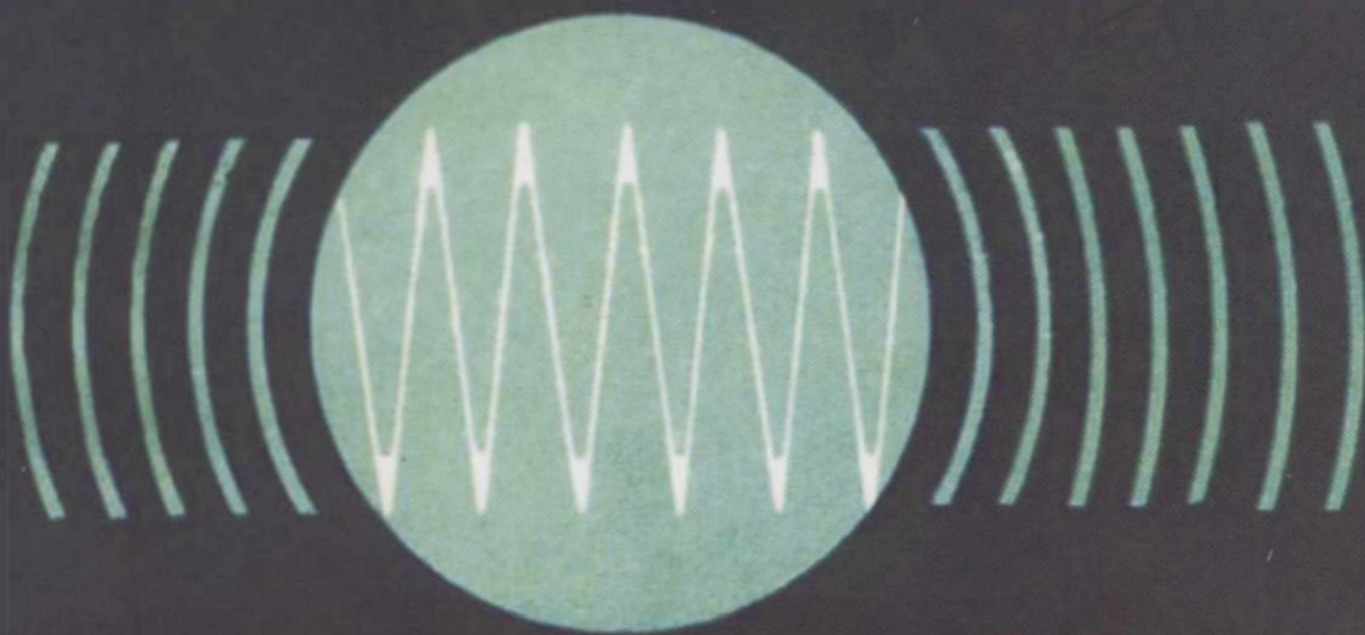


Giáo trình
PHƯƠNG PHÁP KIỂM TRA
KHÔNG PHÁ HỦY KIM LOẠI



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

PGS.TS. PHẠM NGỌC NGUYỄN, PGS.TSKH. PHẠM KHẮC HÙNG

Giáo trình
PHƯƠNG PHÁP KIỂM TRA
KHÔNG PHÁ HỦY KIM LOẠI



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI

LỜI NÓI ĐẦU

Như chúng ta thấy khoa học kỹ thuật ngày càng phát triển mạnh và hiện đại. Vì thế các chi tiết máy phải có chất lượng cao mà trước tiên là độ bền của chúng. Thêm vào đó các thiết bị phải làm việc trong những điều kiện khắc nghiệt. Đa phần các chi tiết phải chịu trọng tải lớn, nhiệt độ cao và thay đổi đột ngột, chịu tác dụng của môi trường xâm thực mạnh, chênh lệch áp suất lớn và phóng xạ v.v... Để chế tạo những chi tiết như thế cần có loại vật liệu kim loại và phi kim đặc biệt với độ bền cao, chịu nhiệt tốt, không bị oxy hoá. Đồng thời để có độ tin cậy hoàn toàn trước khi sử dụng chúng ta cần phải tiến hành kiểm tra chất lượng của các chi tiết đó bằng những phương pháp hiện đại.

Khuyết tật trong kim loại dưới những dạng khác nhau là một trong những nguyên nhân chủ yếu dẫn đến sự phá huỷ máy móc. Vì vậy độ bền của các chi tiết giảm và chúng bị hư hỏng sau một thời gian làm việc. Để đảm bảo an toàn và tính kinh tế việc kiểm tra chất lượng các chi tiết, thành phẩm, bán thành phẩm trong quá trình chế tạo và sử dụng có một ý nghĩa đặc biệt quan trọng. Bởi thế, từ lâu ngành thăm dò khuyết tật rất được chú trọng và phát triển không ngừng. Việc phát hiện các khuyết tật là không thể thiếu trong nhiều lĩnh vực, đặc biệt là trong công nghiệp chế tạo máy như ô tô, tàu hoả, tàu thuỷ, máy bay, tên lửa, vệ tinh nhân tạo, tàu vũ trụ v.v...

