

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
АБУ РАЙХОН БЕРУНИЙ НОМИДАГИ
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТИ

«ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРИ, ТАРМОҚЛАРИ ВА ТИЗИМЛАРИ» кафедраси

ЭЛЕКТР СТАНЦИЯ ВА НИМСТАНЦИЯЛАРНИНГ ЭЛЕКТР ҚИСМИ
фанидан

МАЪРУЗАЛАР МАТНИ

Маърузалар матни Олий таълим 5310200 – «Электр энергетика»
йўналиши учун тузилган

Тошкент - 2010

УДК. 658.26(075.32)

Тузувчи: ТошДТУ, Энергетика факультети, «Электр станциялари, тармоқлари ва тизимлари» кафедраси, т.ф.н. Усмонов Э.Г.

Ушбу фан бўйича ўқиладиган маърузаларда замонавий станция ва нимстанцияларда қўлланадиган электр қисмларини тузилиши, ишлаш асослари ва уларнинг танлаш бўйича йўналиш профилига мос, таълим стандартида талаб қилинган билимлар, кўникмалар ва тажрибалар даражасини таъминлашдир.

Мазкур фан учинчи босқич талабаларнинг электр станция ва нимстанцияларни электр қисмини тузилиши, ишлаш асослари ва уларни танланишини ўргатади.

Маърузаларнинг мавзулари ва ҳажми электр энергетикаси йўналиши бўйича бакалавр тайёрловчи олий ўқув юртларнинг талабаларига мўлжалланган.

Мундарижа

Маъруза–1	Кириш	4
Маъруза–2	Синхрон генераторлар	7
Маъруза–3	Генераторларнинг совитиш тизими.	10
Маъруза–4	Синхрон генераторларни уйғотиш (1-машғулот)	16
Маъруза–5	Синхрон генераторларни уйғотиш (2-машғулот)	21
Маъруза–6	Синхрон генераторлар майдонини сўндириш.	25
Маъруза–7	Генераторларни параллел ишлашига улаш.	28
Маъруза–8	Синхрон компенсаторлар	33
Маъруза–9	Куч трансформаторларнинг турлари ва уларнинг параметрлари (1-машғулот)	37
Маъруза–10	Куч трансформаторларнинг совитиш тизими (2-машғулот)	43
Маъруза–11	Автотрансформаторларнинг тузилиши ва уларни иш режимининг хусусиятлари (3-машғулот)	48
Маъруза–12	Трансформаторларнинг кучланишини ростлаш (4-машғулот)	53
Маъруза–13	Ўзгарувчан ва ўзгармас тоқларнинг электр ёйи.	57
Маъруза–14	Паст кучланишли аппаратлар.	63
Маъруза–15	Юқори кучланишли ўчиргичлар (1-машғулот)	72
Маъруза–16	Юқори кучланишли ўчиргичлар (2-машғулот)	78
Маъруза–17	Юқори кучланишли ажраткичлар, узгичлар ва қисқа тугаштиргичлар.	85
Маъруза–18	Ўлчов тоқ трансформаторлари.	91
Маъруза–19	Ўлчов кучланиш трансформаторлари.	96
Маъруза–20	Симлар, шиналар ва кабеллар.	100
Маъруза–21	Асосий электротехник ускуналарнинг ва ўтказувчи қисимларни танлаш.	104
Маъруза–22	Электрстанция ва нимстанцияларнинг уланиш схемаси (1-машғулот)	111
	Адабиёт.	118

Маъруза 1

КИРИШ

Электр энергиясининг ҳозирги замондаги аҳамиятини баҳолаш жуда мушкул; ҳаётимизни ва ҳар бир инсон ҳаётини – ишлаб чиқаришдами, бизнесдами, турмушдами электрсиз тасаввур қилиш мумкин эмас.

XX асрда содир бўлган илмий-техника революциясининг икки муҳим йўналишини кўрсатиш мумкин.

Бу – одамнинг физикавий энергиясини бошқа энергия турлари (асосан электр энергияси) билан тўла алмаштириш ва жараёнларни автоматлаштириш ёрдамида одамларни андазаланган операциялардан (физикавий ва ақлий меҳнатлардан) озод қилиш. Шунинг учун, ватанимиз комплекс хўжалигининг барча соҳаларидаги илмий-техникавий тараққиёт энергетика ва автоматика билан аниқланади.

Туркистон энергетика хўжалигини қувати 1914-йилга келиб 20 минг о.к. дан озгина ошган бўлиб, 51 электр станциялардаги умумий электр моторларни сони 500 тадан ошмас эди.

1917 йилгача ҳозирги Ўзбекистон ҳудудидаги электр стацияларини қуввати 3 минг кВт ни ташкил қилиб, бир йилда 3,3 млн. кВт.с. электр энергияси ишлаб чиқарилган эди.

Туркистон ўлкасини электрлаштириш режасини тузилши қатта аҳамиятга эга бўлди. 1923 йил Тошкент чеккасидаги Бўзсув каналида гидро электр станцияси (ГЭС) қурилиши бошланди. 1926 йил Ўзбекистон энергетикасининг биринчиси, ўша вақтда Ўрта Осиёда энг ката бўлган 2 минг кВт қувватли Бўзсув ГЭСини биринчи навбати ишга тушди.

Республикада қувват ўсишини асосини Ўзбекистон энергетика тизими тузилган пайтда (1934 й) Чирчиқ-Бўзсув йўналшидаги 180 минг кВт қувватли кетма-кет қурилган сув электр станциялари ташкил этди.

Ўрнатилган ускуналар қувватларини йиғиндиси 11,0 млн. кВт бўлган, 37 иссиқлик ва сув электр станцияларини ўз ичига олган Ўзбекистон энергетика тизими асосини йирик электр станциялари, шу жумлада Сирдарё ДРЭС (8,0 млн. кВт), Тошкент (1,86 млн. кВт), Янги-Ангрен (1,8 млн. кВт) ва Навойи ДРЭСи (1,25 млн. кВт) ташкил этади.

Кўрсатилган электр станцияларда ягона қуввати 150 дан 300 минг кВт бўлган 30 дан ортиқ замонавий энергетика блоklar ўрнатилган. Лойиҳа қуввати 3,2 млн. кВт ва ягона энергетика блокинн қуввати 800 минг кВт ли Ўрта Осиёда энг катта бўлган Толимаржон иссиқлик ДРЭС ни қурилиши давом этмоқда.

Сув экергетикаси Ўзбекистон Республикасини энергетика вазирлиги системасидаги бир неча сув электр станция каскадлари билан белгиланган. Булардан Ўрта-Чирчиқ ГЭС лар каскади сув ҳавзасига эга ва шу сабабли 600 минг кВт қувватли Чорвоқ ГЭСи ва 165 минг

кВт қувватли Ходжикент ГЭСи қувватни ростлаш тартибида ишлайди. Қолган ГЭС лар эса асосида сув оқими бўлган тартибда ишлайди.

Энергетика республика комплекс хўжалигининг асосий соҳаси ҳисобланади. Ўзбекистонда умумий ўрнатилган қуввати 11043 МВт бўлган 37 та катта ИЭС ва ГЭС; шу жумладан, ИЭС – 9644 МВт, ГЭС – 1399 МВт Ўзбекистон ўзини энергия билан бугунлай таъминлайди.

Бу электр қорхоналар ишончли ва самарали ишлаши лозим! Бунинг учун ёш мутахас-сисга қуйидагилар зарур: Электр станция ва нимстанцияларни ўта самарали ва ишончли схема ва жойланишларни тўғри танлашни, уларда қўлланиладиган электр жихозларини, трансформаторларнинг сони ва қувватларини танлаш, ўрнатиш жойи ва бошқаришни били-ши керак.

Бу ҳолатларнинг бошқариш усулларини ривожлантиришнинг асосий йўналишлари, қиска туташув тоқларини аниқлаш, кучланишни ростлаш имкониятларини билиши, электр қурилмаларининг реле ҳимояси, назорат ва бошқариш автоматикасини тушуниши, электр станция ва нимстанцияларни рационал вариантини танлаш масалаларини еча олиши керак.

Электр тизими элементларининг номинал кучланиши.

Маълумки, техникада серияли ишлаб чиқариш имкониятига эга бўлмоқлик учун ус-куналарни стандартлаш, яъний уларни катта-кичиклик, масса, ток, кучланиш ёки бошқа па-раметрлари бўйича бир неча турга бўлиб, ишлаб чиқариш керак.

Электр тизимда паст (220-660 В), ўрта (3-35кВ), юқори (110-220кВ) ва ўта юқори (330-1150 кВ) кучланишли тармоқлар тавсия этилмайди.

Номинал кучланиш. Электр тизимининг ускуналари (генераторлар, трансформатор-лар, линиялар ва бошқалар) мўлжалланган номинал кучланиш билан характерланади.

Электр энергия истеъмолчилари ва генераторларнинг номинал кучланши деб, уларни нормал шароитда ишлаши учун мўлжалланган кучланши айтилади.

Истеъмолчиларнинг юқламалари ҳар доим ўзгариб турганлиги туфайли тармоқнинг кучланши ҳар бир нуқтада номинал қийматдан оғиб туради.

Аммо, 50 Гц ли уч фазали ток тизимида кучланиш номинал қийматидан оғиши стан-дарт бўйича $\pm 5\%$ дан катта бўлмаслиги керак.

Генераторларни номинал кучланиши тармоқда бўладиган кучлалаш йўқотилишини ҳисобга олиб тармоқ кучлаишидан 5% га ошиқ қилиб олинади.

Трансформаторларни номинал кучланиши салт юриш ҳолатида уларни бирламчи ва иккиламчи чўлғамлари учун олинади. Трасформаторни бирламчи чўлғами электр энергияни қабул қилади ва шунинг учун кучайтирувчи трансформаторда номинал кучланиши генера-торнинг номинал кучланишига, пасайтқувчида эса тармоқнинг номинал кучланишига тенг.

У ёки бу кучланишли тармоқни таминловчи икиламчи чўлгамни кучланиши юклама вақтида, тармоқ кучланишидан 5% га юқори бўлиши керак.

Аммо, юклама остида трансформаторнинг ўзида ҳам кучланиш йўқолиши бўлганлиги сабабли иккиламчи чўлгамнинг номинал кучланиши (яни салт юриш кучланиши) тармоқ кучланишидан 10% га юқори ҳолда олинади.

Бу қуввати 630 кВА ва ундан кичик трансформаторлардан ташқари ҳамма трансформаторларга тегишлидир. Бундай трансформаторлар учун эса таъминловчи тармоқнинг кучланиши тармоқнинг номинал кучланишидан 5% га юқори ҳолда олинади.

Электроқурилмалар ҳақида умумий маълумотлар

Электр энергияси ҳосил қилишга мўлжалланган корхона ёки қурилма электр станцияси деб аталади.

Энергияни бир турдан бошқа турга ўзгартиришдаги асосий технологик жараённинг хусусиятлари ва фойдаланиладиган энергетик ресурсларнинг турига қараб электр станциялари иссиқлик (ИЭС), атом (АЭС), гидроэлектростанция (ГЭС), гидроаккумуляцияловчи (ГАЭС), газ турбинали ва бошқа станцияларга бўлинади.

Электр энергиясини ўзгартириш ҳамда тақсимлашга мўлжалланган корхона ёки қурилма электр подстанциялари (нимстанция) дейилади.

Ўзбекистон ва бошқа кўпгина мамлакатларда электр энергияси ҳосил қилиш ва уни тақсимлаш учун 50 Гц частотали уч фазали ўзгарувчан ток қабул қилинган (АҚШ, Финляндия ва бошқа бир қанча мамлакатларда 60 Гц частота қабул қилинган). Уч фазали токдан фойдаланиш сабаби шундаки, бир фазали ўзгарувчан ток қурилмаларига қараганида уч фазали ток тармоқлари ва қурилмалари жуда тежамли бўлади, шунингдек энг ишончли, оддий ва арзон асинхрон электр двигателларидан электр юритма сифатида кенг фойдаланиш имконияти бўлади.

Саноатнинг баъзи тармоқларида уч фазали ток билан бир қаторда ўзгарувчан токни тўғрилаш ёрдамида олинadиган ўзгармас токдан ҳам фойдаланилади (химия саноати ва рангдор металлургиядаги электролиз жараёни, электрлаштирилган транспорт ва бошқалар). Ҳозирги вақтда ўзгармас токдан электр энергиясини узоқ масофаларга 800 кВ га-ча кучланиш билан узатишда ҳам фойдаланилмоқда.

Нейтралларнинг электрқурилмалардаги иш режимлари

Электроқурилмаларнинг нейтраллари деб генератор ёки трансформаторларнинг юлдуз шаклида уланган чулғамларининг умумий нуқтаси айтилади.

Машина ва трансформаторлар нейтралларининг ер билан туташуш тури кўп жиҳатдан электроқурилмаларнинг изоляцияланиш сифати ва коммутация аппаратларини танлашга, ўта кучланишлар катталиги ва уларни чеклаш усулларига, ер билан бир фаза орқали қиска туташуш

шувдаги тоқларнинг катталиги, релели ҳимоянинг иш шароитига ва электр тармоқларидаги хавфсизликка, алоқа линияларига кўрсатиладиган электромагнит таъсирга ва хоказоларга кўп жиҳатдан боғлиқ.

Нейтралларнинг иш режимига қараб электр тармоқлари тўрт гуруҳга бўлинада: нейтраллари ерга уланмаган тармоқлар; нейтраллари ерга резонансли уланган тармоқлар; нейтраллари ерга самарали уланган тармоқлар; нейтраллари ерга қўзғалмайдиган уланган тармоқлар.

Халқаро электротехника комитети (МЭК) тавсиясига асосан ерга самарали уланган нейтралли тармоқларга нейтраллари ерга бевосита ёки катта бўлмаган актив қаршилик орқали уланган юқори ва ўта юқори кучланишли тармоқлар кирада. Бу гуруҳга, одатда, ерга қўзғалмайдиган уланган нейтралда ишлайдиган, кучланиши 110 кВ ва ундан юқори бўлган тармоқлар киради.

Тўртинчи гуруҳга кучланиши 220 ва 380 В бўлган тармоқлар киради.

Нейтралнинг иш режими ерга туташадиган ток миқдорини белгилайди. Ерга бир фазаси туташгандаги тоқи 500 А дан кичик бўлган тармоқлар ерга кичик тоқлар билан туташган тармоқлар (бу асосан нейтраллари ерга уланмаган ва ерга резонансли уланган тармоқлар) деб аталади. Тоқи 500 А дан юқори тармоқлар ерга катта тоқлар билан туташган тармоқлар (бу нейтраллари ерга қўзғалмайдиган қилиб ва самарали уланган тармоқлар) га тўғри келади.

Синов саволлари

1. Ўзбекистонда биринчи қурилган ГЭС нинг қуввати нечи кВт га тенг эди?
2. Республикадаги катта ИЭС ва ГЭС ларни айтиб беринг?
3. Ўзбекистондаги барча электр станцияларининг сони ва қуввати.
4. Электр тизими элементларининг номинал кучланиши айтиб беринг
5. Электр тизими элементларининг нейтралларнинг иш режимлари тўғрисида айтиб беринг.

Маъруза 2

Электр станция ва подстанцияларни асосий жиҳозлари

Синхрон генераторлар

Ҳозирги электр станцияларида электр энергияси ҳосил қилиш учун уч фазали ўзгарувчан ток синхрон генераторлари ишлатилади. Турбогенераторлар (бирламчи двигатели – буғ ёки газ турбинаси) ва гидрогенераторлар (бирламчи двигатели - гидротурбина) бўлади.

Синхрон электр машиналари учун турғун иш режимида агрегатнинг айланиш сони частотаси (айл/дак) билан тармоқ частотаси f (Гц) орасида аниқ мувофиқлик бор:

$$n = \frac{60 \cdot f}{p} \quad (1)$$

бунда p - генератор статори чулғамларининг жуфт кутблари сони.

Буғ ва газ турбиналари айланиш частотаси катта (3000 ва 1500 айл/дак) қилиб чиқарилади, чунки шунда турбогенераторлар энг юқори техник-иқтисодий кўрсаткичларга эга бўлади. Одатдаги, ёқилғида ишлайдиган иссиқлик электр станцияларида (ИЭМ ларда) агрегатларнинг айланиш частотаси, одатда, 3000 айл/дак ни ташкил этади, синхрон турбогенераторларда эса иккита кутб бўлади. АЭС да айланиш частотаси 1500 ва 3000 айл/дак бўлган агрегатлар ишлатилади.

Турбогенераторлар тезюрарлиги сабабли унинг конструкциясининг ўзига хос томонлари бўлади. Бу генераторлар вали горизонтал жойлашадиган қилиб тайёрланади. Турбогенераторнинг катта механик ва иссиқлик юктамаларида ишловчи ротори магнит ҳамда механик хоссалари юқори бўлган махсус (хром-никелли ёки хром–никель-молибденли) пўлатдан тайёрланган яхлит поковкадан ясалади.

Роторнинг кутби аниқ бўлмайди. Айланиш частотаси катта бўлганлиги учун, механик мустақамликни таъминлаш нуқтаи назаридан, роторнинг диаметри 3000 айл/дак учун 1,1-1,2 м дан ортмайди. Ротор қобиқининг узунлиги ҳам маълум чегарага эга бўлиб, 6-6,5 м га тенг бўлади. У вал статик эгилишининг рухсат этиладиган катталиги ва маъқул титраш хараakterистикасини ҳосил қилиш шартига кўра аниқланади.

Роторнинг асосий магнит оқими ўтадиган актив қисмида уйғотиш чулғамининг ғалтаклари жойланадиган пазлар фрезаланади. Роторнинг ҳар икки томонидан унинг валига машинадаги совитувчи газнинг айланиб юришини таъминлайдиган вентилятор ўрнатилади.

Турбогенератор статори корпус ва ўзакдан иборат. Корпус пайвандлаб тайёрланади, ташки (торец) томонлари шчитлар билан беркитилиб, бошка қисми билан туташган жойлари зичланади. Статор ўзаги қалинлиги 0,5 мм ли пўлатдан тайёрланган, изоляцияланган листлардан йиғилади. Листлар пакет кўринишида йиғилиб улар орасида вентиляция каналлари қолдирилади. Ўзак ичидаги пазларга уч фазали, одатда, икки катламли чулғам жойланади.

Гидравлик турбиналарнинг айланиш частотаси, одатда, нисбатан кичик (60 - 600 айл/дак) бўлади. Сув босими қанчалик паст, турбина қуввати қанчалик катта бўлса, айланиш частотаси шунчалик кичик бўлади. Гидрогенераторлар шу сабабдан секин юрар ва ўлчамлари, массаси катта, шунингдек, кутблари сони кўп бўлади.

Гидрогенераторлар аён кутбли роторли қилиб ва вали асосан вертикал жойлашадиган қилиб тайёрланади. Қудратли гидрогенераторлар роторларининг диаметри 14—16 м, статорларининг диаметри эса 20—22 м га етади.

Қутбларда уйғотиш чулғамларидан ташқари демпферловчи чулғам ҳам жойланади, у кутблар учудаги пазларга жойлаштириладиган ва ротор четига туташтириладиган мис ҳалқа ёрдамида стерженлардан ҳосил қилинади. Бу чулғам агрегат роторнинг генератор юкламасининг кескин ўзгариши билан боғлиқ бўлган ҳар қандай уйғотилишида ҳосил бўладиган тебранишлари тинчлантириш учун хизмат қилади.

Турбогенераторларда тинчлантарувчи чулғам вазифасини роторнинг массив қобиқи ва пазларда уйғотиш чулғамини беркитиб турувчи металл поналар ўтайди.

Гидрогенераторнинг статори турбогенератор статори конструкциясидан принципаал фарқ қилмайди, фақат турбогенераторникидан фарқли ўлароқ, ажраладиган қилиб тайёрланади. У айлана бўйлаб тенг икки - олти қисмга бўлинади, бу эса уни ташишни ва монтаж қилишни енгиллаштиради.

Кейинги йилларда вали горизонтал жойлашган, капсулли генератор деб аталувчи генераторлар ишлатила бошланган. Бундай генераторлар ташқи қисмини турбина орқали келадиган сув ювиб ўтадиган сув ўтмайдиган қобик (капсула) га жойланади. Капсулани генераторлар бир неча ўнлаб мегавольт-ампер қувватга мўлжаллаб тайёрланади. Булар аён кутбли нисбатан секин юрар ($n = 60...150$ айл/мин) ҳисобланади.

Электр станцияларида ишлатиладиган синхрон генераторларнинг бошқа типлари ичида ички ёнув дизел двигателлари билан бириктириладиган дизел-генераторларни айтиб ўтиш лозим. Булар аён кутбли вали горизонтал жойлашган машиналардир. Поршенли машина сингари дизел ҳам нотекис буровчи моментга эга бўлганлиги учун дизел-генератор маховик билан таъминланади ёки унинг ротори айланма моменти катта қилиб тайёрланади

Генераторларнинг номинал параметрлари. Генераторни ишлаб чиқарувчи завод уни маълум рухсат этилган узоқ муддатли иш режимига мўлжаллайди ва бу режим номинал режим деб аталади. Бу иш режими генераторнинг номинал маълумотлари деган ном билан юритиладиган ва унинг ёрлиғида ҳамда машина паспортида кўрсатиладиган параметрлар билан характерланади.

Генераторнинг номинал кучланиши-номинал режимда статор чулғамининг линия (фазалараро) кучланишидир.

Нормал совитиш параметрлари (совитувчи газ ва суюқликнинг температураси, босими ҳамда сарфи) да ва генератор паспортида кўрсатилган қувват ҳамда кучланишнинг номинал қийматларида генераторнинг узоқ муддат нормал ишлашига рухсат этиладиган ток қиймати генератор статорининг номинал токи деб аталади.

Генераторнинг тўла номинал қуввати қуйидаги формуладан аниқланади (кВА):

$$S_{ном} = \sqrt{3}U_{ном}I_{ном}, \quad (2)$$

генераторнинг актив номинал қуввати унинг турбина билан комплектда узоқ муддат ишлаши учун мўлжалланган энг катта актив номинал қувватдир.

Актив номинал қувват қуйидаги ифодада аниқланади (кВт):

$$P_{ном} = S_{ном} \cos \varphi_{ном} \quad (3)$$

Турбогенераторларнинг номинал қуввати стандартлардаги қувватлар қаторига тўғри келиши керак. Йирик гидрогенераторларнинг номинал қувватлари шкаласи стандартлаштирилмаган.

Роторнинг номинал токи - генераторнинг энг катта уйғотиш токи бўлиб, статорнинг кучланиши номинал микдоридан 5% атрофида ўзгариб турганида ва номинал қувват коэффициентида генератор шу токда номинал қувват бера олади.

Номинал қувват коэффициенти стандартга мувофиқ 125 МВА ва ундан кичик қувватли генераторлар учун 0,8; қуввати 588 МВА гача бўлган турбогенераторлар ва 360 МВА гача бўлган гидрогенераторлар учун 0,85; анча қувватли машиналар учун 0,9 қабул қилинади. Капсулалари гидрогенераторлар учун, одатда, $\cos \varphi \approx 1$.

Ҳар қандай генератор номинал юклама ва номинал қувват коэффициентидаги ФИК билан характерланади. Ҳозирги генераторларда номинал ФИК 96,3—98,8% атрофида ўзгариб туради.

Синов саволлари

1. Синхрон электр машиналари учун турғун иш режимида агрегатнинг айланиш сони частотаси билан тармоқ частотаси орасида қандай мувофиқлик бор?
2. Синхрон ва асинхрон машиналарни ишга туширтириш фарқи.
3. Турбогенераторлар конструкциясининг ўзига хос томонлари.
4. Гидрогенераторнинг конструкциясининг ўзига хос томонлари.
5. Генераторларнинг номинал параметрлари.

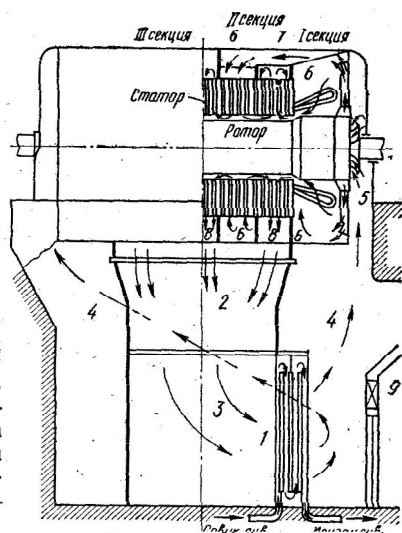
Маъруза 3

Генераторларнинг совитиш тизими.

Синхрон генераторнинг ишлаш вақтида унинг чулғамлари ва актив пўлати қизийди.

Статор ва ротор чулғамларининг йўл қўйиладиган қизиш температураси биринчи навбатда, фойдаланиладиган изоляция материаллари ва совитувчи муҳит температурасига боғлиқ стандартларга кўра В синфидаги изоляция материаллари (асфальт - битум асосидаги лок) учун статор чулғамининг йўл қўйиладиган температураси 105°C, ротор учун эса 130°C чегарасида бўлиши керак. Статор ва ротор чулғамлари изоляциясининг иссиққа чидамлилиги юқори, масалан, F ва H синфида бўлганида йўл қўйиладиган қизиш температурасининг чегараси ортади.

Генераторларни ишлатиш процессида чулғамларнинг изоляцияси аста-секин эскиради. Бунинг сабаби изоляцияга қатор факторларнинг: кирланиш, намланиш, ҳаво кислороди таъсирида оксидланиш, электр майдони ҳамда электр юкломанинг ва бошқаларнинг таъсир этишидадир. Бироқ изоляциянинг эскиришига асосий сабаб унинг қизишидир. Изоляциянинг қизиш температураси қанча юқори бўлса, у шунча тез эскиради, ишлаш вақти шунча қисқаради. В синфидаги изоляцияларнинг хизмат қилиш муддати қизиш температураси 120°C гача бўлганида 15 йилга яқин, 140°C гача қизиганида эса икки йилгача қисқаради. Қизиш температураси 105°C гача (яъни стандартларда кўрсатилган чегарасида) бўлганда худди ўша изоляция анча секин эскиради ва хизмат қилиш муддати ортиб, 30 йилгача боради. Шунинг учун ишлатиш вақтида генераторнинг ишлаш режимини қандай бўлишидан катъи назар, унинг чулғамлари қизиш температурасининг рухсат этилган қийматлардан ортишига йўл кўймаслик шарт.



1 - расм. Турбогенераторнинг ҳаво билан совитиш ёпиқ тими.

Қизиш температураси рухсат этилган қийматлардан ортмаслиги учун электр станцияларинг ҳамма генераторлари сунъий совитиладиган қилиб тайёрланади.

Статор ва роторнинг қизиган чулғамларидан иссиқликни олиб кетиш усулига қараб билвосита ва бевосита совитиш бўлади.

Билвосита совитишда ротор торецига ўрнатилган вентилятор ёрдамида совитувчи газ (ҳаво ёки водород) генератор ичига юборилади ва ҳаво оралиғи, ҳамда вентиляция каналлари орқали ҳайдалади. Бунда совитувчи газ статор ва роторнинг чулғамларининг ўтказгичларига тегмай ўтади ва улар ажратаётган иссиқлик газга катта «иссиқлик тўсиғи» -

чулғамларнинг изоляцияси орқали ўтади.

Бевосита совитишда совитувчи модда (газ ёки суюқлик) изоляция ва тишларнинг пўлатига тегмасдан, генератор чулғамлари ўтказгичларига бевосита тегиб ўтади.

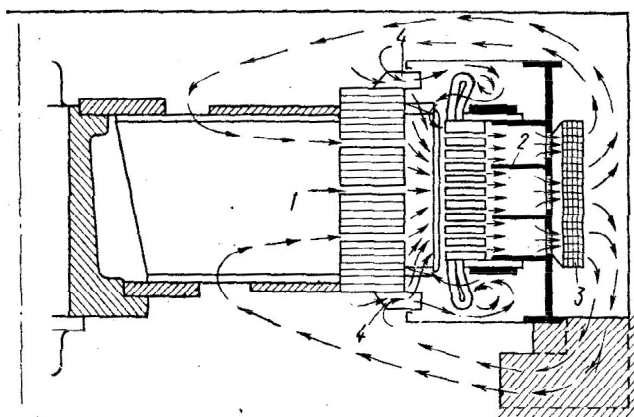
Ҳаво билан совитиш. Ҳаво билан совитишнинг икки тизими: оқимли ва берк тизими мавжуд.

Оқимли совитиш тизимидан камдан-кам ва фақат қуввати 2 МВА гача бўлган турбогенераторларда, шунингдек қуввати 4 МВА гача бўлган гидрогенераторларда қўлланилади. Бунда генератор орқали машина залидаги ҳаво ҳайдалади, у статор ва ротор чулғамларининг

изоляциясини тез ифлослайди, натижада генераторнинг хизмат қилиш муддатини қисқартиради.

Берк совитиш тизимида маълум ўзгармас ҳажмдаги ҳаво берк контур бўйича айланади. Бундай совитишда ҳавонинг айланиши турбогенераторлар учун схематик равишда 1 - расмда кўрсатилган. Ҳавони совитиш учун трубкалари орали сув узлуксиз айланиб турадиган ҳаво совитгич 1 хизмат қилади. Машинада қизиган ҳаво патрубкка 2 орқали қизиган ҳаво камераси 3 га чиқади, сўнгра ҳаво совитгич ва совуқ ҳаво камераси 4 орқали ўтиб яна машинага қайтади. Совуқ ҳаво машинага унинг ичига ўрнатилган вентилятор 5 ёрдамида ҳайдалади. Актив қисми узинлиги катта бўлган генераторларда совуқ ҳаво машинанинг икки томонидан юборилади.

Актив қисми узунлиги ҳаддан ташқари катта, ҳаво оралиғи эса кичик бўлган турбогенераторларни совитиш самарадорлигини орттириш мақсадида вентиляциянинг кўп оқимчали радиал системаси қўлланилади. Бунинг учун турбогенераторнинг совитиш тизими вертикал текисликлар 6 билан қатор секцияларга бўлинади. Ҳаво ҳар бир секцияга ҳаво оралиғи (I ва III секцияларда) ёки махсус ўқий канал 7 (II секцияда) орқали киради.



2 - расм. Гидрогенератор вентиляциясининг ёпиқ тизими: 1-ротор; 2-статор; 3-ҳаво совитгич; 4-вентилятор парралари.

Қизиган қисмларнинг совитувчи ҳаво тегадиган юзаларини орттириш учун машинанинг актив пўлатида вентиляция каналлар тизими қилинади. Қизиган ҳаво пўлатдаги радиал вентиляция каналлардан ўтиб, олиб кетувчи камера 8 га ўтади. Кўп оқимчали вентиляция турбогенераторнинг бутун узунлиги бўйича бир хил совитишни таъминлайди.

Ташқарига ҳавонинг қисман чиқишдан ҳосил бўладиган исрофни тўлдириш учун совуқ ҳаво камерасига

ўрнатилган кўшалок мой филтър 9 орқали қўшимча ҳаво олиш кўзда тутилган.

Ҳаво билан билвосита совитишни берк тизимли гидрогенераторларда анча кенг қўлланилади. Гидрогенераторнинг вентиляция тизими 2 – расмда кўрсатилган.

Гидрогенераторларда аниқ қутбли роторни совитиш қутблар ўртасида оралиқ борлиги ва роторнинг совитиш юзаси катта бўлганлиги ҳисобига осонлашади.

Турбогенераторнинг силлиқ роторининг совитиши ҳам самара беради, чунки бундай ҳолда у фақат ҳаво бўшлиғи томонидан совийди. Бу ҳолат эса турбогенераторларни ҳаво билан совитиш имкониятини анча чеклашга олиб келади.

Турбогенераторларни водород билан билвосита совитиш. Водород билан билвосита совитилувчи турбогенераторлар принципа олганда ҳаво билан совитишдаги каби вентиляция схемасига эга. Фарқи шундан иборатки, бунда совитувчи водороднинг ҳажми генератор корпуси билан чегараланади, шунинг учун ҳам совитгичлар корпуснинг ичига жойлаштирилади. Водород билан совитиш ҳаво билан совитишга нисбатан самаралироқ, чунки водород совитувчи газ сифатида ҳавога қараганда бир қанча муҳим афзалликларга эга. У ҳавога қараганда 1,54 март катта иссиқлик узатиш коэффициентига ва 7 марта кўп иссиқли ўтказиш хоссасига эга. Охири хоссаси изоляция ва пазларниг оралиғида водород қатламининг кичик иссиқлик қаршилиқка эга бўлишига олиб келади.

Водороднинг зичлиги ҳавога нисбатан анча кичик бўлганлиги учун вентиляция йўқотишлар 8-10 марта камайиб, бунинг натижасида генераторнинг ФИК 0,8—1% га ортади.

Ҳаво муҳитига нисбатан водород муҳитида оксидланишнинг бўлмаслиги генераторнинг ишончли ишлашини ва чулғам изоляциясининг ишлаш вақтини оширади. Водороднинг афзалликларидан бири унинг ёнмаслигидир.

Генераторга кираётган водороднинг ҳаво билан аралашмаси (4,1% дан то 74% гача, мой буғи ҳам қўшилганда 3,3% дан то 81,5% гача) портлаш хавфи бўлган аралашма ҳосил қилади, шунинг учун водород билан совитиладиган машиналарда статор корпусининг газ ўтказмаслигини орттириш учун, вални мойли тиғизлагичлар билан, статор ва роторнинг чулғамига ток ўтказувчиларни зичлаб, газ, совитувчининг қопқоғини зичлаб, люкларни, ён томондаги олинувчи тўсикларни зич ёпилиши керак. Газнинг ташқарига чиқишини ишончли тўсувчи мойли зичлагич билан генератор валини тиғизлаш анча мураккаб иш. Водороднинг ортиқча босими анча юқори бўлса, генераторнинг совиши шунча самарали ва демак генераторнинг айнан бир хил ўлчамларида унинг номинал қувватини ошириш мумкин. Бироқ ортиқча босим 0,4—0,6 МПа дан кўп бўлса, генераторнинг қувватини оширишдан келиб чиқадаган техник қийнчиликларни (тиғизлагичлар билан чулғам изоляцияси иши мураккаб-лашади) енгиш учун сарфланадиган маблағни оқламайди. Шунинг учун ҳозирги генераторларда водород босими 0,6 МПа дан юқори бўлмайди.

Водород билан билвосита совитилувчи генераторлар, зарурият туғилса, ҳаво билан совитилиши ҳам мумкин, лекин уларнинг қуввати тегишлича камаёди.

Генератор корпусини водород билан тўлдиришда қалдиरोқ аралашма ҳосил бўлишининг олдини олиш учун ҳаво аввал инерт газ (одатда карбонат ангидрид) билан сиқиб чиқарилади.

Водороднинг фоиз миқдори рухсат этилганидан камайганда унинг тозалигини тиклаш генератордан ифлосланган водород чиқариш ва тоза водород қўшиш йўли билан амалга оширилади. Бу жараёни *шамоллатиб тозалаш* (продувка) деб аталади.

Генератордаги водородни қуритиш мақсадида хлорли кальций ёки силикагел билан тўлдириладиган қуритгич кўзда тутилган. Суюқлик борлигини кўрсатувчи кўрсаткич генераторнинг корпусида сув ёки мой пайдо бўлиши тўғрисида сигнал бериш учун хизмат қилади.

Турбогенераторларни водород билан бевосита совитиш. Чулғам ўтказгичларининг бўш жойлари ичига юборилиб бевосита (ички) совитиш водород билан билвосита совитишга нисбатан яна ҳам катта самара беради.

Бу турдаги генераторларда статор чулғами ҳам бевосита совитиладиган қилинган.

Ҳар иккала турдаги генераторларнинг корпусидаги водород босими 0,2—0,4 МПа оралиғида тутилади.

Водород билан бевосита совитилувчи генераторлар ҳаво билан совитилганда ишлай олмайди, чунки водород билан жадал совитишга ҳисобланган чулғам ҳаво билан совитиб ишлатилса ўта қизийди ва тез ишдан чиқади. Шунинг учун, агарда генераторда водороднинг ташқарига чиқиши содир бўлиб, водород босими тез ва катта миқдорда камайиши кузатилса бевосита совитилувчи генератор юкмаси тезда камайтирилиши ва тармоқдан узилиши керак. Узилган генератор газ йўқолиши бартараф этилиб, уни водородга ўтказилгандан сўнг (агар газ йўқотилиши ҳаво ёрдамида кидирилган бўлса) тармоққа уланади.

Генераторларни суюқлик билан бевосита совитиш. Генераторларни суюқлик билан бевосита совитишни амалга оширишда совитувчи суюқлик сифатида, водородга нисбатан иссиқлик ажратиш қобилияти анча юқори бўлган, дистилланган сув ёки мой қўлланилади ва натижада генераторларнинг ўлчамларини ўзгартирмай бирлик қувватини яна ҳам орттириш имкониятини беради.

Дистилланган сув совитувчи модда сифатида мойга нисбатан кўп муҳим афзалликларга эга: иссиқлик ажратиш хоссаси анча юқори, ёнғинга хавфсиз. Шунинг учун ишлаб чиқариладиган кучли генераторлар кўпчилик ҳолларда сув билан совитиладиган қилиб ясалади.

Ротор ва статорнинг чулғамларини сув билан совитиш капсулалари гидрогенераторларда ҳам қўланилмоқда.

Генераторнинг роторини сув билан бевосита совитишни амалга ошириш катта қийинчиликлар билан боғлиқ, айланаётган роторга сув келтириш айниқса қийинчилик туғдиради.

Сув билан статор чулғамини ҳамда водород билан бевосита ротор чулғамини ва актив пўлатни биргаликда совитиш бўлган турбогенераторлар ҳам қўлланилади. Комбинацияланган совитиш тизимига эга генераторлар: ротор сув билан совитилади, статор (чулғам, актив пўлат ва конструктив элементлар) эса кабел мойи билан совитилади.

Турбогенераторларнинг статорларини мой билан совитишни қўллаш чулғам кучланишини 110 кВ гача орттириш имкониятини берди, бу эса генераторни тармоққа оралик трансформаторисиз улаш имкониятини беради.

Чулғамдаги ва статор пўлатдаги аксиал каналлар ичида мойнинг мажбуран айланиши иссиқликнинг етарли жадалликда олиб кетилишини таъминлайди.

Генераторнинг ротори айланаётган бўшлиқ мой тўлдирилган статордан изоляцион цилиндр билан ажраб туради.

Генераторларни турли усулларда совитишнинг нисбий самарадорлигини айнан бир хил ўлчамдаги генераторларнинг қувватини бир-бирига қиёслаш йўли билан кўрсатиш мумкин (2 -жадвал).

Турли тизимларда совитиш самарадорлиги 2 - жадвал

Турбогенераторларни совитиш	Қувватининг ортиши, нисбий birlikда
Ҳаво билан	1,0
Ортиқча босими 0,005 МПа бўлгандаги водород билан билвосита	1,25
Ортиқча босими 0,2 МПа бўлгандаги водород билан билвосита	1,7
Статор ва роторни водород билан бевосита (ички) совитиш	2,7
Статор чулғамини мой билан ва ротор чулғамини сув билан бевосита совитиш	3,6
Статор ва ротор чулғамини сув билан бевосита совитиш	4,0

Ишлаш жараёнида генераторларнинг актив қисмларининг қизиши узлуксиз назорат қилинади. Статор чулғами ва пўлатининг температураси температура кўрсаткичлари ёрдамида назорат қилинади ва улар ўрнида термоқаршилиқдан фойдаланилади. Улар ишлаб чиқарувчи завод томонидан машинанинг энт кўп қизиши мумкин бўлган жойлари паз тагига (пўлат температурасини ўлчаш учун) ва стерженлар орасига (мис температурасини ўлчаш учун) ўрнатилади. Температура кўрсатувчи ва ёзувчи асбоблар ёрдамида ўлчанади.

Ротор чулғамининг температураси билвосита, яъни қизишда чулғам Ом қаршилигининг ўзгаришига караб ўлчанади (уйғотиш занжирига амперметр ва роторнинг халқасига бевосита уланадиган вольтметр ёрдамида).

Синов саволлари

1. Генераторларни ишлатиш процессида чулғамларнинг изоляцияси эскириши сабаблари.
2. Генераторларнинг билвосита ва бевосита совитиш камчилиги ва афзаллиги.
3. Генераторнинг ҳаво билан совитиш.
4. Турбогенераторларни водород билан билвосита совитиш.
5. Генераторларни сууюқлик билан бевосита совитиш.

Маъруза 4

Синхрон генераторларни уйғотиш (1-машғулот)

Синхрон генераторларнинг ротор чулғамлари, уйғотгичлар деб юритиладиган ўзгармас токнинг махсус манбаидан таъминланади. Уйғотгичларнинг қуввати генератор қувватининг 0,3—1% ни ташкил қилади, номинал кучланиш эса 100 В дан то 600-650 В га ча бўлади. Генератор қанча кучли бўлса, уйғотгичнинг номинал кучланиши ҳам шунча катта бўлади.

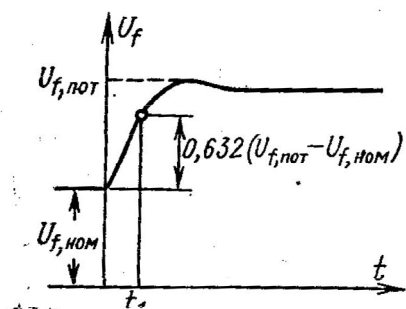
Уйғотгич, ёрдамчи ва бошқарувчи қурилмаларни биргаликда уйғотиш тизими деб аташ қабул қилинган.

Уйғотгични генератор роторининг чулғами билан электрик улаш, кўпинча, контакт, халқа ва чўткалар ёрдамида амалга оширилади. Чўткасиз уйғотиш тизимлари ҳам яратилган ва улардан фойдаланилмоқда.

Уйғотиш тизимлари ишончли ва тежамли бўлиши; уйғотиш токини керакли ўзгартириш имкониятини бериши; етарли даражада тез таъсир этувчи бўлиши керак, шунингдек тармоқда авария пайдо бўлганда энг юқори уйғотишни таъминлаш керак.

Уйғотиш токини ростлаш йўли билан синхрон генераторнинг кучланиши ва унинг тармоққа берадиган реактив қуввати ўзгартирилади. Генератор уйғотишини ростлаш генераторларнинг параллел ишлаши турғунлигини оширишга имконият беради.

Масалан, қисқа туташув пайтида ҳосил бўладиган кучланишнинг кескин камайишида генераторнинг уйғотилишини жадаллаштириш (тез орттириш) қўлланилади, бу ўз навбатида генераторларнинг электр тебранишини тўхтатишга ёрдам беради ва параллел ишлаш турғунлигини сақлаш имкониятини беради. Бундан ташқари, ростлаш ва уйғотишни жадаллаштириш тез амалга оширилиши релели ҳимоя ишининг ишончилигини ортттиради ва электр станцияларнинг ўз эҳтиёжи учун ишлайдиган двигателларнинг ўз-ўзидан ишга тушиш шароитини енгиллаштиради.



3 - расм. Жадаллашдаги уйғотиш кучланишининг ўзгариши

Уйғотиш тизимининг энг муҳим характеристикалари куйидагилар бўлади: жадаллаштириш: $V=0,632(U_{f,пот}-U_{f,ном})/U_{t,ном}t_1$ (3-расмга) бўлганда ротор чулғамидаги кучланишнинг ўсиш тезлигини аниқловчи тез ишлаши ҳамда максимал уйғотиш кучланиши катталигининг номинал уйғотиш кучланишига нисбати - $U_{f,ном}/U_{f,ном} = k_{жс}$ жадаллилиқ карралиги.

Турбогенераторлар учун стандартга мувофиқ $k_{жс} >$

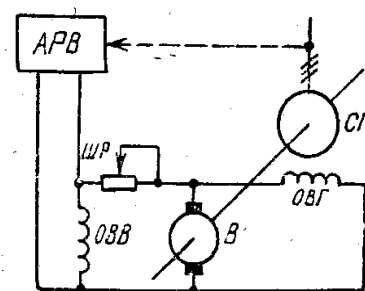
2, уйғотишнинг ўсиш тезлиги эса секундига 21/с дан кам бўлмаслиги керак. Жадаллик карралиги коллекторли уйғотгич генераторнинг вали билан туташтирилганда гидрогенераторлар учун 1,8 дан ва бошқа уйғотиш тизимлари учун 2 дан кам бўлмаслиги керак. Уйғотиш кучланишининг ўсиш тезлиги 4 МВА қувватли гидрогенераторлар учун секундига 1,3 1/с дан, катта қувватдаги гидрогенераторлар учун секундига 1,5 1/с дан кичик бўлмаслиги керак.

Узоқ масофага электр узатиш линиясига уланган кучли гидрогенераторларнинг уйғотиш тизимига анча юқори талаб қўйилади ($k < 3...4$, уйғотишнинг ўсиш тезлиги секундига $10U_{f,ном}$ гача).

Роторнинг чулғами ва билвосита совитилувчи генераторларнинг уйғотиш тизими номинал токка нисбатан 2 марта катта токка 50 секунд давомида чидаши керак. Бу вақт роторнинг чулғами бевосита совитилувчи генераторлар учун 20 секундгача камаяди.

Генераторларнинг уйғотиш тизимини иккита гуруҳга: *муस्ताқил уйғотишли* ва *ўз-ўзидан уйғотишли* (номустақил уйғотиш) гуруҳларга бўлиш мумкин.

Биринчи гуруҳга генераторнинг вали билан бириктирилган, ўзгармас ва ўзгарувчан токда ишлайдиган ҳамма электр машинали уйғотгичлар киради. Иккинчи гуруҳни махсус пайсайтирувчи трансформаторлар орқали генераторнинг чиқишидан бевосита таъминланувчи уйғотиш тизимлари ташкил этади. Шу гуруҳга яна электр-станцияларнинг ўз эҳтиёжи шиналаридан таъминланувчи, ўзгарувчан ток двигателларидан ҳаракатга келувчи, алоҳида жойлашган электр машинали уйғотгичли уйғотиш тизимини ҳам киритиш мумкин.



4 - расм. Генераторнинг муस्ताқил электромашинали принципл схемаси.

Муस्ताқил уйғотишли генераторлар энг кўп тарқалган. Бу усулнинг асосий афзаллиги шундан иборатки, бунда синхрон генераторнинг уйғониши электр тармоғи режимига боғлиқ бўлмайди ва шунинг учун ҳам энг ишончли ҳисобланади.

Қуввати 100 МВт ва ундан кам бўлган генераторларда, одатда, уйғотгич сифатида синхрон генераторнинг вали билан бириктирилган ўзгармас ток генератори қўлланилади (4 - расм).

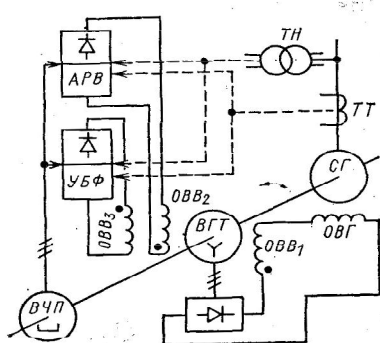
Уйғотгичнинг ўз-ўзидан уйғотиш схемаси асосида бажарилган (уйғотгичнинг уйғотиш чулғами ОВВ уйғотгичнинг ўз якоридан таъминланади). Уйғотгичнинг уйғонишини бошқариш ОВВ занжирига ўрнатилган шунтли реостат ШР билан қўлда ёки уйғотишни автоматик бошқариш АРВ билан автоматик амалга оширилади.

Ўзгармас ток генератори билан уйғотиш тизимининг камчилиги асосан уйғотгичнинг ўзининг камчилиги билан аниқланади. Бу камчиликлардан бири айланиш частотаси кичик бўлган гидрогенераторларда ($\vartheta=1,2$ 1/с) уйғотгичларнинг, айниқса уйғониш тезлиги ўсишининг нисбатан юқори бўлмаслигидир.

Кўрилаётган уйғотиш тизимининг бошқа камчилиги катта айланиш частотасига эга бўлган турбогенераторларга тегишли. Бунга сабаб чўтка ва коллекторнинг титраши, ҳамда ишлаш шароитининг оғирлиги (коммутация шароитлари) туфайли ўзгармас ток генераторнинг ишончли ишлашининг камайишидир.

Қуввати 165 МВт дан катта бўлган турбогенераторлар учун уйғотиш қуввати шунчалик катта бўладики, бунда коммутация шароитлари бўйича 3000 айл/мин айланиш частотасида ўзгармас ток генераторининг ишлашини таъминлаш анча қийинчилик туғдиради.

