

**MINISTERUL EDUCAȚIEI, CULTURII ȘI CERCETĂRII  
AL REPUBLICII MOLDOVA**

**Universitatea Tehnică a Moldovei  
Facultatea Energetică și Inginerie Electrică  
Departamentul Energetică**

**Admis la susținere**

**Șef departament:**

**HLUSOV Viorica, conf. univ., dr.**

**„\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2019**

**Controlul și diagnostica transformatoarelor de putere  
110kV. Metode și dispozitive moderne de diagnostică**

**Teză de master**

**Student:** \_\_\_\_\_ **MATIESCU Vladislav,**  
gr. EE-18M

**Conducător:** \_\_\_\_\_ **GROPA Victor,**  
conf. univ., dr.

**Chișinău, 2019**

## **ADNOTARE**

În sistemul electroenergetic, la întreprinderile industriale, în orașe și sate se exploatează o mulțime de transformatoare. Principala problemă, care necesită a fi rezolvată de personalul de exploatare, este menținerea transformatoarelor în stare bună, sa furnizeze o exploatație de lungă durată, în timpi scurți sa depisteze motivul deconectărilor și să recupereze regimul normal de funcționare.

În prezent există posibilități și dispozitive noi pentru diagnostica transformatoarelor, care nu necesită deconectări sau radical simplificând lucrările asupra transformatorului deconectat. Aplicarea corect a acestor metode în tandem cu metodele tradiționale de diagnoză permite depistarea devierii de la starea normală a transformatorului, și de luat măsuri potrivite care vor impiedica progresul defectelor.

În lucrarea dată se vor examina defectele de bază a transformatoarelor de putere (în deosebi 110 kV), metode de diagnoza a starii acestora, profilactică și încercări ale transformatoarelor, a elementelor acestora si echipamentului suport.

## **ABSTRACT**

In the electricity system, at industrial enterprises, in cities and villages, are used a lot of transformers. The main problem, which needs to be solved by the operating personnel, is to maintain the transformers in good condition, to provide a long-term operation, in a short time to detect the reason for the disconnections and to recover the normal operating regime.

Currently there are new possibilities and devices for transformer diagnostics, which do not require disconnections or radically simplifying the works on the disconnected transformer. The correct application of these methods in tandem with the traditional diagnostic methods allows to detect the deviation from the normal state of the transformer, and to take appropriate measures that will prevent the progress of the defects.

In this thesis we will examine the basic defects of the power transformers (in particular 110 kV), methods of diagnosing their status, prophylactic and testing of the transformers, their elements and the supporting equipment.

## CUPRINS

<b>INTRODUCERE .....</b>	<b>7</b>
<b>1. PRINCIPALELE TIPURI DE DEFECTE A TRANSFORMATOARELOR .....</b>	<b>10</b>
1.1. Importanța verificării și monitorizării.....	10
1.2. Tipuri de defecte a transformatoarelor .....	12
<b>2. METODE DE DIAGNOSTICĂ A STĂRII TRANSFORMATORULUI.....</b>	<b>17</b>
1.2. Metode de diagnostică.....	17
2.2. Încercarea și analiza chimică a uleiului de transformator.....	18
2.3. Tangenta pierderilor în dielectric .....	21
2.3. Impuritățile ce se formează în ulei în urma îmbătănirii sau defectelor.....	23
2.4. Analiza cromatografică a gazelor dizolvate în ulei.....	25
<b>3. DIAGNOSTICA ȘI DETERMINAREA STĂRII TRANSFORMATOARELOR DE PUTERE .....</b>	<b>32</b>
3.1. Diagnostica și determinarea stării izolației.....	32
3.2. Diagnostica și determinarea stării înfășurărilor .....	40
3.3. Diagnostica și controlul stării circuitului magnetic, cuvei și a trecerilor izolante.....	48
<b>4. DISPOZITIVE MODERNE DE DIAGNOSTICĂ .....</b>	<b>53</b>
4.1. Dispozitive moderne pentru diagnostica complexă a izolației transformatoarelor.....	53
4.2. Dispozitive moderne pentru diagnostica geometriei transformatoarelor .....	58
<b>CONCLUZII .....</b>	<b>61</b>
<b>BIBLIOGRAFIE .....</b>	<b>62</b>
<b>ANEXE .....</b>	<b>63</b>
<b>Anexa 1. Drochia 1T SFRA+DFR+DFR treceri izolante.....</b>	<b>63</b>

## INTRODUCERE

Transformatorul electric este un aparat static cu două sau mai multe înfășurări cuplate magnetic, cu ajutorul căruia se schimbă valorile mărimilor electrice la curent alternativ, frecvența rămânând aceeași.

Funcționarea transformatorului are la baza fenomenul de inducție electromagnetică. Pentru realizarea unui cuplaj magnetic cât mai strâns, înfășurările sunt așezate pe un miez feromagnetic. La frecvențe mai mari de 10 kHz transformatorul se realizează fără miez feromagnetic.

În funcție de destinația lor, în principal, transformatoarele sunt:

- transformatoare de putere, care alimentează anumiți consumatori sau conectează între ele diferite sisteme energetice;
- transformatoare de măsură, prin intermediul cărora se pot măsura caracteristicile unui anumit sistem, de înaltă tensiune sau curenți mari, cu aparatele de măsurat, transformatoare care pot fi incluse și în categoria aparatelor electrice.

