



(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2011 01445**

(22) Data de depozit: **25.06.2010**

(30) Prioritate:
25.06.2009 US 61/220, 402

(41) Data publicării cererii:
29.06.2012 BOPI nr. **6/2012**

(86) Cerere internațională PCT:
Nr. **CA 2010/000942 25.06.2010**

(87) Publicare internațională:
Nr. **WO 2010/148487 29.12.2010**

(71) Solicitant:
• **ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED,**
2251 SPEAKMAN DRIVE, MISSISSAUGA,
ONTARIO, CA

(72) Inventatori:
• **LAKHAN RICHARD, 391 HERBERT**
STREET, PEMBROKE, ONTARIO, CA;
• **LEPINE BRIAN, 99 BILSBORROW TRAIL,**
PETAWAWA, ONTARIO, CA;
• **RENAUD JOSEPH, LEADER ROAD,**
CHALK RIVER, ONTARIO, CA;
• **DAVEY LAURIE, 53 TOWNLINE ROAD,**
CHALK RIVER, ONTARIO, CA

(74) Mandatar:
ROMINVENT S.A.,
STR. ERMIL PANGRATTI NR.35,
SECTOR 1, BUCUREȘTI

(54) **DISPOZITIV ȘI PROCEDEU PENTRU MĂSURAREA
DEPUNERILOR DIN INTERIORUL UNUI TUB**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv și la un procedeu pentru detectarea și măsurarea depunerilor de pe perețele interior al unei conducte a unui generator de aburi sau a unui schimbător de căldură. Dispozitivul conform invenției este constituit din două module (**20** și **60**) sondă de urmărire a suprafeței interioare a unei conducte și pentru curenți turbionari, și dintr-un tub de împingere, modulul (**20**) sondă de urmărire a suprafeței cuprinde un corp (**30**) al sondei, una sau mai multe perechi de saboți, în care fiecare pereche de saboți are doi saboți (**22** și **40**) tensionat și fix, atașați de corpul (**30**) sondei, o țință (**26**) ce reprezintă un material conductiv sau feromagnetic, conductiv și nonferomagnetic sau nonconductiv și feromagnetic, montată pe sabotul (**22**) tensionat al fiecăreia dintre respectivele una sau mai multe perechi de saboți, și o bobină (**29**) conductoare, cuplată electromagnetice cu fiecare țință (**26**). Procedeu conform invenției constă, într-o primă etapă, din determinarea diametrului intern al unei conducte într-o poziție în interiorul conductei, urmată de o a doua etapă, de efectuare a testării cu curenți turbionari în poziția respectivă și, în final, corelarea diametrului

interior determinat în prima etapă cu valoarea de ieșire din a doua etapă, pentru a calcula grosimea pe diametrul interior a unei depuneri conductive din interiorul conductei.

Revendicări: 15
Figuri: 12

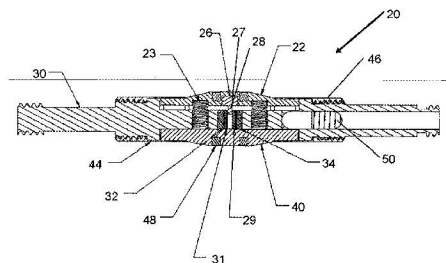
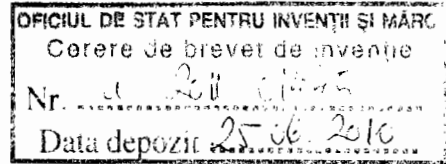


Fig. 2b





Dispozitiv și procedeu pentru măsurarea depunerilor din interiorul unui tub

Domeniul invenției

Prezenta invenție se referă în general la un dispozitiv și la un procedeu pentru inspecția peretelui interior al unei conducte, și mai specific se referă la un dispozitiv și la un procedeu pentru detectarea și măsurarea depunerilor de pe peretele interior al unei conducte, cum ar fi tubulatura unui generator de aburi sau a unui schimbător de căldură.

Bazele invenției

O caracteristică a tuburilor generatorului de abur CANDU[®] este aceea că tuburile respective sunt prevăzute cu depuneri protectoare de magnetit pe suprafețele diametrului interior (ID). În prezent nu există o metodă pentru măsurarea precisă și sigură a grosimii magnetitului depus pe suprafața interioară a tubulaturii unui generator de abur.

În stadiul tehnicii sunt cunoscute sonde pentru inspectarea pereților interiori ai conductelor metalice. Astfel de sonde sunt utile în particular pentru inspectarea pereților interiori ai schimbătoarelor de căldură din generatoarele de abur din centralele nucleare, pentru detectarea defectelor sau deformărilor cauzate de către coroziune, frecare sau acumularea de reziduuri lichide în regiunile fisurate ale generatorului. În general, aceste sonde operează cu ajutorul mărcilor tensometrice sau sunt sonde cu curenți turbionari.

Sondele cu mărci tensometrice sunt formate în general dintr-un fus cilindric, care este înconjurat de o multitudine de palpatoare tensionate cu arcuri. Mărcile tensometrice sunt plasate pe fiecare dintre palpatoarele tensionate cu arcuri. Atunci când corpul sondei este introdus în interiorul unui tub și translatat de-a lungul axei longitudinale a acestuia, diferențele dintre razele pereților interiori ai tubului vor face ca unul sau mai multe dintre palpatoarele cu arc să flexeze pe o direcție radială. Gradul de flexiune al acestor palpatoare este măsurat de către mărcile tensometrice atașate de palpatoare.

Sondele cu curenți turbionari sunt în general formate dintr-o bobină pentru curenți turbionari montată rezistent într-un cap al sondei astfel încât să intre în contact glisant cu interiorul tubului inspectat atunci când sonda este rotită. Bobina este conectată electric la un generator de curent care induce un curent alternativ în bobină atunci când aceasta este deplasată. Un circuit de detectare a impedanței este conectat de asemenea la capetele bobinei. În funcționare, curentul alternativ care trece prin bobină o face să genereze un câmp magnetic pulsatoriu, ale cărui magnitudine și polaritate se modifică în conformitate cu frecvența curentului. Atunci când bobina sondei este poziționată în vecinătatea unui perete conducător electric, fluxul magnetic schimbător generat de către bobină induce curenți turbionari într-o porțiune a peretelui. Intensitatea, tensiunea și direcția curenților turbionari produși depind în parte de impedanța specifică a porțiunii de perete care conduce curentul turbionar. Dat fiind că direcția de curgere a curenților turbionari generați de către bobină este opusă celei de curgere a curentului prin bobina de detecție a sondei, câmpul magnetic creat de către curenții turbionari generează o impedanță în bobina de detecție. Intensitatea acestor curenți turbionari este la rândul său dependentă de rezistența pe care curenții respectivi o întâmpină atunci când circulă prin perete. Deoarece defectele peretelui metalic (cum ar fi crăpături, cavități sau regiuni de subțiere locală) creează regiuni de rezistență mai mare în poziția defectului, sondele cu curenți turbionari pot fi utilizate pentru a localiza defectele prin monitorizarea constantă a impedanței bobinelor de detecție pe măsură ce corpul sondei este deplasat de-a lungul pereților interiori ai tubului.

Chiar dacă unele sonde existente în stadiul tehnicii sunt capabile să efectueze inspecții satisfăcătoare ale tuburilor schimbătoarelor de căldură, acestea suferă de dezavantajul de a avea o utilitate limitată. În plus, aceste sonde nu permit măsurarea unei depuneri pe suprafețele interioare.

Sondele cu mărci tensometrice tind să fie delicate deoarece necesită montarea unor mărci tensometrice de dimensiuni foarte mici pe palpatoarele metalice rezistente care înconjoară corpul sondei. Atât mărcile tensometrice în sine, cât și conductorii acestora, sunt expuse defectării dacă sonda este supusă unui șoc mecanic necorespunzător sau chiar în cazul în care este deplasată rapid printr-o porțiune neobișnuit de rugoasă a tubului. În timp ce sondele cu mărci tensometrice sunt capabile să detecteze prezența unei ovalizări a unui astfel de tub (care la rândul său indică dacă tubul

a fost deformat ca rezultat al unei presiuni intense și localizate), rezoluția de detecție a defectelor de către un astfel de tip de profilometru este relativ grosieră. Dacă se mărește rezoluția de detecție a defectelor prin adăugarea mai multor palpatoare cu arc și mărci tensometrice în jurul circumferinței sondei, mărcile tensometrice trebuie să fie micșorate și mai mult, ceea ce mărește fragilitatea dispozitivului.

Sondele cu curenți turbionari pot suferi de asemenea din cauza unei fragilități excesive în proiectele în care o bobină de mici dimensiuni intră în contact mobil cu alunecare cu un perete interior. Chiar dacă unele dintre cele mai bune proiecte de sonde evită acest defect fie prin înglobarea sondei cu curenți turbionari într-un plastic auto-lubrifiant (care este supus uzurii), fie prin atașarea bobinei în spatele unui știft care intră în contact mobil cu peretele interior al tubului când sonda este deplasată prin acesta, nici unul dintre aceste proiecte nu este capabil de a detecta cu precizie ovalizarea sau de a măsura depunerile interioare.

Pe lângă aceasta, măsurarea unui strat de depunere de magnetit este îngreunată deoarece stratul de magnetit are proprietăți fizice variabile care afectează metodele folosind curenți, cum ar fi metodele convenționale cu curenți turbionari. Permeabilitatea magnetică și porozitatea magnetitei reprezintă sursele principale ale acestei probleme.

O metodă folosind curenți turbionari pentru măsurarea stratului de magnetit a fost pusă la punct în trecut de către autorul prezentei cereri. Metoda constă din utilizarea unei sonde cu bobină pentru curenți turbionari, excitată prin metode convenționale cu o singură frecvență înaltă, și care înregistrează modificarea semnalului asociată cu o porțiune de tub lipsită de depuneri de magnetit. Această metodă a fost pusă la punct utilizând eșantioane de tuburi preluate din industrie, pentru a stabili o relație între grosime și tensiunea electrică. Măsurătorile sunt apoi bazate pe o valoare presupusă pentru permeabilitate, obținută din aceste eșantioane de tuburi preluate. Astfel, dacă proprietățile magnetice sau fizice ale stratului se modifică de la tub la tub, atunci răspunsul curenților turbionari va fi diferit, ceea ce va conduce la o estimare mai puțin precisă a grosimii. Orice variație a permeabilității magnetitului găsit în tuburile evaluate din industrie va cauza erori semnificative în estimările grosimii. Prin metoda sondei cu bobină pentru curenți turbionari nu este posibil să se separe efectele grosimii de cele ale permeabilității.

