

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 13500-2:2022

ISO 21573-2:2020

Xuất bản lần 1

**MÁY VÀ THIẾT BỊ XÂY DỰNG – BƠM BÊ TÔNG –
PHẦN 2: QUY TRÌNH KIỂM TRA CÁC THÔNG SỐ
KỸ THUẬT**

*Building construction machinery and equipment – Concrete pumps —
Part 2: Procedure for examination of technical parameters*

HÀ NỘI – 2022

Mục lục

Trang

Lời nói đầu.....	4
Lời giới thiệu.....	5
1 Phạm vi áp dụng.....	7
2 Tài liệu viện dẫn.....	7
3 Thuật ngữ và định nghĩa.....	7
4 Thử nghiệm sự vận hành của bơm.....	7
5 Các thông số tổng thể.....	8
6 Đặc tính bơm.....	15
7 Chiều cao của phễu nạp liệu.....	25
8 Đặc tính của bơm nước.....	26
9 Đặc tính làm việc của cần phân phối bê tông.....	27
10 Đặc tính làm việc của chân chống.....	33
Phụ lục A (tham khảo) Năng suất lý thuyết và áp suất phân phối của bơm rô to.....	41

TCVN 13500-2:2022

Lời nói đầu

TCVN 13500-2:2022 hoàn toàn tương đương ISO 21573-2:2020.

TCVN 13500-2:2022 do Trường Đại học Xây dựng biên soạn, Bộ Xây dựng đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Lời giới thiệu

Bộ TCVN 13500 “Máy và thiết bị xây dựng – Bơm bê tông” bao gồm các phần sau:

Phần 1: Thuật ngữ và đặc tính thương mại;

Phần 2: Quy trình kiểm tra các thông số kỹ thuật.

Phần 1 của bộ tiêu chuẩn này áp dụng cho các máy bơm bê tông được sử dụng tại các công trường xây dựng để vận chuyển hỗn hợp bê tông. Tiêu chuẩn này cung cấp các thuật ngữ, định nghĩa và đặc tính kỹ thuật trong thương mại của các máy bơm bê tông. Các hình vẽ trong Phụ lục A nêu ra các ví dụ về cấu tạo hiện có của một số máy bơm bê tông và nguyên lý hoạt động của chúng.

Phần 2 của bộ tiêu chuẩn này quy định quy trình và yêu cầu kiểm tra các thông số kỹ thuật của máy bơm bê tông.

Máy và thiết bị xây dựng – Bơm bê tông –

Phần 2: Quy trình kiểm tra các thông số kỹ thuật

Building construction machinery and equipment – Concrete pumps —

Part 2: Procedure for examination of technical parameters

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định quy trình và các yêu cầu kiểm tra các thông số kỹ thuật của máy bơm bê tông mới xuất xưởng kiểu pít tông và kiểu rô to như được định nghĩa trong TCVN 13500-1:2022 (ISO 21573-1).

Tiêu chuẩn này áp dụng cho các loại máy bơm bê tông cố định hoặc di động (có hoặc không có cần phân phối).

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố, áp dụng phiên bản mới nhất bao gồm cả bổ sung và sửa đổi (nếu có).

TCVN 13500-1:2022 (ISO 21573-1), *Máy và thiết bị xây dựng – Bơm bê tông – Phần 1: Thuật ngữ và đặc tính thương mại.*

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ, định nghĩa nêu trong TCVN 13500-1:2022 (ISO 21573-1) và các thuật ngữ, định nghĩa sau:

3.1

Bơm rô to một con lăn (single-roller rotary pump)

Bơm bê tông kiểu rô to đẩy hỗn hợp bê tông đi nhờ ép một ống đàn hồi bằng một con lăn quay.

3.2

Bơm rô to hai con lăn (double-roller rotary pump)

Bơm bê tông kiểu rô to đẩy hỗn hợp bê tông đi nhờ ép một ống đàn hồi giữa hai con lăn quay.

3.3

Thiết bị chứa, trộn và cấp bê tông (concrete storage, mixing and feeding device)

Thiết bị khuấy và xả bê tông hoặc vữa.

3.4

Khoảng cách chân chống (outrigger span)

Khoảng cách thực tế giữa tâm các chân chống liền kề được mở rộng hoàn toàn hoặc khoảng cách theo chiều dài thực trên mặt phẳng tham chiếu.

4 Thử nghiệm vận hành bơm

TCVN 13500-2:2022

Các nội dung dưới đây được đo hoặc thử nghiệm:

- a) Các thông số tổng thể;
- b) Đặc tính của bơm;
- c) Chiều cao nạp liệu của phễu;
- c) Đặc tính làm việc của bơm nước;
- d) Đặc tính làm việc của cần phân phối;
- e) Đặc tính làm việc của chân chống.

5 Các thông số tổng thể

5.1 Khối lượng vận hành

5.1.1 Điều kiện đo

Đo khối lượng của máy bơm bê tông trong các điều kiện sau:

- Bơm bê tông hoạt động ở trạng thái đầy tải nhất và tất cả các hệ thống đều hoạt động;
- Bao gồm tất cả các thiết bị tiêu chuẩn tuân theo thông số kỹ thuật của nhà sản xuất;
- Người lái xe có khối lượng 75 kg;
- Bình nhiên liệu đầy;
- Đầy đủ nước sạch, dung dịch làm mát, bôi trơn và hệ thống thủy lực;
- Khi xe đứng yên ổn định, tắt động cơ, chuyển tay số về số 0 và nhả phanh;
- Việc cân khối lượng máy phải được thực hiện trong điều kiện phanh của xe được nhả ra, vì lý do an toàn, ít nhất chặn 2 bánh xe bằng gối chặn.

5.1.2 Thiết bị đo và yêu cầu về độ chính xác

Máy được cân bằng thiết bị có độ chính xác 0,5 %.

5.1.3 Quy trình đo

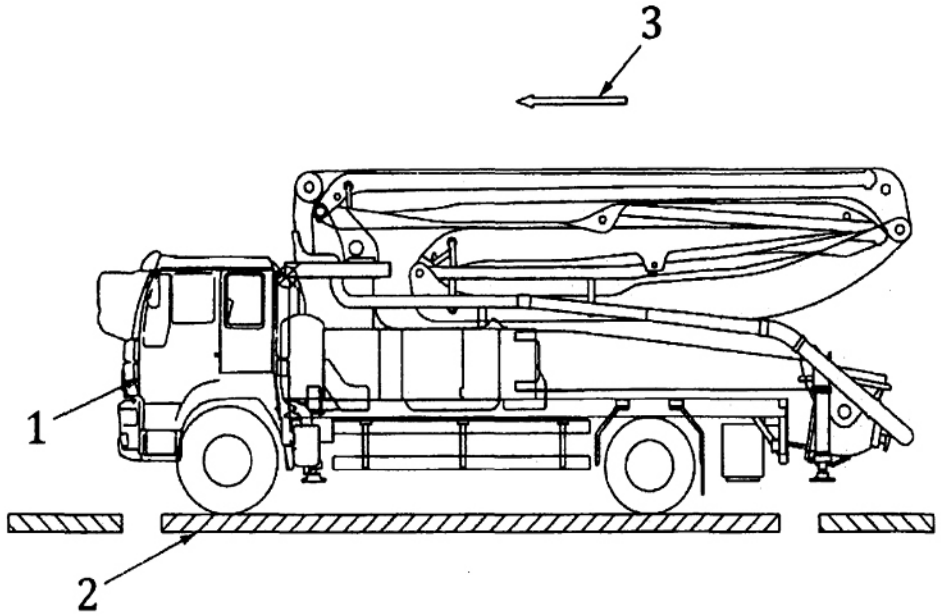
5.1.3.1 Phương pháp đo

Bệ cân phải đủ lớn để chứa tất cả các chân tựa của máy cùng một lúc.

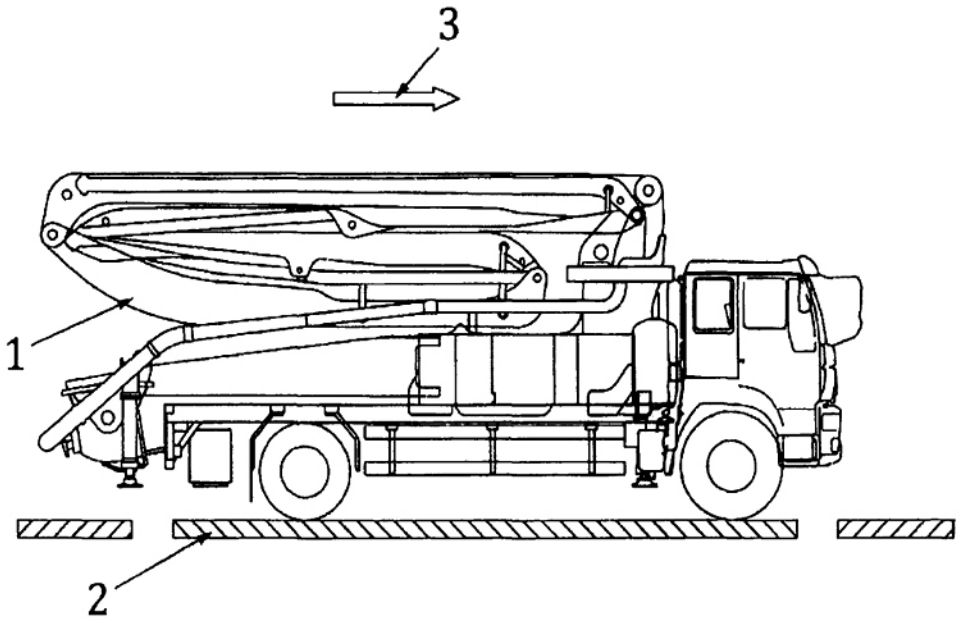
Lối vào bệ cân phải ngang bằng với bệ cân.

Đo khối lượng vận hành như Hình 1.

- a) Lái máy bơm bê tông với tốc độ thấp từ một hướng vào bệ cân, dừng lại và cân khối lượng G'.
- b) Quay ngược xe lại, lái xe lên bệ cân từ chiều ngược lại, dừng lại và cân khối lượng G''.



a) Đo khối lượng lần 1



b) Đo khối lượng lần 2

CHÚ DẪN

- 1 Máy bơm bê tông;
- 2 Bệ cân;
- 3 Hướng di chuyển;

Hình 1 - Sơ đồ đo khối lượng máy bơm bê tông

TCVN 13500-2:2022

5.1.3.2 Phương pháp tính

Khối lượng của máy bơm bê tông tính theo công thức (1):

$$G_0 = \frac{G'_0 + G''_0}{2} - (G_1 - 75) \quad (1)$$

Trong đó:

- G_0 Khối lượng của máy bơm bê tông, tính bằng kilôgam (kg);
- G'_0, G''_0 Khối lượng của máy bơm bê tông được cân bằng cách đưa nó lên trên bệ cân theo hai hướng khác nhau, tính bằng kilôgam (kg);
- G_1 Khối lượng thực tế của người lái xe, tính bằng kilôgam (kg).

Ghi kết quả đo vào Bảng 1.

Bảng 1 – Kết quả đo – Khối lượng của máy bơm bê tông

Ngày đo		Nơi đo			
Kiểu máy bơm bê tông		Số sê ri			
Thiết bị	Cân				Ghi chú
Đặc điểm	Thông số	Giá trị đo	Thông số	Giá trị tính toán	
Khối lượng vận hành	G'_0		G_0		
	G''_0				
	G_1				

5.2 Kích thước tổng thể

5.2.1 Điều kiện đo

Đo kích thước tổng thể của máy bơm bê tông trong điều kiện sau:

- Trên mặt nền cứng và bằng phẳng;
- Ở trạng thái không hoạt động (cần phân phối gập lại và không hạ chân chống);
- Các bánh xe hướng thẳng về phía trước;
- Áp suất lốp theo yêu cầu;
- Các cửa ca bin, mui xe, các khung cơ sở và nắp phễu đều đóng;
- Ăng ten vô tuyến thu lại;
- Không có biển số xe nhưng có khung của biển số xe.

5.2.2 Thiết bị đo và yêu cầu về độ chính xác

Sử dụng thước dây hoặc dụng cụ tương đương có độ chính xác ± 1 mm.

5.2.3 Quy trình đo

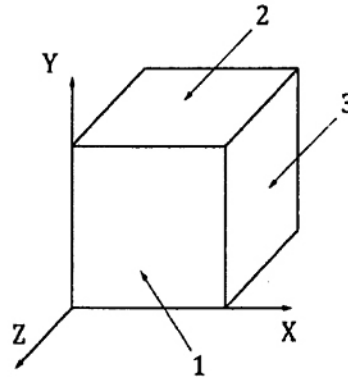
5.2.3.1 Quy định chung

Phép đo phải được thực hiện trong các mặt phẳng ảo đứng và ngang không bị xuyên qua. Đo chiều dài tổng thể, chiều rộng tổng thể, chiều cao tổng thể và chiều dài cơ sở của một số loại máy bơm bê tông như Hình 3, Hình 4 và Hình 5. Ghi lại các giá trị đo trong Bảng 2, Bảng 3 và Bảng 4.

a) Đặt máy bơm bê tông ở khu vực bằng phẳng. Máy ở chế độ vận chuyển hoặc di chuyển theo quy định của nhà sản xuất.

b) Máy bơm bê tông được đặt giữa hai mặt phẳng ảo không bị xuyên qua. Di chuyển các mặt phẳng ảo càng gần nhau càng tốt sao cho chúng không bị xuyên qua. Ngoại trừ một số bộ phận được phép xuyên qua mặt phẳng ảo, không có bộ phận nào của bơm bê tông được phép xuyên qua nó. Các mặt phẳng được xác định như trong Hình 2.

c) Kết quả đo nhận được là khoảng cách giữa hai mặt phẳng song song.



