

SONIA DEGERATU

SONIA DEGERATU

TENOLOGII NEPOLUANTE

Îndrumar de laborator



EDITURA UNIVERSITARIA
Craiova, 2020

Referenți științifici:
Prof.univ.dr.ing. Daniela ROȘCA
Conf.univ.dr.ing. Daniel CISMARU

Copyright © 2020 Editura Universitaria
Toate drepturile sunt rezervate Editurii Universitaria

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
DEGERATU, SONIA

Tehnologii nepoluante : îndrumar de laborator / Sonia Degeratu. - Craiova :
Universitaria, 2020

Conține bibliografie

ISBN 978-606-14-1575-5

62

© 2019 by Editura Universitaria

Această carte este protejată prin copyright. Reproducerea integrală sau parțială, multiplicarea prin orice mijloace și sub orice formă, cum ar fi xeroxarea, scanarea, transpunerea în format electronic sau audio, punerea la dispoziția publică, inclusiv prin internet sau prin rețelele de calculatoare, stocarea permanentă sau temporară pe dispozitive sau sisteme cu posibilitatea recuperării informațiilor, cu scop comercial sau gratuit, precum și alte fapte similare săvârșite fără permisiunea scrisă a deținătorului copyrightului reprezintă o încălcare a legislației cu privire la protecția proprietății intelectuale și se pedepsesc penal și/sau civil în conformitate cu legile în vigoare.

PREFAȚA

Competitivitatea economică permanentă, industria, potențialul tehnologic, investițiile în industrie și evoluția structurilor în continuă dezvoltare impun obținerea de produse cu performanțe ridicate, la care concepția geometrico-funcțională se combină cu exploatarea la maxim a proprietăților de material și cu utilizarea unor tehnologii de fabricație adecvate.

Progresul tehnic aduce cu sine, alături de atâtea minunate realizări, numeroase neajunsuri și o multitudine de substanțe poluante, care amenință cu distrugerea mediului înconjurător. Orice substanță rezultată din procese chimice, fizice și biologice, care, răspândită în mediul ambiant, dăunează organismelor vii, bunurilor materiale, operelor de artă și peisajului se numește substanță poluantă (noxă).

Sursele poluării sunt foarte diversificate, iar existența lor în număr mare arată pericolul la care este supusă și expusă omenirea. Calitativ, se deosebește poluarea locală de cea transmisă (indusă), dar în orice punct de pe mapamond aceste două nivele se ponderează prin acumulare cantitativă, determinând, nu rareori, depășiri ale nivelurilor de calitate admise.

Dispersia poluanților în atmosferă este un fenomen deosebit de periculos, greu de evaluat și cu efecte imprevizibile. Aerul și apa sunt elemente vitale, indispensabile vieții pe pământ și influențează în mare măsură calitatea ei. Calitatea aerului și apei poate fi deteriorată aleator, fără ca omul să poată interveni.

Efectul poluanților asupra omului este pe de o parte direct, prin inspirație, iar pe de altă parte, indirect, prin lanțul trofic om – plantă – animal.

În ultimii ani, în domeniul epurării s-au făcut progrese simțitoare care permit conceperea și realizarea unor echipamente de reținere și neutralizare a poluanților, care au la bază metode de purificare fizice sau chimice.

Cercetările actuale se bazează pe procedeele fundamentale pentru combaterea emansiilor de agenți nocivi, care constau în: diminuarea cantităților și a concentrațiilor agenților poluanți prin utilizarea tehnologiilor curate; reducerea emansiilor cu ajutorul coșurilor înalte; dispersarea surselor pe zone; proiectarea și construcția unor instalații eficiente de epurare etc.

Problema epurării aerului și apei, deosebit de complexă datorită, în special, varietății mari a poluanților, a devenit extrem de actuală.

În acest context, disciplina “Tehnologii nepoluante” și îndrumarul de față se înscriu în cerințele actuale de a lua în permanență măsuri în vederea menținerii calității vieții pe pământ.