O altă metode de măsurare, Oxiprobe™, utilizează masa încărcării și suprafața curățată pentru a deriva o valoare pentru grosime [Gonzalez, F., Brennenstuihi, A.M., Palumbo, G. și Dyck, R.W., „Steam Generator Primary Side Fouling Determination Using the Oxiprobe Inspection Technique“, Cea de-a IV-a Conferință Internațională asupra Întreținerii Sistemelor CANDU, Toronto, 16–18 Noiembrie 1997]. Pentru această metodă, s-a presupus de asemenea că magnetitul are o anumită densitate constantă.

Patentul SUA nr. 4.876.506 descrie un dispozitiv și un procedeu pentru inspectarea profilului unui perete interior al unui tub, folosind un palpator al peretelui și o sondă cu curenți turbionari. Dispozitivul descris include (i) un corp cilindric al sondei care poate fi introdus în tub, (ii) un ansamblu al sondei plasat în corpul sondei și care include o bobină de detecție a curențului turbionar și o placă din cupru, care se pot deplasa una în raport cu cealaltă, și (iii) un ansamblu palpator al peretelui, incluzând un știft la un capăt și care este legat de ansamblul sondei la celălalt capăt pentru conversia modificărilor razei peretelui tubului în modificări ale distanței dintre bobina de detecție a curențului turbionar și placa de cupru.

Sonda conform Patentului SUA nr. 4.876.506 nu este o sondă cu scanare axială. În plus, sonda nu poate fi extinsă pentru utilizarea în orice alt scop decât pentru diametrul interior al tubului, și astfel nu poate măsura grosimea nici unei depuneri interioare de pe peretele tubului. În al treilea rând, curenții turbionari din acest modul sunt cuplați de fapt cu tubul însuși.

Este în că prezentă o necesitate pentru un dispozitiv și un procedeu care să măsoare cu precizie și sigur depunerile, cum ar fi cele de magnetit, de pe suprafața interioară a tubulaturii unui generator de aburi.

Aceste informații de fond sunt furnizate în scopul de a face cunoscute informații considerate de către titularul cererii ca putând fi relevante pentru prezenta invenție. Nu se intenționează în mod necesar, și nu trebuie considerată astfel, acceptarea faptului că oricare dintre informațiile de mai sus constituie stadiu al tehnicii opozabil prezentei invenții.

Rezumat

Prezenta cerere se referă la un dispozitiv și la un procedeu pentru măsurarea depunerilor în interiorul unui tub.

În conformitate cu un aspect al invenției, se furnizează un dispozitiv sondă constând dintr-o sondă de urmărire a suprafeței, respectiva sondă de urmărire a suprafeței constând din: un corp al sondei; una sau mai multe perechi de saboți, în care fiecare pereche de saboți constă dintr-un sabot tensionat atașat de respectivul corp al sondei și un sabot fix atașat de respectivul corp al sondei; o țință montată pe sabotul tensionat al perechii sau al fiecăreia dintre perechile de saboți, în care țința respectivă constă dintr-un material care este conducător și feromagnetic, conducător și neferomagnetic, sau ne-conducător și feromagnetic; și o bobină conducătoare cuplată electromagnetic cu fiecare dintre țințe.

În conformitate cu un alt aspect al invenției, se furnizează un procedeu de determinare a grosimii unei depuneri conducătoare de pe diametrul interior al tubului, respectivul procedeu constând din etapele de (i) determinare a diametrului intern al tubului într-o anumită poziție a tubului; (ii) efectuare a testării cu curenți turbionari în poziția respectivă; și (iii) corelare a diametrului interior determinat în etapa (i) cu datele de ieșire din etapa (ii) pentru a calcula grosimea depunerii conducătoare de pe diametrul interior al tubului.

În conformitate cu un alt aspect al invenției, se furnizează un set pentru utilizarea în determinarea grosimii unei depuneri conducătoare de pe diametrul interior al tubului, respectivul set conținând (i) un dispozitiv sondă constând dintr-o sondă de urmărire a suprafeței cuplată cu o sondă cu curenți turbionari; și (ii) unul sau mai multe tuburi de calibrare.

Scurtă descriere a Figurilor

Figura 1 prezintă configurația unui dispozitiv sondă conform unei realizări a prezentei invenții.

Figura 2a reprezintă o schemă în secțiune transversală a dispozitivului sondă prezentat în Figura 1, iar Figura 2b reprezintă o schemă detaliată a modulului de urmărire a suprafeței a dispozitivului sondă prezentat în Figura 2a.

Figura 3 este o fotografie a unei sonde cu bobină pentru curenți turbionari standard potrivită pentru utilizarea în dispozitivul sondă conform prezentei invenții.

Figura 4 ilustrează un exemplu de fișă de specificație tehnică de examinare (ETSS) care descrie procesul de achiziție de date pentru un dispozitiv sondă conform unei materializări a prezentei invenții.

Figura 5 prezintă grafic o comparație a deplasării unui modul de urmărire a suprafeței și modelul electromagnetic rezultat.

Figura 6 prezintă modulul de urmărire a suprafeței și ieșirea modulului bobină al sondei fără aliniere (Tuburile I-158 și I-983).

Figura 7 prezintă modulul de urmărire a suprafeței și ieșirea modulului bobină al sondei după alinierea datelor (Tuburile I-158 și I-983).

Figura 8 prezintă datele provenite de la un standard danturat I-2205.

Figura 9 prezintă datele provenind de la un eșantion de magnetit produs în laborator I-806 (56 μm).

Figura 10 prezintă datele provenind de la un eșantion de magnetit produs în laborator I-810 (24 μm).

Figura 11 prezintă datele provenind de la un eșantion de magnetit produs în laborator I-815 (45 μm).

Figura 12 prezintă o curbă de calibrare pregătită utilizând standardul danturat I-2205 și incluzând pozițiile eșantioanelor de magnetit I-806, I-810 și I-815.

Descrierea detaliată a invenției

Dacă nu sunt definiți altfel, toți termenii tehnici și științifici utilizați aici au semnificațiile înțelese în mod comun de către specialiștii în domeniul căruia îi aparține invenția.

În sensul în care sunt folosite în specificație și revendicări, formele de singular „un”, „o” și formele cu articole hotărâte includ referințele la plural, în afara cazului în care din context rezultă altfel în mod evident.

Termenul „constând din“, în sensul în care este utilizat aici, va fi înțeles ca semnificând că lista care îi urmează este non-exhaustivă și poate să includă sau nu orice elemente corespunzătoare suplimentare, de exemplu una sau mai multe caracteristici, componente și ingrediente după cum este cazul.

Sunt descrise aici un dispozitiv sondă și un procedeu asociat pentru măsurarea grosimii unei depuneri din interiorul unui tub, dispozitiv și procedeu care funcționează independent de porozitatea și permeabilitatea depunerii. Într-un exemplu de materializare specifică, depunerea internă este o depunere de magnetit, iar dispozitivul și procedeul funcționează independent de porozitatea și permeabilitatea magnetică a magnetitului. Dispozitivul sondă este o sondă cu scanare axială și cu urmărire a suprafeței interioare, care poate măsura precis și sigur diametrul interior al unui tub.

În restul descrierii va fi luată în considerare o materializare nelimitativă a unei aplicații a procedurii conform invenției, pentru inspectarea tuburilor unui generator de abur și măsurarea grosimii depunerilor de magnetită din interiorul tuburilor. Totuși, sunt posibile evident și alte aplicații în cadrul domeniului de acoperire al inspecției diametrului intern pentru materiale conductive în echipamente în general cilindrice.

Cu referire la Figura 1, dispozitivul sondă **10** conform prezentei invenții constă din două module și un tub de împingere (nu este prezentat). Primul modul este modulul de urmărire a suprafeței **20**. În conformitate cu o materializare a prezentei invenții, primul modul acționează ca o sondă de sine stătătoare. În conformitate cu o materializare alternativă a invenției, primul modul **20** este utilizat în combinație cu un al doilea modul **60** în același cap al sondei, unde ieșirea primului modul este utilizată pentru a calibra ieșirea celui de-al doilea modul.

Modulul de urmărire a suprafeței

După cum se arată în Figurile 1 și 2, primul modul **20**, de urmărire a suprafeței, constă dintr-un sabot tensionat **22** care este poziționat în spatele ghidajului frontal **24** la capătul din față al dispozitivului sondă **10**. Sabotul tensionat **22** se deplasează de-a lungul peretelui tubului pe măsură ce sonda este împinsă sau trasă prin tub. În conformitate cu o materializare a prezentei invenții, sabotul tensionat **22** este asamblat cu ajutorul unui arc. De exemplu, după cum se arată în Figura 2b, două arcuri **23**

sunt montate în corpul **30** și împing (tensionează) sabotul **22** către exterior, pentru a facilita contactul dintre sabotul **22** și suprafața interioară a tubului în timpul testului.

Chiar dacă primul modul **20** este caracterizat mai sus ca incluzând un sabot **22** montat cu arc, în primul modul **20** se pot încorpora mijloace alternative de tensionare a sabotului care urmărește suprafața, în locul unui arc. Astfel de mijloace de tensionare sunt selectate pe baza abilității lor de a permite ca suprafața sabotului să rămână în contact cu suprafața interioară a tubului.

Un material în formă de puc, sau de formă cilindrică, sau o combinație a acestora, este montat în interiorul sabotului și acționează ca o țintă **26** pentru o bobină conductoare **29**, care este la rândul său fixată rigid de corpul **30** al sondei.

După cum se arată în Figura 2b, forma combinată a țintei poate fi realizată ca un puc **27** prevăzut cu un mic cilindru proeminent **28**. În această configurație, cilindrul **28** (denumit opțional și miez mobil) are un diametru mai mic decât diametrul interior al bobinei conductoare **29** prevăzute cu manșon pentru a permite cilindrilor **28** să pătrundă în partea de sus a bobinei conductoare **29** pentru a maximiza cuplarea electromagnetică dintre ținta **26** și bobina **29**.

Ținta **26** poate fi fabricată din ferită, oțel, sau orice alt material care este fie conductiv și feromagnetic, fie conductiv și non-feromagnetic, fie non-conductiv și feromagnetic. Materialul din care este fabricată ținta **26** este selectat astfel încât să aibă o permeabilitate magnetică relativă înaltă.

Bobina conductoare **29** este protejată împotriva oricărei potențiale abraziuni a miezului mobil **28** prin includerea unui manșon interior subțire **31** în interiorul bobinei **29**. Bobina **29** este înfășurată pe manșonul interior **31**. Opțional, bobina **29** este plasată într-un al doilea manșon exterior **32** pentru o protecție suplimentară a bobinei **29**. Manșoanele interior și exterior **31** și **32** sunt confecționate dintr-un material ne-conductiv. Într-un exemplu, manșoanele interior și exterior **31** și **32** sunt confecționate din plastic.

Mișcarea relativă dintre sabotul **22** și bobina conductoare **29** este monitorizată prin intermediul câmpului magnetic de cuplare, cu utilizarea instrumentației existente pentru curenți turbionari. Utilizarea unei ținte și a unei frecvențe de excitație potrivite pentru bobină minimizează inducerea de curenți turbionari în tubul înconjurător.

Lungimea bobinei conductoare **29** este selectată astfel încât să minimizeze interacțiunea bobinei cu stratul de magnetit și tubul în care se inserează dispozitivul sondă pentru utilizare. În plus, modulul de urmărire a suprafeței **20** poate include material de ecranare pentru a micșora și mai mult interacțiunea bobinei **29** cu stratul de magnetit și tubul. În conformitate cu o materializare a invenției, ecranarea se poate asigura sub forma unui manșon cilindric **34** plasat în jurul diametrului exterior al bobinei conductoare **29** și a manșonului exterior **32** (dacă este prezent), așa cum se arată în Figura 2(b). Manșonul cilindric **34** are aproximativ aceeași lungime cu a bobinei **29** și poate fi realizat din cupru sau orice alt material conductor electric.

Modulul de urmărire a suprafeței **20** încorporează mijloace pentru păstrarea proprietăților de urmărire a suprafeței de către sondă, astfel încât modificările diametrului tubului produc modificări corespunzătoare în separarea dintre bobină și țintă. Mai specific, modulul de urmărire a suprafeței **20** este construit astfel încât să asigure rămânerea în contact a suprafeței exterioare a sabotului tensionat **22** cu o suprafață interioară a tubului. În conformitate cu o materializare a invenției, prezentată în Figurile 2a și 2b, mijloacele pentru menținerea proprietăților de urmărire a suprafeței constau dintr-un al doilea sabot fix **40** amplasat de partea opusă a corpului în raport cu sabotul tensionat **22**. Această configurație permite sondei să fie sensibilă la variațiile diametrului tubului și/sau ale variațiilor grosimii depunerilor interioare.

În conformitate cu o materializare alternativă a invenției, mijloacele de menținere a proprietăților de urmărire a suprafeței constau din una sau mai multe perechi de saboți flotanți. În această materializare, bobina conductoare este montată într-unul dintre saboții flotanți, iar ținta este montată în corpul modulului de urmărire a suprafeței, sau într-unul din ceilalți saboți flotanți.

În conformitate cu o materializare a invenției, sabotul tensionat cu arc și/sau sabotul fix ai primului modul sunt înlocuibili. Posibilitatea de a înlocui saboții permite utilizatorilor să modifice sonda pentru a o adapta variațiilor diametrului interior al tubului sau grosimii depunerilor. Această adaptare este necesară în cazurile în care grosimea este în afara domeniului de deplasare a sabotului. Pe lângă aceasta, este posibil să se înlocuiască saboții atunci când aceștia se uzează. În plus, dimensiunile saboților pot fi variate la orice mărime și dimensiune pentru a se potrivi tipului de variații ale suprafeței care se măsoară. Lungimi mai mici ale saboților permit o rezoluție mai

mare în localizarea variațiilor, în timp ce lungimi mai mari vor fi sensibile numai la variații mai mari ale diametrului.

Un avantaj suplimentar al includerii cel puțin unui sabot înlocuibil este acela că înlocuirea sabotului poate permite un acces simplu în interiorul modulului de urmărire a suprafeței pentru a permite întreținerea dispozitivului și/sau pentru a permite înlocuirea țintei, dacă este necesar.

În conformitate cu materializarea invenției prezentate în Figura 2b, atât sabotul tensionat **22** cât și sabotul fix **40** sunt înlocuibili și sunt fixați în pozițiile lor prin capacele saboților **44** și **46**. Capacele saboților **44** și **46** se înșurubează pe corpul **30** la capetele opuse ale modului de urmărire a suprafeței **20** și fiecare dintre acestea se extinde peste o porțiune a sabotului tensionat **22** și respectiv a sabotului fix **40** astfel încât aceștia sunt menținuți în pozițiile lor.

Opțional, sunt incluse inserții protectoare în saboți și ghiduri pentru a minimiza uzura suprafețelor și pentru a menține centrarea sondei în medii dificile și/sau abrazive. Într-un exemplu particular, așa cum se arată în Figura 2b, inserțiile protectoare sunt inserții ceramice **48**.

Primul modul **20** sesizează modificările de diametru de-a lungul unei orientări circumferențiale. Aceasta presupune că grosimea depunerii interioare de magnetită este constată pe circumferința tubului. Studiile metalografice asupra eșantioanelor de tuburi au arătat că această presupunere este validă. Dacă este necesar, totuși, se pot încorpora perechi suplimentare de saboți (adică unul fix și unul tensionat, sau montat cu arc) în primul modul **20** pentru a sesiza modificările de diametru și pentru alte orientări aflate pe circumferință.

Primul modul **20** este conectat la un sistem de calcul pentru colectarea și prelucrarea valorii tensiunii de ieșire rezultate din interacțiunea dintre bobina **29** și ținta **26**. Firele și cablurile utilizate pentru conectarea la calculator se extind prin canalul **50** prevăzut în corpul **30** și continuă de-a lungul tubului de împingere (care nu este prezentat). Firele și cablurile sunt acoperite de capacul sabotului **46** la asamblarea dispozitivului.

Un exemplu de sistem de calcul care este disponibil comercial în prezent și potrivit pentru utilizarea împreună cu dispozitivul conform prezentei invenții este instrumentul pentru curenți turbionari Zetec MIZ-80id.

Modulul pentru curenți turbionari

Cel de-al doilea modul **60** constă dintr-o sondă convențională cu curenți turbionari, cum ar fi o sondă cu bobină, de asemenea conectată la instrumentul pentru curenți turbionari, dar pe un canal separat.

Un exemplu de proiectare tipică a sondei cu bobină este prezentat în Figura 3, care este standardul industrial actual pentru inspectarea tubulaturii generatoarelor de abur și schimbătoarelor de căldură. Sonda cu bobină ilustrată în Figura 3 poate fi adaptată pentru atașarea la un prim modul, de urmărire a suprafeței, prin înlocuirea sau adaptarea conului frontal și ghidajului frontal al petalelor pentru a facilita atașarea la corpul primului modul, de urmărire a suprafeței. Un exemplu de astfel de combinație este prezentat în Figurile 1 și 2a. După cum se ilustrează în Figurile 1 și 2a, cel de-al doilea modul **60** poate consta dintr-o sondă cu bobină standard având un ghidaj posterior **62**, urmat de o secțiune flexibilă **64** conținând granulele de frecare **66**. Dispozitivul sondă mai include o porțiune de capăt **80** pentru montarea unui tub de împingere (care nu este prezentat), permanent sau demontabil, pentru împingerea sondei în tubul care trebuie testat.

Sonda celui de-al doilea modul **60**, care furnizează datele convenționale cerute într-o inspecție tehnică tipică, poate fi utilizată pentru a monitoriza variațiile grosimii și permeabilității depunerii de magnetită pe diametrul interior, și furnizează mijloace de localizare a poziției axiale a sondei în interiorul tubului. În acest aspect, sonda pentru curenți turbionari poate fi de orice design și tip, nefiind limitată la o sondă simplă cu bobină. Într-un exemplu specific, cel de-al doilea modul este o sondă cu bobină **60** care include o carcasă din titan (care nu este prezentată) pentru a proteja înfășurările sondei cu bobină.

Alte tipuri de sonde, cum ar fi sondele cu polarizare magnetică, sondele de suprafață sau sondele rotative, sau alte tehnologii de sondare, cum ar fi cele folosind ultrasunete, curenți turbionari cu câmp tranzitoriu sau îndepărtat, pot fi utilizate în conjuncție cu unul sau mai multe module de urmărire a suprafeței. Alegerea tipului sau tehnologiei sondei depinde de aplicație și de informația care trebuie corelată cu diametrul. Fiecare aplicație diferită poate necesita un design unic sau acestea pot fi interschimbabile, astfel încât diferite tipuri de sonde și tehnologii pot fi utilizate cu același modul de urmărire a suprafeței (sau cu aceleași module de urmărire a suprafeței).

Cel de-al doilea modul **60** este conectat la același sistem de calcul ca și primul modul **20**. Variațiile depunerii feromagnetice, cum ar fi depunerea interioară de magnetit, pot fi apoi corelate cu măsurătorile de precizie ale diametrului, furnizate de către primul modul **20**.

În conformitate cu o materializare a invenției, dispozitivul sondă este proiectat pentru a fi utilizat în tuburi metalice non-feromagnetice, cum ar fi Inconel™ 600 sau Incoloy™ 800, dar fără a se limita la acestea. În conformitate cu o materializare alternativă a invenției, dispozitivul sondă este proiectat pentru a fi utilizat în tuburi metalice slab feromagnetice, cum ar fi Monel™ 400, dar fără a se limita la acesta, și în tuburi non-conductive.

Mai departe, în conformitate cu materializare particulară a invenției, sonda descrisă aici este destinată folosirii pentru tuburi având un diametru interior nominal mai mare de 0,350" (8,89 mm). Totuși, ansamblul sondei este adaptabil, astfel încât acesta poate fi utilizat convenabil în tuburi de diametre diferite.

Aplicație

În utilizare, primul modul calibrează efectiv sonda din cel de-al doilea modul. Această relație este utilizată pentru a deduce grosimea reală a depunerilor de magnetit de pe diametrul interior. Dacă depunerea testată este non-feromagnetică și non-conductivă, atunci modulul de urmărire a suprafeței poate fi utilizat în mod independent pentru a măsura grosimea depunerii sau pentru a cuantifica reducerea diametrului interior al tubului.

Nu sunt necesare sonde de referință exterioare pentru a opera modulul de urmărire a suprafeței. Modulul pentru curenți turbionari și modulul de urmărire a suprafeței sunt operate la aceeași frecvență; totuși, se folosesc intervale de timp diferite pentru a se evita diafonia. Figura 4 furnizează un exemplu de specificație tehnică de examinare (ETSS). Această ETSS descrie procesul de achiziție de date. Trebuie menționat că în acest exemplu sonda pentru curenți turbionari a fost o sondă cu bobină iar câștigul amplificatorului pentru canalele necondiționate ale sondei cu bobină a fost redus față de metoda standard cu bobină pentru a evita saturarea semnalului atunci când sunt sesizate secțiuni groase de magnetit. După cum s-a menționat mai sus, se pot utiliza

și alte instrumente pentru curenți turbionari împreună cu dispozitivul sondă conform prezentei invenții, totuși în acest caz vor fi necesare un adaptor și o referință externă.

