

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ CHẾ TẠO CỤM BÁNH XE TỰ ĐIỀU CHỈNH ĐỘ CAO CHO ĐƯỜNG TRIỀN CÓ HAI ĐOẠN CONG QUÁ ĐỘ SỬ DỤNG HƠN HAI XE CHỖ TÀU

PGS.TS Trần Nhất Dũng

Viện Kỹ thuật công trình đặc biệt - Học viện Kỹ thuật Quân sự

Th.S Hoàng Giang

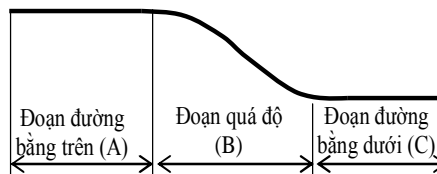
Khoa Công trình Thủy - Đại học Hàng Hải

Tóm tắt: Bài báo đặt ra nhu cầu thực tiễn và ý nghĩa khoa học của việc nghiên cứu chế tạo cụm bánh xe có thể tự điều chỉnh độ cao dùng cho đường triền có hai đoạn cong quá độ. Đề xuất phương án kết hợp xilanh thủy lực và bình tích áp để tạo nên một cụm bánh xe có đặc trưng rất quan trọng là khi chiều cao thay đổi trong phạm vi khá lớn, thì phản lực lên đáy tàu (tải tác dụng lên cụm bánh xe) thay đổi khá nhỏ ($\pm 1,5\%$ quanh trị số trung bình).

1. Tổng quan về đường triền có hai đoạn cong quá độ sử dụng nhiều hơn hai xe chở tàu

1.1. Khái niệm về triền tàu có hai đoạn cong quá độ

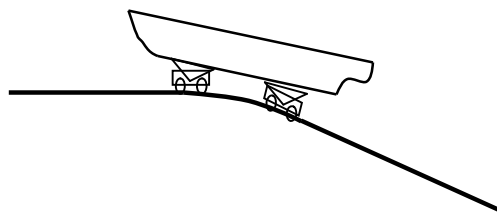
Trong các nhà máy sửa chữa tàu thủy, việc đưa các con tàu từ dưới nước lên bộ sửa chữa, tại cao độ mặt bằng xưởng, được thực hiện bằng cách sử dụng một trong hai loại công trình thủy công: triền tàu hoặc sàn nâng. Triền được dùng để nâng hạ tàu từ khá sớm, đến nay vẫn được sử dụng khá phổ biến ở Việt Nam và là công trình nâng, hạ có suất đầu tư và chi phí vận hành thấp nhất. Tuy nhiên, do công nghệ xe triền cũng như hình thức của đường triền từ nhiều chục năm qua chưa có cải tiến gì đáng kể, nên xét về mức độ an toàn và thuận lợi của quá trình nâng hạ thì triền tàu không bằng sàn nâng, hay ụ tàu. Đây là nguyên nhân chủ yếu dẫn đến triền thường chỉ dùng để nâng, hạ tàu có trọng tải nhỏ (vài trăm đến vài nghìn tấn). Đường triền có hai đoạn cong quá độ bao gồm 03 bộ phận: đoạn đường bằng trên (đoạn A), nằm ở cao độ mặt xưởng, nối với các bộ đóng, sửa chữa tàu; đoạn đường bằng dưới (đoạn C), nằm thấp hơn mực nước hạ thủy một khoảng bằng tổng chiều cao xe chở tàu, đệm kê, và các dự trữ an toàn khác, là nơi xe chở tàu đậu khi tiếp nhận con tàu; đoạn đường triền nối tiếp giữa đoạn A và đoạn C (đoạn B) dùng để cho xe chở tàu di chuyển từ thấp lên cao và ngược lại. Đoạn chuyển tiếp có dạng đường bậc ba, có điểm uốn nằm ở chính giữa, và tiếp tuyến ở hai đầu trùng với phương ngang.



Hình 1. Cắt dọc của đường triền.

