

NON-DSTRUCTIVE TESTING OF PARTS USED IN THE OIL AND GAS EXTRACTION INDUSTRY

Student: BONGIOIANU Sânziana Larisa

Facultatea : Inginerie Mecanică și Mecatronică , Specializarea: Inginerie Mecanică, Anul de studii: 1,
e-mail: bsanzianalarisa@gmail.com

REZUMAT: Non-destructive testing is a testing and analysis technique used by industry to evaluate the properties of a material, component, structure or system for characteristic differences or welding defects and discontinuities without causing damage to the original part. NDT also known as non-destructive examination (NDE) , non-destructive inspection (NDI) and non-destructive evaluation (NDE).

CUVINTE CHEIE: PARTICULE MAGNETICE, MAGNEȚI, CÂMP MAGNETIC, PROCESE

Conducători științifici: conf.dr.ing. Delia GÂRLEANU

Autor corespondent: BONGIOIANU Sânziana Larisa

Controlul nedistructiv cu particule magnetice

Introducere

Controlul nedistructiv reprezintă o metodă de inspecție a echipamentelor folosite în diferite industrii, prin intermediul căreia se realizează analiza calitativă a acestora; fără a influența integritatea echipamentelor. Este o metodă folosită pe scară largă în ceea ce privește industria extractivă de petrol și gaze.

1. Principiul metodei

Obiectul de controlat este magnetizat. În dreptul fisurilor (în general “discontinuități de material”) se produce un câmp magnetic de difuzie. Pe suprafață se aplică particule de fier (pulberi magnetice), care se adună în câmpul de difuzie deasupra fisurii și formează un cordon de pulbere, “indicația”. Ea se vede mai bine decât discontinuitatea de material.

Metoda se aplică pentru detectarea discontinuităților pe/sau în imediata vecinătate a suprafețelor materialelor feromagnetice. Defectele tipice ce pot fi detectate prin această metodă sunt : fisuri, pori, suprapuneri și laminări.

Domeniul de aplicare

Procedura se aplică semifabricatelor, pieselor turnate, forjate, placate, sudurilor și reparațiilor, în conformitate cu documentația de execuție.

2. Tehnici și materiale

2.1. Materialele folosite pentru examinarea cu particule magnetice sunt:

-jug magnetic de curent alternativ (AC) sau continuu (DC)

-magnet permanent

- lampă de lumină albă
- lampă cu raze ultraviolete
- particule magnetice de tip pulbere uscată,colorată
- particule magnetice în suspensie(contrast de culoare și fluorescente)
- indicator de câmp magnetic
- UV-metru
- light-metru

2.2.Tehnica de magnetizare

a)Tehnica cu jug magnetic de curent alternativ(AC) va fi folosită doar pentru a detecta discontinuitățile deschise la suprafață.

Jugul electromagnetic AC are o distanță între poli de 170mm și o putere de ridicare de minim 4,5 kg.Puterea de ridicare a jugului electromagnetic AC se verifică la începutul fiecărei examinări și se înregistrează o dată pe lună de către personalul NDE nivelul III, conform procedurii PT-09 „ Verficarea puterii de ridicare a electromagneților de la jugurile de curent alternativ și continuu ”. Un jug magnetic AC care nu ridică 4,5 kg nu se va folosi la realizarea inspecției.

b)Tehnica cu magnet permanent va fi folosită pentru a detecta discontinuitățile deschise la suprafață și aflate în imediata vecinătate a suprafeței(1/3mm).Cerințele privind procedura și frecvența de testare a puterii de ridicare sunt precizate în PT-09.Un magnet permanent care nu ridică 22,5 kg nu se va folosi la realizarea inspecției.

c)Tehnica cu jug magnetic de curent continuu (DC) va fi folosită pentru detectarea discontinuităților deschise la suprafață și aflate în imediata vecinătate a suprafeței(1/3mm).

Jugul DC are o distanță între poli de 120mm și o putere de ridicare de minim 18 kg.Cerințele privind frecvența și procedura de testare a puterii de ridicare sunt aceleași ca la jugul magnetic AC. Un jug magnetic DC care nu ridică minim 18 kg nu va fi folosit pentru realizarea inspecției.

3.Câmpul de magnetizare

Atât pentru tehnica cu jug magnetic cât și pentru tehnica cu magnet permanent , intensitatea câmpului de magnetizare și direcția acestuia se verifică cu Indicatorul de câmp magnetic prin așezarea acestuia pe suprafața de examinat.Atunci când nu se formează linii clare ,sau nu se formează în direcția dorită, tehnica de magnetizare va fi ajustată sau înlocuită.

4.Particule magnetice

a)Particule magnetice de tip pulbere uscată,colorată

Pulberea magnetică uscată,colorată se aplică prin spraiere sau pulverizare, direct pe suprafața de examinat.

Temperatura suprafeței nu va depăși 150⁰ C.Temperatura minimă a suprafeței controlate va fi 0⁰C.Examinarea se face cu lumină albă.Intensitatea minimă pe suprafața de examinat va fi de 1000lx.Aceasta intensitate se obține utilizând un bec de 100 W la o distanță de maxim 20 cm de suprafața de examinat.Intensitatea luminii albe se măsoară cu un light-metru.Pulberea se aplică pe suprafața de examinat în același timp cu magnetizarea.

b)Particule magnetice în suspensie

Particulele magnetice în suspensie sunt de tip:

- contrast de culoare
- fluorescente

b.1) Particulele magnetice în suspensie de tip contrast de culoare se aplică prin spraiere direct pe suprafața de examinat, în același timp cu magnetizarea.

Temperatura particulelor magnetice în suspensie și a piesei de examinat nu va depăși **50°C**. Examinarea se face cu lumină albă. Intensitatea minimă pe suprafața de examinat va fi 1000 lx. Această intensitate poate fi obținută utilizând un bec de 100 W la o distanță de maxim 20 cm de suprafața de examinat. Intensitatea luminii albe se măsoară cu un light-metru.

b.2) Particulele magnetice fluorescente în suspensie se aplică prin spraiere direct pe suprafața de examinat, în același timp cu magnetizarea.

Temperatura particulelor magnetice și a piesei de examinat va fi de minim 5°C și nu va depăși 50°C. Examinarea se face în semi-întuneric, în lumină ultravioletă cu lungime de undă de 3650nm, obținută cu o lampă de rază ultravioletă. Lampa va fi lăsată să funcționeze cel puțin 5 min. înainte de a măsura intensitatea acesteia sau de a fi folosită. Intensitatea luminii UV se măsoară cu un UV-metru. Intensitatea minimă pe suprafața de examinat va fi de 1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Intensitatea UV se măsoară cel puțin o dată la 8 ore și ori de câte ori se schimbă sursa de alimentare. Intensitatea luminii mediului ambiant la examinarea cu particule magnetice fluorescente va fi de cel mult 20 lx.

5. Condițiile suprafețelor de controlat

Înainte de controlul cu PM, suprafețele de examinat și zonele adiacente, pe o zonă de cel puțin 1 în (25mm) se curăță de murdărie, grăsimi, tunder sau alte materiale care pot influența examinarea. Suprafețele de examinat se curăță prin periere. Atunci când neregularitățile suprafețelor pot masca eventuale discontinuități, suprafețele se polizează.

6. Examinarea

Examinarea cu particule magnetice este executată prin metoda continuă (se aplică particulele magnetice, iar excesul este înlăturat atunci când piesa este magnetizată). Interpretarea rezultatelor se face după ce încetează magnetizarea.

Toate examinările vor fi astfel făcute încât suprapunerea zonelor de examinare să asigure o acoperire 100% la nivelul de sensibilitate cerut.

După examinare, suprafețele se curăță de particulele magnetice prin periere sau ștergere.

Acolo unde cerințele de contact sau alte specificații cer demagnetizarea, aceasta va fi executată astfel: va fi folosit jugul de curent alternativ, ce va fi așezat cu polii pe suprafața, acesta va fi mișcat în jurul zonei și apoi se va ridica ușor cât timp este alimentat. Curățarea după examinare se va face cu apă.

7. Proprietățile particulelor magnetice

Proprietăți ale pulberii magnetice importante pentru control sunt:

- mărimea granulelor
- densitatea

-proprietăți magnetice

-culoare/fluorescență

O proprietate importantă este mărimea granulelor. Pulberi magnetice fine (diametrul mediu de granulă sub 8 μm) sunt foarte adecvate pentru evidențierea fisurilor foarte fine. Dacă sensibilitatea cerută de evidențiere nu este atât de ridicată și dacă este vorba de suprafețe rugoase, atunci se folosesc pulberi magnetice mai grosiere, pentru a mări contrastul.

