

THIẾT KẾ KHUÔN HÀN SIÊU ÂM SỬ DỤNG THÉP CACBON ỨNG DỤNG HÀN NHỰA NHIỆT DẸO

Nguyễn Thanh Hải*, Lê Quang Thành*,
Luu Phương Minh*, Nguyễn Hữu Lộc*

TÓM TẮT

Trong bài báo này, phần mềm CARD được sử dụng để thiết kế khuôn hàn siêu âm ứng dụng hàn nhựa nhiệt dẻo. Kích thước của khuôn hàn được xác định thông qua các thông số đầu vào như tần số làm việc, vận tốc truyền sóng trong vật liệu, vật liệu làm khuôn hàn và biên độ dao động của sóng siêu âm trên bề mặt khuôn tiếp xúc với chi tiết hàn. Khuôn hàn siêu âm biên dạng côn tròn xoay với tần số làm việc 20kHz, sử dụng thép carbon và biên độ dao động 80 μm sẽ được nghiên cứu và thiết kế.

ABSTRACT

In this paper, Computer Aided Resonator Design (CARD) is used for design ultrasonic horn in plastic welding. Horn dimension is determined by CARD with the input parameters such as working frequency, wave speed, material and amplitude. The cylindrical horn is designed in this paper working at 20 kHz and 80 μm in amplitude of the working surface.

Keywords: ultrasonic welding, horn, thermoplastic materials, CARD

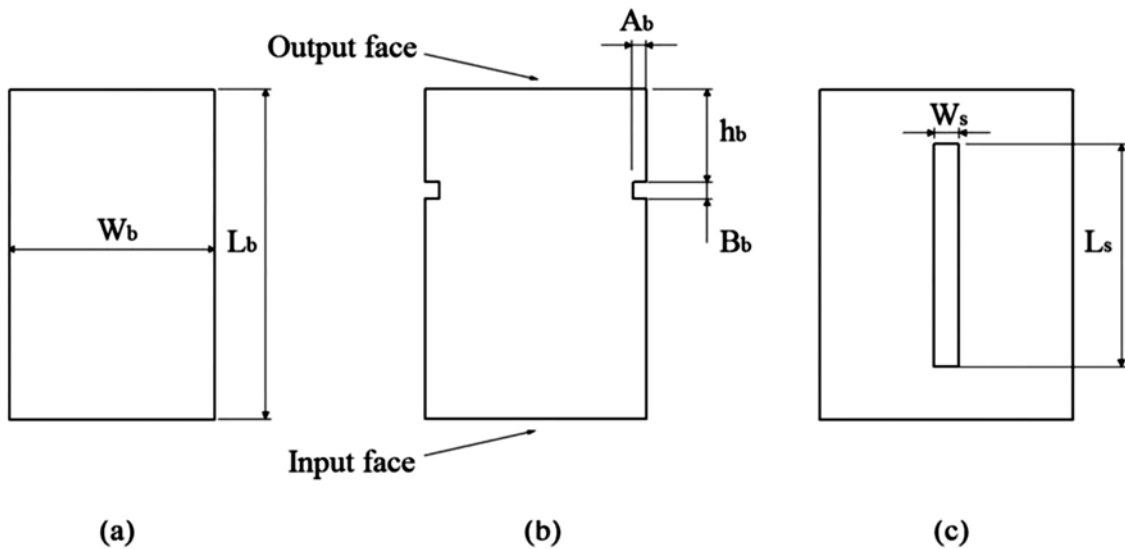
1. Giới thiệu

Công nghệ hàn siêu âm cho các vật liệu nhựa nhiệt dẻo được nghiên cứu từ những năm 1906. Đến nay, có rất nhiều nghiên cứu tập trung vào các vấn đề của hàn siêu âm như nghiên cứu các thông số công nghệ, nghiên cứu cơ chế hình thành mối hàn và nghiên cứu thiết kế khuôn hàn siêu âm. Oanca và cộng sự [1] đã nghiên cứu việc phá hủy của khuôn hàn sử dụng hợp kim Ti. Thông số công nghệ của khuôn hàn như hệ số khuếch đại, biên độ dao động, ứng suất, hình dáng và biên dạng khuôn hàn đã được phân tích thông qua các mô phỏng số. Bên cạnh đó, vùng tập trung ứng suất và giá trị ứng suất của khuôn hàn cũng được xem xét cẩn thận. Kim và cộng sự [2] đã nghiên cứu và thiết kế khuôn hàn dạng thanh và thanh có khoét rãnh nhằm đạt được sự đồng đều về biên độ dao động (Hình 1). Tần số dao động tự nhiên, biên độ, chuyển vị và ứng suất của khuôn hàn được nghiên cứu dự đoán khi tính đến ảnh hưởng của các rãnh và khía trên khuôn hàn.