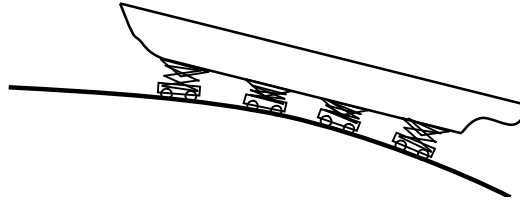
1.2. Nhu cầu thực tiễn và ý nghĩa khoa học của việc nghiên cứu chế tạo cụm bánh xe tự điều chỉnh độ cao

Xe triền truyền thống có chiều cao cố định nên, để đảm bảo xe chở con tàu có thể đi qua được đoạn cong quá độ, thì số lượng xe chở tàu không được nhiều hơn hai (với chiều cao xe không đổi, nếu từ 03 xe trở lên sẽ xảy ra hiện tượng “siêu định vi” gây biến dạng thân tàu hoặc phá hoại xe). Tuy nhiên, điều này làm hạn chế phạm vi ứng dụng của đường triền, do vận tải thủy hiện đại thường sử dụng tàu có trọng tải ngày càng lớn.



Hình 2. 02 xe chở tàu qua đoạn cong quá độ.

Muốn mở rộng phạm vi ứng dụng của triển tàu cho các con tàu có trọng tải lớn hơn, thì cần phải tăng số lượng xe chở tàu lên nhiều hơn hai. Việc dùng từ ba xe trở lên, sẽ dẫn đến hệ quả là để có thể đi qua được đoạn cong quá độ, thì các cụm bánh xe (CBX) phải được thiết kế để chiều cao có thể thay đổi được, nhưng đồng thời phải đảm bảo phản lực lên đáy tàu (tải trọng tác dụng lên CBX), ứng với các chiều cao khác nhau, biến đổi ít nhất có thể.



Hình 3. Sử dụng nhiều xe chở tàu qua đoạn cong.

Việc giải quyết thành công bài toán “**cụm bánh xe có thể tự điều chỉnh độ cao**” là một bước mấu chốt trong công tác nghiên cứu phát triển một loại triển tàu kiểu mới, sử dụng nhiều xe chở tàu, có thể nâng hạ những con tàu có trọng tải lớn hơn (điều mà triển tàu truyền thống chưa làm được). Nếu làm được trọn vẹn sẽ đem lại sức sống mới cho triển tàu truyền thống.

2. Cụm bánh xe tự điều chỉnh độ cao

2.1. Các yêu cầu đặt ra đối với cụm bánh xe

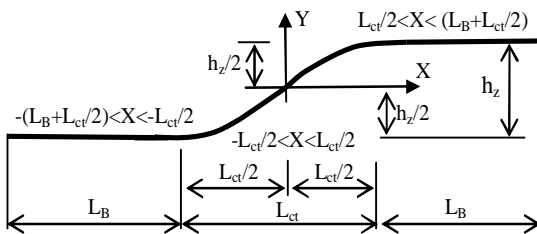
Biên độ thay đổi chiều cao của các CBX được xác định dựa vào đồ thị của cắt dọc đường đỉnh ray và quỹ đạo sàn xe chở tàu.

Trong hệ tọa độ OXY, có gốc đi qua điểm giữa của đoạn quá độ, trục X nằm ngang hướng sang phải, trục Y thẳng đứng hướng lên trên, phương trình của cắt dọc đỉnh ray của đường triển có dạng:

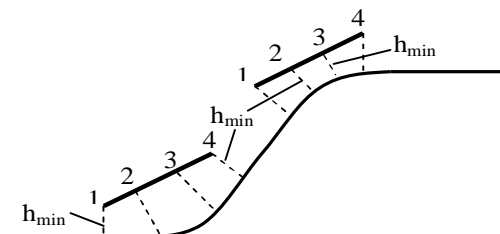
$$y = \begin{cases} -\left(L_B + \frac{L_{ct}}{2}\right) < x < -\frac{L_{ct}}{2} : -\frac{h_z}{2} \\ -\frac{L_{ct}}{2} \leq x \leq \frac{L_{ct}}{2} : a_1x^3 + a_3x \\ \frac{L_{ct}}{2} < x < \left(L_B + \frac{L_{ct}}{2}\right) : \frac{h_z}{2} \end{cases} \quad (1)$$

