

Tạp chí khoa học kỹ thuật

THỦY LỢI & MÔI TRƯỜNG

Journal of Water Resources & Environmental Engineering

ISSN 1859 - 3941



TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI
THUYLOI UNIVERSITY

Số 93
3 - 2025

MỤC LỤC			
TT	Tên bài	Tác giả	Trang
BÀI BÁO KHOA HỌC			
1.	Nghiên cứu xây dựng công cụ dự báo lũ và vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Hồng	NGUYỄN HOÀNG SƠN NGÔ LÊ AN VŨ THỊ MINH HUỆ	3
2.	Đánh giá diễn biến mực nước theo thập kỷ tại các điểm quan trắc nước dưới đất điển hình tỉnh Long An	NGUYỄN ĐĂNG TÍNH VŨ VĂN TIẾN NGÔ ĐỨC CHÂN	9
3.	Ảnh hưởng của thành phần hạt cát nghiền đến các đặc tính của bê tông sau khi đổ	NGUYỄN VIỆT ĐỨC VŨ QUỐC VƯƠNG	17
4.	Đánh giá mức sẵn lòng chi trả của du khách và người dân nhằm góp phần phát triển du lịch bền vững tại vườn quốc gia Xuân Thủy, Nam Định	ĐINH THU HUYỀN HOÀNG THỊ HUỆ NGUYỄN THỊ HOÀI THƯƠNG	22
5.	Đánh giá sơ bộ chất lượng các sản phẩm mưa radar và mưa vệ tinh cho tỉnh Thừa Thiên Huế giai đoạn 2020-2023	NGUYỄN THÁI SƠN NGUYỄN TIẾN THANH	29
6.	Nghiên cứu ứng xử của kết cấu khung ống thép dưới tác dụng của lực va chạm dựa trên mô hình phần tử hữu hạn	VŨ QUỐC CÔNG VŨ HOÀNG HUNG NGUYỄN CHÍ THANH	35
7.	Nghiên cứu đề xuất giải pháp nâng cao khả năng huy động nguồn thủy điện khi xét đến tương quan chế độ dòng chảy trên các lưu vực sông lớn ở Việt Nam	HOÀNG CÔNG TUẤN NGUYỄN VĂN NGHĨA PHAN TRẦN HỒNG LONG	42
8.	Độ bền và vi cấu trúc của vữa sử dụng xỉ đáy lò đốt rác thay thế cát tự nhiên	NGUYỄN ĐỨC NGHĨA NGUYỄN VĂN DŨNG NGUYỄN THỊ THANH MAI THỊ HỒNG	50
9.	Xác định giá sản phẩm, dịch vụ thủy lợi phản ánh đầy đủ chi phí: Nghiên cứu điển hình tại thành phố Hồ Chí Minh	TRƯƠNG ĐỨC TOÀN	57
10.	Thủy điện tích năng (PSP) và pin lưu trữ (BSS): Phân tích chi phí, hiệu suất và tác động môi trường	NGUYỄN VĂN NGHĨA NGUYỄN THỊ NHỚ	65
11.	Nghiên cứu khả năng hấp thụ năng lượng của hộp va chạm khi biến dạng ở tốc độ cao	PHẠM THỊ HẰNG PHẠM VIỆT HIẾU	73
12.	Nghiên cứu lựa chọn các phân tử chính của hệ thống tời thủy lực phục vụ nâng hạ cửa van thủy điện, thủy lợi (tải trọng đến 110 tấn)	NGUYỄN MINH TUẤN NGUYỄN NGỌC LINH NGUYỄN THỊ NHỚ	81
13.	Đánh giá sự thay đổi sử dụng đất liên quan đến ngập đô thị tại thành phố Vĩnh Long, tỉnh Vĩnh Long	LÊ ĐÌNH HUNG PHẠM TẤN LỢI NGUYỄN VĂN THO	88
14.	Loại bỏ thuốc nhuộm Methylene Blue trong nước bằng phương pháp xanh	LÂM TẤN PHÁT TRẦN VĂN TÝ	95
15.	Giải pháp tăng cường phân cấp và củng cố tổ chức quản lý khai thác công trình thủy lợi trong bối cảnh thực hiện luật Thủy lợi	ĐINH THỊ LAN PHƯƠNG CAO THỊ HÀ VY LÊ VĂN CHÍNH	102
16.	Nghiên cứu xây dựng bản đồ rủi ro lũ tổng hợp vùng hạ du các lưu vực sông tỉnh Quảng Trị và khu vực lân cận	TÔ VĨNH CƯỜNG NGUYỄN THANH HÙNG TRIỆU QUANG QUÂN	110
17.	Nghiên cứu và ứng dụng mô hình học sâu dự báo độ ẩm của đất	NGUYỄN MAI ĐĂNG TẠ QUANG CHIẾU NGUYỄN HÀ LINH	119
18.	Phân tích diễn biến xói lở bờ biển Mỹ Khê, Đà Nẵng trong đợt gió mùa đông bắc 2024-2025 bằng công nghệ viễn thám và UAV	TRẦN HÙNG NGUYỄN VĂN LỤC NGUYỄN TRUNG VIỆT	126
19.	Mô phỏng chế độ thủy động lực khu vực ven biển Mỹ Khê, thành phố Đà Nẵng	NGUYỄN DANH THẢO NGUYỄN QUANG ĐỨC ANH NGUYỄN VĂN LỤC	133
20.	Ứng dụng mô hình thủy văn Hype mô phỏng dòng chảy lũ về hồ chứa Pleikrong, tỉnh Kon Tum	NGUYỄN TRUNG VIỆT VŨ VĂN LÂN VŨ MINH CÁT BUI DU DƯƠNG	141

TABLE OF CONTENT

No	Title	Author	Page
SCIENTIFIC ARTICLE			
1.	Research on programming tool for flood forecasting and reservoir system operation in the Red river basin	NGUYEN HOANG SON NGO LE AN VU THI MINH HUE	3
2.	Assessment of water level trends over decades at typical groundwater monitoring stations in Long An	NGUYEN DANG TINH VO VAN TIEN NGO DUC CHAN	9
3.	Effect of crushes stone sand grading on hardened concrete	NGUYEN VIET DUC VU QUOC VUONG	17
4.	Assessing the willingness to pay of tourists and local residents to contribute to the sustainable development of tourism at Xuan Thuy national park, Nam Dinh	DINH THU HUYEN HOANG THI HUE NGUYEN THI HOAI THUONG	22
5.	Preliminary evaluation of the quality of radar-based and satellite-based rainfall products for Thua Thien Hue province during the period 2020-2023	NGUYEN THAI SON NGUYEN TIEN THANH	29
6.	Study on the behavior of steel pipe frame structures under impact forces based on finite element modeling	VU QUOC CONG VU HOANG HUNG NGUYEN CHI THANH	35
7.	Research on solution proposal to enhance the mobilization capacity of hydropower in considering the correlative of flow regimes on large river basins in Vietnam	HOANG CONG TUAN NGUYEN VAN NGHIA PHAN TRAN HONG LONG	42
8.	Durability and microstructure of mortars using waste incineration bottom ash replacement of natural sand	NGUYEN DUC NGHIA NGUYEN VAN DUNG NGUYEN THI THANH MAI THI HONG	50
9.	Determining full-cost-recovery prices of irrigation products and services: A case study from Ho Chi Minh city	TRUONG DUC TOAN	57
10.	Pumped storage hydropower (PSP) and battery storage systems (BSS): cost, efficiency, and environmental impact analysis	NGUYEN VAN NGHIA NGUYEN THI NHO	65
11.	An investigation on the energy absorption of crash box during collision	PHAM THI HANG PHAM VIET HIEU	73
12.	Research on selecting main components of hydraulic winch system for lifting and lowering hydraulic power and irrigation gates (Load capacity up to 110 tons)	NGUYEN MINH TUAN NGUYEN NGOC LINH NGUYEN THI NHO	81
13.	Assessment of land use changes related to urban flooding in Vinh Long city, Vinh Long province	LE DINH HUNG PHAM TAN LOI NGUYEN VAN THO LAM TAN PHAT	88
14.	Removal of methylene blue dye from water using a green approach	TRAN VAN TY DINH THI LAN PHUONG CAO THI HA VY	95
15.	Solutions to strengthen the decentralization and consolidate the irrigation management organization in the context of implementing the Law on Hydraulic works	LE VAN CHINH	102
16.	Study on the development of an integrated flood hazard risk map for the downstream areas of river basins in Quang Tri province and adjacent regions	TO VINH CUONG NGUYEN THANH HUNG TRIEU QUANG QUAN	110
17.	Research and application of deep learning models for soil moisture prediction	NGUYEN MAI DANG TA QUANG CHIEU NGUYEN HA LINH	119
18.	Analysis of coastal erosion in My Khe beach, Da Nang during the 2024-2025 northeast monsoon using remote sensing and UAV technology	TRAN HUNG NGUYEN VAN LUC NGUYEN TRUNG VIET	126
19.	Numerical simulation of hydrodynamic regime in My Khe beach, Da Nang city	NGUYEN DANH THAO NGUYEN QUANG DUCANH NGUYEN VAN LUC	133
20.	Atilisation of the Hype hydrological model to simulate flood inflows to Pleikrong reservoir, Kon Tum province	NGUYEN TRUNG VIET VU VAN LAN VU MINH CAT BUI DU DUONG	141

Bìa 1: Kè chống sạt lở bờ biển thôn Phước Thiện, xã Bình Hải, huyện Bình Sơn, tỉnh Quảng Ngãi
Ảnh: Phạm Thị Ngọc Anh

NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN CÁC PHẦN TỬ CHÍNH CỦA HỆ THỐNG TÒI THỦY LỰC PHỤC VỤ NÂNG HẠ CỬA VAN THỦY ĐIỆN, THỦY LỢI (TẢI TRỌNG ĐẾN 110 TẤN)