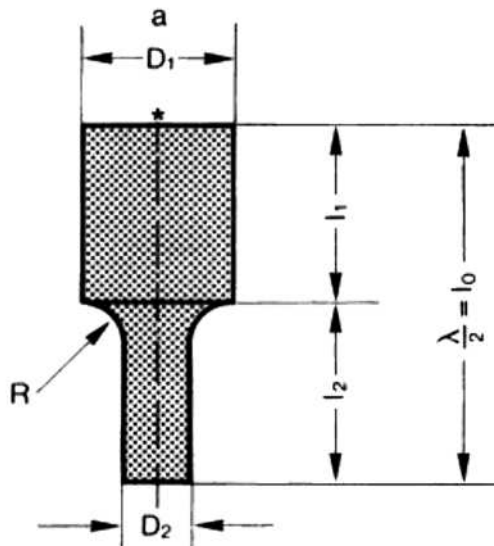
Trong nghiên cứu của Patel [3], vật liệu làm khuôn, biên dạng khuôn, tần số làm việc và biên độ dao động được nghiên cứu kỹ. Rất nhiều hình dạng của khuôn hàn được nghiên cứu

* Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc Gia TP Hồ Chí Minh

như khuôn hàn hình côn, khuôn hàn tròn xoay có bước, khuôn hàn biên dạng hàm mũ, Hình 2. Khuôn hàn biên dạng tròn xoay có bước tạo ra biên độ dao động lớn nhất trong khi đó khuôn hàn biên dạng côn và hàm mũ có độ bền cao hơn. Ngoài ra, biên độ dao động của khuôn hàn biên dạng hàm mũ lớn hơn biên độ dao động của khuôn hàn hình côn.



Hình 1: Biên dạng khuôn hàn (a) thanh, (b) thanh có khía và (c) thanh có rãnh.



Hình 2: Khuôn hàn tròn xoay có bước.

Trong bài báo này, khuôn hàn biên dạng côn sử dụng thép carbon được nghiên cứu và tính toán dựa vào phần mềm CARD.

2. Thiết kế khuôn hàn

Nhiệm vụ chính của khuôn hàn siêu âm là nhằm khuếch đại biên độ dao động đến mức độ phù hợp ở bề mặt làm việc. Ngoài ra, nó còn truyền năng lượng cơ học từ hệ transducer

đến booster và đến bề mặt làm việc. Các phân tử của khuôn hàn co và giãn dọc theo trục của nó với tần số dao động tự nhiên. Do đó, khuôn hàn cần phải cộng hưởng được với booster và transducer. Vì thế, khuôn hàn, booster và transducer cần phải thiết kế cẩn thận nhằm giảm hư hỏng cho bộ nguồn phát siêu âm. Tần số tự nhiên của khuôn hàn tùy thuộc và chiều dài của nó và được tính toán theo công thức sóng (0.1):

$$\lambda = \frac{c}{f_n} = \frac{1}{f_n} \sqrt{\frac{E}{\rho}} = 2l \quad (0.1)$$

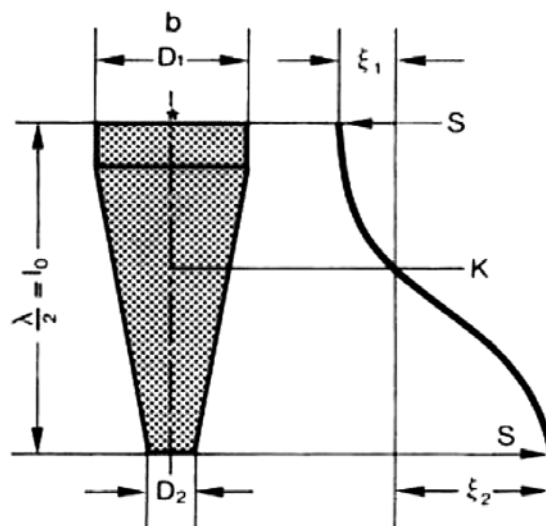
trong đó, l là chiều dài khuôn hàn, λ là bước sóng, f_n là tần số dao động tự nhiên, c là vận tốc truyền sóng, E và ρ là mô đun đàn hồi và khối lượng riêng của vật liệu làm khuôn hàn tương ứng.

