

# XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO ĐO TRƯỜNG DÒNG XOAY CHIỀU - BẬC II THEO TIÊU CHUẨN SNT-TC-1A

LÊ ĐỨC THỊNH, VŨ ĐỨC VINH, VÕ THẾ LŨ, NGUYỄN VĂN DUY,  
NGÔ THỊ KIỀU OANH

*Trung tâm Đánh giá không phá hủy, 140 Nguyễn Tuân – Thanh Xuân – Hà Nội*

*Email: [thinhlv@gmail.com](mailto:thinhlv@gmail.com)*

**Tóm tắt:** Đo trường dòng xoay chiều (ACFM) là một kỹ thuật thuộc phương pháp điện từ trường dùng để kiểm tra phát hiện khuyết tật bề mặt của các vật liệu kim loại. Hiện nay kỹ thuật này được áp dụng rộng rãi trong bảo dưỡng các công trình thuộc lĩnh vực dầu khí để thay thế cho phương pháp kiểm tra hạt từ truyền thống. Việc xây dựng chương trình đào tạo kỹ thuật ACFM theo tiêu chuẩn SNT-TC-1A của Hội kiểm tra không phá hủy Hoa Kỳ sẽ làm tăng tự chủ về nguồn nhân lực kiểm tra trong nước, đặc biệt là các kỹ thuật tiên tiến. Dựa trên việc nghiên cứu các tiêu chuẩn, tài liệu tham khảo kết hợp với khảo sát nhu cầu thực tế trong nước để chất lọc, xây dựng Chương trình đào tạo; Tài liệu đào tạo; Ngân hàng câu hỏi; Bài thi đánh giá đáp ứng được yêu cầu của tiêu chuẩn quốc tế và phù hợp với điều kiện áp dụng tại Việt Nam.

**Từ khóa:** *Kiểm tra không phá hủy, Đo trường dòng xoay chiều, Kiểm tra hạt từ, ASNT, NDT, ACFM, SNT-TC-1A.*

## I. MỞ ĐẦU

Kiểm tra không phá hủy (NDT) có lịch sử hình thành và phát triển lâu dài, khởi đầu từ những phương pháp truyền thống sử dụng thiết bị và công cụ kiểm tra đơn giản đã mang lại những lợi ích to lớn trong việc tạo ra những sản phẩm có chất lượng và độ tin cậy cao. Ngày nay với sự phát triển của khoa học công nghệ, các nguyên lý kiểm tra mới liên tục được phát minh, cùng với đó là các hệ thiết bị tích hợp nhiều tính năng và phần mềm hỗ trợ liên tục được phát triển theo hướng hiện đại. Dựa trên đặc điểm đó, trên thế giới đã hình thành sự phân loại rõ ràng với hai phạm trù về cách thức kiểm tra: các kỹ thuật và phương pháp truyền thống và kỹ thuật tiên tiến với nguyên lý mới cùng hệ thiết bị phức hợp dành cho các ứng dụng rất chuyên sâu. Một kỹ thuật nổi bật trong số đó là Kiểm tra bằng Đo trường dòng xoay chiều (ACFM).

Kết quả và độ tin cậy của các phương pháp NDT nói chung thuộc vào nhiều yếu tố như: Tiêu chuẩn/ quy trình tác nghiệp, thiết bị vật tư nhưng quan trọng nhất vẫn là yếu tố con người. Nhân sự thực hiện kiểm tra NDT thường phải được đào tạo, đánh giá và cấp chứng nhận theo các tiêu chuẩn quốc tế như: SNT-TC-1A và ISO 9712.

Vì là kỹ thuật có tính công nghệ cao, nên mặc dù từ năm 2006, Hội kiểm tra không phá hủy Hoa Kỳ-tổ chức nghề nghiệp NDT số 1 thế giới hiện nay, tuy đã xếp kỹ thuật ACFM là một nhánh của phương pháp Điện từ trường (ET) trong tài liệu số SNT-TC-1A, nhưng cũng chỉ mới đưa ra được các Chủ đề chính (Topical Outlines) cho chương trình đào tạo của kỹ thuật này. Nói một cách khác, các tài liệu, giáo trình, học liệu cho kỹ thuật ACFM hiện vẫn chưa có như các phương pháp NDT truyền thống khác.

