

# SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP MÔ HÌNH SỐ TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ MÁY UỐN ỐNG THÉP CT38 CÓ ĐƯỜNG KÍNH TỪ $\phi 10$ ĐẾN $\phi 30$ VỚI ĐỘ DÀY TỪ 1 ĐẾN 2 mm

USE OF VIRTUAL MODEL METHOD FOR CALCULATION,  
DESIGN STEEL CT38 PIPE BENDER MACHINE HAVE DIAMETER  
FROM  $\phi 10$  TO  $\phi 30$  WITH THICKNESS FROM 1 TO 2 mm

Nguyễn Tuấn Hưng

*Khoa Cơ khí, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp*

Đến Tòa soạn ngày 14/02/2017, chấp nhận đăng ngày 24/4/2017

**Tóm tắt:** Hiện nay trên thế giới, thép ống được sử dụng rất rộng rãi trong hầu hết các ngành công nghiệp, xây dựng, trang trí nội thất... với rất nhiều chủng loại ống khác nhau, đường kính cũng như vật liệu làm ống rất đa dạng. Các loại máy uốn ống đã được nghiên cứu nhưng vẫn thô sơ và phần lớn dừng lại ở máy uốn thủ công và máy uốn ống thông thường. Bài báo trình bày việc sử dụng phương pháp mô hình số tính toán, thiết kế một máy uốn ống không gian cho ống thép CT38 có đường kính từ  $\phi 10$  đến  $\phi 30$  và độ dày 1 đến 2 mm. Từ việc phân tích quá trình uốn ống, các thông số đầu vào được tính toán và thiết kế trên môi trường số nhằm tiết kiệm tối đa thời gian và chi phí cho việc sản xuất sản phẩm.

**Từ khóa:** Mô hình số, tính toán, thiết kế, máy uốn ống, thép CT38.

**Abstract:** Currently in the world, steel pipes used widely in most of the industrial sector, construction, furnishing... as many different types of pipe as well as have a diameter of pipe material varied much. Pipe bending machines has been research and most raw anyway but stopped out bending and pipe bending machine manually usual. This paper presents the use of the method of calculation geographic models, designers could one pipe bending machine for steel pipes CT38 have  $\phi 10$  to  $\phi 30$  diameter and thickness of 1 to 2 mm. From the analysis of the pipe bending process, all the input information is calculated and designed on the environment in order to save the maximum number of time and cost of production.

**Keywords:** Virtual model, caculation, design, steel pipe bender machine, CT38 steel.

## 1. GIỚI THIỆU

Ngày nay sắt, thép là một loại vật liệu không thể thiếu đối với con người, chúng ta có thể dễ dàng tìm thấy chúng khắp mọi nơi, trên các thiết bị của ô tô, xe máy, tàu thủy, nhà cửa hay đồ dùng gia đình... Trong lĩnh vực xây dựng dân dụng và công nghiệp, từ những năm 90 thế kỷ XX trở lại đây việc sử dụng các kết cấu trong các công trình bằng

thép đã có những tiến bộ nhanh chóng vượt bậc. Nhiều công trình xây dựng nhà xưởng, nhà thi đấu, hội trường, các dàn khoan dầu khí,... đã ứng dụng thành công các sản phẩm kết cấu thép.

Ở nước ta thép ống cũng được sử dụng rất nhiều không chỉ riêng trong công nghiệp mà trong trang trí nội thất, xây dựng cũng được sử dụng rộng rãi. Theo thống kê của ngành

công nghiệp ô tô, chỉ riêng hãng Toyota, loại ống dẫn nước làm mát cho động cơ với hình dạng gồm 3 chỗ uốn với 3 bán kính cong khác nhau đã có đơn đặt hàng đến 10000 sp/năm. Như vậy, từ số liệu trên cho thấy ở Việt Nam hiện nay nhu cầu sử dụng thép ống là rất lớn. Nếu lấy trung bình thì cả nước ta cần tối thiểu là 90000 sp/năm cho 9 công ty lớn lắp ráp và sản xuất ô tô tại Việt Nam như Isuzu, Ford, Misubishi, Honda,... Theo thống kê của ngành xây dựng trang trí nội thất, thiết bị phục vụ xây dựng thì nhu cầu uốn ống là rất lớn.

