте қауіпті. Сондықтан айырғыштарды қондырғылардың бөліктерін ажыратқыштармен алдын ала бөліп тастағаннан кейін қосуға және айыруға пайдаланады.

Сонымен қоса, айырғыштарда кернеуде тұрған қондырғының жекелеген бөліктерін ауыстырып қосу үшін пайдаланады, бірақта мұндай ауыстырып қосу кезінде айырғыштың түйіспелерінде доға пайда болмауы тиіс.

Айырғыштар полюс саны бойынша бір полюсті және үш полюсті болып бөлінеді.

Орнатылу түріне қарай – ішкі және сыртқы, орналасу әдісіне қарай – ішкі және сыртқы, орнатылу әдісіне қарай – пышағы тік және көлденең орналасқан болады.

6.2 Айырғыштар құралымы бойынша мынадай типтерге бөлінеді:

1. **Кескішті** – пышақтары оқшаулатқыш осінің жазықтығында айналады (4.36-сурет);

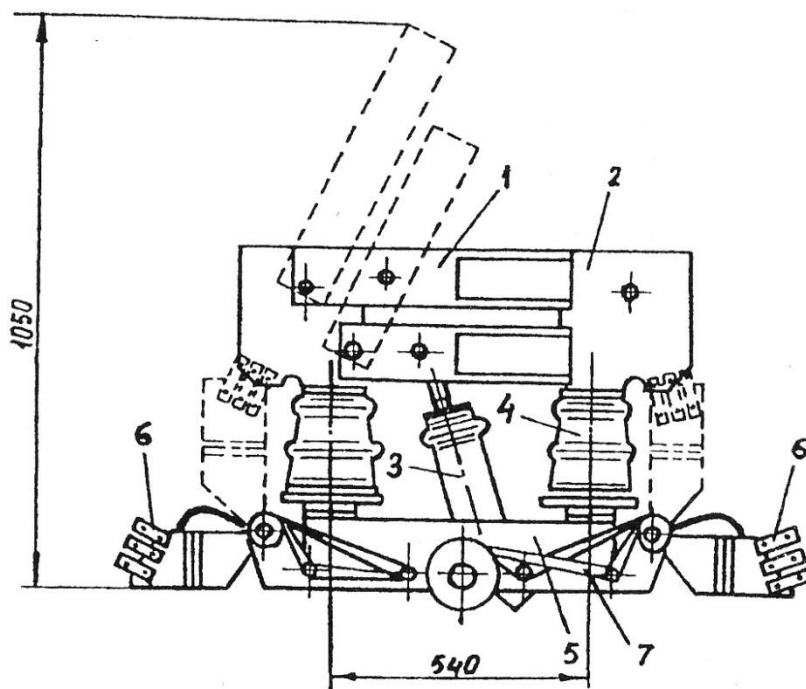
2. **Бұрылмалы** – пышақтары оқшаулатқыш осінің жазықтығында перпендикуляр айналады;

3. **Штепсельді** – қосқанда және ажыратқанда оқшаулатқыштың өз осінде қозғалады.

Айырғыштарда жұмыстық пышақтармен қоса жерге қосылатын пышақтар да болуы мүмкін, ал мұның өзі жөндеу жұмыстары кезінде қондырғы бөліктерінің фазасын қысқа тұйықтауға және жерге қосуға пайдаланады (сурет).

ТМД зауыттарында барлық кернеуге арналған, ішке және сыртқа орнататын айырғыштар жасалынады.

Сыртқа орнатылатын айырғыштар қолайсыз ауа райында (шаң, ылғал) жұмыс істеуге арналғандықтан, механикалық төзімділігі жоғары оқшаулаушы болуы тиіс.



6.1 сурет - Кескішті айырғыш (RVP3 – 2 – 20/8000).

1 – Қозғалатын бас түйіспе. 2 – Қозғалмайтын түйіспе. 3 - Фарфорлытаратқыш. 4 – Тіректік оқшаулаушы. 5 - Рама. 6 – Жермен қосатын пышақтар. 7 - Бас түйіспемен жермен қосатын пышақтардың арасында механикалық блокиратор.

Энергетикалық өндіріс орындары шығаратын сыртта орнатуға арналған айырғыштардың ең көп тарағаны – пышақтары оқшаулаушы жазығында айналып тұратын кескіш.

РЛН – сыртта орнатуға арналған желілік түйіспелі айырғыш.

РЛНЗ – жерге қосылатын бір немесе екі пышағыбар айырғыш.

