УДК 621.311:621.316.9.

ТРАНСФОРМАТОРДУН ИШТӨӨ АБАЛЫН АНЫКТООДО (ДИАГНОСТИКА) SMART GRIDдин ТАЛАПТАРЫН АТКАРУУ

Абдибекова Айгерим Талантовна, И.Раззаков атындагы Кыргыз Мамлекеттик Техникалык Университетинин ЭЭм-5-19 тобунун магистри, Кыргызстан,720044 Бишкек ш. Ч. Айтматов проспектиси 66. abdibekova96@list.ru, orcid.org/0000-0001-8811-9281

Суеркулов Манас Асанбекович, «Электр менен Жабдуу» кафедрасынын профессору И. Раззаков атындагы Кыргыз Мамлекеттик Техникалык Университети Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, проспект Ч. Айтматова 66, email – masuerkulov@mail.ru, orcid.id/ 0000-0001-6714-3872

Аннотация: Чыңалуусу 110 кВтон жогору кубатуу трансформаторлор электр менен жабдууда **(ЭМЖ)** эн негизги электр шаймандары болуп эсептелинет. Трансформаторлор ар кандай чыңалуудагы электр тармактарын бири бири менен байланыштырып, чыңалуу бар чоңдуктан экинчи чондукка өзгөртөт. Трансформатор чыңалууну кичирейтет же чоңойтот.

Трансформатордун иштеши керектүү жана бериле турган, таркатылуучу кубатуулукту жөнгө салуу үчүн башка да электр шаймандары (ЭШ) колдонулат. Муну көмөкчү(к)(подстанция деп аташат). Трансформатор көп элементерден, тетиктерден турат, мисалы, оромосу, магнит өркөргүчү, муздатуучу трансформатордун майынан, чыңалууну киргизүүчү

жана чыгаруучу тетиктерден, муздатуучу тутумдардан ж.б. турат. Ар бир элементери ток өтпөй турган каптамалар менен капталаган (изоляция)(оролгон) трансформатордун туура иштеши, үзгүлтүксүздүгү ар бир элементтин абалына жараша болот, абалдарынын өзгөрүшү бири бирине таасир берет. Мисалы, оромонун ысышы, майдын ысышына алып келет, майдан ар кандай заттар бөлүнүп чыгат, газдар пайда болот. Майдын электр бекемдиги төмөндөйт да тешилүүгө алып келет кырсыкка учурайт. Ошондуктан кийинки учурларда трансформатордун иштөө абалына аныктоо (диагностика) чоң көңүл бөлүнүп, ар бир элементинин абалын аныктоо үчүн ар кандай ыкмалар, ар кандай өлчөөчү аспаптар колдонула баштады. Себеби , кубаттуу трансформаторлор кымбат турат. Каражат көп кетет.

Электроэнергетиканын (ЭЭ) бардык өзөгүндө, энергетиканын коопсуздугу, жана анын ишмердүүлүгүн жогорулатууда жаңы ыкма – "интелектуалдык энергетика" пайдаланыла баштады. Мунун негизинде интелектуалдык ЭЭ, интелектуалдык ЭМЖ тутумдарды түзүлөт. Бул ыкма **SMART GRID** концепциясынын негизинде ишке ашат.

ЭМЖ ар бир элементи бул концепциянын талабына жооп бергендей болушу зарыл.

Бул макалада ЭМЖнын эң негизги элементи трансформаторду бул концепциянын талабына жараша иштөө абалын аныктоо кандай жүргүзүлүшү жөнүндө жүргүзүлүшү жөнүндө болот.

Аныктама сөздөр: концепция **SMART GRID,** каптама (изоляция), интелектуалдык ЭМЖ, изилдөө абалын аныктоо(диагностика), оромо, дүрмөтсүздөнүү, трансформатордун май муздатуу түтүмү, өлчөөчү аспаптар, жешилүү, бекемдик, аша чыңалуу.

