THÔNG BÁO KHOA HỌC

NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG SỬ DỤNG VẬT LIỆU KẾT CẤU SANDWICH INOX-FOAM-INOX TRONG NGÀNH ĐÓNG TÀU

Nguyễn Văn Hân[1]

Ngày nhận bài: 15/1/2018; Ngày phản biện thông qua: 23/6/2018; Ngày duyệt đăng: 23/9/2018

TÓM TẮT

Bài báo này giới thiệu kết quả nghiên cứu thực nghiệm cơ tính (chỉ xét về khả năng chịu lực uốn và lực cắt) của vật liệu sandwich kết cấu inox – foam – inox (I-F-I). Từ kết quả thực nghiệm đó tiến hành phân tích, đánh giá khả năng ứng dụng kết cấu I-F-I trong ngành công nghiệp đóng tàu đặc biệt là tàu du lịch.

Từ khóa: Inox, foam.

ABSTRACT

This paper presents an investigation of the mechanical characteristics of the sandwich material included stainless steel - foam – stainless steel (I-F-I). Base on the achieved results, the author analyzed and evaluated the applicability of structure I-F-I to the shipbuilding industry, especially cruise ships.

Keywords: Stainless steel, foam

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thực tế hiện nay, việc sử dụng các kết cấu dạng Sandwich trong đóng tàu thủy cũng đã được nhiều nước tiên tiến trên thế giới nghiên cứu và ứng dụng từ khá lâu. Phổ biến nhất là kết cấu gồm ba lớp vật liệu nằm sát và liên kết bền chặt với nhau, thuật ngữ tiếng Anh là kết cấu kiểu Sandwich hiểu theo nghĩa là kết cấu gồm 3 lớp, hai lớp ngoài cùng được gọi là lá mỏng, gồm nhiều lớp mỏng, có đặc tính chịu kéo, chịu nén tốt, bằng vật liệu Composite với lá mỏng trong cùng có kích cỡ bằng lớp đầu tiên, kết cấu vật liệu như lớp ngoài. Lớp giữa là vật liệu độn để tăng độ cứng tấm chiếm không gian đáng kể, có đặc tính cơ học đáng quý là là khả năng chịu nén cao. Vật liệu độn có tỉ trọng riêng nhỏ, độ bền cơ học thấp, khả năng liên kết hai lớp da. Lớp vật liệu độn không chịu kéo nén nhưng có ưu điểm duy nhất là chuyển tải trọng từ lớp ngoài bên này sang lớp bìa bên kia, hiểu theo nghĩa cơ học là chịu lực cắt.

Hình 1. Kết cấu Inox – Foam – Inox

1, 3 –lớp inox (lớp da); 2 – lớp Foam

Theo [1] ta có $W_x = bh^2/6$, W_x – momen chống uốn, b – chiều rộng của mẫu, h – chiều dày của mẫu, nếu h càng lớn thì momen chống uốn càng lớn, với vật liệu kết cấu IFI chiều dày h được tăng lên nhiều lần nhờ lớp foam ở giữa, vật liệu foam giá thành rẻ, nhẹ, cách âm cách nhiệt và khử rung động tốt. Hơn nữa ứng suất lớn nhất lại rơi vào hai lớp da bằng inox, vật liệu inox có cơ tính cao, chống ăn mòn tốt phù hợp làm việc trong môi trường nước mặn, dễ tạo hình, dễ chế tạo, bề mặt trơn nên ma sát thấp sức cản thấp. Kết cấu IFI này tận dụng tốt được ưu điểm của hai loại vật liệu đó chính là lý do lựa chon vật liệu này để nghiên cứu.

[1] Khoa Cơ khí, Trường Đại học Nha Trang

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Vật liệu nghiên cứu:

1.1. Inox

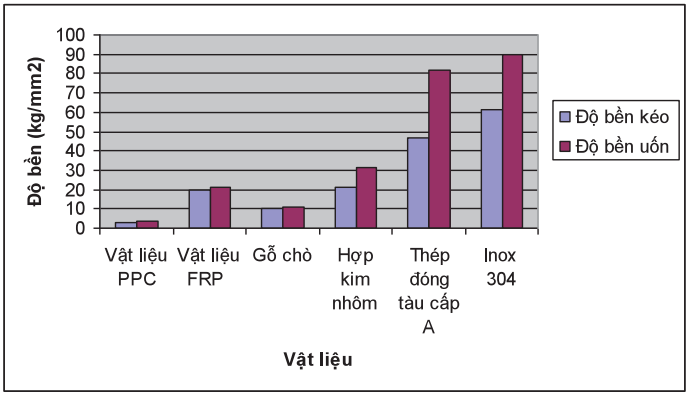
Thép không gỉ, hay còn gọi là inox (từ gốc tiếng Pháp: inoxydable) là một loại thép hợp kim có chứa Cr (với hàm lượng Cr tối thiểu là 10,5% khối lượng). Nếu các loại thép thông thường khi tiếp xúc với các tác nhân oxy hóa (như không khí, độ ẩm ...) sẽ tạo thành gỉ sắt và ăn mòn vào lớp vật liệu bên trong, thì trong thép không gỉ, khi hàm lượng Cr đủ cao, trên bề mặt nó sẽ hình thành một lớp màng thụ động là oxit crom có tác dụng ngăn cản quá trình tạo gỉ và ăn mòn vào lớp vật liệu bên trong khiến cho bề mặt nó luôn tạo cảm giác sáng bóng.