Prezentul îndrumar conține șapte lucrări de laborator, care se referă la metode de verificare a calității aerului și apei, la stabilirea parametrilor pentru reducerea emansiilor cu ajutorul coșurilor înalte, la respectarea cerințelor de proiectare și construcție a unor instalații eficiente de epurare (electrofiltrele).

Primele trei lucrări au un caracter practic, în cadrul lor fiind prezentate metode de încercare (pentru verificarea calității apei sau a unor lichide cu impact

asupra mediului ambiant), fenomene care apar în timpul determinărilor și procedee de interpretare a rezultatelor.

Activitățile din lucrările patru și șase servesc la familiarizarea studenților cu definiții, simboluri și metode de calcul specifice operării în domeniul protecției atmosferei (de exemplu, calculul înălțimii minime a coșurilor industriale și a înălțimii de ridicare a poluanților, calculul noxelor gazoase).

Lucrările cinci și șapte au un caracter virtual. Ele prezintă modalitățile de studiu și analiză a tehnologiei de desprăfuire electrostatică (cu electrofiltre) prin simulare numerică. Sunt prezentate fenomenele care apar la “separarea electrostatică”, mărimile care caracterizează funcționarea filtrelor electrostatice și algoritmul de simulare a funcționării lor, algoritm aplicabil în practica proiectării și utilizării instalațiilor de separare electrostatică. Studiul prin simulare se dovedește util și eficient atât în etapa de formare a unui specialist, dar și ulterior, când acesta trebuie să găsească soluții tehnice concrete, la o tehnologie deja existentă sau să proiecteze o tehnologie nouă. Simularea numerică folosește ca mediu de programare Matlab-Simulink, datorită, în principal, dezvoltării unor biblioteci deosebit de “prietenoase” din punctul de vedere al utilizatorului și al valorificării rezultatelor.

Îndrumarul se adresează, în primul rând, studenților Facultății de Inginerie Electrică, de la Master, specializarea Inginerie Electrică Aplicată în Protecția și Managementul Mediului, dar poate fi util, în aceeași măsură, studenților de la alte facultăți tehnice care au prevăzute în planul de învățământ discipline pe tematica îndrumarului.

Autoarea își exprimă speranța că acest îndrumar va constitui un ghid pentru studenți în însușirea unor tehnici de măsurare și de calcul, precum și în analiza unor procedee tehnologice utilizând medii de programare deja cunoscute de ei, în vederea consolidării modului ingineresc de rezolvare a unor probleme tehnice.

Autoarea

Lucrarea nr. 1

Determinarea clasei de puritate și a naturii particulelor de contaminare din uleiurile electroizolante

1. Generalități

Lucrarea se referă la determinarea concentrației de particule solide, la repartiția lor după mărime și la identificarea naturii acestora la uleiurile de transformator, care fac parte din categoria uleiurilor electroizolante naturale minerale.

Este bine cunoscut că particulele solide au o influență nefastă asupra caracteristicilor dielectrice ale uleiurilor de transformator.

Originile particulelor aflate în izolații lichide sunt multiple.

Uleiul dintr-un transformator nou, nepus sub tensiune, poate să conțină fibre celulozice, material de sablaj, particule de fier, aluminiu, fontă, care provin din procesul de fabricație al transformatorului, dar și din procesul de fabricare și filtrare al uleiului.

Uleiul dintr-un transformator în funcțiune poate să conțină, în plus, particule de carbon, rezultate în urma unor supra temperaturi locale, particule metalice și de cauciuc provenind de la uzura pompelor etc.

Cunoașterea tipului de particule prezente în izolanțul lichid poate, în anumite cazuri, să furnizeze indicații asupra stării transformatorului în sensul diagnosticării unui defect sau al indicării unui risc de defectare.

Metoda folosită în această lucrare, în vederea identificării, numărării și clasării particulelor din uleiurile de transformator, constă în:

- depunerea particulelor solide pe suprafața unei membrane filtrante, prin filtrarea în vid a unui volum cunoscut de material încercat;
- examinarea acestei membrane la microscop în lumină reflectată.

