



TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI

ThS. Nguyễn Xuân Huy - PGS.TS. Vũ Minh Tân

GIÁO TRÌNH  
**ĂN MÒN  
VÀ BẢO VỆ KIM LOẠI**



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI

---

ThS. Nguyễn Xuân Huy  
PGS.TS. Vũ Minh Tân

Giáo trình  
**ĂN MÒN VÀ BẢO VỆ KIM LOẠI**



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI  
HÀ NỘI - 2020

## MỤC LỤC

Lời nói đầu.....	7
Chương 1. Lí thuyết về ăn mòn kim loại.....	9
1.1. Giới thiệu chung.....	9
1.1.1. Tác hại của ăn mòn kim loại.....	9
1.1.2. Khái niệm và phân loại.....	10
1.1.3. Tốc độ ăn mòn.....	13
1.2. Ăn mòn hóa học.....	13
1.2.1. Khái niệm.....	13
1.2.2. Ăn mòn trong dung dịch không điện li.....	14
1.2.3. Ăn mòn trong môi trường khí khô.....	14
1.2.3.1. Điều kiện nhiệt động để kim loại bị ăn mòn.....	14
1.2.3.2. Quá trình hình thành và phát triển của màng oxit xốp.....	16
1.2.3.3. Quá trình hình thành và phát triển của màng oxit xít chặt.....	17
1.2.3.4. Màng oxit có tính bảo vệ.....	18
1.2.3.5. Vùng lớn lên của màng và sự khuếch tán qua màng bảo vệ.....	19
1.2.3.6. Các yếu tố ảnh hưởng đến ăn mòn khí.....	21
1.2.4. Ăn mòn trong một số môi trường khác ở nhiệt độ cao.....	23
1.2.4.1. Sự khử cacbon của thép, gang và hiện tượng giòn hidro.....	23
1.2.4.2. Tác dụng của hidro sunfua.....	24
1.2.4.3. Trong môi trường chứa hợp chất nitơ.....	24
1.2.4.4. Trong môi trường chứa halogen.....	24
1.2.4.5. Ăn mòn nóng dưới tác dụng của muối hay kim loại chảy lỏng.....	24
1.3. Ăn mòn điện hóa.....	25
1.3.1. Khái niệm.....	25
1.3.2. Thế điện cực và cơ cấu ăn mòn điện hóa.....	26
1.3.2.1. Thế điện cực.....	26
1.3.3. Động học một số quá trình điện cực.....	31
1.3.3.1. Sự phân cực.....	31
1.3.3.2. Sự khử phân cực.....	38
1.3.3.3. Quá trình ăn mòn do khử phân cực của oxy.....	38
1.3.3.4. Quá trình ăn mòn do khử phân cực của hidro.....	40
1.3.3.5. Sự thụ động của kim loại.....	41

1.3.4. Các yếu tố ảnh hưởng ăn mòn điện hóa.....	44
1.3.4.1. Các yếu tố bên trong.....	44
1.3.4.2. Các yếu tố bên ngoài.....	44
Câu hỏi và bài tập.....	47
Chương 2. Đặc điểm ăn mòn một số vật liệu kim loại và hợp kim.....	49
2.1. Vật liệu kim loại và hợp kim.....	49
2.1.1. Kim loại.....	49
2.1.2. Hợp kim.....	52
2.2. Một số kim loại và hợp kim thường gặp.....	54
2.2.1. Sắt và hợp kim của sắt.....	54
2.2.1.1. Sắt.....	54
2.2.1.2. Hợp kim của sắt.....	54
2.2.1.2. <i>Giàn đồ pourbaix của sắt</i> .....	57
2.2.2. Đồng và hợp kim của đồng.....	59
2.2.2.1. Những tính chất đặc trưng của đồng và hợp kim đồng.....	59
2.2.2.2. Các hợp kim của đồng.....	60
2.2.3. Nhôm và hợp kim nhôm.....	61
2.2.3.1. Kim loại nhôm.....	61
2.2.3.2. Hợp kim của nhôm.....	61
2.2.3.3. <i>Giàn đồ Pourbaix của nhôm</i> .....	62
2.2.4. Titan và hợp kim titan.....	64
Câu hỏi và bài tập.....	64
Chương 3. Các phương pháp bảo vệ kim loại.....	65
3.1. Phương pháp dùng lớp phủ bảo vệ.....	65
3.1.1. Lớp phủ kim loại.....	65
3.1.1.1. <i>Lớp phủ mạ điện</i> .....	65
3.1.1.2. <i>Lớp phủ nhiệt khuếch tán</i> .....	69
3.1.1.3. <i>Lớp phủ nhiệt nhúng nóng</i> .....	70
3.1.1.4. <i>Lớp phủ cán ép</i> .....	72
3.1.1.5. <i>Lớp phủ phun kim loại</i> .....	72
3.1.1.6. <i>Lớp mạ bốc bay</i> .....	72
3.1.2. Lớp phủ phi kim.....	73
3.1.2.1. <i>Lớp phủ tráng men</i> .....	73