Уйғотгичнинг ишончли ишлашини ошириш мақсадида унинг айланиш частотасини камайтириш учун айрим ҳолларда уйғотгич генераторнинг вали билан редуктор орқали би-



5 - расм. Турбогенераторларни юқори частотали уйғотишнинг принципиал схемаси.

риктирилади. Бундай тизим қатор генераторларда, шулар қатори ТГВ-300 ва ТВМ-300 генераторларида ҳам қўлланилган. Бундай уйғотиш тизимининг камчилиги кўшимча механик узатманинг мавжудлигидир. Йирик генераторларни уйғотиш учун ярим ўтказгичли тўғрилагичли уйғотиш тизими қўлланилади.

Ярим ўтказгичли тўғрилагичдан фойдаланувчи уйғотиш системасида турбогенератор валига ёрдамчи генератор ўрнатилади (5 - расм) ва унинг кучланиши

тўғриланади ҳамда турбогенератор роторининг чулғамига келтирилади.

Ёрдамчи генератор сифатида юқори частотали, индуктор типдаги генератор қўлланилади. Бундай генераторнинг айланувчи роторида чулғам бўлмайди, бу унинг ишлашдаги ишончилигини орттиради. Орттирилган частота (500 Гц) уйғотиш тизими габаритларини камайтиришга, тез ишлашини оширишга имконият беради.

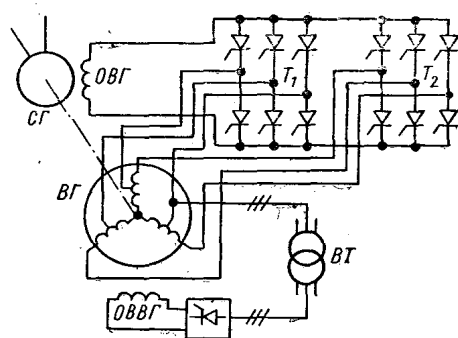
Индукторли юқори частотали генератор – уйғотгич ВГТ нинг кўзғалмас статорида уч фазали ўзгарувчан токнинг чулғами билан бирга жойлашган учта уйғотиш чулғами мавжуд. Уларнинг биринчиси ОВВ₁ асосий генераторнинг ротори чулғами ОВГ билан кетма-кет уланади ва ВГТ ни асосий уйғонишини таъминлайди. ОВВ₁ асосий генератор роторининг чулғами билан кетма-кет уланганлиги сабабли, энерготизимда қисқа туташув содир бўлганда, роторда токнинг кескин кўпайиши натижасида ВГТ нинг тез уйғонишини таъминлайди. ОВВ₂ ва ОВВ₃ юқори частотали кўшимча уйғотгич ВЧП дан тўғрилагич орқали ток олади. Кўшимча уйғотгич (доимий магнитли 400 Гц ли юқори частотали машина) ёрдамчи генератор ВГТ сингари: турбогенераторнинг вали билан бириктирилган.

ОВВ₂ ва ОВВ₃ даги ток икки қурилма - АРВ (автоматик уйғотиш регулятори) ва УБФ (уйғотишни контактсиз жадаллаштириш қурилмаси) типдаги электромагнит тўғрилагичлар ёрдамида ростланади.

АРВ қурилмаси чулғам ОВВ₂ даги токини узгартирб, нормал иш режимида генератор кучланишини бир хил қилиб ушлаб туради. УБФ қурилмаси эса генераторнинг дастлабки уйғотилишини ва кучланиш 5% дан кўпроқ камайганда, уйғотишнинг жадаллаштирилишини таъминлайди.

Юқори частотали уйғотиш тизими $k_{ж}=2$ бўлишини ва уйғотиш кучланиши ўсиш тезлигининг 2 1/с кам бўлмаслигини таъминлайди.

Кучли таъсир қиладиган АРВ ли мустақил тиристорли (ТН) уйғотиш тизимининг принцинал схемаси 6 - расмда келтирилган. Генератор СГ билан бир валда ёрдамчи синхрон генератор ВГ жойлашган ва унинг статорида уч фазали чулғами бор. 6-расмда кўрсатилган схемада тиристорларнинг

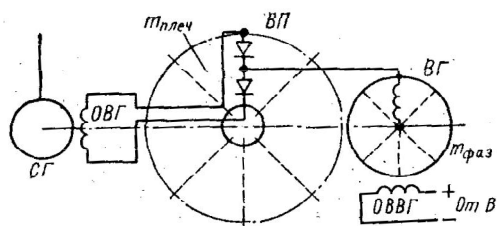


6 - расм. Генераторларни мустақил тиристорли уйғотишнинг принцинал схемаси

икки гуруҳи мавжуд: иш тиристори T_1 ва жадаллаштирувчи тиристор T_2 . Улар ўзгарувчан ток томонида турли кучланишга, ўзгармас ток томонида параллел уланган. Генераторнинг нормал режимида уйғотилишининг тиристорларнинг бошқарувчи электродга тегишли потенциал юборилиши билан очиладиган иш гуруҳи T_1 таъминлайди.

Бунда жадаллаштирувчи гуруҳ деярли берк бўлади. Жадаллаштирилган уйғотиш режимида ёрдамчи генераторнинг тўла кучланиши дан таъминланадиган тиристор T_2 тўлиқ очилиб, жадаллаштириш токнинг ҳаммасини беради. Бунда иш гуруҳи жадаллаштирувчи гуруҳнинг анча юқори кучланиши билан беркилади.

Кўрилган тизим бошқа тизимларга қараганда жуда тез ишлайди ва $k_{ж}>2$ бўлишини таъминлайди. Тиристорли мустақил уйғотиш тизимлари жуда кенг қўлланилмоқда..



7 - расм. Генераторни чўтқасиз уйғотишнинг принципиал схемаси.

намоён бўлади.

Юқорида кўрсатилган камчиликлардан ҳоли бўлган уйғотишнинг чўтқасиз тизими, айниқса, катта қувватли турбогенераторлар учун истиқболли ҳисобланади. Уйғотишнинг бундай тизимида (мазмунини 7-расмда тушунтирилган) ўзгарувчан контактли бирикмалар бўлмайди.

Ротор чулғами ОВГ ни таъминлаш учун энергия манбаи бўлиб ёрдамчи синхрон генератори ВГ хизмат қилади. Бу генератор қайтувчан машиналар типиди тайёрланган, яъни ўзгарувчан ток чулғами айланувчан қисмига жойлашган, уйғотиш чулғами эса қўзғалмас. Генератор ВГ нинг уйғотилиши уйғотгич В ёрдамида бажарилади.

Ток ёрдамчи генератор ўзгарувчан токнинг айланувчи чулғамидан валга маҳкамланган ўтказгичлар орқали, ярим ўтказгичли айланувчи (одатда, кремнийли) тўғрилагичга келтирилади. Тўғриланган ток асосий генераторнинг уйғотиш чулғамига бевосита келтирилади.

Ротор чулғами ОВГ да уйғотиш токини ростлаш учун ёрдамчи генераторнинг уйғотиш чулғами ОВВГ даги токни ўзгартирилади.

Ярим ўтказгичли айланувчи ўзгартиргич ВП ташқарисидан овоз ютувчи кожух билан ёпилади.

Чўтқасиз уйғотиш тизими жадал такомиллаштирилмоқда ва генераторларнинг ҳамма тури, айниқса, катта қувватли (306-1200 МВт) турбогенераторлар учун истиқболли ҳисобланади.

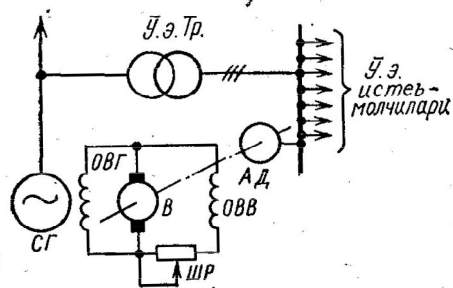
Синов саволлари

1. Уйғотгичларнинг қуввати генератор қувватининг қача фойисини ташкил қилади?
2. Генераторнинг уйғотиш токини ростлаш нимага олиб қелади?
3. Генераторнинг мустақил уйғотиш деб нимани тушунас?
4. Ўзгармас ток генератори билан уйғотиш тизимининг камчилиги?
5. Чўтқасиз уйғотиш тизимини афзалиги нимадан иборат?

Маъруза 5

Синхрон генераторларни уйғотиш (2-машғулот)

Ўз-ўзидан уйғотиш тизими, умуман, мустақил уйғотиш тизимига қараганда камрок ишончли, чунки, уларда уйғотгичнинг иши ўзгарувчан ток тармоғи режимига боғлиқ бўлади.



8 - расм. Электромашинани мустқил уйғотишнинг принципиал схемаси

Тармоқда кучланиш камайишига олиб келадиган қисқа туташув уйғотиш тизимининг нормал ишлашини бузади, ваҳоланки, бундай ҳолларда уйғотиш тизими генератор роторининг чулғамида токнинг жадаллаштирилишини таъминлаши лозим.

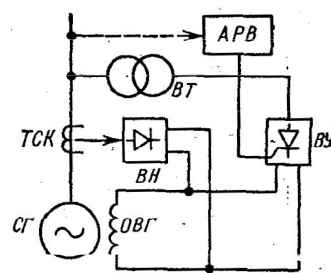
Электр машинали уйғотгичи бўлган агрегатли синхрон генераторни уйғотишнинг принципиал схемаси 8-расмда кўрсатилган. Уйғотгич агрегат электр станциянинг ўз эҳтиёжини қондириш шинасидан таъминланувчи асинхрон двигател АД дан ва ўзгармас ток генератори В дан иборат. Уйғотишни жадаллаштиришда уйғотгич агрегатнинг ишончли ишлашини ошириш учун уйғотгич В ни айланттирувчи асинхрон двигател зарур ўтаюкланиш хусусияти билан танланади.

Бундай уйғотиш агрегатлари электр станцияларида захира уйғотиш манбаи сифатида кенг тарқалган.

Ярим ўтказгичли ўзгартиргичли ўз-ўзидан уйғотиш схемаларининг мумкин бўлган вариантларидан бири 9-расмда келтирилган.

Схеманинг асосий элементларига ярим ўтказгичли ўзгартиргичларнинг икки гуруҳи - бошқарилмайдиган ВН, ҳамда бошқариладиган ВУ венти́ллар, куч кампаундлаш трансформатори ТСК ва тўғрилагичли трансформатор ВТ иради.

Бошқарилмайдиган вентил ВП генератор статорининг токига иккиламчи токи пропорционал бўлган трансформатор ТСК дан бошқариладиган ВУ вентил генераторнинг кучланишига иккиламчи кучланиши пропорционал бўлган трансформатор ВТ дан таъминланади. Токи генераторнинг статори токига пропорционал бўлган ВН вентили юклама мавжудлигида машинани уйғотиш ҳамда қисқа туташувда уйғотишни жадаллаштиришни таъминлайди. Вентиллар ВУ нинг қуввати генераторнинг салт юришида уйғотишни ҳамда нормал режимда уйғотини ростлаш учун етарли қилиб ҳисобланади. Бошқарилмайдиган вентиллар номинал режимда генераторни уйғотиш учун сарфланадиган токнинг 70—80% ини таъминлайди. Ярим ўтказгичли уйғотиш тизимининг параметрлари



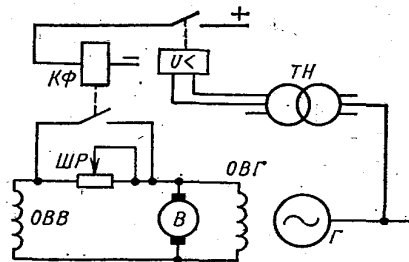
9-расм. Ярим ўтказгичли ўз-ўзидан уйғотишнинг принципиал схемаси.

тўғри танланса, улар ўз хусусиятлари бўйича мустикал тиристорли уйғотиш тизимига яқинлашади ва шунинг учун кувватли синхрон машиналарда қўлланилади.

Генераторларни уйғотишни автоматик ростлаш (АРВ).

Техник эксплуатация қилиш қоидаларига асосан ҳамма генераторлар, куввати ва кучланишидан қатъий назар, уйғотишнинг релели жадаллаш қурилмасига эга бўлиши, 3 МВт ва ундан ортиқ кувватли генераторлар эса (УАР-(АРВ)) билан жиҳозланиши керак.

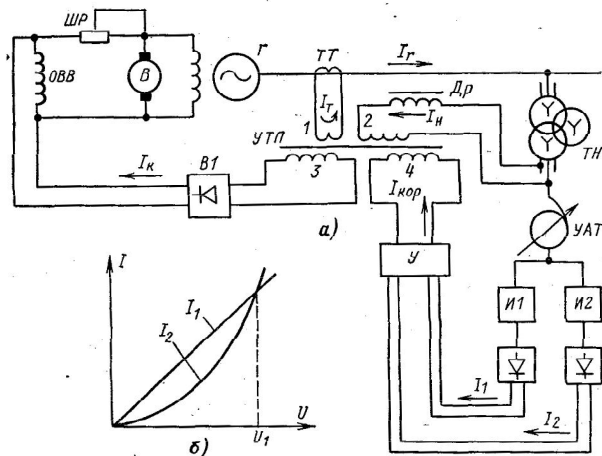
Авария режимида генераторнинг уйғонишини жадаллаштириш учун мўлжалланган оддий автоматик қурилма бўлиб, уйғотишнинг релели жадаллаштириш қурилмаси ҳисобланади (10-расмда реле $U <$ ва контактор КФ). Жадал таъсир этиш усули шундан иборатки, генераторнинг қискичларидаги кучланишнинг анча пасайиши (одатда номиналнинг 85% идан камроқ) минимал кучланиш релеси $U <$ да ўз контактларини туташтиради ва жадаллаштириш контактори КФ ни ишга туширади, ўз навбатида ишга тушиб, уйғотгичнинг занжиридаги шунтлаш реостати ШР нинг қаршилигини қисқа туташтиради. Натижада уйғотгичнинг уйғотиш токи максимал миқдоригача тез кўпаяди ва генераторнинг уйғотилиши чегара қиймати гача етади.



10-расм. Генераторни жадал уйғотишнинг релели схемаси.

АРВ нинг энг кўп тарқалган қурилмаларидан бири кучланишни корректорлаш билан

биргаликда компаундлаш қурилмасидир (11-расм).



11 - расм. Генераторнинг АРВ схемаси.

«Компаундлаш» термини статорнинг токига боғлиқ ҳолда машинанинг уйғотиш токини автоматик ростлашни ифодалайди. Нормал режимда статор токи ортиш ҳолда (актив-индуктив юкламада) генераторнинг кучланиши камаяди, аммо компаундлаш қурилмаси уйғотгичнинг уйғотиш токини, бинобарин, генераторнинг ротор токини автоматик равишда оширади, бунинг таъсирида

генератор статорининг қискичларидаги кучланиш керакли қиймати гача ошади.

Компаундлаш қурилмаси генераторнинг авария режимида ҳам, яъни генераторнинг кучланиши камайиб, статорнинг чулғамидаги ток анча ортганда ҳам яхши ишлайди.

Компаундлаш схемасига иккиламчи чулғами оралиқ трансформатори УТП га уланган ток трансформаторлари ТТ ҳамда компаундлаш токини уйғотгичнинг уйғотиш чулғами OBВ

га беришдан олдин тўғрилаш учун хизмат қиладиган тўғрилагич BI киради. Компаундлаш токи I_k коррекцияни ҳисобга олмаганда, ток I_r - га пропорционал бўлади.

Компаундлаш генератор кучланишининг етарлича аниқ бир миқдорда туришини таъминлай олмайди. Шунинг учун уйғотишни генератор статорининг токи бўйича ростлаш билан бир вақтда статорнинг кучланиши бўйича ростлаш ҳам қўлланилади. Кучланиш бўйича ростлаш сигналини бериш учун трансформатор $УТП$ (магнитланиб турувчи универсал трансформатор) иккита 2 ва 4 чулғам билан таъминланади (19-расм, а).

Чулғам 2 даги ток U_r га пропорционал I_n токнинг фазаси генератор токи реактив ташкил этувчисининг фазасига тўғри келадиган қилиб танланади. Шунинг учун соф актив юкламада 1 ва 2 чулғамларнинг $МЮК$ бир - бирига нисбатан 90° силжиган бўлади, генератор соф реактив юкламада ишласа, улар фазаси бўйича устма-уст тушади. Шу сабабли I_r ва U_r қийматлари ўзгармаганда $\cos\phi$ қанча кичик бўлса ёки генераторнинг реактив юкламаси катта бўлса, компаундлаш токи шунча катта бўлади - бу фазавий компаундлаш ҳисобланаб, у кучланишни аниқроқ ушлаб туришни таъминлайди, чунки компаундлаш токи фақат генератор токининг абсолют миқдорига боғлиқ бўлмай, балки $\cos\phi$ га ҳам боғлиқир.

Компаундлаш токининг коррекцияси, U_1 нинг берилган миқдорига қараб, $УТП$ нинг қўшимча магнитлаш чулғами 4 орқали кучланиш корректору ёрдамида ниҳоясига етказилади.

Умумий ҳолда кучланиш корректорининг таркибига меъёрлаш автотрансформатори $УАТ$ орқали кучланиш трансформатори $ТН$ занжирига уланадиган иккита ўлчаш элементи $И1$ ва $И2$ киради.

Корректор ўлчаш органининг ишлаш принципи 11-расм, б да тушунтирилган. Ўлчаш элементи $И1$ нинг чиқишидаги тўғриланган ток I_1 кириш кучланишига тўғри пропорционалдир. Шунинг учун бу элемент тўғри чизикли элемент деб аталади.

$И2$ элементнинг чиқишидаги тўғриланган ток I_2 эгри чизикли деб аталиб, кириш кучланиши катталигига нисбатан эгри чизикли боғланишга эга бўлади. Иккала ток I_1 ва I_2 кучайтиргич $У$ га келади ва кучайтиргич уларнинг айирмасига реакция беради ва уни кучайтиради. Корректорнинг чиқишидан чиққан ток бу ҳолда $УТП$ нинг қўшимча магнитлаш чулғами 4 га келади.

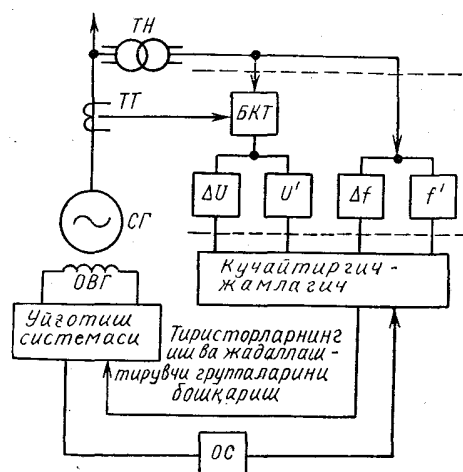
Расмдан кўринадик, ўлчаш элементларининг киришидаги кучлани U_1 дан камайиб кетса, токларнинг айирмаси $(I_1 - I_2)$ таъсирида корректорнинг чиқишидаги ток ортади. Корректор генераторнинг кучланишини ўлчаш элементларининг киришидаги кучланиш U_1 га тенг миқдорда бир хил қилиб ушлаб туради. Автотрансформатор $УАТ$ ёрдамида корректорнинг созланишини ўзгартириш мумкин.

АРВ нинг кўриб ўтилган схемаси статор токи билан генератор статори кучланишининг ўзгаришига реакция берувчи, пропорционал таъсир этувчи регуляторлар гуруҳига киради.

Ростлаш параметрларининг ўзгариш тезлигига ёки ҳатто унинг тезланишига реакция берувчи кучли таъсир этувчи ўзгартиргичлар яратилган ва ишлатилмоқда. Уйғотиш кучланишининг катта тезликда ўзгаришига ва уйғотгич максимал кучланишининг катта қийматларига эга бўлган тез ишловчи уйғотиш тизимлари билан кучли таъсир қилувчи *АРВ* қурилмаси биргаликда генераторнинг параллел ишлаш турғунлигини анча ошириш имкониятини беради. Уйғотишни ўзгартириш фақат генератор кучланишининг ўзгаришини ҳисобга олган ҳолда, олиб борилмай, балки энерготизим частотасининг ҳам ўзгаришини ҳисобга олган ҳолда бажарилса, тўғрилагич бунда ҳақиқатан самарали бўлади.

Кучли таъсир қиладиган *АРВ* нинг структура схемаси 12-расмда келтирилган. Уйғотишни автоматик ростлаш иккита асосий занжирга: ўлчаш занжири ва кучайтиргич - сумматор (жамлагич) дан иборат.

Ўлчаш занжирига: кучланишни ўлчаш блоки (*БИН*) ва частотани ўлчаш блоки (*БИЧ*) киради. *БИН* блоки олдин уланган элемент *БКТ* га эга бўлиб, унда ўлчанаётган кучланиш генератор токининг реактив ташкил қилувчисига қараб, автоматик тарзда коррекцияланади. *БКТ* дан кейин сигнал ўлчаш элементлари ΔU (кучланишнинг четга чиқиши) ва U_1 (кучланишнинг ҳосиласи) га келади, бу элементларнинг чиқиш кучланишлари кўрсатилган микдорларга пропорционал бўлади. *ВИЧ* блоки ўлчаш элементларига эга бўлиб, уларнинг чиқишга частоталари Δf ва f_1 ларга пропорционал бўлади. Кучайтиргич - сумматор икки каскадли магнит кучайтиргичдан иборат бўлиб, унинг чиқиш сигнали уйғотиш тизими (ижро қилувчи элемент) нинг тез таъсир қилувчи тиристорларининг иш ва жадаллаштириш гуруҳларини бошқариш учун берилади. *АРВ* нинг характеристикаларини яхшилаш (тез таъсир қилишни ошириш ва бошқалар) учун тўғрилагич схемасига, одатда, тескари алоқа (боғланиш) *ОС* лар киритилади.



12 - расм. Кучли таъсир этувчи *АРВ* нинг структура схемаси.

Синов саволлари

1. Синхрон генераторнинг ўз-ўзидан уйғотиш тизимини камчиликлари?

2. Генераторларни уйғотишни автоматик ростлашни афзаликлари?
3. «Компаундлаш» терминини тушунтириб беринг.

Маъруза 6

Генераторлар майдонини сўндириш

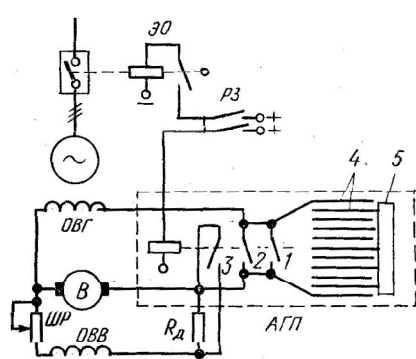
Майдонни сўндириш деб генераторнинг уйғотиш магнит оқимини нолга яқин бўлган катталиқкача тез сўндиришдан иборат бўлган жараёни айтилади. Бунда генераторнинг ЭЮК мос ҳолда камаяди.

Магнит майдонини сўндириш генераторнинг ўз ичидаги бузилишидан ёки ундан чиққан симлардан келиб чиқадиган авария режимларини муҳим аҳамиятига эга бўлади.

Генераторнинг ичидаги қиска туташув, одатда, электр ёйи орқали содир бўлади - худди шу ҳолат статорнинг чулғамлари ва актив пўлатининг анча шикастланишига олиб келади. Эҳтимолдан ҳоли эмаски, ички шикастланишдаги ток I_k , генератордан чиққан симларнинг қиска туташувидаги токдан катта бўлади. Бундай ҳолда авариянинг ёйилишини чеклаш ва статор чулғами билан пўлатининг куйиб кетишининг олдини олиш учун генераторнинг майдонини тез сўндириш зарур бўлади.

Шундай қилиб, генераторларнинг ичида қиска туташув содир бўлса, уларни ташқи тармоқдан узибгина олмай, балки уйғотишининг магнит майдонини тез сўндириш керак бўлади, бу генераторнинг ЭЮК камайишига ва ёйнинг сўнишига олиб келади.

Майдонни сўндириш учун генераторнинг ротор чулғамини уйғотгичдан узиш керак. Бироқ бунда ротор чулғамининг катта индуктивлиги туфайли униинг қисқичларида, изоляцияни тешилиши мумкин бўлган катта ўтақучланиш ҳосил бўлиши мумкин. Шунинг учун майдонни шундай сўндириш керакки, уйғотгични манбадан узиш билан бир вақтда генера-



13-расм.

тор қисқичларидаги ўтақучланиш белгиланган катталикдан ошмасдан туриб, унинг ротор чулғамидаги магнит майдони энергиясининг тез сўндирилишига эришиш керак.

Ҳозир генераторнинг қуввати ва унинг уйғотиш тизимининг хусусиятига қараб, магнит майдонини сўндиришнинг уч усулидан фойдаланилади: сўндирувчи (актив) қаршиликка ротор чулғамини туташтириш; ротор чулғамининг занжирига тез ишловчи автоматнинг ёй сўндирувчи панжарасини улаш; уйғотгични тескари қилиб улаш.

Биринчи икки усулда махсус коммутация аппаратлари ёрдамида уйғотиш зажирларига тегишли қайта улашларни амалга ошириш кўзда тутилади ва уларни майдонни сўндирувчи автоматлар (АГП) деб юритилади.

Генератор роторининг чулғамини махсус қаршиликка улаганда магнит майдонини сўндириш жараёни жуда чўзилиб кетади, шунинг учун ҳозир генераторнинг магнит майдонини ёй сўндиргичли панжараси бўлган АГП ёрдамида анча таъсирли сўндириш усули энг кўп қўлланилмоқда. 13-расмда ёй сўндирувчи панжарали автомат билан генератор майдонини сўндиришдаги электр занжирларининг схемаси.

Генераторда қисқа туташув бўлганда ҳимоя релеси РЗ ишга тушади ва ўзининг контактлари билан выключателнинг узувчи электромагнит ЭО га таъсир этиб, генераторни ташқи тармоқдан узади, ҳамда АГП ни узишга сигнал беради.

Автоматнинг иш контактлари 2 ва ёй сўндирувчи контактлари 1 бор бўлиб, улар генератор нормал ишлаб турганда берк туради. АГП нинг контактлари 3 автомат ўчганда уйғотгичнинг уйғотиш занжирига қўшимча қаршилик R_0 ни улайди, натижада уйғотгичнинг уйғотиш токи камаяди. АГП оралиғи 1,5—3 мм ли мис пластинкалари 4 дан ясалган панжара билан таъминланган.

Автомат ўчганда аввал иш контактлари, сўнгра ёй сўндирувчи контактлар узилади, бунда уларда ҳосил бўладиган ёй магнитли пуфлаш ёрдамида ёй сўндирувчи панжарага тортилади ва катор кетма-кет қисқа ёйларга бўлинади.

Қисқа ёй ночизикли актив қаршилик ҳисобланади, ундаги кучланишнинг камайиши, ёйдаги ток катталигининг кенг чегарада ўзгаришига қарамай, амалда 25–30 В га тенг бўлган доимий катталиқда сақланади.

Ёйдаги кучланишнинг умумий пасайиши қуйидагига тенг:

$$U_{\text{ёй}} = nU_n, \quad (4)$$

бунда U_n -қисқа ёйдаги кучланиш; n -панжарада кетма-кет келувчи ёй оралиғи сони.

Шундай қилиб, ёйнинг автомат панжарасига кириш пайтида ундаги кучланиш дарҳол $U_{\text{ёй}}$ катталиқкача ошади ва ёй сўнгунча ўзгармай туради.

Панжарадаги пластинкалар сони шундай танланадики, бунда $U_{\text{ёй}}$ уйғотгичнинг энг катта кучланиши $U_{f,\text{пот}}$ дан катта бўлаши керак. Бунда ёй генераторнинг уйғониш чулғамидаги магнит майдонининг захира энергияси тугагунча ўчмай туради.

Агар ротор чулғамининг актив қаршилигидаги кучланиш камайишини ҳисобга олинмаса (йирик синхрон генераторлар учун йўл қўйиш мумкин), ўтиш жараёнининг тенгламаси қуйидаги кўринишни олади:

$$L \frac{di_f}{dt} + U_{\text{ёй}} = U_f, \quad (5)$$

Ток i_f нинг ўзгаришида уйғотиш чулғами ўзиндукциясининг электр юритувчи кучи Li_f/dt га тенг. У ротор чулғамидаги потенциаллар айирмасини аниқлайди. Токнинг ўзгариш тезлиги di_f/dt қанча катта бўлса, ўзиндукциянинг ЭЮК шунча катта бўлади. Ротор чулғами

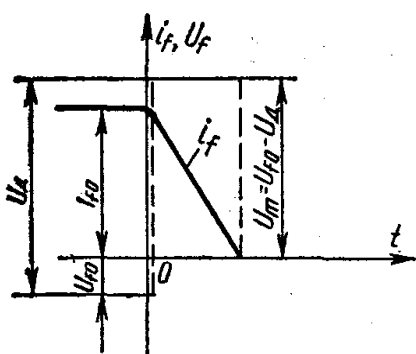
изоляциясининг электр мустаҳкамлик шартига асосан бу ЭЮК U_m дан катта бўлганлиги керак. Сўндириш жараёнида $U_{\text{ей}}$ амалда ўзгармас катталиқка эга бўлганлиги учун тенглама (2-5) майдоннинг сўниши максимал тезликда бўлган шароитда ўтиш жараёнининг бошидан охиригача қуйидаги кўринишда бўлади:

$$U_m + U_{\text{ей}} = U_f. \quad (6)$$

Шуни назарда тутиш керакки, майдонни сўндириш даври давомида U_f амалда ўзгармайди.

Демак генераторнинг майдонини ёй сўндирувчи панжарага зарядсизлаб сўндириш жараёнида ротор чулғамидаги кучланиш ўзгармас миқдорга эга бўлиб, U_m га тенг оралиқда бўлади. Роторнинг чулғамидаги ток i_f доимий тезлик билан ўзгаради, чунки

$$\frac{di_f}{dt} = \frac{U_m}{L} = \text{Const}. \quad (7)$$



14- расм. Магнит майдон сўндиришда ротор чулғамидаги кучланиш ва токнинг ўзгариш жараёни.

Юқорида келтирилган схемадан фойдаланилганда майдонни сўндириш вақти 0,5-1 с ни ташкил қилади. Ротор чулғамидаги токнинг ва унинг қисқичларидаги кучланишнинг ўзгариш жараёни 14-расмда кўрсатилган. Аини ҳолда майдонни сўндириш шароити оптималга яқин.

Миқдори кичик ток ҳосил қилган майдонни сўндиришда пластинкалар орасидаги оралиқда ёй турғун ёнмайди, бу айниқса токнинг миқдори нолга яқинлашганда кучли сезилади. Оралиқлардан бирида ёйнинг сўниши натижасида токнинг ҳамма занжири узилади ва уйғотиш занжирида ўта кучланишнинг ҳосил бўлишига олиб келади. Ток миқдорининг нол қийматига раво яқинлашишини таъминлаш учун панжара махсус қаршиликлар тўлами 5 билан шунтланади (13-расм). Бундай схемада ёй дарров сўнмай, балки секциялар бўйича сўнади, бу эса ўта кучланишнинг камайишига олиб келади. Уйғотгични қарама-қарши улаш билан майдонни сўндириш, одатда, тиристорли уйғотиш генераторлари учун қўлланилади. Бунда вентиллар инвентор режимига ўтказилади.

Улардаги кучланиш ўз йўналишини ўзгартиради, бу эса ротор чулғамидаги токнинг нолгача тез камайишига олиб келади.

Синов саволлари

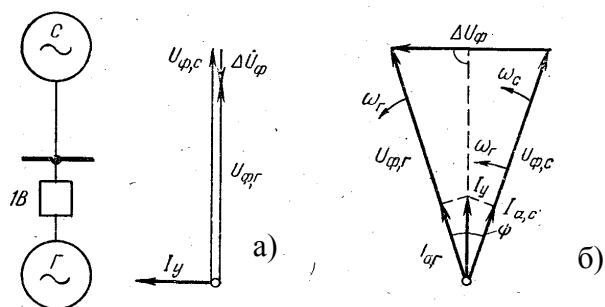
1. Генераторнинг майдонни сўндириш деб нима айтилади?
2. Генераторнинг майдонни сўндириш нима учун ишлатилади?

3. Генераторнинг магнит майдонини сўндириш усуллари айтиб беринг.
4. Ротор чулғамининг занжирига тез ишловчи автоматнинг ёй сўндирувчи панжарасини улаш усулини айтиб беринг.

Маъруза 7

Генераторларни параллел ишлашига улаш

Синхрон генераторлар параллел ишлаши учун аниқ синхронлаш ва ўз-ўзини синхронлаш усуллари билан уланиши мумкин. Иккала ҳолда ҳам ишламаётган агрегатнинг бир-



15-расм. Аниқ синхронлаш усули билан генераторни тармоққа улаш: а- $U_{\phi,r} \neq U_{\phi,c}$ даги кучланишларнинг вектор диаграммаси; б—шунинг ўзи 0 бўлганда.

ламчи двигателига буғ ёки сув юборилади ва агрегат синхрон айланиш частотасига яқин частотагача айлантрилади.

Генератор уйғотилган ҳолда уланадиган аниқ синхронлаш усулида уни тармоққа улаш пайтида қуйидаги шартлар бажарилиши керак:

уланаётган генератор ва тармоқ кучланишлари эффектив қийматларининг тенглиги; генератор ва тармоқ кучланиш-

лари частоталарининг тенглиги; генератор ва тармоқнинг бир номдаги кучланишлари фазаларининг мос келиши.

Аниқ синхронлашда кўрсатилган шартлардан бирортасига амал қилинмаса, токнинг бирданига катта ўзгаришига олиб келади, бу эса фақат уланаётган генераторгагина хавфли бўлмай, балки энерготизим ишининг турғунлиги учун ҳам хавфли ҳисобланади.

Албатта, ҳамма кўрсатилган талабларни абсолют аниқ бажаришнинг иложи йўқ ва шунинг учун реал шароитларда назорат қилинаётган катталикларнинг четга чиқишига руҳсат этилади ва уларнинг чегараси қуйида кўрсатилган.

Энерготизим - С га генератор - Г ни параллел ишлашга улашнинг хусусиятларини 15-расмда кўрсатилган схема мисолида кўриб чиқиш мумкин.

Аниқ синхронлашнинг юқорида кўрсатилган шартлари бузилса, қуйидаги учта ҳол бўлиши мумкин:

а) генератор ва энерготизим фаза кучланишлари $U_{\phi,c}$ ҳамда $U_{\phi,r}$ лар векторларининг катталиги тенг эмас, аммо фазалари мос келади ва вақт бўйича бир хил частотада ўзгаради:

$$IU_{\phi,c} \neq IU_{\phi,r}; f_c = f_r; \psi = (U_{\phi,c} \wedge U_{\phi,r}) = 0;$$

б) фаза кучланишларининг векторлари фаза бўйича бирор бурчак га сурилади, яъни:

$$\psi \neq 0, \text{ аммо } f_c = f_r; IU_{\phi,c} = IU_{\phi,r};$$

в) генераторлар ҳар хил бурчак тезлигида айланади:

$$f_2 = f_c; IU_{\phi,c}l = IU_{\phi,z}l.$$

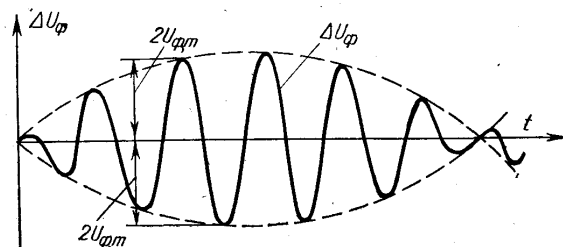
Биринчи икки ҳолда генераторни улаш пайтида кучланишлар айирмаси U_{ϕ} ҳосил бўлади, у мувозанатловчи токнинг оқишига сабаб бўлади. Мувозанатловчи ток учинчи ҳолда ҳам улаш пайтидаёқ (агар $\psi \neq 0$ бўлса) ёки маълум вақтдан сўнг, кучланишлар вектори маълум бурчакка сурилгандан кейин ҳосил бўлади:

$$I_y = \frac{\dot{U}_{\phi,c} - E_{\phi}^*}{x_d^* - x_c} = \frac{\Delta \dot{U}_{\phi}}{x_d^* - x_c},$$

бунда E_{ϕ}^* ва x_d^* - генераторнинг улаш пайтидаги ЭЮК ва қаршилиги микдорлари; x_c - энерготизим қаршилиги, одатда, у унча катта бўлмайди ва ҳисоблашларда назарга олинмастлиги мумкин.

I_y ток U_{ϕ} га нисбатан индуктив характерга эга, чунки генератор ва энерготизимнинг актив қаршиликлари жуда кичик.

Кўрилган ҳолларнинг биринчисида мунозанатловчи ток $U_{\phi,z}$ га нисбатан индуктив характерини сақлайди (15-расм, а), шу сабабли у генераторнинг валида ўтаюкланиш ҳосил қилмайди.



16-расм. Кучланишнинг топиш эгри чизиги.

Генераторни тармоққа улаш пайтида кучланишнинг номинал миқдорига нисбатан фарқининг 5-10% бўлишига рухсат этилади, шу сабабли генераторнинг ток бўйича хавfli ўтаюкланиши содир бўлмайди.

Иккинчи ҳолда (15-расм, б) мувозанатловчи ток $U_{\phi,z}$ га нисбатан катта актив ташкил этувчига эга бўлади. $\dot{U}_{\phi,z}$ вектори $\dot{U}_{\phi,e}$ векторидан илгарилайди, шунинг учун мувозанатловчи токнинг актив ташкил этувчиси $I_{a,z}$ генератор роторини тўхтатишга йўналган айлантисувчи момент ҳосил қилади. Агар кучланиш вектори $\dot{U}_{\phi,z}$ вектор $\dot{U}_{\phi,e}$ дан орқада қолганда эди, мувозанатловчи токнинг актив ташкил этувчиси роторни тезлаштирувчи момент ҳосил қилган бўларди. Генераторни бу ҳолда улашда, унииг валига юлама катта ўзгарувчан миқдорда таъсир этиб, агрегатнинг жиддий механик бузилишига олиб келиши мумкин. Бунинг олдини олиш учун синхронланадиган манбаларнинг кучланиш векторларининг бурчак фарқи улаш вақтида 10-20 эл.градусдан ошмаслиги керак.

Учинчи ҳолда, бурчак узлуксиз ўзгариб турганда, кучланишлар фарқи U_{ϕ} ҳам ўзгаради ва уни тегиш кучланиши деб юритилади. Тегтиш кучланиши нолдан $2U_{\phi,m}$ гача ва

синхронлаш манбаларининг кучланишлари частоталари йиғиндисининг ярмига тенг бўлган частота билан ўзгаради. Тезиш кучланишнинг амплитудалари орқали ўтказилган ўровчи чизик генератор ва тизим частоталари айирмасининг ярмига тенг частотага эга (16-расм).

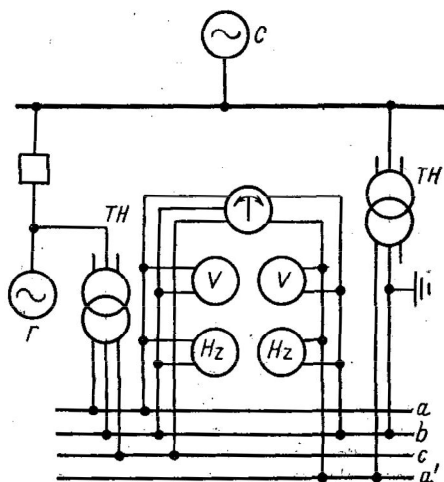
Шундай қилиб, частоталар тенг бўлмаса, U_ϕ нинг юқори қийматида ноқулай пайтда улаш хавфи ҳар доим бўлади. Бундан ташқари, частоталар фарқи катта бўлса, машина синхронизмга тушмаслиги мумкин. Бу эса частоталарнинг рухсат этиладиган фарқининг улаш пайтида 0,1% дан ошмаслигини чегаралашга мажбур этади.

Энг катта мувозанатловчи ток бурчак 180 эл.град. га тенг бўлганда ҳосил бўлади. Фараз қилайлик агар генератор кучли энерготизим ($x_c \approx 0$) билан параллел ишлаш учун уланса, у ҳолда:

$$I_y = \frac{2U_\phi}{x_d} = 2I_k^{(3)} \quad (8)$$

Бунда мувозанатловчи ток генераторнинг қисқичларидаги уч фазали қисқа туташув токидан 2 марта катта бўлади. Бундай ток чулғамларнинг қизиши нуқтаи назаридан ҳам ва ўтказгичлар орасидаги электродинамик кучлар туфайли айниқса статор чулғамининг олд қисмларида ҳам хавфли ҳисобланади.

Шундай қилиб, уйғонган генераторни бошқа генераторлар билан, аниқ синхронлаш шартига амал қилмасдан туриб, параллел ишлашга улаш машинанинг жиддий бузилишига олиб келиши мумкин.



17-расм. Синхронлаш колонкасининг ўлчаш приборларини улаш схемаси.

Генератор айланиш частотасини синхрон айланиш частотасига яқинлаштириш ва уни равои ростлаш бирламчи двигателлар (буғ ёки гидротурбиналар) нинг айланиш частоталари тўғрилагичларига таъсир этиш йўли билан бажарилади. Уланаётган генераторнинг кучланишини ўзгартириш уйғотиш чулғаидаги токни ошириш ёки камайитириш йўли билан амалга оширилади.

Аниқ синхронлаш шартини амалга оширишни кўз билан кўриб назорат қилиш иккита вольтметр (генератор ва тармоқ кучланишларининг тенглигини назорат қилиш учун), иккита частота ўлчагич (улардан бири тармоқ частотасини, иккинчиси уланаётган генератор частотасини кўрсатади), шунингдек бир номдаги фазалар кучланишлари векторларининг бир-бирига мос тушишини назорат қилиш имкониятини берадиган махсус асбоб – *синхроноскоп* ёрдамида амалга оширилади. Бу

асбоблар синхронизациялаш шитчалари ёки колонкалари таркибига киради (17-расм) ва улар барча электр станцияларда мавжуддир.

Аниқ синхронлашда улаш учун сигнал бериш пайти сирпаниш бурчак тезлиги (частоталар фарқи) билан айланаётган синхроноскопнинг кўрсаткичи орқали аниқланади. Бирламчи двигателнинг тезлик тўғрилагичига таъсир этиб, частоталарнинг тенглашишига шундай эришиладики, бунда синхроноскоп кўрсаткичи 20 с ичида бир мартадан ортиқ айланмасин. Синхроноскоп шкаласида кучланишларни фазалар бўйича бир хил бўлишини кўрсатувчи чизик тортилган. Сигнал бериш учун генераторнинг ўчиргичини синхроноскоп кўрсаткичи чизик тортилган белгига озгина етмаган пайтда улаш лозим, чунки ўчиргичининг уланиши учун сарфланадиган вақтни ҳам ҳисобга олиш керак.

Аниқ синхронлаш қўлда ёки автоматик тарзда бўлиши мумкин.

Қўлда аниқ синхронлашнинг ҳамма жараёнлари назоратчи томонидан қўлда бажарилади. Назоратчининг нотўғри ҳаракат қилиб қўйишини йўқотиш учун синхронлаш схемасига махсус блокировка киргизилади, у ноқулай пайтда ўчиргичини улаш учун берилган сигналнинг ўтишига автоматик тарзда тўсқинлик қилади.

Автоматик синхронлаш махсус қурилмалар автоматик синхронизаторлар ёрдамида амалга оширилади. Автоматик синхронизаторлар синхронланаётган генераторнинг кучланиши ва частотасини ростлаш ва уни назоратчисиз тармоқда улаш имкониятини берувчи жуда мураккаб схемага эга.

Аниқ синхронлаш усулининг камчиликларига жараёни амалга оширишнинг мураккаблиги ва узоқ давом этишини (бу айниқса энерготизимнинг авария иш режими шароитида частота ва кучланишнинг ўзгариб туриши содир бўлганда яна ҳам кўпроқ билинади, ҳамда бошқарувчи шахс юқори малакага эга бўлишини талаб этишини ҳамда синхронлаш шартлари бузилса, катта авариялар содир бўлишини киритиш мумкин.

Ўз-ўзини синхронлашда генератор уйғотилмай, тахминан синхронлаш частотага тенг частотада айланаётган вақтида (сирпаниш $\pm 2-3\%$) тармоққа уланади. Выключател уланиши захоти уйғотиш токи берилади ва генератор 1-2 секундда синхродизмга тортилади.

Уйғотилмаган генератор тармоққа уланган пайтда у тармоқдан анча катта реактив ток истеъмол қилади. Статор чулғамидан оқиб ўтаётган ушбу ток ҳосил қилаётган айланувчи магнит майдони генератор роторининг чулғамида ЭЮК ҳосил қилади.

Ўта кучланиш туфайли изоляциянинг бузилишининг олдини олиш учун генератор роторининг чулғами выключателни улашдан олдин ўз-ўзини синхронлаш махсус қаршилигига ёки АПП қурилмасининг сўндирувчи қаршилигига туташтирилган бўлиши керак, бу қаршилиқ АПП улангандан кейин узилади.

Генератор ўз-ўзини синхронлаш усули билан тармоққа уланганда, унда ўткинчи жараёнлар содир бўлади ва булар генератордан чиққан симлардаги қисқа туташув жараёнларига ўхшаш бўлади.

Генератор-трансформатор блокларини энерготизим билан параллел ишлашга уланганда статорда ҳосил бўладиган ток анча кам бўлади, чунки бу вақтда трансформатор қаршилигининг чегараловчи таъсири бўлади. Шунини ҳам айтиш керакки, ўз-ўзини синхронлашда статорнинг токи улаш пайтида индуктив характерга эга бўлади ва демак, генераторнинг валида қўшимча механик юкламалар ҳосил қилмайди.

Электр қурилмаларининг қурилиш қонидаси токнинг сакраши номинал токдан 3,5 мартадан кўп ошмаслик шартида, генераторларни ўз-ўзини синхронлаш усули билан улашга рухсат этади, яъни:

$$I' = \frac{U}{\sqrt{3}(x_d' + x_c)} \leq 3.5I_{ном} \quad (9)$$

Бунда I' -бошланғич ўтказаш токи, кА; U -қурилманинг фазалари орасидаги кучланиш кВ; x_d' -генераторнинг ўтиш қаршилиги, Ом; x_c -энерготизимнинг генератор қисқичларигача бўлган қаршилиги, Ом; $I_{ном}$ -генераторнинг номинал токи, кА.

Генератор ўз-ўзини синхронлаш методи бўйича улаш қуйидаги тартибда бажарилади: генератор синхрон тезликдан кўпи билан 2—3% фарқ қиладиган айланишлар частотасигача айлантирилади, частоталарнинг йўл қўйиладиган фарқи, одатда, *ИРЧ* реле асосидаги автоматик қурилма билан назорат қилинади;

шунт реостати ва *АРВ* нинг ўрнатилишини ўзгартирувчи қурилма салт ишлаганда $U_{г.ном}$ ни таъминловчи уйғотишга тўғри келувчи ҳолатга қўйилиши керак, бунда *АПП* ўчирилган ҳолатда бўлади;

генераторнинг выключатели уланади ва у уланган заҳоти *АПП* ни улаш учун автоматик тарзда буйруқ берилади.

Генератор тармоққа улангандан сўнг, қисқа вақт асинхрон двигателга ўхшаш ишлайди. Асинхрон сирпаниш моменти генераторнинг роторини синхрон частотада айланишга тортади. Уйғотиш берилгандан сўнг роторнинг чулғамида токнинг кўпайиб бориши билан аста-секин ошиб борувчи синхрон моменти ҳосил бўлади. Натижада генератор вали кескин механик турткиларга дуч келмайди.

Ўз-ўзини синхронлаш усулининг асосий афзаллиги генераторни тармоққа улаш технологиясининг соддалигидадир, чунки бу вақтда уланадиган генератор билан тизим кучланишларининг қийматларини ва частоталарини аниқ тўғрилашга ҳожат қолмайди. Синхронлаш анча соддалашади ва тезлашади, улашлардаги йўл қўйилган хатолар туфайли машинанинг

оғир бузилиш эҳтимоллари йўқолади, жараёни автоматлаштириш содалашади, шунингдек энерготизимдаги частота ва кучланиш ўзгарганда ҳам улаш мумкин бўлади.

Нормал ишлаш шароитларида ўз-ўзини синхронлаш усули генератор-трансформатор блоки схемасида ишлайдиган ва чулғамлари билвосита совитилувчи турбогенераторларни, шунингдек ҳамма гидрогенераторларни улаш учун қўлланилади.

Чулғамлари билвосита совитиладиган ва генератор кучланиши шинасида ишлайдиган турбогенераторларни, шунингдек чулғамлари бевосита совитилувчи генераторларни улаш ҳам, одатда, аниқ синхронлаш усули билан бажарилади.