Nhờ những đặc tính nổi bật, ngày nay, thép không gỉ được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp, y tế, đời sống ...

Bảng 1. So sánh độ bền của inox với vật liệu khác [5]

TT	Đại lượng	Đơn vị	Vật liệu PPC	Thép đóng tàu cấp A	Gỗ chò	Vật liệu FRP	Hợp kim nhôm	Inox 304
1	Độ bền kéo	kg/mm^2	2,72	46,89	10,54	19,67	21,24	61,50
2	Module đàn hồi kéo	kg/mm^2	61,14	2395,70	655,68	756,71	1937,50	3161,20
3	Độ bền uốn	kg/mm^2	3,94	81,64	11,18	21,49	31,69	89,72
4	Module đàn hồi uốn	kg/mm^2	93,21	7333,30	1582,20	1218,20	1240,56	8259,70

Từ số liệu ở Bảng 1 ta vẽ được đồ thị so sánh độ bền uốn của các loại vật liệu



Hình 2: Biểu đồ so sánh độ bền của vật liệu

1.2. Foam [4]

Foam là Nhựa tổng hợp dạng bọt cứng, được tạo thành từ hai thành phần hóa học chính Polyol & Isocyanate gọi tắt là chất A và chất B, để đạt được độ cứng cũng như tỉ trọng ở mỗi dự án, hai loại hóa chất này phải tuân theo tỉ lệ pha trộn nhất định.

Sử dụng tốt nhất: Công nghiệp đóng tàu, công nghiệp lạnh như tấm panel kho lạnh, nhà máy bia, các bồn và đường ống lạnh vvv…

Tỉ trọng: 22 – 200 (kg/m^3)

Khả năng chịu nhiệt: - 60ºC – 80ºC

Chịu nén cao: 180 - 250 kPa

Không thấm nước: < 3%

2. Phương pháp nghiên cứu:

Phương pháp nghiên cứu sử dụng trong đề tài là kết hợp giữa phương pháp nghiên cứu lý thuyết và nghiên cứu thực nghiệm, trên cơ sở chế tạo và thử nghiệm xác định cơ tính của kết cấu vật liệu đề xuất và ứng dụng các thông số vật liệu đã xác định trong tính toán độ bền của một mẫu tàu cụ thể nhằm mục đích đánh giá khả năng sử dụng kết cấu vật liệu mới này trong chế tạo các loại tàu du lịch cỡ nhỏ.

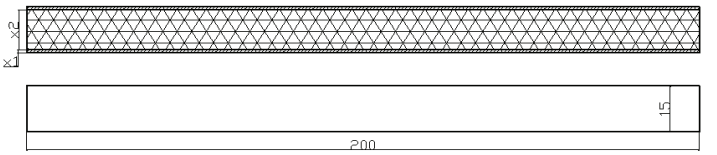
2.1. Chế tạo mẫu thử cơ tính của kết cấu IFI

2.1.1. Các tiêu chuẩn mẫu thử.

Mẫu thử được thiết kế và chế tạo theo các TCVN, mẫu thử kéo kim loại theo TCVN

197 – 2002, mẫu thử uốn kim loại theo TCVN 198-2008. Để thuận tiện so sánh các mẫu thử uốn của nhôm, inox, foam và cả kết cấu sandwich inox-foam-inox sẽ cùng kích thước chiều rộng và chiều dài với mẫu thử inox (Hình 3), chỉ thay đổi kích thước chiều cao(bề dày) của mẫu.

Mẫu thử được chế tạo gồm 3 lớp, Inox-foam-inox, kích thước các lớp inox và foam trong các mẫu được thay đổi theo Bảng 2



Hình 3. Mẫu thử

2.1.2. Máy thử mẫu: Máy kéo nén Instron model 3360 do Mỹ sản xuất có công suất 10 kN

2.1.3. Chế tạo mẫu thử: Tiến hành cắt nhôm, inox có kích thước theo hình vẽ 3 chiều dài 200 mm, chiều rộng 15 mm, chiều dày của nhôm là 2 mm, và 3 mm, chiều dày của inox theo Bảng 2, số lượng mẫu thử mỗi mẫu thử 4 lần để lấy trung bình. Sau khi cắt xong mẫu ta tiến hành đúc kết cấu IFI (Hình 1). Tỷ lệ pha trộn Polyol & Isocyanate để tạo foam là 1,1:1.