3.1.2.2. Lớp phủ sơn và vecni bảo vệ.....	74
3.1.2.3. Lớp phủ chất dẻo .....	75
3.1.3. Lớp phủ hợp chất hóa học.....	75
3.1.3.1. Oxy hóa nhuộm màu kim loại Lớp phủ oxit .....	75
3.1.3.2. Lớp phủ photphat .....	78
3.2. Phương pháp bảo vệ điện hóa .....	79
3.2.1. Phương pháp bảo vệ catot.....	80
3.2.1.1. Bảo vệ kim loại bằng dòng điện ngoài .....	80
3.2.1.2. Bảo vệ kim loại bằng anot hi sinh.....	82
3.2.2. Phương pháp bảo vệ anot.....	85
3.3. Bảo vệ kim loại bằng phương pháp thay đổi môi trường .....	87
3.3.1. Phương pháp loại trừ các tác nhân.....	87
3.3.1.1. Loại trừ oxy bằng các phản ứng hóa học .....	87
3.3.1.2. Loại trừ oxy bằng phương pháp vật lý.....	87
3.3.2. Phương pháp dùng chất ức chế .....	87
3.3.2.1. Chất ức chế quá trình anot .....	88
3.3.2.2. Chất ức chế quá trình catot .....	88
3.3.2.3. Chất làm chậm hữu cơ.....	89
3.3.2.4. Chất ức chế bay hơi .....	89
Câu hỏi và bài tập: .....	89
Chương 4. Các phương pháp nghiên cứu tốc độ ăn mòn kim loại .....	91
4.1. Giới thiệu về thang phân loại độ bền chống ăn mòn kim loại .....	91
4.2. Các phương pháp nghiên cứu nghiên cứu tốc độ ăn mòn kim loại ..	92
4.2.1. Phương pháp tổn hao khối lượng.....	92
4.2.2. Phương pháp điện hóa.....	93
4.2.2.1. Đo đường cong phân cực.....	94
4.2.2.2. Phương pháp đo điện trở phân cực .....	98
4.2.2.3. Phương pháp đo tổng trở điện hóa .....	99
Câu hỏi và bài tập .....	103
Thế điện cực tiêu chuẩn trong dung dịch nước ở 25°C.....	104
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	107

## LỜI NÓI ĐẦU

### LÍ THUYẾT VỀ ĂN MÒN KIM LOẠI

Vật liệu kim loại, hợp kim là những vật liệu rất quan trọng đối với nhân loại. Ngày nay, khoa học đã tìm ra rất nhiều các nguyên tố kim loại và hợp kim của chúng đồng thời sử dụng trong rất nhiều lĩnh vực. Tuy nhiên, trong quá trình sử dụng, các vật liệu kim loại và hợp kim đều mắc phải một chứng bệnh nan y là hiện tượng bị ăn mòn phá hủy ảnh hưởng đến độ bền của vật liệu.

Giáo trình Ăn mòn và bảo vệ kim loại này được nhóm tác giả biên soạn với nội dung cơ bản nhất về hiện tượng ăn mòn của kim loại, hợp kim, phương pháp bảo vệ chống ăn mòn và cách đánh giá, nghiên cứu tốc độ ăn mòn kim loại. Giáo trình là tài liệu rất hữu ích cho các cán bộ kỹ thuật, sinh viên các ngành kỹ thuật nói chung và ngành công nghệ hóa học nói riêng. Sau khi học xong môn học, sinh viên có thể áp dụng những kiến thức cơ bản này để phòng chống, giảm thiệt hại cho quá trình sản xuất và giảm nguy cơ gây mất an toàn trong lao động sản xuất thực tế.

Đây là giáo trình được biên soạn lần đầu tiên nên không tránh được những sai sót, nhóm tác giả mong nhận được những ý kiến đóng góp để giáo trình ngày càng hoàn thiện hơn.

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn!