

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ, CHẾ TẠO CƠ CẤU QUAY CƠ KHÍ CHO THÁP KINH LUÂN TẠI ĐẬP TRÀN SÔNG TÔ LỊCH

STUDY, DESIGN, AND MANUFACTURE OF MECHANICAL ROTATING MECHANISM OF THE PRAYER WHEEL TOWER ON THE TO LICH RIVER OVERFLOW WEIR

Trần Chí Trung, Nguyễn Hoàng Giang, Nguyễn Văn Năm,
Lê Xuân Quý, Nguyễn Chí Cường
Viện Nghiên cứu Cơ khí

TÓM TẮT

Với quyết tâm hồi sinh dòng sông Tô Lịch, thành phố Hà Nội đã thực hiện nhiều hành động cụ thể như nạo vét, xây dựng đập dâng lấy nước từ sông Hồng để làm sạch sông Tô Lịch. Tháp kinh luân được đặt tại đài quan sát trên đập dâng, có hình trụ tròn, hoa văn sơn vàng trên nền đen, đối xứng, tự quay quanh tâm tháp bởi dòng nước đi qua đập. Kết cấu truyền động nhận năng lượng của dòng nước đi qua đập, chuyển đổi sang chuyển động cơ khí quay cấp cho tháp kinh luân được thực hiện bởi Viện Nghiên cứu Cơ khí (Narime). Tháp kinh luân với chuyển động quay trở thành biểu tượng, vừa cổ kính, vừa hiện đại, làm nổi bật cảnh quan đập Tô Lịch.

Từ khóa: Tháp kinh luân; Đập sông Tô Lịch; Viện Nghiên cứu Cơ khí.

ABSTRACT

In its effort to revive the To Lich river, Hanoi has taken many specific actions, such as dredging, building a weir taking water from the Red River to clean up the To Lich river. The prayer wheel tower is placed on the observation deck on the weir. It has a round, conical shape with a symmetrical, golden painted pattern on black background, and it rotates on its own central line by the flow of water passing through the weir. The transmission structure, which receives energy from the water flow and converts it into the rotational mechanical motion for the tower, was provided by the National Institute of Mechanical Engineering (Narime). The prayer wheel tower and its rotation motion become a symbolic both classic and modern to highlight the landscape of the To Lich weir.

Keywords: Prayer wheel tower; To Lich weir; Narime.



1. TỔNG QUAN

Sông Tô Lịch với chiều dài hơn 14 km, khởi nguồn từ phường Nghĩa Đô đổ ra sông Nhuệ khu vực xã Đại Thanh. Dòng sông từng đã khá ô nhiễm do nhận nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp chưa được xử lý dọc hai bên bờ sông. Dự án làm sạch sông Tô Lịch là một nỗ lực lớn của thành phố Hà Nội nhằm cải thiện môi trường và chất lượng nước của dòng sông Tô Lịch. Bên cạnh hoạt động nạo vét bùn thải, thì hoạt động bổ sung nước sạch để khôi phục dòng chảy của con sông cũng được nỗ lực thực hiện. Đập dâng trên sông Tô Lịch đóng vai trò then chốt trong việc điều tiết dòng chảy, bổ sung nước từ sông Hồng và Hồ Tây. Dự kiến sẽ có 03 đập tràn giữ nước suốt chiều dài sông, hiện tại đập dâng đầu tiên tại phường Thanh Liệt đã sắp hoàn thành.

Điểm nhấn của công trình đập dâng trên sông Tô Lịch là điểm dừng chân phía trên đập tràn, với các công trình độc đáo thu hút khách du lịch. Tháp kinh luân là một công trình thuộc đập tràn, đặt cạnh đài quan sát lâu bát giác. Tháp tạo ấn tượng cho khách tham quan không chỉ bởi hoa văn độc đáo trên thân tháp mà còn bởi sự chuyển động của tháp từ dòng chảy làm sạch sông Tô Lịch đi qua đập (hình 1).



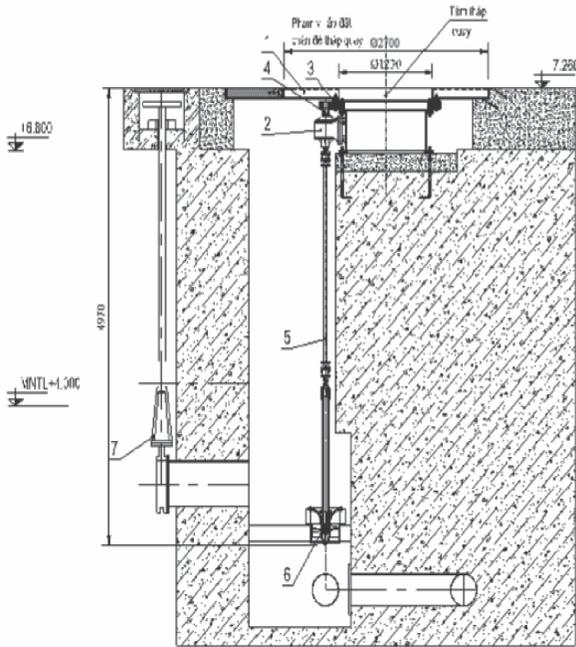
Hình 1. Vị trí tháp kinh luân bên cạnh đài quan sát trên đập sông Tô Lịch

