

BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG CAO ĐẲNG CÔNG NGHIỆP VÀ XÂY DỰNG



BÀI GIẢNG HỌC PHẦN
KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG HÀN

(Lưu hành nội bộ)

Người biên soạn: **Phạm Thế Minh**

Uông Bí, năm 2010

LỜI NÓI ĐẦU

Nâng cao chất lượng sản phẩm là một trong những nhiệm vụ chính trị và kinh tế quan trọng trong giai đoạn phát triển hiện nay ở Việt nam.

Công nghệ hàn hiện đại đã có hàng trăm phương pháp khác hàn nhau. Tuy nhiên với sự đổi mới nhanh chóng quá trình, thiết bị, vật liệu hàn đã làm cho hệ thống kiểm tra chất lượng hàn không theo kịp. Yêu cầu tăng chất lượng sản phẩm đã đặt ra nhiệm vụ cho các cán bộ kỹ thuật cần phải hiểu biết công nghệ, thiết bị kiểm tra và các vấn đề về quản lý sản xuất hàn.

Các trường đại học trên thế giới đào tạo chuyên ngành hàn đều quan tâm đến những môn học về Chất lượng Hàn, nhưng thường chia thành một số học phần khác nhau. Ở Việt nam Chất lượng Hàn đã được đưa vào giảng dạy liên tục từ khi có chuyên ngành này tại trường ĐHBK Hà nội. Qua nhiều thế hệ cho đến nay nội dung của môn học đã được đổi mới theo hướng hiện đại. Vì vậy việc soạn tài liệu về Kiểm tra lượng Hàn là đáp ứng một phần yêu cầu trong giảng dạy cũng như để sinh viên tham khảo.

Nội dung chính mà tác giả muốn đưa vào cuốn sách này hệ thống lý thuyết cơ bản cho phép hiểu được những khái niệm về khuyết tật, quản lý và kiểm tra chất lượng hàn... theo các tiêu chuẩn khác nhau.

Khi biên soạn cuốn sách này tác giả đã sử dụng những kiến thức tích lũy được từ những người thầy và đồng nghiệp đi trước. Tài liệu này được dùng để học tập cho sinh viên Cao Đẳng chuyên nghiệp ngành Công nghệ hàn .

Tác giả bày tỏ lòng biết ơn đến các cá nhân và tổ chức:

- Bộ môn Hàn và Công nghệ Kim loại - trường ĐHBK Hà nội (đặc biệt thầy Nguyễn Đức Thắng).
- Các học viên cao học ngành CNCK 200 8 - 2010 trường ĐHBK Hà Nội.

Cùng nhiều đồng nghiệp khác đã giúp đỡ và động viên tôi để hoàn thành tài liệu này.

Do lần đầu tiên biên soạn tài liệu trong lĩnh vực này, nên thiếu sót là điều không thể tránh khỏi. Tác giả rất mong các bạn đồng nghiệp góp ý bổ sung để cuốn sách hoàn thiện hơn. theo địa chỉ: phamtheminh280@cic.edu.vn

Quảng Ninh, ngày 20.08.2010

Tác giả

KS. Phạm Thế Minh

Chương 1

CHẤT LƯỢNG HÀN VÀ KIỂM TRA CÔNG NGHỆ HÀN

1.1. Các chỉ tiêu chất lượng

1.1.1. Tiêu chí tự nhiên

Theo đó nghĩa của chất lượng được hiểu đối với các tiêu chuẩn cao và khẳng định theo chức năng của sản phẩm khi xuất xưởng hoặc khi sử dụng. Khi dùng nghĩa này thì không thể đo được chất lượng và phải có kinh nghiệm về sử dụng sản phẩm.

1.1.2. Tiêu chí liên quan đến sản phẩm

Theo đó chất lượng là chính xác và định lượng được. Chất lượng sản phẩm được chuyển sang tình trạng tồn tại bằng các giá trị đo được. Cách này có thể được dùng để sắp xếp thứ tự cấp chất lượng trong các sản phẩm cùng loại.

1.1.3. Tiêu chí liên quan đến người sử dụng:

Quan điểm này hình thành theo nhận thức của người tiêu dùng. Nó phụ thuộc vào mong muốn và kỳ vọng của từng cá nhân. Nghĩa là cùng sản phẩm xuất xưởng hoặc sử dụng người này đánh giá cao còn người khác đánh giá thấp.

1.1.4. Tiêu chí liên quan đến quá trình:

Ở đây chất lượng gắn với các quá trình đủ điều kiện. Tuân thủ đúng đầu vào thì cho đầu ra đạt yêu cầu. “Đúng” có nghĩa là hoàn thành đầy đủ các yêu cầu về tiêu chuẩn và các thông số kỹ thuật.

1.1.5. Tiêu chí quan hệ giá cả - lợi nhuận:

Cách này mô tả chất lượng đưa vào phải tính đến ảnh hưởng của giá cả. Có thể so sánh chất lượng sản phẩm khi giá cố định.

Do đó không nên quan niệm sản phẩm có chất lượng càng cao là càng tốt. Người ta đánh giá chất lượng theo yêu cầu thực tế sử dụng. Điều kiện sử dụng chứa đựng hai yếu tố cơ bản là độ tin cậy và khả năng làm việc liên tục.

Độ tin cậy: khả năng của thiết bị và công trình làm việc trong khoảng thời gian dài đã định, chịu tải trọng có thể liên tục hoặc gián đoạn mà không bị phá hủy.

Khả năng làm việc liên tục: tính chất của sản phẩm giữ được khả năng làm việc trong thời hạn đã định mà không phải dừng lại bất buộc.

Trong các kết cấu hàn, chỉ tiêu chất lượng xét trong một phạm vi bao gồm:

- + Cơ tính, độ bền
- + Thành phần hóa học, lý tính
- + Độ tin cậy, khả năng làm việc khi có khuyết tật
- + Mỹ thuật
- + Tính kinh tế

1.2. Chất lượng trong sản xuất hàn

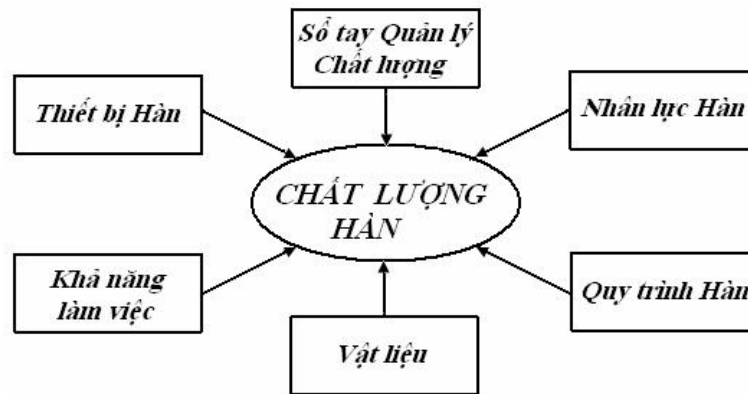
1.2.1. Kiểm tra chất lượng sản phẩm

Kiểm tra chất lượng sản phẩm KCS (QC) là kiểm tra từng nguyên công của quá trình sản xuất để chế tạo ra một sản phẩm có chất lượng. Đó là trách nhiệm của bên Chế tạo. Nói theo ГОСТ 15467-70 đó là quá trình kiểm tra sự tương ứng các chỉ tiêu của chất lượng sản phẩm theo các yêu cầu được quy định. Khái niệm của việc kiểm tra chất lượng toàn diện được định nghĩa như là một hệ thống để xác định đặc tính kỹ thuật, kiểm tra và thống nhất các hoạt động sản xuất của các công ty chế tạo sản phẩm làm cho khách hàng thỏa mãn.

1.2.2. Đảm bảo chất lượng

Đảm bảo chất lượng sản phẩm (QA) là thực hiện các công việc đã được lập kế hoạch từ trước; kiểm soát, giám sát hệ thống và tác động với mục đích rõ ràng lên các điều kiện và yếu tố ảnh hưởng, nhằm đảm bảo rằng sản phẩm đạt tới mức chất lượng tối ưu, hoạt động tốt với độ tin cậy vừa đủ. Đây là quyền lợi của bên đặt hàng và các bên đều mong muốn giảm thiểu tác động bất thường trong quá trình sản xuất.

Chất lượng nhận được sau khi hàn chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố và được thể hiện qua các giai đoạn sau (h.1.1):



Hình 1.1- Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng hàn

1.2.3. Các nhiệm vụ và khả năng quản lý chất lượng hàn

Theo ГОСТ 15895-70 thuật ngữ kiểm tra thường xuyên được xác định như là sự hiệu chỉnh các thông số quá trình công nghệ chế tạo sản phẩm để đảm bảo chất lượng yêu cầu và cảnh báo phế phẩm.

Trong quá trình chế tạo sản phẩm các liên kết hàn thường được xếp vào nhóm chế tạo phối giống như đúc và gia công áp lực.

Để nhận được liên kết hàn chất lượng cao thường phải xét tới hai quan điểm: - Yêu cầu không khuyết tật.

- Quy định dung sai và khuyết tật cho phép.

Các quan điểm này không loại trừ mà chúng bổ sung cho nhau. Để không khuyết tật kết cấu cần phải được thực hiện theo đúng chương trình đảm bảo mức độ tối ưu của chất lượng. Mức độ này cần phải dựa trên cơ sở về kết cấu, công nghệ và kinh tế, chính vì thế mà khái niệm “khả năng làm việc” được chấp nhận và sử dụng rộng rãi.

Có thể cho rằng tiêu chuẩn chặt chẽ và kiểm tra 100% là hình thức bảo đảm chất lượng chủ yếu. Cần phải thấy rằng nâng cao yêu cầu về chất lượng thường dẫn đến việc tăng giá thành sản phẩm. Ngoài ra đây mới là điều chủ yếu, tăng yêu cầu chất lượng cuối cùng có thể dẫn đến việc mất chất lượng và độ tin cậy.

1.3. Khuyết tật hàn

1.3.1. Các dạng khuyết tật

Khuyết tật: là bất liên tục không được chấp nhận. Bất liên tục không nhất thiết là khuyết tật. Tùy theo tiêu chuẩn nếu bất liên tục ảnh hưởng đến quá trình sử dụng của sản phẩm hoặc các yêu cầu kỹ thuật thì được gọi là khuyết tật.

Trong sản xuất hàn, thường chia khuyết tật ra thành khuyết tật bên ngoài hoặc trên bề mặt và bên trong.

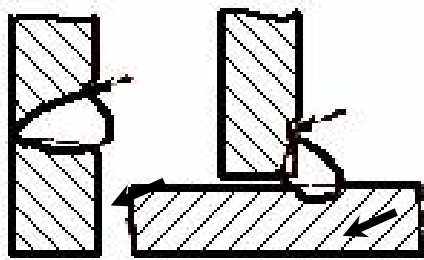
a, Các khuyết tật bên ngoài

* Cháy lẹm (cháy cạnh)

- Cháy lẹm là chỗ kim loại cơ bản bị lõm xuống thành rãnh không đều nằm dọc theo mép đường hàn do kim loại đắp không được đưa vào đủ (h.1.2).

- Nguyên nhân

+ Hàn hồ quang tay với cường độ và điện áp cao, chiều dài hồ quang lớn làm nhiệt năng lớn.



Hình 1.2- Cháy lẹm

+ Hàn tự động dưới lớp thuốc với điện áp thấp hoặc vị trí điện cực không đúng.

+ Hàn mối hàn góc ở tư thế PB có cạnh mối hàn lớn hơn 9 mm

+ Dao động ngang không dừng lại ở hai mép.

* Cháy thủng:

- Cháy thủng là hiện tượng các phần tử của kết cấu bị nóng chảy xuyên thủng một đoạn ở đáy đường hàn do sự quá nhiệt cục bộ trên một diện tích nhỏ hoặc do hàn thấu quá mức. Các lỗ thủng thường có dạng tròn, oval hoặc bất kỳ. Khuyết tật này thường đi kèm với sự lồi đáy hàn (h. 1.3)



Hình 1.3- Cháy thủng

- Nguyên nhân tạo nên cháy thùng:
 - + Năng lượng đường quá cao, đặc biệt chế độ có cường độ dòng hàn lớn
 - + Tốc độ hàn chậm và không đều
 - + Khe hở giáp mối giữa các mép hàn lớn, chiều cao mặt đáy bé.
 - + Khi hàn dưới lớp thuốc bảo vệ đệm lót dưới không sát hoặc thuốc hàn ít.

Trong thực tế cháy thùng thường gặp khi hàn kết cấu thành mỏng, hàn giáp mối sâu cũng như khi hàn leo góc.

* Mối hàn bị biến dạng

- Sự biến dạng là những khuyết tật làm sai lệch hình dáng mặt ngoài của liên kết hàn, làm nó không thoả mãn với các yêu cầu kỹ thuật và thiết kế. Các dạng biến dạng thường gặp:

- + Chiều cao phần nhô hoặc chiều rộng của mối hàn không đồng đều.

- + Đường hàn vặn vẹo không phẳng

- + Bề mặt mối hàn nhấp nhô

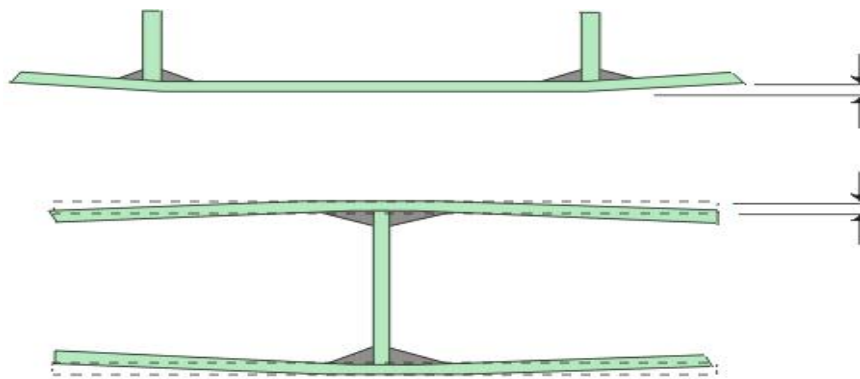
- Nguyên nhân

- + Gá lắp và chuẩn bị mép hàn chưa hợp lý.

- + Trình tự hàn không đúng.

- + Vật liệu hàn không đảm bảo chất lượng.

- + Tốc độ hàn và dòng điện không hợp lý.



Hình 1.4- Biến dạng góc

b, Khuyết tật bên trong mối hàn

* Nứt

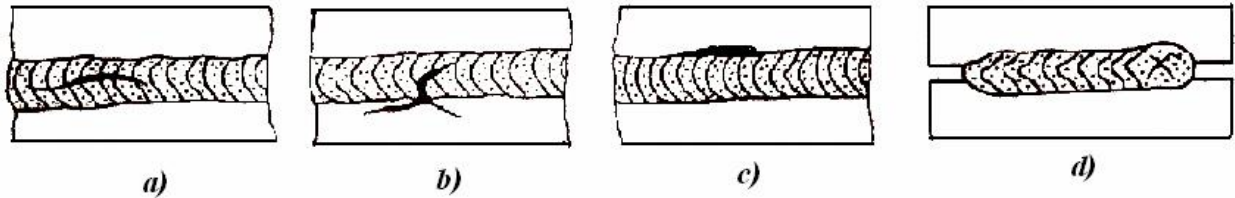
- Nứt là sự phá hủy cục bộ liên kết hàn ở trạng thái rắn dưới dạng đường (h.1.5), được xem là nguy hiểm nhất. Chúng xuất hiện trong kim loại mối hàn và kim loại cơ bản do sự phát triển của ứng suất riêng vì:

- Nguyên nhân:

- + Co ngót và sự biến đổi tổ chức hay thay đổi thể tích khi kim loại chuyển từ trạng thái lỏng sang trạng thái đặc.

- + Nhiệt độ phân bố không đều khi nung nóng và làm nguội vật hàn.

- + Hàn chi tiết từ thép hợp kim kết cấu có biên dạng phức tạp.
- + Tốc độ nguội nhanh khi hàn các loại thép được tôi ngoài không khí.
- + Tiến hành hàn ở nhiệt độ thấp, giảm tính dẻo của kim loại.
- + Kim loại cơ bản và kim loại bổ sung chứa nhiều photpho, lưu huỳnh



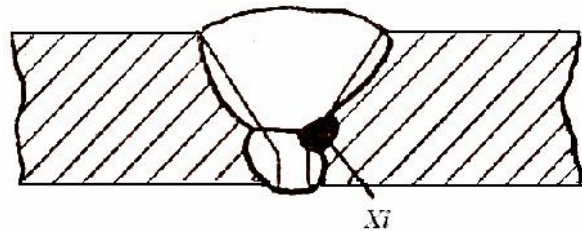
Hình 1.5- Các vết nứt

- a)- dọc theo mối hàn; b)- ngang từ vùng mối hàn sang kim loại cơ bản;
- c)- vùng ảnh hưởng nhiệt; d)- chân chim tại hõm cuối đường hàn.

* Ngâm xỉ (lấn xỉ):

Thường xuất hiện do làm sạch vảy và gỉ không tốt trên mép hàn, chủ yếu khi hàn nhiều lớp. Xỉ là các tạp chất phi kim loại không kịp nổi lên bề mặt mối hàn khi đông đặc (h.1.6).

Khi hàn bằng que hàn có lớp thuốc bọc đủ dày sinh ra nhiều xỉ, nhưng kim loại nóng chảy ở trạng thái lỏng lâu hơn và xỉ phi kim loại nhẹ có đủ thời gian nổi lên



Hình 1.6- Lấn xỉ tại mép giữa các lớp hàn

Theo hình dáng có xỉ hình cầu, hình kim, phẳng, trải ra theo dạng màng, hình khối tiếp giáp với kim loại nóng chảy. Xỉ thường phân bố tuyến tính, biệt lập hoặc theo cụm.

Với những điều kiện nhất định lấn xỉ sẽ gây ra nứt. Điều này được giải thích là trong quá trình nung nóng và làm nguội, hệ số giãn nở nhiệt của xỉ và kim loại khác nhau nhiều gây nên ứng suất nhiệt khá lớn dễ phát sinh ra nứt trong kim loại mối hàn.

- Nguyên nhân gây ra lấn (ngâm) xỉ và màng oxide:

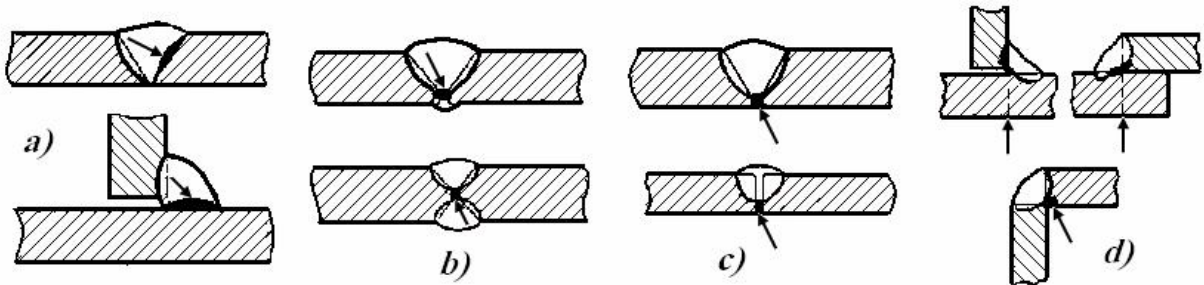
- + Bề mặt mối hàn bản có gỉ, dầu mỡ, sơn.
- + Làm sạch xỉ sau mỗi lượt hàn không tốt.
- + Vững hàn nguội nhanh.
- + Xỉ chắc khó nóng chảy.
- + Thuốc bọc que hàn không tốt làm thuốc bị rời ra.
- + Tay nghề thợ hàn không cao...

* Mối hàn không ngẫu

Không ngẫu là những bất liên tục đáng kể (mở ra) không có sự liên kết cấu trúc tại giao diện giữa kim loại cơ bản và kim loại mối hàn hoặc giữa các lượt hàn (h.1.7).

Không ngấu xuất hiện trong các trường hợp, khi kim loại nóng chảy gặp kim loại cơ bản không nóng chảy. Tại giao diện của kim loại nóng chảy và kim loại cơ bản hình thành lớp màng oxide ngăn, giảm độ bền liên kết giữa chúng.

Nét đặc trưng của không ngấu ở chỗ nó kết thúc trong mỗi hàn bằng các nhánh sợi nhỏ như là nứt.



Hình 1.7- Không ngấu trong hàn giáp mối và hàn góc:

- a) Tại giao diện; b) Giữa mối hàn;
c) Chân mối hàn; d) Trong mối hàn góc

Trong các mối hàn hợp kim nhôm, không ngấu rất hay kèm theo màng oxide và rỉ. Khi hàn thép bằng tay hoặc tự động dưới lớp thuốc, không ngấu được điền đầy bằng xỉ. So sánh các nhánh sợi với nứt về sự phân bố và hình dáng trong tiết diện mối hàn không phát hiện được sự khác nhau đáng kể.

Nguyên nhân tạo ra không ngấu:

- Nhiệt lượng của hồ quang không đủ (cường độ dòng nhỏ, hồ quang quá dài hoặc quá ngắn).
 - Điện cực làm từ vật liệu dễ chảy hơn so với kim loại cơ bản.
 - Tốc độ hàn nhanh quá khiến mép hàn không kịp nóng chảy.
 - Điện cực lệch nhiều về một mép, khi đó kim loại chảy về phía kia không đủ nhiệt
 - Khe hở và góc vát nhỏ khiến cho kim loại cơ bản khó nóng chảy.
 - Làm sạch gỉ, sơn, dầu mỡ và các chất bẩn khác không được tốt.
 - Phân tán hoặc thổi lệch hồ quang dưới ảnh hưởng của từ trường, nhất là khi hàn bằng dòng điện một chiều, cột hồ quang hướng vào một chỗ nhưng kim loại lỏng lại chảy ở chỗ khác.
 - Thuốc hàn bị kẹt vào khe hở giữa các mép có vát hoặc không vát.
 - Xỉ không bong hết khi hàn nhiều lớp, lớp sau chồng lên lớp trước.
 - Vật liệu cơ bản không phù hợp với vật liệu hàn (dây hàn, que hàn, thuốc...)
 - Thiết bị hàn không thỏa mãn: cường độ và điện áp hồ quang dao động trong khi hàn.
 - Bậc thợ hàn thấp.
 - Không ngấu là một trong những khuyết tật nguy hiểm nhất, nó làm giảm khả năng chịu tải của liên kết đặc biệt khi chịu tải trọng rung động hay va đập.
- * Mối hàn không thâu

Không thấu là những bất liên tục do kim loại không được điền đầy vào những khoang, ngách trong tiết diện hoặc chân mối hàn (không thấu liên kết), hoặc khi chiều sâu chảy không đủ (không thấu đáy). Tại chỗ đó sẽ có khoảng trống (*h.1.8*).

- Nguyên nhân:
+ Mặt đáy quá lớn, khe hở đáy nhỏ không đủ để dũi mặt sau tới phần mối hàn.

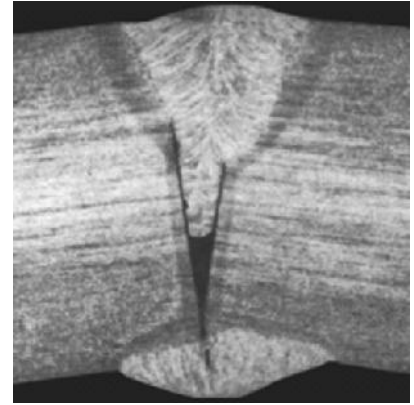
+ Cường độ dòng điện nhỏ, điện cực quá lớn làm mật độ dòng thấp.

+ Tốc độ hàn nhanh, hàn đứng từ trên xuống, vát mép không thích hợp.

+ Độ tự cảm quá cao khi hàn MAG ngắn mạch, kim loại chảy tràn về trước hồ quang.

- Không thấu làm yếu tiết diện làm việc, gây tập trung ứng suất trong mối hàn. Không thấu có thể được phòng tránh bằng các biện pháp:

- + Tăng nguồn nhiệt.
- + Giảm tốc độ hàn
- + Thay đổi liên kết.
- + Chắc chắn rằng gá lắp chính xác.



Hình 1.8- Không thấu

Mặc dù hàn hồ quang nóng chảy bao gồm các quá trình hàn được sử dụng rộng rãi nhất, nhưng các quá trình hàn khác cũng phải đảm bảo chất lượng. Vì thế cần phải tìm hiểu về các loại khuyết tật trong các quá trình hàn khác.

1.3.2. Ảnh hưởng của khuyết tật đến cơ tính liên kết hàn

a, Ảnh hưởng chung

Bảng 1-1 Các yếu tố gây nên khuyết tật khi hàn

Tính chất của vật liệu	⇒	Đẻo hay giòn. Có khuynh hướng tạo thành nứt. Khả năng khử ứng suất. Làm chậm vết nứt...
Cấu tạo liên kết	⇒	Hàn góc hay giáp mối. Yếu tố tỉ lệ
Sơ đồ chịu tải	⇒	Mối hàn chịu tải hay không. Trạng thái ứng suất đường, mặt, khối. Ứng suất dư.
Mức độ tập trung ứng suất	⇒	Kết cấu (rãnh xẻ, chiều dày khác nhau...) Công nghệ (cong vênh, lệch mép, vảy...)
Dạng tải trọng	⇒	Tĩnh, động, rung, chu kỳ nhỏ...
Ăn mòn của môi trường	⇒	Trung tính, ăn mòn yếu, mạnh
Tác động nhiệt	⇒	Nhiệt độ cao hoặc thấp, tác động chu kỳ
Xác suất và nguy cơ hỏng	⇒	Đặc trưng quá tải. Nguy cơ tai nạn

Các khuyết tật trong kết cấu hàn tự nó không xác định được việc mất khả năng làm việc của kết cấu. Mức độ nguy hiểm của khuyết tật cùng với ảnh hưởng các đặc tính (kiểu, dạng, kích thước...) phụ thuộc chủ yếu vào các yếu tố kết cấu và sử dụng (bảng 1-1).

b, Ảnh hưởng của nứt

Tất cả các liên kết hàn của kim loại và hợp kim đều rất nhạy cảm với nứt. Thực tế làm việc cho thấy rằng nứt (dù rất nhỏ) là khuyết tật nguy hiểm nhất của liên kết hàn. Nứt làm giảm mạnh độ bền mỏi hoặc khả năng chịu tải trọng động. Do đó nếu đã xuất hiện nứt thì bắt buộc phải sửa (mài phá, hàn đắp). Các mối hàn sửa nứt ở các chi tiết, sản phẩm phải theo công nghệ đặc biệt đảm bảo độ tin cậy.

c, Ảnh hưởng của không ngẫu

* Độ bền tĩnh:

Các thử nghiệm so sánh các liên kết hàn cho phép rút ra kết luận sau:

- Liên kết hàn thép cacbon thấp và thép không gỉ austenite không bị ảnh hưởng nhiều do không ngẫu. Quan hệ giữa chiều sâu không ngẫu với độ giảm khả năng tải theo bậc nhất.

- Các loại thép bền nóng 30CrMnSiNiA, hợp kim nhôm biến dạng D16T (AA2024-T4) và AMr-6 có độ bền của mối hàn nhỏ hơn độ bền kim loại cơ bản. Khi tăng chiều sâu không ngẫu thì khả năng tải giảm nhưng không tuyến tính.

- Không ngẫu ở giữa mối hàn không chỉ làm yếu tiết diện chịu lực mà còn là nơi tập trung ứng suất.

- Trong miền không ngẫu tính dẻo giảm mạnh. Không ngẫu kìm hãm sự phát triển biến dạng dẻo kim loại và làm tăng khuynh hướng phá hủy giòn liên kết.

* Độ bền khi chịu tải trọng thay đổi

Tiêu chí đầu tiên để đánh giá sức bền liên kết hàn khi chịu tải trọng thay đổi là giới hạn mỏi của kim loại cơ bản. Khi chịu tải trọng thay đổi liên kết hàn có độ nhạy đối với không ngẫu khác nhau phụ thuộc vào tính chất của kim loại cơ bản, kim loại bổ sung và công nghệ hàn.

- Không ngẫu làm giảm giới hạn mỏi cũng như rãnh khía.

- Không ngẫu nhỏ gần bề mặt kim loại cơ bản làm giảm mạnh giới hạn mỏi.

- Việc tăng tiếp theo kích thước không ngẫu sẽ làm giảm giới hạn mỏi tỉ lệ với sự giảm diện tích tiết diện mối hàn.

- Khi chịu tải trọng uốn rung động chỗ không ngẫu gần bề mặt chịu kéo nén sẽ giảm mạnh giới hạn mỏi của liên kết hàn.

* Độ bền khi tải trọng tĩnh lặp lại

Độ bền khi tải trọng thay đổi cũng phụ thuộc vào tần số đặt tải; tần số thấp (vài lần chất tải trong một phút) có độ bền lớn hơn tần số cao (khoảng 1000 lần chất tải trong một phút). Điều này được giải thích rằng biến dạng sau giai đoạn chịu tải với tần số cao không kịp đạt được giá trị bằng biến dạng

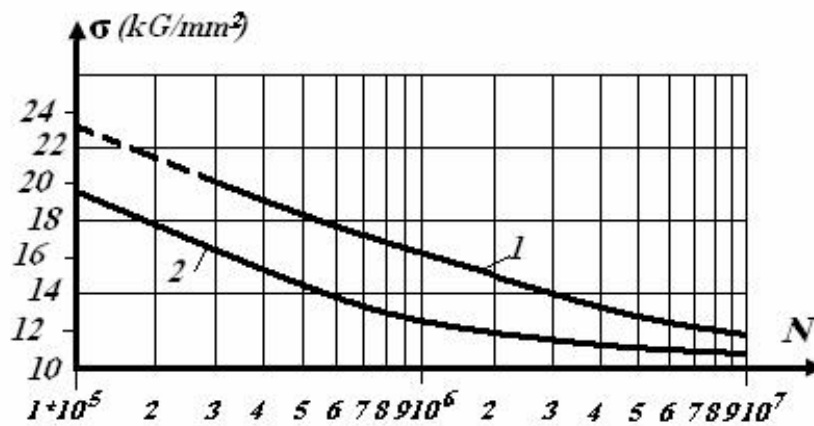
đều cục bộ với tần số thấp, tức là sau mỗi chu kỳ chịu tải tần số thấp, biến dạng đều được tích lũy nhiều hơn mỗi chu kỳ tần số cao.

*** Độ dai va đập**

Việc thử ở môi hàn không ngẫu chỉ ra rằng độ dai va đập giảm nhanh hơn khi chiều sâu không ngẫu tăng. Các mẫu hàn có hình dáng không ngẫu dạng rãnh khía có độ dai va đập thấp hơn nhiều so với các rãnh tiết diện vuông hay tam giác. Độ nhạy của môi hàn đối với không ngẫu phụ thuộc vào chiều sâu không ngẫu, nhiệt độ, nhiệt luyện, biến cứng.

d, Ảnh hưởng của rỗ

*** Độ bền tĩnh**



Hình 1.9- Đường cong mỏi liên kết giáp mối có phân nhô (thép carbon thấp)
1)- không có rỗ; 2)- có rỗ

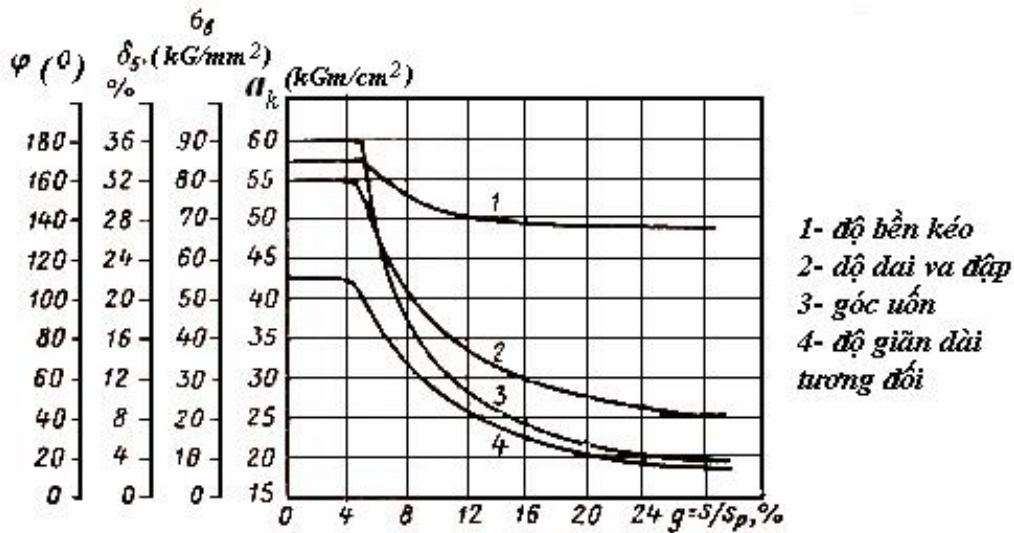
Ảnh hưởng của rỗ đến cơ tính liên kết hàn được đánh giá theo độ nhạy đã cho của kim loại mối hàn đối với khuyết tật này, cũng phụ thuộc vào hệ số tập trung ứng suất. Độ nhạy của kim loại mối hàn với rỗ phụ thuộc vào kiểu rỗ, kích thước hình học và đặc trưng phân bố trong mối hàn. Các rỗ được chia tương ứng thành rỗ đơn (khoảng cách giữa các rỗ lớn hơn ba lần đường kính lớn nhất), rỗ dạng chuỗi (các rỗ không lẫn nhau với khoảng cách nhỏ hơn đường kính), rỗ tập trung (xốp co) thường kèm với màng oxide. Rỗ đơn hình cầu thường có hệ số tập trung ứng suất nhỏ nhất

Qua phân tích bằng thực nghiệm (h.1.9), thấy rằng khi chịu tải trọng tĩnh ảnh hưởng của rỗ đến độ bền thể hiện mức độ giảm đáng kể so với khi chịu tải trọng thay đổi.

*** Độ bền khi tải trọng thay đổi**

Khi đánh giá ảnh hưởng của rỗ đến độ bền liên kết hàn làm việc với tải trọng thay đổi, hệ số tập trung ứng suất gây ra bởi dạng của mối hàn là các yếu tố xác định. Nếu hệ số tập trung ứng suất do dạng mối hàn lớn hơn hệ số tập trung ứng suất do rỗ, thì rỗ không làm giảm khả năng tải của liên kết hàn

Các kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của rỗ đến độ bền tĩnh, độ dai va đập, góc uốn và độ giãn dài tương đối khi hàn gi áp mối thép cacbon thấp ($\sigma_b=850\text{MPa}$) sau khi tôi và ram được trình bày trên (h. 1.10)



Hình 1.10- Ảnh hưởng diện tích tương đối của rỗ đến cơ tính của liên kết giáp mối thép carbon thấp $\sigma_b = 850 \text{ MPa}$:
 S - diện tích rỗ; S_p - Diện tích tiết diện mối hàn

e. Ảnh hưởng của hình dáng mối hàn

* Độ bền tĩnh

Trong trường hợp chịu tải trọng tĩnh, khi độ bền của mối hàn thấp hơn độ bền kim loại cơ bản thì gia cố mối hàn có thể là yếu tố tích cực. Trong đa số các trường hợp không cần thiết quy định giá trị phần nhô mối hàn.

Trong liên kết hàn ngẫu hoàn toàn thép cacbon thấp có độ bền mối hàn bằng độ bền kim loại cơ bản, chiều cao phần nhô không làm tốt hơn khả năng chịu tải của kết cấu. Chỉ trong liên kết có khả năng xảy ra không ngẫu thì hàn có phần nhô gia cố các chỗ yếu khi chịu tải tĩnh là cần thiết.

* Độ bền khi chịu tải trọng thay đổi

Các kết cấu hàn làm việc với tải trọng thay đổi, độ bền mối giảm không chỉ do các khuyết tật công nghệ (không ngẫu), mà còn do yếu tố hình học như phần nhô mối hàn. Khi tải trọng thay đổi, phần nhô không làm tăng mà ngược lại còn làm giảm giới hạn mỏi của kết cấu hàn.

Phần nhô mối hàn với kích thước bất kỳ rõ ràng không làm giảm độ bền tĩnh, tuy nhiên nó ảnh hưởng mạnh đến giới hạn mỏi của liên kết. Phần nhô càng cao, dẫn đến làm giảm góc chuyển tiếp từ kim loại cơ bản đến kim loại nóng chảy, càng làm giảm giới hạn mỏi.

Như vậy, phần nhô mối hàn có thể làm mất hết các ưu điểm nhận được từ quá trình công nghệ làm tăng chất lượng kim loại nóng chảy để cải thiện độ bền mỏi.

1.4. Kiểm tra công nghệ hàn

1.4.1. Các hoạt động đảm bảo chất lượng hàn

a, Tổng quan

Đảm bảo chất lượng hàn từ lúc bắt đầu đến khi kết thúc là quá trình liên tục gồm nhiều nguyên công (hoạt động) liên hệ chặt chẽ với nhau. Ở từng

nguyên công, điều phối hàn được một số người thực hiện. Cơ sở sản xuất sẽ làm việc với ít nhất một điều phối viên hàn được ủy quyền. Điều phối viên hàn phải là người chịu trách nhiệm trước cơ sở sản xuất. .