CHÚ DẪN

X	Trục X;
Y	Trục Y;
Z	Trục Z;
1	Mặt phẳng XY;
2	Song song với mặt phẳng XZ;
3	Song song với mặt phẳng YZ.

Hình 2 - Định nghĩa các mặt phẳng

5.2.3.2 Chiều dài tổng thể

- Xác định mặt phẳng XY gần nhất với mặt trước và mặt sau của máy;
- Kết quả đo nhận được là khoảng cách giữa hai mặt phẳng song song;
- Ghi lại giá trị là chiều dài tổng thể L của máy, tính bằng milimét (mm).

5.2.3.3 Chiều rộng tổng thể

- Xác định mặt phẳng YZ gần nhất ở bên trái và bên phải của máy, không bao gồm các bộ phận nhô ra sau: Gương chiếu hậu, đèn báo bên hông, tấm chắn bùn mềm linh hoạt;
- Kết quả đo nhận được là khoảng cách giữa hai mặt phẳng song song;
- Ghi lại giá trị là chiều rộng tổng thể W của máy, tính bằng milimét (mm).

5.2.3.4 Chiều cao tổng thể

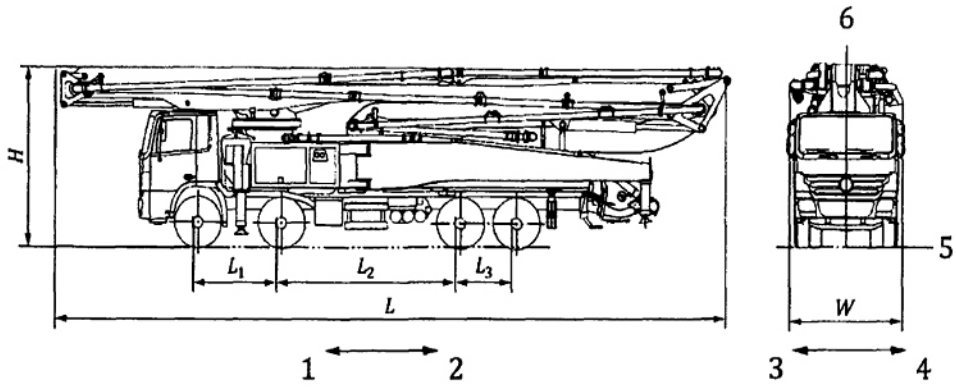
- Xác định mặt phẳng XZ gần nhất từ đỉnh của máy tới mặt đất;
- Kết quả đo nhận được là khoảng cách giữa hai mặt phẳng song song;
- Ghi lại giá trị là chiều cao tổng thể H của máy, tính bằng milimét (mm).

5.2.3.5 Chiều dài cơ sở

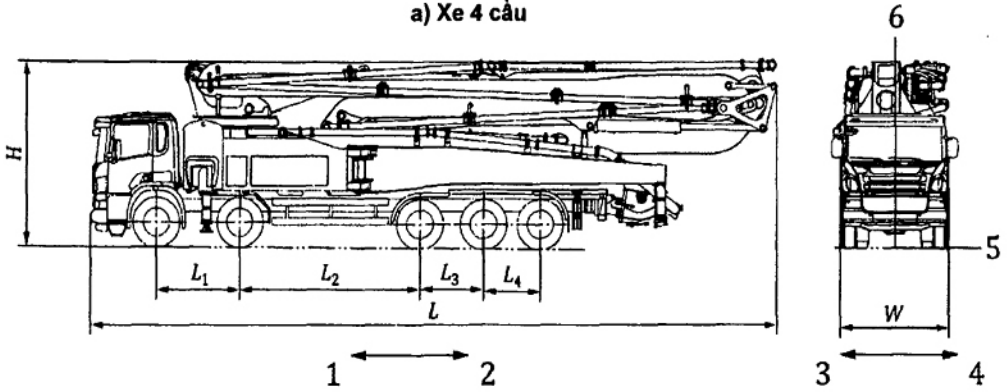
a) Xác định mặt phẳng XY đi qua tâm của hai trục bánh xe liền kề nhau. Đo khoảng cách giữa hai mặt phẳng.

Đối với mặt phẳng XY đi qua các đường tâm, đánh dấu trên mặt đất để thuận tiện cho việc đo.

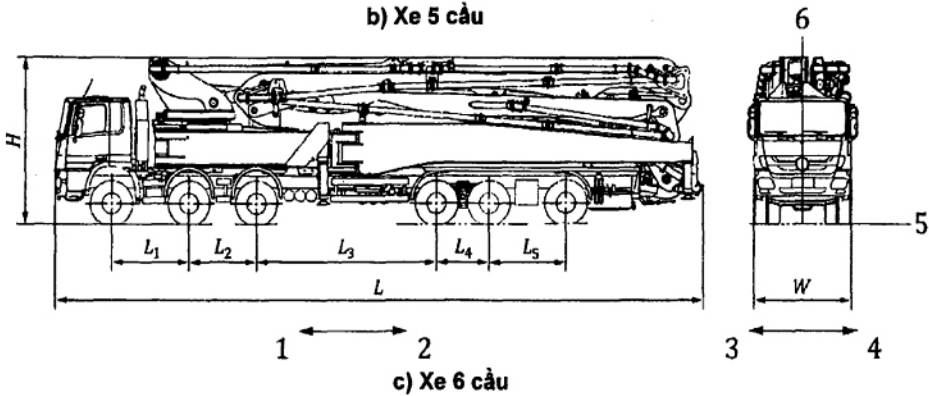
b) Ghi lại các giá trị chiều dài cơ sở L_1, L_2, L_3, L_4, L_5 của máy, tính bằng milimét (mm).



a) Xe 4 cầu



b) Xe 5 cầu

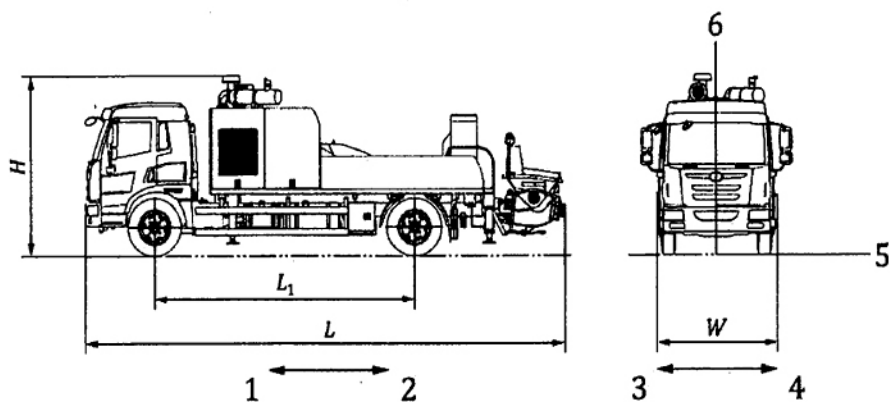


c) Xe 6 cầu

CHÚ DẪN

- | | | | |
|----------------|--|---|---------------|
| L | Chiều dài tổng thể của máy; | 1 | Phía trước; |
| W | Chiều rộng tổng thể của máy; | 2 | Phía sau; |
| H | Chiều cao tổng thể của máy; | 3 | Bên phải; |
| L ₁ | Chiều dài cơ sở giữa trục 1 và trục 2 của máy; | 4 | Bên trái; |
| L ₂ | Chiều dài cơ sở giữa trục 2 và trục 3 của máy; | 5 | Mặt phẳng XZ; |
| L ₃ | Chiều dài cơ sở giữa trục 3 và trục 4 của máy; | 6 | Mặt phẳng YZ. |
| L ₄ | Chiều dài cơ sở giữa trục 4 và trục 5 của máy; | | |
| L ₅ | Chiều dài cơ sở giữa trục 5 và trục 6 của máy. | | |

Hình 3 - Kích thước tổng thể của bơm bê tông lắp trên xe tải có cần phân phối

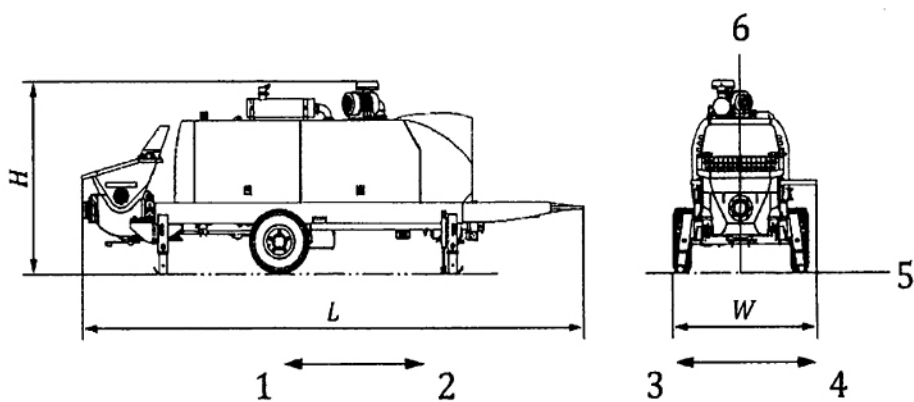


CHÚ DẪN

- L Chiều dài tổng thể của máy;
 W Chiều rộng tổng thể của máy;
 H Chiều cao tổng thể của máy;
 L₁ Chiều dài cơ sở giữa trục 1 và trục 2 của máy.

- 1 Phía trước;
 2 Phía sau;
 3 Bên phải;
 4 Bên trái;
 5 Mặt phẳng XZ;
 6 Mặt phẳng YZ.

Hình 4 - Kích thước tổng thể của bơm bê tông lắp trên xe tải để kết nối với đường ống vận chuyển



CHÚ DẪN

- L Chiều dài tổng thể của máy;
 W Chiều rộng tổng thể của máy;
 H Chiều cao tổng thể của máy.

- 1 Phía trước;
 2 Phía sau;
 3 Bên phải;
 4 Bên trái;
 5 Mặt phẳng XZ;
 6 Mặt phẳng YZ.

Hình 5 - Kích thước tổng thể của bơm bê tông kéo theo

Bảng 2 – Báo cáo kết quả đo – Kích thước tổng thể của bơm bê tông lắp trên xe tải

Ngày đo		Nơi đo		
Kiểu máy bơm bê tông		Số sê ri		
Đặc tính		Giá trị đo	Đơn vị	Ghi chú
Kích thước tổng thể	Chiều dài tổng thể, L		mm	
	Chiều rộng tổng thể, W		mm	
	Chiều cao tổng thể, H		mm	
	L ₁ - Chiều dài cơ sở giữa trục 1 và trục 2 của máy		mm	
	L ₂ - Chiều dài cơ sở giữa trục 2 và trục 3 của máy		mm	
	L ₃ - Chiều dài cơ sở giữa trục 3 và trục 4 của máy		mm	
	L ₄ - Chiều dài cơ sở giữa trục 4 và trục 5 của máy		mm	
	L ₅ - Chiều dài cơ sở giữa trục 5 và trục 6 của máy		mm	

Bảng 3 – Báo cáo kết quả đo - Kích thước tổng thể của bơm bê tông lắp trên xe tải để kết nối với đường ống vận chuyển

Ngày đo		Nơi đo		
Kiểu máy bơm bê tông		Số sê ri		
Đặc tính		Giá trị đo	Đơn vị	Ghi chú
Kích thước tổng thể	Chiều dài tổng thể, L		mm	
	Chiều rộng tổng thể, W		mm	
	Chiều cao tổng thể, H		mm	
	Chiều dài cơ sở		mm	

Bảng 4 – Báo cáo kết quả đo - Kích thước tổng thể của bơm bê tông kéo theo

Ngày đo		Nơi đo		
Kiểu máy bơm bê tông		Số sê ri		
Đặc tính		Giá trị đo	Đơn vị	Ghi chú
Kích thước tổng thể	Chiều dài tổng thể, L		mm	
	Chiều rộng tổng thể, W		mm	
	Chiều cao tổng thể, H		mm	

6 Đặc tính bơm

6.1 Bơm pít tông

6.1.1 Năng suất bơm

6.1.1.1 Quy định chung

Năng suất thể tích của bơm bê tông được biểu thị bằng năng suất bơm lý thuyết.

Năng suất bơm lý thuyết được tính theo công thức (2):

$$Q_{th} = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times S_t \times n \times 6 \times 10^{-8} \quad (2)$$

Trong đó:

Q_{th} Năng suất bơm lý thuyết, tính bằng mét khối trên giờ (m^3/h);

D Đường kính xi lanh bơm bê tông, tính bằng milimét (mm);

S_t Hành trình của pít tông bơm bê tông, tính bằng milimét (mm);

n Số hành trình đẩy của pít tông bơm trong một phút (min^{-1}), bao gồm thời gian tăng tốc, giảm tốc và thời gian đóng mở hệ thống van.

Năng suất bơm thực tế có liên quan tới hiệu suất thể tích η_v và phương pháp đo được xác định trong 6.1.1.2 và 6.1.1.5.

6.1.1.2 Điều kiện đo

Năng suất bơm thực tế của máy bơm bê tông được đo trong điều kiện sau:

- Trên nền bằng phẳng và chắc chắn, đáp ứng các yêu cầu về bơm và khả năng di chuyển của xe;
- Không có mưa hoặc tuyết;
- Nhiệt độ từ $0^\circ C$ đến $40^\circ C$.