Nguyễn Minh Tuấn^{1*}, Nguyễn Ngọc Linh², Nguyễn Thị Nhỏ³, Lê Đình Hưng⁴

Tóm tắt: Hiện nay, nhu cầu sử dụng các thiết bị nâng hạ phục vụ trong các ngành kinh tế của nước ta rất lớn, đặc biệt trong lĩnh vực thủy điện, thủy lợi. Tại Việt Nam hiện nay, đang có 385 công trình thủy điện vận hành. Ngành thủy lợi đang quản lý, khai thác hơn 7.000 hồ chứa với các loại dung tích khác nhau và hàng chục ngàn cửa van các loại phục vụ công tác điều tiết nước. Để nâng hạ các cửa van này, thiết bị nâng có thể là xi lanh, tời, vít me. Đối với thiết bị tời hầu hết là tời cơ khí điện với hộp giảm tốc ăn khớp ngoài, kết cấu cồng kềnh, hiệu suất thấp. Với trình độ khoa học công nghệ phát triển như hiện nay, cần nghiên cứu giải pháp thiết bị mới nhằm khắc phục các nhược điểm nêu trên của tời cơ khí - điện, tời thủy lực sử dụng hộp giảm tốc bánh răng hành tinh là giải pháp tối ưu, với các ưu điểm: Gọn nhẹ, hiệu suất cao, khả năng tự động hóa cao. Bài báo giới thiệu về kết cấu và phương pháp tính toán, lựa chọn một số phần tử chính của hệ thống tời thủy lực có tải trọng nâng đến 110 tấn.

Từ khóa: Tời thủy lực, hộp giảm tốc bánh răng hành tinh, chiều cao nâng, tốc độ nâng.

1. GIỚI THIỆU KẾT CẤU TÒI THỦY LỰC SỬ DỤNG HỘP GIẢM TỐC BÁNH RĂNG HÀNH TINH

1.1. Giới thiệu chung

Tời là loại máy đóng mở cửa van kiểu dây mềm là dùng cáp hoặc xích cuốn lên tang hoặc ròng rọc xích để đóng mở cửa van. Tang cuốn và nhả cáp được là nhờ động cơ điện, động cơ thủy lực (hay quay tay) truyền qua các cặp bánh răng đến tang cuốn cáp. Có hai loại: di động (là một loại máy trực vừa dạng đứng mở cửa vừa nâng hạ thiết bị khác) và tời lắp cố định.

1.1.1. Kết cấu chung của máy đứng mở kiểu dây mềm

a) *Bộ phận đóng mở cửa:* gồm dây cáp, tang cuốn cáp, ròng rọc tĩnh và động (trong trường hợp cần tăng bội suất palăng) và kẹp cáp. Đối với cửa van nhỏ dùng loại tời tang kép với 2 đầu dây cáp được đưa sang 2 bên kết nối với tai treo cửa (mỗi cửa van chỉ dùng 1 tời) (hình 1), còn đối với cửa van có khẩu độ lớn, chịu tải trọng lớn thường dùng hai tang riêng biệt đồng trục và 2 tang song song nhau (có thể dùng tang đơn hoặc tang kép), với trường

hợp này, mỗi tời sẽ kéo 1 bên cửa thông qua dây cáp được móc vào tai cửa (hình 2). Trường hợp dùng hai tang song song phải có hai ròng rọc cố định để cáp kéo thẳng góc với cửa. Trong cả hai trường hợp, mỗi cửa đều có hai điểm kéo cáp, đồng thời cần sử dụng hệ thống đồng tốc (cơ khí, điện hoặc thủy lực) để bảo đảm cửa lên xuống đều đặn, không bị lệch dẫn đến kẹt cửa.

b) *Bộ phận truyền động:* các khớp nối, cơ cấu phanh, hộp giảm tốc và các bộ phận truyền bánh răng ngoài cho tới tang cuốn cáp. Phanh thường sử dụng là loại hai má điện từ hoặc điện thủy lực. Các loại này đều là phanh thường đóng và chỉ mở ra khi có điện.

Tốc độ đóng mở chậm nên hộp giảm tốc có tỉ số truyền lớn, có thể sử dụng bánh răng trụ hay bánh vít trụ vít hoặc hộp giảm tốc bánh răng hành tinh. Bộ truyền bánh răng trụ thường có bộ truyền trong và các cặp bánh răng truyền ngoài: loại này có kích thước lớn. Hộp giảm tốc bánh vít trụ vít có tỉ số truyền lớn, có khả năng tự hãm tốt, nhỏ gọn nhưng hiệu suất thấp. Tối ưu nhất là sử dụng hộp giảm tốc bánh răng hành tinh có tỉ số truyền lớn, ăn khớp êm, hiệu suất cao và kết cấu nhỏ gọn.