2. Scopul lucrării

2.1. Însușirea cunoștințelor teoretice referitoare la dependența proprietăților dielectrice, ale uleiurilor de transformator, de existența particulelor solide.

2.2. Însușirea metodei de determinare a concentrației de particule, a repartiției lor după mărime și a identificării naturii acestora la uleiurile de transformator.

2.3. Dezvoltarea aptitudinilor de obținere și interpretare cât mai corectă a imaginilor microscopice rezultate la măsurare.

3. Problemele de studiat

- 3.1. Depunerea particulelor pe membrana filtrantă cu trusa FAS-M2.
- 3.2. Examinarea cu microscopul a membranei filtrante contaminate.
- 3.3. Captarea imaginii pe calculator.
- 3.4. Interpretarea rezultatelor obținute.

4. Aparatura experimentală

Pentru determinările din această lucrare se utilizează trusa FAS-M2 și microscopul triocular MM-KKE-M-C-U, ambele de la firma HYDAC Germania.

Componentele asamblate ale trusei FAS-M2 sunt prezentate în figura 1.1.

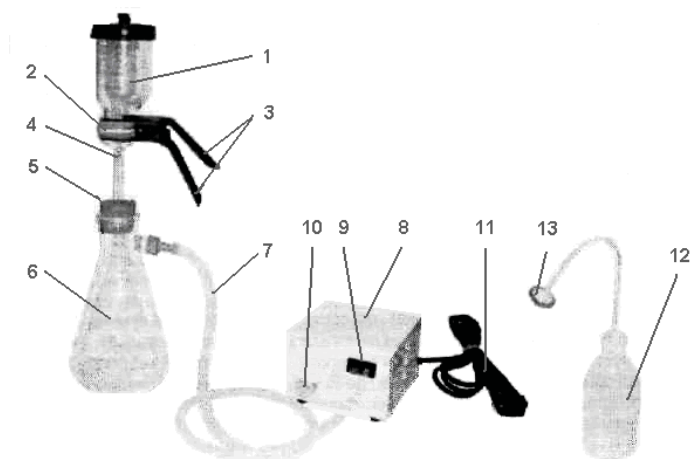


Fig. 1.1. Componentele trusei FAS-M2^[9]:

1 – vas de sticlă superior, de 250 ml, cu capac de plastic; 2 – inel de centrare cu sită și cu membrana filtrantă; 3 – clește de fixare; 4 – pâlnie de sticlă; 5 – dop de trecere; 6 – vas de filtrare Erlenmeyer de 1000 ml, cu racord de aspirație; 7 – tub siliconic ϕ 6×3; 8 – pompă electrică de vid; 9 – buton pornit/oprit; 10 – supapă reglaj aspirație; 11 – cordon de alimentare pompă de vid; 12 – flacon de plastic de 500 ml; 13 – pisetă cu filtru

Trusa FAS-M2 mai are în dotare în afara elementelor prezentate în figura 1.1, următoarele articole^[9]:

- set de membrane filtrante, corespunzător ambalate pentru a nu fi contaminate cu particule din mediu. O membrană are diametrul de 47mm, un diametru mediu al porului mai mic de 1 μ m și este caroiată în pătrate cu latura de 3,08mm, suprafața fiecărui pătrat reprezentând o sutime din suprafața efectivă.
- pensetă cu vârf plat, pentru manevrarea membranelor filtrante;
- eprubetă gradată de 100ml cu dop, pentru măsurarea volumului de probă;

- pipete de 3ml, pentru corectarea volumului lichidului de probă;
- cutii Petri pentru conservarea membranelor filtrante contaminate cu particulele solide din fluidul de încercat.

Trusa FAS-M2 se folosește pentru depunerea particulelor solide dintr-un volum cunoscut de material încercat, prin filtrarea în vid. Depunerea se face pe suprafața membranei filtrante, membrană ce urmează a fi examinată la microscop.