Bảng 2: Các kích thước khảo sát

Vật liệu	Kích thước (mm)					
Inox	0,5	0,8	1,0	1,2	1,4	1,5
Foam	20	23	28	36	42	//
Nhôm	2,0	3,0	//	//	//	//

2.2. Thử mẫu và xử lý số liệu thực nghiệm:

Chuẩn bị xong mẫu ta tiên hành đo lực cắt lớn nhất của các mẫu, khởi động máy đo, đặt khoảng các hai đe là 120 mm, đặt đơn vị chiều dài là milimet, đơn vị lực là Niuton.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

1. Các kết quả thử nghiệm

1.1. Cơ tính của Nhôm

Bảng 3: Cớ tính của Nhôm

TT	Kích thước *(mm)*	Kết quả thử uốn *(Fmax, N)*				
		Mẫu 1	**Mẫu 2**	**Mẫu 3**	**Mẫu 4**	**TB**
1	2x15	100,11	106,6	105,7	110,1	**105,63**
2	3x15	357,1	330,8	338,2	335,3	**340,35**

1.2. Cơ tính của hai da Inox

Bảng 4: Cơ tính của hai da Inox

TT	Kích thước *(mm)*	Kết quả thử uốn *(Fmax, N)*				
		Mẫu 1	**Mẫu 2**	**Mẫu 3**	**Mẫu 4**	**TB**
1	0,5x15x2	19,6	18,7	18,6	19,3	**19,05**
2	0,8x15x2	70	70,2	75,3	73,4	**72,23**
3	1,0x15x2	116	116,3	115,4	116,5	**116,05**
4	1,2x15x2	196	207,37	186,7	199,8	**197,47**
5	1,4x15x2	220	217,1	223,3	218,9	**219,83**
6	1,5x15x2	222	225,87	234,9	228,6	**227,84**

1.3. Cơ tính của foam

Bảng 5: Cơ tính của foam

TT	Kích thước *(mm)*	Kết quả thử uốn *(Fmax, N)*				
		Mẫu 1	**Mẫu 2**	**Mẫu 3**	**Mẫu 4**	**TB**
1	20x15	21,75	20,65	22,95	22,3	**21,91**
2	23x15	31,55	34,1	32,7	34,9	**33,31**
3	28x15	35,65	35,95	36,555	35,3	**35,86**
4	36x15	63,7	60,9	59,8	62,35	**61,69**
5	42x15	75,85	79,65	82,4	78,85	**79,19**

1.4. Cơ tính của kết cấu

Bảng 6: Lực cắt lớn nhất của kết cấu

Kích thước	Kết quả thử uốn *(Fmax, N)*				
	Inox	Mẫu 15x23	Mẫu 15x28	Mẫu 15x36	Mẫu 15x42
0,5	19,05	66,4	80,55	179,425	190,46
0,8	72,225	177,075	185,225	263,975	349,03
1,0	116,05	267,075	284,425	354,275	379,65
1,2	197,4675	292,6	353,675	488,025	562,65
1,4	219,825	309,675	408,725	554,725	608,98
1,5	227,8425	337,35	427,925	610,125	673,08

Ứng suất uốn *(σ_{max}, N/mm²)*

Độ bền uốn được xác định theo công thức (theo TCVN 6282 – 2003):

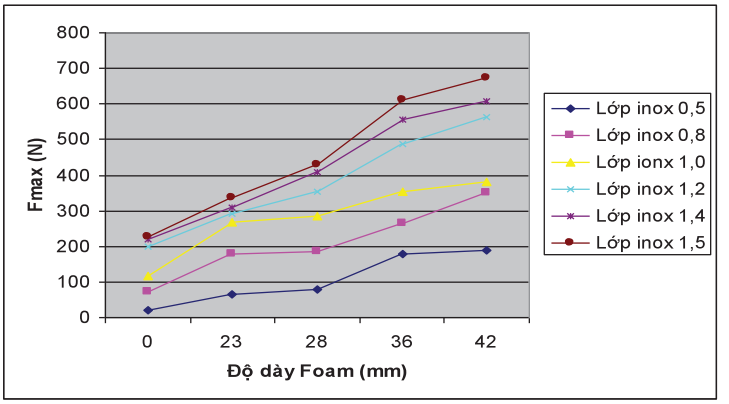
$$\sigma_u = \frac{3.Fl}{2.bt^2} \text{ (N/mm}^2\text{)} \qquad (3.1)$$

Trong đó: F – Lực uốn lớn nhất lớn nhất (N); l - Chiều dài đo được (mm).

b - Chiều rộng của mẫu thử (mm); t - Chiều dày của mẫu thử (mm).

