Ўзбекистон республикаси олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги
Фарғона политехника институти

Энергетика факультети

Электр энергетикаси кафедраси

“Республика электр таъминоти тизимида ишлатилаётган куч трансформаторларининг таҳлили” тўғрисида

РЕФЕРАТ

Бажарди: М3–12 ЭТ гуруҳи магистранти
Парпиев М.А. , Эралиев Х.А.

Маслаҳатчи: асс. Йўлчиев М.Э.

Раҳбар: доц. Жабборов Т.К.

Фарғона – 2013

Аннотация

Энергетика факультети, “Электр энергетикаси” кафедрасидаги “Электр таъминоти” мутахассислиги М3–12 ЭТ гуруҳининг магистрантлари Парпиев М.А., Х.А.Эралиевларнинг “Республика электр таъминоти тизимида қўлланиладиган куч трансформаторларининг таҳлили” тўғрисидаги рефератида куч мустақил Республикамиз электр тармоқлари тизимида ишлатилаётган куч трансформаторларининг тузилиши, уларнинг уланиш гуруҳлари ва ишлаш жараёни тўғрисида қисқача маълумотлар келтирилган.

ТРАНСФОРМАТОРЛАРГА ОИД УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР ВА АСОСИЙ ҚИСМЛАРИНИНГ ТУЗИЛИШИ

Трансформаторларнинг вазифаси, қўлланиш соҳалари ва таснифи. Трансформаторнинг асосий қисмлари ва уларнинг тузилиши. Бир ва уч фазали трансформаторларнинг магнит системалари; фаза чулғамлари учларининг белгиланиши ва уланиш усуллари.

Трансформаторларнинг салт ишлаш режимидаги электромагнит жараёнлар ва чулғамларининг уланиш гуруҳларини аниқлаш

Уч фазали трансформаторнинг салт ишлаш режимида бўладиган электромагнит жараёнлар: уч фазали трансформатор чулғамларида ҳосил бўладиган электр юритувчи кучлар ва трансформациялаш коэффициенти; чулғамлари «юлдуз» (Y) ёки «учбурчак» (Δ) уланган ҳоллардаги электр юритувчи куч (ЭЮК), кучланиш ва токларининг фазавий ҳамда линиявий қийматлари. Уч фазали икки чулғали трансформатор чулғамларининг уланиш гуруҳларини аниқлаш. Салт ишлаш режими учун алмаштириш (эквивалент) схемаси ва вектор диаграммаси.

Трансформаторларнинг симметрик қисқа туташув режимидаги физик жараёнлар

Келтирилган трансформатор ва унинг алмаштириш схемаси. Икки чулғамли трансформаторларда қисқа туташув (уч фазалида симметрик қисқа туташув) тажрибаси, характеристикалари ва бу режимга оид бўлган муҳим параметрлар; қисқа туташув режими учун вектор диаграмма.

Трансформаторнинг симметрик юклама билан ишлашидаги физик жараёнлар.

Симметрик юклама уланган уч фазали икки чулғамли транс–форматорда бўладиган электромагнит жараён. Ҳар хил характерли юклама уланган трансформаторнинг вектор диаграммалари. Трансформаторнинг ташқи характеристикаси ва кучланиш ўзгариши ΔU га таъсир қиладиган омиллар. Трансформатор кучланишини ростлаш усуллари.

Трансформаторда қувват исрофлари ва фойдали иш коэффициенти (ФИК).

Трансформаторларнинг параллел ишлаши

Уч фазали икки чулғамли трансформаторларнинг параллел ишлаши: параллел улаш шартлари ва бу шартлардан биронтаси тўла бажарилмаган ҳолларда параллел уланган трансформаторларнинг чулғамларида ҳосил бœладиган тенглаштирувчи токларнинг таҳлили.

Трансформаторларнинг замонавий турларига тегишли асосий ва амалда кенг қўлланиладиган махсус турларига оид умумий маълумотлар.

Электр ўлчаш схемаларида ишлатиладиган (кучланиш ва ток трансформаторлари), частотани ва фазалар сонини ўзгартирадиган ҳамда амалиётда кенг қўлланиладиган бошқа махсус трансформаторларга оид умумий маълумотлар.

ТРАНСФОРМАТОРЛАР, ЭЛЕКТР МАШИНАЛАРИНИНГ ИШЛАБ ЧИҚАРИШДАГИ АХАМИЯТИ

Режа:

1. Кириш
2. Трансформаторлар хақида асосий тушунча
3. Трансформаторларнинг номинал қийматлари

Кириш

Кўп тармоқли хўжаликнинг корхоналарида қўлланилаётган трансформаторлар электротехнологик ускуналарини электр энергияси билан сифатли ва ишончли таъминлашнинг гарови бўлиб хисобланади. Саноатнинг айрим технологик жараёнларининг тезлигини ўзгармас ток двигателлари ва микромашиналар ёрдамида ёрдамида кенг кўламда силлиқ ростлаш мумкин. Ўзгармас ток машиналари баъзи технологик қурилмаларда, ердаги ва ҳаво транспортларида хозиргача кенг қўлланилиб келинмоқда.

2. Трансформаторлар ҳақида асосий тушунчалар

Ишлаб чиқариш корхонларини, транспортни, қишлоқ хўжалигини электрлаштириш, электротехнологик қурилмаларни турли кўринишлардан фойдаланиш билан боғлиқ. Электротехнологик қурилмаларнинг асосий элементи бўлиб электр машиналар ва трансформаторлар ҳисобланади.