Tại các nước khác trên thế giới, nhất là các nước châu Âu thường sử dụng tiêu chuẩn đánh giá và chứng nhận trình độ nhân viên NDT là ISO 9712:2012. Tiêu chuẩn này mặc dù mới chỉ đề cập đến phương pháp Dòng xoáy (Eddy current Testing – ET), tuy nhiên tài liệu đào tạo hỗ trợ ISO/TS 25107:2019 cũng đã đề cập đến kỹ thuật ACFM ở dạng kỹ thuật thay thế (alternative technique) nhưng mới dành cho nội dung đào tạo trình độ ET bậc 3. Còn ở trình độ bậc 1 và 2, các tiêu chuẩn này vẫn chưa có quy định hay hướng dẫn cụ thể cho việc thiết lập chương trình và các nội dung đào tạo cho kỹ thuật ACFM.

Hiện tại tổ chức TWI của Anh Quốc có phát triển chương trình CSWIP đưa ra các yêu cầu chứng nhận nhân viên kiểm tra ACFM cho mỗi hàn cho kỹ thuật ACFM (CSWIP-DIV-8-96). Các yêu cầu này hướng theo và thỏa mãn tối thiểu tiêu chuẩn ISO 9712. Nội dung đào tạo kỹ thuật ACFM của TWI và cấp chứng chỉ theo chương trình CSWIP vẫn đang được chấp nhận bởi các tổ chức đăng kiểm lớn trên thế giới như ABS (Hoa Kỳ), Lloyd Register (Anh), DNV (Na Uy), BV (Pháp).

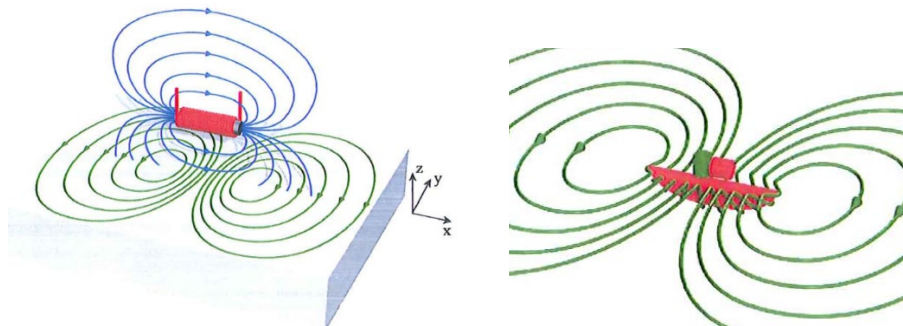
Trung tâm NDE là đơn vị có uy tín hàng đầu tại Việt Nam trong lĩnh vực đào tạo và chuyển giao công nghệ lĩnh vực NDT. Hiện tại đã có các chương trình đào tạo cho 06 phương pháp truyền thống bao gồm VT, RT, UT, MT, PT, ECT. Với sự phát triển nhanh của khoa học và công nghệ, để đảm bảo theo kịp các xu thế mới trên thế giới, việc xây dựng các chương trình đào tạo kỹ thuật NDT tiên tiến như ACFM là rất cấp thiết. Chương trình đào tạo kỹ thuật ACFM sẽ kế thừa những kiến thức tinh hoa của các tổ chức uy tín hàng đầu trên thế giới như ASNT, TWI kết hợp với những điều kiện áp dụng thực tiễn tại Việt Nam sẽ đáp ứng được nhu cầu đào tạo trong nước. Nhất là trong bối cảnh nhu cầu áp dụng kỹ thuật ACFM tại Việt Nam ngày càng tăng, đặc biệt là trong lĩnh vực dầu khí, năng lượng, kết cấu, cầu đường, ... đòi hỏi nguồn nhân lực lớn được đào tạo, đánh giá và cấp chứng chỉ chứng nhận phù hợp với các tiêu chuẩn quốc tế.