Авария тугатилгач, ҳамма генераторларни параллел ишга тушириш ўз-ўзини синхронлаш усули билан амалга оширилиши мумкин.

Синов саволлари

1. Генератор уйғотилган ҳолда уланадиган аниқ синхронлаш усулида уни тармоққа улаш пайтида қандай шартлар бажарилиши керак?
2. Аниқ синхронлашнинг шартлари бузилса, қандай ҳол бўлиши мумкин?
3. Аниқ синхронлаш усулининг камчиликлари?
4. Ўз-ўзини синхронлаш усулининг асосий афзалликлари?

Маъруза 8

Синхрон компенсаторлар

Уйғотиш токининг ўзгаришида двигател режимида ишлайдиган валда юкламаси бўлмаган синхрон машина синхрон компенсатор деб аталади. Синхрон компенсатор уйғотиш токининг катталигига қараб тармоққа реактив қувват бериши ёки тармоқдан уни қабул қилиши мумкин.

Тузилиши бўйича у турбогенераторга ўхшайди, бироқ синхрон компенсатор ўртача частотада (750-1000 айл/мин) да айланадиган қилиб тайёрланади. Синхрон компенсатор ротори аниқ қутбли қилиб тайёрланади. Статор тузилишига кўра турбогенератор статорига ўхшаш.

Синхрон компенсатор статорнинг номинал токи, кучланиши ва қуввати билан, роторнинг частотаси ва номинал токи билан ҳамда номинал режимдаги йўқотишлар билан характерланади.

Синхрон компенсаторнинг номинал кучланиши унга тегишли электр тармоғининг номинал кучланишидан 5 ёки 10% ортиқ белгиланади.

Синхрон компенсаторнинг номинал қуввати номинал кучланишда, совитувчи муҳитнинг номинал параметрларида унинг узоқ вақт давомида рухсат этиладиган юкланишига қараб аниқланади.

Синхрон компенсаторларнинг номинал қуввати киловольт-ампер ҳисобида аниқланади ва асосан қувватлар қаторига тўғри келиши керак. Шунинг учун стандарт бўйича синхрон компенсаторнинг минимал қуввати 10000 кВА деб белгиланган.

Статорнинг номинал токи номинал қувват ва номинал кучланиш қийматлари асосида аниқланади.

Роторнинг номинал токи–тармоқдаги кучланиш номинал кучланишдан $\pm 5\%$ фарқ қилиб, ўта уйғотиш режимидаги компенсаторнинг номинал қувватини таъминловчи токнинг энг катта миқдоридир.

Синхрон компенсаторларнинг номинал совитиш шароитларида актив қувватнинг йўқотилиши 1,5-2,5% га тенг.

Синхрон компенсаторлар икки усулда совитилади: КС типдаги компенсаторлар учун вентилизациянинг ёпиқ тизими билан ҳаволи билвосита совитиш (турбогенераторларга ўхшаш), КСВ компенсаторлари учун қобик монтаж қилинган газ совитгич билан водородли билвосита совитиш (2.46-расмга қаранг). Компенсаторларнинг иккала турида ҳам В синфдаги изоляция қўлланилган.

Ҳозирги электр юкланишлар жуда катта реактив қувват истеъмол қилиши билан характерланади. Реактив қувват истеъмол қилишнинг ортишига биринчи навбатда электр қурилмаларини кенг миқёсда ишлатиш сабаб бўлмоқда, уларда энергияни ўзгартириш учун магнит майдонларидан фойдаланилади (электр двигателлар, трансформаторлар ва ҳоказо). Симобли венти́ллар, люминесцентли ёритиш ва бошқа ўзгартиргич қурилмаларининг тоқлари анча катта реактив ташкил этувчига эга. Шу сабабли электр тармоқлари токнинг реактив ташкил этунчиси билан юкланиланади, бунинг таъсирида кучланиш пасаяди ва электр энергияни узатиш ҳамда тақсимлашда қувват йўқотишлар катта бўлади.

Агар юкланишлар марказига синхрон компенсатор уланса, у истеъмолчиларга керак бўлган реактив қувватни генерациялаб (пайдо қилиб), электр станцияларни юкланиш билан улайдиган линияларнинг реактив ток юкланишини камайтириш имкониятини беради, бу эса бугун тармоқ ишини яхшилайти. Бунда синхрон компенсатор ўта уйғотиш билан реактив қувват бериш режимида ишлаши лозим. Синхрон компенсаторлар электр узатувчи нимстанцияларда ҳам ўрнатилади, улар ёрдамида линия бўйлаб кучланишни тўғри тақсимлаш ва параллел ишлаш турғунлиги таъминланади. Шу билан бирга, электр узаткичнинг иш режимида қараб компенсатордан ёки генерациялаш режимида ёки реактив қувватни истеъмол қилиш режимида ишлаш талаб этилади.

Синхрон компенсатор генерациялаётган ёки истеъмол қилаётган реактив қувват уйғотиш токи катталигига боғлиқ.

Синхрон компенсаторнинг ишини анализ қилганда, уни кучли тармоққа уланган деб ҳисоблаймиз шу сабабли статорнинг токи ўзгарганда қисқичлардаги кучланиш, амалий жиҳатдан ўзгармайди (18-расм).

Уйғотиш токининг ўзгариши билан статор чулғамининг ЭЮК ки ўзгаради. Компенсатор ЭЮК нинг катталиги тармоқ кучланишига тенг бўлса, бу режим компенсаторнинг салт ишлаш режими деб юритилади. Уйғотиш токи ортганда синхрон компенсаторнинг ЭЮК унинг қисқичларидаги кучланишдан катта бўлади (ўтауйғониш режими). Кучланишлар фарқи $\Delta U' = E'_k - U_k$ таъсирида машина статорида I_k токи ҳосил бўлади. Компенсатор чулғамларининг қаршилиги асосан индуктив бўлганлиги учун ток кучланиш фарқи $\Delta U'$ дан 90° га яқин бурчакка орқада қолади.

Кучланишнинг вектори U_k га нисбатан кўрсатилган ток 90° бурчакка орқада қолади. Бунда компенсатор тармоққа реактив қувват беради.

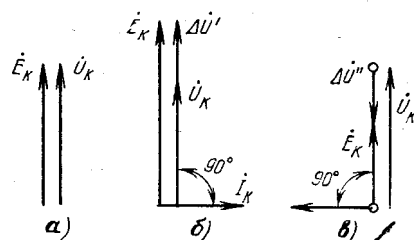
Машинани уйғотиш етарли бўлмаса, яъни $E'_k < U_k$ бўлганда, I_k ток U_k вектордан узади: машина тармоқдан реактив қувват истеъмол қилади.

Синхрон компенсаторларни уйғотиш учун *АРБ* қурилмали махсус уйғотиш тизимлари қўлланилади.

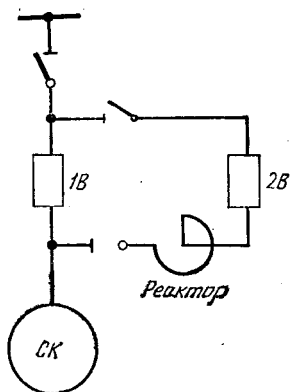
Ҳаво билан совитиладиган қуввати катта бўлмаган компенсаторлар учун компенсаторнинг ротори билан уланган ўзгармас ток генераторидан электр машинали уйғотиш схемаси сифатида фойдаланилади. Бу схеманинг юқорида кўриб ўтилган генераторларни мустақил электр машинали уйғотиш схемасидан фарқи шундаки, бунда роторнинг айниқса, кичик тоқларида керак бўладиган, асосий уйғоткич ишининг турғунлигини таъминлаш учун деярли

ҳамма вақт ўрнатиладиган ёрдамчи уйғоткич мавжудлигидир.

Водород билан совитиладиган энг йирик компенсаторларда уйғотиш, иссиқлик электр станциялари захирасидаги уйғоткичга ўхшаш, махсус уйғотувчи агрегат воситасида амалга оширилади. Компенсаторнинг чулғамига ток келишини таъминлаётган контакт



18-расм. Синхрон компенсаторнинг турли режимлардаги вектор диаграммалари: а-салт юришдаги; б-ўта уйғотишдаги; в-чала уйғотишдаги.



19-расм. Синхрон компенсаторни ишга тушириш схемаси.

ҳалқалар билан чўткалар қобуъғининг махсус бўлагида жойлашади ва водород муҳитида ишлайди.

Электр машинали уйғотишда *АРВ* сифатида кучланишнинг электромагнит корректорли компаундлаш қурилмаси қўлланилади. Компенсаторларда, шунингдек, уйғотишнинг жадал реле қурилмаси ўрнатилади.

Ҳозирги пайтда, эксплуатацияда ионли ёки ярим ўтказгичли ўз-ўзини уйғотувчи катта қувватдаги компенсаторлар мавжуд. Юқорида айтиб ўтилганидек бу уйғотиш тизими жуда тез таъсир этувчи ва параллел ишловчи энерготизимларнинг турғунлигини ошириш учун жуда самарали ҳисобланади.

Компенсаторларнинг уйғотиш магнит майдонини сўндириш синхрон генераторлардаги сингари амалга оширилади.

Синхрон компенсаторларни ишга тушириш. Синхрон компенсаторни ишга туширишнинг кенг тарқалган усули бўлиб, реакторли ишга тушириш ҳисобланади (19-расм), бунда компенсатор жуда катта индуктив қаршилиққа эга бўлган реактор орқали тармоққа ўчиргич 2В билан уланади. Шу сабабли ишга туширишнинг бошланғич пайтида компенсаторнинг чиққичларидаги кучланиш номиналдан 45-50% гача камаяди, ишга тушириш токи $2-2,8I_n$ дан ошмайди.

Компенсаторнинг айланишини роторнинг қутб учликларига жойлашган, махсус ишга тушириш чулғами ҳисобига кўпаювчи асинхрон момент таъминлайди. Катта қувватли компенсаторлардаги йирик қутблар етарли даражада катта асинхрон момент ҳосил бўлишини таъминлайди, шу сабабли махсус ишга туширувчи чулғам керак бўлмайди.

Айланиш пайтида компенсаторнинг айланишлар частотаси синхрон компенсаторларникига яқинлашганда, уйғотиш берилади ва компенсатор синхронизмга тортилади. АРВ ишга туширилиб статорнинг минимал токи ўрнатилади, сўнгра виключател 1В билан реакторни шунтлаб, компенсатор тармоққа уланади.

Синов саволлари

1. Синхрон компенсатор деб қайси синхрон машина аталади?
2. Синхрон компенсаторлари нима учун ишлатилади?
3. Синхрон компенсатор қайси параметрлари билан характерланади?
4. Синхрон компенсаторни ишга туширишнинг усулини айтиб беринг.

Маъруза 9

Куч трансформаторларнинг турлари ва уларнинг параметрлари (1-машғулот)

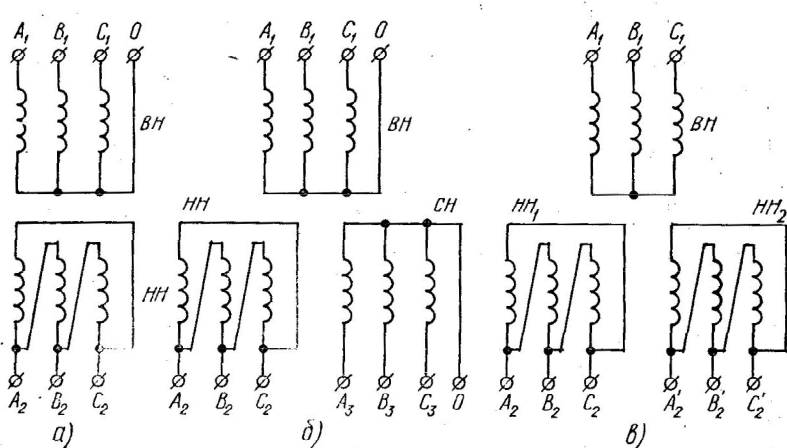
Электр станция ва нимстанцияларига ўрнатилган куч трансформаторлари электр энергияни бир кучланишдан иккинчисига айлантириш учун хизмат қилади. Уч фазали трансформаторлар энг кўп таралган, чунки уларда жами қуввати худди шунча бўлган учта бир фазали трансформаторларга қараганда исрофлар 12—15%, актив материаллар сарфи билан қиймати 20—25% кам.

Трансформаторсозликдаги тараққиёт 220 ва 500 кВ кучланишли, қуввати 630 МВА гача, 330 кВ кучланишли, қуввати 1000 МВА ли уч фазали трансформаторларни ва 500/110 кВ ли, бирлик қуввати 250 кВА ли автотрансформаторларни ишлаб чиқариш имкониятини берди. Трансформаторлар қувватининг чегаравий қиймати уларни транспортировка қилиш шароитлари, массаси ва ўлчамлари билан чекланади.

Бир фазали трансформаторлар, одатда, етарли қувватга эга бўлган уч фазали трансформатор тайёрлаш мумкин бўлмаган ёки транспортировка қилиш анча қийин бўлган ҳоллардагина қўлланилади. Бир фазали трансформаторлар гуруҳларининг энг катта қуввати

500 кВ кучланишда 1600 МВА; 750 кВ кучланишда 1250 МВА га тенг.

Ҳар бир фазадаги турли кучлашдаги чулғамлар сонига қараб трансформаторлар икки чулғамли ва уч чулғамлига бўлинади (20-расм, а, б). Бундан ташқари, айнан бир хил кучланишдаги чулғамлар, одатда, пасайтирувчи чулғами бир-биридан ва ерга туташти-



20-расм. Трансформаторларнинг принципиал схемалари: а-икки чулғамли; б-уч чулғамли; в-паст кучланишли ажратилган чулғамли.

рилган қисмлардан изоляция қилинган икки ва ундан ортиқ параллел тармоқлардан ташкил топади. Бундай трансформаторлар ажратилган чулғамли трансформаторлар деб аталади (20-расм, в). Юқори, ўртача ва паст кучланишли чулғамларни қисқача ЮК, ЎК ва ПК деб белгилаш қабул қилинган.

Паст кучланишли ажратилган чулғамли трансформаторлар битта кучайтирувчи трансформаторга бир нечта генераторларни улаш имконини беради, ўз эҳтиёжини таъминлаш схемаларида, шунингдек қисқа туташув тоқининг катталигини чеклаш мақсадида, пасайтирувчи нимстанцияларда ҳам кенг қўлланилади.

Трансформаторнинг номинал қуввати, кучланиши, токи, қисқа туташув кучланиши, салт ишлаш токи, салт ишлаш билан қисқа туташувдаги исрофлар трансформаторнинг асосий параметрлари ҳисобланади.

Трансформаторнинг номинал қуввати деб завод паспортида кўрсатилган тўла қувватининг қийматига айтилиб, номинал частота ва кучланишда, ўрнатиш жойи ва совитиш муҳити номинал бўлган шароитларда трансформаторни шу қувват билан узлуксиз юклаш мумкин бўлади.

Икки чулғамли трансформаторларнинг номинал қуввати унинг ҳар бир чулғамининг қувватидан иборат. Уч чулғамли трансформаторлар чулғамларининг қуввати бир-бирига тенг ёки ҳар хил қилиб тайёрланади. Қувватлари ҳар хил бўлганда ҳар бир алоҳида чулғам ичида энг катта номинал қувватга эга бўлган чулғамнинг қуввати трансформаторнинг номинал қуввати деб қабул қилинади.

Чулғамларнинг номинал кучланишлари - тарансформаторнинг салт ишлашида бирламчи ва иккиламчи чулғамларининг кучланишларидир. Уч фазали трансформатор учун - бу унинг линия (фазалар орасидаги) кучланишидир. Бир фазали трансформатор агар юлдуз схемасида бириктирилиб, уч фазали гуруҳга улашга мўлжалланган бўлса, бу кучланиш $U/\sqrt{3}$ га тенг бўлади. Трансформатор юклама билан ишлаганда ва унинг бирламчи чулғами қисқичларига номинал кучланиш берилганда иккиламчи чулғамдаги кучланиш номиналга караганда трансформаторда исроф бўлган кучланишнинг катталигига тенг миқдорга кичик бўлади. Трансформаторнинг трансформация коэффициенти k юқори ва паст кучланиш чулғамларининг номинал кучланишлар нисбатидан иборат бўлади:

$$n = \frac{U_{ном.ВН}}{U_{ном.НН}}$$

Уч чулғамли трансформаторларда чулғамларнинг ҳар қайси жуфти учун трансформация коэффициенти аниқланади: ЮК ва ПК; ЮК ва ўК; ўК ва ПК.

Трансформаторларнинг номинал токлари деб, чулғамларнинг завод паспортида кўрсатилган токларининг қийматига айтилиб, трансформаторнинг ана шу тоқларда узоқ вақт нормал ишлашига йўл қўйилади.

Трансформаторнинг исталган бир чулғамининг номинал токи унинг номинал қуввати билан номинал кучланишидан аниқланади.

Қисқа туташув кучланиши U_k -шундай кучланишики, трансформаторнинг чулғамларидан бирига шу кучланиш берилганда, бошқа чулғамига қисқа туташган бўлса, ундан ўтаётган ток номинал миқдорига тенг бўлади.

Қисқа туташув кучланиши трансформатор кучланишининг пасайиш катталигини аниқлаб, унинг чулғамларидаги тўла қаршилиқни характерлайди.

Уч чулғамли трансформаторда қиска туташув кучланиши унинг исталган бир жуфт чулғами учун, учинчи чулғами узиб қўйилиб аниқланади. Шундай қилиб, уч чулғамли трансформатор u_k нинг учта қийматига эга бўлади.

Ҳамма трансформаторлар учун қиска туташув кучланиши номинал кучланишга нисбатан фоиз ҳисобида ифодаланади:

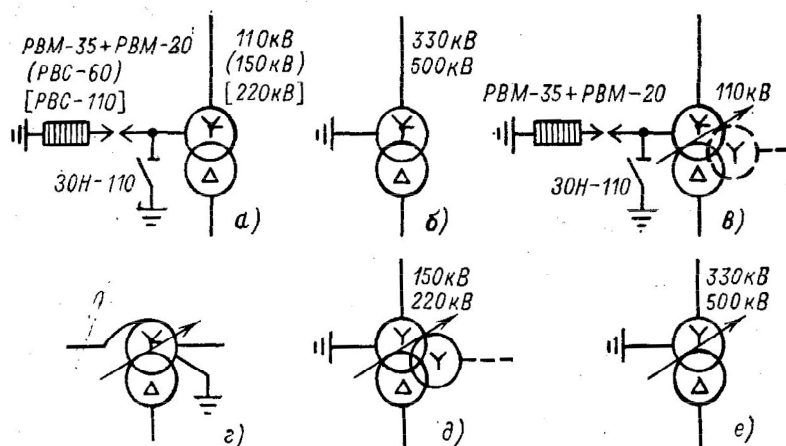
$$u_k = \sqrt{u_a^2 + u_p^2},$$

бунда u_a -трансформаторнинг актив қаршилигига боғлиқ бўлган қиска туташув кучланишининг актив ташкил этувчиси; u_p -трансформаторнинг реактив (индуктив) қаршилигига боғлиқ бўлган қиска туташув кучланишининг реактив ташкил этувчиси.

Чулғамларнинг индуктив қаршилиги актив қаршиликка қараганда анча катта (унча катта бўлмаган трансформаторларда 2-3 марта, йирикларида эса 15-20 марта) бўлганлиги учун u_k асосан реактив қаршиликка, яъни чулғамларнинг ўзаро жойлашишига, улар орасидаги каналнинг энига, чулғамларнинг баландлигига боғлиқ бўлади.

Салт юриш токи i_c , пўлатдаги актив ва реактив исрофларни характерлайди ва пўлатнинг магнит хоссасига, магнит ўтказгичнинг тузилишини ва уни йиғиш сифатига, ҳамда магнит индукциясига боғлиқ бўлади. Салт юриш токининг катталиги трансформатор номинал токига нисбатан фоиз ҳисобида ифодаланади. Совуқлайин прокатланган пўлатдан ясалган ҳозирги трансформаторлардаги салт юриш тоқларининг қиймати катта бўлмайди.

Салт ишлашдаги ΔP_c ва қиска туташушдаги ΔP_k исрофлар трансформаторнинг тежамли ишлашини билдиради. Салт ишлашдаги исрофлар пўлатнинг қайта магнитланиши ҳамда уюрма тоқларни ҳосил бўлишидан келиб чиқадиган исрофлар йиғиндисидан иборат.



21-расм. Трансформатор ва автотрансформаторларнинг нейтралларини ерга улаш усуллари: а-110-220 кВ ли РПН сиз трансформаторларда; б-330-500 кВ ли РПН сиз трансформаторларда; в-110 кВ ли ўрнатилган РПН ли трансформаторларда; г-автотрансформаторларда; д-150-220 кВ ли РПН ли трансформаторларда; е-330-500 кВ ли РПН ли трансформаторларда.

Қиска туташув исрофида чулғамлардан юклама токи ўтганда ҳосил бўладиган исрофлар, трансформатор чулғамлари ва тузилишидан келиб чиқадиган қўшимча исрофлар киради. Сочилиш магнит майдонлари чулғамнинг чекка ўрамлари ҳамда трансформатор тузилишлари (бак деворлари, ярмо балкалари ва ҳоказолар) да уюрма тоқлар ҳосил қилиб, қўшимча исроф-

ларни келтириб чиқаради. Уларни камайтириш учун чулғам кўп томирли транспозицияланган симдан тайёрланиб, бак деворлари эса магнит шунтлари билан экранланади (тўсилади).

Трансформаторларнинг чулғамлари, одатда, юлдуз Y , чиқарилган нейтралли юлдуз Y_0 ва учбурчак Δ кўринишидаги схемалар бўйича уланади. Бирламчи ва иккиламчи чулғамларнинг ЭЮК лари (E_1 ва E_2) орасидаги фазалар силжишини шартли равишда уланишлар гуруҳи билан ифодалаш қабул қилинган.

Уч фазали трансформаторларнинг чулғамларини турлича улаш йўли билан уланишларнинг ўн иккита турли гуруҳини олиш мумкин, бунда чулғамларни юлдуз-юлдуз схемасида улашда исталган 2, 4, 6, 8, 10, 0 жуфт гуруҳни, юлдуз-учбурчак ёки учбурчак-юлдуз схемасида улашда исталган 1, 3, 5, 7, 9, 11 ток гуруҳни ҳосил қилинади.

Чулғамнинг уланиш схемаси белгисининг ўнг томонида унинг уланиш гуруҳи ёзилади.

Чулғамларнинг нол нуқтасини чиқариб, юлдуз схемасида улаш чулғам нейтралли ерга туташтирилиши зарур бўлган ҳолда қўлланилади. ЮК чулғами 330 кВ ва ундан юқори кучланишли трансформаторлар ва ҳамма автотрансформаторларда ЮК чулғамлари нейтраллини ерга самарали туташтириш шарт. 110, 150 ва 220 кВ ли тизимлар ҳам нейтралли ерга самарали туташтирилган ҳолда ишлайди, бироқ бир фазали қисқа туташув токини камайтириш учун трансформаторлар нейтраллининг бир қисми ерга уланмайди. Чунки, чиқарилган нол симлар изоляцияси, одатда, тўла кучланишга ҳисобланмайди, шунинг учун нейтралли ерга уланмаган иш режимида ҳосил бўлиши эҳтимоли бор ўтакучланишларни трансформаторнинг нол нуқтасига вентилли разрядникларни бириктириш йўли билан камайтириш мумкин (21-расм). Шунингдек, тўрт симли 380/220 ва 220/127 В тармоқларни таъминловчи трансформаторларнинг иккиламчи чулғамидаги нейтрал ҳам ерга туташтирилади. 10-35 кВ ли кучланишдаги чулғамлар нейтралли ерга уланмайди ёки сиғим тоқларини компенсация қилиш учун ёй сўндирувчи ғалтак орқали ерга уланади.

Куч трансформаторлари ва автотрансформаторларнинг асосий техник маълумотлари, уларнинг уланиш гуруҳлари схемалари амалдаги стандартлар билан белгиланган.

Юқори кучланишли қувватли трансформатор мураккаб қурилма бўлиб, кўп сонли конструктив элементлардан ташкил топади, улардан асосийлари қуйидагилар: магнит тизими (магнит ўтказгич), чулғамлар, изоляция, чиккичлар, бак, совитиш қурилмаси, кучланишни ростлаш механизми, химоялаш ва ўлчаш қурилмалари ҳамда аравачалар.

Магнит ўтказгич трансформаторнинг конструктив ва механик асоси ҳисобланади. Магнит ўтказгич бир-биридан изоляцияланган электротехник пўлатдан тайёрланган алоҳида-алоҳида листлардан йиғилади. Трансформаторнинг пўлат листлари бир-биридан пухта изоляцияланган бўлиши керак. Ҳозир 0,01 мм қалинликда лак суркаб листларни изоляциялаш

кенг қўлланилмоқда. Лак пардаси листлар орасида етарли даражада ишончли изоляция ҳосил қилади, магнит ўтказгичнинг яхши совишини таъминлайди қизишга чидамлилиги юқори ва йиғиш пайтида бузилмайди.

Магнит ўтказгич ва унинг конструктив деталлари трансформатор асосини ташкил этади. Асосга чулғам ўрнатилади ва чулғам билан кириш симлари ўтказгичлар ёрдамида уланиб, асосга маҳамланади ва бу билан трансформаторнинг актив қисми ҳосил қилинади.

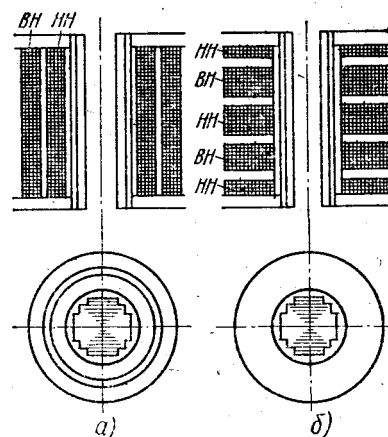
Трансформаторларнинг чулғамлари концентрик ёки навбатма-навбат келувчи бўлиши мумкин. Биринчи ҳолда ПК ва ЮК чулғамлари цилиндрлар кўринишида тайёрланиб, стерженда бир-бирига нисбатан концентрик жойлаштирилади (22-расм, а). Кўпчилик куч трансформаторларида чулғамни шундай тайёрлаш қабул қилинган. Иккинчи ҳолда ЮК ва ПК чулғамлари бир хил диаметрли

қиска цилиндрлар кўринишида тайёрланиб, стерженда бири устига иккинчиси жойлаштирилади (22-расм, б). Бундай чулғамда кавшарлаш ишлари ноҳоятда кўп, ихчам эмас ва махсус электр печи трансформаторлари ёки куруқ трансформаторлар учун қўлланилади, чунки чулғамларнинг совиш шароитини яхшилайдди.

Трансформаторларнинг чулғамлари етарли электрик ва механик мустаҳкамликка эга бўлиши керак. Чулғамлар ва улардан чиққан симлар изоляцияси коммутация ва атмосфера ўтақучланишларига бузилмасдан чидаши керак. Чулғамлар қиска туташув тоқлари ўтишида ҳосил бўлган электродинамик кучларга чидаши керак. Изоляция йўл қўйилганидан ортиқ қизиб кетмаслиги учун чулғамларни ишончли совитиш тизими кўзда тутилиши лозим.

Чулғам ўтказгичлари мис ёки алюминийдан қилинади. Маълумки, мис кичик электр қаршилиқка эга, кавшарлаш онсон, механик жихатдан мустаҳкам, бу эса трансформатор чулғамларини тайёрлашда мисни кенг қўллашга имкон беради. Алюминий арзон, зичлиги кичик, аммо солиштира қаршилиги катта, чулғамни тайёрлашда янги технология талаб этади.

Ҳозирги трансформаторларда чулғам учун параллел боғлам тарзидаги алоҳида ўтказгичлар ўз ҳолатини даврий ўзгартириб турадиган транспозицияланган сим қўлланилади. Бу элементар ўтказгичлар қаршилигининг бир хил бўлишини таъминлайди, механик мустаҳкамлигини орттиради, изоляция қалинлигини ва магнит ўтказгич ўлчамларини кичрайтиради.



22-расм. Трансформатор чулғамлари: а-концентрик; б-алмашпинадиган.

Трансформаторнинг изоляцияси унинг энг муҳим қисмидир, чунки трансформаторнинг ишончли ишлаши асосан унинг изоляциясининг ишончилигига боғлиқ. Изоляциянинг конструкцияси «Юқори кучланиш техникаси» курсида батафсил ўтилади.

Мойли трансформаторларда асосий қисми *изоляция* бўлиб, қаттиқ диэлектриклар: қоғоз, электр картон, гетинакс ва бошқалар билан биргаликда ишлатилади..

Кучланишни ростлаш учун мўлжалланган қайта улагич қурилмалар ва трансформаторнинг актив қисми шохобчалари билан бирга бакка жойланади. Бакнинг асосий қисмлари - деворлар, таги ва қопқоқдир. Бак қопқоғидан кириш симларини, чиқариш трубасини, кенгайтиргични маҳкамловчи элементларни, термометрлар ва бошқа деталларни ўрнатиш учун фойдаланилади. Бакнинг деворларига совитгич қурилмалар, радиаторлар маҳкамланади.

Кичик қувватли трансформаторларда бакнинг тепа қисми ажраладиган қилиб тайёрланади: чунки тузатиш ишларида трансформаторнинг қопқоғини олиш, сўнгра актив қисмини бакдан кўтариш зарур бўлади.

Трансформатор актив қисмининг массаси 25 т дан ортиқ бўлса, бу ҳолда уни бакнинг тубига ўрнатилади, сўнгра бакнинг кўнғироқ шакли юқори қисми билан ёпилади ва мой қуйилади. Пастки қисми ажраладиган бундай трансформаторларнинг актив қисмини чиқариш учун оғир юк кўтарувчи қурилмаларга ҳожат йўқ, чунки ремонт пайтларида мой туширилиб, бакнинг юқори қисми кўтарилса, чулғам ва магнит ўтказгичларга бемалол қўл етади.

Оқим сочилишидан ҳосил бўладиган исрофни камайтириш учун пўлат баклар ички томонидан электротехник пўлат пакети ёки магнитсиз материаллардан тайёрланган пластинкалар (мис, алюминий) билан экранлаштирилади.

Трансформаторнинг кенгайтиргичи бак билан қувир орқали туташтирилган цилиндрик идишдан иборат бўлиб, мойнинг ҳаво билан тегиб турадиган сиртини камайтириш учун хизмат қилади. Трансформаторнинг баки мой билан тўлатилган бўлиб, қизишдан ёки совидан мой ҳажмининг ўзгариши кенгайтиргичдаги мой сатҳининг ўзгаришига олиб келади; бунда ҳаво кенгайтиргичдан ё сиқиб чиқарилади ёки камаёди. Мой намни яхши шимади ва агарда, кенгайтиргич атмосфера билан тўғридан-тўғри туташган бўлса, унда ҳавонинг нами мойга ўтиб, унинг изоляцион хоссаларини кескин пасайтиради. Бунинг олдини олиш учун кенгайтиргич атмосфера билан селикагелли ҳаво қуритгич орқали боғланган. Селикагел сўрилайётган ҳаводаги намни шимади. Юклама кескин ўзгарса, селикагелли фильтр ҳавони тўлиқ қуритмайди, шунинг учун кенгайтиргичда ҳаво намлиги аста-секин орта боради. Кенгайтиргич орқали мойнинг намланишини олдини олиш учун инерт газдан иборат ёстиқли герметик бак қўлланилади ёки кенгайтиргичдаги эркин бўшлиқ махсус эластик ҳажмдан ке-

ладиган инерт газ (азот) билан тўлдирилади. Мой-ҳаво чегарасида махсус парда - мембрана қўллаш мумкин. Кенгайтиргичда ҳавони термояхлитгичлар ёрдамида қуритиш мумкин.

Трансформаторнинг ишини назорат қилиб туриш учун назорат-ўлчаш ва ҳимоя қурилмалари кўзда тутилади. Назорат қурилмаларига мой кўрсаткич ва термометр киради. Мой кўрсаткич кенгайтиргичга, термометр бакнинг қопқоғига ўрнатилади. Ҳимоя қурилмаларига мой сатҳининг пасайиш релеси ва газ релеси киради.

330-750 кВ ли қувватли трансформаторларда қўшимча равишда кириш жойлари изоляциясини назорат қилувчи қурилма (*КИВ*) ва юқори кучланишли герметик кириш жойларидаги мой босимини ўлчовчи манометрлар қўлланилади.

Синов саволлари

1. Трансформаторнинг асосий параметрлари айтиб беринг?
2. Трансформаторнинг номинал қуввати қайси қуввати айтилади?
3. Трансформаторнинг номинал кучланиши ва номинал токи ҳақида тушунтириб беринг.
4. Қисқа туташув кучланиш бу қайси кучланиш?
5. Салт юриш токи қайси исрофларни характерлайди?

Маъруза 10

Куч трансформаторларнинг совитиш тизими (2-машғулот)

Трансформаторнинг ишлаш жараёнида унинг чулғамлари ва магнит ўтказгичи улардаги энергиянинг исроф бўлиши ҳисобига қизийди. Трансформатор қисмларининг қизиш чегарасини изоляция чеклайди, чунки унинг ишлаш муддати қизиш ҳароратига боғлиқ. Трансформатор қуввати қанча катта бўлса, совитиш тизими шунча интенсивроқ бўлиши керак.

Трансформаторларни ҳаво билан табиий совитиш. Бундай трансформаторлар «қурук» номини олган. Ҳаво билан табиий совитиш шартли равишда қуйидагича белгиланади: очик тайёрланганида С, ҳимояли тайёрланганида СЗ; герметик тайёрланганида СГ.

«Қурук» трансформатор чулғами ҳароратининг совитувчи муҳит ҳароратидан йўл қўйиладиган ошиш чегараси изоляциянинг қизишга чидамлилиги синфига боғлиқ ва сиандартларга мувофиқ А синфи учун 60°C; Е синфи учун 75°C; В синфи учун 80°C; С синфи учун 100°C; Н синфи учун 125°C дан кўп бўлмаслиги керак.

Совитишнинг бу тизими кам самарали бўлганлиги сабабли кучланиши 15 кВ гача, қуввати 1600 кВА гача бўлган трансформаторлар учун қўлланилади.

Мой билан табиий совитиш (М) 16000 кВА ва ундан кам қувватли трансформаторлар учун қўлланилади. Бундай трансформаторларда чулғам ва магнит ўтказгичда ажралган иссиқлик улар атрофидаги мойга берилади, бу мой бак ва радиатор қувирларида айланиб,

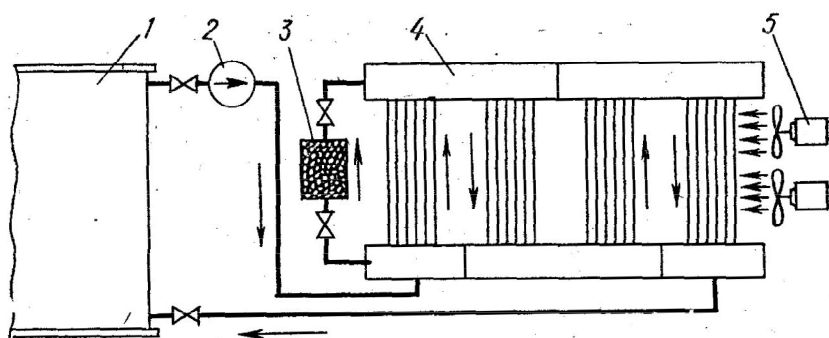
уни атрофдаги ҳавога беради. Трансформатор юкламаси номинал бўлганда мойнинг ҳарорати юқориги энг қизиган қатламларида $\pm 95^{\circ}\text{C}$ дан ошмаслиги керак.

Атрофга иссиқликни яхши тарқатиш учун трансформаторлар баки, қувватга қараб, ковурағалар, совитиш қувирлари ёки радиаторлари билан жиҳозланади.

Мойни пуфлаш ва табиий циркуляцияи йўли билан совитиш (Д) қуввати катта трансформаторларда қўлланилади. Бу ҳолда радиатор қувирларидан ташкил топган осма совитгичларга вентилятор ўрнатилади. Вентилятор пастдан ҳавони сўради ва трубаларнинг юқориги қизиган қисмига ҳайдайди. Вентиляторларни ишга тушиши ва тўхташи трансформаторнинг юкламаси ва мойнинг қизиш ҳароратига қараб, автоматик амалга оширилиши мумкин.

Мойни пуфлаш ва мойни ҳаво совитгичлар орқали мажбурий циркуляциялаш йўли билан совитиш (ДЦ) қуввати 63000 кВА ва ундан катта бўлган трансформаторлар учун қўлланилади.

Совитгичлар ташқарисига вентилятор ҳаво ҳайдайдиган қиррали юпқа трубалар тизимидан ташкил топган. Мой трубаи ичига жойлаштирилган электр насослари мойнинг совитгичлар орқали узлуксиз мажбуран циркуляциясини ҳосил қилади (23-расм).



23-расм. ДЦ тизими совитгичнинг принциал схемаси: 1-трансформатор баки; 2-электр насоси; 3- адсорб фильтр; 4-совиткич; 5-пуфлаш вентилятори.

Мой катта тезликда циркуляцияланиши, совитиш юзалари катталашгани ва жадал пуфлаш ҳисобига совитгичлар иссиқликни кўп узатади ва ихчамдир. Совитишнинг бундай тизимига ўтиш трансформаторларнинг ўлчамларини анча камайтириш имкониятини беради.

Совитгичлар трансформаторлар билан бир пойдеворга ёки трансформаторнинг баки ёнидаги алоҳида пойдеворга ўрнатилиши мумкин.

Мой мажбуран циркуляцияланадиган мой-сувли совитиш (Ц) принциал жиҳатдан ДЦ тизимига ўхшаш тузилган фақат фарқи шундаки, ундаги совитгичлар трубалардан иборат бўлиб улар ичида сув айланади, трубалар орасида эса мой юради.

Трансформаторнинг мой тизимига сув тушишининг олдини олиш учун мой совитгичлардаги мой босими уларда айланувчи сув босимидан камида $0,02 \text{ МПа}$ (2 Н/см^2) га ортик бўлиши керак. Совитишни бу тизими самарали, бироқ конструкцияси жиҳатидан анча му-

раккаб бўлиб, гидростанция ва ёпиқ хоналарга ўрнатиладиган (100 МВА ва ундан юқори) кувватли трансформаторларда ишлатилади.

ДЦ ва Ц совитиш тизимли трансформаторларда мойни мажбуран циркуляциялаш курилмаси трансформатор ишга тушиши билан бир вақтда автоматик уланиши ва трансформаторнинг юкланишидан қатъий назар узлуксиз ишлаши керак. Шу билан бирга, ишга тушириладиган совитгичлар сони трансформаторнинг юкланишисига қараб аниқланади. Бундай трансформаторлар мойнинг ва совитувчи сувнинг циркуляцияланишини тўхтатиш, вентиляторни тўхтатиш кераклиги ҳақидаги сигнализацияга эга бўлиши керак.

Шуни ҳам айтиб ўтиш керакки, ҳозир чулғамлари жуда ҳам паст ҳароратгача совитиладиган трансформаторларнинг янги конструкциялари ишлаб чиқилмоқда. Металл паст ҳароратда ўта ўтказувчанлик хоссасига эга бўлиб, чулғам кесимини кескин камайтириш имконини беради. Ўта ўтказувчанлик принципидаги трансформаторлар криогенли трансформаторлар куввати 1000 МВА ва ундан юқори бўлишига қарамай кичик оғирликка эга.

Ҳар бир трансформатор куйида кўрсатилган тартибдаги шартли ҳарфий белгиларга эга:

1) фазалар сони (бир фазали учун-0, уч фазали учун-Т);
2) совитиш тури - юқорида келтирилган тушунтириш асосида;
3) турли кучланишли тармоқларда ишлайдиган чулғамлар сони (агарда у иккитадан ортиқ бўлса); уч чулғамли трансформаторлар учун Т, ажратилган чулғамли трансформатор учун Р (фазалар сонидан кейин кўрсатилади);

4) чулғамлардан бири РПН курилмаси билан тайёрланган бўлса, қўшимча Н ҳарфи билан белгиланади;

5) автотрансформаторларни белгилаш учун биринчи ўринда А ҳарфи кўйилади.

Ҳарфий белгидан кейин номинал қувват ва кучланиш синфи кўрсатилади. Бир хил параметрли, бир хил конструкцияли турли корхоналарда ишлаб чиқариладиган трансформаторлар учун, шу конструкциядаги трансформаторлар қайси йилдан бошлаб ишлаб чиқарилиши кўрсатилади.

Масалан: ТМН-10000/110 - 67 - уч фазали, икки чулғамли, мой билан табиий совитилувчи, РПН ли номинал қуввати 10000 кВА, 110 кВ классли, 1967 йилда яратилган конструкцияли трансформатор.

д) Трансформаторларнинг юкланиш қобилияти:

Трансформаторларнинг юкланиш қобилияти деганда уларнинг рухсат этилган юкланишлари билан ўтаюкланишлари биргаликда тушунилади.

Рухсат этилган юкланиш - вақт бўйича чегараланмаган узоқ муддатли юкланиш бўлиб, бунда чулғам изоляциясининг қизишидан эскириши номинал иш режимидаги эскиришидан катта бўлмайди.

Трансформаторнинг ўтаюкланиши - изоляциянинг тез эскиришига олиб келадиган юкланиш. Агар юкланиш айна трансформаторнинг номинал қувватидан катта бўлса ёки атроф-муҳит ҳарорати қабул қилинган ҳисобий ҳароратдан +20°C дан ортиқ бўлса, шундай режим ҳосил бўлади. Ўтаюкланиш аварияда ва тизимли бўлиши мумкин.

Авария ўтаюкланишига авария ҳолларида, масалан, параллел ишлаётган трансформатор ишдан чиққан ҳолларда йўл қўйилади. Рухсат этилган юкланиш чулғам (+140°C) ва мойнинг (+115°C) рухсат этилган чегара ҳароратлари билан аниқланади. Стандартларга асосан номинал токдан катта бўлган қисқа муддатли авария ўтаюкланишига (олдинги юкланишнинг давомийлиги ва катталиги, совитувчи муҳит ҳарорати ва ўрнатиш жойидан қатъий назар) қуйида кўрсатилган чегараларда йўл қўйилади:

Мойли трансформаторлар:

Ток бўйича ўтаюкланиши, %	30	45	60	75	100
Ўтаюкланиш давомийлиги, мин. .	120	80	45	20	10

Қуруқ трансформаторлар:

Ток бўйича ўтаюкланиши, %	20	30	40	50	60
Ўтаюкланиш давомийлиги, мин	60	45	32	18	5

Узоқ муддатли авария ўтаюкланиши М, Д, ДЦ ва Ц совитиш тизимли трансформаторлар учун 5 суткадан кўп бўлмаган вақт давомида 40% га йўл қўйилади, бунда агар бошланғич юклама коэффициенти k_1 нинг қиймати 0,93 дан ошмаса, ўтаюкланиш давомийлиги бир суткада 6 соатдан ошмаслиги керак.

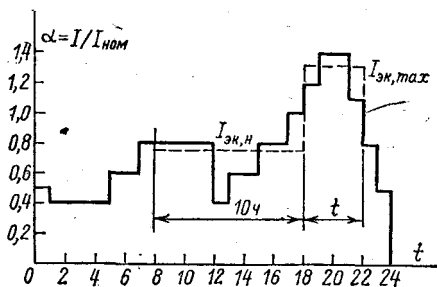
$$k_1 = \frac{I_{эк.Н}}{I_{ном}}, \quad (10)$$

бу ерда $I_{ном}$ -трансформаторнинг номинал токи; $I_{эк.Н}$ -максимумдан олдинги 10 соат давомидаги эквивалент юкланма, у қуйидаги формуладан аниқланади:

$$I_{эк.Н} = I_{ном} \sqrt{\frac{a_1^2 t_1 + a_2^2 t_2 + \dots + a_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}}, \quad (11)$$

бу ерда a_1, a_2, \dots, a_n -номинал ток улушидаги юкланишлар ўртача катталигининг турли поғонаси; t_1, t_2, \dots, t_n -бу юкланишларнинг давомийлиги, соат.

Бундай ўтаюкланишларни чулғамларнинг жуда қизишига олиб келиши мумкин, шу сабабли трансформаторни совитишни кучайтириш учун тегишли тадбирлар кўриш (бакига сув қуйиб туриш, захира совитгичлар, пуфлаш, ҳаво ҳайдаш вентиляторлари ва х.к. ларни ишга тушириш) талаб этилади.



24-расм. Трансформатор юкланішнінiг суткалі графікі бўйича икки поғоналі графікі

Трансформаторларнинг тизимли ўтаюкланішланиши уларнинг сутка давомида нотекис юкланішідан келиб чиқади. 24-расмда суткалі юкланіш графікі келтирилган бўлиб, ундан кўринишича трансформатор тунги, эрталабки ва кундузги соатларда етарли юкланішланмаган, кечкурунғи максимум вақтида (18 дан то 22 соатгача) ўтаюкланішланган бўлади. Юкланіш етарли бўлмаса, изоляциянинг эскириши кам бўлиб, ўта юкланішдан анча ортади. Рухсат этиладиган тизимли юкланіш

чулғамнинг энг қизиган нуқтасининг ҳарорати $+98^{\circ}\text{C}$ дан ошмагандаги максимал юкланіш ва ундан олдинги тўлиқсиз юкланіш вақтида изоляциянинг эскириши трансформаторнинг ўзгармас номинал юкланішда ишлаётган эскириши билан бир хил деган шартдан аниқланади.

Рухсат этиладиган юкланіш коэффициенти куйидаги ифодадан аниқланади:

$$k_2 = \frac{I_{эк.мах}}{I_{ном}} \quad (12)$$

бу ерда $I_{эк.мах}$ -юкланішнинг эквивалент максимуми бўлиб, $I > I_{ном}$ бўлгандаги максимум юкланіш даври учун (11) бўйича аниқланади.

Рухсат этиладиган тизимли ўтаюкланіш бошланғич юкланіш k_1 , ўтаюкланіш давомийлиги t , совитиш тизими, трансформатор қуввати ва атроф-муҳит ҳароратига боғлиқ бўлади.

Санаб ўтилган ҳамма факторларни ҳисобга олиб, юкланіш қобилияти графіклари тuzилган, улардан рухсат этилган тизимли ўтаюкланішни аниқлаш мумкин.

Юкланішнинг суткалі ўзгариши ҳисобига юз берадиган юқорида айтилган тизимли ўтаюкланішдан ташқари, юкланішнинг мавсумий ўзгариши ҳисобига ўтаюкланішланишга рухсат этилади; агар ёздаги юкланіш типавий графігининг максимуми трансформаторнинг номинал қувватидан кичик бўлса, у ҳолда ёзда тўла юкланмаганликнинг ҳар бир фоизи ҳисобига қиш ойларида қўшимча 1% га ўтаюкланішланишга рухсат этилади, лекин бу 15% дан ошмаслиги керак.

Умумий юкланіш номиналнинг 150% идан ошмаслиги лозим.

Трансформаторнинг мажбурий совитиш тизими ишламай қолса, юкланіш пасайтирилиши лозим.

Синов саволлари

1. Трансформаторларнинг юкланіш қобилияти деганда нимани тушинасиз?
2. Трансформаторнинг рухсат этилган юкланіши деб қайси қувват айтилади?

3. Трансформаторнинг ўтаюкланиши бу қайси юкланиш?

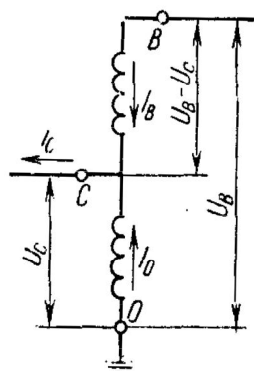
4. Узоқ муддатли авария ўтаюкланиши билан трансформаторнинг қанча мудат юклаш мумкин?

Маъруза 11

Автотрансформаторларнинг тузилиши билан иш режимининг хусусиятлари (3-машғулот)

Кейинги ўн йиллар ичида давлатимизда ва чет давлатларда катта қувватли автотрансформаторлардан кенг фойдаланилмоқда. Бу уларнинг трансформаторларга қараганда қатор афзалликларга эга бўлиши билан тушунтирилади.

Бир фазали автотрансформатор иккита электр боғланган чулғам ОВ ва ОС га эга (25-расм). Тутқичлар В ва С орасида жойлашган чулғамнинг қисми кетма-кет, С ва О орасидаги эса умумий деб юритилади.