РВО – ішке орнатылатын бір полюсті айырғыш.

РВ – ішке орнатылатын үш полюсті айырғыш.

Айырғыштарға шағын токтарды қосуға және ажыратуға ұқсат етіледі. Атап айтқанда:

1. Кернеуі 10 кВ-қадейін, қуаты 750 кВт; кернеуі 35 кВ-қадейін, қуаты 20000 кВт; кернеуі 110 кВ-қа дейін, қуаты 40500 кВт трансформатор токтарына арналған;

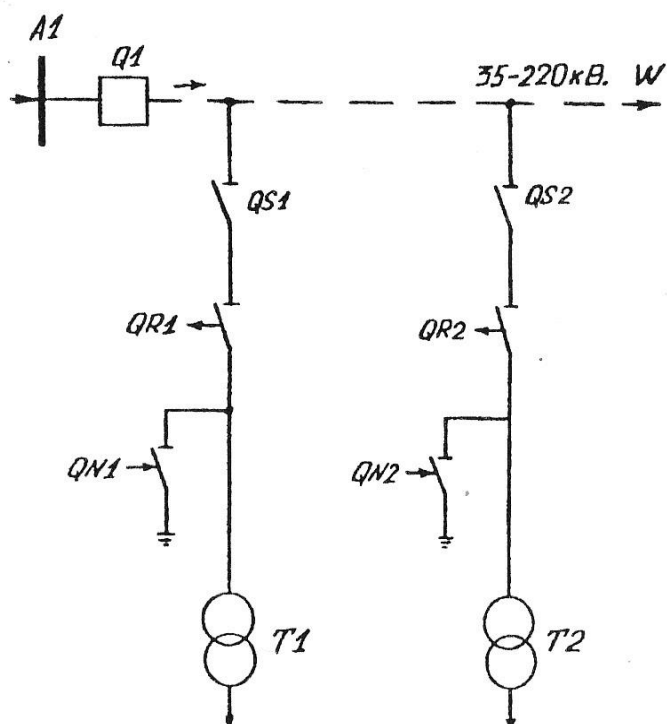
2. Ауа желісінің сыйымдылық зарядты тоғына қосуға болады. Желінің сыйымдылық тоғының ажыратылуының шектеу мүмкіндігі оның кернеуіне және желіден айыру типіне байланысты;

3. Трансформатордың шағын магниттелінген тоғын қосуға болады;
4. Жинақтаушы шиналарының сыйымдылық тоғы тексеріледі, осыдан кейін тексерілген шиналарға тоқты ажыратқыштармен беруге болады;
5. Ауа желісінің сыйымдылық зарядты тоғына қосуға болады. Желінің сыйымдылық тоғының ажыратылуының шектеу мүмкіндігі оның кернеуіне және желіден айыру типі не байланысты;
6. Трансформатордың шағын магниттелінген тоғын қосуға болады;
7. Жинақтаушы шиналарының сыйымдылық тоғы тексеріледі, осыдан кейін тексерілген шиналарға тоқты ажыратқыштар мен беруге болады;
8. Бейтарап нүктелері бар трансформаторлармен доғаны өшіретін орауыштардың тізбектеріне;
9. Айырғыштарға кернеу айырмашылығы номинальшамадан – 2% аспайтын жағдайда, желілердегі теңестіру тоқтарын;
10. Жерге тұйықталу тоқтары: кернеуі 35 кВ-танаспайтын желіде ток 5А-ден және 10 кВжеліде 10 А-денаспайтын жағдайда;
11. Кернеуі 10 кВ-тан аспайтын желілердегі жұмыстық тоқтың шамасы 15 А-дан аспағанда.

6.3 Бөлектеуіш және қысқа тұйықтауыш аппараттар

Бөлектеуіш тізбекті автоматты түрде ажыратадыда (0,5÷1,0с), ал тізбекке қайтадан қолмен қосылады.

Қысқа тұйықтауыш тізбек арнайы жасанды қысқа тұйықталу тоғын жасауға арналған. Ол жұмысқа автоматты түрде қосыладыда (0,4÷0,5с), ал тізбектен қолмен ажыратылады.



6.2-сурет. Бөлектеуіш пен қысқа тұйықтауыштың жұмыс істеу ұстанымдық сұлбасы.

Бөлектеуіш пен қысқа тұйықтауыштардың негізгі түрлері: ОД-35 кВ;

ОД-110 кВ; ОД-220 кВ; КЗ-35 кВ; КЗ-110 кВ; КЗ-220 кВ. 4.37-суретте бөлектеуіш пен қысқа тұйықтауыштың жұмысының ұстанымдық сұлбасы келтірілген. Трансформатордың (T_1) орамаларының аралығында шағын қысқа тұйықталу тоғы пайда болғанда, ол тоқты жасанды түрде көбейту үшін қысқа тұйықтауышты (QN1) іске қосады. Сонда релелік қорғаныс күретамырлы (магистральды) электр желісінің ажыратқышын (Q1) тізбектен ажыратады. Сол мезгілде (без токовая пауза) бөлектеуіш (QR1) автоматты түрде трансформаторды (T_1) тізбектен бөліп тастайды. Ал күретамырлық электр желісінің ажыратқышы Q1 қайтадан іске қосылады да 35-200 кВ-тық электр жеткізу желісі қалыпты жұмысына кіріседі.

Айырғыштарды және бөлектеуіштерді, қысқа тұйықтауыштарды таңдап алу тәртібі:

$$U_{\text{ном}} \geq U_{\text{конд}}; I_{\text{ном}} \geq I_{\text{мах}}; i_{\text{соққы}} \leq i_{\text{ш.к.т.т}}; I_{\text{по}} \leq I_{\text{ш.к.т.т}}$$

Мұнда: $i_{\text{ш.к.т.т}}$, $I_{\text{ш.к.т.т}}$ – шектелген қысқа тұйықталу тоғы (амплитуда және әрекеттегі мәні); $\beta_k \leq I_{\text{мер}}^2 \cdot t_{\text{мер}}$

Мұнда β_k - есептік жылу импульсі, kA^2s ; $I_{\text{тер}}$ -термиялық төзімділіктің шекті тоғы, А; kA . $t_{\text{тер}}$ -термиялық токтың өту уақыты, с.

Қысқа тұйықтағыш аппаратты осы жоғарыда көрсетілген сипаттамалары бойынша таңдап алады. Бірақ жүктеме тоғына тексерілмейді.

6.4 Айырғыштар жетектері

Жетектерді қолдану өндірісте ажыратқыштармен жұмыс істеу қауіпсіздігін арттырады, өйткені жетектерді айырғыштардан қашық орналастырады, ал жабық тарату құрылғыларында жетектерді басқару дәліздеріне шығарады. Барлық фазалар бір мезгілде қосылғандықтан және ажыратылғандықтан жетектердің өндірістегі операциясын жеңілдетіп, тездете түседі.

Айырғыштарды **басқару үшін**: қол жетегін; электр қозғалтқышы жетектерін; пневматикалық жетектерді қолданады.

Ең көп тарағаны рычагты қол жетегі. Бұл номиналь тоғы 3000 А-ге дейінгі айырғыштарда қолданылады. Номиналь тоғы 3000 А және одан астам болатын ауыр айырғыштарды басқару үшін тиісті доңғалақты (червякты) қол жетегін қолданады.

Айырғыштарды дистанциялық басқаруға тура келген жағдайда электр қозғалтқыш және пневматикалық жетектерді қолданады.

Электр қозғалтқыштары күрделі, әрі қымбат, сондықтан қолмен басқару қиынға түсетін немесе мүлде мүмкін болмайтын жағдайда ғана оларды тек өте ауыр айырғыштарды басқаруға қолданады.

Пневматикалық жетектер қарапайым, жинақты, арзан, әрі кез келген айырғыштарға қолдануға болады. Алайда, энергетикалық зауыттар әзірше оны жасамай отыр. Жетектердің түрлері:

ПР, ПРН, ПРНЗ – рычагты қол жетегі; ПЧ, ПЧН – червякты қол жетегі; ППВ – ішке орнатылатын электр қозғалтқышты жетек; ПДН – сыртқа орнатылатын электр қозғалтқышты жетек.

6.4 Бақылау сұрақтары

1 Айырғыштар не үшін пайдаланады?

2 Бөлектеуіш пен қысқа тұйықтауыштың жұмыс істеу ұстанымдық сұлбасы (сурет):

3 Айырғыштар құралымы бойынша мынадай типтерге бөлінеді:

4 Кескішті айырғыштың анықтамасы (сурет):

5 Айырғыштарға шағын токтарды қосуға және ажыратуға рұқсат етіледі. Атап айтқанда:

6 Бөлектеуіш және қысқа тұйықтауыш аппараттардың анықтамасы:

7 Бөлектеуіш пен қысқа тұйықтауыштың жұмыс істеу ұстанымдық сұлбасы (сурет).

