

ỨNG DỤNG HÀN NỔ CHẾ TẠO VẬT LIỆU TRIMETAL THÉP CT.3 - NHÔM AA1050 - HỢP KIM NHÔM AA5083 DÙNG CHO HÀN KẾT CẤU TÀU THỦY Ở VIỆT NAM

EXPLOSIVE WELDING APPLICATIONS TO CREATE TRIMETAL STEEL
MATERIALS CT.3 - ALUMINUM AA1050 - ALUMINUM ALLOY AA5083 USED
FOR WELDING OF HYDRO-SHIP STRUCTURE IN VIETNAM

Hà Minh Hùng^{1,2}, Vũ Trung Tuyên¹,
Lương Văn Tiến³, Đỗ Minh Chiến³, Hoàng Minh Thuận³, Lê Văn Lợi³

¹Viện Nghiên cứu Cơ khí (NARIME)

²Viện Phát triển Kỹ thuật, Công nghệ tiên tiến (IDAT)

³Trường Cao đẳng Công nghiệp và Xây dựng (CIC)

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu tính chất cơ học của vật liệu trimetal thép CT.3 – nhôm AA1050 – hợp kim nhôm AA5083 hàn nổ ở Việt Nam, thông qua tiêu chí độ bền liên kết hai lớp thép và hợp kim nhôm với mục tiêu đưa vào sử dụng làm thanh hợp kim trung gian 3 lớp cho hàn thủ trong kết cấu tàu thủy.

Từ khóa: Hàn nổ; Trimetal – vật liệu composit kim loại dạng 3 lớp.

ABSTRACT

The paper presents the research results of mechanical properties of steel trimetal material CT.3 - AA1050 aluminum - AA5083 aluminum alloy explosion welding in Vietnam through the criteria of durability linking two steel and aluminum alloys with sections. pepper is put into use as 3-layer intermediate bar for welding in ship structure.

Keywords: Explosive welding, Trimetal - 3-layer metal composite materials.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong lĩnh vực công nghiệp đóng tàu biển, sử dụng phổ biến vật liệu tổ hợp 3 lớp kim loại (hay còn gọi là vật liệu trimetal hoặc composit 3 lớp) có kết cấu chiều dày các lớp tương đối lớn ở dạng tấm và thanh hình prôphin. Mặc dù giá thành chế tạo kết cấu bằng hợp kim nhôm có giá thành cao hơn kết cấu thép, nhưng đảm bảo nhanh chóng hoàn vốn đầu tư nhờ có nhiều ưu điểm hơn so với thép như: Vì hợp kim nhôm rất nhẹ nên nó có tỷ trọng thấp, không bị nhiễm từ tính, có khả năng chống gỉ cao và độ bền đủ cứng, vững trong kết cấu hàn trên tàu thủy. Hợp kim nhôm đóng tàu được dùng phổ biến nhất là để chế tạo các bồn chứa nước, các hộp cacter, tàu chở khách cánh ngầm, tàu tốc độ cao cỡ nhỏ,... Kết cấu tàu biển bằng hợp kim nhôm hàn với vỏ thép thường là các cụm thiết bị trên boong tàu, dầm cầu trục, ống khói, hệ thống quạt thông gió, cabin buồng lái, phòng ngủ thủy cho thủ, cấu kiện trang trí nội thất,... [1].

Tại các nước công nghiệp phát triển G7 trên thế giới, vật liệu bimetal, trimetal nói chung và dùng cho đóng tàu biển nói riêng thường được chế tạo bằng công nghệ cán dẹt hoặc hàn nổ. Kết cấu của vật liệu trimetal dùng trong công nghiệp đóng tàu biển có lớp phủ bề mặt là tổ hợp 2 lớp nhôm dẹt + hợp kim nhôm độ bền cao, đảm bảo tính năng chống ăn mòn trong môi trường nước biển, còn lớp kim loại nền là thép đóng tàu thì chịu tải phù hợp với điều kiện làm việc của chi tiết và kết cấu, đồng thời có tính hàn tốt. Lấy ví dụ điển hình như [2]:

- Vật liệu “TRICLAD® Aluminium Steel Transitionjoints” của hãng Merrem & la Porte BV được sử dụng ở các nước thuộc Liên minh Châu Âu, có lớp kim loại nền là thép đóng tàu thông dụng, lớp kim loại trung gian là nhôm biển dạng AA1050 và lớp kim loại bề mặt là

hợp kim nhôm độ bền cao AA5083/5060;

- Vật liệu trimetal dùng cho đóng tàu của Liên bang Nga thường dùng là tổ hợp 3 lớp thép 09ГC2 + nhôm АД1 – hợp kim nhôm АМr5/АМr6.

Hai loại vật liệu trên có chiều dày các lớp nhôm + hợp kim nhôm phổ biến trong khoảng từ (4 + 4) mm đến (6 + 6) mm, còn lớp thép nền có chiều dày khoảng 25 ÷ 35 mm. Đó là những vật liệu có tính năng đặc biệt, rất cần thiết cho việc hàn các kết cấu giữa thép với hợp kim nhôm độ bền cao không chỉ trong công nghiệp đóng tàu biển, mà còn ứng dụng trong ngành hàng không nhờ có đặc điểm đảm bảo độ bền mối hàn cao và hạn chế sự hình thành lớp màng liên kim loại giữa thép – hợp kim nhôm ở mức thấp. Hiện nay, nhu cầu sử dụng vật liệu trimetal thép – nhôm – hợp kim nhôm trong việc sửa chữa và đóng mới tàu biển, trong đó có tàu quân sự, tàu hải giám,... hàng năm ở nước ta là rất đáng kể và còn phải nhập ngoại, nên đây là vấn đề rất cấp thiết. Do đó, nhóm chuyên gia dưới sự chủ trì của PGS,TS. Hà Minh Hùng đi đầu trong việc nghiên cứu ứng dụng công nghệ hàn nổ để chế tạo một số vật liệu bimetal, trimetal ở Việt Nam, đã có một số kết quả ứng dụng thực tiễn bước đầu khả quan và có tiềm năng tiến tới sản xuất thử nghiệm cao. Bài báo này giới thiệu về kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của một số chế độ hàn nổ điển hình khi thực nghiệm tạo phôi vật liệu trimetal thép CT.3 – hợp kim nhôm (AA1050+AA5083) ở quy mô phòng thí nghiệm, đặt nền móng cho khởi đầu các nghiên cứu ứng dụng tiếp theo.

2. PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

Vật liệu thí nghiệm hàn nổ chọn như sau:

1) Lớp thép CT.3 có chiều dày 35 mm, chiều

rộng 100 mm, chiều dài 300 mm;

2) Lớp nhôm trung gian AA1050 hàn trực tiếp với lớp thép có chiều dày 5 mm, chiều rộng 110 mm, chiều dài 320 mm;

3) Lớp hợp kim nhôm AA5083 có kích thước hình học giống như lớp nhôm AA1050.

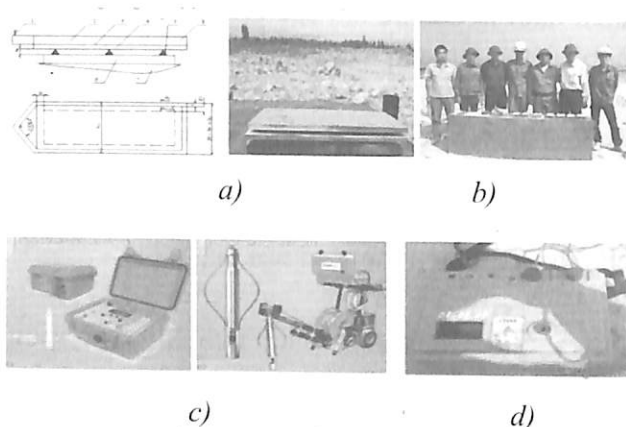
Các tấm thép CT.3, nhôm AA1050 và hợp kim nhôm AA5083 được tẩy rửa bề mặt bằng phương pháp hóa học, sau đó sấy khô và đánh bóng cơ học bề mặt bằng chổi sắt ngay trước khi xếp thành pakét nổ. Cơ tính của nhôm AA1050 tương đương mức nhôm biến dạng AD1 của Nga và có giá trị: Giới hạn bền $\sigma_b = 98$ MPa, giới hạn chảy $\sigma_s = 88$ MPa, độ giãn dài tương đối $\delta = 28\%$. Hợp kim nhôm AA5083, tương đương mức AMr5B của Nga ở trạng thái sau ủ, có tính chất cơ - lý đạt giá trị: $\sigma_b = 260$ MPa, $\sigma_s = 140$ MPa và $\delta = 22\%$ [1], [2].

Pakét nổ được xếp đặt ngay tại trường nổ ngoài trời theo sơ đồ nổ song song (hình 1, a); sử dụng thuốc nổ AD1 của Việt Nam sản xuất, có bổ sung thêm một lượng phụ gia cần thiết để giảm tốc độ nổ; để nổ làm bằng hộp thép các bon hàn, bên trong được đổ đầy vật liệu bê tông (hình 1, b). Tốc độ nổ được điều chỉnh bởi mật độ rải (ρ_o) khác nhau của thuốc nổ và đo bằng máy kỹ thuật số (hình 1, c), sao cho có giá trị trong khoảng $D \approx 2.900 \div 3.900$ m/s, tùy thuộc vào các mức quy hoạch thực nghiệm, với sai số lớn nhất giữa các lần thử ở mỗi một chế độ nổ là $0,18 \div 0,79\%$. Thuốc nổ được kích nổ bằng kíp nổ điện nhờ thiết bị chuyên dụng (hình 1, d). Các tấm thép CT.3 không có lớp phủ công nghệ trung gian, được hàn nổ trực tiếp với tấm nhôm AA1050.

Chế độ hàn nổ được quy định bởi 27 tổ hợp của 3 thông số nổ chính là: $r = m_{t,n} / m_1$ - tỷ

lệ khối lượng thuốc nổ (mt.n) so với khối lượng tấm kim loại hàn (m_1); $h = h_o / \delta_1$ - tỷ lệ giữa khe hở hàn trước khi nổ (h_o) so với chiều dày tấm kim loại hàn (δ_1); $D = v_k$ - tốc độ nổ của thuốc nổ (D), điều chỉnh bằng cách cho thêm chất phụ gia (PG) vào thuốc nổ amônit (AD1) với hàm lượng khác nhau [2].

Sau khi hàn nổ, các tấm vật liệu trimetal thép - (nhôm + hợp kim nhôm) được cắt thành nhiều mẫu nhỏ tại nhiều vị trí khác nhau theo chiều dài và chiều rộng phôi hàn nổ để gia công thành các mẫu thử phá hủy xác định độ bền bám dính 2 lớp bằng phương pháp kéo đứt và kéo trượt cho trong công trình [4].



Hình 1. Sơ đồ nguyên lý hàn nổ (a); Ảnh chuẩn bị pakét hàn nổ (b) và một số phôi vật liệu trimetal thép CT.3 - nhôm AA1050 - hợp kim nhôm AA5083, sau hàn nổ điển hình ở Việt Nam [2]:

- 1 - Kíp nổ điện;
- 2 - Thuốc nổ AD1+PG;
- 3 - Tấm bìa lót;
- 4 - Tấm nhôm AA1050/AA5083 (tấm kim loại hàn);
- 5 - Chốt kê;
- 6 - Tấm thép CT.3 (tấm kim loại cố định);
- 7 - Đế nổ.

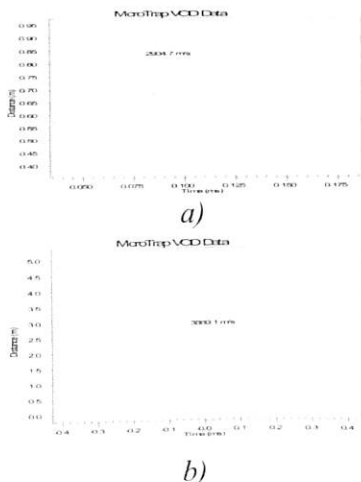
3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

Trên hình 2, a-b là kết quả đo trực tiếp tốc độ nổ của thuốc nổ dùng cho hai mức cận dưới và cận trên tương ứng theo điều kiện quy hoạch thực nghiệm trực giao kiểu N27. Hình 3, là ảnh chụp của một số mẫu vật liệu trimetal ở

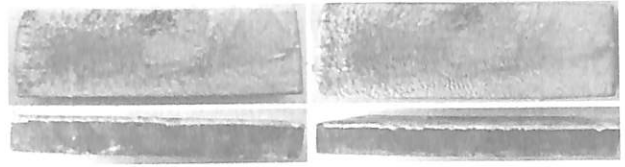
trạng thái sau hàn nổ ngay tại trường nổ ở tỉnh Quảng Ninh.

Kết quả thí nghiệm đo trực tiếp tốc độ nổ (D) tương ứng với mật độ rải thuốc và thành phần thuốc nổ hỗn hợp (AD1 + PG), có giá trị nhỏ nhất bằng $D_1 = 2.904,7$ m/s (hình 2, a) và giá trị lớn nhất $D_3 = 3.869,1$ m/s (hình 2, b). Tốc độ nổ tương ứng với thuốc nổ có C = 0,9 có giá trị bằng $D_2 = 3.869,1$ m/s.

Sau khi hàn nổ, kết quả kiểm tra sơ bộ hiện trạng bề mặt lớp hợp kim nhôm trên các mẫu vật liệu trimetal thép – nhôm – hợp kim nhôm cho thấy chất lượng đạt được khá tốt: Không phát hiện thấy hiện tượng phòng rộp hoặc không dính (hình 3). Trên hình 4, a là ảnh chụp mẫu thử kéo đứt ở trạng thái trước khi phá hủy và sau phá hủy (hình 4, b,c). Mẫu thử kéo trượt sau khi bị phá hủy cho trên hình 4, d, e. Mẫu thí nghiệm khảo sát tổ chức tế vi vùng biên giới liên kết 2 lớp được cắt sát ngay bên cạnh mẫu thử phá hủy nói trên và có đánh số ký hiệu tương ứng. Để hạn chế ảnh hưởng do nhiệt phát sinh khi cắt lấy mẫu thử đã sử dụng máy phay có tưới dung dịch làm nguội tích cực tại Trường Cao đẳng Công nghiệp và Xây dựng.



Hình 2. Kết quả đo tốc độ nổ trong quá trình thí nghiệm hàn nổ bằng thuốc nổ hỗn hợp AD1 + phụ gia: a) $D_1 = 2.904,7$ m/s; b) $D_3 = 3.869,1$ m/s.



Hình 3. Mẫu vật liệu trimetal thép CT.3 – nhôm AA1050 – hợp kim nhôm AA5083 sau hàn nổ.



Hình 4. Mẫu thử phá hủy xác định độ bền bám dính giữa lớp thép CT.3 và lớp hợp kim nhôm (A1050+AA5083) bằng phương pháp kéo đứt (a); bề mặt vết phá hủy trên lớp nhôm AA1050 (b); bề mặt vết phá hủy trên lớp thép CT.3 (c); các mẫu sau khi thử phá hủy bằng phương pháp kéo trượt (d), (e) [3].

Kết quả thử phá hủy xác định độ bền bám dính 2 lớp thép CT.3 – hợp kim nhôm (AA1050+AA5083) sau hàn nổ (ký hiệu là $\sigma_{b,d}$) cho trong bảng 1.

Phân tích kết quả thực nghiệm trong bảng 1, ta có nhận xét về cơ tính mỗi hàn như sau:

Nhóm mẫu 1: Gồm các mẫu số 1 ÷ 5, hàn nổ với các thông số: $r = 1,6 \div 1,7$; $h = 0,7 \div 1,0$; $C = 0,8 \div 0,9$; mật độ rải thuốc nổ đảm bảo tốc độ nổ đo trực tiếp là $D_1 = v_{k1} = 2.904,7 \div 3.419,3$ m/s; tốc độ va đập $v_{p1} = 905,4 \div 1.160,725$ m/s; áp suất va đập $p_{k1} \approx 2,336 \div 3,474$ GPa; năng lượng va đập $W_{p1} \approx 116,827 \div 173,72$ MJ/m². Độ bền bám dính 2 lớp thép CT.3 – hợp kim nhôm (AA1050 + AA5083) nhận được có giá trị bằng $\sigma_{b,d} = 65,979 \div 86,288$ MPa và có xu hướng tăng tỷ lệ thuận cùng chiều tăng của các thông số nổ r, h và C. Điều đó được giải thích từ quan điểm năng lượng va đập khi nổ tăng làm cho động năng cấp cho tấm nhôm tăng, dẫn đến lượng biến dạng dẻo cục bộ tại điểm

tiếp xúc và đập của tấm kim loại hàn (nhôm + hợp kim nhôm) với tấm thép cố định (CT.3) có chiều hướng tăng từ mẫu số 1 đến mẫu số 5, tạo điều kiện để hình thành mỗi hàn có độ bền bám dính giữa hai lớp thép và hợp kim nhôm tăng. Tuy nhiên, ở thí nghiệm số 5 có hiện tượng $\sigma_{b,d}$ giảm nhẹ, có thể vì do trong mỗi hàn xuất hiện

các tiêu vùng cấu trúc liên kim giòn hoặc lớp màng mỏng tạp chất nào đó. Trong các mẫu thí nghiệm này ta có hiệu số giữa giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của $\Delta\sigma_{b,d1} = \sigma_{max1} - \sigma_{min1} = 20,309$ MPa, bằng 26,62 % so với giá trị trung bình tính cho cả 05 mẫu thí nghiệm ($\sigma_{b,d1}^{TB} = 76,282$ MPa);