MEETING THE SMART GRID REQUIREMENTS FOR DETERMINING (DIAGNOSING) THE OPERATING STATE THE TRANSFORMER

Abdibekov Agarkova I., the Master of the group EEM-5-19 Kyrgyz state technical Universit named after Razzakova, Kyrgyzstan, 720044 Bishkek, CH. Aitmatov 66. abdibekova96@list.ru, orcid.org/0000-0001-8811-9281

Suerkulov Manas Asanbekovich, Professor, Department "power Supply"I. Kyrgyz state technical University named after Razzakova Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, prospect CH. Aitmatova 66. masuerkulov@mail.ru, orcid.id/ 0000-0001-6714-3872

Abstract: voltage transformers over 110 kV are the main power tools in the power supply (EMC). Transformers connect electrical networks of different voltages to each other, changing the available voltage from one value to another. The transformer reduces or increases the voltage.
Other electrical devices (ES) are used to regulate the distributed voltage required and transmitted for the operation of the transformer. This is called an auxiliary(K) (substation). A transformer consists of many elements, parts such as a winding, magnetic coil, cooling transformer oil, parts for voltage input and output, cooling systems,and so on. Correct operation (isolation)(winding) of a transformer, each of the elements of which is covered with shells through which no current passes, the continuity of which depends on the state of each element, the change of States of which affects each other. For example, heating the wrapper leads to heating the oil, the release of various substances from the oil, and the formation of gases. The electrical strength of the lubricant is also reduced in the event of an accident, resulting in perforation. Therefore, much attention has recently been paid to determining (diagnosing) the operating state of the transformer.various methods and various measuring devices have been used to determine the state of each of its elements. This is because power transformers are expensive. It will cost a lot of money.
A new approach – " smart energy" - has started to be used in the entire core of the electric power industry (EEP), energy security and improving its efficiency. On this basis, intelligent EEG and intelligent EEG systems are created. This method is based on the SMART GRID concept.
Each element of the MTM must meet the requirements of this Concept.

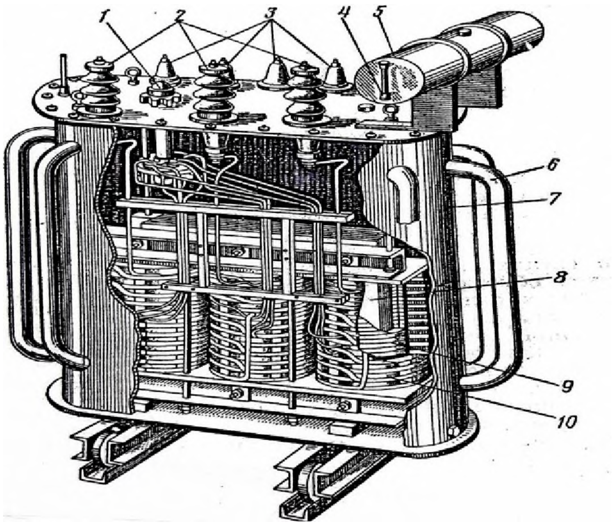
In this article, we will discuss how to determine the operating state of the transformer in accordance with the requirements of this concept, which is the most important element of EMI.

Defining words: SMART GRID concept, skinning (insulation), intelligent EMI, condition research (diagnostics), winding, discharge, transformer oil cooling system, measuring instruments, wear, strength, high voltage.

Киришүү. Кыргыз энергосистемасында кубаттуу трансформатордун саны [11] берилген. Кошумчалоо катары трансформаторлордун ишенимдүү иштеши 90-93% түзөт жана ар кандай кубатуулуктагы мурунку Советтер Союзунда жана бөлөк мамлекеттерден чыгарылган трансформаторлор орнотулган жана пайдаланылып жатат. Кийинки, 2005-жылдан кийинки орнотулган трансформаторлор түзүлүшүн жана автоматаштыруу абалын аныктоо боюнча жогору даражага ээ.

Макаланын коюлган максатына жетүү үчүн трансформатордун түзүлүшүн карайлы.