Трансформаторлар электромагнит статик аппарат бўлиб, айланувчан қисмлари бўлмайди, лекин ишлаш принципи ва тузилиши электр машиналарига ўхшаш бўлганлиги сабабли электр машиналар гуруҳига қўшиб ўрганилади.

Электр станцияларда ишлаб чиқарилган ўзгарувчан токни истеъмолчиларга узатиш, электр қурилмалари ёрдамида етказиб бериш ва тақсимлаш учун уни кучланишини ўзгартириш керак бўлади. Ўзгарувчан токни кучланишини ўзгартириш яъни трансформациялаш учун трансформаторлар қўлланилади.

Электротехниклар узоқ масофаларга ўта катта электр энергетик қувватларни узатиш учун мўлжалланган, кучланиши 1150 кВ бўлган трансформаторларни яратдилар. Электр станцияларидаги турбогене–раторларнинг кучланишини кучайтирувчи қуввати 1000÷1250 МВА га тенг бўлган трансформаторлар ҳам электротехнологик қурилмаларнинг нодир элементлари қаторига киради.

Электр энергиясини узоқ масофаларга узатиш учун ўзгарувчан ток генераторларининг 6–30 кВ ли кучланишини трансформаторлар ёрдамида 110, 150, 220, 330, 400, 500, 750, 1150 кВ гача кучайтириб электр узатиш тармоқларига уза–тилади. Кучланишнинг кучайтирилиши токнинг пропорционал камайишига олиб келади ва узатиш тармоғидаги қувват исрофи токнинг квадратига пропорционал равишда камаяди. Шу сабабли электр станцияларида кучайтирувчи трансформаторларнинг қўлланилиши мақсадга мувофиқ бўлади.

Электр энергиясини қабул қилувчи, узатувчи ёки тарқатувчи энергетик тизимларда қўлланилувчи қуввати 6,3 кВА ва ундан ҳам юқори бўлган трансформаторларни куч трансформаторлари /КТ/ дейилади.

Уч фазали куч трансформаторларнинг қувватлари 1250 МВА гача, уч фазали гуруҳ трансформаторларининг қувватлари эса (учта бир фазали трансформаторлардан ҳосил бўлган) 2000 МВА гача бўлиб, оғирлиги эса 500 т. гача боради.

Трансформаторларнинг электр энергияни қабул қилувчи чулғами–бирламчи, истеъмолчига энергияни узатувчи чулғами–иккиламчи чулғам дейилади. Номларига ўхшаш, ҳар бир чулғамга қарашли қийматлар (масалан, ток, кучланиш, қувват, қаршилик ва ҳ.к.) бирламчи ва иккиламчи қийматлар дейилади (бирламчи ток, иккиламчи қаршилик ва ҳ.к.). Трансформаторларнинг юқорироқ кучланишли тармоққа уланган чулғами юқори кучланишли (юқори кучланиш) чулғам дейилади. Кичикроқ кучланишли тармоққа уланган чулғами қуйи кучланишли (қ.к.) чулғами, ва ниъоят уч чулғамли трансформаторларнинг юқори кучланиш ёки қ.к. чулғамларига тааллуқли бўлмаган – чулғами ўрта кучланишли (ў.к.) чулғам дейилади. Агар иккиламчи чулғам кучланиши бирламчиникидан кичикроқ бўлса – трансформатор пасайтирувчи, акс ҳолда – кучайтирувчи дейилади.

Битта бирламчи ва битта иккиламчи чулғамли трансформатор икки чулғамли трансформатор дейилади. Ҳар бир фазада учтадан чулғами бўлган, масалан, битта юқори кучланишли ва иккита қуйи кучланишли, ёки тескариси – битта қуйи кучланишли ва иккита юқори кучланишли трансформаторлар уч чулғамли даб аталади. Бир фазали ёки уч фазали трансформаторларнинг битта фазасида учтадан кўпроқ чулғами бўлиши мумкин. Бундай трансформаторлар кўп чулғамли трансформаторлар дейилади.

Куч трансформаторлари тузилиши бўйича икки турга бўлинадилар: мойли ва қуруқ трансформаторлар. Мойли трансформаторларда магнит ўзак ва чулғамлар яхши изолятор ва совутувчи модда ҳисобланган трансформатор мойи тўлдирилган идишга жойлаштириладилар. Трансформатор мойи чулғам изоляцияларини ҳавонинг зарарли таъсиридан ҳам сақлайди.

Трансформациялаш коэффициентларини ўзгартириш учун чулғамларида махсус уламалари бўлган трансформаторларга уламали трансформаторлар дейилади.

Трансформатор ўзгарувчан токнинг кучланишини қийматини ўзгартириш билан бирга, ўзгарувчан токнинг фазалар сонини ва частотасини қийматини ўзгартирадиган мосламалар таркибида ҳам ишлатилади.

3. Трансформаторларнинг номинал қийматлари

Трансформаторларнинг номинал режими деб, ишлаб чиқарган корхона тайёрлаган паспортида кўрсатилган режимга айтилади.

Трансформаторларнинг номинал қийматлари – қувват, кучланишлар, токлар, частота ва ҳ.к. трансформаторларнинг паспортида кўрсатилган бўлиб,

улар трансформаторларнинг номинал режимини кўрсатувчи бошқа қийматлар, масалан, ф.и.к. кабиларга ҳам тааллуқлидир.