Bảng 1. Độ bền bám dính 2 lớp thép CT.3 – hợp kim nhôm (AA1050 + AA5083) một số mẫu vật liệu trimetal điển hình hàn nổ ở Việt Nam:

Ký hiệu mẫu TN	Mã số QH-TN	Thông số đầu vào QHTN hàn nổ			Tốc độ điểm tiếp xúc và đập, v_k , m/s	Tốc độ va đập tại điểm tiếp xúc, v_p , m/s	Áp suất va đập hàn nổ, p_k , GPa	Năng lượng va đập hàn nổ, W_p , MJ/m ²	Độ bền bám dính 2 lớp, $\sigma_{b,d}$, MPa	Sai số bình phương trung bình, $S^2\sigma$	Phương sai trung bình, $S\sigma$
		r	h	C							
1	100	1,6	0,7	0,8	2.904,7	905,400	2.336	116,827	65,979	0,279	0,528
2	101	1,6	0,7	0,9	3.419,3	1.065,800	3,237	161,888	73,163	0,043	0,208
3	201	1,7	0,7	0,9	3.419,3	1.104,100	3,474	173,720	77,989	0,128	0,358
4	211	1,7	0,85	0,9	3.419,3	1.104,100	3,474	173,720	86,288	0,084	0,290
5	221	1,7	1,0	0,9	3.419,3	1.104,100	3,474	173,720	77,989	0,403	0,634
6	002	1,5	0,7	1,0	3.869,1	1.160,725	3,839	191,987	60,449	0,070	0,264
7	012	1,5	0,85	1,0	3.869,1	1.160,725	3,839	191,987	69,101	0,281	0,530
8	022	1,5	1,0	1,0	3.869,1	1.160,725	3,839	191,987	87,878	0,287	0,536
9	102	1,6	0,7	1,0	3.869,1	1.206,075	4,145	207,283	61,479	0,041	0,204
10	112	1,6	0,85	1,0	3.869,1	1.206,075	4,145	207,283	80,903	0,002	0,047
11	122	1,6	1,0	1,0	3.869,1	1.206,075	4,145	207,283	84,817	0,259	0,509
12	202	1,7	0,7	1,0	3.869,1	1.249,372	4,448	222,432	64,999	0,145	0,382
13	212	1,7	0,85	1,0	3.869,1	1.249,372	4,448	222,432	84,817	0,259	0,509
14	222	1,7	1,0	1,0	3.869,1	1.249,372	4,448	222,432	60,273	0,185	0,430

Ghi chú: r – Tỷ lệ khối lượng thuốc nổ so với khối lượng tấm kim loại hàn (tấm trên); h – Khe hở giữa 2 tấm kim loại hàn nổ; C – Hàm lượng amônít ADI trong hỗn hợp thuốc nổ ADI + phụ gia (PG)

Nhóm mẫu 2: Gồm các mẫu số 6 ÷ 8, hàn nỏ với thông số: $h = 0,7 \div 1,0$, còn hai thông số khác chọn cố định ở mức $r = 1,5$ và $C = 1,0$. Tốc độ nỏ đo trực tiếp là $D_2 = v_{k2} = 3.869,1 \text{ m/s}$; tốc độ va đập $v_{p2} = 1.160,725 \text{ m/s}$; áp suất va đập $p_{k2} \approx 3,839 \text{ GPa}$; năng lượng va đập $W_{p1} \approx 191,987 \text{ MJ/m}^2$, đều cao hơn so với nhóm mẫu 1 đã xét. Độ bền bám dính 2 lớp thép CT.3 – hợp kim nhôm (AA1050 + AA5083) nhận được có giá trị cao ($\sigma_{b,d} = 60,449 \div 87,878 \text{ MPa}$) và cũng có xu hướng tăng tỷ lệ thuận cùng chiều tăng của thông số nỏ h . Mặt khác, khi chọn thông số r với mức thấp trong quy hoạch thực nghiệm ($r = 1,5$) làm cho năng lượng nỏ truyền vào tấm kim loại hàn trong các thí nghiệm này không lớn, điều đó dẫn đến $\sigma_{b,d}$ đạt được giá trị trung bình thấp hơn một ít so với các mẫu 1 ÷ 5 trên đây. Ở đây ta có $\Delta\sigma_{b,d,2} = \sigma_{\max,2} - \sigma_{\min,2} = 27,429 \text{ MPa}$, bằng 37,84 % so với giá trị trung bình tính cho cả 03 mẫu thí nghiệm ở nhóm này ($\sigma_{b,d,2}^{TB} = 72,476 \text{ MPa}$);