Trong đó a_1 và a_3 được xác định theo công thức (2)

$$a_1 = -\frac{2h_z}{L_{ct}^2} \quad a_3 = \frac{3h_z}{2L_{ct}} \quad (2)$$



Hình 4. 02 xe chở tàu qua đoạn cong quá độ



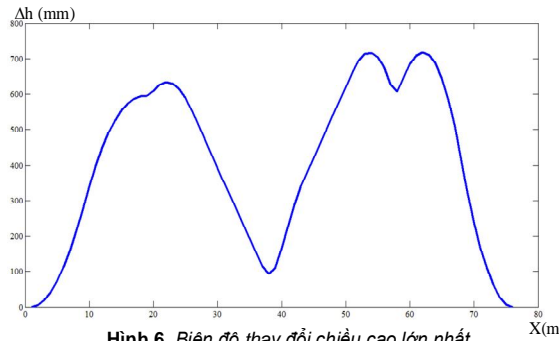
Hình 5. Trạng thái cân bằng của xe chở tàu

Quỹ đạo sàn xe chở tàu được xác định bằng cách rời rạc hóa đường triển thành các đoạn đủ nhỏ, sau đó cho xe triển di chuyển lần lượt qua từng vị trí. Tại mỗi vị trí, tìm trạng thái cân bằng của xe chở tàu trong hệ tọa độ OXY, hệ đã dùng để định vị đường đỉnh ray, từ đó xác định tập hợp các vị trí sàn xe chở tàu khi nó di chuyển dọc theo đường triển.

Trạng thái cân bằng của xe chở tàu được hình thành trên cơ sở nguyên tắc “**để đảm bảo an toàn cho quá trình nâng hạ, trọng tâm của con tàu cùng với sàn xe phải luôn ở vị trí thấp nhất**”. Nói cách khác, mỗi thời điểm, có ít nhất hai CBX ở trạng thái thấp nhất $h = h_{min}$. Xét một xe chở tàu có số CBX $n_{cbx}=4$, được đánh số thứ tự tăng dần từ trái qua phải lần lượt là 1, 2, 3, 4. Khi xe đi qua đoạn cong lõm, hai CBX ngoài cùng, cụm số 1 và

số 4, ở trạng thái thấp nhất, hai CBX phía trong, cụm số 2 và số 3, có chiều cao $h > h_{\min}$. Khi xe đi qua đoạn cong lồi, hai CBX trong, cụm số 2 và số 3, ở trạng thái thấp nhất, hai CBX phía ngoài, cụm số 1 và số 4, có chiều cao $h > h_{\min}$.

Nhóm tác giả đã lập một phần mềm chuyên dụng mang tên **Tr2DC** bằng ngôn ngữ lập trình MathLab để tìm quỹ đạo của sàn xe chở tàu từ đó tìm được biên độ thay đổi chiều cao của các CBX khi di chuyển dọc đường triển. Kết quả, được thể hiện trên hình 6, cho thấy CBX phải đảm bảo được yêu cầu biên độ thay đổi chiều cao $\Delta h = h_{\max} - h_{\min} = 718\text{mm}$, ứng với đường triển có chiều dài đoạn chuyển tiếp $L_{ct} = 100\text{ m}$, độ chênh cao $h_z = 6,0\text{ m}$.



Hình 6. Biên độ thay đổi chiều cao lớn nhất.

