

# Tính toán, thiết kế hệ thống truyền động thủy lực cho thiết bị phục vụ công tác kiểm tra bề mặt dưới cầu do Việt Nam chế tạo

■ **TS. NGUYỄN VĂN THUYỀN**

*Trường Đại học Giao thông vận tải*

■ **ThS. VŨ THỊ PHƯƠNG**

*Trường Đại học Kinh tế kỹ thuật công nghiệp*

**TÓM TẮT:** Bài báo trình bày các thao tác làm việc của thiết bị phục vụ công tác kiểm tra bề mặt dưới cầu do Việt Nam chế tạo. Tính toán, thiết kế hệ thống truyền động thủy lực (TĐTL) cho thiết bị và lựa chọn các phần tử thủy lực cho hệ thống.

**TỪ KHÓA:** Thiết bị kiểm tra bề mặt dưới cầu, hệ thống truyền động thủy lực, phần tử thủy lực.

**ABSTRACT:** The article presents the working operations of the under bridge inspection equipment made in Vietnam. Calculation and design of hydraulic system for equipment and selection of hydraulic components for the system.

**KEYWORDS:** Under bridge inspection equipment, hydraulic system, hydraulic components.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việc tính toán, thiết kế hệ thống TĐTL cho thiết bị phục vụ công tác kiểm tra bề mặt dưới cầu do Việt Nam chế tạo là một việc làm cần thiết không thể thiếu được trong quá trình tính toán, thiết kế và chế tạo thiết bị. Hệ thống TĐTL này bao gồm: hệ thống dựng dàn đứng, hệ thống nâng hạ sàn công tác, hệ thống quay sàn công tác, hệ thống thu - đẩy sàn kéo dài, hệ thống ổn định cho bộ công tác và chốt hãm thủy lực. Trong khuôn khổ của bài báo, tác giả sử dụng các thông số đầu vào [1] như: lực đẩy trên xi-lanh, mô-men quay của động cơ thủy lực, vận tốc chuyển động của xi-lanh và động cơ để tính toán và thiết kế hệ thống TĐTL cho thiết bị.

## 2. NỘI DUNG

### 2.1. Giới thiệu sơ đồ cấu tạo và nguyên lý làm việc của thiết bị

#### 2.1.1. Sơ đồ cấu tạo của thiết bị

Sơ đồ cấu tạo của thiết bị được giới thiệu trên Hình 2.1.



1 - Xe cơ sở; 2 - Cơ cấu giữ ổn định cho bộ công tác; 3 - Hộp kết nối; 4 - Cơ cấu dựng dàn đứng; 5 - Chốt hãm thủy lực; 6 - Dàn đứng; 7 - Móc cầu; 8 - Cơ cấu quay sàn công tác; 9 - Cơ cấu nâng hạ sàn công tác; 10 - Sàn công tác; 11 - Cơ cấu thu - đẩy sàn kéo dài; 12 - Sàn kéo dài

**Hình 2.1: Sơ đồ cấu tạo của thiết bị**

\* Các thông số làm việc của thiết bị:

- Chiều rộng sàn công tác: 0,8 m;
- Chiều sâu kiểm tra tính từ mặt cầu đến sàn công

tác: 4,0 m;

- Chiều dài sàn thao tác (gồm sàn công tác và sàn kéo dài): 7,0 m;

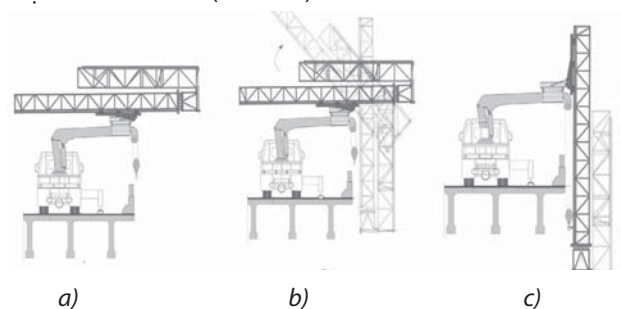
- Tải trọng tối đa đặt trên sàn thao tác: 200 kG;

- Khả năng quay sàn công tác: 180 độ;

