

NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN DẪN ĐỘNG HỢP LÝ NHÀ TRỌNG LƯỢNG LỚN QUAY 360 ĐỘ

Cao Thành Dũng¹, Trần Văn Tuấn¹, Nguyễn Văn Chánh²

Tóm tắt: Nhà trọng lượng lớn thường là ngôi nhà có độ cao lớn và mặt bằng rộng. Để ngôi nhà này quay 360 độ thì yêu cầu đặt ra là phải có hệ thống đỡ và tạo chuyển động quay hợp lý cho ngôi nhà. Một bể nước hình trụ được thiết kế dưới đáy tòa nhà để chịu phần lớn tải trọng tòa nhà nhờ lực đẩy Ác si mét của nước lên phần chiếm chỗ của tòa nhà. Tòa nhà quay quanh tâm của nó nhờ dẫn động của các bánh xe đặt xung quanh tòa nhà. Mỗi liên hệ giữa mực nước trong bể và tải trọng tác dụng lên các bánh xe di chuyển được xác định thông qua trọng lượng ngôi nhà và lượng nước chiếm chỗ của tầng hầm tòa nhà. Từ đó phương án tạo lực ép và phương án dẫn động cho các bánh xe được chỉ ra đảm bảo an toàn cho toàn bộ hệ thống.

Từ khóa: Nhà quay 360 độ; Dẫn động nhà quay; Nhà quay trọng lượng lớn.

1. GIỚI THIỆU

Trong quy hoạch tổng thể phát triển du lịch Việt Nam đến năm 2020 và tầm nhìn đến năm 2030 nêu rõ cần phát triển sản phẩm du lịch đặc trưng theo các vùng, với tính chất nổi trội để tạo dựng thương hiệu từng vùng. Do vậy, việc xây dựng nhà quay 360 độ sẽ tạo điểm nhấn cho vùng du lịch đó. Nhà quay 360 độ giúp khai thác tối đa lợi thế về cảnh quan du lịch đặc trưng của địa phương, giúp tạo dựng thương hiệu nổi trội cho từng vùng du lịch tại Việt Nam mang đẳng cấp quốc tế theo đúng tinh thần của nghị quyết Trung ương 8. Đồng thời, mô hình nhà quay tạo ra sản phẩm du lịch hấp dẫn thu hút du khách tại các khu du lịch nghỉ dưỡng, vui chơi giải trí.

Trên thế giới hiện nay đã xuất hiện một số nhà quay 360 độ. Những nhà quay này được thiết kế để toàn bộ trọng lượng của ngôi nhà dồn lên trụ đỡ ở tâm nhà và các bánh xe di chuyển. Do đó nó có nhược điểm là chế tạo phần cơ khí chịu tải lớn và tốn kém. Bên cạnh đó khi vận hành nhà quay tạo ma sát lớn nên phải chọn động cơ công suất lớn, công kênh và tiêu hao nhiều năng lượng. Thiết kế này rất khó để xây dựng tòa nhà có trọng lượng lớn quay 360 độ.

Yêu cầu đặt ra là cần nghiên cứu phương án hợp lý để dẫn động nhà trọng lượng lớn quay 360 độ giúp cho ngôi nhà vận hành an toàn và tiết kiệm chi

phí. Từ thực tế này, nhà quay 360 độ đặt trên bể nước được định hướng thiết kế. Nhà quay được đỡ và nâng lên theo nguyên lý thủy lực là chính, đó là điểm mới và khác biệt với các công trình đã có ở nước ngoài.

Nhà quay 360 độ (Hình 1) có bể nước hình trụ, đáy hình tròn phẳng và được làm bằng bê tông cốt thép. Tầng hầm hình trụ nằm trong bể nước và có đáy đồng dạng với đáy bể nước. Tầng hầm được liên kết với bể nước thông qua hệ thống định tâm được bố trí ở tâm của đáy bể và đáy tầng hầm. Trụ định tâm đồng thời là ống kỹ thuật để lắp đặt đường ống điện, nước và được đưa từ ngoài vào trong tầng hầm. Sàn của tầng hầm được đỡ bởi thành bên và các trụ cột liên kết với dầm đáy ở tầng hầm.

