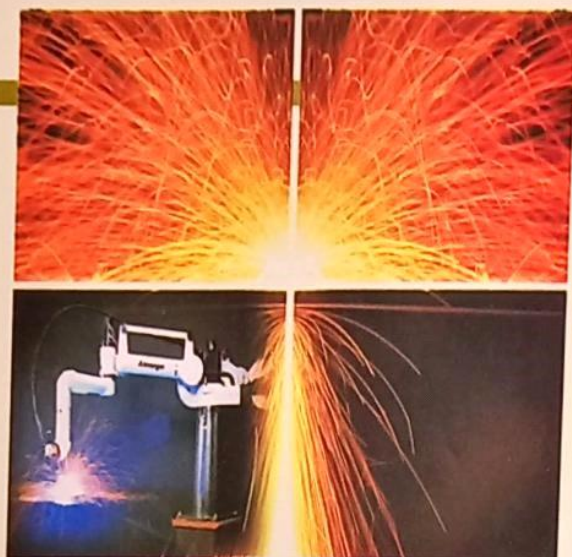


TS. NGUYỄN VĂN THÔNG



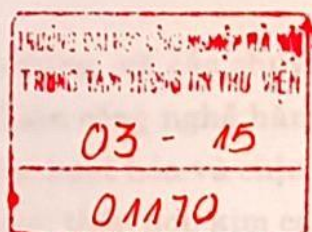
Công nghệ hàn thép và hợp kim khó hàn



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

TS. NGUYỄN VĂN THÔNG

LỜI NÓI ĐẦU



CÔNG NGHỆ HÀN THÉP VÀ HỢP KIM KHÓ HÀN



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI

LỜI NÓI ĐẦU

Các nhà chế tạo máy, nói chung, và các chuyên gia hàn, nói riêng, đều biết rất rõ những khó khăn khi thực hiện công nghệ hàn nhiều kim loại và các hợp kim của chúng. Chẳng hạn các kim loại hoạt hóa và chịu nhiệt; các kim loại không đồng nhất; thép hợp kim thấp độ bền cao; thép hợp kim cao v. v..., là những kim loại điển hình.

Những khó khăn nói trên đã được các nhà khoa học nghiên cứu giải quyết từ những năm 60 của thế kỷ trước. Những kim loại và hợp kim có các tính chất đặc biệt (độ bền cao, chống gỉ, chống ăn mòn và mài mòn, chịu nhiệt...) được ứng dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp quan trọng như đóng tàu, hàng không, tên lửa, năng lượng, hóa học v.v...

Ở Việt Nam, trong những năm gần đây, lĩnh vực chế tạo cơ khí đã bắt đầu phát triển. Điển hình là các ngành đóng tàu, năng lượng, ô tô, và kể cả hàng không. Tuy nhiên cũng phải thừa nhận rằng, khả năng công nghệ trong chế tạo và phục hồi những kết cấu không tháo lắp làm bằng các kim loại và hợp kim đặc biệt hãy còn hạn chế. Chẳng hạn vỏ tàu quân sự làm bằng hợp kim titan bị thủng đã nhiều năm nằm chờ nước ngoài sửa chữa; thiết bị sàng lọc bột giấy bằng titan phải đem đi Singapo hàn, v.v... Trong khi đó máy móc thiết bị hàn hiện đại của ta không thiếu, và trình độ khoa học kỹ thuật về hàn của ta không yếu. Một tiềm năng lớn nữa cần kể đến là, ngoài các máy móc thiết bị nhập ngoại tại các ngành chế tạo máy, Viện nghiên cứu Cơ khí (Bộ Công nghiệp) đang triển khai Dự án xây dựng Phòng thí nghiệm trung tâm về Hàn, với hàng chục loại máy móc thiết bị hiện đại nhập từ Pháp, Mỹ, Nga, Đức. v.v...

Tất cả những tiềm năng nói trên chắc chắn sẽ được phát huy hiệu quả nếu có đầy đủ thông tin cần thiết về công nghệ hàn nói chung và công nghệ hàn các kim loại và hợp kim khó hàn, nói riêng. Những cố gắng của tác giả để cho ta ra đời quyển sách CÔNG NGHỆ HÀN THÉP VÀ HỢP KIM KHÓ HÀN là nhằm mục đích giúp bạn đọc có thêm những thông tin mới nhất khi nghiên cứu giải quyết các công nghệ hàn phức tạp.