- Khả năng nâng hạ (gập) sàn công tác: 90 độ

#### 2.1.2. Nguyên lý làm việc của thiết bị

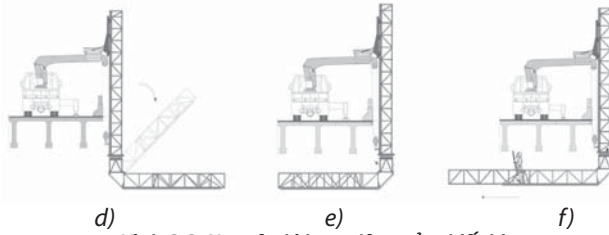
Nguyên lý làm việc của thiết bị được thực hiện lần lượt theo các bước (thao tác) như sau:



a)

b)

c)



Hình 2.2: Nguyên lý hoạt động của thiết bị

Bước 1: Vận chuyển bộ công tác của thiết bị bằng xe cơ sở (xe tải cầu) đến công trường, tiến hành lắp ráp bộ công tác vào xe cơ sở và đưa thiết bị vào vị trí để chuẩn bị thực hiện các thao tác tiếp theo (Hình 2.2a).

Bước 2: Dựng dàn đứng cùng với sàn công tác, sàn kéo dài lên một góc 90 độ vuông góc với mặt cầu (Hình 2.2b).

Bước 3: Hạ dàn đứng cùng với sàn công tác, sàn kéo dài xuống độ sâu yêu cầu (Hình 2.2c).

Bước 4: Hạ sàn công tác và sàn kéo dài vuông góc với dàn đứng (Hình 2.2d).

Bước 5: Quay sàn công tác và sàn kéo dài vào gầm cầu (Hình 2.2e).

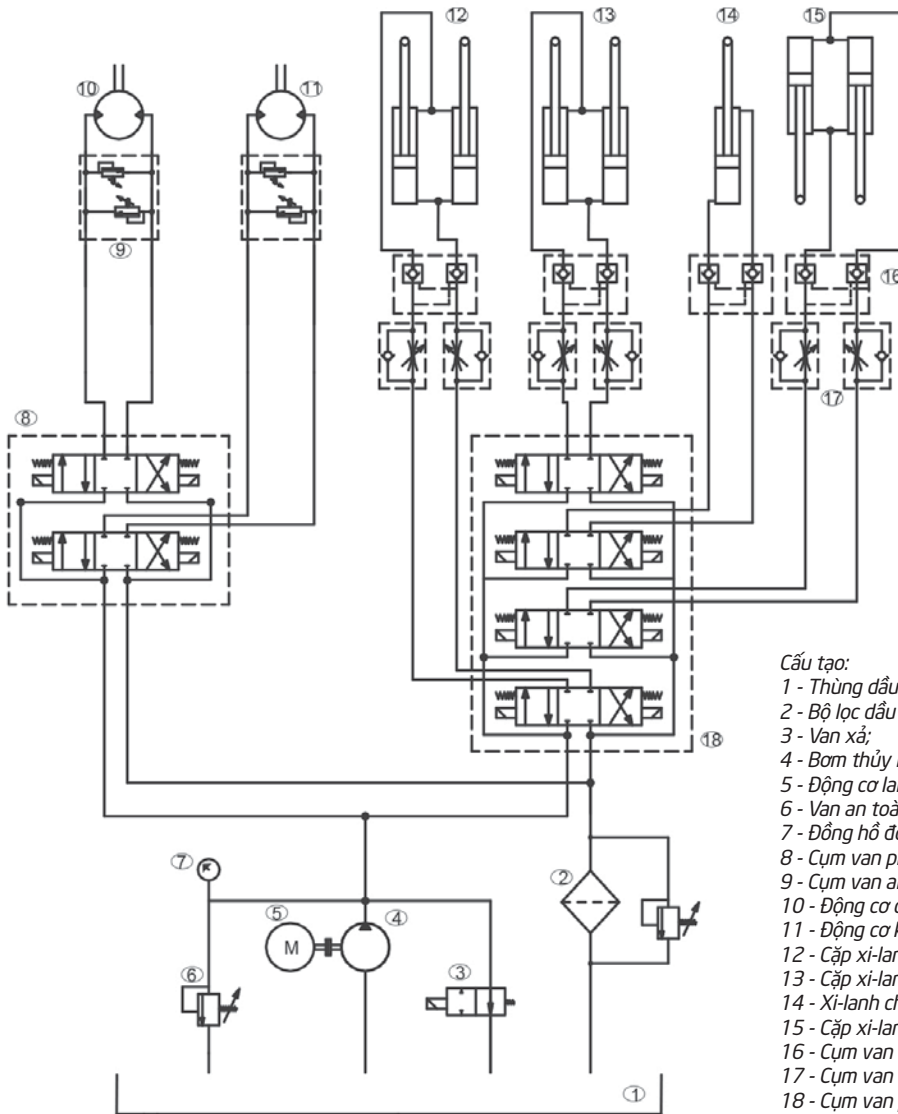
Bước 6: Đẩy sàn kéo dài ra đến vị trí yêu cầu (Hình 2.2f).