6.1.1.3 Thiết bị đo và yêu cầu về độ chính xác

TCVN 13500-2:2022

Thiết bị đo phải đáp ứng các yêu cầu sau:

- Đồng hồ bấm giờ có độ chính xác đến 0,1 %;
- Cân điện tử có độ chính xác $\pm 0,5$ g với khối lượng từ 5 kg đến 20 kg;
- Cảm biến cân có độ chính xác 1 % với phạm vi $> 1\,500$ kg;
- Thiết bị cân bê tông phải chứa được ít nhất 10 chu kỳ bơm;
- Thiết bị chứa, trộn và phểu xả bê tông;
- Đường ống phân phối bê tông;
- Thiết bị tái chế bê tông.

6.1.1.4 Chuẩn bị đo

a) Đổ bê tông có độ sụt từ 18 cm đến 21 cm. Một ví dụ về cấp phối bê tông được khuyến cáo nêu trong Bảng 5.

Bảng 5 – Báo cáo kết quả đo – Ví dụ về cấp phối bê tông

Cốt liệu	Yêu cầu vật liệu	Định lượng vật liệu trong 1 m ³ bê tông (kg/m ³)
Xi măng	Xi măng poóc lăng 42.5 R	330
Nước	Nước sạch	166
Cát	Cát tự nhiên (không dưới 80 % khối lượng cốt liệu mịn < 2,5 mm)	900
Tổng hợp	Cốt liệu mịn (cát): 5 mm đến 20 mm Cốt liệu thô (sỏi): 20 mm đến 40 mm	1 080
Phụ gia	Tro xỉ	80
Phụ gia	Chất giảm nước	6

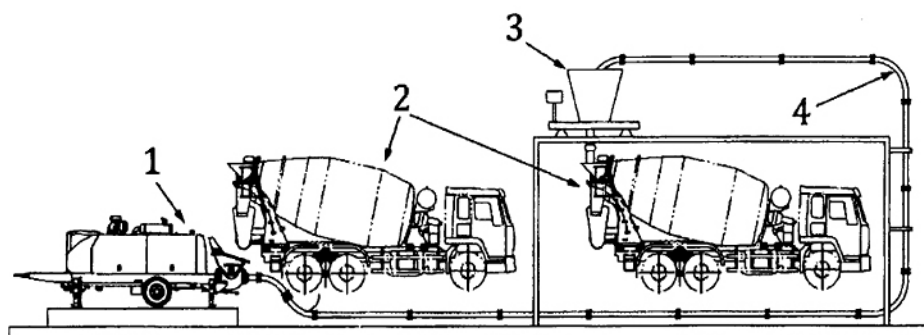
b) Thiết lập hệ thống đo như Hình 6.

- Mở rộng các chân chống của máy bơm bê tông ra đến trạng thái làm việc; phểu của máy bơm bê tông đặt nằm dưới phểu xả của thiết bị chứa, trộn và cấp bê tông.

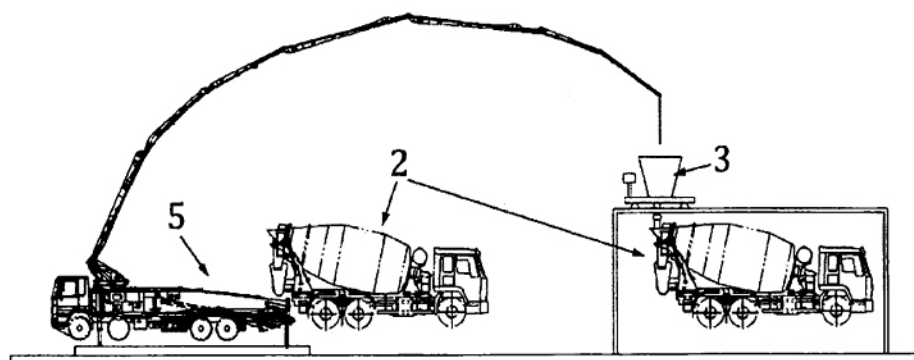
- Đối với bơm bê tông không có cần phân phối, nối cửa xả của nó với đường ống dẫn bê tông và đặt đầu kia của ống dẫn lên trên phểu của thiết bị cân, như Hình 6a). Hệ thống đường ống phải có chiều dài nằm ngang là 52,5 m, cao 7 m và đường kính trong là 125 mm. Kích thước đường ống được thể hiện trong Bảng 6.

- Đối với bơm bê tông có cần phân phối, duỗi hoàn toàn cần phân phối theo dạng vòng cung và đặt miệng xả ở phía trên phểu của thiết bị cân, theo phương đứng có chiều cao 7 m, như Hình 6b).

CHÚ THÍCH 1: Hình 6 cho thấy có thể sử dụng thiết bị chứa, trộn và cấp bê tông bằng xe chở bê tông hoặc thiết bị khuấy tự.



a) Bơm bê tông không có cần phân phối



b) Bơm bê tông có cần phân phối

CHÚ DẪN

- 1 Bơm bê tông không có cần phân phối
- 2 Thiết bị chứa, trộn và cấp bê tông
- 3 Thiết bị cân
- 4 Hệ thống đường ống dẫn bê tông
- 5 Bơm bê tông có cần phân phối

Hình 6 – Hệ thống xác định năng suất bơm thực tế

Bảng 6 – Báo cáo kết quả đo – Kích thước đường ống phân phối

Kiểu	Đường kính trong danh nghĩa (mm)	Thông số (mm)	Số lượng	Ghi chú
Ống thẳng	125	3 000 (Dài)	10	
Ống thẳng	125	2 000 (Dài)	8	
Ống thẳng	125	1 000 (Dài)	6	
Ống cong 90°	125	R 500 (Bán kính)	10	
Ống chuyển	125	1 000	1	Kiểu kết nối phụ thuộc vào cửa ra của máy bơm bê tông

CHÚ THÍCH 2: Kiểu, đường kính, thông số và số lượng liệt kê trong Bảng 6 chỉ là ví dụ, có thể được điều chỉnh tùy theo môi

TCVN 13500-2:2022

trường đo.

- c) Đầu tiên bơm vữa để làm ướt hoàn toàn đường ống. Sau đó tiếp tục bơm cho đến khi xả hết vữa.
- d) Nạp vật liệu vào thiết bị chứa, trộn và cấp bê tông, khuấy vật liệu một cách đồng nhất.
- e) Lấy một mẫu bê tông dùng cho máy bơm bê tông để đo khối lượng riêng của bê tông trong 3 lần, lấy giá trị trung bình và ghi vào Bảng 7.
- f) Kiểm tra và hiệu chỉnh thiết bị đo để đảm bảo đặc tính và độ lệch đáp ứng các yêu cầu về độ chính xác trong 6.1.1.3.

6.1.1.5 Quy trình đo

6.1.1.5.1 Phương pháp đo

- a) Thiết bị chứa, trộn và cấp bê tông bắt đầu quay theo chiều xả để cấp bê tông vào phễu của máy bơm bê tông được đo.
- b) Sau khi phễu gần đầy bê tông, máy bơm bê tông được đo bắt đầu bơm và đưa bê tông của đường ống vào thiết bị cân.
- c) Sau khi cân gần đầy bê tông, thiết bị chứa, trộn và cấp bê tông ngừng xả bê tông, đồng thời máy bơm bê tông ngừng bơm nhưng phễu và đường ống dẫn vẫn đầy bê tông.
- d) Thiết bị chứa, trộn và cấp bê tông bắt đầu quay theo chiều ngược lại ở chế độ trộn; mở cửa xả của thiết bị cân, xả toàn bộ bê tông trong thiết bị cân sang thiết bị chứa, trộn và cấp bê tông. Đóng cửa xả thiết bị cân. Tiếp tục cho thiết bị chứa, trộn và cấp bê tông quay trong 3 min để duy trì độ đồng nhất của bê tông;
- e) Trước khi bắt đầu bơm lại, ghi thông số trọng lượng ban đầu của thiết bị cân vào Bảng 7.
- g) Thiết lập bước điều chỉnh năng suất và khởi động máy bơm (đối với máy bơm có thể điều chỉnh được, đo năng suất bơm ở các mức 20 %, 40 %, 60 %, 80 % và 100 %. Đối với máy bơm không điều chỉnh được, đo năng suất 100 %). Cho thiết bị chứa, trộn và cấp bê tông quay theo chiều xả để cấp bê tông đồng thời khởi động đồng hồ bấm giờ.
- h) Sau tối thiểu 10 chu kì hoặc vòng quay, ngừng bơm, đồng thời cho thiết bị chứa, trộn và cấp bê tông ngừng quay, dừng đồng hồ bấm giờ, ghi lại thời gian bơm vào Bảng 7.
- i) Sau khi cân, ghi lại khối lượng đo vào Bảng 7.
- k) Cho thiết bị chứa, trộn và cấp bê tông quay theo chiều ngược lại ở chế độ trộn. Mở cửa xả của thiết bị cân, xả toàn bộ bê tông trong thiết bị cân sang thiết bị chứa, trộn và cấp bê tông. Đóng cửa xả thiết bị cân. Tiếp tục cho thiết bị chứa, trộn và cấp bê tông quay trong 3 min để duy trì độ đồng nhất của bê tông;
- l) Lặp lại bước e) đến k) trong mỗi điều kiện bơm, đo liên tục 3 lần.

6.1.1.5.2 Phương pháp tính

- a) Tính toán năng suất bơm thực tế theo công thức (3):

$$Q_a = \frac{G}{\rho \times t} \times 60 \quad (3)$$

Trong đó:

- Q_a : Năng suất bơm thực tế, tính bằng mét khối trên giờ (m^3/h);
- G : Khối lượng bê tông, tính bằng kilôgam (kg);
- ρ : Khối lượng riêng của bê tông (kg/m^3);
- t : Thời gian bơm, tính bằng phút (min).

- b) Ghi kết quả đo năng suất bơm thực tế vào Bảng 7 và tính giá trị trung bình 3 lần đo trong từng điều kiện bơm. Giá trị trung bình của 3 lần đo sẽ là năng suất bơm thực tế của bơm trong điều kiện bơm đó.

- c) Tính hiệu suất thể tích theo công thức (4):

$$\eta_v = \frac{Q_a}{Q_{th}} \times 100\% \quad (4)$$

Trong đó:

η_v : Hiệu suất thể tích;

Q_a : Năng suất bơm thực tế trong từng điều kiện bơm, tính bằng mét khối trên giờ (m^3/h);

Q_{th} : Năng suất lý thuyết, tính bằng mét khối trên giờ (m^3/h).

Bảng 7 – Báo cáo kết quả đo – Năng suất thực tế

Ngày đo				Nơi đo			
Kiểu máy bơm bê tông				Số sê ri			
Bước điều chỉnh năng suất bơm	Thời gian đo, t (min)	Khối lượng của thiết bị cân (kg)		Khối lượng bê tông, G (kg)	Khối lượng riêng bê tông, p (kg/m^3)	Năng suất bơm thực tế, Q (m^3/h)	
		Trước khi bơm	Sau khi bơm			Kết quả mỗi lần đo	Giá trị trung bình
20 %	1						
	2						
	3						
40 %	1						
	2						
	3						
60 %	1						
	2						
	3						
80 %	1						
	2						
	3						
100 %	1						
	2						
	3						

6.1.2 Áp suất bê tông

6.1.2.1 Điều kiện đo

Đo áp suất vận chuyển trong các điều kiện sau:

- Việc chạy thử đã kết thúc, bơm bê tông có thể hoạt động bình thường;
- Nhiệt độ từ $0^\circ C$ đến $40^\circ C$.

6.1.2.2 Thiết bị đo và yêu cầu về độ chính xác

Thiết bị đo phải như sau:

- a) Đồng hồ đo áp suất có độ chính xác $\pm 0,2 MPa$;
- b) Lắp một van chặn nhỏ để chặn đường ống dẫn bê tông. Van này phải được thiết kế chịu được áp suất lớn nhất của máy bơm bê tông.

6.1.2.3 Chuẩn bị đo

- a) Thiết lập hệ thống đo như Hình 7.

- Chặn đường ống dẫn bê tông của máy bơm. Đảm bảo van giảm áp ở điểm cao nhất của đường ống dẫn bê tông. Tránh hình thành túi khí.

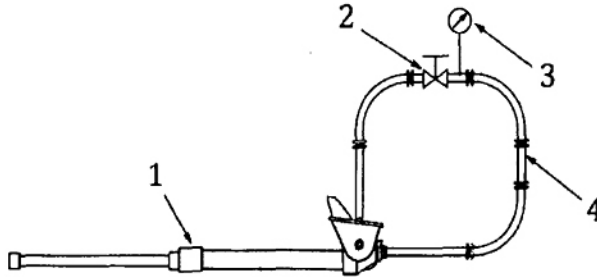
- Kết nối bằng đường ống từ van xả đến phễu tiếp nhận.

- b) Đảm bảo nguồn năng lượng của máy bơm bê tông để phát được công suất tối đa.

- c) Bắt đầu bơm và đổ đầy nước vào phễu tiếp nhận và hệ thống ống dẫn bê tông.

TCVN 13500-2:2022

d) Hút toàn bộ không khí ra khỏi hệ thống đường ống dẫn bằng cách luân chuyển nước qua đường ống dẫn bê tông.



CHÚ DẪN

- 1 Máy bơm bê tông
- 2 Van giảm áp nhỏ
- 3 Đồng hồ đo áp suất
- 4 Hệ thống đường ống vận chuyển

Hình 7 – Hệ thống đo áp suất vận chuyển

6.1.2.4 Quy trình đo

- a) Mở van giảm áp và bắt đầu bơm nước.
- b) Điều chỉnh van giảm áp theo chiều đóng cho đến khi hệ thống thủy lực chuyển sang chế độ giảm áp. Áp lực nước không thể tăng lên được nữa khi máy bơm bê tông bơm nước qua van giảm áp.
- c) Điều chỉnh nguồn năng lượng thay đổi mỗi phút hoặc cài đặt đầu ra của máy bơm để tăng áp lực nước.
- d) Ghi lại áp lực nước lớn nhất p_D vào Bảng 8.
- e) Lặp lại 3 lần, lấy giá trị trung bình và ghi giá trị vào Bảng 8, Bảng 9.