Cơ sở của các phương pháp vật lý để kiểm tra không phá huỷ (NDT) là nghiên cứu sự thay đổi các đặc tính vật lý của vật liệu bằng cách xác định sự không hoàn hảo về cấu trúc và phát hiện sự có mặt của khuyết tật. Các phương pháp này đều dựa trên sự so sánh các đặc tính vật lý của vật liệu kiểm tra ở những tiết diện khác nhau. Khi đó tiết diện không có khuyết tật sẽ được coi là vật mẫu.

Sự nghiên cứu và hoàn thiện các phương pháp kiểm tra không phá huỷ kim loại, sự tìm kiếm các thiết bị chuyên dùng, cách kiểm tra các sản phẩm xác định được gọi chung là "Khoa dò khuyết tật của vật liệu". Khoa dò khuyết tật của vật liệu gồm các phương pháp chính sau:

- 1) Phương pháp quang học,

- 2) Phương pháp rơnghen và gamma,
 - 3) Phương pháp siêu âm,
 - 4) Phương pháp từ,
 - 5) Phương pháp dòng xoáy,
 - 6) Phương pháp mao dẫn,
- và một số phương pháp khác.

Giáo trình “Phương pháp kiểm tra không phá hủy kim loại” trình bày một số phương pháp kiểm tra không phá hủy quan trọng, phổ biến để thăm dò khuyết tật trong kim loại và đã được sử dụng trong một số trường đại học, cơ sở nghiên cứu và nhà máy ở nước ta. Cuốn sách này gồm hai phần: Phần I - Thăm dò khuyết tật bằng siêu âm và âm, Phần II - Phương pháp từ và một số phương pháp khác.

“Phương pháp kiểm tra không phá hủy kim loại” được biên soạn trước hết cho sinh viên đại học năm cuối, cán bộ nghiên cứu và làm việc trong các ngành vật lý, luyện kim, khoa học vật liệu, chế tạo máy, nhiệt điện, giao thông vận tải và các ngành liên quan. Đây cũng là tài liệu tham khảo cho học viên cao học, nghiên cứu sinh và bạn đọc muốn tìm hiểu và sử dụng các phương pháp kiểm tra không phá hủy.

Cuốn sách này được viết trên cơ sở giáo trình *Thăm dò khuyết tật trong kim loại* đã được lưu hành nội bộ và được tác giả cùng đồng nghiệp sử dụng để giảng dạy cho sinh viên ngành vật lý trường Đại học Bách khoa Hà Nội trong nhiều năm nay. Trong lần xuất bản này chúng tôi đã chỉnh lý và bổ sung, trong đó có sử dụng một số tư liệu trong nghiên cứu ứng dụng và kinh nghiệm thực tế của tác giả. Chúng tôi xin chân thành cảm ơn GS. Vũ Đình Cự, TS. Trần Văn Quỳnh vì những góp ý quý giá và một số tài liệu tham khảo cho quá trình biên soạn. Chúng tôi rất mong nhận được sự góp ý của bạn đọc về những thiếu sót khó tránh khỏi trong cuốn sách này.

Các tác giả

MỤC LỤC

Lời nói đầu	5
Chương 1 Khuyết tật chi tiết máy và khả năng phát hiện chúng	13
1.1 Khuyết tật kim loại phát sinh khi sản xuất và sử dụng chi tiết máy	13
1.1.1 Định nghĩa khuyết tật	14
1.1.2 Phân loại khuyết tật	14
1.1.3 Các loại khuyết tật và quá trình hình thành	15
1.2 Các phương pháp kiểm tra không phá hủy cơ bản	25
1.3 Những yếu tố cơ bản quyết định sự lựa chọn phương pháp kiểm tra	30
1.3.1 Vật liệu chi tiết	31
1.3.2 Cấu trúc (hình dạng và kích thước) chi tiết	31
1.3.3 Trạng thái bề mặt	36
1.3.4 Đặc trưng khuyết tật (hình dạng, kích thước và vị trí phân bố của khuyết tật)	36
1.3.5 Điều kiện kiểm tra	37
1.3.6 Các chỉ tiêu kinh tế-kỹ thuật	38

PHẦN I

THĂM DÒ KHUYẾT TẬT BẰNG SIÊU ÂM VÀ ÂM	43
--	-----------

Chương 2 Cơ sở vật lý của phương pháp thăm dò khuyết tật bằng siêu âm	43
2.1 Khái niệm về siêu âm	43
2.2 Tenxơ biến dạng	46

