

CHẾ TẠO MÔ HÌNH ĐẦU UỐN ỐNG NHIỀU BẬC TỰ DO

MANUFACTURING A PROTOTYPE OF A MULTI-DEGREE-OF-FREEDOM TUBE BENDING MACHINE

ThS. Huỳnh Đỗ Song Toàn, ThS. Bùi Chấn Thanh, ThS. Nguyễn Hộ, ThS. Nguyễn Tiến Dũng,
TS. Trần Minh Thế Uyên, Lê Duy Khang, Trần Minh Quang, Trần Văn Nhựt Linh
Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh

TÓM TẮT

Mô hình uốn ống nhiều bậc tự do là một thiết bị được sử dụng để uốn ống kim loại hoặc ống nhựa thành các hình dạng khác nhau. Mô hình này có thể được sử dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau và có thể được chế tạo từ nhiều loại vật liệu khác nhau. Mô hình này có thể được điều khiển bằng tay hoặc bằng máy tính và có thể được lập trình để uốn ống theo các hình dạng phức tạp và chính xác. Chế tạo mô hình máy uốn ống nhiều bậc tự do là một quá trình phức tạp và đòi hỏi kỹ năng và kinh nghiệm. Các bước chế tạo mô hình máy uốn ống nhiều bậc tự do bao gồm thiết kế mô hình, chọn vật liệu, gia công các bộ phận, lắp ráp, kiểm tra và sửa chữa.

Từ khóa: *Mô hình uốn ống nhiều bậc tự do; Uốn ống kim loại; Điều khiển; Lập trình; Thiết kế mô hình; Gia công; Lắp ráp; Kiểm tra; Sửa chữa.*

ABSTRACT

A multi-axis tube bending machine is a device used to bend metal or plastic tubes into various shapes. This machine can be used in many different fields and can be made from various materials. It can be manually or computer-controlled and can be programmed to bend tubes into complex and precise shapes. Manufacturing a multi-axis tube bending machine is a complex process that requires skill and experience. The steps involved in manufacturing a multi-axis tube bending machine include designing the model, selecting materials, machining parts, assembly, testing, and repair.

Keywords: *A multi-degree-of-freedom pipe bending model; Metal pipe bending; Control; Programming; Model design; Processing; Assembly; Testing; Repair.*

1. GIỚI THIỆU

Thực tế cho thấy, trong các ngành công nghiệp đang phát triển mạnh tại Việt Nam như ô tô, dầu khí, thực phẩm... thì tỷ lệ các chi tiết, thiết bị dạng ống chiếm tỷ trọng khá lớn [1]. Các nhà máy luyện thép trong nước đang chủ động hoàn thiện các quy trình và thiết bị chế tạo các phôi thép dạng ống với chất lượng đang ngày càng tiệm cận với thế giới. Bên cạnh đó, chi tiết làm từ phôi ống cũng đã và đang được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực xây dựng và trang trí nội thất.

Công nghệ sản xuất ống hàng loạt lớn hiện chỉ dừng lại ở dạng ống thẳng với các kích thước ống có thể dài đến 6m hoặc 12m [2-4]. Tuy nhiên, trong quá trình ứng dụng, các chi tiết ống sẽ được bố trí phù hợp với không gian của thiết bị hoặc nhà xưởng. Để thay đổi từ dạng thẳng sang các hình dạng khác, phương pháp uốn ống đã được phát triển [5-6]. Uốn ống là phương pháp chế tạo được sử dụng để tạo thành ống vĩnh viễn bằng cách uốn cong chúng. Trong nhiều trường hợp, ống uốn cong hữu ích hơn ở dạng thẳng. Có nhiều phương pháp uốn ống như uốn kéo quay, uốn ép, uốn ép khung động và uốn lăn [7].

Để phát triển công nghệ uốn ống CNC, các nghiên cứu đã được tiến hành. Máy uốn ống CNC có khả năng đọc tập tin bản vẽ thiết kế kỹ thuật và tiến hành uốn ống theo thiết kế [1]. Máy có thể uốn ống có đường kính 10mm và dày 0,8mm, với tốc độ uốn trung bình đạt 800mm/phút. Bán kính cong nhỏ nhất mà máy có thể uốn là 100mm (± 1 mm) và ống dài tối đa 3.000mm [8].

Ngoài ra, để phát triển hơn, đã được nghiên cứu và chế tạo mô hình Hexapod [9]. Cơ cấu này gồm 6 chân có độ dài thay đổi được và

được sử dụng để uốn cong các chi tiết ống. Mô hình Hexapod có khả năng tạo ra các chi tiết ống uốn cong với các đường cong phức tạp và đáp ứng yêu cầu trong ngành ô tô và kiến trúc.