Bảng 8 – Báo cáo kết quả đo – Áp suất đường ống dẫn bê tông

Ngày đo		Nơi đo			
Kiểu máy bơm bê tông		Số sê ri			
Đặc tính		Giá trị đo	Giá trị trung bình	Đơn vị	Ghi chú
Áp suất phân phối bê tông p_D	Lần 1			MPa	
	Lần 2			MPa	
	Lần 3			MPa	

Bảng 9 – Báo cáo kết quả đo – Đặc tính của máy bơm bê tông

Ngày đo		Nơi đo		
Kiểu máy bơm bê tông		Số sê ri		
Đặc tính		Giá trị đo	Đơn vị	Ghi chú
Máy bơm bê tông	Tốc độ quay tối đa của bơm thủy lực		min^{-1}	
	Áp suất vận chuyển bê tông		MPa	p_D
	Số hành trình đẩy tối đa của pit tông bơm bê tông trong một phút		min^{-1}	n

Bảng 9 Báo cáo kết quả đo – Đặc tính của máy bơm bê tông (Tiếp theo)

Ngày đo		Nơi đo		
Kiểu máy bơm bê tông		Số sê ri		
Đặc tính		Giá trị đo	Đơn vị	Ghi chú
Máy bơm bê tông	Đường kính xi lanh bơm bê tông		mm	D
	Hành trình pít tông của xi lanh bơm bê tông		mm	S_t
	Đường kính xi lanh thủy lực		mm	d_1
	Đường kính cán pít tông thủy lực		mm	d_2
	Thể tích công tác		m^3	$q = \frac{\pi \times D^2}{4} \times \frac{S_t}{10^9}$
	Năng suất bơm lý thuyết lớn nhất		m^3/h	$Q_{th,max}$
	Hiệu suất thể tích (mở 100%)			$\eta_v = \frac{Q_a}{Q_{th}} \times 100\%$
	Công suất hệ thống thủy lực		kW	

6.2 Bơm rô to**6.2.1 Bơm rô to một con lăn (xem A.1)****6.2.1.1 Năng suất bơm**

a) Tính năng suất bơm theo công thức (5):

$$V_1 = 2 \times r_5 \times \alpha \times \pi \times \frac{\phi^2}{4}$$

$$r_5 = r_2 + \frac{\phi}{2}$$

$$\alpha = \cos^{-1} \left[\frac{(r_1^2 + r_5^2 - r_3^2)}{(2 \times r_1 \times r_5)} \right] \times \frac{\pi}{180}$$

$$q = \frac{(2 \times \pi \times r_5 \times \pi \times \phi^2)}{4} - (2 \times V_1)$$

$$Q_{th,max} = 60 \times N \times q \times 10^{-9} \quad (5)$$

b) Ghi các kết quả tính toán vào Bảng 10.

6.2.1.2 Áp suất vận chuyển

a) Tính áp suất bơm của bơm rô to một con lăn theo công thức (6):

$$p_1 = \frac{T}{\sin \beta_1 \times \frac{r_1}{10^3}}$$

$$\beta_1 = \frac{(2\pi \times X_G)}{(2\pi \times r_3)}$$

$$X_G = \frac{4 \times a}{3\pi}$$

$$\begin{aligned}
 a &= \sqrt{r_4^2 + (r_3 \times \cos \theta)^2} \\
 r_4 &= r_3 \times (1 - \sin \theta) \\
 \theta &= \cos^{-1} \left[\frac{(r_1^2 + r_3^2 - r_2^2)}{2 \times r_1 \times r_3} \right] \times \frac{\pi}{180} - \frac{\pi}{2} \\
 r_2 &= r_p - \phi - t \\
 r_3 &= r_0 + t \\
 S &= \frac{\pi}{2} \times a \times b \\
 b &= \frac{1}{4} \times (\pi \times \phi) \\
 p_{th,max} &= \frac{p_1}{S}
 \end{aligned} \tag{6}$$

Trong đó:

- a Bán trục dài của vùng tiếp xúc nửa elíp, tính bằng milimét (mm);
- b Bán trục ngắn của vùng tiếp xúc nửa elíp, tính bằng milimét (mm);
- N Tốc độ quay của rô to, tính bằng vòng trên phút (min^{-1});
- p_1 Tải trọng tạo áp suất bên trong, tính bằng newton (N);
- $p_{th,max}$ Áp suất đầu ra, tính bằng mega pascal (MPa);
- $Q_{th,max}$ Năng suất bơm lý thuyết, tính bằng mét khối trên giờ (m^3/h);
- q Thể tích vận chuyển trong một vòng quay của rô to, tính bằng milimét khối trên vòng (mm^3/r);
- r_0 Bán kính của con lăn, tính bằng milimét (mm);
- r_1 Khoảng cách giữa tâm bơm đến tâm con lăn, tính bằng milimét (mm);
- r_2 Khoảng cách giữa tâm bơm và điểm tiếp xúc bên trong giữa rô to và ống, tính bằng milimét (mm);
- r_3 Khoảng cách giữa điểm tiếp xúc bên trong của con lăn với ống và tâm con lăn, tính bằng milimét (mm);
- r_4 Khoảng cách vuông góc từ điểm tiếp xúc bên trong của con lăn với ống đến đường tâm bơm, tính bằng milimét (mm);
- r_5 Khoảng cách giữa tâm bơm và đường tâm ống, tính bằng milimét (mm);
- r_p Bán kính của tâm bơm đến bề mặt của miếng đệm, tính bằng milimét (mm);
- S Diện tích giả định của vùng tiếp xúc của ống và con lăn, tính bằng milimét vuông (mm^2);
- T Mô men xoắn của rô to, tính bằng newton mét (Nm);
- t Chiều dày của ống bơm, tính bằng milimét (mm);
- V_1 Thể tích bên trong của ống được nén bằng con lăn, tính bằng milimét khối (mm^3);
- X_G Trọng tâm vùng tiếp xúc giả định nửa elíp của ống và con lăn tính bằng milimét (mm);
- α Góc trung tâm được tạo bởi con lăn dùng để tính V_1 , tính bằng radian (rad);
- β_1 Góc giữa p_1 và p_0 , tính bằng radian (rad);
- ϕ Đường kính trong của ống bơm, tính bằng milimét (mm);

θ Góc giữa r_3 và r_4 , tính bằng radian (rad);

Xem A.1.

b) Ghi kết quả áp suất vận chuyển vào Bảng 10.

Bảng 10 – Báo cáo kết quả đo – Máy bơm bê tông (bơm rô to một con lăn)

Ngày đo		Nơi đo		
Kiểu máy bơm bê tông		Số sê ri		
Đặc tính		Giá trị đo	Đơn vị	Ghi chú
Máy bơm bê tông	Tốc độ quay của bơm thủy lực		min ⁻¹	
	Áp suất thủy lực khi không tải		MPa	p_n
	Áp suất thủy lực lớn nhất (đóng van)		MPa	p_r
	Tốc độ quay của rô to		min ⁻¹	N
	Khoảng cách giữa tâm bơm và đường tâm của ống		mm	r_s
	Đường kính trong của ống bơm		mm	ϕ
	Thể tích bên trong của ống được nén bằng con lăn		mm ³	V_1
	Thể tích đầu ra trong một vòng quay của rô to		m ³	$q = \frac{(2 \times \pi \times r_s \times \pi \times \phi^2)}{4} - (2 \times V_1)$
	Tải trọng tạo áp suất bên trong		N	p_1
	Diện tích giả định của vùng tiếp xúc giữa ống và con lăn		mm ²	S
	Áp suất đầu ra lý thuyết lớn nhất		MPa	$p_{th,max} = \frac{p_1}{S}$
Năng suất bơm lý thuyết lớn nhất		m ³ /h	$Q_{th,max} = 60 \times N \times q \times 10^{-9}$	

6.2.2 Bơm rô to hai con lăn (xem A.2)

6.2.2.1 Năng suất bơm

a) Tính năng suất bơm theo công thức (7):

$$V_1 = 2 \times r_3 \times \theta \times \pi \times \frac{\phi^2}{4}$$

$$r_3 = r_0 + t$$

$$\theta = \cos^{-1} \left[\frac{r_3 - \phi}{r_3} \right] \times \frac{\pi}{180}$$

$$q = \frac{(2 \times \pi \times r_s \times \pi \times \phi^2)}{4} - 2 \times V_1$$

$$Q_{th,max} = 60 \times N \times q \times 10^{-9} \quad (7)$$

b) Ghi các kết quả tính toán năng suất bơm vào Bảng 11.

6.2.2.2 Áp suất vận chuyển

a) Tính áp suất vận chuyển của bơm rô to hai con lăn theo công thức (8):

$$\begin{aligned}
 p_1 &= \frac{T}{2 \times \sin \beta_1 \times \frac{r_1}{10^3}} \\
 \beta_1 &= \frac{2 \times \pi \times X_G}{2 \times \pi \times r_3} \\
 X_G &= \frac{4 \times a}{3\pi} \\
 a &= \sqrt{2 \times r_3^2 \times (1 - \cos \theta)} \\
 \theta &= \cos^{-1} \left(\frac{r_3 - \phi}{r_3} \right) \times \frac{\pi}{180} \\
 r_3 &= r_0 + t \\
 S &= \frac{\pi}{2} \times a \times b \\
 b &= \frac{1}{4} \times \pi \times \phi \\
 p_{th,max} &= \frac{p_1}{S}
 \end{aligned} \tag{8}$$

Trong đó:

- a Bán trục dài của vùng tiếp xúc nửa elíp, tính bằng milimét (mm);
- b Bán trục ngắn của vùng tiếp xúc nửa elíp, tính bằng milimét (mm);
- N Tốc độ quay của rô to, tính bằng vòng trên phút (min^{-1});
- p_1 Tải trọng tạo áp suất bên trong, tính bằng newton (N);
- $p_{th,max}$ Áp suất đầu ra, tính bằng mega pascal (MPa);
- $Q_{th,max}$ Năng suất bơm lý thuyết, tính bằng mét khối trên giờ (m^3/h);
- q Thể tích vận chuyển trong một vòng quay của rô to, tính bằng milimét khối trên vòng (mm^3/r);
- r_0 Bán kính của con lăn, tính bằng milimét (mm);
- r_1 Khoảng cách giữa tâm bơm đến tâm con lăn, tính bằng milimét (mm);
- r_3 Khoảng cách giữa điểm tiếp xúc bên trong của con lăn và tâm con lăn, tính bằng milimét (mm);
- r_s Khoảng cách giữa tâm bơm và đường tâm ống, tính bằng milimét (mm);
- S Diện tích giả định của vùng tiếp xúc của ống và con lăn, tính bằng milimét vuông (mm^2);
- T Mô men xoắn của rô to, tính bằng newton mét (Nm);
- t Chiều dày của ống bơm, tính bằng milimét (mm);
- V_1 Thể tích bên trong của ống được nén bởi con lăn, tính bằng milimét khối (mm^3);
- X_G Trọng tâm của vùng tiếp xúc nửa elíp của ống và con lăn, tính bằng milimét (mm);
- β_1 Góc giữa p_1 và p_0 , tính bằng radian (rad);
- ϕ Đường kính trong của ống bơm, tính bằng milimét (mm);
- θ Góc giữa r_3 và p_0 , tính bằng radian (rad).

b) Ghi kết quả tính toán áp suất bơm vào Bảng 11.

Xem A.2.

Bảng 11 – Báo cáo kết quả đo – Bơm bê tông (bơm rô to hai con lăn)

Ngày đo		Nơi đo		
Kiểu máy bơm bê tông		Số sê ri		
Đặc tính		Giá trị đo	Đơn vị	Ghi chú
Máy bơm bê tông	Tốc độ quay của bơm thủy lực		min ⁻¹	
	Áp suất thủy lực khi không tải		MPa	p _n
	Áp suất thủy lực lớn nhất (đóng van)		MPa	p _r
	Tốc độ quay của rô to		min ⁻¹	N
	Khoảng cách giữa tâm bơm và đường tâm của ống		mm	r _s
	Đường kính trong của ống bơm		mm	φ
	Thể tích bên trong của ống được nén bằng con lăn		mm ³	V ₁
	Thể tích đầu ra trong một vòng quay của rô to		m ³	$q = \frac{(2 \times \pi \times r_s \times \pi \times \phi^2)}{4} - (2 \times V_1)$
	Tải trọng tạo áp suất bên trong		N	p ₁
	Diện tích giả định của vùng tiếp xúc giữa ống và con lăn		mm ²	S
	Áp suất đầu ra lý thuyết lớn nhất		MPa	$p_{th,max} = \frac{p_1}{S}$
	Năng suất bơm lý thuyết lớn nhất		m ³ /h	$Q_{th,max} = 60 \times N \times q \times 10^{-9}$

7 Chiều cao của phễu nạp liệu**7.1 Điều kiện đo**

Đo chiều cao của phễu nạp liệu trong các điều kiện sau:

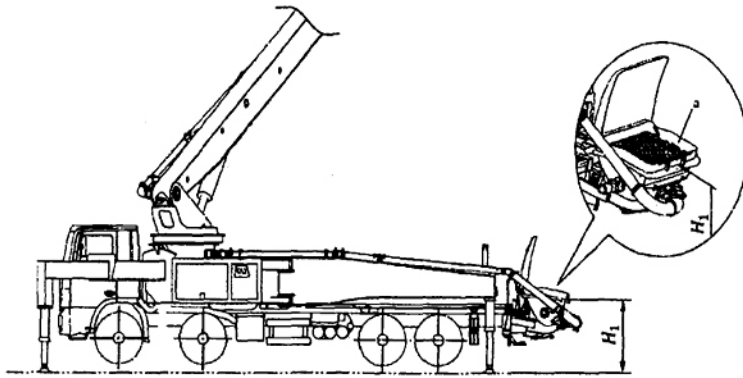
- Trên nền cứng và bằng phẳng;
- Mở rộng hoàn toàn các chân chống sau đó nâng xe lên đến trạng thái làm việc theo nhà sản xuất quy định để thực hiện được đầy đủ các chức năng;
- Trên một đường vuông góc với mặt phẳng tựa (XZ) và song song với mặt phẳng đối xứng dọc (YZ) của máy;
- Các bộ phận cứng ở mép sau của phễu nạp liệu không bao gồm các bộ phận có thể biến dạng hoặc dịch chuyển được dưới tác dụng của ngoại lực, chẳng hạn như tấm cao su.

