

## KỸ THUẬT DWDI TRONG CHỤP ẢNH BỨC XẠ TIA X

Trần Xuân Hồi \*

### Tóm tắt

*Kỹ thuật DWDI thường được sử dụng trong chụp ảnh bức xạ để kiểm định chất lượng các ống kim loại có đường kính nhỏ. Bài báo hướng đến việc áp dụng kỹ thuật này để kiểm định chất lượng mối hàn ống thép có đường kính 60mm, trong đó có sử dụng các tiêu chuẩn đánh giá chất lượng về phim và mối hàn của ASTM (Mỹ) và DIN (Đức).*

**Từ khóa:** chụp ảnh bức xạ, kỹ thuật DWDI

### 1. Mở đầu

Các sản phẩm kim loại sử dụng trong công nghiệp được chế tạo bằng phương pháp đúc và hàn thì thường chứa các bất liên tục như tạp chất, nứt, không ngẫu... Các bất liên tục này có thể do quá trình chế tạo hoặc qua thời gian sử dụng sinh ra. Trong một số lĩnh vực quan trọng như hàng không, dầu khí thì yêu cầu về chất lượng của các sản phẩm này càng nghiêm ngặt. Do đó, để đảm bảo rằng các vật đúc hoặc hàn này luôn ở trong trạng thái hoạt động tốt thì chúng phải được kiểm định trước khi đưa vào sử dụng và phải được kiểm định định kỳ.

Kiểm tra không phá mẫu (NDT) là phương pháp kiểm định chất lượng của một sản phẩm mà không tổn hại đến kết cấu vật lý cũng như hoạt động sau này của chúng. Có nhiều phương pháp kiểm tra không phá mẫu nhưng đối với các vật đúc và hàn thì phương pháp chụp ảnh phóng xạ được sử dụng nhiều vì những ưu điểm của nó như (1) kiểm tra được vật có bề mặt gồ ghề trong khi phương pháp siêu âm không làm được; (2) lưu trữ thông tin được lâu dài và an toàn hơn so với các phương pháp NDT khác; (3) có thể kiểm định được những vật ở những nơi không có điện như vùng sâu, vùng xa hoặc vào những ngày cúp điện (nếu dùng nguồn gamma).

Chụp ảnh bức xạ tia X là phương pháp dùng tia X để xuyên thấu qua vật kiểm, phim được đặt ngay sau vật kiểm để ghi nhận chùm tia ló. Cường độ của tia ló phụ thuộc vào nguyên tố và mật độ vật chất trên đường truyền của tia. Do đó, những thông tin về bất liên tục trên vật kiểm được lưu trên phim. Dựa vào hình ảnh trên phim để người ta kết luận về chất lượng của vật cần kiểm tra.

Tùy vào hình dạng và kích thước của vật kiểm để lựa chọn phương pháp chiếu chụp cho phù hợp. Đối với các ống hàn kim loại có đường kính nhỏ (<90mm) thì phương pháp được khuyến khích là DWDI [4]. Phương pháp này sử dụng số lần chiếu chụp ít và cho chất lượng ảnh tốt.

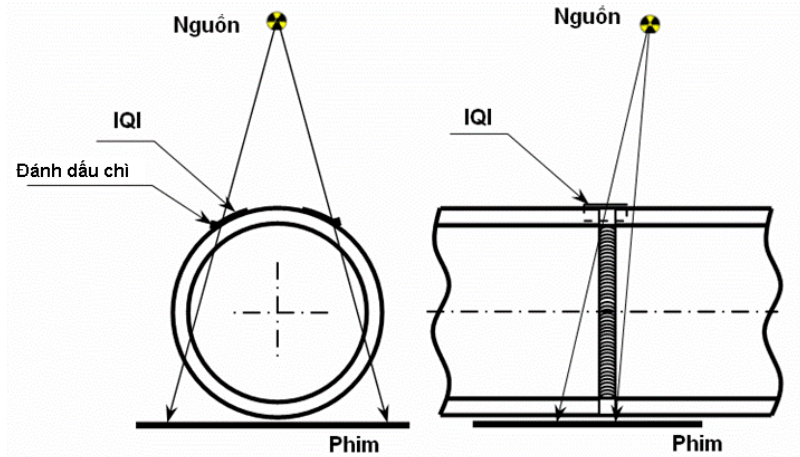
### 2. Lý thuyết và thực nghiệm

#### 2.1. Lý thuyết

---

\* ThS, Khoa KHTN, Trường ĐH Phú Yên

Trong chụp ảnh bức xạ tia X, kỹ thuật DWDI là phương pháp dùng tia X để xuyên qua hai thành của vật kiểm và phim ghi nhận được hai ảnh của hai thành này (hình 1) [2].