Quả là điều mong muốn ấy khá lớn so với khả năng có được. Rất mong các bạn đồng nghiệp và những người quan tâm đến lĩnh vực Hàn đóng góp và bổ sung cho quyển sách, để lần xuất bản sau được hoàn thiện hơn. Những đóng góp ý kiến xin gửi về Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 70 Trần Hưng Đạo Hà Nội.

LỜI NÓI ĐẦU

Hà Nội, tháng 6 năm 2004

TS. Nguyễn Văn Thông

CÁC KÝ HIỆU

CHƯƠNG I

HÀN KIM HOẠT HÓA VÀ CHỊU NHIỆT

1. $\sigma_{0,2}$ – độ bền dẻo
2. σ_B – độ bền tới hạn
3. $\sigma_{0,3}$ – độ bền mới
4. σ_{By} – độ bền đặc trưng
5. σ_{dc} – ứng suất đối chiều
6. a_K – độ dai va đập
7. ψ – độ thắt
8. HQA – hồ quang argon
9. HQH – hồ quang heli
10. HQX – hồ quang xung
11. HQP – hồ quang plasma
12. HAL – hàn áp lực
13. HKT – hàn khuếch tán
14. HĐX – hàn điện xỉ
15. HĐT – hàn điện tử
16. TIG – hàn trong khí trơ điện cực vonfram
17. MIG – hàn trong khí trơ điện cực kim loại
18. VAN – vùng ảnh hưởng nhiệt
19. I_h – cường độ hàn
20. U_{hq} – điện áp hồ quang
21. V_h – tốc độ hàn
22. U_{gt} – điện áp gia tốc
23. W_{ng} – tốc độ nguội
24. W_e – tốc độ nguội tương đương
25. T_{pgt} – nhiệt độ phá hủy giòn tới hạn
26. P_d – phá hủy dẻo

1.2. TÍNH CHẤT

1.2.1. Các kim loại

Khi đề cập đến vấn đề hàn kim loại trước hết cần lưu ý tới các tính chất vật lý của chúng. Các tính chất vật lý chủ yếu (bảng 1.1). Hình 1.1 giới thiệu một số hình

CHƯƠNG 1

HÀN KIM LOẠI VÀ HỢP KIM HOẠT HÓA VÀ CHỊU NHIỆT

1.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Thuật ngữ "hoạt hóa" dùng trong sách này có nghĩa là hoạt động hóa học mạnh (reactive, chimitchexki aktivny); còn "chịu nhiệt" ý nói bền nhiệt, làm việc được ở nhiệt độ cao, điểm nóng chảy cao (refractory, tugoplavki). Đó là các kim loại titan, zirconi, hafni, vanadi, niôbi, tanta, crôm, molipđen, vonfram và các hợp kim của chúng.

Các kim loại đáp ứng được các yêu cầu trên thường được phân thành hai nhóm: nhóm "hoạt hóa" (do có khả năng làm việc được trong môi trường khí quyển ở trạng thái nóng, đặc biệt trạng thái lỏng) và nhóm "chịu nhiệt" (do có điểm nóng chảy cao, vượt xa sắt và thép).

Sự ứng dụng trong công nghiệp của các kim loại hoạt hóa và chịu nhiệt phụ thuộc vào khả năng chiếm lĩnh công nghệ hàn các kim loại này. Có hàng loạt khó khăn nảy sinh khi hàn, gây bởi các tính chất lý hóa đặc biệt của chúng và bởi các biến đổi cấu trúc khi hàn dẫn tới sự tạo thành các pha giòn.

Để khắc phục những khó khăn nêu trên cần cải thiện các quá trình công nghệ hàn hiện có đồng thời phát triển các công nghệ mới như hàn điện tử, hàn khuếch tán trong chân không v.v... Nhờ có sự giải quyết thành công vấn đề này các kim loại hoạt hóa và chịu nhiệt ngày càng được ứng dụng rộng rãi trong sản xuất các kết cấu hàn với những mục đích đặc biệt.