Để thực hiện đầy đủ yêu cầu của Tiêu chuẩn cần phải thanh tra các công việc điển hình sau:

- Xem xét hợp đồng
- Kiểm tra thiết kế
- Xem xét hợp đồng thầu phụ
- Kiểm tra nguồn nhân lực hàn
- Kiểm tra quy trình đã được phê duyệt (phê chuẩn)
- Thanh tra và kiểm tra những phần liên quan đến hàn

b, Rà soát hợp đồng

Khi rà soát hợp đồng phải kiểm tra xem người cung cấp có thể hoàn thành được yêu cầu của hợp đồng không. Những điểm sau đây được xem xét trước tiên khi bắt đầu tiến hành công việc:

- Tiêu chuẩn thích hợp và yêu cầu bổ sung được đưa ra trong hợp đồng.
- Thông số quy trình hàn, kiểm tra không phá hủy, xử lý nhiệt.
- Quy trình hàn được phê chuẩn như thế nào.
- Phê chuẩn nhân lực hàn
- Xử lý nhiệt sau hàn
- Thanh tra và kiểm tra.
- Lựa chọn, đánh dấu ghi nhớ và tìm hiểu xuất xứ vật liệu, thợ hàn và môi trường hàn.
- Các biện pháp kiểm tra chất lượng kể cả việc sử dụng thanh tra độc lập
- Điều kiện môi trường khi hàn, như nhiệt độ thấp, gió, hàn ở công trường, tư thế hàn.
- Các đối tác thầu phụ liên quan
- Hoạt động chỉnh sửa những chỗ hàn không đúng
- Tài liệu kết luận được làm có xác nhận của người có trách nhiệm.

c, Thiết kế

*** Mục đích**

Khi lập kế hoạch và thiết kế kết cấu hàn thì trạng thái ứng suất, chế độ làm việc của vật liệu, điều kiện sản xuất và kiểm tra phải được kê khai hết ra. Yêu cầu chất lượng hàn nên để ở tài liệu sản xuất. Đối với mối hàn đặc biệt, yêu cầu cụ thể dựa vào điều kiện làm việc và ảnh hưởng của chúng đến kết cấu.

*** Kích thước**

Kích thước mối hàn phải tuân theo tiêu chuẩn, quy tắc kỹ thuật, yêu cầu của hợp đồng. Kích thước phải được chứng minh và kiểm tra nếu cần thiết.

*** Mức chất lượng**

Mức chất lượng được cho trong ISO 5817 “Mối hàn hồ quang thép – Chỉ dẫn mức chất lượng cho các bất hoàn thiện” và ISO 10042 (EN 30042) “Mối

hàn hồ quang nhôm và hợp kim – Chỉ dẫn mức chất lượng cho các bất hoàn thiện”. Để chọn mức chất lượng cần căn cứ vào:

- Các tiêu chuẩn áp dụng
- Thỏa thuận giữa người thiết kế có trách nhiệm với nhà sản xuất, người sử dụng hoặc các nhóm khác có liên quan.

*** Dung sai**

Miền dung sai được cho trong EN ISO 13920 “Hàn – Dung sai thông thường đối với kết cấu hàn– Kích thước chiều dài và góc, hình dạng và vị trí”. Dung sai theo chiều dài và góc có các miền A, B, C, D; dung sai theo hình dạng và tư thế có các miền E, F, G, H. Cũng như trong gia công cơ khí, dung sai càng lớn thì càng dễ làm và chi phí sản xuất càng giảm.

*** Kiểm tra thiết kế** - Trong và sau quá trình thiết kế các bản vẽ tổng thể, bản vẽ lắp hoặc tập hợp các chi tiết phải được kiểm tra lại để:

- Kiểm tra và thanh tra khả năng thực hiện tại các tư thế và trình tự hàn. Có thể được gọi là kiểm tra tính công nghệ trong kết cấu.
- Chất lượng bề mặt và profile của mối hàn.
- Yêu cầu hợp lý kim loại cơ bản và đường hàn.
- Thông tin về các tấm lót đáy có bỏ đi không.
- Thông tin về các mối hàn sẽ được làm ở trong phân xưởng hay ngoài công trường.
- Có kích thước đo lường và chuẩn bị cụ thể cho hàn.
- Các chi tiết tỉ mỉ của quy trình đặc biệt, ví dụ như ngấu hết mà không cần lót đáy và hàn ngấu từ một phía.
- Yêu cầu về chất lượng đối với đường hàn.
- Các khía cạnh nhỏ khác như phê chuẩn khi gõ xỉ và xử lý nhiệt.
- Kiểm tra thiết kế thường được viết thành văn bản và người có trách nhiệm điều phối viên hàn ký vào các bản vẽ.

d, Kiểm tra vật liệu

Chất lượng hàn có thể được đảm bảo nếu chất lượng vật liệu ban đầu thỏa mãn yêu cầu đề ra. Trước tiên cần thanh tra (kiểm tra và kiểm soát) chứng chỉ vật liệu ban đầu có tính năng phù hợp với quá trình công nghệ hàn kết cấu ví dụ như thép tấm hoặc ống. Sau đó xem kỹ lại vật liệu và kiểm tra bổ sung chất lượng ứng với tài liệu chuẩn. Kiểm tra vật liệu được thực hiện trong suốt quá trình chế tạo, lắp đặt và sử dụng

*** Kim loại cơ bản**

Xác định nguồn gốc vật liệu cơ bản và chứng chỉ vật liệu được tiến hành theo từng bước

- Bước 1: Đặt mua vật liệu cơ bản
- Bước 2: Thanh tra việc nhận hàng khi nguyên vật liệu được mang đến - Khi thanh tra giao nhận vật liệu phải kiểm tra:
- Bước 3: Sản xuất

- Bước 4: Biên bản tài liệu.

* Que hàn

Với que hàn hồ quang cần kiểm tra độ dày đều lớp thuốc bọc, xem thuốc bọc có bị hư hại gì không. Tiến hành hàn thử để thiết lập đặc trưng nóng chảy của lõi và thuốc bọc, khả năng dễ bong xỉ và chất lượng tạo hình mối hàn (tính chảy loãng của kim loại, bắn toé, khuyết tật ngoài). Que hàn thép độ bền cao được kiểm tra bằng phép thử đặc biệt về hàm lượng hydro trong kim loại nóng chảy.

Đối với que hàn khí thì chỉ kiểm tra hình dáng và thành phần hóa học.

* Dây hàn

Được kiểm tra xem bề mặt có sạch không, lớp phủ có phù hợp với quá trình công nghệ hàn không, tách lớp và nhãn bề mặt. Tiến hành hàn thử với thuốc hoặc khí bảo vệ tương ứng để xác định chất lượng vật liệu theo các chỉ tiêu tương tự như que hàn.

* Thuốc hàn

Được kiểm tra theo kích thước hạt, độ đồng đều và độ tròn, có chất bẩn hoặc lẫn tạp chất không. Cũng cần kiểm tra độ ẩm, các tính chất ổn định thuốc hàn.

* Khí bảo vệ

Được kiểm tra xem có tạp chất có hại và hơi nước. Hơi nước được xác định theo nhiệt độ điểm sương.

* Kiểm tra tính hàn

Tính hàn ảnh hưởng chủ yếu đến chất lượng sản phẩm. Kiểm tra tính hàn của vật liệu ban đầu cần phải có trước khi quyết định sử dụng những vật liệu nào cho kết cấu hàn. Có hai trường hợp kiểm tra tính hàn:

Khi lựa chọn vật liệu và bắt đầu công nghệ hàn, tức là chuẩn bị sản xuất trong giai đoạn thiết kế.

Khi đưa vật liệu vào chu trình sản xuất, tức là khi chuẩn bị công nghệ sản xuất. Việc kiểm tra này có thể làm các thông số sai lệch đi so với giá trị trên giấy tờ và làm tính hàn kém đi.

e, Kiểm tra chất lượng nhà thầu phụ

Đơn vị cung cấp chịu trách nhiệm về khả năng của nhà thầu phụ để đáp ứng được yêu cầu của hợp đồng.

f, Kiểm tra nguồn nhân lực hàn – phê chuẩn thợ hàn

* Điều phối viên

Các yêu cầu về nhân lực hàn bao gồm cả điều phối viên hàn là phải hiểu biết về kỹ thuật (cơ – điện) đầy đủ, biết thiết kế sản xuất và kiểm tra, có tầm nhìn tổng thể (Kỹ sư Hàn – EWE). Điều phối viên hàn là người quản lý quan trọng trong toàn bộ quá trình sản xuất – đó là người được bổ nhiệm và tùy theo tầm quan trọng của công trình mà cần trình độ khác nhau.

Nhiệm vụ và trách nhiệm của điều phối viên hàn.

- Rà soát/ xem xét lại hợp đồng

- Kiểm tra lại thiết kế
- Vật liệu
- Hợp đồng với nhà thầu phụ
- Kế hoạch sản xuất
- Thiết bị
- Các nguyên công hàn
- Kiểm tra
- Chấp nhận/ loại bỏ khuyết tật
- Biên bản/ tài liệu.

*** Thợ hàn**

Chất lượng thợ hàn cần phải được kiểm tra ở tất cả các giai đoạn của quá trình công nghệ (chuẩn bị, gá lắp, hàn, kiểm tra. Ngoài ra còn phải chú ý đến các mặt về tâm lý, kinh tế, sức khỏe, văn hóa... nhằm gián tiếp nâng cao chất lượng sản phẩm hàn.

*** Thợ vận hành thiết bị (thợ hàn máy)**

Bất kỳ phương pháp được phê chuẩn nào cũng có thể được bổ sung bằng việc kiểm tra kiến thức liên quan đến công nghệ hàn. Kiểm tra như vậy chỉ mang tính giới thiệu chứ không bắt buộc. Phương pháp phải được bổ sung bằng cách kiểm tra kiến thức cá nhân về máy hàn.

*** Cách thức phê chuẩn thợ hàn:**

Trong quá trình sản xuất, thợ hàn chỉ được phép hàn bên trong phạm vi của bản Chứng chỉ phê chuẩn thợ hàn mà mình có.

Phạm vi phê chuẩn dựa trên cơ sở các giới hạn mà tiêu chuẩn hàn quy định cho các biến số (thông số) hàn chính. Biến số hàn chính là biến số nằm ngoài phạm vi tiêu chuẩn hàn đã quy định mà nếu thực hiện theo đó thì người thợ hàn phải thể hiện trình độ cao hơn khi người đó hàn mẫu để kiểm tra.

h, Kiểm tra khả năng của quy trình

*** Mục đích**

Khi hàn các kết cấu, thiết bị áp lực hoặc lò phản ứng hạt nhân, điều quan trọng là các liên kết hàn phải đạt chất lượng và mỹ thuật, thoả mãn điều kiện làm việc.

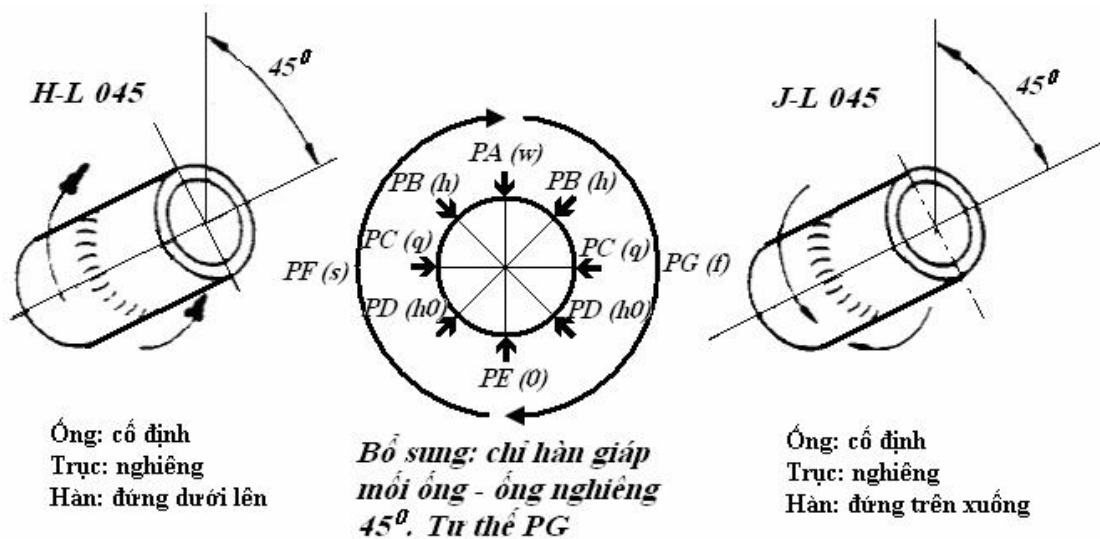
*** Yêu cầu tiêu chuẩn đã đánh giá về quy trình hàn căn cứ vào các điều kiện về:**

- Do các liên kết được thực hiện để kiểm tra (nhất là đối với thép) đều ở dạng ống hoặc tấm, để đơn giản thường áp dụng các tiêu chí:

- Với nhiều loại mối hàn và kiểu liên kết, các tiêu chí sau cần được áp dụng khi tiến hành hàn giáp mối hoặc hàn góc:

- Các tư thế hàn

Tư thế hàn theo EN ISO 6947



Hình 1.11- Các tư thế hàn theo EN ISO 6947

g, Kiểm tra trang thiết bị

- Thiết bị sản xuất và kiểm tra
- Kiểm tra máy
- Kiểm tra đồ gá
- Kiểm tra dụng cụ và đồng hồ đo
- Kiểm tra nguồn năng lượng

1.4.2. Thanh tra trước khi hàn, trong khi hàn và sau khi hàn

a, Thanh tra trước khi hàn

* Hiệu lực và phạm vi của kiểm tra thợ hàn.

- Phê chuẩn thợ hàn Thép EN 287-1 141 T BW 10 S t1.2 D 16 H-L045 ss nb.

- Phê chuẩn thợ hàn Nhôm EN ISO 9606-2 141/131 T BW 22 S t15(5/10) D200 PA ss nb.

* Bản thông số quy trình hàn.

Bản Thông số quy trình hàn bao gồm phạm vi chiều dày nhất định của các phần tử liên kết và cũng “phủ” một phạm vi kim loại cơ bản và cả kim loại bổ sung. Một số nhà sản xuất có thể thêm vào giới thiệu chuẩn bị hàn đối với từng phối hàn như là một phần cụ thể của kế hoạch sản xuất.

* Các phương pháp phê chuẩn (định loại) thông số quy trình hàn

- Phê chuẩn trên sở kiểm tra vật liệu hàn (EN ISO 15610)

Phạm vi phê chuẩn:

- + Quá trình: 111; 114; 131; 135; 136; 137; 141; 15; 3
- + Vật liệu: nhóm 1.1 và 8.1 (thép)
nhóm 21, 22.1 và 22.2 (nhôm)
- + Chiều dày kim loại cơ bản: 3 - 40 mm
- + Kích thước mối hàn góc: ≥ 3 mm
- + Đường kính ống: > 25 mm

- Phê chuẩn trên cơ sở kinh nghiệm hàn trước đó (EN ISO 15611)
- Phê chuẩn bằng chấp nhận quy trình hàn tiêu chuẩn (EN ISO 15612)
- Phê chuẩn trên cơ sở kiểm tra sản phẩm hàn trước đó (EN ISO 15613)
- Phê chuẩn trên cơ sở kiểm tra quy trình hàn (EN ISO 15614 -1 ff)

* Chọn vật liệu cơ bản .

Biên bản kỹ thuật cung cấp hệ thống đồng bộ để phân nhóm vật liệu cho hàn. Nó cũng được ứng dụng cho các mục đích khác như xử lý nhiệt, gia công áp lực, NDT v.v... Biên bản kỹ thuật bao gồm hệ thống nhóm đối với vật liệu tiêu chuẩn sau:

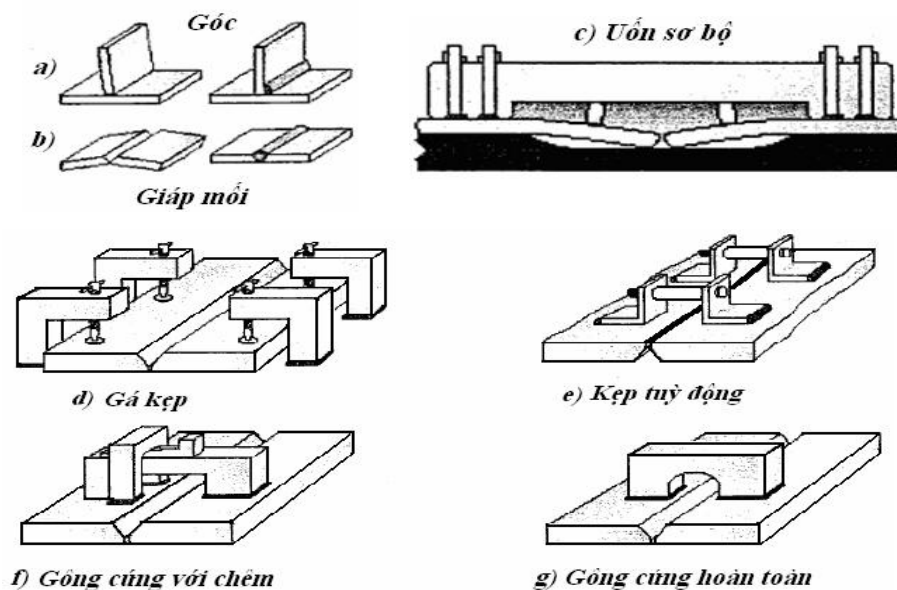
- Thép
- Nhôm và hợp kim nhôm
- Đồng và hợp kim đồng
- Titan và hợp kim titan
- Zirconium và hợp kim zirconium
- Gang

* Chọn vật liệu hàn .

- Que hàn
- Dây hàn trong khí bảo vệ.
- Khí bảo vệ hàn TIG và MIG/MAG.
- Dây hàn dưới lớp thuốc SAW
- Thuốc hàn

* Các yêu cầu đặc biệt chống biến dạng

Biến dạng có thể được phòng ngừa từ giai đoạn thiết kế như để mỗi hàn cân xứng với đường trung hoà, giảm lượng kim loại hàn và đắp bằng kỹ thuật hàn cân bằng. Nếu thiết kế không giải quyết được thì có thể chống biến dạng theo các phương pháp: gá đặt chi tiết trước; uốn sơ bộ; kẹp chống biến dạng (h.1.12)



Hình 1.12- Các phương pháp chống biến dạng

b, Thanh tra trong khi hàn

* Các thông số.

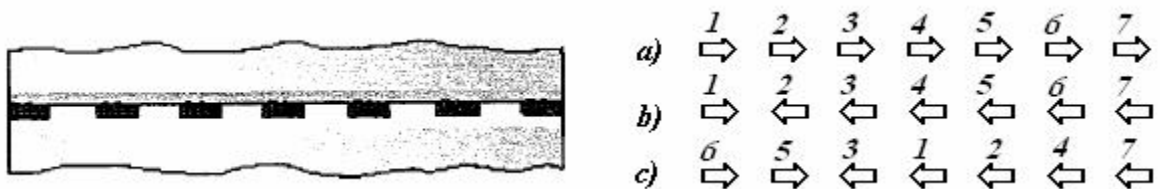
Ngay khi bắt đầu hàn cần kiểm tra quá trình hàn phải phù hợp với WPS. Trong khi hàn, những thông số sau cần được kiểm tra liên tục hoặc sau một khoảng thời gian cần thiết:

- Thông số quan trọng về chế độ hàn (cường độ, điện áp, chiều dài hồ quang số lượt và tốc độ hàn)
- Kiểm tra kim loại bổ sung, thuốc hàn, khí bảo vệ
- Nhiệt độ nung nóng trước khi hàn và sau mỗi lượt hàn, không chế nhiệt độ tối đa (EN ISO 13916, EN 1258)
- Làm sạch, sửa đúng hình dáng sau mỗi lượt hàn : gõ xỉ, mài, dũa ... theo “Tiêu chuẩn tay nghề tốt”.
- Kiểm soát trình tự hàn - khoảng thời gian hàn và nghỉ.

* Kỹ thuật chống biến dạng trong khi hàn.

Hàn đính – hàn đính là biện pháp lý tưởng để gá đặt và điều chỉnh khe hở và chống co ngót ngang. Thứ tự hàn có ảnh hưởng lớn đến việc điều chỉnh khe hở đáy đồng đều theo đường hàn. Có ba cách hàn đính chủ yếu theo sơ đồ (h.1.13):

- Hàn thẳng từ đầu này sang đầu kia. Cần phải kẹp tấm hoặc dùng chêm để chỉnh khe hở khi đính.
- Đính một chỗ ở đầu này rồi dùng kỹ thuật hàn bước ngược để đính nốt phần còn lại.
- Đính ở giữa rồi hoàn thiện bằng kỹ thuật bước ngược.



Hình 1.13- Thứ tự hàn đính chống co ngang

* Quy trình hàn.

Quy trình hàn hợp lý thường được xác định theo yêu cầu về năng suất và chất lượng nhiều hơn là sự cần thiết không chế biến dạng. Tuy nhiên quá trình, kỹ thuật và trình tự hàn ảnh hưởng không ít đến mức độ biến dạng. Để chống biến dạng góc, quá trình hàn được chọn sao cho thật nhanh và ít lượt hàn. Kỹ thuật hàn sao cho kích thước mỗi hàn góc nhỏ nhất; sử dụng hàn cân bằng quanh đường trung hoà; thời gian giữa các lượt hàn nhỏ nhất. Thứ tự hàn hay hướng hàn nên tiến về đầu tự do, khi đường hàn dài không hàn theo một hướng mà hàn bước ngược hoặc bước cách.

c, Thanh tra sau khi hàn

* Quan sát ngoại dạng (VT) theo tiêu chuẩn tương ứng .

Ngoài việc kiểm tra kích thước dung sai theo các phương pháp thông thường còn phải đánh giá chất lượng theo tiêu chí thích hợp. Từng mối hàn được đánh dấu nhận dạng cho từng thợ hàn. Mỗi mối hàn được nhận dạng phù hợp với bản vẽ/sơ đồ các mối hàn.

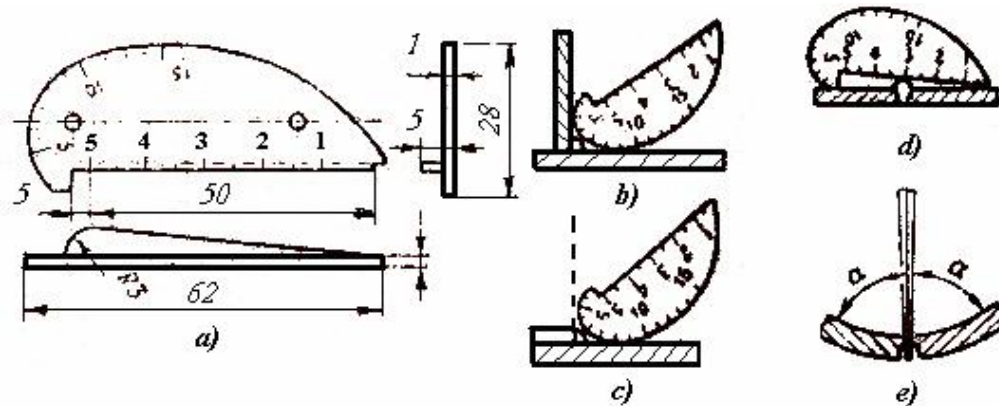
Chỉ sau khi quan sát ngoại dạng để kiểm tra khuyết tật bên ngoài, người ta mới dùng tiếp các phương pháp vật lý - cơ học, hóa học để xác định khuyết tật bên trong. Kiểm tra ngoại dạng cẩn thận - thường là nguyên công rất đơn giản - có thể cũng được dùng để cảnh báo và phát hiện khuyết tật đạt hiệu quả cao.

* Kỹ thuật nắn sửa đúng biên dạng

- Kỹ thuật nắn cơ khí.
- Kỹ thuật nắn nhiệt.

* Thanh tra hình dạng và kích thước kết cấu hàn.

Kiểm tra các kích thước trên sản phẩm theo bản vẽ/quy phạm, biên dạng, chiều sâu ngấu. Bảo đảm mọi sửa đổi đều được đưa vào bản vẽ thi công. Để đơn giản và nhanh chóng thường dùng dụng cụ vạn năng (h.1.14).



Hình 1.14- Dụng cụ vạn năng: a)- hình dáng; b) & c)- đo chiều cao mối hàn góc; d)- đo chiều cao hàn giáp mối; e)- đo khe hở

* Kiểm tra không phá hủy theo các tiêu chuẩn tương ứng (trình bày ở các chương sau).

Bảo đảm hoàn thành mọi kiểm tra không phá hủy, có sẵn báo cáo để đưa vào biên bản (có chứng kiến). Các dấu vết về bất liên tục phải được ghi lại để xử lý.

* Ghi nhận kết quả các nguyên công sau hàn.

Sau khi hoàn thiện việc chuẩn bị, hàn và thanh tra xong, người thanh tra phải thu thập (như mẫu hàn đã qua kiểm tra không phá hủy), đối chiếu các bản nhận xét, phiếu kiểm tra và kết quả, từ đó lập thành bản báo cáo mà khi ký có cả khách hàng, đại diện về pháp lý, hoặc theo code.

Biên bản này sẽ là tài liệu cơ sở để có thể tìm ra nguyên nhân gây ra sự cố của thiết bị, công trình sau nhiều năm phục vụ. Nó cũng là bằng chứng khách quan để quy trách nhiệm cho nhà cung cấp, thiết kế hoặc thi công.

Trong khi chưa kết thúc công trình, dự án cần phải lập một số biên bản tạm thời. Các biên bản tạm thời hoặc các số liệu thu được rất có giá trị để cho các kỹ sư tham khảo thông tin chính xác.

1.5. Khả năng làm việc

1.5.1. Khái niệm về khả năng làm việc

Khái niệm về khả năng làm việc có thể được sử dụng khi làm việc không tốt, các khuyết tật và bất hoàn thiện được xác định:

- Trong khi chế tạo và sửa chữa
- Khi đang phục vụ bảo dưỡng

a. Công việc chế tạo và sửa chữa

- Trong khi chế tạo hoặc sửa chữa yêu cầu cụ thể về sản phẩm không khớp nhau.

- Vật liệu hàn không được chỉ rõ yêu cầu.

- Yêu cầu kỹ thuật về kích thước danh nghĩa không được chỉ ra. Không có cấp và miền dung sai.

- Bất hoàn thiện được xác định bằng mắt hoặc kiểm tra NDT không có yêu cầu định lượng rõ ràng.

b. Phát hiện hỏng hóc trong khi làm việc

Nếu trong khi làm việc các hỏng hóc hoặc khuyết tật được phát hiện thì có thể sử dụng khái niệm khả năng làm việc. Cần trả lời hai câu hỏi:

- Giả sử bỏ qua hỏng hóc hoặc khuyết tật đó, vấn đề gì xảy ra sau này nếu cứ dùng máy móc thiết bị, công trình?

- Nếu không, máy móc thiết bị, công trình đó có thể làm việc thêm bao lâu với hỏng hóc và khuyết tật đã phát hiện? Có cần dừng máy sửa chữa khuyết tật đó ngay không?

1.5.2. Tiêu chí hỏng hóc

Với việc sử dụng khái niệm khả năng làm việc thì các hỏng hóc “tiềm tàng” (có thể xảy ra sau này) phải được xem xét. Tiêu chí hỏng hóc là:

- Phá hủy dẻo (kích thích cưỡng bức)
- Phá hủy giòn
- Phá hủy mỏi
- Nứt tầng
- Ăn mòn, gỉ
- Mài mòn cào xước
- Mất ổn định (oằn)
- Nứt (tính chất vật liệu, ứng suất dư và dùng ứng suất cho phép)

Chương 2

KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG HÀN BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHÁ HỦY

Thử nghiệm phá hủy thường được tiến hành trên mẫu đối chứng, trên mô hình và đôi khi trên chính sản phẩm. Mẫu đối chứng được hàn theo công nghệ và vật liệu đúng theo liên kết hàn. Theo lệ thường các thử nghiệm cho phép nhận được các số liệu đặc trưng của độ bền, chất lượng và độ tin cậy của liên kết. Các mẫu hàn được thử phá hủy trong phòng thí nghiệm đại diện cho chất lượng các mẫu sản xuất. Người ta thử nghiệm cơ tính kim loại và liên kết hàn bằng kéo, uốn, va đập... Theo đặc trưng tải trọng tiến hành thử tĩnh, động và mỏi.

Các phương pháp thử nghiệm “không mẫu” như kiểm tra độ cứng, phân tích kim tương, phân tích hóa học, kiểm tra ăn mòn cũng được xếp vào nhóm này.

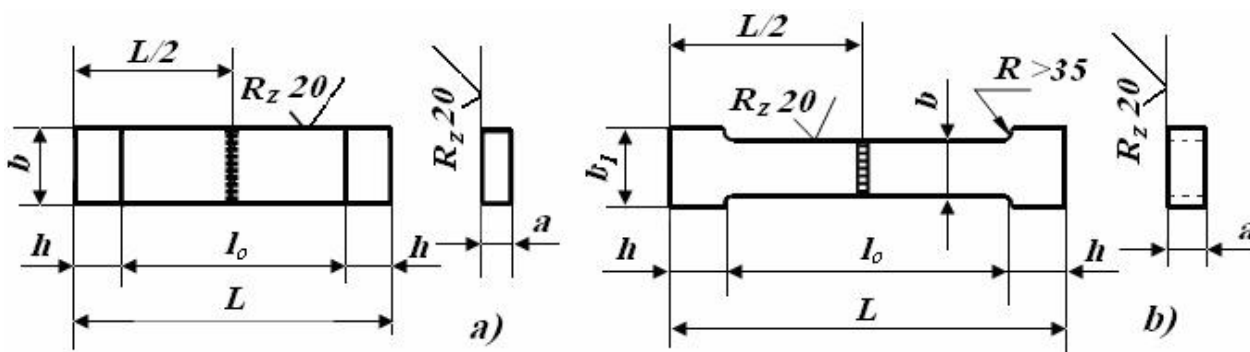
2.1. Kiểm tra cơ tính mối hàn

2.1.1. Thử kéo

a, Thử kéo tĩnh

Trong kiểm tra không phá hủy (KTPH) vật liệu thì thử kéo đóng vai trò rất quan trọng vì nó cung cấp các giá trị đặc trưng để tính toán độ bền mẫu. Ngoài ra nó còn cho biết khả năng biến dạng của vật liệu. Chính vì quan trọng như vậy nên kết quả thử phải được bảo đảm có thể làm lại được. Quy trình thử phải làm sao để các thông số như thiết bị, hình dạng mẫu, các bước thực hiện không ảnh hưởng đến kết quả.

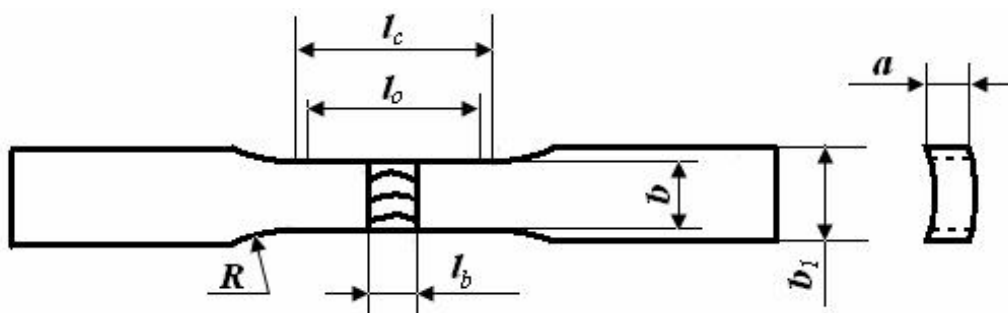
Để thử các phần của liên kết hàn và kim loại nóng chảy, người ta xác định độ bền phần yếu nhất của mẫu hàn giáp mối và hàn chồng. Hình dạng mẫu cho hàn tấm như (h.2.1), cho hàn ống như (h.2.2). Khi thử, kéo mẫu kiểm với lực tăng dần cho đến khi đứt (các thí nghiệm đã làm trong Sức bền vật liệu).



Hình 2.1- Mẫu thử hàn giáp mối tấm
a)- loại bình thường; b)- loại có vấu

Bảng 2-1 Kích thước các mẫu

Chiều dày kim loại cơ bản a (mm)	Kích thước mẫu (mm)			
	Chiều rộng làm việc b	Chiều rộng vấu kẹp b_1	Chiều dài làm việc l	Chiều dài tổng L
đến 6	$15 \pm 0,5$	25	50	$l+2h$
6 - 10	$20 \pm 0,5$	30	60	
10 - 25	$25 \pm 0,5$	35	100	
25 - 50	$30 \pm 0,5$	40	160	
50 - 70	$35 \pm 0,5$	45	200	



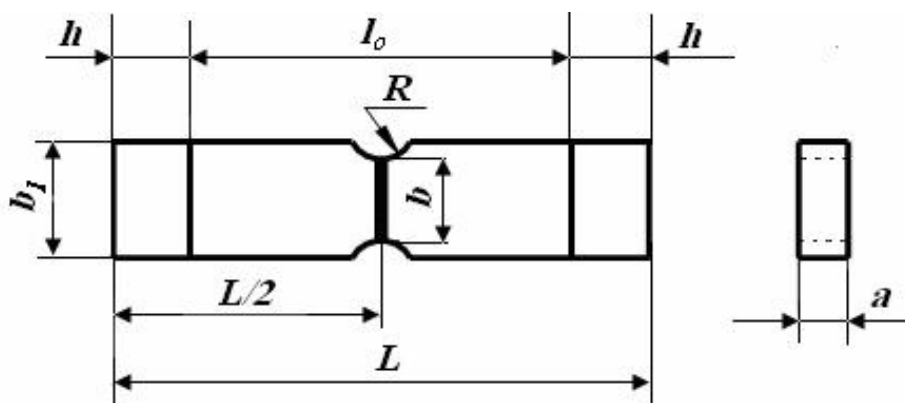
Hình 2.2- Mẫu thử hàn giáp mối ống

Ghi chú: Chiều dài phần vấu kẹp phụ thuộc vào loại máy thử

Khi thử kéo cần xác định các thông số sau:

- ❖ Giới hạn chảy σ_{ch} (MPa)
- ❖ Độ bền $\sigma_b = P/F_0$ trong đó: P - tải trọng lớn nhất khi đứt mẫu (N)
 F_0 - tiết diện ngang của mẫu ban đầu (mm^2)
- ❖ Độ giãn dài tương đối khi đứt $\delta = (l_1 - l_0)/l_0 * 100\%$
trong đó: l_0, l_1 - chiều dài mẫu ban đầu và sau khi đứt
- ❖ Độ co thắt tương đối khi đứt $\psi = (F_0 - F_1)/F_0 * 100\%$
trong đó: F_1 - tiết diện ngang của mẫu khi đứt

Trường hợp cần xác định độ bền của mối hàn thì mẫu có dạng như (h.III.14)



Hình 2.3- Mẫu xác định độ bền

Vì mẫu bị khoét lỗ ngay ở mối hàn nên khi kéo sự phá hủy sẽ xảy ra tại mối hàn. Độ bền khi thử tính theo công thức:

$$\sigma_b = k \cdot P / F_0 \text{ trong đó } k \text{ là hệ số, với thép thường lấy } k=0,9$$

Kích thước mẫu được giới thiệu trên bảng 3 -2

Bảng 2-2 Kích thước mẫu lõm

Chiều dày kim loại cơ bản	Chiều rộng công tác	Chiều dài công tác	Chiều rộng vấu kẹp	Bán kính lượn R	Chiều dài tổng
Đến 4,5	15± 0,5	40	25	8± 1	L= l+2h
4,5 – 10	20± 0,5	60	30	15± 1	
10 – 25	25± 0,5	80	38	20± 1	

Tiêu chí chấp nhận:

+ Nếu mẫu kiểm đứt tại mối hàn, kết quả đạt yêu cầu, với điều kiện độ bền tính toán σ_b không nhỏ hơn độ bền kéo cho phép $[\sigma_b]$ của kim loại cơ bản đó.

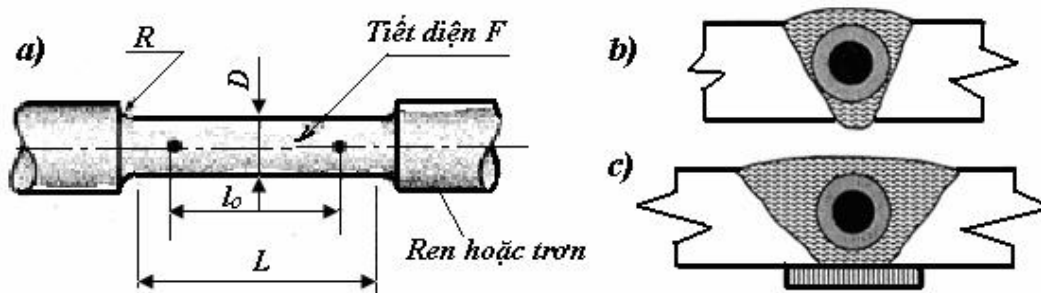
+ Nếu mẫu kiểm tra đứt bên ngoài mối hàn hoặc vùng nóng chảy, độ bền của liên kết hàn này được chấp nhận nếu nó có giá trị lớn hơn hoặc bằng 95% giá trị độ bền kéo cho phép $[\sigma_b]$ của kim loại cơ bản đó.