Hình 1. Kỹ thuật chụp ảnh DWDI

Nguồn được đặt cách tương đối xa ống và lệch khỏi mặt phẳng đường hàn một góc vừa đủ để ảnh của mỗi hàn phía phim và phía nguồn không phủ lên nhau. Ảnh của mỗi hàn cả phía phim và phía nguồn đều được ghi nhận trên phim. Phim được đặt thẳng (không uốn cong) bên dưới ống. Để kiểm tra toàn bộ mỗi hàn thì phải chụp ít nhất hai lần, mỗi lần thu được ảnh là một êlip, lần sau quay ống  $90^\circ$  so với lần trước. Khoảng cách từ nguồn đến phim ( $SFD$ ) hữu ích cực đại được cho trong bảng 1 [3].

Bảng 1. Các giá trị  $SFD$  hữu ích cực đại

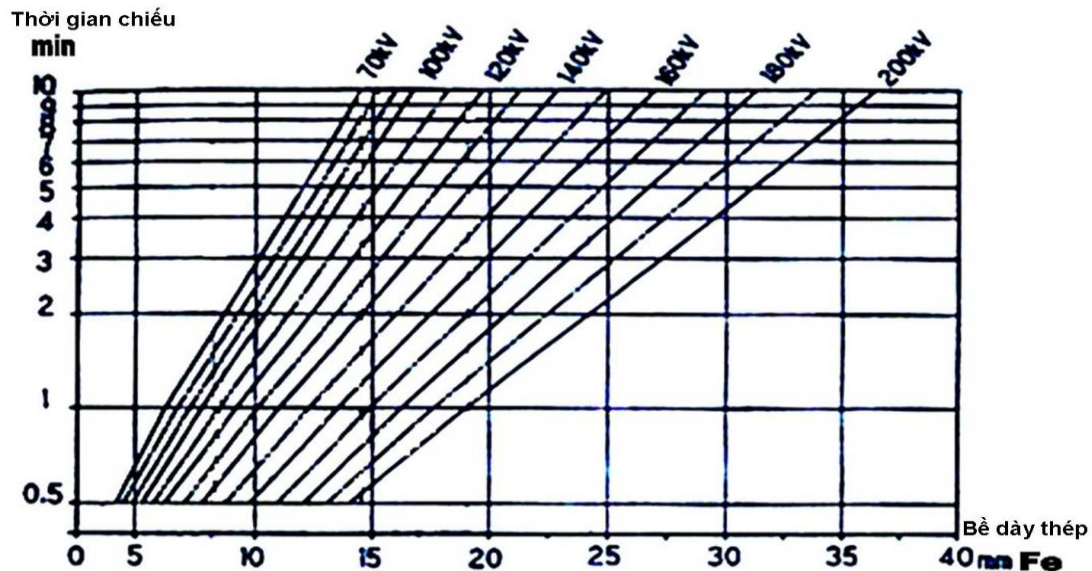
Kích thước nguồn (mm)	Bề dày thép (mm)	Cao thế (kV)	$SFD$ cực đại (mm)
2	6	100	250
2	12	150	380
2	25	220	530
2	50	350	760
4	12	150	750
4	25	220	1040
4	50	350	1500

Để giảm được thời gian chiếu thì giảm  $SFD$  nhưng phải thỏa mãn giá trị  $U_g$  theo yêu cầu của ảnh chụp bức xạ đặt ra.  $SFD_{\min}$  tính theo công thức (1) [3]:

$$SFD_{\min} = t \times \left( 1 + \frac{d}{U_{g\max}} \right) \quad (1)$$

Trong đó:  $t$  là bề dày vật kiểm;  $d$  là khoảng cách từ bất liên tục đến phim;  $U_{gmax}$  là độ nhòe hình học cực đại cho phép.

Việc xác định liều chiếu thường dựa và biểu đồ liều chiếu được xây dựng cho một máy phát tia X nào đó được cung cấp theo máy. Hình 2 là biểu đồ liều chiếu của máy phát tia X RF-200EGM [6].



Hình 2. Biểu đồ liều chiếu của máy phát RF-200EGM

Chọn vật chỉ thị chất lượng ảnh (IQI) thường dựa vào các bộ IQI theo tiêu chuẩn ASTM, DIN hoặc JIS. Các bộ IQI đây theo tiêu chuẩn DIN được cho ở bảng 2 [4]. Việc chọn IQI tùy thuộc vào bề dày của vật kiểm và theo yêu cầu mức độ nghiêm ngặt của khách hàng.