În conformitate cu o materializare a invenției, sonda poate fi utilizată pentru a scana un mic număr de tuburi pentru a măsura profilul magnetitului într-o zonă a generatorului de abur. Această informație va fi utilizată pentru a raporta direct grosimea magnetitului pentru tuburile inspectate și/sau pentru a determina factorii de conversie care pot fi aplicați pentru restul datelor provenite de la sonda cu bobină. Dacă sunt combinate cu informația obținută prin Oxiprobe, datele pot fi utilizate de asemenea pentru a verifica valoarea de densitate cerută de către alte tehnici.

În conformitate cu un alt aspect al prezentei invenții, se furnizează un procedeu de efectuare a măsurătorii diametrului interior utilizând un dispozitiv sondă descris aici și un standard danturat de calibrare. Un exemplu specific de astfel de procedeu constă din următoarele etape:

1. Instalarea și pregătirea instrumentului pentru curenți turbionari la locul inspecției;
2. Conectarea sondei și verificarea funcționării corecte a acesteia;
3. Inserarea sondei în standardul danturat de calibrare;
4. În timp ce se asigură că ambele module sunt departe de orice referințe de calibrare, se reglează nulul sondei pentru a echilibra puntea electronică;
5. Verificarea datelor de referință de calibrare de la standardul de calibrare și ajustarea semnalelor dinților astfel încât acestea să fie deflectate vertical atunci când sonda trece pe deasupra unui dinte;
6. Împingerea sondei în întregime prin standardul danturat de calibrare;
7. În timp ce sonda este trasă cu o viteză constantă, se înregistrează datele pe măsură ce sonda trece prin standardul danturat de calibrare și iese din acesta;
8. Se verifică datele și se repetă această scanare pentru a se asigura înregistrarea corectă a datelor;

9. Se măsoară modificările de tensiune electrică pentru fiecare dinte și se trasează graficul reducerii de diametru în funcție de tensiune, pentru a produce o curbă similară celei din Figura 12. Originea reprezintă diametrul probei de dinte folosite ca punct de referință;
10. Inserarea sondei prin standardul danturat de calibrare și în tubul care trebuie măsurat;
11. În timp ce sonda este trasă cu o viteză constantă, se înregistrează datele pe măsură ce sonda trece prin tubul care trebuie măsurat și prin standardul danturat de calibrare;
12. Se repetă procedeul pentru toate tuburile care trebuie măsurate;
13. Pentru analiza datelor măsurate, se măsoară tensiunea dintre diametrul interior nominal al standardului danturat și diametrul interior nominal al tubului care trebuie măsurat. Aceasta furnizează o valoare pentru creșterea sau reducerea diametrului tubului în raport cu cel al standardului danturat;
14. Se plasează acest punct de operare pe curba de calibrare (Figura 12), iar acesta poate fi situat deasupra originii sau sub aceasta;
15. Se măsoară și se reprezintă grafic tensiunile electrice datorate magnetitului de pe diametrul interior în raport cu punctul de operare de pe curba de calibrare. În acest mod, măsurătoarea este ajustată cu diferențele între diametrele interioare ale tuburilor;
16. Grosimea estimată poate fi citită acum din curba de calibrare.

Dispozitivul sondă și procedeul conform prezentei invenții sunt utile în mod particular în identificarea și măsurarea depunerilor de magnetit pe diametrul interior al tuburilor schimbătoarelor de căldură sau generatoarelor de abur. Totuși, dispozitivul sondă conform prezentei invenții poate fi utilizat de asemenea în uzinele electrice în scopul inspectării generatoarelor de abur ale acestora pe durata întreruperilor de întreținere programate.

În general, dispozitivul sondă poate fi utilizat pentru măsurarea depunerilor conductive și non-conductive în orice echipament de formă cilindrică. Modulul pentru curenți turbionari al dispozitivului sondă conform prezentei invenții poate fi utilizat de aseme-

nea pentru a măsura caracteristicile tuburilor sau defectele acestora, cum ar fi (dar fără a se limita la acestea) fisurile, urmele de lovituri, bombările și dilatățile, în funcție de tipul de sondă cu curenți turbionari ales.

Pentru o mai bună înțelegere a invenției descrise aici, sunt prezentate exemplele care urmează. Trebuie înțeles că aceste exemple au numai scop ilustrativ. Așadar, acestea nu trebuie considerate ca limitând în vreun fel domeniul de acoperire al invenției.

Exemple

Pentru a începe proiectarea inițială a sondei, s-a utilizat programul MagNet v6 de modelare electromagnetică 3D folosind metoda elementului finit, pentru a modela interacțiunile dintre bobina modulului de urmărire a suprafeței și țintă. Au fost modelate geometria bobinei, geometria și proprietățile țintei, și considerentele de spațiere și s-a pus șa punct o soluție. Lungimea bobinei a fost ajustată pentru a micșora interacțiunea bobinei cu stratul de magnetit și cu tubul în care se introduce sonda. Figura 5 prezintă rezultatul modelării electromagnetice a tensiunii de ieșire a bobinei în funcție de proximitatea țintei. Figura 5 compară de asemenea modelarea cu rezultatele experimentale descrise mai jos. Pe baza bobinei modelate au fost produse bobine fizice și li s-au măsurat rezistența și inductanța.

O sondă inițială constând numai din modulul de urmărire a suprafeței a fost utilizată pentru a verifica rezultatele modelării și pentru a valida conceptul. Testarea inițială cu modulul prototip de urmărire a suprafeței a fost reușită, iar Figura 5 prezintă comparația între modulul de test de urmărire a suprafeței și rezultatele modelării computerizate. Datele de la sonda de test au fost colectate prin strângerea saboților cu ajutorul unui micrometru, înregistrând deplasarea și măsurând amplitudinea semnalului generat de către sondă. Pe baza acestor rezultate a fost construit un ansamblu complet conținând ambele module și un tub de împingere având lungimea de 15,24 m (50'). Acest prototip complet de sondă a fost testat pe o probă danturată (etichetată I-2205) și pe tuburi care au fost acoperite în laborator cu magnetit pe diametrul interior (etichetate I-806, I-810 și I-815). Proba danturată a fost construită astfel încât să asigure o serie de redușii ale diametrului în gama de deplasare a modulului de urmărire a suprafeței. Această probă, I-2205, este considerată o probă de calibrare pentru sco-

purile măsurării diametrului interior. Tabelul 1 rezumă danturările, răspunsurile de semnal corespunzătoare acestora și măsurătorile fizice asociate. Figura 6 prezintă semnalul de ieșire corespunzător probei. Înregistrarea din stânga prezintă răspunsul modulului bobinei pentru dintele din I-158 (standardul probei C3-8), iar înregistrarea din dreapta prezintă răspunsul modulului de urmărire a suprafeței. Dintele din I-158 prezintă o reducere a diametrului de 500 μm . În aceste grafice, semnalele corespunzătoare reducerii diametrului au fost rotite vertical pentru a permite efectuarea măsurătorilor cu tensiunea verticală maximă. Deoarece cele două module sunt separate axial de-a lungul corpului sondei, se poate aplica o „alunecare“ a datelor pentru a alinia datele corespunzătoare aceluiași secțiuni ale tubului. Figura 7 prezintă rezultatele provenind de la sondă după aplicarea alinierii datelor.

Tabelul 1

Rezumatul informațiilor măsurătorilor pentru standardul danturat I-2205

Poziția indentației	Diametrul reducției (μm)	Tensiunea de indentație a modulului de urmărire a suprafeței (V)
A	359	100,00
B	326	82,95
C	263	58,80
D	245	47,66
E	165	24,46
F	103	14,13

Figura 8 prezintă rezultatele provenind de la cele șase reduceri de diametru în I-2205 descrise în Tabelul 1. Rezultatele inspecției magnetitului de laborator sunt prezentate în Figurile 9, 10 și 11. Figura 9 prezintă datele corespunzătoare probei I-806; suprafața interioară a acestui tub a fost acoperită cu magnetit de două ori. Figurile 10 și 11 prezintă probele I-810 și respectiv I-815; în acest caz, suprafețele interioare ale ambelor tuburi au fost acoperite cu magnetit o dată.

Analiză

Pentru a analiza datele generate de sonda-prototip, a fost necesar un diametru cunoscut pentru calibrare. Această informație de diametru a fost obținută din diametrul nominal cunoscut al probei danturate I-2205. Figura 12 prezintă rezultatele de laborator provenind de la proba danturată în comparație cu rezultatele simulării. Rezultatele prezintă o concordanță foarte bună. Figura 12 prezintă de asemenea estimările de grosime pentru tuburile I-806 (56 μm), I-810 (24 μm) și I-815 (45 μm). Aceste rezultate se bazează pe un procedeu de calibrare care utilizează diametrul probei danturate ca punct de referință, reprezentat ca origine în Figura 12. În cazul scanării tuburilor necunoscute, dacă tubul are un diametru interior diferit de cel al probei danturate, atunci măsurătorile trebuie făcute urmând pașii următori. Mai întâi, se măsoară tensiunea electrică dintre poziția diametrului interior nominal al probei danturate și diametrul interior nominal al tubului testat. Aceasta furnizează o valoare pentru creșterea sau scăderea diametrului tubului în raport cu proba danturată I-2205, și este reprezentată grafic pe curba de calibrare (Figura 12). În al doilea pas, se măsoară tensiunile electrice datorate diametrului interior al depunerii de magnetit, în raport cu acest punct al curbei de calibrare pentru tubul respectiv. În acest fel, măsurătoarea este ajustată prin diferența dintre diametrele interioare ale tuburilor. Pentru utilizarea pe teren, un tub danturat de calibrare similar cu I-2205 ca fi furnizat împreună cu sonda.

Figurile 9, 10 și 11 prezintă răspunsurile de la proba danturată, cu trei eșantioane de magnetit. În acest caz, măsurătorile diametrului interior sunt raportate la zero din Figura 12, deoarece diametrele probelor sunt foarte similare cu cel al probei danturate.

În timpul stadiilor inițiale de dezvoltare a unei metode de analiză, s-au făcut încercări de a raporta mărimea deplasării sabotului la condiția în care sabotii sunt estinși complet în exteriorul probei, deoarece acesta este o referință ușor de obținut. Atunci când datele au fost analizate în acest mod, rezultatele de laborator nu au concordat cu rezultatele modelării. Această discrepanță a apărut din cauza cuplării electromagnetice cu tubul atât a bobinei modulului de urmărire a suprafeței cât și a bobinei sale de referință. Modelarea ulterioară a condus la dezvoltarea unei metode de ecranare

a bobinei modulului de urmărire a suprafeței. Ecranarea poate fi asigurată prin adăugarea unui manșon metalic confecționat din cupru sau din alt metal conductiv electric în jurul diametrului exterior al bobinei conductoare, având aceeași lungime ca și bobina, așa cum se arată în desenul din Figura 2(b).

