



PHÂN TÍCH ỔN ĐỊNH CỦA PANEL NÓN FGM CÓ GÂN GIA CƯỜNG TRÊN NỀN ĐÀN HỒI TRONG MÔI TRƯỜNG NHIỆT ĐỘ

SINH VIÊN: VŨ MINH ANH – VŨ ĐÌNH QUANG
GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN: GS.TSKH NGUYỄN ĐÌNH ĐỨC

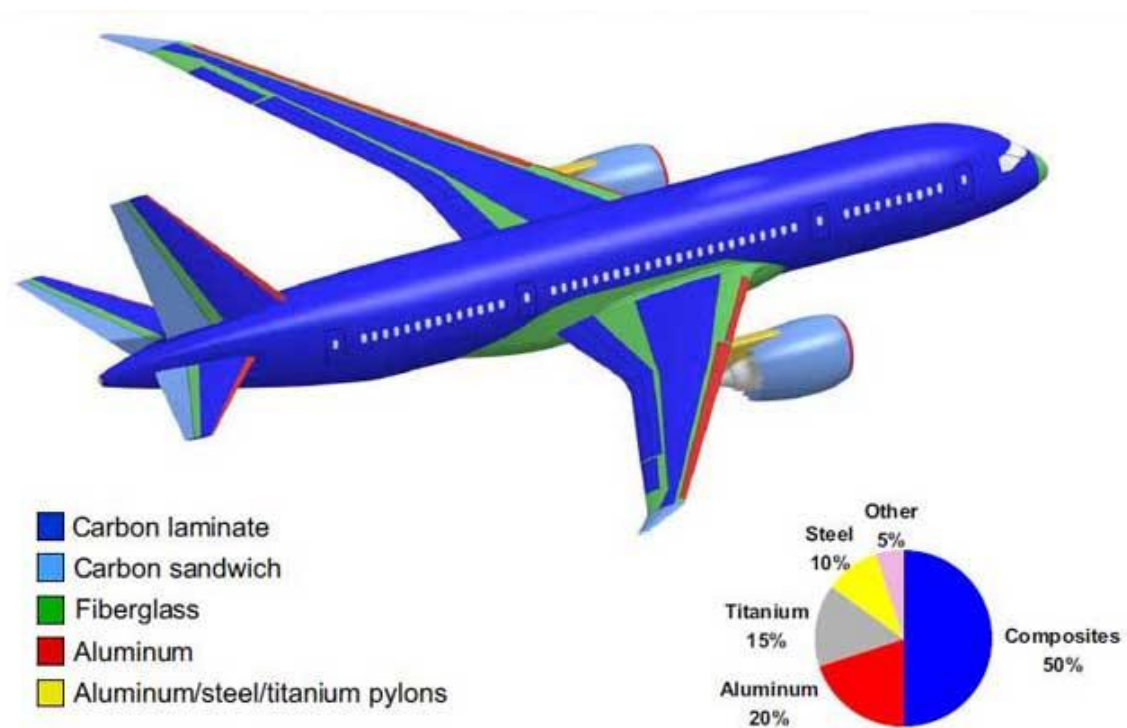
Giới thiệu

Vật liệu có cơ tính biến đổi (FGM) là một loại composite thể hệ mới với các tính chất được biến đổi thông minh theo chiều dày thành kết cấu phù hợp với các yêu cầu cụ thể của kết cấu.

Đặc tính kháng nhiệt nổi bật của loại vật liệu FGM giúp nó trở thành sự lựa chọn lý tưởng cho các kết cấu thường xuyên làm việc trong môi trường nhiệt độ cao.