c) *Bộ phận dẫn động:* gồm động cơ điện, hệ thống điều khiển thủy lực và cơ cấu quay tay. Đối với cửa có khẩu độ nhỏ, vừa thường dùng một động cơ dẫn động chung cho hai tang cuốn cáp; cửa có khẩu độ và tải trọng lớn sử dụng dẫn động riêng

¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất

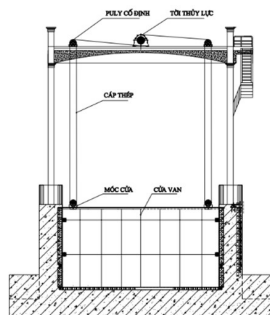
²Công ty CP công nghệ công nghiệp Intec

³Trường ĐH Thủy lợi

⁴Viện Thủy công

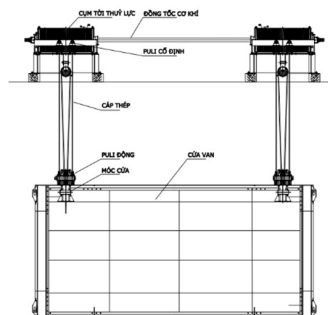
* Tác giả liên hệ

từng cụm đặt về hai phía cáp kéo. Việc khởi động và đồng tốc được giải quyết trên sơ đồ điện điều khiển và thường gọi là trục điện, đối với các tời độc lập thường kết hợp cả đồng tốc cơ khí. Nơi chưa có điện và cửa van nhỏ có thể quay tay.



Hình 1. Một tời tang kép kéo 1 cửa van

d) Bộ phận điều khiển: gồm hệ thống điện, các cơ cấu đo lường, các công tắc kiểm soát khống chế khác. Tùy vào mức độ công trình có thể điều khiển trực tiếp, bán tự động hay tự động hoàn toàn.



Hình 2. Hai tời tang kép độc lập kéo 1 cửa van

1.1.2. Ưu, nhược điểm của thiết bị đóng mở kiểu dây mềm

a) Ưu điểm

Dễ lắp đặt và điều chỉnh, linh hoạt khi móc tải. Có khả năng tăng bội suất palăng để giảm lực trong dây cáp. Không bị hạn chế tốc độ nâng, chiều cao nâng, hiệu suất bộ truyền cao, tiết kiệm được công suất máy. Có khả năng tự động hóa thời gian đóng mở cửa van nhanh, an toàn khi hạ cửa, lắp đặt trên công trình gọn gàng, giá thành rẻ, không bị ảnh hưởng bởi khoảng cách từ đỉnh cửa đến cao trình đặt máy, áp dụng hiệu quả cao cho cửa van phẳng và cả cửa van cung trên đập tràn khi khoảng cách này lớn không phù hợp để sử dụng xi lanh thủy lực, có thể áp dụng tốt cả ở những nơi không có điện.

b) Nhược điểm

Khó sử dụng trong trường hợp cửa van không tự đóng (cần sử dụng lực ấn). Sơ đồ bố trí hệ thống dây cáp khá phức tạp, nhất là đối với các công trình có chiều cao nâng lớn, chịu tải lớn cần tăng bội suất palăng, hay với các loại cửa van phẳng nhiều tầng và cửa van dưới sâu khi đóng cần lực ấn, khó bảo dưỡng cáp, đặc biệt trong môi trường nước nhiễm phèn, mặn.

c) Sử dụng

Loại máy nâng sử dụng dây mềm thường dùng để đóng mở cửa van phẳng, cửa van cung, cửa kiểu ống lăn, kiểu mái nhà, hình trụ. Cũng có thể dùng trong cơ cấu đóng mở cửa van chữ nhân song phải có cách mắc thích hợp, áp dụng hiệu quả cho các cửa van khẩu độ lớn hơn 3m. Khi trọng lượng cửa không đủ

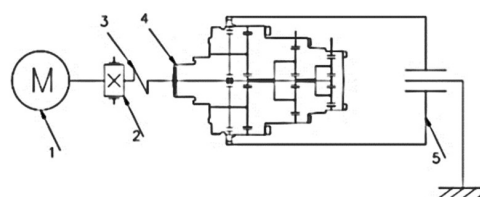
để tự đóng, phải thêm gia trọng hoặc phải mắc cáp phức tạp. Thiết bị phải đặt trên cầu công tác phía trên đỉnh cửa van.

2. NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM KẾT CẤU, NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC VÀ TÍNH TOÁN LỰA CHỌN CÁC PHẦN TỬ CHÍNH CỦA HỆ THỐNG TỜI THỦY LỰC

2.1. Đặc điểm kết cấu và nguyên lý hoạt động của tời thủy lực

a. Sơ đồ kết cấu của tời thủy lực sử dụng hộp giảm tốc bánh răng hành tinh

Hình 3 trình bày sơ đồ kết cấu của tời thủy lực sử dụng hộp giảm tốc bánh răng hành tinh.