Tháp kinh luân cùng các công trình khác thuộc đập dâng được đảm nhận bởi Công ty Cổ phần Xây dựng dịch vụ và Thương mại 68 phối hợp thực hiện với nhiều bên có liên quan, trong đó phần nhận, chuyển đổi và dẫn động từ năng lượng dòng nước chảy qua đập dâng thành chuyển động quay quanh tâm của tháp kinh luân được thực hiện bởi Viện Nghiên cứu Cơ khí (Narime).

2. GIẢI PHÁP THỰC HIỆN

Giải pháp cho hạng mục là tận dụng chênh lệch mực nước giữa thượng lưu và hạ lưu của đập sông Tô Lịch để làm quay tuốc bin nước, từ đó cung cấp chuyển động cơ khí quay quanh đường tâm cho tháp kinh luân. Do chênh áp giữa thượng lưu và hạ lưu là khá thấp, nên năng lượng tạo ra khá nhỏ. Trên cơ sở kết cấu hạng mục công trình bố trí trụ cố định giữa để quay có đường kính $D_{trụ} = 1$ m với vận tốc quay của bàn quay đỡ tháp kinh luân thấp (trong khoảng 0,25 v/ph), nên mô men quay cần thiết để tháp quay chuyển động là khá lớn. Kết cấu của thiết bị cung cấp chuyển động cho tháp quay được mô tả ở Hình 2, trong đó tuốc bin nước (6) nhận truyền động từ dòng nước chảy qua thân đập, chuyển thành chuyển động quay cơ khí, truyền động qua cụm trục tuốc bin và trục nối (5) tới hộp giảm tốc (3) có gắn bánh răng, truyền chuyển động quay cho bàn đế quay (1) gắn với ca ngoài của ổ bi bánh răng (2). Tháp kinh luân đặt bên trên bàn đế tháp quay (1). Ổ bi bánh răng (2), và hộp giảm tốc (3) được lắp đặt trên thân bệ đế tháp (4). Tuốc bin nước (6) trang bị cho hệ thống có dạng tuốc bin hướng tâm, là tuốc bin được thiết kế để hoạt động hiệu quả ở nơi có cột nước thấp. Hệ thống được trang bị thêm một van dao DN500 (7) để kiểm soát dòng chảy qua tuốc bin nước (6) trong trường hợp khi cần thiết. Ổ bi bánh răng ngoài (2) có ưu điểm độ tin cậy cao, chịu được tải trọng lớn, hệ số ma sát thấp, hiệu suất

truyền động bánh răng cao, có khả năng làm việc trong môi trường bôi trơn kém, dễ bảo trì. Nhược điểm là trọng lượng lớn làm kết cấu thiết bị tăng theo, giá thành cao.



Hình 2. Bố trí thiết bị truyền động tháp quay: 1 - Bàn đế quay; 2 - Ổ bi bánh răng ngoài; 3 - Hộp giảm tốc; 4 - Bộ đế tháp quay; 5 - Trục tước bin và trục nối; 6 - Tước bin tâm trục; 7 - Van dao

3. CƠ SỞ THIẾT KẾ

Như các nội dung bên trên đã đề cập, mục tiêu của công trình là tận dụng chênh mực nước giữa thượng lưu và hạ lưu của đập dâng để quay tước bin nước. Do chênh áp của đập là rất thấp, chỉ vào tầm 0,7 m (xem Bảng 1 dưới) nên chọn tước bin tâm trục, phù hợp với điều kiện ở những nơi có cột nước thấp. Các thông số đầu vào của Bảng 1 được lấy từ hồ sơ mời thầu do nhà thầu chính, Công ty Cổ phần Xây dựng Dịch vụ và Thương mại 68, cung cấp [1].