## 2. TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ MÁY UỐN ỐNG

### 2.1. Lựa chọn phương án thiết kế

*Các yêu cầu của máy mới thiết kế:*

Có năng suất và hiệu quả cao, tiết kiệm năng lượng, đảm bảo tính thẩm mỹ. Đảm bảo tính năng làm việc, độ bền và độ tin cậy cao. Đảm bảo an toàn trong quá trình vận hành và sử dụng. Đảm bảo tính công nghệ và tính kinh tế

*Lựa chọn phương án thiết kế:*

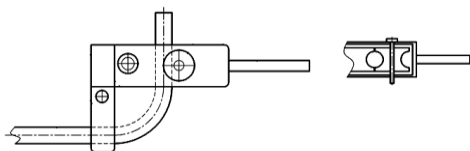
#### Phương án 1: Cơ cấu truyền lực bằng tay

Ưu điểm:

- Nguyên lý hoạt động tương đối đơn giản.
- Rẻ tiền, phù hợp cho sản xuất đơn chiếc và hàng loạt nhỏ.

Nhược điểm:

- Độ chính xác thấp, năng suất thấp.
- Không xác định được sai số đàn hồi sau khi uốn.
- Phải dùng lực bằng tay, dễ sinh ra khuyết tật trong khi uốn.



Hình 1. Cơ cấu truyền lực bằng tay

#### Phương án 2: Cơ cấu truyền lực bằng cơ khí

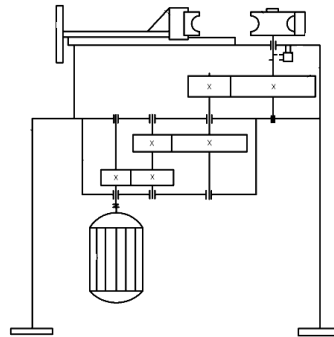
Ưu điểm:

- Kết cấu tương đối đơn giản.

- Độ chính xác, năng suất tương đối cao phù hợp cho sản xuất hàng loạt vừa và nhỏ.
- Giá thành hạ.

Nhược điểm:

- Lực tác dụng lên ống không đồng đều.
- Mức độ chuyên môn hóa chưa cao.



Hình 2. Cơ cấu truyền lực bằng hộp giảm tốc

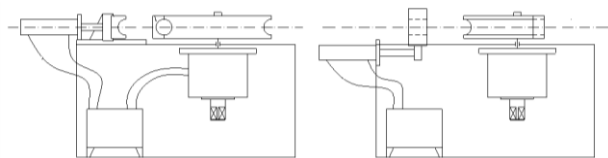
#### Phương án 3: Truyền lực bằng thủy lực

Ưu điểm:

- Lực tác dụng lên ống tương đối đồng đều.
- Có độ chính xác cao, năng suất cao.

Nhược điểm:

- Kết cấu phức tạp, thiết kế tương đối khó.
- Khá đắt tiền.
- Bảo dưỡng máy tương đối tốn kém.



Hình 3. Cơ cấu truyền lực bằng thủy lực

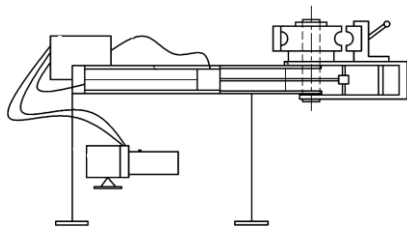
#### Phương án 4: Cơ cấu truyền lực bằng khí nén

Ưu điểm:

- Lực tác dụng lên ống tương đối đồng đều.
- Có độ chính xác cao, năng suất cao.

Nhược điểm:

- Kết cấu phức tạp.
- Khá đắt tiền.
- Ít được dùng vì van điều chỉnh khí nén khá phức tạp.