Báo cáo kết quả:

- + Loại mẫu kiểm tra, ví dụ mẫu có vấu.
- + Thông tin về việc có loại bỏ phần nhô của mối hàn đi hay không.
- + Các kích thước của mẫu kiểm tra.
- + Giá trị độ bền kéo σ_b [N/mm^2], hoặc [MPa]
- + Vị trí đứt.
- + Vị trí của bất kỳ khuyết tật nào nếu có.

b. Thử kéo kim loại đắp toàn mối hàn

Mục đích thử dùng trong trường hợp để phê chuẩn quy trình hàn cho một số ứng dụng đặc biệt, ví dụ cho vận hành ở nhiệt độ cao. Việc thử không chỉ đo độ bền kéo, mà còn đo giới hạn chảy và độ giãn dài tương đối.



Hình 2.4- Mẫu thử kéo kim loại đắp

a)- hình dáng; b)- phê chuẩn WPS; c)- phân loại điện cực hàn.

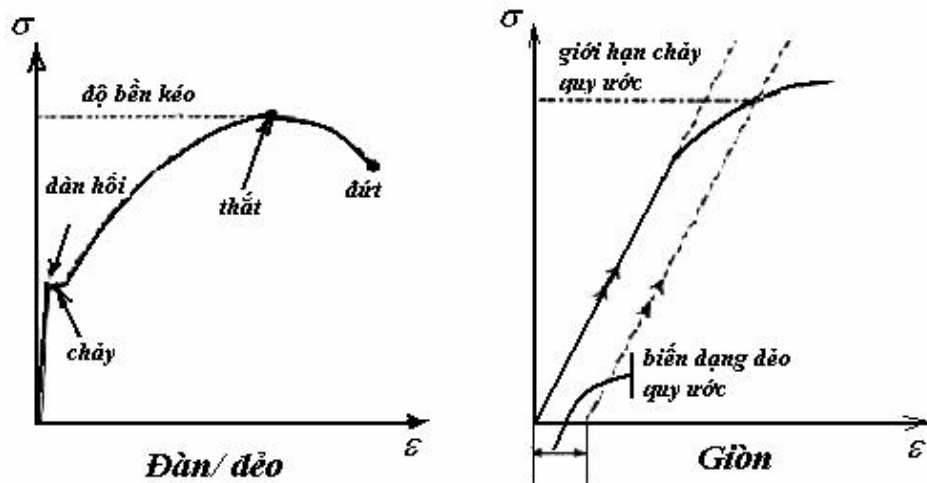
Nhà sản xuất vật liệu hàn đôi khi thực hiện thử kéo nhằm xác định que hàn/dây hàn đáp ứng các cơ tính mà tiêu chuẩn quy định để cấp chứng chỉ hợp cách cho loại vật liệu hàn đó.

Mẫu kiểm tra (h.2.4) được gia công từ kim loại mối hàn theo hướng song song với trục dọc mối hàn. Chiều dài đo của mẫu kiểm tra phải hoàn toàn là kim loại mối hàn.

Cách đặt lực và đo tương tự như khi kéo mẫu ở trên, lực kéo tăng liên tục và độ giãn dài tuyệt đối Δl được đo bằng các cảm biến gắn dọc đường sinh. Từ đó lập nên đồ thị quan hệ giữa độ giãn dài tương đối ε với ứng suất σ (h.2.5).

Báo cáo kết quả:

- + Loại mẫu kiểm tra.
- + Kích thước mẫu kiểm.
- + Độ bền kéo σ_b [N/mm^2], hoặc [MPa]
- + Độ giãn dài tương đối δ hoặc độ co thắt tương đối Ψ [%]
- + Vị trí và loại khuyết tật, nếu có.



Hình 2.5- Quan hệ giữa độ giãn dài tương đối với ứng suất kéo của các loại vật liệu

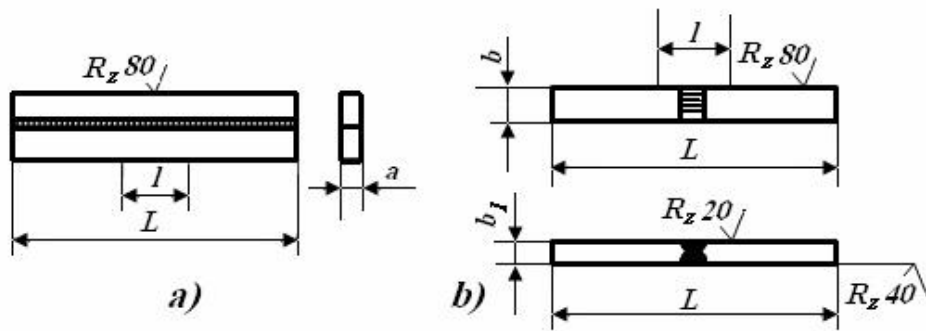
2.1.2. Thử uốn

a, Thử uốn tĩnh (uốn công nghệ)

Nhằm mục đích xác định độ toàn vẹn và tính dẻo của mối hàn giáp mối xem có đạt không. Thử uốn là quy trình thử công nghệ được áp dụng rộng rãi cho các liên kết hàn giáp mối. Đây là phương pháp thử rẻ tiền và đơn giản nhất để xác định khả năng biến dạng của liên kết hàn. Ở Đức thử uốn công nghệ đã được tiêu chuẩn hóa trong DIN 50121, còn theo Tiêu chuẩn Châu Âu là DIN EN 910.

Phép thử được tiến hành trên các mẫu phẳng từ liên kết hàn (h. 2.6).

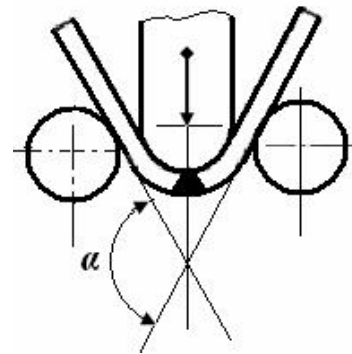
Khi cắt mẫu xong cần phải gia công phần nhô của mối hàn bằng mặt với kim loại cơ bản. Phần chịu uốn của mẫu có chiều dài l phải được giữa cạnh thành bán kính bằng 20% chiều dày mẫu nhưng không quá 3 mm



Hình 2.6- Mẫu thử uốn
a)- mối hàn dọc; b)- mối hàn ngang

Tùy từng trường hợp mà tiến hành uốn mặt (mẫu uốn lấy sao cho mặt mối hàn chịu kéo khi uốn); uốn chân/ đáy (mẫu uốn lấy sao cho đáy mối hàn chịu kéo khi uốn); uốn cạnh (mẫu uốn lấy sao cho mặt bên mối hàn chịu kéo khi uốn); uốn dọc (kéo mặt và đáy mối hàn).

Khi thử người ta xác định góc uốn α tại thời điểm xuất hiện vết nứt đầu tiên ở vùng chịu kéo của mẫu. Góc uốn đó đặc trưng cho biến dạng dẻo của liên kết hàn (h.2.7).

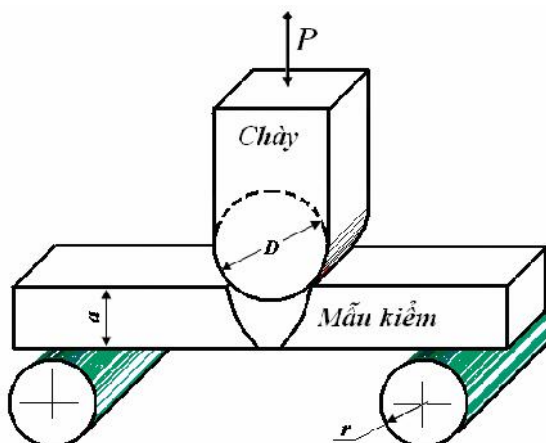


Hình 2.7- Thử uốn mặt ngang

Thí nghiệm được thực hiện trên máy nén theo sơ đồ trên (h.2.8). Chày ép thường có đường kính phân tiếp xúc với mẫu gấp hai lần chiều dày kim loại cơ bản ($D=2a$). Bán kính r của gối lựa chọn theo giá trị bảng 2-1 sau:

Bảng 2-1

a (mm)	<2	2 – 4	4 – 8	8 – 10	10 – 26	>26
r (mm)	2	4	8	10	20	25



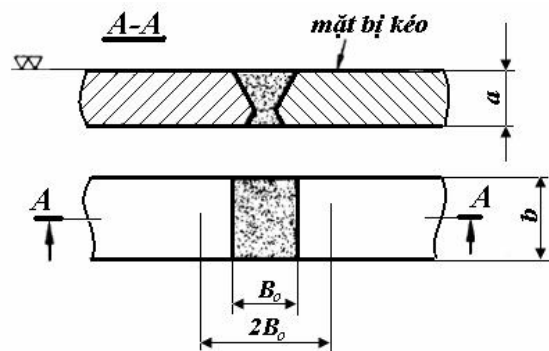
Hình 2.8- Thí nghiệm thử uốn và quan sát vết nứt

Để thử được chính xác, tốc độ ép không nên quá lớn ($<15 \text{ mm/ph}$). Khi ép đột ngột dễ sinh ra nứt hoặc phá hủy mẫu. Quá trình thử phải quan sát tỉ mỉ. Khi thấy xuất hiện rãnh nứt có chiều dài nhỏ hơn 5 mm , nếu tiếp tục tăng lực mà nó không phát triển thêm thì có thể tiếp tục uốn cho đến khi đạt góc uốn cho trước, hoặc ép kẹp. Giá trị góc α khi vết nứt đầu tiên xuất hiện được đo bằng thước chuyên dùng. Kỹ thuật thử uốn liên kết hàn có ảnh hưởng lớn đến góc uốn đo được. Trong trường hợp này các khuyết tật như rỗ, lẫn xỉ, không ngấu, cháy lem... làm sai lệch góc uốn.

Khi mẫu thử dày hơn 10 mm thì tiến hành thử uốn cạnh. Phép thử uốn cạnh cũng phát hiện được khuyết tật rất nhỏ tại vùng hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt theo chiều dày mỗi hàn.

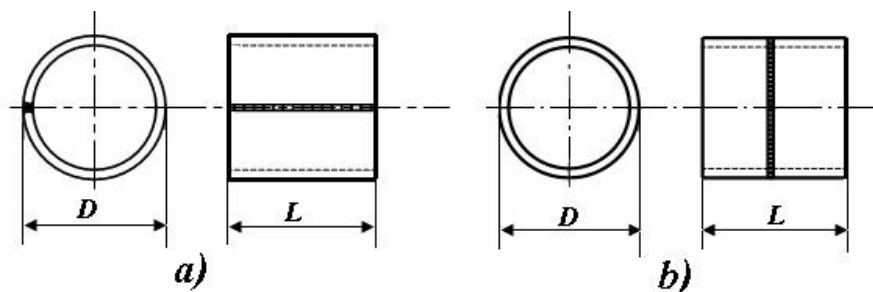
Thử uốn dọc được dùng để kiểm tra thời gian làm việc tin cậy của mỗi hàn giáp mối theo các loại vật liệu khác nhau khi ứng suất dọc theo mỗi hàn.

Thử uốn ngang được dùng để kiểm tra ứng suất ngang tác động vào mỗi hàn (h.2.9). Ở đây hệ số trượt khi uốn được xác định bằng tỉ số giữa độ giãn dài của chiều dài đo được với chiều dài ban đầu (%).



Hình 2.9- Chiều dài đảm bảo để xác định hệ số trượt khi uốn

Đối với liên kết hàn ống đường kính lớn, việc chuẩn bị mẫu cũng gần giống với hàn tấm, nhưng cần chú ý đến sự khác nhau giữa hàn theo đường sinh với hàn theo chu vi (h.2.10).



Hình 2.10- Mẫu ống thử uốn: a)- Đường sinh $D=L$; b)- Chu vi

Trên bảng 2-2 giới thiệu kích thước mẫu để uốn tĩnh khi hàn ống.
Bảng 2-2 Kích thước mẫu khi hàn ống

<i>Loại mẫu</i>	<i>Chiều dày a (mm)</i>	<i>Chiều rộng b (mm)</i>	<i>Chiều dài mẫu L (mm)</i>	<i>Chiều dài chịu uốn l (mm)</i>
Mối hàn dọc (đường sinh)	đến 5 5 – 50	$a + 15$ $a + 30$	$2,5D + 80$	$L/3$
Mối hàn ngang (chu vi)	đến 5 5 – 10 10 – 25	$1,5a (\geq 10)$ 20 30	$2,5D + 80$ $2,5D + 80$ $3D + 80$	

Ghi chú: D – đường kính chày ép (mm).

Góc uốn phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- Mức độ biến dạng và chất lượng vật kiểm như kích thước, chất lượng bề mặt, tỉ số giữa độ bền kim loại mối hàn với độ bền kim loại cơ bản.

- Bố trí và thực hiện quy trình thử như vị trí đáy, khoảng cách các gối đỡ, đường kính chày ép, tốc độ biến dạng.

Trường hợp mối hàn ống (dọc hay ngang) – nếu ống có đường kính nhỏ không thể cắt thành từng dải riêng thì chọn mẫu bằng cách để nguyên để nén bẹp.

Mức độ biến dạng dẻo được xác định bằng khoảng cách giữa hai mặt ép như (h.2.11). Giá trị b đo được khi xuất hiện vết nứt đầu tiên ở mối hàn.

Kết quả được chấp nhận với góc uốn tiêu chuẩn là không có nứt, rỗ ở mặt uốn chịu kéo; cũng có thể cho phép nứt ngắn hơn 3 mm.

Báo cáo kết quả:

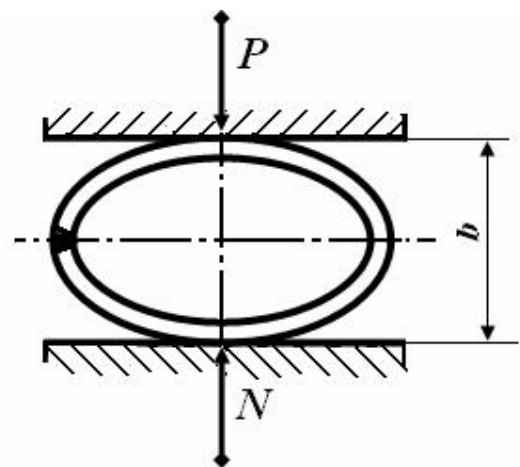
- Chiều dày và kích thước của mẫu thử.

- Hướng uốn (đáy, mặt hoặc bên).

- Góc uốn (90° , 120° , 180°).

- Đường kính chày uốn.

- Bề mặt liên kết sau khi uốn (loại và vị trí khuyết tật nếu có).



Hình 2.11- Sơ đồ thử uốn bằng nén bẹp

2.1.3. Thử độ dai và chạm (độ dai và đập)

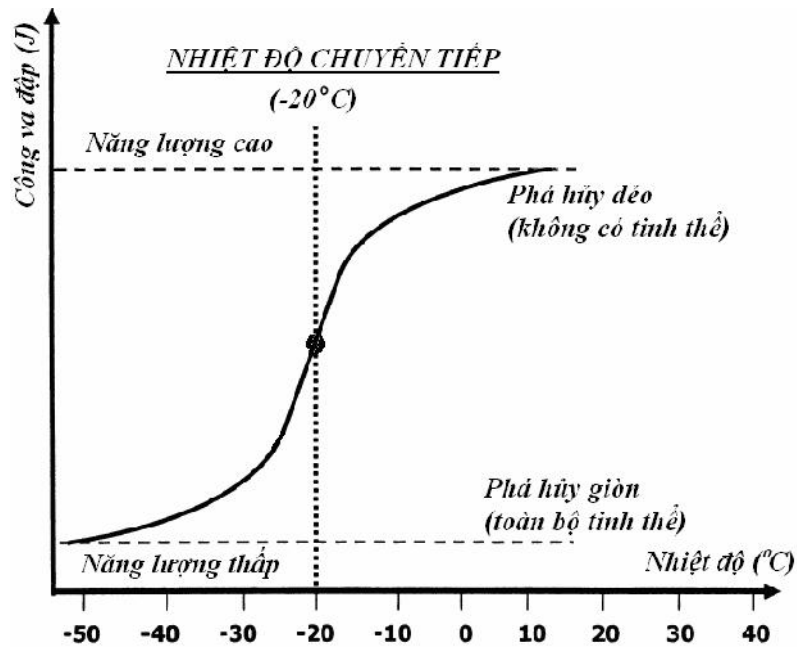
Độ dai và đập (a_k) là khả năng vật liệu chịu tải trọng động mà không bị phá hủy giòn.

Các giá trị độ dai và đập được quy định trong nhiều tiêu chuẩn, do nhiều vật liệu có thể bị phá hủy giòn, kể cả khi độ bền kéo đạt yêu cầu. Sự phá hủy này là đặc biệt nghiêm trọng khi vật liệu có rãnh hoặc vết khía trên bề mặt chịu tải trọng động.

Độ dai và đập a_k của kim loại trong vùng liên kết bằng tỉ số giữa năng lượng hấp thụ khi bị phá hủy (công phá hủy) mẫu với diện tích tiết diện ngang tại chỗ rãnh khía. Cũng cần chú ý rằng giá trị độ dai và đập a_k (thứ nguyên chuẩn là kJ/m^2) chỉ để tham chiếu chứ nó không có trong các phép tính sức bền.

Các điều kiện xuất hiện vết nứt bao gồm ứng suất do biến dạng theo các chiều vuông góc với ứng suất chính, trạng thái và sự tập trung ứng suất. Các giá trị năng lượng (công phá hủy) xác định từ sự thử độ dai và đập được dùng trong kiểm tra chất lượng vật liệu. So sánh các vật liệu, xác định sự biến thiên độ dai với nhiệt độ từ đó có thể xác định nhiệt độ chuyển tiếp.

Thép Mn và các thép hợp kim thấp có sự thay đổi đột ngột về khả năng chống lại sự phá hủy giòn khi nhiệt độ xuống thấp do đó các loại thép này có độ dai rất tốt ở nhiệt độ thường nhưng lại rất giòn khi nhiệt độ âm – như minh họa trên (h.2.12)



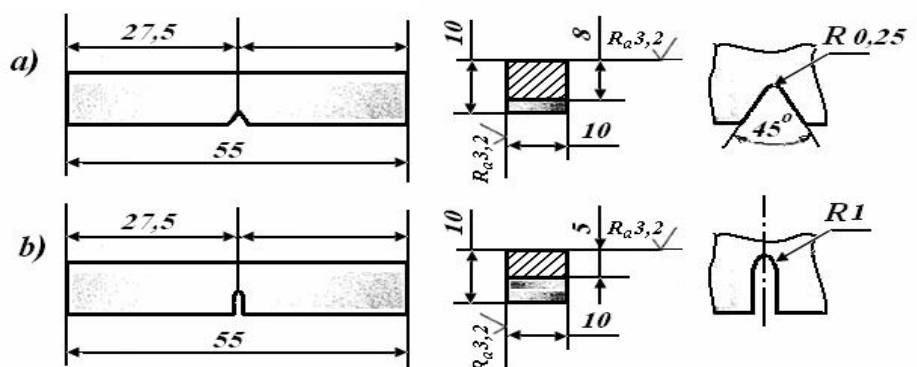
Hình 2.12- Nhiệt độ chuyển tiếp T_{ii}

Nhiệt độ chuyển tiếp T_{ii} là nhiệt độ tại đó độ dai và đập của vật liệu giảm mạnh. Biểu hiện thứ trên bề mặt phá hủy là dấu hiệu của phá hủy dẻo, biểu hiện dạng hạt tinh thể là dấu hiệu giòn. Có nhiều định nghĩa về nhiệt độ chuyển tiếp:

- Nhiệt độ thấp nhất, tại đó mẫu có tổ chức dạng thớ.
- Nhiệt độ tại đó tổ chức mẫu có 50% dạng thớ và 50% hạt.
- Nhiệt độ tương ứng giá trị năng lượng bằng 50% hiệu số giữa các giá trị đạt được 100% và 0% tổ chức thớ (hoặc hạt tinh thể).

- Nhiệt độ tương ứng giá trị năng lượng riêng.

Có nhiều phương pháp thử dai và đập, gồm Charpy- V, Charpy- I và Izod. Thử



Hình 2.13. Mẫu chuẩn đầy đủ thử dai và đập

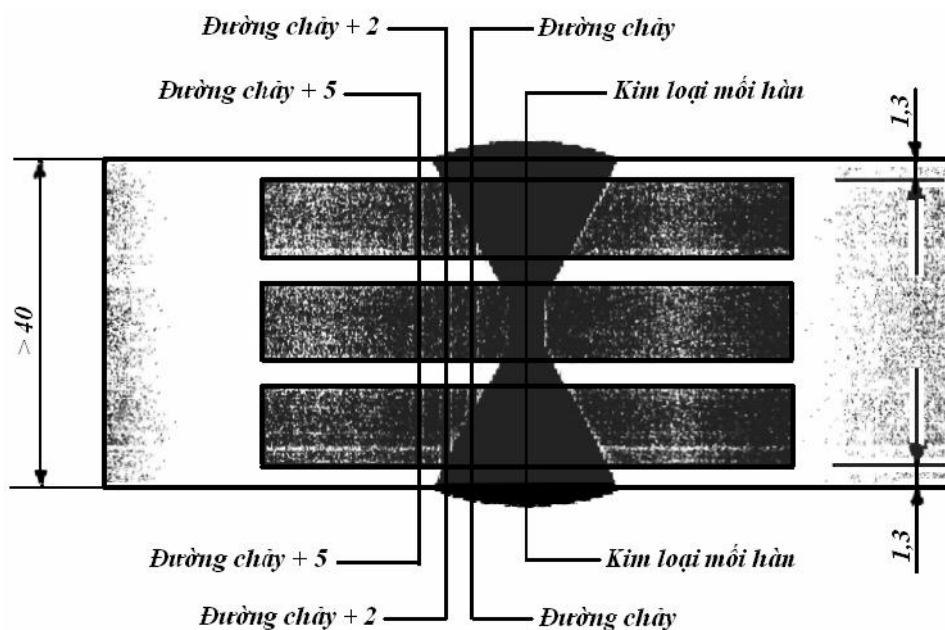
a)- rãnh V; b)- rãnh U

Charpy- V được dùng nhiều trên toàn thế giới do dễ kiểm tra mẫu thử với khoảng nhiệt độ rộng. Phương pháp thử này là đo năng lượng phát sinh và lan truyền, tạo thành nứt từ rãnh khía tại các mẫu chuẩn bằng tác động tải trọng va đập.

Phép thử được thực hiện trên mẫu theo tiêu chuẩn quốc tế (h.1.13). Có thể có các mẫu tiêu chuẩn hoá với kích thước nhỏ hơn như $10\text{ mm} \times 7,5\text{ mm}$ và $10\text{ mm} \times 5\text{ mm}$.

Tùy thuộc vào mục đích thử mà rãnh khía được bào/ cưa ở các vị trí khác nhau tại đường tâm mối hàn, vùng nóng chảy hay vùng ảnh hưởng nhiệt (h.2.14). Ngoài ra hướng trục của rãnh khía cũng được chú ý, chúng có thể song song hay vuông góc với bề mặt hàn (theo DIN EN 875).

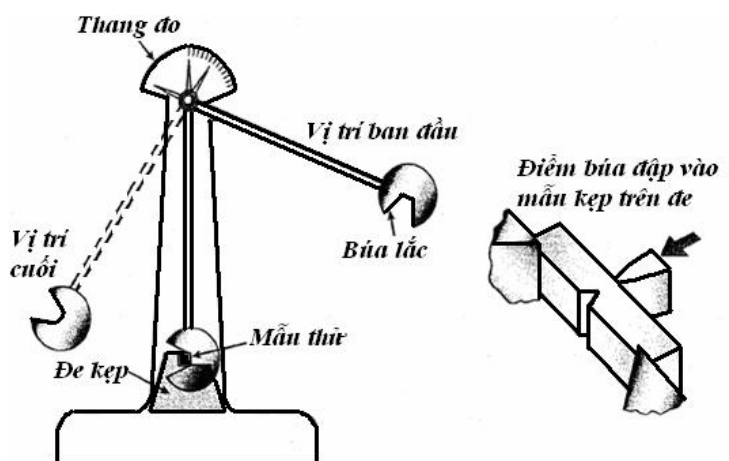
Phương pháp thử: Mẫu thử được làm lạnh bằng cách nhúng vào bể chất lỏng và giữ ở nhiệt độ kiểm.



Hình 2.14- Nơi lấy mẫu thử tiêu biểu

Sau khi ổn định ở nhiệt độ thấp vài phút mẫu được chuyển nhanh vào đe kẹp của máy thử và búa lắc thả nhanh ra đập vào mẫu tại phía đối diện với rãnh. Hình dáng chính của máy thử và đập được chỉ trong (2.15).

Năng lượng hấp thụ khi búa lắc đập vào mỗi mẫu thử được chỉ ra trên thang đo của máy, đơn vị là Joules (J).
Tiêu chí chấp nhận: Kết quả mỗi lần thử được ghi vào và



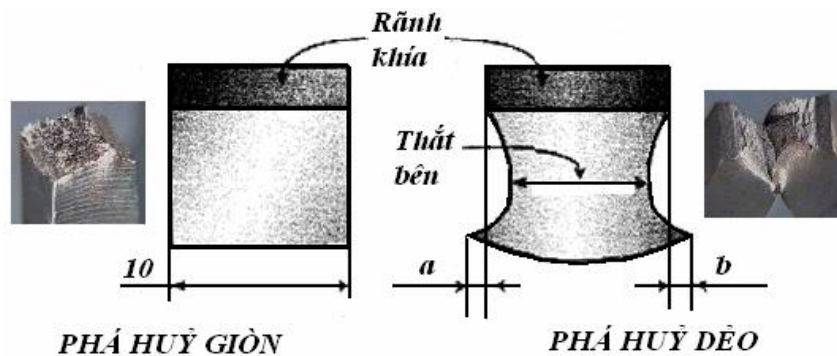
Hình 2.15- Máy thử và đập và vị trí búa đập

tính trung bình cộng mỗi bộ gồm 3 mẫu. So sánh các giá trị này với giá trị theo Tiêu chuẩn hoặc do khách hàng đưa ra xem có đạt không.

Sau khi kiểm tra độ dai va đập người ta thu được các thông tin về đặc trưng độ dai và bổ sung vào biên bản cụ thể là (h. 2.16):

- Thành phần hạt tinh thể - bề mặt bị phá hủy mà có hạt tinh thể chỉ ra mức độ phá hủy giòn; 100% chứng tỏ rằng hoàn toàn giòn.

- Giãn bên – tăng chiều rộng phía mẫu đối diện với rãnh khía – giá trị $(a+b)$ càng lớn thì độ dai va đập của mẫu càng cao.



Hình 2.16- Thông tin phá hủy giòn và dẻo

Các mẫu thể hiện tính rất giòn sẽ có cả hai nửa mặt gãy rất phẳng và giãn ra hai bên rất ít. Các mẫu thể hiện tính rất dai sẽ có nứt ít, bề mặt không bị phá hủy và giãn nhiều về hai bên.

Báo cáo kết quả:

- + Các kích thước và vị trí của mẫu thử.
- + Vị trí và hướng vết cắt khía (so với môi hàn trên mẫu hàn).
- + Nhiệt độ thử.
- + Mức năng lượng hấp thụ $[J]$
- + Mô tả vết gãy (phá hủy giòn hay dẻo), thắt bên, phân kết tinh.
- + Vị trí khuyết tật, nếu có.

2.2. Kiểm tra cấu trúc kim loại của liên kết hàn

Bề mặt đã được chuẩn bị có thể được khảo sát trước và sau khi tẩm thực theo các tiêu chuẩn hoặc các đặc tính riêng hợp lý.

2.2.1. Kiểm tra thô đại (cấu trúc vĩ mô)

Cấu trúc thô đại được nghiên cứu trên các lát mài và chỗ gãy của mối hàn khi phóng lên khoảng 20 lần. Ngoài phân tích mẫu hàn kỹ thuật này cũ ng được dùng để đánh giá sản phẩm luyện thép sau khi đúc, gia công áp lực nên khi cung cấp thép một số nhà sản xuất cũng trình các kết quả phân tích.

Các tấm mẫu được cắt ngang hoặc theo mặt mối hàn và được gia công tương ứng với các lát cắt phân lớp hoặc ngang bằng cách mài trên các đĩa mài có độ hạt 60 đến 240 rồi được đánh bóng bằng phớt. Sau đó tẩm thực từng kim loại với mục đích nghiên cứu. Ví dụ mối hàn thép C có thể không cần mài và đánh

bóng bề mặt tiết diện, chỉ cần đặt mẫu vào dung dịch 50% $HCl + H_2O$ và nấu sôi trong 30 phút.

Giao diện mỗi hàn với vùng ảnh hưởng nhiệt, sự phân lớp kim loại cơ bản, cấu trúc thô đại của mỗi hàn (hình dáng, kích thước, hướng kết tinh, vùng thiên tích, xếp co ngót) đều được thể hiện trên lát mài thô đại. Trên lát cắt cũng quan sát thấy khuyết tật mỗi hàn (không nóng chảy, không nguội, lẫn tạp chất, rỗ khí và nứt...). Việc tìm kiếm khuyết tật hoặc theo tiêu chuẩn quan sát ngoại dạng (VT) hoặc trực tiếp theo độ phóng đại đến 5 lần.

Quan sát mặt gãy người ta xác định được mối quan hệ của bề mặt chảy loãng với đặc trưng kết tinh khi bị phá hủy. Mối quan hệ này được dùng như chỉ tiêu chất lượng của tính dẻo mỗi hàn. Thông thường người ta hay chụp ảnh bề mặt lát cắt làm biên bản lưu giữ, ảnh đó theo tiếng Anh là photomacrograph (h.2.17).

Để biểu thị mức độ thiên tích lưu huỳnh trong kim loại cơ bản và mỗi hàn người ta sử dụng phương pháp vết hãn Baumann. Đặt tấm giấy ảnh phát sáng đã nhúng sơ bộ vào dung dịch axit lên lát mài thô đại. Sau ba đến năm phút tấm giấy được gỡ ra xử lý. Các vết vàng - nâu ứng với vùng tiết diện có chứa nhiều lưu huỳnh.



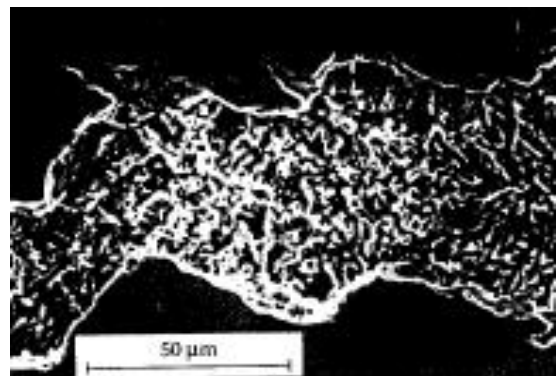
Hình 2.17- Photomacrograph của mỗi hàn

2.2.2. Kiểm tra tế vi (cấu trúc vi mô)

Cấu trúc vi mô được nghiên cứu trên các lát mài sau khi đánh bóng và tẩm thực sâu từ 5 – 10 μm với độ phóng đại 50 – 2000 lần. Trên các lát mài vi mô người ta xác định tổ chức vi mô của mỗi hàn và vùng lân cận. Các vết nứt và rỗ vi mô cũng được thể hiện trên lát mài. Phân tích kim tương cũng thường được dùng để đánh giá dị thường luyện kim như các chất kết tủa phase thứ ba, các hạt lớn lên quá mức. Phương pháp kiểm tra định lượng như xác định thành phần phase hoặc xác định kích thước hạt được thực hiện kết hợp cùng với phân tích cấu trúc thô đại (h.2.18).



Hình 2.18- Cấu trúc vi mô



Hình 2.19- Liên kết hạt khi nứt và hình nhánh cây trên bề mặt phá hủy.

Phân tích cấu trúc tế vi có thể theo dạng đánh giá cân bằng phase từ phần nhô đến đáy mỗi hàn, kiểm tra tạp chất phi kim hoặc kết tủa phase thứ ba. Bảng 2-3 nêu các đặc điểm đánh giá kim tương. Khảo sát sự phát triển hạt cũng được dùng để tìm nguyên nhân tại sao kết quả thử cơ tính thấp. Ví dụ hạt dạng hình kim làm độ dai va đập giảm đi nhiều (h 2.19).

Bảng 2-3 Hướng dẫn đánh giá các đặc điểm bằng phân tích kim tương

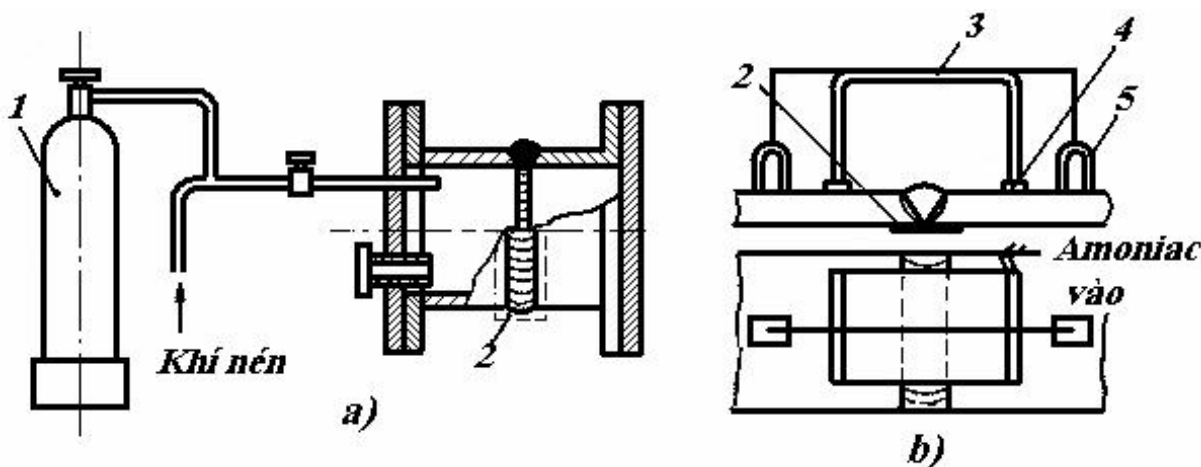
Các đặc điểm	Khuyết tật theo EN 26520	Thô đại không tằm thực	Thô đại có tằm thực	Kim tương không tằm thực	Kim tương có tằm thực	Ghi chú
1. Nứt nóng	100	X	X	X	X	
2. Nứt nguội	100	X	X	X	X	Trừ Al
3. Nứt tầng	100	X	X	X	X	
4. Rỗ	200	X	X	X	X	
5. Lẫn	300	X	X	X	X	
6. Không ngẫu/ thấu	400	X	X	X	X	
7. Dạng hình học	500	X	X			
8. VAN			X		X	
9. Các lợt và lớp			X		(X)	
10. Biên giới hạt				(X)	X	
11. Cấu trúc hạt					X	
12. Cấu trúc kết tinh			X		X	
13. Chuẩn bị liên kết		(X)	X	X	X	
14. Hướng cán/ ép chảy			X		X	
15. Hướng tổ chức thớ/ hạt			X		X	
16. Thiên tích			X		X	
17. Kết tủa					X	
18. Sửa		(X)	X	(X)	X	
19. Ảnh hưởng cơ/ nhiệt			X		X	
Chú ý: X - đặc điểm thể hiện; (X) - đặc điểm không thể hiện						

Chương 3 KIỂM TRA ĐỘ KÍN

3.1. Kiểm tra độ kín bằng khí NH₃

Phương pháp kiểm tra độ kín dựa vào việc dùng các phản ứng hóa học để phát hiện mạch rò. Các vật kiểm có dạng kín – bình chứa, thành phần của hệ thống thủy khí chịu áp lực, cũng như dạng hở - phôi hàn, bồn chứa chất lỏng. Khi kiểm tra người ta quét lên mỗi hàn hoặc chỗ cần kiểm lớp bột nhão chỉ thị, hoặc đặt lên đó dải chỉ thị (giấy lọc hay băng vải sáng màu). Trong vật kiểm tạo nên áp suất dư của khí thử. Chất thử là NH₃ xuyên qua mạch rò mỗi hàn, tác dụng với chất chỉ thị tạo nên dấu vết dễ nhận. Quá trình kiểm tra gồm các bước sau (h. 3.1):

- Thử thủy lực hoặc khí nén.
- Đưa khí kiểm (hỗn hợp chứa 1% – 10% amoniac) vào vật đến áp suất thử.
- Dán lên vị trí cần kiểm các băng chỉ thị (dung dịch nitride thủy ngân HgNO₃ nồng độ 5% hoặc dung dịch phenolftalein) và giữ một thời gian nhất định từ 10 – 20 phút.
- Quan sát các vết đen và tím trên băng chỉ thị để xác định mạch rò.