MỤC LỤC

2.3	Tenxơ ứng suất	48
2.4	Định luật Hooke	49
2.5	Biến dạng đồng nhất	51
2.6	Sóng đàn hồi trong môi trường đẳng hướng	55
2.6.1	Vận tốc sóng âm trong vật rắn	56
2.6.2	Sự truyền sóng siêu âm qua phân giới hai môi trường	59
2.6.3	Tính định hướng của sóng siêu âm	69
2.6.4	Sự hấp thụ âm trong môi trường rắn	69
Chương 3	Phương pháp tạo dao động siêu âm	73
3.1	Hiện tượng từ giảo	73
3.2	Phương pháp dùng hiệu ứng áp điện	76
3.2.1	Hiệu ứng áp điện thuận	76
3.2.2	Hiệu ứng áp điện ngược	79
3.2.3	Bản thạch anh	81
3.2.4	Titanat bari	82
Chương 4	Phương pháp siêu âm xung	84
4.1	Phương trình cơ bản của phương pháp siêu âm xung	84
4.1.1	Nguyên tắc của phương pháp	84
4.1.2	Phương trình cơ bản của phương pháp siêu âm xung	85
4.2	Sơ đồ của máy dò khuyết tật siêu âm xung	95
4.3	Đầu dò và vùng chết	97
4.3.1	Đầu dò	97
4.3.2	Vùng chết	101
Chương 5	Phương pháp bóng âm	107
5.1	Cơ sở vật lý	107
5.2	Phương pháp kiểm tra	108
Chương 6	Tìm khuyết tật trong mối hàn bằng siêu âm	112
6.1	Mẫu chuẩn	112
6.2	Chọn các thông số kiểm tra siêu âm	114

PHƯƠNG PHÁP KIỂM TRA KHÔNG PHÁ HỦY KIM LOẠI

6.3	Đánh giá chất lượng mối hàn	120
Chương 7	Phương pháp cộng hưởng	123
7.1	Cơ sở vật lý	123
7.2	Thiết bị và phương pháp kiểm tra	125
Chương 8	Phương pháp trở kháng và dao động tự do	129
8.1	Cơ sở vật lý của phương pháp trở kháng, thiết bị và phương pháp kiểm tra	129
8.2	Cơ sở của phương pháp dao động tự do, thiết bị và phương pháp kiểm tra	132
Chương 9	Một số ứng dụng khác của siêu âm	134
9.1	Gia công cơ học vật liệu rắn và giòn	134
9.2	Hàn	136
9.3	Làm sạch	137
9.4	Hoàn thiện cấu trúc của kim loại và hợp kim	137
9.5	Siêu âm trong y học	138

PHẦN II

	PHƯƠNG PHÁP TỪ VÀ MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP KHÁC	140
Chương 10	Phương pháp từ	140
10.1	Phương pháp bột từ	140
10.1.1	Từ trường phân tán trên khuyết tật, tính chất của các hạt nhũ tương sắt từ trong trường phân tán	140
10.1.2	Các phương pháp từ hóa	146
10.1.3	Bột từ, nhũ tương từ và bột nhão	149
10.1.4	Khử từ trong máy dò khuyết tật	155
10.1.5	Độ nhạy của phương pháp	162
10.1.6	Thiết bị dò khuyết tật từ trong công nghiệp	165
10.1.7	Kiểm tra mối hàn	167
10.2	Phương pháp điện từ	168

MỤC LỤC

10.2.1	Phương pháp dò từ trường phân tán nhờ lõi sắt	168
10.2.2	Phương pháp ghi từ	174
Chương 11	Phương pháp dòng xoáy	
	(Phương pháp điện cảm ứng)	178
11.1	Đặc điểm chung của phương pháp	178
11.2	Thiết bị kiểm tra bằng phương pháp dòng xoáy	182
Chương 12	Phương pháp mao dẫn	185
12.1	Cơ sở của phương pháp mao dẫn	185
12.2	Phương pháp phát quang	187
12.2.1	Phương pháp hấp phụ	189
12.2.2	Phương pháp khuếch tán	189
12.2.3	Chất lỏng phát quang	190
12.3	Phương pháp nhuộm	192
12.4	Thiết bị kiểm tra bằng phương pháp phát quang và nhuộm	195
12.5	Kiểm tra tính không thấm thấu của mối hàn và chỗ nối	198
12.5.1	Phương pháp dầu hỏa	198
12.5.2	Phương pháp chân không	201
Phụ lục 1		
	Các ký hiệu được sử dụng trong giáo trình	204
Phụ lục 2		
P 2.1	Đơn vị của các đại lượng vật lý chọn lọc	206
P 2.2	Bội số và ước số của đơn vị	207
P 2.3	Một số hệ số chuyển đổi thông dụng	207
P 2.4	Bước sóng của các nguồn bức xạ chọn lọc	208
P 2.5	Chữ cái Hy Lạp thường dùng	208
Phụ lục 3		
	Một số hằng số vật lý	209