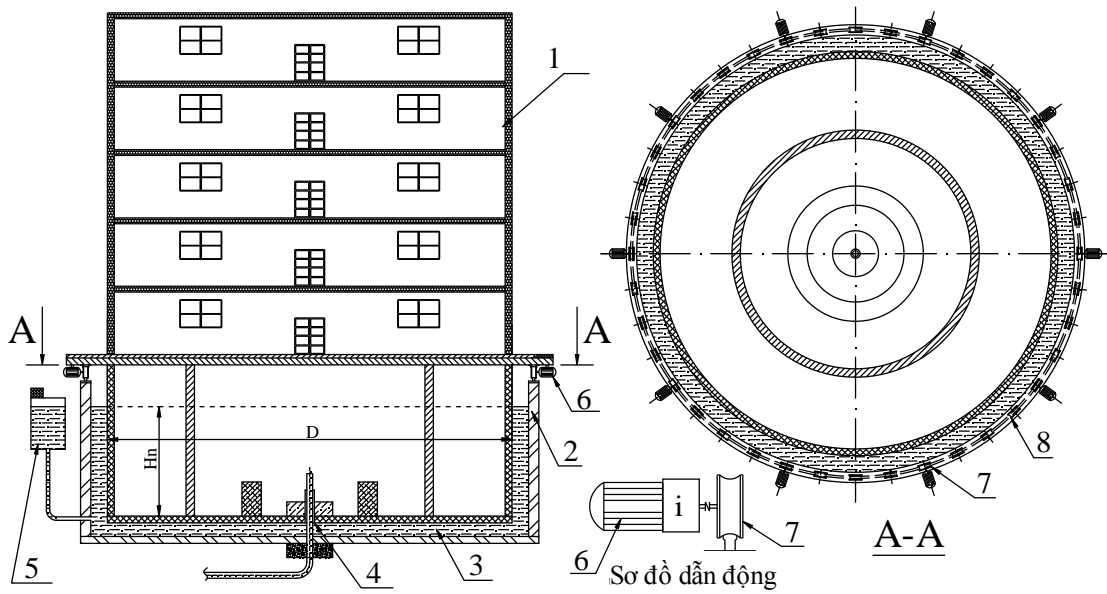
Khi bơm nước vào trong bể thì tầng hầm của tòa nhà đóng vai trò như một chiếc phao, dưới tác dụng của lực đẩy Ác si mét trong nước thì tầng hầm được nổi lên. Khi tầng hầm nổi lên thì các bánh xe dẫn động 7 và bánh xe bị động 8 được lắp đặt đều xung quanh chu vi tòa nhà dưới sàn tầng hầm theo số lượng tính toán. Các bánh xe này tỳ vào mặt trên thành bể hoặc tỳ vào dầm dưới của tòa nhà và có nhiệm vụ di chuyển, chịu một phần nhỏ trọng lực, giữ thăng bằng và ổn định cho tòa nhà. Khi động cơ 6 hoạt động thì các bánh xe dẫn động sẽ chạy trên ray xung quanh chu vi tòa nhà dẫn động cho tòa nhà quay. Do đó nhà quay 360 độ trên bể nước dùng lực đẩy Ác si mét để nâng tòa nhà nổi lên là một công

¹ Khoa Cơ khí Xây Dựng, Trường Đại học Xây Dựng

² Công ty CP nhà quay Việt Nam

nghe ưu việt so với các công nghệ hiện có trên thế giới. Khi khối lượng tòa nhà lớn hàng nghìn tấn thì

các công nghệ khác trên thế giới khó có thể thực hiện được để tạo nhà quay 360 độ.