Mức độ đồng đều của biên độ dao động trên bề mặt làm việc của khuôn hàn được định nghĩa là tỉ số giữa biên độ lớn nhất và biên độ nhỏ nhất trên toàn bộ diện tích làm việc, công thức (0.2).

$$Uniformity = \left(\frac{u_{\min}}{u_{\max}} \right) \times 100 \quad (0.2)$$

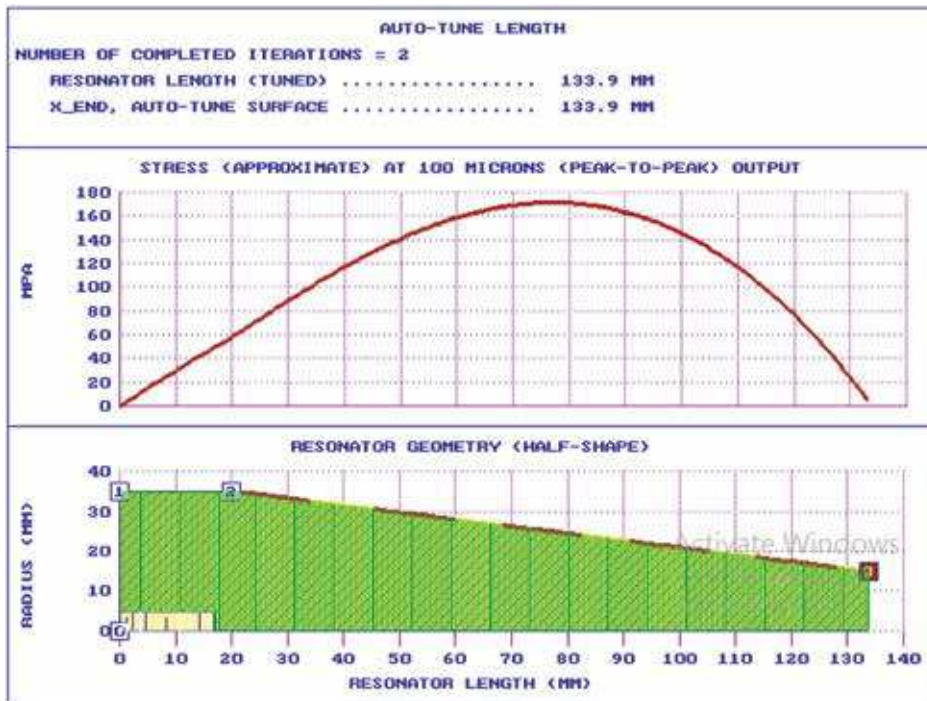
Trong đó u_{\min} , u_{\max} là biên độ nhỏ nhất và lớn nhất trên bề mặt làm việc của khuôn hàn.

Tính toán kích thước chính xác của khuôn hàn vô cùng quan trọng. Kích thước khuôn hàn luôn là bội số của nửa bước sóng.



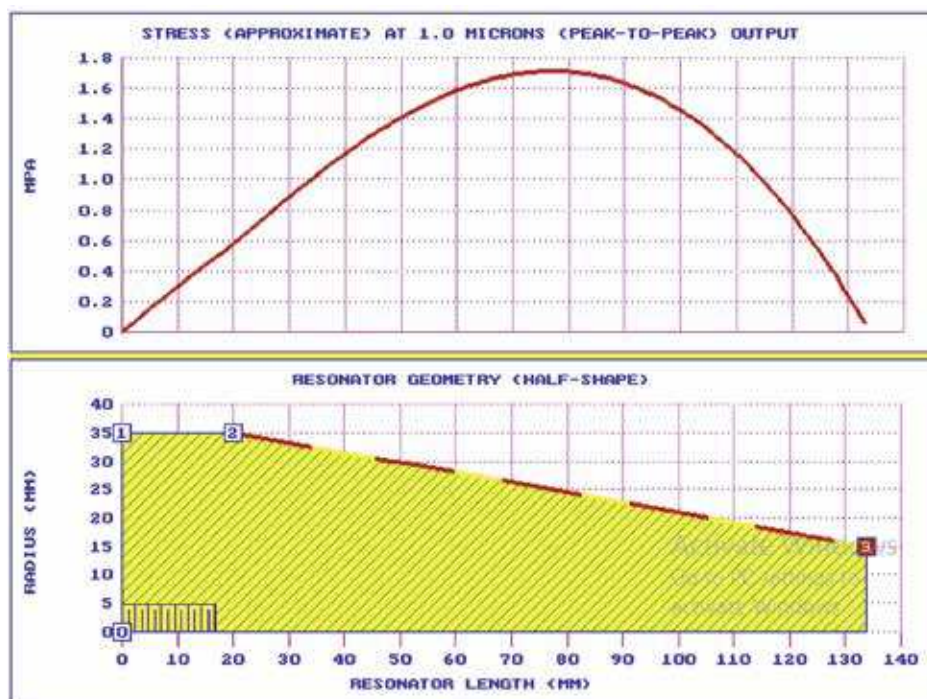
Hình 3: Khuôn hàn côn và biên độ dao động của nó