După folosire componentele de sticlă ale trusei FAS-M2 se curăță cu următoarele substanțe: detergent lichid care nu lasă reziduuri solide, apă distilată sau apă demineralizată, alcool izopropilic fără acetonă, eter de petrol sau triclortrifluoretan, după cum urmează^[9]:

- se spală cu apă curentă cu adaos de detergent lichid;
- se clătește de trei ori cu apă distilată sau demineralizată;
- se clătește de trei ori cu alcool izopropilic filtrat pentru eliminarea apei;
- se clătește de trei ori cu triclortrifluoretan filtrat sau cu eter de petrol filtrat.

Microscopul are încorporată o sursă de lumină, în sistemul său optic, pentru examinarea eșantionelor de material în lumină transmisă, dar este prevăzut și cu o sursă de lumină exterioară, pentru examinare în lumină reflectată^[8].

Grosimentul microscopului poate fi $\times 40$; $\times 100$; $\times 200$, în funcție de combinațiile realizate între ocular ($\times 10$) și obiective ($\times 4$; $\times 10$; $\times 20$).

Camera ocularului microscopului are integrată o scală, la care o gradație corespunde la 0,025mm pentru obiectivul $\times 4$; 0,01mm pentru obiectivul $\times 10$ și 0,005mm pentru obiectivul $\times 20$.

Microscopul este dotat și cu un sistem de captare a imaginilor, care constă dintr-o cameră digitală color, cu port USB pentru racordare la calculator.

În figura 1.2 se prezintă componentele microscopului MM-KKE-M-C-U.

5. Modul de lucru

5.1. Depunerea particulelor pe membrana filtrantă cu trusa FAS-M2

Asamblarea trusei FAS-M2 în vederea obținerii membranelor filtrante contaminate cu particulele din eșantionul studiat se realizează astfel:

- se introduce partea inferioară a pâlniei de sticlă (4) în dopul de trecere (5) iar acesta se fixează bine în gâtul vasului de filtrare (6);
- se așează pe partea superioară a pâlniei de sticlă (4) inelul de centrare cu sită (2);
- cu ajutorul pensetei se scoate din ambalajul său o membrană filtrantă și se așează pe sita inelului de centrare (2);
- se așează vasul de sticlă superior (1) pe inelul de centrare (2) și se asigură etanșarea ansamblului pâlnie de sticlă-inel de centrare-vas de sticlă superior prin intermediul cleștelui de fixare (3); Nu se scoate capacul vasului de sticlă superior înainte de începerea filtrării.

- se racordează vasul de filtrare (6) cu pompa de vid (8) prin intermediul tubului siliconic (7) și apoi se alimentează electric pompa de vid cu cordonul (11);
- se pornește pompa de vid cu butonul (9) și se reglează supapa de aspirație (10) pe poziția minimă;