Сүрөт 1де анча кубаттуу эмес трансформатордун түзүлүшү берилген бул боюнча негизги элементерин көрсөтсө болот. Алар төмөнкүлөр **1-** оромону кайра кошкуч; **2,3-** сырткы өткөргүчтөрдү кошуу үчүн оболочондургүч (изолятор); **4-** майдын деңгээлин көрсөткүч;



Сүрөт 1. Трансформатордун түзүлүшү

5- челек(май үчүн); 6- майды муздатуу үчүн түтүктөр; **7-** трансформатордун майынын челеги; **8-** магнит өзөгү; 9,10- оромолор(жогорку жана төмөнкү чыңалуудагы);

Кээ бир элементерин атайын каптамасы бар (изоляция), мисалы, оромолордоо ушул негизги элементердин, трансформатордун иштөөдөгү абалын аныктоодо чен сандары өлчөнөт. Өлчөөнүн негизги максаты алардын бузулушу, суунун кириши менен даттын пайда болушу.

Бузулуштун түрлөрү.

Магнит өзөгүндө магнит тунукесинин арасындагы каптамаларынын бзулушу, суунун тунуке катмарларынын арасына кириши менен даттын пайда болушу.

Оромолордо оромо арасындагы чукул туташуу, механикалык күчтүн таасири менен оромонун каптамасынын сынышы, каптаманын электр бекемдигинин төмөндөшү.

Муздатуу тутумунда майды жүгүртүүчү насостордун бузулушу, түтүктөрдүн ички бетинде **шордун** пайда болушу;

Оромолордун санын өзгөртүп кошкучтарга (РПН), тийишмелердин жешилиши, кайра кошуучу тетиктердин иштен чыгышы.

Майдын челегинде капкактын бекем бекетилишинин азайышын, челектин түбүндө жана ички бетинде чөгүндү заттардын пайда болушу.

Трансформатордун майында нымдануу, бөлөк заттардын жана аралашмалардын майдын электро статикаланышы , ар кандай дүрмөтсүздөнүнүн түзүлүшү.

Трансформатордун ар кандай элементтеринде бузулуштун пайда болушу трансформатордун чен сандарына ар кандай таасир берет. Ошондуктан буларды байкоо,өлчөө жана алдын алуу трансформатордун кызмат өтөө мөөнөөтүн анын жигердүүлүгүн жогорулатууга таасир берет.

[3]гө келтирилген маалыматарга көңүл бөлсөк, **20 жылдан** ашык иштеген **106** трансформатордо 643 бузулуш пайда болгондугу – **146** муздатуу тутуму туура келсе, **58** учур майда бөлүнүп чыккан газга, **48** учур майдын эскиришине, **34** учур каттуу каптамынын сынышына, **10** учур оромонун майышына, **4** учур бекедиктин бузулушуна туура келет. Бул сандар трансформатордун ар бир элементинде бузулуш болушун далилдейт.

SMART GRID концепциясынын талабы. Жогоруда келтирилген бузулуштарды өлчөө үчүн концепция төмөнкүлөрдү аткарууну талап кылат **[1,2].**

- бир борбордо ЭШ абалын аныктоочу жана электр тармагынын **интегрировалдык** деңгээлин чагылдыруучу маалыматты тактоо;
- берилиштерди үзгүлтүксүз мониторингдөө, каталардын деңгээлин төмөндөтүү;
- иштөө тартибин **оптималдаштырууну** камсыздоо;
- **айкалышкан(комплект)** топтук өлчөөнү колдоо жана берилишти үзгүлтүксүз мониторингдөө;
- өлчөөнү электр **жүгү** астында жүргүзүү;
- **өлчөөнүн** жыйынтыгын **сан арип** түрүндө түзүү;
- **онлайнга** кошууучу жөндөмдүлүгү.