7.2 Thiết bị đo và yêu cầu về độ chính xác

Sử dụng thước dây hoặc dụng cụ tương đương có độ chính xác ±1 mm.

7.3 Quy trình đo

- a) Đo chiều cao giữa bề mặt phần cứng mép sau phễu nạp liệu và nền như trong Hình 8.
- b) Ghi kết quả đo chiều cao của phễu nạp liệu H₁ vào Bảng 12.



^a Màng cao su (mềm và có thể dịch chuyển)

Hình 8 – Chiều cao phễu nạp liệu

Bảng 12 – Báo cáo kết quả đo – Chiều cao phễu nạp của máy bơm bê tông

Ngày đo		Nơi đo	
Kiểu máy bơm bê tông		Số sê ri	
Đặc tính	Giá trị đo	Đơn vị	Ghi chú
Chiều cao phễu nạp liệu, H_1		mm	

8 Đặc tính làm việc của bơm nước

8.1 Điều kiện đo

Xác định đặc tính của bơm nước theo điều kiện dưới đây:

- Thiết bị được cung cấp bởi nhà sản xuất.

8.2 Thiết bị đo và yêu cầu về độ chính xác

Thiết bị đo phải đáp ứng các yêu cầu sau:

- a) Áp kế nước có độ chính xác $\pm 0,2$ MPa;
- b) Đồng hồ đo lưu lượng nước có độ chính xác đến 0,1 %.

8.3 Quy trình đo

8.3.1 Giảm áp của hệ thống nước

Khởi động máy bơm nước và để máy chạy bình thường, đóng đường ống dẫn nước của máy bơm bằng cách đóng hoàn toàn van tiết lưu đã được lắp trên đường ống. Đo áp suất nước, ghi giá trị vào Bảng 13.

8.3.2 Nước đầu ra không tải

Mở hết van tiết lưu, đo áp lực nước và lưu lượng đầu ra của máy bơm nước, ghi các giá trị vào Bảng 13.

Bảng 13 – Báo cáo kết quả đo – Bơm nước của máy bơm bê tông

Ngày đo		Nơi đo	
Kiểu máy bơm bê tông		Số sê ri	
Đặc tính		Giá trị đo	Đơn vị
Bơm nước	Đóng van	Áp suất nước	MPa
	Không tải	Lưu lượng	dm ³ (l)/min
		Áp suất nước	MPa
		Ghi chú	

9 Đặc tính làm việc của cần phân phối bê tông

9.1 Điều kiện đo

Xác định đặc tính làm việc của cần phân phối bê tông trong các điều kiện sau:

- Vận hành hệ thống chân chống và cần phân phối bê tông để kiểm tra kết cấu và chức năng liên quan có bình thường không;
- Trên nền cứng vững và bằng phẳng;
- Nhiệt độ hệ thống thủy lực từ 40° C đến 60° C;
- Chỉ thực hiện các thao tác như trong sổ tay hướng dẫn của nhà sản xuất để xác định đặc tính làm việc của cần phân phối.

9.2 Thiết bị đo và yêu cầu về độ chính xác

Thiết bị đo phải đáp ứng các yêu cầu sau:

- a) Sử dụng thước dây hoặc dụng cụ tương đương có độ chính xác ± 1 mm;
- b) Thước đo góc có độ chính xác $\pm 1^\circ$;
- c) Đồng hồ giờ hoặc đồng hồ bấm giờ có độ chính xác ± 1 s;
- d) Áp kế có độ chính xác $\pm 0,2$ MPa;

9.3 Quy trình đo

9.3.1 Chiều dài lớn nhất của cần phân phối bê tông

9.3.1.1 Phương pháp đo

- a) Duỗi hoàn toàn cần phân phối bê tông ở vị trí nằm ngang.
- b) Đo khoảng cách lớn nhất trong mặt phẳng ngang R_{B1} từ tâm khớp bản lề của đoạn cần thứ nhất đến tâm của đoạn ống treo đầu cuối, như Hình 9.
- c) Đo khoảng cách lớn nhất trong mặt phẳng ngang R_{B2} từ tâm khớp bản lề của đoạn cần thứ nhất đến tâm mâm quay của cần phân phối bê tông, như Hình 9.

9.3.1.2 Phương pháp tính

- a) Nếu tâm mâm quay của cần phân phối bê tông ở trạng thái âm hoặc bằng 0 (Hình 9 a)), tính khoảng cách lớn nhất R_B theo công thức (9):

$$R_B = R_{B1} - R_{B2} \quad (9)$$

- b) Nếu tâm mâm quay của cần phân phối bê tông ở trạng thái dương (Hình 9 b)), tính khoảng cách lớn nhất R_B theo công thức (10):

$$R_B = R_{B1} + R_{B2} \quad (10)$$

Trong đó:

R_{B1} : Khoảng cách giữa tâm khớp bản lề của đoạn cần thứ nhất và tâm của đoạn ống treo đầu cuối, tính bằng milimét (mm);

R_{B2} : Khoảng cách giữa tâm khớp bản lề của đoạn cần thứ nhất và tâm mâm quay của cần phân phối bê tông, tính bằng milimét (mm);

R_B : Tầm với lớn nhất của cần phân phối bê tông, tính bằng milimét (mm);

- c) Ghi các giá trị đo vào Bảng 14.



Hình 9 – Đo chiều dài lớn nhất của cần phân phối bê tông

9.3.2 Chiều cao lớn nhất của cần phân phối bê tông

9.3.2.1 Phương pháp đo

- Mở rộng hoàn toàn các chân chống sau đó nâng xe lên độ cao lớn nhất.
- Duỗi hoàn toàn cần phân phối bê tông ở vị trí nằm ngang.
- Đo khoảng cách theo phương đứng H_{B1} từ nền đến tâm khớp bản lề của đoạn cần thứ nhất như Hình 10.
- Đo khoảng cách lớn nhất trong mặt phẳng ngang R_{B1} từ tâm khớp bản lề của đoạn cần thứ nhất đến tâm của đoạn ống treo đầu cuối, như Hình 10.

9.3.2.2 Phương pháp tính

- Tính chiều cao lớn nhất H_B theo công thức (11):

$$H_B = H_{B1} + R_{B1} \quad (11)$$

Trong đó:

H_{B1} : Khoảng cách theo phương đứng từ nền đến tâm khớp bản lề của đoạn cần thứ nhất, tính bằng milimét (mm);

H_B : Chiều cao lớn nhất của cần phân phối bê tông, tính bằng milimét (mm);

- Ghi các giá trị đo vào Bảng 14.



Hình 10 – Đo chiều cao lớn nhất của cần phân phối bê tông

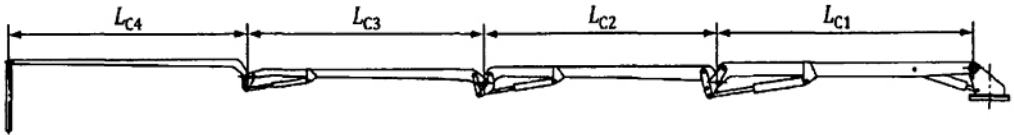
9.3.3 Góc gập của từng đoạn cần

- Mở rộng hoàn toàn các chân chống sau đó nâng xe lên độ cao lớn nhất.
- Vận hành từng đoạn cần phân phối bê tông từ trạng thái gập đến trạng thái duỗi ra hết.
- Đo các góc dịch chuyển lớn nhất α , β , γ , δ , ϵ và η của từng đoạn cần như Hình 12;
- Ghi các giá trị đo vào Bảng 14.

9.3.4 Chiều dài các đoạn cần phân phối bê tông

- Mở rộng hoàn toàn các chân chống ra sau đó nâng chúng lên độ cao lớn nhất.
- Duỗi hoàn toàn cần phân phối bê tông ở vị trí nằm ngang.

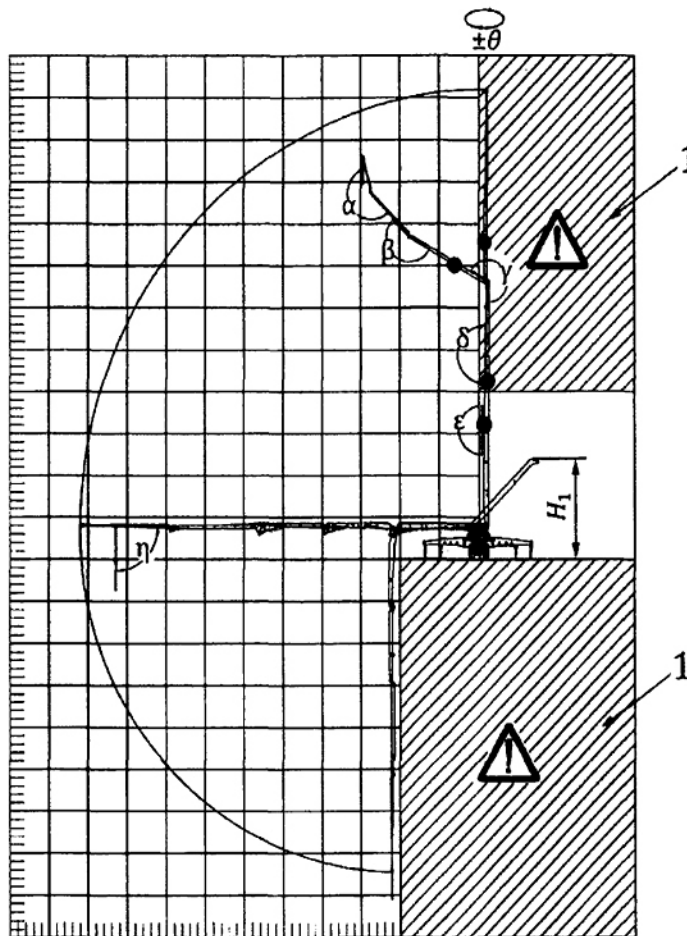
- c) Đối với chiều dài đoạn cần cuối cùng, đo khoảng cách từ tâm khớp bản lề của đoạn cần cuối đến tâm của ống treo đầu cuối.
- d) Đối với các đoạn cần khác, đo khoảng cách giữa hai tâm khớp bản lề của đoạn cần đó, như Hình 11.
- e) Ghi các giá trị đo vào Bảng 14.



Hình 11 – Chiều dài các đoạn cần phân phối bê tông

9.3.5 Khu vực hoạt động của cần phân phối bê tông

Vẽ biểu đồ khu vực hoạt động của cần phân phối bê tông bằng cách đo chiều dài từng đoạn cần, góc gập của từng đoạn cần, như Hình 12.



Trong đó:

- 1: Khu vực cấm hoạt động

Hình 12 – Ví dụ về khu vực hoạt động của cần phân phối bê tông

9.3.6 Thời gian duỗi ra/co lại tối thiểu và tốc độ trung bình của đoạn cần phân phối bê tông

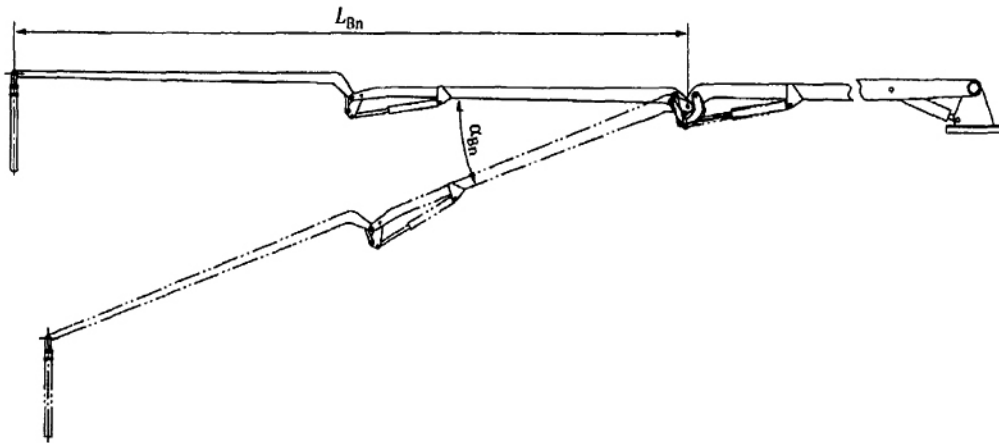
- a) Máy phải được lắp đặt theo hướng dẫn của nhà sản xuất.
- b) Vận hành từng đoạn cần phân phối bê tông với tốc độ trung bình.
- c) Chuyển đoạn cần từ trạng thái co lại hoàn toàn sang trạng thái duỗi ra hoàn toàn.
- d) Chuyển đoạn cần từ trạng thái duỗi ra hoàn toàn sang trạng thái co lại hoàn toàn;
- e) Ghi thời gian duỗi ra và co lại T_{Bn} trong Bảng 14.
- g) Tính tốc độ trung bình v_{Bn} theo công thức (12):

$$v_{Bn} = \frac{\pi \times L_{Bn} \times \alpha_{Bn}}{180 \times T_{Bn}} \quad (12)$$

Trong đó:

- v_{Bn} : Tốc độ trung bình tại thời điểm dừng đoạn cần phân phối khi vận hành đoạn cần thứ n, tính bằng mét trên giây (m/s);
- L_{Bn} : Khoảng cách từ điểm cuối của cần phân phối bê tông đến tâm khớp bản lề của đoạn cần này khi vận hành đoạn cần thứ n, tính bằng mét (m), như Hình 13;
- α_{Bn} : Góc chuyển động lớn nhất của đoạn cần thứ n như trong 9.3.3, tính bằng độ (°);
- T_{Bn} : Thời gian duỗi ra và co lại của đoạn cần thứ n, tính bằng giây (s).