Hình 3.1- Sơ đồ kiểm tra bằng amoniac: a)- Bình kín; b)- Kết cấu hở;
1)- amoniac; 2)- băng chỉ thị; 3)- hộp kín; 4)- cao su; 5)- nam châm

Chế độ kiểm tra (thành phần khí kiểm và chất chỉ thị, giá trị áp suất thử, thời gian lưu giữ) theo điều kiện kỹ thuật của vật kiểm. Phương pháp này có độ nhạy ($5.10^{-4} \text{ mm}^3.MPa/s$) và năng suất cao hơn phương pháp tạo bột khí nén.

Bột nhão chỉ thị dùng để kiểm tra rò rỉ với NH₃ bao gồm: chất chỉ thị creozol đỏ, thạch agar, cồn (1%), glycerin (10%) và nước cất. Bột nhão này cùng hỗn hợp amoniac-không khí không gây gỉ nhôm và hợp kim bền nhiệt.

Khi sử dụng khí kiểm CO₂ thì bột nhão chỉ thị có thành phần (theo trọng lượng): nước cất - 40; thạch agar -1; phenolftalein -0,15; soda khô - 0,01. Chỗ rò được phát hiện nhờ vết không màu trên nền nâu đỏ. Độ nhạy $5.10^{-3} \text{ mm}^3.MPa/s$, nếu phối hợp hợp lý thì độ nhạy đạt $2.10^{-4} \text{ mm}^3.MPa/s$.

Tùy theo hình dáng của khoang bên trong vật kiểm mà dùng các cách khác nhau cho khí kiểm vào. Nếu khoang có hình dáng đơn giản - ban đầu đưa NH_3 vào, sau đó bơm không khí đến áp suất cần thử. Nếu khoang có dạng hốc, ngách cụt – phải chuẩn bị hỗn hợp amoniac trước rồi mới bơm vào. Nếu trong khoang có nhiều góc ngách, lỗ nhỏ - ban đầu hút chân không xuống còn $10^{-3} - 10^{-4}$ MPa, sau đó cho dần hỗn hợp NH_3 vào rồi bơm đến áp suất cần thử.

Sau khi kiểm xong, tiến hành thổi nitơ hoặc không khí khô vào vật kiểm. Các vị trí liên kết hàn của vật hờ được kiểm tra hóa học bằng các buồng hút kín để tạo nên áp suất cần thiết.

Khi tiến hành kiểm tra rò rỉ bằng phương pháp hóa học ngoài việc tuân thủ an toàn về các thiết bị áp lực, còn phải thực hiện công tác an toàn về phòng cháy, chống các loại khí độc như phenolftalein hoặc HgNO_3 .

3.2. Kiểm tra độ kín bằng áp lực khí

Phương pháp này được dùng để kiểm tra các kết cấu hàn, hàn vảy dạng kín và hờ. Không khí được dùng làm chất kiểm và chất thử. Chỉ thị rò là các chất tạo bọt. Có hai cách thực hiện phương pháp khí nén: kiểm tra bằng khí nén với việc bôi chất tạo bọt và kiểm tra bằng dòng khí nén.

3.2.1. Kiểm tra bằng khí nén với việc bôi chất tạo bọt

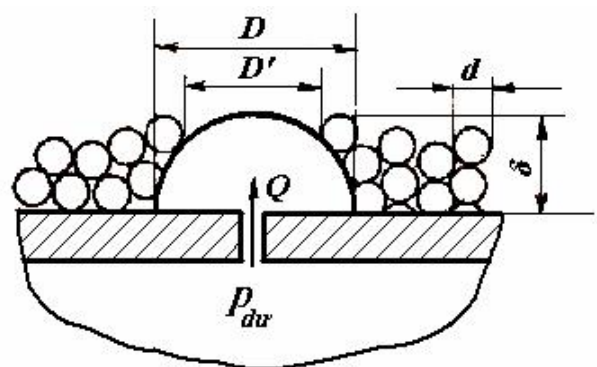
Cách này được dùng để kiểm tra các kết cấu hàn chứa chất lỏng hoặc khí. Sau khi làm kín vật kiểm người ta tạo nên áp suất thử thường bằng 1,1 – 1,2 áp suất làm việc. Để bảo vệ vật kiểm khi áp suất tăng đột ngột cần phải lắp van an toàn vào hệ thống.

Xác định độ lớn và vị trí mạch rò bằng cách bôi chất tạo bọt lên bề mặt ngoài của vật kiểm. Thành phần của các chất này phụ thuộc vào nhiệt độ khi tiến hành kiểm tra, thường có nước, xà phòng, glycerin, NaCl , CaCl_2 .

Chất tạo bọt được bôi lên bề mặt vật kiểm bằng chổi quét hoặc bằng súng phun bọt chuyên dùng.



Hình 3.2- Cách kiểm tra bằng chất tạo bọt



Hình 3.3- Sơ đồ tạo bọt tại chỗ rò:
 D và D' – đường kính thực và nhìn thấy của bọt;
 Q – lưu lượng khí thử; d – đường kính bọt sủi;
 δ – chiều dày khối bọt sủi

Nếu có khuyết tật thì ngay lập tức xuất hiện bong bóng của chất tạo bọt (h.3.2). Các chỗ rò được sửa theo điều kiện kỹ thuật.

Để phát hiện mạch rò cục bộ thì đường kính của bọt nhìn thấy chưa vỡ phải lớn hơn đường kính bọt cơ bản tụ thành đám ít nhất ba lần, tức là $D \geq 3d$ (h.3.3).

Độ nhạy của phương pháp kiểm tra có thể được đánh giá theo công thức:

$$q = C \frac{\pi D_{\min}^3}{6t} p_{at} \quad (3.1)$$

Trong đó:

q – lượng không khí thoát ra nhỏ nhất ghi được

D_{\min} - đường kính nhỏ nhất của bọt tạo thành

t – thời gian từ lúc hình thành đến khi tan bọt

p_{at} – áp suất khí quyển

C – hệ số chuyển đổi đơn vị.

Phương pháp đã nêu có thể phát hiện được khuyết tật đường kính đến 10^{-3} mm. Độ nhạy tới hạn của phương pháp này theo giá trị dòng khí từ $7 \cdot 10^{-4} - 10^{-3}$ mm³.MPa/s. Khi tiến hành kiểm tra bằng khí nén phải tuân thủ nghiêm các quy định về an toàn trong vận hành thùng chịu áp lực. Để tránh nổ khi kiểm tra phải thực hiện ở những nơi có cách li với trang bị bảo vệ tương ứng.

3.2.2. Kiểm tra bằng dòng khí nén

Được dùng để kiểm tra độ kín các kết cấu hờ kích thước lớn. Một phía của liên kết hàn được quét chất tạo bọt, còn phía kia thổi luồng khí nén được cấp qua ống mềm với áp suất dư 0,04 – 0,05 MPa. Dòng khí phải vuông góc với bề mặt kiểm. Khoảng cách giữa đầu vòi đến bề mặt kiểm không được quá 50 mm. Vị trí và độ lớn của mạch rò được xác định theo bong bóng của chất tạo bọt

Theo tiêu chuẩn ГОСТ 3242 – 69 các liên kết giáp môi, chữ T và hàn góc được kiểm tra bằng dòng khí nén phải có chiều dày không quá 10 mm. Khi đó tại liên kết có thể phát hiện được khuyết tật thâm xuyên – rò rỉ kim, nứt, cháy thủng, không ngấu với đường kính đến 0,5 mm.

3.3. Kiểm tra độ kín bằng áp lực nước

Các loại hệ kín (bình chứa, ống dẫn, các hệ thống thủy lực), làm việc dưới áp suất dư được kiểm tra bằng áp suất thủy tĩnh. Khi kiểm tra các hệ thống làm việc dưới tác động của chất lỏng, người ta dùng chính chất chứa để làm chất thử và chất kiểm. Một vài hệ thống chứa chất khí thì người ta kiểm tra bằng nước hoặc các chất lỏng khác.

Thứ tự thực hiện:

- Điền đầy chất chứa (chất lỏng làm việc hoặc nước) vào vật kiểm.
- Làm kín vật kiểm rồi bơm để tạo áp suất dư cần thiết trong vật kiểm.
- Giữ vật kiểm dưới áp suất thử trong một thời gian xác định.
- Quan sát vật kiểm, tìm chỗ đọng nước bên ngoài, hoặc thay đổi chỉ thị của giấy lọc như vết của chất chứa.
- Khi phát hiện được chỗ rò, ghi nhận giá trị rồi xả áp.

Chế độ kiểm tra (chất thử và chất kiểm; giá trị áp suất dư; thời gian giữ; thời gian đặt giấy lọc...) được xác định theo yêu cầu kỹ thuật của vật kiểm.

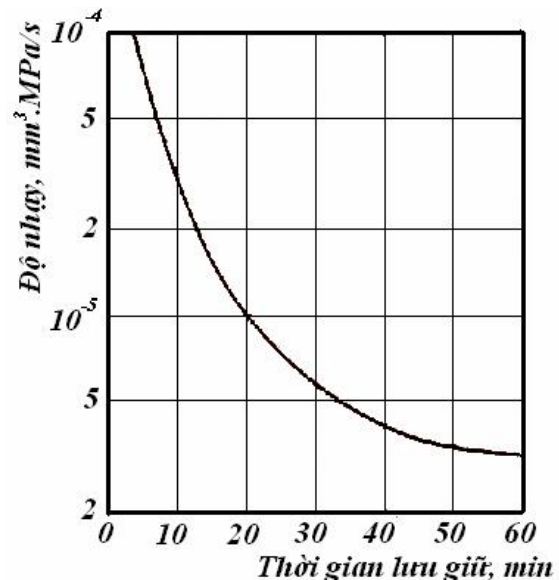
Trước khi thử kín, vật hàn cần được kiểm tra sơ bộ bằng các phương pháp KTKPH khác để phát hiện nứt, không ngấu, rỗ... ảnh hưởng đến độ bền và độ kín ra sao.

Để đảm bảo độ tin cậy cần thiết cũng như để cơ khí hóa các nguyên công, khi kiểm tra kết cấu hàn sản xuất hàng loạt bằng rò rỉ người ta tiến hành kiểm tra trong các xưởng thủy lực riêng.

Độ nhạy của phương pháp là kích thước giới hạn của chỗ rò ghi lại được xác định bằng đường kính vết chất chứa trên nền giấy lọc. Kích thước vết phụ thuộc vào thời gian lưu giữ dưới áp suất thử. Trên (h.3.4) chỉ ra quan hệ giữa độ nhạy và thời gian lưu giữ của dầu AMГ-10 khi đường kính vết dầu trên giấy lọc là 2 mm. Độ nhạy của phương pháp tăng đáng kể khi tăng thời gian giữ đến 15 phút, sau đó tăng ít đi. Với thời gian giữ như vậy độ nhạy của phương pháp khoảng $2 \cdot 10^{-5} \text{ mm}^3 \cdot \text{MPa/s}$, điều này tương đương với dòng khí thoát ra dưới áp suất 0,1 MPa bằng $3 \cdot 10^{-2} \text{ mm}^3 \cdot \text{MPa/s}$

Trong nhiều trường hợp kiểm tra độ kín mỗi hàn các vật kín làm việc chịu áp lực (bình chứa, lò hơi ống dẫn khí...) người ta đồng thời thử độ bền. Nước được dùng làm chất thử và chất kiểm.

Trước khi thử người ta làm kín tất cả các nắp nhìn, họng, các ống nối được vặn kín lại, các lỗ bịt bằng nắp (hàn hoặc chèn gỗ...), trừ chỗ cho nước vào và cho khí ra. Cho nước vào, làm kín lại rồi dùng bơm tạo áp suất dư trong vật kiểm. Giá trị ứng suất dư theo tiêu chuẩn tương ứng và thường lấy bằng 1,5 – 2 lần áp suất làm việc.



Hình 3.4- Độ nhạy phương pháp thử kín thủy tĩnh và sự phụ thuộc vào thời gian lưu giữ

Giữ áp suất dư trong vật kiểm khoảng 5 – 6 phút theo các điều kiện kỹ thuật xác định. Sau đó giảm áp suất đến giá trị làm việc, gõ nhẹ vào thành bằng đầu búa tròn tại những điểm cách mép hàn 15 – 20 mm, đồng thời quan sát mối hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt. Mức độ kín khít của vật kiểm và vị trí rò được xác định theo sự giảm áp; mạch rò trên bề mặt có dạng tia hoặc giọt nước; cũng như vùng đọng nước trên bề mặt. Bằng cách kiểm tra độ kín như thế có thể phát hiện các khuyết tật (mạch rò) có đường kính khoảng 1 μm. Để tránh phải thử lại những chỗ nghi ngờ, trước khi thử thủy tĩnh người ta đã thổi vào vật kiểm có kết cấu phức tạp các luồng khí nén thích hợp với áp suất 0,02 – 0,03 MPa.

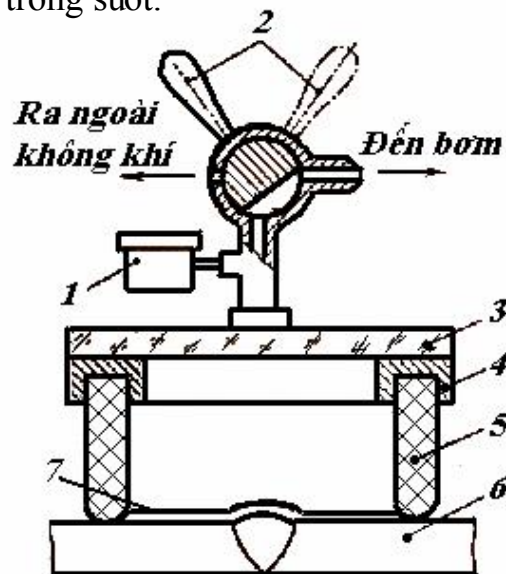
Khi tiến hành kiểm tra bằng áp suất thủy tĩnh cần phải tuân thủ các quy định về an toàn của các bình, thùng chứa... chịu áp lực.

3.4. Kiểm tra độ kín bằng phương pháp chân không

Đây là dạng khác của phương pháp kiểm tra khí nén với việc bôi chất tạo bọt. Phương pháp này được dùng để kiểm tra rò rỉ các kết cấu hàn dạng hở mà chỉ tiếp cận được một phía. Dụng cụ sử dụng là buồng hút chân không xách tay, đặt vào liên kết cần kiểm tra.

Sau khi quét chất tạo bọt lên liên kết hàn, người ta đặt buồng chân không vào chỗ cần kiểm tra. Nhờ bơm chân không áp suất trong khoang được giảm đến giá trị theo điều kiện kỹ thuật. Tùy theo yêu cầu về độ kín của liên kết mà áp suất trong khoang có thể giảm xuống giới hạn 0,02 – 0,09 MPa. Do áp suất giảm, không khí qua các mạch rò tràn vào khoang tạo thành bong bóng. Quan sát độ lớn của bong bóng qua cửa nhìn trong suốt.

Khi kết thúc kiểm tra vặn van ba ngã (h.3.5) cho không khí ngoài vào khoang rồi chuyển dụng cụ đến vị trí tiếp theo. Tùy thuộc vào hình dáng ngoài của vật kiểm và dạng liên kết hàn có thể dùng buồng chân không phẳng, góc hoặc tròn. Để giảm công lao động, các nguyên công kiểm tra được cơ khí hóa bằng xe có các bộ buồng chân không khác nhau phù hợp với liên kết hàn.



Hình 3.5. Sơ đồ phương pháp chân không: 1)- đồng hồ đo; 2)- van ba ngã; 3)- kính nhìn; 4)- khung kim loại; 5)- thành cao su; 6)- vật kiểm; 7)- màng.

Chương 4

MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP KIỂM TRA KHÔNG PHÁ HỦY

* *Kiểm tra không phá hủy* (KTKPH) là sử dụng các phương pháp vật lý để phát hiện các khuyết tật bên trong cấu trúc vật liệu, chi tiết, sản phẩm... mà không làm tổn hại đến khả năng hoạt động, chịu tải sau này của chúng. KTKPH liên quan đến việc phát hiện khuyết tật trong vật kiểm nhưng bản thân nó không thể dự đoán những nơi nào khuyết tật sẽ hình thành và phát triển.

* Đặc điểm – Các phương pháp KTKPH có đặc điểm chung:

- Sử dụng một môi trường để kiểm tra sản phẩm
- Sự thay đổi trong môi trường kiểm tra chứng tỏ trong vật kiểm tồn tại bất liên tục.

- Là phương tiện để phát hiện sự thay đổi trong môi trường kiểm tra.

- Giải đoán những thay đổi để nhận biết các thông tin về khuyết tật trong vật kiểm.

* Phân loại

Theo tiêu chí nhiệt động lực có thể chia các phương pháp vật lý dò khuyết tật không phá hủy làm hai nhóm:

- Các phương pháp liên quan đến việc sử dụng truyền năng lượng;
- Các phương pháp sử dụng chuyển động của vật chất.

Theo SNT-TC-1A-2006 các phương pháp KTKPH được chia ra:

- Phát xạ âm
- Điện từ - gồm bốn phương pháp:
 - + Đo trường dòng xoay chiều (AC Field Measurement)
 - + Dòng xoáy
 - + Rò thông lượng (Flux Leakage)
 - + Trường xa (Remote Field)
- Laser - gồm hai phương pháp:
 - + Đo biên dạng
 - + Toàn ảnh laser (Holography/ Shearography)
- Rò rỉ (Thử kín) - gồm bốn phương pháp:
 - + Thử bọt
 - + Thay đổi áp suất
 - + Halogen Diode
 - + Đo khối phổ (Mass Spectrometer)
- Thẩm mao dẫn
- Rò từ thông (Magnetic Flux Leakage)
- Bột (hạt) từ
- Chụp ảnh neutron
- Chụp ảnh bức xạ

- Nhiệt/ Hồng ngoại
- Siêu âm
- Phân tích dao động
- Ngoại dạng

Ngoài ra theo đặc tính của trường vật lý hoặc khối chất chuyển động tác động tương hỗ với vật kiểm có thể chia các dạng KTKPH theo các dấu hiệu sau:

- Theo đặc trưng tác động tương hỗ của trường vật lý hoặc vật chất với vật kiểm, ví dụ các phương pháp phát ra và phản xạ đối với sóng âm, sóng ánh sáng, sóng bức xạ, sóng vô tuyến, sóng nhiệt; phương pháp cảm ứng đối với dạng kiểm tra từ tính...

- Theo các thông số thông tin sơ bộ, ví dụ biên độ/ pha đối với dạng âm/ điện từ; màu/ huỳnh quang đối với dạng thám mao dẫn/ kiểm tra rò rỉ

- Theo khả năng chỉ thị thông tin sơ bộ (áp điện, cảm ứng, hóa học...)

- Theo khả năng thể hiện thông tin cuối cùng (nhìn thấy, sờ thấy, ảnh tia X, âm thanh, ánh sáng,...)

Rõ ràng rằng cách phân loại duy nhất theo dấu hiệu cho tất cả các dạng kiểm tra trên là không thể. Trong kiểm tra chất lượng hàn chỉ sử dụng một số phương pháp kể trên.

4.1. Kiểm tra bằng dung dịch chỉ thị màu

4.1.1. Cơ sở vật lý của phương pháp thám mao dẫn.

a. Khái niệm

Phương pháp này được dùng để phát hiện và định vị các khuyết tật trên bề mặt hoặc thông lên bề mặt như nứt, rỗ, không ngấu, không thấu, màng oxide... Các phương pháp dò khuyết tật bằng thám mao dẫn cũng được dùng để kiểm tra các vật liệu là hợp kim bền nhiệt, vật liệu phi kim, chất dẻo, gốm... trong các ngành điện lực, chế tạo máy chuyên dùng, giao thông...

Kiểm tra bằng thám mao dẫn dựa trên các hiện tượng cơ bản là mao dẫn, thẩm thấu, hấp thụ và khuếch tán; ánh sáng; tương phản màu. Nó gồm các bước chính sau (h.4.1):

Bước 1: Làm sạch bề mặt vật kiểm.

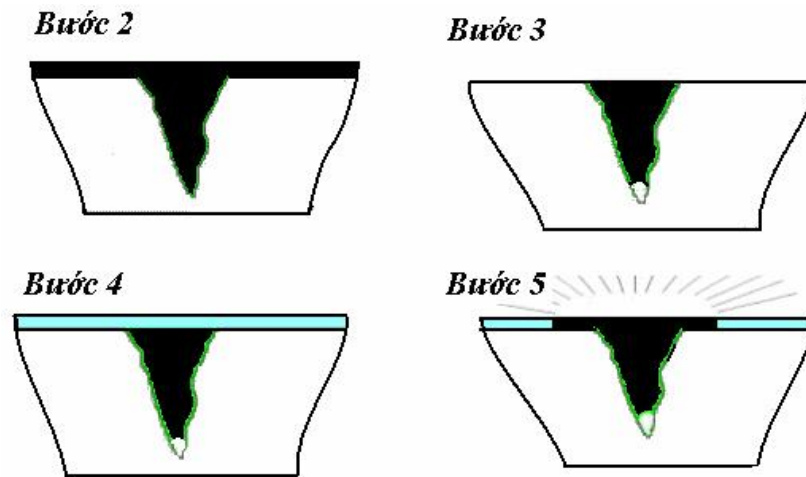
Bước 2: Bôi hoặc phun chất thám có khả năng thẩm vào các mạch mao dẫn nhằm tạo điều kiện thuận lợi để thấy vị trí khuyết tật.

Bước 3: Sau khi thẩm sâu vào trong, tiến hành làm sạch bề mặt loại bỏ phần chất thám thừa.

Bước 4: Bôi hoặc phun chất hiện lên bề mặt, lớp hiện sẽ kéo chất thám lên bề mặt tạo nên các chỉ thị bất liên tục có thể nhìn thấy bằng mắt thường hoặc kính lúp.

Bước 5: Kiểm tra, giải đoán các khuyết tật trong điều kiện chiếu sáng hoặc dưới tác động của tia cực tím.

Bước 6: Làm sạch vật kiểm.



Hình 4.1. Các bước kiểm tra thấm mao dẫn

b. Làm sạch bề mặt vật kiểm

* Mục đích:

Để các chất thấm có thể thâm nhập sâu vào trong trong vật kiểm qua các mạch mao dẫn thì bề mặt vật kiểm cần được làm sạch.

Trước khi đưa chất thấm vào, bề mặt kiểm tra phải được làm khô hoàn toàn, không được để nước và các dung môi có mặt bên trong và xung quanh khuyết tật. Có thể làm khô bằng cách sấy vật với đèn hồng ngoại, dùng tủ sấy, hoặc dùng luồng khí nóng thổi vào vật.

Trong kiểm tra hàn thường dùng các phương pháp làm sạch cơ học như phun cát, phun bi, cạo gỉ bằng cơ khí. Các phương pháp này làm giảm khả năng phát hiện các khuyết tật bề mặt vì tạo ra các chỉ thị giả (h.4.2).



Hình 4.2. Các chỉ thị giả do làm sạch bằng cơ khí

* Các phương pháp hóa học

Để nâng cao độ nhạy phát hiện khuyết tật trong các kết cấu hàn quan trọng, cũng như trong các quá trình sản xuất khác, người ta dùng các phương pháp làm sạch bằng hóa học.

- Chất tẩy rửa: có thể dùng các chất thuộc loại kiềm, trung tính hoặc axit, nhưng không được gây ăn mòn vật kiểm. Thời gian làm sạch khoảng từ 10 - 15 phút, ở nhiệt độ 70 – 90 °C.

- Dung môi: dung môi không có chất cặn (có điểm bắt lửa > 90 °C), dùng để tẩy rửa các vết dầu mỡ nhưng thường không tẩy được chất bẩn bùn đất.

- Tẩy hơi: dùng để tẩy rửa các vết dầu mỡ nặng, có thể làm sạch vết bẩn bùn đất.

- Dung dịch axit: Các lớp mỏng axit có thể ăn mòn bề mặt, sau đó rửa sạch bằng các dung dịch thích hợp.
- Các chất tẩy sơn: Các lớp sơn có thể tẩy bằng các dung môi tẩy sơn.
- Trong mọi trường hợp phải tẩy sạch hoàn toàn lớp sơn. Sau khi tẩy phải được rửa kỹ để loại bỏ các chất bẩn.
- Rửa siêu âm: Có thể dùng với tất cả các chất tẩy rửa kể trên để tăng hiệu suất tẩy rửa và giảm thời gian thực hiện.

c. Chất lỏng thấm mao dẫn

Trong kiểm tra thấm mao dẫn, chất thấm là chất lỏng có khả năng thấm sâu vào các khuyết tật bề mặt hoặc thông lên bề mặt của vật kiểm. Tuy nhiên, để kiểm tra chất thấm phải có các tính chất khác ngoài khả năng thấm. Chất thấm lỏng lý tưởng cần phải thỏa mãn các yêu cầu:

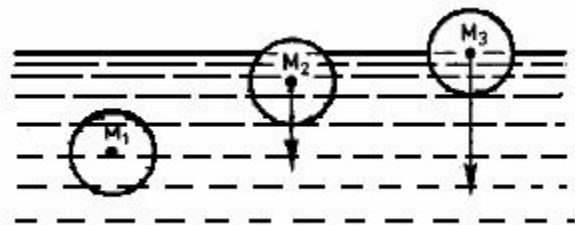
- Có khả năng lan toả và thâm nhập sâu vào bên trong vật qua các mạch mao dẫn.
- Ít bay hơi, lưu giữ được lâu trong vật.
- Dễ được hút lên bề mặt khi phun chất hiện (vẫn ở trạng thái lỏng).
- Khó bị phai màu hoặc bị giảm hiệu suất huỳnh quang.
- Làm sạch dễ sau khi kiểm.
- Không độc, khó bốc cháy.
- Có tính trợ đối với vật kiểm hoặc thùng chứa.
- Giá cả hợp lý.

Độ nhớt của chất thấm lỏng ảnh hưởng đến tốc độ thấm. Chất thấm có độ nhớt cao thì tốc độ thấm thấp. Còn các chất thấm có độ nhớt thấp thường loang nhanh trên bề mặt và tràn khỏi khuyết tật nông. Nhiệt độ thấm thường không quá 60° .

Sức căng bề mặt là đặc tính quan trọng của chất thấm lỏng. Chất có sức căng bề mặt lớn thường dễ hòa tan các thành phần như chất màu, chất ổn định. Chất có sức căng bề mặt nhỏ thì dễ thấm và loang nhanh trên bề mặt vật kiểm.

Khả năng thấm ướt được thể hiện qua góc thấm ướt. Chất có khả năng thấm ướt kém thì có sức căng bề mặt lớn. Sức căng bề mặt làm chất lỏng co lại thành những giọt tròn có diện tích tiếp xúc nhỏ nhất với bề mặt vật (h.4.3). Góc thấm ướt nhỏ có khả năng thấm ướt cao và loang rộng. Tuy nhiên cần chú ý tới những điều kiện khác.

Ví dụ nước thấm ướt tốt trên bề mặt thép có gỉ, nhưng nếu trên bề mặt đó lại có lớp mỡ thì khả năng thấm ướt khác đi rất nhiều. Góc thấm ướt của hầu hết các chất thấm lỏng đều đảm bảo dưới 5° .



Hình 4.3. Sự tạo thành sức căng bề mặt

d. Phân loại kiểm tra bằng thám mao dẫn

Theo đặc điểm sáng màu của vết chỉ thị khuyết tật, người ta chia làm ba phương pháp kiểm tra khuyết tật bằng thám mao dẫn: màu, huỳnh quang và huỳnh quang - màu.

Theo nguyên lý tạo nên vết chỉ thị khuyết tật, các phương pháp kiểm tra bằng thám mao dẫn được chia thành ba cách hiện hình:

- Hiện do hút - ướt và khô.
- Do hòa tan (khuếch tán) bằng việc sử dụng thuốc hiện màu hoặc không màu.
- Không hiện: không có bột, tự hiện.

4.1.2. Kỹ thuật kiểm tra

a. Phương pháp kiểm tra

Các phương pháp chuẩn bị bề mặt kiểm tra, chất thám, chất hiện... khi kiểm tra liên kết hàn giống như khi kiểm tra chất lượng các quá trình công nghệ khác. Trong thời gian kiểm cần phải tính đến các bề mặt của liên kết (mối hàn, vùng ảnh hưởng nhiệt và lân cận). Không gian phải đủ để tiếp cận tất cả các phía (chân mối hàn, đỉnh mối hàn).

Lựa chọn các phương pháp kiểm tra căn cứ vào độ nhạy yêu cầu, khả năng chống ăn mòn của kim loại, chất lượng bề mặt liên kết hàn, điều kiện tiếp cận và chiếu sáng vùng kiểm tra. Nên kiểm tra dưới ánh sáng có cường độ khoảng 500 lx.

Vấn đề khó khi kiểm tra thám mao dẫn là kiểm tra mối hàn có độ bóng bề mặt thấp, nó sẽ tạo nên các chỉ thị giả gây khó khăn cho việc giải đoán. Độ nhạy lớn nhất của các phương pháp thám mao dẫn đạt được khi kiểm tra bề mặt có độ bóng $\nabla 5$ ($R_z=20$).

Các phương pháp thám màu có độ nhạy cao khi phát hiện khuyết tật nứt, rỗ bề mặt. Chúng có thể phát hiện các vết nứt chiều rộng 1 – 2 μm , sâu 10 - 15 μm . Khi kiểm tra các liên kết hàn bằng hồ quang tay mà bề mặt không có chuẩn bị đặc biệt, việc sử dụng các chất thám trên cơ sở dầu hoả - dầu thông có kết quả tích cực nhờ khả năng thẩm thấu tốt từ bề mặt nhám.

Việc kiểm tra các liên kết hàn khuếch tán tiếp xúc có khuyết tật dạng phẳng gặp nhiều khó khăn không chỉ đối với phương pháp thám mao dẫn mà cả các phương pháp chụp ảnh phóng xạ hoặc siêu âm.

b. Các chỉ thị và giải đoán

*** Chỉ thị huỳnh quang**

Khi được ánh sáng đen chiếu vào, các chỉ thị từ chất thám huỳnh quang phát ra rất mạnh trong buồng tối. Hình dạng và độ sáng của chỉ thị cho biết loại và mức độ của bất liên tục. Rỗ khí có hình tròn, độ sáng phụ thuộc vào chiều sâu của bất liên tục. Vết nứt biểu thị bằng các vạch sáng liên tục hay đứt đoạn.

*** Chỉ thị màu**

Khi thuốc hiện khô thành lớp nền trắng mỏng, các chỉ thị bất liên tục dần dần được hiện ra ở vị trí tương ứng. Màu và độ rộng của chỉ thị phụ thuộc vào chiều sâu và rộng của bất liên tục.

*** Chỉ thị giả**

Đó là các chỉ thị không phải do bất liên tục gây nên. Nguyên nhân là do làm sạch không triệt để, vân tay, nhiễm từ... Thường thì các chỉ thị giả dễ nhận biết vì chúng có liên quan chặt chẽ đến nguồn gốc phát sinh như vết chèn, điểm hàn.

*** Giải đoán**

Giải đoán một chỉ thị là xác định được bản chất của chỉ thị do bất liên tục gây ra. Chúng có thể là nứt, rỗ khí, không ngấu hay chỉ là chỉ thị giả. Căn cứ vào tiêu chuẩn điều kiện làm việc, khả năng sử dụng của kết cấu mà đánh giá bất liên tục đó có phải là khuyết tật hàn không.

4.2. Kiểm tra bằng từ tính

4.2.1. Cơ sở vật lý, các đặc trưng và các loại từ trường

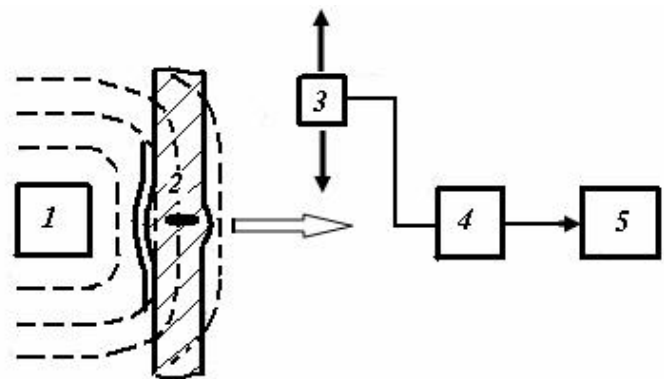
a. Cơ sở vật lý

Các phương pháp kiểm tra bằng từ tính dựa trên cơ sở ghi nhận sự thay đổi tương tác điện từ trường giữa mẫu chuẩn với vật kiểm. Từ trường trong vật kiểm sẽ bị thay đổi khi có khuyết tật. Để kiểm tra người ta sử dụng phổ rộng của các hiện tượng điện từ gồm điện từ trường một chiều và xoay chiều.

Để kiểm tra từ tính, dải tần số được sử dụng tuân theo định luật Maxwell là cơ sở lý thuyết vĩ mô về trường điện từ. Đối với bức xạ đậm xuyên định luật Maxwell không còn đúng do đặc trưng lượng tử của việc truyền năng lượng.

Từ sơ đồ khái quát của kiểm tra từ tính (h.4.1) thấy rằng từ trường của nguồn phát 1 tương tác với đối tượng kiểm 2. Kết quả là tại vùng xung quanh vật kiểm tiếp nhận được từ trường. Tổ chức của trường gần bề mặt vật kiểm có thể được xác định nhờ bộ phận ghi từ. Bộ phận ghi gồm cảm biến 3, dịch chuyển theo bề mặt vật kiểm, hệ thống scan 4 và dụng cụ đo 5.

Khi có sự sai lệch thông số, kích thước hình học, tính chất cơ lý của vật kiểm so với mẫu chuẩn, thì tổ chức của trường gần vật kiểm cũng thay đổi. Bằng cách đo sự thay đổi các thông số của trường quanh vật kiểm so với mẫu chuẩn có thể xác định được sự có mặt của khuyết tật.



Hình 4.4- Sơ đồ kiểm tra từ tính bằng ghi đo trực tiếp các thông số trường

b. Đặc trưng của trường điện từ

Đường sức là dòng từ quanh nam châm đi từ cực Bắc ra ngoài không khí rồi vào cực Nam, trong nam châm nó đi từ cực Nam đến cực Bắc và khép kín. Tập hợp các đường sức từ được gọi là từ phổ.

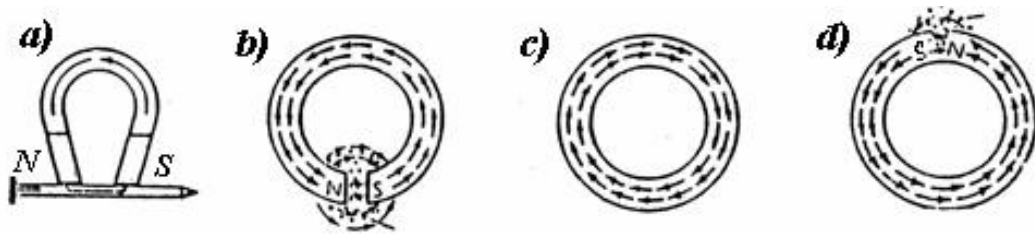
Từ thông là tập hợp toàn bộ các đường sức tạo nên từ trường của nam châm. Ký hiệu là Φ , đơn vị là Weber - Wb (hoặc Maxwell).

Mật độ từ thông (cảm ứng từ) được xác định bằng số đường sức trên một đơn vị diện tích vuông góc với hướng đường sức. Ký hiệu là B , đơn vị là Tesla - $T = Wb/m^2$ (hoặc Gauss)

Cường độ từ trường H biểu hiện bằng lực mà lực đó tác động lên dây dẫn (có dòng điện) được đặt vào trong đó. Nếu đặt vào từ trường vật liệu từ tính thì từ trường trong vật liệu sẽ có cường độ tăng lên

c. Các loại từ trường

* Từ trường vòng (h.4. 5)

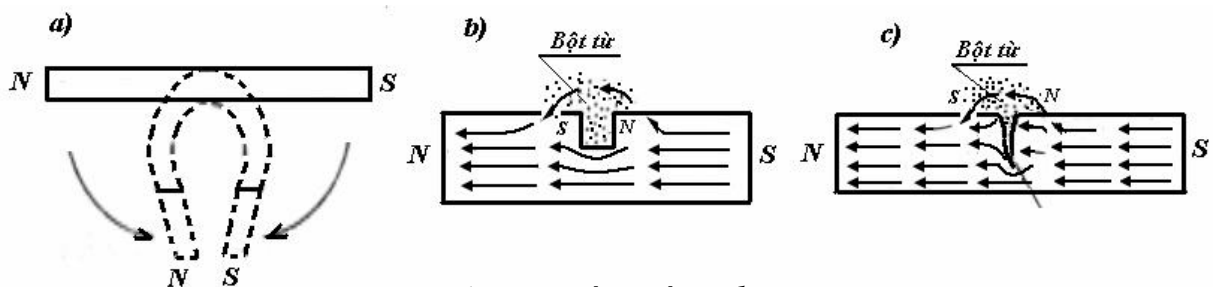


Hình 4.5- Từ trường vòng

a)- Nam châm móng ngựa; b)- Nam châm vòng hở; c)- Nam châm vòng kín;
d)- Bột từ bị hút vào vết nứt trong vật nhiễm từ vòng.

