

ỨNG DỤNG THỰC NGHIỆM ĐỂ ĐÁNH GIÁ KHUYẾT TẬT MỐI HÀN THÂN, VỎ TÀU THỦY BẰNG PHƯƠNG PHÁP SIÊU ÂM

EXPERIMENTAL APPLICATION TO ASSESS DEFECTS IN SHIP HULL AND HULL WELDINGS BY ULTRASONIC METHOD

ThS. Nguyễn Tiến Dũng

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Kinh tế – Kỹ thuật Công nghiệp

Email: dungnt@uneti.edu.vn

TÓM TẮT

Hiện nay, nước ta đang ứng dụng khoa học công nghệ rất mạnh mẽ. Bên cạnh việc sản xuất tạo ra các sản phẩm thì việc kiểm tra, đánh giá chất lượng sản phẩm là việc làm rất cần thiết trước khi đưa vào sử dụng.

Trong đó, phương pháp siêu âm xung phản hồi được ứng dụng rất rộng rãi để phát hiện tách lớp và phát hiện khuyết tật trong mối hàn và các kết cấu kim loại. Nhờ ưu điểm như nhanh, chính xác, thiết bị tương đối rẻ, và có thể cho ta biết cả chiều sâu của khuyết tật. Mục đích của bài báo này là minh họa và mô tả khuyết tật hàn điển hình bằng siêu âm đồng thời làm rõ hơn những ưu điểm nhanh, rẻ, độ tin cậy của phương pháp.

Từ khóa: Mối hàn; Khuyết tật; Kiểm tra; Sản phẩm.

ABSTRACT

Currently, our country is applying science and technology very strongly. Besides manufacturing products, testing and evaluating product quality is very necessary before putting them into use.

In particular, the ultrasonic pulse echo method is widely used to detect delamination and detect defects in welds and metal structures. Thanks to its advantages such as fast, accurate, relatively cheap equipment, and can tell us the depth of the defect. The purpose of this article is to illustrate and describe typical welding defects by ultrasound and at the same time clarify the advantages of speed, cheapness, and reliability of the method.

Keywords: Weld; Defect; Inspection; Product.



1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngành tàu thủy ngày càng phát triển cùng với nhu cầu thông thương các cảng trên thế giới ngày càng cao. Có thể nói thân vỏ tàu thủy là một phần quan trọng của tàu thủy và nó dễ xảy ra các khuyết tật trên bề mặt nhất, từ đó gây ra mất an toàn. Phương pháp kiểm tra không phá hủy đóng một vai trò quan trọng trong việc kiểm tra chất lượng sản phẩm. Vì vậy, cần phải có phương pháp kiểm tra không phá hủy để phát hiện sớm các khuyết tật và đánh giá xem thân, vỏ tàu có an toàn để sử dụng hay không. Trong đó, phương pháp siêu âm xung phản hồi được ứng dụng rất rộng rãi để đo chiều dày vật liệu, đánh giá ăn mòn, phát hiện tách lớp và phát hiện khuyết tật trong mối hàn và các kết cấu kim loại. Nhờ ưu điểm như nhanh, chính xác, thiết bị tương đối rẻ, và có thể cho ta biết cả chiều sâu của khuyết tật [1], [3].

Phương pháp kiểm tra siêu âm là sử dụng chùm sóng âm tần số cao truyền vào vùng vật liệu cần kiểm tra. Nếu không có khuyết tật, chùm sóng siêu âm sẽ đi thẳng và chỉ có phản xạ tại bề mặt đáy của vật liệu. Nếu có khuyết tật, chùm sóng siêu âm sẽ phản xạ ngược trở lại tại vị trí có khuyết tật.

Với sự giúp sức mạnh mẽ của thiết bị điện tử và các phần mềm được lập trình sẵn, việc xác định vị trí khuyết tật rất dễ dàng dựa vào thời gian sóng âm di chuyển trong vật liệu và vận tốc sóng âm của vật liệu đó. Dựa vào độ mạnh yếu của chùm sóng âm phản hồi, ta cũng có thể đánh giá được kích thước khuyết tật [3].

2. CƠ SỞ THỰC NGHIỆM

2.1. Thiết bị dò khuyết tật bằng siêu âm Masterscan D70 do hãng SONATEST

- Lựa chọn đầu dò

Việc lựa chọn đầu dò góc là một vấn đề quan trọng nhằm nhận được thông tin nhiều nhất trong một thời gian ngắn nhất của bất cứ quá trình kiểm tra nào.