Sau khi thực hiện xong 6 bước ở trên, người cùng thiết bị đi xuống sàn chính và sàn kéo dài qua dàn đứng để tiến hành công tác kiểm tra hoặc sửa chữa cầu. Để kiểm tra các vị trí khác trong cùng một khoang làm việc, xe cơ sở di chuyển từ vị trí kiểm tra này sang vị trí kiểm tra khác với tốc độ khoảng 5 km/giờ. Khi bộ công tác bị vướng các cột đèn chiếu sáng mặt cầu thì phải thu bộ công tác lại, để thoát khỏi vị trí của cột đèn. Quá trình thu bộ công tác lại được thực hiện theo thứ tự ngược lại các bước từ 5 đến 1.

**2.2. Tính toán, thiết kế hệ thống TĐTL của thiết bị**

**2.2.1. Xây dựng mạch thủy lực cho thiết bị**

Từ các thao tác làm việc của thiết bị nêu trên Hình 2.2, tiến hành xây dựng mạch thủy lực cho thiết bị (Hình 2.3).



- Cấu tạo:
- 1 - Thùng dầu thủy lực;
  - 2 - Bộ lọc dầu thủy lực;
  - 3 - Van xả;
  - 4 - Bơm thủy lực;
  - 5 - Động cơ lai bơm;
  - 6 - Van an toàn tổng;
  - 7 - Đồng hồ đo áp suất;
  - 8 - Cụm van phân phối điều khiển động cơ thủy lực;
  - 9 - Cụm van an toàn nhánh;
  - 10 - Động cơ quay sàn công tác;
  - 11 - Động cơ kéo - đẩy sàn kéo dài;
  - 12 - Cặp xi-lanh dựng dàn đứng;
  - 13 - Cặp xi-lanh giữ ổn định bộ công tác;
  - 14 - Xi-lanh chốt dàn đứng;
  - 15 - Cặp xi-lanh nâng hạ sàn công tác;
  - 16 - Cụm van một chiều;
  - 17 - Cụm van tiết lưu;
  - 18 - Cụm van phân phối điều khiển các xi-lanh thủy lực.

Hình 2.3: Hệ thống TĐTL của thiết bị

2.2.2. Tính toán các thông số của mạch thủy lực

Thông số đầu vào [1]: được thể hiện trên Bảng 2.1.

Bảng 2.1. Các thông số đầu vào khi tính toán thiết kế hệ thống TĐTL

TT	Thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị tính
<b>I Cơ cấu dựng dàn đứng</b>				
1	Lực tác dụng của xi-lanh thủy lực để dựng dàn đứng	$T_d$	1872	kG
2	Tốc độ quay của cơ cấu dựng dàn đứng	$n_d$	1	vòng/phút
<b>II Cơ cấu nâng hạ sàn công tác</b>				
1	Lực tác dụng của xi-lanh thủy lực để nâng sàn công tác	$T_s$	1873	kG
2	Tốc độ quay của cơ cấu nâng sàn công tác	$n_s$	1	vòng/phút
<b>III Cơ cấu quay sàn công tác</b>				
1	Mô-men cần thiết để quay được sàn công tác một góc 180°	$M_q$	94,65	kG.m
2	Tốc độ quay sàn công tác	$n_q$	1	vòng/phút
<b>IV Cơ cấu thu đẩy sàn kéo dài</b>				
1	Mô-men cần thiết để thu - đẩy sàn kéo dài	$M_{kd}$	1,4	kG.m
2	Tốc độ thu - đẩy sàn công tác	$V_{kd}$	0,5	mét/phút