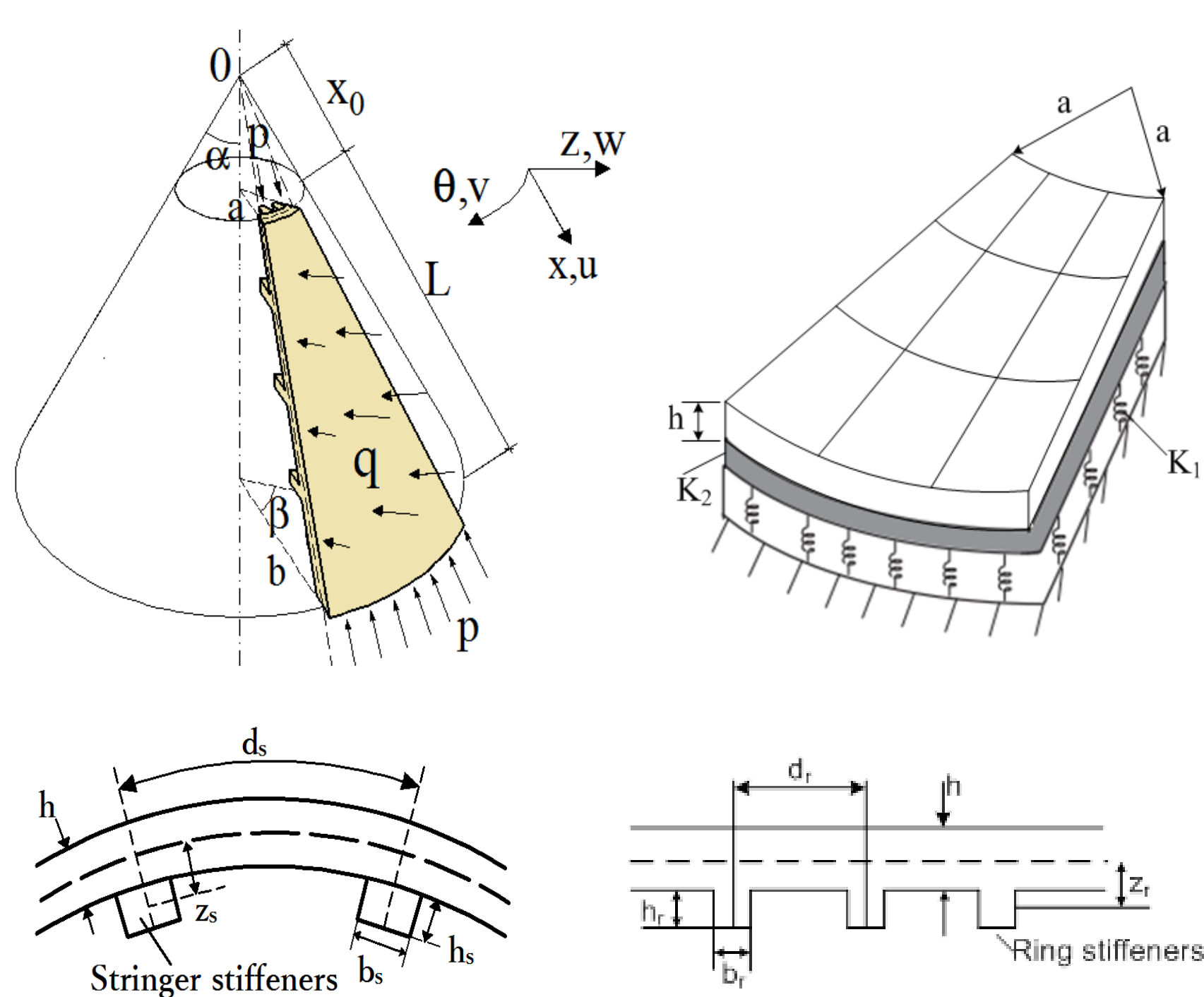
Hình 1. Tàu con thoi có sử dụng vật liệu FGM.



Hình 2. Thành phần vật liệu trên Boeing 787.