- Lựa chọn chất tiếp âm và dụng cụ quét tiếp âm

Chất tiếp âm hay môi trường tiếp âm cần được sử dụng giữa đầu dò và vật kiểm tra để cải thiện việc truyền năng lượng sóng siêu âm nhằm loại bỏ không khí lọt vào giữa đầu dò và bề mặt mẫu kiểm tra.

- Tiêu chuẩn áp dụng

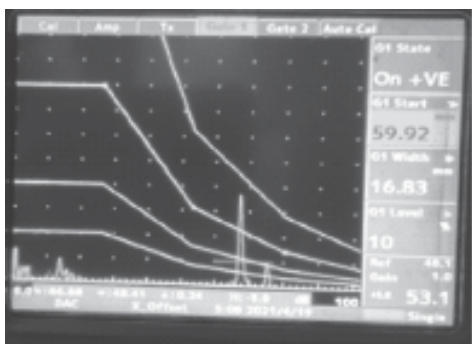
ASME (American Society of Mechanical Engineering – Liên đoàn Kỹ sư Cơ khí Hoa Kỳ) [5].

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

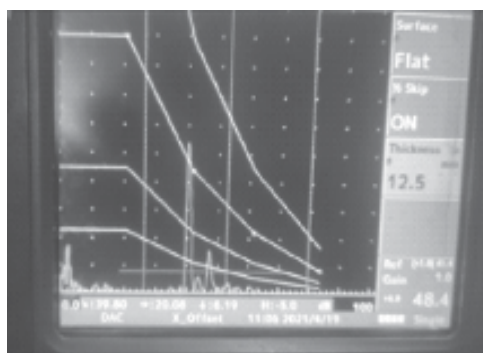
3.1. Đánh giá kết quả

Phương pháp siêu âm cần phân biệt được các tín hiệu hiển thị trên màn hình thiết bị là tín hiệu liên quan hoặc tín hiệu không liên quan.

Tín hiệu liên quan: các tín hiệu phản ánh về khuyết tật như nứt, xỉ, rỗ khí, không thấu, không ngấu; tín hiệu không liên quan: các tín hiệu phản ánh nhiễu bề mặt, giọt lồi đáy và mũ gia cường phản xạ hoặc chuyển đổi dạng sóng.



Hình 3.1. Tín hiệu hiển thị nhiều bề mặt



Hình 3.2. Tín hiệu hiển thị thiếu ngẫu

Hình 3.1 hiển thị tín hiệu của khuyết tật, có thể xác định được: Loại khuyết tật, độ sâu của bất liên tục, khoảng cách với đầu dò, kích thước khuyết tật.

Qua đó, có thể xác nhận khuyết tật nào được chấp nhận và khuyết tật nào không được chấp nhận thông qua các tiêu chuẩn đánh giá về khuyết tật của ASME [5].

Tiêu chuẩn áp dụng cho phương pháp kiểm tra siêu âm có nội dung như sau:

Đối với các kỹ thuật dựa trên biên độ, vị trí, biên độ và phạm vi của tất cả các bề mặt phản xạ có biên độ xung lớn hơn 20% mức tham chiếu sẽ được điều tra chi tiết.

Hình 3.2, các bất liên tục được đánh giá là những vết nứt, thiếu ngẫu, hoặc thiếu thấu là

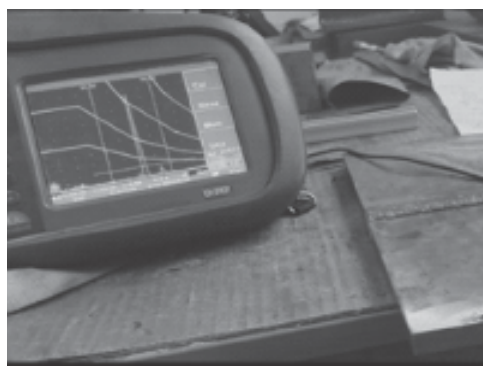
không thể chấp nhận được và không cần đánh giá dựa trên chiều dài.