Toate publicațiile, patentele și cererile de patent menționate în cadrul prezentei specificații sunt indicații ale nivelului de competență pentru specialiștii în domeniul căruia îi aparține prezenta invenție și sunt încorporate aici prin referință în aceeași măsură ca și când fiecare publicație, patent sau cerere de patent individuală ar fi fost indicată în mod specific și individual ca fiind încorporată prin referință.

Invenția fiind astfel descrisă, este evident că aceasta poate fi variată în multe moduri. Astfel de variații nu trebuie considerate ca îndepărtându-se de la spiritul și domeniul de acoperire al invenției, și toate aceste modificări, care sunt evidente pentru un specialist în domeniu, trebuie incluse în domeniul de acoperire al revendicărilor care urmează.

Revendicări

1. Un dispozitiv sondă conținând o sondă de urmărire a suprafeței, respectiva sondă de urmărire a suprafeței fiind caracterizată prin aceea că include:

- (a) un corp al sondei,
- (b) una sau mai multe perechi de saboți, în care fiecare pereche de saboți constă dintr-un sabot tensionat atașat de respectivul corp al sondei și un sabot fix atașat de respectivul corp al sondei,
- (c) o țintă montată pe sabotul tensionat al fiecăreia dintre respectivele una sau mai multe perechi de saboți, în care ținta respectivă constă dintr-un material care este conductiv și feromagnetic, conductiv și non-feromagnetic, sau non-conductiv și feromagnetic, și
- (d) o bobină conductoare cuplată electromagnetic cu fiecare țintă.

2. Dispozitivul sondă conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că include în plus o sondă pentru curenți turbionari cuplată cu respectiva sondă de urmărire a suprafeței.

3. Dispozitivul sondă conform revendicării 2, caracterizat prin aceea că respectiva sondă pentru curenți turbionari este o sondă cu bobină.

4. Dispozitivul sondă conform oricăreia dintre revendicările 1 până la 3, caracterizat prin aceea că respectivul sabot tensionat este un sabot montat cu arc.

5. Dispozitivul sondă conform oricăreia dintre revendicările 1 până la 4, caracterizat prin aceea că respectivul sabot tensionat și respectivul sabot fix includ fiecare una sau mai multe inserții protectoare.

6. Dispozitivul sondă conform revendicării 4, caracterizat prin aceea că respectiva inserție protectoare este ceramică.

7. Dispozitivul sondă conform oricăreia dintre revendicările 1 până la 3, caracterizat prin aceea că include mai multe perechi de saboți.

- 8.** Dispozitivul sondă conform oricăreia dintre revendicările 1 până la 7, caracterizat prin aceea că include suplimentar un tub de împingere.
- 9.** Dispozitivul sondă conform oricăreia dintre revendicările 1 până la 8, caracterizat prin aceea că respectiva țintă este în formă de puc, cilindrică sau constă dintr-o porțiune în formă de puc și o porțiune cilindrică.
- 10.** Dispozitivul sondă conform revendicării 9, caracterizat prin aceea că respectiva țintă constă dintr-o porțiune în formă de puc și o porțiune cilindrică și prin aceea că respectiva porțiune cilindrică se extinde în interiorul unei porțiuni a respectivei bobine conductoare.
- 11.** Dispozitivul sondă conform oricăreia dintre revendicările 1 până la 10, caracterizat prin aceea că respectiva țintă este confecționată dintr-un material care este conductiv și feromagnetic, conductiv și non-feromagnetic, non-conductiv și feromagnetic, sau o combinație a acestora.
- 12.** Dispozitivul sondă conform revendicării 11, caracterizat prin aceea că respectiva țintă este confecționată din ferită sau oțel.
- 13.** Procedeu de determinare a grosimii pe un diametru interior a unei depuneri conductive în interiorul unui tub, caracterizat prin aceea că procedeul constă din etapele de:
- (a) determinare a diametrului intern al tubului într-o poziție în interiorul tubului;
 - (b) efectuare a testării cu curenți turbionari în poziția respectivă; și
 - (c) corelare a diametrului interior determinat în etapa (a) cu valoarea de ieșire din etapa (b) pentru a calcula grosimea pe diametrul interior a depunerii conductive din interiorul tubului.
- 14.** Set pentru utilizarea în determinarea grosimii pe un diametru interior a unei depuneri non-conductive în interiorul unui tub, respectivul set fiind caracterizat prin aceea că se compune din (i) un dispozitiv sondă conform revendicării 1; și (ii) unul sau mai multe tuburi de calibrare danturate.
- 15.** Set pentru utilizarea în determinarea grosimii pe un diametru interior a unei depuneri conductive în interiorul unui tub, respectivul set fiind caracterizat prin aceea că

se compune din (i) un dispozitiv sondă conform revendicării 2; și (ii) unul sau mai multe tuburi de calibrare danturate.