25-расм. Бир фазали автотрансформатор схемаси

Автотрансформатор кучланишни пасайтириш режимида ишлаганда кетма-кет чулғамдан ток I_B ўтиб магнит оқим ҳосил қилади ва бу оқим умумий чулғамда I_O токни вужудга келтиради. Иккиламчи чулғам юкланишнинг токи I_C , чулғамнинг гальваник (электр) боғланиши сабабли ўтувчи I_B ток билан шу чулғамларнинг магнит боғланишидан ҳосил бўлган I_O тоқлар йиғиндисига тенг:

$$I_C = I_B + I_O \text{ бундан } I_O = I_C - I_B$$

Автотрансформаторнинг номинал қуввати сифатида ўзаро автотрансформаторли боғланишга эга бўлган томонлардан бирининг номинал қуввати (ўтувчи қувват – «проходная мощность») қабул қилинади.

Автотрансформаторнинг бирламчи тармоғидан иккиламчисига узаталадиган тўла қувват ўтувчи қувват деб юритилади.

Агар автотрансформаторнинг чулғамлари қаршилигидаги йўқотишни ҳисобга олма-сак, у ҳолда қуйидагини ёзиш мумкин:

$$S = U_B I_B = U_C I_C.$$

Ифоданинг ўнг томонини ўзгартириб

$$S = U_B I_B = [(U_B - U_C) + U_C] I_B = (U_B - U_C) I_B + U_C I_B \quad (13)$$

тенглики ҳосил қиламиз. Бунда $(U_B - U_C) I_B = S_T$ - бирламчи чулғамдан иккиламчисига магнит йўли билан ўтаётган трансформатор қуввати; $U_C I_B = S_{\Delta}$ - трансформациясиз, гальваник боғланиш ҳисобига бирламчи чулғамдан иккиламчи чулғамга ўтаётган электр қувват.

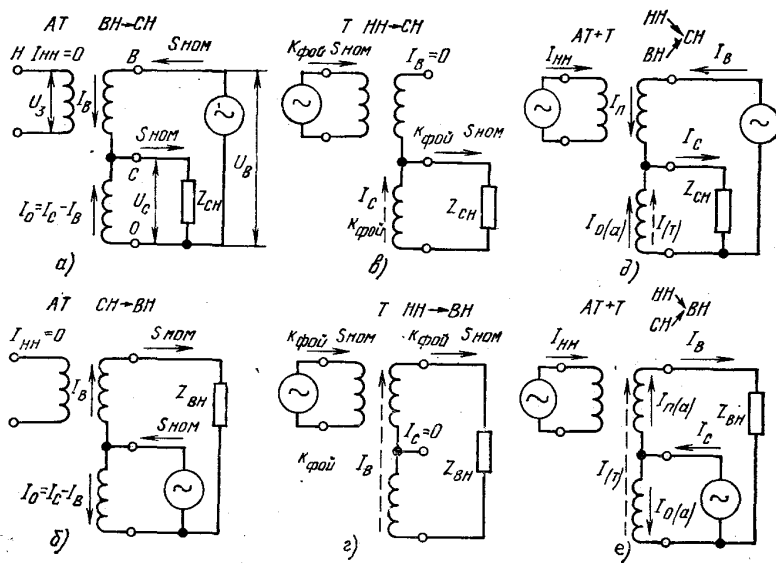
Бу қувват умумий чулғамни юқланишмайди, чунки I_B ток ОС чулғамини четлаб кетма-кет чулғамдан чиқиш жойи С га ўтади.

Номинал режимдаги ўтувчи қувват автотрансформаторнинг номинал қуввати $S = S_{ном}$ бўлади, трансформатор қуввати эса - типавий қувват деб юритилади:

$$S_T = S_{мин}$$

Магнит ўтказгичнинг ўлчамлари, демак унинг оғирлиги номинал қувватнинг бир қисмини ташкил этувчи трансформатор (типавий) қуввати орқали аниқланади:

$$\frac{S_{тип}}{S_{ном}} = \frac{(U_B - U_C)I_B}{U_B I_B} = \frac{U_B - U_C}{U_B} = 1 - \frac{1}{n_{BC}} = k_{фой} \quad (14)$$



бунда $n_{BC} = U_B / U_C$ - трансформация коэффициенти; $k_{фой}$ - фойдалилик ёки типавий қувват коэффициенти.

$$(14) \quad \text{ифодадан}$$

кўринадикки, U_B катталиқ U_C га қанча яқин бўлса, $k_{фой}$ шунча кичик ва типавий қувват номиналнинг кам қисмини ташкил этади. Бундан, автотрансформаторнинг ўлчамлари, оғирлиги, актив материалларни сарфлаш, номинал қуввати бир хил бўлган трансформаторга нисбатан камаяди деган хулоса келиб

чиқади.

26- расмдаги схемада кўринадикки, кетма-кет чулғам қуввати:

$$S_{КК} = (U_B - U_C)I_B = S_{тип};$$

умумий чулғам қуввати:

$$S_{ум} = U_C I_0 - U_C (I_C - I_B) = U_C I_C \left(1 - \frac{1}{n_{BC}}\right) = S_{ном} k_{фой} = S_{тип}.$$

Шундай қилиб, яна шуни қайд қилиш мумкинки, автотрансформаторнинг чулғами ва магнит-ўтказгичи, айрим ҳолларда ҳисобий қувват деб юритилувчи типавий қувватга ҳисобланади. В ва С қисқичларга қандай қувват келтирилишига қарамай, кетма-кет ва уму-

мий чулғамни $S_{тип}$ дан ортиқ юклаш мумкин эмас. Бу хулоса, автотрансформаторнинг комбинацияланган иш режимларини кўришда айникса муҳимдир. Бундай режимлар автотрансформаторнинг чулғамлари билан фақат магнит орқали боғланган учинчи чулғам мавжуд бўлгандагина келиб чиқади.

Автотрансформаторнинг учинчи чулғаи (ПК чулғаи) юкломани таъминлаш, актив ёки реактив қувват манбалари (генераторлар ва синхрон компенсаторлар) ни улаш, айрим ҳолларда эса фақат учинчи гармоник тоқларни компенсациялаш учун қўлланилади. ПК чулғамининг номинал қуввати автотрансформаторнинг паспорт маълумотларида кўрсатилади.

ЮК, ўК ва ПК чулғамлари бўлган уч чулғамли автотрансформаторларнинг иш режими кўриб чиқамиз (26-расм).

Автотрансформаторли режимларда (26-расм, а,б) номинал қувват $S_{ном}$ ЮК чулғамдан ўК чулғамга узатилиши ва аксинча бўлиши мумкин. Иккала режимда умумий чулғамда тоқлар фарқ $I_C - I_B = k_{фой} I_C$ ўтади, шунинг учун кетма-кет ва умумий чулғамлар типавий қувват билан юкланган бўлади, бу эса рухсат этилади.

Трансформаторли режимларда (26-расм в,г) қувватни ПК чулғамдан ўК чулғаига ёки ЮК га узатиш мумкин. ПК чулғамини $S_{тип}$, дан ортиқ юклаш мумкин эмас. Режим ПК-ЮК ёки ПК-ўК нинг рухсат этилиш шarti:

$$S_{HH} \leq S_{тип} = k_{фой} S_{тип}. \quad (15)$$

Агар ПК дан ўК га трансформацияланадиган бўлса, унда умумий чулғам шу қувват билан юкланган ва кетма-кет чулғам юкланмаган бўлса ҳам ЮК дан ўК га қўшимча қувват узатилиши мумкин бўлмайди. Трансформаторли режимда (26- расм, г) $S_{тип}$ қувватни ПК чулғамдан ЮК га узатишда умумий ва кетма-кет чулғамлар тўла юкланмайди:

$$I_o = I_n = \frac{k_{фой} S_{НОМ}}{U_B} = k_{фой} I_B,$$

шунинг учун ўК чулғамидан ЮК га қўшимча маълум миқдордаги қувватни узатиш мумкин (35-расм, е га берилган тушунтиришни қаранг).

Комбинациялашган режимда қувватни автотрансформаторли йўл билан ЮК→ўК аватрансформаторли йўл ПК→ўК билан узатилган (26-расм, д) кетма-кет чулғамдаги ток

$$I_{KK} = I_B = \frac{\sqrt{P_B^2 + Q_B^2}}{U_B},$$

бунда P_B, Q_B – ЮК дан ўК га узатиладиган актив ва реактив қувватлар.

Кетма-кет чулғам юкланиши:

$$S_{KK} = (U_B - U_C)I_{KK} = \frac{\sqrt{P_B^2 + Q_B^2}}{U_B} (U_B - U_C) = k_{\text{фой}} S_B$$

Бундан шу нарса кўринадики, номинал қувват $S_B = S_{НОМ}$ ни узатганда ҳам кетма-кет чулғам ўтаюкланмайди.

Умумий чулғамдаги тоқлар автотрансформаторли ва трансформаторли режимларда бир томонга йўналган:

$$I_B = I_{o(a)} + I_{(T)}.$$

Умумий чулғам юкламаси

$$S_{ym} = U_C (I_{o(a)} + I_{(T)}).$$

Тоқлар миқдорини ўрнига қўйиб ва тегишли ўзгартиришлардан сўнг қуйидаги натижани оламиз:

$$S_{ym} = \sqrt{(k_{\text{фой}} P_B + P_{HH})^2 + (k_{\text{фой}} Q_B + Q_{HH})^2}, \quad (16)$$

бунда P_{HH} , Q_{HH} - ПК чулғамдан ўК чулғамга узатилаётган актив ва реактив қувватлар.

Шундай қилиб, ПК→ўК, ЮК→ўК комбинацияланган режим умумий чулғам юкламаси билан чегараланади ва қуйидаги шартда рухсат этилади:

$$S_{ym} \leq S_{ТИП} = k_{\text{фой}} S_{НОМ} \quad (17)$$

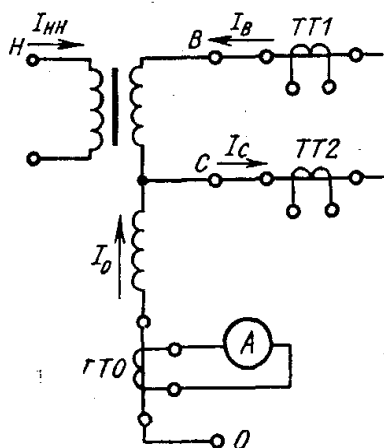
Қувватни ПК ва ўК чулғамлардан ЮК чулғамга узатуви комбинациялашган режимда тоқларнинг тақсимланиши 35-расм, е да кўрсатилган. Умумий чулғамда автотрансформаторли режимдаги тоқ йўналиши трансформаторли режим тоқининг йўналишига қарама-қарши, шунинг учун чулғамнинг юкламаси рухсат этилгандан анча кичик ва ниҳоят нолга тенг бўлиши мумкин. Кетма-кет чулғамдаги тоқлар ўзаро қўшилади ва натижада уни ўтаюкланиши мумкин. Бу режим кетма-кет чулғамни юкланишлар билан чегараланади:

$$S_{KK} = k_{\text{фой}} \sqrt{(P_C + P_{HH})^2 + (Q_C + Q_{HH})^2} \quad (18)$$

бунда P_C, Q_C - ўК томонидаги актив ва реактив қувватлар; P_{HH}, Q_{HH} - ПК томонидаги актив ва реактив қувватлар.

Агар қуйидаги шарт бажарилса комбинацияланган режим ПК→ЮК, ўК→ЮК га йўл қўйилади:

$$S_{KK} \leq S_{ТИП} = k_{\text{фой}} S_{НОМ} \quad (19)$$



27-расм. Автотрансформаторлар юкланишини назорат қилиш учун трансформаторнинг уланиш схемаси.

Бошқа комбинациялашган режим ҳам бўлиши мумкин, яъни ЎК чулғамдан ПК ва ЮК чулғамларга қувват узатилиши ёки ЮК чулғамдан ЎК ва ПК чулғамларга қувват узатиб пасайтирувчи режимда ишлаши мумкин.

Ҳамма ҳолларда ҳам автотрансформатор чулғамларининг юкланишини назорат қилиб туриш керак.

$I_{KK} = I_B$ бўлганлиги учун кетма-кет чулғам тоқини ток трансформатори *TT1* орқали назорат қилиш мумкин (36-расм). ЎК чулғам чиқишларидаги токни ток трансформатори *TT2* назорат қилади, умумий чулғамдаги ток эса шу чулғамга ўрнатилган ток трансформатори *ТТ0* орқали бе-

восита назорат этилиши мумкин. Умумий чулғамнинг рухсат этилган юкланиши автотрансформаторнинг паспорт маълумотларида кўрсатилади.

Бир фазали автотрансформаторлар учун қилинган хулосалар [(14)-(18) формулалар] схемаси

Автотрансформатор тузилишининг хусусиятларига ЮК ва ЎК чулғамлар учун умумий бўлган нейтрални ерга мустаҳкам туташтириш лозимлигини киритиш мумкин. Буни қуйидагича тушунтирилади. Агар нейтрални ерга самарали уланган тизимга нейтрални ерга уланмаган пасайтирувчи автотрансформатор уланса, у ҳолда ЎК тармоқдаги фазалардан бири ерга туташганда, шу фазанинг кетма-кет чулғамидаги кучланиш - $(U_B - U_C) / \sqrt{3}$ ўрнига тўлиқ кучланиш $U_B / \sqrt{3}$ бўлади ва ЎК чулғам чиқишларидаги кучланиш тахминан U_R гача ортиб, шикастланмаган фазалар чулғамидаги кучланиш кескин ортади. Худди шу ҳолат нейтрални ерга самарали уланган тизимга нейтрални ерга уланмаган кучайтирувчи автотрансформатор уланганда ҳам кузатилади.

Бу каби ўтақучланишларга йўл қўйиш мумкин бўлмагани учун автотрансформаторларнинг ҳамма нейтраллари ерга мустаҳкам уланади. Бундай ҳолатда ЮК ёки ЎК томонлар ерга туташганда хавфли ўтақучланиш бўлмайди, бироқ ЮК ва ЎК тизимларда бир фазали қисқа туташув тоқи ортади.

Юқоридаги мулоҳазаларга яқун ясаб, шуни айтиш мумкинки, автотрансформаторларнинг шу қувватдаги трансформаторларга нисбатан *афзаллиги* қуйидагилар:

материаллар кам сарфланади (мис, пўлат, изоляция материаллари);

оғирлиги ва ўлчамлари кичик бўлганлиги учун трансформаторларга нисбатан катта номинал қувватли автотрансформаторлар яратиш имконини беради;

йўқотгичлар кам бўлиб, ФИК катта;

совитиш шароитлари анча енгил.

Автотрансформаторларнинг камчиликлари: нейтралини ерга мустаҳкам улаш зарурияти бир фазали қисқа туташув токининг ортишига олиб келади;

кучланишни бошқариш жараёни мураккаб;

ЮК ва ўК чулғамларнинг электрик боғланиши сабабли ўтакучланишларнинг атмосфера орқали ўтиш хавфи туғилади.

Синов саволлари

1. Трансформаторларнинг трансформацияланиш коэффициентини ўзгартириш қандай бажарилади?
2. ПБВ қурилмасини ишлаш принципини айтиб беринг.
3. РПН қурилмасини ишлаш принципини айтиб беринг.
4. Автотрансформаторларда кучланишни ростлаш хусусиятлари нимадан иборат?

Маъруза 12

Трансформаторларнинг кучланишини ростлаш (4-машғулот)

Истеъмолчиларнинг нормал ишлаши учун нимстанция шиналаридаги кучланишни маълум даражада ушлаб туриш керак. Электр тармоқларида кучланишни ростлашнинг қатор усуллари қўлланилади, шулардан бири трансформаторларнинг трансформацияланиш коэффициентини ўзгартиришдир.

Маълумки, трансформацияланиш коэффициенти бирламчи кучланишнинг иккиламчисига нисбати билан аниқланади, ёки

$$n = \frac{U_1}{U_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

бунда ω_1 ва ω_2 -бирламчи ва иккиламчи чулғамларнинг мос ҳолда ўрамлар сони.

$$\text{Бундан } U_2 = U_1 \omega_2 / \omega_1 .$$

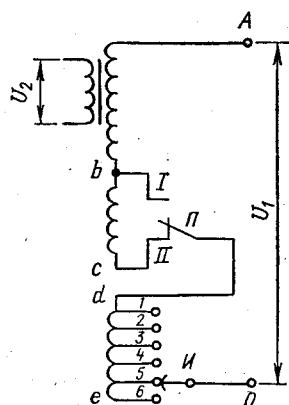
Трансформаторларнинг чулғамлари қўшимча шохобчалар билан таъминланади. Уларни қайта улаш билан трансформацияланиш коэффициентини ўзгартириш мумкин. Шохобчаларни уйғотмасдан (ПБВ) уларни қайта улаш, яъни трансформаторнинг ҳамма чулғамларини тармоқдан узгандан сўнг ёки юклама остида (РПН) улаш мумкин.

ПБВ қурилмаси трансформацияланиш коэффициентини 5% оралиғида ўзгартириш имкониятини беради. Бунинг учун асосий чиққичдан ташқари юқори кучланиш чулғамидан иккита қўшимча шохобча қилинади, яъни +5% ва -5% (28-расм, а).

Агарда трансформатор асосий чиккич 0 да ишлаган бўлса ва иккиламчи томондаги кучланиш U_2 ошириш лозим бўлса, трансформаторни ўчириб -5% ли шохобчага қайта уланади, натижада ω_1 ўрамлар сони камаяди.

Ўрта ва катта қувватли трансформаторларда, ҳар қайси фаза учун алоҳида ўрнатилган барабан кўринишдаги махсус қайта улагичлар ёрдамида қайта уланидиган тўртта $\pm 2,5\%$ ли шохобчалар кўзда тутилган бўлади (28-расм, б). Қайта улагич юритмасининг тутқичи трансформаторнинг қопкоғи устига чиқарилган.

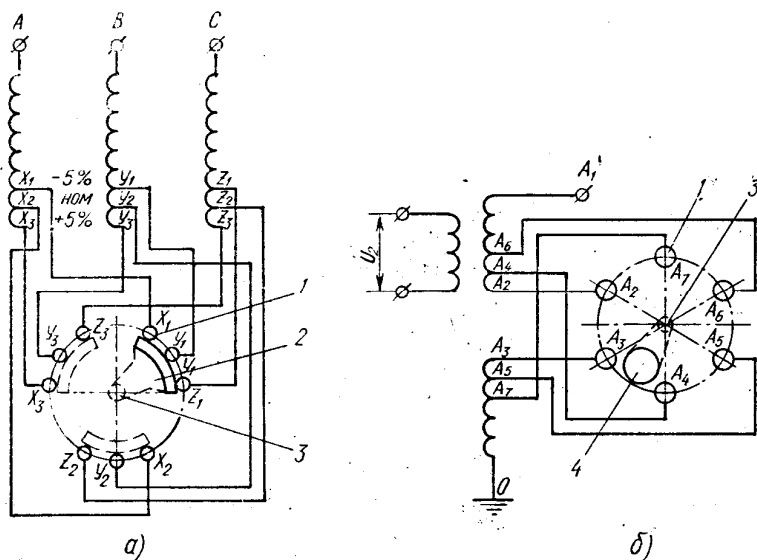
Ролик билан қайта улагичнинг контактлари A_4 ва A_5 туташтирилганда трансформаторнинг трансформацияланиш коэффициентини номинал миқдорга тенг бўлади.



29- расм. Трансформаторларнинг РПН қурилмаси:

а-ростлаш поёналарининг уланиш схемаси; А-асосий чулғам; *bc*-дағал ростлаш поёнаси; *de*-текис ростлаш поёналари; *II*-қайта улагич; *I*-саклагич.

лашни кўзда тутати (ҳар бир поғонаси 1,5% дан бўлган $\pm 10\%$ дан то $\pm 16\%$ гача) [2 -10].



28-расм. ПБВ кучланишини ростлаш схемаси: а - уч фазали қайта улагичнинг уч ҳолатига чулғамининг нол нуқатаси томонидан +5% ли тармоқлаш; б-бир фазали қайта улагичнинг беш ҳолатига (А фаза) чулғамининг ўртасидан $2 \times 2,5\%$ ли тармоқлаш:

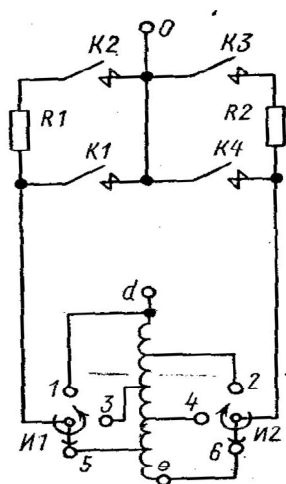
1-кўзгалмас контакт; 2-контактли сегмент; 3-переключателъ вали; 4-контакт ҳалқалар.

A_3 - A_4 ва A_2 - A_3 ҳолатлар трансформацияланиш коэф-фициентининг 2,5 ва 5% га ошган, A_5 - A_6 ва A_6 - A_7 ҳолатлар эса 2,5 ва 5% га камайган миқдорига тўғри келади.

ПБВ қурилмаси кучланишни сутка давомида етарлича ростлашга имкон бермайди, чунки бунда трансформаторни қайта улаш учун уни тез-тез узишга тўғри келарди, бу аса эксплуатация шароитларига тўғри келмайди. Одатда, ПБВ фақат мавсумий кучланишни ростлашда ишлатилади.

Юкланиш остида ростлаш (РПН) трансформатор чулғамининг шохобчасини занжирни узмай қайта улаш имконини беради. РПН қурилмаси трансформаторнинг қуввати ва кучланишига қараб кучланишни турли ораликда рост-

Поғонани бошқариш ВН томонда олиб борилади, чунки бу ҳол токнинг миқдори кичик бўлгани сабабли қайта улаш қурилмасини соддалаштиради. Бошқариш диапазонининг шохобчалар сонини кўпайтирмасдан туриб уни кенгайтириш учун дағал ва аниқ бошқариш



30-расм. Ток чегараловчи қаршиликка эга бўлган РПН қурилмасининг қайта уланиш кетмакетлиги ва схемаси

поғоналари қўлланилади (29-расм). Агар қайта улагич II II ҳолатда турса, сақлагич И эса шохобча 6 да бўлса, энг катта трансформацияланиш коэффиценти ҳосил бўлади. Қайта улагич I ҳолатда, сақлагич эса шохобча 1 да бўлса энг кичик трансформацияланиш коэффиценти олинади.

Бошқарилувчи чулғамнинг бир шохобчасидан иккинчисига ўтиши юклама токини узмай ва шу чулғам ўрамларининг қисқа туташтирмай амалга оширилади. Бунга реакторли ёки резисторли махсус қайта улаш қурилмасида эришилади. Резисторли схема (30-расм) реакторли схемага қараганда қатор афзалликларга эга бўлиб, ҳозирда кенг қўлланилмоқда. 30-расмда чулғамнинг бошқарилувчи қисми билан қайта улаш қурилмаси кўрсатилган. Контактторлар билан сақлагичларнинг ишлаш тартиби 3 жадвалда кўрсатилган.

Жараён №	Контакт ва сақлагичлар вазияти					
	K ₁	K ₂	И ₁	K ₃	K ₄	И ₂
0	+	+	5	-	-	6
1	+	+	5	-	-	4
2	-	+	5	-	-	4
3	-	+	5	+	-	4
4	-	-	5	+	-	4
5	-	-	5	+	+	4

Бошланғич ҳолат 0 да трансформатор шохобча 5 да ишлайди ва юкланиш токи контакттор K₁ орқали ўтади. Фараз қилайлик, бошқарилувчи чулғамдаги ўрамлар сонини камайитириш лозим бўлсин, яъни шохобча 4 га ўтиш керак. Бу ҳолатда РПН элементларининг ишлаш тартиби қуйидагича бўлади: токсизлантирилган сақлагич И₂ ҳолат 4 га ўтказилади, сўнгра K₁ узилади ва юклама токи қисқа вақт ичида R₁ ва K₂ орқали ўтади; учинчи жараёнда K₃ туташтирилади, бунда юклама токнинг ярмиси R₁ ва K₂ орқали ва қолган қисми R₂ ва K₃ орқали ўтади, бундан ташқари, бошқарилувчи чулғам 5-4 нинг ўрамлари R₁ ва R₂ орқали уланади ва улар орқали миқдор жиҳатидан чегараланган циркуляцияланувчи ток ўтади; кейинги жараёнларда

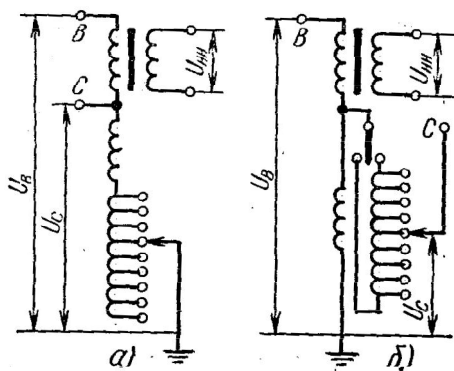
K_2 ажратилади ва K_4 уланади, бунда юклама токи бошқарилувчи чулғам орқали шохобча 4, сақлагич I_2 , контакторлар K_4 дан чиққич O га ўтади.

Ҳозирги РПН қурилмаларида токни коммутациялаш учун вакуумли ёй сўндирувчи камералар қўлланилмоқда. Шу сабабли трансформатор мойи ёй сўндирувчи муҳит сифатида қўлланилмайди ва ишлаш жараёнида уни алмаштиришга ҳожат қолмайди. Бундай қайта уловчи РНТА 235/1000 В қурилмалар интенсив режимда узиб-улаб ишлайдиган ўзгартирувчи трансформаторларда қўлланилади. Тиристорли қайта улагичларни қўллаш билан РПН ларни яна ҳам такомиллаштириш мумкин. Тиристорлар юклама токи нол орқали ўтиш momentiда ишлаб кетади ва иккиламчи чулғамларни керакли тартибда кетма-кет улайди.

Автотрансформаторларда кучланишни ростлаш айрим хусусиятларга эга. Агар шохобча умумий чулғамдаги нейтрал нуқта томонида қилинса (31-расм, а), бу ҳол қайта уловчи қурилманинг изоляциясини осонлаштиришга ва уни кичик токга ҳисоблашга имкон беради, чунки автотрансформаторнинг умумий чулғамидан тоқларнинг фарқи ўтади. Бундай ростлаш боғланган деб юритилади, чунки шохобчаларни қайта улаганда бир вақтда ВН ва СН чулғамларининг ўрамлар сони ўзгартирилади. Бу ҳол ўзақдаги индукциянинг кесим ўзгаришига ва НН чулғамдаги кучланишнинг тебранишига олиб келади.

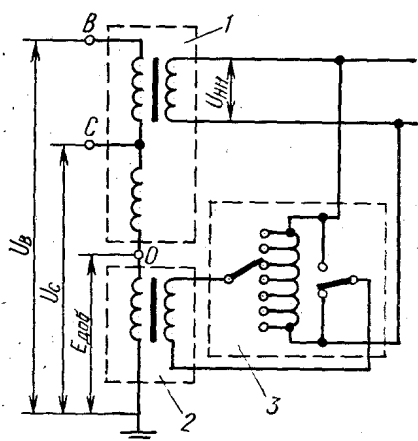
Автотрансформаторда мустақил ростлашни ўртача кучланишли чизиқли учидаги ростлаш чулғами ёрдамида амалга ошириш мумкин (31-расм, б). Бундай ҳолатда қайта улаш қурилмаси тўлиқ номинал токка, унинг изоляцияси эса ўрта чулғамнинг тўлиқ кучланишига ҳисобланган бўлиши лозим.

Изоляцияли 110 ва 220 кВ синфдаги 2000 А гача токка мўлжалланган бундай қайта улаш қурилмалари, катта қувватли автотрансформаторлар учун РПН да ишлаш имконини беради. Ростлаш автоматик бошқарувчи электр юритмага эга бўлган учта бир фаза ли тўғрилагичлар ёрдамида амалга оширилади. Кучли трансформатор ва автотрансформаторларда кучланишни юклама остида ростлаш учун кетма-кет ростловчи трансформаторлар ҳам қўлланилади (32-расм). Улар автотрансформатор 1 нинг асосий чулғамига қўшимча ЭЮК киритувчи кетма-кет трансформатор 2 дан ҳамда шу ЭЮК қийматини ўзгартирувчи ростловчи автотрансформатор 3 дан иборат.



31-расм. Автотрансформаторда кучланишни бошқариш схемаси (битта фаза кўрсатилган): а-нейтралдаги тармоқланиш (реверссиз); б - СН чулғамнинг чизиқли учидаги тармоқланиш (реверсли).

Бундай трансформаторлар ёрдамида фақат кучланиш қийматини эмас (бўйлама ростлаш), балки унинг фазасини ҳам ўзгартириш мумкин (кўндаланг ростлаш).



32-расм. Автотрансформатор занжирига кетма-кет ростлаш трансформаторининг улаиш схемаси.

Бундай трансформаторлар қурилмалар РПН га караганда анча мураккаб бўлганлиги учун улар қиммат туради ва уларни ишлатиш чекланган.

Кетма-кет ростловчи трансформаторларнинг типларидан бири бўлиб кучланишни $\pm(10-15)\%$ оралиғида ростлашни таъминловчи, электр узатувчи линияга кетма-кет уланадиган чизиқли тўғрилагичлар ҳисобланади. ЛТМ типидаги чизиқли тўғрилагичлар ҳар хил қувватга (400 кВА дан 125 МВА гача) ва кучланишга (6 дан 110 кВ гача) мўлжаллаб тайёрланади.

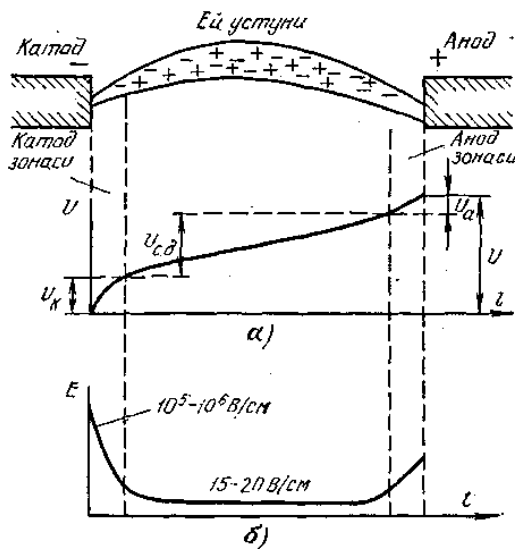
Синов саволлари

1. Трансформаторларнинг трансформация-ланиш коэффициентини ўзгартириш қандай бажарилади?
2. ПБВ қурилмасини ишлаш принципини айтиб беринг.
3. РПН қурилмасини ишлаш принципини айтиб беринг.
4. Автотрансформаторларда кучланишни ростлаш хусусиятлари нимадан иборат?

Маъруза 13

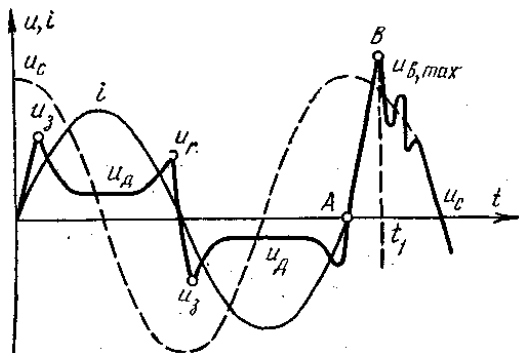
Ўзгарувчан ва ўзгармас тоқларнинг электр ёйи

Коммутацион аппаратларнинг конструкциясини кўриб чиқишдан аввал электр ёйида ҳосил бўладиган асосий жараёнлар билан танишиш лозим. Юқори кучланишли занжирдаги контактлар ажралганда ёй кўринишидаги электр разряд ҳосил бўлади. Ёй катод олди бўшлиқ, ёй устуни ва анод олди бўшлиқларига бўлинади (33-расм). Ҳамма кучланиш шу соҳалар ўртасида тақсимланади U_k , $U_{с.д}$, U_a . Ўзгармас ток ёйидаги кучланишнинг катоддаги пасайиши 10-20 В бўлиб, шу участканинг узунлиги эса $10^{-4}-10^{-5}$ см ни ташкил этади. Шундай қилиб, катод олдида юқори электр майдон кучланганлиги кузатилади (105-106 В/см). Бундай юқори кучланганликда зарбий ионизация содир бўлади. Бунинг маъноси қуйидагича: катоддан электр майдон (автоэлектрон эмиссия) кучи билан ёки катоднинг қизиши (термоэлектрон эмиссия) ҳисобига ажралган электронлар электр майдонда қатта тезликда ҳаракатланади ва нейтрал атомга урилганда унга ўзининг кинетик энергиясини беради. Агар шу энергия ней-



33-расм. Ўзгармас токнинг турғун ёйидаги кучланиши ва кучланганлигини $E(z)$ нинг тақсимланиши

интенсив термоионизацияга олиб келади, у ўз навбатида плазманинг катта ўтказувчанлигини сақлаб туради. Термоионизация - молекула ва атомларнинг юқори тезликда ҳаракатланишида катта кинетик энергияга эга бўлган молекула ва атомларнинг бир-бирига урилишидан ионлар ҳосил бўлиши жараёнидир. Ёйда ток қанча катта бўлса, унинг қаршилиги шунча кичик бўлади, шу сабабли ёйнинг ёниши учун кичик кучланиш етарли бўлади, яъни катта токли ёйни сўндириш анча қийин бўлади.



34-расм. Индуктив юкламали занжирдаги ўзгарувчан ток ёйнинг сўнишида кучланиш билан токнинг ўзгариши.

кучланиш пасаяди. Ток нолга яқинлашган ярим давр охирида сўндириш кучланиши U_T да ёй сўнади. Кейинги ярим даврда, агар, ораликда деионизация учун тадбирлар кўрилмаса шу ходиса такрорланади.

Агар ёй у ёки бу усуллар билан сўндирилса, у ҳолда ўчиргич контактлари орасидаги кучланиш таъминловчи тармоқ кучланиши миқдorigа қадар тикланиши лозим. Бирок, занжирда индуктив, актив ва сиғим қаршиликлар бўлганлиги учун ўтиш жараёни ҳосил бўлади

трал атомнинг қобиғидан битта электронни ажратишга етарли бўлса ионизация содир бўлади. Ҳосил бўлган эркин электронлар ва ионлар ёй устуни плазмасини ташкил этади. Плазманинг ўтказувчанлиги металлларнинг ўтказувчанлигига яқинлашади [$\gamma=2500$ $1/(\text{Ом}\cdot\text{см})$]. Ёйнинг устунидан катта ток ўтади ва юқори ҳарорат ҳосил бўлади. Токнинг зичлиги $10000 \text{ A}/\text{см}^2$ ва ундан ортиқ бўлиши мумкин, ҳарорат эса атмосфера босимида 6000 K дан то 18000 K гача ва босим ошганда ундан ҳам юқори бўлади.

Ёй устунидаги юқори ҳароратлар ин-

ўзгарувчан токда таъминловчи манба кучланиши U_c синусоида бўйича ўзгаради, шунингдек, занжирдаги ток I ҳам ўзгаради (44-расм), бунда ток кучланишдан тахминан 90° га орқада қолади. ўчиргич контактлари орасида ёнаётган ёйдаги кучланиши ўзгарувчан. Кичик тоқларда кучланиш U_z миқдоргача кўпаяди (ёндириш кучланиши), сўнгра токнинг ёйда ортиб бориши билан, термик ионизациянинг ортиши натижасида

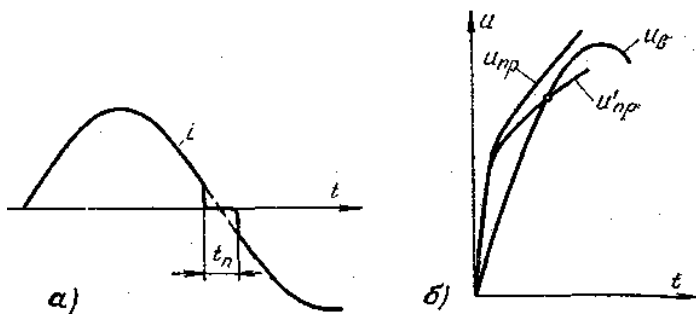
ва кучланишнинг тебраниши пайдо бўлади, буларнинг $u_{в, max}$ амплитудаси нормал кучланишдан анча юқори бўлади (34-расм). Ўчирувчи аппаратуралар учун АВ участкадаги кучланиш қандай тезликда тикланиши муҳим аҳамиятга эга.

Хулоса қилиб шуни айтиш мумкинки, ёй разряди зарбий ионизация ва катоднинг электронлар эмиссияси ҳисобига бошланади, ёнгандан сўнг эса ёй, ёй устунида (стволида) термоионизация ҳисобига давом этиб туради.

Ўчирувчи аппаратларда контактларни бир-биридан ажратишдан ташқари, улар орасида ҳосил бўлган ёйни сўндириш ҳам зарур.

Ўзгарувчан ток занжирларида ёйидаги ток ҳар бир давр ярмида нолдан ўтади (44-расм), шу вақтларда ёй ўз-ўзидан ўчади, лекин даврнинг кейинги ярмида яна ҳосил бўлиши мумкин. Осциллограммаларнинг кўрсатишича, ёйдаги ток нолдан табиий ҳолда ўтишидан анча олдин нолга яқин бўлади (35-расм, а). Бунга сабаб шуки, ёйга келаётган энергия ток камайиши билан камаяди, демак ёй ҳарорати ҳам камаяди ва термоионизация тугайди. Токсиз; пауза давомлиги t_n катта эмас (ўндан то бир неча юз микросекундларгача), лекин ёйни сўнишида катта аҳамият ўйнайди. Агар контактлар токсиз паузада ажратилса ва улар етарлича тезликда электр тешиш содир бўлмайдиган шундай ораликқа узоклаштирилса, шундагина занжир жуда тез ўчирилади.

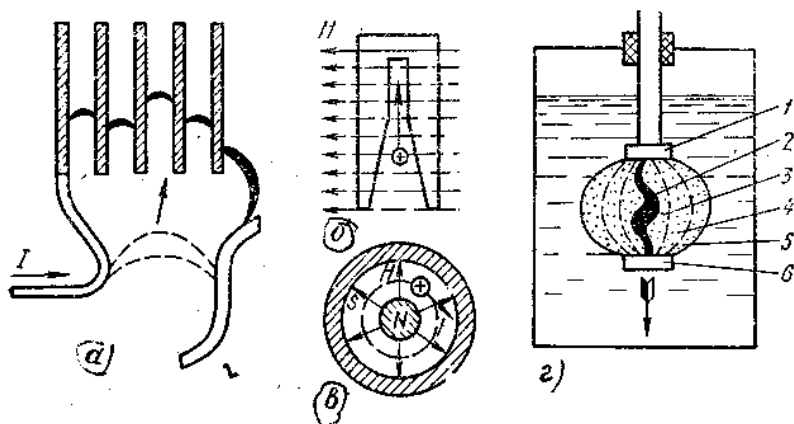
Токсиз пауза вақтида ионизация интенсивлиги кескин пасаяди, чунки термоионизация содир бўлмайди. Коммутацион аппаратларда, бундан ташқари, ёй оралиғини совиштиш ва зарядланган заррачалар сонини камайтиришга қаратилган сунъий тадбирлар қўлланилади. Деионизациянинг бу жараёнлари ораликнинг электр мустаҳкамлиги u_{np} нинг аста-секин ортишига олиб келади (35-расм, б).



35-расм. Ўзгарувчан ток ёйнинг сўниш шартлари: а-ток нолдан табиий ўтгандаги ёйнинг сўниши; б-ток нолдан табиий ўтгандаги ёй оралиғи электр мустаҳкамлигининг ортиши.

Ток нол орқали ўтгандан сўнг ораликнинг электр мустаҳкамлигининг кескин ортиши, асосан, катод олдидаги бўшлиқ (150-250 В ли ўзгарувчан ток занжирида) мустаҳкамлигининг ортиши ҳисобига бўлади. Бир вақтнинг ўзида тикланувчи кучланиш u_e ортади. Агар исталган дақтда $u_{np} > u_e$ ораликдан заррачалар ўтмаса, ток нолдан ўтгандан сўнг ҳам ёй қайта ёнмайди. Агар қандайдир вақтда $u'_{np} = u_e$ бўлса, ораликда ёйнинг қайта ёниши содир бўлади.

Шундай қилиб, ёйни сўндириш учун контактлар орасидаги бўшлиқнинг электр мустаҳкамлиги u_{np} улар орасидаги кучланиш u_b дан катта бўладиган шароитлар яратиш лозим.



36-расм. Ёйни сўндириш усуллари: а - узун қисқа ёйларга бўлиш; б - ёй сўндирувчи камеранинг тор тирқишига ёйни тортиш; в - магнит майдонда ёйни айлантириш; г - ёйни мойда сўндириш; 1-қўзғалмас контакт; 2-ёй устун; 3-водород қобик; 4-газ зонаси; 5-мой буғлари зонаси; 6-қўзғалувчи контакт.

Узун ёйни қатор қисқа ёйларга бўлиш (36-расм, а), 33-расмда кўрсатилганидек, ёйдаги кучланиш катод U_k ва анод U_a кучланишларининг пасайиши ҳамда ёй устун кучланиши $U_{с.д}$ йиғиндисидан иборат:

$$U_d = U_k + U_a + U_{с.д} = U_э + U_{с.д}$$

Агар контактларни ажратишда ҳосил бўлган узун ёйни, металл пластинкалардан тайёрланган ёй сўндирувчи панжара орасига тор-тилса, бунда у n та қисқа ёйларга бўлинади. Ҳар бир қисқа ёй - ўзининг анод ва катод кучланиш пасайиши $U_э$ га эга бўлади. Агар $U < nU_э$ бўлса ёй сўнади, бунда U - тармоқ кучланиши: $U_э$ - анод ва катод кучланишлар пасайишининг йиғиндиси (ўзгармас ток ёйида 20-25 В).

Ўзгарувчан ток ёйини ҳам n та қисқа ёйларга бўлиш мумкин. Токнинг нол орқали ўтиш вақтида катод олди бўшлиғи шу онда 150-250 В ли электр мустаҳкамликка эга бўлади. Агар $U < (150...250)n$ бўлса ёй сўнади.

Тирқишларда ёйни сўндириш. Агар ёй, ёйга чидамли материалдан ҳосил қилинган тирқишда ёнса, у ҳолда совуқ юзаларга тегиши сабабли интенсив равишда совиши ва атрофмуҳитга зарядланган заррачаларнинг диффузияланиши содир бўлади. Бу деионизациянинг тезлашишига ва ёйнинг сўнишига олиб келади.

Магнит майдонда ёйнинг ҳаракати. Электр ёйи токли ўтказгич сифатида қаралиши мумкин. Агар ёй магнит майдонда бўлса, у ҳолда унга чап қўл қондаси бўйича аниқланадиган куч таъсир этади. Агар ёй ўқига перпендикуляр йўналган магнит майдон ҳосил қилинса, у ҳолда ёй илгарилама ҳаракат олади ва ёй сўндирувчи камеранинг тирқиши ичига тортилади (36-расм, б).

1000 В гача бўлган ўчирувчи аппаратларда ёйни сўндиришнинг қуйидаги усуллари кенг қўлланилади:

Контактларни тез ажратиб ёйни узайтириш: ёй қанча узун бўлса, унинг ёниб туриши учун шунча катта кучланиш керак бўлади. Агар манба кучланиши кичик бўлса, у ҳолда ёй сўнади.

Узун ёйни қатор қисқа

Радиал магнит майдонда ёй айланма ҳаракат олади (36-расм, в). Магнит майдон ўзгармас магнитлар билан, махсус ғалтаклар ёки ток ўтказувчи қисмнинг ўз контури билан ҳосил қилиниши мумкин. Ёйни тез айлантириш ва ҳаракатлантириш унинг совишига ва деионизацияланишига ёрдам беради.

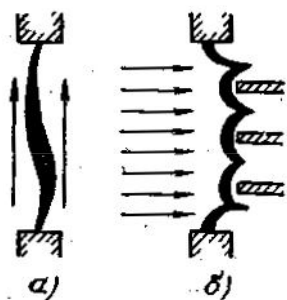
Ёйни сўндиришнинг охирги икки усули (тирқишларда ва магнит майдонда), шунингдек, кучланиши 1000 В дан юқори бўлган ўчирувчи аппаратларда ҳам қўлланилади.

Кучланиши 1000 В дан юқори бўлган аппаратларда ёйни сўндиришнинг асосий усуллари.

Ёйни мойда сўндириши. Агар ўчирувчи аппаратнинг контактлари мойга жойлаштирилса, у ҳолда ажраш пайтида ҳосил бўладиган ёй жадал суръатда газ ҳосил бўлиши билан ёғни буғланишига олиб келади (36- расм, г). Ёй атрофида, асосан водороддан (70-80%) ташкил топган газ пуфаги ҳосил бўлади; мойнинг тез парчаланиши пуфақтаги босимнинг ортишига олиб келади, бу эса мойнинг яхши совишига ва деионизацияланишига ёрдам беради.) Водород юқори ёй сўндириш хоссаларига эга; ёй устунига бевосита тегиб, водород ёйнинг деионизациялашига ёрдам беради. Газ пуфаги ичида газ ва мой буғларининг узлуксиз ҳаракати содир бўлади.

Ёйни мойда сўндириш ўчиргичларда кенг қўлланилади.

Газ-ҳаво пуфлаш. Агар газлар ҳаракати— пуфлаш маълум йўналишда ҳосил қилинса, ёйнинг совиши яхшиланади. Ёй бўйламасига ёки унга кўндаланг йўналишда пуфланса (37-



47-расм. Газ-ҳаволи пуфлаш:
а-бўйлама; б-кўндаланг.

расм), бу ҳол ёйнинг устунига газ заррачаларининг ўтиши, жадал диффузияланиши ва ёйнинг совишига ёрдам беради. Газ ёй билан мойни парчалашда (мойли ўчиргичлар) ёки қаттиқ газ- генерациялайдиган материаллар (автогазли пуфлаш) дан ҳосил бўлади. Махсус баллонлардан чиқётган сиқилган ҳаво билан (ҳаво ўчиргичлари) кирадиган совуқ ионизацияланмаган ҳаво билан пуфлаш анча самарали ҳисобланади.

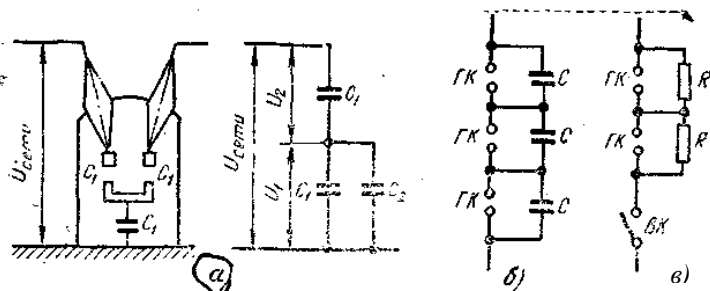
Ток занжирини қайта-қайта узиш. Юқори кучланишларда катта токни узиш анча қийин. Бунга сабаб келтирилаётган энергия ва тикланадиган кучланиш миқдори катта бўлганда ёй оралиғининг деионизацияланиши мураккаблашади. Шунинг учун юқори кучланишли ўчиргичларда ҳар бир фазадаги ёй қайта-қайта узилади (38-расм). Бундай ўчиргичлар номинал кучланишнинг бир қисмига мўлжалланган бир неча ўчирувчи қурилмаларига эга. Фазани узиш сони ўчиргичлар тури билан унинг кучланишига боғлиқ. 500-750 кВ ли ўчиргичларда 12 ва ундан ортиқ узиш бўлиши мумкин. Ёйнинг сўнишини осонлаштириш учун, тикланаётган кучланиш ўчиргичлар орасида бир хил тақсимланиши лозим. 48-расмда

фазага иккита узилиш тўғри келадиган мойли ўчиргич схемаси кўрсатилган. Бир фазали к.т. узилганда тикланаётган кучланиш ўчиргичлар орасида қуйидагича тақсимланади:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{C_1 + C_2}{C_1},$$

бунда U_1 ва U_2 -биринчи ва иккинчи узгичга қўйилган кучланиш; C_1 -шу ўчиргичлар контактлари орасидаги сиғим; C_2 -ерга нисбатан контакт системанинг сиғими.

C_1 га нисбатан C_2 анча катта бўлганлиги учун кучланиш $U_1 > U_2$ бўлади ва демак, ўчирувчи қурилмалар турли шароитларда ишлайди. ўчиргичнинг бош контакти (ГК) га кучланишни тенглаш учун параллел ҳолда сиғим ёки актив қаршилиқлар уланади (48-расм, б,в). Сиғимлар ва актив шунтловчи қаршилиқларнинг қийматини тан-



48-расм. Ўчиргичларнинг ўчиргичлари бўйича кучланишнинг тақсимланиши: а-мойли ўчиргичнинг ўчиргичлари бўйича кучланишнинг тақсимланиши; б-сиғимли кучланиш бўлгичлар; в-актив кучланиш бўлгичлар.

лашда ўчиргичлардаги кучланишнинг бир хил тақсимланишига эътибор берилади. Шунтловчи қаршилиқли ўчиргичларда бош контактлар (ГК) орасидаги ёй сўнганидан кейин қаршилиқлар катталиги бўйича чекланган ҳолда давом этувчи ток ёрдамчи контактлар ВК билан узилади.

Шунтловчи қаршилиқлар тикланаётган кучланишнинг ўсиш тезлигини камайтиради, бу ҳол ёйнинг сўнишини енгиллаштиради.

Ёйни вакуумда сўндириши. Босими анча пасайган газ (10^{-6} — 10^{-8} Н/см²) атмосфера босимидаги газга нисбатан бир неча ўнлаб марта катта электр мустаҳкамликка эга. Агар контактлар вакуумда ажратилса, у ҳолда ёйдаги токнинг нол орқали биринчи ўтишдан кейин ораликнинг мустаҳкамлиги тикланади ва ёй қайта ёнмайди. Вакуумнинг бу хоссалари ўчиргичларнинг айрим турларида қўлланилади.

Ёйни юқори босимли газларда сўндириши. 2 МПа ва ундан юқори босимдаги ҳаво ҳам юқори электр мустаҳкамликка эга. Бу ҳол сиқилган ҳаво муҳитида ёйни сўндириш учун анча ихчам қурилмалар яратиш имконини беради. Мустаҳкамлиги юқори бўлган газлар, масалан, олтингугурт (VI) фторид SF_6 (элегаз) дан фойдаланиш яна ҳам самаралироқдир. Элегазнинг, ҳаво ва водородга нисбатан электр мустаҳкамлиги катта бўлибгина қолмай, хатто атмосфера босимида ҳам ёй сўндириш қобилияти яхшироқдир. Элегаз ўчиргичлар, ажраткичлар, қисқа туташтиргичлар ва бошқа юқори кучланишли аппаратларда қўлланилади.

Синов саволлари

1. Ўзгарувчан ва ўзгармас тоқларнинг электр ёйининг ҳосил бўлиш ва ёниш шартлари.
2. Ёйни сўндириш учун бажариладиган талаблар?
3. Ёйни сўндириш йўллари.

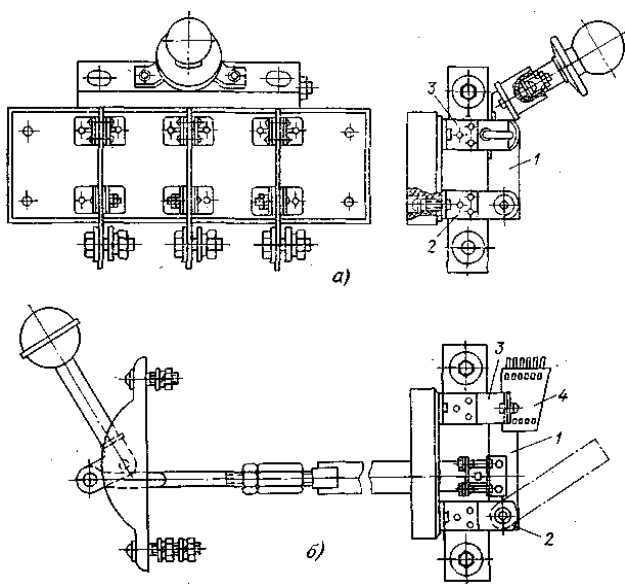
Маъруза 14

Паст кучланишли аппаратлар

а) Рубилниклар ва переключателлар

Икки (уланган, узилган) ҳолатга қўлда ҳаракатлантириладиган ноавтоматик узгич рубилник деб аталади (49-расм, а). Иккита турли занжирларга навбати билан улаш учун хизмат қиладиган рубилник переключател деб юритилади. Рубилник ва переключателлар 500 В гача бўлган номинал кучланишга бир, икки ва уч қутбли қилиб ишлаб чиқарилади. Ёй сўндирувчи қурилмаси бўлмаган рубилниклар токсиз занжирларни узиш ва очиқ узилишлар ҳосил қилишга мўлжалланган. Ёй сўндирувчи қурилмали рубилниклар $I_{ном}$ гача бўлган токни узиш имконига эга.

P ва *Π* (уч қутбли) ёки *PO*, *ΠO* (бир қутбли) типдаги марказий дастаки рубилник ва



переключателлар 100-600 А тоқлар учун ишлаб чиқарилади. Рубилникнинг ҳамма деталлари изоляцион плитага ўрнатилади.

Ўтказгичлар олди ёки орқа томонидан уланиши мумкин. Бундай рубилник ва переключателлар билан токни узишга руҳсат этилмайди, чунки ҳосил бўладиган ёй қисқа туташувга олиб келиши ёки ишлаётган ходимни қуйдириши мумкин.

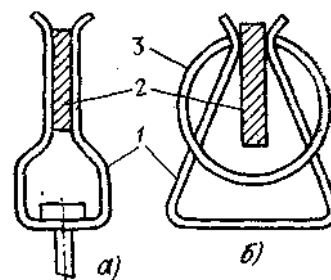
Ричаг билан

ҳаракатлантириладиган рубилник ва переключателлар (49-расм, б) икки томондан хизмат кўрсатилладиган шчитларда

49-расм. Рубилниклар: а-марказий дастакли (*P* типдаги); б-ричаг юритмали (*РПЦ* типдаги); 1-пичок; 2-қўзғалмас контактларнинг шарнирли стойкалари; 3-контакт стойка; 4-ёй сўндирувчи камера

кенг қўлланилади. Бундай рубилниклар ёй сўндирувчи панжарали камера 4 га эга. Юритма марказий (*РПЦ*, *ППЦ*) ёки ён томондан (*РПБ*, *ППБ*) бўлиши мумкин. Номинал тоқлар катта бўлганда рубилниклар бир неча параллел пичокларга эга бўлади.

Рубилникнинг ҳаракатчан пичоғи билан контактли стойкаси орасида яхши контактни таъминлаш муҳим аҳамиятга эга (50-расм, а). Ҳозирги пайтда кичик ўтиш қаршилигини таъминловчи чизикли контакт (50-расм, б) қўлланилади. Деталларнинг ўзини пружиналаиш хоссаси ва махсус пўлат пружиналар 3 ҳисобига контактда сиқиш таъминланади. Рубилниклар ёй сўндирувчи контактлар ёки бир онда кесадиган пичоқлар билан таъминланган бўлиши мумкин. Бундай рубилникларни узганда аввал бош контактлар ажрайди, лекин улар орасида ёй ҳосил бўлмайди, чунки ток ёй сўндирувчи контакт орқали ўтади. Сўнгра ёй сўндирувчи контактлар ёки бир онда кесадиган пичоқлар ажратилади. Бир онда узиш қуйидагича бажарилади: бош пичоқбилан параллел ҳрлда иккинчи бош пружина билан боғланган бир онда кесадиган пичоқ уланади. Узишда аввал контакт стойкадан бош пичоқ чиқади, у пружинани тортади, пружина ўз навбатида бир онда кесадиган пичоқни узади.



50-расм. Рубилниклардаги контактлар типлари: а-текис; б-чизикли; 1-контакт жағлар; 2-пичоқ; 3-пўлат пружина

Ёй сўндирувчи камера билан жиҳозланган ўзгармас токнинг 220 В ва ўзгарувчан токнинг 380 В га мўлжалланган рубилниклари $I_{ном}$ гача бўлган тоқларни уза олади, камерасизлари тегишлича 0,2 ва $0,3I_{ном}$ ни узади.

Ўзгармас токнинг 440 В ва ўзгарувчан токнинг 500 В га мўлжалланган камерали рубилниклари $0,5I_{ном}$ токни уза олади, камерасиз юклама тоқини узиш рухсат этилмайди.

Пакетли ва кулачокли переключателлар бир вақтнинг ўзида бир неча электр занжирларида мураккаб қайта улашлар учун, масалан, бошқариш, ўлчаш ва шунга ўхшаш занжирларда хизмат қилади. Дастакни 45° га буриб занжирлар қайта уланади. Нол ҳолатига ўзи қайтадиган бир ёки бир неча ҳолатларни ушлаб турадиган конструкциялар мавжуд. Бундай переключателдаги контактлар сони 2 дан 32 гача бўлиши мумкин.

б) Автоматик ҳаво ўчиргичлари

Автоматик ҳаво ўчиргичлари нормал бўлмаган режимда ишлаётган электр занжирларни автоматик ажратиш ва нормал иш режимларида, кам ҳолларда оператив қайта улаш учун хизмат қилади.

Автоматик ҳаво узгичларида ёйни сўндириш учун махсус муҳит қўлланилмайди, у ҳавода ўчирилади, шунинг учун улар ҳаво ўчиргичлари деб юритилади.

Қутблар сонига қараб автоматлар бир, икки ва уч қутбли бўлади.

Ишлаб кетиш вақти t_{cp} бўйича, яъни текшириладиган параметр (ток, кучланиш, ҳарорат) белгиланган қиймат (автоматнинг қурилмаси) дан ортиш моментидаги вақтдан контактларнинг ажраш моменти гача бўлган вақтга қараб қуйидагиларга бўлинади: нормал авто-

матлар $t_{cp}=0,02-0,1$ с; ушлаш вақтини I с гача ростловчи селектив автоматлар; тез таъсир қилувчи автоматлар $t_{cp} \leq 0,005$ с.

Автоматларни турли ушлаш вақти $t_1 < t_2 < t_3$ га ўрнатиш йўли билан, селектив автоматлар тармоқларни селектив муҳофазалаш имконини беради.

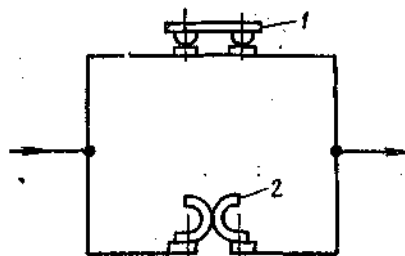
Тез таъсир қилувчи автоматлар тармоқдаги тоқларни чеклаш имконини беради, чунки улар занжирни тармоқдаги қ.т. тоқи i_y миқдорга етмасдан олдинроқ узади.

Автоматлар кучланиши ўзгарувчан тоқда 660 В гача ва ўзгармас тоқда 440 В гача бўлганда 6000 А гача тоқлар учун мўлжаллаб ишлаб чиқарилади.

Автоматларнинг узиш қобилияти 200-300 кА гача етади.

Ҳар қандай автоматда қуйидаги асосий элементларни ажратиш мумкин: ёй сўндирувчи тизимли контактлар; юритма; эркин ажратиш механизми; ажраткичлар; ёрдамчи контактлар.

Автоматларнинг *контактлари* узоқ вақт қизимасдан номинал тоқларни ўтказиши ва қ.т. тоқларини узишда ёй таъсирига чидаши керак. Биринчи шартга мувофиқ, контактларни ўтиш қаршилиги унча катта бўлмаган солиштирма қаршилиги кичик материалдан, иккинчи шарт бўйича эса ёй таъсирига чидайдиган материалдан тайёрлаш керак. Иккала талабни бир вақтнинг ўзида бажариш мумкин бўлмаганлиги учун икки жуфт - бош 1 ва ёй сўндирувчи 2



51-расм. Автоматларнинг контакт тизимининг схемаси

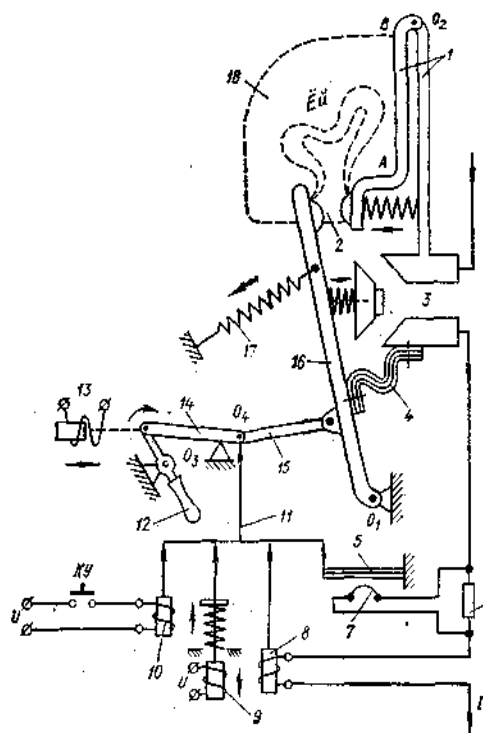
контактлар қўлланилади (51-расм). Нормал режимда тоқнинг асосий қисми мис, кумуш ёки уларнинг қотишмасидан тайёрланган бош контактдан ўтади. Узилганда аввал асосий контактлар ажрайди, лекин занжир узилмайди, чунки тоқнинг ҳаммаси ёй сўндирувчи контактлар занжирига ўтади, сўнгра ёй сўндирувчи контактлар ажрайди ва уларда электр ёй ҳам сўнади. Узиладиган тоқлар 30 кА дан ошмаса ёй сўндирувчи контактлар мисдан, катта тоқларда эса вольфрамдан, унинг қотишмасидан ёки металлокерамикадан тайёрланади. Бу контактлар конструкцияси бўйича осон алмаштириладиган қилиб тайёрланади.

Автоматнинг *ёй сўндирувчи тизими* автоматни ўчиришда ҳосил бўладиган ёйни сўндириш учун хизмат қилади. Пўлат пластинкали (узун ёйни қисқа ёйларга бўлиш эффекти) ёй сўндирувчи камералар кенг қўлланилади. Узиладиган тоқ катта бўлганида ёйни тор тирқишда сўндириш эффектидан фойдаланишга асосланган буйлама-тирқишли ва лабиринт-тирқишли камералар ишлатилади. Ёйни камерага тортиш магнитли пуфлаш билан амалга оширилади. Камера materiali юқори ёй турғунлигига эга бўлиши керак.

Автоматларнинг *юритмалари* қўл билан ёки узоқдан бошқарилувчи бўлиши мумкин. Биринчи ҳолда улаш даста 12 ни бураш билан амалга оширилади. Иккинчи ҳолда электро-

магнит 13 ёки махсус электр двигател ёрда-мида юритмага таъсир этилади. Пневматик юритмадан фойдалавдш ҳаммумкин. Автоматларни узиш, эркин ажратиш механизми ишга тушганда узувчи пружиналар 17 (52-расмда) таъсирида амалга оширилади.

Эркин ажратиш механизми (52-расм) автоматни вақтнинг исталган momentiда ўчиришни таъминлайди, шунингдек, ёқиш жараёнида ҳам ўчириш лозим бўлса, уни амалга оширади. У шарнирли боғланган ричаглар 14 ва 15 ҳамда таянчлардан иборат. Улаш пайтида ҳаракат даста 12 дан ричаглар 14 ва 15 орқали контактли ричаг 16 га узатилади, бу ричаг аввал ёй сўндирувчи 2 ни, сўнгра эса бош -контактлар 3 ни туташтиради. Автомат уланганда, 14 ва 15 ричаглар «ўлик» ҳолатга ўтади, таянч уларнинг пастга ҳаракатланишига йўл қўймайди. Агар улаш вақтида қисқа туташув мавжуд бўлса, унда ажраткич 8 таъсирида механик боғланиш 11 ричаглар 14 ва 15 ни шарнирли бирикма 04 бўйича «синдиради» ва узувчи пружина 17 таъсирида контакт тизим чапга сурилади, даста 12 орқали уланишга куч берилишга қарамай, бу тизимда ўчирилиш амалга ошади.



52-расм. Автоматнинг асосий узеллари.

Ажраткичлар - бу электромагнит ёки биметалл механизмлар бўлиб, улар занжирнинг берилган параметрини назорат қилади ва параметр белгиланган қийматидан ошиб кетганда автоматни ўчиради. Биметалл (иссиқлик) ажраткич 5 тармоққа шунт 6 орқали уланган қиздиргич 7 дан иссиқлик олади. Турли чизиқли кейгайиши коэффициентларига эга бўлган икки металлдан ташкил топган биметалл пластинка қизиганда эгилиб, эркин ажратиш механизми ричагини синдирувчи тортқи 11 га куч беради. Иссиқлик ажраткич ёрдамида ўтаюкланишдан муҳофаза қилинади. Ишлаб кетиш вақти ўтаюкланиш токига боғлиқ: ток қанча катта бўлса, биметалл пластинка шунча тез қизийди ва узиш тезроқ амалга ошади. Иссиқлик инерцияси катта бўлганлиги сабабли иссиқлик ажраткичлар электр двигателларнинг ишга туширувчи токлари таъсирини сезмайди.

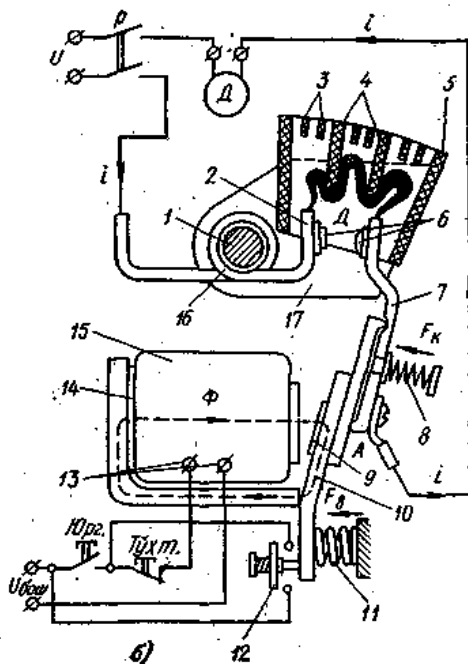
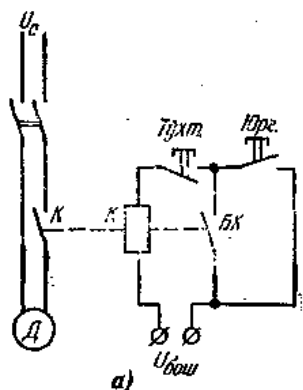
Максимал алфаткич 8 ғалтак ва ўзакдан иборат. Ғалтакдан қ.т. токи ўтганда ўзак ричаглар 14 ва 15 ни синдирувчи куч ҳосил қилади, бу ҳол автоматнинг ўчишига олиб келади. Максимал ажраткичнинг ишлаб кетиш токини ростлаш (бошқариш) мумкин.

Максимал ажраткич токка боғлиқ бўлган ёки унга боғлиқ бўлмаган вақтни ушлаб туриш (вақт видержкаси) механизми билан таъминланган бўлиши мумкин. Бундай ажраткичлар селектив муҳофазалаш имкониятини беради.

Кучланиш хаддан ташқари пасайганда автоматни ўчирадиган минимал ажраткич 9, шунингдек, автоматни масофадан кнопка КУ билан ўчириш учун мустақил ажраткич 10 қўлланилиши мумкин.

Автомат бир ёки бир неча ажраткичларга эга бўлиши мумкин.

Ёрдамчи контактлар (блок-контактлар) бош контактлар билан механик боғланган



бўлиб, бошқариш, сигнализацция ва блокировкаш занжирларида қўлланилади.

Электростанция, нимстанция, саноат қурилмалари ва турмушда турли конструкциядаги автоматлар ишлатилади.

в) Контактлар ва магнитли ишга туширгичлар

Контактлар - бу узоқдан таъсир этадиган аппаратлар бўлиб, нормал иш режимидаги электр за-

53-расм. Контактларнинг шартли схемаси: а-бир кутбли контактларнинг электр схемаси; б-шартли конструктив схемаси.

нжирларни қўп улаш, ва узиш учун хизмат қилади. Контактлар 3-4000 А токка кучланишининг ўзгармас токида 220, 440, 650, 750 В ва ўзгарувчан токида 380, 500 ва 660 В га мўлжаллаб ишлаб чиқарилади ва соатига 600-1500 марта улаш имконини беради. Контактларнинг айрим махсус сериялари соатига 14000 мартагача улаш имкониятини беради.

Контакт тизими электромагнит ёрдамида уландиган электромагнит контактлар энг кўп қўлланилади.

Контактлар бош контактлар тизими, ёй сўндирувчи қурилма электромагнит тизим ва ёрдамчи контактлардан ташкил топган. Контактларнинг ишлаш принципини шартли схемаси бўйича қўриб чиқамиз (53-расм). Электр схемасидан кўринадиги (53-расм, а), контактларнинг бош контактлари К двигател Д занжирига уланган, ғалтак эса ёрдамчи контактлар БК ва бошқариш кнопкаларининг ишга тушириш Пуск тўхтатиш Стоп орқали бошқариш занжирига кетма-кет уланган.

Контакторнинг конструктив схемада (53-расм, б) ўзак 14 га ўрнатилган ғалтак 15 даги кучланиш узилган ва ҳаракатланувчи тизим пружина 11 таъсирида нормал ҳолатга келган моменти тасвирланган. Контактлар 2 ва 7 орасида ҳосил бўладиган ёй изоляцион тўсиқлар 4 билан камера 5 да сўнади. Ёй камерага магнит тизим ҳосил қилган магнит майдон ҳисобига тортилади ва у бош занжирга кетма-кет уланган ғалтак 16 дан, пўлат ўзак 1 ва қутб учликлар 17 дан ташкил топган. Камеранинг чиқишида, камера ташқарисига ионлашган газларнинг чиқишига тўсқинлик қиладиган ёй сўндирувчи панжара 3 ўрнатилган.

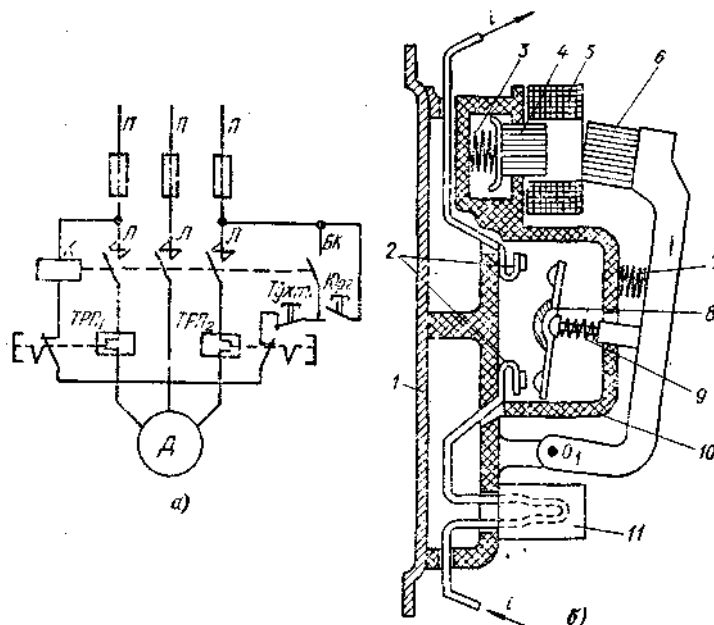
Контакторни улаш учун ғалтак қисмасига ишга тушириш кнопки Пускни босиш йўли билан кучланиш берилади. Ғалтакда магнит оқим Φ ҳосил бўлади ва у якор 10 ни ўзакка тортади. Якорда ҳаракатланувчи контакт 7 маҳкамланган бўлиб, у қўзғалмас контакт 2 га теккандан кейин, унинг устида сирпанади ва контактлар сиртидаги оксид плёнкани бузади. Контактларда босиш пружина 8 ёрдамида ҳосил бўлади. Кумушдан тайёрланган контакт устқўймалар 6 ўтиш қаршилигининг минимал бўлишини таъмиилайди. Айрим ҳолларда устқўймалар ёйга чидамли металлокерамикадан тайёрланади. Контактор уланган вазиятда ўзининг ғалтаги уланган ҳолда ушлаб турилади. Контактор улангандан сўнг ёрдамчи контактлар 12 (БК) ишга тушириш кнопки Пускни шунтлайди, шунинг учун ишга тушириш кнопкасининг ажралиши ғалтак 15 (К) занжирини узмайди.

Якор 10 да темирдан тайёрланган номагнит кистирма 9 бўлиб, у ўзакдаги қолдиқ 4 индукциядан ҳосил бўладиган тортиш кучини камайтиради. Шундай қилиб, ғалтак 15 дан кучланиш олинганда якор «ёпишиб қолмайди». Бошқариш занжиридаги кучланиш анча камайганда, шунингдек, у йўқолганда контактор автоматик равишда узилади.

Замонавий контакторлар ёпик пластмасса корпусда (КТУ серияси) ишлаб чиқарилади.

Контакторлар қурилмани нормал бўлмаган режимлар (ўтаюкланиш, қ.т. тоқлари) дан муҳофазалай олмайди, шунинг учун улар автоматик бошқариш схемасида нормал бўлмаган режимни сезадиган ва электромагнит ғалтакнинг занжирини узадиган махсус реле билан биргаликда қўлланилади.

Магнитли ишга туширгичлар - бу одатда, уч қутбли контактордан,



54-расм. ПА серияли магнит ишга туширгич: а-электр схемаси; б-тузилиш схемаси.

ўрнатилган иссиқлик релеларидан ва ёрдамчи контактлардан ташкил топган қурилмадир. Улар қуввати 75 кВт гача бўлган уч фазали электр двигателларни бошқариш учун хизмат қилади. Ишга туширгич ПА нинг конструктив ва электр схемаси 54-расмда кўрсатилган. Ишга тушириш кнопкаси Пуск босилганда, тўхтатиш Стоп кнопкаси ва иссиқлик релеларининг ТРП₁, ТРП₂ ажраладиган контактлари орқали, контактор К (5) нинг ғалтагига ток берилди. Электромагнитнинг якори ўқ O_1 атрофида айланиб, ўзак 4 га тортилади. Бунда кўзғалмас контактлар 2 кўзғалувчан контакт кўприги 8 билан туташади. Контактлардаги босилиш пружина 9 ёрдамида амалга оширилади. Бир вақтда ёрдамчи контактлар БК (68-расм, а) тутшиб, улар ишга тушириш Пуск кнопкасини шунтлайди. Электродвигател юклама ортганда иссиқлик релелари 11 нинг иккаласи ёки биттаси ишга тушади, ғалтак занжири ТРП₁ ва ТРП₂ контактлари орқали узилади. Бунда якор 6 ўзак орқали бошқа ушлаб турилмайди ва ўзининг хусусий оғирлиги ҳамда пружина 7 таъсирида кўзғалувчан тизим контактларни ажратиб, узилган ҳолатга ўтади. Ҳар бир фазада икки марта (икки жойда) узиш ва ёпиқ камера 10 махсус қуримасиз ёйнинг сўнишини таъминлайди. Тўхтатиш Стоп кнопкаси босилганда ҳам ишга туширгич худди контактор каби узилади.

Амортизациялайдиган пружина 3 улаш вақтида кўзғалувчан қисмни кескин зарблардан сақлайди. Ишга туширгичнинг ҳамма деталлари металл асос 1 га маҳкамланади.

Двигателни қ.т. дан муҳофаза қилиш учун занжирга сақлагич (предохранитель) лар уланган.

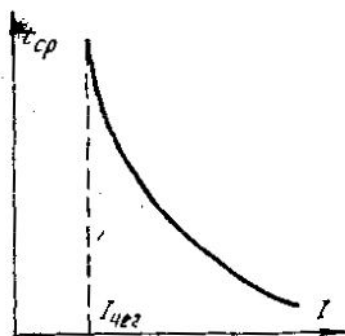
Сақлагичлар

а) Умумий маълумотлар

Электр занжирда қисқа туташув ёки ўтаюклиниш бўлса уни автоматик равишда бир марта узиш учун хизмат қиладиган аппарат сақлагич деб аталади. Занжирни сақлагич воситасида узиш эрувчан қўйманинг эриши орқали амалга ошади, бу эрувчан қўйма ўзидан муҳофазаланмаган занжирнинг токи ўтганда қизиб эрийди. Занжир узилгандан сўнг эрувчан қўйма қўлда алмаштирилиши лозим.

Конструкциясининг соддалиги ва арзонлиги сабабли эрувчан сақлагичлар саноат электроқурилмаларида, электростанциялар ва нимстанцияларда, турмушда кенг қўлланилади. Сақлагичлар турли конструкцияларга эга бўлиши мумкин ва миллиампердан минглаб амперларгача тоқларга мўлжалланади. Ҳамма сақлагичларда асосий элементлар бўлиб: корпус, эрувчан қўйма, контакт қисм, ёй сўндирувчи қурилма ёки ёй сўндирувчи муҳит ҳисобланади.

Сақлагичлар эрувчан қўйманинг номинал токи билан, яъни эрувчан қўйма узок ишлаши учун ҳисобланган ток билан характерланади. Сақлагичнинг биргина корпусига турли номинал тоklarга мўлжалланган эрувчан қўймалар ўрнатилиши мумкин, шунинг учун айна сақлагич сақлагичнинг номинал токи билан характерланиб, у мана шу конструкциядаги сақлагич учун мўлжалланган эрувчан қўймаларнинг номинал тоklари ичида энг каттасига тенг. Нормал режимда юклама токи таъсирида эрувчан қўймадан ажраётган иссиқлик атроф-муҳитга тарқалади ва сақлагичнинг ҳамма қисмларининг темпера-тураси рухсат этилгандан ошмайди. Ўтаюклаиш ва қисқа туташувларда қўйма харорати ортиб, унинг эришига олиб келади. Демак, ток қанча катта бўлса, қўйманинг эриш вақти шунча кичик бўлади. Эриш (ишлай бошлаш) вақтининг токка боғлиқлиги сақлагичнинг вақт-ток характеристикаси деб юритилади (55-расм).



55-расм. Сақлагичнинг вақт-токли характеристикаси

Сақлагич ишлай бошлашидаги минимал ток—*чегара ток*— $I_{чег}$ деб юритилади. Текширишларда сақлагич қўймасининг эриш вақти 1 соатдан ошгандаги ток—чегара ток деб қабул қилинади. Эрувчан қўйманинг номинал токи шундай танланадики, бунда нормал режимда ва қисқа рухсат этиладиган ўтаюкланишларда узиш содир бўлмай, балки узок ўтаюкланишларда ва қ.т. да занжир мумкин қадар тез узилиши лозим. Бу масала «Электр тармоқлар» курсида батафсил кўрилади.

Сақлагич ишининг селективлигини таъминлаш муҳим аҳамиятга эга. Двигателда шикастланиш бўлганда қ.т. токи учта сақлагич орқали кетма-кет ўтади, лекин ҳаммадан олдин шикастланган жойга яқин бўлган сақлагич қўймаси эриб кетиши керак. Узиш вақти t_1 , t_2 , t_3 автоматнинг муҳофаза характеристикасига ўхшаш, сақлагич характеристикаси бўйича аниқланади. Характеристика эрувчан қўйманинг материали, унинг кесими, совиш шароитлари ва бошқа факторларга боғлиқ.

Эрувчан қўйма-сақлагичнинг асосий элементи бўлиб, мис, рух, кўрғошин ва кумушдан тайёрланиши мумкин. Рух ва кўрғошиннинг эриш харорати кичик (тегишлича 419 ва 327°C). Рух коррозияга чидамли, шунинг учун эрувчан қўйманинг кескми ишлатиш вақтида ўзгармайди, характеристикаси доимий қолади. Бироқ мустаҳкам оксид плёнка туфайли қўйма эриганда бузилмайди, суюқ металл плёнка ичида сақланади. Бу эса $I_{чег}$ нинг кенг чегараларда ўзгаришига олиб келади. Рух ва кўрғошиннинг солиштирма қаршилиги катта, шунинг учун улардан тайёрланган эрувчан қўймалар катта кесимга эга. Бундай қўймаларни

сақлагичларда тўлдиргичларсиз ишлатиш мумкин. Рух ва кўрғошиндан қилинган қўймали сақлагичлар ўта юкланишда катта тутиб туриш вақтига эга.

Мис ва кумуш кичик солиштирма қаршиликка эга бўлиб, қўйманинг кесими катта эмас, бу уларнинг тез ишлаб кетишини таъминлайди. Бундай қўймалар эрийдиган металлнинг ҳажмини камайтириш муҳим бўлган тўлдиргичли сақлагичларда қўлланилади. Ишлатиш жараёнида оксидланишни камайтириш учун, одатда, устига қалай суви юритилган мис қўймалар қўлланилади. Кумуш қўймалар оксидланмайди ва уларнинг характеристикалари турғун, лекин қиммат бўлганлиги учун, бундай қўймалар фақат айрим муҳим ҳоллардагина қўлланилади. Миснинг эриш ҳарорати 1080°C бўлгани учун чегара тоқларида сақлагичнинг ҳамма элементларининг ҳарорати анча катта бўлади. Юқори ҳароратлар ҳосил бўлишига йўл қўймасдан сақлагичнинг тез ишлаб кетишини таъминлаш учун металлургия эффекти деб аталадиган усулдан фойдаланилади. Бу осон эрийдиган суюқ металлда қийин эрийдиган металлни эритиш ҳодисасидир. Агар, масалан, диаметри 0,25 мм ли мис симга эриш ҳарорати 182°C бўлган қалай-кўрғошин қотишмадан тайёрланган шарчалар кавшарланса, бу ҳолда сим ҳарорати 650°C га етганда у 4 минут ичида эрийди, 350°C да эса 40 минут ичида эрийди. Худди шу сим эритувчисиз 1000°C дан паст бўлмаган ҳароратда эрийди. Одатда, мис ва кумуш қўймаларида металлургия эффектни ҳосил қилиш учун анча турғун хоссаларга эга бўлган тоза қалай қўлланилади. Нормал иш режимида қалайли шарча сақлагич ишига таъсир атмайди.

Қўйма эригандан сўнг электр ёй ҳосил бўлиб, уни мумкин қадар тез ўчириш лозим. Сақлагичларда ёйни сўндириш учун тор тирқиш, газларнинг юқори босими, пуфлаш эффектидан фойдаланилади. Ҳеч қандай шикастланиш ёки деформация содир бўлмасдан сақлагич узиши мумкин бўлган энг катта ток узишнинг чегара, токи деб юритилади.

Электр қурилмаларда энг кенг тарқалган сақлагичларнинг конструкцияларини кўриб чиқамиз.

Синов саволлари

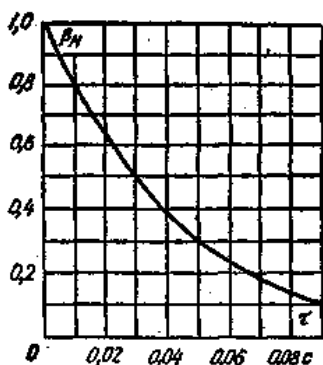
1. Рубилниклар ва переключателларни вазифаси ва конструкцияси.
2. Автоматик ҳаво ўчиргичларини вазифаси ва конструкцияси.
3. Контактторлар ва магнитли ишга туширгичларни вазифаси ва конструкцияси.
4. Сақлагичларни вазифаси ва конструкцияси.

Маъруза 15

Юқори кучланишли ўчиргичлар (1-машғулот)

Ўчиргич бу коммутацион аппарат бўлиб, токни улаш ва узиш учун хизмат қилади.

Ўчиргич электроқурилмаларда асосий коммутацион аппарат ҳисобланиб, у исталган режимларда: узоқ муддатли юкламада, ўтаюкланишда, қисқа туташувда, салт ишлашда, асинхрон ишлашда занжирларни улаш ва узиш учун хизмат қилади. Қисқа туташув тоқларини узиш ва мавжуд қ.т. га улаш энг оғир маъсулиятли операция ҳисобланади.



56-расм. Апероидик ташкил этувчининг нормаланган нисбий миқдори

Юқори кучланишли ўчиргичларга қуйидаги талаблар қўйилади:

исталган катталиқдаги тоқларни ишончли узиш (ўнларча ампердан номинал узиладиган тоқкача);

тез таъсир этиш, яъни узиш вақтининг энг кичик бўлиши;

автоматик қайта улаш учун яроқлилиги, яъни ўчиргичлар узилган заҳоти қайта тез улаш;

110 кВ ва ундан юқори ўчиргичлар учун фаза (қутб) бўйича бошқариш имконияти;

контактларини қараш ва ревизия қилиш қулайлиги;

ёнғин ва портлашга хавфсизлиги;

транспортировка қилиш ва уни ишлатиш қулайлиги.

Юқори кучланишли ўчиргичлар узоқ вақт номинал ток $I_{ном}$ га ва номинал кучланиш $U_{ном}$ га чидаши керак.

ўчиргичлар қуйидаги параметрлар билан характерланади:

1. Номинал узиш тоқи $I_{уз, ном}$ - операцияларнинг берилган вақти ва берилган шартларда тикланаётган кучланишнинг энг катта иш кучланишига тенг бўлган кучланишида, ўчиргичнинг узиш қобилиятига эга бўлган пайтидаги қ.т. нинг энг катта тоқи (таъсир этувчи қиймати). Узилувчи номинал ток контактларининг ажраш вақтидаги даврий ташкил этувчининг таъсир этаётган қиймати билан аниқланади (қ.т. тоқи даврий ва апероидик ташкил этувчилардан иборат).

2. Узиш тоқидаги апероидик токнинг ташкил этувчисининг рухсат этилган нисбий миқдори $\beta_{ном}$ 56-расмдаги эгри чизикдан аниқланади:

$$\beta_{ном} = \frac{I_{а, ном}}{\sqrt{2} I_{уз, ном}}$$

$\beta_{ном}$ нинг нормаланган миқдори контактларнинг ажраш momenti учун қуйидагича аниқланади:

$$\tau = t_{3 \text{ мин}} + t_{c, \text{ в}} = 0,01 + t_{c, \text{ в}}$$

3. Эксплуатацияда ўчиргич мавжуд қ.т. га бир неча марта уланиб кейин узиши мумкин, шу сабабли ўчиргичлар учун аниқ операциялар цикли берилди. Агар ўчиргичлар автоматик қайта улаш (АПВ) учун мўлжалланган бўлса, у ҳолда қуйидаги цикллар таъминланиши керак:

$$O - t_{\delta} - BO - 15 \text{ мин} - O - t_{\delta} - BO;$$

$$O - t_{\delta} - BO - 180 - BO.$$

АПВ сиз ўчиргичлар қуйидаги циклга бардош бериши лозим:

$$O - 180 - BO - 180 - BO,$$

бунда O -узиш операцияси; BO -улаш ва тезда узиш операцияси; 180-секундлардаги вақт оралиғи; t_{δ} - АПВ ли ўчиргичлар учун кафолатланган минимал токсиз пауза вақти (ёй сўнишидан то кейинги улашдаги ток келгунча бўлган вақт). АПВ ли ўчиргичлар учун.

0,4-1,2 с; БАПВ ли ўчиргичлар учун 0,25-0,4 с оралиғида бўлиши керак.

Қ.т. нинг паррон ўтувчи тоқларидаги турғунлик - термик турғунлик тоқи I_T ва паррон ўтувчи ток чегараси $I_{\text{пр.с}}$ - таъсир этувчи қиймати, $I_{\text{пр.с}}$ - амплитуда қиймати билан характерланади, бу тоқларга ўчиргич уланган ҳолатда, кейинги ишлашига халақит қилувчи бузилишларсиз, бардош беради.

4. Номинал улаш тоқи - қ.т. тоқи бўлиб, унда тегишли юритмага эга бўлган ўчиргич контактларни пайвандланмай ва $U_{\text{ном}}$ да бошқа бузилишларсиз ҳамда берилган циклда улаш имкониятига эга бўлади.

Каталогларда шу тоқнинг таъсир этувчи қиймати ва амплитуда қиймати $I_{\text{ул.ном}}$ берилган бўлади.

ўчиргичларни лойиҳалашда қуйидаги шартларга амал қилинади:

$$I_{\text{ул, ном}} \geq I_{\text{уз, ном}}; i_{\text{ул, ном}} \geq 1,8\sqrt{2} I_{\text{уз, ном}}$$

6. Узишнинг ўз вақти $t_{c, \text{ в}}$ - узишга берилган команда вақтидан бошлаб то ёй сўндирувчи контактларнинг ажрашигача бўлган вақт.

Узиш вақти $t_{o, \text{ в}}$ - узишга берилган команда вақтидан бошлаб то ҳамма қутбларда ёй сўнгунча бўлган вақт.

Улаш вақти $t_{\text{в. в}}$ - улашга берилган команда вақтидан бошлаб то занжирда ток пайдо бўлгунча кетган вақт.

6. Номинал узиш тоқидаги тикланувчи кучланиш параметрлари тикланувчи кучланиш тезлиги, нормаланган эгри чизик, амплитудадан ошиб кетувчи ҳамда тикланувчи кучланиш коэффициенти.

Номинал кучланиши 110 кВ ва ундан юкори бўлган ўчиргичлар номинал узиш токидан катта бўлмаган қ.т. токида узоқ бўлмаган (ўчиргич ўрнатилган жойдан 0,5-5 км бўлган) қ.т. ни узиши керак.

Ўй сўндирувчи қурилмали контакт тизим, ток ўтказувчи қисмлар, корпус изоляцион конструкция ва юритма механизми ўчиргич ҳисобланади.

Конструктив хусусияти ва ўй сўндириш усулига қараб қуйидаги ўчиргичлар бўлади: *мойли бакли* (катта ҳажмдаги мойли), *кам мойли* (кичик ҳажмдаги мойли), *ҳаво*, *элегаз*, *электромагнит*, *автогаз*, *вакуумли* ўчиргичлар, нормал режимдаги тоқларни узиш учун мўлжалланган юклама ўчиргичлари махсус гуруҳга киритилади.

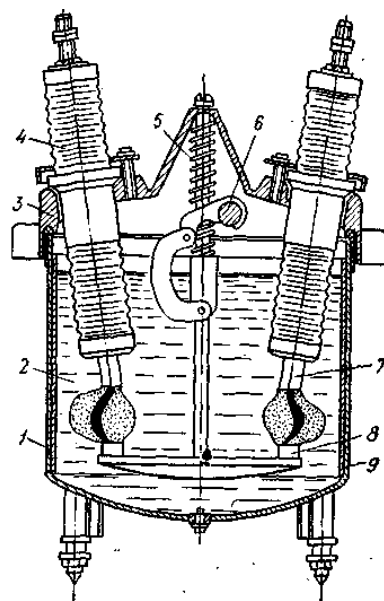
ўчиргичлар ўрнатилишига қараб ёпиқ жойга, очикқа ўрнатиладиган ҳамда комплект тақсимлаш қурилмаларига ўрнатиладиган бўлади. Узишдаги ($t_{с.в}$) тез ишлаш даражасига қараб: ўта тез таъсир этувчи $t_{с.в} = 0,06-0,08$ с; таъсири тезлашган $t_{с.в} = 0,08-0,12$ с; тез таъсир этмайдиган $t_{с.в} = 0,12-0,25$ с ўчиргичларга бўлинади.

Мойли бакли ўчиргичлар

Мойли бакли ўчиргичлардаги мой ёйни сўндириш ва ток ўтказувчи қисмларни изоляциялаш учун хизмат қилади.

10 кВ гача бўлган кучланишларда (35 кВ гача бўлган айрим ўчиргичларнинг турларида) ўчиргич битта бакка эга бўлиб, унда учала фазанинг ҳамма контактлари бўлади, куч-ланиш катта бўлганда ҳар қайси фаза учун ўзининг баки бўлади.

57-расмда ёйни сўндириш учун махсус қурилмага эга бўлмаган бакли ўчиргич схемаси кўрсатилган. ўчиргичнинг пўлат баки 1 болтлар ёрдамида қуйма чўян қопқоқ 3 га маҳкамлаб осиб қўйилган. Қопқоқ орқали ол-тита чинни изолятор 4 ўтган бўлиб, уларнинг ток ўтказувчи стерженларининг учига қўзғалмас контактлар 7 маҳкамланган. Қўзғалувчан контактлар 8 контакт кўприк ёки траверсада туради. Уларга ҳаракат ўчиргич қопқоғи остига жойлашган юритма механизмдан изоляцияланган тортқи ёрдамида берилади. Уланганда траверса кўтарилган бўлади ва контакт кўприк қўзғалмас контактлар орасидаги занжирни туташтиради. Бунда узувчи пружина 5 сиқилган бўлади. ўчиргич уланган ҳолатда юритманинг илмоки ёрдамида ушлаб турилиб, у вал 6 билан боғланган бўлади



57-расм. Мойли-бакли ўчиргичнинг кесими: 1-пўлат бак; 2-мой; 3-қопқоқ; 4-ўтувчи пружина; 5-узувчи пружина; 6-ўчиргич ваги; 7-қўзғалмас контакт; 8-қўзғалувчи контактлар (траверса); 9-бак деворларининг изоляцияси

Автоматик равишда еки қулда узганда илмок бўшайди ва пружина таъсирида траверса пастга тез тушади (ҳаракат тезлиги 1,5-2,7 м/с га етади). Бунда ўчиргичнинг ҳар бир қутбидаги иккала нуқтада занжир узилади. Ҳосил бўлган ёйлар мой 2 ни парчалаб, уни буғлантиради, 70% гача водороди бўлган газ-буғли пуфак ҳосил бўлади. Пуфак ичидаги босим 0,5-1 МПа га етади, бу газларнинг ионсизлаш қобилиятини оширади. Ёй 0,08-0,1 с вақт ўтгач сўнади. Бакнинг деворларида муҳофазаловчи изоляцион қопламлар 9 бор.

57-расмда кўрсатилганидек, ўчиргичнинг бакига мой тўла қуйилмай, балки қопқоқ тагида ҳаво ёстиғи қолдирилади. Бу ёйни сўндириш жараёнида ҳосил бўладиган, юқори босимдан келиб чиқадиган ўчиргич қопқоғига бериладиган кучли зарбий камайтириш учун керак.

Агар мой сатҳи керагидан анча паст бўлса, у ҳолда газлар қопқоқ тагига кучли қизиган ҳолда келади; бу водород билан ҳаво аралашмасининг портлашига олиб келади.

Кўриб чиқилган ўчиргичда ёйни сўндириш учун махсус қурилма бўлмаганлиги учун, унинг узиш қобилияти юқори эмас. Бу конструкциядаги ўчиргичлар 6-10 кВ ли (ВМБ-10, ВМЭ-6, ВМЭ-10, ВС-10) қурилмаларда қўлланилади, бироқ ҳозирги пайтда улар кам мойли ўчиргичлар томонидан сиқиб чиқарилмоқда. 35 кВ ва ундан юқори кучланишли ташқи қурилмалар учун бақли мойли ўчиргичлар конструкциясининг соддалиги сабабли ҳозирги пайтда ҳам етарли даражада кенг қўлланилмоқда. Кўриб чиқилган оддий ўчиргичларга нисбатан улар махсус қурилмалар ўчириш камераларига эга.

Ишлаш принципи бўйича ёй сўндирувчи қурилмаларни уч гуруҳга бўлиш мумкин:

автопуфлагичли, буларда ёй зонасида газнинг катта тезликда ҳаракатланиши ва юқори босим ҳосил бўлишига ёйда ажраладиган энергия сабаб бўлади;

мойни мажбурий пуфлаш йўли билан— буларда ажраш жойига мой махсус гидравлик механизмлар ёрдамида юборилади;

магнит ёрдамида мойда сўндириши, буларда ёй магнит майдон таъсирида тор канал ва тирқишларга йўналтирилади.

Автопуфлагичли ёй сўндирувчи қурилмалар энг самарали ва оддий ҳисобланади. Шунини айтиб ўтиш керакки, автопуфлаш қурилмаси ёйдаги ток қанча катта бўлса, шунча самаралироқ ишлайди. Кичик тоқларни узишда газларнинг босими унча катта бўлмаслиги мумкин, шу сабабли пуфлаш етарли бўлмай, ёйни сўндириш чўзилади. Шунга кўра автопуфлашли баъзи сўндирувчи қурилмалар кичик тоқларнинг сўнишини таъминлайдиган қўшимча мойни мажбурий пуфлаш билан тўлдирилган.

Қаттиқ камералар кўринишидаги ёй сундирувчи қурилмалар, одатда, юқори кучланиш киришининг ток ўтказувчи стерженининг пастки учига маҳкамланади. Айрим ўчиргичларда ёй сўндирувчи камера штанганинг пастки қисмига маҳкамланади. Камерада ўчиргичнинг

номинал кучланишига қараб бир ёки бир нечта узилишлар бўлиши мумкин. Кучланиш қанча юқори бўлса, узилиш шунча кўп талаб этилади. Асосий узилишлар орасидаги кучланишни бир хил тақсимлаш учун уларга параллел шунтловчи қаршиликлар уланади. Асосий узилишларда ёй сўнгандан сўнг, шунтловчи қаршиликлардан ўтаётган ток, одатда, камерадан ташқарида ёрдамчи узилишда сўндирилади.

Ёй сўндирувчи қурилмаларда изоляцияловчи пластинкалар ва чиқиш тешиклари ёрдамида иш каналлари ҳосил қилиниб, улар орқали мой ва газлар ҳаракатланади (пуфлаш). Каналларнинг жойлашувига қараб камералар кўндаланг, бўйлама ва қарама-қарши кўндаланг пуфловчи камераларга бўлинади.

Бакли ўчиргичларда қиздирувчи қурилма ҳам кўзда тутилган бўлиб, у ҳаво ҳароратлари паст бўлганда (-15°C ва ундан паст) уланади. Мойнинг қовушоқлиги ортганда ўчиргичнинг кўзгалувчан қисмларининг сурилиш тезлигини камайтирмаслик мақсадида шундай қилинади.

Бакли ўчиргичларнинг асосий камчилиги, мой ҳажмининг катта бўлишидир. Бакли ўчиргичларнинг улаш вақтини камайтириш учун пневматик ва пневмогидравлик юритмалар қўлланилади.

Бакли ўчиргичларнинг асосий афзалликлари:

Конструкцияси содда, юқори узиш қобилиятига эга; ташқи қурилмалар учун ҳам яроқли; жойлаштирилган ток трансформаторларини ўрнатиш мумкин.

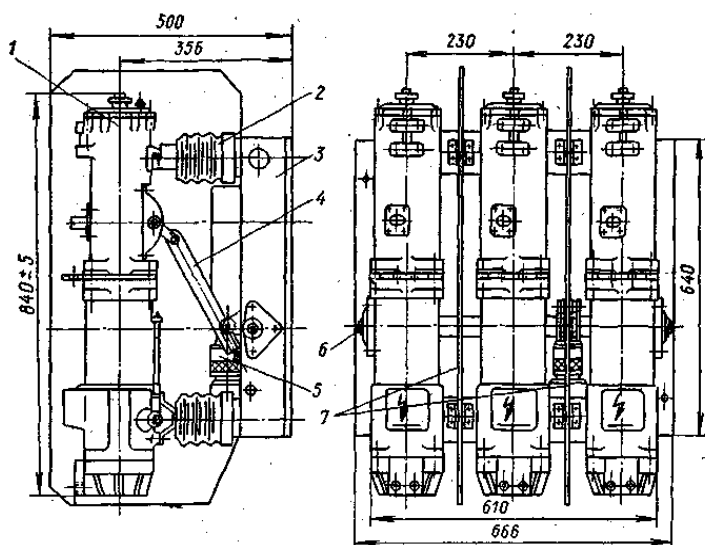
Бакли ўчиргичларнинг камчиликлари:

Портлаш ва ёнғин жиҳатидан хавфли; бакдаги ва киргичлардаги мой ҳолати ва сатҳини даврий назорат қилиб туриш керак; кўп ҳажмда мой талаб этиши сабабли, уни ал-

маштириш учун кўп вақт сарфланади ва катта миқдорда мойни эҳтиёт тутиш керак; хона ичига ўрнатиш мумкин эмас; тез таъсир этувчи АПВ ни ишлатиш мумкин эмас; металл кўп сарфланади, оғирлиги катта, бир ердан иккинчи ерга олиб бориш, монтаж ва созлаш ноқулай.

Кам мойли ўчиргичлар

Кам мойли (тувакчали) ўчиргич ҳамма кучланишдаги ёпиқ ва очик тақсимлаш қурилмаларида кенг қўлланилади. Бу ўчиргичлардаги мой



58-расм. ВМП-10 ўчиргичнинг умумий кўриниши: 1-ўчиргич корпуси; 2-таянч изолятор; 3-пўлат рама; 4-изоляцияли тортқи; 5-мойли буфер; 6-ўчиргич вали; 7-қутблар орасидаги изоляцион тўсиқлар.

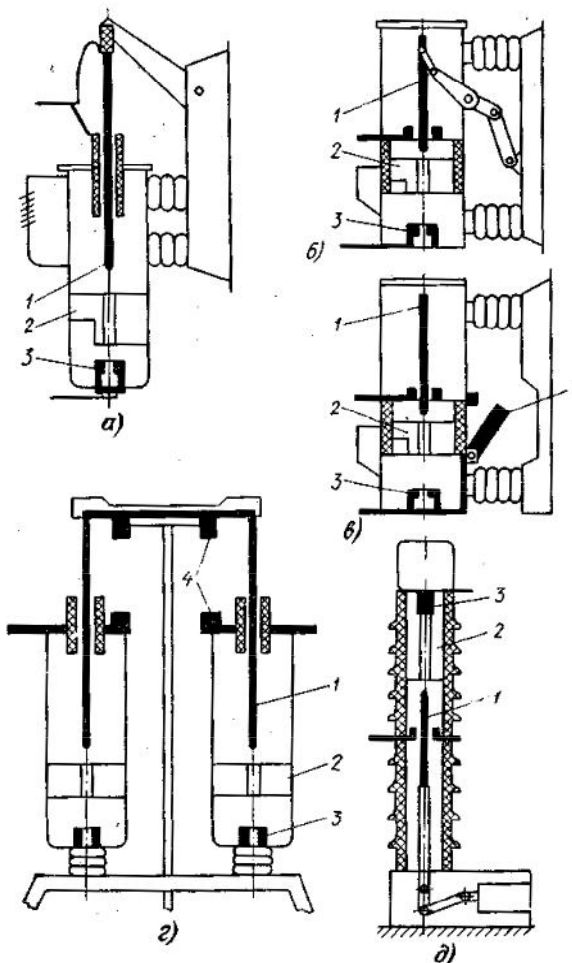
асосан ёйни сўндирувчи сифатида ишлатилиб, фақат ажратилган контактлар орасида қисман изоляция муҳити бўлиб хизмат қилади. Ток ўтказувчи қисмлар бир-биридан ва ерга туташтирилган конструкциялардан чинни ёки бошқа қаттиқ изоляцияловчи материаллар ёрдамида изоляцияланади. Хона ичига ўрнатиш учун ўчиргичларнинг контактлари пўлат бочкада (тувакчада) жойлашади, ўчиргичларнинг «тувакчали» номи ҳам шу ердан келиб чиққан. 35 кВ ва ундан юқори кучланишли кам мойли ўчиргичлар чинни корпусга эга, 6-10 кВ ли осма типдаги ўчиргичлар (58-расм) энг кенг тарқалган. Бу ўчиргичларда учала кутблар учун корпус чинни изоляторларда умумий рамага маҳкамланади. Ҳар бир кутбда контактларнинг битта узилиши ва ёй сўндирувчи камера назарда тутилган.

59-расм, а да кўрсатилган тип бўйича ВМГ-10 ўчиргичлар(тувакчали мойли ўчиргич) ишлаб чиқарилмоқда.

59-расм, б да келтирилган конструктив схема бўйича ВМП сериядаги ўчиргичлар (кам мойли осма ўчиргич) ишлаб чиқарилмоқда. Катта номинал тоқларда бир жуфт контактлар (улар иш ва ёй сўндирувчи вазифасини бажаради) билан кифояланиш қийин, шунинг учун

ўчиргичнинг ташқарисига иш контактлари, металл бак ичига эса ёй сўндирувчи контактлар ўрнатилади (59-расм, б). Узиладиган ток катта бўлганда ҳарбир кутбга иккитадан ёй сўндирув

чи узилиш бўлади (59-расм, г). Шу схема асосида МГГ ва МГ сериядаги 20 кВ ва ундан кичик кучланишли ўчиргичлар ишлаб чиқарилади. Ташқи массив иш контактлари 4 ўчиргични катта номинал тоқларга ҳисоблаш имконини беради (9500 А гача). 35 кВ ва ундан юқори кучланишлардаги ўчиргичларнинг корпуси чиннидан тайёрланади (52-расм, д, ВМК серияси - кам мойли колонкали ўчиргич). 35, 110 кВ ли ўчиргичларда ҳар кутбга битта узилиш бўлиб катта кучланишларда икки ва ундан ортиқ узилиш бўлади.



59-расм. Кам мойли ўчиргичларнинг тузилиш схемалари: 1-қўзғалувчан контакт; 2-ёй сўндирувчи камера; 3-қўзғалмас контакт; 4-иш контактлари.

Кам мойли ўчиргичларнинг афзалликлари қуйидагилар: мой миқдори кўп эмас; оғирлиги нисбатан кичик, бакли ўчиргичларга қараганда ёй ўчирувчи контактларга бориш анча қулай; унификацияланган узелларни ишлатиш билан турли кучланишларга ўчиргичларнинг турли серияларини яратиш имкони бор.

Кам мойли ўчиргичларнинг камчилиги: портлаш ва ёнғин жиҳатдан хавфли (бакли ўчиргичларга қараганда анча кам бўлишига қарамай); тез таъсир этувчи АПВ ни амалга ошириш мумкин эмас; вақт-вақти билан мойни назорат қилиш, камини қуйиб тўлдириш ва ёй сўндирувчи баклардаги мойни нисбатан тез-тез алмаштириш керак, ичкаридаги ток трансформаторларини ўрнатиш қийин, нисбатан узиш қобилияти кичик.

Кам мойли ўчиргичларнинг қўлланилиш соҳалари - 6, 10, 20, 35 ва 110 кВ ли станция ва нимстанцияларнинг ёпиқ тақсимлаш қурилмалари, 6, 10 ва 35 кВ ли комплект тақсимлаш қурилмалари ҳамда 35 ва 110 кВ ли очик тақсимлаш қурилмалари.

Синов саволлари

1. Юқори кучланишли ўчиргичлар деб қандай аппаратлар айтади?
2. Юқори кучланишли ўчиргичларга қандай талаблар қўйилади?
3. Юқори кучланишли ўчиргичлар қайси параметрлар билан характерланади?
4. Мойли бакли ўчиргичларда мой қандай вазифани бажаради?
5. Кам мойли ўчиргични нимага «тувакчали» деб айтади?

Маъруза 15

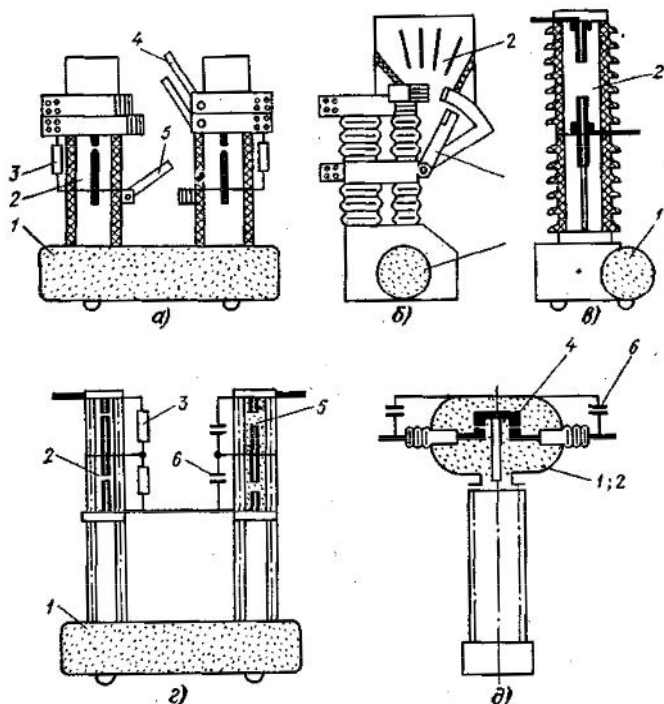
Юқори кучланишли ўчиргичлар (2-машғулот)

Ҳаволи ўчиргичлар

Ҳаволи ўчиргичларда ёй сиқилган ҳаво билан сўндирилади, ток ўтказувчи қисмлар билан ёй сўндирувчи қурилма эса, чинни ёки бошқа қаттиқ изоляцияловчи материаллар билан изоляцияланади.

Ҳаволи ўчиргичларнинг конструктив схемалари турлича бўлиб, уларнинг номинал кучланиши, узилган ҳолатдаги контактлар орасида изоляцион оралик ҳосил қилиш усули, ёй сўндирувчи қурилмага сиқилган ҳавони юбориш усулига боғлиқ. Катта номинал тоқларга мўлжалланган ўчиргичларда(60-расм, а, б) кам мойли МГ ва МГГ ларига ўхшаш бош ва ёй сўндирувчи контур мавжуд. Ўчиргич уланган ҳолатда токнинг асосий қисми очик жойлашган бош контактлар 4 бўйича узади. ўчиргичлар узилганда бош контактлар биринчи бўлиб узилади, бундан сўнг ток камера 2 га жойлашган ёй сўндирувчи контактлардан ўтади. Бу контактларнинг узилиш вақтида камерага идиш (резервуар) 1 дан сиқилган ҳаво берилади, ёйни сўндирувчи кучли пуфлаш ҳосил бўлади.

Пуфлаш бўйлама (60-расм, а) ёки кўндаланг (60-расм, б) бўлиши мумким. Узилган ҳолатда



60-расм. Ҳаволи ўчиргичларининг тузилишсхемалари: 1-сиқилган ҳаволи резервуар; 2-ёй сўндирувчи камера; 3-шунтловчи резистор; 4-бош контактлар; 5-ўчиргич; 6-сиғимли кучланиш бўлгич.

контактлар орасида керакли изоляцион оралик ёй сўндирувчи камерада контактларни керакли ораликка ажратиш йўли билан (60-расм, б) ёки очик жойлашган махсус ажратгич 5 (60-расм, а) билан ҳосил қилинади. Ажратгич 5 узилгандан сўнг камерага сиқилган ҳаво ҳайдаш тўхтатилиб, ёй сўндирувчи контактлар туташади. Бу конструктив схема асосида тайёрланган ўчиргичлар ички қурилмалар учун 15 ва 20 кВ ли кучланиш ва 20000 А гача бўлган тоқлар (ВВГ серияси) га мўлжаллаб ишлаб чиқарилади.

Очик қурилмадаги ўчиргичларда ёй сўндирувчи камера чинни изолятор ичига жойлашиб, 35

кВ ли кучланишга ҳар бир фаза учун битта узилиш бўлиши етарли ҳисобланади (60-расм, е), 110 кВ га эса ҳар фазага иккита узилиш лозим бўлади (60-расм, г). Бу конструкциялар орасидаги фарқ шундаки, 35 кВ ли ўчиргичда изоляцион оралик ёй сўндирувчи камера 2 да ҳосил қилинади, 110 кВ ли ва ундан юқори кучланишли ўчиргичдаларда эса ёй сўндирилгандан кейин ажратгич 5 контактлари узилади ва ажратгич камераси узилган ҳолатдаги бутун вақт ичида сиқилган ҳаво билан тўла бўлади. Бунда сиқилган ҳаво ёй сўндирувчи камерага берилмайди ва ундаги контактлар туташади. Юқорида кўриб чиқилган ҳаво ўчиргичлар контактларнинг пастига ўрнатилган алоҳида сиқилган ҳаво бакига эга. Агарда контакт тизимини ердан изоляция қилинган сиқилган ҳаво камерасига ўрнатилса, ёйни сўниши анча тез бўлади (60-расм, д). Бу ерда ўчиргич ўчганда сиқилган ҳавонинг бакини бажарувчи ёй сўндирувчи камера 2, пуфлаш каналлар орқали ташки муҳид билан боғланган, шунинг учун пуфлаш ҳосил бўлади ва ёй сўнади.

Ҳаволи ўчиргичлар қуйидаги афзалликларга эга: портлаш ва ёнғинга ҳавфсиз; тез таъсир этиши ва тез таъсир этувчи АПВ лар ишлатиш мумкин; узиш қобилияти юқори; линияларнинг сиғим тоқларини ишончли узиш; ёй сўндирувчи контактларнинг кам ейилиши;

ёй сўндирувчи камераларга қўлнинг осонгина етиши; йирик узеллардан сериялар ҳосил қилиш мумкин; ташқи ва ички қурилмалар учун яроқли.

Ҳаволи ўчиргичларнинг камчиликларига қуйидагилар киради: компрессор қурилма талаб этилади; қатор детал ва узелларнинг конструкцияси мураккаб; нисбатан юқори таннархга эга; жойлашувчи ток трансформаторларини ўрнатиш қийин.

д) Электромагнит, вакуум ва синхрон ўчиргичлар

Электромагнит ўчиргичларида ёйни сўндириш учун мой ҳам сиқилган ҳаво ҳам ишлатилмайди, бу уларнинг бошқа типдаги ўчиргичларга нисбатан ката афзаллиги ҳисобланади.

Бу типдаги ўчиргичлар 6-10 кВ ли кучланишга, 3200 А гача номинал тока ва 40 кА гача узиш токига мўлжаллаб ишлаб чиқарилади.

Ўчиргич иш ва ёй сўндирувчи контактларга эга. Узишда аввал иш, сўнгра эса ёй сўндирувчи контактлар ажраб, улар орасида ёй ҳосил бўлади. Контурнинг электродинамик кучи ва поршенли қурилма ҳосил қилган ҳаво оқимининг таъсири остида, ёй олдиндаги ёй сўндирувчи шохга ўтади ва занжирга магнит пуфлаш ғалтагини улайди. Магнит майдон ҳосил бўлиб, у ёй токи билан ўзаро таъсирлашади ва ёй сўндирувчи камера ичида ёйни 30 м/с тезликда ҳаракатлантиради. Камера ёйга чидамли юқори иссиқлик ўтказувчан керамикадан тайёрланган. Юқорига ҳаракатланганда ёй чўзилиб, камеранинг айланма (лабиринт) тирқишларига тушади. Камеранинг деворларига тегиб ёй совийди ва 0,01-0,02 с дан сўнг сўнади.

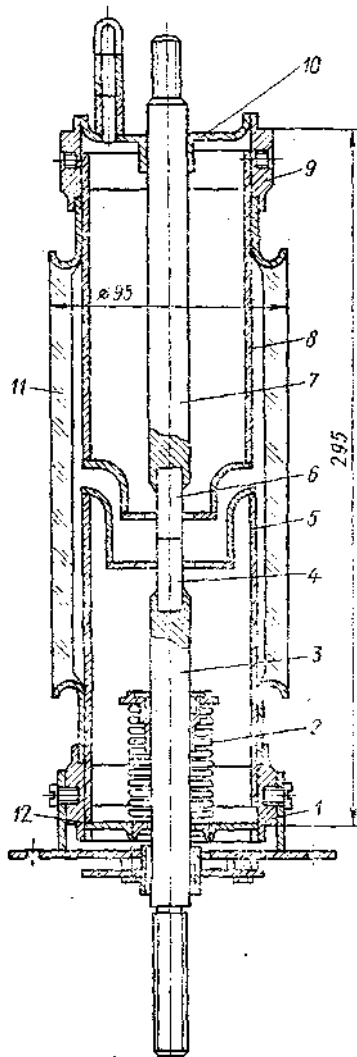
Электромагнит ўчиргичларнинг афзалликлари қуйидагилардан иборат: портлаш ва ёнғинга тўла хавфсиз; ёй сўндирувчи контактларнинг ёйилиши кичик; тез такрорланган улаш ва узиш шароитида ишлаш учун яроқли (ток юкмасини кўп марта узишга синаш шуни кўрсатадики, 100 А токни 1000 марта узгандан сўнг ёй сўндирувчи камера ва контактларга деярли ёйилиш излари сезилмайди ва ревизия ҳамда ремонт қилишни талаб этмайди); нисбатан юқори узиш қобилиятига эга.*Электромагнит ўчиргичларнинг камчиликлари қуйидагилардан иборат:* магнитли пуфлаш тизими бўлган ёй сўндиргич конструкциясининг мураккаблиги; номинал кучланишнинг юқорилиги чегарасининг чекланганлиги (15-20 кВ дан ортиқ эмас); ташқи қурилмалар учун қўлланилиши чекланган.

Вакуумли ўчиргичлар. Маълумки, вакуум ораликнинг электр мустаҳкамлиги атмосфера босимидаги ҳаво оралиғига нисбатан бир неча марта катта. Бу хусусиятдан вакуум ёй сўндирувчи камералар КДВ да (61-расм) фойдаланилади. Контактлар бир-биридан ажраганда уларнинг контакт юзалари тез камаяди, шунинг учун тегиб турган нуқтада ундан ўтаётган ток ҳисобига ҳарорат кескин кўтарилиб, эриган металлдан кўприкча ҳосил бўлади. Бу

кўприкча жуда қисқа вақт ичида қизийди ва буғланади. Металл буғлари муҳиtida ёй ёнади. Кучли вакуум остида зарядланган заррачалар атрофдаги бўшлиққа тез диффузияланади.

Ток нолдан ўтишида ёй сўнади.

Тахминан 10 мкс дан сўнг контактлар орасидаги вакуумнинг мустаҳкамлиги тикланади. Металл буғлари камеранинг шиша корпусини ифлосланишдан сақловчи пўлат экранлар 5 ва 8 га ўтиради. Контактларнинг буғланишини камайтириш учун қийин эрийдиган металлдан тайёрланган контакт учликлар қўлланилади. КДВ-5 камераси (61-расм) цилиндрик шиша корпусга эга бўлиб, унинг ичига юқориги фланец 10 орқали қўзғалмас контакт киради, пастки фланец билан силфон зичлагич орқали эса қўзғалувчан контакт киради. Қўзғалувчан контакт 4 мм гача сўрилади. Камерадан ҳаво юқориги фланецга пайвандланган ниппел орқали чиқарилади. Камерадаги босим 10^{-4} Па. Камеранинг ҳамма қисмларини вакуумли— зич чоклар билан бириктирилади. Узишдаги контактларнинг буғланиши ҳисобига вакуум пасаяди, бироқ контактлар қийин эрувчи металлдан тайёрланса, у ҳолда камера катта узиш микдорларига чидади. 10 кВ кучланишли кўрилаётган камера 600 А ли токни 500 мартадан кўп узади, 200 А ли токни



61-расм. Вакуумли ўчиргичнинг ёй сўндирувчи камераси: 1, 9-пўлат втулкалар; 2-силфон; 3-қўзғалувчан контакт; 4, 6-вольфрам учликлар; 5, 8-металл тўсиқ (экран) лар; 7- қўзғалмас контактлар; 10, 12-пўлат фланецлар; 11-шиша баллон.

эса 30000 мартагача узади. Ток бўлмаганда камера вакуумни бузмасдан 100000 операцияга чидади. Камеранинг энг катта узиш токи 1000 А, синаладиган кучланиши 42 кВ. Узиладиган ток нисбатан кичик бўлганлиги учун вакуум ўчиргичларни қисқа туташув токини узиш учун ишлатиб бўлмайди. Улар сиғим тоklarини узиш учун қўлланилади, (юқори кучланишли юксиз линиялар, конденсаторлар батареялари). Юқори кучланишли ўчиргичлар яратиш учун бир неча ёй сўндирувчи камералар кетма-кет уланади. Узиладиган токни кўпайтириш

учун ҳам магнитли пуфлаш қўлланилиб, у ёйнинг контактлар сирти бўйича тез айланишига олиб келади.

Дунё практикасида юкламанинг вакуум ўчиргичлари 500 кВ ва ундан кичик кучланишли қурилмаларида қўлланилади.

Вакуум ўчиргичларининг камчилиги бўлиб, унча катта бўлмаган тоқларни узиши ва кичик индуктив тоқларни узишда коммутацион ўтақучланиш ҳосил бўлишининг мумкинлиги (бунда камерада ёйнинг ўчиши ток табиий нолдан ўтганида шундай бўлади).

Синхрон ўчиргичлар токни нол орқали бевосита ўтиш олдидадан контактларни узишга асосланган. Юқорида кўрсатилганидек, бу ҳолда ёйни сўндириш анча осонлашади, чунки ёйда ажрайдиган энергия анча камаяди. Бундай ўчиргичларни яратишнинг асосий мураккаблиги жуда аниқ синхронловчи қурилманинг талаб этилишидир, у контактларни ажратиш учун ток нол орқали ўтишидан 0,0001-0,0002 с олдин импульс бериши керак.

Синхрон ўчиргичнинг блок-схемаси 55-расмда кўрсатилган. Синхронловчи қурилма 1 реле муҳофазаси 2 ишга тушганидан сўнг, узиш учун блок 3 га импульс беради. Узувчи импульс ўчиргич 5 нинг кўзгалувчан контакти билан бевосита боғланган юритма 4 га узатилади. Юритманинг бевосита контактлар билан боғлиқлиги контактларнинг тез ажраш имкониятини беради, бироқ, юритмани изоляциялашни талаб этади, чунки у юқори потенциал остида бўлади.

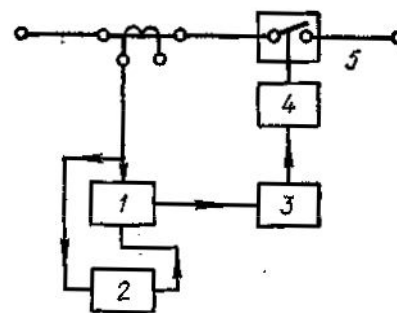
Айрим конструкцияларда контактларнинг тез ажраши порохли патроннинг портлаши билан таъминланади, бошқаларида синхронловчи қурилма вакуумли ўчиргич билан биргаликда қўлланилади.

Токнинг нол орқали биринчи марта ўтишигача занжирни узиш, энерготизимларнинг динамик турғунлигини оширади, чунки қисқа туташув тоқларининг ўтиш вақти кичик бўлиб, тез узиш ҳисобига шикастлаш камаяди. Синхрон ўчиргичи контактларининг ишлаш вақти ортади, чунки улар катта тоқларни узмайди. Бу ўчиргичларнинг узиш қобилияти анча катта бўлиши мумкин.

Дунё амалиётида 500 кВ кучланишгача ва узиш куввати 25000 МВА ли ҳаво синхрон ўчиргичлари мавжуд.

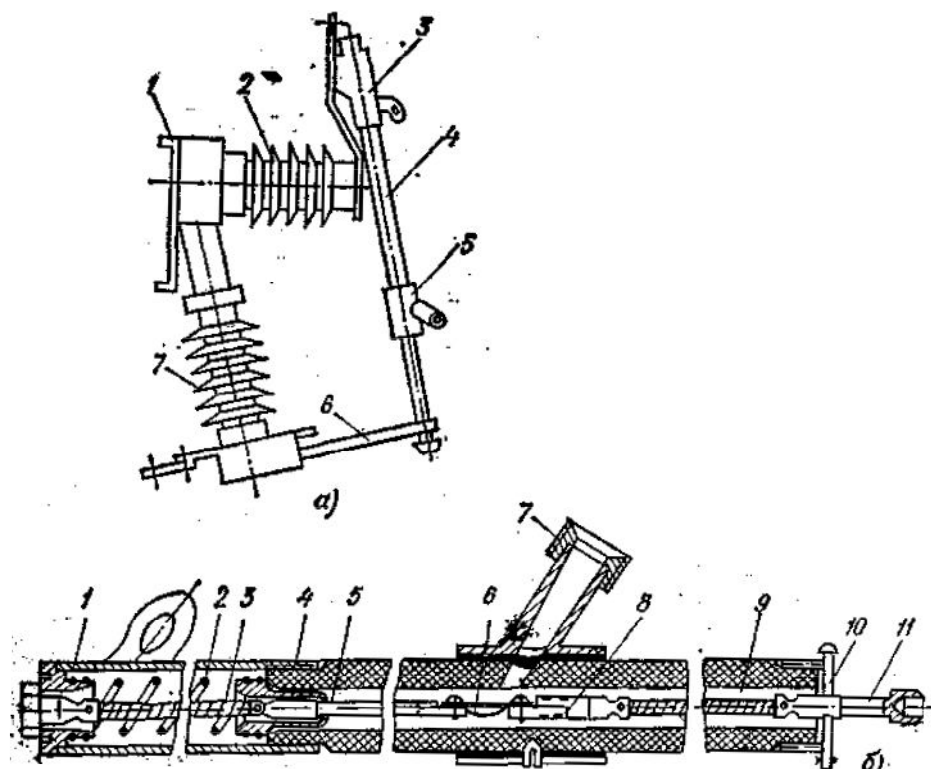
е) Автоматик газ (автогаз) ўчиргичлари

Автогаз ўчиргичларида ёйни сўндириш учун ёй сўндирувчи камеранинг газ ишлаб чиқарувчи қаттиқ материалдан ажраётган газ қўлланилади. Шаҳар ва саноат корхоналарини электр билан таъминлаш тизимларида, органик шишадан тайёрланган вкладиш (қўйилма) га



62-расм. Синхрон ўчиргичининг функционал схемаси.

эга бўлган оддий ёй сўндирувчи камерали 6-10 кВ га мўлжалланган ВН-16, ВН-17 юклама



63-расм. а) УПС-34VI автогазли ўчиргич: а-умумий кўриниши; 1-кавшарланган рама; 2-таянч изолятор; 3-металл труба; 4-газ генерацияловчи винипласт труба; 5-кўндаланг пуфлаш патрубкали корпус; 6-контакт пичоқ; 7-изолятор-турткич; б-«патрон-эрувчан қуйма» кўринишида тайёрланган б) УПС-34VI патрони; 1-металл труба; 2-тортувчи пружина; 3-эластик трос; 4-газ генерацияловчи труба; 5-стержен; 6-эрувчан қуйма; 7-пуфлаш патрубкеси; 8-контакт тизим; 9-эластик ток ўтказувчи боғлама; 10-стапор винт; 11-ёйсимон учлик.

ўчиргичлари кенг қўлланилади. Бироқ бу ўчиргичлар динамик турғунлик токига тенг қ.т. токига уланиши мумкин эмас ва номинал токни нисбатан кам марта узишга йўл қўяди. Уларнинг ўрнига 80 кА ли қ.т. токи (амплитуда миқдори) ни улаш имконига эга бўлган, $\varphi = 0,7$ бўлганда чегара токи 1000 А, кучланиши 6-10 кВ, ток кучи 630 А ли ВНТЭМ-10-630 ўчиргичи ишлаб чиқилган. Бу ўчиргич магнит пуфловчи тирқишли камерага эга. Ток узилганда фибрадан тайёрланган қистирмалар ҳосил қилган тирқишли камерага ёй тортилади. Фибрадан чиқаётган газ

юқори босим ҳосил қилади ва ёй сўнади. Бундай ўчиргич ремонтсиз ва алмаштирилмасдан 500 та ВО операциясини бажаради.

ПСН-35 сақлагичи асосида УПС-35У1 автогаз ўчиргич яратилган. 63-расм, а да кутблардан бирининг умумий кўриниши кўрсатилган. Таянч изолятори 2 ичига контакт тизим ва эрувчан қуйма жойлаштирилган газ генерацияловчи (газ чиқарувчи) трубкали патрон маҳкамланган.

Узиш сигнали берилиши билан пружинали юритма ишга тушиб, учала кутб учун умумий бўлган вал изолятор - турткилар 50-60 мм пастга суради. Бунда куч пичоқ 6 орқали патрон 9 нинг ток ўтказувчи боғлам-лари ва контакт тизим 8 га узатилади (63-расм, б). Қонтакт тизим енгил алюминий парчин мих (заклёпка) ларга эга, булар контактларни ёқилган ҳолатда ушлаб туради. Пичоқ 6 ҳаракатидан ҳосил бўлган куч парчин михларни

киркиш учун етарли. Эластик боғламлар озод бўлади ҳамда пичоклар 6 таянчга тақалгунча бурилади ва бу билан боғламларни ташқарига чиқаради. Ҳосил бўладиган электр ёй бўйлама-кўндаланг газли пуфлаш билан сўндирилади.

Эрувчан қўйма эриганда ўчиргич ПСН сақлагич сингари ишлайди. ўчиргични ишга тушириш учун эрувчан қўйма ва контакт тизимни алмаштириш зарур. Кўриб ўтилган ўчиргич қуввати 6300 кВА ва ундан кичик бўлган 35/6-10 трансформаторли КТҚнинг очик қисмига ўрнатиш учун қўлланилади. У 50-130 А номинал токка ҳисобланган, узиш токи 1,6-2 кА.

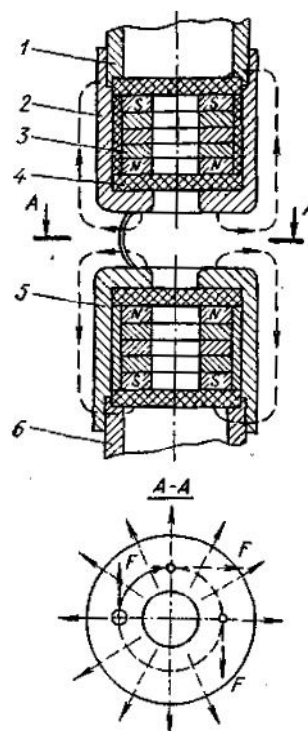
ж) Элегазли ўчиргичлар

Элегаз (SF_6) юқори ёй сўндириш хос-саларига эга бўлиб, улар юқори кучланишли турли аппаратларда қўлланилади.

Элегазли юклама ўчиргичлари конструкциясй бўйича кўпроқ ўчиргични эслатади. Бироқ, уларда токни муваффақиятли узиш учун ёйни элегазда айлантурувчи қурилма кўзда тутилган (64-расм).

Кўзгалувчан ва кўзғалмас контактларга ферритдан тайёрланган ўз-гармас магнитлар ўрнатилган, бу-лар қарама-қарши йўналган магнит майдони ҳосил қилади. Контактлар узилганда ёй ҳосил бўлиб, ўнинг токи радиал магнит майдон билан ўзаро таъсирлашади ва натижада ёйни айлана электродлар бўйича ҳаракатлантурувчи F куч ҳосил бўлади. Ёйнинг элегазда айланиши унинг тез сўнишига ёрдам беради. Узиладиган ток қанча катта бўлса, ёйнинг айланиш тезлиги ҳам шунча катта бўлади, бу контактларни куйишдан сақлайди. Баён этилган конструкциянинг контакт тизими элегаз билан тўлдирилиб, герметик ёпилган чинни корпус ичига жойланади. Камера ичидаги босим 0,3 МПа. Мумкин бўлган силқишлар содир бўлганда сиқилган элегаз баллонидан тўлдириб турилади.

Элегазли ўчиргичларнинг ўз афзаллиги бўлиб, ёнғин ва портлашга хавфсизлиги, тез ишга тушиши ҳамда узиш қобилиятининг юқорилиги ҳисобланади. Элегазли ўчиргичлар ва бошқа аппаратлар катта истиқболга эга.



64-расм. Элегазли юклама ўчиргичининг контакт тизими: 1-кўзғалмас контактнинг трубасимон ток ўтказувчиси; 2-кўзғалмас контакт корпуси; 3-доимий магнитлар; 4-ёй таъсирига чидамли изоляцион шайба; 5-кўзғалмас контакт корпуси; 6- кўзгалувчан контактнинг трубасимон ток ўтказувчиси.

Синов саволлари

1. Ҳаволи ўчиргичларнинг тузилиши нимага боғлиқ?
2. Электромагнит ўчиргичлар нечта контактларга эга?
3. Вакум ўчиргичларда контактлари қандай бажарилади?
4. Синхрон ўчиргичларда контактлар нимага асосланиб узилади?

Маъруза 17

Юқори кучланили ажраткичлар, узгичлар ва қисқа туташтиргичлар

Ажраткичлар бу контактли коммутацион аппарат бўлиб, у токсиз ва кичик токли электр занжирларни улаш ёки узиш учун хизмат қилади. Ажраткич хавфсизликни таъминлаш мақсадида узилган ҳолатда контактлари орасида изоляция оралиғига эга бўлади.

Ремонт ишлари пайтида ремонт учун чиқарилган аппаратнинг ток ўтказувчиси ва кучланиш остида қолган ток ўтказувчи қисмлар орасидаги ажраткич томонидан кўринадиган узилиш ҳосил қилинади.

Ажраткичлар ёрдамида юклама тоқларини узиш мумкин эмас, чунки ажраткичларнинг контакт тизими ёй сўндирувчи қурилмага эга эмас, шунинг учун юкклама тоқларини нотўғри узиш ҳолларида турғун ёй ҳосил бўлиб, бу ҳол фазалараро қ.т. га ва ишлаётган шахснинг бахтсиз ҳодисага учрашига олиб келиши мумкин. Ажраткични ишлатишдан олдин занжир ўчиргич ёрдамида узилган бўлиши керак.

Бироқ электроқурилмаларнинг схемаларини соддалаштириш учун қуйидаги операцияларни бажаришда ажраткичларни ишлатиш рухсат этилади:

электр тармоғида ерга туташтириш бўлмаса, трансформаторларнинг нейтрал ва ёй сўндирувчи ғалтакларини узиш ва улаш;

шиналарнинг заряд тоқини ва ҳамма кучланишлардаги асбоб-ускуналарни (конденсаторларнинг батареяларидан ташқари) узиш ва улаш;

10 кВ ва ундан кичик кучланишдаги 15А гача бўлган юклама тоқини очиқ жойга ўрнатилган уч кутбли ажраткич билан узиш ва улаш;

агар ажраткич паст омли параллел занжир (шина улагич ёки айланиб ўтувчи ўчиргич билан) билан ишончли шунтланган бўлса, у билан операцияларни бажаришга рухсат этилади;

ажраткич ва узгичлар ёрдамида куч трансформаторларининг кичик магнитловчи тоқини ҳамда ҳаво ва кабел линияларининг зарядловчи тоқини узиш ва улаш мумкин.

Ажраткич узадиган ток унинг конструкцияси (пичоқларининг горизонтал, вертикал жойлашуви) га, кутблари орасидаги оралиққа, қурилманинг номинал кучланишига боғлиқ

бўлганлиги учун, бундай операцияларга инструкция ва директив кўрсатмалар орқали рухсат берилади.

Агар занжирда ажраткич ва узгич бўлса, у ҳолда магнитловчи ток ва заряд тоқларини узиш ва улашда, шу операцияларни тез бажарадиган пружинали юритмага эга бўлган узгичдан фойдаланиш лозим.

Ажраткичлар электроқурилмаларнинг схемаларида муҳим аҳамиятга эга, уларнинг ишончли ишлашига қараб бутун электроқурилма ҳам ишончли ишлайди, шу сабабли уларга қуйидаги талаблар қўйилади:

ҳавода кўринадиган узилиш ҳосил қилиши, бу ҳолнинг электр мустаҳкамлиги максимал импульс кучланишига мос келиши керак;

қ.т. тоқлари оқиб ўтганида электродинамик ва термик турғун бўлиши;

ўз-ўзидан узилиб (ўчиб) қолмаслиги

энг ноқулай иш шароитларида (музлаш, қор, шамол ва шу кабилар) аниқ узиш ва улаш имконини бериши лозим.

Ажраткичлар қутбларининг сонига қараб бир ва учқутбли, қурилма турига қараб - ички ва ташқи қурилмалар учун, конструкцияси бўйича - кесувчи, айланма, ғилдировчи ва осма типларда бўлади. Ўрнатилиш усулига қараб пичоқлар вертикал ва горизонтал жойлашган ажраткичларга бўлинади.

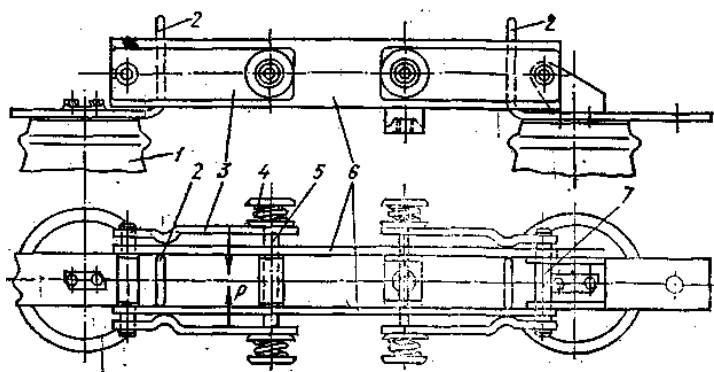
б) Ички қурилмалар учун ажраткичлар

Ички қурилмалар учун бир қутбли (РВО) ёки учқутбли (РВ, РВК, РВРЗ ва шу каби) ажраткичлар қўлланилади. Уч қутбли ажраткичлар умумий рамада ёки ҳар бир қутб учун алоҳида рамада тайёрланиши мумкин. Ҳар бир қутб ажраткичнинг юритмаси билан уланган умумий вал орқали бирлаштирилади. 1000 А гача бўлган тоқларга ажраткичнинг пичоғи иккита мис полосадан, катта тоқлар учун пичоқ уч-тўрт полосадан тайёрланади. Шина конструкцияларидаги каби, катта тоқларда материалдан яхши фойдаланиш учун, қўзғалмас контактлар қутисимон кесимда, ажраткич пичоғи, эса тоғора шаклда тайёрланиши керак.

Кесувчи типдаги ажраткичларда пичоқ қўзғалмас контактлардан бирининг атрофида айланади, пичоққа ҳаракат чинни тортқи орқали валдан узатилади.

Контактлардаги керакли босим пружиналар орқали ҳосил қилинади. Кесувчи типдаги ажраткичларнинг контакт тизимининг тузилишини кўриб чиқамиз (65-расм). Изолятор 1 да тўғри бурчак остида букилган мис шина маҳкамланган бўлиб, у қўзғалмас контакт 2 ҳисобланади. Контакт 2 нинг ён томонлари цилиндрик сирт кўринишида ишланган, шунинг учун пичоқ 6 пластиналари билан чизикли контакт ҳосил қилади. Стержен 5 га ўрнатилган пружиналар 4 пўлат пластиналар 3 ни босади, пластиналар чиққан жойлари билан пичоқларни қўзғалмас контактга сиқади. Контактда босим қанча катта бўлса, ўтиш

қаршилиги шунга кичик бўлади, лекин узишлар ва улашлардаги ишқаланиш ҳисобига кон-



65-расм. Қирқувчи типдаги ажратгичларнинг контакт тизими

тактлар ейилиши катта ва ажраткични операциялардаги ҳаракатлантириш учун қўйиладиган куч шунча катта бўлади.

Қ.т. тоқларининг ўтиши пайтида тоқнинг пичоқ пластиналаридан контактларга ўтиш жойларида электродинамик кучлар ҳосил бўлади, улар контактдан пичоқларни итаришга ҳаракат қилади. Бошқа томондан,

пичоқ пластиналари бир томонга йўналган тоқларнинг ўзаро таъсири сабабли бир-бирига тортилади. Қ.т. тоқлари катта бўлганда итариш кучлари пластиналар пичоқларининг тортиш кучидан катта бўлиши мумкин, бу пластиналар пичоқларини контактдан отилиб чиқишига, ёйнинг пайдо бўлишига, яъни аварияга олиб келади. Бунинг олдини олиш учун, ажраткичларда магнит кулф қурилмаси кўзда тутилади. У пичоқ ташқарисига жойлашган иккита пўлат пластиналар 3 дан иборат бўлиб, биринчидан, пружиналар босимини узатиш учун хизмат қилса, иккинчидан, қ.т. тоқларидан магнитланиб бир-бирига тортилади ва контактда қўшимча босим ҳосил қилади. Иккинчи изолятёрдаги ажраткичнинг контакт тизими ҳам шундай конструкцияга эга, фақат контактлар сирпанувчи, шарнирли, лекин ажралмайдиган бўлади, чунки пичоқ ўқ 7 атрофида айланади.

Ерга туташтирувчи пичоқлар бўлса, улар шарнирли ёки ажровчи контактлар томонида ёки иккала томонда жойлашиши мумкин. Уч қутбли қурилмаларда, улар умумий мис шиналар билан қисқа туташтирилади.

Ерга туташтирувчи пичоқлар, бош пичоқлар уланган ҳолатда, уларни уланишига йўл қўймайдиган механик блокировкага эга. Ерга туташтирувчи пичоқларни бошқариш учун, дастадан валга ҳаракат берувчи ричаглар (ПР) тизимидан ёки червякли юритмадан (ПЧ) ташкил топган оддий қўл юритмасидан фойдаланилади. Бош пичоқларни улаш ёки узиш бу операцияларни масофадан амалга ошириш имконини берадиган электр двигател юритмаси (ПДВ) томонидан амалга оширилади.

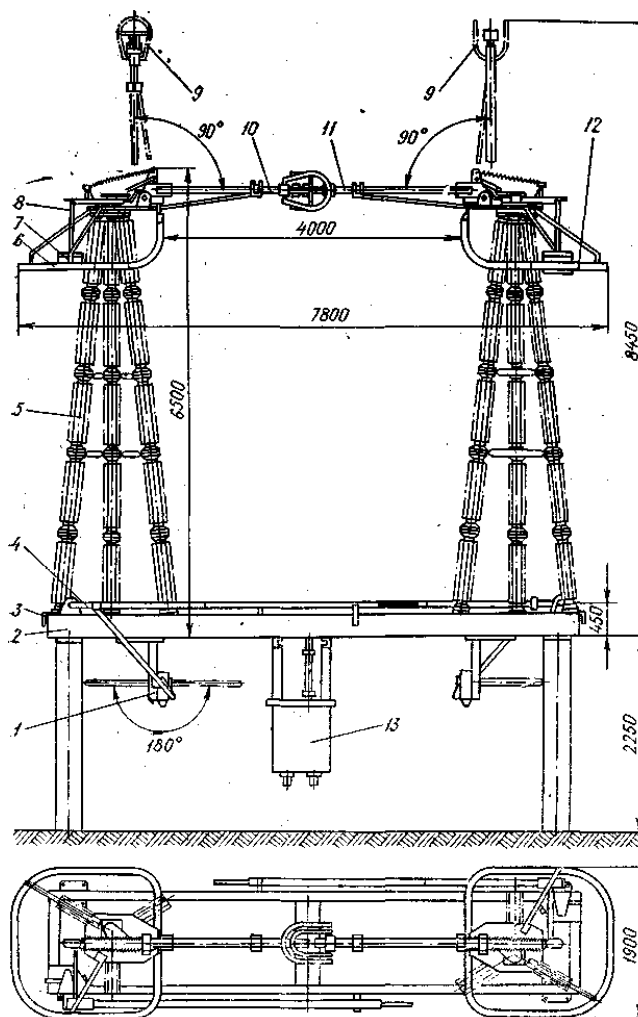
Ўз-ўзидан узилиши ёки уланишни йўқотиш учун юритманинг ричаглар тизими ёрдамида ажраткич уланган ёки узилган ҳолатда ишончли тутиб турилади.

Комплект экранланган тоқ ўтказувчи қурилмалар учун пичоғи илгарилама ҳаракат қиладиган айланувчи типдаги ажраткичлар; червякли юритма билан бошқариладиган қирқувчи типдаги; 3Р типдаги ерга туташтирувчи ажраткичлар қўлланилади.

в) Ташқи қурилма учун ажраткичлар

Очиқ таксимлаш қурилмаларига ўрнатиладиган ажраткичлар тегишли изоляцияга эга бўлиши ва ўз вазифасини атроф-мухит шароитлари ноқулай бўлганда ҳам ишончли бажаришлари шарт.

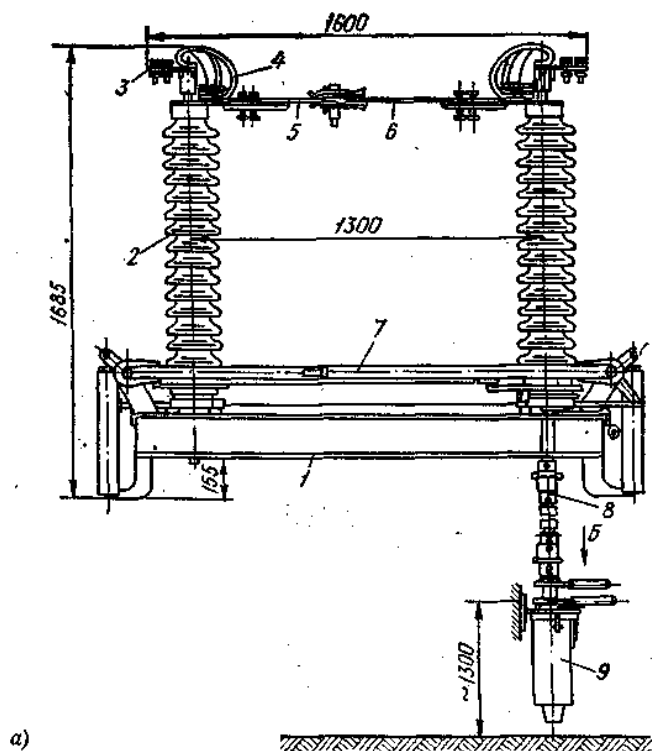
Ўз вақтида кесувчи типдаги ажраткичлар кенг қўлланилар эди. Уларнинг камчилиги бўлиб пичокни узган ҳолатидаги габаритининг катталиги ҳисобланади. Масалан, РОН (3)-500/2000 ажраткичнинг пичоғи кўтарилганда баландлиги 9,8 м га етади. Пичокни кўтаришда сарфланадиган кучни камайтириш учун, шунингдек, баландлиги бўйича габаритларини кичрайтириш учун ажраткичнинг пичоғи икки қисмдан иборат қилиб ясалади. Иккита ярим пичоклари вертикал ҳаракатланадиган шундай (РНВ-500) ажраткич 66-расмда кўрсатилган. Унинг узилган ҳолатдаги баландлиги 8,45 м. Ажраткич иккита ерга туташтирувчи пичокқа эга бўлиб, бош пичоклар юритмаси - электр двигателли (ПДН), ерга туташтирувчи пичоклар қўлда ҳаракатлантирилади.