Трансформаторларни номинал қуввати деб иккиламчи чулғамда Волрт–Ампер билан ўлчанган ва паспортда кўрсатилган қувватга айтилади.

Трансформаторларни номинал бирламчи кучланиши деб, паспортда кўрсатилган кучланишга айтилади; агар бирламчи чулғамни шохобчалари мавжуд бўлса, у холда номинал кучланиши алохида таъкидланади.

Трансформаторларнинг номинал иккиламчи кучланиши деб бирламчи чулғамидаги кучланиши номинал кучланишига тенг бўлиб, салт ишлагандаги иккиламчи кучланишга айтилади; агар иккиламчи чулғамида уламалар мавжуд бўлса, унинг номинал кучланиши алохида таъкидланади.

Трансформаторнинг бирламчи ва иккиламчи чулғамларини номинал токлари деб, трансформаторнинг паспортида кўрсатилган ва номинал қувват ва номинал кучланишлар билан маълум боғланишда бўлган бирламчи ва иккиламчи чулғамларнинг токларига айтилади. Бунда трансформаторнинг ф.и.к.и 100% га яқин деб фараз қилиниб, иккала чулғамнинг номинал қувватлари тенг деб қабул қилинади.

Европа ва Осиё давлатларидаги каби, Ўзбекистон Республикасида ҳам кучланиш частотаси 50 Герц (Гц) га тенг деб қабул қилинган.

Кучланиш, электр юритувчи куч ва токларнинг вақтга боғлиқлиги бу параметрларнинг функцияларини синусоидадан фарқи деб, даврий функцияларни гармоник қаторга ажратилиб, амплитудаларининг қийматларидан энг катта деб ҳисобланган учта юқори гармоник ташкил этувчиларини амплитудаларининг квадратларини йиғиндисини квадрат илдизидан чиқарилган натижасини, бирламчи гармоника амплитудасига нисбатан фоиз ҳисобида олиниб, аниқланган қийматига айтилади. Қуввати 1000 кВт дан катта бўлган трансформаторларда бу қиймат 5% дан катта бўлмаса ва 1000 кВт дан кичикларида 10% дан катта бўлмаса, кучланиш, электр юритувчи куч ва ток синусоидал шаклда деб ҳисобланади.

Уч фазали кучланиш ёки токлар тизимининг симметрик ёки носимметриклигини аниқлаш учун уларнинг векторлари тўғри ва тескари фазалар кетма–кетлигига ажратилади. Агар векторлар тескари кетма–кетлиги векторлар тўғри кетма–кетлигининг 5% ига тенг ёки ундан кичик бўлса симметрик ва 5% идан катта бўлса тизим носимметрик тизим деб ҳисобланади.

ТРАНСФОРМАТОРНИНГ МАГНИТЛАНИШ ЖАРАЁНИ ВА МАГНИТ ЗАНЖИРИНИ ХИСОБЛАШИ

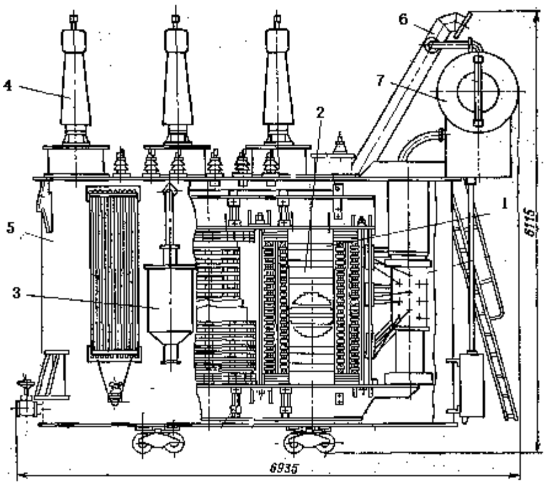
Режа:

1. **Трансформаторнинг тузилиши.**
2. **Трансформаторнинг магнит ўзаги.**
3. **Трансформаторнинг чулғамлари**
4. **Трансформаторнинг ёрдамчи элементлари**
5. **Трансформаторнинг уланиш схемалари**
6. **Трансформаторнинг уланиш гуруҳлари.**

1.Трансформаторнинг тузилиши.

Трансформаторлар ўзгарувчан токнинг кучланишини ўзгартиришга хизмат қилиб, асосий ва ёрдамчи қисмлардан иборат. Асосий қисм– трансформаторларнинг электромагнит жараёнларини вужудга келтирувчи чулғамлардан ва магнит оқимни кучайтирувчи магнит ўзакдан иборат. Ёрдамчи қисмлар эса трансформаторнинг қуввати, кучланиши, турлари ва ҳ.к. ларга қараб, бир неча ўнлаб бўлаклардан иборат. Улар қаторига мойли трансформаторларнинг баклари, уламани ва чулғамларни боғловчи изоляторлар ва бошқалар киради.