Hình 3. Sơ đồ truyền động cơ cấu nâng
(1. Mô tơ thủy lực, 2. Phanh, 3 Khớp nối, 4. Hộp giảm tốc bánh răng hành tinh, 5. Tang tời)

b. Nguyên lý làm việc

Nguyên lý làm việc của tời thủy lực sử dụng hộp giảm tốc bánh răng hành tinh làm việc theo nguyên lý sau : Mô tơ thủy lực (1) tạo ra mô men xoắn nhờ dòng dầu thủy lực được cấp bởi bơm thủy lực đặt trên trạm nguồn, khi mô tơ quay đồng thời phanh đĩa ma sát cũng được cấp dầu để mở phanh nhờ van

phanh, mô men xoắn truyền từ trục mô tơ thủy lực qua khớp nối then hoa (3) đến hộp giảm tốc bánh răng hành tinh (4) có tỷ số truyền i , thân tang tời được gắn với vành của hộp giảm tốc bằng mối lắp bu lông, do đó, khi vành hộp giảm tốc quay sẽ dẫn động cho tang quay theo. Như vậy, qua hộp giảm tốc mô men xoắn của mô tơ thủy lực đã được khuếch đại lên i lần, tùy thuộc vào yêu cầu cụ thể về tải trọng nâng (Q), tốc độ nâng (v) để lựa chọn hộp giảm tốc với tỷ số truyền phù hợp.

Bảng 1. Thông số kỹ thuật của tời thủy lực có lực nâng 110 tấn

STT	Các thông số	Ký hiệu	Giá trị
1	Tải trọng nâng danh nghĩa của cơ cấu nâng chính, kg	Q	2×110.000
2	Tải trọng nâng của 1 móc, kg	Q_1	110.000
3	Tải trọng kiểm tra, kg	Q_{kt}	137.500
4	Vận tốc nâng lớn nhất yêu cầu, m/ph	v	(0-0,5)
5	Chiều cao nâng lớn nhất, m	H	20
6	Bội suất pa lăng	$2a$	2×6

Về tính toán thiết kế, lựa chọn các thông số của tang quán cáp vẫn tuân theo cơ sở lý thuyết như đối với tời cơ khí - điện truyền thống.

Các phần tử cơ khí, điện, thủy lực chính như: động cơ điện, mô tơ thủy lực, hộp giảm tốc, van thủy lực...

2.3. Tính toán lựa chọn các phần tử chính của hệ thống tời thủy lực

a. Tính toán lựa chọn động cơ dẫn động tời nâng

Trọng hệ thống tời thủy lực, động cơ điện có nhiệm vụ dẫn động cho máy bơm thủy lực để cấp dầu cho mô tơ thủy lực tạo mô men xoắn để làm quay tang thông qua hộp giảm tốc bánh răng hành tinh mà không trực tiếp tạo mô men xoắn tới trục hộp giảm tốc như đối với tời điện truyền thống.

+ Công suất yêu cầu của động cơ khi nâng tải định mức với tốc độ bình ổn (Phạm Huy Chính, 2008):

$$N = \frac{Q_0 V_n}{1000 \eta}, kW \quad (1)$$

Trong đó:

$$Q_0 = (Q_1 + G_n) = 113.300 \text{ (kG)} = 1.133.000 \text{ (N)}$$

Với:

$$Q_1 = 110.000 \text{ (kG)} - \text{Tải trọng nâng của 1 móc}$$

$G_n = 3\% Q_1 = 3.300 \text{ (kG)}$ - Khối lượng của bộ phận mang vật

$$V_n = 0,5 \text{ m/ph} = 0,00833 \text{ m/s} - \text{Vận tốc nâng vật.}$$

Như vậy, để có tốc độ nâng hạ khi qua bội số cấp $a_1 = 6$ (tính cho 1 bên tang - với tang đôi thì bội suất pa lăng kép $2a_1 = 2 \times 6$) là $V_n = 0,5 \text{ m/ph}$, đây cấp được quán trên tang cần tốc độ là: $V_t = 3,0 \text{ m/ph}$.

2.2. Thông số kỹ thuật của tời thủy lực

Cũng như đối với tời cơ khí - điện, để tính toán lựa chọn các phần tử chính của hệ thống tời thủy lực cần biết các thông số kỹ thuật: tải trọng nâng (Q), chiều cao nâng (H), tốc độ nâng (v), bội suất pa lăng (a).

Trong bài báo trình bày phương pháp tính toán, lựa chọn 1 số phần tử của tời thủy lực có tải trọng nâng $Q = 110$ tấn. Thông số cụ thể của tời thủy lực phù hợp với công trình thực tế được trình bày trên bảng 1.

$\eta = 0,75$ - Hiệu suất truyền động của cơ cấu (chọn sơ bộ), là tích của các hiệu suất thành phần (hiệu suất cơ khí, hiệu suất thủy lực, hiệu suất hộp giảm tốc hành tinh ...).