8 Айырғыштар жетектерінің анықтамасы:

9 Айырғыштарды басқару үшін қандай жетек қолданады?

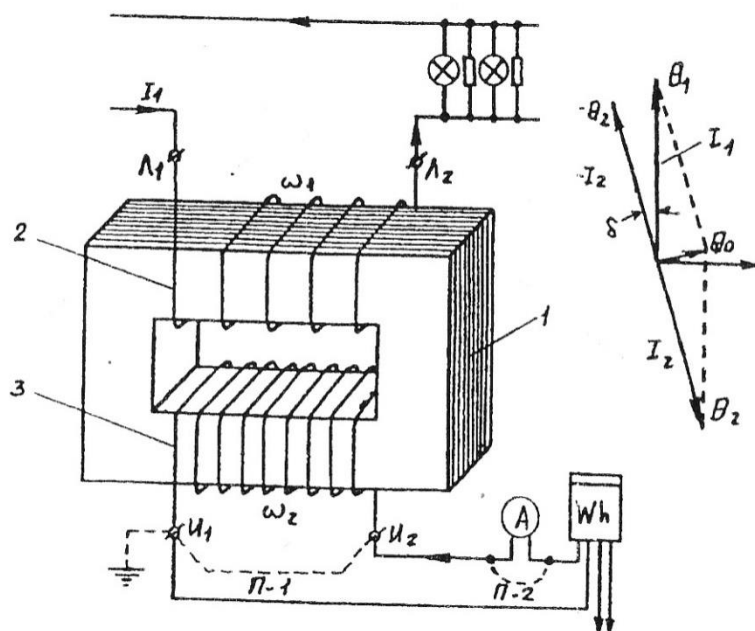
10 Айырғыштарды дистанциялық басқару үшін қандай жетек қолданады?

7Тақырып Өлшеуіштік ток трансформаторы

Мақсаты: Өлшеуіштік ток трансформаторының құралымы мен қызметін оқу және есептеу әдістері

7.1 Жалпы ұғым

Жұмыс тізбегіндегі бірінші орамадағы токты 5 А немесе 1 А-ге дейін төмендететін электр өлшеуіштік аппараттарын ток трансформаторлары деп атайды. Сонымен қатар, ток трансформаторы өлшеуіш және сақтандыру құралдарын бірінші тізбектің жоғарғы кернеуінен бөледі.



7.1 сурет - Өлшеуге арналған ток трансформаторы құралымының сұлбасы және векторлық диаграммасы

1. Тұйықталған электротехникалық темірден жасалған өзек.
2. Бірінші реттік орама.
3. Екінші реттік орама.

7.1-суретте ток трансформаторы құралымының сұлбасы және векторлық диаграммасы көрсетілген. Ток трансформаторы тұйықталған электротехникалық темірден жасалған өзектен (1), бірінші орамадан (2) және екінші орамадан (3) тұрады. Бірінші жоғары кернеулі орамасы (2) электрэнергия көзіне тізбектеп қосылады, ал екінші орамаға (3) өлшеуіш немесе сақтандырғыш құралдарын (амперметр, счетчик, релет.с.т.с) қосады, 7.1-сурет.

Номиналдык трансформациялык коэффициенті мынадай формуламен анықталады:

$$K_1 = \frac{I_{1ном}}{I_{2ном}} \approx \frac{W_1}{W_2}; \quad (7.1)$$

мұндағы $I_{1ном}$ - бірінші орамадағы номиналдык ток, А (кА).

$I_{2ном}$ - екінші орамадағы номиналдык ток, А; W_1 - бірінші ораманың орама саны; W_2 - екінші ораманың орама саны.

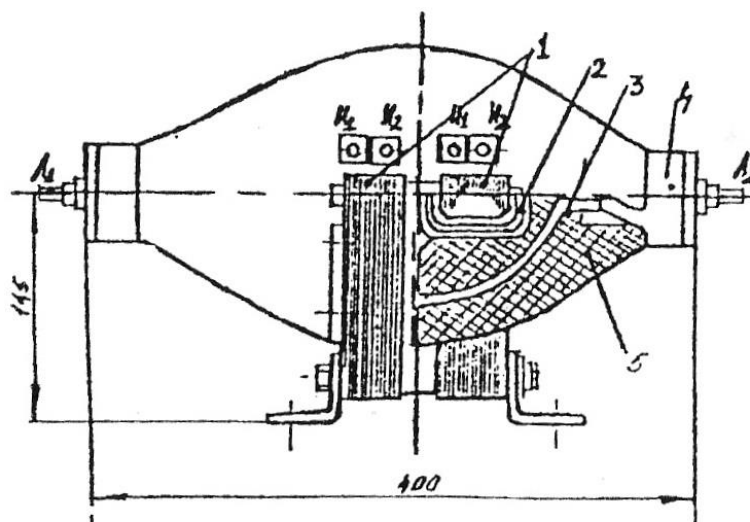
Ток трансформаторларының екінші орамасының жүктемесі мынадай формуламен анықталады:

$$S = I_2^2 \cdot r_2 \quad (7.2)$$

мұнда S_2 - сыртқы тізбектің толық кедергісі (приборлардың, өткізгіштердің, түйіспелердің), Ом.

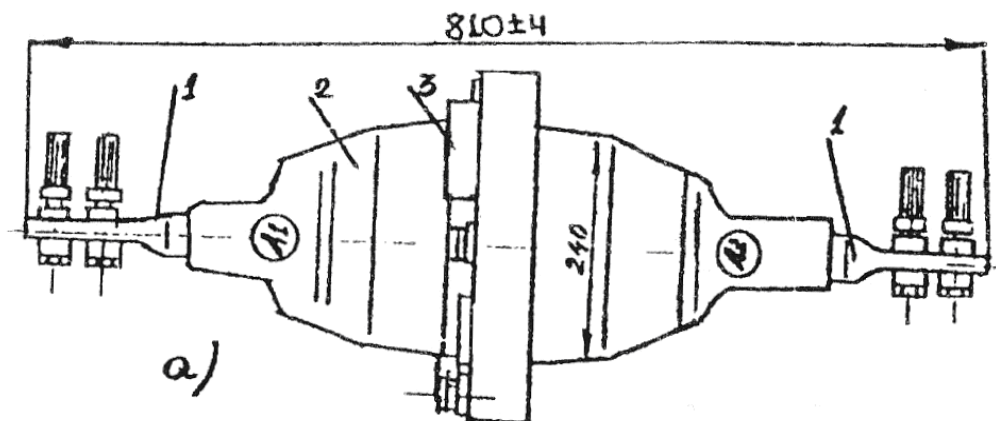
Айта кететін маңызды мәселенің бірі – ток трансформаторларының екі өлшеу қателігі бар. Олар мыналар:

1. Ток мөлшерінің қателігі; 2. Бұрыштық қателігі.



7.2 сурет - ТПЛ-10 типті ток трансформаторы

1. Магниттік өткізгіш; 2. Екінші магниттік өткізгіш; 3. Бірінші магниттік өткізгіш; 4. Бірінші ораманың шығысы. 5. Құйылғанэпоксидті корпус.



7.3 сурет - ТПОЛ-20 типті ток трансформаторы.

а – құралымы;

1. Бірінші ораманың шығысы; 2. Эпоксидті оқшаулағыш;
3. Екінші ораманың шығысы.

Ток мөлшерінің қателігін мына формуламен табуға болады:

$$\Delta I\% = \frac{I_2 \cdot K_{тр.ном} - I_1}{I_1} \cdot 100 \quad (7.3)$$

Ток трансформаторларының бұрыштық қателігі дегеніміз, ол бірінші ораманың тоғына (I_1) қарағанда екінші ораманың тоғы (I_2) 180° бұрышқа айналдырылған болып есептелінеді. Ол бұрыш – δ бірнеше ондаған минутпен есептелінеді.

Ток трансформаторының дәлдігінің 5 класы бар. Олар мыналыр: 0,2; 0,5; 1; 3; 10; Бұл дәлдіктер өлшеу процесінде ток мөлшерінің қателігін пайызбен көрсетеді ($\Delta I\%$). Ток трансформаторларының шаруашылыққа көп қолданылатын түрлері мыналар: ТПОЛ, ТПЛ, ТЛМ, ТШЛ т.с.т.б. (4.39-сурет, 4.40-сурет).

