

INDUSTRIJSKA RADIOLOGIJA - DEFEKTOSKOPIJA

Defektoskopija ali kontrola materiala brez porušitve je metoda dela, pri katerem ugotavljamo oz. kontroliramo strukturo materiala, ne da bi se pri tem spreminile osnovne fizikalne ali kemične lastnosti. Vedeti moramo, da to ni edini način kontrole, vendar s tem ne posežemo v notranjo strukturo materiala, vse ostale metode kontrole pa več ali manj strukturno ali fizikalno spreminjajo material in so primerne v glavnem za laboratorijsko, ne pa za kontrolo na sami konstrukciji. Defektoskopija je do neke mere končna v celi verigi kontrole materiala. Samo od sebe se takoj postavi vprašanje, kje vse se uporablja defektoskopija?

Odgovor je zelo širok. Uporabljajo jo v:

- kontroli konstrukcij
- cevovodov
- avtomobilski industriji
- jeklarski industriji itd.,

sam pa bom prikazal bežen pregled kontrole varjenja in zarjavelih spojev v konstrukciji.

Tudi najšodnejši postopki varjenja ne zagotavljajo vedno zavarjeni spoj brez napak, ker vsaka tehnologija prinaša v sebi skrite nevarnosti za nastanek tipičnih napak določene tehnologije, zato je nujno dobro znanje tehnologije materiala, tehnike varjenja in pravičen izbor tehnike radiografske kontrole. V grobem delimo napake v zavarjenih spojih v tri osnovne skupine:

1. konstruktivne napake
2. metalurške napake
3. napake nastale vsled porušitve tehnološkega postopka

Konstruktivne napake nastanejo zaradi nepravilne ali nekvalitetne priprave osnovnega materiala za varjenje.

KOFJAČ MARJAN, Institut za rentgenologijo, Univerzitetni klinični center,
Ljubljana, Zaloška 7

KOFJAČ NEVA, Višja šola za zdravstvene delavce, Ljubljana, Poljanska 26 a

Metalurške napake sestavljajo napake, ki so pogojene za lastnosti metalurških in toplotnih procesov, ki se odvijajo pri gretju, kristalizaciji in hlajenju. Sem spadajo kristalizacijske napake, poroznost, hladne razpoke, nemetalni vključki itd.

Napake nastale vsled porušitve tehnološkega postopka so posledica nepravilnega režima varjenja, nepravilne priprave elektrod za varjenje in zaradi nepravilnega delovanja varilske opreme.

Pri ocenjevanju napake v zvaru moramo vedno definirati tudi naslednje osnovne parametre:

1. vrsto napake
2. velikost (ali dimenzije največje v skupini) napake
3. pogostost (in razpored) napake
4. položaj napake v odnosu na os zvara

Da dobimo vse odgovore na zastavljena vprašanja, rabimo izvor sevanja, pravilno izbran in temnično obdelan film ter pravilno ocenjen radiogram.

Od izvorov sevanja uporabljamo X in γ žarke.

Osnovna zahteva za aparat je, da ni pretežak, da omogoča hitro in lahko roko-
vanje z njim in da je ohišje dovolj dobra ali vsaj zadovoljiva zaščita pred se-
vanjem. Pri rtg aparatih je zanimiva delitev kvalitete žarkov; v medicini defini-
ramo, da so žarki pod 100 KV mehki, nad 100 KV pa trdi žarki. Industrijska
radiografija in pa DIN standard 6809 poznata širšo delitev žarkov:

- zelo mehki žarki	- pod 20 KV
- mehki	- 20 - 60 KV
- srednje mehki	- 60 - 150 KV
- trdi žarki	- 150 - 400 KV
- zelo trdi	- 400 - 3000 KV
- ultra trdi žarki	- nad 3000 KV

Naslednja zanimivost, ki bi jo lahko primerjali med medicinsko in industrijsko radiologijo je ekspozicija. V medicini jo merimo v produktu mAs, industrija pa jo meri v mA min. Morda se zdi čudno, zakaj čas ekspozicije v min. in ne v sek. Če si samo ogledamo velikost stikalne plošče, ki ni samo stikalna plošča, ampak je tudi ves generator in transformator in le-tega primerjamo s tistimi, ki so nameščeni pri aparatih, ki jih uporabljamo v medicini, potem odgovor ne

bo več treba iskati. Naslednje področje je tudi faktor mA območja, v večini primerov je optimalno delovanje pri 5 mA, v medicini pa je minimalno področje 200 mA. Toliko o rtg aparatu.