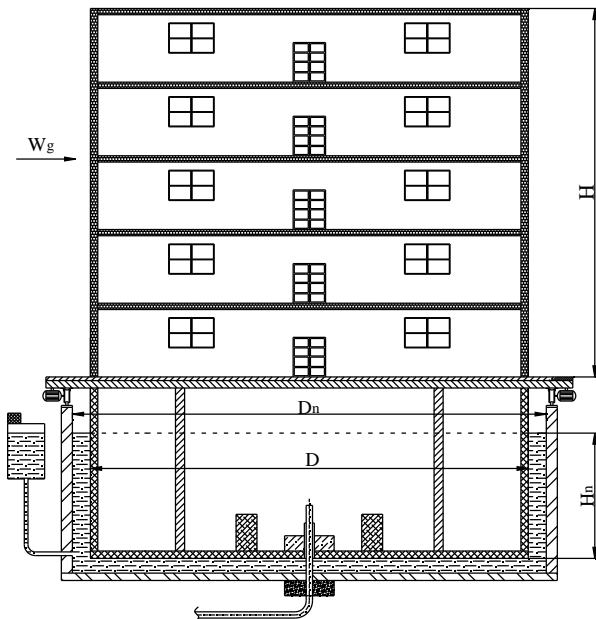


Hình 1. Nhà quay 360 độ

1- Tòa nhà; 2- Bể nước; 3- Nước; 4- Định tâm; 5- Bể phụ;
6- Động cơ; 7- Bánh xe dẫn động; 8- Bánh xe bị động.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ TÁC DỤNG LÊN NHÀ QUAY

2.1. Thông số cơ bản của tòa nhà



Hình 2. Các thông số cơ bản của tòa nhà.

Thông số hình học của tòa nhà (Hình 2) bao gồm đường kính tòa nhà (D), đường kính bể nước

(D_n), chiều cao tòa nhà (H), chiều cao cột nước bị đáy nhà chiếm chỗ (H_n). Thông số động học bao gồm tốc độ quay (n_q), công suất động cơ $N_{đc}$. Thông số tải trọng bao gồm trọng lượng bản thân tòa nhà (M_{nh}), trọng lượng tăng thêm lớn nhất do thêm các đồ đạc, con người ... (M_{th}), tải trọng gió (W_g). Thông số khác bao gồm số lượng bánh xe dẫn động quay tòa nhà (S_{xq}), số lượng bánh xe bị động (S_x).

2.1. Các thành phần lực tác dụng lên tòa nhà

a. Lực đẩy Ac si mét:

Diện tích mặt cắt ngang tòa nhà (S_b):

$$S_b = \frac{\pi \times D^2}{4} \quad (2.1)$$

Thể tích phần móng nhà theo chiều cao cột nước (V_n): $V_n = S_b \times H_n$ (2.2)

- Lực đẩy Ac xi mét để nâng tòa nhà lên (F_A):

$$F_A = \rho \times V_n \quad (2.3)$$

ρ : Trọng lượng riêng của nước

- Diện tích mặt cắt bể nước (S_{bn}):

$$S_{bn} = \frac{\pi \times D_n^2}{4} \quad (2.4)$$

b. Phản lực của từng bánh xe lên tòa nhà (F_x):

- Khi chỉ có trọng lượng bản thân tòa nhà:

$$F_{Xr} = \frac{M_{nh} - F_A}{S_{xq} + S_x} \quad (2.5)$$

- Khi trọng lượng tăng thêm lớn nhất:

$$F_{XM} = \frac{(M_{nh} + M_{th}) - F_A}{S_{xq} + S_x} \quad (2.6)$$

c. Tải trọng gió (W_g):

Tải trọng gió phải được tính toán trong giá trị cho phép để tòa nhà quay ở trạng thái ổn định, tòa nhà không bị nghiêng về một phía nào đó. Do tòa nhà dạng hình trụ và các bánh xe được phân bố đều xung quanh chu vi của nó, nên gió chỉ cần tính toán theo một phương bất kỳ để tòa nhà không bị mất ổn định và khối lượng tòa nhà là nhỏ nhất.

Điều kiện để tòa nhà làm việc ổn định được tính theo trọng lượng bản thân tòa nhà:

$$(M_{nh} - F_A) \cdot \frac{D}{2} \geq n \cdot W_g \cdot \frac{H}{2} \Rightarrow \frac{(M_{nh} - F_A) \cdot D}{W_g \cdot H} \geq n \quad (2.7)$$

