A XIV-a Conferinţă internaţională – multidisciplinară,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii româneşti",
SEBEŞ, 2014

EVALUAREA ANALIZELOR FIZICO - CHIMICE ÎN LABORATORUL DE ÎNCERCĂRI LA ULEIURILE MINERALE ELECTROIZOLANTE FOLOSITE PENTRU TRANSPORTUL CURENTULUI DE ÎNALTĂ TENSIUNE

Simona Sorina GABRIAN, Sorin GROZAV, Cornel GABRIAN,
Ana ROŞCA, Dan ROŞCA

EVALUATION OF PHYSICO-CHEMICAL ANALYSES IN THE LABORATORY FOR TESTS ON MINERAL OILS USED AS CARRIERS OF ELECTRICAL CURRENT OF HIGH VOLTAGE

Now you can use these types of equipment using mineral oil. Trying to replace the equipment that I use SF6. MV SF6 insulated equipment for overload lines with manual operating system, remote connection rod, steel pole hot dressed, motorized operating mechanism, the operation of electric wiring, cable network connection.

Keywords: power plants, gas SF6, autotransformers, oil analysis, physicochemical characteristics, electrical equipment
Cuvinte cheie: centrale electrice, gaz SF6, autotransformatoare, analize de ulei, caracteristici fizico-chimice, echipamente electrice

1. Introducere

Uleiurile minerale realizate în prezent într-un număr foarte mare de sortimente şi tipuri, diferenţiate prin caracteristicile tehnico-calitative

specifice, contribuie în măsură importantă la realizarea în exploatare a performanţelor tehnice ale proceselor industriale la care sunt utilizate [1].

Azi, transformatoarele şi întrerupătoarele din centralele electrice, din staţiile de transformare, din punctele de transformare sau din punctele de alimentare exploatează uleiuri minerale care au rolul de a asigura mediul izolant în echipamentele electrice de până la 400 kV. Durata lor de viaţă este în prezent destul de mare existând şi în prezent în exploatare transformatoare din anul 1969 pe care le vom prezenta din punct de vedere al caracteristicilor electrice şi fizico-chimice.

Efectuarea de revizii, reparaţii şi remedieri, incidente la echipamentele primare şi secundare din reţelele electrice, prestări de servicii în domeniul energetic, microproducţie de echipamente energetice sunt în prezent aplicate pe zone geografice.

Trebuie amintite funcţiile uleiului electroizolant : izolarea părţilor sub tensiune şi faţă de masă, disiparea energiei termice generate de partea activă a transformatoarelor de putere precum şi stingerea arcului electric care apare la întrerupătoare.

2. Metode de determinare şi aplicaţii în laborator

Practic pentru echipamentele vechi se utilizează două tipuri de uleiuri electroizolante minerale care asigură mediul izolant în staţiile cu echipamente electrice de până la 400 kV inclusiv. Este vorba de ulei mineral electroizolant neaditivat şi ulei mineral electroizolant aditivat.

Excepţie avem doar în cazul echipamentelor care folosesc ulei din import unde se vor respecta indicaţiile furnizorului şi pot fi completate respectând normativele în vigoare. Aceste uleiuri sunt:

- ulei nou (crud) care reprezintă uleiul livrat de furnizor neutilizat, care deţine buletin de încercare şi corespunde normelor de calitate în vigoare;
- ulei nou recondiţionat fizic, este uleiul care a fost uscat, filtrat şi degazat;
- ulei în serviciu, uleiul din echipamente aflate în funcţiune;
- ulei în serviciu, recondiţionat fizic, uleiul care în urma aplicării operaţiilor de recondiţionare fizică corespund parametrilor prescrişi pentru uleiul în serviciu;
- ulei regenerat, uleiul folosit pentru efectuarea unor operaţii chimice de regenerare corespunde cel puţin parametrilor care au fost prescrişi pentru uleiul în serviciu;

- ulei uzat, uleiul întrebuinţat care are valorile unor caracteristici în afara limitelor de admisibilitate respective şi care nu mai pot fi aduse în limitele admise prin recondiţionarea fizică sau prin regenerare.

Probele de ulei se prelevează diferit,în funcţie de analizele pentru care sunt destinate.