## II. NỘI DUNG

### II.1. Đối tượng và Phương pháp

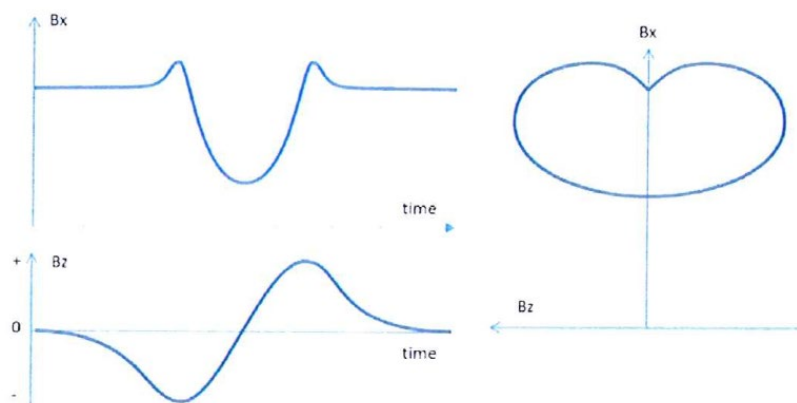
#### II.1.1 Giới thiệu kỹ thuật ACFM

ACFM là kỹ thuật dựa trên nguyên lý cảm ứng điện từ như được mô tả trong hình 1. Một từ trường sơ cấp được tạo ra bằng cách cho dòng điện xoay chiều chạy qua một cuộn dây. Khi đặt cuộn dây gần bề mặt đối tượng kiểm tra là vật liệu dẫn điện, từ trường sẽ tạo ra một dòng điện cảm ứng chạy trong đối tượng đó (dòng điện xoáy). Khi cuộn dây đi qua một vết nứt, dòng điện xoáy sẽ bị xáo trộn chạy xung quanh và bên dưới vết nứt. Điều này làm thay đổi từ trường bên trên bề mặt đối tượng kiểm tra. Đầu dò ACFM sử dụng hai cuộn dây cảm biến, một cuộn sử dụng để đo thành phần từ trường theo phương thẳng đứng ( $B_z$ ) và cuộn còn lại sử dụng để đo thành phần từ trường theo phương ngang ( $B_x$ ) so với bề mặt.



Hình 1. Nguyên lý kiểm tra ACFM

Từ trường xáo trộn xung quanh vết nứt được các cảm biến thu nhận từ các điểm đầu của vết nứt ( $B_z$ ) và độ sâu của vết nứt ( $B_x$ ). Khi kết hợp các tín hiệu này đồng thời trên một đồ thị với trục  $B_x$  và  $B_z$  vuông góc với nhau, chúng sẽ tạo ra một vòng tròn và được gọi là “*Butterfly plot*” như được thể hiện trên hình 2. Trong quá trình kiểm tra, người vận hành sẽ dựa vào những tín hiệu này để nhận biết có sự tồn tại của vết nứt cũng như xác định chiều dài và độ sâu vết nứt. Tất cả các dữ liệu này được hệ thống thiết bị lưu lại để phục vụ cho việc xem xét đánh giá và làm báo cáo.



Hình 2. Tín hiệu kiểm tra ACFM

Dựa trên nguyên lý kiểm tra đặc trưng của mình, kỹ thuật ACFM có những ưu điểm và hạn chế so với những phương pháp/kỹ thuật kiểm tra bề mặt khác như Kiểm tra dòng điện xoáy (ECT), Kiểm tra hạt từ (MT).

Bảng 1: Đặc điểm của ACFM so với các phương pháp/kỹ thuật khác

Đặc điểm	ACFM	ECT	MT
Giảm sự phụ thuộc vào năng lực của người kiểm tra do phép kiểm tra có độ tin cậy và khả năng lặp lại cao và dữ liệu kiểm tra toàn vẹn.	√	√	X
Kiểm tra phát hiện qua lớp sơn phủ. Tiết kiệm phí loại bỏ lớp sơn phủ và áp dụng lại.	√	√	X
Không sử dụng vật tư gây ô nhiễm môi trường	√	√	X
Áp dụng cho cả vật liệu phi sắt từ, duplex, ...	√	√	X
Có thể phối hợp kiểm tra từ xa: trên cao, dưới nước sâu, khu vực nguy hiểm, ...	√	X	X
Kết quả lưu trữ lâu dài dưới dạng tín hiệu chính xác: - Cho phép quản lý rủi ro và toàn vẹn - Hỗ trợ kiểm tra xác minh và đánh giá lại	√	X	X
Xác định đồng thời cả chiều dài và độ sâu vết nứt mà không cần hiệu chuẩn. Cho phép đánh giá mức độ nghiêm trọng của khuyết tật.	√	X	X