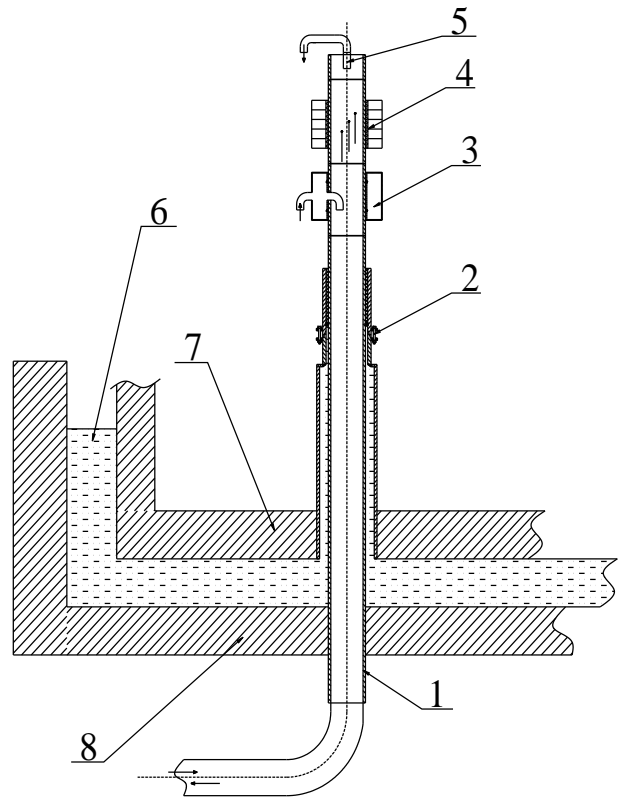
n: hệ số an toàn cho phép khi tòa nhà làm việc.

3. THIẾT LẬP BỘ ĐỊNH TÂM CHO NHÀ QUAY 360 ĐỘ

Mục đích của bộ định tâm dùng cho nhà quay 360 độ trong bể nước là trục quay của tòa nhà đồng thời vừa là ống kỹ thuật để bố trí các đường dây điện, các đường ống cấp và thoát nước ra vào tòa nhà. Bộ định tâm cần đạt được những yêu cầu như chống mài mòn, ngăn nước tràn lên hay khi bể nước hoặc tòa nhà bị rung chấn hoặc tòa nhà bị nghiêng ở góc độ nhất định thì kết cấu bộ định tâm vẫn đảm bảo.

Để đạt được các mục đích này, kết cấu hệ thống định tâm dùng cho nhà quay 360 độ trong bể nước được chỉ ra trong Hình 3. Hệ thống định tâm bao gồm trục định tâm cố định (1) là một ống thép rỗng, đầu dưới ống xuyên qua đáy bể nước và gắn liền với ống xuyên ra ngoài, phần rỗng trong ống để bố trí lắp đặt các đường dây cấp điện, đường ống cấp thoát nước. Đầu trên của ống định tâm (1) có gắn bộ phận thoát nước thải (3) nằm phía trên bộ định tâm (2) và có dạng trụ rỗng, được tạo bởi ống trụ trong và ống trụ ngoài và hai đáy hình vành khuyên. Ống trụ

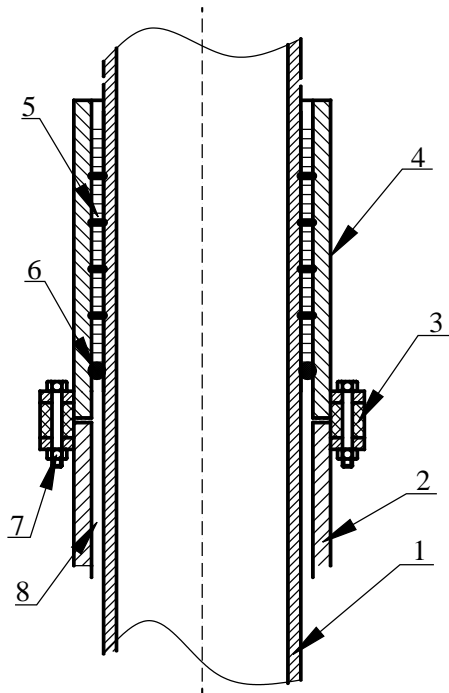
ngoài được khoét lỗ lắp nút dẫn nước thải thứ nhất, xung quanh ống trụ trong được khoét các lỗ thoát nước, trên ống (1) khoét lỗ lắp nút dẫn nước thứ hai cùng cao độ với các lỗ thoát nước thứ nhất. Đầu trên và đầu dưới giữa ống trụ trong và ống (1) được lắp các gioăng chặn nước trên và dưới. Ống (1) không quay và (3) quay cùng tòa nhà, đảm bảo nước thải chảy ra ngoài.



Hình 3. Hệ thống định tâm của nhà quay

1-Trục định tâm; 2- Bộ định tâm; 3- Cụm thoát nước thải; 4- Vành góp điện; 5- Cụm cấp nước sạch; 6- Nước; 7- Đáy tầng hầm; 8- Bể nước.