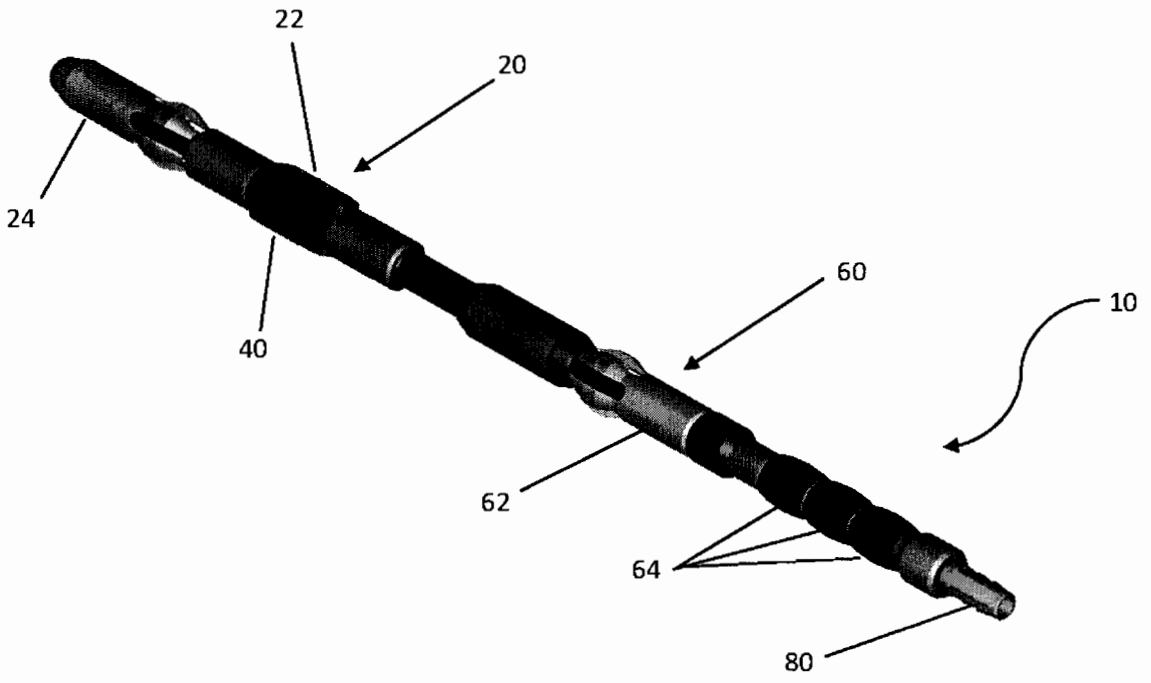


Figura 1

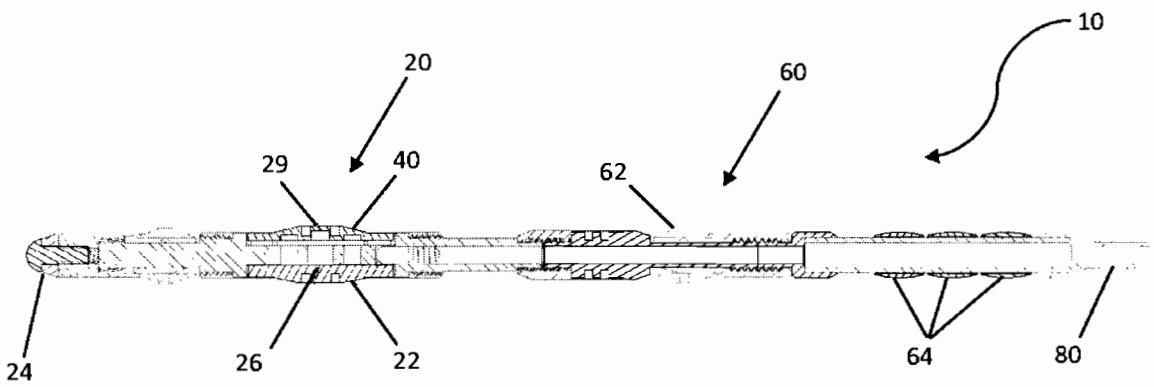


Figura 2a

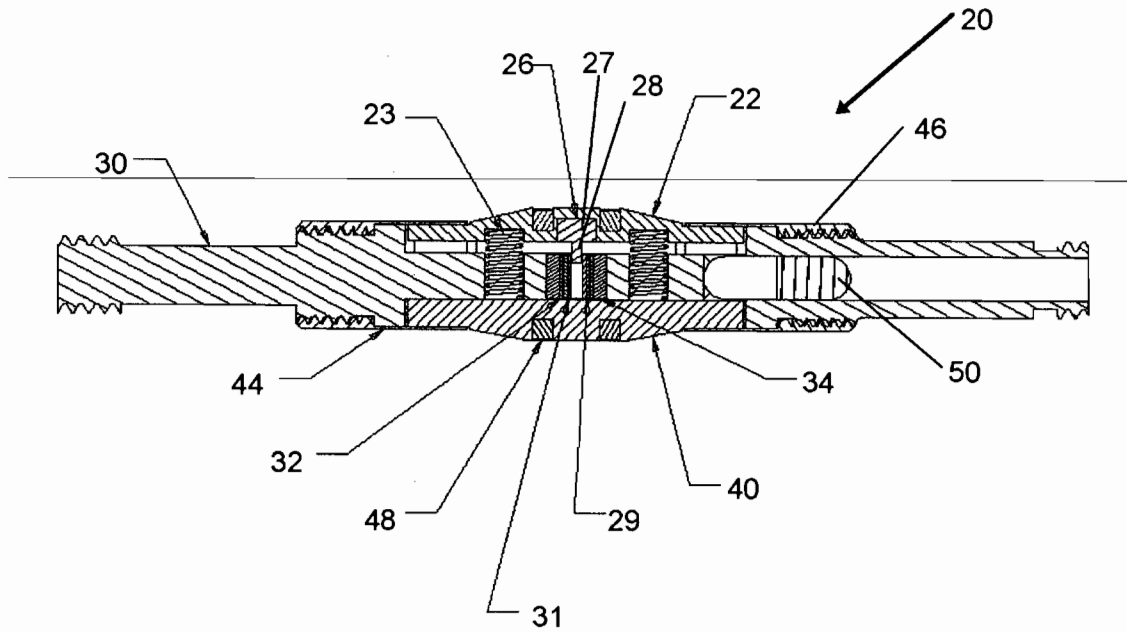


Figura 2b

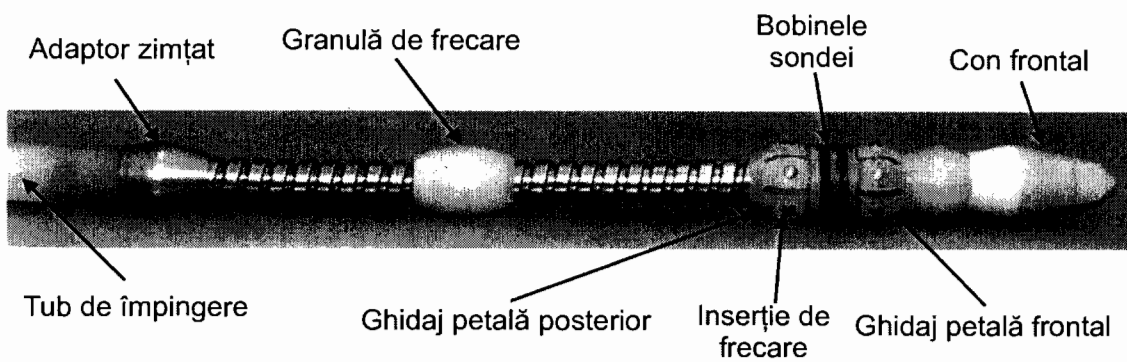


Figura 3

Fisa Specificatiilor Tehnice de Examinare(ETSS) Masurarea Grosimii ID a Magnetitei cu sonda ADAM								
Document :			Revizuire 0			Pagina:1 din 1		
Loc : Bruce Nuclear Generating Station (BNGS)								
Domeniul de masurare								
Aceasta tehnica este aplicabila pentru masurarea grosimii ID in tuburi Inconel 600 SG de diametru 12,9 mm cu sonda ADAM								
Instrument				Tub				
Fabricant/model:Zetec MIZ-80 iD				Tip material: Inconel 600				
Echipament de inregistrare a datelor				OD/Wall (in): 0.51" OD x 0.044 Wall (mm): 12.9 mm OD x 1.1 mm				
Hard disc compatibil UNIX cu minim 30Gbiti spatiu				Standarde de calibrare				
				TIP: Tub de calibrare (furnizat) Cerintele minime sunt: 1: Sase reductii cu diametre diverse				
Software				Tuburi de Calibrare Aditionale Tub de calibrare bobina standard ASME				
Fabricant:Zetec								
Versiune/Revizuire: Eddynt Suite 3.1.6				Calea Semnalului Analog				
Procedura de examinare				Fabricant extensie sonda; N/A				
Number/Revision: N/A				Tipul si lungimea extensiei: N/A				
Parametrii de scanare								
Rata de digitalizare,Mostre per Inch (min)			SPI		N/A		N/A	
Viteza de inregistrare		Rata esantioane						
18 IPS (Nominal)		1000 SPS		N/A		N/A		N/A
18 IPS (Maximum)		1000 SPS		N/A		N/A		N/A
Sonda								
Description (Model/Probe Diameter/Number of Coils)				Manufacturer/Part Number		Lungime		
ADAM / .390"-.430" / 4				AECL / F01-380-001		15.24 m (50')		
Achizitie de date								
Canale de calibrare								
Nume Canal	Frecventa (kHz)	Bobina	Gain (dB)	Sonda	DRV Volti	Setare faza pe	Set Phase To	Deflect
1	480	1	38	DIFF	12.0	ID groove	orizontal	dreapta
2	480	5	28	ABSL	12.0	ID groove	.orizontal	stanga
3	240	1	38	DIFF	12.0	ID groove	orizontal	dreapta
4	240	5	28	ABSL	12.0	ID groove	.orizontal	stanga
5	120	1	38	DIFF	12.0	ID groove	orizontal	dreapta
6	120	5	28	ABSL	12.0	ID groove	orizontal	stanga
7	30	1	38	DIFF	12.0	ID groove	orizontal	dreapta
8	30	5	28	ABSL	12.0	ID groove	orizontal	stanga
9	480	2	38	ADAM	10.0	Dent	Vertical	N/A
10	240	2	38	ADAM	10.0	Dent	Vertical	N/A
11	120	2	38	ADAM	10.0	Dent	Vertical	N/A
12	30	2	38	ADAM	10.0	Dent	Vertical	N/A
Data acquisition Setup is shown on following configuration tables								