Bảng 2. Các bộ dây IQI theo tiêu chuẩn DIN 54109

ĐƯỜNG KÍNH DÂY (mm)		
Bộ 1-ISO-7	Bộ 6-ISO-12	Bộ 10-ISO-16
3,20	1,00	0,40
2,50	0,80	0,32
2,00	0,63	0,25
1,60	0,50	0,20
1,25	0,40	0,16
1,00	0,32	0,125
0,80	0,25	0,100

Sau khi chụp ảnh và tiến hành xử lý tráng rửa ta thu được ảnh chụp bức xạ. Nếu ảnh chụp bức xạ đạt chất lượng thì trên đó thể hiện rõ ảnh của các IQI, đây

chính là cơ sở để tính toán độ nhạy. Dựa vào số dây hoặc lỗ nhìn thấy được ta tính độ nhạy của ảnh chụp bức xạ dựa vào các công thức sau. Đối với IQI dạng dây [1]:

$$\text{Độ nhạy \%} = \frac{\text{Đường kính dây nhỏ nhất có thể nhìn thấy được}}{\text{Bề dày mẫu vật}} \times 100\%$$

## 2.2. Thực nghiệm

Trong bài này, tác giả sử dụng kỹ thuật DWDI để kiểm định chất lượng của mối hàn ống thép có đường kính ngoài 60mm, bề dày thành 4mm (hình 3).



Hình 3. Mẫu P.60

(Đường kính 60mm, dày 4mm, lớp gia cường 1mm)

*Tính toán SFD:* Dựa vào giá trị  $U_g$  trong trường hợp kiểm tra với chất lượng thông thường ( $U_g = 0,5$ ), từ bề dày mẫu, lớp gia cường và kích thước nguồn, áp dụng công thức (3.2) ta được:

- Tính SFD cực tiểu:

$$SFD_{\min} = t \left( 1 + \frac{d}{U_g} \right) = 5 \left( 1 + \frac{2,8}{0,5} \right) = 33 \text{ mm}$$

- Chọn SFD = 700 mm vì giá trị này thỏa điều kiện  $SFD_{\min} = 33\text{mm}$  và cũng không quá lớn, do đó không ảnh hưởng đến thời gian chiếu nhiễu.

*Thông số chiếu chụp:* Dựa vào đường kính của ống, bề dày một thành, bề dày lớp gia cường, chất liệu của mẫu và biểu đồ chiếu chụp của máy phát tia X RF-200EGM, các thông số chiếu chụp áp dụng cho mối hàn ống P.60 có giá trị như bảng 3.

Bảng 3. Các thông số chiếu chụp ống P.60

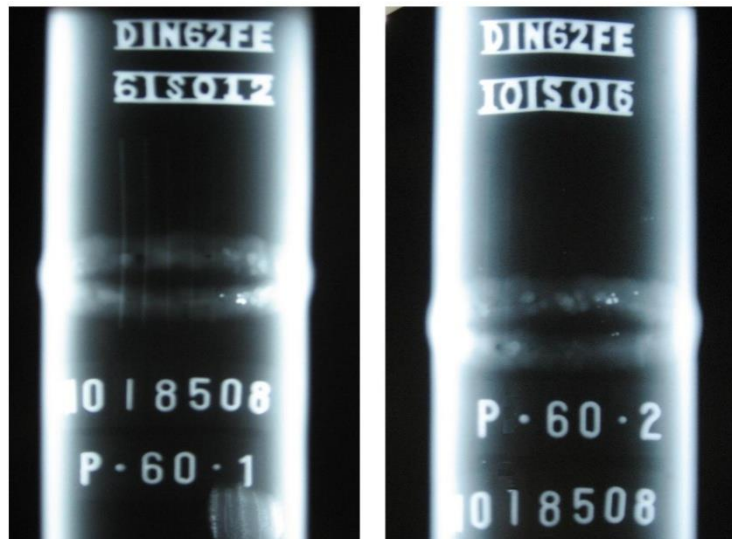
Thông số	Giá trị
Kỹ thuật chiếu chụp	DWDI
IQI sử dụng	10-ISO-16 hoặc 6-ISO-12 của DIN
Điện thế lựa chọn	120 kV
Thời gian chiếu	3 phút
Dòng ca-tốt	5 mA