Trong bài báo này, khuôn hàn côn, Hình 3, được thiết kế và chế tạo sử dụng thép carbon với các thông số công nghệ như: tần số làm việc 20 kHz, biên độ dao động là 80 μm và diện tích làm việc là hình tròn bán kính 30 mm. Biên dạng và chiều dài của khuôn hàn được phần mềm CARD mô phỏng như Hình 4.



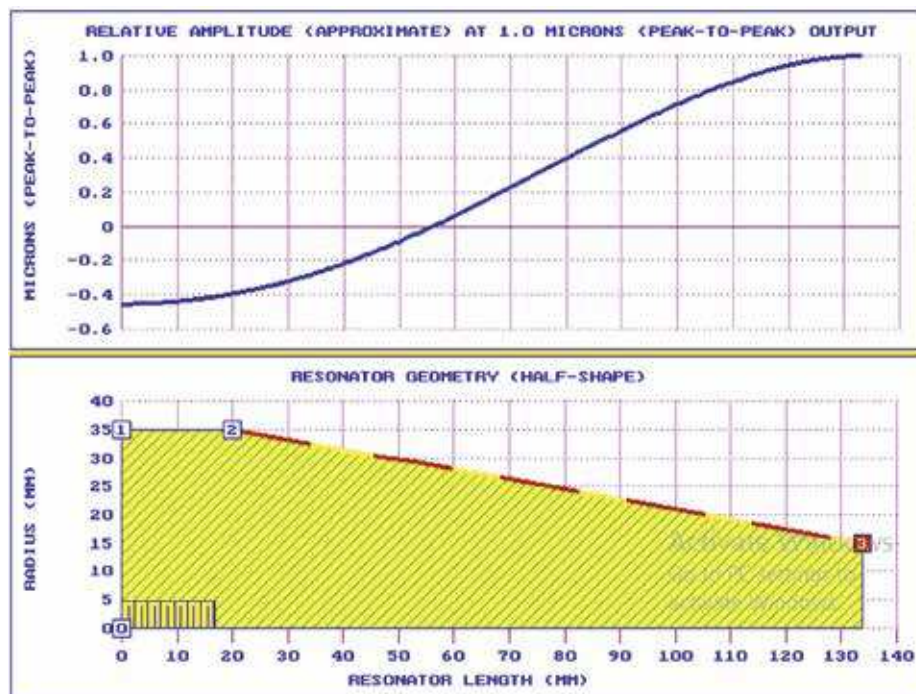
Hình 4: Chiều dài và biên dạng của khuôn hàn côn

Hệ số khuếch đại của khuôn hàn này là 2.21. Ứng suất phân bố theo Hình 5 và ứng suất tối đa xuất hiện ở vị trí 77 mm.



Hình 5: Phân bố ứng suất theo dọc trục

Phân bố biên độ dao động dọc theo chiều dài khuôn hàn như Hình 6.



Hình 6: Phân bố dao động dọc theo khuôn hàn

3. Kết luận

Trong bài báo này, thiết kế khuôn hàn côn sử dụng thép carbon sử dụng phần mềm CARD đã được trình bày. Phần mềm CARD cho kết quả mô phỏng về biên dạng côn, hệ số khuếch đại, phân bố ứng suất và phân bố biên độ dao động dọc trục của khuôn hàn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Octavian Oanca, Niculai Pasca, Ilare Bordeasu, Ion Mitelea - Horn failure analysis from titan alloy used in ultrasonic cavitation process, Metal 2012, Brno, Czech Republic, EU
- [2]. Sun-Rak Kim, Jae Hak Lee, Choong D. Yoo, Jun-Yeob Song, Seung S. Lee, Design of Highly Uniform Spool and Bar Horns for Ultrasonic Bonding, IEEE transactions on ultrasonics, ferroelectrics, and frequency control, Vol. 58, No. 10, Oct. 2011
- [3]. A. Dipal M. Patel, B. Avadhoot U. Rajurkar, Analysis of Different Shaped Sonotrodes used for Plastic Welding, Institute Of Technology, Nirma University, Ahmedabad - 382 481, 08-10 December, 2011

Ngày nhận bài: 04/12/2015

Ngày gửi phản biện: 25/12/2015