- h) Ghi giá trị tốc độ trung bình v_{Bn} vào Bảng 14.



Hình 13 – Chuyển động duỗi ra/co lại của cần phân phối bê tông

9.3.7 Vận tốc dài lớn nhất

9.3.7.1 Phương pháp đo

- a) Máy phải được lắp đặt theo hướng dẫn của nhà sản xuất.
- b) Duỗi hoàn toàn cần phân phối bê tông ở vị trí nằm ngang, quay chúng ở tốc độ lớn nhất trong mặt phẳng đo góc như Hình 14.
- c) Đo góc δ_s và thời gian quay t_s .
- d) Đo khoảng cách L_s từ điểm đầu của cần phân phối bê tông đến tâm quay của nó.

9.3.7.2 Phương pháp tính

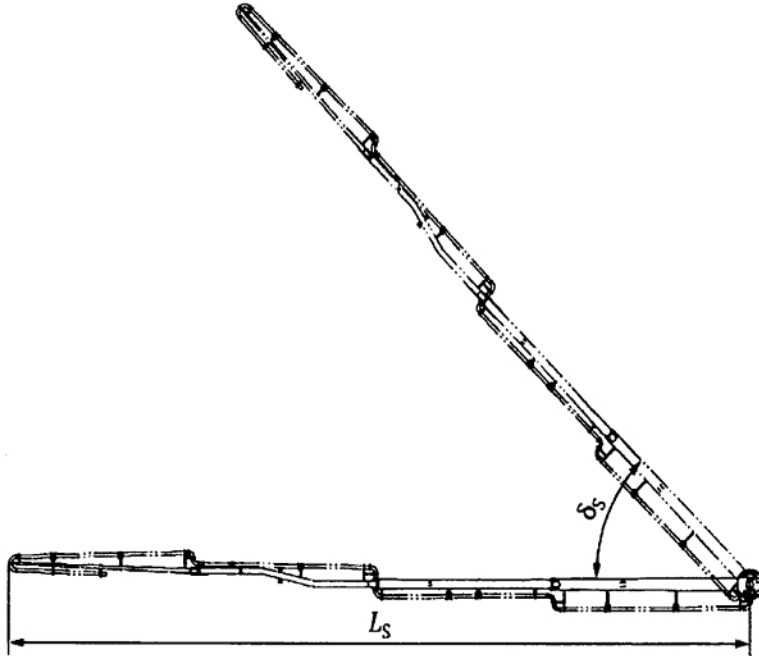
- a) Tính vận tốc dài lớn nhất v_s của cần phân phối bê tông theo công thức (13):

$$v_s = \frac{\pi \times L_s \times \delta_s}{180 \times t_s} \quad (13)$$

Trong đó:

- v_s : Vận tốc dài của cần phân phối bê tông khi quay, tính bằng mét trên giây (m/s);
- δ_s : Góc quay của cần phân phối bê tông, tính bằng độ ($^\circ$);
- t_s : Thời gian quay, tính bằng giây (s);
- L_s : Khoảng cách từ điểm đầu của cần phân phối bê tông đến tâm quay của nó khi duỗi hoàn toàn các đoạn cần ở trạng thái nằm ngang, tính bằng mét (m).

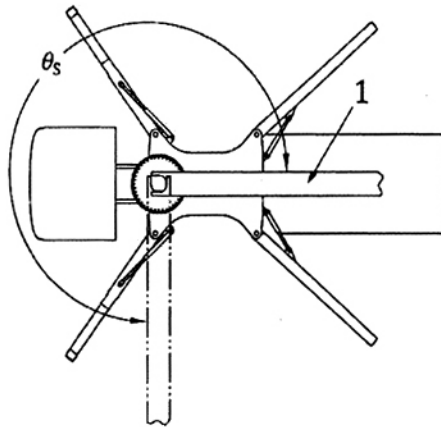
b) Ghi kết quả đo vào Bảng 14.



Hình 14 – Chuyển động quay của cần phân phối bê tông

9.3.8 Góc quay lớn nhất

- a) Máy phải được lắp đặt theo hướng dẫn của nhà sản xuất.
- b) Co hoàn toàn tất cả các đoạn cần của cần phân phối bê tông, nâng đoạn cần đầu tiên lên một góc thích hợp, quay nó theo chiều kim đồng hồ (ngược chiều kim đồng hồ) đến vị trí giới hạn.
- c) Đo góc quay. Đây là góc quay lớn nhất θ_s như Hình 15;
- d) Ghi kết quả đo vào Bảng 14.



CHÚ DẪN

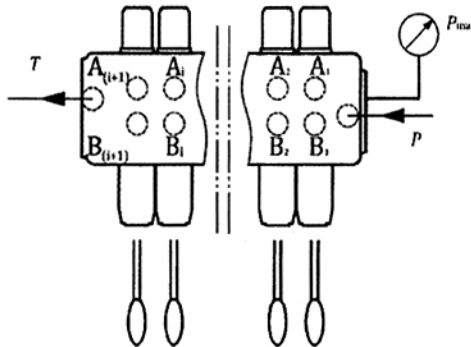
- 1 Cản phân phối bê tông

Hình 15 – Góc quay của cản phân phối bê tông

9.3.9 Áp suất hệ thống thủy lực của cản phân phối bê tông

a) Lắp một đồng hồ đo áp suất tại cửa đo áp suất trên van phân phối thủy lực của cản phân phối bê tông và đảm bảo không có các bộ phận hoặc đường ống thủy lực nào nằm giữa đồng hồ đo áp suất và cửa đo áp suất như Hình 16.

b) Vận hành hệ thống thủy lực của cản phân phối bê tông đến áp suất giới hạn nhỏ nhất, giữ trong 2 s đến 3 s, ghi lại giá trị áp suất ở trạng thái ổn định P_B vào Bảng 14.



CHÚ DẪN

- T: Áp suất đường dầu hồi
 P: Áp suất đầu vào
 P_{max} : Áp suất làm việc định mức
 A: Một bên cửa của van phân phối
 B: Bên cửa còn lại của van phân phối

Hình 16 – Đo áp suất hệ thống thủy lực của cản phân phối bê tông

Bảng 14 – Báo cáo kết quả đo – Đặc tính của cần phân phối bê tông

Ngày đo		Nơi đo				
Kiểu máy bơm bê tông		Số sê ri				
Đặc tính		Giá trị đo		Đơn vị	Ghi chú	
Cần phân phối bê tông	Tầm với lớn nhất			mm	R _B	
	Chiều cao lớn nhất			mm	H _B	
	Chiều dài đoạn cần	Đoạn 1		mm	L _{C1}	
		Đoạn 2		mm	L _{C2}	
		Đoạn 3		mm	L _{C3}	
		Đoạn 4		mm	L _{C4}	
		Đoạn 5		mm	L _{C5}	
		Đoạn 6		mm	L _{C6}	
	Góc gập	Đoạn 1		độ (°)	α	
		Đoạn 2		độ (°)	β	
		Đoạn 3		độ (°)	γ	
		Đoạn 4		độ (°)	δ	
		Đoạn 5		độ (°)	ε	
		Đoạn 6		độ (°)	ζ	
	Tốc độ trung bình ở điểm cuối đoạn cần		Duỗi	Gập		
		Đoạn 1			m/s	V _{B1}
		Đoạn 2			m/s	V _{B2}
		Đoạn 3			m/s	V _{B3}
		Đoạn 4			m/s	V _{B4}
		Đoạn 5			m/s	V _{B5}
		Đoạn 6			m/s	V _{B6}
	Thời gian duỗi ra/cơ lại tối thiểu của cần phân phối bê tông		Duỗi	Gập		
		Đoạn 1			s	T _{B1}
		Đoạn 2			s	T _{B2}
		Đoạn 3			s	T _{B3}
		Đoạn 4			s	T _{B4}
		Đoạn 5			s	T _{B5}
		Đoạn 6			s	T _{B6}
Vận tốc dài lớn nhất của đầu cần phân phối bê tông				m/s	V _s	
Góc quay lớn nhất	Chiều kim đồng hồ			độ (°)	θ	
	Ngược chiều kim đồng hồ			độ (°)		
Áp suất hệ thống thủy lực				MPa	P _B	

10 Đặc tính làm việc của chân chống

10.1 Khoảng cách chân chống

10.1.1 Điều kiện đo

Đo khoảng cách chân chống của máy bơm bê tông trong các điều kiện sau:

- Trên nền cứng và bằng phẳng, có khả năng chịu lực không nhỏ hơn lực tác dụng lớn nhất lên chân chống;
- Tất cả các chân chống được mở rộng tối đa đến vị trí thiết lập trên mặt phẳng nằm ngang;

TCVN 13500-2:2022

- Tất cả các chân chống cùng nâng xe lên vị trí vận hành;
- Đo khoảng cách giữa các chân chống phía trước và giữa các chân chống phía sau trên một đường thẳng song song với nền (mặt phẳng X) và vuông góc với mặt phẳng đối xứng dọc (mặt phẳng Y) của máy.
- Đo khoảng cách giữa các chân chống bên trái và giữa các chân chống bên phải trên một đường thẳng song song với nền (mặt phẳng X) và song song với mặt phẳng đối xứng dọc (mặt phẳng Y) của máy.
- Đo khoảng cách dài thực tế giữa các chân bên trái và giữa các chân bên phải trên một đường thẳng song song với nền (mặt phẳng X) và nằm giữa các đường tâm tải trọng của các chân chống.

10.1.2 Thiết bị đo và yêu cầu về độ chính xác

Sử dụng thước dây hoặc dụng cụ tương đương có độ chính xác ± 1 mm.

10.1.3 Quy trình đo

10.1.3.1 Quy định chung

Đo khoảng cách giữa chân phía trước và chân phía sau, khoảng cách chân bên trái và chân bên phải như quy trình được xác định trong 10.1.3.2 và 10.1.3.3 và Hình 17: ghi kết quả đo vào Bảng 15.

10.1.3.2 Khoảng cách giữa chân phía trước và chân phía sau

- Đo khoảng cách giữa hai mặt phẳng vuông góc với cả hai mặt phẳng X và mặt phẳng Z và đi qua đường tâm tải trọng của các chân chống phía trước.
- Đo khoảng cách giữa hai mặt phẳng vuông góc với cả hai mặt phẳng X và mặt phẳng Z và đi qua đường tâm tải trọng của các chân chống phía sau.
- Ghi lại các giá trị khoảng cách đo được giữa các chân trước S_1 và khoảng cách giữa các chân sau S_2 .

10.1.3.3 Khoảng cách dài thực tế giữa các chân bên trái và giữa các chân bên phải

- Đo khoảng cách giữa hai mặt phẳng đi qua đường tâm tải trọng của chân chống phía trước bên trái và chân chống phía sau bên trái, vuông góc với mặt phẳng X và vuông góc với mặt phẳng chứa hai đường tâm tải trọng tương ứng.
- Đo khoảng cách giữa hai mặt phẳng đi qua đường tâm tải trọng của chân chống phía trước bên phải và chân chống phía sau bên phải, vuông góc với mặt phẳng X và vuông góc với mặt phẳng chứa hai đường tâm tải trọng tương ứng.
- Ghi các giá trị khoảng cách dài thực tế giữa các chân bên trái S_5 và khoảng dài thực tế giữa các chân bên phải S_6 .
- Tính toán các khoảng cách theo chiều dọc chân bên trái S_3 và chân bên phải S_4 theo công thức (14) và (15), ghi kết quả đo vào Bảng 15:

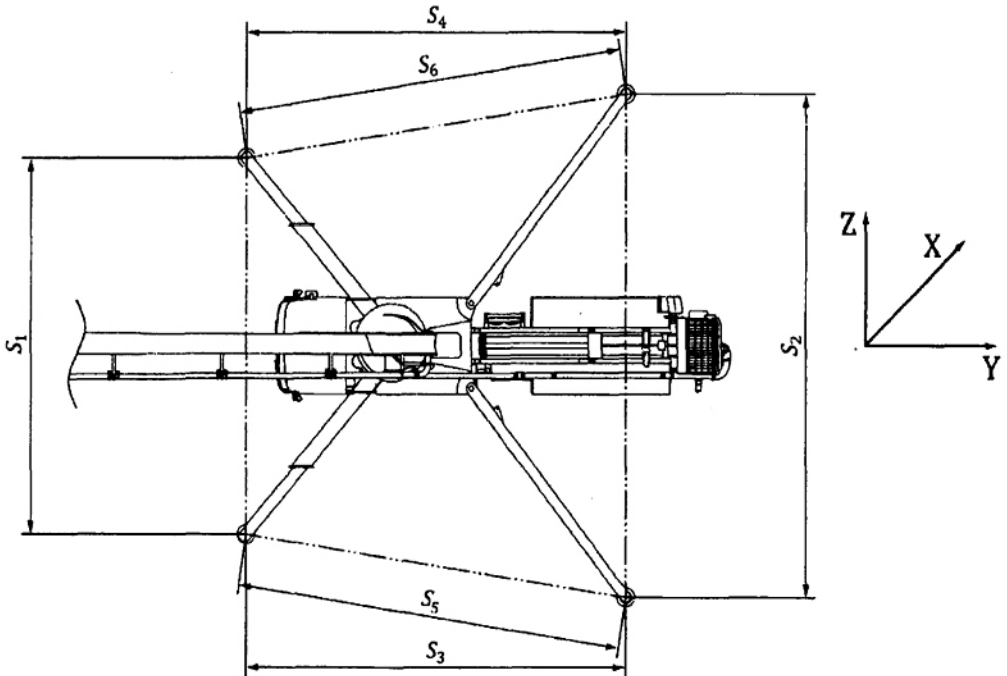
$$S_3 = \sqrt{S_5^2 - \frac{(S_2 - S_1)^2}{4}} \quad (14)$$

$$S_4 = \sqrt{S_6^2 - \frac{(S_2 - S_1)^2}{4}} \quad (15)$$

Trong đó:

- S_1 : Khoảng cách giữa hai chân phía trước, tính bằng milimét (mm);
- S_2 : Khoảng cách giữa hai chân phía sau, tính bằng milimét (mm);
- S_3 : Khoảng cách giữa hai chân bên trái, tính bằng milimét (mm);
- S_4 : Khoảng cách giữa hai chân bên phải, tính bằng milimét (mm);
- S_5 : Khoảng cách dài thực tế giữa hai chân bên trái, tính bằng milimét (mm);

S₆: Khoảng cách dài thực tế giữa hai chân bên phải, tính bằng milimét (mm);



CHÚ DẪN

- X Mặt phẳng X;
- Y Mặt phẳng Y;
- Z Mặt phẳng Z.