Quan hệ giữa chiều cao và tải trọng tác dụng lên cụm bánh xe ảnh hưởng đến sự phân bố lại phản lực của các CBX lên đáy tàu. Khi xe chở tàu di chuyển dọc đường triển, biên độ thay đổi chiều cao của các CBX, đã được thể hiện trên Hình 6, quyết định sự thay đổi phản lực của CBX tác dụng lên đáy tàu. Về nguyên tắc, sự thay đổi phản lực này càng nhỏ, sẽ đảm bảo nội lực, phát sinh thêm trong thân vỏ con tàu do quá trình di chuyển, càng nhỏ. Nói cách khác để đáp ứng yêu cầu ít gây biến dạng thân vỏ tàu trong quá trình nâng hạ, CBX phải được thiết kế để sao cho khi chiều cao thay đổi, thì tải tác dụng lên CBX (chính là phản lực tác dụng lên đáy tàu) thay đổi ít nhất có thể. Nếu coi cả CBX như một lò xo, thì có thể diễn tả lại yêu cầu trên về mặt cơ học, đường đặc tính của lò xo cần có một đoạn gần như nằm ngang trên dải biến dạng từ $h_{\min} \rightarrow h_{\max}$.

Tóm lại, bài toán đặt ra là thiết kế một cụm bánh xe có biên độ thay đổi chiều cao $\Delta h = h_{\max} - h_{\min} = 718\text{mm}$, đảm bảo tải trọng tác dụng lên cụm bánh xe thay đổi ít nhất có thể.

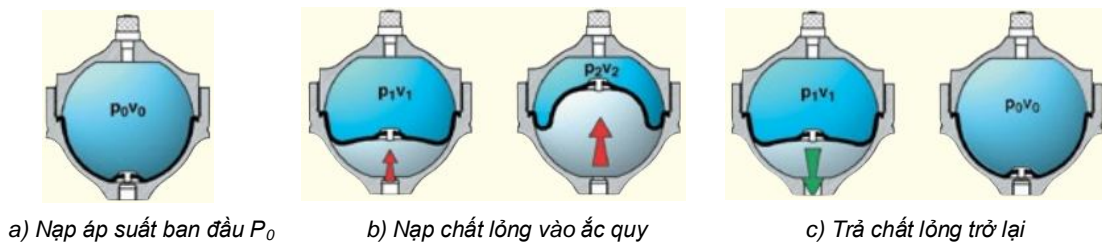
Sau khi xem xét nhiều phương án lò xo, tác giả nhận thấy phương án kết hợp xilanh thủy lực và ắc quy thủy khí trong một kết cấu cơ khí đặc biệt có thể cho kết quả khả quan hơn cả.

2.2. Hệ xilanh thủy lực - ắc quy thủy khí

Ắc quy thủy khí (còn gọi là Bình tích áp) là một bình chứa, trong mạch thủy lực, có khả năng lưu trữ một lượng lớn năng lượng trong một thể tích nhỏ.

Ắc quy thủy khí hoạt động theo nguyên lý rất đơn giản “tính không nén được của chất lỏng làm cho nó rất khó để trữ năng lượng trong một thể tích nhỏ, nhưng có thể truyền lực rất tốt. Ngược lại, chất khí, vì tính nén được nên, có thể trữ năng lượng lớn trong một thể tích nhỏ. Ắc quy thủy khí là sự kết hợp của hai khả năng này”.

Về mặt cấu tạo, ắc quy thủy khí được chia làm hai khoang, phân cách nhau bởi một màng mỏng, một cho chất lỏng bị nén khoang kia cho khí ni tơ. Ban đầu, nó được nạp đầy khí ni tơ với áp suất P_0 .



Hình 7. Ắc quy thủy khí – các quy trình hoạt động chính.

Khi chất lỏng đi vào ắc quy, làm cho áp suất P_1 của chất lỏng tăng lên lớn hơn áp suất ban đầu P_0 , dẫn đến khí ni tơ bị nén tới áp suất P_1 làm cho màng phân cách thay đổi hình dáng và ắc quy có thể nhận vào một lượng chất lỏng tương ứng.