8. Verificarea substanței de control

Proprietățile substanței de control pot fi diferite și se pot schimba în timpul extrapolării: la controlul pieselor de serie mare în instalații staționare de control se folosește substanța de control în mod repetat (circuit cu pompă), reducându-se fracțiunea de pulbere magnetică, murdărindu-se substanța de control și distrugându-se pulberea magnetică fluorescentă. De aceea calitatea substanței de control trebuie verificată și supravegheată curent. De obicei se folosește corpul de testare conform MTU și corpul de testare Fluxa, firma Deutsch.

Hotărâtor pentru aprecierea de substanțe de control respectiv pulberi magnetice este perceptibilitatea unor indicații, care se poate determina pe corpuri de testare. Perceptibilitatea indicațiilor depinde de următoarele măriri:

1. dimensiunile separării de material (de ex. lățime, adâncime)
2. proprietățile obiectului de controlat (de ex. proprietăți magnetice, starea suprafeței)
3. procedeu de control (de ex. magnetizare, stropire)
4. proprietățile substanței de control (de ex. fluorescență și mărimea granulei pulberii magnetice)
5. acuitatea vizuală a operatorului

9. Corp de testare nr.3 conform MTU

Construcție: corpul de testare constă din material de bază feromagnetic cu un diametru de 50 mm și o grosime de 10 mm. Pe suprafețele frontale se află atât fisuri grosolane de polizare cât și fisuri foarte fine de coroziune sub tensiune. Acest corp de testare a fost magnetizat de producător permanent (magnetizare circulară).

Aplicare: câmpul rezidual este suficient pentru folosirea corpului de testare, adică corpul de testare se curăță înaintea fiecărei folosiri cu o cârpă curată și se udă numai. În continuare el se așează timp de 3-5 min vertical pe o cârpă absorbantă, pentru a se scurge bine substanța de control în exces. Apoi se face aprecierea.

Indicațiile puternice, ușor perceptibile sunt neadecvate pentru o comparație. De aceea se caută domenii cu indicații fine și acestea compară cu cele ale unei pulberi magnetice de calitate cunoscută.

Corp de testare FLUXA tip 9803 al firmei Deutsch, Wuppertal

Construcție: corpul de testare FLUXA servește la verificarea sensibilității de indicare a pulberilor fluorescente în soluție constă din două bucăți de oțel rectificat precis, care formează la suprafața lor de contact o fisură artificială, a cărei indicație se poate citi pe scala gradată gravată pe suprafață. Astfel este posibilă o rezoluție cantitativă a sensibilității de indicare. Pe o suprafață frontală interstițiul este acoperit de un magnet permanent mic, aflat sub un capac de alamă, al cărui câmp magnetic se închide peste această fisură artificială și provoacă un flux de scăpări, care slăbește cu distanța de la

magnet. Deci substanțe de control mai sensibile produc o indicație de fisură mai lungă decât cele mai insensibile.