Hình 17 – Khoảng cách giữa các chân chống

Bảng 15 – Báo cáo kết quả đo – Khoảng cách giữa các chân chống của máy bơm bê tông

Ngày đo		Nơi đo		
Kiểu máy bơm bê tông		Số sê ri		
Đặc tính		Giá trị	Đơn vị	Ghi chú
Khoảng cách chân chống	Khoảng cách giữa hai chân chống trước, S ₁		mm	
	Khoảng cách giữa hai chân chống sau, S ₂		mm	
	Khoảng cách dài thực tế giữa hai chân bên trái, S ₅		mm	
	Khoảng cách dài thực tế giữa hai chân bên phải, S ₆		mm	
	Khoảng cách giữa hai chân chống bên trái, S ₃		mm	
	Khoảng cách giữa hai chân chống bên phải, S ₄		mm	

10.2 Tải trọng lớn nhất trên mỗi chân chống

10.2.1 Điều kiện đo

Đo tải trọng trên mỗi chân chống trong điều kiện sau:

- Trên nền cứng và bằng phẳng, có khả năng chịu lực không nhỏ hơn lực tác dụng lớn nhất lên chân chống;
- Độ nghiêng của mặt phẳng tựa quay không được vượt quá 1°;

TCVN 13500-2:2022

- Nhiệt độ môi trường từ 0° C đến 40° C;
- Sai lệch tải trọng thẳng đứng là $\pm 1\%$.

10.2.2 Thiết bị đo và yêu cầu về độ chính xác

Sử dụng cảm biến lực với sai số 0,5 %.

10.2.3 Quy trình đo

- Máy phải được lắp đặt theo hướng dẫn của nhà sản xuất.
- Tải trọng đo gấp 1,25 lần tải làm việc.
- Phân bố tải trọng đo tương đương một cách đồng đều phù hợp với tỉ lệ tải theo chiều dài của cần phân phối bê tông do nhà sản xuất quy định.
- Thiết lập tải trọng đo bằng cách treo tải tập trung hoặc tải phân bố thay thế (tải phân bố thay thế phải được phân bố đều trên cần phân phối bê tông) vào các vị trí tương ứng trên cần phân phối bê tông. Ví dụ một phương pháp thiết lập tải tập trung như Hình 18. Trên Hình 18, W_1 , W_2 , W_3 , W_4 và W_5 là trọng lượng của tải tập trung.



Hình 18 – Ví dụ về cách chất tải của cần phân phối bê tông

- Giữ cho cần phân phối bê tông ổn định, không bị rung trong quá trình chất tải.
- Quay cần phân phối bê tông ở tốc độ định mức qua hết một vòng tương ứng góc 360°. Trong khi quay, giữ cho các tải trọng treo không chạm đất và lặp lại phép đo 3 lần. Đo tải trọng lớn nhất của cả 4 chân chống trong mỗi lần đo và tính giá trị trung bình cộng của ba lần đo. Ghi các giá trị vào Bảng 16.

Bảng 16 – Báo cáo kết quả đo – Tải trọng lớn nhất trên mỗi chân chống

Ngày đo					Nơi đo
Kiểu máy bơm bê tông					Số sê ri
STT	Tải trọng lớn nhất trên mỗi chân chống (N)				Giải thích
	Chân bên trái, phía trước	Chân bên trái, phía sau	Chân bên phải, phía trước	Chân bên phải, phía sau	
1					
2					
3					
Giá trị trung bình cộng					

10.3 Tốc độ chuyển động của chân chống

10.3.1 Điều kiện đo

Đo tất cả các chuyển động của chân chống hoạt động ở tốc độ tối đa trong các điều kiện sau:

- Máy phải được lắp đặt theo hướng dẫn của nhà sản xuất;
- Vận hành các chân chống để kiểm tra kết cấu và chức năng có bình thường hay không;
- Trên nền cứng và bằng phẳng;
- Nhiệt độ của hệ thống thủy lực từ 40° C đến 60° C.

10.3.2 Thiết bị đo và yêu cầu về độ chính xác

Thiết bị đo phải đáp ứng các yêu cầu sau:

- Thước dây hoặc dụng cụ tương đương có độ chính xác $\pm 1\text{ mm}$;
- Thước đo góc có độ chính xác $\pm 1^\circ$;

c) Đồng hồ giờ hoặc đồng hồ bấm giờ có độ chính xác ± 1 s;

10.3.3 Quy trình đo

10.3.3.1 Tốc độ quay của chân chống

10.3.3.1.1 Phương pháp đo

a) Máy phải được lắp đặt theo hướng dẫn của nhà sản xuất.

b) Đo thời gian quay của chân chống t_0 .

c) Đo chiều dài L_0 từ đường tâm trục quay của chân chống đến điểm ngoài cùng của chân chống sau khi chân chống được quay ra hoàn toàn như Hình 19.

10.3.3.1.2 Phương pháp tính

a) Tính tốc độ quay của chân chống theo công thức (16):

$$v_0 = \frac{\pi \times L_0 \times \beta_0}{180 \times t_0} \quad (16)$$

Trong đó:

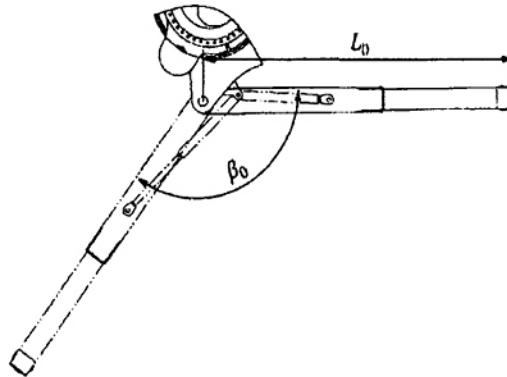
v_0 : Vận tốc dài của điểm ngoài cùng chân chống, tính bằng mét trên giây (m/s);

L_0 : Chiều dài từ tâm trục quay của chân chống đến điểm ngoài cùng của chân chống, tính bằng mét (m);

β_0 : Góc quay lớn nhất của chân chống, tính bằng độ ($^\circ$);

t_0 : Thời gian quay của chân chống, tính bằng giây (s).

b) Ghi kết quả đo vào Bảng 17.



Hình 19 – Quay chân chống

10.3.3.2 Tốc độ duỗi ngang của chân chống

10.3.3.2.1 Phương pháp đo

a) Duỗi ra (co lại) các chân chống ở tốc độ lớn nhất.

b) Đo chiều dài duỗi ra (co lại) L_E và thời gian dịch chuyển t_E theo đường đo như Hình 20.

10.3.3.2.2 Phương pháp tính

a) Tính tốc độ duỗi ngang của chân chống theo công thức (17):

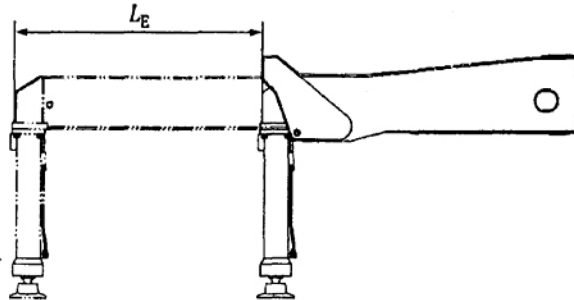
$$v_E = \frac{L_E}{t_E} \quad (17)$$

Trong đó:

TCVN 13500-2:2022

- v_E : Vận tốc dài của điểm ngoài cùng chân chống, tính bằng mét trên giây (m/s);
 L_E : Chiều dài đoạn đường thử nghiệm kéo ra (thu lại) của chân chống, tính bằng mét (m);
 t_E : Thời gian dịch chuyển theo chiều dài đo, tính bằng giây (s).

b) Ghi kết quả đo vào Bảng 17.



Hình 20 - Duỗi ngang chân chống

10.3.3.3 Tốc độ xy lanh nâng hạ chân chống

10.3.3.3.1 Phương pháp đo

- a) Nâng (hạ) xy lanh nâng hạ chân chống với tốc độ lớn nhất.
b) Đo chiều dài dịch chuyển L_V và thời gian dịch chuyển t_V như Hình 21.
Gập hoàn toàn các đoạn cần và duy trì trong suốt quá trình này.

10.3.3.3.2 Phương pháp tính

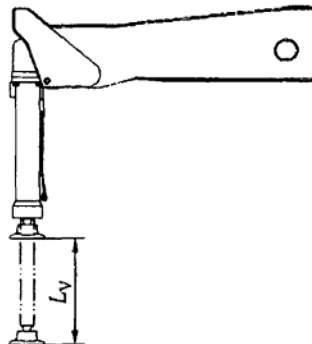
- a) Tính tốc độ xy lanh nâng hạ chân chống v_V theo công thức (18):

$$v_V = \frac{L_V}{t_V} \quad (18)$$

Trong đó:

- v_V : Vận tốc dài của điểm cuối chân chống trong quá trình nâng (hạ) xy lanh, tính bằng mét trên giây (m/s);
 L_V : Chiều dài dịch chuyển của xy lanh, tính bằng mét (m);
 t_V : Thời gian dịch chuyển của chân chống, tính bằng giây (s).

b) Ghi kết quả đo vào Bảng 17.



Hình 21 – Chuyển động của xy lanh nâng hạ chân chống

10.4 Áp suất hệ thống thủy lực của chân chống**10.4.1 Điều kiện đo**

Đo áp suất thủy lực của chân chống trong các điều kiện sau:

- Kết thúc vận hành, hệ thống thủy lực của chân chống vẫn có thể hoạt động bình thường;
- Nhiệt độ của hệ thống thủy lực từ 40° C đến 60° C.

10.4.2 Thiết bị đo và yêu cầu về độ chính xác

Sử dụng đồng hồ đo áp suất có độ chính xác $\pm 0,2$ Mpa.

10.4.3 Quy trình đo

a) Lắp một đồng hồ đo áp suất tại cửa đo áp suất trên van phân phối thủy lực của cần phân phối bê tông và đảm bảo không có các bộ phận hoặc đường ống thủy lực nào nằm giữa đồng hồ đo áp suất và cửa đo áp suất như Hình 16.

b) Vận hành hệ thống thủy lực của bất kì chân chống nào đến áp suất giới hạn nhỏ nhất, giữ trong 2 s đến 3 s, ghi lại giá trị áp suất ở trạng thái ổn định vào Bảng 17.