Bên cạnh những ưu điểm ở trên, kỹ thuật ACFM cũng tồn tại những hạn chế nhất định như:

- Chỉ nên sử dụng để phát hiện các khuyết tật bề mặt chẳng hạn như vết nứt mới phát sinh trong quá trình sử dụng;
- Các mô hình xác định kích thước khuyết tật chỉ có sẵn cho một số loại vật liệu;
- Các mô hình xác định kích thước khuyết tật dựa trên các vết nứt dạng phẳng và không chính xác cho các vết nứt tổ hợp rẽ nhiều nhánh;
- Thiết bị công nghệ mới đắt tiền;
- Kỹ thuật viên yêu cầu được đào tạo và kinh nghiệm nhiều hơn so với phương pháp MT.

### II.1.2 Phương pháp nghiên cứu

Việc khảo sát thực tiễn nhu cầu ứng dụng kỹ thuật ACFM được tập trung trong lĩnh vực công nghiệp, nhất là lĩnh vực dầu khí thường có yêu cầu cao về chất lượng công trình cũng như có đủ tiềm lực về kinh tế để ứng dụng kỹ thuật kiểm tra tiên tiến. Các đơn vị thực hiện khảo sát bao gồm: Trường cao đẳng dầu khí (PVMTC), công ty cổ phần bảo dưỡng và sửa chữa công trình dầu khí (PMS), Công ty dịch vụ hàng hải Thái Bình Dương (PMS), Tổng Công ty Bảo Dưỡng - Sửa chữa Công trình Dầu khí (PVMR), Xí nghiệp xây lắp – Vietsovpetro. Kết quả khảo sát cho thấy các đơn vị đều có nhu cầu đào tạo nhân viên ACFM theo hệ thống chứng nhận nội bộ (theo SNT-TC-1A) và/hoặc hệ thống chứng nhận độc lập (CSWIP) áp dụng cho kiểm tra mối hàn trong quá trình vận hành bảo dưỡng các đối tượng như: giàn khoan, bồn bình áp lực, thiết bị nâng hạ.

Từ kết quả khảo sát và điều kiện thực tế tại Việt Nam, Trung tâm NDE thực hiện xây dựng chương trình đào tạo theo hệ thống chứng nhận nội bộ bằng cách nghiên cứu, bám sát các yêu cầu về chương trình đào tạo của tài liệu SNT-TC-1A và các nội dung đào tạo có trong tài liệu ANSI/ASNT CP-105 để xây dựng chương trình đào tạo. Nghiên cứu các nội dung yêu cầu kỹ thuật có trong các tiêu chuẩn ASTM và ASME. Trên cơ sở các yêu cầu của các tiêu chuẩn về nội dung chương trình đào tạo, nội dung chủ đề chính, tài liệu tham khảo và các tài liệu hướng dẫn sử dụng thiết bị, nhóm thực hiện chất lọc xây dựng chương trình đào tạo, tài liệu đào tạo, ngân hàng câu hỏi, bài thi đánh giá đáp ứng được nhu cầu thực tế áp dụng cho các lĩnh vực công nghiệp tại Việt Nam.

## II. 2. Kết quả

Thông qua các kết quả khảo sát nhu cầu ứng dụng thực tế và nghiên cứu các tài liệu tiêu chuẩn phổ biến trên thế giới, nhóm thực hiện đề tài đã đạt được các kết quả như sau:

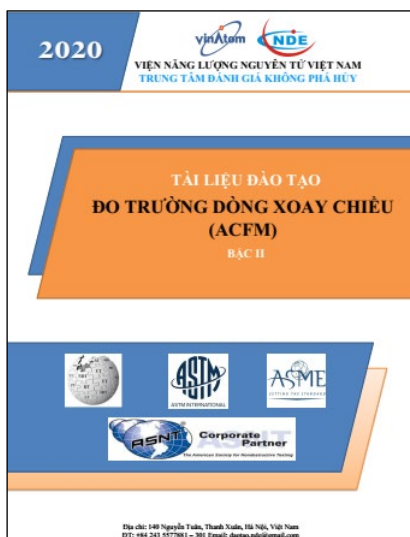
### II.2.1 Chương trình đào tạo,

STT	Nội Dung	Số giờ	Ghi chú
1	Giới thiệu các phương pháp hàn phổ biến và các loại bất liên tục hàn, bao gồm trong quá trình chế tạo và vận hành sử dụng.	4	
2	Giới thiệu chung về Kiểm tra không phá hủy (NDT)	4	
3	Cơ sở nguyên lý của phương pháp kiểm tra điện từ (ET)	4	
4	Nguyên lý kiểm tra dòng điện xoáy (ECT)	4	

5	Nguyên lý kiểm tra đo trường dòng xoay chiều (ACFM)	4	
6	Hệ thống thiết bị kiểm tra ACFM	8	
7	Quy trình kiểm tra	8	
8	Thực hành kiểm tra	32	
9	Giới thiệu hệ thống tiêu chuẩn kiểm tra	8	
10	Ôn tập và thảo luận	4	
<b>Tổng thời lượng:</b>		<b>80</b>	

### II.2.2 Tài liệu đào tạo

Tài liệu đào tạo bao gồm Giáo trình đào tạo và các Bài giảng trình chiếu bao trùm lên các nội dung của chương trình đào tạo.



Hình 3. Tài liệu giáo trình và bài giảng ACFM

### II.2.3 Ngân hàng câu hỏi ôn tập

Ngân hàng câu hỏi ôn tập bao gồm 130 câu hỏi dạng trắc nghiệm bao gồm 04 phương án trả lời và bao gồm các nội dung sau: Quá trình hàn và các bất liên tục liên quan; Cơ sở nguyên lý, Phương pháp và kỹ thuật, Thiết bị sử dụng, Xác nhận chuẩn trước và sau khi kiểm tra, Các ứng dụng.

### II.2.4 Bài thi đánh giá

Hệ thống bài thi đánh giá cho nhân viên kiểm tra ACFM bậc II thỏa mãn các yêu cầu của tiêu chuẩn SNT-TC-1A phiên bản 2016, bao gồm:

a) Bài kiểm tra thị lực: bao gồm nội dung kiểm tra khả năng nhìn gần và khả năng phân biệt tương phản màu. Bài thi này nên được duy trì đánh giá hàng năm cho nhân viên kiểm tra.

b) Bài thi lý thuyết chung: bao gồm 40 câu hỏi dưới dạng trắc nghiệm với 04 phương án trả lời, câu hỏi tương tự nhưng không được trùng với ngân hàng câu hỏi ôn tập cung cấp cho học viên. Nội dung câu hỏi chú trọng vào cơ sở nguyên lý kiểm tra, nguyên lý hoạt động của thiết bị, ưu điểm và hạn chế của kỹ thuật kiểm tra, quá trình hàn và bất liên tục liên quan. Thời gian làm



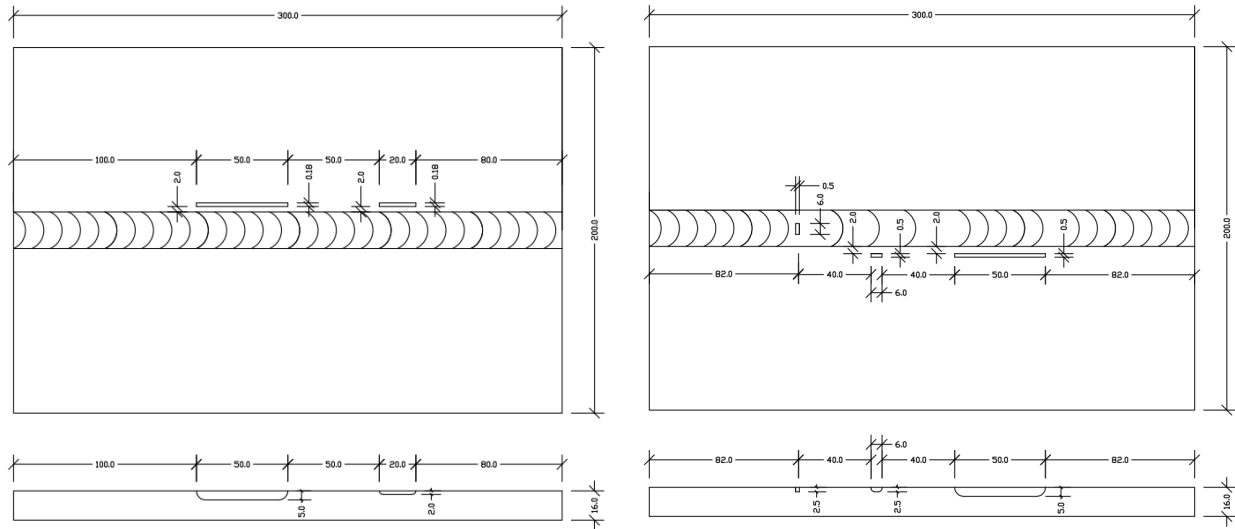
bài là 60 phút. Thí sinh không được sử dụng tài liệu khác ngoài các tài liệu liên quan như bảng biểu, giản đồ, ... phát kèm với bài thi (nếu có).