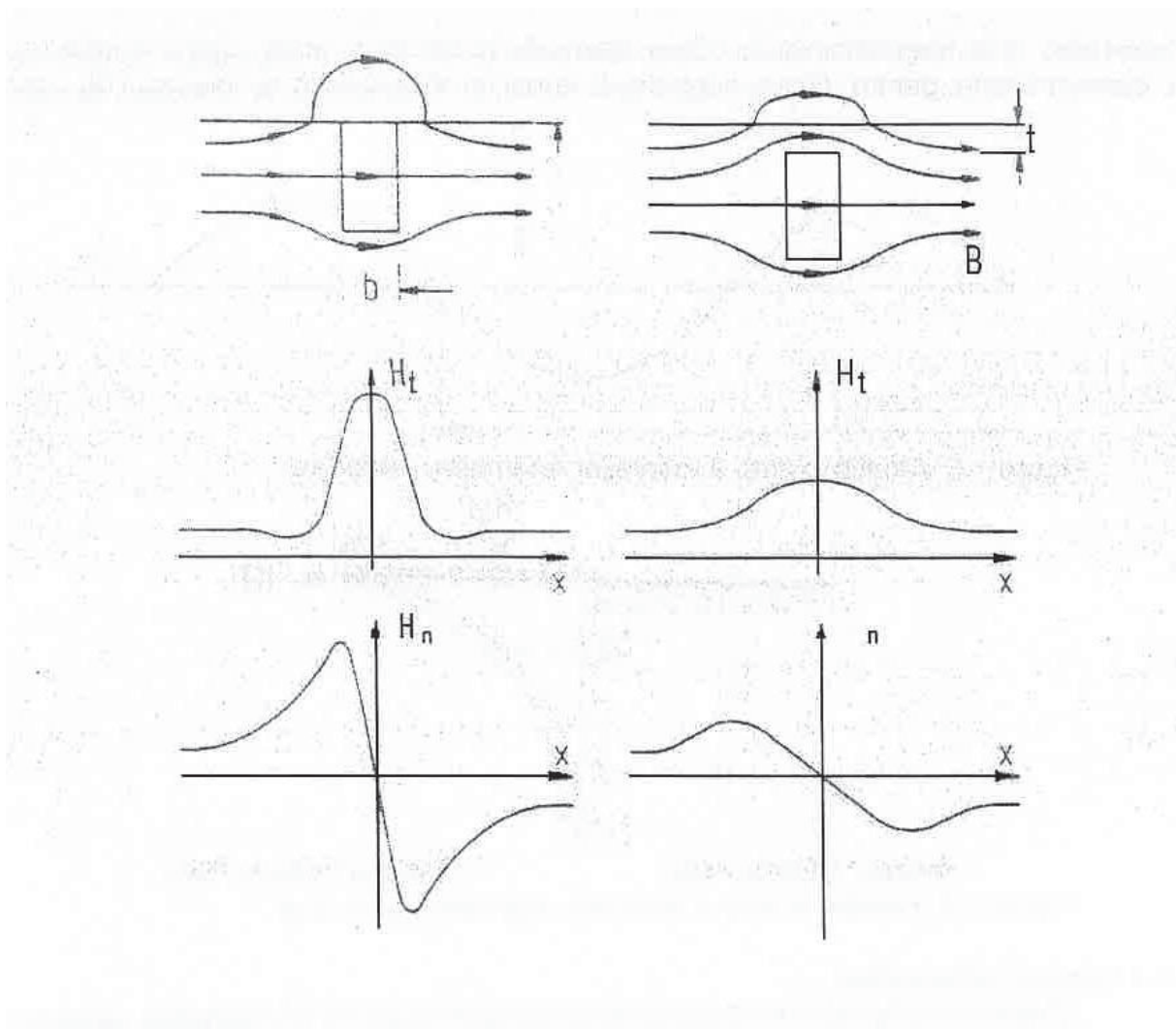
Aplicare: corpul de testare FLUXA se scufundă câteva secunde în lichidul de control sau se udă cu grijă, după scurgerea substanței de control în exces se citește lungimea indicației.

Aceste corpuri de testare nu sunt identice între ele, adică indicațiile unor corpuri diferite de testare nu pot fi comparate nemijlocit.

Pe lângă cuprinderea în laborator a perceptibilității indicației descrise mai sus este de interes luminozitatea particulelor fluorescente ale unei pulberi magnetice. Între altele se verifică și rezistența în exploatare a substanțelor de control fluorescente în circuite cu pompe.

10. Fluxul magnetic de dispersie

Dacă într-o piesă feromagnetică un câmp magnetic pătrunde printr-o discontinuitate de material, atunci din cauza rezistenței magnetice ridicate ($\mu_r = 1$) numai o parte pătrunde prin discontinuitate. O parte ocolește în jos prin material. O altă parte, relativ mică, iese din suprafață și trece aproximativ semicircular peste discontinuitate. Această parte se cheamă flux de scăpări. Mărimea sa depinde de densitatea de flux B înaintea discontinuității de material și geometria ei (lățimea b , înălțimea h). Dacă se descompune fluxul de scăpări în componenta sa tangențială H_t și normală H_n , atunci se obțin formulele tipice reprezentate în figura următoare:



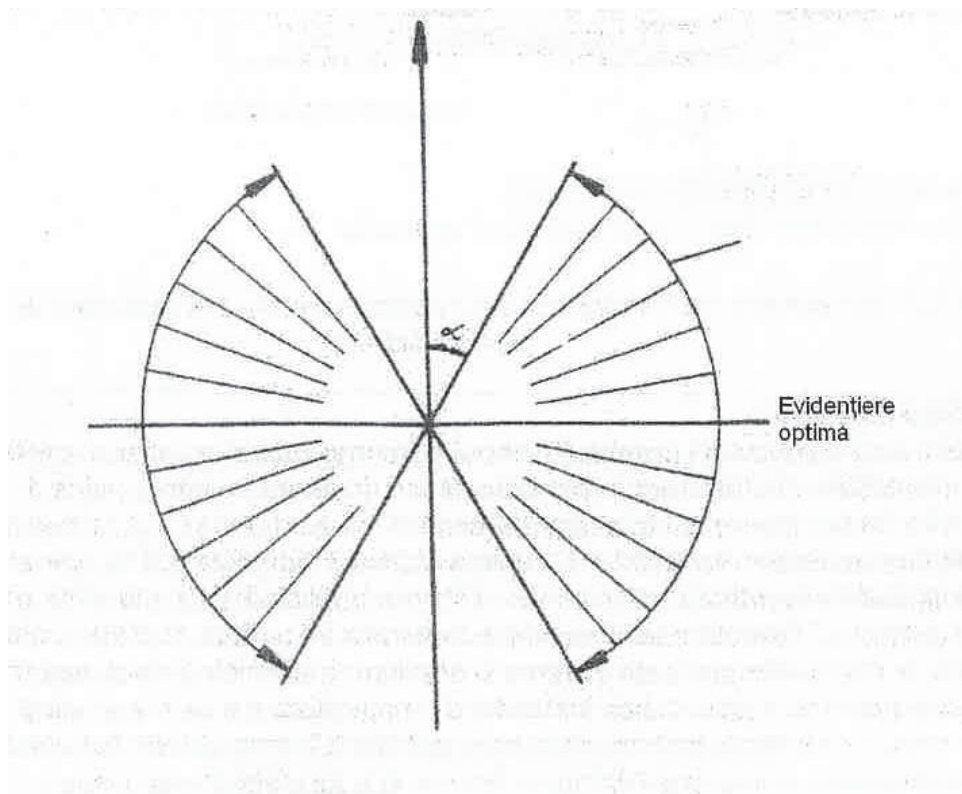
La defecte sub suprafață câmpul de dispersie scade foarte repede cu creșterea poziției în adâncime t_1 și primește o formă mai lată.

La procedeele cu sondă se palpează suprafața piesei cu sonde magnetosensibile și se măsoară și înregistrează câmpul de dispersie (H_t sau H_n).

La procedeul cu înmagazinare intermediară (magnetografie) câmpurile de dispersie se copiază pe o bandă magnetică presată pe suprafață. După aceea banda se explorează cu capete de redare.

La procedeul cu pulberi magnetice câmpul de forță produs de fluxul de scăpări atrage particule feromagnetice. Acestea se aglomerează deasupra defectelor și formează un cordon de pulbere, care se cheamă indicație. Aceasta este evidențiată vizual de către controlor.

Direcții de defect evidențiabile



11. Magneți permanenți

O piesă dintr-un material care are proprietatea de a atrage și menține fier, nichel sau cobalt, se cheamă „magnet”. În funcție de forma geometrică a magnetului se disting magneți tijă și potcoavă. Întrucât efectul lor magnetic nu se schimbă la o folosire normală, ei se cheamă magneți permanenți.

Dacă un magnet este pus în contact cu particule mici de fier pentru a analiza efectul său de aderență, se va constata, că efectul de forță magnetică nu este distribuit uniform de-a lungul întregului magnet. Fiecare magnet are două locuri cu o forță de atracție deosebit de puternică, care se cheamă poli magnetului.

Forța de atracție între magnet și fier este reciprocă. Distribuția particulelor mici de fier dă indicații, ce efect are magnetul în vecinătatea sa. Acest domeniu de acțiune se cheamă câmpul magnetic al magnetului. În continuare particulele de fier sunt dispuse de la pol la pol în formă de linii curbate. Liniile de acțiune ale forței se cheamă linii de câmp, cu care sunt descrise simbolic proprietățile câmpului magnetic. În interiorul magnetului liniile de câmp se continuă, ele fiind întotdeauna închise în ele.

Observații: -fiecare magnet are totdeauna doi poli : nord și sud

-domeniul de acțiune magnetică se cheamă câmpul magnetic, el este spațial

-aspectul câmpului se poate reprezenta prin linii de câmp sau linii de forță magnetică

-liniile de câmp magnetic se continuă și în interiorul unui magnet, ele fiind totdeauna închise în ele

-aspectul liniilor de câmp indică direcția forței magnetice ce acționează

-densitatea liniilor de câmp este o măsură a măririi efectului de forță (densitatea maximă și efectul maxim de forță există la poli)

12. Parte practică:

12.1. Control cu pulberi magnetice folosind jug magnetic





12.2. Control nedistructiv cu pulberi magnetice folosind magneți permanenți



Bibliografie:

- 1) ISIM TIMIȘOARA-END-CURS PARTICULE MAGNETICE NIVELUL 1 ,NIVELUL 2
- 2)SC GEOROM INSPECT CONSULTING SRL-PROCEDURĂ TEHNICĂ-EXAMINAREA CU PARTICULE MAGNETICE