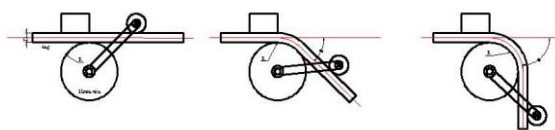
Hình 4. Cơ cấu truyền lực bằng khí nén

### Chọn phương án thiết kế

Như vậy, với yêu cầu chế tạo, qua thực tiễn và nghiên cứu 4 phương án, ta thấy phương án 4 chọn cơ cấu truyền lực bằng khí nén có cơ cấu tuy phức tạp nhưng lực tác dụng lên ống đồng đều, ít tạo ra khuyết tật trong khi uốn, việc điều chỉnh máy tương đối dễ dàng, đồng thời phương pháp này có độ chính xác tương đối cao, năng suất cao, phù hợp cho sản xuất trong công nghiệp. Bên cạnh đó giá thành sản xuất máy thấp hơn so với máy nhập khẩu nước ngoài nên phù hợp với điều kiện sản xuất cũng như giá thành máy của các nhà máy vừa và nhỏ ở nước ta.

### 2.2. Quá trình uốn ống, tính toán mômen và lực uốn ống

Uốn ống là quá trình biến dạng của ống kim loại quanh một trục thẳng đứng theo một bán kính  $R$  và góc  $\alpha$ , trong quá trình này phần kim loại ở phía trong của đường trung hòa ứng suất sẽ bị nén còn phần ống ở phía ngoài đường trung hòa sẽ xuất hiện ứng suất kéo và bị dãn dài. Đường trung hòa là đường có ứng suất bằng không và không bị biến dạng trong quá trình uốn [2].



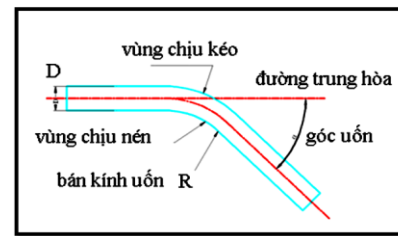
Hình 5. Quá trình uốn ống

$R$  - bán kính uốn, được tính từ tâm uốn đến đường tâm ban đầu của ống;

$\alpha$  - góc uốn, là góc giữa đường tâm ban đầu của ống với đường tâm ống khi đã bị uốn;

$D$  - đường kính ngoài của ống được uốn.

Khi ống chưa bị uốn đường trung hòa trùng với đường trung bình hình học của ống. Khi ống bị uốn thì đường trung hòa bị lệch đi.



Hình 6. Ống được uốn cong

### Tính toán quá trình uốn ống:

Khi uốn với bán kính uốn lớn, mức độ biến dạng ít vị trí lớp trung hòa biến dạng nằm ở giữa chiều dày của dải phôi nghĩa là bán kính cong  $\rho_{bd}$  của lớp trung hòa biến dạng được xác định theo công thức sau:

$$\rho_{bd} = R_t + \frac{s}{2}$$

Nếu uốn với mức độ biến dạng lớn (góc uốn và bán kính uốn nhỏ), tiết diện ngang của phôi bị thay đổi nhiều, chiều dày vật liệu giảm khi đó lớp trung hòa biến dạng không đi qua tiết diện phôi mà dịch chuyển về phía tâm cong ở đây vị trí lớp trung hòa biến dạng được xác định theo công thức sau:

$$\rho_{bd} = \left( \frac{R_t}{s} + \frac{\xi}{2} \right) \cdot \xi \cdot s$$

Áp dụng cho trường hợp uốn ống tiết diện tròn, phôi có đường kính  $D_n$  với bán kính uốn  $R > 1,5D_n$  thì tiết diện ngang của phôi hầu như không đổi lớp trung hòa biến dạng đi qua giữa tiết diện phôi:

$$\rho_{bd} = R_t + \frac{D_n}{2}$$

Khi uốn phôi với bán kính uốn nhỏ  $r \leq 1,5d$  thì tiết diện ngang của phôi bị méo, vị trí lớp trung hòa được xác định theo công thức:

$$\rho_{bd} = \left( R + \xi_1 \frac{D}{2} \right) \xi_1$$

Trong thực tế sản xuất để đơn giản cho quá trình tính toán thì bán kính cong của lớp trung hòa biến dạng được xác định như sau:

$$\rho_{bd} = R_t + X_0 \cdot s$$

Trong đó:

$$X_0 s = \frac{\xi^2 s}{2} - r(1 - \xi)$$

$X_0$  - hệ số xếp dịch được xác định bằng thực nghiệm;

$X_0 s$  - khoảng cách từ lớp trung hòa biến dạng đến mặt trong của phôi.