Mục tiêu nghiên cứu

Công trình phân tích ổn định tĩnh của kết cấu panel nón chế tạo từ vật liệu FGM được gia cường bởi các gân dọc và gân vòng trên nền đàn hồi. Tính chất vật liệu được giả sử phụ thuộc vào nhiệt độ. Giá trị của tải tới hạn được xác định khi kết cấu chịu tác dụng của tải trọng cơ và nhiệt. Ảnh hưởng của các tham số vật liệu, tham số hình học, gân gia cường, nền đàn hồi, độ chênh lệch nhiệt độ lên ổn định của panel nón FGM cũng được xem xét.



Hình 3. Mô hình và hệ tọa độ của panel nón FGM có gân gia cường đặt trên nền đàn hồi.

Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp được sử dụng trong công trình là phương pháp giải tích kết hợp với thuật toán lặp trong trường hợp tính chất phụ thuộc vào nhiệt độ. Lý thuyết vỏ cổ điển, phương pháp san đều tác dụng gân Lekhnitsky và phương pháp Bublov - Galerkin được sử dụng để thiết lập các phương trình cân bằng và nghiên cứu ổn định tuyến tính. Các kết quả tính toán theo cách tiếp cận trong công trình được so sánh với kết quả thu được của tác giả khác để kiểm tra độ tin cậy của phương pháp được sử dụng

Ý nghĩa khoa học

Bài toán ổn định phi tuyến là một trong những vấn đề được quan tâm nhiều trong lĩnh vực cơ học kết cấu. Các kết quả nhận được trong phân tích ổn định của kết cấu panel nón FGM có gân gia cường sẽ cung cấp thông tin quan trọng trong việc thiết kế kết cấu này. Hơn nữa các kết quả nhận được là dưới dạng giải tích (dạng hiển) nên sẽ dễ dàng được sử dụng trong tính toán và thiết kế.

Kết quả

Bảng 1. So sánh tải trọng nén dọc trục p_{cr} (MN) với kết quả của tài liệu [8] cho vỏ nón cụt FGM

| p_{cr} (MN) | Gân bên ngoài | | Gân bên trong | |
|------------------------------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| | Công trình | Tài liệu [8] | Công trình | Tài liệu [8] |
| Không gân | 95,2671(6,21) | 95,2671(6,21) | 95,2671(6,21) | 95,2671(6,21) |
| Gân dọc ($n_s = 30$) | 103,6796 (3,21) | 123,2511(2,19) | 99,0172 (2,19) | 100,1151 (2,19) |
| Gân vòng ($n_r = 30$) | 105,4867 (9,1) | 105,4866(9,1) | 95,5330(7,18) | 95,5330(7,18) |
| Gân hai chiều ($n_s = n_r = 15$) | 112,7505 (7,16) | 132,7063(2,17) | 98,8908 (4,21) | 102,8853(4,21) |

Bảng 2. Ảnh hưởng của sự sắp xếp gân gia cường đến ổn định của panel nón khi chịu tải nén p_{cr} (MN)

| p_{cr} (MN) | Gân ngoài | Gân trong |
|------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Không gân | 121,4667 (6,19) | 121,4667 (6,19) |
| Gân dọc ($n_s = 30$) | 130,5861 (3,20) | 124,6754 (3,20) |
| Gân vòng ($n_r = 30$) | 131,4617 (9,1) | 122,1103 (7,17) |
| Gân hai chiều ($n_s = n_r = 15$) | 137,7554 (7,15) | 126,5583 (5,20) |

Bảng 2 biểu diễn các giá trị tải tới hạn khi chịu tác dụng tải nén dọc trục trong trường hợp $q = 0$ với sự sắp xếp gân khác nhau. Cụ thể, nó làm tăng giá trị tải tới hạn so với các trường hợp chưa gân. Giá trị tải tới hạn trong trường hợp có gân gia cường bên ngoài có ảnh hưởng tốt hơn so với trường hợp gân gia cường bên trong.