Таранcформаторнинг ёрдамчи қисмларига шунингдек:



1 – расм. Трансформаторнинг умумий кўриниши ;
1- чулғамлар, 2– магнит ўзак, 3–термосифон филртр,
4– изолятор, 5–радиаторли бак, 6–газ чиқарувчи труба,
7–кенгайтирувчи бак,

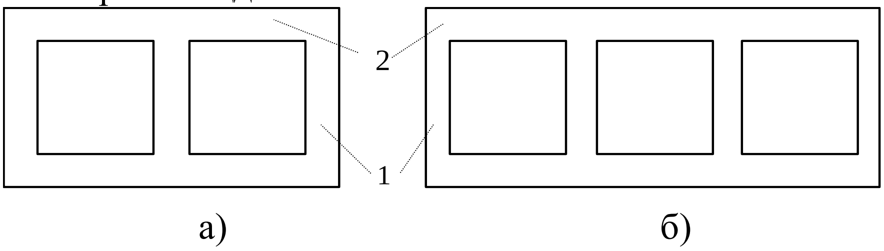
1. Газ релеси.
2. Кенгайтирувчи бак.
3. Газ чиқарувчи труба.
4. Совутиш радиаторлари ёки трубалари киради.

2. Трансформаторнинг магнит ўзаги

Трансформаторнинг магнит ўзаклари электротехник пўлатдан тайёрланади. Магнит ўзакни тайёрлашда гистерезис ва уюрма токлари таъсиридаги қувват исрофларини камайтириш тадбирлари ҳисобга олиниши керак. Шунинг учун магнит ўзакларни тайёрлашда магнит юмшоқ электротехник пўлатдан фойдаланилади. Уюрма токларни камайтириш мақсадида электротехник пўлат тунукалар бир–биридан махсус электр ъимояловчи лаклар ёрдамида қопланади. Ҳимояловчи лакнинг қалинлиги трансформатор чулғамларининг кучланишига боғлиқ бўлади.

Магнит ўзакни тайерлаш учун қўлланилган электротехник пўлат тунуканинг қалинлиги ўзакнинг магнитланиш частотасига боғлиқ, частота $f = 50$ *Гц* бўлганда пўлат тунуканинг қалинлиги *0,35* ёки *0,5 мм* бўлади. Трансформаторнинг магнит ўзаклари асосан икки хил конструк–цияда, устунли (стержневой) (2,а–расм) ва қобиқли (броневой) (2,б–расм)

кўринишда тайёрланади, кейинги пайтларда фазовий устунли магнит системалар ҳам тайёрланмоқда.

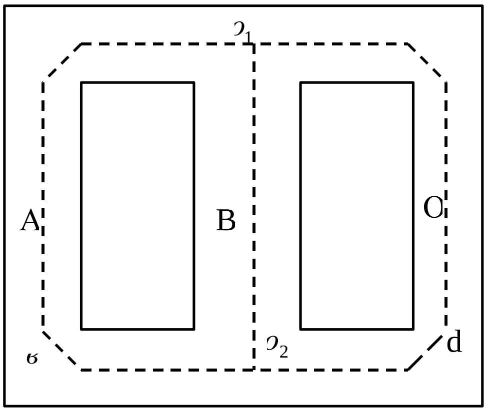


2–расм. Трансформаторнинг магнит ўзаги:
а) устунли, б) қобиқли 1. Устун. 2. Тўсин

Уч устунли трансформаторнинг ўзаро боғланган магнит ўтказгичлари 3–расмда кўрсатилган, бу трансформаторнинг характерли томони унинг магнит тизимларининг носимметриклигидадир, чунки алохида А, В ва С фазаларининг ўзакларидаги магнит занжирлари бир хил эмас. Ўртада жойлашган В ўзакнинг магнит занжири икки чеккадаги А ва С ўзакларникидан қисқароқ, чунки учала занжирдаги магнит куч чизиқлари бир–бири билан икки o_1 ва o_2 нуқталарда туташадилар.

Куч трансформаторларининг магнит ўзаклари иссиқ ҳолда жуваланган Э41, Э42, Э43 маркали ёки совуқ ҳолда жуваланган Э310, Э320, Э330 маркали электротехник магнит юмшоқ пўлатлардан тайёрланади. Кейинги пайтларда электр машинасозлик заводларида электр машина ва трансформаторларнинг магнит ўзакларини тайёрлашда совуқ ҳолда жуваланган Э310, Э320, Э330 маркали пўлатлар кенг қўлланилмоқда.

Трансформаторларнинг магнит ўзакларидаги индукция асосан 1,2 – 1,5 Тл, иссиқ ҳолда жуваланган пўлатлар учун 1,5–1,7 Тл ни ва магнит ўзаги совуқ ҳолда жуваланган пўлатдан тайёрланган мойли трансформаторларда индукция 1,0–1,5 Тл ташкил этади.



3–расм. Магнит ўзакдаги магнит куч чизиқларининг ўртача узунлиги.

3. Трансформаторнинг чулғамлари

Трансформаторларнинг чулғамларини тайёрлашда асосан электро–техник мисдан ва алюминийдан фойдаланилади. Трансформаторларнинг номинал кучланишига асосан чулғамларни ъимоялаш материалининг классификацияси танланади. Трансформаторнинг қувватига, кучланиши ва токига асосан чулғамнинг тури танланади. Чулғамлар узлуксиз, спирал

ғалтакли (катушкали), бир қатламли ва кўп қатламли цилиндрик, бир одимли ва кўп одимли винт кўринишидаги конструкцияларда тайёрланади.

Винтсимон чулғамлар бир неча параллел ўтказгичлардан иборат бўлади. Чулғамнинг ўрамларини одими бир ёки бир неча одимли бўлган винт чизиқлари сингари жойлаштириладилар. Ўрамлар орасида, ҳамда шохобчалар орасида керак бўлган ҳолларда совитиш учун мой ўтар каналлари мавжуд.