Phương án cấp nước sạch bao gồm khớp quay cấp nước sạch (5) được lắp ở phía trên cùng của (1). Khớp quay cấp nước sạch bao gồm mặt bích được hàn vào đầu trên của (1), tâm của mặt bích được khoét lỗ để lắp bu lông giữ khớp quay, ống cấp nước sạch được gắn ở phía trong khớp quay. Hệ thống định tâm còn có bộ phận góp điện (4) bao ngoài (1) bao gồm các chổi than quay xung quanh vành góp điện lấy điện phục vụ cho tòa nhà.



Hình 4. Bộ định tâm

- 1- Trục cố định; 2- Ống dưới; 3- Đệm cao su;
4- Ống trên; 5- Bạc trượt; 6- Gioăng chặn nước;
7- Bu lông liên kết; 8- Nước.

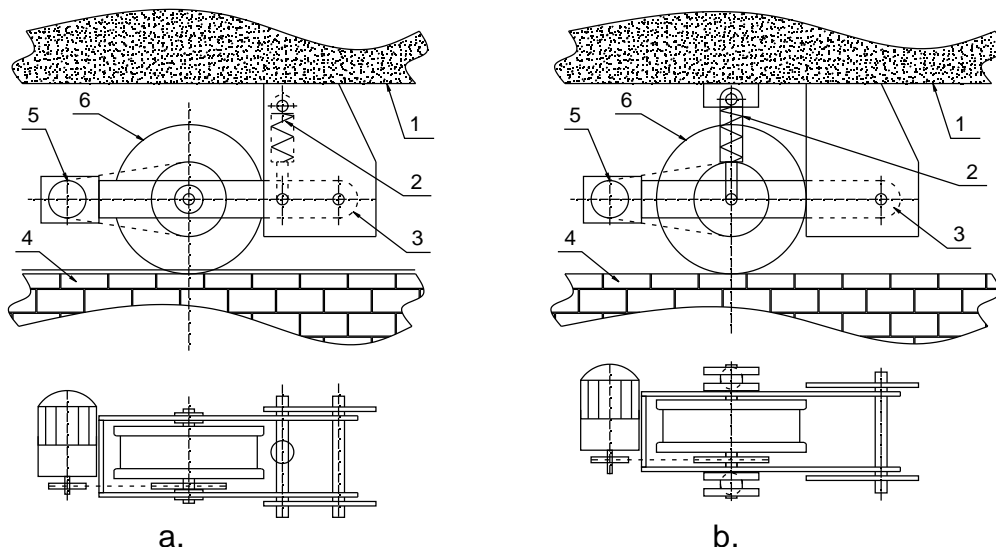
Bộ định tâm (2) có kết cấu như Hình 4, bao gồm ống (2) và ống (4) liên kết với nhau bởi các mặt bích và đệm cao su (3) và được lồng bên ngoài trục định tâm cố định (1), đầu dưới ống (2)

được gắn cứng vào tâm đáy tầng hầm. Ống (4) có đường kính bằng đường kính của ống định tâm di động (2) được bao ngoài trục định tâm cố định (1). Giữa ống (4) và trục định tâm cố định (1) được bố trí gioăng ngăn nước (6) ở đầu dưới của ống (4). Cũng ở giữa ống (4) và trục cố định (1) ở phía trên gioăng ngăn nước (6) được bố trí bạc trượt (5) để định tâm khi quay và giảm mài mòn giữa các chi tiết. Miếng đệm cao su (3) có chiều dày định trước sao cho đầu dưới ống (4) cách đầu trên ống (2) một khoảng 3÷4 cm. Miếng đệm cao su đảm bảo bộ định tâm có thể đàn hồi được nhưng vẫn bảo đảm nhà quay ổn định. Nếu bể nước bị rung chấn thì trục định tâm cố định (1) và (4) sẽ rung theo nhưng vì có lớp đệm cao su nên rung chấn đó không ảnh hưởng đến (2), nghĩa là tòa nhà không bị ảnh hưởng. Ngược lại, khi tòa nhà bị nghiêng trong giới hạn cho phép cũng không ảnh hưởng gì đến (1), do (2) bị nghiêng thì (4) và (1) cũng không bị ảnh hưởng. Bên cạnh đó (3) còn có chức năng chặn không cho nước tràn ra ngoài.

4. LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN TẠO LỰC ÉP VÀ DẪN ĐỘNG HỢP LÝ CÁC BÁNH XE

4.1. Các trường hợp liên kết giữa bánh xe với hệ khung chịu lực

4.1.1. Sử dụng dầm thép kết hợp với lò xo



- a. Lực ép gián tiếp; 1- Đáy tòa nhà; 3- Dầm ngang; 5- Cụm dẫn động bánh xe;
b. Lực ép trực tiếp; 2- Lò xo nén; 4- Thành bể; 6- Bánh xe.

Hình 5. Lò xo tạo lực ép lên trục bánh xe

a) Lò xo tỳ vào vị trí giữa dầm

Phương án này mỗi bánh xe chỉ sử dụng một lò xo tỳ vào dầm ngang như Hình 5a. Lực ép của lò xo tác dụng gián tiếp lên trục bánh xe. Ưu điểm của phương án này là độ nén của lò xo nhỏ và dễ bố trí lò xo. Nhưng nó có nhược điểm là lực nén lò xo lớn, khó xác định được độ nén chính xác của lò xo khi ngoại lực tác dụng lên tòa nhà thay đổi và khi tòa nhà quá tải thì lò xo phải chịu lực nén lớn (Nguyễn Trọng Hiệp, 2006).

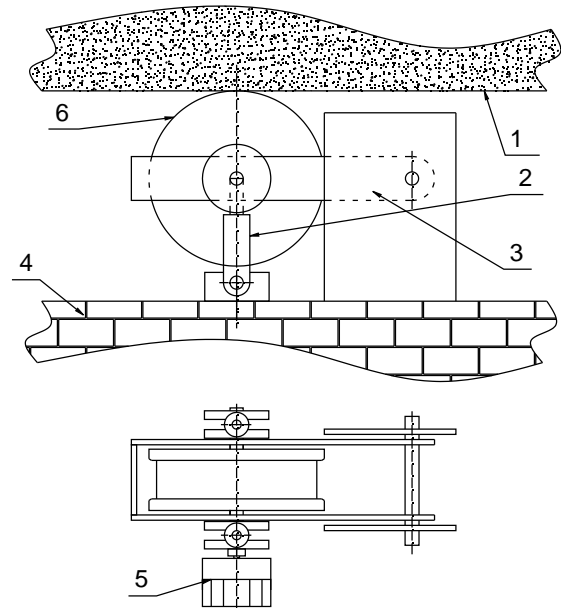
b) Lò xo tỳ trực tiếp lên trục bánh xe

Phương án này mỗi bánh xe sử dụng hai lò xo tác dụng trực tiếp lên hai bên của trục bánh xe như Hình 5b. Ưu điểm của phương án này là lực nén lò xo nhỏ dẫn tới kết cấu lò xo cũng nhỏ. Nhưng nhược điểm của phương án này là độ nén của lò xo lớn; khó xác định được độ nén chính xác của lò xo khi ngoại lực tác dụng lên tòa nhà thay đổi; khi tòa nhà quá tải lò xo phải chịu lực nén lớn; bố trí hai lò xo ở hai bên dẫn tới công kênh hơn (Nguyễn Trọng Hiệp, 2006).

4.1.2. Sử dụng dầm thép và xy lanh thủy lực

Khi sử dụng xy lanh thủy lực để thay thế lò xo thì có nhiều ưu điểm nổi bật như khi tải lệch trong giới hạn cho phép thì các xy lanh vẫn giữ nguyên hành trình và nhà không bị dao động (do gió, tải trọng di động ...); chỉ cần sử dụng hành trình nâng nhỏ do hành trình nâng không thay đổi giống của lò xo khi tải thay đổi. Khi đó trọng tâm tòa nhà không thay đổi nhiều làm tăng tính an toàn của tòa nhà; dễ dàng điều chỉnh độ cao nâng với độ chính xác cao; khi có sự cố thì các van an toàn làm việc, tòa nhà được hạ xuống; khi rút nước để hạ tòa nhà thì các van điều khiển được mở ra, các xy lanh co lại và không chịu tải (Đỗ Xuân Đình, 2012), trong khi đó ở trạng thái này lò xo chịu tải lớn nhất hoặc phải tháo lò xo ra.