*Qui trình chiếu chụp*

- Đánh dấu vị trí làm mốc trên ống. Đặt phim, IQI, các dấu chì lên ống.
- Điều chỉnh đầu phát của máy tia X sao cho đường thẳng nối từ nguồn đến tâm mỗi hàn nghiêng khoảng  $15^{\circ}$  so với phương thẳng đứng. Chính cho SFD = 700 mm.
- Chụp tại vị trí P.60.1
- Quay ống  $90^{\circ}$  theo chiều từ phải qua trái
- Thay phim, đặt lại IQI, các dấu chì, ...
- Chụp tại vị trí P.60.2

**3. Kết quả**

*Phim chụp:* Các phim chụp ảnh bức xạ của ống P.60 như hình 4. Chất lượng của các phim chụp này tốt, không mắc phải các lỗi trong quá trình chiếu chụp. Phim P.60.1 có dấu tay vì sơ sót trong quá trình tráng rửa. Tuy nhiên nó không nằm trên khu vực quan tâm.



Hình 4. Phim P.60.1 và P.60.2

*Kết quả đo độ đen:* Độ đen của các phim chụp của ống P.60 được đo trên máy đo độ đen và được các giá trị như ở bảng 4.

Bảng 4. Độ đen của phim chụp ống P.60

Mã số phim	Vị trí 1	Vị trí 2	Vị trí 3	Trung bình	Đạt/không đạt
P.60.1	3,0	3,4	3,5	3,3	Đạt
P.60.2	3,5	3,0	2,9	3,1	Đạt

*Nhận xét:* Giá trị độ đen trung bình trên các phim của ống P.60 chênh lệch không nhiều, đạt chỉ số về độ đen.

*Tính toán độ nhạy đạt được:* Theo chỉ số chất lượng ảnh (BZ) của DIN thì độ nhạy và chất lượng ảnh của ống P.60 được nêu ở bảng 5.

*Bảng 5. Độ nhạy và chất lượng ảnh của ống P.60*

Mã số phim	Chỉ số chất lượng ảnh (DIN)	Độ nhạy (%)	Đạt/không đạt
P.60.1	12	2,5	Đạt
P.60.2	12	2,5	Đạt

*Minh giải phim:* Áp dụng theo tiêu chuẩn đánh giá chất lượng mối hàn ASME VIII – Division 2 – Alternative Rules thì các phim chụp ống P.60 được minh giải tóm tắt trên bảng 6.

*Bảng 6. Minh giải phim của ống P.60*

Mã số phim	Loại bất liên tục	Kích thước (mm)	Vị trí (mm)	C/K	Kí hiệu
P.60.1	1, Nhóm tungsten	$L = 2,5$	79	C	X1
	2, Ngâm xỉ đơn	2	179	K	
	3, Rỗ khí đơn	0,8	8	C	
P.60.2	1, Nhóm tungsten	$L = 3$	79	C	X1
	2, Ngâm xỉ đơn	2	179	K	

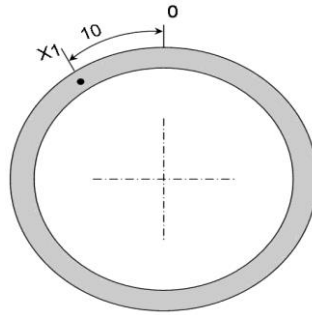
Chú thích: C – chấp nhận; K – không chấp nhận

- Ba chỉ thị tròn tungsten tập trung thành nhóm có kích thước từng chỉ thị đều nhỏ hơn kích thước lớn nhất của các chỉ thị tròn được phép, chiều dài của nhóm là  $L < 2t$ . Do đó, bất liên tục này được chấp nhận.

- Xi đơn X1 có kích thước 2mm vượt quá giới hạn cho phép nên đây là một khuyết tật.

- Toàn bộ những bất liên tục của ống này đều nằm bên trong mối hàn, không có bất liên tục nào ở bề mặt. Điều này khớp với kết quả kiểm tra bằng mắt.

*Sơ đồ khuyết tật:* Dựa vào minh giải phim của ống P.60 (bảng 6), vị trí khuyết tật được xác định như hình 6. Trong đó, các khuyết tật không thấu đáy và gia cường thiếu không biểu hiện trên hình vì chúng phân bố rộng khắp trên mối hàn.