Dintre acestea, probleme deosebite le au transformatoarele de putere și, în special, cele de puteri și tensiuni mari, chiar dacă tehnologia de producere a ambelor categorii este asemănătoare.

### Elemente constructive ale transformatoarelor

Construcția miezului feromagnetic. Miezul feromagnetic reprezintă calea de închidere a fluxului principal al transformatorului, flux produs de solenația de magnetizare a înfășurării primare care se alimentează de la o tensiune alternativă.

Înfășurările constituie una din părțile cele mai importante ale unui transformator. Transformatorul trebuie calculat și executat astfel încât mărimile sale de bază să fie în concordanță cu valorile prescrise de norme. În același timp, înfășurările trebuie să asigure transformatorului o rigiditate dielectrică suficientă, precum și stabilitate dinamică și termică mare, astfel încât să garanteze buna funcționare a acestuia și la supratensiunile care apar în exploatare. În funcție de tensiunea și puterea transformatorului se determină felul izolației, numărul de spire, curentul și deci secțiunea spirelor.

Prin schelă se înțelege ansamblul construcției care îndeplinește următoarele roluri:

- strângerea jugurilor miezului magnetic;
- consolidarea axială a înfășurărilor;
- consolidarea conexiunilor dintre înfășurări, a celor de la comutatorul de reglaj și de la izolatoarele de trecere;
- ridicarea întregii părți decuvabile a transformatorului în cazul în care, datorită masei mari, aceasta nu poate fi ridicată de capac.

În funcție de mărimea transformatorului, cuva din tabla de oțel poate fi cu pereți netezi, cu pereți ondulați, cu țevi sudate, cu radiatoare cu țevi eliptice sau cu panouri și cu baterii de răcire suflante cu aer sau răcite cu apă.

Capacul cuvei se execută din tablă de oțel și se prinde de rama cuvei cu ajutorul unor șuruburi. La transformatoarele de mică și medie putere legătura dintre capac și partea decuvabilă a transformatorului este de cele mai multe ori rigidă, executată cu ajutorul a patru tiranți de suspensie care leagă capacul de schela jugului superior.

Conservatorul are rolul de a asigura o suprafață de contact a uleiului cu aerul mai mică decât în cazul lipsei lui, micșorând astfel posibilitatea de oxidare a uleiului. De asemenea, conservatorul asigură spațiul necesar dilatărilor și contractărilor uleiului în timpul încălzirii și al răcirii transformatorului.

Izolatoarele transformatoarelor servesc la trecerea conductoarelor electrice prin capacul cuvei, permițând legarea intrărilor sau ieșirilor înfășurărilor cu rețeaua electrică. Se compun dintr-o parte izolantă, de obicei din porțelan și dintr-o parte conductoare de curent. Izolatoarele de trecere constituie ultimul element de protecție al rețelei și, în consecință, trebuie să limiteze, în anumite cazuri, amplituda undei de supratensiune.

Releul de gaze este unul din aparatele cele mai răspândite în practică pentru protecția transformatoarelor, fiind cunoscut și sub numele de releul Buchholz. Releul de gaze este montat pe conducta de legătură dintre capacul cuvei și conservator, fiind prevăzut cu două plutitoare. Releul mai poate comanda deconectarea transformatorului când nivelul uleiului din transformator a scăzut sub nivelul releului. Deasemena asigură cuva transformatorului contra exploziilor și contra defectărilor ce produc o degajare bruscă și în cantitate mare de gaze.

Indicatoarele de temperatură. Transformatoarele mici sunt înzestrate, pentru verificarea temperaturii uleiului în stratul superior, cu termometre simple, cu mercur. Orificiul în care se montează termometrul se prevede cu o teacă etanșată de protecție, care la montare se umple cu ulei.

Termometrele cu cardan sunt construite similar ca un manometru, acul indicator fiind legat la locul de măsurare printr-un tub capilar cu o lungime de câțiva metri. Cadranul indicator se montează pe cuva transformatorului, fiind înzestrat frecvent și cu contactele pentru semnalizarea temperaturii maxime.

Comutatorul de reglare a tensiunii. Când reglarea tensiunii se face în starea deconectată de la rețea a transformatorului, comutatorul are rolul de a modifica numărul de spire aflate în circuit, ceea ce implică modificarea tensiunii secundare.

Construcția acestuia depinde de valoarea tensiunii și a curentului nominal. Acționarea din greșeală a comutatorului când transformatorul este conectat la tensiunea de alimentare, provoacă formarea unui arc pe contacte, ducând la distrugerea comutatorului. Din acest motiv transformatoarele se înzestreză adeseori cu dispozitive de blocare, care fac imposibilă acționarea comutatorului înaintea conectării întreruptoarelor.

Comutatoarele pentru reglajul în sarcină al tensiunii transformatoarelor pot fi cu reactanță limitatoare și acționare rapidă a ruptorului sau cu rezistențe de limitare și acționare rapidă a ruptorului, iar manevrele se fac de la distanță sau automat.

Filtrul de aer este montat pe conducta de legătură dintre conservator și mediul ambiant, izolând uleiul de influența atmosferei. La etapa actuală, ca absorbant al umidității, se folosește silicagelul, care în stare uscată este albastru, iar sub influența umidității capătă culoarea roșie.