* Từ trường dọc (h.4. 6)

Trong nam châm thẳng, các đường sức từ chạy dọc trong nam châm, ra không khí rồi trở lại cực. Các vật liệu sắt từ chỉ bị hút ở các cực của nam châm. Ta nói nam châm có từ trường dọc hay là vật bị từ hóa dọc (h. 4.6.a.)



Hình 4.6- Từ trường dọc

a)- Nam châm thẳng; b)- Khe hở và trường rò tương ứng;
c)- Vết nứt trong vật từ hóa thẳng tạo nên các cực hút và giữ bột từ.

Nếu các đường sức từ bị gián đoạn bởi một khuyết tật nào đó, các cực phụ sẽ được hình thành trên mỗi đầu của khuyết tật (h.4. 6.b.)

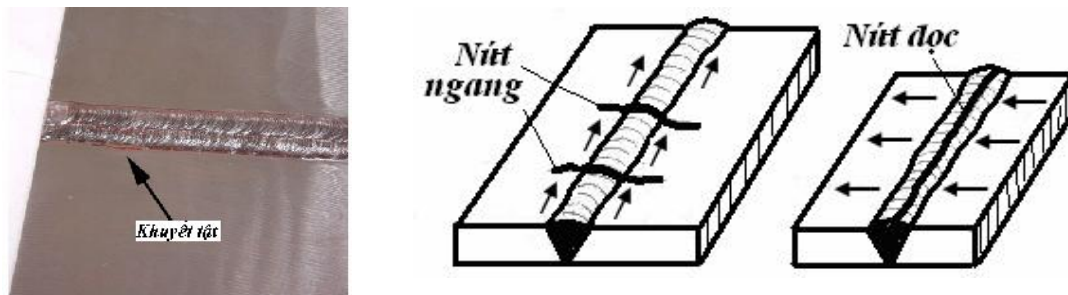
Các cực thứ cấp đó và trường rò đi kèm có thể hút các bột sắt từ (h.4. 6.c).

4.2.2. Phương pháp kiểm tra bằng từ tính.

a. Nguyên lý của phương pháp

Thực chất của phương pháp là đưa lên bề mặt vật kiểm được từ hoá bột từ dạng khô hoặc dạng huyền phù (trong dung dịch dầu, dầu hoả, xà phòng). Dưới tác động của lực hút trọng động của từ trường, các phần tử hỗn loạn được dịch chuyển theo bề mặt vật kiểm và phân bố lại.

Nếu vật có cấu trúc đồng nhất thì từ thông phân bố đều theo toàn bộ vật kiểm. Nếu trong vật kiểm có khuyết tật (nứt, không ngẫu, rỗ ở mối hàn) thì đường sức sẽ bị cong lệch đi, một phần ra khỏi bề mặt, tại đó tạo nên các dòng nhiễu loạn phân cực mới - trường rò. Các phần tử bột từ bị hút về các cực rồi lắng đọng lại, quan sát các hạt từ đó sẽ phát hiện được khuyết tật (h.4.7).



Hình 4.7- Khuyết tật có thể phát hiện được bằng kiểm tra bột từ

b. Độ nhạy của phương pháp bột từ

Độ nhạy của phương pháp phụ thuộc vào kích thước và tính chất bột từ; cường độ từ hoá đặt vào hoặc cảm ứng từ trong vật kiểm; hình dạng, kích thước, chiều sâu khuyết tật cũng như hướng từ hoá; trạng thái và hình dạng vật kiểm.

Phương pháp bột từ được dùng để phát hiện các khuyết tật hàn trên bề mặt hoặc dưới bề mặt như nứt, không thấu, không ngẫu, rạn, lẫn xỉ. Nó có thể phát hiện được khuyết tật tương đối lớn cách bề mặt đến 6 mm. Nhạy nhất là khi phát hiện các khuyết tật có kích thước lớn nằm vuông góc với hướng từ thông.

Kiểm tra bột từ có ưu điểm nhanh và đơn giản, không yêu cầu nghiêm ngặt về quá trình làm sạch bề mặt trước khi kiểm tra, ít phải xử lý số liệu. Kiểm tra hạt từ không dùng được cho các vật liệu không nhiễm từ như thủy tinh, gốm sứ, chất dẻo, nhôm, manhê, đồng, titan và thép không gỉ austenite.

Nếu trên bề mặt vật kiểm, ngoài từ trường do khuyết tật còn có từ trường sinh ra do cấu trúc hoặc yếu tố hình học (hàn đắp, vảy trên bề mặt, tiết diện thay đổi đột ngột...) thì bột từ tụ mạnh ở chỗ có chênh lệch từ trường lớn chứ không phải ở chỗ khuyết tật. Do đó, tại nơi lắng đọng lại sau hỗn loạn trên bề mặt vật kiểm chưa thể kết luận là có khuyết tật. Vì vậy khi kiểm tra mối hàn đắp hoặc mối hàn có chiều sâu chảy lớn, độ nhạy của phương pháp bột từ không cao, nhất là khi phát hiện khuyết tật trong.

c. Bột (hạt) từ

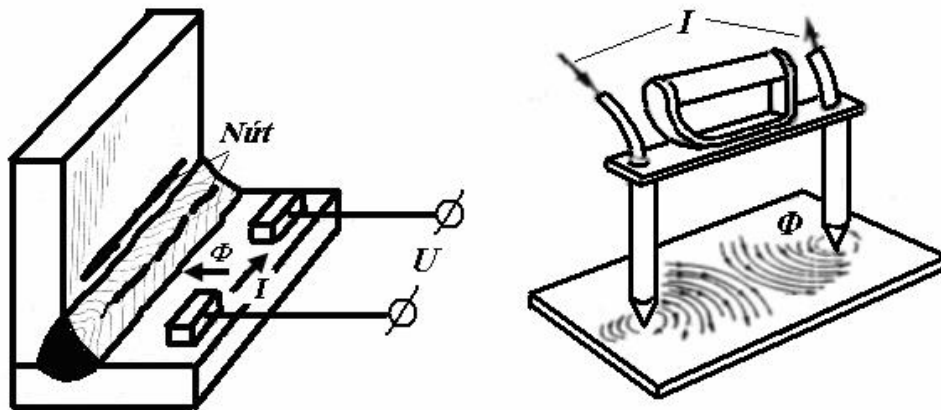
Vật liệu bột từ được sử dụng chủ yếu là oxide sắt hỗn hợp (Fe_3O_4) với kích thước 5 μm – 10 μm . Việc dùng bột từ trên cơ sở nickel và cobalt rất hạn

ché vì đất. Đôi khi người ta bỏ sun g mặt sắt từ rèn, cán, cưa hoặc phoi mài. Chúng được nghiền trong các máy nghiền bi rồi qua sàng đạt kích thước hạt yêu cầu. Kích thước và hình dáng hạt, về khía cạnh nào đó, quan trọng không kém độ từ thẩm trong việc tăng độ nhạy và tính linh hoạt khi kiểm tra.

d. Các phương pháp từ hóa

** Từ hoá vòng trực tiếp*

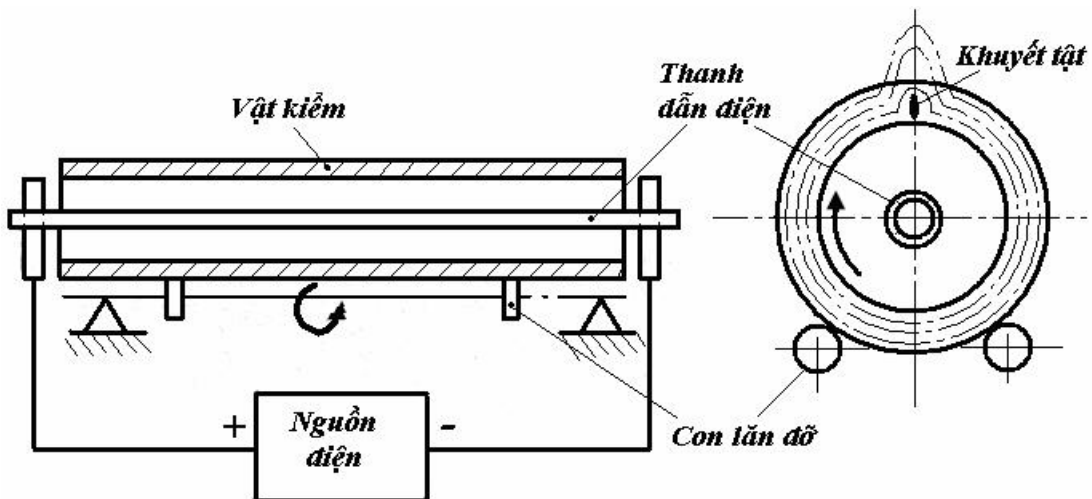
Khi từ hoá vòng dòng điện chạy qua vật kiểm tạo nên từ trường vòng xung quanh và trong vật, phương pháp này thích hợp để phát hiện khuyết tật nằm song song với trục. Từ trường được tạo nên bởi dòng điện có cường độ mạnh nhất do đó nó đạt được độ nhạy cao. Nếu dòng điện từ hoá chạy trực tiếp qua vật đặc thì được gọi là từ hoá trực tiếp.



Hình 4.8- Từ hóa vòng trực tiếp và thanh ấn

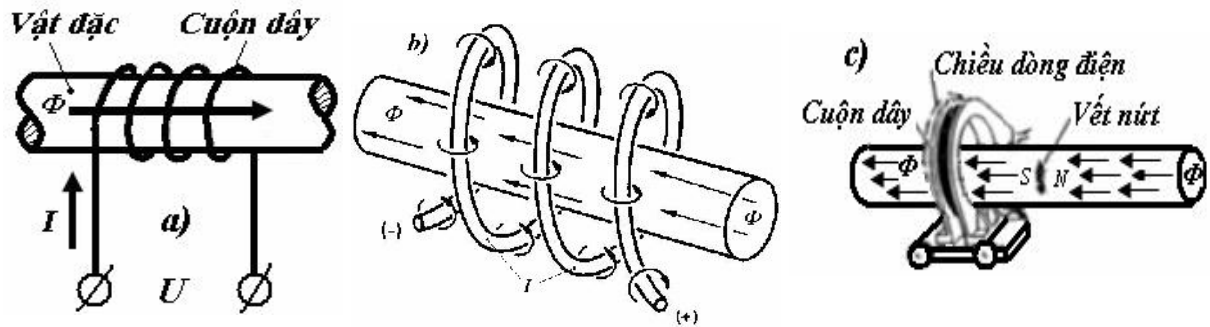
** Từ hoá vòng gián tiếp*

Khi kiểm tra các vật rỗng (hộp, ống), mặt trong của vật cũng có vai trò quan trọng như mặt ngoài, nếu từ hoá trực tiếp sẽ khó phát hiện khuyết tật do hiệu ứng bề mặt của dòng điện. Để từ hoá vật rỗng, một thanh dẫn được đặt vào trong và cho dòng điện chạy qua thanh (h.4.9), phương pháp này được gọi là từ hoá vòng gián tiếp. Ảnh hưởng của cường độ dòng điện cũng như từ hoá trực tiếp.



Hình 4.9- Từ hóa vòng gián tiếp

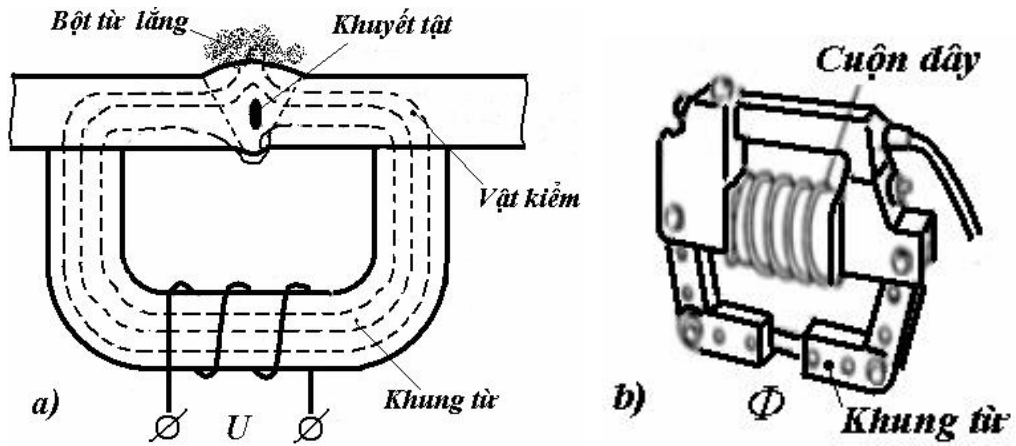
* Từ hoá dọc



Hình 4.10- Từ hóa dọc: a)- Nguyên lý; b)- Vật nhỏ; c)- Vật lớn

* Từ hoá bằng gông/ khung từ (YOKE)

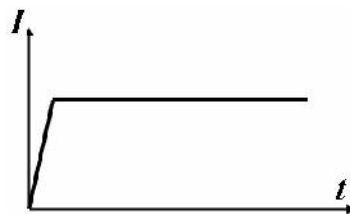
Ngoài các phương pháp từ hoá kể trên, từ trường được tạo bởi nam châm điện chữ U được dùng để từ hoá vùng kiểm tra (h.4. 11)



Hình 4.11- Gông từ: a)- Nguyên lý; b)- Loại có khớp

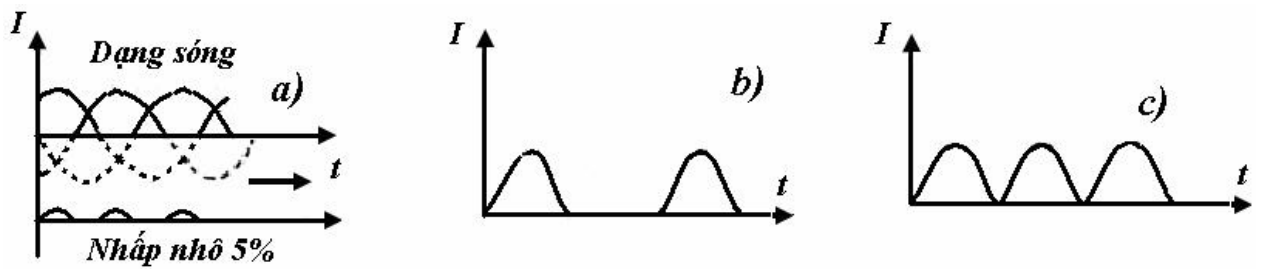
e. Dòng điện từ hoá

Dòng một chiều.



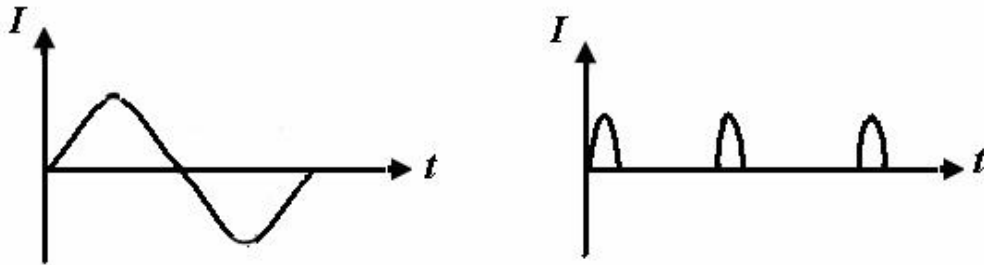
Hình 4.12- Từ hóa bằng dòng một chiều dùng

Dòng xoay chiều



Hình 4.13- Từ hóa bằng dòng điện xoay chiều

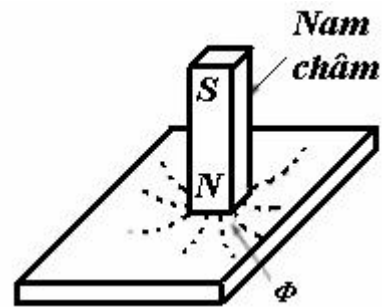
Dùng dòng xung



Hình 4.14. Từ hóa bằng dòng điện xung

Dùng nam châm vĩnh cửu

Ưu điểm của việc từ hoá bằng nam châm vĩnh cửu là thiết bị gọn nhẹ, không cần nguồn điện, không gây đánh lửa cho vật kiểm. Nhưng từ trường quá yếu, các hạt từ hay bám vào đầu nam châm, cản trở quá trình kiểm tra. Vì vậy nam châm chỉ dùng trong các trường hợp không có điện lưới, hoặc khu vực dễ gây hoả hoạn.



Hình 4.15- Từ hóa bằng nam châm vĩnh cửu

f. Quy trình kiểm tra

Quy trình kiểm tra từ ký gồm các nguyên công sau:

- Xem xét bên ngoài và chuẩn bị: Làm sạch xỉ hàn, giọt bắn toé, gỉ, sơn, dầu mỡ.
- Cắt băng từ theo chiều dài đường hàn rồi dán lên bề mặt mối hàn (lớp từ vào trong). Đầu thừa của băng ghi mã hoá dữ liệu (mối hàn, thợ hàn, chế độ...)
- Khi kiểm tra mối hàn vòng của sản phẩm hình trụ (ống, bình) băng từ được ép chặt theo chu vi bằng các vòng cao su thường đi kèm thiết bị. Khi kiểm tra liên kết tấm phẳng, băng từ được ép chặt bằng “gối” đàn hồi từ phía dưới.
- Tùy theo chiều dày liên kết hàn, tính chất từ và thiết bị mà thiết lập chế độ từ hoá (dòng) cần thiết. Khi từ hoá phải theo dõi để điện cực dịch chuyển đối xứng.
- Sau khi kết thúc từ hoá mối hàn, tháo băng từ đã ghi và chúng sẽ được tái hiện trên bộ phận phát hiện bất liên tục. Trư ớc khi tái hiện băng ghi từ cần kiểm phải điều chỉnh biểu đồ từ chuẩn.

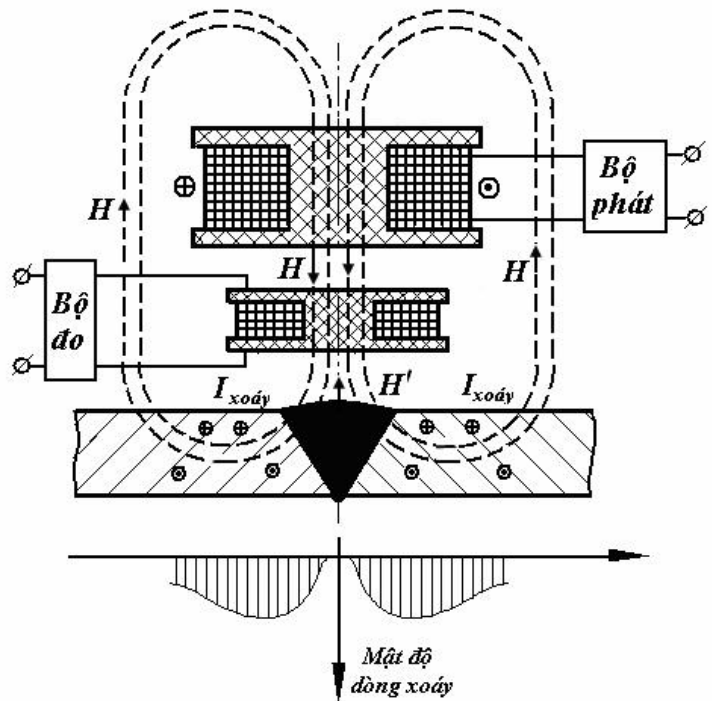
Chuẩn máy gồm thiết lập chế độ nhờ điều chỉnh kênh *độ nhạy* chỉ biên độ xung theo mẫu chuẩn. Khi chỉnh kênh *tương phản* phải làm sao để trên màn hình quan sát rõ nét khuyết tật mẫu chuẩn. Khi tái hiện lại cần phải ghi lại tất cả các bất liên tục mà biên độ, độ tương phản của chúng bằng hoặc lớn hơn ở mẫu chuẩn. Phần khuyết tật hàn được đánh dấu trên băng từ sau đó xác định lại vị trí trên mỗi hàn.

4.3. Phương pháp kiểm tra bằng dòng điện xoáy

4.3.1. Thực chất

Thực chất của phương pháp này là cho dòng điện xoáy chiều chạy trong cuộn cảm ứng tạo nên điện từ trường. Điện từ trường đó kích thích dòng điện xoáy trong vật dẫn điện. Trường điện từ của dòng xoáy tác động lên phần cảm ứng của cuộn đo (đầu dò) tạo ra trong nó sức điện động hoặc là sự thay đổi điện trở toàn phần. Như vậy việc ghi nhận điện áp ở cuộn đo hoặc điện trở của chúng sẽ nhận được thông tin về tính chất của vật kiểm hoặc vị trí của cuộn đo đối với chúng.

Trên (h.4.16) trình bày sơ đồ nguyên lý phương pháp dòng xoáy với cuộn đo (được dùng như đầu dò) áp mặt. Cuộn đo cấu tạo từ các cuộn dây kích thích nối với bộ phát xoay chiều AC và các cuộn dây nối với khối đo. Từ trường của dòng điện xoáy ngược với từ trường sơ cấp của cuộn kích thích (sẽ trình bày dưới đây). Từ trường tổng phụ thuộc vào tính chất điện từ của vật kiểm và khoảng cách giữa cuộn đo với vật kiểm (khe hở) do sự phân bố mật độ dòng xoáy tùy thuộc vào những yếu tố này.



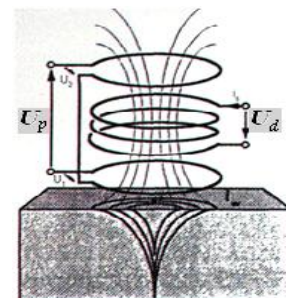
Hình 4.16- Nguyên lý dòng xoáy

Ở cuộn đo sinh ra sức điện động được xác định bằng liên hệ dòng. Sức điện động dùng để làm tín hiệu truyền thông tin từ vật kiểm đến khối đo. Chú ý thấy rằng sức điện động hoặc điện áp của cuộn đo

4.3.2. Đặc điểm

a. Thông số kiểm tra

Một mặt phương pháp dòng xoáy cho phép thực hiện kiểm tra nhiều thông số, mặt khác nó yêu cầu sử dụng các bộ thu đặc biệt để giải đoán thông tin về các thông số của vật kiểm. Từ trường của cuộn đo được kích thích bởi các dòng



Hình 4.17- Mật độ dòng

điện xoáy đồng tâm trong vật kiểm, mà mật độ lớn nhất của chúng tại bề mặt của vật kiểm (h.4.17).

Độ dẫn điện và độ từ thẩm của kim loại, khoảng cách từ cuộn đo (là các cuộn cảm ứng) đến bề mặt, lift-off, hình dạng và kích thước của cuộn đo cũng như vật kiểm đều có ảnh hưởng đến giá trị dòng điện xoáy.

Thông số riêng của vật kiểm. Khi kiểm tra một thông số thì nó ảnh hưởng đến các thông số khác do nhiễu, điều này cần phải loại bỏ.

b. Không tiếp xúc

Tương tác của cuộn đo với vật kiểm được tiến hành với khoảng cách không lớn nhưng đủ để di chuyển cuộn đo đến với vật kiểm (0,5 mm - vài mm). Phương pháp dòng xoáy cho phép nhận được các kết quả khi có chuyển động tương đối giữa cuộn đo với vật kiểm, mà các phương pháp khác không đạt được. Nói chung khi kiểm tra điện từ việc giới hạn tốc độ không phải là do chính phương pháp mà do hệ ghi nhận và giải đoán thông tin bị hạn chế.

Việc nhận thông tin sơ cấp dưới dạng các tín hiệu điện, không tiếp xúc giữa các bề mặt và tác động nhanh của phương pháp dòng xoáy làm tăng khả năng tự động hóa quá trình kiểm tra nhất là kiểm tra tích cực các quá trình hàn như hàn ống bằng dòng điện cao tần.

c. Kết quả độc lập

Một trong những đặc điểm quan trọng của phương pháp dòng xoáy là kết quả kiểm tra ít phụ thuộc vào môi trường xung quanh. Độ ẩm, áp suất, khí ga, tia phóng xạ... thực tế không ảnh hưởng đến tín hiệu của cuộn đo. Nhiều kiểu đầu dò còn “trơ” với sự dao động nhiệt độ của môi trường (tất nhiên không phải là nhiệt độ của vật kiểm).

d. Đơn giản

Thiết bị xách tay gọn nhẹ, cấu tạo đầu dò đơn giản là những ưu điểm dễ thấy của phương pháp dòng xoáy. Đa số các trường hợp đầu dò được đặt trong vỏ bảo vệ và cách điện. Nhờ đó nó rất ổn định đối với tác động cơ học và khí quyển, có thể làm việc trong các môi trường ăn mòn với chênh lệch nhiệt độ và áp suất lớn.

e. Vật liệu kiểm tra

Vì bản chất là kích thích dòng điện xoáy nên chỉ kiểm được đối tượng có tính dẫn điện: kim loại, hợp kim, graphite, bán dẫn. Theo quan điểm này phương pháp dòng điện xoáy đã phải nhường chỗ cho các phương pháp KTKPH khác.

f. Vị trí khuyết tật

Phương pháp dòng điện xoáy chỉ kiểm tra được vùng có chiều dày nhỏ được xác định bởi chiều sâu xâm nhập của trường điện từ. Do hiệu ứng bề mặt nên chiều sâu phát hiện khuyết tật thường không vượt quá vài mm.

4.3.3. Phân loại

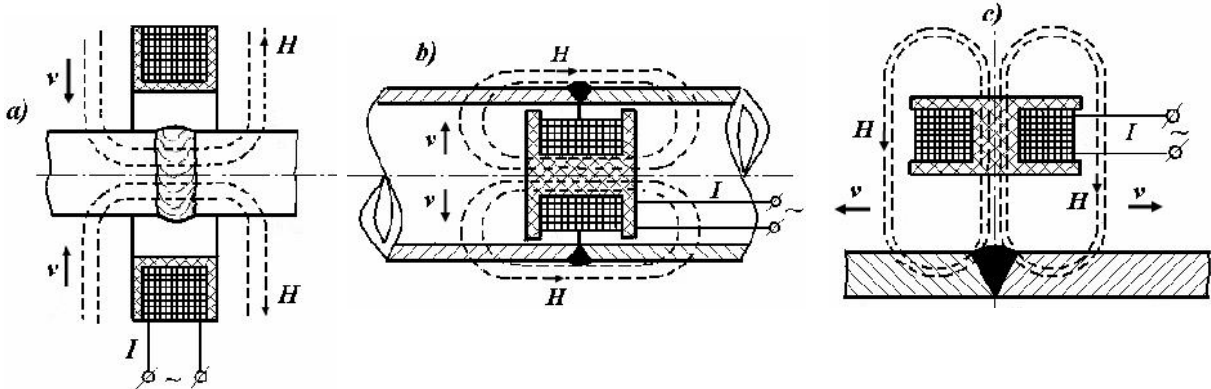
Phương pháp dòng xoáy được chia ra theo các hệ thống trường phát, vì người ta thường dùng các cuộn dây dẫn ghi nhận sự thay đổi trường điện từ (h 4.18).

a. Xuyên qua:

Hệ thống trường phát có thể là xuyên qua, nếu cuộn dây bao ngoài vật kiểm hoặc luồn qua nó (h 4.18. a & b). Sóng điện từ từ hệ phát sẽ lan truyền vào vật kiểm.

b. Áp mặt:

Hệ thống trường phát có thể là áp mặt (h.4.18.c) khi cuộn dây áp sát bề mặt vật kiểm, sóng từ hệ phát lan truyền theo bề mặt vật.



Hình 4.18. Các hệ trường phát: a)- bao ngoài; b)- đặt trong; c)- áp mặt;
H- vector cường độ từ trường; *v*- hướng truyền sóng điện từ.

Các cuộn đo có thể đặt tách rời khỏi hệ phát và thường đặt gần bề mặt vật kiểm. Tuy vậy đôi khi chức năng của cuộn phát và đo là một (như phương pháp đo cộng hưởng). Với kiểm tra điện từ cũng dùng phương pháp ghi nhận sự phân bố lại của trường dòng xoáy theo sự thoát nhiệt trong vật kiểm.

Một số kỹ thuật chuyên dùng áp dụng trong một số lĩnh vực cũng được thêm vào trong kiểm tra bằng điện từ-dòng xoáy (đã trình bày ở chương II). Chúng gồm các phương pháp Rò thông lượng; Trường xa; Đo phân tích điều biến trường xoay chiều.

4.3.4. Ứng dụng

Trong kiểm tra hàn, phương pháp dòng điện xoáy được sử dụng để phân tích tổ chức và tính chất của kim loại, phát hiện khuyết tật, đo đường kính, chiều dày vật kiểm, xác định thuộc tính lớp phun phủ... Loại đầu dò chuyên dùng WeldScan có thể phát hiện được các vết nứt nhỏ tại các mối hàn thép trong các điều kiện khó khăn như dưới nước, dưới lớp sơn hoặc phun phủ.

Chương 5

CƠ SỞ PHƯƠNG PHÁP SIÊU ÂM

KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG MỐI HÀN

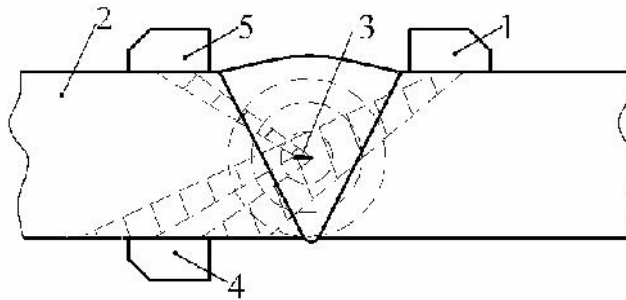
5.1. Hệ thống kiểm tra siêu âm

5.1.1. Khái niệm chung

a. Thực chất

Phương pháp kiểm tra bằng siêu âm dựa trên cơ sở nghiên cứu sự lan truyền và tương tác của các dao động đàn hồi (phản xạ, khúc xạ, hấp thụ, tán xạ) có tần số cao được truyền vào vật thể cần kiểm tra.

Nguyên lý cơ bản của kiểm tra bằng siêu âm được trình bày như (h.5.1)



Hình 5.1- Sơ đồ nguyên lý: 1)- đầu dò phát; 2)- vật kiểm;
3)- khuyết tật; 4)- đầu dò thu (truyền qua); 5)- đầu dò thu (phản hồi)

Sóng siêu âm truyền qua môi trường kèm theo sự suy giảm năng lượng do tính chất của môi trường. Cường độ sóng âm hoặc được đo sau khi phản xạ (xung phản hồi) tại các mặt phân cách (khuyết tật) hoặc đo tại bề mặt đối diện của vật kiểm tra (xung truyền qua). Chùm sóng âm phản xạ được phát hiện và phân tích để xác định sự có mặt của khuyết tật và vị trí của nó. Mức độ phản xạ phụ thuộc nhiều vào trạng thái vật lý của vật liệu ở phía đối diện với bề mặt phân cách và ở phạm vi nhỏ hơn vào các tính chất vật lý đặc trưng của vật liệu đó.

b. Đặc điểm

* Một số ưu điểm của phương pháp kiểm tra bằng siêu âm

- Độ nhạy cao cho phép phát hiện được những khuyết tật nhỏ.
- Khả năng đâm xuyên lớn cho phép kiểm tra các tiết diện dày.
- Độ chính xác cao trong việc xác định vị trí và kích thước khuyết tật.
- Cho phép kiểm tra nhanh và tự động.
- Chỉ cần tiếp cận từ một phía của vật kiểm.

* Những hạn chế của phương pháp kiểm tra bằng siêu âm.

- Hình dạng của vật kiểm có thể gây khó khăn cho công việc kiểm tra.
- Khó kiểm tra các vật liệu có cấu tạo bên trong phức tạp.
- Phương pháp này cần phải sử dụng chất tiếp âm là mỡ.
- Đầu dò phải tiếp xúc hợp lý với bề mặt mẫu trong quá trình kiểm tra.
- Hướng của khuyết tật có ảnh hưởng đến khả năng phát hiện khuyết tật.

- Thiết bị đắt tiền.
- Nhân viên kiểm tra phải có rất nhiều kinh nghiệm.

5.1.2. Ứng dụng

Phương pháp siêu âm được sử dụng để phát hiện các khuyết tật trong vật liệu cơ bản trước khi hàn, khuyết tật sau khi hàn. Tuy không thật chính xác nhưng được sử dụng rộng rãi trong việc đo chiều dày nhất là khi tiếp cận chỉ một phía. Trong nghiên cứu chúng được dùng để xác định các tính chất cơ học và cấu trúc của vật liệu.

5.2. Phương pháp biểu diễn tín hiệu

Những xung phản hồi siêu âm được chuyển thành tín hiệu có thể nhìn thấy được trên màn hình CRT hoặc trên các máy tự ghi khác. Có ba dạng biểu diễn tín hiệu quét đó là dạng quét A (A – scan), quét B (B – scan), quét C (C – scan).

5.2.1. Cách biểu diễn dạng quét A

Cách biểu diễn dạng quét A là dạng biểu diễn tín hiệu phổ biến nhất. Trong đó trục hoành của màn hình biểu diễn thời gian quét và trục tung cho biết biên độ xung phản hồi. Từ vị trí và biên độ xung phản hồi trên màn hình có thể đánh giá được độ sâu và kích thước của khuyết tật trong vật liệu.

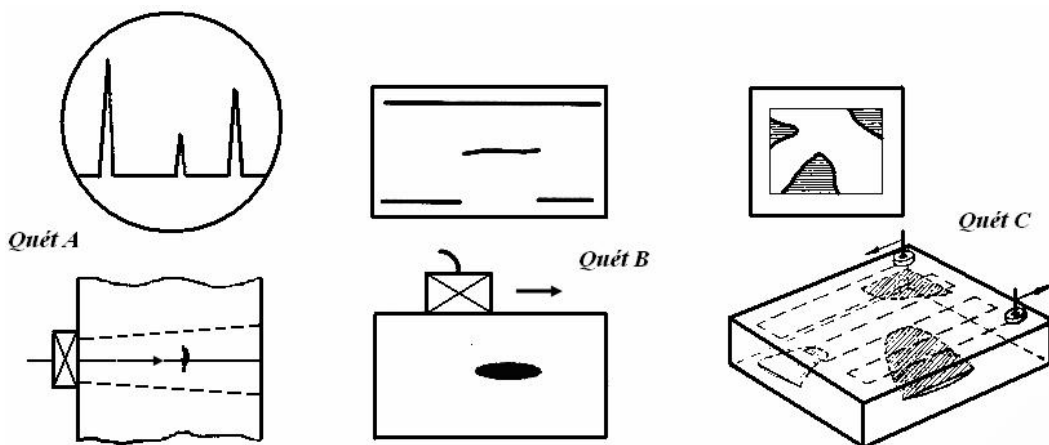
Một hệ thống kiểm tra dạng quét A được biểu diễn như trong (h.5.2.a)

5.2.2. Cách biểu diễn dạng quét B

Cách biểu diễn này cho thấy toàn bộ mặt cắt ngang của vật liệu kiểm tra và sẽ chỉ rõ chiều dài và độ sâu của khuyết tật trong vật liệu. Một hệ thống kiểm tra dạng quét B được biểu diễn trên (h.5.2.b)

* Ưu điểm:

- Biểu diễn được hình ảnh mặt cắt ngang của vật kiểm tra và những khuyết tật trong đó.
- Hình ảnh được giữ lại đủ lâu để đánh giá toàn bộ mẫu.



Hình 5.2- Các cách biểu diễn dạng quét

* Hạn chế:

- Không ghi nhận được chỉ thị sau mặt phản xạ (do bị che khuất)

- Không ghi nhận được độ rộng của bất liên tục theo phương truyền của chùm tia và vuông góc với phương dịch chuyển đầu dò.

- Chùm sóng âm có dạng mở hình côn, nên những khuyết tật gần mặt sau của vật có hình ảnh tín hiệu dài hơn những khuyết tật gần mặt trước.

Cách biểu diễn dạng quét B được dùng rộng rãi trong y tế. Trong cơ khí, chúng được sử dụng để ghi nhanh hình ảnh của các vật thể trên màn ảnh và kiểm tra kỹ lưỡng hơn với kỹ thuật quét A.

5.2.3. Cách biểu diễn dạng quét C

Hệ thống biểu diễn dạng quét C được thiết kế để tạo ra một bản ghi vĩnh cửu kết quả của phép kiểm tra khi sử dụng quét kiểm tra tự động tốc độ cao. Cách biểu diễn dạng quét C cho ta thấy một sơ đồ phác họa các khuyết tật nhưng không biết được thông tin về độ sâu và hướng của khuyết tật. Có thể nói cách biểu diễn dạng quét C giống như hình chiếu bằng của vật thể. Một hệ thống biểu diễn dạng quét C được mô tả (h.5.2.c)

5.3. Bản chất, đặc trưng, phân loại sóng siêu âm

5.3.1. Bản chất

Sóng siêu âm được biết là một dạng dao động cơ học. Khi một sóng cơ học truyền qua một môi trường thì dịch chuyển của một hạt môi trường khỏi vị trí cân bằng ở thời điểm bất kỳ t được cho bởi phương trình:

$$a = a_0 \sin 2\pi ft \quad (5.1)$$

Trong đó:

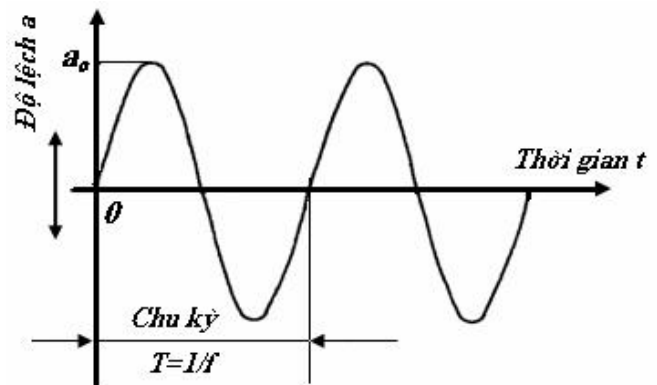
a : độ lệch của hạt khỏi vị trí cân bằng ở thời điểm t (mm).

a_0 : biên độ dao động của hạt.

f : tần số dao động của hạt (Hz).

