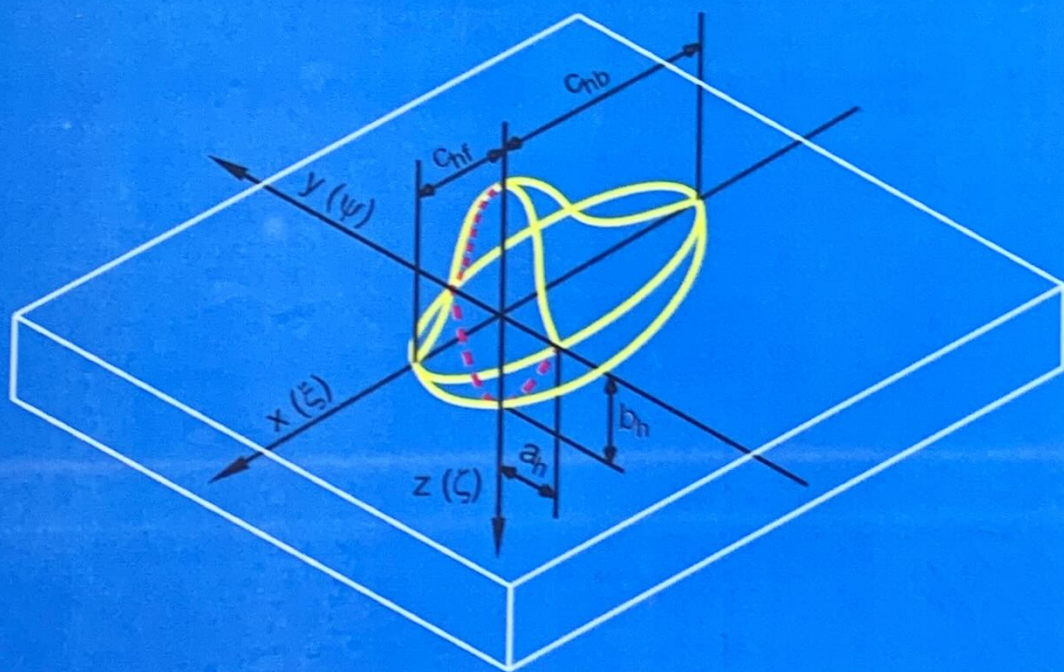


TS. NGUYỄN THẾ NINH

PHÂN TÍCH TRUYỀN NHIỆT HÀN VÀ ỨNG DỤNG



NHÀ XUẤT BẢN BÁCH KHOA - HÀ NỘI

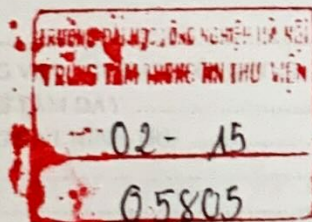
TS. NGUYỄN THẾ NINH



PHÂN TÍCH TRUYỀN NHIỆT HÀN VÀ ỨNG DỤNG

FWIT, MIEAust, MAWS
Senior Structural Integrity Engineer,

HRL Technology,
677 Springvale Road,
Mulgrave, VIC 3170, Australia.
Email: nnguyen@hrl.com.au



NHÀ XUẤT BẢN BÁCH KHOA – HÀ NỘI

MỤC LỤC

MỤC LỤC	I
GIỚI THIỆU VỀ CUỐN SÁCH VÀ TÁC GIẢ	1
LỜI NÓI ĐẦU	3
CHƯƠNG 1. CÁC QUÁ TRÌNH HÀN VÀ NGUỒN NHIỆT HÀN	5
1.1 GIỚI THIỆU	5
1.2 TÒM TẮT MỘT SỐ QUÁ TRÌNH HÀN CƠ BẢN	6
1.3 NHẬP MÔN HỒ QUANG HÀN	26
1.4 GIỚI THIỆU CÁC NGUỒN NHIỆT HÀN	30
1.5 KẾT LUẬN	41
TÀI LIỆU THAM KHẢO	42
CHƯƠNG 2. PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH	43
2.1 GIỚI THIỆU	43
2.2 CƠ SỞ GIẢI CÁC PHƯƠNG TRÌNH TRUYỀN NHIỆT	43
2.3 PHƯƠNG PHÁP XẾP CHỖNG NGHIỆM CỦA CÁC NGUỒN NHIỆT ĐIỂM	54
2.4 KẾT LUẬN	56
TÀI LIỆU THAM KHẢO	56
CHƯƠNG 3. NGHIỆM GIẢI TÍCH CHO CÁC BÀI TOÁN NGUỒN NHIỆT CƠ BẢN	57
3.1 GIỚI THIỆU	57
3.2 NGUỒN NHIỆT ĐIỂM TRONG VẬT LỚN VÔ HẠN	57
3.3 NGUỒN NHIỆT ĐƯỜNG TRONG VẬT THỂ LỚN VÔ HẠN	61
3.4 NGUỒN NHIỆT MẶT PHẪNG TRONG VẬT THỂ VÔ HẠN	63
3.5 NGUỒN NHIỆT MẶT PHẪNG	64
3.6 NGUỒN NHIỆT DẠNG ĐĨA TRÒN TRÊN VẬT BẢN VÔ HẠN	67
3.7 NGUỒN NHIỆT DẠNG MẶT TRỤ TRONG VẬT THỂ VÔ HẠN	68
3.8 NGUỒN NHIỆT DẠNG MẶT CẦU TRONG VẬT VÔ HẠN	68
3.9 NGUỒN NHIỆT DẠNG KHỐI TRỤ TRONG VẬT THỂ VÔ HẠN	69
3.10 KẾT LUẬN	70
TÀI LIỆU THAM KHẢO	70
CHƯƠNG 4. NGHIỆM GIẢI TÍCH ĐỐI VỚI CÁC TRƯỜNG HỢP NGUỒN NHIỆT HAI CHIỀU PHÂN BỐ GAU-XO	72
4.1 GIỚI THIỆU	72
4.2 NGUỒN NHIỆT PHẪNG TRONG VẬT THỂ BẢN VÔ HẠN	72
4.3 NGUỒN NHIỆT PHẪNG PHÂN BỐ GAU-XO TRONG TÂM DÂY	79
4.4 KẾT LUẬN	83
TÀI LIỆU THAM KHẢO	83
CHƯƠNG 5. NGHIỆM GIẢI TÍCH CHO CÁC NGUỒN NHIỆT DẠNG KHỐI CẦU	84
5.1 GIỚI THIỆU	84
5.2 NGUỒN NHIỆT KHỐI CẦU TRONG VẬT THỂ BẢN VÔ HẠN	84
5.3 NGUỒN NHIỆT KHỐI CẦU TRONG TÂM DÂY	87
5.4 NGUỒN NHIỆT KHỐI CẦU TRONG VẬT HÌNH TRỤ	89
5.5 KẾT LUẬN	95
TÀI LIỆU THAM KHẢO	96
CHƯƠNG 6. NGHIỆM GIẢI TÍCH CHO NGUỒN NHIỆT CÓ MẬT ĐỘ NHIỆT NĂNG PHÂN BỐ DẠNG ELIPSOID ĐƠN	97
6.1 GIỚI THIỆU	97

6.2 NGUỒN NHIỆT ELIPSOID ĐƠN TRONG VẬT THỂ BÀN VÔ HẠN	98
6.3 NGUỒN NHIỆT ELIPSOID ĐƠN TRONG TẤM DÀY CÓ KÍCH THƯỚC HỮU HẠN	105
6.4 NGUỒN NHIỆT ELIPSOID LẠI TRONG LIÊN KẾT CÁC TẤM CHỨA MỐI HÀN GÓC	112
6.5 NGHIỆM GIẢI TÍCH CHO TRƯỜNG HỢP NGUỒN NHIỆT ELIPSOID ĐƠN TRONG VẬT THỂ DẠNG KHỐI TRỤ	121
6.6 NGUỒN NHIỆT ELIPSOID ĐƠN TRONG VẬT DẠNG KHỐI CẦU ĐẶC	129
6.7 NGUỒN NHIỆT ELIPSOID ĐƠN TRONG VẬT DẠNG KHỐI CÓN ĐẶC	136
6.8 KẾT LUẬN	144
TÀI LIỆU THAM KHẢO	145
CHƯƠNG 7. NGHIỆM GIẢI TÍCH CHO NGUỒN NHIỆT CÓ MẬT ĐỘ NHIỆT NĂNG DẠNG ELIPSOID KÉP	146
7.1 GIỚI THIỆU	146
7.2 NGUỒN NHIỆT ELLIPSOID KÉP TRONG VẬT BÀN VÔ HẠN	146
7.3 NGUỒN NHIỆT ELIPSOID KÉP TRONG TẤM DÀY CÓ KÍCH THƯỚC HỮU HẠN	149
7.4 NGUỒN NHIỆT ELIPSOID KÉP LẠI TRONG LIÊN KẾT CÁC TẤM CHỨA MỐI HÀN GÓC	153
7.5 NGHIỆM GIẢI TÍCH NGUỒN NHIỆT ELLIPSOID KÉP TRONG VẬT THỂ KHỐI TRỤ	158
7.6 NGHIỆM GIẢI TÍCH NGUỒN NHIỆT ELIPSOID KÉP TRONG VẬT THỂ KHỐI CẦU	161
7.7 NGUỒN NHIỆT ELIPSOID KÉP TRONG VẬT DẠNG KHỐI CÓN	166
7.8 NGUỒN NHIỆT ELIPSOID KÉP LẠI TRONG VẬT THỂ BÀN VÔ HẠN	170
7.8 KẾT LUẬN	174
TÀI LIỆU THAM KHẢO	175
CHƯƠNG 8. ỨNG DỤNG MÔ HÌNH NGUỒN NHIỆT KHỐI TRONG MÔ PHỎNG HÌNH DẠNG VÙNG HÀN	176
8.1 GIỚI THIỆU	176
8.2 MẪU VÀ VẬT LIỆU THÍ NGHIỆM	177
8.3 PHÂN BỐ TRƯỜNG NHIỆT ĐỘ CHUYÊN TIẾP	179
8.4 MÔ PHỎNG HÌNH DẠNG VÙNG HÀN	181
8.5 MÔ HÌNH ĐƠN GIẢN CHO TÍNH TOÁN HÌNH DẠNG VÙNG HÀN	194
8.6 KẾT LUẬN	199
TÀI LIỆU THAM KHẢO	199
CHƯƠNG 9. ỨNG SUẤT VÀ BIẾN DẠNG NHIỆT	201
9.1 GIỚI THIỆU	201
9.2 PHƯƠNG TRÌNH TỔNG QUÁT MÔ TẢ ỨNG SUẤT NHIỆT	202
9.3 ỨNG SUẤT NHIỆT TRONG VẬT LỚN VÔ HẠN	205
9.4 ỨNG SUẤT NHIỆT TRONG TẤM MỎNG	206
9.5 ỨNG SUẤT NHIỆT TRONG TẤM DÀY	210
9.6 ỨNG SUẤT NHIỆT TRONG DẪM HÀN	212
9.7 ỨNG SUẤT NHIỆT TRONG VẬT CÓ DẠNG KHỐI CẦU ĐẶC	214
9.8 BIẾN DẠNG HÀN	217
9.9 KẾT LUẬN	226
TÀI LIỆU THAM KHẢO	226
CHƯƠNG 10. MÔ HÌNH HÓA ỨNG SUẤT DƯ TRONG LIÊN KẾT HÀN	228
10.1 GIỚI THIỆU	228
10.2 ỨNG SUẤT DƯ CHO TRƯỜNG HỢP HÀN ĐÁP LÊN BỀ MẶT TẤM	231
10.3 ỨNG SUẤT DƯ TRONG LIÊN KẾT GẮN HÀN NHIỀU LỚP	235
10.4 KẾT LUẬN	239
TÀI LIỆU THAM KHẢO	239
CHƯƠNG 11. MÔ HÌNH HÓA TỔ CHỨC TẾ VI MỐI HÀN NÓNG CHẤY	242
11.1 GIỚI THIỆU	242
11.2 NHIỆT ĐỘ TỐI ĐA	248
11.3 TỐC ĐỘ NGUỘI	249
11.4 THỜI GIAN NGUỘI $\Delta T_{8.5}$	249

11.5 CHIỀU RỘNG VÙNG ẢNH HƯỞNG NHIỆT	250
11.6 THỜI GIAN LƯU KIM LOẠI TẠI NHIỆT ĐỘ AUSTENIT HÒA Δt_c	251
11.7 MÔ HÌNH HÓA SỰ TĂNG KÍCH THUỐC HẠT	252
11.8 GIẢN ĐỒ TỶ LỆ THỂ TÍCH PHA	256
11.9 ĐỘ CỨNG VÀ ĐỘ BỀN CỦA VẬT LIỆU TRONG VÙNG ẢNH HƯỞNG NHIỆT	257
11.10 KẾT LUẬN.....	260
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	260
PHỤ LỤC A – CÁC TÍNH CHẤT LÝ NHIỆT CỦA MỘT SỐ KIM LOẠI – HỢP KIM.....	262
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	262
PHỤ LỤC B – HÀM SAI SỐ.....	263
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	263
PHỤ LỤC C – MỘT VÀI CHƯƠNG TRÌNH TÍNH TOÁN FORTRAN.....	264
1. GIỚI THIỆU	264
2. THUẬT TOÁN CHO HAI CHƯƠNG TRÌNH TÍNH TOÁN TRÊN MÁY VI TÍNH	265
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	271
PHỤ LỤC D – WHEATSIM – PHẦN MỀM MÔ PHÒNG NHIỆT HÀN.....	272
1. CÁC DANH MỤC ẮN SAU FILE:	272
2. CÁC DANH MỤC ẮN SAU INPUT:.....	273
3. CÁC DANH MỤC ẮN SAU HEAT SOURCE:.....	273
4. CÁC DANH MỤC ẮN SAU RUN OPTION:	274
5. CÁC DANH MỤC ẮN SAU PLOT OPTION:	279
6. CÁC DANH MỤC ẮN SAU ANIMATION:	279
7. CÁC DANH MỤC ẮN SAU HELP:.....	280
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	281

tích của nhiều nguồn như: hình công như dạng trong các vật thể hàn ra hợp với các mạng. trong hàn kết hàn, trong vật thể hình trụ, hình cầu và hình nón, cho ra những vùng hàn trong vật thể hình trụ, hình cầu và hình nón cùng với ứng dụng của nguồn nhiệt cho mô phỏng vùng hàn, ứng dụng hình dạng hàn, mô phỏng cấu trúc vi mô hàn tại các vùng ảnh hưởng nhiệt, đặc biệt đối với các nguồn nhiệt 3 chiều (3D) 3 trục, hàn hàn và chuyển động hàn.

Cấu trúc này bao gồm 11 chương và 4 phụ lục. Chương đầu giới thiệu tổng quan về quá trình hàn, các nguồn nhiệt hàn và những nguyên nhân của chúng đã được công bố trước đây. Chương 2 giới thiệu một số phương pháp tính toán có thể dùng để giải các bài toán nguồn nhiệt hàn mà sẽ được giới thiệu ở các chương tiếp theo. Chương 3 và 4 dành tập trung để giải quyết những bài toán giải tích các nguồn nhiệt một chiều, hai chiều và nguồn nhiệt phức tạp dạng Gauss hai chiều (2D). Chương 5 giới thiệu quá trình giải các nguồn nhiệt hình cầu trong vật thể hàn vô hạn, tấm dày, tấm hàn góc, hình trụ, hình cầu và hình nón. Các phương trình nguồn nhiệt và biên thức trường nhiệt độ theo thời gian được biểu thị trong hệ tọa độ cực đối với trường hợp nguồn nhiệt hình cầu trong các vật hàn hình trụ, hình cầu và hình nón. Nguồn giải tích cho nguồn nhiệt khối ellipsoid đơn và kép trong các vật hàn vô hạn, tấm dày, tấm hàn góc, hình trụ, hình cầu và hình nón cũng được giới thiệu trong các chương 6 và chương 7. Từ chương 8 đến 11 giới thiệu ứng dụng nguồn nhiệt hàn khối ellipsoid kép trong việc mô hình hóa các vùng hàn, ứng dụng biên dạng hàn và mô hình hàn cấu trúc vi mô hàn tại các vùng ảnh hưởng nhiệt hàn. Các bài toán tính toán ứng dụng lý thuyết hàn hàn cho sự tiện lợi của việc dùng các nghiệm giải tích của

GIỚI THIỆU VỀ CUỐN SÁCH VÀ TÁC GIẢ

Hầu hết các quá trình hàn đều liên quan đến nhiệt và biến thiên nhiệt độ trong vật hàn. Việc nghiên cứu trường nhiệt độ hàn và đưa ra các nghiệm khả thi cho những bài toán hàn khác nhau luôn là vấn đề mà giới nghiên cứu quan tâm trong hơn 60 năm qua. Trường nhiệt độ hàn có ảnh hưởng quyết định đến một loạt đặc tính kỹ thuật khác của liên kết hàn (mối hàn) như: khả năng xuất hiện ứng suất dư và biến dạng dư hàn, hình dạng và kích thước mối hàn, cấu trúc kim loại của mối hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt, v.v. Những yếu tố đó đều ảnh hưởng tới chất lượng sản phẩm hàn cũng như khả năng vận hành của chúng trong điều kiện thực tế. Do tính chất của vật liệu được hàn thay đổi theo sự biến thiên nhiệt độ và do đặc điểm phức tạp của các nguồn nhiệt hàn, các quá trình trao đổi nhiệt và vật chất khi hàn, các mô hình tính toán trường nhiệt hàn thường tìm cách đơn giản hóa một số tính chất hoặc điều kiện biên, điều kiện ban đầu của bài toán.

Cho đến nay, đã có rất nhiều nghiệm cho bài toán phân tích nhiệt hàn được công bố trên các tạp chí chuyên ngành. Nhưng phần lớn những nghiệm này chủ yếu giới hạn ở dạng hai chiều (2D). Thêm vào đó, chúng thường được công bố tán mạn trên các nguồn tạp chí, tài liệu khoa học khác nhau và vẫn chưa được tổng hợp lại một cách ngắn gọn và dễ hiểu trong bất cứ một quyển sách chuyên khảo nào để độc giả từ nhiều thành phần khác nhau như sinh viên, kỹ sư, các nhà nghiên cứu hoặc nghiên cứu sinh có thể dùng để tham khảo và sử dụng một cách thuận lợi cho công việc của mình.

Để góp phần khắc phục sự thiếu hụt nói trên, cuốn sách này giới thiệu các nghiệm giải tích của nhiều nguồn nhiệt tĩnh cũng như động trong các vật thể bán vô hạn, tấm dày, mỏng, trong liên kết hàn, trong vật thể hình trụ, hình cầu và hình nón, cho mô phỏng vùng hàn trong vật thể hình trụ, hình cầu và hình nón cùng với ứng dụng các nghiệm này cho mô phỏng vùng hàn, ứng suất biến dạng hàn, mô phỏng cấu trúc tế vi kim loại các vùng ảnh hưởng nhiệt, đặc biệt đối với các nguồn nhiệt 3 chiều (3D) ở trạng thái tĩnh và chuyển động đều.

Cuốn sách này bao gồm 11 chương và 4 phụ lục. Chương đầu giới thiệu tổng quan về quá trình hàn, các nguồn nhiệt hàn và những nghiệm của chúng đã được công bố trước đây. Chương 2 giới thiệu một số phương pháp tính toán có thể dùng để giải các bài toán nguồn nhiệt hàn mà sẽ được giới thiệu ở các chương tiếp theo. Chương 3 và 4 dành tập trung để giới thiệu nghiệm giải tích các nguồn nhiệt một chiều, hai chiều và nguồn nhiệt phân bố dạng Gauxơ hai chiều (2D). Chương 5 giới thiệu quá trình giải các nguồn nhiệt hình cầu trong vật thể bán vô hạn, tấm dày, tấm hàn góc, hình trụ, hình cầu và hình nón. Các phương trình nguồn nhiệt và biến thiên trường nhiệt độ theo thời gian được biểu thị trong hệ tọa độ cực đối với trường hợp nguồn nhiệt hình cầu trong các vật hàn hình trụ, hình cầu và hình nón. Nghiệm giải tích cho nguồn nhiệt khối elipsoid đơn và kép trong các vật thể bán vô hạn, hữu hạn, tấm dày, tấm hàn góc, hình trụ, hình cầu và hình nón cũng được giới thiệu trong các chương 6 và chương 7. Từ chương 8 đến 11 giới thiệu ứng dụng nguồn nhiệt hàn khối elipsoid kép trong việc mô hình hóa các vùng hàn, ứng suất biến dạng hàn và mô hình hóa cấu trúc tế vi kim loại vùng ảnh hưởng nhiệt hàn. Các bài toán tính toán ứng dụng cụ thể minh họa cho sự tiện lợi của việc dùng các nghiệm giải tích của

tích của nguồn nhiệt trong phân tích nhiệt cho các kết cấu hàn cũng được giới thiệu trong chương này.

Cuốn sách được viết chủ yếu dành cho độc giả là sinh viên cơ khí, sinh viên chuyên ngành hàn tại các trường đại học, cao đẳng kỹ thuật, các sinh viên cao học, các kỹ sư cơ khí, xây dựng đang công tác làm việc trong các lĩnh vực có liên quan đến hàn các kết cấu kim loại trong các ngành năng lượng, hoá chất, dầu khí, đóng tàu và lắp đặt máy móc thiết bị nói chung. Đặc biệt đối với các nhà nghiên cứu giải quyết các vấn đề có liên quan đến ứng suất biến dạng kết cấu hàn, thiết kế các kết cấu hàn hoặc mô hình hoá cấu trúc tế vi kim loại vùng ảnh hưởng nhiệt hàn, nghiên cứu lập trình tự động hoá và tối ưu hoá các chu trình hàn hoặc các vấn đề khác liên quan thì cuốn sách này có thể chính là một trong những cuốn cẩm nang không thể bỏ qua. Ngoài ra, sách này sẽ có thể là một cuốn sách tham khảo rất hữu ích cho các kỹ sư phần mềm ứng dụng trong công nghệ hàn dùng để mô phỏng các quá trình hàn, ứng suất biến dạng hàn, cấu trúc tế vi kim loại hàn cũng như các hệ thống điều khiển robot hàn trong công nghiệp sản xuất tự động hoá.

Đĩa CD kèm theo sách gồm một phần mềm mang tên *WHEATSIM (Weld HEAT SIMulation)* do tác giả viết bằng Visual Basics nhằm giới thiệu tới độc giả qua mô phỏng hình họa các nghiệm của nhiều nguồn nhiệt khác nhau và ứng dụng của chúng để tính toán trường nhiệt độ trong các tấm hàn kích thước hữu hạn với thông số hàn tùy chọn khác nhau. Một số chương trình Fortran do tác giả viết để phục vụ cho tính toán sẽ được nhà xuất bản cung cấp cho của độc giả.

Đây cũng là lần đầu tiên, một cuốn sách chuyên khảo có giá trị về hàn do một chuyên gia Việt Nam viết được dịch ra tiếng Việt và xuất bản ở trong nước. Tác giả, tiến sĩ Nguyễn Thế Ninh tốt nghiệp kỹ sư chuyên ngành công nghệ hàn năm 1985 tại Đại học Kỹ thuật Slovakia (Tiệp Khắc cũ), tham gia giảng dạy tại Bộ môn Hàn và công nghệ kim loại, Đại học Bách khoa Hà Nội từ 1985 đến 1990, tốt nghiệp Thạc sĩ năm 1993 tại Viện công nghệ châu Á (AIT), tốt nghiệp Tiến sĩ tại Đại học Adelaide, Australia năm 1996. Tác giả đã làm nghiên cứu sau bậc tiến sĩ tại Viện Khoa học Vật Liệu Quốc Gia Nhật Bản, và Đại học Sydney, Australia.

Hiện nay tác giả là chuyên gia chính của công ty HRL Technology, Australia trong lĩnh vực đánh giá tuổi thọ và khả năng làm việc của các kết cấu vận hành trong điều kiện chịu tải phức tạp ở nhiệt độ cao, đặc biệt là các kết cấu nhà máy nhiệt điện. Tác giả đã có hơn 50 công trình công bố tại các hội nghị quốc tế và trên các tạp chí chuyên ngành có uy tín như *Welding Journal* của Hội hàn Hoa Kỳ (AWS), *Journal of Society of Materials Science of Japan* (Nhật Bản), *Welding in the World* của Viện Hàn Quốc tế (IIW), *Journal of Materials Processing Technology* (Elsevier Science). Năm 1999, tác giả đã được trao tặng giải thưởng cho bài báo nghiên cứu khoa học hay nhất năm 1999 về mặt công trình nghiên cứu khoa học có nhiều sáng tạo và ứng dụng cho lĩnh vực hàng hải mang tên "*Arsham Amerikian Memorial Maritime Welding*" tại hội nghị và triển lãm các sản phẩm hàn toàn quốc hàng năm của hiệp hội hàn Hoa Kỳ tổ chức tại Chicago, Hoa Kỳ năm 2000.

PGS.TS. Nguyễn Thúc Hà
Trưởng Bộ môn Hàn và Công nghệ Kim loại
Đại học Bách khoa Hà Nội

LỜI NÓI ĐẦU

Phân tích trường nhiệt hàn đóng vai trò rất quan trọng trong việc đánh giá ứng suất biến dạng dư hàn và mô phỏng cấu trúc tế vi kim loại trong các mối hàn, kết cấu hàn. Đây là một công việc đầu tiên phải làm trong qui trình đánh giá khả năng làm việc của hàng loạt các chi tiết kết cấu hàn trong ngành công nghiệp chế tạo tàu biển, máy bay, cầu thép, tháp cao hay các đường ống cao áp dẫn hơi nước, dẫn khí dầu trong công nghiệp năng lượng, hoá chất và dầu khí v.v. Đặc biệt, các thông tin chính xác về quá trình thay đổi nhiệt độ của các chi tiết hàn trong quá trình chế tạo và vận hành là những căn cứ mang tính quyết định tới kết quả đánh giá tuổi thọ, khả năng làm việc của các kết cấu hàn.

Mặc dù trường nhiệt hàn đã được Rosenthal nghiên cứu và công bố từ năm 1941 và trong thập kỷ 1950 đã được Rykalin tiếp tục phát triển, các nghiên cứu trong lĩnh vực này không ngừng được tiếp tục hoàn thiện. Cuốn sách này là phiên bản tiếng Việt của cuốn "*Thermal Analysis of Welds*" do tác giả viết và được Nhà xuất bản WIT Press (Anh quốc) xuất bản năm 2004. Bản tiếng Việt này được Nhà xuất bản Bách khoa (Đại học Bách khoa Hà Nội) phát hành nhằm giới thiệu với các kỹ sư và sinh viên, nghiên cứu sinh chuyên ngành công nghệ hàn và những lĩnh vực kỹ thuật liên quan đến hàn những kết quả mới nhất mà tác giả đã có điều kiện thực hiện trong thời gian nghiên cứu tại nước ngoài trong việc lập mô hình tính toán và mô phỏng trường nhiệt hàn, cũng như một số ứng dụng cụ thể trong mô phỏng ứng suất và biến dạng hàn, cấu trúc mối hàn, v.v.