Bảng 1. Các thông số thiết kế đầu vào [1]

TT	Nội dung	Giá trị	Ghi chú
1	Khối lượng tháp đặt trên đế tháp (max) M_{max}	700 kg	
2	Vận tốc mép ngoài tháp quay $v_{mép}$	5÷10 cm/s	
3	Lưu lượng nước Q	0,5 m ³ /s	
4	Mực nước thượng lưu (trung bình) H_{TL}	4,00 m	
5	Mực nước hạ lưu (trung bình) H_{HL}	3,30 m	
6	Mực nước hạ lưu (max) $H_{HL,max}$	3,60 m	
6	Chiều quay của tháp	Chiều kim đồng hồ	
7	Đường kính trụ gá tháp $D_{Trụ}$	1 m	
8	Bán kính bàn giá tháp quay (max) R_{Nb}	1,350 m	

4. TÍNH TOÁN, CHẾ TẠO, LẮP ĐẶT

4.1. Tính toán chọn lựa thiết bị

Sơ bộ chọn lựa ổ bi bánh răng ngoài mã hiệu 011.40.1250 do vòng bi này nhỏ gọn nhưng cung cấp được chuyển động chính xác, tin cậy, khả năng chịu tải cao, thường được áp dụng cho các máy móc hạng nặng như cần cẩu hoặc gầu xúc. Ổ bi 011.40.1250 được chế tạo từ thép 50 Mn, có kích thước đường kính trong ID = 1110 mm, đường kính OD = 1390 mm, chiều cao H = 110 mm, momen ma sát không tải của ổ bi $M_2 = 600$ Nm (hình 3).



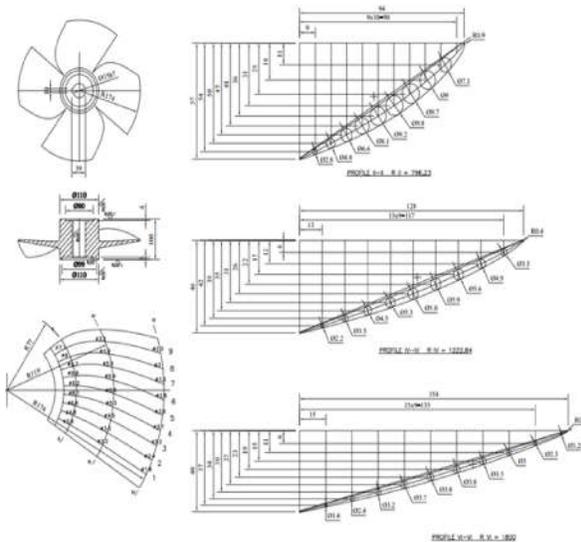
Hình 3. Ổ bi bánh răng ngoài 011.40.1250

Trên cơ sở khối lượng tổng thể của bàn đế quay (bao gồm tháp kính luân, khối lượng tự trọng của bàn đế và các thiết bị khác đặt trên bàn đế quay) cùng vận tốc làm việc yêu cầu (~ 0,25 v/ph), cùng các thông số đầu vào tại Bảng 1, nhóm tác giả thực hiện tính toán công suất cần thiết cho bàn đế quay, từ đó tính ra công suất yêu cầu đối với tuốc bin, cùng các kích thước cơ bản của tuốc bin. Nội dung tính toán thiết kế được trình bày tại Bảng 2 dưới đây. Các công thức trong bảng được tham khảo từ các tài liệu [2], [3] và [4].

Bảng 2. Phương pháp và kết quả tính toán

TT	Nội dung	Phương pháp xác định (công thức)	Giá trị	Ghi chú
1	Khối lượng tháp xoay	$G_{\text{tổng}} = G_{\text{tháp}} + G_{\text{mq}} + G_{\text{kh}}$	2000 kg	
2	Momen khởi động để quay	$M = M_1 + M_2$	1860 Nm	
3	Momen ma sát do tải trọng	$M_1 = f_a \cdot F_a \cdot R_{\delta}$	1260 Nm	
4	Tốc độ bàn quay n	$n = \frac{30 \cdot v_{\text{mb}}}{\pi \cdot R_{\text{mb}}}$	0,35 v/ph	[3]
5	Công suất yêu cầu của bàn quay P_{bq}	$P_{\text{bq}} = \frac{M \cdot n}{9500}$	0,067 kW	[4]
6	Công suất yêu cầu với tuốc bin P_{tb}	$= \frac{P_{\text{bq}}}{\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4}$	0,254 kW	[4]
7	Lưu lượng nước cấp qua tuốc bin Q_{tb}	$= \frac{P_{\text{tb}}}{\eta_{\text{tb}} \cdot \rho \cdot g \cdot \Delta H}$	0,215 m ³ /s	[2]
8	Vận tốc trung bình của dòng nước qua tuốc bin v_{tb}	$= \sqrt{k \cdot 2 \cdot g \cdot \Delta H}$	2,34 m/s	[2]
9	Đường kính bánh công tác $D_{\text{tb min}}$	$= \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{tb}}}{\pi \cdot v}}$	0,341 m	[2] chọn $D_{\text{tb}} = 0,350\text{m}$
10	Tốc độ quay của tuốc bin n_{tb}	$= \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D_{\text{tb}}}$	127,75 v/ph	[2]
11	Tỷ số truyền của hộp giảm tốc i	$= \frac{n_{\text{tb}}}{i_1 \cdot n}$	40,55	[4] chọn $i = 40$