Lažje je delo z aparati, ki imajo vgrajen radioaktiven izotop. Pri teh je važna samo višina aktivnosti izotopa, nismo pa vezani na električno omrežje ali agregat. Danes uporablja industrija predvsem naslednje izotope:

- Ir 192
- Co 60
- Cs 137

Odvisno od namembnosti uporabe zavisi izbor izotopa, saj vsak izotop ni primeren za kontrolo vseh vrst in debelin materialov. Za primerjavo:

z Ir 192 lahko preseevamo Fe do debeline 80 mm iz razdalje 60 cm
s Cs 137 lahko preseevamo Fe do debeline 90 mm iz razdalje 60 cm
s Co 60 pa lahko preseevamo Fe do debeline 140 mm ali celo več iz razdalje 60 cm.

Naslednji zelo važen faktor pri izbiri izotopa je razpolovni čas ($T_{1/2}$),
Ir 192 74,4 dni, Cs 137 30 let in Co 60 5,3 leta.

Aparati se med seboj zelo razlikujejo, osnovna delitev aparatov:

1. aparati v katerih je izotop fiksiran in se koristni snop sevanja uporablja z odpiranjem zaščitnega zaslona (GAMMAMAT R 30)
2. aparati iz katerih se izotop s pomočjo jeklene žice porine v fleksibilno ali rigidno cev in se po končani ekspoziciji vrne v aparat (GAMMAMAT Ti).

Velikost in zaščita aparata določata višino aktivnosti izotopa, ki se ga lahko vgradi v določen tip aparata. Gammamat R 30 dovoljuje vgradnjo Ir 192 A do 30 Ci, gammamat Ti pa vgradnjo Ir 192 A do 100 Ci. Velikost fokusa oz. izotopa v aparatu je običajno okrog 2 mm. Zaščita v aparatu je iz uranovih soli, debeline 45 mm, teža celega aparata je 12 kg. Zanimiva je primerjava teže aparata, ki ima izvor sevanja Co 60 iste aktivnosti (100 Ci). Gammamat je težak 145 kg.

Kako določiti ekspozicijo?

Obstojajo tabele, ki definirajo izvor sevanja (X ali γ), tip filma in oddaljenost izvora sevanja in filma. Za tistega, ki je ogret za računalnike pa iz obstoječih podatkov iz tabel ni težko sestaviti program za računalnik, ki potem opravi sam

izračun ekspozicije, da nam ni treba le-tega iskati po tabelah.

Industrijski filmi imajo pravtako obojestranski nanos emulzije, so pa manj občutljivi in imajo bolj fino strukturo. Uporabljajo se samo s Pb folijami debeline do 15 m. Pri nas se v glavnem uporabljajo filmi iz programa Agfa-Gevaert-Strukturix D in pa Fotokemikin film FIR 10. Tip filma (D2, D4, D5, D7, R CF) se izbere z ozirom na vir sevanja in tip materiala, ki ga presevamo.

Izračun ekspozicije mora vedno biti prilagojen črnitvi filma med 2 in 2,5. To so zahteve standardov DIN (evropskega) in API (ameriškega) standarda. Zato potrebujemo za odčitavanje radiograma izredno močne iluminatorje, do 1500 lux-ov, ker navadni negatoskopi nam ne bi na takem radiogramu prikazali ničesar.

Med obvezen pribor za ocenjevanje radiogramov sodi senzitometer, saj nam meritev črnitve napake (velja predvsem za plinske vključke in vključke žlindre v zvaru) in črnitve osnovnega materiala dostikrat olajšata odločitev ali je napaka za popravilo ali pa ne.