Винтсимон чулғамларни изоляцион материалдан ясалган цилиндрга жойлаштирилган узун энсиз таёқларга ёки муваққат пўлат цилиндрсимон қолипга ўралади. Винтсимон чулғамлар трансформаторнинг асосан қуйи кучланиш чулғамларида токнинг қиймати 300 А дан каттароқ бўлганда қўлланилади.

Чулғамларнинг кўндаланг кесим юзалари катталашиб кетган тақдирда бундай ўтказгичлар параллел ўтказгичларга бўлинади ва бу ўтказгичлар ўртасида электр юритувчи куч ва токни бир хилда тақсимланишини таъминлаш учун транспозиция қилинади, яъни пареллел ўтказгичларнинг ўринлари чулғамнинг баландлиги бўйича алмаштирилади.

Кучланиши 35кВ ва ундан юқори бўлган трансформаторларда узлуксиз спирал ғалтакли чулғамлар қўлланилади. Улар бир–биридан каналлар билан ажратилган ясси гардишсимон (дисксимон) ўрамлардан иборат. Агар узлуксиз спирал чулғам трансформаторнинг юқори кучланиш чулғами бўлса, у ҳолда трансформациялаш коэффициентини 5% атрофида ўзгартириш мақсадида махсус шохобчаларга эга бўлади.

Алмашинувчи чулғамли трансформаторларда юқори кучланишли ва қуйи кучланишли чулғамларнинг айрим қисмлари ўзаро шундай алмашиниб жойлаштириладики, унда қуйи кучланиш чулғамларининг ўрамлари магнит ўзакка яқинроқ жойлашадилар. Алмашинувчи чулғамлар ишлаб чиқаришда мураккаб технологик жараёни, қисқа туташувларга бардошсизлиги; магнит ўзакдан ва бир–биридан изоляциялашнинг қийинлиги каби камчиликлари билан концентрик чулғамлардан ажралиб туради:

4. Транформаторнинг ёрдамчи элементлари

Трансформаторнинг баки, газ релеси, газ чиқарувчи труба ва кенгайтирувчи бак, форфорли изоляторлар унинг ёрдамчи элементларини ташкил этади.

Трансформаторларнинг бакини ўлчамлари трансформаторни лойиҳалашда ҳисобланади ва конструктив пўлатдан тайёрланади. Трансформаторнинг қувватига мувофиқ равишда текис деворли, трубали ва радиаторли баклар қўлланилиши мумкин.

Хозирги замон мойли куч трансформаторларини совутиш учун актив қисмлари, яъни магнит ўзак ва унга махкамланган чулғамлар, мойли бакка жойлаштирилади. Бунда чулғамлар ва магнит ўзак ўз ҳароратини ҳаракатланаёган (актив қисмни юваётган) мойга узатади. Мойнинг ҳаракати бакнинг турли жойларидаги мой ҳароратларининг фарқи натижасида ҳосил бўлади. Чунончи, қизиган мой юқорига ҳаракатланиб, унинг ўрнини махсус совутгичлардан келаётган совуқ мой эгаллайди. Совутгичларга эса

қизиган мой келади, шу тариқа, мойнинг табиий циркуляцияси (берк контур бўйлаб ҳаракати) ёрдамида трансформаторнинг чулғамлари ва магнит ўзаклари табиий совутилади. Бакнинг тузилиши ва шакли трансформатор–нинг қизишини ҳисоблаш билан узвий боғлиқдир. Бакнинг материалини мустаҳкамлиги мойнинг 0,5 атмосфера босимига бардош бера олиши шарт. У ғилдиракли аравачага жойлаштирилади ва трансформаторнинг тўла оғирлигига мўлжалланган бўлади.

Трансформаторнинг қуввати ошган сари унинг совутиш шароитлари мураккаблашади. Шу туфайли бакнинг тузилиши ҳам ўзгариб боради. Масалан:

а) қуввати 30 кВА гача бўлган трансформаторларнинг баки энг содда тузилган яъни текис деворли бўлади;

б) қуввати 3000 кВА гача бўлган трансформаторларда трубали баклар қўлланилади. Бунда бакнинг деворларига диаметри 50 мм, деворининг қалинлиги 2 мм гача бўлган пўлат трубалар 1÷3 қатор вертикал ҳолатда пайвандланади;

в) қуввати 10000 кВА гача бўлган трансформаторларнинг бакларига табиий совутувчи радиатор–совутгичлар ўрнатилади;

г) қуввати 10000 кВА ва ундан катта трансформаторлар ҳаво пуркагичлар ёрдамида совутиладиган радиаторлар ўрнатилади.

ГЭС ларда ўрнатиладиган трансформаторларнинг мойини совутиш учун махсус совутгичлардаги сувдан фойдаланилади. Бу ҳолда мойнинг сунъий (мажбурий) циркуляцияси насослар ёрдамида амалга оширилади. Бу турдаги совутгичлар қўлланган трансформаторларнинг ўлчамлари бошқаларникидан анча кичик бўлади.

Трансформаторларнинг юкланишини ортиб кетишидан ва ички қисқа туташув ҳолатларидан ъимоялаш учун газ релесидан фойдаланилади. Газ релеси иккита қалқовичдан иборат бўлиб, уларнинг ичига контактларини улаш учун суюқ металл қуйилади. Суюқ металл сифатида асосан симобдан фойдаланилади.