c) Bài thi lý thuyết chuyên sâu: bao gồm 20 câu hỏi dưới dạng trắc nghiệm với 04 phương án trả lời. Nội dung câu hỏi chú trọng vào hệ thống thiết bị (sử dụng), quy trình kiểm tra, tiêu chuẩn áp dụng. Thời gian làm bài là 60 phút. Thí sinh sử dụng các tài liệu tham khảo (quy trình, tiêu chuẩn áp dụng) để trả lời các câu hỏi.

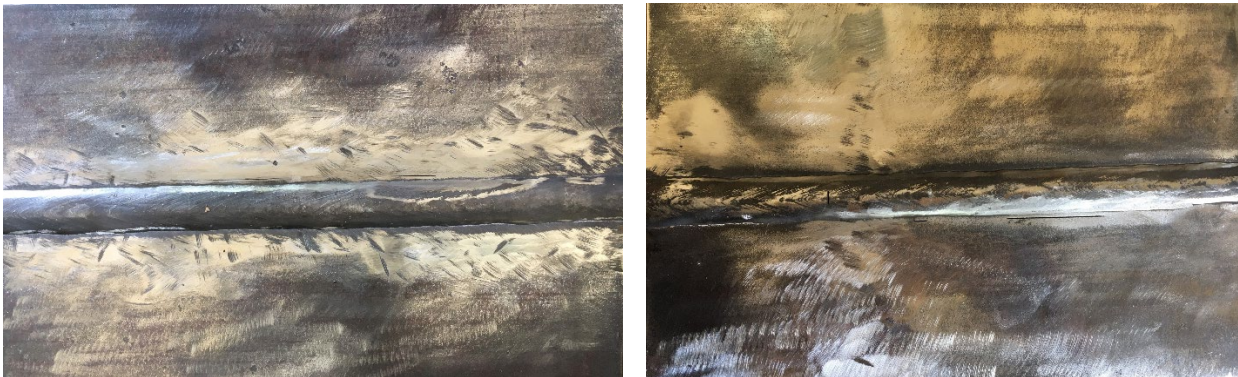
d) Bài thi thực hành: bài thi yêu cầu học viên thể hiện được khả năng vận hành thành thạo hệ thống thiết bị, chuẩn/xác nhận chuẩn trước và sau khi kiểm tra, thực hiện kiểm tra trên 02 mẫu khác nhau, phát hiện và xác định các thông số vị trí kích thước các bất liên tục, đánh giá bất liên tục dựa trên tiêu chí cho trước. Bài thi thực hành phải có ít nhất 10 tiêu chí khác nhau để đánh giá khả năng của thực hành của học viên.

## II.2.5 Bản vẽ thiết kế và chế tạo mẫu đối chứng

Bản vẽ chế tạo và sản phẩm mẫu đối chứng theo tiêu chuẩn ASTM E2261/E2261M và quy phạm ASME BPV section V, article 15.



Hình 4. Bản vẽ thiết kế mẫu theo tiêu chuẩn ASTM E2261/2261M và ASME BPV section V, article 15



Hình 5. Sản phẩm mẫu đối chứng theo ASTM E2261/2261M và ASME BPV section V, article 15

## II. 3. Bàn luận

- Chương trình đào tạo ACFM được xây dựng với thời lượng 80 giờ, đảm bảo đáp ứng yêu cầu theo tiêu chuẩn SNT-TC-1A đưa ra cho kỹ thuật viên học trực tiếp lên Bậc II.