Đường kính uốn nhỏ nhất tương đối mà với đường kính này sẽ không xuất hiện nếp nhăn, có thể được xác định theo công thức thực nghiệm:

$$\frac{D_{\min}}{D_n} = 9,25 \sqrt{0,2 - \frac{s}{D_n}}$$

Dùng công thức trên tính được bán kính uốn tối hạn với dải ống đã chọn:

**Bảng 1. Bán kính uốn nhỏ nhất**

Đường kính ngoài (mm)	Đường kính uốn nhỏ nhất (mm)		
	Độ dày ống cần uốn 1 mm	Độ dày ống cần uốn 1,5 mm	Độ dày ống cần uốn 1 mm
10	87,7532	10	87,7532
12	94,7843	12	94,7843
14	99,5028	14	99,5028
16	102,8998	16	102,8998
18	105,4662	18	105,4662
20	107,4753	20	107,4753
22	109,0915	22	109,0915
25	111,0231	25	111,0231
28	112,4768	28	112,4768
30	113,2889	30	113,2889

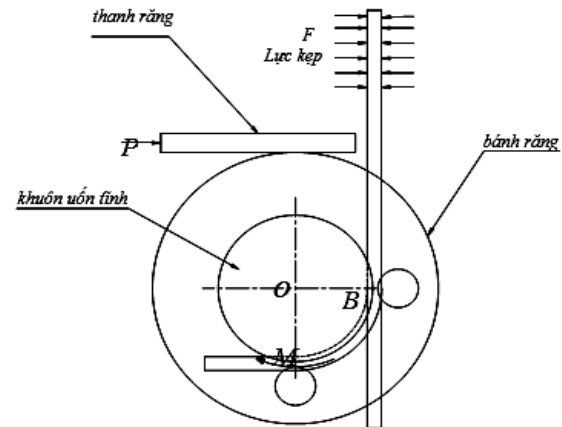
#### Tính toán lực và mômen uốn

Vật liệu của các loại ống đem uốn là CT38. Cơ tính của thép CT38 như sau [1]:

- Giới hạn bền kéo :  $\sigma_b = 400 \text{ N/mm}^2$
- Giới hạn chảy :  $\sigma_{ch} = 240 \text{ N/mm}^2$
- Độ giãn dài tương đối :  $\delta = 25\%$ .

Bài toán thiết kế là tính toán uốn cho dải ống có kích thước đường kính từ 10 mm tới 30 mm với độ dày thành ống là khác nhau. Mô hình tính toán lực là giống nhau, do đó ở đây tính toán với trường hợp ống có kích

thước lớn nhất có đường kính  $\phi 30$ , dày 2 mm.



**Hình 7. Phân tích lực quá trình uốn**

Ứng suất uốn do mômen của xy lanh tác động lên ống được tính:

$$\sigma = \frac{M_u}{W_x} \frac{N}{m^2}$$

Trong đó:  $M_u$  - mômen uốn, N/mm;

$W_x$  - mômen chống uốn,  $\text{mm}^3$ .

Để có thể gây ra hiện tượng biến dạng dẻo khi uốn ống thì ứng suất gây lên trong ống thỏa mãn điều kiện:

$$\sigma = \frac{M_u}{W_x} \geq [\sigma_{ch}] \quad [1]$$

$[\sigma_{ch}]$  - Giới hạn chảy cho phép,  $\text{N/mm}^2$ ;

$$[\sigma_{ch}] = 240 \text{ N/mm}^2$$

Mômen chống uốn được tính:

$$W_x = \frac{\pi D^3}{32} \left[ 1 - \left( \frac{d}{D} \right)^4 \right] \text{ m}^3$$

Trong đó:

$D$  - đường kính của ngoài của ống, bằng 30 mm

$d$  - đường kính trong của ống,  $d = 26 \text{ mm} \rightarrow W_x = 1154,683 \text{ mm}^3$ .

Thay các số liệu vào ta có:

$$\sigma_{ch} \leq \frac{M_u}{W_x}$$

$$\Rightarrow M_u \geq W_x \cdot \sigma_{ch} = 1154,683 \cdot 240 = 277123,84 \text{ Nmm} = 277,124 \text{ Nm}.$$

Bán kính của khuôn uốn:  $r = 101,3287 \text{ mm}$ .