Tác giả xin chân thành cảm ơn các tổ chức và cá nhân nước ngoài sau đây đã tạo điều kiện hoặc dẫn dắt, giúp đỡ nhiệt tình trong quá trình nghiên cứu, cũng như động viên, khuyến khích tác giả biên soạn và xuất bản cuốn sách (bản tiếng Anh) sau đây: Cơ quan Khoa học và Kỹ thuật Nhật Bản (Japan Science and Technology Agency); các trường đại học Adelaide, đại học Sydney của Australia; Ts. Wahab M. A., khoa Cơ khí trường đại học Adelaide, Australia; PGs. Ts. Oehlers D.J, khoa Xây dựng và Môi trường của Trường Đại học Adelaide; Ts. Ohta A., Ts. Okada, Ts. Hiraoka và Ts. Nakamura, các ông Suzuki và Maeda, Viện Khoa học Vật Liệu Quốc Gia Nhật Bản (National Institute for Material Sciences), Tsukuba, Nhật Bản; Gs. Ts. Mai Y. W., khoa Cơ khí, Cơ điện tử và Không gian tại Đại học Sydney Australia; Ts. Quing Hua Quin và Ts. Charlie Montross; Ts. Symes C; PGs. Ts. Simpson S., khoa Điện và Tin học Trường Đại học Sydney; GS. Ts. Sloan Ian; Ông Marcel C. Kaegi; Ông Dick Coldham, Trung tâm tư vấn vật liệu công ty HRL Technology; Cô Fiona Nelson; Ông Lance Sucharov, Nhà xuất bản WIT Press, South Hampton – Anh quốc.

Tác giả cũng xin chân thành cảm ơn các đồng nghiệp trong nước là PGS.TS.Hoàng Tùng (Hội Khoa học Kỹ thuật hàn Việt Nam) đã không tiếc công sức hiệu đính bản tiếng Việt, PGS.TS.Nguyễn Thúc Hà (Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội) đã giành thời gian quý báu viết lời giới thiệu, TS. Ngô Lê Thông (Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội) và ThS.Phạm Đình Sùng (Trường Đại học Xây Dựng) đã có nhận xét và đóng góp ý kiến cho bản dịch ra tiếng Việt của tác giả. Tác giả xin bày tỏ sự biết ơn chân thành tới Ban lãnh đạo Trường Đại học Bách khoa Hà Nội và Nhà xuất bản Bách khoa – Hà Nội đã nhiệt tình tạo điều kiện xuất bản cuốn sách này tại Việt Nam.

Cuối cùng, tác giả xin được bày tỏ lòng biết ơn chân thành tới người bạn đời là Nguyễn Lan Anh và cô con gái yêu quý Nguyễn Minh Trang Anna đã dành cho tác giả tình yêu thương vô bờ bến trong suốt những năm tháng dài dấn thân cho sự nghiệp nghiên cứu khoa học ở nước ngoài.

TS. Nguyễn Thế Ninh

Hoàn thành bản thảo tiếng Anh, tháng 1 năm 2003
và bản thảo tiếng Việt, tháng 9 năm 2007 tại Melbourne – Australia.

PHÂN TÍCH TRUYỀN NHIỆT HÀN VÀ ỨNG DỤNG

NHÀ XUẤT BẢN BÁCH KHOA -- HÀ NỘI

Số 1, Đại Cồ Việt, Hà Nội

ĐT: 04. 8684569; 04. 2410605; 04. 2410608; Fax: 04. 8684570

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Giám đốc:

LÊ CỘNG HÒA

Tổng biên tập:

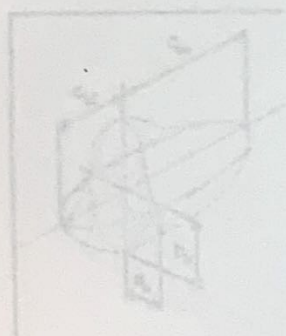
TÓNG ĐÌNH QUỲ

Biên tập:

PHẠM HOÀNG QUYỀN

Chế bản và trình bày bìa:

TRẦN THỊ PHƯƠNG



When

Version 1.00

The Program is written for...
source solutions described in...
by Ninh T. Nguyen, Senior...
ETRS/HRL, Material, HRL, Inc.,
677 Springvale Road, Naperville, IL 60563-1000
Email: nguyent@hrl.com

In 500 cuốn khổ 19 × 27 cm tại xưởng in: NXB Bách Khoa – Hà nội

Giấy xác nhận đăng ký kế hoạch xuất bản số: 45-2008/CXB/209-01/BKHN, cấp ngày 4/1/2008.

In xong và nộp lưu chiểu tháng 12 năm 2008.