66-расм. Вертикал-айланувчи РНВ-500 типдаги ташқи қурилма учун ажраткич: 1-ерга туташтирувчи пичокларнинг юритиш механизми; 2-рама; 3-ерга туташтирувчи шина; 4-ерга туташтириш пичоғи; 5-изоляция; 6,9,12-экранлар (тўсиклар); 7-контакт; 8-бириктирувчи шина; 10-ламельли бош пичок; 11-куракчали бош пичок; 12-ПДН юритмаси.

Горизонтал бурилма типдаги ажраткичлар 10-750 кВ кучланишга мўлжаллаб ишлаб чиқарилади. Бу ажраткичларнинг кенг қўлланилишига сабаб, улар габаритининг анча кичиклиги ва бошқариш механизмнинг соддалигидир. Бу ажраткичларда бош пичок РНВ ажраткичларга ўхшаш икки қисмдан иборат, бироқ улар изоляторлар колонкаларига ўрнатиладиган бўлса, колонкалар бурилганда горизонтал текисликда ҳаракатланади (67-расм). Қутблардан бири етакловчи бўлиб, унга юритма уланган. Бошқа иккита қутблар (етакланувчи) га

тортқичлар орқали ҳаракат берилади. Ажраткичлар бир ёки иккита ерга туташтирувчи пичокқа эга бўлиши мумкин. Ажраткичнинг контакт қисми, пичоклардан бирининг учига



67-расм. Горизонтал-айланувчи РНД 3-2-110/2000 типидagi ажраткич: а-ажраткич уланган ҳолатда; 1-рама; 2-таянч изолятор; 3-шинадаги уловчи учлик; 4-эластик боғлама; 5-ламелли бош пичок; 7-ерга туташтирувчи пичоклар; 8-юритмага келадиган тортки; 9-юритма; б-110 кВ ли ОРУ га ўрнатилган ажраткичнинг узилган ҳолати.

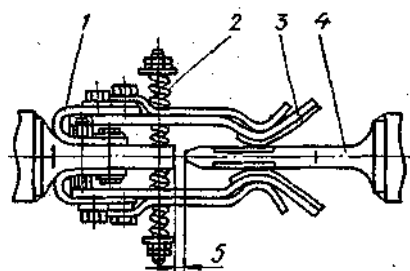
берилиб, юритма кинематикаси мураккаблашар эди.

Кенг қўлланилган РЛНД типидagi горизонтал бурилма ажраткичлар ҳозирги пайтда конструкцияси такомиллашган РНД ва РНД (3) (икки колонкали ерга туташтирувчи пичоклари бўлган, ташки қурилма учун мўлжалланган ажраткичлар) билан алмаштирилмоқда. 330-750 кВ ли ажраткичларда контактларни тўсиб турувчи муздан сақловчи қоплама бор.

Ажраткичнинг юритмаси ҳам узилган, ҳам уланган ҳолатда ишончли қулфланувчи тросли электр лебедкадан иборат. Юритма ажраткичнинг ўз-ўзидан уланиб қолишидан сақловчи тормозга эга.

маҳкамланган ламеллар ва бошқа пичокнинг охиридаги контакт сиртдан иборат. Уланганда пичок ламеллар орасига киради. Контактда босим пружиналар орқали ҳосил қилинади. Шунга ўхшаш конструкцияли ажралувчи контакт (РНВ-500 ажраткичи учун) 61-расмда кўрсатилган.

Горизонтал бурилма ажраткичларда пичок узилгандан сўнг у икки қисмга «сингандек» бўлади, шунинг учун контактлар музланган ҳолларда юритманинг иши анча осонлашади. Кесувчи типидagi ажраткичларда муз қатламини бузиш учун пичокқа илгарилама-айланма ҳаракат



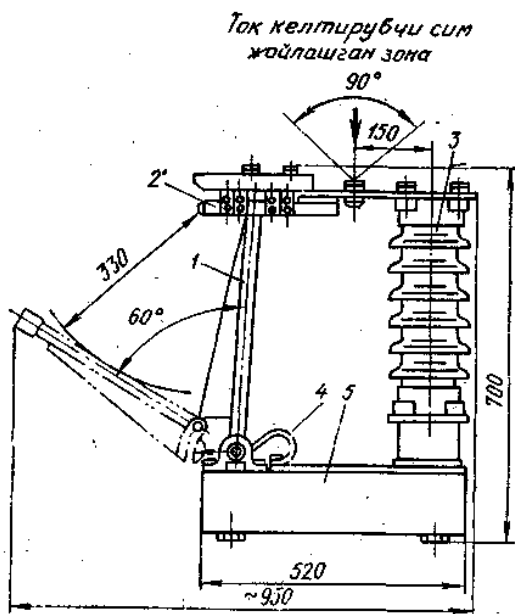
68-расм. Ажраткичнинг ажровчи контакти: 1-эластик боғлама; 2-пружина; 3-ламелль; 4-куракча.

Қисқа туташтиргичлар ва узгичлар

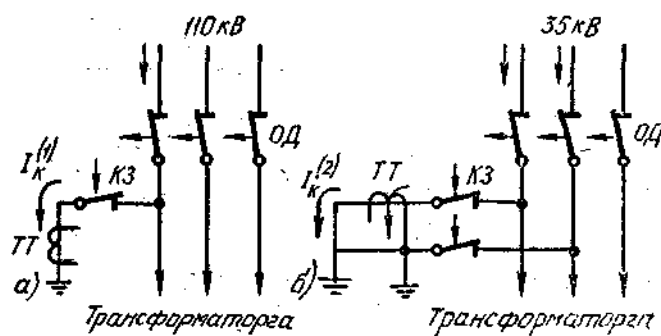
Қисқа туташтиргич - бу коммутацион аппарат бўлиб, электр занжирда сунъий қ.т. ни ҳосил қилиш учун хизмат қилади.

Қисқа туташтиргичлар таъминловчи линиянинг релели ҳимояси таъсирида сунъий қ.т. ҳосил қилингандан сўнг шикастланган трансформаторни узиш учун нимстанцияларнинг соддалаштирилган схемалари қўлланилади.

35 кВ ли қурилмаларда қисқа туташтиргичнинг икки қутби қўлланилиб, улар ишга тушганда сунъий равишда икки фазали қ.т. ҳосил бўлади. Нейтрали ерга туташтирилган қурилма (110 кВ ва ундан юқори) қисқа туташтиргичнинг бир қутби қўлланилади (69-расм). КЗ-35 типли қисқа туташтиргичнинг конструкцияси 70-расмда кўрсатилган. Қисқа туташтиргичлар юритмаси, кучланиш остида бўлган қўзғалмас контактга ерга туташтирилган пичоқнинг уланишини таъминлайдиган пружинага эга. Юритманинг ишлаши учун реле муҳофазасидан импульс берилади. Узиш қўлда бажарилади. Қисқа туташтиргични улашда ёй ҳосил бўлишини ва аппаратнинг бузилишининг олдини олиш учун, пичоқнинг катта тезликда ҳаракатланишини таъминлаш керак.



70-расм. КЗ-35 қисқа туташтиргичи: 1-пичоқ; 2-қўзғалмас контакт; 3-изолятор; 4-ерга туташтириш шинаси; 5-рама



69-расм. Узгич ва қисқа туташтиргичларнинг уланиш схемалари: а-110 кВ ва ундан юқори қурилмаларда; б-35 кВ ли қурилмаларда.

Ҳозирги конструкцияларда қисқа туташтиргични улаш вақти 0,4-0,5 с ни ташкил этади. Улашни тезлатиш учун пичоққа ҳаракатнинг порохли заряднинг портлаш кучини берадиган конструкцияли қисқа туташтиргичлар ҳам мавжуд.

Узгич ташқи кўриниши жиҳатидан ажраткичдан фарқ қилмайди, лекин унда узиш учун пружинали юритмаси бор. Узгични улаш қўлда бажарилади. Узгичлар, ажраткичлар сингари, бир ёки икки томондан ерга туташтирувчи пичоқларга эга бўлиши мумкин. Мавжуд ОД конструкцияларнинг камчилиги бўлиб, уларни узиш вақтининг жуда катталиги ҳисобланади (0,5-1 с).

Узгичлар токсизланган занжирни ёки трансформаторнинг магнитловчи токини узиши мумкин, бироқ қисқа туташтиргичнинг ишга тушишидан ҳосил бўлган қ.т. токини узгичлар узиши мумкин эмас, шу сабабли ОД ва КЗ бошқариш схемаларида блокировка мавжуд бўлиб, у қисқа туташтиргич занжири (61-расм) га ўрнатилган ток трансформатори ТТ орқали ток ўтганда узгични узишига имкон бермайди.

Очиқ конструкцияли узгич ва қисқа туташтиргичлар ноқулай об-ҳаво шароитларида (совуқ, музлаш) етарли даражада ишончли ишламади. Эксплуатация вақтида ишламай қолган ҳоллари ҳам кузатилади. Бу конструкциялар ўрнига элегаз билан тўлдирилган ёпик камерада жойлашган контакт тизимли узгич ва қисқа таштиргичлар ишлаб чиқарилган.

Ўз-ўзини синов саволлари

1. Юқори кучланили ажраткичларни вазифаси.
2. Ички қурилмалар учун ажраткичлар конструкцияси.
3. Ташқи қурилма учун ажраткичлар конструкцияси.
4. Узгичлар ва қисқа туташтиргичларни вазифаси.

Маъруза 18

Ўлчов ток трансформаторлари

Ток трансформатори бирламчи токнинг катталигини ўлчов приборлари ва реле учун энг қулай катталиқкача камайтириш, шунингдек, ўлчов занжирларини бирламчи юқори кучланиш занжирларидан ажратиш ва ҳимоя қилиш учун хизмат килади.

Ток трансформатори ёпик магнит ўтказгич 2 (71-расм) ҳамда иккита бирламчи 1 ва иккиламчи 3 чулғамларга эга.

Бирламчи чулғам ўлчанаётган ток I_1 занжирига кетма-кет уланади, иккиламчи чулғамга I_2 ток ўтадиган ўлчов приборлари уланади.

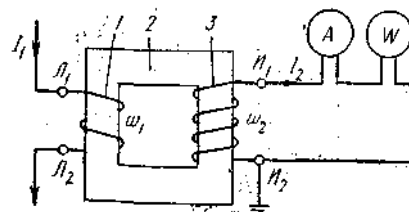
Ток трансформатори номинал трансформация коэффиенти билан характерланади:

$$K_1 = \frac{I_{1ном}}{I_{2ном}},$$

бунда $I_{1ном}$ - бирламчи номинал ток, $I_{2ном}$ - иккиламчи номинал ток.

Ток трансформаторларининг иккиламчи номинал токи қиймати 5 ва 1 А деб қабул қилинган.

Ток трансформаторининг трансформация коэффиенти қатъий ўзгармас миқдор бўлмай, балки магнитловчи токнинг мавжудлигидан ке-



71-расм. Ток трансформаторининг уланиш схемаси

либ чиқадиган хатолик сабабли номинал миқдордан фарқ қилиши мумкин. Трансформаторнинг токни трансформациялаш хатосининг қиймати қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$\Delta I\% = \frac{K_1 I_2 - I_1}{I_1} 100.$$

Ток трансформаторининг хатоси унинг конструктив хусусиятлари; магнит ўтказгич кесими, магнит ўтказгич материалнинг магнит сингдирувчанлиги, магнит йўлининг ўртача узунлиги, $I_1 w_1$ миқдорга боғлиқ. Ток трансформаторлари уларга қандай талаб қўйилишига қараб 0,2; 0,5; 1; 3; 10 класс аниқликларида ишлаб чиқарилади. Кўрсатилган рақамлар бирламчи чулғам 100—120% ток билан юкланилганда (олдинги учта класс учун) ва 50—120% ток билан юкланилганда (охирги иккита класс учун) номинал токка нисбатан процентда ифодаланган ток трансформаторининг хатосини ифодалайди. 0,2; 0,5 ва 1 классдаги ток трансформаторлари учун ҳам бурчак хатоси нормаланади.

Ток трансформаторининг хатоси иккиламчи юклама (приборлари, ўтказгич, контактларнинг қаршиликлари) ва бирламчи токнинг номинал токка қарралигига боғлиқ. Нагрузка билан ток қарралигининг ортиши хатонинг ортишига олиб келади.

Номинал токдан анча кичик бўлган бирламчи тоқларда ҳам ток трансформаторининг хатоси ортади.

0,2 классдаги ток трансформаторлари аниқ лаборатория приборларини улашда, 0,5 классдагилари эса - пул ҳисоблайдиган счётчикларда; 1 классдагилари - ҳамма техник ўлчов приборлари учун; 3 ва 10 классдагилари реле муҳофазаси учун ишлатилади.

Кўриб чиқилган класслардан ташқари, яна иккиламчи чулғамлари D (дифференциал муҳофаза учун), З (ерга улаб муҳофаза қилиш учун), Р (бошқа реле муҳофазалари учун) типдаги ток трансформаторлари ишлаб чиқарилади.

Ўлчов приборлари ва реленинг ток занжирлари кичик қаршиликка эга бўлганлиги учўн, ток трансформатори қ. т. режимига яқин режимда нормал ишлайди. Агар иккиламчи чулғам узилса, магнит ўтказгичдаги магнит оқим кескин ортади, чунки унинг катталиги энди бирламчи чулғамнинг магнит юритувчи кучи (м.ю.к.) билан аниқланади. Бу режимда магнит ўтказгич ҳаддан ташқари юқори температурагача қизийди, узилган иккиламчи чулғамда эса, айрим ҳолларда, бир неча ўн киловольтларга етадиган юқори кучланиш ҳосил бўлади.

Айтиб ўтилган ходиса сабабли бирламчи чулғамдан ток ўтаётганда ток трансформаторининг иккиламчи чулғамини узишга рухсат этилмайди. Ўлчов прибори ёки релени ўзгартириш зарурати туғилса, ток трансформаторининг иккиламчи чулғами аввал қисқа туташтирилади (ёки реле, приборнинг чулғами шунтланади).

Ток трансформаторларининг тузилиши

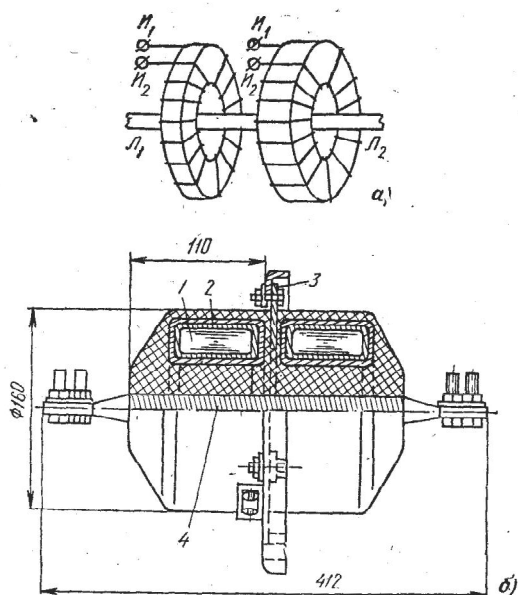
35 кВ ли ички курилмалар учун ток трансформаторлари қуйма эпоксид изоляцияга эга.

Бирламчи чулғам турига кўра ғалтакли (3 кВ ва ундан кичик кучланишлар учун), бир ўрамли (72-расм) ва кўп ўрамли трансформаторлар бўлади.

Бир ўрамли трансформаторлар 600 А ва ундан юқори бирламчи токка мўлжаллаб тайёрланади; кичик тоқларда бирламчи чулғамининг магнит юругувчи кучи $I_1 w_1$ талаб этилаи-ган класс аниқлигида ишлаш учун етарли бўлмайди.

600 А дан кичик тоқларда ТПЛ типдаги кўп ўрамли трансфорлар қўлланилиб, улар-нинг бирламчи чулғами сони керакли магнит юритувчи кучга қараб, аниқланадиган бир неча ўрамлардан иборат.

Катта номинал бирламчи тоқлар учун бирламчи чулғам вазифасини трансформатор ичидан



72- расм. ТПОЛ-10 ток трансформатори: а - чулғамли магнит ўтказгичларнинг жойлашуви; б - тузилиши; 1 - магнит ўтказгич; 2 - иккиламчи чулғам; 3 - маҳкамлови халка; 4 - бирламчи чулғам стержени.

чиқарилади. Мой билан тўлдирилган ичи бўш чинни изоляторларда трансформаторнинг магнит ўтказгичи билан чулғамлари жойлаштирилган.

ТФН трансформаторлари 0,5 класс чулғамли битта магнит ўтказгич реле муҳофазаси учун мўлжалланган чулғамли икки учта магнит ўтказгичга эга. Кучланиш қанча юқори бўлса, бирламчи чулғамни изоляциялаш шунча қийин, шунинг учун 330 кВ ва ундан юқори кучланишларга каскад типдаги ток трансформаторлари ишлаб чиқарилади. Трансформаци-

ўтувчи шина бажарадиган ток трансформаторлари қўлланилади. Бу трансформаторлар магнит ўтказгич билан иккиламчи чулғамлари устига қуйилган халқасимон эпоксидли блокдан иборат. Ток ўтказувчи шина бирламчи чулғам ҳисобланади. Изоляцияловчи блокка экранловчи силумин халка қуйилган бўлиб, пружина ёрдамида шинага электр жихатдан уланган. Бундай ток трансформаторларининг электродинамик турғунлиги шина конструкциясининг чидамлиги билан аниқланади.

Номинал токи 2000—5000 А бўлган 10 кВ ли курилмаларда ўтувчи шинали ток трансформаторлари ТПШЛ қўлланилади.

Ташқи курилмалар учун ТФН типдаги қоғоз - мой изоляцияли, чинни корпусда таянч типдаги ток трансформаторлари ишлаб

яйинг икки каскадининг бўлиши (чулғамли иккита ўзаклар) ҳар бир поғона чулғамларининг изоляциясини тўла кучланишга ҳисобламай, балки унинг ярмига тенг қилиб тайёрлаш имконини беради. Трансформаторнинг ҳар бир поғонаси мустақил конструкцияга эга. Юқори поғонанинг бирламчи чулғами трансформация коэффициентини ўзгартириш учун икки секциядан иборат. Иккиламчи чулғамлар тўртта: улардан бири 0,5 классдаги ўлчашлар учун қолган учтаси реле муҳофазаси учун.

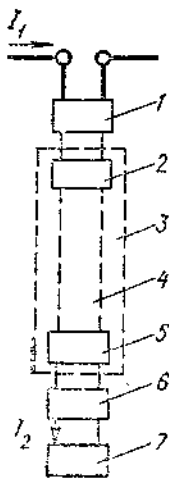
Қўш трансформация ток трансформаторларининг конструкциясини мураккаблаштириб, хатосини оширади.

35 кВ ва ундан юқори кучланишли қурилмаларда бакли ўчиргичлар ёки куч трансформаторларининг ўтувчи втулкаларига жойлашадиган ток трансформаторлари кенг қўлланилади. Бундай трансформаторларнинг бирламчи чулғами бўлиб втулка стержени ҳисобланади. Унча катта бўлмаган бирламчи тоқларда ток трансформаторларининг аниқлик классини 3 ёки 10 бўлади. 1000—2000 А ли бирламчи тоқларда 0,5 классда ишлаш ҳам мумкин.

Ток трансформаторларининг иккиламчи чулғами бирламчи ҳисобланган токка мувофиқ трансформация коэффициентини ўзгартириш имконини берувчи отпайкага эга.

Оптик - электрон ўлчаш трансформаторлари

Кучланиш қанча юқори бўлса, ЮК нинг бирламчи чулғамини трансформаторларнинг



73- расм. Оптик-электрон ток трансформаторининг структура схемаси: 1 - бирламчи ўзгартиргич; 2 - ёруғлик диоди; 3 - оптик тизими; 4 - ёруғлик ўтказгичи; 5 - фото сезгир прибор; 6 - кучайтигич; 7 - ўлчов прибори

иккиламчи ўлчаш чулғамидан изоляциялаш шунча қийин бўлади. 500, 750 ва 1150 кВ га мўлжалланган каскадли ўлчаш трансформаторларни тайёрлаш анча қийин ва қимматга тушади, шунинг учун уларнинг ўрнига принципитал янги оптик - электрон трансформаторлар (ОЭТ) ишлаб чиқилган. Бу трансформаторларда ўлчанаётган сигнал (ток, кучланиш) маълум қонун ўзгарадиган ёруғлик оқимига айлантирилади ва у ерга уланган элементга жойлашган қабул қилувчи қурилмага узатилади. Сўнгра ёрурлик оқими ўлчаш приборлари қабул қиладиган электр сигналга айлантирилади (73-расм). Шундай қилиб, юқори кучланиш остида бўлган узатувчи қурилма ва ерга уланган қабул қилувчи қурилма бир-бири билан фақат ёруғлик боғлами билан боғланади.

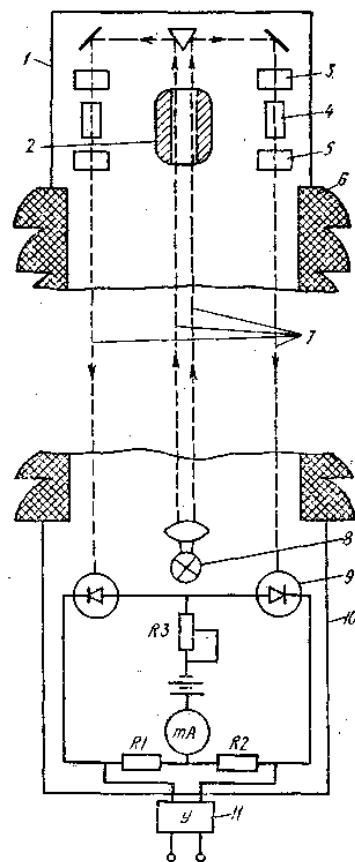
Ёрурлик оқими деворлари ойнадан иборат ичи бўш изолятордан труба орқали ёки диэлектрик стерженли ва толали ёруғлик ўтказувчи орқали узатилади. Булардан охириги-

си изоляцияловчи қобикли махсус оптик шишадан тайёрланади. ОЭТ нинг узатувчи курилмаси турли принципларга асосланган бўлиши мумкин. Айрим ток трансформаторлари (ОЭТТФ) да Фарадей эффекти қўлланилади. (74-расм). Ер потенциалидаги асос 10 да ёруғлик манбаи 8, ку-чайтиргич занжири 11 га дифференциал схема бўйича уланган икки-та фотоприёмник 9 ўрнатилган бўлиб, кучайтиргичга ўлчаш при-борлари уланади. ВН каллаги 1 да иккита Фарадей ячейкаси ва ўлчанаётган ток 2 нинг ток ўтказувчиси жойлашган. Фарадей ячейкаси қутблагичлар 3 дан, оптик актив модда (қум, оғир шиша) 4 ҳамда анализаторлар 5 дан иборат. Қутбланган магнитланган ёруғлик борлами оптик актив модда 4 дан ўтиб, қутбланиш текис-игинк магнит майдон кучланганлигига, яъни ўлчанаётган токка боғлиқ бўлган бурчакка буради. Қутбланиш текислигининг анали-затор 5 дан кейинги бурилишини фотоприёмникка тушаётган ёруғлик оқими интенсивлигининг ўзгаришидан билиш мумкин. Ёрурлик оқими изоляцияловчи колонка 6 ичидан ёруғлик ўтказувчи 7 бўйича узатилади. Фотоприёмниклёр ёруғлик сигналини электр сигналига айлантириб, у кучайтиргич 11 да кучайтирилади ва ўлчаш приборларига узатилади. Бундай ток трансформаторлари универсал бўлиб, улар юқори ва ўта юқори кучланишли курилмалардаги ўзгармас, ўзгарувчан ҳамда импульс тоқларини ўлчаш учун мўлжалланган. Ўлчанаётган импульс фотоприёмникка деярли бир онда узатилади.

Ток трансформаторларининг узатувчи курилмаси модулятор ва, ёруғлик диодидан ташкил топган конструкциялари ҳам бор. Ярим ўтказгичли ёруғлик диодининг ёруғлик оқими ўлчанаётган ток I билан унинг фазасига боғлиқ.

750 кВ ва 2000 А ли частота модуляцияли оптик электрон (ОЭТТ4) ток трансформаторида тўртта оптик каналлар бўлиб, улардан бири ўлчаш ва учтаси химоя учун. Ҳар қайси канал ўзининг бирламчи ўзгартиргичи билан боғланган. Ўлчаш канали $1,2I_{ном}$ тоқларда нормал ишлаш учун мўлжалланган бўлиб, бунда хатолик $\pm 1\%$ дан ошмайди. Муҳофаза каналлари $20I_{ном}$ тоқларда ҳам импульсларни ўзгартирмай узата оладиган қилиб ҳисобланган.

Оптик электрон ўлчаш трансформаторлари ток билан кучланиш контрол қилибгина қолмай, балки курилманинг кувватини (тўла, актив ва реактив), унинг қискичларидаги қаршилигини, шунингдек, ток билан кучланиш оний



74-расм. ОЭТТФ оптик-электрон ток трансформаторининг функционал схемаси

қийматларининг нолдан ўтиш моментини ҳам контрол қилиш имконини беради.

ОЭТ ларни 750 кВ ва ундан юкори кучланишли курилмаларда, шунингдек, кучланиши 10—24 кВ ли катта тоқларни (20—50 кА), ўтиш режимларнинг параметрларини ва импульс тоқларини ўлчашда ишлатиш мақсадга мувофиқ.

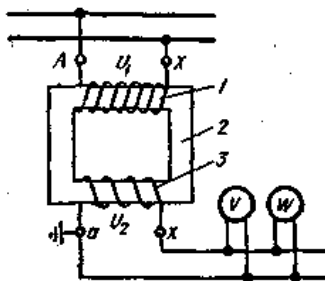
Синов саволлари

1. Ўлчов тоқ трансформаторларни констркцияси ва вазифаси.
2. Тоқ трансформаторининг хатоси нимага боғлиқ?
3. Оптик - электрон ўлчаш трансформаторлари.
4. Тоқ трансформаторларини ишлаш режими?

Маъруза 19

Ўлчов кучланиш трансформаторлари

Кучланиш трансформатори юкори кучланишни стандарт миқдор 100 ёки $100/\sqrt{3}$ В га камайтдириш ҳамда ўлчаш занжири билан реле муҳофазасини юкори кучланишли бирламчи занжирдан ажра тиш учун хизмат қилади. 75-расмда бир фазали кучланиш трансформаторининг уланиш схемаси келтирилган; бунда бирламчи



75-расм. кучланиш трансформаторнинг уланиш схемаси.

1 - бирламчи чулғам; 2 - магнит ўтказгич; 3 - иккаламчи чулғам

чулғам тармоқнинг U_1 кучланишига, иккаламчи чулғам (U_2 кучланиш) га эса ўлчаш приборлари билан реленинг ғалтаклари параллел уланган. Хавфсизликни таъминлаш мақсадида иккаламчи чулғамнинг чиккичларидан бири ерга туташтирилган. Кучланиш трансформатори тоқ трансформаторига нисбатан салт ишлаш режимига яқин режимда ишлайди, чунки приборлар ва реленинг параллел ғалтаклари қаршилиги катта бўлиб, улар истеъмол қиладиган тоқ эса кичик.

Трансформациянинг номинал коэффициенти

қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$K_U = \frac{U_{1ном}}{U_{2ном}}$$

бунда $U_{1ном}$ - номинал бирламчи кучланиш; $U_{2ном}$ - номинал иккаламчи кучланиш.

Ўзакдаги магнит оқимининг сочилиши ва қувватнинг йўқотилиши ўлчашда хатоликка олиб келади:

$$\Delta U\% = \frac{K_U U_2 - U_1}{U_1} 100$$

Ток трансформаторларидаги сингари, иккиламчи кучланиш вектори бирламчи кучланиш векторига нисбатан аниқ 180° бурчакка сурилмаган. Бу бурчакли хатоликни аниқлайди.

Номинал хатолик катталигига қараб 0,2; 0,5; 1; 3 аниқлик класслари бўлади.

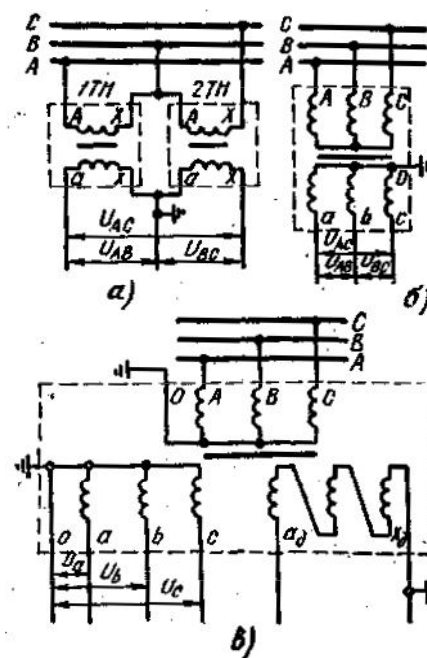
Хатолик магнит ўтказгичнинг конструкцияси, пўлатнинг магнит сингдирувчанлиги, иккиламчи юклама катталиги ва $\cos\phi$ га боғлиқ. Кучланиш трансформаторларининг конструкциясида кучланиш бўйича хатоликни бирламчи чулғамнинг ўрамлар сонини бироз камайтириш йўли билан компенсациялаш кўзда тутилган, шунингдек, бурчакли хатолик махсус компенсациялаш чулғами ҳисобига компенсацияланади.

Кучланиш трансформаторининг иккиламчи чулғамига уланган реле ва ўлчаш приборлари чулғамларининг умумий истеъмоли кучланиш трансформаторининг номинал қувватидан ошмаслиги керак, чунки акс ҳолда бу хатоликнинг ортишига олиб келади.

Кучланиш трансформаторлари вазифасига кўра чулғамларининг турли схемаларда уланиши қўлланилади. Учта фазаларара кучланишни ўлчаш учун очиқ учбурчаклик схемаси асосида уланган, иккита бир фазали икки чулғамли трансформаторлар НОМ, НОС, НОЛ ишлатиш мумкин (76- расм, а), шунингдек, чулғамлари юлдуз шаклида уланган уч фазали икки чулғамли трансформатор НТМК қўлланилади (76-расм, б). Ерга нисбатан кучланишни ўлчаш учун Y_0/Y_0 схема асосида уланган учта бир фазали трансформаторлар, ёки уч фазали уч чулғамли трансформатор НТМИ (76- расм, е) ишлатилиши мумкин. Охирги ҳолда юлдуз шаклида уланган чулғам ўлчаш приборларини улаш учун қўлланилади, очиқ учбурчаклик асосида уланган чулғамга ерга туташидан сақдайдиган муҳофазаловчи реле уланади. Худди шундай қилиб уч фазали группага ЗНОМ типидagi бир фазали уч чулғамли трансформаторлар ва НКФ каскадли трансформаторлар уланади.

б) Кучланиш трансформаторларининг тузилиши

Конструкцияси бўйича уч фазали ва бир фазали трансформаторлар бўлади. Уч фазали кучланиш трансформаторлари 18 кВ гача бўлган кучланишларда, бир фазали трансформа-

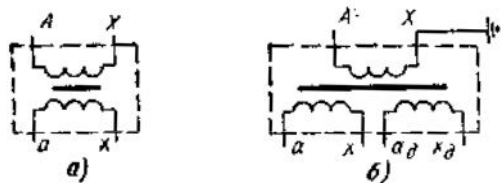


76-расм. Кучланиш трансформаторлари чулғамларининг улаш схемалари.

торлар эса исталган кучланишларда қўлланилади. Трансформаторлар изоляциясининг типига кўра курук, мойли ҳамда қуйма изоляцияли бўлиши мумкин.

Қурук трансформаторларнинг чулғамлари ПЭЛсимидан тайёрланади, чулғамлар орасидаги изоляция вазифасини эса картон ўтайди. Бундай трансформаторлар 1000 В гача бўлган қурилмаларда қўлланилади (НОС-0,5 бир фазали, курук, 0,5 кВ ли кучланиш трансформатори).

Мой изоляцияли кучланиш трансформаторлари - очик ва ёпиқ тақсимлаш қурилмаларида 6 - 1150 кВ кучланишларга қўлланилади.



77- расм. Бир фазали мойли кучланиш трансформаторлари:
а – НОМ-35 туридаги; б – ЗНОМ туридаги; 1 – ЮК киргичи; 2 – ПК киргичлари кутиси; 3 – бақ.

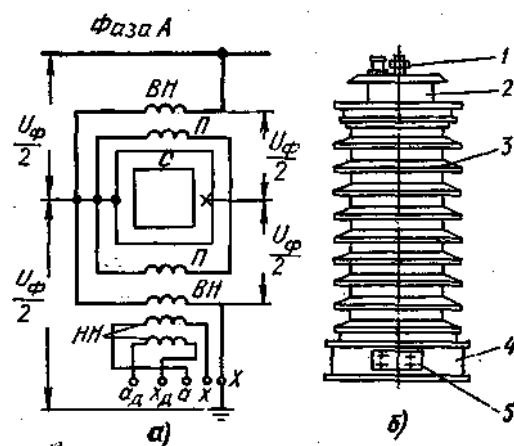
Бу трансформаторларда чулғамлар ва магнит ўтказгич мой ичида туради ва у изоляция ҳамда совитиш учун хизмат қилади.

Бир фазали икки чулғамли НОМ-6, НОМ-10, НОМ-15, НОМ-35, трансформаторларини бир фазали уч чулғамли ЗНОМ-15, ЗНОМ-20, ЗНОМ-35 трансформаторларидан

фарқ қилиш лозим.

Биринчи типдаги трансформаторлар чулғамларининг схемаси 77-расм, а да кўрсатилган. Бундай трансформаторлар иккита киритгич ЮК га ва иккита киритгич ПК га эга, уларни очик учбурчаклик юлдузча, учбурчаклик схемаси бўйича улаш мумкин. Иккинчи типдаги трансформаторларда ЮК чулғамининг (77-расм, б) бир учи ерга туташтирилган, ЮК нинг якка киритгичи қопқоқ устида жойлашган ПК нинг киритгичлари эса бақнинг ён томонига чиқарилган ЮК чулғам фаза кучланишига, ПК нинг асосий чулғами 100 В га, қўшимча чулғами $100/\sqrt{3}$ В га ҳисобланган. Бундай трансформаторлар ерга уландиган деб аталади ва 76- расм, в да кўрсатилган схема асосида уланади.

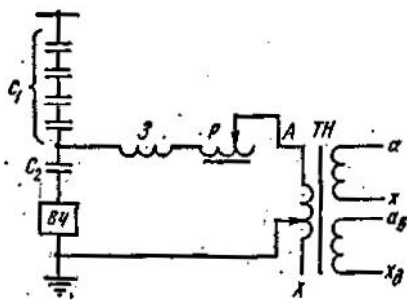
ЗНОМ-15, ЗНОМ-20, ЗНОМ-24 типдаги трансформаторлар кучли генераторларнинг комплект шина ўтказгичларига ўрнатилади. Магнитланишдаги исрофларни камайтириш учун уларнинг бақи магнитланмайдиган пўлатдан тайёрланади.



78- расм. НКФ-110 кучланиш трансформатори; а – схемаси; б – тузилиши; 1 – ЮК киргичи; 2 – мой кенгайтиргич; 3 – чини ғилоф; 4 – асос; 5 – ПК киргичлар кутиси.

НТМИ типидаги уч фазали мойли трансформаторлар беш стерженли магнит ўтказгич ва 75- расм, в даги схема бўйича уланган учта чулғамга эга. Бундай трансформаторлар изоляцияни контрол қилувчи приборларни улашга мўлжалланган. 110 кВ ва ундан юқори кучланишли курилмаларда НКФ типидаги каскадли кучланиш трансформаторлари қўлланилади. Бу транс-форматорларда ЮК чулғам бир неча магнит ўтказгичлар бўйича бир текис тақсимлангани учун, уни изоляциялаш осонлашади. НКФ-110 трансформатори (78-расм) икки стерженли магнит ўтказгичга эга бўлиб, унинг ҳар бир стерженида $U_{\phi}/2$ га ҳисобланган ЮК чулғам жойлашган. ЮК чулғамининг умумий нуктаси магнит ўтказгич билан уланганлиги учун ерга нисбатан $U_{\phi}/2$ потенциал остида бўлади. ЮК чулғам, шунингдек, магнит ўтгазгичдан $U_{\phi}/2$ га изоляцияланади. ПК нинг чулғамлари (асосий ва қўшимча) магнит ўтказгичнинг пастки стерженига ўралган. ЮК чулғамлар бўйича юкламани бир хил тақсимлаш учун алоқа чулғами II хизмат қилади. Магнит ўтказгич ҳамда чулғамдан ташкил топган бундай блок чинни ғилофга жойлаштирилиб, устидан мой қуйилади.

220 кВ ли кучланиш трансформаторлари (ТН) устма - уст жойлаштирилган иккита



79-расм. Сиғимли кучланиш трансформатори схемаси.

блокдан иборат, яъни иккита магнит ўтказгич билан $U_{\phi}/4$ га изоляцияланган ЮК нинг тўрт поғона каскадли чулғамига эга. НКФ-330 ва НКФ - 500 кучланиш трансформаторлари тегишлича уч ва тўртта блокларга, яъни ЮК чулғамининг олти ва саккизта поғонасига эга.

Чулғам каскадлари канча кўп бўлса, уларнинг актив ва реактив қаршиликлари шунча кўп бўлади, хато ортиб боради ва шу сабабли НКФ-330, НКФ-500 трансфор-

маторлари фақат 1 ва 3 аниқлик классларида ишлаб чиқарилади. Бундан ташқари, кучланиш канча юқори бўлса, кучланиш трансформаторининг конструкцияси шунча мураккаб ва шунинг учун, 500 кВ ва ундан юқори кучланишли курилмаларда юқори частотали боғлаш конденсаторлари C_1 га қувват ажратадиган конденсатор C_2 (79- расм) ёрдамида уланган сиғимли қувват ажратадиган трансформатор курилмалар қўлланилади. C_2 дан олинаётган кучланиш (10—15 кВ) иккита иккиламчи чулғамга эга бўлган трансформатор ТН га узатилади. Бу трансформатор ҳам НКФ ёки ЗНОМ трансформатор схемаси асосида уланади. Трансформатор ТН нинг бирламчи чулғаида ва реактор Р нинг чулғаида ўрамлар сонини поғонали ростлаш кўзда тутилган, бу ҳол реактор индуктивлигини танлаш ва U_2 миқдорига аниқлик киритиш учун хизмат қилади. Реактор Р ва трансформатор ТН умумий бакка жойлаштирилади ва мой билан тўлдирилади. Трансформаторнинг ишлаш аниқлигини ошириш учун унинг бирламчи чулғам занжирига кучланиш бўлувчининг сиғим қаршилигини компенсацияловчи

реактор Р уланган. Тўсиқ 3 реактор билан кучланиш трансформаторига юқори частотали тоқларни ўтказмайди.

Бундай қурилма сиғим кучланишли трансформатори деб аталади (НДБ).

Барча элементлар тўғри танланиб, схема тўғри созланса НДЕ қурилма 0,5 ва ундан юқори аниқлик классида тайёрланиши мумкин. 500 ва 750 кВ ли қурилмалар учун НДЕ-500, НДЕ-750 қурилмалар қўлланилади.

Қуйма изоляцияли кучланиш трансформаторлари янада кенг қўлланилмоқда. ЗНОЛ.06 сериядаги ерга уланадиган кучланиш трансформаторлари номинал кучланиш бўйича беш хил тайёрланади: 6, 10, 15, 20 ва 24 кВ. Уларда магнит ўтказгич лентали қирқилган, С- симон бўлиб, бу хол аниқлик классини 0,2 гача ошириш имконини беради. Бундай трансформаторларнинг массаси катта бўлмай, истаган холатда ўрнатилиши мумкин, ёнғинга хавфсиз. ЗНОЛ.06 трансформаторлари ЁТК ҳамда комплект ток ўтказувчилардаги НТМИ ва ЗНОМ мойли трансформаторлар ўрнига, НОЛ.08 сериядаги трансформаторлар эса НОМ-6 ва НОМ-10 лар ўрнига алмаштиришга мўлжалланган.

Ўз-ўзини синов саволлари

1. Ўлчов кучланиш трансформаторларини вазифаси ва конструкцияси.
2. НТМИ типдаги уч фазали мойли трансформаторларни вазифаси ва конструкцияси.
3. Ўлчов кучланиш трансформаторларини иш режими?

Маъруза 20

Симлар, шиналар ва кабеллар

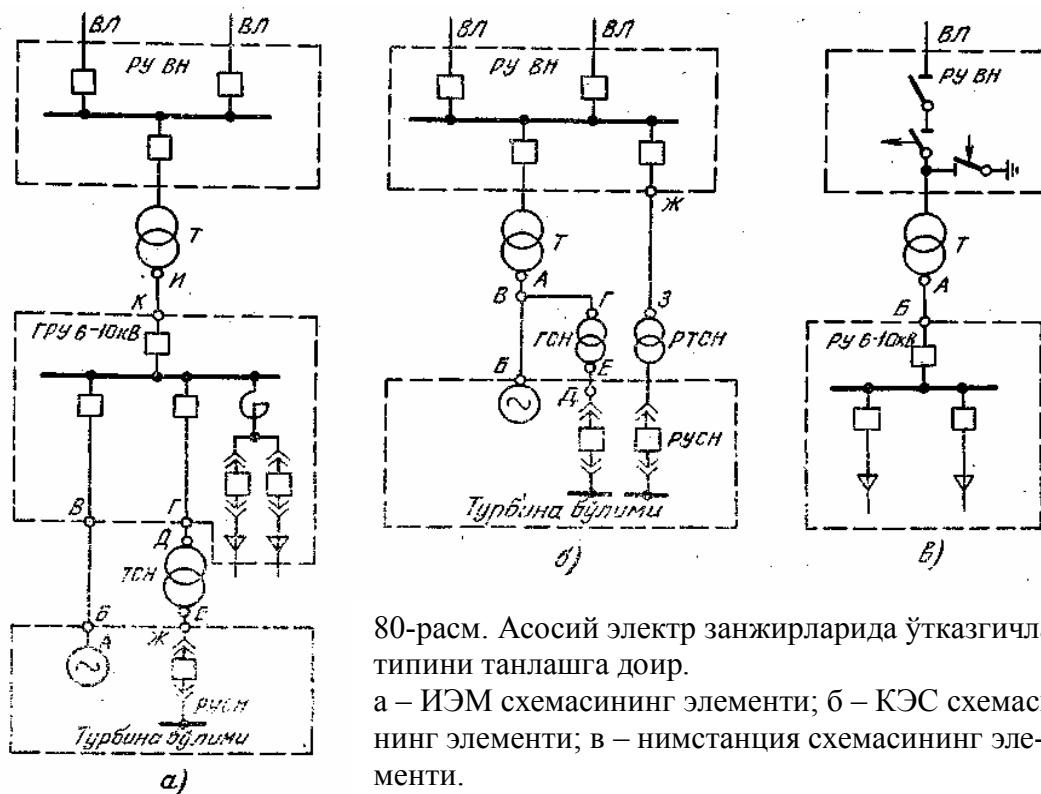
Асосий электр занжирларида қўлланиладиган ўтказгичлар типлари

Электростанция ва нимстанцияларнинг асосий электр усқуналари (генераторлар, трансформаторлар, синхрон компенсаторлар) ва шу занжирлардаги аппаратлар (ўчиргичлар, узгичлар, ажраткичлар ва бошқалар) ўзаро турли типдаги ўтказгичлар ёрдамида уланиб, улар электроқурилманинг ток ўтказувчи қисмларини ҳосил қилади.

80-расмда ИЭМ, КЭС ва нимстанциялар схемаларининг элементлари ажраткичларсиз, содда ҳолда кўрсатилган.

ИЭМ даги генераторнинг занжири (80-расм, а). Турбина бўлими чегарасида генераторнинг қисқичларидан олд томон девори (АБ бўлак) гача бўлган ток ўтказувчи қисмлар шинали кўприк кўринишида, қаттиқ очик алюминий шиналардан ёки фазалари бир-бирдан тўсилган ток ўтказувчилар комплектлардан (қуввати 60 МВт ли ва ундан ортиқ генераторларнинг занжирларида) тайёрланади. БВ участкада турбина бўлими билан бош тақсимлагич

қурилмаси (БТК) ўртасида шинали кўприк ёки эгилувчан осма ток ўтказувчи қисм билан бириктирилади. Йиғма шиналарни ҳам қўшганда ёпиқ 6-10 кВ ли ТК нинг ичидаги ҳамма уланишлар тўғри тўртбурчак ёки қутича кесимига эга бўлган қаттиқ очиқ алюминий шиналардан тайёрланади. БТК дан боғловчи трансформаторнинг чиқкичларигача (ИК участка) уланиш, шинали кўприк ёки эгилувчан осма ток ўтказувчи билан амалга оширилади.



80-расм. Асосий электр занжирларида ўтказгичлар типини танлашга доир.
 а – ИЭМ схемасининг элементи; б – КЭС схемасининг элементи; в – нимстанция схемасининг элементи.

35 кВ ва ундан юкори кучланишли ТК нинг ток ўтказувчи қисмлари одатда АС ёки АСО типдаги пўлат-алюминий симлардан тайёрланади. ОТК нинг айрим тузилишларида шиналанинг бир қисми ёки ҳаммаси алюминий трубаларидан тайёрланиши мумкин.

Ўз эҳтиёжи трансформаторининг занжири (80-расм, а). БТК деворидан БТК яқинига ўрнатилган ТЎЭ нинг чиқкичларигача уланишлар қаттиқ алюминий шиналардан тайёрланади. Агар ўз эҳтиёжи трансформатори бош бинонинг олд томондаги деворига ўрнатилган бўлса, у ҳолда ГД участка эгилувчан ток ўтказувчидан бажарилади. Трансформатордан ўз эҳтиёжининг тақсимлаш қурилмасигача (ЕЖ участка) кабел билан уланиш қўлланилади.

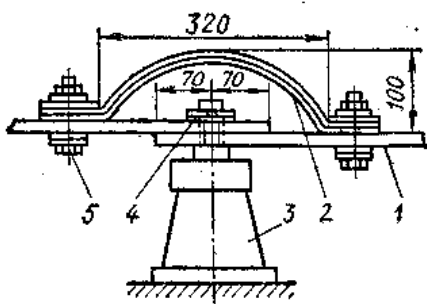
6—10 кВли линияларининг занжирларида реакторгача ва ундан кейинги, шунингдек, КТК шкафларидаги ҳамма шиналар тўғри бурчакли алюминий шиналаридан тайёрланган. Истеъмолчига бевосита кабел линиялари кетади.

КЭС даги генератор — трансформатор блокадаги АВ бўлак ва ўз эҳтиёжи трансформаторига пайвандланган бўлак ВГ (79-расмг б) фазалари алоҳида тўсилган ток ўтказувчилар комплектидан тайёрланади.

ЎЭТ дан ўз эҳтиёжининг тақсимлагич қурилмасигача бўлган ЕД бўлак учун 6 кВ ли ёпиқ ток ўтказувчи қўлланилади. Ўз эҳтиёжининг захира трансформатори занжиридаги ЖЗ бўлак кабелдан ёки эгилувчан симдан тайёрланиши мумкин. У ёки бу турдаги бириктириш усулини танлаш ОТК, бош бино ва захира ЎЭТ нинг ўзаро жойлашувига боғлиқ. ИЭМ даги каби 35 кВ ли ва ундан юқори ТК ларда ҳамма шиналар АС ёки АСО симлари билан бажарилади. Нимстанцияларнинг очик жойида АС симдан ёки қаттиқ алюминий трубалардан тайёрланган шиналар қўлланилиш мумкин. Трансформатор ёпиқ 6-10 кВ ли ТК ёки 6-10 кВ ли КТК билан эгилувчан осма ток ўтказувчи, шина кўприги ёки ёпиқ ток ўтказувчилар комплекти билан бирлаштирилади. 6-10 кВ ли ТК да қаттиқ шиналар қўлланилади.