Kích thước	Kết quả thử uốn *(σ_{max}, N/mm²)*				
	Inox	**Mẫu 15x23**	**Mẫu 15x28**	**Mẫu 15x36**	**Mẫu 15x42**
0,5	609,60	318,72	386,66	861,25	481,16
0,8	902,81	332,02	347,30	494,97	818,03
1,0	928,40	320,49	341,31	425,13	569,48
1,2	1097,04	243,83	294,73	406,69	585,86
1,4	897,24	189,60	250,24	339,63	466,02
1,5	810,11	179,92	228,23	325,40	448,71

1.5. Biểu đồ cường độ chịu lực cắt lớn nhất của kết cấu vật liệu



Hình 4. Biểu đồ cường độ chịu lực cắt lớn nhất của kết cấu vật liệu

2. Thảo luận

Để đánh giá khả năng sử dụng kết cấu vật liệu ta phải gắn mẫu kết cấu vật liệu đó với một mẫu tàu có sẵn, và khí khảo sát độ bền thân tàu ta chon một mẫu tàu nhôm đã được đăng kiểm cấp phép lưu hành, mẫu được chọn là mẫu tàu nhôm dài 4,56 m, rộng 1,55 m, tải 6 người, chiều dày của lớp nhôm đáy là 2 mm, theo bảng 1 độ bền uốn của nhôm là 41,5 kg/mm², độ bền uốn của inox là 89,72 kg/mm² gấp hơn hai lần của nhôm, điều đó cho thấy để có sức bền uốn tương đương thì chiều dày của nhôm phải gấp 2 lần của inox, Từ các đồ thị trên hình 4 có thể rút ra được các kết luận sau:

- Lớp foam có ảnh hưởng khá lớn đến khả năng chịu uốn của kết cấu IFI, với giá trị lực cắt lớn nhất tăng khá nhanh khi tăng chiều dày lớp foam. Ví dụ khi thử nghiệm kết cấu vật liệu IFI với hai tấm inox dày 1,0 mm nhận thấy giá trị lực uốn lớn nhất là 116 N (đường vàng trên đồ thị).

- Khi có lớp foam dày 23 mm, giá trị lực cắt lớn nhất tăng lên 270,5 N, có lớp foam dày 42 mm thì giá trị lực cắt lớn nhất tăng lên 379,65 N. Còn nếu sử dụng tấm inox chiều dày 0,5 mm có lớp foam ở giữa dày 42 mm thì giá trị của lực uốn lớn nhất lúc này bằng 190.46 N gần bằng với trường hợp sử dụng hai tâm inox dày 1,2 mm không có lớp foam ở giữa với giá trị lực uốn lớn nhất là 197,47 N.

- Trên đồ thị này cũng cho thấy, với các tấm inox có chiều dày càng lớn thì khi tăng chiều dày lớp foam, cơ tính tăng gần như tuyến tính.

- Cơ tính rất ít tăng trong phạm vi chiều dày lớp foam từ (23 ÷ 28) mm.

IV. KẾT LUẬN

1. Kết luận:

Kết quả nghiên cứu thử nghiệm cơ tính của vật liệu thấy vật liệu sandwich kết cấu inox-foam-inox đủ bền và có khả năng ứng dụng trong ngành đóng tàu đặc biết là tàu nhỏ phục vụ du lịch với những ưu điểm vượt trội như độ chống ăn mòn trong nước mặn cao, công nghệ chế tạo không phức tạp, cơ tính tốt, giá thành rẻ hơn so với vật liệu nhôm đặc biệt là kết cầu này có lớp foam ở giữa nên khả năng chống ồn giảm rung động rất tốt.

2. Kiến nghị

Nghiên cứu công nghệ đóng tàu nhỏ phục vụ du lịch bằng kết cấu vật liệu mới IFI.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. PGS.TS. Đặng Viết Cương, Sức bền vật liệu, NXB Khoa học kỹ thuật, năm 2008
2. Tiêu chuân Việt Nam mẫu thử kéo kim loại theo TCVN 197 – 2002, mẫu thử uốn kim loại theo TCVN 198-2008, TCVN 6282 – 2003, TCVN 6282 – 2003
3. www.euro-inox.org/pdf/map/Tables_TechnicalProperties_EN.pdf
4. http://www.bayercoatings.com
5. http://vientauthuy.com.vn/home/default.aspx