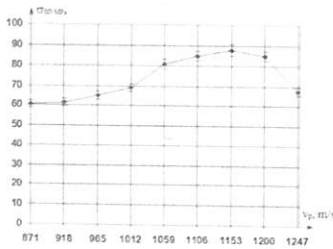
Nhóm mẫu 3: Gồm các mẫu số 9 ÷ 11, hàn nỏ với thông số: $r = 1,6$; $C = 1,0$ và $h = 0,7 \div 1,0$. Tốc độ nỏ đo trực tiếp là $D_3 = v_{k3} = 3.869,1 \text{ m/s}$; tốc độ va đập $v_{p3} = 1.206,075 \text{ m/s}$; áp suất va đập $p_{k3} \approx 4,145 \text{ GPa}$; năng lượng va đập $W_{p1} \approx 207,283 \text{ MJ/m}^2$, đều cao hơn so với nhóm mẫu 1 và 2 đã xét. Độ bền bám dính 2 lớp thép CT.3 – hợp kim nhôm (AA1050 + AA5083) nhận được có giá trị cao ($\sigma_{b,d} = 61,479 \div 84,817 \text{ MPa}$) và có xu hướng tăng tỷ lệ thuận cùng chiều tăng của thông số nỏ h . Ngoài ra, khi chọn thông số ở mức trung bình theo quy hoạch thực nghiệm ($r = 1,6$) đã làm tăng năng lượng nỏ truyền vào tấm kim loại hàn so với nhóm mẫu 1 trên đây và dẫn đến $\sigma_{b,d}$ đạt được giá trị trung bình ($\sigma_{b,d,3}^{TB} = 75,733 \text{ MPa}$), cao hơn đáng kể so với các mẫu nhóm 2 đã xét trên đây ($\sigma_{b,d,2}^{TB} = 72,476 \text{ MPa}$). Trong 3 thí nghiệm này ta có $\Delta\sigma_{b,d,3} = \sigma_{\max,3} - \sigma_{\min,3} = 23,338 \text{ MPa}$, bằng 30,81 % so với giá trị trung bình tính cho

cả 03 mẫu thí nghiệm ở nhóm này;

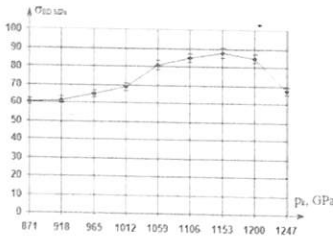
Nhóm mẫu 4: Gồm các mẫu số 12 ÷ 14, nhận được khi hàn nỏ với các thông số: $r = 1,7$; $C = 1,0$ và $h = 7 \div 1,0$, khi đó tốc độ nỏ $D_4 = v_{k2} = 3.869,1 \text{ m/s}$, khi đó tốc độ va đập $v_{p4} = 1.249,372 \text{ m/s}$; áp suất va đập $p_{k4} \approx 4,448 \text{ GPa}$ và năng lượng va đập $W_{p4} \approx 222,432 \text{ MJ/m}^2$ (cao hơn so với 3 nhóm mẫu đã xét ở trên). Độ bền bám dính 2 lớp thép CT.3 – hợp kim nhôm (AA1050 + AA5083) nhận được có giá trị khá cao ($\sigma_{b,d} = 64,999 \div 84,817 \text{ MPa}$) và cũng có xu hướng tăng tỷ lệ thuận cùng chiều tăng của thông số nỏ h . Giải thích quy luật ảnh hưởng của các thông số nỏ đến $\sigma_{b,d}$ cho cả 3 nhóm 2, 3 và 4 trên đây cũng dựa trên quan điểm cho rằng khi năng lượng va đập khi hàn nỏ tăng, điều đó dẫn đến $\sigma_{b,d}$ tăng. Trong 3 mẫu thí nghiệm nhận được khi hàn nỏ với thông số chọn ở mức cao nhất theo quy hoạch thực nghiệm ($r = 1,7$) đã cho phép tăng năng lượng nỏ lên mức cao hơn so với các mẫu số 9 ÷ 11 thuộc nhóm 3 ở trên, đảm bảo hình thành liên kết tốt giữa hai lớp thép và hợp kim nhôm sau hàn nỏ. Tuy nhiên, $\sigma_{b,d}$ ở 3 mẫu thí nghiệm này có giá trị không lớn hơn so với ba mẫu số 9, 10 và 11 đã xét. Ngoài ra, ở thí nghiệm số 14 có hiện tượng $\sigma_{b,d}$ giảm nhẹ xuống còn ($\sigma_{b,d} = 60,273 \text{ MPa}$), nguyên nhân có thể là vì trong mối hàn xuất hiện các tiêu vùng cấu trúc liên kim giòn hoặc lớp màng mỏng tạp chất khá lớn, có thể minh chứng qua việc phân tích tổ chức tế vi các lớp vật liệu hàn nỏ điển hình (sẽ giới thiệu trong bài báo tiếp theo).