Bảng 17 – Báo cáo kết quả đo – Tốc độ , tải trọng và và áp suất chân chống

Ngày đo				Nơi đo	
Kiểu máy bơm bê tông				Số sê ri	
Đặc tính		Giá trị đo		Đơn vị	Ghi chú
Chân chống	Khoảng cách	Chiều rộng chân phía trước		mm	
		Chiều rộng chân phía sau		mm	
		Chân chống bên phải (theo chiều dọc)		mm	
		Chân chống bên trái (theo chiều dọc)		mm	
	Tải trọng lớn nhất	Chân chống trước, bên trái		N	
		Chân chống trước, bên phải		N	
		Chân chống sau, bên trái		N	
		Chân chống sau, bên phải		N	
	Tốc độ quay	Chân chống trước, bên trái	Quay ra ngoài	m/s	
		Chân chống trước, bên trái	Quay vào trong	m/s	
		Chân chống trước, bên phải	Quay ra ngoài	m/s	
		Chân chống trước, bên phải	Quay ra ngoài	m/s	
		Chân chống sau, bên trái	Quay ra ngoài	m/s	
		Chân chống sau, bên trái	Quay vào trong	m/s	
		Chân chống sau, bên phải	Quay ra ngoài	m/s	
		Chân chống sau, bên phải	Quay vào trong	m/s	

Bảng 17 (Tiếp theo)

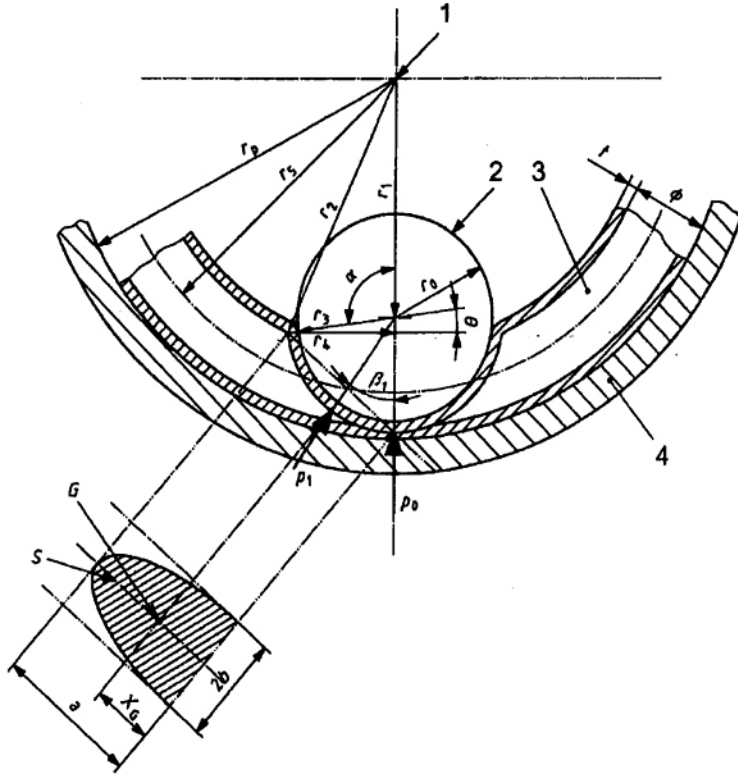
Ngày đo				Nơi đo		
Kiểu máy bơm bê tông				Số sê ri		
Đặc tính				Giá trị đo	Đơn vị	Ghi chú
Chân chống	Tốc độ duỗi ngang của chân chống	Chân chống trước, bên trái	Duỗi ra		m/s	
		Chân chống trước, bên trái	Co lại		m/s	
		Chân chống trước, bên phải	Duỗi ra		m/s	
		Chân chống trước, bên phải	Co lại		m/s	
		Chân chống sau, bên trái	Duỗi ra		m/s	
		Chân chống sau, bên trái	Co lại		m/s	
		Chân chống sau, bên phải	Duỗi ra		m/s	
		Chân chống sau, bên phải	Co lại		m/s	
	Tốc độ xy lanh nâng hạ chân chống	Chân chống trước, bên trái	Duỗi ra		m/s	
		Chân chống trước, bên trái	Co lại		m/s	
		Chân chống trước, bên phải	Duỗi ra		m/s	
		Chân chống trước, bên phải	Co lại		m/s	
		Chân chống sau, bên trái	Duỗi ra		m/s	
		Chân chống sau, bên trái	Co lại		m/s	
		Chân chống sau, bên phải	Duỗi ra		m/s	
Chân chống sau, bên phải		Co lại		m/s		
Áp suất hệ thống thủy lực					MPa	

Phụ lục A

(tham khảo)

Năng suất lý thuyết và áp suất phân phối của bơm bê tông kiểu rô to

A.1 Bơm kiểu rô to một con lăn



Hình A.1 - Bơm kiểu rô to - Bơm rô to một con lăn

CHÚ DẪN

- | | |
|-----------|---|
| 1 | Tâm vỏ bơm; |
| 2 | Con lăn; |
| 3 | Ống bơm; |
| 4 | Miếng đệm; |
| G | Trọng tâm ; |
| p_0 | Lực giảm áp ban đầu vào ống bơm (N); |
| p_1 | Tải trọng tạo áp suất bên trong (N); |
| r_0 | Bán kính con lăn (mm); |
| r_1 | Khoảng cách giữa tâm bơm đến tâm con lăn (mm); |
| r_2 | Khoảng cách giữa tâm bơm và điểm tiếp xúc bên trong giữa rô to và ống (mm); |
| r_3 | Khoảng cách giữa điểm tiếp xúc bên trong giữa con lăn và ống và tâm con lăn (mm); |
| r_4 | Khoảng cách vuông góc từ điểm tiếp xúc bên trong của con lăn và ống đến đường tâm bơm (mm); |
| r_5 | Khoảng cách giữa tâm bơm và đường tâm ống (mm); |
| r_p | Khoảng cách tính từ tâm bơm đến bề mặt của miếng đệm (mm); |
| S | Diện tích giả định khu vực tiếp xúc của ống và con lăn (mm ²); |
| t | Độ dày của ống bơm (mm); |
| X_G | Trọng tâm của vùng tiếp xúc ống và con lăn (mm); |
| α | Góc trung tâm được tạo bởi con lăn dùng để tính V_1 (rad); |
| β_1 | Góc giữa p_1 và p_0 (rad); |

TCVN 13500-2:2022

- θ Góc giữa r_3 anh r_4 (rad);
- ϕ Đường kính trong của ống bơm (mm);
- a Bán trục dài của vùng tiếp xúc nửa elíp (mm);
- b Bán trục ngắn của vùng tiếp xúc nửa elíp (mm).

Hình A.1 (kết thúc)

Ví dụ tính toán:

T	Mô men xoắn của rô to	8 840 Nm
r_0	Bán kính con lăn	150 mm
r_1	Khoảng cách giữa tâm bơm đến tâm con lăn	345 mm
t	Độ dày của ống bơm	16 mm
ϕ	Đường kính trong của ống bơm	101,6 mm
N	Tốc độ quay của rô to	38,3 min ⁻¹
r_p	Bán kính của tâm bơm đến bề mặt của miếng đệm	520 mm

$$p_{th,max} = \frac{p_1}{S} \quad 1,756 \text{ MPa}$$

$$p_1 = \frac{T}{\sin \beta_1 \times \frac{r_1}{10^3}} \quad 48\,347 \text{ N}$$

$$\beta_1 = \frac{(2\pi \times X_G)}{(2\pi \times r_3)} \quad 0,559 \text{ rad}$$

$$X_G = \frac{4 \times a}{3\pi} \quad 92,7 \text{ mm}$$

$$a = \sqrt{r_4^2 + (r_3 \times \cos \theta)^2} \quad 218,5 \text{ mm}$$

$$r_4 = r_3 \times (1 - \sin \theta) \quad 143,8 \text{ mm}$$

$$\theta = \cos^{-1} \left[\frac{(r_1^2 + r_3^2 - r_2^2)}{2 \times r_1 \times r_3} \right] \times \frac{\pi}{180} - \frac{\pi}{2} \quad 0,134 \text{ rad}$$

$$r_2 = r_p - \phi - t \quad 402,4 \text{ mm}$$

$$r_3 = r_0 + t \quad 166,0 \text{ mm}$$

$$S = \frac{\pi}{2} \times a \times b \quad 27\,387 \text{ mm}^2$$

$$b = \frac{1}{4} \pi \times \phi \quad 79,8 \text{ mm}$$

$$V_1 = 2 \times r_5 \times a \times \pi \times \frac{\phi^2}{4} \quad 2\,349\,589 \text{ mm}^3$$

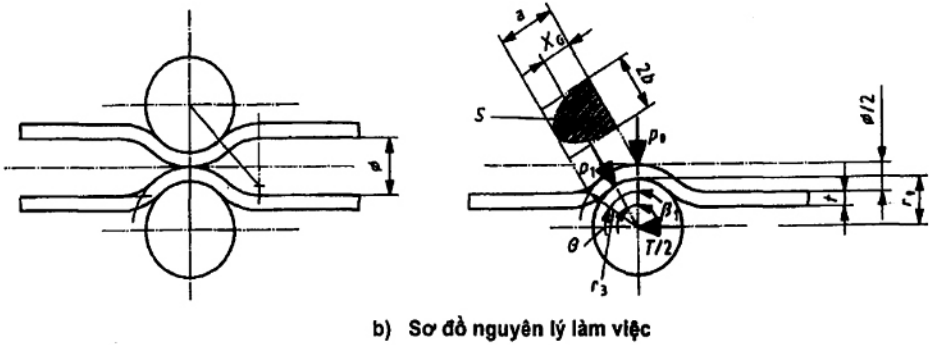
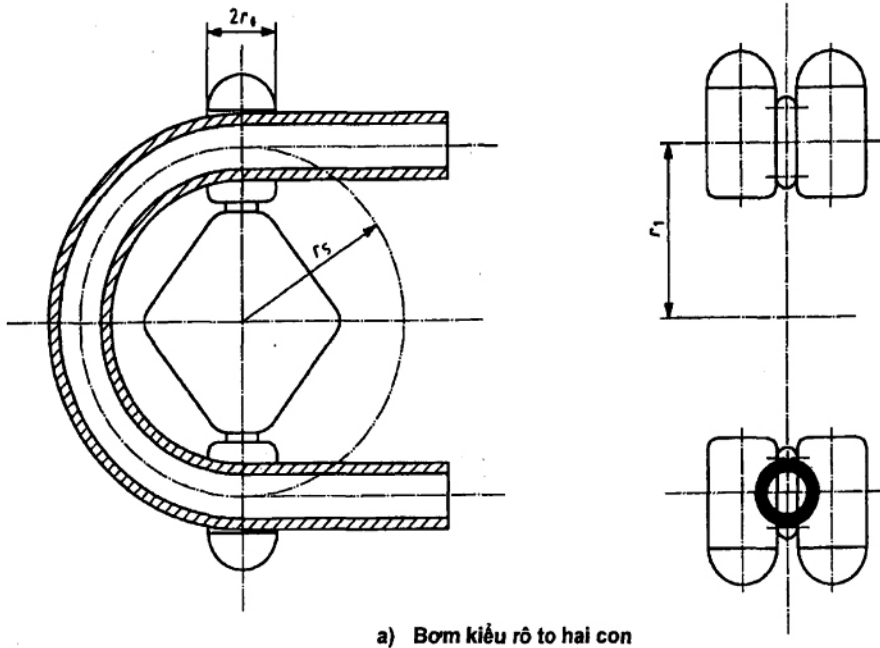
$$r_5 = r_2 + \frac{\phi}{2} \quad 453,2 \text{ mm}$$

$$\alpha = \cos^{-1} \left[\frac{(r_1^2 + r_5^2 - r_3^2)}{(2 \times r_1 \times r_5)} \right] \times \frac{\pi}{180} \quad 0,320 \text{ rad}$$

$$q = \left[\frac{(2 \times \pi^2 \times r_5 \times \phi^2)}{4} \right] - 2 \times V_1 \quad 18\,386\,736 \text{ mm}^3/\text{r}$$

$$Q_{th,max} = N \times 60 \times q \times 10^{-9} \quad 42,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

A.2 Bơm kiểu rô to hai con lăn



Hình A.2 - Bơm kiểu rô to hai con lăn

CHÚ DẪN

- p_0 Lực giảm áp ban đầu vào ống bơm (N);
 p_1 Tải trọng tạo áp suất bên trong (N);
 r_0 Bán kính con lăn (mm);
 r_1 Khoảng cách giữa tâm bơm đến tâm con lăn (mm);
 r_3 Khoảng cách giữa điểm tiếp xúc bên trong giữa con lăn và ống và tâm con lăn (mm);
 r_s Khoảng cách giữa tâm bơm và đường tâm ống (mm);
 S Diện tích giả định khu vực tiếp xúc giữa ống và con lăn (mm²);
 T Mô men xoắn của rô tô (Nm);

TCVN 13500-2:2022

- t Độ dày của ống bơm (mm);
- X_G Trọng tâm của vùng tiếp xúc của ống và con lăn (mm);
- β_1 Góc giữa p_1 và p_0 (rad);
- θ Góc giữa r_3 và p_0 (rad);
- ϕ Đường kính trong của ống bơm (mm);
- a Bán trục dài của vùng tiếp xúc nửa elíp (mm);
- b Bán trục ngắn của vùng tiếp xúc nửa elíp (mm).

Hình A.2 (kết thúc)

Ví dụ tính toán:

T	Mô men xoắn của rô to	8 840 Nm
r_0	Bán kính con lăn	100 mm
r_1	Khoảng cách giữa tâm bơm đến tâm ống	475 mm
t	Độ dày của ống bơm	30 mm
ϕ	Đường kính trong của ống bơm	102 mm
N	Tốc độ quay của rô to	38,3 min ⁻¹

$$p_{th,max} = \frac{p_1}{S} \quad 1,75 \text{ MPa}$$

$$p_1 = \frac{T}{\sin \beta_1 \times \frac{r_1}{10^3}} \quad 25\,344 \text{ N}$$

$$\beta_1 = \frac{(2\pi \times X_G)}{(2\pi \times r_3)} \quad 0,376 \text{ rad}$$

$$X_G = \frac{4 \times a}{3\pi} \quad 48,9 \text{ mm}$$

$$a = \sqrt{2 \times r_3^2 \times (1 - \cos \theta)} \quad 115,2 \text{ mm}$$

$$\theta = \cos^{-1} \left[\frac{(r_3 - \phi)}{r_3} \right] \times \frac{\pi}{180} \quad 0,9 \text{ rad}$$

$$r_3 = r_0 + t \quad 130,0 \text{ mm}$$

$$S = \frac{\pi}{2} \times a \times b \quad 14\,490 \text{ mm}^2$$

$$b = \frac{1}{4} \times \pi \times \phi \quad 80,1 \text{ mm}$$

$$V_1 = 2 \times r_3 \times \theta \times \pi \times \frac{\phi^2}{4} \quad 34\,026 \text{ mm}^3$$

$$q = \left[\frac{(2 \times \pi^2 \times r_1 \times \phi^2)}{4} \right] - 2 \times V_1 \quad 24\,319\,246 \text{ mm}^3/\text{r}$$

$$Q_{th,max} = N \times 60 \times q \times 10^{-9} \quad 55,9 \text{ m}^3/\text{h}$$