Caracteristicile minimale care se verifică la recepţia calitativă de către beneficiar sunt conform tabelui 1 (caracteristicile minime care se verifică la beneficiar prin recepţia calitativă a uleiurilor).

Tabelul 1

Nr. crt.	Caracteristica	Interpretare
1	Culoare, aspect	Limpede, clar, fără suspensii, sedimente sau apă liberă
2	Tensiunea de străpungere	Satisfacerea specificaţiilor la cumpărare
3	Tangenta unghiului de pierderi dielectrice	Conform specificaţiilor la cumpărare
4	Conţinut de apă	Conform specificaţiilor la cumpărare
5	Densitatea la 20 ^{0}C	Conform specificaţiilor la cumpărare
6	Punct de inflamabilitate	Conform specificaţiilor la cumpărare
7	Vâscozitate la 20 ^{0}C	Conform specificaţiilor la cumpărare
8	Indice de aciditate	Conform specificaţiilor la cumpărare

Lucrarea va prezenta studiile întreprinse pentru stabilirea punctului de inflamabilitate şi a apei conţinute în uleiurile minerale. Toate aparatele care se utilizează în laboratoarele de încercări a CN TRANSELECTRICA acreditate RENAR respectă standardele şi metodele directe de determinarea a uleiurilor prin analiza parametrilor electrici, fizici şi chimici.

Se utilizează inflametru cu cupă închisă[1] şi coulometru AVO KF, 2000 (pentru determinarea apei conţinute în uleiurile minerale).

3. Studiu de caz

Măsurătorile efectuate la echipamentele aflate în dotare au condus la rezultatele sistematizate în tabelul 2 (Valorile analizelor

[1] Aparat pentru determinarea limitei inferioare și superioare de inflamabilitate combustibili și produse petroliere lichide.

pentru un transformator pus în funcţiune în anul 1965 şi care a lucrat în parametrii normali).

Tabelul 2

Anul efectuării probelor	2012	2013
Denumire aparat, an	Transformator T2, Anul punerii în funcţiune 1965, 25 MVA; 110/20 kv	Transformator T2, Anul punerii în funcţiune 1965, 25 MVA ; 110/20 kv
Aspect, Culoare, Impurităţi	Limpede Portocaliu Lipsă cărbune	Limpede Portocaliu Lipsă cărbune
Densitate la 20 ^{0}C	0,8800	0,8812
Punct de inflamabilitate	137	139
Conţinut de apă	17,67	10,38
Aciditate minerală	lipsă	lipsă
Alte date	Temperatură ulei 39 ^{0}C, nivel inferior	Temperatură ulei 40 ^{0}C, nivel inferior

Folosind un studiu amănunţit al analizelor fizico-chimice, prin interpretarea rezultatelor analizelor, putem confirma că nu există vreun indiciu că uleiul s-a uzat sau că ar avea alte defecte din funcţionare, nici măcar urme de apă sau alte impurităţi care ar putea conduce la nefuncţionalitatea transformatorului sau oprirea de urgenţă în cazul unor indicii de parametrii depăşiţi sau alte nereguli.

Se va prezenta analiza unui alt transformator pus în funcţiune în anul 2010 conform tabelului 3 (Valorile analizelor pentru un transformator pus în funcţiune în anul 2010 şi care a lucrat în parametrii normali).

Tabelul 3

Anul efectuării Probelor	2012	2013
Denumire aparat, an	Transformator T2, nivel inferior, anul punerii în funcţiune 2010	Transformator T2, nivel inferior, anul punerii în funcţiune 2010
Aspect, Culoare, Impurităţi	Limpede Galben - citrom Lipsă cărbune	Limpede Galben - citrom Lipsă cărbune
Densitate la 20 ^{0}C	0,8700	0,8750
Punct de inflamabilitate	141	141
Conţinut de apă	8,863	7,150

Aciditate minerală	lipsă	lipsă
Alte date	Temperatură ulei 35 ^{0}C	Temperatură ulei 33 ^{0}C

Interpretarea rezultatelor privind pe cele două transformatoare puse în funcţiune în anul 1965 şi 2010.

Rezultatele analizelor ne conduc la concluzia că nu avem caracteristicile pentru un ulei uzat sau alte temeri, impurităţi sau apă în instalaţie care să ajungă în ulei care ar putea produce dezastre sau alte avarii.