Bánh công tác là chi tiết chính yếu, quan trọng trong hệ thống, có chức năng nhận và chuyển hóa năng lượng dòng nước sang chuyển động cơ khí quay. Hình 4 là thiết kế bánh công tác của nhóm thực hiện đề tài cho tuốc bin nhận nước của hệ thống truyền động cho tháp kinh luân. Nhóm thực hiện đề tài đã tính toán lưới cánh được tính và thiết kế theo phương pháp phân bố xoáy trên cung mỏng Lexokhin theo mô hình mẫu cánh ПЛ110/592 của Liên Xô (cũ). Cụ thể về phương pháp Lexokhin và mô hình mẫu cánh có thể xem tại [5] Lý thuyết cánh, của tác giả Trần Văn Đắc.



Hình 4. Thiết kế bánh công tác hệ thống truyền động tháp kinh luân của đề tài

4.2. Chế tạo, lắp đặt

Trong hệ thống truyền động tháp kinh luân, các chi tiết, thiết bị ổ bi bánh răng ngoài 011.40.1250, hộp giảm tốc i40, van dao DN500 là các thiết bị mua. Còn bàn đế quay phần cảnh quan, trục tuốc bin và trục nối, tuốc bin, cùng các chi tiết khác do Viện Nghiên cứu Cơ khí chế tạo. Các chi tiết đều được chế tạo từ thép SUS304 có độ bền cao, chống ăn mòn và mài mòn tốt khi làm việc trong môi trường nước.

Hình 5 dưới là hình ảnh chế tạo lắp ráp kiểm tra bộ đế quay với ổ bi bánh răng ngoài tại nơi chế tạo. Quá trình lắp đặt, chạy thử cơ cấu truyền động tháp quay tại công trường cũng do Viện Nghiên cứu Cơ khí triển khai thực hiện (hình 6).



Hình 5. Chế tạo, lắp ráp bộ đế quay tại nhà máy



Hình 6. Lắp đặt chi tiết đặt sẵn tại công trường

5. KẾT LUẬN

Công trình và cảnh quan của đập sông Tô Lịch có một ý nghĩa đặc biệt quan trọng, không chỉ góp phần giảm ô nhiễm và cải thiện hệ sinh thái ven bờ sông mà còn mang ý nghĩa về văn hóa gắn liền với lịch sử Hà Nội. Tháp quay kinh luân thu hút khách thăm quan bởi hình dáng và sự độc đáo mà còn mang ý nghĩa tâm linh gắn mang lại điều an lành. Chuyển động của tháp mang theo ý nghĩa về sự thân thiện với môi trường khi không dùng bất cứ năng lượng gây ô nhiễm nào mà dùng chính dòng nước làm sạch sông Tô Lịch để chuyển động. Giải pháp dùng dòng nước cũng có thể

ứng dụng tại các công trình có chuyển động quay tại khu vực sinh thái gần các nguồn nước, mà không cần dùng tới nguồn năng lượng khác, tạo nên cảnh quan thân thiện với môi trường sinh thái tự nhiên. ❖

Ngày nhận bài: **26/11/2025**

Ngày phản biện: **05/12/2025**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Công ty Cổ phần Xây dựng Dịch vụ và Thương mại 6, “*Hồ sơ mời thầu cung cấp hệ thống truyền động cho tháp kinh luân, đập tràn sông Tô Lịch*”, Hà Nội, Việt Nam, 2025.
- [2]. PGS,TS. Võ Sỹ Huỳnh, TS. Nguyễn Thị Xuân Thu, “*Tuốc bin nước*”. NXB. Khoa học Kỹ Thuật, Hà Nội, Việt Nam, 2005.
- [3]. Đinh Gia Tường, Nguyễn Xuân Lạc, Trần Doãn Tiến, “*Nguyên lý máy*”. NXB. Đại học và Trung học chuyên nghiệp, Việt Nam, 1970.
- [4]. Trịnh Chất, Lê Văn Uyển, “*Tính toán, thiết kế hệ dẫn động cơ khí – Tập 1, 2*”. NXB. Giáo dục, Hà Nội, Việt Nam, 2006.
- [5]. Trần Văn Đắc, “*Lý thuyết cánh – Tập 1, 2*”. NXB. Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội, Việt Nam, 2011.