Жогорку талаптар боюнча баяндалган өлчөө ыкмаларын келтиребиз:

Температураны өлчөө өлчөө трансформатордун төмөнкү элементеринде жүргүзүлөт: магнит өзөгүндө, оромолордо, майда, челектин сырткы бетинде, өткөргүч кирген жана чыккан жерлерде, оромонун кайра кошкучтарында

Инфра кызыл тутумдар жана капастар. Булардын чен сандары мүнөздөмөлөрү берилген.[13] Мисалы, Therma CAM P60 энергосистемада колдонулат. Тартылган сүрөттү компьютерге байланыш линиясы жол берилет. Өлчөө **үзгүлтүксүз же үзгүлтүктүү** жүргүзүлөт. Өлчөө жүргүзүү автоматтык мээлөө менен аткарылат.

Термограф да температураны өлчөйт. Термограмма түзөт.

Тепловизорлор алыс турган объектини температурасын өлчөйт,ЭШ бузулушун тез аныктайт.

Инфрокызыл пирометрлер ЭШ жана электр тутумдарынын иштөө абалын билүү жана текшерүү үчүн колдонулат. 55 м аралыкта өлчөй алат.

Каптамынын абалын текшерүүчү аспап IDA 200. Каптаманын сыйымдуулугун жана диэлектрлик ысырапты өлчөө үчүн.

Титирөөнү текшерүүчү жана анализдөөчү тутум. Булар трансформатордун титирешин текшерет. Жыйынтыгы боюнча бекемдик кайсы жеринде азайгандыгын аныктаса болот.

Сыноочу орнотмо M4000. ЭШ электромагниттик мүнөздөмөлөрдү өлчөө үчүн жана сыйымдуулукту, диэлектрлик бурчту жумушу чыңалуу астында өлчөй алат.

Ар кандай дүрмөтсүздөнүүнү өлчөөчү аспап VPDA трансформатордун каптасындагы ар кандай дүрмөтсүздөнүүнүн ыкчамдыгын, дэңгээлин өлчөйт.

Майдагы иолардын топтолушун өлчөө үчүн инфра кызыл спектроскопия колдонулат. Майдагы пайда болгон газдарды текшерүү үчүн хроматография ыкмасы бар (хромотографиялык анализ – ГХА).

ГХА жардамы менен акырындап өргүүчү бузулуштарды аныктаса болот. Мисалы, оромодо жарыш тутушкан өткөргүчтөрдүн чукул туташын , экрандоочу алкактагы

мүмкүндүү байланышты, учкунду, майдын кирдешинде пайда болгон алкактар арасындагы ар кандай дүрмөтсүздөнүүнү, болт менен бирикке жердеги мүчүлүштүктү, РПНдеги бузулушту, магнит өткөргүчүнүн жука такталарынын арасындагы бузулушту.

Трансформатордун иштөө боюнча абалын аныктоодо колдонулуучу негизги өлчөөлөр көрсөтүлдү. Бирок, кээ бир түрлөрү **SMART GRID** койгон талаптарга толук жооп бербейт, себеби, көп өлчөөлөрдүн жыйынтыгы сан арип түрүндө болбойт, кээде өлчөө үзгүлтүктүү жүргүзүлөт, олайнга кошулуу мүмкүнчүлүктөрү жок.

Азыркы учурдагы жетишкен дэңгээл.

[18,14] келтирилген маалыматарга таянсак, анда алдыда жылыш бар десек болот. Себеби жогоруда келтирилген талаптардын аткарылып жатканы сезилет. Мисалы, «Россети Московский регион» деген компания **АСМД** деген (автоматизированное система мониторинга и технического диагностирование, б.а техникалык аралды аныктоочу жана мониторинг жасоочу автоматтык тутум). Бул онлайн тартибинде трансформатордун учурдагы техникалык абалын төмөнкү индексин аныктайт. **АСМД** техникалык абалды жумушчу чыңалуунун астында аныктап сан арип түрүндө сан ариптик тармакка кошууга жөндөмдүү. Аспап трансформатордун майынын басымдагы эриген газдарды (H_2,CH_4,C_2H_4,CO_2,CO) майдын нымдуулугун, майдын үстүнкү бетиндеги температураны жана чыңалуу кирген жана чыккан кыскычтардын чен санын текшерет. Маалыматтар линиясыз берилет. Бул аспап жогорудагы талаптарга жооп берет десе болот.