Kakor v medicini tudi v industriji označevanje (signiranje) filmov igra izredno pomembno vlogo, novo pa je uporaba penetrametra, ali indikatorja kvalitete radiograma. Ta nam pokaže vidljivost napake na določenem radiogramu v %, kar je izredno važen faktor, saj s tem takoj določimo, kako veliko, po obsegu, napako smo odkrili v zvaru. Penetrametri so zelo različni, v Evropi se uporabljajo v glavnem narejeni iz različnih debelin žic in število vidnih žic na radiogramu nam da podatek o vidljivosti napake. Penetrametri so izdelani po DIN standardu iz leta 1962 in različni za različne materiale in debeline materialov.

Ocena radiogramov je delo, ki ga v industriji opravljamo sami. Sistem ocenjevanja je točno definiran v standardih (API ali DIN). Tu je bistvena razlika med medicino in industrijo. V industriji je potrebno radiogram odčitati, oceniti po kodah standarda in seveda prevzeti vso odgovornost za oceno, ki jo potrdiš s svojim podpisom.

V medicini se tej odgovornosti izognemo, saj imamo ob sebi rentgenologa, ki napiše izvid. Upam si trditi, da se skrivamo v medicini za tem plaščem odgovornosti, včasih tudi s slabo kvaliteto radiograma.

In kakšen je način dela?

Spet smo pri bistveni razliki med medicino in industrijo. V medicini bolnik ali

pride sam ali ga pripeljejo na preiskave, v industriji je obratno. Sami moramo priti do projekta, do konstrukcije, delo se v glavnem odvija na terenu, vendar so tudi tu določene prednosti predvsem si na svežem zraku. Delovni čas se mora prilagajati procesu proizvodnje, zato so možnosti za skrajšani delovni čas zelo majhne, oziroma jih ni. Zaščita pred sevanjem ni tako popolna kot v medicini. Težko bi bilo uporabljati zaščitne plošče in delati na konstrukciji. Zaščita se omejuje predvsem na uporabi osebne dozimetrije.

Obvezno je nošenje film dozimetra, stilo dozimetra in pa uporabo zvočnih dozimetrom. ki takoj z zvočnim signalom opozorijo na višino doze. Izredno pomemben je tudi izračun izodoznih krivulj, s katerimi določimo meje minimalnega področja sevanja. Višina prejete doze je bistveno višja kot v medicini, v glavnem se giblje okrog 150 m Sv/mesec.

Predno bi zaključil s predavanjem bi navedel nekaj lastnih razmišljanj glede zaposlovanja višjih rtg tehnikov v industriji.

Danes delajo v defektoskopskih službah priučeni strojni ali metalurški tehniki z opravljenim tečajem minimuma varstva pred sevanji pa kljub temu sem bil navdušen nad njihovim znanjem radiofizike in varstva pred sevanji. Vsekakor pa trdim, da nam redni študij omogoča na naši šoli visok nivo znanja radiofizike, varstva pred sevanji, fototehnike, poznamo ali vsaj naj bi poznali izotope. Manjka pa nam znanje tehnologije materialov, znanje tehnologije varjenja, to so pa osnove tako kot je v medicini znanje anatomije.

Vsak, ki bi se želel ukvarjati s to panogo, ga pač čaka veliko dodatnega študija, ki ga pa ni težko pridobiti.

Mislim, da bi razvoj našega poklica moral iti tudi v to smer. Iz lastnih izkušenj pa lahko trdim, da nas industrija pričakuje, vendar moramo sami najti pot do nje.

Literatura:

1. Institut za nuklearne nauke "Boris Kidrič", Vinča: Interpretacija i ocenjivanje industrijskih radiograma. Beograd-Vinča 1979
2. Institut za nuklearne nauke "Boris Kidrič", Vinča: Radioaktivni izotopi i zračenja. Beograd 1981
3. Agfa-Gevaert: Industrial radiography. Holographic non-destructive testing. Published by Agfa-Gevaert N.V. B-2510. Mortselsel - Belgium.