Trên hình 5 là đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của độ bền bám dính hai lớp thép CT.3 – hợp kim nhôm (AA1050+AA5083) ở trạng thái sau hàn nỏ vào tốc độ va đập v_p , áp suất va đập p_k và năng lượng va đập W_p tại vùng di chuyển của điểm tiếp xúc khi hàn nỏ. Từ đó cho thấy: Đối với đa số các mẫu quy hoạch thực nghiệm

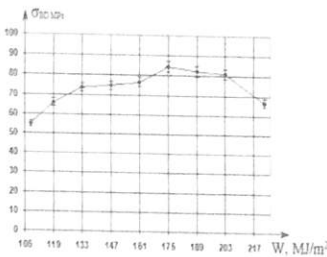
được khảo sát nói trên quy luật ảnh hưởng của thông số r đến $\sigma_{b,d}$ đều có xu hướng chung là tăng tỷ lệ thuận cùng chiều tăng của r (mẫu số 1 ÷ 6; 10 ÷ 14; 19 ÷ 25). Tuy nhiên, ở một số thí nghiệm còn lại (các mẫu số 7 ÷ 9; 16 ÷ 18; 26 ÷ 27) có hiện tượng ngược lại là $\sigma_{b,d}$ giảm nhẹ cùng chiều tăng của r . Nguyên nhân giải thích cho điều này có thể là do ảnh hưởng của đặc tính cấu trúc vật liệu mối hàn đến $\sigma_{b,d}$. Minh chứng rõ nhất cho luận điểm này là kết quả nghiên cứu khảo sát và chụp ảnh tổ chức tế vi trên biên giới liên kết giữa lớp thép và lớp hợp kim nhôm của mẫu vật liệu “TRICLAD[®] Aluminium Steel Transitionjoints” nhập ngoại cho trên hình 6.



a)



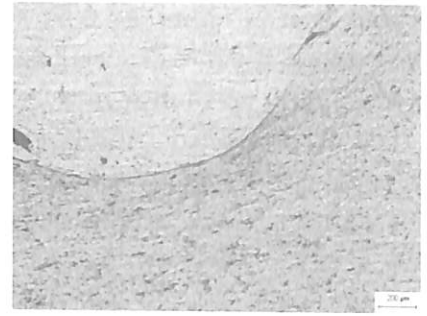
b)



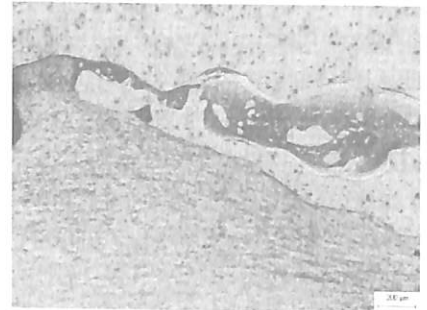
c)

Hình 5. Độ bền kéo đứt hai lớp thép CT.3 – hợp kim nhôm (AA1050+AA5083) sau hàn nổ:

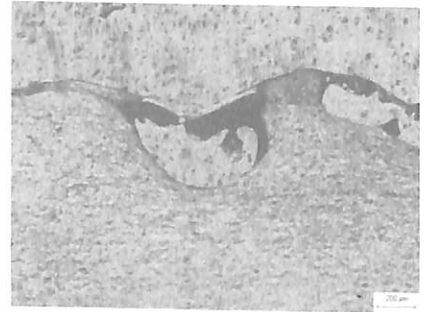
a) $\sigma_{b,d} = f(v_p)$; b) $\sigma_{b,d} = f(p_k)$; c) $\sigma_{b,d} = f(W_p)$



a) AA1050 – hợp kim AA5083, x50



b) Fe – (AA1050+AA5083), x50



c) Fe – (AA1050+AA5083), x50

Hình 6. Tổ chức tế vi vật liệu mối hàn khảo sát trên mẫu “TRICLAD[®] Aluminium Steel Transitionjoints” nhập của hãng Merrem & la Porte BV: a) Biên giới liên kết nhôm – hợp kim nhôm; b, c) Biên giới liên kết thép – (nhôm + hợp kim nhôm).