Biểu diễn đồ thị trong phương trình (5.1) được trình bày như (h.5.3):

Phương trình (5.2) là chuyển động của sóng cơ học trong môi trường. Nó cho các trạng thái của các hạt (phase) ở các khoảng cách khác nhau tính từ hạt bị kích thích đầu tiên ở thời điểm t xác định.



Hình 5.3- Đồ thị mô tả sự dao động của những phần tử theo thời gian.

$$a = a_0 \sin 2\pi f \left(t - \frac{x}{v} \right) \quad (5.2)$$

Trong đó :

a : độ lệch (tại thời điểm t và khoảng cách x tính từ hạt đầu tiên bị kích thích) của một hạt môi trường có sóng truyền qua.

a_0 : biên độ sóng, hay biên độ dao động của các hạt môi trường.

v : tốc độ lan truyền sóng.

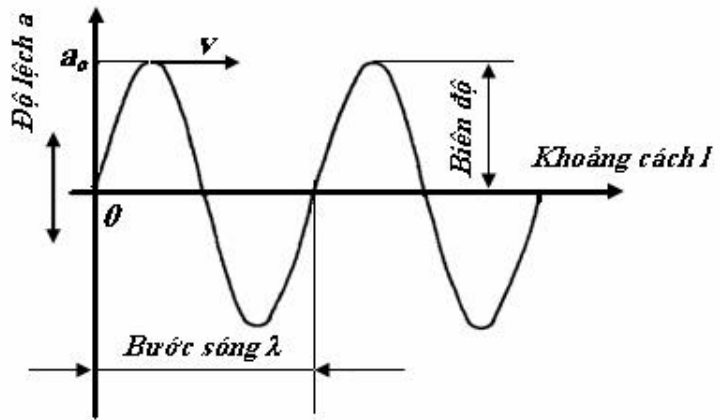
f : tần số của sóng.

Hình 5.4 cho đồ thị biểu diễn của phương trình (5.2)

Vì trong thời gian một chu kỳ T , một sóng đàn hồi có tốc độ v truyền đi được quãng đường λ trong môi trường, do vậy:

$$\lambda = vT \quad (5.3)$$

$$\text{mà } f = \frac{1}{T}$$



Hình 5.4- Đồ thị minh họa cho phương trình 5.2

Kết hợp lại, thu được phương trình cơ bản của mọi dao động sóng là:

$$v = \lambda f \quad (5.4)$$

Trong phương trình (5.4) nếu f có đơn vị là Hz , λ là m thì đơn vị của v là m/s .

5.3.2. Đặc trưng của sóng siêu âm.

a. Tần số

Tần số sóng cũng là tần số dao động các phần tử của môi trường mà sóng truyền trong đó - thường được ký hiệu là chữ f và biểu thị số chu kỳ trong một giây - viết tắt là: $Hz (sec^{-1})$.

Trong các thiết bị hiện đại, có thể phát được tần số đến dải GHz . Tuy nhiên, để kiểm tra vật liệu hoặc môi hàn, tần số sóng siêu âm thường sử dụng trong dải $0,5 MHz$ đến $20 MHz$. Tần số đóng vai trò quan trọng trong phát hiện và đánh giá khuyết tật.

b. Biên độ

Độ dịch chuyển lớn nhất so với vị trí cân bằng của hạt được gọi là biên độ. Trong phương trình sóng (5.2) a_0 là biên độ dao động.

c. Bước sóng

Trong khoảng thời gian chu kỳ T của dao động, sóng truyền được một quãng đường xác định. Quãng đường đó được gọi là bước sóng và ký hiệu bằng λ , các phần tử ở môi trường cách nhau một quãng đường trên hình vẽ ở cùng một trạng thái dao động (tức là ở cùng một phase như nhau) khi sóng truyền qua môi trường.

Mối liên hệ giữa λ , f và v đưa ra trong phương trình (5.4) chứng tỏ rằng một môi trường xác định, bước sóng và tần số nghịch đảo với nhau. Trong kiểm tra thực tế thường các khuyết tật cỡ $\lambda/2$ hoặc $\lambda/3$ có thể phát hiện được. Như vậy sóng siêu âm có bước sóng ngắn hoặc tần số cao cho độ nhạy phát hiện khuyết tật tốt hơn.

d. Tốc độ sóng âm

Đại lượng biểu thị cho tốc độ năng lượng truyền giữa hai điểm trong môi trường do chuyển động của sóng là tốc độ sóng. Thường ký hiệu là $v (m/s)$.

e. Âm trở

Sức cản của môi trường đối với sự truyền sóng siêu âm được gọi là âm trở. Ký hiệu là Z và được xác định là tích số của mật độ môi trường ρ với tốc độ v sóng siêu âm truyền trong đó: $Z = \rho.v$ (Ns/m^3) (5.5)

Như vậy, giá trị âm trở của một môi trường chỉ phụ thuộc vào tính chất vật lý của chúng và không phụ thuộc vào đặc tính và tần số của sóng.

f. Âm áp

Âm áp là thuật ngữ được dùng phổ biến để chỉ biên độ các sức căng biến đổi tuần hoàn trong một môi trường do truyền sóng siêu âm.

Như vậy, dù nó có giá trị nhỏ nhất nhưng vẫn cần một thời gian xác định để năng lượng siêu âm truyền từ một lớp này qua lớp kế tiếp, nên phase dao động của mỗi lớp là khác nhau một lượng xác định. Do vậy, năng lượng âm cần có thời gian để có thể truyền từ nguồn phát đến nơi ghi nhận (phương trình 5.2)

g. Âm năng

Đây chính là năng lượng của dao động hoặc sóng chứ không phải hạt trong môi trường dịch chuyển từ nguồn phát đến nơi ghi nhận. Bản thân các hạt chỉ dao động xung quanh vị trí trung bình của chúng với biên độ rất nhỏ.

h. Cường độ âm

Năng lượng cơ học do sóng siêu âm truyền qua một đơn vị tiết diện vuông góc với phương truyền được gọi là cường độ sóng siêu âm, thường được ký hiệu là J .

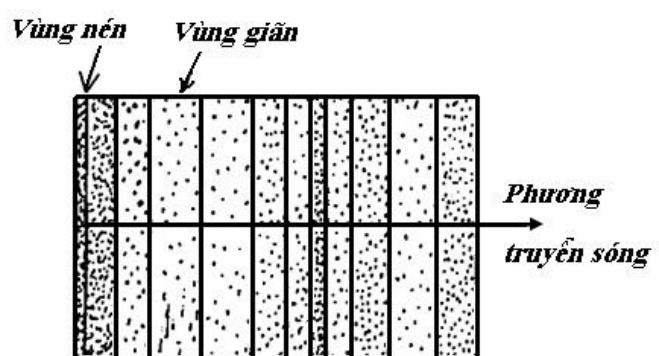
5.3.3. Phân loại

Tùy theo hướng dao động của các phần tử trong sóng đối với hướng truyền trong môi trường có thể xuất hiện các kiểu sóng khác nhau

a. Sóng dọc hay sóng nén (longitudinal or compressional waves)

Loại sóng âm này, các vùng nén và giãn kế tiếp xen kẽ nhau được tạo ra do dao động của các hạt theo phương song song với phương truyền sóng (h. 5.5)

Sóng dọc có thể phát và thu nhận dễ dàng nên được dùng rộng rãi nhất trong kiểm tra siêu âm. Phần lớn năng lượng siêu âm sử dụng trong kiểm tra vật liệu đều từ dạng sóng này và được chuyển đổi sang các dạng sóng khác. Dạng sóng này có thể truyền trong các chất rắn, lỏng và khí.



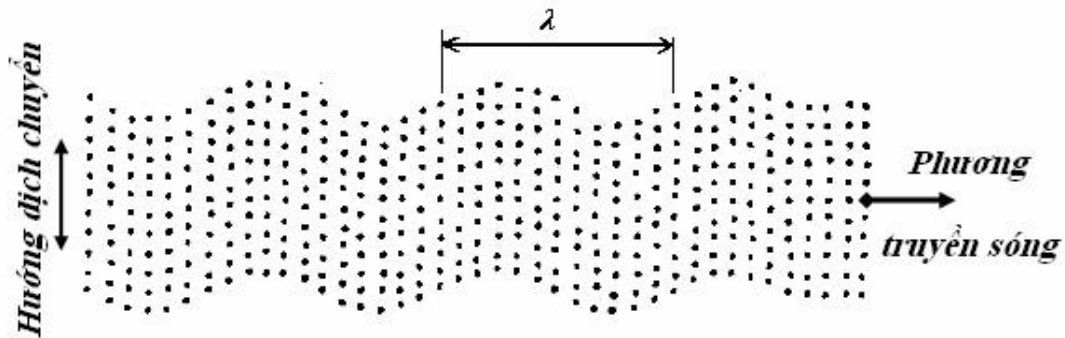
Hình 5.5- Sóng dọc gồm các vùng xen kẽ dọc theo phương truyền sóng

b. Sóng ngang hay sóng trượt (transverse or shear waves)

Hướng dịch chuyển của loại sóng này vuông góc với phương truyền sóng (h.5.6)

Để sóng ngang truyền được vào môi trường thì mỗi hạt phải liên kết vững chắc với các hạt lân cận. Do đó sóng ngang chỉ có thể truyền vào trong vật rắn

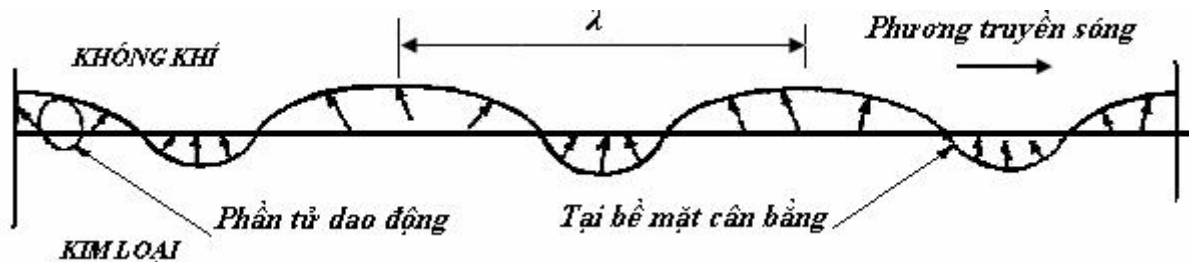
đàn hồi trượt. Tốc độ sóng ngang bằng khoảng 55% tốc độ sóng dọc tương đương.



Hình 5.6- Biểu diễn mô phỏng của sóng ngang

c. Sóng mặt hay sóng Rayleigh (Surface or Rayleigh waves)

Loại sóng này chỉ truyền dọc trong vật rắn có kích thước giới hạn theo một bề mặt liên kết về một phía bởi các lực đàn hồi mạnh của vật rắn và về phía ngược lại do các lực đàn hồi gần như không tồn tại giữa các phần tử khí. Quỹ đạo dao động của hạt nói chung là theo hình ellipse. Sóng mặt chỉ có thể truyền trong vùng không dày hơn một bước sóng tính từ bề mặt (h. 5.7).



Hình 5.7- Lan truyền sóng mặt trên mặt kim loại tiếp xúc với không khí

Tốc độ sóng mặt bằng khoảng 90% tốc độ sóng ngang tương đương. Sóng mặt chỉ truyền trong vùng có độ sâu không quá $1,5\lambda$, sâu hơn nữa năng lượng và biên độ dao động giảm mạnh.

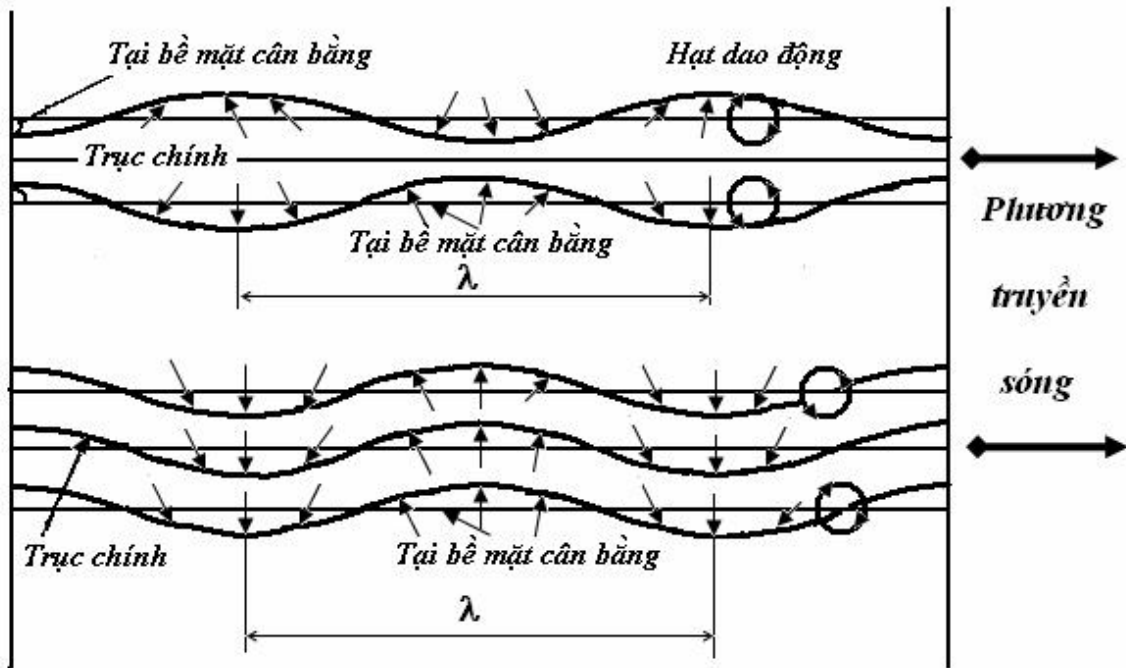
Các sóng mặt được sử dụng rất hữu hiệu trong việc kiểm tra do ít bị suy giảm so với sóng ngang hay sóng dọc tương ứng. Loại sóng này có thể đi vòng qua các góc cạnh nên được dùng để kiểm tra phát hiện bất liên tục bề mặt và gần bề mặt (đặc biệt là nứt) trong các chi tiết có hình dạng phức tạp.

d. Sóng bản mỏng hay sóng Lamb (Lamb or plate waves)

Nếu sóng mặt được truyền vào môi trường có chiều dày không quá ba lần bước sóng của nó thì sẽ xuất hiện một loại sóng khác được gọi là sóng bản mỏng. Môi trường bắt đầu dao động như một bản mỏng tức là sóng tràn ngập toàn bộ bề dày của nó. Không như sóng dọc, ngang hay bề mặt, tốc độ sóng bản mỏng không những phụ thuộc vào môi trường mà còn phụ thuộc vào tần số và dạng sóng. Hai dạng cơ bản của sóng Lamb (h.5.8):

- Đối xứng hay là dạng co giãn: hạt di chuyển theo trục chính của bản và di chuyển ellipse trên mỗi bề mặt

- Phản đối xứng hay là dạng uốn: hạt di chuyển ngang theo trục chính và di chuyển ellipse trên mỗi bề mặt.



Hình 5.8- Giản đồ các mô hình cơ bản của sóng Lamb
a)- đối xứng; b)- phản đối xứng

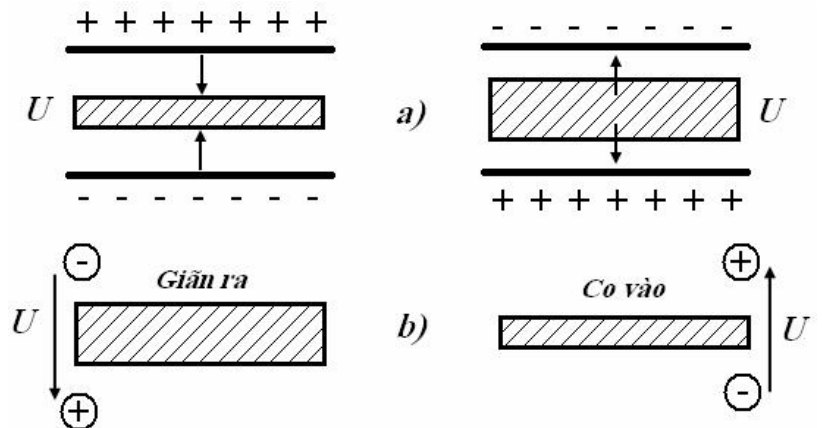
* Một loại sóng tương tự như sóng mặt Rayleigh được gọi là sóng Love. Nó tồn tại ở giao diện giữa hai vật liệu đặc và truyền trong các lớp mỏng của vật liệu này phủ lên vật liệu khác có tính chất về âm khác hẳn nhau (ví dụ tấm kim loại dán lên nhựa xốp).

5.4. Đặc tính của chùm siêu âm

5.4.1. Hiệu ứng áp điện

Để kích thích và ghi nhận dao động siêu âm khi kiểm tra khuyết tật người ta dùng các biến tử. Biến tử siêu âm chuyển đổi điện năng thành cơ năng (năng lượng siêu âm) và ngược lại bằng cách áp dụng hiệu ứng áp điện..

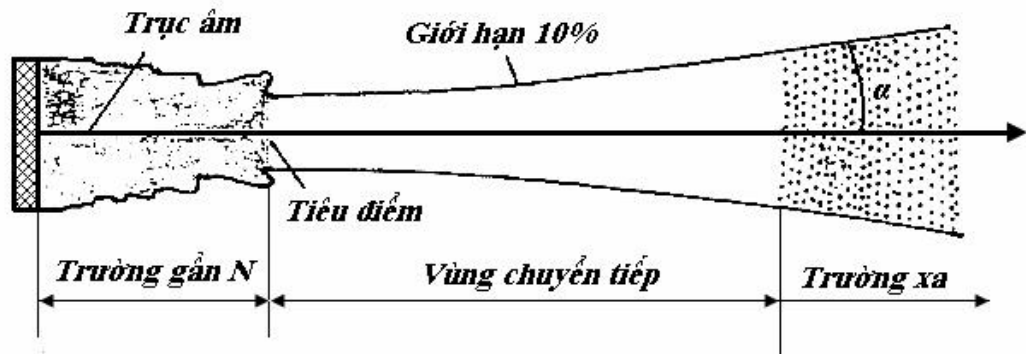
Vật liệu có đặc tính trên được gọi là vật liệu áp điện (ví dụ thạch anh, sulphate lithium, gốm phân cực...). Theo hiệu ứng áp điện thuận khi vật thể áp điện chịu lực kéo nén thì trong nó sẽ xuất hiện hiệu điện thế. Còn hiệu ứng áp điện nghịch thì khi đặt vật trong một điện trường thì nó sẽ chịu tác



Hình 5.9. Hiệu ứng áp điện: a)- nghịch; b)- thuận

động cơ học. Hiệu ứng áp điện nghịch dùng để thu còn hiệu ứng áp điện thuận dùng để phát sóng siêu âm (h. 5.9)

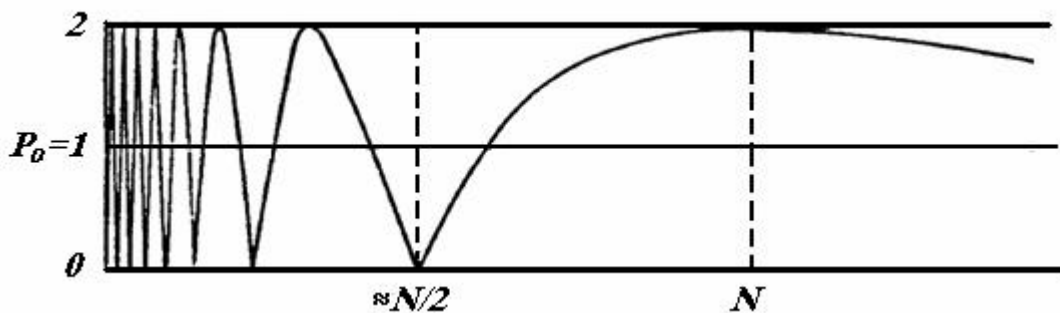
5.4.2. Chùm tia siêu âm



Hình 5.10- Dạng chùm tia siêu âm điển hình từ biến tử hình đĩa

Vùng mà sóng siêu âm truyền từ một biến tử siêu âm được gọi là chùm tia siêu âm. Dạng đơn giản của chùm tia siêu âm của một biến tử hình đĩa được mô tả ở (h.5.10). Chùm tia có hai vùng khác biệt và được phân thành vùng trường gần Fresnel và vùng trường xa

Cường độ biên thiên dọc theo khoảng cách trục đối với một biến tử được biểu diễn trong (h.5.11) cho thấy cường độ thay đổi qua một số cực đại và cực tiểu. Cực đại cuối cùng xuất hiện tại N , trong đó N là chiều dài trường gần. Ngoài khoảng $3N$ được gọi là vùng trường xa Fraunhofer. Vùng từ N đến khoảng $3N$ được xem là vùng chuyển tiếp.



Hình 5.11- Sự phân bố của cường độ dọc theo khoảng cách.

5.4.3. Độ phân kỳ của chùm tia

Khi sóng truyền từ biến tử, trong vùng trường xa bao giờ cũng bị mở ra góc nào đó. Góc mở của chùm tia hay góc phân kỳ $\theta/2$ được tính theo công thức:

$$\theta/2 = \arcsin(K_n \lambda / D) = \arcsin(K_n \cdot v / Df) \quad (5.6)$$

Trong đó:

D - đường kính biến tử

K_n - hằng số phụ thuộc vào hình dạng biến tử; biên của chùm tia và phương pháp được dùng để xác định độ mở chùm tia (thường lấy $K_n=1,22$).

5.4.4. Biểu đồ định hướng

Sự định hướng của trường được biểu diễn dưới dạng đồ thị trong tọa độ độ cực và nó đặc trưng cho sự phụ thuộc của biên độ trong trường xa (h. 5.12).

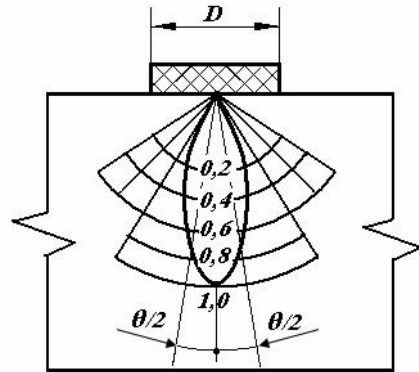
Góc cực g được tính từ đường tâm trục hợp với hướng phát chùm tia ứng với biên độ cực đại của trường. Vector - bán kính $\Phi(g)$ tỉ lệ với tỉ số giữa độ lệch $u(g)$ đối với biên độ cực đại $u(0)$. Khi $g=0$ thì $\Phi(0)=1$.

Định hướng trường trong môi trường kiểm của dạng sóng đã cho được tạo nên bởi các đầu dò là như nhau nếu tích số $D_1f_1=D_2f_2=\dots=D_nf_n$. Nếu đầu dò được sử dụng để thu, thì nó có định hướng xác định theo độ nhạy. Biểu đồ định hướng của đầu dò trong chế độ phát và thu trùng nhau. Biểu đồ định hướng của đầu dò thẳng được mô tả bằng hàm Bessel:

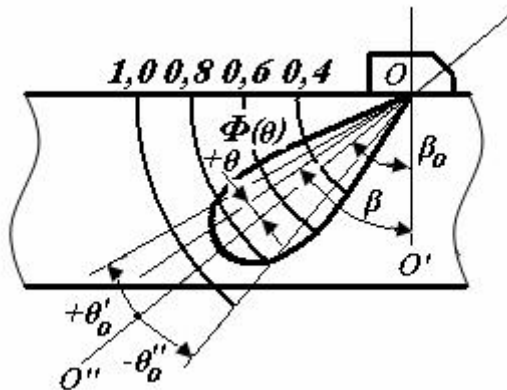
$$\Phi(g) \approx 2P_z \frac{J_1(X)}{X} \quad \text{Với } X = \pi(D/\lambda) \sin g \quad (5.7)$$

$J_1(X)$ biểu thị hàm Bessel có giá trị được tra trong các bảng.

Biểu đồ định hướng của đầu dò nghiêng có thể được mô tả bằng hàm $\Phi(\beta)$ trong tọa độ độ cực (h.5.13). Góc β_0 được gọi là góc xiên của trục âm. Điểm O là điểm ra của chùm tia. Cũng như biểu đồ đầu dò thẳng, chúng đều có dạng búp sóng, phần lớn năng lượng phát ra tập trung tại đó.



Hình 5.12- Biểu đồ định hướng đầu dò thẳng



Hình 5.13- Biểu đồ định hướng đầu dò xiên

5.5. Sự suy giảm của năng lượng chùm siêu âm

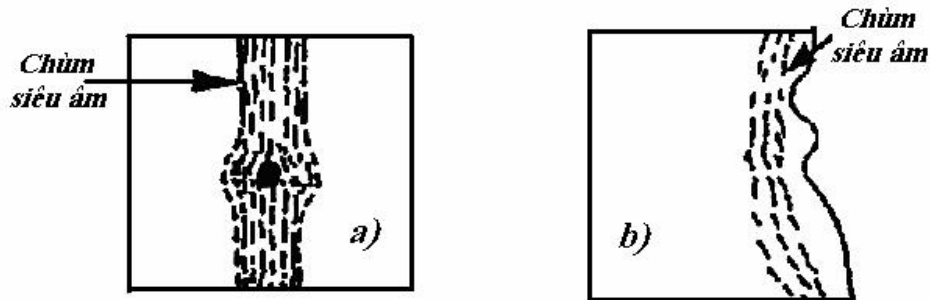
Cường độ thu được của chùm tia siêu âm nhỏ hơn nhiều so với cường độ của chùm tia phát ra ban đầu. Với sự suy giảm này thì biên độ của các xung phản hồi đều suy giảm tỉ lệ với khoảng cách tới mặt phản xạ. Nguyên nhân gây ra sự suy giảm là do quá trình tán xạ, hấp thụ, độ nhám bề mặt, nhiễu xạ, độ dày của chất tiếp âm, sự phân kỳ của chùm tia...

- Tán xạ: thực tế trong môi trường sóng siêu âm truyền là không đồng nhất hình thành nên ranh giới các vùng (phase) có âm trở khác nhau tạo ra quá trình tán xạ. Trong quá trình tán xạ có thể tạo ra các xung phản hồi gây nhiễu chỉ thị. Điều kiện để giảm tán xạ là kích thước của hạt phải nhỏ so với bước sóng.

- Hấp thụ: là hệ quả của việc chuyển đổi một phần năng lượng âm thành nhiệt. Sóng siêu âm lan truyền trong môi trường sẽ kích thích các hạt dao động và va chạm sinh nhiệt. Sự hấp thụ được xem như là một loại hiệu ứng hãm dao

động của các hạt, nên dao động nhanh mất năng lượng nhiều hơn dao động chậm. Tần số tăng thì hấp thụ mạnh.

- Sự tiếp xúc và độ nhám bề mặt vật kiểm: khi biến tử được áp vào bề mặt của mẫu có sử dụng chất tiếp âm thì biên độ tín hiệu từ mặt đáy thay đổi theo chiều dày chất tiếp âm càng lớn thì sự suy giảm của biên độ xung phản hồi càng lớn. Nếu vật kiểm và mẫu chuẩn cùng vật liệu nhưng mẫu chuẩn có độ nhám bề mặt lớn ($R_z > 20 \mu m$) thì sự suy giảm thấy rõ rệt.



Hình 5.14- Khúc xạ của chùm siêu âm:

a)- Vòng quanh khuyết tật; b)- gần mép có hình dạng bất thường

Khúc xạ: Sự giao thoa hay khúc xạ xảy ra nếu gặp những bất liên tục cỡ một bước sóng trong kim loại. Một phần năng lượng chạy uốn quanh khuyết tật và sự phản xạ là rất nhỏ. Ngoài ra, sóng siêu âm còn có thể uốn quanh vùng biên, mép của vật kiểm gây ra sự lệch hướng truyền (h.5.14).

5.6. Các loại đầu dò siêu âm

Bộ cảm biến trong kiểm tra siêu âm làm nhiệm vụ truyền và thu sóng siêu âm. Chúng còn được gọi là đầu dò hay biến tử. Một đầu dò siêu âm gồm (h.5.15)

Tinh thể áp điện hoặc biến tử (1)

Màng bảo vệ (2)

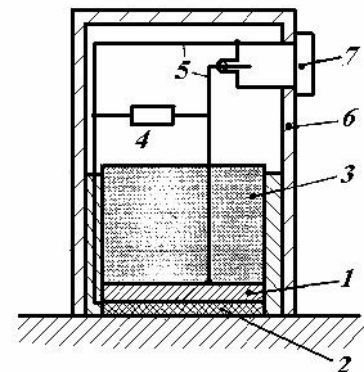
Vật liệu đỡ giảm chấn (3)

Bộ phận phối hợp trở kháng (4) của biến tử áp điện với trở kháng của cáp dẫn để truyền năng lượng từ cáp vào biến tử là nhiều nhất và ngược lại.

Dây dẫn (5)

Vỏ bọc (6) là giá đỡ có kích thước và cấu tạo thích hợp.

Đầu nối cáp (7)



Hình 5.15. Cấu tạo đầu dò siêu âm điển hình

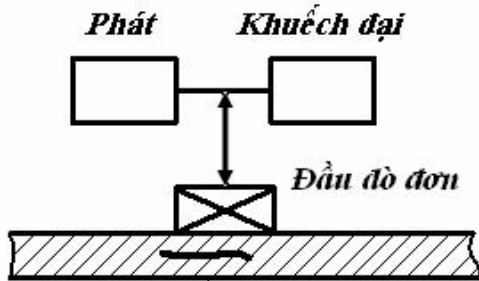
5.6.1. Các loại đầu dò thẳng

Tại điểm ra, chùm sóng âm thường là sóng dọc vào vật kiểm theo phương vuông góc với bề mặt của nó. Loại đầu dò này được sử dụng trong cả tiếp xúc trực tiếp và không tiếp xúc trực tiếp với vật kiểm.

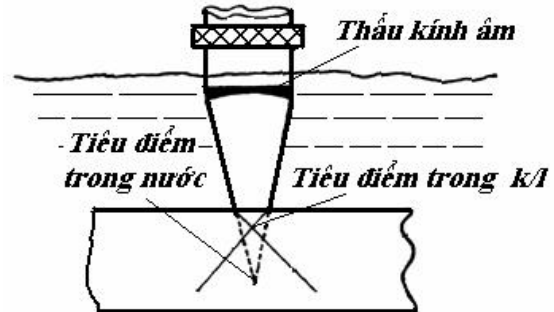
a. Đầu dò thẳng đơn tinh thể

Đầu dò này có một biến tử đơn làm nhiệm vụ phát và thu sóng siêu âm. Biến tử của đầu dò đơn tinh thể có xung phát rộng tạo ra một vùng chết lớn nên hạn chế trong việc kiểm tra khuyết tật gần bề mặt của mẫu mỏng (h.5.16).

Vùng chết là vùng mà đầu dò không phát hiện được khuyết tật. Vùng chết tăng lên khi tần số giảm



Hình 5.16- Dạng làm việc của đầu dò đơn tinh thể



Hình 5.17- Thay đổi tiêu điểm chùm tia trong nước và trong kim loại được nhúng vào nước

b. Đầu dò thẳng hội tụ đơn tinh thể

Nó được thiết kế đặc biệt để tăng độ nhạy ở một dải đo xác định. Để đạt mục đích này, người ta sử dụng các loại vật liệu gốm áp điện có hình cong, tròn, hoặc các tấm mỏng có gắn nệm cong tạo hiệu ứng thấu kính. Dùng hiệu ứng thấu kính làm tăng độ nhạy ngay dưới bề mặt khi sử dụng kỹ thuật nhúng (h. 5.17).

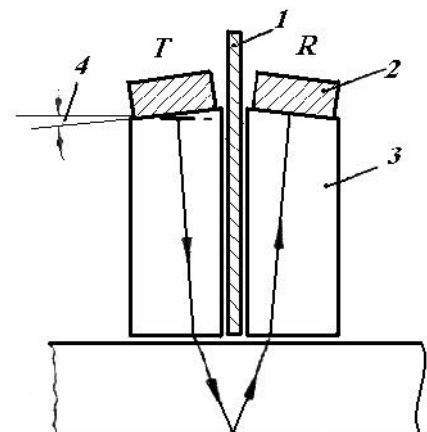
Khi dùng kỹ thuật tiếp xúc kiểm tra bề mặt lõm thì giữa đầu dò và vật kiểm gần thêm một nệm dạng thấu kính để giảm góc mở và tăng độ nhạy.

c. Đầu dò thẳng tinh thể kép (TR)

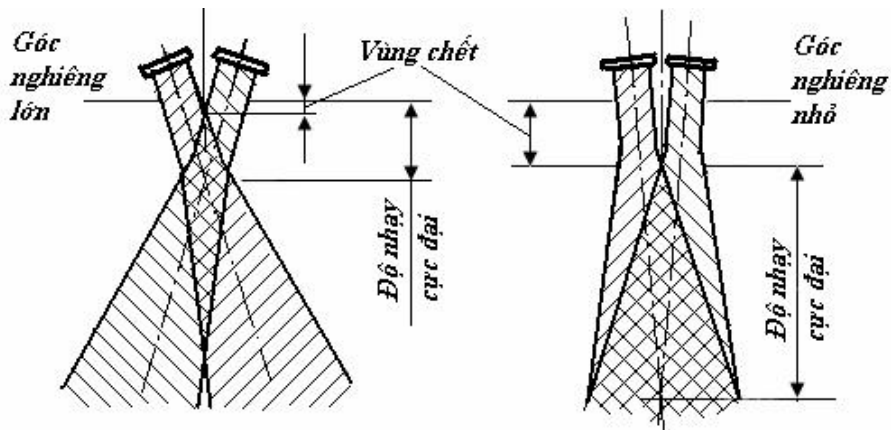
Loại đầu dò thẳng này (5.18) hai biến tử được gắn vào cùng một vỏ qua lớp cách âm (1). Một biến tử (2) được nối với bộ phát T và biến tử (2) kia được nối với bộ thu R của thiết bị, bằng cách này chiều dài xung phát giảm.

Đặc trưng của đầu dò kép là sự nghiêng “mái nhà” của các biến tử (4)

Góc nghiêng có tác dụng hội tụ và cho độ nhạy cực đại tại một điểm nhất định trong mẫu. Các khối trễ dài làm cho chùm tia khi vào vật kiểm đã phân kỳ thuộc vùng trường xa. Góc nghiêng và khối trễ làm vùng chết nhỏ lại (h.5.19)



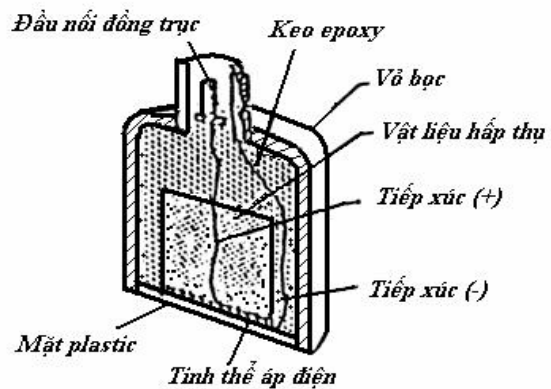
Hình 5.18- Nguyên lý và đường truyền âm của đầu dò TR



Hình 5.19- Sự truyền âm của đầu dò TR có góc nghiêng lớn và nhỏ

d. Đầu dò thẳng loại nhúng

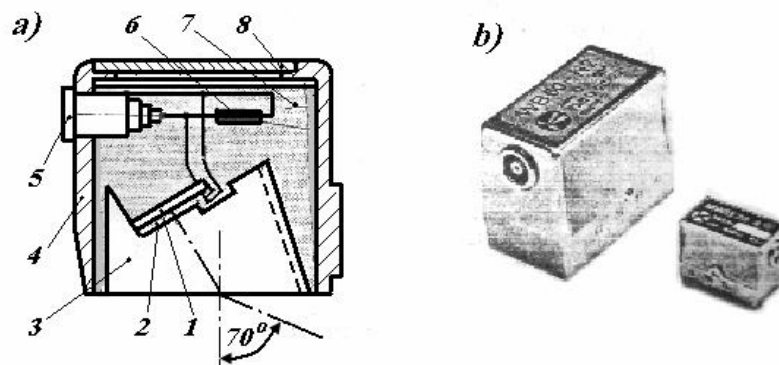
Cấu trúc của đầu dò nhúng cơ bản cũng giống như đầu dò thẳng loại tiếp xúc. Tuy nhiên, đầu dò loại nhúng có vỏ bảo vệ không thấm nước và không cần có tấm bảo vệ chống mài mòn phía trước biến tử (h.20).