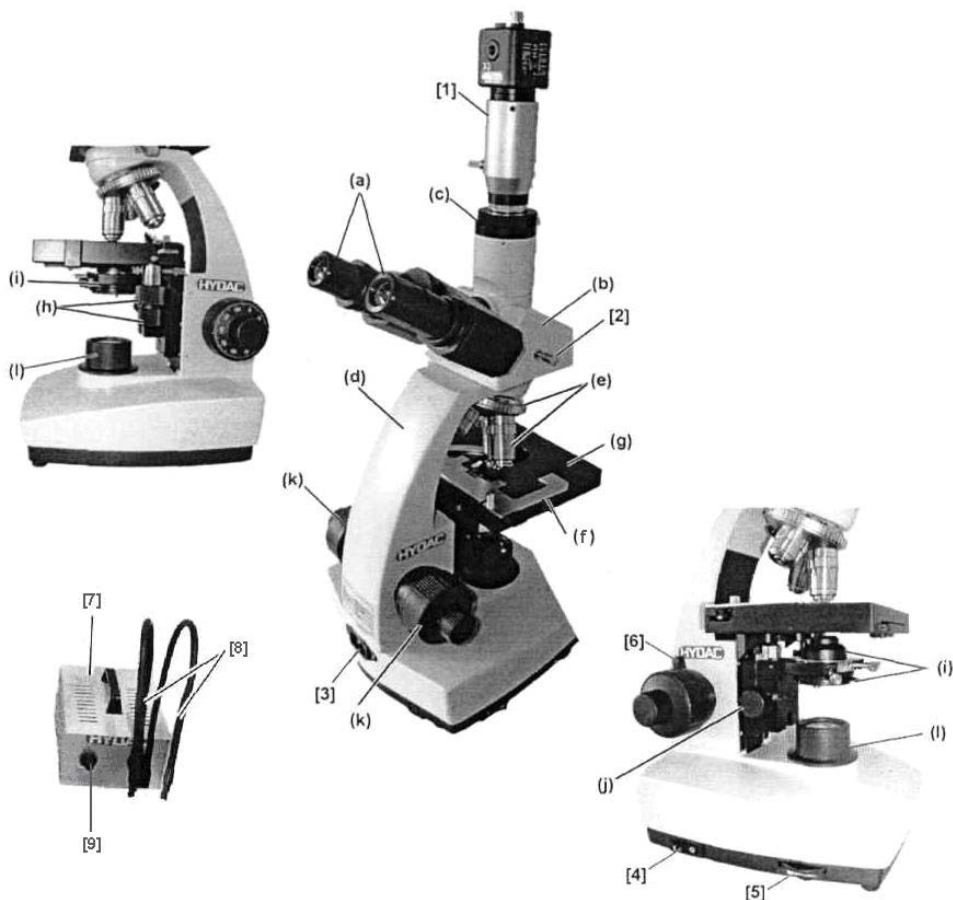


Fig. 1.2. Microscopul MM-KKE-M-C-U^[8];

a) – oculare; b) – tub; c) – inel de cuplaj; d) – suport; e) – corpul și lentila obiectivului; f) – platformă pentru probă, cu sistem mecanic de deplasare în plan orizontal; g) – platformă mecanică cu deplasare în plan vertical; h) – butoane de reglare a platformei pentru probă; i) – condensator optic; j) – buton de reglare a condensatorului optic; k) – butoane de reglaj grosier și fin pentru platforma mecanică; l) – sursă internă de lumină;

1) – cameră digitală color cu micrometru ocular; 2) – buton de comutare bioculare/cameră ocular; 3) – priză de conectare la sursa de energie electrică; 4) – comutator pentru sursa internă de lumină; 5) – buton de reglare a intensității sursei interne de lumină; 6) – limitator de cursă al platformei mecanice; 7) – sursă de lumină exterioară; 8) – ghidaj flexibil de lumină cu fibre optice; 9) – buton reglare intensitate luminoasă.

- lichidul de probă conținut în eprubeta gradată de 100ml se toarnă în vasul de sticlă superior (1) al cărui capac a fost îndepărtat;
- se deschide supapa de reglaj aspirație a pompei de vid și astfel fluidul este aspirat în vasul de filtrare trecând prin membrana filtrantă;
- când lichidul de probă a fost aproape în întregime absorbit se spală vasul de sticlă superior cu solvent aflat în flaconul de plastic (12) prin intermediul pisetei cu filtru (3);
- după a ce fost absorbit și solventul, trecând prin membrana filtrantă, se continuă vidarea până ce membrana filtrantă este uscată și apoi se închide pompa de vid;
- se desface cleștele de fixare (3), se îndepărtează vasul de sticlă superior, se ia cu atenție membrana filtrantă contaminată și se așează într-o cutie Petri curată.