Các công thức được sử dụng để xác định các thông số làm việc của hệ thống TĐTL trên thiết bị phục vụ công tác kiểm tra bề mặt dưới cầu [2], như sau:

Bảng 2.2. Các thông số làm việc của hệ thống và công thức tính toán

TT	Thông số	Công thức tính
1	Áp suất làm việc của hệ TĐTL cơ cấu i có xi-lanh thủy lực	$P_i = \frac{T_i}{\eta_t \cdot F_{xii}}$
2	Áp suất làm việc của hệ TĐTL cơ cấu j có mô-tơ thủy lực	$P_j = \frac{M_j}{\eta_t \cdot q_j}$
3	Diện tích khoang làm việc của xi-lanh (xi-lanh đẩy)	$F_i = \frac{\pi \cdot D_i^2}{4}$
4	Diện tích khoang hồi của xi-lanh (xi-lanh kéo)	$F_i = \frac{\pi \cdot (D_i^2 - d_i^2)}{4}$
5	Lưu lượng làm việc của xi-lanh thủy lực i	$Q_i = \frac{m_i \cdot V_i \cdot F_i}{\eta_l}$
6	Lưu lượng làm việc của động cơ thủy lực j	$Q_j = \frac{m_j \cdot n_j \cdot q_j}{\eta_l}$

Trong đó:  $F_i$  - Diện tích làm việc của xi-lanh thủy lực i;  $T_i$  - Lực tác dụng lên xi-lanh thủy lực i;  $M_j$  - Mô-men quay của động cơ thủy lực j;  $D_i$  - Đường kính pít-tông của xi-lanh thủy lực i;  $d_i$  - Đường kính của cán pít-tông thủy lực i;  $Q_i$  - Lưu lượng làm việc của xi-lanh thủy lực i;  $q_j$  - Lưu lượng riêng của động cơ thủy lực j;  $Q_j$  - Lưu lượng làm việc của động cơ thủy lực j;  $p_i$  - Áp suất làm việc của xi-lanh thủy lực i;  $p_j$  - Áp suất làm việc của động cơ thủy lực j;  $m_i$  - Số lượng xi-lanh thủy lực làm việc đồng thời;  $m_j$  - Số lượng động cơ thủy lực làm việc đồng thời;  $V_i$  - Vận tốc chuyển động của xi-lanh thủy lực i;  $n_i$  - Vận tốc quay của động cơ thủy lực j;  $\eta_t, \eta_l$  - Hiệu suất thủy lực và hiệu suất lưu lượng của hệ TĐTL các cơ cấu;  $\eta_t = 0,92$ ;  $\eta_l = 0,95$ .

Từ các biểu thức nêu trên, tiến hành tính toán các thông số của hệ thống TĐTL, sau khi tính toán thu được bảng kết quả dưới đây:

Bảng 2.3. Kết quả tính toán các cơ cấu dựng dàn đứng; nâng hạ và quay sàn công tác, thu - đẩy sàn kéo dài