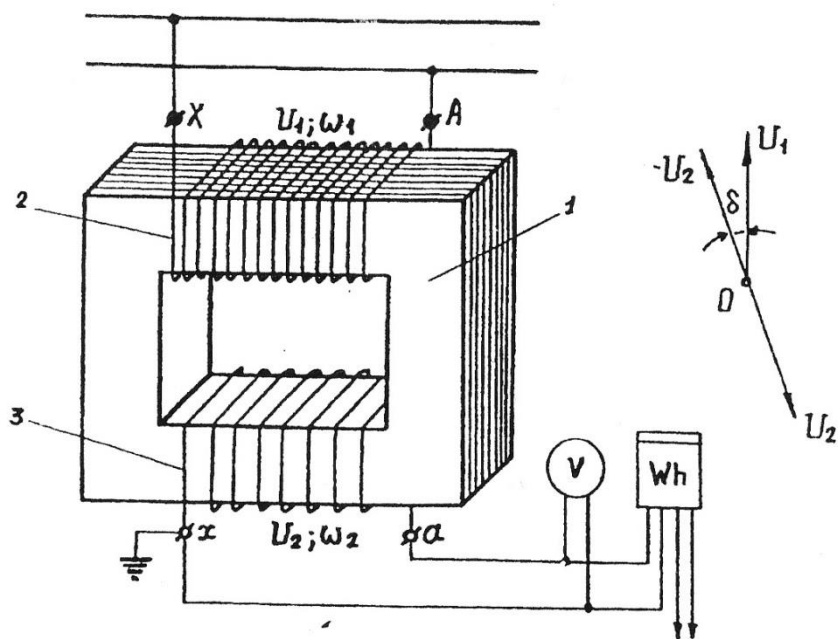
Қазіргі уақытта өлшеуіштік ток трансформаторларын өнеркәсіпте және шаруашылықта кең қолданады.

7.2 Өлшеуіштік кернеу трансформаторы

Бұл кернеу трансформаторы кернеуі 380 В-тан жоғары қондырғыларда приборларды қоректендіну үшін қолданады.

Суретте өлшеуіштік кернеу трансформаторының құралымы мен векторлық диаграммасы көрсетілген. Кернеу трансформаторының негізгі элементтері мыналар:

- 1 – тұйықталатын электротехникалық темірден жасалған өзек;
- 2 – жоғары кернеулі бірінші орама;
- 3 – төменгі кернеулі екінші орама.



7.4 сурет - Өлшеуге арналған кернеу трансформаторының құралымының сұлбасы және векторлық диаграммасы

1. Тұйықталатын электротехникалық темірден (болаттан) жасалған өзек.
2. Жоғары кернеулі бірінші реттік орамасы.
3. Төменгі кернеулі екінші реттік орамасы.

Кернеу трансформаторының номиналдық коэффициентін мына формуламен табуға болады:

$$K_{ном} = \frac{U_{1ном}}{U_{2ном}} \approx \frac{W_1}{W_2}; \quad (7.5)$$

мұнда, $U_{1ном}$ - бірінші орамадағы кернеу; $U_{2ном}$ - екінші орамадағы кернеу; W_1 - бірінші ораманың орамасы; W_2 - екінші ораманың орамасы.

Кернеу трансформаторлары тізбекке **паралель** қосылады.

Кернеу трансформаторларының екінші орамасы стандартты 100 В немесе $100\sqrt{3}$ В-тық кернеуге есептелініп зауытта дайындалады. Бұл орамаға ваттметр, есептегіш аспаптар, релелер және автоматтық құрылғылар паралель қосылады.

Кернеу трансформаторларымен өлшеу кезінде екі түрлі қателік жіберіледі. Олар мыналар:

1. Кернеу шамасының қателігі;
2. Бұрыштық қателік.

Кернеу шамасының қателігін мынадай формуламен табуға болады:

$$\Delta U \% = \frac{U_{2\text{ном}} - U_1}{U_1} \cdot 100 \quad (7.6)$$

Ал, кернеу трансформаторларының енгізетін бұрыштық қателігі дегеніміз, бірінші ораманың кернеуіне (U_1) қарағанда екінші ораманың кернеуі (U_2) 180° бұрышқа айналдырылған болып есептелінеді.

Кернеу трансформаторының екінші орамының жүктемесі мына формуламен анықталады:

$$S_2 = \sqrt{(\Sigma P_{\text{проб}})^2 + (Q_{\text{проб}})^2}, \quad (7.7)$$

мұндағы, S_2 - екінші ораманың жүктемесі;

$\Sigma P_{\text{проб}}$ - аспаптардың параллель орауыштарының қолданатын активті қуатының қосындысы;