2. THIẾT KẾ VÀ TÍNH TOÁN CÁC CHI TIẾT CHÍNH CHO MÔ HÌNH ĐẦU UỐN ỐNG NHIỀU BẠCH TỰ DO

2.1. Thiết kế bánh răng

• Góc nghiêng của răng được chọn từ 8 đến 20 độ vì:

Khi hoạt động vào khớp, nhờ vào bánh răng dạng nghiêng sẽ không xảy ra hiện tượng tăng đột ngột chiều dài của răng mà sẽ nó có xu hướng tăng từ từ theo phương dọc, từ đầu này sang đầu kia để tạo độ quen cho máy. Bánh răng trụ nghiêng có khả năng làm việc chịu tải, có tốc độ làm việc cao hơn nhiều so với bánh răng trụ khác, độ tiếp xúc cao nên độ truyền tải cũng lớn hơn. Bánh răng trụ răng nghiêng có răng dài hơn bánh răng trụ thẳng, do đó chúng có thể truyền nhiều công suất hơn giữa các trục song song.

- Bánh răng chọn tỷ số truyền 1:2,5.
- Bánh răng trụ răng nghiêng, góc nghiêng răng 14 độ.
- Đường kính vòng lăn bánh răng nhỏ 65mm; đường kính vòng lăn bánh răng lớn: 160mm.
- Đường kính vòng chia: 112,5mm.
- Số răng bánh nhỏ: 23 răng; số răng bánh lớn: 62 răng.
- Chiều dày bánh răng: 30mm.

2.2. Tính toán đường kính trục

Thông số:

Tải trọng (P): 1 tấn = 1000 kg.



Chiều dài (L): 180 mm = 0,18 m.

Độ giãn dài tối đa cho phép (δ): tỷ lệ giữa độ giãn dài của vật liệu và chiều dài ban đầu. Đối với vật liệu C50, $\delta = 1/200$.

Độ bền kéo của vật liệu (σ_t): 630 Mpa.

Độ bền uốn của vật liệu (σ_b): 375 Mpa.

Giả sử vật liệu được sử dụng để chịu tải nén, ta lựa chọn đường kính trục sao cho tải trọng P không vượt quá tải trọng chịu được tối đa của vật liệu σ_t theo công thức:

$$P = \pi/4 * d^2 * \sigma_t$$
$$d = \sqrt{\frac{4P}{\pi\sigma_t}} = \sqrt{\frac{4.1000}{\pi.630}} \approx 16,52 \text{ mm}$$

Tuy nhiên, nếu vật liệu C50 được sử dụng để chịu tải uốn, ta phải lựa chọn đường kính trục sao cho tải trọng P không vượt quá tải trọng chịu được tối đa của vật liệu σ_b theo công thức:

$$P = (d^3 \sigma_b) / (32 L)$$
$$d = \frac{32PL^{\frac{1}{3}}}{\sigma_b} = \frac{32.1000.0,18^{\frac{1}{3}}}{375} \approx 10,53 \text{ mm}$$

Vậy, ta chọn đường kính trục $d = 18 \text{ mm}$.

2.3. Tính toán chọn động cơ và hộp số

Thông số đầu vào của động cơ:

- Công suất động cơ (P): 750W;
- Momen xoắn định mức: 2,39Nm;
- Tốc độ định mức: 3000rpm.

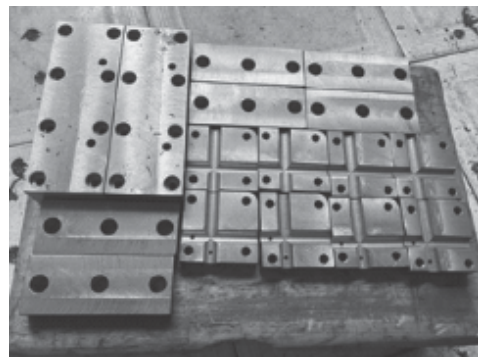
Thông số đầu vào của hộp số:

Giảm tốc tỷ số truyền: 1:20;

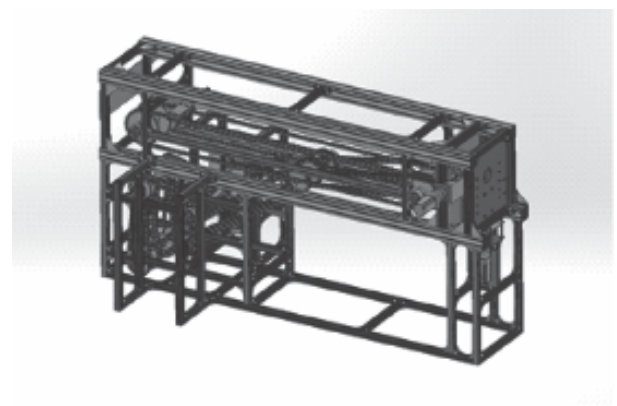
- Momen định mức: 98Nm;
- Hiệu suất truyền: 94%;
- Tốc độ định mức: 3500rpm.