Ngoài ra, đối với các bất liên tục bao gồm xỉ bên trong, rỗ khí hoặc chỉ thị tuyến tính thì đánh giá như sau: Với T_w là bề dày mỗi hàn (trong trường hợp, mỗi hàn giữa hai ống có bề dày khác nhau thì T_w được lấy bằng với giá trị bề dày nhỏ hơn). Các bất liên tục có chiều dài vượt quá mức sau đây thì không được chấp nhận:

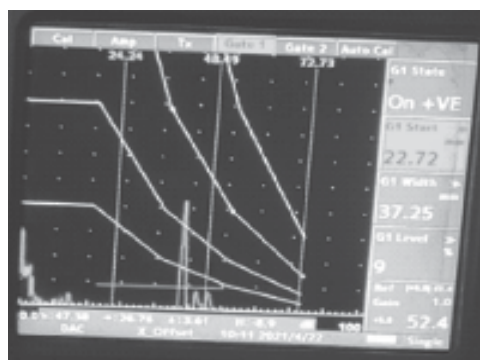
6mm (1/4in) cho bề dày $T_w < 19$ mm (3/4 inch).

$T_w/3$ cho bề dày 19 mm (3/4in) $< T_w < 57$ mm (2 1/4 inch).

19 mm (3/4 inch) cho bề dày $T_w > 57$ mm (2 1/4 inch).

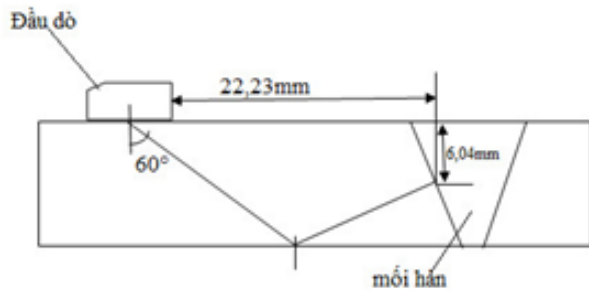


Hình 3.3. Màn hình hiển thị tín hiệu cho mỗi hàn tâm

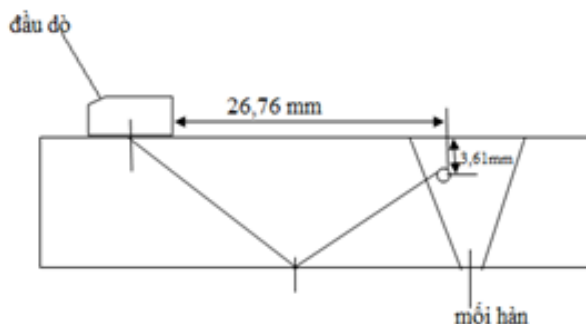


Hình 3.4. Màn hình hiển thị tín hiệu cho mỗi hàn ống





Hình 3.5. Biểu diễn hình học sơ đồ truyền âm



Hình 3.6. Biểu diễn hình học sơ đồ truyền âm

Đối với hàn phẳng, sau khi quét một lượt dọc theo đường mối hàn, bắt liên tục được thiết bị ghi nhận như hình 3.3.

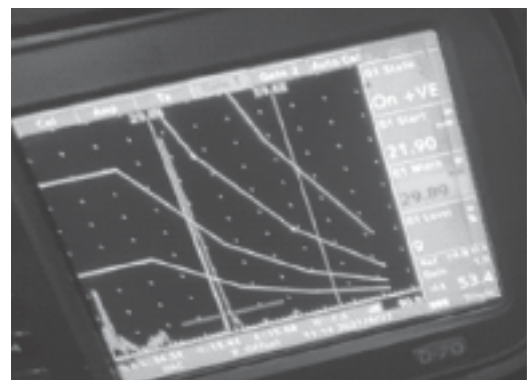
Dựa vào thông tin trên màn hình hiển thị, bắt liên tục nằm ở độ sâu 6,04 mm so với bề mặt mối hàn và cách đầu dò một khoảng 22,23 mm. Đầu dò được sử dụng là đầu dò góc với góc khúc xạ là 60° . Từ những thông tin trên có thể biểu diễn sơ đồ hình học đường truyền của sóng âm bên trong vật liệu.

Khi biểu diễn dưới dạng sơ đồ hình học có thể xác định được vị trí của khuyết tật nằm ở vách mối hàn bên trái và đây là dạng khuyết tật thiếu ngấu. Biên độ xung phản hồi tại vị trí này vượt trên 20 % so với mức quy chuẩn nên theo tiêu chuẩn ASME thì mối hàn này sẽ bị loại bỏ và hàn lại [5].