Như vậy, thay các giá trị vào biểu thức (1), ta được:

$$N = 12,59 \text{ kW}$$

Tại điều kiện thử tải, công suất tiêu thụ của động cơ là: $N_{\text{test}} = 1,25.N$

$$\Rightarrow N_{\text{test}} = 15,74 \text{ kW}$$

Do đó, công suất động cơ cần thiết là:

$$N_{dc} = K_{dt} * N_{\text{test}}$$

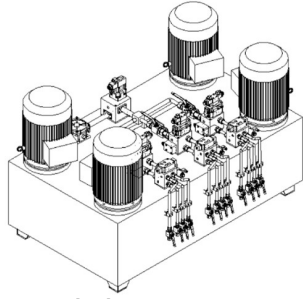
Trong đó: $K_{dt} = (1,05 - 1,15)$ - hệ số dự trữ của động cơ (TCVN 4244 - 2005)

$$\Rightarrow N_{dc} = (16,53 - 18,10) \text{ kW}$$

Đối chiếu với dải động cơ điện hiện nay, để an toàn, ta chọn:

$$N_{dc} = 22 \text{ kW}$$

Để thuận lợi trong quá trình vận hành, chọn 02 động cơ điện $N_{dc} = 22 \text{ kW}$ lắp trên cùng 01 trạm nguồn thủy lực hoạt động đồng thời thời để cấp dầu thủy lực cho động cơ thủy lực dẫn động hộp giảm tốc bánh răng hành tinh trong cơ cấu nâng. Đối với hệ thống tời thủy lực tải trọng nâng 110 tấn lựa chọn loại trạm nguồn kép (1 trạm nguồn điều khiển nâng hạ 2 cửa van tương ứng 04 hệ thống tời), do đó, có thể bố trí 04 động cơ trên cùng 1 trạm nguồn (hình 4).



Hình 4. Sơ đồ lắp đặt động cơ điện trên trạm nguồn thủy lực hoạt động đồng thời

b. Tính toán, lựa chọn bộ truyền cho cơ cấu nâng (hộp giảm tốc)

Do yêu cầu về khối lượng cũng như không gian lắp đặt cơ cấu, có thể sử dụng bộ truyền hộp giảm tốc bánh răng hành tinh. Ưu điểm của hộp giảm tốc loại này là kích thước, khối lượng nhỏ gọn, hiệu suất và tỷ số truyền cao,... Tuy nhiên, loại thiết bị này có nhược điểm là việc chăm sóc, bảo dưỡng khó khăn và giá thành cao hơn so với hộp giảm tốc bánh răng thông thường.

- Tốc độ quay của tang (Phạm Huy Chính, 2008):

$$n_t = \frac{V_h \cdot a}{\pi \cdot D_t} \quad (2)$$

Trong đó:

$V_h = 0,5$ m/ph – vận tốc nâng lớn nhất;

$a = 6$ – Bội suất pa lăng;

$D_t = 0,86$ m – Đường kính ngoài của tang quần cáp.

Thay các giá trị trên vào biểu thức (2), ta có:

$n_t = 1,11$ (v/ph)

Để lựa chọn được hộp giảm tốc bánh răng hành tinh, cần tính toán mô men xoắn đầu ra của hộp giảm tốc, mô men tối thiểu của hộp giảm tốc ở đầu ra phải tối thiểu bằng mô men xoắn trên trục tang.

Tính toán mô men xoắn trên trục tang - trục chậm của hộp giảm tốc, xác định theo công thức (3) (Nguyễn Trọng Hiệp, 2010):

$$M_t = \frac{m \cdot k_d \cdot S \cdot D'_m}{2 \cdot \eta_d} \quad (3)$$

Trong đó:

$m = 2$: hệ số pa lăng đối với pa lăng kép.

$k_d = 1,25$ – Hệ số tải trọng động

$D'_m = D_1 = 868$ mm – Đường kính tang theo đường tâm cáp

$S = 96.343,54$ N - Lực căng lớn nhất xuất hiện ở nhánh dây cáp cuốn lên tang khi nâng vật.

$\eta_d = 0,98$ – Hiệu suất tang quần cáp.

Thay các giá trị trên vào công thức (3) ta có:

$M_t = 106.666$ N.m

Như vậy, hộp giảm tốc bánh răng hành tinh cần đáp ứng mô men đầu ra tối thiểu là: $M_{hgt} \geq 106.666$ N.m.

+ Lựa chọn tỷ số truyền của hộp giảm tốc:

Với mô men trên trục của hộp giảm tốc như trên, đối chiếu với catalogue của các hãng sản xuất hộp giảm tốc, lựa chọn loại hộp giảm tốc của hãng Reggiana Riduttori (Italia) làm cơ sở để tính toán kết cấu hộp giảm tốc, hộp giảm tốc RR6500 L4W (hình 5) là phù hợp nhất trong điều kiện này (Reggiana riduttori, 2022). Thông số cụ thể như sau:

- Mômen đầu ra lớn nhất: $T_{2nmax} = 155.000$ Nm

- Mômen đầu ra tại chế độ làm việc và $n_2 = 15$ v/ph M2 (T2 – L2): $T_{2n} = 82.750$ Nm

- Tỷ số truyền: $i = 402,91$.