1.2. TÍNH CHẤT CỦA CÁC KIM LOẠI VÀ HỢP KIM HOẠT HÓA VÀ CHỊU NHIỆT

1.2.1. Các kim loại hoạt hóa và chịu nhiệt

Khi đề cập đến vấn đề hàn kim loại trước hết cần lưu ý tới các tính chất vật lý của chúng. Các tính chất vật lý chủ yếu (bảng 1.1). Hình 1.1 giới thiệu một số tính

chất của các kim loại hoạt hóa và chịu nhiệt so với sắt. Từ các số liệu (bảng 1.1 và hình 1.1) ta thấy các tính chất vật lý của các kim loại này khác nhiều so với sắt.

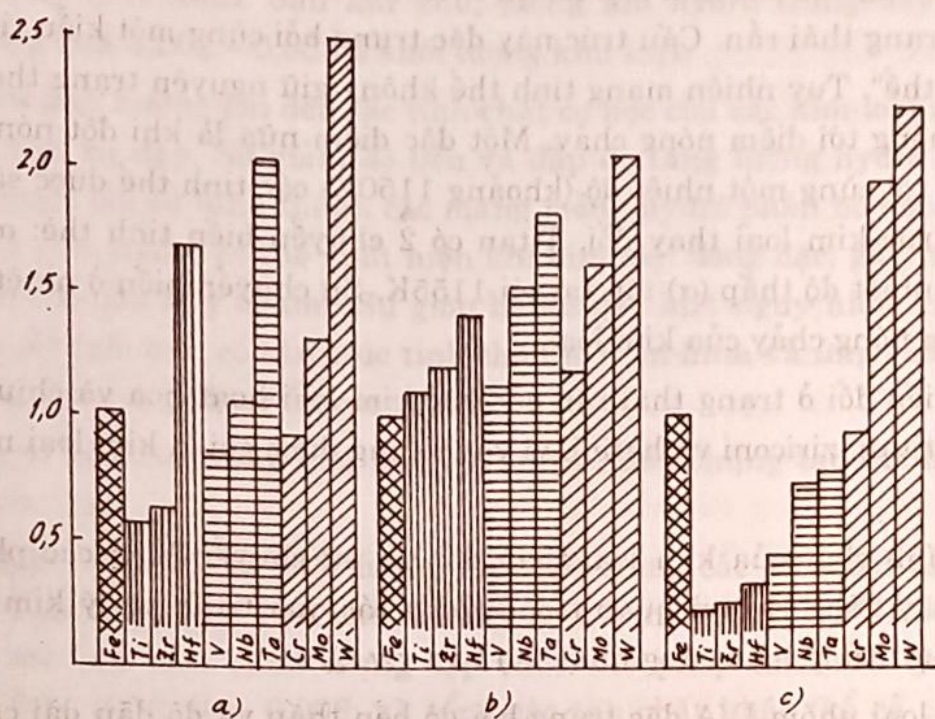
Titan có khối lượng riêng nhỏ nhất và nhỏ hơn sắt gần 2 lần. Đó là lý do tại sao nó được coi là kim loại nhẹ. Vonfram có khối lượng riêng lớn nhất.

Điểm nóng chảy của các kim loại nói trên ít nhiều cao hơn sắt. Titan có điểm nóng chảy thấp nhất, trong khi đó vonfram là kim loại có tính chịu nhiệt cao nhất. Cho tới nay chưa có quan điểm thống nhất về các kim loại chịu nhiệt. Thông thường các kim loại có điểm nóng chảy cao hơn 2148K được coi là kim loại chịu nhiệt. Xuất phát từ định nghĩa đó các kim loại chịu nhiệt được xếp theo thứ tự tăng dần theo điểm nóng chảy: crôm, vanadi, hafni, niôbi, molipđen, tanta, vonfram.

Theo sự giống nhau về các tính chất lý - hóa các kim loại hoạt hóa và chịu nhiệt có thể được chia thành 3 nhóm: titan, zirconi và hafni, vanadi, niôbi và tanta; crôm, molipđen và vonfram. Và theo vị trí của chúng trong bảng tuần hoàn của các nguyên tố, các kim loại hoạt hóa và chịu nhiệt được phân thành nhóm titan - IVA, nhóm vanadi - VA và nhóm crom - VIA. Từ đây trở về sau, để cho gọn, chúng ta viết các kim loại nói trên dưới dạng nhóm phân loại theo cách này.

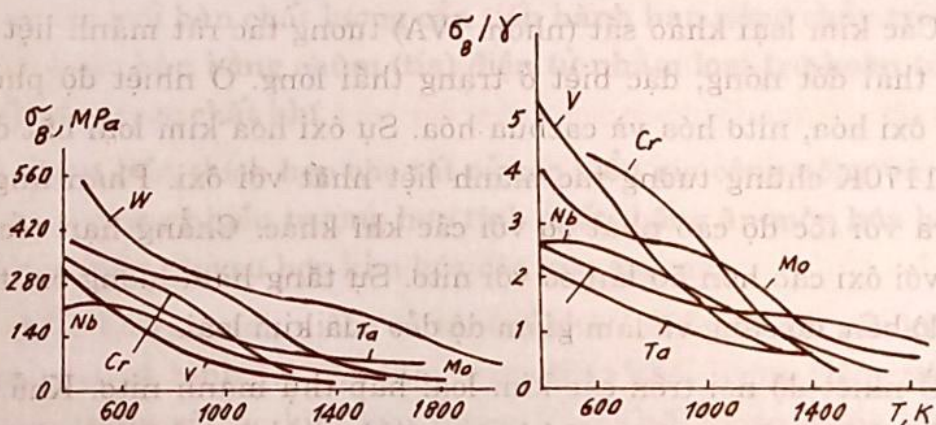
Bảng 1.1. các tính chất vật lý của các kim loại hoạt hóa và chịu nhiệt

Tính chất của kim loại	Ti	Zr	Hf	V	Nb	Ta	Cr	Mo	W
Khối lượng riêng, $\times 10^{-3} \text{ kg/m}^3$	4,51	6,5	13,3	6,1	8,57	16,65	7,19	10,22	19,5
Điểm nóng chảy, K	1941	2125	2495	2223	2741	3269	2148	2893	3668
Nhiệt độ sôi, K	3533	3973	5673	3528	5400	5573	2703	5103	6173
Nhiệt đặc trưng, kJ/kg.K	0,61	0,34	0,2	0,49	0,27	0,14	0,46	0,26	0,13
Độ dẫn nhiệt đặc trưng, W/m. K	16,8	18,6	22,8	31,0	32,4	54,5	67,0	142,5	167,6
Môđun đàn hồi bình thường, MPa	109000	94500	137000	132631	112815	186390	289395	316863	358065
Điện trở đặc trưng, $\times 10^{-8} \Omega \text{m}$	42,1	41,1	40,0	24,8	15,2	12,4	12,8	5,2	5,5



Hình 1.1. Tính chất lý học của các kim loại hoạt hóa và chịu nhiệt so với sắt:

a. khối lượng riêng; b. điểm nóng chảy; c. độ dẫn nhiệt.



Hình 1.2. Quan hệ giữa độ bền và nhiệt độ của các kim loại hoạt hóa và chịu nhiệt:

a. độ bền tới hạn (σ_B , MPa); b. độ bền đặc trưng (σ_B/γ).

Các kim loại nhóm IVA. Titan là kim loại có ứng dụng công nghiệp rộng rãi nhất của nhóm IVA. Trước hết là do nó có các tính chất lý hóa đặc biệt; tiếp đến là trữ lượng lớn hơn zirconium và hafnium, và trong số các kim loại có trên trái đất nó chiếm vị trí thứ tư sau nhôm, sắt và mangan. Trữ lượng của titan còn lớn hơn tổng trữ lượng của đồng, niken, vanadium, niôbi, tantan, molipden và vonfram. Trong thời gian vài chục năm trở lại đây lượng titan dùng để sản xuất các kết cấu hàn chiếm vị trí thứ hai sau nhôm.

MỤC LỤC

Lời nói đầu	3
-------------------	---

Chương 1. Hàn kim loại và hợp kim hoạt hóa và chịu nhiệt

1.1. Khái niệm chung	7
1.2. Tính chất của các kim loại và hợp kim hoạt hóa và chịu nhiệt	7
1.2.1. Các kim loại hoạt hóa và chịu nhiệt	7
1.2.2. Các hợp kim hoạt hóa và chịu nhiệt	13
1.3. Các quá trình hàn kim loại và hợp kim hoạt hóa và chịu nhiệt	21
1.4. Công nghệ hàn các kim loại nhóm IVA (titan, ziricôni, hafini)	32
1.4.1. Hàn titan	33
1.4.2. Hàn ziricôni và hafini	49
1.5. Công nghệ hàn các kim loại các nhóm VA và VIA	50
1.5.1. Hàn các kim loại nhóm VA (vanadi, niôbi và tanta)	50
1.5.2. Hàn crôm, molipđen và vonfram	53
1.6. An toàn lao động	58

Chương 2. Hàn thép hợp kim thấp độ bền cao

2.1. Tính chất của thép hợp kim thấp độ bền cao	61
2.1.1. Thành phần hóa học, cấu trúc và tính chất cơ học	61
2.1.2. Tính hàn của thép	66
2.1.3. Đặc tính luyện kim của các quá trình hàn	72
2.2. Vật liệu hàn	80
2.2.1. Thuốc hàn silic thấp oxi hóa cao và dây hàn hợp kim thấp	80
2.2.2. Dây dùng cho hàn khí bảo vệ	82
2.2.3. Que hàn hydro thấp	83

2.3. Đặc điểm công nghệ hàn	84
2.3.1. Ảnh hưởng của chu kỳ nhiệt hàn đối với cấu trúc và các tính chất của mối hàn	84
2.3.2. Sự đốt nóng các mối hàn trước và sau khi hàn.....	86
2.3.3. Công nghệ hàn các mối hàn làm việc dưới các tải trọng đổi chiều.....	88
2.3.4. Tối ưu hóa công nghệ hàn	90
2.4. Các kết cấu hàn của các thép hợp kim thấp độ bền cao	94

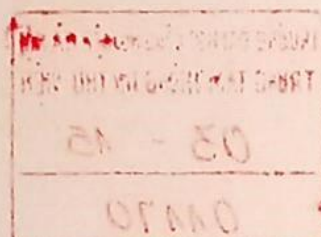
Chương 3. Hàn thép hợp kim cao

3.1. Phân loại và đặc tính của các thép hợp kim cao.....	97
3.1.1. Thép crôm cao.....	98
3.1.2. Thép crôm-niken.....	99
3.1.3. Thép crôm-mangan và thép crôm-niken-mangan	100
3.1.4. Vài vấn đề về ăn mòn của các thép hợp kim cao	101
3.2. Đặc tính luyện kim của các quá trình hàn	103
3.2.1. Đặc tính luyện kim khi hàn hồ quang khí.....	104
3.2.2. Đặc tính luyện kim khi hàn hồ quang kín.....	104
3.2.3. Đặc tính luyện kim khi hàn hồ quang với que hàn vỏ bọc.....	106
3.3. Công nghệ hàn các thép hợp kim cao.....	108
3.3.1. Hàn thép không gỉ 13% crôm.....	108
3.3.2. Hàn thép ferit crôm cao.....	112
3.3.3. Hàn thép austenit crôm-niken	113
3.3.4. Hàn thép không gỉ crôm-niken-mangan.....	118
3.3.5. Hàn thép crôm-niken-molipđen	119
3.3.6. Hàn hồ quang tay các thép hợp kim cao với que hàn vỏ bọc.....	120

Chương 4. Hàn các kim loại không đồng tính chất

4.1. Đặc điểm hình thành các mối ghép hàn	123
4.2. Các phương pháp hàn.....	128
4.3. Vài vấn đề về công nghệ hàn	131
4.4. Vài ví dụ về công nghệ hàn	136
4.4.1. Hàn nhôm và hợp kim của nó với thép	136
4.4.2. Hàn đồng và các hợp kim của nó với thép.....	144

Tài liệu tham khảo.....	153
--------------------------------	------------



Chịu trách nhiệm xuất bản : PGS, TS. TÔ ĐĂNG HẢI
Biên tập : ĐẶNG ĐÌNH THẠCH
Sửa bản in : QUANG NGỌC
Vẽ bìa : HƯƠNG LAN



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
70 TRẦN HUNG ĐẠO – HÀ NỘI

In 700 cuốn, khổ 19 x 27cm tại Xí nghiệp in Thương mại.

Giấy phép xuất bản số: 150-289, ngày 4/2/2005.

In xong và nộp lưu chiểu tháng 6 năm 2005.