În prezent se pot utiliza și astfel de tehnici și alte genuri de echipamente. Se încearcă înlocuirea cu echipamente care folosesc SF6. Echipamentul MV SF6 izolat pentru linii de suprasarcină cu sistem de operare manuală de la distanţă, tija de conectare, stâlp de oţel îmbrăcat la cald, mecanism de operare motorizat, cablări electrice, cablu de conexiune la RTU (opţional este disponibil şi un transformator pentru baterii) conform tabelului 4 (Caracteristici electrice ale echipamentului izolat MV SF6).

Tabelul 4

Tensiunea nominală	[kV]	12	17,5	24
Frecvenţă nominală	[Hz]	50/60	50/60	50/60
Tensiunea de test 1 min. 50 Hz la pământ și între faze	[kV]	28	38	50
Tensiunea de test 1 min. 50 Hz între contactele deschise	[kV]	32	45	60
Tensiune de impuls la pământ și între faze	[kV]	75	95	125
Tensiune de impuls între contacte deschise	[kV]	85	110	145
Curent nominal	[A]	400/630	400/630	400/630
Capacitate de rupere în sarcină	[A]	400/630	400/630	400/630
Curent de scurt timp admisibil (1 sec.)	[kV]	12,5-25*	12,5-25*	12,5-25*
Curent de scurt timp admisibil (3 sec.)	[kV]	12,5-21	12,5-21	12,5-21
Curent Maxim	[kV]	31,5-65	31,5-65	31,5-65
Capacitate de închidere	[kV]	31,5-65	31,5-65	31,5-65

Utilizarea SF6 este impusă de normele europene, dar în prezent se poate lucra şi cu instalaţiile vechi prin care circulă ulei mineral electroizolant aşa cum o arată însăşi analizele efectuate periodic la şase luni sau un an.

Ca obiective, orice instituţie în domeniu îşi doreşte să-şi consolideze poziţia pe piaţa serviciilor din domeniul instalaţiilor electrice, atât pe plan intern cât şi extern, prin diversificarea activităţii şi executând lucrări în condiţii de calitate, siguranţă, promptitudine, eficienţă, de protejare a mediului înconjurător şi cu asigurarea securităţii şi sănătăţii în muncă a personalului.

Actualul Sistem Integrat de Management al Calităţii şi Mediului, certificat de SRAC şi IQ NET, va fi îmbunătăţit prin obţinerea certificării ca Sistem Integrat de Calitate – Mediu – Securitate şi Sănătate în Muncă (SIMCMSSM/ SSO).

Instituţiile în domeniu sunt conştiente de necesitatea asigurării siguranţei în funcţionarea SEN, protejării mediului şi diminuarea tuturor riscurilor de accidentare a personalului, aplicarea eficientă şi îmbunătăţirea continuă a SIMCMSSM, asigurând măsurile corespunzătoare pentru ca tot personalul să cunoască Politica şi obiectivele în domeniul calităţii, mediului şi SSM/SSO şi să fie convins de necesitatea realizării acestora.

4. Inflametru cu cupa închisă. Model: APM7

Aparat programabil complet automat pentru determinarea punctului de inflamabilitate a unei game mari de produse, procedeul „capacului închis” în conformitate cu standardele în vigoare: ASTM, IP, ISO si DIN.

◤ Conform normelor:
ISO2592, ASTM D92/IP36, ASTM D 93 met. A+B – BS 684- 1.17 – FTM 791c-1102 – IP 34 met. A+B – ISO 2719 met. A+B – ISO 15 267 – JIS K 2265 (fostele AASHTO T 73, AASHTO T 172, EN 22 719, NF M 07- 019) ... etc.

◤ Specificații tehnice

- Domeniu de măsură: 5 ^{0}C la 400 ^{0}C
- Instrumentul este complet computerizat si controlat cu ajutorul unui microprocesor (program intern)

• Domeniu de măsură: ambiant până la …..+ 400 ^{0}C

• Metode de testare: ASTM D93 (ISO 2719, IP 34) A+B, căutare rapidă / simulare specială TAG

• Afișaj: Tub Fluoroscent (VFD) / LCD cu 2 linii

• Senzor de temperatură: PT-100 (protejat cu inox)

• Detector computerizat pentru punct de inflamabilitate: termocuplu CRC

• Detectarea temperaturii de aprindere: automat/tip termocuplu diferențial

• Încălzire controlată: band Type Heater 400 W/220 V

• Sursă automată de aprindere dublă: Automat/ Interschimbabil atât cu gaz cât și electric (ambele incluse)

• Răcire forțată: răcire forțată cu un ventilator tip Sirocco

• Corecția barometrică: prin introducere/comanda sau cu ajutorul unui senzor (optional)

• Presiunea aerului: corecție barometrică automată

• Conectare și Interfețe: prevăzut cu RS-232C (computer și imprimantă/opționale)

• Dimensiuni & Greutate unitate de control: Unitate de control: 230x110x455 mm/6Kg

• Dimensiuni & Greutate unitate de testare: Unitate de testare: 230x275x480mm/18Kg

• Carcasa: oțel inoxidabil tip SS (super stainless steel) rezistent la coroziune

• Producător: Tanaka Scientific - Japonia

5. Concluzii

■ Apariţia gazului SF 6 nu obligă imediata renunţare la echipamentele vechi cu care se poate lucra şi care nu poluează mediul sau îngreunează transportul curentului de înaltă tensiune.

■ Utilizarea hexafluorurii de sulf ca agent de stingere şi izolaţie în aparatajul electric de înaltă tensiune, a condus la realizarea unor construcţii simple cu gabarit redus, capacitate de rupere mărită, manifestând silenţiozitate în exploatare şi eliminând pericolul de inflexabilitate.

■ Punctul de inflamabilitate este temperatura la care uleiul, încălzit în condiţii determinate eliberează un volum suficient de vapori ca să formeze un amestec exploziv cu aerul şi să se aprindă pentru scurtă durată în prezenţa unei flăcări de control.

Totodată apar probleme deosebite legate de construirea şi exploatarea întreruptoarelor şi anume:

- se complică circuitele auxiliare necesare controlului presiunii şi temperaturii gazului ;
- necesită folosirea de compresoare şi sisteme automate de încălzirea gazului;
- necesită un control riguros al gradului de umiditate al gazului în circuitul de înaltă presiune.

■ Realizarea tehnologică a aparatajului de înaltă tensiune izolat în SF6 impune abordarea de tehnologii de tip nou, în ceea ce priveşte fabricaţia şi transportul. În acest caz tehnologia de fabricaţie determină ponderea perturbaţiilor de câmp, rentabilitatea fabricaţiei şi preţul de cost. Determinate în acest sens sunt experienţa de fabricaţie, posibilităţile de producţie şi investiţiile, nivelul de calificare al personalului productiv.

BIBLIOGRAFIE

[1] Popa, Șt., ș.a., *Uleiuri minerale pentru utilaje şi procese industriale*, Bucureşti, Editura tehnică, 1978.
[2] * * * Tehnologia echipamentelor de comutaţie în SF6.Gazul SF6.Produşi de descompunere. Proiect complet, http://facultate.regielive.ro/proiecte/electro-tehnica/tehnologia - echipamentelor-de-comutatie-in-sf6-gazul-sf6-produsi-de-descompunere-143268.html
[3] * * * Regulament de exploatare tehnică a uleiurilor electroizolante, Compania Naţională de Electricitate, Bucureşti, Ianuarie, 2000.

Dr.Ing. Simona Sorina GABRIAN
SC SMART Sucursala Cluj Laboratorul de încercări
e-mail: simonasorinagabrian@yahoo.com; 0745316754
Prof.Dr.Ing. Sorin Dumitru GROZAV
Departamentul de Ingineria Fabricaţiei, Facultatea de Construcţii de Maşini,
e-mail: Sorin.Grozav@tcm.utcluj.ro; 0744152249
Ing. Cornel GABRIAN
Departamentul de Autovehicule Rutiere şi Transporturi, Facultatea de Mecanică Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
e-mail: cornel.gabrian@yahoo.com; 0742782265
Ana ROŞCA
Secretariat, Facultatea de Construcţii de Maşini Cluj, extensie Alba-Iulia
e-mail: Ana.Rosca@tcm.utcluj.ro
Dan ROŞCA
Inginer profesor, Colegiul Tehnic „Alexandru Domşa” Alba-Iulia
e-mail: anadanrosca@yahoo.com