- Số cấp: 4 cấp



Hình 5. Hộp giảm tốc RR6500L4W

c. Tính toán và chọn mô tơ thủy lực

Mô men xoắn trên mô tơ thủy lực:

$$M_{mt} = M_x / \eta_{igt} \quad (4)$$

Thay các giá trị vào biểu thức (4) ta có:

$$M_{mt} = 106.666 / 0,95 \cdot 402,91 = 278,67 \text{ N.m}$$

Căn cứ vào mô men trên mô tơ thủy lực, có thể chọn mô tơ loại: OMS125 với mô men làm việc ổn định $M_{lv} = 303$ N.m, áp suất max: $p_{max} = 210$ Bar, lưu lượng riêng: $q_v = 125,7$ cm³/vòng = 0,1257 l/vòng, hệ số mô men $k_M = 1,79$ Nm/ Bar.



Hình 6. Mô tơ thủy lực OMS125

Kiểm tra lại áp suất làm việc của mô tơ thủy lực khi $M_{mt} = 278,67$ Nm:

$$p = M_{mt} / k_M = 278,67 / 1,79 = 155,68 \text{ Bar} < p_{max}$$

Khi đó, áp suất làm việc lớn nhất của hệ thống được tính tại áp suất ở chế độ thử tải, nghĩa là:

$$p_{max} = k \cdot p = 1,25 \cdot 155,68 \approx 195 \text{ Bar.}$$

Như vậy, mô tơ Obit OMS125 (Danfoss Group, 2020) đã chọn đảm bảo.

d. Tính toán, lựa chọn bơm thủy lực

Khi có tải, tốc độ quay của mô tơ thủy lực:

$$n_{mt} = i_{gt} \cdot n_t = 402,91 \cdot 1,1 \approx 447,61 \text{ v/ph}$$

Lưu lượng cần cấp cho mô tơ thủy lực là:

$$Q_{mt} = n_{mt} \cdot q_v / \eta = 447,61 \cdot 0,1257 / 0,95 = 59,23 \text{ (l/ph)}$$

Như vậy, bơm thủy lực phải đảm bảo điều kiện về lưu lượng như sau:

$$Q_b \geq Q_{mt} \quad (5)$$

Nghĩa là, lưu lượng của bơm tối thiểu phải đạt 59,23 (l/ph). Hiện nay, có nhiều dòng bơm thủy lực đáp ứng được điều kiện trên, tuy nhiên, như đã phân tích, dự án sẽ lựa chọn bơm bánh răng ăn khớp ngoài. Trên cơ sở catalogue bơm thủy lực của các hãng, dự án sẽ chọn bơm ALP3D80 để cấp dầu thủy lực dẫn động mô tơ thủy lực nâng hạ tời.

Thông số của bơm ALP3D80 (Marzocchi Pome, 2021) cụ thể như sau:

- Hãng sản xuất: Marzocchi – Italia
- Lưu lượng tại $n = 1.500 \text{ v/ph}$: $q_v = 74 \text{ cm}^3/\text{vòng}$
- Áp suất lớn nhất: $p_{\max} = 230 \text{ Bar}$
- Số vòng quay tối đa: $n_{\max} = 2.400 \text{ v/ph}$.



Hình 7. Kết cấu của bơm ALP3D80

e. Tính toán lựa chọn các phần tử thủy lực khác

+ *Tính toán lựa chọn cụm van điều khiển và phân phối*



Hình 9. Van an toàn DBDS10K

+ *Tính toán lựa chọn van 1 chiều*

Van 1 chiều lựa chọn cho hệ thống có lưu lượng lớn nhất là 250 l/ph, áp suất mở $p = 0,5 \text{ bar}$.

Để tính toán, lựa chọn cụm van điều khiển và phân phối phù hợp, cần dựa trên các cơ sở sau:

- Lưu lượng lớn nhất cung cấp cho mô tơ thủy lực đã tính toán ($Q_{mt} = 59,23 \text{ l/ph}$).
- Áp suất lớn nhất của hệ thống: $p_{\max} = 195 \text{ Bar}$
- Phương pháp điều khiển: điều khiển điện kết hợp tay.

Khi đó, các van được chọn phải đảm bảo lưu lượng lớn nhất qua van là: 59,23 l/ph và áp suất làm việc lớn nhất: 220 bar.

Như vậy, chọn cụm van phân phối và điều khiển của hãng Ponar (PONAR Wadowice, 2021): 4WEH10H



Hình 8. Van phân phối 4WEH10H

+ *Tính toán, lựa chọn van an toàn*

Chế độ làm việc khi có tải tương ứng với áp suất lớn nhất của hệ thống là $p_{\max} = 195 \text{ bar}$.

Như vậy, lựa chọn van an toàn áp suất lớn nhất 200 Bar: lưu lượng qua van khi xả hoàn toàn $q = 250 \text{ l/ph}$, vận tốc xả $v = 8 \text{ m/s}$, thời gian tác động 0,2 giây. Van DBDS10K (PONAR Wadowice, 2021) của hãng Bosch Rexroth có thông số phù hợp (hình 9).