| Số lượng gân ($n_s = n_r$) | p_{cr} (MN) | |
|------------------------------|-----------------|-----------------|
| | Gân ngoài | Gân trong |
| 10 | 127,0829 (6,19) | 123,2882 (6,19) |
| 20 | 132,5252 (7,15) | 125,0994 (6,19) |
| 30 | 137,7554 (7,15) | 126,5583 (5,20) |
| 40 | 142,9058 (7,14) | 128,1198 (5,20) |
| 50 | 147,9403 (7,14) | 129,6724 (5,20) |

Bảng 3. Ảnh hưởng của số lượng gân đến ổn định của panel nón khi chịu tải nén dọc trục p_{cr} (MN)

| α | Gân dọc ($n_s = 30$) | Gân vòng ($n_r = 30$) | Gân hai chiều ($n_s = n_r = 15$) |
|----------|------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| 5 | 160,9845 (3,17) | 160,4697 (9,15) | 168,2156 (6,18) |
| 10 | 158,2464 (3,18) | 156,9492 (8,17) | 164,8252 (7,18) |
| 20 | 146,4341 (4,20) | 143,3391 (7,18) | 149,2075 (6,19) |
| 30 | 125,1089 (4,21) | 122,1103 (7,17) | 126,9002 (6,19) |
| 45 | 83,6643 (3,20) | 81,7927 (5,18) | 84,3804 (5,18) |
| 60 | 42,0955 (3,18) | 41,0174 (4,16) | 42,1617 (4,16) |
| 75 | 11,4074 (2,14) | 11,0317 (3,11) | 11,3904 (3,12) |

Bảng 4. Ảnh hưởng của góc bán đỉnh đến ổn định của panel nón khi chịu tác dụng của tải nén dọc trục

Bảng 4 và hình 5 thể hiện ảnh hưởng của góc bán đỉnh đến tải tới hạn khi chịu tác dụng của tải nén, tải nhiệt. Kết quả cho thấy rằng tải tới hạn giảm khi góc bán đỉnh tăng.

Bảng 5. Ảnh hưởng của nền đàn hồi đến ổn định của panel nón khi chịu tác dụng của tải nén dọc trục p_{cr} (MN)

| p_{cr} (MN) | $K_2 = 0N/m$ | $K_2 = 10^5 N/m$ | $K_2 = 2,5 \times 10^5 N/m$ | $K_2 = 5 \times 10^5 N/m$ |
|-------------------------------|-----------------|------------------|-----------------------------|---------------------------|
| $K_1 = 0N/m^3$ | 137,7554 (7,15) | 149,7418 (6,18) | 166,9885 (7,15) | 196,0066 (8,1) |
| $K_1 = 10^7 N/m^3$ | 150,0432 (8,8) | 161,8844 (9,1) | 178,8706 (8,7) | 207,6312 (9,1) |
| $K_1 = 2,5 \times 10^7 N/m^3$ | 164,2693 (9,1) | 175,7060 (9,1) | 192,8611 (9,1) | 221,4529 (9,1) |
| $K_1 = 5 \times 10^7 N/m^3$ | 187,3055 (9,1) | 198,7422 (9,1) | 215,8973 (9,1) | 244,4890 (9,1) |

Bảng 5 cho thấy ảnh hưởng của nền đàn hồi đến tải tới hạn khi chịu tác dụng của tải nén, tải nhiệt của panel nón FGM có gân gia cường với tính chất của panel và gân phụ thuộc nhiệt độ. Kết quả tìm ra khi tăng hệ số nền K_1 giữ nguyên K_2 và ngược lại làm độ lớn của tải tới hạn khi chịu tác dụng của tải nén, tải nhiệt tăng.