Қаттиқ шиналар

Юқорида айтилганидек, 6—10 кВ ли ёпиқ РУ ларда шиналар ва йиғма шиналар қаттиқ алюминий шиналар билан амалга оширилади. Мис шиналар қиммат бўлганлиги учун



81-расм. Бир йўлли шиналар учун компенсатор: 1-шина; 2-компенсатор; 3-таянч изолятор; 4-пружиналанадиган шайба; 5-болт.

хатто катта ток юктамаларида ҳам қўлланилмайди. 3000 А гача бўлган тоқларда бир ва икки йўлли (полосали) шиналар ишлатилади. Катта қийматли тоқларда кесими қутича кўринишидаги шиналар тавсия этилади, чунки улар яқинлик эффекти ва сирт эффекти туфайли қувват йўқотишини камайтириш, шунингдек, совитиш шароитларини яхшилаш имконини беради. Масалан, 2650 А ли токда 60x10 мм ўлчамдаги уч йўлли алюминий шиналар ёки рухсат этиладиган токи 2670 А бўлганда 2x695 мм ли қутича кўринишидаги шиналар керак бўлади. Биринчи ҳолда шиналарнинг умумий кесими 1800 мм²ни, иккинчи

ҳолда 1390 мм² ни ташкил этади. Бу мисолдан қутича кўринишидаги шиналарда токнинг рухсат этиладиган зичлиги анча юқори (1,47 А/мм² ўрнига 1,92 А/мм²) эканлиги кўринади.

Йиғма шиналар ва улардан 6-10 кВ ли электр аппаратларига борадиган тармоқлар (шиналар) тўғри бурчакли ёки қутича профилидаги ўтказгичлардан бажарилиб, чиннидан тайёрланган таянч изоляторларга маҳкамланади. Шиналарни изоляторларда маҳкамлаш учун хизмат қиладиган шина тутқичлар шиналар қизигандаги чўзилишида уларни бўйлама силжишига йўл қўяди. Шиналарнинг узунлиги катта бўлганда, шина материал каби юпқа полосадан тайёрланган компенсатор ўрнатилади (81-расм). Шиналарнинг учлари изоляторда бўйлама овал тешик орқали шпилка ва пружиналовчи шайба билан маҳкамланиб, сирпаниш

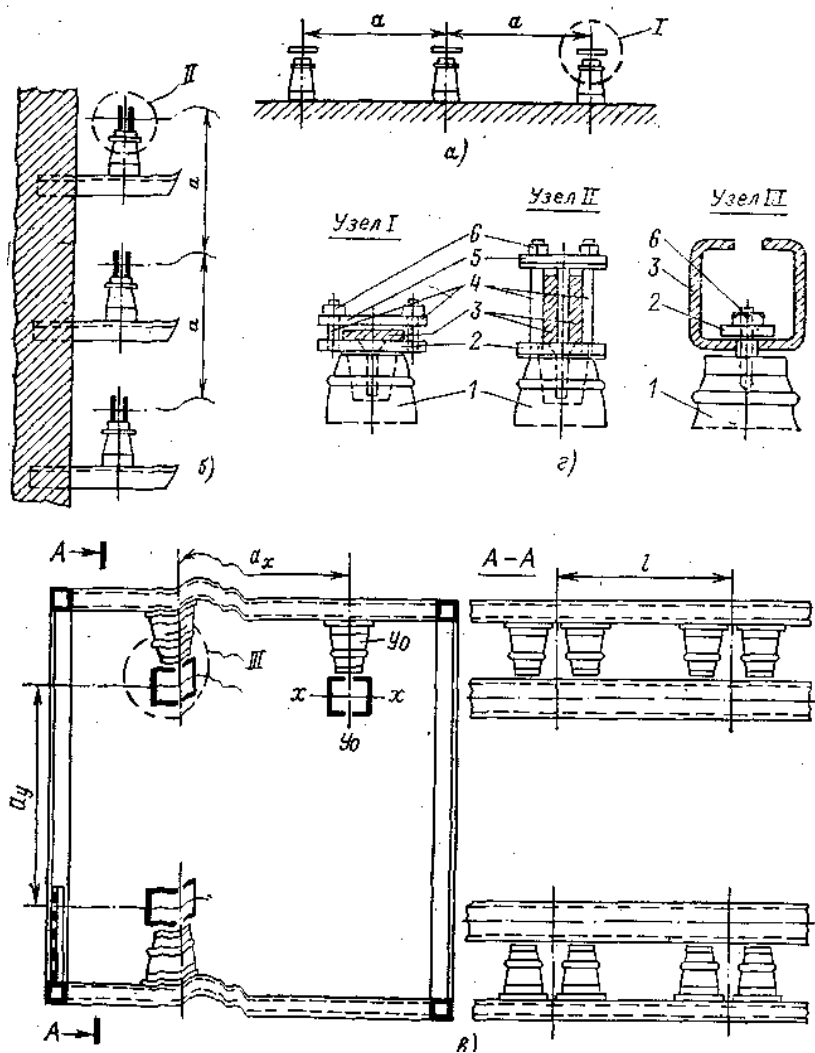
имкониятига эга. Аппаратларга бирлаштирилган жойларда шиналар букилади ёки компенсаторлар ўрнатилади, чунки иссиқлик таъсирида шиналарнинг узайишидан ҳосил бўладиган кучлар аппаратга таъсир этмаслиги керак. 82-расмда шиналарни изоляторларда жойлаштиришнинг турли усулларининг эскизлари келтирилган. Шиналарни узунлиги бўйича бирлаштириш одатда пайвандлаш орқали амалга оширилади. Алюминий шиналарни аппаратларнинг мис (жез) қисмаларига бирлаштириш мис-алюминий электролит жуфтининг ҳосил бўлишини олдини оладиган ўтувчи қисмалар ёрдамида амалга оширилади.

Иссиқлик узатишни яхшилаш ва эксплуатацияда қулайлик туғдириш учун шиналар: ўзгарувчан токда А фаза-сарик, В фаза-яшил, ва С фаза-қизил рангга бўялади; ўзгармас токда мусбат шина-кизил, манфий фаза эса ҳаво рангга бўялади.

эгиловчан шиналар ва ток ўтказувчилар.

35 кВ ва ундан юқори кучланишли РУ да АС симлардан ясалган эгиловчан шиналар қўлланилади. РУ 6-10 кВ ли генераторлар ва трансформаторларни улаш учун эгиловчан ток ўтказувчилар айланаси бўйлаб ҳалқа - обойма билан маҳкамланган симлар боғлами

кўринишида тайёрланади. Боғламдаги иккита пўлат-алюминийли симлар асосан ток ўтказувчининг ўз массаси, яхлаш ва шамолдан ҳосил бўладиган механик нагрзукасани кўтариб туради. Қолган - алюминий симлар фақат ток ўтказувчи ҳисобланади. Боғламдаги



82-расм. Шиналарнинг жойлашиш эскизлари: а-горизонтал; б-вертикал; в-учбурчаклик учлари бўйлаб; г-шиналарни I, II, III узелларда маҳкамлаш; 1-таянч изолятор; 2—пўлат планка; 3—шина; 4-пўлат тиргак трубка; 5-алюминий планка; 6—шпилка.

алоҳида ўтказгичларнинг кесимини мумкин қадар катта олиш тавсия этилади (500, 600 мм²), чунки бу симлар сонини камайтириб, ток ўтказувчининг таннархини пасайтиради.

Эгилувчан шиналар ва ток ўтказувчилар, одатда, фазалар ораси етарлича катта ораликда бўлган осма изоляторларнинг гирляндаларига маҳкамланади. Масалан, йиғма шиналар учун қуйидаги масофалар қабул қилинган: 35 кВ ли кучланишда - 1,5 м; 110 кВ да - 3 м, 220 кВ да - 4 м; 330 кВ да - 4,5 м; 500кВ да - 6 м; 750 кВ да - 10 м; генератор кучланишдаги ток ўтказувчилар учун - 3 м. Бундай ораликларда фазалар орасидаги ўзаро таъсир кучлари унча катта бўлмайди, шунинг учун эгилувчан шиналарни одатда электродинамик таъсирга ҳисобланмайди.

Кабеллар

Кабеллар электроқурилмаларда кенг қўлланилади. Одатда, 6-10 кВ ли истеъмолчилар кабел линиялар орқали таъминланади, кабеллар тақсимлаш қурилмаларида кабел туннелларига, ерга ва траншеяларга қўйилган бўлади. Электростанция ва нимстанцияларнинг ўз эҳтиёжи истеъмолчиларини улаш учун тегишли шиналардан ташқари яна 6 ва 0,4 кВ ли кабеллар қўлланилади. Бу кабеллар кабелли ярим этажларда, туннелларга, деворларга ва иморат конструкцияларига ёки очиқ тақсимлаш қурилмаларига маҳкамланган турли металл тарновларга ўрнатилади. ИЭС ва АЭС ларнинг ишлаб чиқариш хоналарида ёнғин хавфсизлигини таъминлаш учун кабел изоляцияси, қобиғи ва қопламаси ёнмайдиган материаллардан, масалан, ўзи ўчадиган полиэтилен ёки поливинил-хлорид пластикатидан тайёрланади. Кабелга таъсир этувчи ўрнатилган жойи, муҳит хоссалари, механик кучларга қараб кабелларнинг турли маркалари тавсия этилади.

Синов саволлари

1. Асосий электр занжирларида қўлланиладиган ўтказгичлар типлари айтиб беринг.
2. Эгилувчан шиналар ва ток ўтказувчилар каерда қўлланилади?
3. Кабеллар каерда қўлланилади?

Маъруза 21

Асосий электротехник ускуналарнинг ва ўтказувчи қисимларни танлаш

Хар бир электротехник ускуналар ва ўтказувчи қисмлар номинал параметрари бўйича танланиб, қ.т. тоқларни таъсирга текширилади. Қ.т. тоқларларнинг ўтиши электротехник ускуналарни контактларида ва ўтказгичларда электроэнергиянинг кўпроқ исроф бўлишига олиб келади, бу уларни тез қизишига сабаб бўлади. Қизиш процесси изоляцияни эскириши билан бузилишини тезлаштиради, контактларни пайвандланиши ва ёнишига, шина ва симлар-

нинг механик мустаҳкамлигини йўқотишига ва шунга ўхшаш ҳолларга олиб келади. Аппаратлар ва ўтказгичлар берилган ҳисобий вақт оралигида қ.т. тоқтдан кизиб, шикастланмасликлари керак, яни термик чидамли бўлишлари лозим.

Қ.т. тоқларнинг ўтиши, шунингдек, ўтказгичлар орасида ката электродинамик кучлар ҳосил бўлиши билан кузатилади. Ток ўтказувчи қисмлар, аппаратлар ва электр машиналар шундай лойиҳаланган бўлиши керакки, улар қ.т. да ҳосил бўладиган кучлар таъсирига шикастланмасдан чидаши, яни электродинамик нуқтаи назаридан турғун бўлиши лозим.

Рубилниклар қуйидагиларга қараб танланади:

Қурилманинг кучланиши бўйича $U_{уст} \leq U_{ном}$;

юклама токи бўйича норм $I_{ном} \leq I_{ном}$; $I_{max} \leq I_{ном}$;

конструктив тузилишига қараб;

электродинамик мустаҳкамлиги бўйича $i_y \leq i_{пр.с}$;

термик мустаҳкамлиги бўйича $B_k \leq I^2_{тт}$.

Номинал ток $I_{ном}$ поррон чегара ток $i_{пр.с}$, термик мустаҳкамлик вақти ва токи t_t , I_t каталог ва маълумотномаларда келтирилади.

Автоматлар қуйидагиларга қараб танланади:

установкаинг кучланишига қараб

$$U_{уст} \leq U_{ном};$$

ток тури ва унинг катталигига қараб

$$I_{ном} \leq I_{ном}, I_{max} \leq I_{ном};$$

Конструкциясига қараб;

узиладиган ток чегарасига қараб.

Қисқа туташувда кутиш вақтига эга бўлган селектив автоматлар қуйидаги шарт бўйича текширилади:

$$I_{п.о} \leq I_{уз},$$

бунда $I_{п.о}$ — уч фазали қ.т. нинг бошланғич моментидаги токнинг даврий ташкил этувчисининг таъсир этувчи мивқдори; $I_{уз}$ —автоматик узгичнинг узадиган токининг таъсир этувчи чегара мивқдори.

Токни чекловчи (тез таъсир этувчи) автоматлар қуйидаги шарт бўйича текширилади:

$$I_y^{(3)} \leq I_{уз};$$

электродинамик турғунликбўйича.

$$i_y \leq i_{пр.с}$$

Тез таъсир этувчи автоматлар токни чеклаш эффекти сабабли динамик турғунликка, текширилмайди.

Термик турғунликка фақатселектив автоматлар текширилади

$$B_k \leq I_T^2 t_T;$$

бунда $i_{пр.с}$ —к.т. чегара токининг амплитуда қиймати; I_T —термик турғунликнинг чегара токи; t_T —термик турғунлик токининг ўтиш давомлиги.

Контакторлар ва магнитли ишга туширгичлар қуйидагилар бўйича танланади:

установканинг кучланишига қараб

$$U_{уст} \leq U_{ном};$$

токнинг тури ва катталигига қараб

$$I_{ном} \leq I_{ном}, I_{max} \leq I_{ном};$$

уладиган электр двигателларнинг кувватига қараб

$$P_{ул} \leq P_{рух.эт}.$$

Сақлагичлар қуйидагилар бўйича танланади:

қурилманинг кучланиши бўйича $U_{уст} \leq U_{ном}$.

ток бўйича $I_{ном} \leq I_{ном}, I_{max} \leq I_{ном}$;

конструкцияси ва қурилма турига қараб;

узиш токи бўйича $I_{п.о} \leq I_{уз.п}$, бунда $I_{уз.п}$ —узиладиган чегара токи (симметрик ташкил этувчи).

1000 В гача бўлган қурилмаларда сақлагич эрувчан қуймасининг номинал токи тармоқни муҳофазалаш шартлари бўйича, шунингдек селективлик шартлари бўйича олинди.

Ажратгич ва узгичлар қуйидагича танланади:

қурилманинг кучланиши бўйича $U_{уст} \leq U_{ном}$;

ток бўйича

$$I_{ном} \leq I_{ном}, I_{max} \leq I_{нот};$$

конструкцияси, урнатиш тури бўйича;

электродинамик турғунлиги бўйича

$$i_y \leq i_{пр.с}; I_{п.о} \leq I_{пр.с};$$

бунда $i_{пр.с}$, $I_{пр.с}$ —к.т. нинг паррон ўтувчи чегара токи (амплитуда ва таъсир этувчи қийматлари);

термик турғунлиги бўйича

$$B_k \leq I_T^2 t_T;$$

бунда B_k —хисоб бўйича иссиқлик импульси, $\text{kA}^2 \cdot \text{с}$; I_T —термик турғунликнинг чегара токи; t_T —термик турғунлик чегара токининг ўтиш давомийлиги.

Қисқа тугаштиргичлар ҳам ўша шартлар асосида танланади, фақат юклама токига текширилмайди.

Ўчиргичлар қуйдагича танланади

Узгичлар ҳақидаги умумий маълумотларда уларни стандарт бўйича характерловчи параметрлари кўриб ўтилган. Узгичларни танлашда уларнинг 12 та параметрларини ҳисобга олиш лозим, бироқ ишлаб чиқарувчи заводлар томонидан параметрларнинг айрим боғланиши кафолатланганлиги сабабли, масалан,

$$I_{\text{ул, ном}} \geq I_{\text{уз, ном}}; i_{\text{ул, ном}} \geq 1,8 \sqrt{2} I_{\text{уз, ном}}$$

узгичларни муҳим параметрлари бўйича танлашга рухсат этилади.

қурилманинг кучланиши бўйича:

$$U_{\text{уст}} \leq U_{\text{ном}};$$

узоқ таъсир этувчилик бўйича:

$$I_{\text{ном}} \leq I_{\text{ном}}; I_{\text{мах}} \leq I_{\text{ном}};$$

узиш қобилияти бўйича.

Биринчи навбатда қуйидаги шартга асосан симметрик узиш токи бўйича текширилади:

$$I_{\text{г,т}} \leq I_{\text{уз, ном}}$$

Сўнгра қ.т. аperiодик ташкил этувчисининг узилиш эҳтимоли текширилади

$$i_{\text{а,т}} \leq i_{\text{а, ном}} = \sqrt{2} \beta_{\text{ном}} I_{\text{уз, ном}}$$

бунда $i_{\text{а, ном}}$ —узилаётган токнинг t вақтдаги аperiодик ташкил, этувчисининг рухсат этилган номинал қиймати; $\beta_{\text{ном}}$ —узилаётган токдаги аperiодик ташкил этувчининг нисбий қисми номинал қиймати (каталогдан ёки 4.49-расмдан); $i_{\text{а,т}}$ —контактларнинг ажраш моменти τ даги қ.т. токининг аperiодик ташкил этувчиси; τ қ.т. бошланишидан ёй сўндирувчи контактларнинг ажраш вақтигача бўлган энг қисқа вақт:

$$\tau = t_{3, \text{min}} + t_{\text{с,в}}$$

бунда $t_{3, \text{min}}=0,01$ с—релели муҳофазанинг минимал таъсир этиш вақти; $t_{\text{с,в}}$ —узгичнинг хусусий узиш вақти.

Агар $I_{\text{п,т}} \leq I_{\text{уз, ном}}$ шарт бажарилиб, $i_{\text{а,т}} > i_{\text{а, ном}}$ бўлса, у ҳолда қ.т. нинг тўлиқ токи бўйича узиш қобилиятини текшириш мумкин.

$$(\sqrt{2} I_{\text{п,т}} + i_{\text{а,т}}) \leq \sqrt{2} I_{\text{уз, ном}} (1 + \beta_{\text{ном}}).$$

Узгич электродинамик турғунликка қ.т. нинг чегара паррон ўтиш токи бўйича текширилади:

$$I_{п.о} \leq I_{пр.с}, \quad i_y \leq i_{пр.с},$$

бунда $I_{пр.с}$ —қ.т. нинг чегара паррон ўтиш токининг таъсир этувчи қиймати (каталог бўйича олинади); $i_{пр.с}$ —қ.т. нинг чегара паррон ўтиш токининг амплитуда қиймати (каталог бўйича олинади); $I_{п.о}$ —узгич занжиридаги қ.т. токининг даврий ташкил этувчисининг бошланғич қиймати; i_y — узгич занжиридаги қ.т. нинг зарбий токи.

Узгич термик турғунликка иссиқлик импульси бўйича текширилади:

$$B_k \leq I_T^2 t_T,$$

бунда B_k —ҳисоб бўйича иссиқлик импульси; I_T —термик турғунликнинг каталог бўйича чегара токи; t_T —термик турғунлик токининг ўтиш давомийлиги, с.

Узгичларни одатда тикланувчи кучланиш параметрлари бўйича текширилмайди, чунки кўпчилик энерготизимларда узгич контактларидаги кучланишнинг реал тикланиш шароитлари узгични синаш шароитларига мос келади. Бундан ташқари, стандартга мос келувчи 110 кВ ва ундан юқори кучланишли узгичлар узок бўлмаган масофадаги қ.т. ни (номинал узиш токидан ортмайдиган ток билан) узиш имконини беради, бу вақтда тикланувчи кучланиш қийин бўлган шароитлар кузатилади.

Агар узгични тикланувчи кучланишнинг тезлигига текшириш лозим бўлса, у ҳолда электроқурилманинг параметрлари: линияларнинг тўлқин қаршилиги, трансформаторлар, шиналар, аппаратлар ва ҳоказоларнинг сиғимини билган ҳолда тегишли ҳисоблашларни бажариш ҳамда узгични қуйидаги шарт бўйича текшириш лозим:

$$v = \frac{du_{тик}}{dt} < v_{рух.эт}.$$

бунда v —тикланувчи кучланишнинг тезлиги; $v_{рух.эт}$ —каталог бўйича рухсат этилан тезлик.

Ток трансформаторларини танлаш

Ток трансформаторлари қуйидагича танланади:

кучланиш бўйича

$$U_{урн} \leq U_{ном}$$

ток бўйича

$$I_{норм} \leq I_{1ном}, \quad I_{тах} \leq I_{1ном}.$$

Номинал ток қурилманинг иш токига мумкин қадар яқин бўлиши лозим, чунки бирламчи чулғамни тўла юкласлик ҳатонинг ортишига олиб келади;

Электродинамик турғунлиги бўйича:

$$i_{зарб} \leq k_{эд} \sqrt{2} I_{НОМ},$$

бунда $i_{зарб}$ - ҳисобланган қ.т. нинг зарбий токи; $k_{эд}$ - электродинамик турғунликнинг каталог бўйича карралиги; $I_{НОМ}$ - ток трансформаторларининг номинал бирламчи токи.

Шинали ток трансформаторларининг электродинамик турғунлиги тақсимлаш қурилмалари шинасининг турғунлиги бўйича аниқланадиганлиги учун, бундай трансформаторлар бу шарт бўйича текширилмайди;

термик турғунлиги бўйича:

$$B_k \leq (k_m I_{НОМ})^2 t_m,$$

бунда B_k - ҳисоб бўйича иссиқлик импульси; k_m - каталог бўйича термик турғунлик карралиги; t_m - каталог бўйича термик турғунлик вақти;

иккиламчи юклама бўйича:

$$z_2 \leq z_{2НОМ}$$

бунда z_2 - ток трансформаторининг иккиламчи юкламаси; $z_{2НОМ}$ - танланган аниқлик классидagi ток трансформаторининг рухсат этилган номинал юкламаси.

Иккиламчи юкламаси бўйича ток трансформаторларини танлашни батафсил кўриб чиқамиз. Ток занжирларининг индуктив қаршилиги унча катта бўлмаганлиги учун $z_2 \approx r_2$. Иккиламчи юклама r_2 приборлар $r_{приб}$ ва улайдиган симлар $r_{сим}$ қаршилиги ҳамда контактларнинг ўтқинчи қаршилиги r_k дан ташкил топган:

$$r_2 = r_{приб} + r_{сим} + r_k.$$

Приборларнинг қаршилиги қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$r_{приб} = \frac{S_{приб}}{I_2^2},$$

бунда $S_{приб}$ - приборлар истеъмол қиладиган қувват; I_2 - приборнинг иккиламчи номинал токи.

Контактларнинг қаршилиги икки - учта приборлар учун 0,05 Ом ва кўп сондаги приборлар учун 0,1 Ом деб олинади. Уланадиган симларнинг қаршилиги уларнинг узунлиги ва кўндаланг кесимига боғлиқ. Ток трансформатори танланган класс аниқлигида ишлаши учун қуйидаги шарт бажарилиши лозим:

$$r_{приб} + r_{сим} + r_k \leq z_{2НОМ},$$

бундан

$$r_{сим} = z_{2НОМ} - r_{приб} - r_k.$$

$r_{сим}$ нинг қийматини билган ҳолда уланадиган симлар кесимини аниқлаш мумкин:

$$q = \frac{\rho \ell_{хис}}{r_{сим}},$$

бунда ρ - сим материалнинг солиштирма қаршилиги. Мис томирли симлар ($\rho = 0,0175$) 100 МВт ва ундан юқори агрегатли кучли электростанцияларнинг асосий ва ёрдамчи асбоб-ускуналарининг иккиламчи занжирида, шунингдек, юқори кучланиши 220 кВ ва ундан юқори нимстанцияларда қўлланилади. Қолган ҳолларда иккиламчи занжирларда алюминий томирли симлар ($\rho = 0,283$) қўлланилади; $I_{хис}$ – ток трансформаторларининг бириктириш схемасига боғлиқ бўлган ҳисобланган узунлик.

Ток трансформаторларидан приборларгача ҳар хил улайдиган симлар узунлигини тахминан қуйидагича олиш мумкин (бир томонга), м:

Истеъмолчиларга борадиган линиялардан ташқари, 6- 10 кВ ли БТҚ занжирларининг ҳаммаси.....	40 - 60
Блокли электростанцияларнинг генератор кучланиш занжирлари.....	20 - 40
Истеъмолчиларга борадиган 6-10 кВ ли линиялар.....	4 - 6
ТҚнинг ҳамма занжири учун:.....	60 - 75
35 кВ ли	
110 кВ ли.....	75 - 100
220 кВ ли.....	100 - 150
330 - 500 кВ ли.....	150 - 175
Синхрон компенсаторлар.....	25 - 40

Бириктирувчи симлар сифатида қоғоз, резина, полихлорвинил ёки полиэтилен билан изоляцияланган, кўрғошинли, резинали, Полихлорвинилли ёки махсус иссиққа чидамли кобикка ўралган кўп томирли контрол кабеллар қўлланилади. Мустаҳкамлик шартига асосан алюминий томирлар кесими $2,5 \text{ мм}^2$ дан, мис томирларники $1,5 \text{ мм}^2$ дан кичик бўлмаслиги лозим. Одатда, 6 мм^2 дан катта кесимли томирлар ишлатилмайди.

Кучланиш трансформаторларини танлаш

Кучланиш пгрансформапгорлари қуйидагича танланади:

Қурилманинг кучланиши бўйича $U_{урн} \leq U_{ном}$;

чулғамларнинг конструкцияси ва уланиш схемаси бўйича;

аниқлик классификацияси бўйича;

иккйламчи юкламаси бўйича $S_{2\Sigma} \leq S_{ном}$,

бунда $S_{ном}$ - танланган аниқлик классигади номинал қувват, бунда шуни ҳисобга олиш керакки, юлдузча кўринишида уланган бир фазали трансформаторлар учун учала фазанинг қувватлар йиғиндисини, очик учбурчаклик схемаси бўйича уланган трансформаторлар учун эса битта трансформаторнинг иккиланган қувватини олиш лозим; $S_{2\Sigma}$ - кучланиш трансформаторига уланган ҳамма реле иа ўлчов приборларининг юкламаси, В·А.

Ҳисоблашни соддалаштириш учун приборларнинг юкламасини фазалар бўйича бўлиш шарт эмас, у ҳолда:

$$S_{2\Sigma} = \sqrt{\left(\sum S_{приб} \cos \varphi_{приб}\right)^2 + \left(\sum S_{приб} \sin \varphi_{приб}\right)^2} = \sqrt{P_{приб}^2 + Q_{приб}^2}.$$

Агар иккйламчи юклама танланган аниқлик классигади номинал қувватдан катта бўлса, у ҳолда иккинчи кучланиш трансформатори ўрнатилади ва приборларнинг бир қисми унга уланади.

Кучланиш трансформаторларининг занжирларидаги симларнинг кесими кучланишнинг рухсат этилган йўқотилган қиймати бўйича аниқланади. ПУЭ га асосан номинал юкламада, кучланиш трансформаторларидан ҳисоблаш счётчикларигача бўлган кучланиш йўқотилиши 0,5% дан ортмаслиги, шчитдаги ўлчов приборларигача йўқотилиш эса 1,5% дан ортмаслиги лозим.

Уқитишда лойиҳалаш ҳисобини осонлаштириш учун механик мустаҳкамлиги шarti бўйича симларнинг кесимини мис томирлари учун 1,52 мм² ва алюминий томирлилар учун 2,52 мм² дан олиш мумкин.

Синов саволлари

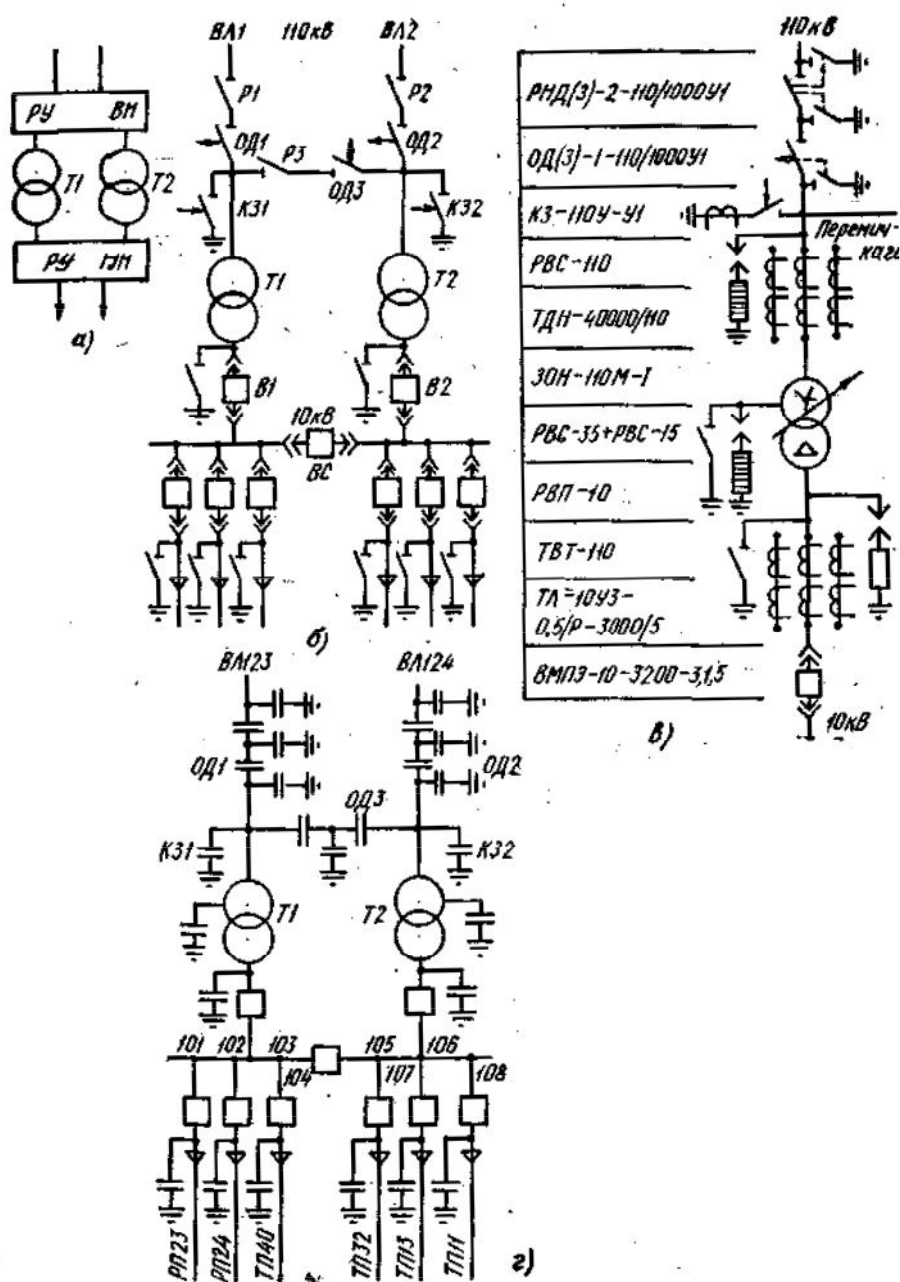
1. Рубилниклар кандй танланади?
2. Автоматлар кандй танланади?
3. Контактторлар ва магнитли ишга туишргичлар кандй танланади?
4. Сақлагичлар кандй танланади?
5. Ажратгич ва узгичлар кандй танланади?
6. ўчиргичлар кандй танланади?
7. Ток ва кучланиш трансформаторларини кандй танланади?

Маъруза 22

Электрстанция ва нимстанцияларнинг уланиш схемаси

Схемаларнинг турлари ва уларнинг вазифаси. Электрстанция (нимстанция)лар электрик уланишларининг бош схемаси - бир-бири билан ўзаро уланган натурал кўринишидаги

асосий электр жиҳозлари (генератор, трансформатор, линиялар), йиғма шиналар, коммутацион ва бошқа бирламчи аппаратуратлар билан улар орасида натурал кўринишда бажарилган барча уланишлар мажмуидир.



Бош схемани танлаш электр станция (нимстанция) электр кисмини лойиҳалашда асосий мезон ҳисобланади, чунки у элементларнинг тўлиқ таркибини ва улар орасидаги боғланишни аниқлайди. Танланган бош схема электрик уланишларнинг принципиал схемаси, ўз эҳтиёжи схемаси, иккиламчи уланишларнинг схемаси, монтаж ва бошқа схемаларни тузишда бошланғич маълумот ҳисобланади.

Бош схемалар чизмада бир чизиқли қилиб тасвирланиб, бунда қурилманинг ҳамма элементлари узилган ҳолатда бўлади. Айрим ҳолларда схеманинг айрим элементларини иш ҳолатида кўрсатишга йўл қўйилади.

83- расм. Схемалар турлари (110/10 кВ ли нимстанция мисолида) а – структур; б – бош соддалаштирилган; в – тўлиқ принципиал; г - оператив.

Схеманинг ҳамма элементлари билан улар орасидаги боғланишлар конструкторлик ҳужжатларининг ягона системаси стандартларига мувофиқ кўрсатилади.

Электр қурилмаларни лойиҳалашда бош схемани тузишдан олдин электр энергия (кувват) ни беришнинг структура схемаси тузилиб, унда электрқурилманинг асосий функционал кисми (тақсимлагич қурилма, трансформаторлар, генераторлар) ва улар орасидаги

боғланиш кўрсатилади. Структура схемалар кейинчалик принципиал схемаларни янада тўлароқ ва батафсилроқ ишлаб чиқиш, шунингдек электркурилманинг иши билан умумий танишиб чиқиш учун хизмат қилади.

Бу схемаларнинг чизмаларида функционал қисмлар тўғри бурчаклар ёки шартли график тасвирлар кўринишида (83-расм, а) тасвирланади. Схемада аппаратлар (ўчиргичлар, ажратгич, ток трансформатори ва ҳоказолар) дан ҳеч қайсиси кўрсатилмайди.

83-расм, б да шу нимстанциянинг бош схемаси айрим аппаратларсиз - ток, кучланиш трансформаторларсиз, разрядникларсиз кўрсатилган. Бундай схема электрик уланишларнинг соддалаштирилган принципиал схемаси бўлади. Тўлиқ принципиал схемада (83-расм, в) бирламчи занжирнинг ҳамма аппаратлари, ажратгич ва узгичларнинг ерга уловчи пичоқлари, шунингдек, қўл-ланиладиган аппаратларнинг типлари кўрсатилади. Оператив схемада (83-расм, г) шартли равишда ажраткич ва ерга уловчи пичоқлар кўрсатилган. Ҳар бир сменада навбатчилик қиладиган ходим томонидан шу аппаратларнинг ҳақиқий ҳолати (уланган, узилган) схемада кўрсатилади.

Электркурилмаларнинг бош схемаларига қўйиладиган асосий талаблар

Электркурилмаларнинг схемаларини танлашда қуйидаги талаблар ҳисобга олинади:

Электростанция ёки нимстанцияларнинг энергосистемадаги вазифаси ҳамда аҳамияти. Энергосистемада параллел ишлаётган электрортанциялар бажарадиган вазифасига қараб кескин фарқланади. Улардан бири *базисли* бўлиб асосий юкламада ишласа, бошқлари - *пиковий* бўлиб, фақат максимал юклама вақтида суткада тўлиқ ишламайди, учинчиси уларнинг иссиқлик истеъмолчилари (ИЭМ) талаб этадиган электрик юкламада ишлайди. Электростанцияларнинг турли вазифаси, ҳатто улардаги уланишлар сони бир хил бўлишига қарамай электр уланишларнинг турли схемаларини қўллаш мақсадга мувофиқ эканлигини кўрсатади.

Нимстанциялар айрим истеъмолчиларни ёки бутун бир районни таъминлаш учун, энергосистеманинг бир қисмини ёки турли энергосистемаларни боғлаш учун хизмат қилиши мумкин. Нимстанциянинг вазифаси унинг схемасини аниқлайди.

Энергосистемада электростанция ёки нимстанциянинг тутган ўрни, ёндош тармоқларнинг схемалари ва кучланишлари. Электростанция ёки нимстанцияларнинг юкори кучланишли шиналари энергосистеманинг тугун (узловой) нуктаси бўлиб, унда бир нечта электростанцияларни параллел ишлашга бириктирилади. Бу ҳолда шиналар орқали энергосистеманинг бир қисмидан бошқасига доимо қувватни ўтказиб туриш - қувватни транзитлаш мумкин. Бундай электркурилмалар схемасини танлашда, биринчи навбатда, қувватни транзитлаш масаласини ҳисобга олиш лозим.

Нимстанциялар боши берк (тупикли), ўтиладиган (проходной), ажраган (отпаечный) бўлиши мумкин; бундай нимстанцияларнинг уланиш схемалари ҳатто бир хил сонли ва қувватли трансформаторларда ҳам турлича бўлади.

6-10 кВ ли тақсимлаш қурилмаларининг схемалари истеъмолчиларнинг электр билан таъминланиш схемасига: якка ёки параллел линиялар билан таъминлаш, истеъмолчиларда ишга солинадиган резервларнинг мавжудлиги ва ҳоказога боғлиқ бўлади.

Электр билан таъминлаш ишончилиги даражасига қараб истеъмолчилар (тоифаси) категорияси. Электр билан таъминлаш ишончилиги нуқтаи назаридан ҳамма истеъмолчилар тоифаларга бўлинади.

Электростанция, нимстанция ва тармоқнинг ёндашган участкасини кенгайтириш истиқболи ҳамда тараққий эттиришининг оралиқ босқичлари. Тақсимлаш қурилмаларининг схемаси ҳамда жойлашинини энергосистеманинг тараққий этишида уланишлар сонининг ортиш имкониятини ҳисобга олиб танлаш лозим бўлади. Йирик электростанциялар навбати билан қурилганлиги учун улаш схемасини танлашда биринчи, иккинчи, учинчи навбатда ва уни тугал ривожлантиришда ишга тушириладиган агрегат ва линиялар сони ҳисобга олинади.

Нимстанция схемасини танлашда юқори ва ўрта кучланишли линиялар сони билан уларнинг масъулият даражасини ҳисобга олиш лозим, шунинг учун турли ривожланиш босқичида нимстанция схемаси турлича бўлиши мумкин.

Станция ва нимстанция тақсимлаш қурилмалари схемасининг босқичли ривожланиши катта ўзгартиришларга олиб келмаслиги керак. Бунга схемани танлашда унинг ривожланиш истиқболини ҳисобга олгандагина эришиш мумкин.

Элетрқурилмаларнинг схемаларини танлашда қ.т. тоқларининг йўл қўйилган даражаси ҳисобга олинади. Эҳтиёж туғилса, тармоқларни секциялаш, элетрқурилмани мустақил ишловчи қисмларга бўлиш ва махсус ток чегараловчи қурилмаларни ўрнатиш каби масалалар ҳал қилинади.

Элетрқурилманинг бош схемасини танлашга таъсир этадиган комплекс шартлардан схемаларга қўйиладиган қуйидаги асосий талабларни кўрсатиш мумкин:

- истеъмолчиларни электр билан таъминлашнинг ишончилиги;
- ремонт ишларининг бажарилишига мосланганлиги;
- электрик схеманинг оператив ихчамлилиги;
- иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқлиги.

Ишончилик - бу элетрқурилманинг электр тармоғи участкасининг ёки энергосистеманинг истеъмолчиларини белгиланган сифатдаги электр энергияси билан узлуксиз, тўла таъминлаш хусусиятидир. Схеманинг истаган жойидаги асбоб-ускунанинг бузилиши, электр

билан таъминлашни, системага энергия беришни, шина орқали қувватни транзитлашни мумкин қадар бузмаслиги керак. Схеманинг ишончилиги шу элетркурилмадан таъминланаётган истеъмолчининг характери категориясига тўғри келиши керак.

Ишончилиқни истеъмолчиларни электр билан таъминлашнинг бузилиш давомийлиги ҳамда частотаси ва энергосистема билан унинг айрим тугунлари (узеллари) ни етарли даражада авариясиз ишлашни таъминлаш учун керак бўладиган авария резервининг нисбий катталиги билан баҳолаш мумкин.

Элетркурилмаларининг ремонт ишларига мосланганлиги истеъмолчиларни электр билан таъминлашни чекламасдан ёки бузмасдан туриб, ремонт ишларини олиб бориш имкониятига эга бўлиши билан баҳоланади. Шундай схемалар борки, учиргични ремонт қилиш учун уни ремонт тамом бўлгунча узиб туриш керак бўлади, бошқа схемаларда уланганлардан айримини махсус ремонт схемасини тузиш учун вақтинча узиб туриш талаб этилади; учинчиларда - учиргичларни ремонт қилишда электр билан таъминлаш ҳатто қисқа вақтга ҳам узилмай амалга оширилади. Шундай қилиб, кўриляётган схеманинг ремонт ишларини амалга ошириш учун мосланганлигини сон жиҳатидан қуйидагича: асбоб-ускуналарни ремонт қилиш ва истеъмолчиларни узиш частотаси ҳамда ўртача давомийлиги билан баҳолаш мумкин.

Электр схеманинг оператив ихчамлиги керакли эксплуатацион режимларни ҳосил қилиш ва оператив қайта уланишга мосланганлиги билан аниқланади.

Схеманинг энг катта оператив ихчамлиги оператив қайта улашлар узокдан (дистанцион) бошқаТҚвчи юритмага эга бўлган учиргич ёки бошқа коммутацион аппаратлар томонидан амалга оширилгандагина таъминланади. Агар ҳамма қайта улашлар узокдан, автоматика воситаси ёрдамида амалга оширилса, яна ҳам яхшироқ бўларди, у ҳолда аварияни йўқотиш анча тезлашар эди.

Оператив ихчамлиқ оператив қайта уланишлар сони, мураккаблиги ва давомийлиги билан баҳоланади.

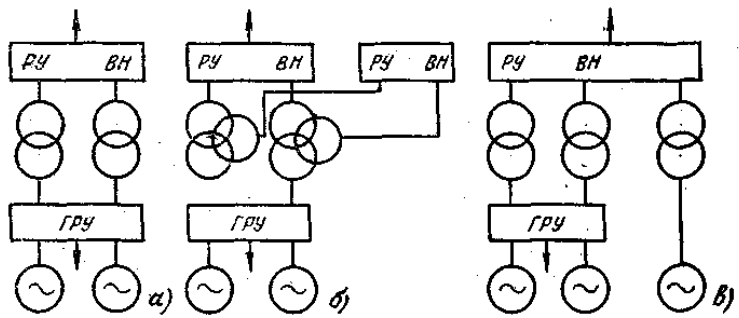
Схеманинг иқтисодий мақсадга мувофиқлиги курилмани куриш учун сарфланган капитал маблағ, уни эксплуатация қилиш ва электр билан таъминлаш бузилганда кўрилган зарарларни ўз ичига оладиган умумий сарф миқдори билан баҳоланади.

Қилинган харажатларни ҳисоблаш методикаси қуйида батафсил баён этилган.

Электростанция ва станциялардаги электр энергияни узатиш (бериш) схемаси

Электр энергияни узатиш схемаси асбоб-ускуналар таркибидан (генератор, трансформаторлар сони) ва турли кучланишдаги тақсимлаш қурилмалари (ТҚ) ўртасида юкламанинг тақсимланишига боғлиқ.

ИЭМ да электр энергияни узатишнинг структура схемаси 84-расмда кўрсатилган. Одатда бундай станциялар 6-10 кВ ли генератор кучланишидаги истеъмолчиларга эга бўлиб, бош тақсимлаш қурилмаси (БТҚ) қуришни тақозо этади. Энерготизим билан боғланиш 110, 220 кВ ли юқори кучланиш ли-



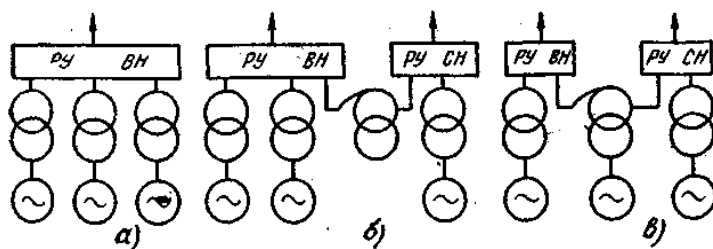
84- расм. ИЭМ нинг электр энергия бериш структур схемаси.

ниялари орқали амалга оширилади, шунинг учун ИЭМ да БТҚ дан ташқари юқори кучланишли тақсимлаш қурилмаси (ТҚ ЮК) қурилади.

Агар ИЭМ яқинида энергия кўп сарф қиладиган корхона мавжуд бўлса, у холда уларни 35 ва ундан юқори кВ ли линиялар орқали таъминлаш мумкин. Бу холда ЭМТ да ўрта кучланишли тақсимлаш қурилмаси (ТҚ ўК) назарда тутилади (84-расм, б).

ИЭМга 100, 250 МВт ли кучли генераторлар ўрнатилганда, уларни БТҚга улаш мақсадга мувофиқ бўлмайди. Бу қ. т. тоқларининг анча ортишига, бинобарин, БТҚнинг ҳамма аппаратурасининг оғирлиги билан таннархининг ошишига олиб келган бўларди. Бундан ташқари, маълумки, кучли генераторлар 13,8-20 кВ ли номинал кучланишга эга бўлиб, истеъмолчилар эса БТҚдан, одатда, 6-10 кВ ли кучланиш билан таъминланади. Буларнинг ҳаммаси ИЭМнинг кучли генераторларини юқори кучланишли ТҚ га генератор - трансформатор блоки схемаси бўйича бевосита улашни - мақсадга мувофиқ қилади (84-расм, в).

Турли кучланишдаги тақсимлаш қурилмалари бир-бири билан икки чулғамли ёки уч чулғамли трансформаторлар (автотрансформаторлар) орқали боғланади.



85-расм. Кучли электр станция (КЭС, ГЭС, АЭС) ларнинг электр энергия бериш структур схемаси.

85-расмда электростанция (КЭС, ГЭС, АЭС) ларнинг электр энергияни асосан оширилган кучланишда беришиинг схемаси берилган.

Бундай электростанцияларнинг яқинида истеъмолчиларнинг бўлмаслиги, генератор кучланиши-

даги тақсимлаш қурилмалари қурмасликка имкон беради. Ҳар бир генератор, кўпинча, генератор кучланишидаги учиргич ўрнатмай, бевосита оширувчи трансформатор билан бириктирилади. Бундай улаш блокли улаш деб юрйтилади. Генератор - трансформатор блокларининг параллел ишлаши юқори кучланишда амалга оширилиб, бунда тақсимлаш қурилмаси кўзда

тутилади (85-расм, а). Агар электр энергия юкори ва ўрта кучланишда узатилса, у ҳолда улар орасидаги боғланиш алоқа трансформатори (автотрансформатори) (85-расм, б) ёки генератор блокига уланган автотрансформатор (85-расм, б) орқали бўлади.

Икки чулғамли трансформаторлари бўлган нимстанцияда электр энергияни қабул қилиш ва уни истеъмолчиларга узатиш схемаси 82-расм, а да кўрсатилган. Электр энергия энергосистемадан нимстанциянинг юкори кучланишли ТҚ га келиб, трансформацияланади ва истеъмолчилар орасида паст кучланишли ТҚ да тақсимланади.

Узелли нимстанциялар истеъмолчиларни таъминлабгина қолмай, балки энергосистеманинг айрим қисмларини бир-бирига улайди. Бундай ҳолларда нимстанцияда ТҚ ПК дан ташқари, юкори ва ўрта кучланишдаги ТҚ қурилади ва уч чулғамли трансформаторлар ёки автотрансформаторлар ўрнатилади.

Станция ва нимстанцияларнинг у ёки бу схемалари икки-уч вариантнинг техник-иқтисодий кўрсаткичларини қиёслаш асосида танланади.

АДАБИЁТЛАР

1. Неклепаев Б.Н. «Электрическая часть станций и подстанций». - М.; Энергия, 1976.
2. Рожкова А.Д., Козулин В.С. «Станция ва подстанцияларнинг электр асбоб-ускуналари». - Дарслик, Т.; Уқитувчи, 1986.
3. Рожкова А.Д., Козулин В.С. «Электрооборудование станций и подстанций». - М.; Энергия, 2004, 648 с.
4. Под ред. Васильева А.А. «Электрическая часть станций и подстанций».- М.; Энергоиздат, 1999.
5. Правила устройства электроустановок (ПУЭ): М.: Энергоиздат, 2002
6. Под. ред. Усова С.В. «Электрическая часть станций и подстанций». - М.; Энергоатомиздат, 1987.
7. Электротехнический справочник: Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии./Под общ. ред. профессоров МЭИ. – М.: Издательство МЭИ, 2004, 964 с.

6 - расм.
ГЭС нинг
принципи-
ал техно-
логик