Hình 5.20- Cấu tạo đầu dò thẳng loại nhúng

5.6.2. Các loại đầu dò góc

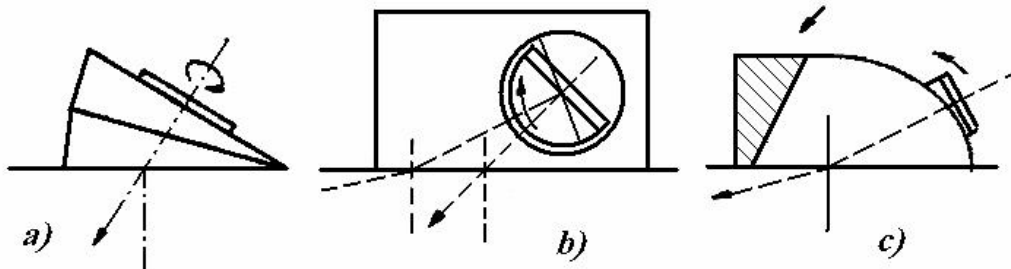
Trong các loại đầu dò góc, sự khúc xạ và sự chuyển đổi dạng sóng được dùng để truyền sóng siêu âm vào vật thể kiểm tra theo các góc khác nhau với bề mặt. Cấu trúc thực tế của đầu dò góc loại tiếp xúc được biểu diễn như (h. 5.21)



Hình 5.21- Đầu dò góc: a)- Cấu tạo; b)- hình chụp; 1)- tinh thể áp điện; 2)- lớp đệm; 3)- nệm plastic; 4)- vỏ bọc; 5)- đầu nối cáp; 6)- phối hợp trở kháng; 7)- chất hấp thụ; 8)- tấm che

Sóng dọc được truyền qua khối làm trễ đến bề mặt vật kiểm tra ở một góc tới xác định. Góc tới được chọn nằm trong khoảng giữa góc α_1^{TH1} và α_1^{TH2} sao cho chỉ có sóng ngang được truyền vào vật.

Trong một số kiểm tra cần thay đổi liên tục góc của chùm sóng âm, người ta thiết kế một số loại đầu dò phù hợp (h.5.22)



Hình 5.22- Các loại đầu dò với góc chùm tia thay đổi được liên tục .

a: Hai miếng nêm plastic quay tương đối với nhau, một nêm được gắn vào biến tử. Việc quay này sẽ làm thay đổi mặt phẳng tới.

b: Biến tử được gắn vào một bán trụ bằng plastic. Khi quay, mặt phẳng tới vẫn cố định nhưng điểm ra của chùm sóng âm sẽ bị dịch chuyển.

c: Cả mặt phẳng tới và điểm ra của đầu dò đều được duy trì, không thay đổi.

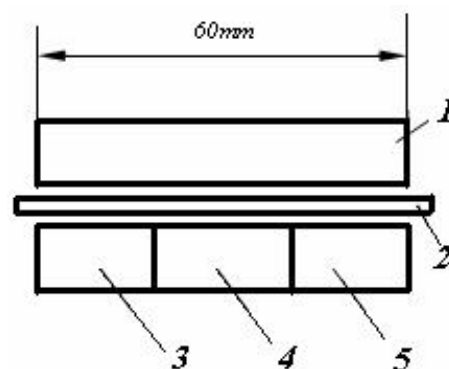
5.6.3. Các loại đầu dò đặc biệt

Đầu dò tiêu chuẩn chỉ có thể làm việc trong khoảng $(-20)^\circ\text{C}$ đến $(+60)^\circ\text{C}$. Khi nhiệt độ làm việc tăng phải sử dụng các loại vật liệu đặc biệt để chế tạo các bộ phận đầu dò. Các biến tử áp điện như metaniobate chì hoặc lithium niobate có thể chịu được nhiệt độ $(+300)^\circ\text{C}$ đến $(+1000)^\circ\text{C}$.

Khi kiểm tra các mối hàn trong lò phản ứng hạt nhân ngoài khả năng chịu nhiệt các đầu dò còn chịu được các tia bức xạ.

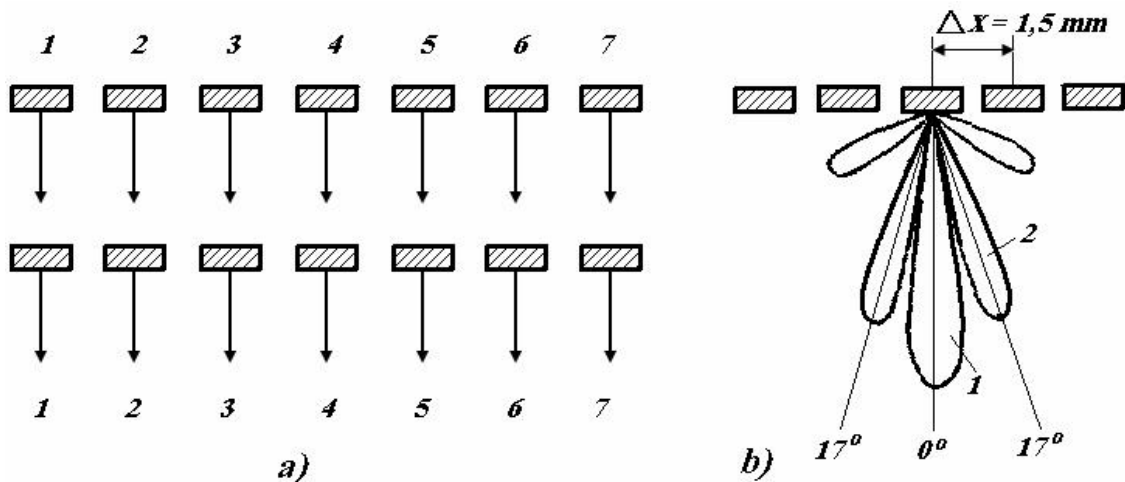
Để kiểm tra các tấm hoặc thanh lớn khi hàn người ta dùng đầu dò gồm một tinh thể phát rộng cùng ba tinh thể thu đặt sát nhau (h. 5.23)

Khi kiểm tra vật lớn nếu chỉ có một đầu dò để quét thì khó đạt được độ nhạy đều cũng như xung phản hồi không cho chỉ thị đầy đủ. Vì thế người ta dùng biến tử dài gồm nhiều tinh thể được kích hoạt riêng biệt. Biến tử như vậy được gọi là dãy tinh thể (phased array). Dãy tinh thể mà phase của kích hoạt cũng có thể bị biến đổi được gọi là dãy phase. Mỗi phần tử có chiều rộng nhỏ hơn bước sóng được kích hoạt tuần tự tạo ra các chùm lệch phase nhau (h.5.24)



Hình 5.23-. Đầu dò TR rộng:
1)- tinh thể phát; 2)- lớp cách;
3, 4, 5)- tinh thể thu

Các biến tử âm điện từ (EMAT) cho lợi thế đáng kể trong việc kiểm tra siêu âm không cần tiếp xúc vật lý, không cần chất tiếp âm, tạo điều kiện thuận lợi cho việc kiểm tra tự động với tốc độ cao các chi tiết dài. Đầu dò EMAT cũng có thể được dùng để kiểm tra những vật liệu kim loại được bao phủ lớp bảo vệ. Biến tử hình cây bút được thiết kế cho việc khảo sát sơ bộ, chức năng chính của chúng là làm giảm thời gian kiểm tra trong khi vẫn quét hết toàn bộ. Đây là một thuận lợi lớn khi kiểm tra các diện tích lớn với đầu dò nhỏ tinh thể đơn. Sau khi phát hiện được bất liên tục, chúng sẽ thực hiện khảo sát thêm để xác định kích thước và vị trí bằng cách sử dụng các đầu dò chuẩn...



Hình 5.24- Đầu dò dây tinh thể phased array

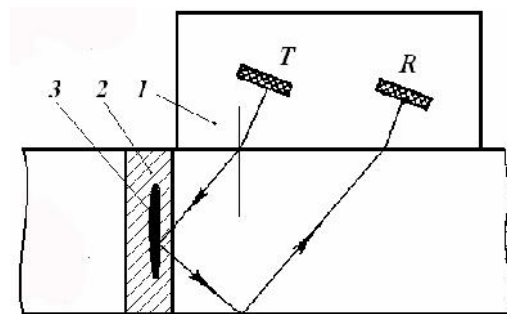
5.7. Kỹ thuật kiểm tra và chuẩn bị hệ thống kiểm tra

5.7.1. Kỹ thuật kiểm tra

Trong kiểm tra siêu âm, người ta dùng kỹ thuật tiếp xúc hoặc không tiếp xúc. Kỹ thuật tiếp xúc là đặt đầu dò lên bề mặt vật kiểm thông qua lớp tiếp âm để năng lượng truyền vào trong tốt hơn. Với kỹ thuật không tiếp xúc - kiểm tra nhúng - đầu dò được đặt cách bề mặt vật kiểm, chùm siêu âm từ đó qua nước hoặc không khí được truyền vào vật. Dưới đây là một số kỹ thuật siêu âm được dùng để kiểm tra.

a. Kỹ thuật tandem (pitch and catch)

Trong một số quá trình hàn (tiếp xúc giáp mối, ma sát, khuếch tán...), các khuyết tật (không ngẫu, nứt, không thấu...) thường có dạng phẳng định hướng vuông góc với bề mặt và rất hẹp. Khi chiều dày liên kết hàn lớn hơn 30 mm thì tia tới từ đầu dò phát sau khi đi vào bề mặt kiểm gặp khuyết tật, phản xạ đập xuống bề mặt dưới sẽ không trở về chỗ tia phát. Lúc đó đầu dò thu sẽ “đón” ở chỗ ra và “bắt” lại (h.5.25)

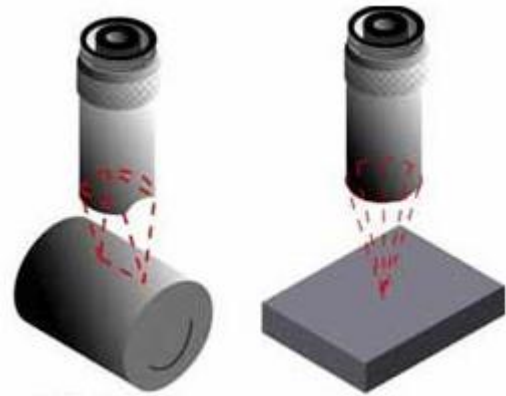


Hình 5.25- Kỹ thuật tandem: 1)- bộ đôi đầu dò; 2)- vật kiểm; 3)- khuyết tật

Vị trí của hai đầu dò phụ thuộc vào chiều dày vật và chúng cùng di chuyển cách nhau một khoảng cố định. Để bố trí được các đầu dò bề mặt phải phẳng và diện tích đủ lớn.

b. Kỹ thuật đầu dò hội tụ

Trong kỹ thuật này chùm tia siêu âm hội tụ tại tiêu điểm được xác định trước hoặc tại một vùng trong vật kiểm. Thấu kính âm học có hình trụ tạo ra chùm siêu âm hội tụ dạng đường là dải hình chữ nhật, thấu kính âm học hình cầu tạo ra chùm siêu âm hội tụ dạng điểm là hình tròn nhỏ. (h.5.26)



Hình 5.26- Thấu kính hình trụ và hình cầu

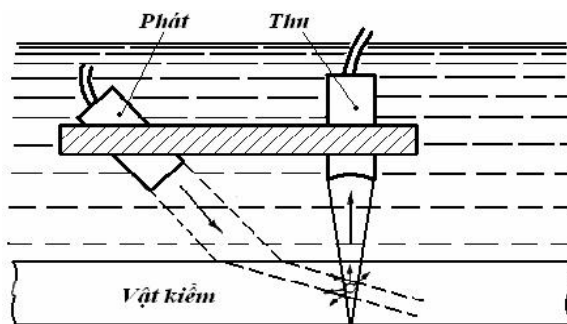
Dải hiệu dụng của các biến tử hội tụ từ 0,25 mm đến 250 mm dưới bề mặt vật kiểm. Trong dải này chúng có độ nhạy cao với khuyết tật nhỏ, khả năng phân giải cao, ít bị ảnh hưởng do độ nhấp nhô bề mặt cũng như biên dạng bề mặt vật kiểm. Nhược điểm của đầu dò hội tụ là vùng được kiểm tra nhỏ.

c. Kỹ thuật đầu dò kép

Trong kỹ thuật này, một đầu dò phát siêu âm vào vật kiểm, đầu dò kia nhận các xung phản hồi từ khuyết tật hoặc từ đáy. Khác với kỹ thuật tandem, hai đầu dò được đặt trong cùng một vỏ. Các tinh thể được đặt nghiêng một góc nhỏ trên đỉnh, do đó nhận được tác động do chùm siêu âm hội tụ. Các đầu dò này được dùng để kiểm tra kích thước kim loại cơ bản; đo chiều dày; phát hiện và định vị khuyết tật gần bề mặt.

d. Kỹ thuật Delta (Δ technique)

Kỹ thuật này dùng các sóng tán xạ hoặc sóng biên của khuyết tật. Theo lý thuyết siêu âm, sóng biên bao gồm cả hai sóng dọc và ngang. Trong vật kiểm (h.5.27) sóng biên phát ra chùm âm bởi đầu dò T còn đầu dò kia R sẽ thu sóng biên dọc.



Hình 5.27- Kỹ thuật Delta



Hình 5.28- Kiểm tra bằng sóng mặt

e. Kỹ thuật đầu dò sóng mặt

Sóng mặt có khả năng lan truyền trên các bề mặt có biên dạng cong với bán kính góc lượn lớn hơn bước sóng, nhưng tại nơi có thay đổi đột ngột về biên dạng thì chúng lại phản xạ mạnh. Do chiều dày truyền sóng nhỏ nên năng lượng được tập trung trong vùng nhỏ. Kỹ thuật sóng mặt được dùng trong kiểm tra hàn các mặt bích, tấm đế vào các chi tiết khác hoặc trong các ống mỏng có đường kính thay đổi (h.5.28). Ngoài ra việc kiểm tra bằng sóng mặt có thể phát hiện các vết nứt nhỏ rất nhỏ trên bề mặt mẫu kiểm.

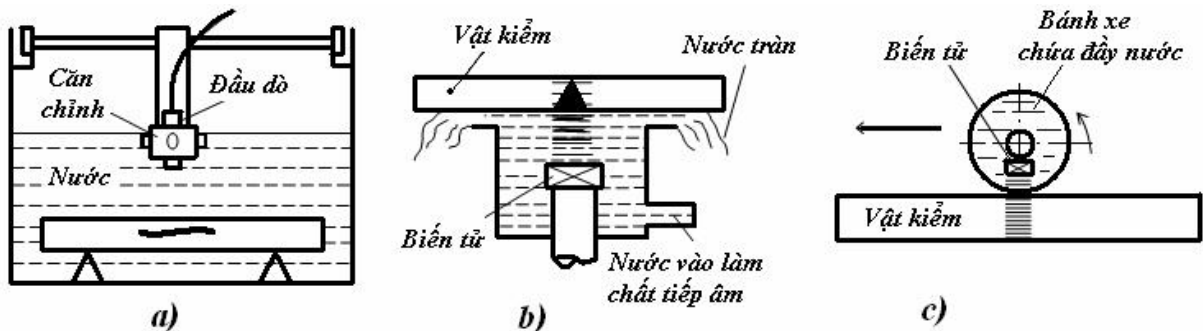
Nhược điểm chính của kỹ thuật sóng mặt là phải làm bề mặt kiểm nhẵn và sạch (gi, sơn, mỡ tiếp âm...) để năng lượng ít bị suy giảm.

f. Kỹ thuật kiểm tra nhúng

Kỹ thuật kiểm tra nhúng chủ yếu được dùng trong phòng thí nghiệm và kiểm tra tự động. Ưu điểm là môi trường tiếp âm đồng nhất, có thể tạo được sóng dọc và ngang cùng một đầu dò bằng các chỉ cần thay đổi góc tới chùm tia. Nó gồm ba kỹ thuật cơ bản:

- Kỹ thuật ngập nước - đầu dò và vật kiểm được nhúng trong bể nước. Chùm tia truyền qua nước trực tiếp vào vật kiểm. Tùy thuộc vào vật liệu và chiều dày vật mà đặt khoảng cách từ đầu dò đến bề mặt vật để xung đáy không che lấp các xung phản hồi sau (h.5.29.a)

- Kỹ thuật bọt nước - chùm tia truyền trong nước đến mặt dưới vật kiểm. Kỹ thuật này được dùng để kiểm tra nhanh các vật dạng tấm, dạng trục. Khi chùm âm chiếu vuông góc với bề mặt trong vật kiểm sẽ có sóng dọc, nếu xiên góc sẽ có sóng ngang (h.5.29.b)



Hình 5.29- Các kỹ thuật kiểm tra nhúng:

a)- ngập nước; b) - bọt nước; c) - đầu dò bánh xe

- Kỹ thuật đầu dò bánh xe - chùm tia được chiếu xuyên qua bánh xe chứa đầy nước quay quanh trục vào vật kiểm. đầu dò được gắn trên trục bánh xe. Có thể điều chỉnh vị trí và góc nghiêng của đầu dò để tạo ra sóng dọc hoặc ngang trong vật kiểm (h.5.29.c)

5.7.2. Chuẩn bị hệ thống kiểm tra

a. Mục đích

Thiết bị kiểm tra siêu âm thường thực hiện các chức năng cơ bản: phát và thu sóng siêu âm, kiểm tra, lựa chọn, xử lý và biểu diễn tín hiệu. Các quy phạm

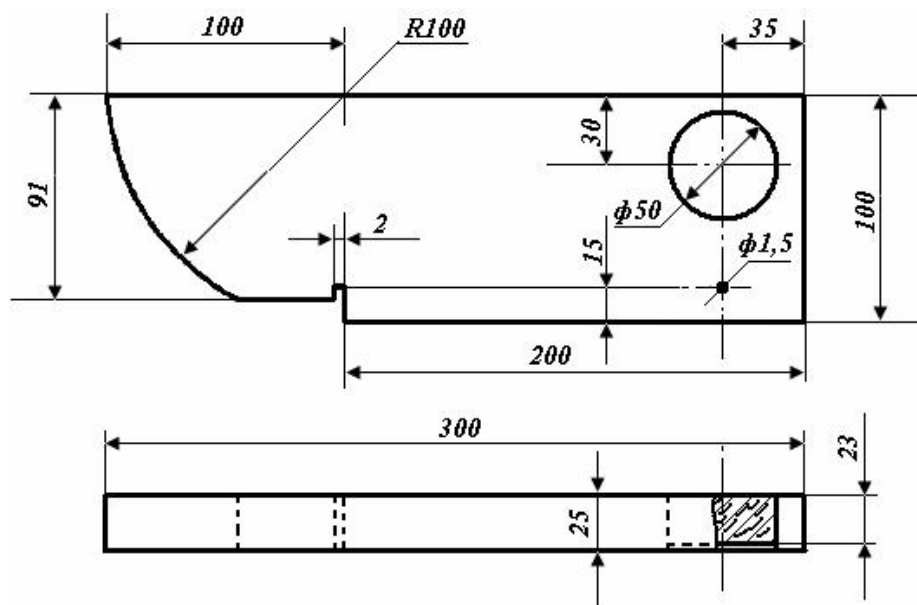
thường xuyên được hiệu chuẩn đúng, phù hợp với các tiêu chuẩn đã có. Hiệu chuẩn thiết bị là công việc quan trọng để nhận được kết quả kiểm tra đáng tin cậy và chính xác.

Mẫu chuẩn được dùng để đánh giá các đặc trưng của máy kiểm tra, đầu dò và thiết lập các điều kiện kiểm tra. Mẫu thử được dùng để so sánh biên độ hoặc vị trí xung phản hồi từ khuyết tật nhân tạo trong nó với biên độ hoặc vị trí khuyết tật trong vật kiểm.

b. Các loại mẫu chuẩn

** Mẫu chuẩn I.I.W. (V1)*

Mẫu chuẩn *V1* của Viện Hàn Quốc tế (I.I.W.) được sử dụng rộng rãi nhất. Nó được chế tạo từ thép cacbon trung bình (h.5.30). *V1* được dùng để thực hiện các nguyên công:



Hình 5.30- Mẫu chuẩn I.I.W. (V1)

- Chuẩn thời gian quét.
- Xác định điểm ra của đầu dò góc
- Xác định góc phát đầu dò
- Kiểm tra các đặc trưng của máy kiểm tra siêu âm (độ tuyến tính của thời gian quét, độ tuyến tính theo chiều cao màn hình, tuyến tính của núm điều khiển biên độ, độ phân giải, khả năng đâm xuyên, ...)
- Đặt độ nhạy.
- So sánh các vật liệu có tốc độ truyền âm khác nhau.

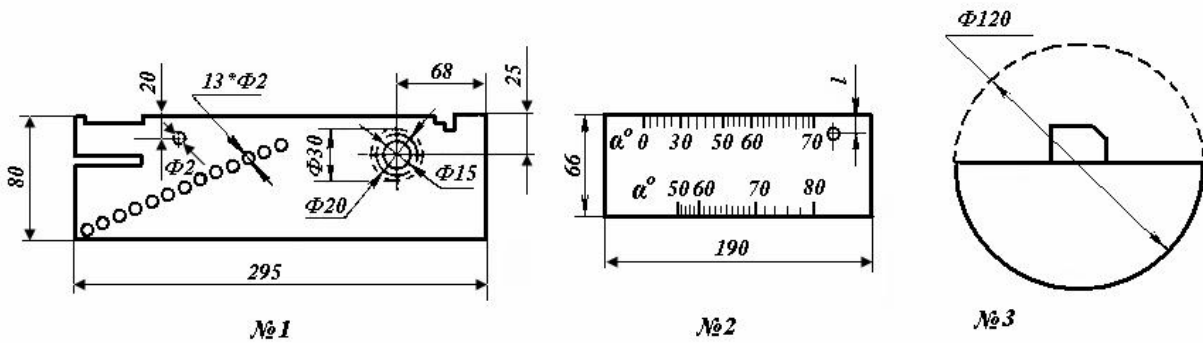
** Mẫu chuẩn theo GOCT*

Thực tế làm việc cho thấy mẫu *V1* không đo được độ nhạy quy định của máy có dịch chỉnh thời gian khuếch đại. Mẫu này không cho phép đánh giá độ phân giải và độ lớn vùng chết với các đầu dò góc. Vì vậy các loại mẫu chuẩn khác đã được thiết kế và sử dụng. Ví dụ các mẫu theo GOCT 14782 -69 (h.5.31).

Mẫu №1 được dùng để xác định độ nhạy quy định, khả năng phân giải, độ sâu chính xác và góc phát đầu dò. Nó được làm từ thủy tinh hữu cơ. Mẫu này đủ để giải quyết phần lớn nhiệm vụ khi kiểm tra hàn

Mẫu №2 được dùng để đo góc vào kim loại cơ bản và kiểm tra vùng chết bằng cách phát hiện ra lỗ hình trụ mà chiều sâu thế nằm được xác định theo yêu cầu kỹ thuật đối với vật kiểm.

Mẫu №3 được dùng chỉ để xác định điểm ra của đầu dò góc.



Hình 5.31- Các mẫu theo GOST 14782-69

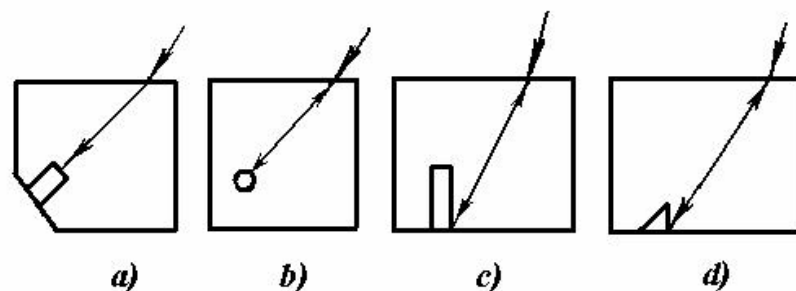
c. Các mẫu thử

Mẫu thử là các mẫu của liên kết hàn mà trong đó có những khuyết tật nhân tạo là các lỗ đáy bằng kích thước khác nhau ở từng độ sâu. Chúng được chế tạo cả từ kim loại cơ bản nếu tính chất âm của nó gần với tính chất âm của kim loại mối hàn. Trong nhiều trường hợp các mẫu thử được gia công cơ khí để được chất lượng bề mặt tương đương với bề mặt kim loại cơ bản, độ nhám bề mặt đạt $R_a=2,5$ trở lên.

Biên độ xung phản hồi từ khuyết tật trong đa số trường hợp có thể được thể hiện qua diện tích nhỏ nhất của lỗ đáy bằng. Do lỗ đáy bằng là một mặt phản xạ lý tưởng nên với cùng một độ sâu và cùng một hiện thị trên màn hình không thể xác định chính xác khuyết tật thực lớn hơn kích thước lỗ so sánh bao nhiêu. Nhưng khuyết tật tối thiểu sẽ bằng diện tích lỗ đáy bằng đang so sánh.

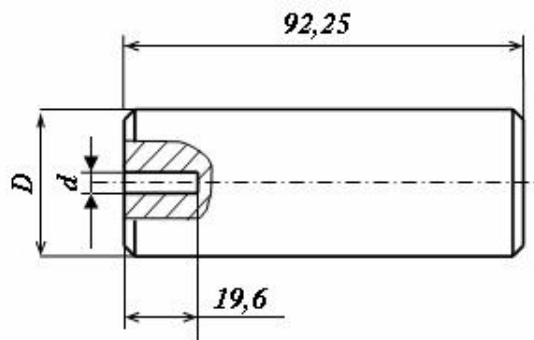
Ngoài loại mẫu thử biên độ - diện tích còn có loại mẫu thử biên độ - khoảng cách. Chúng được dùng để kiểm tra sự thay đổi thật sự của biên độ theo khoảng cách bằng đầu dò thẳng góc.

Các cách bố trí lỗ trên vật được cho trên (h. 5.32)



Hình 5.32- Các dạng lỗ đáy bằng

Bộ mẫu thử thường có các khối trụ đường kính 50 mm, cao 95,25 mm. Tại tâm mẫu có khoan một lỗ đáy bằng sâu 19,6 mm (3/4 inch) (h.5.33).



Hình 5.33- Mẫu thử biên độ - diện tích có $d=1/64'' \div 8/64''$

Ứng dụng:

- Kiểm tra độ tuyến tính của máy
- Xác lập mối liên hệ giữa biên độ và diện tích (hay là mối liên hệ giữa chiều cao biên độ xung phản hồi với kích thước của khuyết tật)

d. Đồ gá phụ trợ

Các loại đồ gá dụng cụ bổ sung khi kiểm tra kết cấu hàn gồm: cạo, giũa, bàn chải sắt, đá mài, giẻ lau làm sạch bề mặt; thước, dưỡng đo thông số hàn và xác định toạ độ khuyết tật, phấn đánh dấu; giấy bút ghi kết quả kiểm tra; đồ gá di chuyển đầu dò trong phạm vi giới hạn (bộ kẹp hoặc thước từ)

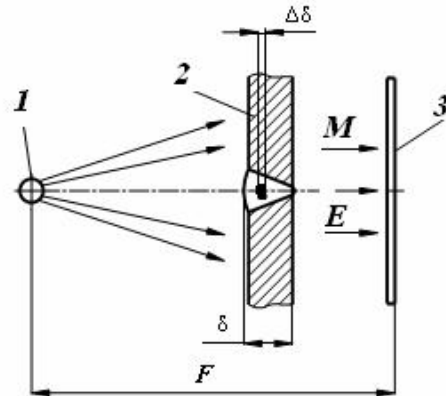
Chương 6

KIỂM TRA BẰNG CHỤP ẢNH PHÓNG XẠ

6.1. Nguyên lý kiểm tra bằng chụp ảnh phóng xạ

6.1.1. Khái niệm

Phương pháp kiểm tra bằng bức xạ được dùng để xác định khuyết tật bên trong của nhiều loại vật liệu hoặc mối hàn có cấu trúc khác nhau. Mỗi hệ thống kiểm tra gồm ba phần chính (h.VII.1): nguồn phát ion hóa 1; vật kiểm tra 2 (liên kết hàn); bộ phát hiện 3 ghi nhận thông tin về khuyết tật.



Hình 6.1- Các phần chính khi kiểm tra

Sóng siêu âm truyền qua môi trường kèm theo sự suy giảm năng lượng do tính chất của môi trường. Cường độ sóng âm hoặc được đo sau khi phản xạ (xung phản hồi) tại các mặt phân cách (khuyết tật) hoặc đo tại bề mặt đối diện của vật kiểm tra (xung truyền qua). Chùm sóng âm phản xạ được phát hiện và phân tích để xác định sự có mặt của khuyết tật và vị trí của nó. Mức độ phản xạ phụ thuộc nhiều vào trạng thái vật lý của vật liệu ở phía đối diện với bề mặt phân cách và ở phạm vi nhỏ hơn vào các tính chất vật lý đặc trưng của vật liệu đó.

Khi sóng siêu âm tới vuông góc với mặt phân cách giữa hai môi trường có âm trở khác nhau thì bị tách thành sóng phản xạ và sóng truyền qua. Khi sóng siêu âm tới dưới một góc nào đó thì sự phản xạ và truyền qua phức tạp hơn trường hợp góc tới vuông góc. Khi góc tới xiên góc cũng xảy ra phản xạ và truyền qua. Sóng truyền qua bị chuyển đổi loại sóng cùng phương truyền (bị khúc xạ).

(H.6.2) biểu diễn các sóng phản xạ và truyền qua khi một sóng siêu âm dọc tới xiên góc với mặt phân cách giữa hai môi trường. Nếu môi trường thứ hai α_L không phải là rắn thì không còn sóng ngang trong đó.

α_L : Góc tới của sóng dọc

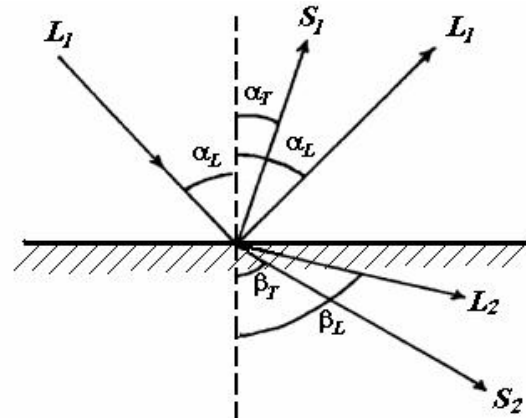
β_T : Góc khúc xạ của sóng ngang

β_L : Góc khúc xạ của sóng dọc

α_T : Góc phản xạ của sóng ngang

6.1.2. Phân loại:

Trong kiểm tra liên kết hàn người ta thường sử dụng các phương pháp dò tìm thông tin: chụp ảnh; soi ảnh huỳnh quang (fluoroscopy); ghi đo phóng xạ. Đối với nguồn bức xạ



Hình 6.2- Sự khúc xạ và chuyển đổi loại sóng khi sóng dọc tới

thì dùng các dạng khác nhau của bức xạ ion hóa: tia röntgen (X); tia gamma (γ); chùm neutron (n).

a. Phương pháp chụp ảnh bằng chùm tia

Bức xạ ion hóa tác động vào lớp nhũ tương của film tạo ra những thay đổi về mật độ quang học (độ đen). Độ đen của film phụ thuộc vào số lượng và đặc tính của chùm bức xạ đến tương tác với film. Phương pháp này thể hiện hình ảnh tĩnh trên hệ phát hiện film về cấu trúc bên trong vật kiểm. Trong thực tế đây là phương pháp được sử dụng nhiều nhất do thao tác đơn giản và kết quả lưu được lâu.

Trong các loại bức xạ röntgen, gamma, neutron, mỗi loại có phạm vi sử dụng, bổ sung và làm giàu khác nhau.

Tia X có ưu điểm khi kiểm tra trong phân xưởng, còn ở ngoài công trường chỉ dùng khi yêu cầu về độ nhạy cao. Tia gamma có lợi thế khi kiểm tra chất lượng liên kết hàn ở những chỗ khó tiếp cận, trong điều kiện công trường hoặc khi lắp ráp. Chụp ảnh betatron được dùng khi kiểm tra liên kết có chiều dày lớn trong phân xưởng. Còn chụp ảnh neutron - đó là phương pháp duy nhất đảm bảo để kiểm tra chất lượng liên kết hàn của các kim loại nặng hấp thụ được neutron nhiệt, các bình chứa chất lỏng, hoá chất và phóng xạ.

Các phương pháp trên có thể kiểm tra được liên kết hàn các tấm thép dày từ 1-500 mm, với độ nhạy 1-2%.

b. Phương pháp soi ảnh huỳnh quang (fluoroscopy)

Phương pháp này thể hiện hình ảnh động trên màn hình về cấu trúc bên trong vật kiểm khi chiếu chùm tia ion hoá mà không dùng film. Độ nhạy phát hiện khuyết tật của phương pháp này chỉ vào khoảng 3% – 5%. Ưu điểm là nhận được kết quả theo hình ảnh ba chiều và liên kết hàn được quan sát dưới các góc độ khác nhau với kích thước được phóng to, mặt khác kiểm tra được rất nhanh và liên tục (on line). Chúng được dùng để kiểm tra sơ bộ nhằm phát hiện nhanh khuyết tật lớn với liều chiếu nhỏ. Phạm vi áp dụng chủ yếu là trong y tế và hải quan, trong sản xuất hàn ít phát triển.

Phương pháp này thường dùng thiết bị röntgen làm nguồn bức xạ, ít khi sử dụng nguồn gamma và neutron. Bộ ghi nhận bức xạ (detector) gồm màn hình huỳnh quang, tinh thể nhấp nháy, bộ biến đổi quang điện, vidicon röntgen... Chúng đảm bảo chuyển đổi các hình bức xạ không nhìn thấy thành các hình ảnh khuất sáng hoặc tín hiệu điện tử rồi truyền đi một khoảng cách cần thiết bằng truyền hình hoặc cáp quang. Khi cần lưu giữ sau khi kiểm tra có thể chụp lại ảnh (fluorography).

c. Phương pháp ghi đo phóng xạ

Phương pháp này nhận được thông tin trong vật kiểm được chiếu bằng bức xạ ion hoá dưới dạng tín hiệu điện (độ lớn, chiều dài, số lượng khác nhau). Đây là phương pháp có khả năng tự động hoá quá trình kiểm tra tốt nhất. Việc thực hiện phản hồi (liên hệ ngược) từ kiểm tra đến quá trình công nghệ hàn hoặc chế tạo làm cho chất lượng hàn được đảm bảo một cách tốt nhất. Độ nhạy của phương pháp này không thua kém so với chụp ảnh. Trong thực tế người ta sử

dụng các chất đồng vị phóng xạ và máy gia tốc làm nguồn, còn bộ dò là tinh thể nhấp nháy, ống đếm nạp khí, detector bán dẫn, liều kế nhiệt phát quang.

Các detector nhấp nháy được sử dụng chủ yếu để ghi nhận bức xạ, nó hoạt động dựa trên nguyên lý: khi bức xạ đến tương tác với bản tinh thể nhấp nháy sẽ bị mất năng lượng và phát ra ánh sáng nhấp nháy. Ánh sáng được truyền đến photocathode của ống nhân quang điện để giải phóng các electron khỏi cathode. Số lượng electron được khuếch đại đập vào anode chuyển thành tín hiệu điện để xử lý. Nhược điểm là khi chùm bức xạ lớn thì không ghi được hết.

6.2. Bản chất, đặc tính của tia X và tia γ

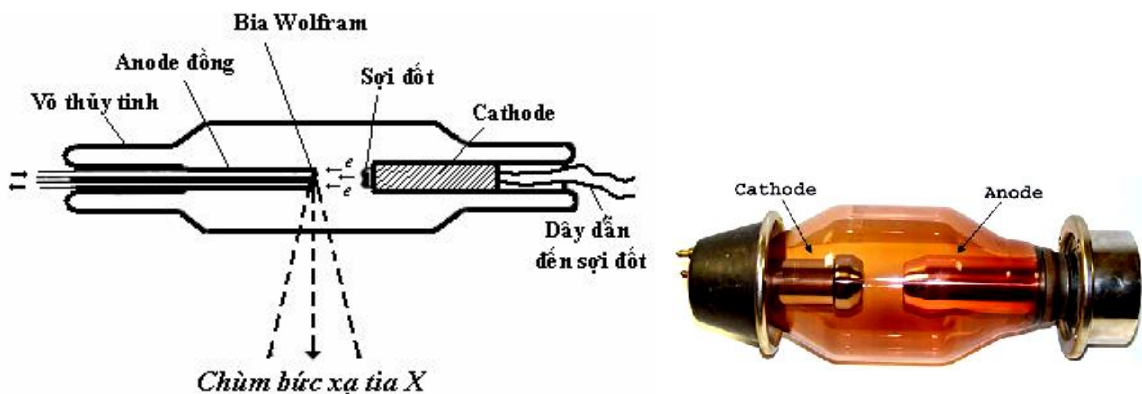
6.2.1. Bức xạ röntgen (tia X)

Bức xạ tia X là dạng bức xạ điện từ giống như ánh sáng. Giữa tia X và ánh sáng thường chỉ khác nhau về bước sóng. Trong kiểm tra vật liệu bằng chụp ảnh bức xạ thường sử dụng bức xạ tia X có bước sóng từ 10^{-2} \AA đến 10 \AA ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$). Tần số dao động riêng ν , bước sóng xác định tính chất đặc trưng của bức xạ lan truyền trong không gian λ với tốc độ ánh sáng c liên hệ với nhau theo:

$$\lambda = c/\nu \quad (6.1)$$

Khi giảm bước sóng λ thì năng lượng bức xạ E tăng lên. Do vậy tính chất hạt trội hơn tính chất sóng nên khả năng đâm xuyên mạnh hơn.

Nguồn phát ra bức xạ tia X là ống röntgen (h.6.3). Đó là ống thủy tinh trong là chân không (1 nm Hg) với hai điện cực cùng đôi âm cực.



Hình 6.3- Một ống phát bức xạ tia X điển hình.

Nguồn phát electron là cuộn dây được gọi là cathode K . Khi có dòng điện từ 1 đến 5 (A) ở điện áp 4 – 12 (V), cuộn dây được đốt nóng đến dải nhiệt độ phát ra các electron.

Quá trình tăng tốc electron: Các electron sau khi được tạo ra từ cathode K sẽ phóng về anode A mang điện tích dương. Để tạo ra bức xạ cần thiết cho chụp ảnh thì điện áp giữa A và K phải nằm trong khoảng từ $30 \text{ kV} \div 30 \text{ MV}$.

Bia: Bức xạ tia X được phát ra khi các electron đang phóng có năng lượng cao va đập vào tấm bia đối âm cực. Vật liệu dùng để làm bia cần phải có các tính chất cần thiết như: nguyên tử số Z cao, nhiệt độ nóng chảy cao, độ dẫn nhiệt lớn. Wolfram là kim loại có tất cả các tính chất trên. Bia được gắn với cực anode bằng đồng.

Kết quả là của va đập là phát ra bức xạ đặc trưng và bức xạ hãm có phổ là nền liên tục và vạch đặc trưng (h.6.4).

Bức xạ đặc trưng với phổ vạch chỉ xuất hiện trong trường hợp khi electron e^* được tăng tốc tác động tương hỗ với anode có năng lượng cao, ví dụ đủ để đảm bảo dịch chuyển các electron thuộc lớp K của các nguyên tử lên mức năng lượng cao hơn. Như vậy xảy ra dịch chuyển ngược tức thời của electron từ ngoài vào trong, ví dụ từ lớp L vào lớp K. Điều này kéo theo bức xạ đặc trưng có tần số ν , ứng với ΔE – chênh lệch năng lượng giữa mức ngoài và trong (ví dụ lớp K và L) (h. VII.4):

$$\Delta E = E_K - E_L = h \nu \quad (6.2)$$

Trong đó

h – hằng số Plank ($h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J/s}$)

Bức xạ đặc trưng được sử dụng khi phân tích phổ và cấu trúc roentgen trạng thái vật chất. Vì mỗi nguyên tố có năng lượng liên kết các electron trên vỏ nguyên tử hoàn toàn xác định, do đó mỗi chất ứng với phổ vạch hoàn toàn xác định.

Bức xạ hãm với phổ liên tục xuất hiện khi các electron với năng lượng khác nhau thoát khỏi cathode đập “từ từ” vào bia. Động năng E của electron trên bề mặt bia bằng:

$$E = eU \quad (6.3)$$

Trong đó

e – điện tích ($e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$)

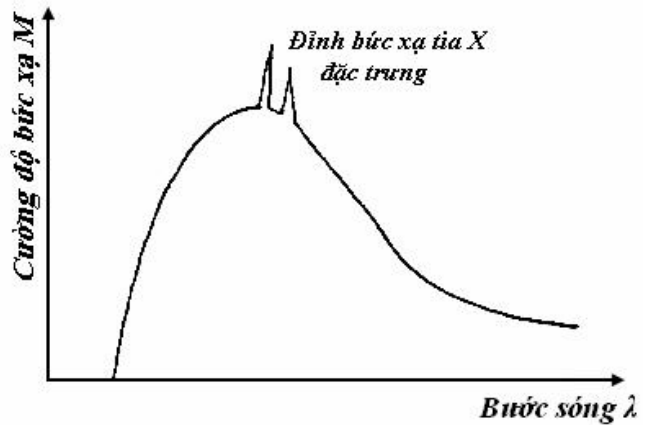
U – điện áp anode của ống (V)

Do tốc độ của electron phân bố theo định luật Maxwell nên các electron này bị hãm dần theo chiều dày bia. Vì vậy trong phổ roentgen thì bức xạ phát ra trong ống, lượng tử có đủ các mức năng lượng khác nhau. Khi bước sóng nhỏ nhất thì toàn bộ động năng electron E sẽ chuyển thành năng lượng bức xạ roentgen lớn nhất E_{max} , tức là:

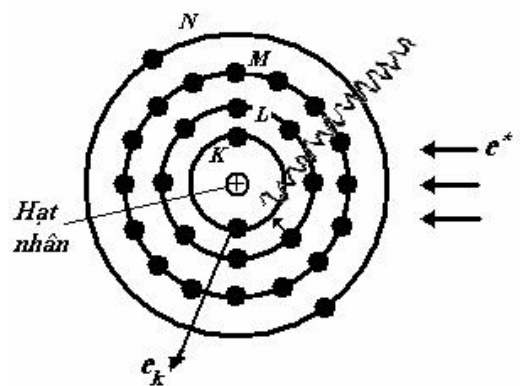
$$E_{max} = h\nu_0 = hc/\lambda_0$$

$$\text{Cân bằng } E \text{ và } E_{max} \text{ nhận được } \lambda_0 = \frac{hc}{eU} = \frac{1,24 \cdot 10^{-6}}{U} \quad (6.4)$$

6.2.2. Bức xạ gamma (γ)



Hình 6.4- Phổ bức xạ tia X



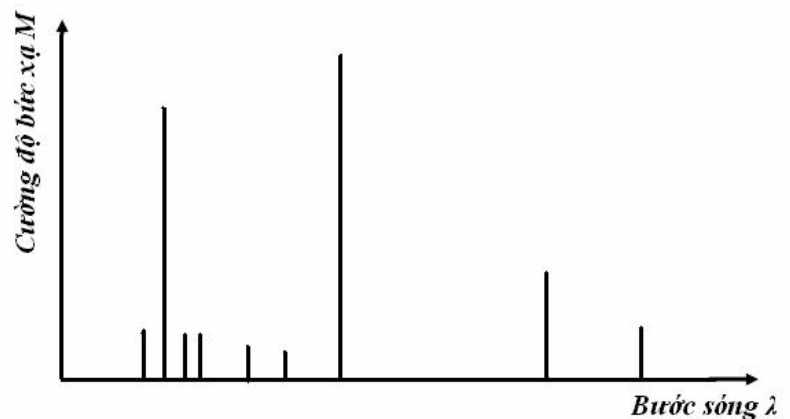
Hình 6.5- Cấu tạo nguyên tử

Bức xạ gamma là loại bức xạ sóng điện từ giống như bức xạ tia X nhưng chúng thường có bước sóng ngắn hơn ($10^{-3} - 4.10^{-2} \text{ \AA}$) và có khả năng xuyên sâu hơn bức xạ tia X. Bức xạ này được phát ra từ biến đổi bên trong hạt nhân các đồng vị phóng xạ tự nhiên hoặc nhân tạo khi phân rã, khác với bức xạ tia X được phát ra ở bên ngoài hạt nhân. Đồng thời với các lượng tử (photon) γ , các hạt α (hạt nhân helium ${}^2\text{He}_4$) và hạt β (electron ${}^{-1}\beta_0$).

Quãng chạy (khả năng đâm xuyên) của các hạt α trong vật chất rất ngắn. Khả năng đâm xuyên của các hạt β lớn hơn, chúng có thể bị hấp thụ hoàn toàn khi truyền qua tấm nhôm dày khoảng 4 mm.

Tùy thuộc vào năng lượng, lượng tử γ có khả năng đâm xuyên lớn hơn nhiều so với các hạt α , β . Đó là nguyên nhân chính để tia γ được dùng trong kiểm tra chất lượng các liên kết hàn.

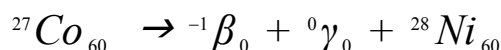
Khác với phổ bức xạ tia X là liên tục thì phổ bức xạ gamma là gián đoạn (phổ vạch), ngưỡng giá trị của bước sóng trong thực tế phụ thuộc vào sự phát xạ của hạt nhân nghĩa là nguồn phóng xạ. Các đồng vị phóng xạ có thể phát ra bức xạ có một hoặc nhiều bước sóng (h.6.6)



Hình 6.6- Phổ vạch của nguồn phóng xạ gamma

Các nguồn đồng vị phóng xạ nhận được bằng cách kích hoạt “phôi” trong chùm neutron của lò phản ứng hạt nhân (như Co-60 và Ir-192), hoặc do việc chiết tách các sản phẩm phân hạch của lò phản ứng (như Cs-137 và Sr-90).

Sơ đồ phân rã của đồng vị phóng xạ như Co -60 có thể được chỉ ra theo:



6.2.3. Tính chất chung

Bức xạ tia X và tia gamma là bức xạ sóng điện từ, nên có những tính chất giống nhau dưới đây :

- Không thể nhìn thấy và cảm nhận được chúng bằng các giác quan người.
- Làm các chất (kẽm sulfide, canxi tungstate, kim cương, barium platinocyanide...) phát huỳnh quang.
- Chúng truyền với tốc độ ánh sáng nghĩa là $v = c = 3.10^8 \text{ m/s}$.
- Gây nguy hại cho tế bào sống.
- Gây ra sự ion hoá, chúng có thể tách các electron ra khỏi các nguyên tử khí để tạo ra các ion dương và âm.
- Truyền theo đường thẳng, là bức xạ sóng điện từ nên tia X hoặc tia gamma cũng có thể bị phản xạ, khúc xạ và nhiễu xạ.

- Tuân theo định luật tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách
- Có thể đâm xuyên qua những vật liệu mà ánh sáng không thể xuyên qua được. Độ xuyên sâu phụ thuộc vào năng lượng bức xạ, mật độ, chiều dày vật liệu.
- Chúng tác động lên lớp nhũ tương film.

6.3. Tương tác của tia X và tia γ

6.3.1. Biến đổi của chùm tia

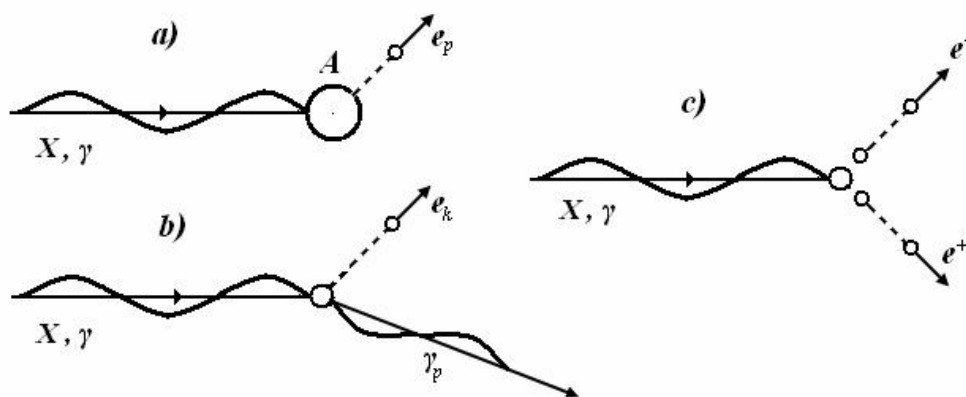
Khi một chùm bức xạ đi qua vật chất thì một số tia được truyền qua, một số tia bị hấp thụ và một số tia bị tán xạ theo nhiều hướng khác nhau. Các loại bức xạ hạt nhân chính là α , β tương tác mạnh với các electron ở quỹ đạo nguyên tử. Do bị ion hóa và bị kích thích nên bức xạ bị mất năng lượng liên tục rồi bị hãm lại khi mất hoàn toàn. Neutron không tích điện nên khó tương tác với các electron và trường coulomb của hạt nhân.

6.3.2. Tương tác của bức xạ tia X và γ với vật chất

Khi bức xạ tia X và γ đi qua vật chất, cường độ bức xạ bị suy giảm và phụ thuộc vào đặc tính chùm bức xạ, vật liệu, mật độ và chiều dày của mẫu vật mà chùm tia bức xạ đi qua. Quá trình tương tác xảy ra rất phức tạp, đó là kết quả tự nhiên của sóng điện từ. Tuy nhiên với các lượng tử có năng lượng 0,01 – 10 MeV tương tác chủ yếu xảy ra theo ba quá trình (h.6.7): hiệu ứng hấp thụ quang điện, tán xạ compton và quá trình tạo cặp.

Đặc trưng cho khả năng tương tác của lượng tử (photon) roentgen hoặc γ với vật chất được gọi là hệ số suy giảm tuyến tính μ . Hệ số μ được đặc trưng bằng tỉ số giữa số lượng tử chịu tương tác trong một đơn vị thời gian với mật độ dòng lượng tử tới. Nói cách khác nó xác định sự suy giảm của cường độ bức xạ ion hóa khi chùm tia đi qua vật chất có chiều dày nhất định.

Khi tương tác quang điện với nguyên tử chất hấp thụ A (h.6.7.a) lượng tử (photon) có năng lượng tương đối thấp (nhỏ hơn 1 MeV) truyền toàn bộ năng lượng cho electron e_p ở lớp trong – thường là lớp K.



Hình 6.7- Ba quá trình tương tác

Quá trình tán xạ compton được thực hiện bằng cách lượng tử (photon) γ_p va chạm với electron e_k ở lớp vỏ ngoài. Khi tương tác chỉ một phần năng lượng của γ_p truyền cho nguyên tử hấp thụ và lượng tử bị tán xạ (h.6.7.b).

Quá trình tạo cặp do lượng tử (photon) γ tương tác với nguyên tử tạo nên cặp electron e^- và positron e^+ trong điện trường

Đối với từng chất có thể chia ra ba vùng năng lượng mà mỗi vùng có quá trình nào trội hơn (Bảng 6-1)

Bảng 6-1: Các vùng năng lượng trội của các quá trình tương tác giữa bức xạ γ và roentgen với vật chất.

Vật liệu	Mức năng lượng E					
	Hiệu ứng quang điện		Tán xạ Compton		Quá trình tạo cặp	
	/J/	/keV/	/J/	/keV/	/J/	/keV/
Không khí	$<3,2 \cdot 10^{-15}$	<20	$3,2 \cdot 10^{-15} \div 3,7 \cdot 10^{-12}$	$20 \div 23000$	$>3,7 \cdot 10^{-15}$	>23000
Nhôm	$<8,0 \cdot 10^{-15}$	<50	$8,0 \cdot 10^{-15} \div 2,4 \cdot 10^{-12}$	$50 \div 15000$	$>2,4 \cdot 10^{-12}$	>15000
Thép	$<1,9 \cdot 10^{-14}$	<120	$1,9 \cdot 10^{-14} \div 1,5 \cdot 10^{-12}$	$120 \div 9500$	$>1,5 \cdot 10^{-12}$	>9500
Chì	$<8,0 \cdot 10^{-14}$	<500	$8,0 \cdot 10^{-14} \div 7,5 \cdot 10^{-13}$	$500 \div 4700$	$>7,5 \cdot 10^{-13}$	>4700

6.3.3. Hệ số suy giảm tuyến tính μ (cm⁻¹)

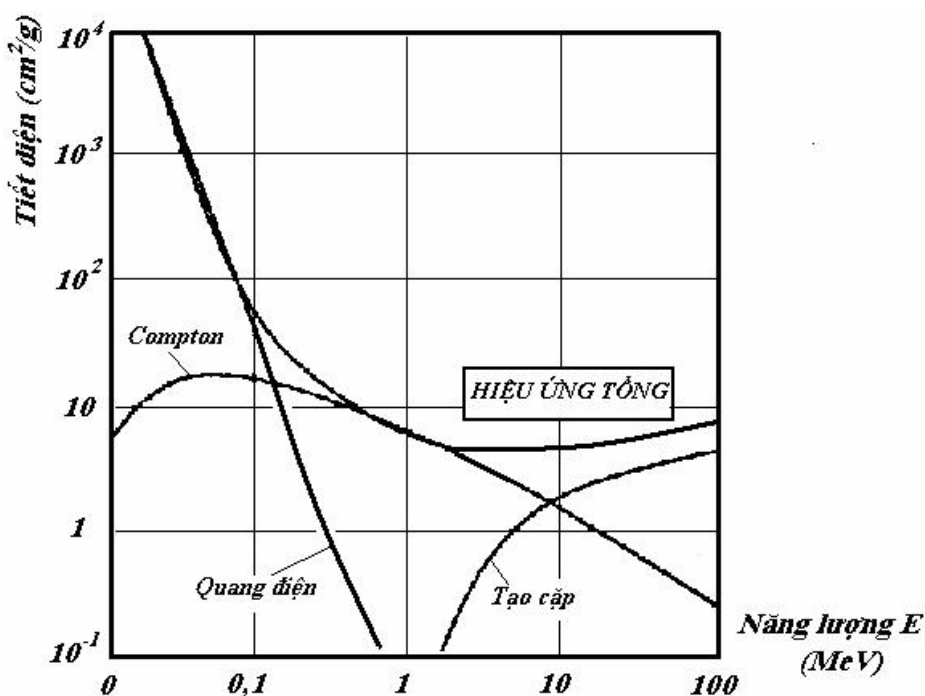
Hệ số suy giảm tuyến tính μ là tổng các hệ số tương tác tuyến tính do hiệu ứng quang điện τ , tán xạ Compton σ và quá trình tạo cặp χ

$$\mu = \tau + \sigma + \chi$$

Như vậy μ đặc trưng cho sự suy giảm tương đối của cường độ bức xạ khi đi qua chiều dày hấp thụ 1 cm. Độ lớn nghịch đảo $1/\mu$ được gọi là quãng đường tự do của lượng tử trong vật chất.

Trong vùng bức xạ roentgen và gamma năng lượng thấp, giá trị μ được

xác định trên cơ sở hiệu ứng quang điện và mất đi khi năng lượng tăng. Tại vùng năng lượng bức xạ γ nhỏ hơn 1 MeV, quá trình tương tác cơ bản là tán xạ Compton, hệ số μ ít phụ thuộc vào năng lượng. Trong phạm vi năng lượng bức xạ hãm của máy gia tốc và bức xạ γ lớn hơn 1 MeV, hệ số μ tăng theo năng lượng (h.6.8). Trong các



Hình 6.8- Tiết diện tương tác phụ thuộc vào năng lượng của lượng tử gamma

chất có nguyên tử số Z lớn thì tác động quang điện và tạo cặp đến μ lớn. Trong vùng năng lượng chỉ tồn tại tán xạ compton thì μ ít phụ thuộc vào Z .

6.4. Nguồn bức xạ dùng trong chụp ảnh phóng xạ

6.4.1. Nguyên lý chung của thiết bị phát bức xạ tia X

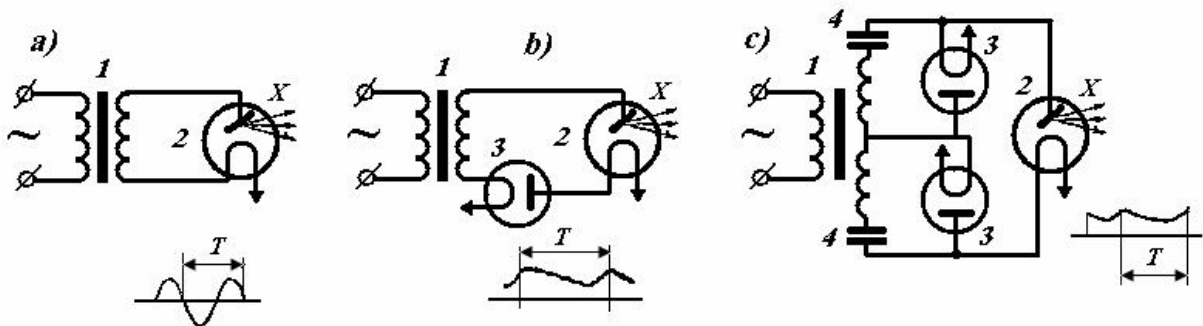
Để tạo ra bức xạ tia X cần phải có một nguồn phát electron (dây tóc được đốt nóng); định hướng và tăng tốc các electron (tạo điện áp cao); cùng một bia bằng wolfram để electron va đập vào. Chúng được đặt trong ống phát bằng thủy tinh gồm hai điện cực: cathode và anode (h.6.8). Ngoài ra còn có thiết bị điện khác bao gồm :

- Một biến áp để cung cấp điện áp cao cần thiết.
- Bộ phận để điều chỉnh cao áp được đặt giữa cathode và anode
- Bộ phận để điều chỉnh cường độ dòng điện chạy qua dây đốt nóng
- Hệ thống ngắt tự động để bảo vệ cho thiết bị khỏi hư hỏng do quá nhiệt, điện áp, cường độ dòng điện quá cao v.v...

Các thiết bị phát bức xạ gồm hai loại chính là máy phát liên tục (tính theo giờ) và máy phát xung (tính theo số xung).

* Máy phát liên tục: có thể ở dạng liền khối hoặc dạng rời. Chúng được dùng để phát theo chùm định hướng hoặc toàn phương (h.6.9 a, b, c).

Các máy phát dạng liền khối được lắp chung trong một khối và được làm nguội bằng dầu hoặc khí. Máy phát xách tay được dùng ở côn g trường hoặc điều kiện lắp ráp, còn máy cao áp liền khối cố định chỉ được dùng trong xưởng.



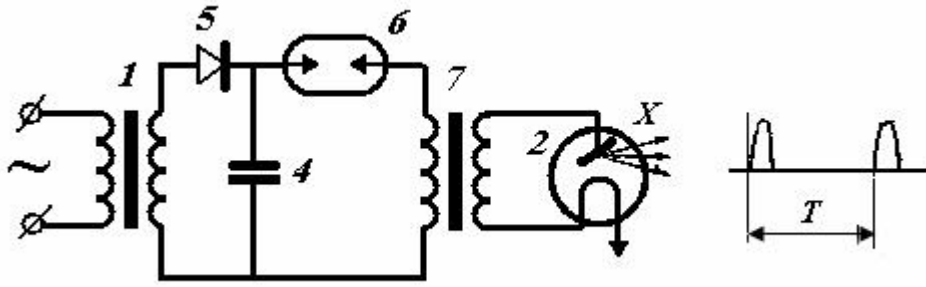
Hình 6.9. Các mạch máy phát điện hình

1)- biến áp; 2)- ống roentgen; 3)- kenetron; 4)- tụ điện

* Máy phát tia X dạng xung (Flash X-ray):

Anode hình côn rất nhỏ và cathode bằng inox hình xuyên có các lỗ ở tâm. Các máy này dùng mạch xung có độ tự cảm rất thấp với bộ phóng điện cùng biến áp đỉnh xung (h.6.9).

Dưới tác động của xung cao áp được tạo nên bởi khoá điện tử 5 và bộ phóng điện 6, bức xạ roentgen rất ngắn nhưng rất mạnh phóng ra khỏi ống phát 2 qua cửa sổ. Tụ điện 4 phóng điện qua cuộn sơ cấp của máy biến áp đỉnh xung 7 tạo nên điện áp 100 – 200 kV trong cuộn thứ cấp qua ống phát.



Hình 6.10- Máy phát roentgen dạng xung:
5)- khóa điện tử; 6)- bộ phóng điện; 7)- biến áp đỉnh xung

Các máy phát xung được sử dụng để kiểm tra nhanh các mối hàn đường ống, khi lắp ráp... Tần số phóng xung từ $0,2 \text{ Hz} - 15 \text{ Hz}$, thời gian phóng từ $1 - 3 \mu\text{s}$ và cường độ dòng điện đạt được $100 - 200 \text{ A}$. Xung bức xạ phát ra lên đến 1 R ở cách 1 m .

6.4.2. Thiết bị phát bức xạ tia X hiện đại

Các loại máy phát bức xạ tia X hiện nay có nhiều cải tiến nhờ ứng dụng các công nghệ mới, chúng có đặc điểm:

- Bức xạ phát ra mạnh với kích thước tiêu điểm nhỏ.
- Phát ra bức xạ có năng lượng rất thấp và rất cao cũng như điều chỉnh được năng lượng.
- Thiết bị gọn nhẹ.
- Có khả năng định hướng và bao quát một phạm vi rộng.
- Thiết bị vận hành được dễ dàng và an toàn.

Thiết bị phát bức xạ tia X được nhiều hãng khác nhau sản xuất và có thể được phân loại như sau:

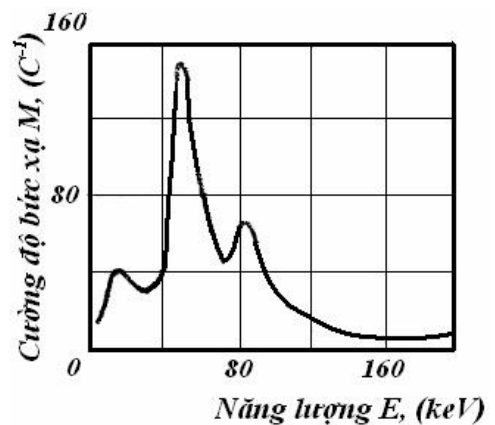
- * Máy phát bức xạ tia X định hướng
- * Máy phát bức xạ tia X toàn phương :
- * Máy phát bức xạ tia X có tiêu điểm phát bức xạ cực nhỏ

6.4.3. Các nguồn phát bức xạ gamma.

a. Đồng vị phóng xạ

Các nguồn đồng vị phóng xạ phát ra bức xạ gamma có khả năng đâm xuyên lớn. Chúng có lợi khi chụp ảnh bức xạ kiểm tra các vật chiều dày lớn và mật độ cao vượt khỏi dải mà các máy phát tia X thường thực hiện. Các nguồn phát bức xạ gamma ít khi được sử dụng để kiểm tra các loại hợp kim nhẹ và thường bị giới hạn về độ nhạy.

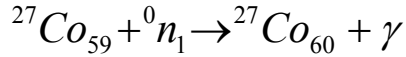
Trước kia người ta sử dụng radium là loại nguồn phóng xạ tự nhiên để chụp ảnh



Hình 6.11- Phổ bức xạ Tm-170

bức xạ gamma. Ngày nay nó đã được thay thế hoàn toàn bởi các đồng vị phóng xạ nhân tạo rẻ hơn nhiều. Một số đồng vị phóng xạ được tạo ra bằng cách dùng neutron ở trong lò phản ứng hạt nhân kích hoạt vào nó. Hầu hết các nguồn phóng xạ gamma được tạo ra theo phản ứng (n, γ) . Phản ứng (n, γ) này chủ yếu là phản ứng neutron nhiệt. Hạt nhân của nguyên tố bị kích hoạt sẽ bắt neutron và chất được tạo ra là một đồng vị phóng xạ của nguyên tố ban đầu.

Ví dụ :



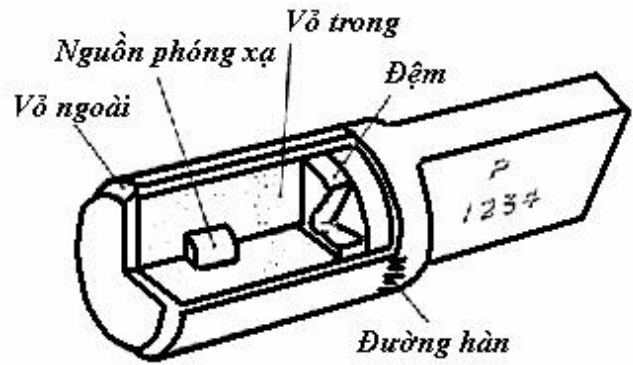
Phổ bức xạ của nguồn Tm-170 được chỉ ra trên (h.6.10) với đỉnh 0,053 và 0,084 MeV. Đặc trưng của các nguồn đồng vị khác cho trong bảng 6-2.

Bảng 6-2. Đặc trưng của các nguồn đồng vị phóng xạ nhân tạo

Đồng vị phóng xạ	Co-60	Ir-192	Cs-137	Tm-170	Yb-169
Chu kỳ bán rã	5,3 năm	74 ngày	30 năm	129 ngày	30 ngày
Dạng hóa học	Kim loại	Kim loại	Cs - Ce	Kim loại hoặc Tm_2O_3	YbO_3
Mật độ (g/cm^3)	8,9	22,4	3,5	4	----
Năng lượng bức xạ γ phát ra (MeV)	1,17 1,33	0,31 0,47 0,64	0,66	0,87 0,052	0,17 – 0,2
Tiết diện kích hoạt (barn)	36	370	-----	130	5500
Hoạt độ riêng cơ bản (Ci/g)	1100	10000	25	6300	Phụ thuộc vào quá trình làm giàu đồng vị Yb - 168
Hoạt độ riêng thực tế (Ci/g)	300	450	25	1500	2,5 – 3,5 Ci trong kích thước $1 \times 1 \text{ mm}^2$
RHM/Ci	1,33	0,55	0,37	0,0025	0,125
Chiều dày kiểm tra tối ưu thép (mm)	50 – 150	10 – 70	40 – 100	2,5 – 10	3 – 12
Hoạt độ nguồn chụp ảnh thực tế (Ci)	100	50	75	50	2,5 – 3,5
Đường kính nguồn (mm)	3	3	6	3	1
Khối lượng che chắn (kg)	100	20	50	1	-----

b. Đầu bọc nguồn

Các nguồn γ phát bức xạ liên tục theo mọi phương nên không an toàn khi sử dụng. Vì vậy, nguồn bức xạ γ cần được đặt trong các vỏ bọc kín. (h.6.12) biểu diễn một nguồn điển hình. Nguồn có dạng hình trụ đường kính từ 0,5 – 20 mm, chiều dài từ 0,5 – 8 mm. Đôi khi các nguồn có dạng hình cầu đường kính từ 6 – 20 mm. Các nguồn được cung cấp có thể kèm theo thẻ (nhãn) hoặc không có.



Hình 6.12- Cấu tạo bên trong nguồn chụp ảnh điển hình

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đảm bảo chất lượng hàn; TS . Nguyễn Đức Thắng – NXB KHKT 2009.
2. Công nghệ hàn nóng chảy (Tập 1 + tập 2) - TS. Ngô Lê Thông NXB KHKT 2007.

CÁC WEBSITE THAM KHẢO

1. <http://www.weldcomputer.com>
2. <http://www.resweld.com>
3. <http://www.resistancewelding.org>
4. [http:// www.21welding.com.vn](http://www.21welding.com.vn)
5. <http://www.ndt-ed.org>
6. [http://. www.weldtech.com](http://.www.weldtech.com)

MỤC LỤC

	Trang
LỜI NÓI ĐẦU	1
Chương 1	0
CHẤT LƯỢNG HÀN VÀ KIỂM TRA CÔNG NGHỆ HÀN	2
1.1. Các chỉ tiêu chất lượng	2
<i>1.1.1. Tiêu chí tự nhiên</i>	<i>2</i>
<i>1.1.2. Tiêu chí liên quan đến sản phẩm</i>	<i>2</i>
<i>1.1.3. Tiêu chí liên quan đến người sử dụng:</i>	<i>2</i>
<i>1.1.4. Tiêu chí liên quan đến quá trình:</i>	<i>2</i>
<i>1.1.5. Tiêu chí quan hệ giá cả - lợi nhuận:</i>	<i>2</i>
1.2. Chất lượng trong sản xuất hàn	2
<i>1.2.1. Kiểm tra chất lượng sản phẩm</i>	<i>2</i>
<i>1.2.2. Đảm bảo chất lượng</i>	<i>3</i>
<i>1.2.3. Các nhiệm vụ và khả năng quản lý chất lượng hàn</i>	<i>3</i>
1.3. Khuyết tật hàn	4
<i>1.3.1. Các dạng khuyết tật</i>	<i>4</i>
<i>1.3.2. Ảnh hưởng của khuyết tật đến cơ tính liên kết hàn</i>	<i>8</i>
1.4. Kiểm tra công nghệ hàn	11
<i>1.4.1. Các hoạt động đảm bảo chất lượng hàn</i>	<i>11</i>
<i>1.4.2. Thanh tra trước khi hàn, trong khi hàn và sau khi hàn</i>	<i>16</i>
1.5. Khả năng làm việc	20
<i>1.5.1. Khái niệm về khả năng làm việc</i>	<i>20</i>
<i>1.5.2. Tiêu chí hồng học</i>	<i>20</i>
Chương 2	21
KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG HÀN BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHÁ HỦY ..	21
2.1. Kiểm tra cơ tính mối hàn	21
<i>2.1.1. Thử kéo</i>	<i>21</i>
<i>2.1.2. Thử uốn</i>	<i>24</i>
<i>2.1.3. Thử độ dai va chạm (độ dai va đập)</i>	<i>27</i>
2.2. Kiểm tra cấu trúc kim loại của liên kết hàn	30
<i>2.2.1. Kiểm tra thô đại (cấu trúc vĩ mô)</i>	<i>30</i>
<i>2.2.2. Kiểm tra tế vi (cấu trúc vi mô)</i>	<i>31</i>
Chương 3	33
KIỂM TRA ĐỘ KÍN	33
3.1. Kiểm tra độ kín bằng khí NH₃	33
3.2. Kiểm tra độ kín bằng áp lực khí	34
<i>3.2.1. Kiểm tra bằng khí nén với việc bôi chất tạo bọt</i>	<i>34</i>
<i>3.2.2. Kiểm tra bằng dòng khí nén</i>	<i>35</i>

3.3. Kiểm tra độ kín bằng áp lực nước	35
3.4. Kiểm tra độ kín bằng phương pháp chân không	37
Chương 4	38
MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP KIỂM TRA KHÔNG PHÁ HỦY	38
4.1. Kiểm tra bằng dung dịch chỉ thị màu	39
4.1.1. Cơ sở vật lý của phương pháp thấm mao dẫn.	39
4.1.2. Kỹ thuật kiểm tra	42
4.2. Kiểm tra bằng từ tính	43
4.2.1. Cơ sở vật lý, các đặc trưng và các loại từ trường	43
4.2.2. Phương pháp kiểm tra bằng từ tính.	45
4.3. Phương pháp kiểm tra bằng dòng điện xoáy	49
4.3.1. Thực chất	49
4.3.3. Phân loại	50
4.3.4. Ứng dụng	51
Chương 5	52
CƠ SỞ PHƯƠNG PHÁP SIÊU ÂM	52
KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG MỐI HÀN	52
5.1. Hệ thống kiểm tra siêu âm	52
5.1.1. Khái niệm chung	52
5.1.2. Ứng dụng	53
5.2. Phương pháp biểu diễn tín hiệu	53
5.2.1. Cách biểu diễn dạng quét A	53
5.2.2. Cách biểu diễn dạng quét B	53
5.2.3. Cách biểu diễn dạng quét C	53
5.3. Bản chất, đặc trưng, phân loại sóng siêu âm	54
5.3.1. Bản chất	54
5.3.2. Đặc trưng của sóng siêu âm.	55
5.3.3. Phân loại	56
5.4. Đặc tính của chùm siêu âm	58
5.4.1. Hiệu ứng áp điện	58
5.4.2. Chùm tia siêu âm	59
5.4.3. Độ phân kỳ của chùm tia	59
5.5. Sự suy giảm của năng lượng chùm siêu âm	60
5.6. Các loại đầu dò siêu âm	61
5.6.1. Các loại đầu dò thẳng	61
5.6.2. Các loại đầu dò góc	63
5.6.3. Các loại đầu dò đặc biệt	64
5.7. Kỹ thuật kiểm tra và chuẩn bị hệ thống kiểm tra	65
5.7.1. Kỹ thuật kiểm tra	65

5.7.2. Chuẩn bị hệ thống kiểm tra	67
Chương 6	71
KIỂM TRA BẰNG CHỤP ẢNH PHÓNG XẠ	71
6.1. Nguyên lý kiểm tra bằng chụp ảnh phóng xạ	71
6.1.1. Khái niệm	71
6.1.2. Phân loại	71
6.2. Bản chất, đặc tính của tia X và tia γ	73
6.2.1. Bức xạ röntgen (tia X)	73
6.2.2. Bức xạ gamma (γ)	74
6.2.3. Tính chất chung	75
6.3. Tương tác của tia X và tia γ	76
6.3.1. Biến đổi của chùm tia	76
6.3.3. Hệ số suy giảm tuyến tính μ	77
6.4. Nguồn bức xạ dùng trong chụp ảnh phóng xạ	78
6.4.1. Nguyên lý chung của thiết bị phát bức xạ tia X	78
6.4.2. Thiết bị phát bức xạ tia X hiện đại	79
6.4.3. Các nguồn phát bức xạ gamma.	79
TÀI LIỆU THAM KHẢO	82
CÁC WEBSITETHAM KHẢO	82