Lực uốn tác dụng lên chốt uốn là:

$$P = \frac{M_u}{L} = \frac{277,124}{0,1163287} = 2382,249 \text{ N}$$

$L$  - khoảng cách từ tâm khuôn uốn tới phương của lực kẹp ống.

Tính toán tương tự với các kích thước ống khác, được bảng giá trị lực và mômen uốn cho trong bảng 2 và bảng.

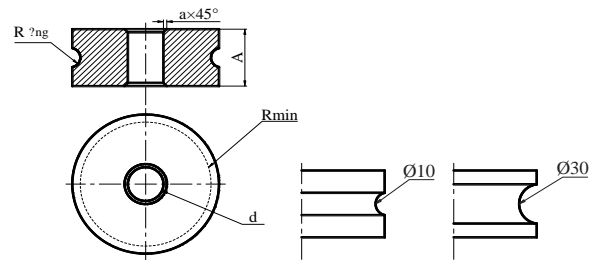
**Bảng 2. Momen uốn**

Đường kính ngoài (mm)	Độ dày ống cần uốn (mm)		
	1	1,5	1
10	13903,92	10	13903,92
12	21069,41	12	21069,41
14	29740,29	14	29740,29
16	39917,25	16	39917,25
18	51600,67	18	51600,67
20	64790,76	20	64790,76
22	79487,67	22	79487,67
25	104358,52	25	104358,52
28	132620,13	28	132620,13
30	153345,01	30	153345,01

**Bảng 3. Lực uốn tác dụng lên chốt**

Bảng lực tác dụng lên chốt uốn (N)			
Đường kính ngoài (mm)	Đường kính ngoài (mm)	Đường kính ngoài (mm)	Đường kính ngoài (mm)
	1	1,5	2
10	10	10	10
12	12	12	12
14	14	14	14
16	16	16	16
18	18	18	18
20	20	20	20
22	22	22	22
25	25	25	25
28	28	28	28
30	1195,31	1785,412	2382,249

### 2.3. Thiết kế các cụm chi tiết của máy uốn ống



**Hình 8. Kết cấu bộ khuôn uốn tĩnh**

- Bộ khuôn uốn tĩnh cho dài ống từ  $\phi 10$  đến  $\phi 30$ .
- Tính toán bộ truyền bánh răng - thanh răng.

Công thức tính đường kính bánh răng:

$$d_{br} = 77 \sqrt[3]{\frac{T_1 \cdot K_{Hv} \cdot K_{H\beta}}{\psi_d \cdot [\delta_H]^2}} \quad [3]$$

$T_1$  - mômen uốn tác động lên bánh răng,  
 $T_1 = 277,26 \text{ Nm} = 277,26 \cdot 10^3 \text{ Nmm}$ ;

$[\delta_H]$  - ứng suất tiếp xúc cho phép

$$[\delta_H] = \frac{\sigma_{H\lim}^o}{S_H} \cdot K_{HL}$$

Chọn vật liệu làm bánh răng là thép C45. Tra bảng ta có  $\sigma_{H\lim}^o = 2 \cdot HB + 70 \text{ Mpa}$

Với thép C45 thì  $HB = 180 \div 350$ , chọn  $HB = 200$ .

$$\rightarrow \sigma_{H\lim}^o = 2 \cdot HB + 70 = 2 \cdot 200 + 70 = 470 \text{ Mpa}$$

$K_{HL}$ ,  $S_H$  tra bảng ta được:  $K_{HL} = 1,08$  và  $S_H = 1,1 \rightarrow$

$$[\delta_H] = \frac{\sigma_{H\lim}^o}{S_H} \cdot K_{HL} = \frac{470}{1,1} \cdot 1,08 = 416,45 \text{ Mpa}$$

$K_{H\beta}$  - hệ số kể đến sự phân bố không đều tải trọng trên chiều rộng vành răng. Tra bảng 6.7 [3] ta có  $K_{H\beta} = 1,05$ .