Hình 10. Van 1 chiều

Các phần tử chính sau khi được tính toán, thiết kế, lựa chọn sẽ làm cơ sở để tích hợp, sản xuất các hệ thống tời thủy lực hoàn chỉnh phục vụ sản xuất.



Hình 11. Thay thế tời thủy lực lực nâng 110 tấn sử dụng hộp giảm tốc bánh răng hành tinh tại thủy điện Sê San 4 (Gia Lai)



Hình 12. Tời thủy lực lắp đặt vận hành tại công trình thủy điện Nam Long (Đăk Nông)

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Từ yêu cầu thực tế sản xuất, xác định được các thông số kỹ thuật chính (Q, H, v) của hệ thống tời nâng hạ cửa van, sau đó, sử dụng lý thuyết để tính toán, lựa chọn các chi tiết, phần tử chính (cơ khí, điện, thủy lực) làm cơ sở để thiết kế hệ thống tời thủy lực phục vụ nâng hạ cửa van điều tiết nước cho các công trình thủy lợi, thủy điện.

Như đã trình bày ở phần trên, để tính toán, lựa chọn các chi tiết, phần tử chính của tời thủy lực cần kiến thức tổng hợp cả về cơ khí, thủy lực, điện ... từ đó sẽ làm cơ sở để thiết kế hệ thống thiết bị cơ khí, đồng thời xây dựng sơ đồ thủy lực điều khiển sự hoạt động của hệ thống tời.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày cơ sở lý thuyết tính toán, thiết kế các phần tử chính của hệ thống tời thủy

lực, đồng thời trình bày kết cấu, nguyên lý làm việc của loại thiết bị này. Thiết bị tời thủy lực sử dụng hộp giảm tốc bánh răng hành tinh là loại thiết bị tiên tiến, tích hợp nhiều thiết bị đòi hỏi độ chính xác, tin cậy cao trong quá trình tính toán, thiết kế và chế tạo. Do đó, so với tời cơ khí - điện truyền thống, loại tời này có nhiều ưu điểm: làm việc an toàn, êm, kết cấu nhỏ gọn, hiệu suất cao hơn..., đặc biệt, có khả năng tự động hoá cao. Đây là kết quả nghiên cứu của Dự án khoa học công nghệ cấp Quốc gia DADL. CN04/22 do Bộ Khoa học và công nghệ quản lý. Trong thời gian tới, từ những kết quả đạt được ban đầu được nghiên cứu sẽ từng bước ứng dụng vào thực tế sản xuất để thay thế những công nghệ cũ, lạc hậu nhằm đảm bảo hiệu quả công trình và tiết kiệm năng lượng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Phạm Huy Chính, 2008. *Tính toán sử dụng các thiết bị nâng chuyển*. NXB Xây Dựng.
- Trương Quốc Thành, Phạm Quang Dũng, 1999. *Máy và thiết bị nâng*, NXB Khoa học kỹ thuật.
- TCVN 4244 - 2005. *Thiết bị nâng, thiết kế, chế tạo và kiểm tra kỹ thuật*.
- Nguyễn Trọng Hiệp, 2010. *Chi tiết máy tập 1, 2*. NXB Giáo dục Việt Nam.
- REGGIANA RIDOTTORI, 2022. *Planetary reduction gears*.
- Marzocchi Pome, 2021. *Gear pumps*
- Danfoss Group, 2020. *Orbital Motor OMS*
- PONAR Wadowice, 2021 - *Producer of power hydraulics elements and systems*

Abstract:
**RESEARCH ON SELECTING MAIN COMPONENTS OF HYDRAULIC
WINCH SYSTEM FOR LIFTING AND LOWERING HYDRAULIC POWER
AND IRRIGATION GATES (LOAD CAPACITY UP TO 110 TONS)**

Currently, the demand for lifting equipment serving the economic sectors of our country is very large, especially in the field of hydropower and irrigation. In Vietnam, there are currently 385 hydropower projects in operation. The irrigation sector is managing and exploiting more than 7.000 reservoirs with different capacities and tens of thousands of valves of all kinds serving water regulation. To lift and lower these valves, the lifting equipment can be cylinders, winches, and screws. For winches, most of them use electromechanical winches using external gear reducers with bulky structures and low efficiency. With the current level of science and technology development, it is necessary to research new equipment solutions to overcome the above disadvantages of mechanical-electric winch systems. Hydraulic winches using planetary gear reducers are the optimal solution, with the following advantages: Compact, high efficiency, high automation. The paper introduces the structure and calculation method, selecting some main elements of the hydraulic winch system with capacity up to 110 tons.

Keywords: Hydraulic winch, planetary gear reducer, lifting height, lifting speed.

Ngày nhận bài: 12/02/2025

Ngày chấp nhận đăng: 14/3/2025