Газ чиқарувчи трубалар трансформатор бакининг ўта юкланиш ва қисқа туташув режимларида мойдан ажралиб чиққан газ ҳисобига ҳосил бўлган босим таъсирида деформацияланиши ва ёрилиб кетишидан ъимоя қилади. Газ чиқарувчи трубалар асосан трубадан ва шиша мембранадан иборат. Трансформаторнинг кенгайтирувчи баки, мой заҳираси сифатида қўлланилади. Бакдан текшириш учун олинган, пайвандланган чокларини бузилиши натижасида оқиб кетган, устки қопқоқ прокладкасидан сизиб чиққан мойларни ўрнини кенгайтирувчи бакдаги мой захираси ёрдамида тўлдирилади. Кенгайтирувчи бакнинг ён томонида ўраб турган муҳитнинг ҳарорати ўзгарганда, трансформаторнинг бакидаги мойнинг сатҳи қанча бўлишини кўрсатувчи кўрсатгич ўрнатилган. Трансформаторнинг чулғамларини манбага ва истеъмолчиларга улаш учун форфордан ёки шишадан тайёрланган изоляторлардан фойдаланилади. Изоляторларнинг ўлчамлари трансформаторнинг кучланишига ва қувватига асосан ҳисобланади.

5. Трансформаторнинг чулғамларини уланиш схемалари

Куч трансформаторларининг чулғамлари асосан юлдуз–юлдуз (Y/Y), учбурчак–учбурчак (Δ/Δ), юлдуз–учбурчак (Y/Δ) ва жимжимали–юлдуз (Z/Y) схемаларида уланади. Чулғамларнинг уланиш схемалари трансформаторнинг иш шароитига, истеъмолчининг турига ва характерига ҳам боғлиқ бўлади. Трансформаторларни ъимоялаш схемаларини ишлаши учун чулғамлар нолр нуқтали схемада ҳам уланиши мумкин. Давлат стандарти бўйича уч фазали куч трнасформаторларининг фазаларини кетма–кетлиги уланиш схемаси бўйича чапдан ўнг томонга ўқилади. Уч фазали трансформаторларнинг юқори кучланишли чулғамларнинг боши *А В С*, ва охири *X Y Z,* паст кучланишли чулғамда *а, в, с* ва *x, y, z* билан белгиланади.

Трансформаторлар чулғамларининг уланиш усуллари махсус ъужжатларда келтирилаётганда аввал юқори кучланишли чулғами кейин қуйи кучланишли чулғамнинг уланиш схемаси ёзилиб улар орасига қия чизиқ чизилади. Агар бирор чулғамнинг ундан чиқарилган нейтрал сими мавжуд бўлса, у ҳолда мазкур чулғамнинг белгисига «0» қўшимча белги индекс кўринишида қўйилади. Шу тариқа Y_0/Δ белгиси қуйидагича ўқилади: юқори кучланиш чулғами юлдузча уланган ва нейтрал сим чиқарилган, қуйи кучланиш чулғами учбурчак схема бўйича уланган.

Чулғамларни Z/Y, Z/Δ ва Z/Z схемада улаш усуллари бизнинг давлатимиздаги куч трансформаторларда кенг қўлланилмайди. Автоматик бошқариш тизимларининг ва баъзи кичик ностандарт автоном электр тизимларининг трансформаторларини ҳисобга олган ҳолда чулғамларни улашда асосан амалда қуйидаги улаш усуллари кўпроқ учраши мумкин: Y/Y_0 ёки Y/Y; Y/Δ; Y/Z ёки Y/Z_0 ; Δ/Y; Δ/Δ ёки $Δ/Z_0$.

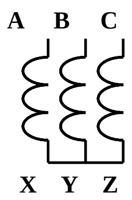
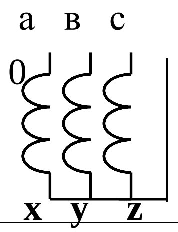
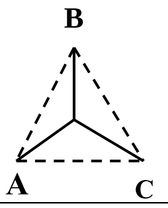
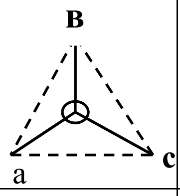
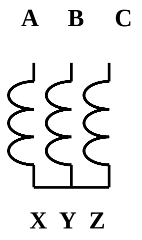
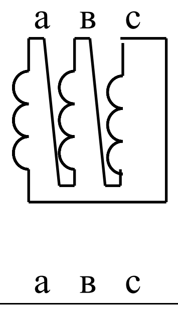
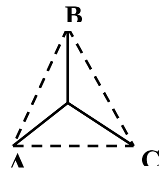
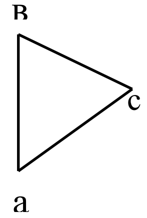
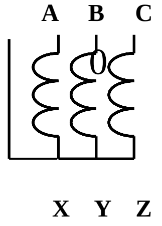
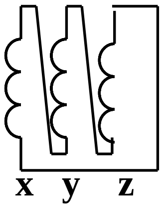
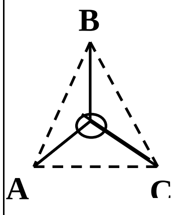
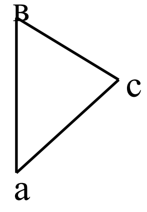
Юқорида келтирилган схемалар бўйича уланган трансформаторларнинг иккита чулғамидан бирининг боши ва охири иккинчисига нисбатан алмаштирилса, масалан, иккинчисига нисбатан биринчи чулғам тескари ўралган бўлса, у ҳолда уч фазали трансформатор чулғамларини ўн икки хил уланиш турларини кўриш мумкин. Баъзи чет эл корхоналарининг ишлаб чиқарган электротехник махсулотлари таркибидаги мавжуд трансформаторларда улаш турларининг ҳаммасини учратиш мумкин.