TT	Thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị tính
<b>I Cơ cấu dựng dàn đứng</b>				
1	Hành trình làm việc của xi-lanh	$H_d$	500	mm
2	Đường kính của pít-tông	$D_d$	63	mm
3	Đường kính cán pít-tông	$d_d$	50	mm
4	Áp suất làm việc lớn nhất	$p_d$	88,2	kG/cm <sup>2</sup>
5	Lưu lượng làm việc lớn nhất	$Q_d$	6,5	lít/phút
<b>II Cơ cấu nâng hạ sàn công tác</b>				
1	Hành trình làm việc của xi-lanh	$H_s$	650	mm
2	Đường kính của pít-tông	$D_s$	63	mm
3	Đường kính cán pít-tông	$d_s$	50	mm
4	Áp suất làm việc lớn nhất	$p_s$	71,2	kG/cm <sup>2</sup>
5	Lưu lượng làm việc lớn nhất	$Q_s$	6,5	lít/phút
<b>III Cơ cấu quay sàn công tác</b>				
1	Lưu lượng tiêu thụ riêng của động cơ thủy lực	$q_d$	16,1	cc/vòng
2	Lưu lượng của bơm thủy lực cần cung cấp cho động cơ quay sàn công tác	$Q_q$	2,46	lít/phút
3	Áp suất làm việc	$p_q$	26,9	kG/cm <sup>2</sup>
<b>IV Cơ cấu thu - đẩy sàn kéo dài</b>				
1	Lưu lượng tiêu thụ riêng của động cơ thủy lực	$q_{kd}$	12,9	cc/vòng
2	Lưu lượng của bơm thủy lực cần cung cấp cho động cơ thu - đẩy sàn kéo dài	$Q_{kd}$	1,29	lít/phút
3	Áp suất làm việc	$p_{kd}$	72,49	kG/cm <sup>2</sup>

Cơ cấu giữ ổn định cho dàn đứng và chốt hãm thủy lực: Lực tác dụng lên các cơ cấu này rất nhỏ, do đó chọn thông số cho các cơ cấu này như bảng dưới đây.

**Bảng 2.4. Kết quả lựa chọn các cơ cấu ổn định cho dàn đứng và chốt hãm thủy lực**

TT	Tên thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
<b>I</b>	<b>Xi-lanh thủy lực giữ ổn định cho dàn đứng</b>			
1	Hành trình làm việc của xi-lanh	$H_d$	300	mm
2	Đường kính của pít-tông	$D_d$	80	mm
3	Đường kính cán pít-tông	$d_d$	56	mm
<b>II</b>	<b>Chốt hãm thủy lực</b>			
1	Hành trình làm việc của xi-lanh	$H_d$	200	mm
2	Đường kính của pít-tông	$D_d$	63	mm
3	Đường kính cán pít-tông	$d_d$	45	mm

Nhìn vào kết quả tính toán ở trên thấy rằng: Để đáp ứng được khả năng làm việc của tất cả các cơ cấu, cần chọn áp suất làm việc lớn nhất của hệ thống:  $p = 100 \text{ kg/cm}^2$ , lưu lượng làm việc lớn nhất:  $Q = 7 \text{ lít/phút}$ . Với các thông số này, có thể lựa chọn các bộ nguồn thủy lực W80D-24V (Đài Loan), HPU2.2 (Trung Quốc)... cho hệ thống.

### 3. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày các thao tác làm việc của thiết bị, từ đó xây dựng mạch thủy lực cho hệ thống và tính toán các thông số của xi-lanh và động cơ thủy lực cho các cơ cấu công tác (Bảng 2.3 và 2.4). Kết quả tính toán cho thấy, với áp suất làm việc:  $100 \text{ kg/cm}^2$ , lưu lượng làm việc:  $7 \text{ lít/phút}$ , sẽ đảm bảo yêu cầu kỹ thuật của hệ thống. Các bộ nguồn thủy lực có thể sử dụng cho hệ thống: W80D-24V (Đài Loan), HPU2.2 (Trung Quốc).

#### Tài liệu tham khảo

- [1]. Lê Quý Thủy, Báo cáo tổng kết đề tài NCKH cấp Bộ GTVT, mã số DT203028.
- [2]. Vũ Thanh Bình, Nguyễn Đăng Điệm (1999), *Truyền động máy xây dựng và xếp dỡ*, NXB. GTVT.
- [3]. Đỗ Hữu Tuấn, Nguyễn Văn Thuyên, Lê Quý Thủy, Nguyễn Văn Thịnh (10/2020), *Tính toán, thiết kế bộ công tác của thiết bị phục vụ kiểm tra bề mặt dưới cầu*, Báo cáo Hội thảo khoa học - Viện Khoa học và công nghệ GTVT.

**Ngày nhận bài: 10/5/2021**

**Ngày chấp nhận đăng: 02/6/2021**

**Người phản biện: TS. Nguyễn Đình Tứ**

**TS. Đoàn Văn Tú**