4. KẾT LUẬN

1) Trong điều kiện thực tiễn ở Việt Nam, bằng thực nghiệm có sử dụng thuốc nổ công nghiệp AD1 của Việt Nam tự sản xuất và các nguyên vật liệu đầu vào dễ kiếm trên thị trường, đã nghiên cứu ứng dụng công nghệ hàn nổ để chế tạo tấm vật liệu trimetal thép CT.3

– hợp kim nhôm (AA1050+AA5083) thành công, có kết quả rất khả quan và xác định được bộ thông số hàn nổ thích hợp để tăng kích thước lớn hơn ở mức thử nghiệm loạt nhỏ. Các mẫu vật liệu trimetal nhận được ở đa số các chế độ quy hoạch thực nghiệm có kích thước hình học $(35+5+5) \times 100 \times 300$ mm đều đảm bảo đặc tính cơ - lý tốt. Sử dụng đo kỹ thuật số hiện có tại một doanh nghiệp thuộc Tập đoàn Than – Khoáng sản Việt Nam để đo trực tiếp tốc độ nổ của thuốc nổ ngay trong quá trình hàn nổ đảm bảo số liệu đo đạt độ tin cậy, dẫn đến kết quả tính toán xác định các thông số động học và thông số vật lý của quá trình hàn nổ đạt độ chính xác cao;

2) Kết quả giám định một số mẫu vật liệu trimetal thép CT.3 – nhôm (AA1050+AA5083) điển hình nhận được sau hàn nổ ở Việt Nam cho thấy độ bền bám dính giữa lớp thép và lớp nhôm + hợp kim nhôm nhìn chung có quy luật tăng tỷ lệ thuận với chiều tăng của các thông số nổ r , h và C . Kết quả khảo sát, chụp ảnh tổ chức tế vi các lớp vật liệu trên biên giới liên kết giữa chúng sau hàn nổ khi đối chiếu với chỉ tiêu độ bền bám dính 2 lớp tương ứng là cơ sở khoa học để lựa chọn chế độ hàn nổ thích hợp gần đúng với miền các giá trị tối ưu. Các chế độ hàn nổ cần được hiệu chỉnh sao cho đảm bảo chất lượng mối hàn giữa 3 lớp vật liệu trimetal phải có đặc tính tương đương so với mẫu vật liệu trimetal nhập của hãng “Merrem & la Porte BV” từ Hà Lan (Veilingweg 2-5301 KM Zaltbommel - HOLLAND). Vấn đề này chúng tôi sẽ công bố trong một số bài báo tiếp theo. ❖

Ngày nhận bài: 10/9/2019

Ngày phản biện: 18/9/2019

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Lương Văn Tiên, Hà Minh Hùng (2011): “Nghiên cứu tính chất hợp kim nhôm dùng trong công nghiệp đóng tàu thép”, Tạp chí Cơ khí Việt Nam, số 7/ 2011, trang 10-16.
- [2]. Lương Văn Tiên, (2011): “Nghiên cứu công nghệ chế tạo vật liệu trimetal thép – nhôm – hợp kim nhôm dùng trong công nghiệp đóng tàu” (Người hướng dẫn khoa học PGS,TS. Hà Minh Hùng), Luận án Tiến sĩ Kỹ thuật, Viện Nghiên cứu Cơ khí, Hà Nội, 217 trang.
- [3]. Ха Минь Хунг, Орлов М. И (1993): “Разработка математической модели процесса сварки взрывом антифрикционных листов сталь+бронзы, сталь+алюминиевые сплавы”, Известия Вузов, Изд. “Чёрная металлурги”, МИСиС, Москва, Россия, No.5, стр. 37-42.
- [4]. Ха Минь Хунг (1991): “Разработка и внедрение промышленной технологии получения взрывом антифрикционных композиционных материалов для подшипников скольжения”, Московский ордена октябрьской революции и ордена трудового красного знамени Институт Стали и Сплавов (МИСиС), дисс. кандидата техн. наук, Москва, 269 стр.