Уч фазали трансформаторларнинг чулғамларини уланиш схемалари 1–жадвалда келтирилган, 2–жадвалда эса трансформаторнинг кучланишига ва қувватига асосан чулғамларнинг уланиш схемаларини танлаш шкаласи кўрсатилган.

6. Трансформаторнинг чулғамларини уланиш гуруҳлари

Трансформаторлардан фойдаланиш тажрибаси шуни кўрсатадики, чулғамларни улаш схемаларидан ташқари юқори кучланиш ва қуйи кучланиш чулғамларидаги линия электр юритувчи кучларнинг ўзаро йўналишлари тўғрисида ҳам маълумот бўлиши керак. Электр юритувчи кучларнинг йўналишларини ҳисобга олиш учун уланиш гуруҳлари деган тушунча киритилади.

1– жадвал

Уланиш схемалари		Вектор диаграммалари		Шартли Белгиланиши
Юқори кучланиш	Қуйи кучланиш	Юқори кучланиш	Қуйи кучланиш	
				Y/Y_0 – 12
				Y/Δ– 11
				Y_0/Δ– 11

2–жадвал

Чулғам уланиш схемасининг белгиланиши	Чулғамларнинг кучланишлари		Трансформаторни қуввати кВА
	ЮҚОРИ КУЧЛАНИШ, (кВ)	ҚУЙИ КУЧЛАНИШ (В)	
Y/Y_0–0	35 дан катта бўлмаган	400	1800 дан катта бўлмаган
Y/Δ–11	35 дан катта бўлмаган	400 дан юқори	5600 гача
Y_0/Δ–11	110 ва ундан юқори	3150 ва ундан юқори	3200 ва ундан юқори
	6,3 ва ундан юқори	3300 ва ундан юқори	7500 ва ундан юқори

Уланиш гуруҳлари трансформатор чулғамларининг:

1) ўралиш йўналишига;

2) боши ва охирларини белгиланишига;

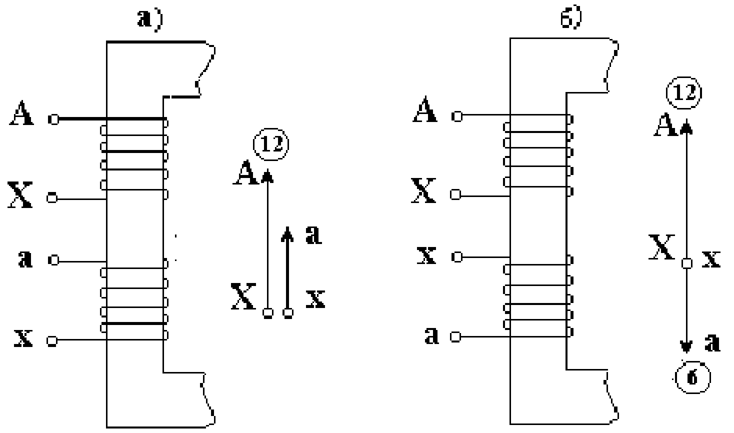
3) уланиш схемасига боғлиқ.

Трансформаторнинг юқори кучланиш ва қуйи кучланиш чулғамларини бир хил белгиланган учларидаги тармоқ электр юритувчи куч $\dot{E}_{AB}$ ва $\dot{E}_{ав}$ векторлари орасидаги бурчак градусларда ўлчаниб, уланиш гурухи аниқланади. Векторлар орасида бурилиш бурчагини аниқлаш учун юқори кучланишли чулғам электр юритувчи куч векторидан бошлаб соат циферблати бўйича қуйи кучланиш вектори томон ҳаракатланиб ҳосил бўлган бурчак ўлчанади.

Чулғамлари Y/Y ва Δ/Δ схемалар бўйича уланган трансформатор–ларнинг уланиш гуруҳлари жуфт (0,2,4,6,8,10) ва Y/Δ, Δ/Y схемада уланганда тоқ (1,3,5,7,9,11) гуруҳларни ҳосил қилади. Бир фазали трансформаторларнинг чулғамлари 0 ва 6 гуруҳларда уланади.

Чулғамларнинг уланиш гуруҳларини аниқлашда соат циферблатининг милларидан фойдаланиш қулай, чунки улардаги ўн иккита рақамларнинг ҳар бири орасидаги бурчак 30^0 ни ташкил этади.

Уланиш гуруҳларининг соат миллари ёрдамида аниқлаш учун юқори кучланиш чулғамининг тармоқ электр юритувчи куч векторини минут стрелкаси деб қабул қилиб, соат циферблатнинг 12 рақамига йўналтирилади, қуйи кучланиш чулғамининг тармоқ электр юритувчи куч векторини эса, соат стрелкаси деб қабул қилиб тегишли бурчак остида жойлаштирилади. Шу вектор қаршисидаги рақам уланиш гуруҳини кўрсатади. Мисол тариқасида бир фазали трансформаторнинг уланиш гуруҳини аниқлаш усулини кўрамиз (4–расм).