5.2. Examinarea cu microscopul a membranei filtrante contaminate

Membrana contaminată aflată în cutia Petri se așază pe platforma pentru probă (f) a microscopului din figura 1.2 și se execută următoarele manevre:

- se fixează butonul [2] pe poziția bioculară;
- se poziționează obiectivul $\times 20$ deasupra probei, prin rotirea capului turnant (e), rezultând un grosismet de $\times 200$;
- se conectează sursa de lumină exterioară [7] și se orientează ghidajele flexibile [8] astfel încât suprafața probei să fie iluminată uniform;
- se reglează din butoanele (h) și (k) pozițiile celor două platforme (f) și respectiv (g), până la obținerea celei mai clare imagini privind prin oculare.

Pentru numărarea particulelor și determinarea clasei de puritate a fluidului examinat se parcurg următoarele etape:

- se clasează particulele în următoarele intervale granulometrice^[12]:

$$\begin{aligned}
 &5 \mu\text{m} < \text{particule} \leq 15 \mu\text{m} \\
 &15 \mu\text{m} < \text{particule} \leq 25 \mu\text{m} \\
 &25 \mu\text{m} < \text{particule} \leq 50 \mu\text{m} \\
 &50 \mu\text{m} < \text{particule} \leq 100 \mu\text{m} \\
 &< \text{particule} > 100 \mu\text{m}
 \end{aligned}$$

Pentru a obține numărul total de particule în fiecare interval granulometric se numără particulele de pe un număr dat de pătrate și plecând de la acest număr, se calculează numărul total statistic de particule prezente pe cele 100 de pătrate de carioaj ale membranei filtrante:

- dacă numărul estimat de particule dintr-un interval dat este cuprins între 1 și 50, se efectuează numărarea pe toată suprafața de filtrare;
- dacă numărul estimat de particule este cuprins între 50 și 1000, se numără particulele de pe 20 pătrate luate la întâmplare și se multiplică rezultatul cu 5;
- dacă numărul estimat de particule este cuprins între 1000 și 5000, se numără particulele de pe 10 pătrate luate la întâmplare și se multiplică rezultatul cu 10;

- dacă numărul estimat de particule este mai mare decât 5000, se numără particulele de pe mai puțin de 10 suprafețe unitare și se multiplică rezultatul cu un factor corespunzător.

5.3. Captarea imaginii pe calculator

Pentru captarea, pe calculator, a imaginilor celor mai reprezentative din punct de vedere al clasei de puritate și al naturii impurităților, se parcurg etapele:

- se cuplează camera digitală [1], prin intermediul cablului din dotare, la un port USB al calculatorului;
- se fixează butonul [2] pe poziția cameră;
- se activează pe calculator programul MicroCapture, executându-se manevrele prevăzute de acesta;
- se salvează imaginea capturată pe un document Word.

5.4. Tabel de date

Rezultatele obținute în urma încercărilor efectuate se trec în tabelul 1.1. În acest tabel, n reprezintă numărul de tipuri de particule identificate pe membrana contaminată, prin analizarea ei la microscop.

Tabelul 1.1. Numărul de particule și clasa de puritate pentru două tipuri de eșantioane de ulei

Nr. crt.	Tipul de ulei	Natura particulei de impuritate	Mărimea particulei de impuritate [μm]	Numărul de particule din următoarele intervale granulometrice	Clasa de puritate
1.	Ulei dintr-un transformator nou	(de ex. part. de carbon)		5 μm < nr. part. \leq 15 μm	
⋮		⋮	⋮	15 μm < nr. part. \leq 25 μm	
⋮		⋮	⋮	25 μm < nr. part. \leq 50 μm	
n		(de ex. zgură de Al)		50 μm < nr. part. \leq 100 μm	
				nr. part. > 100 μm	
1.	Ulei dintr-un transformator în funcțiune	(de ex. part. de carbon)			
⋮		⋮	⋮		
⋮		⋮	⋮		
n		(de ex. zgură de Al)			

6. Interpretarea rezultatelor

Rezultatele obținute se interpretează în conformitate cu prevederile ISO 4406:1999, iar clasa de puritate se stabilește în conformitate cu ISO 4402:1991 și SAE AS 4059:2017^[11, 12, 16].