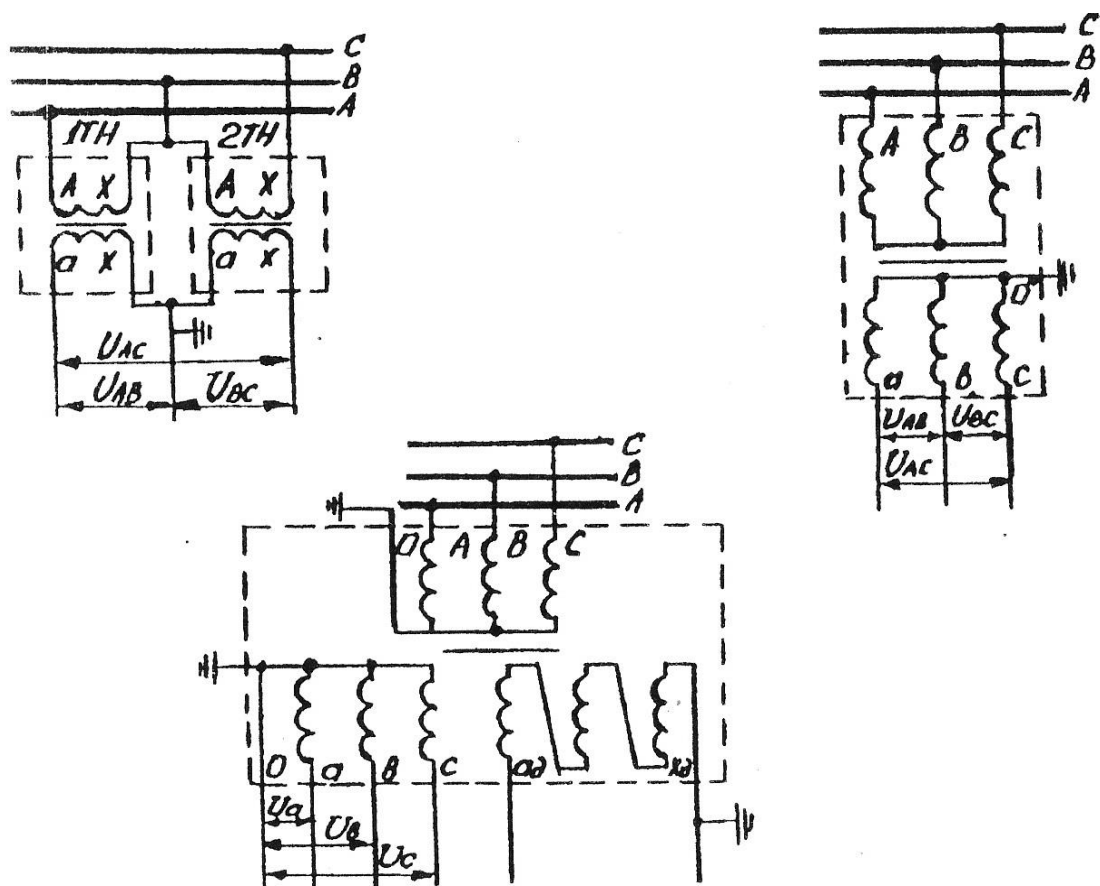
$Q_{\text{проб}}$ - аспаптардың параллель орауыштарының қолданатын реактивті қуатының қосындысы.

Егерде кернеу трансформаторының екінші орамасының жүтемесі (S_2) көбейсе, онда ол кернеу трансформаторының өлшеуіштік қателігі де көбейеді.

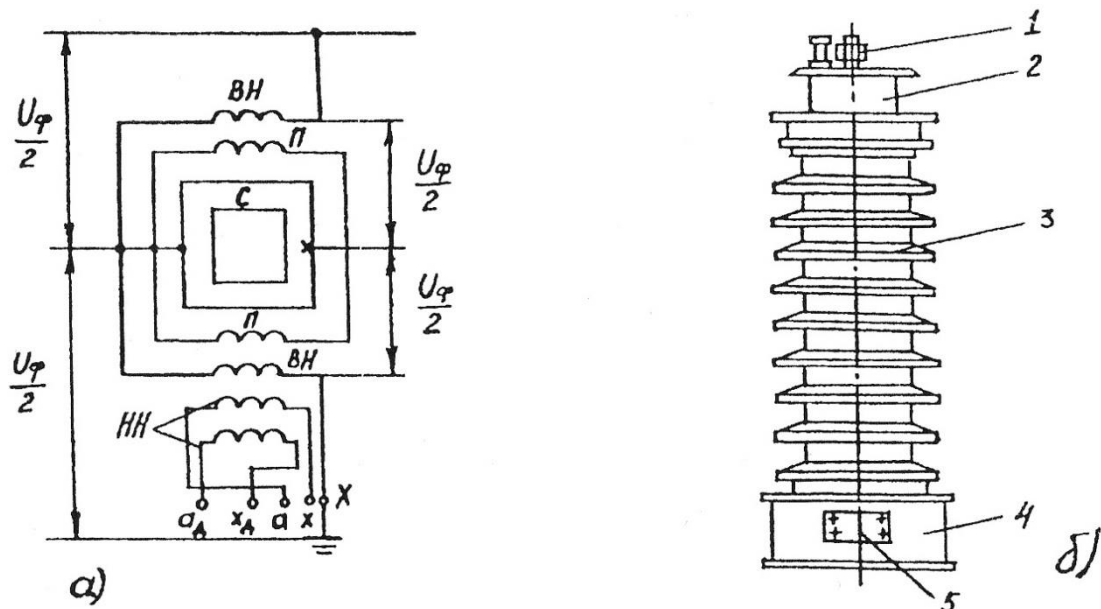
Суретте кернеу трансформаторының орамаларын қосу сұлбасы келтірілген.