$K_{Hv}$  - hệ số tải trọng xuất hiện trong vùng ăn khớp, tra bảng P2.3 phụ lục [3]  $K_{Hv} = 1,03$

$\psi_d = \frac{\psi_a}{2}$ : giá trị  $\psi_a$  - được lấy theo kinh nghiệm. Với bánh răng đặt đối xứng

$\psi_a = 0,3 \div 0,5$ , chọn  $\psi_a = 0,4$

$$\rightarrow \psi_d = \frac{0,4}{2} = 0,2$$

$d_{br\ sb} = 77 \times$

$$\times \sqrt[3]{\frac{T_1 \cdot K_{Hv} \cdot K_{H\beta}}{\psi_d \cdot [\sigma_h]^2}} = 77 \cdot \sqrt[3]{\frac{277,26 \cdot 10^3 \cdot 1,03 \cdot 1,05}{0,2 \cdot 416,45^2}} = 158,03 \text{ mm}$$

Chọn đường kính bánh răng:  $d_{br} = 160 \text{ mm}$ .

Chọn sơ bộ môđun bánh răng:  $m = 2,5$

$\rightarrow$  số răng  $Z = 160/2,5 = 64$  răng.

Bề rộng bánh răng lấy theo kinh nghiệm :

$$b_{br} = (0,1 \div 0,2) d_{br} = (0,1 \div 0,2) \cdot 160 = 16 \div 32 \text{ mm}$$

chọn  $b_{br} = 32 \text{ mm}$ .

Để uốn được ống có góc uốn từ  $0^\circ$  cho tới  $180^\circ$ , thì bánh răng uốn phải quay được một nửa vòng. Do đó thanh răng phải tịnh tiến được một khoảng lớn nhất là một nửa chu vi của bánh răng uốn.

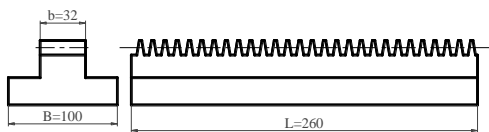
Ta xác định chiều dài lớn nhất của thanh răng như sau:

$$L_{\text{thanh răng}} = \frac{\pi \cdot d_{br}}{2} = \frac{\pi \cdot 160}{2} = 251,33 \text{ mm}$$

$\Rightarrow$  Chọn chiều dài thanh răng là  $260 \text{ mm}$ .

Bộ truyền bánh răng - thanh răng muốn ăn khớp thì môđun và góc ăn khớp là như nhau. Do đó thông số của thanh răng như sau:

- Môđun  $m = 2,5$ .
- Góc ăn khớp  $\alpha = 200$ .
- Chiều dài thanh răng  $L_{tr} = 260 \text{ mm}$ .
- Chiều rộng phần ăn khớp với bánh răng  $b_{\text{thanh răng}} = 32 \text{ mm}$ .



Hình 9. Kích thước thanh răng uốn

Tính toán lực tác dụng của xylanh khí nén lên bánh răng uốn:

Ở đây ta tính toán lực tác dụng lên bánh răng uốn ứng với trường hợp ống  $\phi 30$  và chiều dày là  $2 \text{ mm}$ . Lực từ xylanh đẩy tác dụng lên bánh răng uốn:

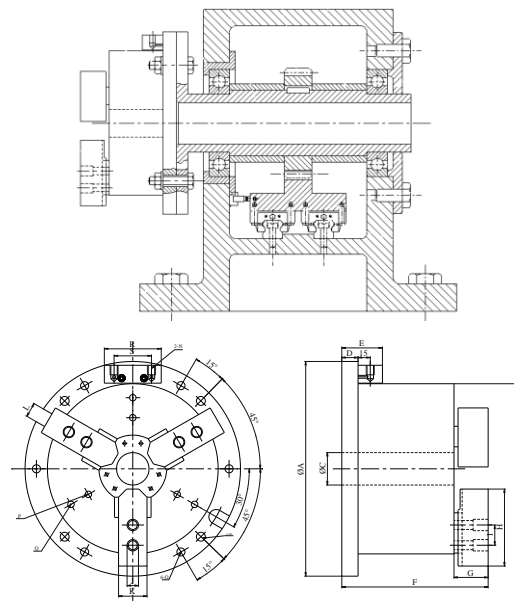
$$P = \frac{2 \cdot M_u}{d_{br}} = \frac{2 \cdot 277,124 \cdot 10^3}{160} = 3464,05 \text{ N}$$

Tương tự cho các dải ống khác ta có lực xylanh tác dụng lên bánh răng uốn. Ta lập được bảng lực sau:

**Bảng 4. Lực tác dụng của xylanh đẩy lên bánh răng uốn**

Lực tác dụng của xylanh lên bánh răng uốn (N)			
Độ dày ống cần uốn (mm)	Độ dày ống cần uốn (mm)		
	1	1,5	2
10	173,799	223,6956	256,224
12	263,3675	347,7305	408,2
14	371,7536	499,9118	597,4971
16	498,9656	680,2822	824,25
18	645,0083	888,8653	1088,533
20	809,8845	1125,675	1390,392
22	993,5959	1390,721	1729,855
25	1304,482	1841,245	2309,596
28	1657,752	2355,326	2974,029
30	1916,813	2733,36	3464,048

- Thiết kế hệ thống phân độ:

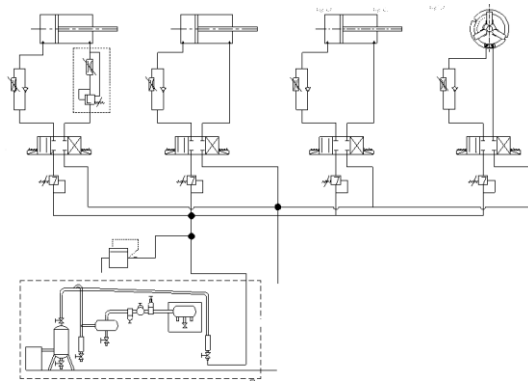


Hình 10. Hệ thống phân độ và mâm cặp khí nén

## 2.4. Tính toán thiết kế mạch điều khiển

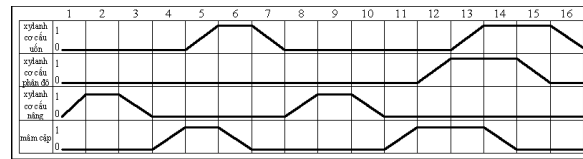
Từ việc phân tích quá trình làm việc của máy xây dựng được sơ đồ nguyên lý của hệ thống

khí nén [4] như sau:



**Hình 11. Sơ đồ nguyên lý hệ thống khí nén máy uốn**

Dựa vào thứ tự làm việc của các cơ cấu chấp hành thiết lập bảng trạng thái làm việc của các cơ cấu như sau:



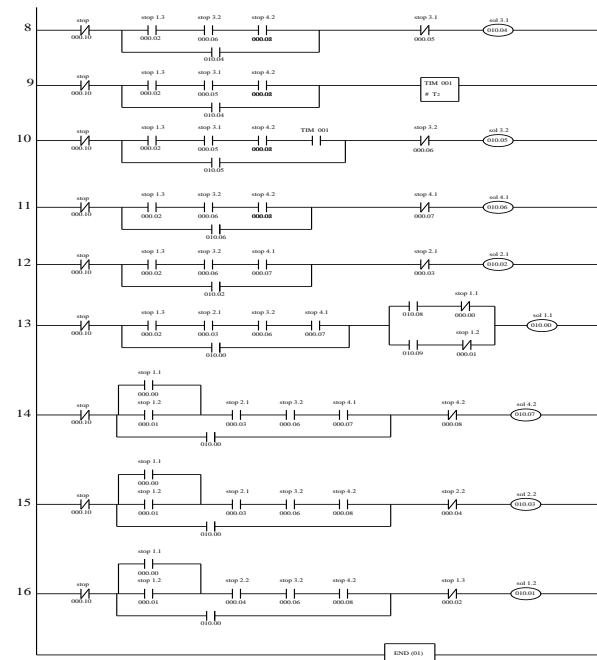
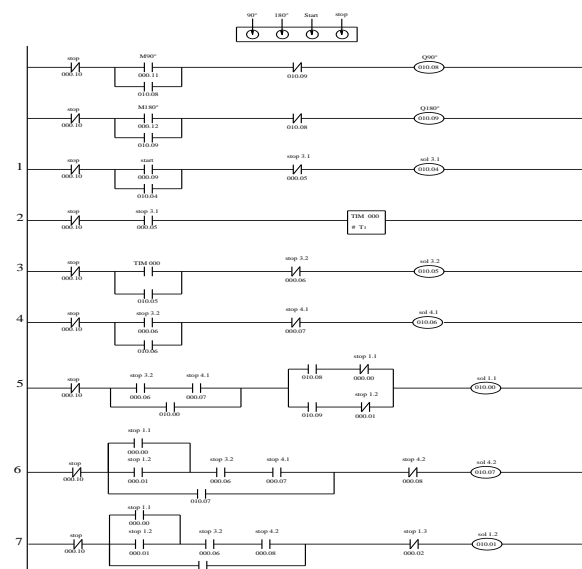
**Hình 12. Trạng thái làm việc của các cơ cấu chấp hành**

Từ bảng trạng thái trên thiết lập bảng chân lý của các cơ cấu chấp hành.