Từ những ưu điểm nổi bật này của xy lanh thủy lực so với lò xo, phương án hợp lý để dẫn động quay tòa nhà được thể hiện trên Hình 6, bao gồm xy lanh thủy lực tỳ trực tiếp lên trục bánh xe và cụm bánh xe được gắn cố định trên thành bể, khi đó cụm bánh xe chỉ quay tại chỗ.



Hình 6. Xy lanh thủy lực tạo lực ép trực tiếp lên trục bánh xe

1- Đáy tòa nhà, 2- Xy lanh thủy lực, 3- Dầm ngang; 4- Thành bể; 5- Cụm dẫn động bánh xe; 6- Bánh xe.

4.2. Hệ thống dẫn động bánh xe

Phương án hợp lý được sử dụng để dẫn động bánh xe là sử dụng động cơ thủy lực. Phương án này có nhiều ưu điểm nổi bật so với phương án dẫn động bằng cơ khí như đảm bảo chính xác tốc độ quay; tạo được mô men quay lớn với kích thước và trọng lượng nhỏ; kết cấu nhỏ gọn dễ bố trí; truyền động êm, độ tin cậy cao; thay đổi tốc độ đầu ra vô cấp và đổi chiều quay một cách dễ dàng; bảo vệ quá tải cho thiết bị và máy đơn giản (Đỗ Xuân Đình, 2012).

Cơ cấu an toàn

Cơ cấu an toàn được sử dụng khi tòa nhà gặp sự cố như gió quá lớn hoặc bể nước bị vỡ thì lực tác dụng lên một số xy lanh vượt quá giới hạn cho phép. Khi đó thông qua các cảm biến và hệ điều khiển thì các van an toàn sẽ hoạt động làm các xy lanh co lại kết hợp nước trong bể được rút đi, tòa nhà sẽ được hạ xuống chạm đáy bể. Nếu có gió bão thì các góc nhà sẽ được neo bằng các sợi cáp và bố trí các thiết bị kẹp ray đảm bảo an toàn khi gió lớn (Đỗ Xuân Đình, 2012; Vũ Liêm Chính, 2002).

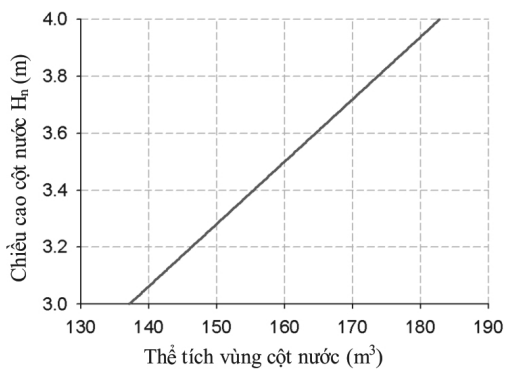
5. VÍ DỤ ÁP DỤNG VỚI MỘT MÔ HÌNH

5.2 Các thông số cơ bản của tòa nhà

$D=36$ m, $D_n=36.8$ m, $H=25$ m, $M_{nh}=40000$ (KN), $M_{th}=2000$ (KN), $S_{xq}=10$ (bx), $S_x=40$ (bx).

5.2. Phân bố các thành phần tải trọng của tòa nhà tác dụng lên bề nước và các bánh xe

Từ các công thức được xác định trong mục 2.2, mối liên hệ giữa chiều cao mực nước chiếm chỗ tòa nhà và tải trọng của tòa nhà tác dụng lên từng bánh xe được xác định ở Hình 7. Mối liên hệ giữa chiều cao mực nước chiếm chỗ và thể tích vùng cột nước được xác định ở Hình 8. Bên cạnh đó mối liên hệ giữa trọng lượng tòa nhà và lực tác dụng lên bánh xe khi trọng lượng tăng thêm thay đổi được xác định trên Hình 9.