Кернеу трансформаторларының дәлдігінің төрт класы бар. Олар мыналар: 0,2; 0,5; 1 және 3.

Көрсетілген цифрлар өлшеу процесінде кернеудің қателіктерін пайызбен көрсетеді. Кернеу трансформаторларының шаруашылыққа жиі қолданатын түрлері мыналар: НОМ, НОЛ, НОС, НТМИ, НКФ т.б., 4.43-сурет.



7.7 сурет - Кернеу трансформаторларының орамаларын қосу сұлбалары.



7.8 сурет - НКВ – 100 типті кернеу трансформаторы:

а-сұлбасы;

б-құралымы;

1- жоғары кернеу кірісі; 2-май ұлғайтқыш; 3-фарфор қабаты;

4- тұғыры; 5-төменгі кернеу кірісі.
Қазіргі уақытта кернеу трансформаторлары халық шаруашылығында кеңінен қолданылады.

7.3 Бақылау сұрақтары:

- 1 Өлшеуге арналған ток трансформаторы құралымының анықтамасы (сурет):
- 2 Кернеу трансформаторының номиналдық коэффициентін қандай формуламен табуға болады:
- 3 Кернеу трансформаторлары тізбекке қалай қосылады?
- 4 Кернеу трансформаторларымен өлшеу кезінде неше түрлі қателік жіберіледі. Оларға мыналар жатады:
- 5 Кернеу шамасының қателігін қандай формуламен табуға болады:
- 6 Кернеу трансформаторының екінші орамының жүктемесі қай формуламен анықталады:
- 7 НКВ – 100 типті кернеу трансформаторы құралымы:

Қолданылған әдебиеттердің тізбесі

- 1 Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов.-М.: Издательство«Мастерство», 2002 г.-320 с.
- 2 Ристхейн Э.М. Электроснабжение промышленных установок. --М: Энергоатомиздат, 1991. –422 с.
- 3 Липкин Б.Ю. Өнеркәсіптік кәсіпорындар мен қондырғыларды электрлік жабдықтау. – М: Жоғ. мек., 1990. – 264б.
- 4 Өнеркәсіптік кәсіпорындардың энергетигінің анықтамалық кітапшасы. В.А.Гольстром, А.С. Иваненко. - Киев.: «Техника», 1985. - 464 б.
- 5 Электрлік жабдықтау мен электржабдықтар бойынша анықтамалық кітапша: 2 т. Т.Электрлік жабдықтау. Ред. А.А Федоров. - М.: Энергоатомбасп, 1986. - 568 б.
- 6 Электржетекті, күштік және жарықтандырғыш қондырғыларды жобалау бойынша анықтамалық кітапша. Ред. Я.М. Большман, В.И. Крупович, М.Л. Самовер. - М.: «Энергия», 1975. - 728 б.
- 7 А.А. Федоров, В.В. Каменев. Өнеркәсіптік кәсіпорындарды электрлік жабдықтау негіздері: ЖОО арналған оқулық. - М.: Энергоатомбасп, 1984. - 412 б.
- 8 Электрлік жабдықтауды жобалау бойынша анықтамалық кітапша. Ред. Ю.Г. Барыбин және т.б.. - М.: Энергоатомбасп, 1990. - 576 б
- 9 Князевский Б. А. Липкин Б. Е. Электроснабжение промышленных предприятий.-М.: Высшая школа, 1986.-400 с.
- 10 Федоров А.А, Каменева В.В Основы электроснабжения промышленных предприятий. – М: Энергия, 1979.-408 с.