3. GIA CÔNG, LẮP RÁP CÁC CHI TIẾT VÀ THỬ NGHIỆM MÁY

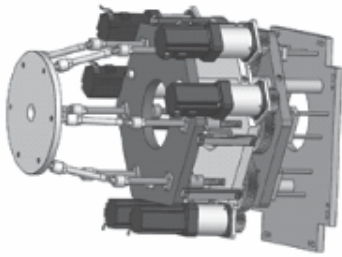
Các chi tiết gia công được biểu thị ở Hình 1. Đầu uốn ống nhiều bậc tự do được mô phỏng và lắp ráp như Hình 4 và Hình 5. Thiết bị được thiết kế để có thể điều chỉnh các giá trị module chân nhờ vào các khớp cầu. Thiết bị được liên kết bởi cặp bánh răng truyền động qua trục vít me tịnh tiến. Bộ phận điều khiển thiết bị được nằm gọn trong hộp điều khiển, phần dây được nối dọc theo bộ khung máy như Hình 3. Kết quả của đầu uốn ống nhiều bậc tự do đạt được với các góc uốn từ 0 đến 360 độ.



Hình 1. Một số chi tiết gia công



Hình 2. Hệ thống khung máy



Hình 3. Mô hình mô phỏng



Hình 4. Đầu uốn ống nhiều bậc tự do



Hình 5. Sản phẩm uốn ống

4. KẾT LUẬN

Sau quá trình nghiên cứu và chế tạo, các phương án thiết kế đầu uốn ống nhiều bậc tự do đã được đề xuất và phân tích. Sau đó, các chi tiết máy được tính toán chỉnh sửa trước khi đầu uốn ống được chế tạo. Thiết bị này đạt được thực nhiệm với các khả năng uốn từ đơn

giản đến phức tạp, đáp ứng được yêu cầu uốn 360 độ với khả năng linh hoạt. Nhìn chung, các sản phẩm từ đầu uốn ống nhiều bậc tự do có khả năng ứng dụng vào các sản phẩm từ công nghiệp đến y tế, nông nghiệp và các sản phẩm dân dụng, v.v... ❖

Ngày nhận bài: **15/7/2023**

Ngày phản biện: **05/8/2023**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. ThS. Bùi Quang Vinh (Trung tâm Nghiên cứu Triển khai Khu Công nghệ cao, Ban Quản lý Khu Công nghệ cao TP. Hồ Chí Minh - Lô I3, đường N2 Khu Công nghệ cao, TP. Thủ Đức, TP. Hồ Chí Minh).
- [2]. PGS, TS. Đặng Văn Nghin, KS. Nguyễn Minh Tuấn, KS. Từ Diệp Công Thành. *Thiết kế và chế tạo mô hình Hexapod*.
- [3]. T. Li, H. Wang, A.A. El-Aty, J. Tao, W.B. Wei, Y. Qin, X.Z. Guo. *Theoretical modelling and finite element simulation of AA6061 involute components based on 3D free bending process*.
- [4]. X.Z. Guo, H. Xiong, H. Li, Y. Xu, Z.Y. Ma, A. El-Aty, Y.N. Ma, K. Jin. *Forming characteristics of tube free-bending with small bending radii based on a new spherical connection*.
- [5]. M. Murata. *Effects of inclination of die and material of circular tube in MOS bending method*.
- [6]. K. Garam, B. Eduardo, T. Waterloo, et al. *Enhancing surface characteristics of additively manufactured fiber reinforced thermoplastic mold using thermoset coating with ceramic particles*.
- [7]. P.F. Li, L.Y. Wang, M.Z. Li. *Flexible-bending of profiles and tubes of continuous varying radii*.
- [8]. M. Murata. *Push-through bending method and bending device by this method*.
- [9]. Yukio Takeda. *Development of a pipe bender using a parallel mechanism with 3-RPSR structure with six degrees of freedom*.