Figura 4

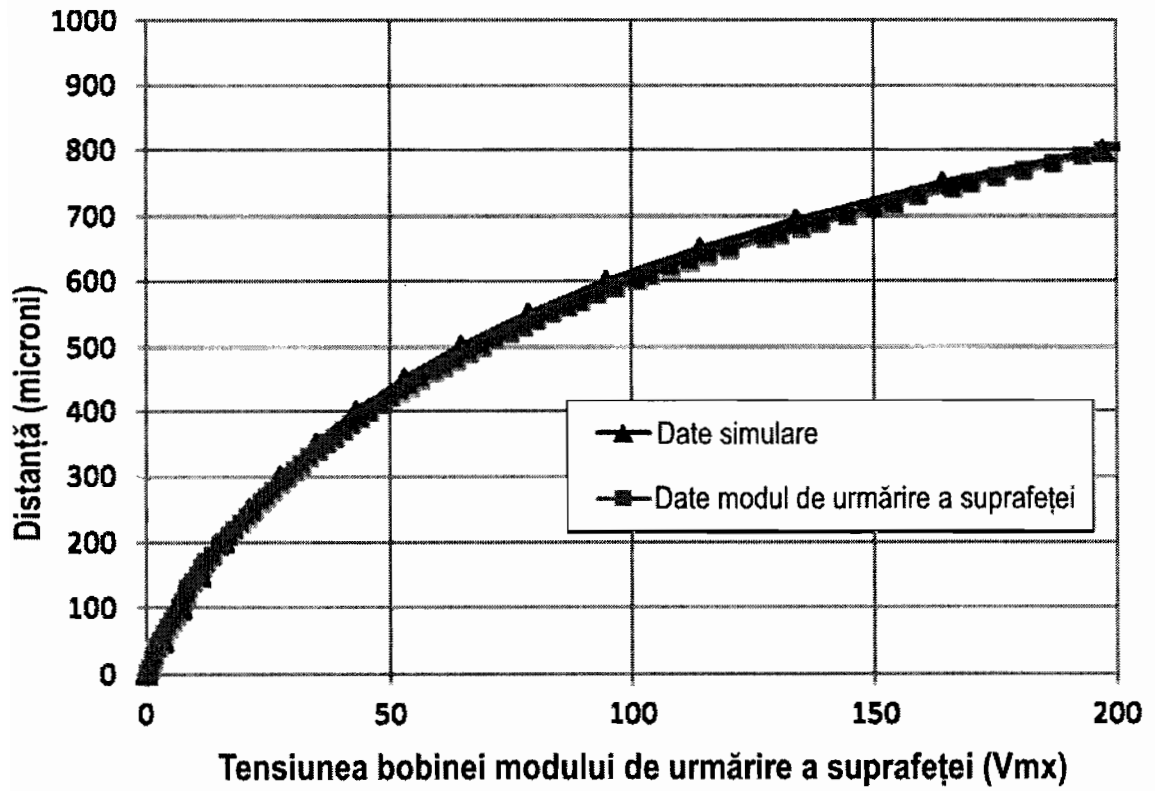


Figura 5

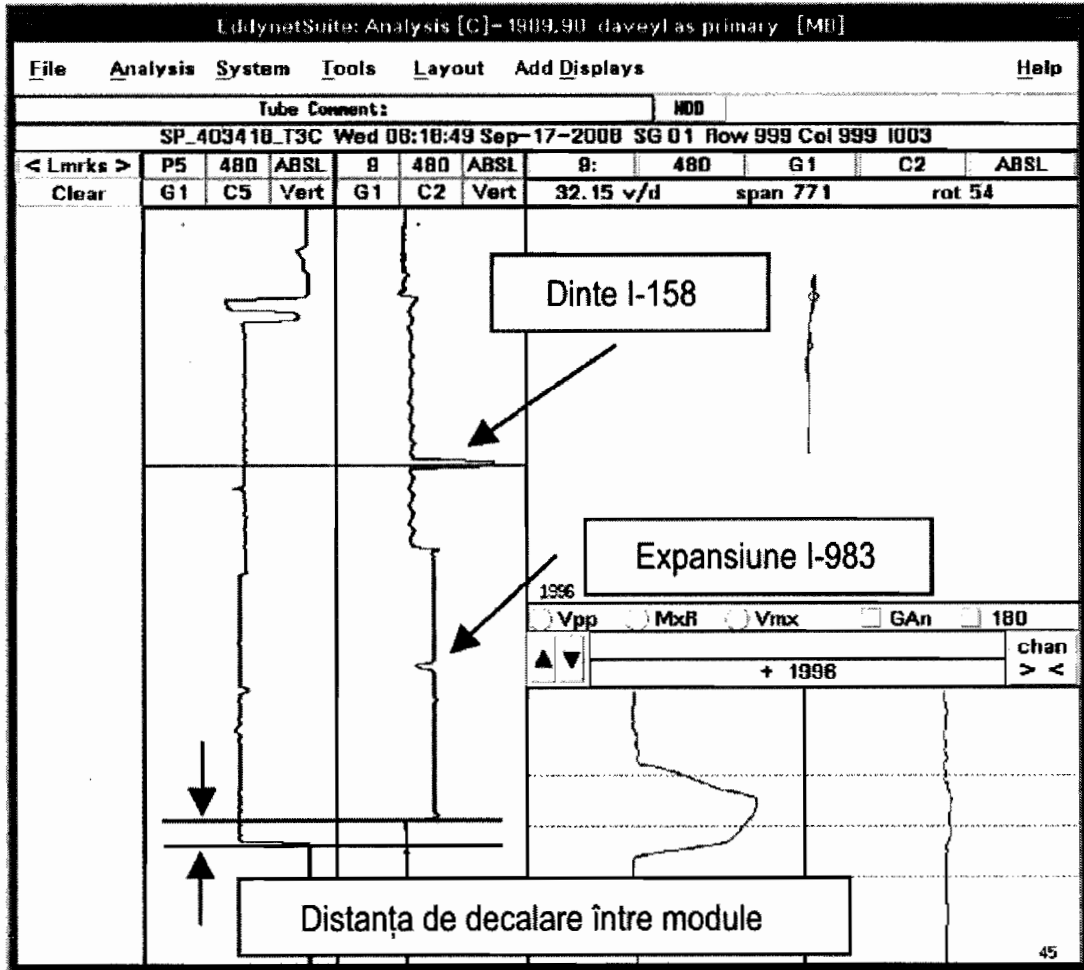


Figura 6

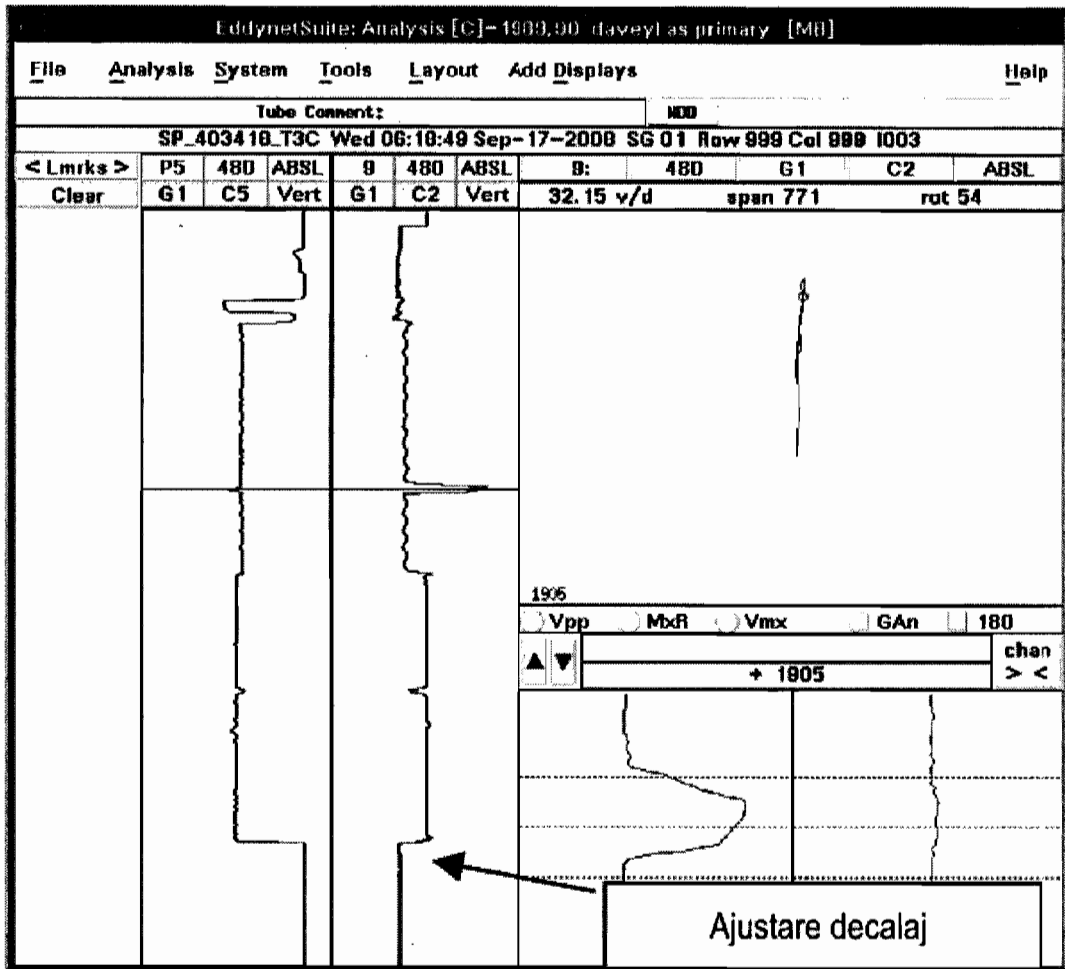


Figura 7

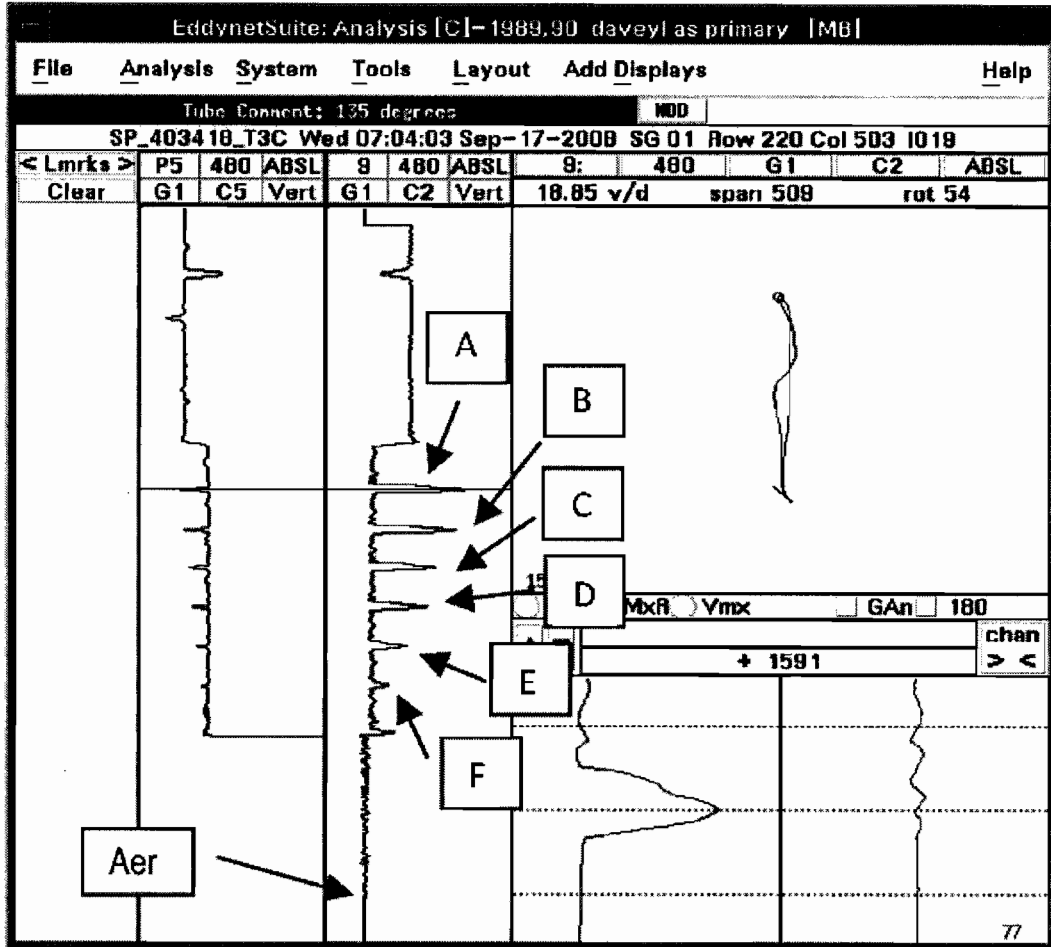


Figura 8