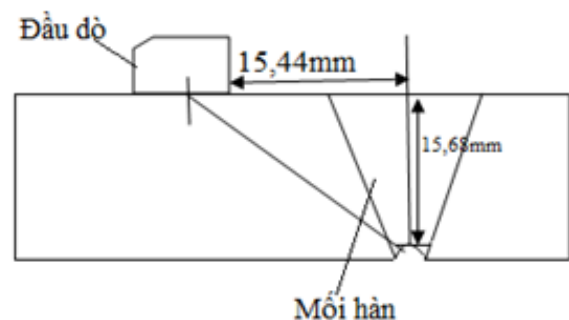
Đối với hàn ống: Sau khi quét dọc theo mối hàn của ống, màn hình hiển thị bắt liên tục

trên. Qua hình ảnh trên có thể xác định bắt liên tục nằm cách bề mặt mối hàn 3,61 mm và cách đầu dò một khoảng 26,76 mm. Đầu dò được sử dụng ở đây vẫn là đầu dò góc với góc khúc xạ 60° . Xung hiển thị có 1 đỉnh cao và xung quanh là các xung nhỏ thì khả năng cao đây là khuyết tật dạng xỉ. Tiếp theo biểu diễn sơ đồ hình học để xác định chính xác vị trí và loại khuyết tật.

Từ sơ đồ trên có thể xác định khuyết tật nằm bên trái của mối hàn và là tạp chất dạng xỉ. Biên độ xung phản hồi tại vị trí này vượt trên 20 % so với mức quy chuẩn nên theo tiêu chuẩn ASME thì mối hàn này sẽ bị loại bỏ và hàn lại [5].



Hình 3.7. Màn hình hiển thị tín hiệu cho mối hàn lỗi



Hình 3.8. Biểu diễn hình học sơ đồ truyền âm trong mẫu lỗi

Sau khi quét dọc toàn bộ mối hàn, màn hình hiển thị tín hiệu xung như trên cho thấy

bất liên tục nằm ở độ sâu 15,68 mm so với bề mặt mối hàn và cách đầu dò 15,44 mm. Qua hình ảnh xung và căn cứ mức độ sâu khi phát hiện khuyết tật thì khả năng cao đây là khuyết tật không thấu đáy. Đầu dò được sử dụng vẫn là đầu dò góc với góc khúc xạ là 60° . Từ các thông tin trên, tiến hành vẽ sơ đồ biểu diễn hình học đường truyền của sóng âm.

Qua sơ đồ biểu diễn hình học có thể thấy nằm ở giữa mối hàn. Đây là khuyết tật hàn không thấu đáy. Biên độ xung phản hồi tại vị trí này vượt trên 20 % so với mức quy chuẩn nên theo tiêu chuẩn ASME thì mối hàn này sẽ bị loại bỏ và hàn lại [2], [5].

4. KẾT LUẬN

Từ cơ sở lý thuyết và kết quả thực nghiệm thu được cho thấy nguyên lý cơ bản của phương pháp siêu âm và ứng dụng phương pháp này để phát hiện khuyết tật trong mối hàn và các kết cấu kim loại.

Ưu điểm của phương pháp kiểm tra siêu âm là nhanh, chính xác, thiết bị nhỏ gọn, dễ vận chuyển đi lại, phù hợp với điều kiện ngoài công

trường. So với các phương pháp kiểm tra không phá hủy, phương pháp này không yêu cầu nhiều về lắp đặt, thiết kế mẫu như phương pháp chụp ảnh bức xạ. Trong tương lai, với xu hướng các phương pháp tiên tiến ngày càng được sử dụng và phát triển rộng rãi, và áp dụng được nhiều hơn trong đời sống. ♦

Ngày nhận bài: **15/7/2025**

Ngày phản biện: **31/7/2025**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. PGS, TS. Phùng Văn Duân, “*An toàn bức xạ bảo vệ môi trường*”. NXB. Khoa học và Kỹ thuật, 2012.
- [2]. Castelló i Esquerdo, Alvar, “*Market analysis for a long range ultrasonic inspection program of the enterprise Areva*”. Universitat Politècnica de València, 2012.
- [3]. TS. Nguyễn Trọng My, KS. Nguyễn Trọng Quốc Khánh, “*Các phương pháp kiểm tra không phá hủy – Kiểm tra siêu âm*”. NXB. Giáo dục Việt Nam, 2015.
- [4]. Jacob Owen Davies, “*Inspection of pipes using low frequency focused guided waves*”, 2008.
- [5]. “*ASME B31.3:2018*”, American Society of Mechanical Engineers, 2018.