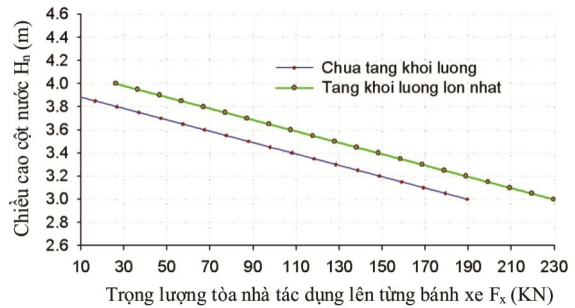


Hình 8. Mối liên hệ giữa chiều cao mực nước chiếm chỗ và thể tích vùng cột nước

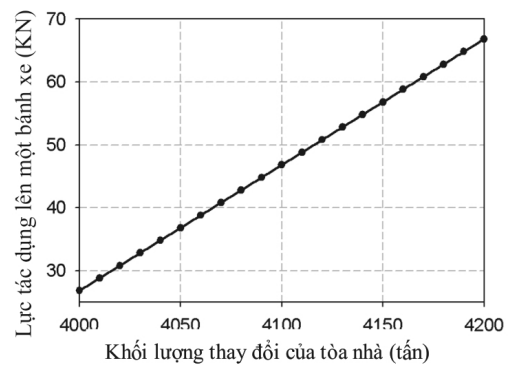
Từ Hình 7, chiều cao cột nước phù hợp để nâng tòa nhà được xác định (3.8 m). Ở chiều cao này, lực tác dụng của ngôi nhà lên bánh xe khi không có tải trọng tăng thêm là 26.8 KN và khi có tải trọng tăng thêm lớn nhất là 66.8 KN. Từ đó thể tích vùng cột nước yêu cầu được xác định theo chiều cao cột nước (Hình 8) và lực tác dụng lên một bánh xe được chỉ ra khi khối lượng tòa nhà thay đổi (Hình 9). Từ các số liệu này các thông số của bánh xe, bộ truyền động và kết cấu thép được xác định.

6. KẾT LUẬN

Từ những phân tích đã chỉ ra, bộ định tâm cho tòa nhà được thiết lập với mục đích là trục quay của tòa nhà đồng thời vừa là ống kỹ thuật để bố trí các



Hình 7. Mối liên hệ giữa chiều cao mực nước chiếm chỗ và tải trọng tác dụng lên từng bánh xe.



Hình 9. Mối liên hệ giữa trọng lượng tòa nhà và lực tác dụng lên bánh xe khi chiều cao cột nước là 3.8 m.

đường dây điện, các đường ống cấp và thoát nước ra vào tòa nhà.

Các giá trị tải trọng tác dụng lên tòa nhà được xác định, đặc biệt là mối liên hệ giữa lực đẩy Ác si mét với trọng lượng tòa nhà tác dụng lên bánh xe thông qua chiều cao cột nước. Sau đó thể tích vùng cột nước và vùng giá trị hợp lý của tải trọng tòa nhà tác dụng lên bánh xe được lựa chọn. Phương án tạo lực ép và dẫn động hợp lý các bánh xe được chỉ ra, từ đó tính toán lựa chọn kết cấu bánh xe, kết cấu khung, tính toán thiết kế hệ thủy lực và xy lanh thủy lực, xác định công suất bơm và động cơ thủy lực dẫn động bánh xe.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Nguyễn Trọng Hiệp, (2006), *Chi tiết máy*, Nhà xuất bản giáo dục, Huế.
 PGS.TS. Đỗ Xuân Đình, (2012), *Truyền động thủy khí*, Nhà xuất bản xây dựng, Hà Nội.
 PGS.TS. Vũ Liêm Chính, TS. Phạm Quang Dũng, TS. Trương Quốc Thành, (2002), *Cơ sở thiết kế máy xây dựng*, Nhà xuất bản xây dựng, Hà Nội

Abstract:
**RESEARCH ON CHOOSING OF LOGICAL DRIVE METHOD
OF A 360-DEGREE ROTATING BIG WEIGHT HOUSE**

Big weight house is a house with a high altitude and a wide ground. In order for rotating 360 degrees of this house, a system to support and create a reasonable rotation for the house is established. A cylindrical water pool is designed at the bottom of the house to withstand the majority of the house load by the Archimedes thrust of the water on the house. The house rotates around its center by the driving of the wheels placed around the house. The relationship between the water level in the pool and the load on the moving wheels is determined by the weight of the house and the water amount occupied by the basement of the house. And then, the plan to create pressure and drive the wheels are shown to ensure safety for the entire system.

Keywords: House rotates 360 degrees; Big weight rotating house; Driving for rotating house

Ngày nhận bài: 22/5/2019

Ngày chấp nhận đăng: 20/8/2019