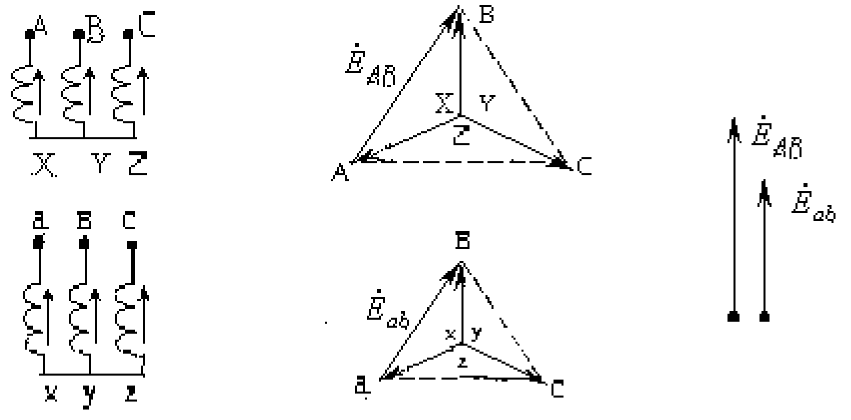


4–расм. Бир фазали трансформаторнинг уланиш гуруҳи ва схемаси

Чулғамлари ўнг томонга ўралган бир фазали трансформатор 4,а–расмда кўрсатилган. Трансформаторнинг иккала чулғамларининг бошлари A, a юқорида, охирлари X, x. эса, пастда белгиланган. Агар электр юритувчи куч вектори чулғамнинг охиридан бошига томон йўналган бўлса, мусбат ишорали деб қабул қиламиз. Иккала чулғамни ҳам бир хил магнит оқим куч чизиқлари кесиб ўтади, шунинг учун иккала чулғамнинг электр юритувчи кучлари кетларидан бошларига яъни бир хил томонга йўналади, улар бир вақтда мусбат ёки манфий йўналган бўлишлари мумкин. Агар юқори

кучланиш ва қуйи кучланиш чулғамларнинг электр юритувчи куч векторларини соат миллари бўйича йўналтирсак, бу векторлар вертикал юқорига йўналади, векторлар орасидаги бурчак 0° га тенг бўлади. Бу ҳолда бир фазали трансформаторларнинг чулғамлари I/I–0 гуруҳда уланган бўлади. Агар бирор чулғамнинг боши ва охирини ўринлари алмаштирилса, у ҳолда шу чулғамнинг электр юритувчи кучи ўз йўналишини қарама– қарши томонга, яъни 180° га ўзгартиради ва юқори кучланишли чулғамнинг электр юритувчи кучи E_A билан қуйи кучланишли чулғам электр юритувчи кучи E_a векторлари орасидаги бурчак 180° га тенг бўлиб, трансформаторнинг чулғамлари I/I – 6 гуруҳда уланган бўлади.

Уч фазали трансформаторларнинг уланиш гуруҳлари ҳам шу усулда аниқланиши мумкин. Фараз қилайлик уч фазали трансформаторнинг юқори кучланишли ва қуйи кучланишли чулғамлари юлдуз–юлдуз (Y/Y) схемада уланган бўлсин. Шунинг билан бирга: 1) чулғамлар бир хил томонга ўралган масалан, «ўнг» томонга; 2) чулғамларнинг бошлари ва охирлари бир хил жойлашган; 3) бир хил номланган чулғамлар (масалан, А ва а шунингдек В ва в, С ва с) битта умумий устунга ўрнатилган.



5–расм. Чулғамлари Y/Y– 0 схема ва гуруҳда уланган трансформатор

У ҳолда фаза электр юритувчи кучларининг юлдузи ва тармоқ электр юритувчи кучларининг учбурчаги 5–расмда кўрсатилганга ўхшаш бўлади. Бир хил номланган тармоқ электр юритувчи кучларининг векторлари, масалан, E_{AB} ва $E_{ав}$ фаза бўйича мос яъни бир томонга йўналган бўлади. Юқорида айтиб ўтганимиздек, бу векторларни соат циферблатига жойлаштирсак, иккаласи ҳам вертикал яъни юқорига йўналган бўлиб, 12 ни кўрсатади. Бу ҳолда трансформаторнинг уланиш гуруҳи 0 (12) инчи гуруҳини ташкил этади ва чулғамлар Y/Y– 0 схемада ва гуруҳда уланган деб белгиланади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Лихачев Ф.А. Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью и с компенсацией емкостных токов. –М.: Энергия, 1971. – 152 с.
2. Разевиг Д.В. Техника высоких напряжений. –М.: Энергия, 1976. – 488 с.
3. Федоров А.А., Ристхейн Э.М. Электроснабжение промышленных предприятий. –М.: Энергоиздат, 1994. –472 с.
4. Сирота И.М., Кисленко С.Н., Михайлов А.М. Режимы нейтрали электрических сетей. –Киев: Наукова думка, 1995. –264 с.
5. Киреева Э.А., Гугучкин П.В. Применение микропроцессоров при автоматизации систем промышленного электроснабжения. М.: МЭИ, 1987. –60 с.
6. Степанов И.Н., Жобборов Т.К. Погрешности настройки индуктивности дугогасящих реакторов в резонанс с емкостью электрической снти. –М.: МЭИ, сб.научн.трудов №162, стр.103–111.
7. http//www.news.elteh. ru / Forum / «Новости Электротехники».
8. Жобборов Т.К. "Разработка автоматизированной системы измерения комплексной проводимости на землю электрической сети для настройки дугогасящих реакторов со ступенчатым регулированием", Автореферат. МЭИ, 1989.