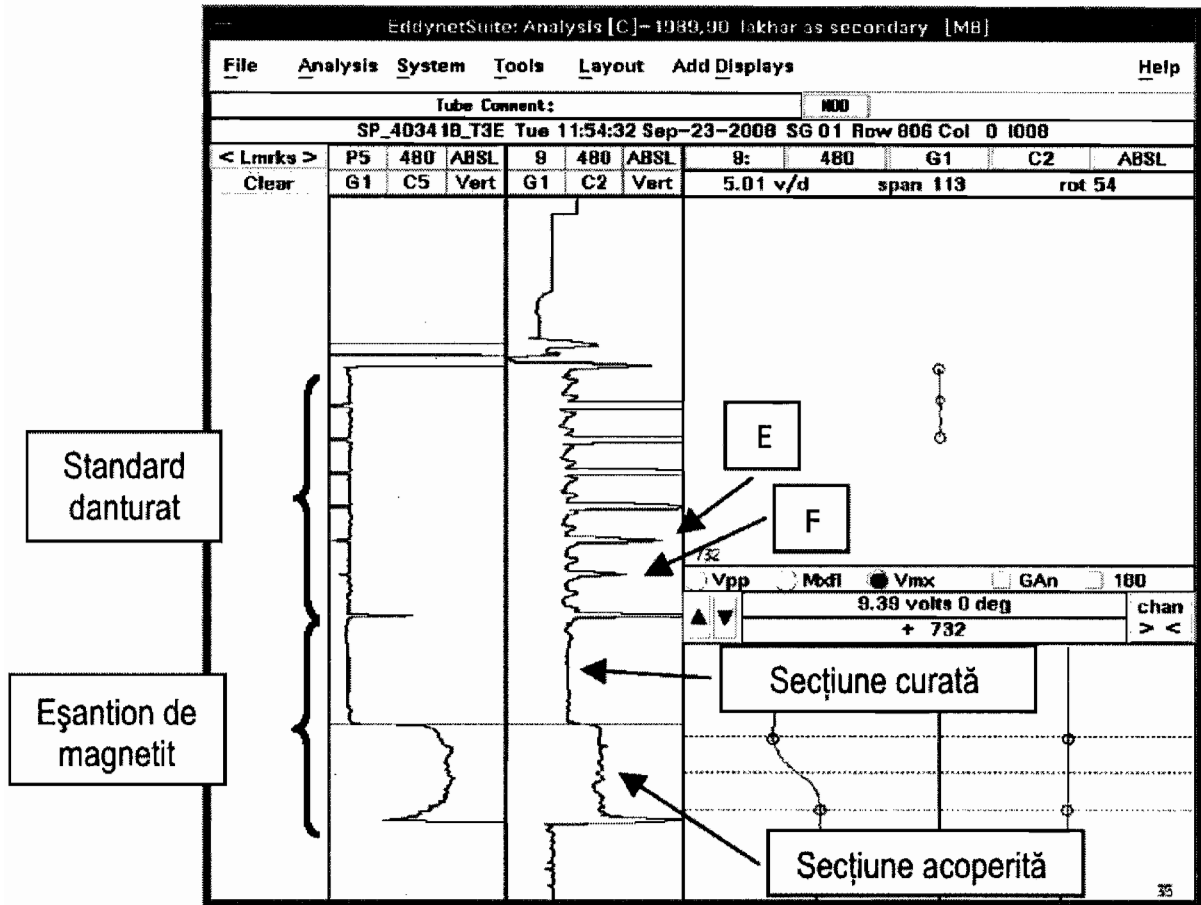


Figura 9

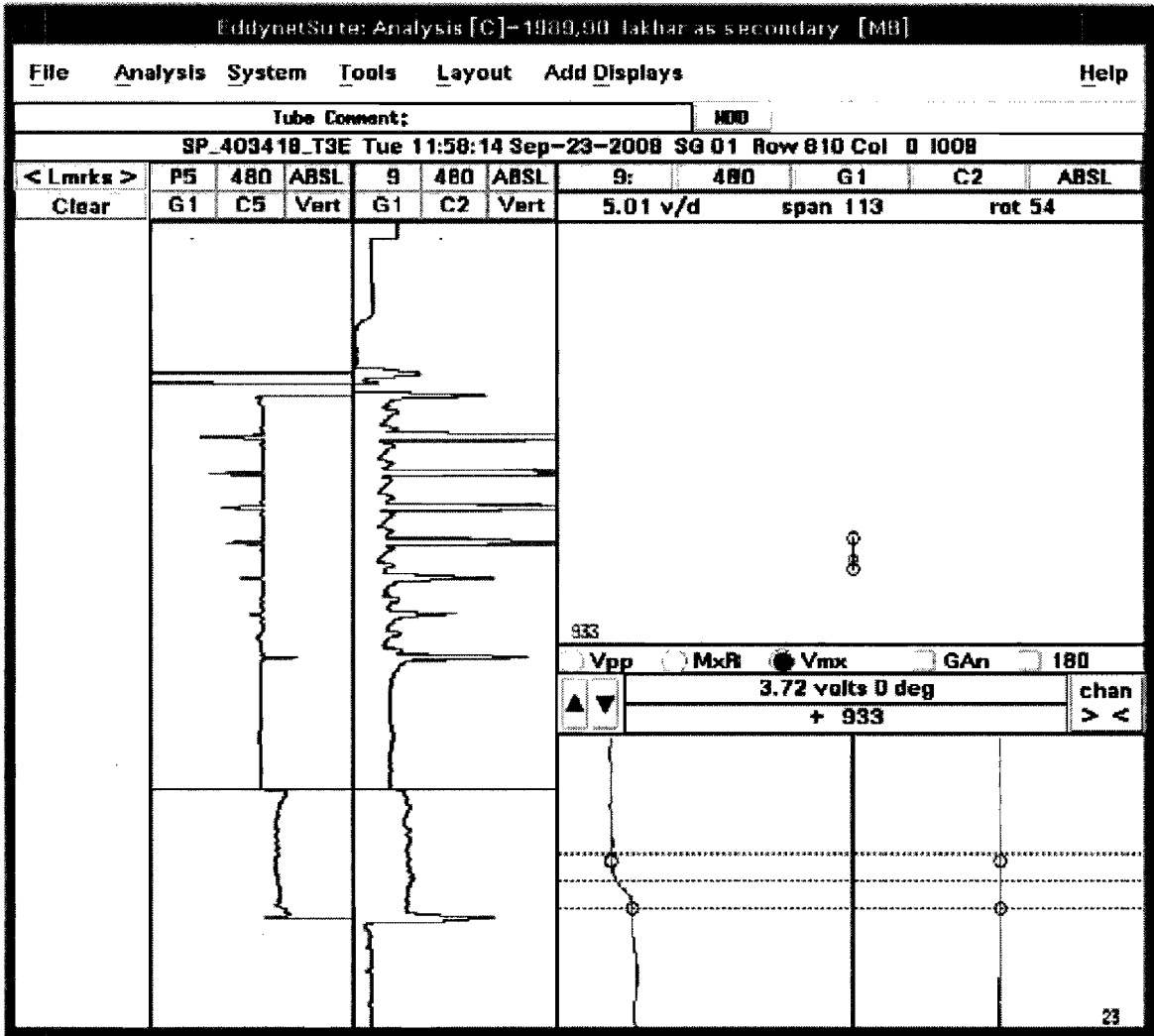


Figura 10

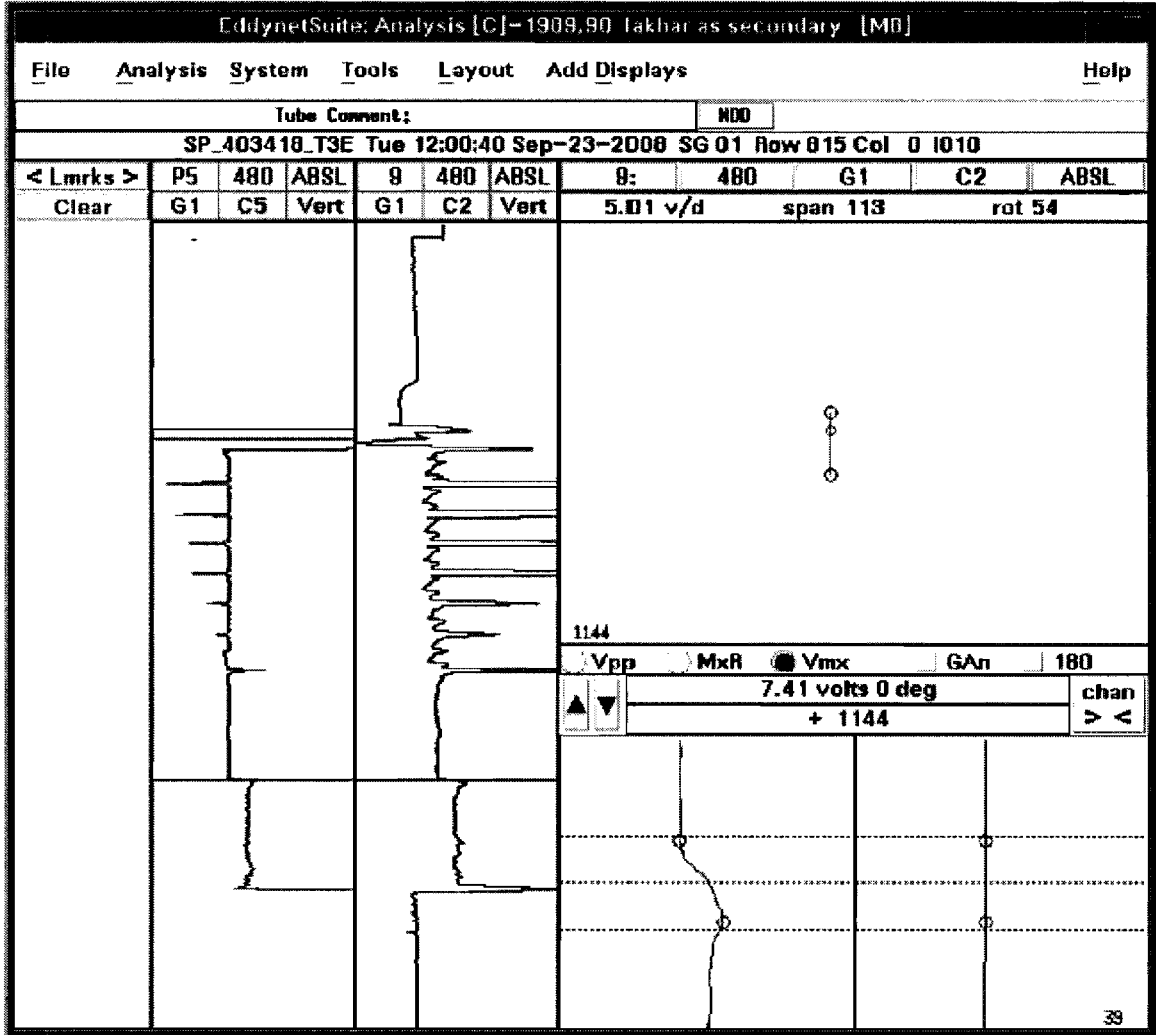


Figura 11

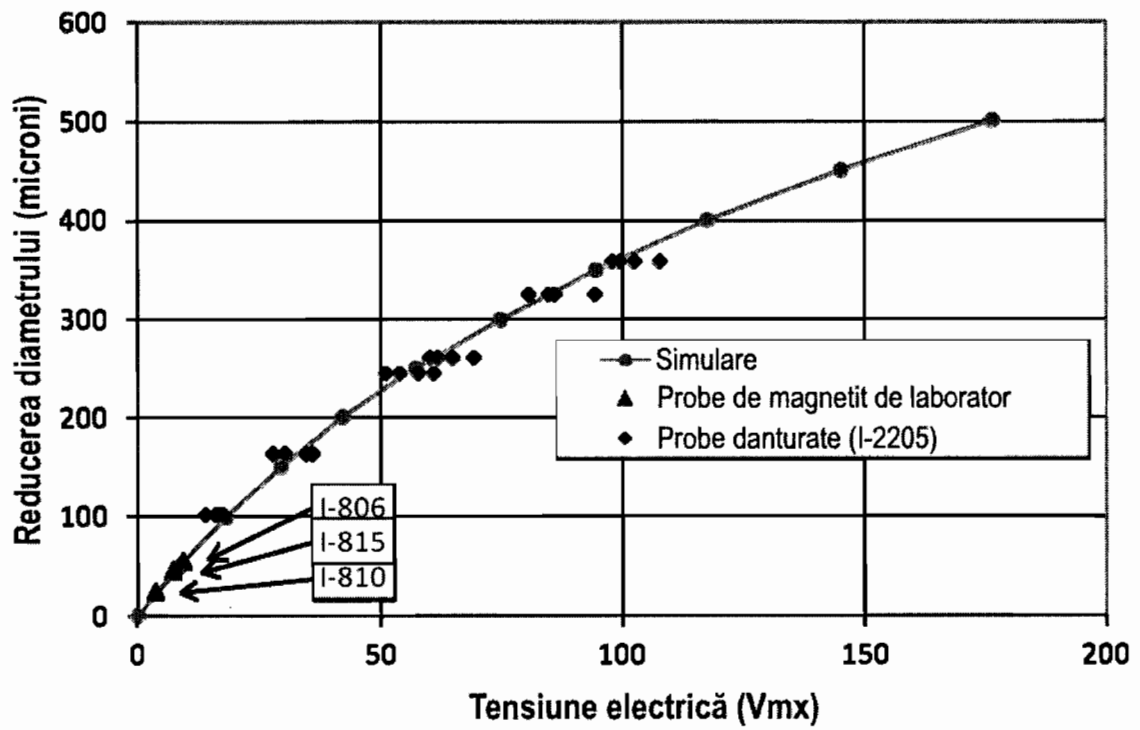


Figura 12