Hình 6. Vị trí khuyết tật trong ống P.60

#### 4. Kết luận

- Bài báo này chỉ hướng đến kỹ thuật DWDI trong chụp ảnh bức xạ tia X, nó được sử dụng để kiểm định các mối hàn ống kim loại là rất phù hợp với các ống có đường kính nhỏ. Chi phí chiếu chụp ít và chất lượng ảnh cao. Hai lần chụp thu được ảnh là hai êlíp, đây là hình chiếu của một vật theo hai hướng vuông góc nhau. Nó thể hiện hầu hết các khuyết tật bên trong sản phẩm, đủ để đánh giá chất lượng mối hàn trong công nghiệp. Tuy nhiên, trong một số lĩnh vực yêu cầu độ chính xác cao như ngành hàng không, kiểm định các chi tiết máy... thì sử dụng các phương pháp khác như chụp tế vi, xerox khi cần thiết.

- So với kỹ thuật chụp một thành một ảnh (SWSI) thì kỹ thuật DWDI rút ngắn được thời gian chiếu cũng như tiết kiệm được phim và chụp được các loại ống nhỏ. Tuy nhiên chất lượng ảnh không thể sắc nét bằng kỹ thuật SWSI. Nếu sử dụng phương pháp kiểm tra không phá mẫu khác để kiểm định các loại ống nhỏ như siêu âm hoặc chụp ảnh neutron thì sẽ cho chi phí cao hoặc khó thực hiện.

- Kết quả kiểm định ống có đường kính 60mm trong bài này chỉ phát hiện được một khuyết tật ngầm xỉ đơn. Tuy nhiên, theo kết quả minh giải phim cho thấy trong mối hàn còn có hai bất liên tục khác là nhóm tungsten và rỗ khí đơn. Điều này chứng tỏ rằng chất lượng ảnh đạt được tương đối cao.

- Để phim chụp đạt được chất lượng tốt, ngoài những kỹ thuật cơ bản thì cần chú ý những điểm như (1) không nên chọn cao thế quá cao cũng như quá thấp; (2) không nên đặt chùm tia quá nghiêng mà chỉ vừa đủ để hai ảnh không chồng lên nhau; (3) che chắn phim cẩn thận vì phim không được uốn theo mối hàn nên rất dễ “cháy”; (4) đặt dây IQI cần quan tâm vào chính giữa mối hàn ống...

- Khi đạt được phim chụp chất lượng tốt thì không có nghĩa là có được kết luận chính xác về mối hàn. Để giải đoán được chính xác các thông tin về khuyết tật thì ngoài việc sử dụng các mẫu phim để so sánh thì còn phụ thuộc nhiều vào kinh nghiệm của nhân viên chụp ảnh bức xạ.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Công ty Ứng dụng và Phát triển Công nghệ – NEAD (2006), *Kiểm tra vật liệu bằng*

- kỹ thuật chụp ảnh phóng xạ bậc II*, Hà Nội.
- [2] Trần Xuân Hồi (2008), *Kiểm tra chất lượng mối hàn kim loại hình ống và chữ T bằng kỹ thuật chụp ảnh bức xạ tia X*, Luận văn thạc sỹ, Đại học Đà Lạt.
  - [3] Agfa – Geveart N.V (1982), *Industrial Radiography - AGFA*, British Institute of Non-destructive Testing.
  - [4] Bhabha Atomic Research Centre (2007), *Training Course on Radiography Testing Level - 2*, Volume 1&2, Isotope Applications Division, Mumbai – 400 085.
  - [5] Norikazu OOKA, Toshihiro OHBA, 2007, *LI-2/EI-2. Non-Destructing Test*. 1<sup>th</sup> VAEC-JAEA Joint Training Course on Application of Nuclear Technique in Industry and Environment.
  - [6] Rigaku Corporation (2006), *Portable Industrial X-Ray Inspection Apparatus Radioflex: 200EGM/250EGM/300EGM*, Instruction Manual. Manual No. Me16013 C04, Rigaku Corporation.
  - [7] The American Society of Mechanical Engineers, ASME Boiler and Pressure Vessel Code an International Code, The American Society of Mechanical Engineers New York (1995), *ASME Section IX - Qualification Standard for Welding and Brazing*, New York.

## **Abstract**

### **Double Wall Double Image (DWDI) technique in X-ray radiography**

*Double wall double image (DWDI) technique is frequently used for inspecting the quality of small welded steel pipes in radiography. This paper trends to apply DWDI technique to inspect the quality of a welded steel pipe of 60mm diameter. This result is based on radiographic standards and acceptance limits of ASTM (USA) and DIN (Germany).*

**Key words:** *radiography, DWDI technique*