**Bảng 5. Bảng chân lý các cơ cấu chấp hành**

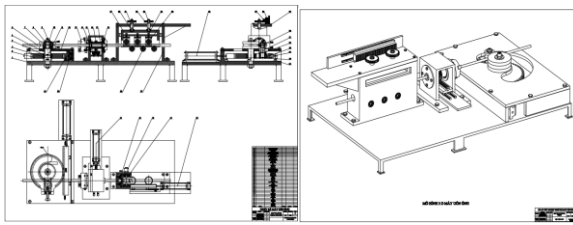
TT	Đầu Vào								Đầu Ra							
	000.00 000.01	000.02	000.03	000.04	000.05	000.06	000.07	000.08	010.00	010.01	010.02	010.03	010.04	010.05	010.06	010.07
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
5	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
8	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
9	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
11	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
12	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
13	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
14	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
16	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0

Từ bảng chân lý trên thiết kế được mạch điều khiển cho các cơ cấu chấp hành như sau:



### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Kết quả



Hình 12. Bản vẽ thiết kế máy uốn ống

Đề tài nghiên cứu tính toán và thiết kế mô hình sản phẩm máy uốn ống thu được các kết quả như sau:

- So sánh, lựa chọn phương án và tính toán, thiết kế mô hình máy uốn ống với kích thước từ  $\phi 10$  đến  $\phi 30$ .
- Thiết kế hệ thống điều khiển khí nén cho máy uốn ống nhằm nâng cao mức độ tự động hóa.

#### 3.2. Thảo luận

Hiện nay, với nhu cầu ngày càng tăng về xây dựng dân dụng, giao thông..., có tới hơn 100000 chủng loại thép định hình, ống, dẹt... được uốn theo nhiều kiểu hoa văn đa

dạng, phong phú và số lượng ống này thay đổi từng ngày. Các chủng loại máy uốn ống khá đa dạng từ bằng tay, đến động cơ rồi đến NC hay CNC với khả năng có thể uốn ống với nhiều bán kính khác nhau với độ chính xác và năng suất rất cao.

### 4. KẾT LUẬN

Thép ống ngày càng trở nên cần thiết và được ứng dụng rộng rãi trong sản xuất công nghiệp và xây dựng dân dụng. Để tạo ra những mẫu mã đẹp và đáp ứng được nhu cầu của công nghiệp và dân dụng thì máy uốn ống cần được tăng cường mức độ tự động hóa sao cho đạt năng suất và chất lượng cao nhưng vẫn phải đảm bảo tính thẩm mỹ và đa dạng của sản phẩm.

Máy uốn ống đề tài tính toán thiết kế đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật và công năng. Máy uốn được các loại ống thép với kích thước từ  $\phi 10$  đến  $\phi 30$  với độ dày ống uốn từ 1 đến 2 mm. Máy sử dụng hệ thống điều khiển khí nén cho phép uốn tự động và có khả năng uốn các loại ống hình không gian.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đặng Việt Cường, Nguyễn Nhật Thăng, Nhữ Phương Mai, *Sức bền vật liệu*, Tập 1, 2, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2002.
- [2] Đinh Bá Trụ, *Lý thuyết biến dạng dẻo kim loại*, NXB Giáo dục, 2000.
- [3] Trịnh Chắt, Lê Văn Uyển, *Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí*, NXB Giáo dục năm 2003.
- [4] Nguyễn Ngọc Phương, *Hệ thống điều khiển bằng khí nén*, NXB Giáo dục, 2010.

---

Thông tin liên hệ: **Nguyễn Tuấn Hưng**

Điện thoại: 0963486807 - Email: nthung@uneti.edu.vn

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp.