SMART GRIDдин талабына жооп бере турган трансформатордун учурдагы техникалык аныктоо (диагностика) жана мониторинг кылуу ЭМЖ заманбап көйгөйлүү маселеринин бири болуп саналат.

Жыйынтык жана сунуштар

1. Трансформатордун чен сандарынын өлчөөнүн максатын билүү жана аны аралыкта жүргүзүү.
2. Өлчөөнүн жыйынтыгын сан арип түрүндө берүү жана онлайн иштөө тартибине айландыруу.
3. Транформатордун учурдагы техникалык абалын аныктоо жумушчу чыңалуунун астында жүргүзүлгөндөй болсун.
4. Техникалык абалды аныктоо жана мониторинг жүргүзүү, үчүн автоматаштырылган тутумдар колдонулуп тез аранын ичинде бузулушту аныктап, анын алдын ала өрчүү багытын божомолдоо зарыл.
5. Транформатордун техникалык абалын аныктоо жана мониторинг жүргүзүү аны оңдоо иштеринин мөөнөтүн аныктоого өбөлгө түзөт жана анын кызмат өтөө мөөнөтүн кыскарбайт.

Колдонулган адабият

1. Б.М. Бухгольц, З.А. Стычински. Smart Grids - основы и технологии энергосистем будущего(пер.с англ. –М.; изд.дом МЭИ,2017.- 461с.)
2. Кобец Б.Б., Волкова И.О. Инновационное развитие энергетики на базе Smart Grid- М.; ИАЦ энерго,2010- 208с.
3. Алексеев Б.А. Контроль состояние(диагностика) крупных силовых трансформаторов: ИНЦ ЭНАС,- 2002,200с.
4. Электрические сети. Диагностика трансформаторов// [Электронный ресурс] // https://leg.co.ua/transformatory/praktika/diagnostika-transformatorov.html
5. РД 153-34.0-46.302-00 «Методическая указания по диагностике развивающихся дефектов трансформаторного оборудование по результатам хромато графического анализа, газов, растворяемых в масле. 2001.

6. РД 34.46.303-98 «Методическая указания по подготовке и проведению хромато графического анализа газов, растворяемых в масле силовых трансформаторов.
7. Контроль исправности систем охлаждение силовых трансформаторов с помощью тепловизора [Электронный ресурс] http: www.intis.ru/paper/eno103.pdf/
8. РД 153-34.0-20.363-99 Основные положения методики инфракрасной диагностики электрооборудования и ВЛ.
9. Кузмин О.А. ABB AG DEABB современные методы диагностики силовых трансформаторов [Электронный ресурс] https://forca.ru/stati/podstancii/sovremennye-metody-diagnostiki-silovyh-transformatorov.html
10. ГОСТ 1516.3-96 Электрооборудования переменного тока на напряжении от 1 до 750 кВ. Требования к электрической прочности изоляции.
11. Абдибекова А.Т., Суеркулов М.А. Силовой трансформатор в системах электроснабжение как основной элемент на базе концепции SMART GRID. 62-й Международной сетевой научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов «Наука, техника и инженерное образование в цифровую эпоху: идеи и решения» Часть I. 522-525с.
12. Современные цифровые технологии для контроля и оценки технического состояния электротехнических объектов // ЭЛЕКТРОЭНЕГИЯ. передача и распределения. 2020. N1C58 с.18-26.
13. Приборы и средства диагностики электрооборудования и измерений в системах электроснабжения. Справ. пособ./под редак. В.И. Григорьева М.;-Кольс.2006-272с.
14. Рахимов К.Р. О снижении технических потерь электроэнергии в кыргызской энергосистеме/ К.Р. Рахимов// Известия Кыргызского государственного технического университета им. И.Раззакова. №3(55). 2020. С. 98-101