- Xây dựng và phát triển các nội dung cơ bản cho các bài thi đánh giá lý thuyết và thực hành làm cơ sở cho quá trình chứng nhận trình độ cá nhân theo hệ thống cấp chứng chỉ nội bộ.

- Chương trình đào tạo ACFM ban đầu được áp dụng thử nghiệm cho các cán bộ nhân viên của Trung tâm NDE nhằm nâng cao trình độ hiểu biết về các kỹ thuật kiểm tra tiên tiến. Sau đó được áp dụng đào tạo tại Trường cao đẳng Dầu Khí, đơn vị có nhu cầu cao trong việc sử dụng kỹ thuật ACFM để kiểm tra các mối hàn trong ngành dầu khí tại Việt Nam.

- Việc hoàn thiện chương trình đào tạo ACFM bậc II sẽ tạo nền tảng cho việc phát triển chương trình đào tạo phương pháp điện từ bậc III với kiến thức bao trùm lên cả ba kỹ thuật: Dòng điện xoáy (ECT), Đo trường dòng xoay chiều (ACFM) và Kiểm tra trường xa (RFT).

### **III. KẾT LUẬN**

Đề tài đã xây dựng được chương trình đào tạo kỹ thuật ACFM đáp ứng được các yêu cầu của tiêu chuẩn quốc tế. Cùng với việc đưa ra hệ thống các tài liệu hỗ trợ cho chương trình đào tạo bao gồm tài liệu đào tạo, bài giảng, ngân hàng câu hỏi, bài thi đánh giá bằng Tiếng Việt phù hợp với nhu cầu áp dụng thực tiễn tại Việt Nam.

Chương trình đào tạo sẽ được áp dụng thử nghiệm tại Trung tâm NDE và một vài đơn vị công nghiệp qua đó nhận được ý kiến phản hồi của đơn vị và học viên. Trên cơ sở đó chương trình đào tạo sẽ tiếp tục được hoàn thiện sao cho sát với nhu cầu thực tế.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] Đề tài Bộ Công thương “Nghiên cứu xây dựng Hệ thống đảm bảo và kiểm soát chất lượng kiểm tra không phá hủy trong công nghiệp - 10/HĐ-ĐT 2013/ĐVPX”, Trung tâm Đánh giá không phá hủy.
- [2] Recommended Practice No. SNT-TC-1A, 2016 Edition: Personnel Qualification and Certification in Nondestructive Testing.
- [3] ANSI/ASNT CP-105, 2016: ASNT Standard Topical Outlines for Qualification of Nondestructive Testing Personnel.
- [4] Electromagnetic Testing Method Questions & Answers book.
- [5] ISO 9712: 2012: Non-destructive testing — Qualification and certification of NDT personnel.
- [6] ISO/TS 25107: 2019: Non-destructive testing — NDT training syllabuses.
- [7] Jim Sheppard, Martin Lugg & Bruce Blakeley, “ACFM Theory”, TSC ACFM Course notes, 12-22, 2014.

## **ESTABLISH THE TRAINING PROGRAM OF ALTERNATING CURRENT FIELD MEASUREMENT - LEVEL II ACCORDING TO SNT-TC-1A**

**Abstract:** Alternating Current Field Measurement (ACFM) is a technique of the Electromagnetic method used to detect surface defects of metal materials. Currently, this technique is widely applied in the field of maintenance of Oil and Gas projects as an alternative to the Magnetic Particle Testing method. The establishment of ACFM training program according to Recommended Practice No. SNT-TC-1A of The American Society for Nondestructive Testing (ASNT) will increase the autonomy of the domestic testing human resources, especially advanced techniques. Based on documents and standards combined with the actual survey to development of training programs, training materials, question banks, examinations that meet the requirements of international standards and in accordance with the conditions applied in Vietnam.

**Keywords:** *Nondestructive Testing, Alternating Current Field Measurement, Magnetic Particle Testing, ASNT, NDT, ACFM, MT, SNT-TC-1A.*