Kết quả (tiếp)

Nếu không có nền đàn hồi thì tải tới hạn trong trường hợp này là nhỏ nhất và khi nền đàn hồi có giá trị thì tải tới hạn là lớn nhất $K_1 = 5 \times 10^7 N/m^3$
 $K_2 = 5 \times 10^5 N/m$

| N | ΔT_{cr} (K)(Gân ngoài) | ΔT_{cr} (K)(Gân trong) |
|----------|--------------------------------|--------------------------------|
| 0.2 | 278 (7,7) | 259 (5,10) |
| 1 | 228 (7,7) | 212 (5,10) |
| 5 | 197 (7,7) | 181 (5,10) |
| ∞ | 179 (7,7) | 161 (5,10) |

Bảng 6. Ảnh hưởng của hệ số tỷ lệ thể tích đến ổn định của panel khi chịu tải nhiệt ΔT_{cr} (K)

Bảng 6 cho thấy ảnh hưởng của hệ số tỷ lệ thể tích đến ổn định của panel chịu tải nhiệt trong hai trường hợp gân phía bên ngoài và gân phía bên trong. Có thể thấy rằng khi tăng hệ số tỷ lệ thể tích làm cho giá trị tải tới hạn giảm. Điều này có thể giải thích vì mô đun đàn hồi của gốm lớn hơn nhiều của kim loại. Khi N tăng tức là tỷ lệ thể tích gốm ở panel giảm. Ngoài ra, kết quả ở bảng 6 cũng thể hiện rằng với cùng tỷ lệ thể tích thì tải tới hạn trong trường hợp gân gia cường ở phía ngoài lớn hơn trường hợp gân gia cường ở phía trong.

Tài liệu tham khảo

[8] D.V. Dung, L.K. Hoa, N.T. Nga, L.T.N. Anh, Instability of eccentrically stiffened functionally graded truncated conical shells under mechanical loads, *Composite Structures*, 106, 104-113, 2013..

Kết luận

Trong nghiên cứu có tính đến cả tính chất vật liệu là hàm phi tuyến của nhiệt độ và ảnh hưởng đồng thời của nhiệt độ lên cả panel nón FGM và gân gia cường. Trong trường hợp này, việc xác định giá trị tải tới hạn khi chịu tải nhiệt là rất khó khăn, một thuật toán lặp được sử dụng để xác định giá trị tải tới hạn.

Một số kết quả nhận được khi phân tích ảnh hưởng của các yếu tố hình học, vật liệu, nền đàn hồi và gân gia cường lên giá trị tải tới hạn khi chịu tải cơ và nhiệt

- Giá trị tải tới hạn tăng lên khi tăng số lượng gân gia cường.
- Các kết quả cho thấy không có sự thay đổi đáng kể của tải tới hạn khi thay đổi góc.
- Độ lớn của tải tới hạn giảm đáng kể khi tỷ lệ thể tích tăng và khi góc bán đỉnh tăng.
- Hệ số nền đàn hồi và có ảnh hưởng lớn đến tải tới hạn. Hơn nữa, độ lớn của nền K_2 ảnh hưởng đến tải tới hạn lớn hơn so với nền K_1 .
- Chênh lệch nhiệt độ tăng làm cho giá trị tải tới hạn khi chịu tác dụng của tải nén giảm.

Kết quả nghiên cứu được công bố trên tạp chí ISI (IF = 3.2)



Mechanical and thermal stability of eccentrically stiffened functionally graded conical shell panels resting on elastic foundations and in thermal environment

Nguyen Dinh Duc^{a,*}, Pham Hong Cong^a, Vu Minh Anh^a, Vu Dinh Quang^a, Phuong Tran^b, Ngo Duc Tuan^b, Nguyen Hoa Thinh^c

^a Vietnam National University - Hanoi, 144 Xuan Thuy, Cau Giay, Hanoi, Viet Nam

^b The University of Melbourne, Parkville 3010, VIC, Australia

^c Vietnam Mechanics Society, 264 Dai Coan, Bu Dinh, Hanoi, Viet Nam

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Conical shell panels made of functionally graded materials (FGMs) are rather commonly used by structural engineers. However, due to their complex geometric shape, there are only a few studies on conical