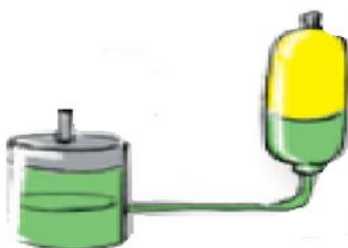
Ngay khi áp suất trong mạng thủy lực giảm, ắc quy thủy khí hoạt động, trả chất lỏng trở lại mạng cho đến khi áp suất trở về giá trị ban đầu P_0 , để giữ ổn định áp suất hệ thống.

Ứng xử của ắc quy thủy khí được thể hiện qua công thức:

$$D = \frac{e \cdot P_0 \cdot V_0}{P} - \frac{e \cdot P_0 \cdot V_0}{P_{\max}} \quad (3)$$

Trong đó:

- D – thể tích chất lỏng đi ra khỏi ắc quy (m^3);
- P_0 – áp suất ban đầu (atm);
- P – áp suất hệ thống sau khi thể tích chất lỏng D đi ra khỏi ắc quy;
- P_{\max} – áp suất lớn nhất của hệ thống tương ứng với lúc ắc quy được nạp đầy;
- V_0 – thể tích khí ni tơ danh định của ắc quy (m^3);
- e – hệ số hiệu dụng, thường lấy bằng 0,95.



Hình 8. Hệ xilanh - ắc quy thủy khí.

Sự kết hợp của xilanh thủy lực và ắc quy thủy khí. Với đặc tính làm việc của ắc quy thủy khí như đã trình bày ở trên, khi được lắp nối tiếp với một xilanh thủy lực (Hình 8), sẽ tạo ra một lò xo thủy khí có một số đặc điểm rất phù hợp với các yêu cầu của CBX đã trình bày trong mục 2.1 ở trên. Lò xo làm việc trong dải biến dạng và tải trọng khá lớn, đường đặc tính cơ học của nó có thể điều khiển được thông qua việc thay đổi áp suất ban đầu P_0 của hệ thống. Đây là những đặc điểm hết sức quý giá, không thể tìm được ở những loại lò xo cơ khí thông thường.

Đặc tính cơ học của hệ xilanh thủy lực – ắc quy thủy khí. Xét lò xo thủy khí được cấu tạo từ một xilanh thủy lực và một ắc quy thủy khí có các tham số kỹ thuật sau:

- Chiều dài lớn nhất của xilanh (ứng với áp suất ban đầu của hệ thống), L_{\max} (mm);
- Đường kính xilanh, D (mm);
- Thể tích danh định của ắc quy thủy khí, V_0 (m^3);
- Áp suất khí ni tơ ban đầu của ắc quy thủy khí, P_0 (at);
- Áp suất ban đầu của hệ thống, P_1 (at);
- Hệ số hiệu dụng của ắc quy thủy khí, để xét đến hiện tượng khí ni tơ tăng nhiệt độ khi bị nén làm giảm lượng chất lỏng đi vào bình tích, thường lấy $e = 0,95$.

Thể tích chất lỏng dV_1 (m^3) đi vào ắc quy ở áp suất ban đầu của hệ thống P_1

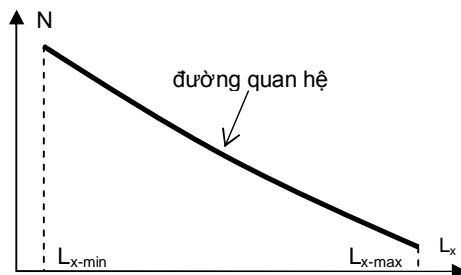
$$dV_1 = V_0 - \frac{e \cdot P_0 \cdot V_0}{P_1} \quad (4)$$

Thể tích chất lỏng dV_x (m^3) đi vào ắc quy, khi chiều dài xilanh là L_x (mm)

$$dV_x = (L_{max} - L_x) \cdot \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot 10^{-3} \quad (5)$$

Lực dọc N (t) trong cần xilanh, tương ứng với chiều dài Lx

$$N = \frac{e \cdot P_0 \cdot V_0}{V_0 - (dV_x + dV_1)} \cdot \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot 10^1 \quad (6)$$



Hình 9. Đồ thị quan hệ N-Lx.

Hình 9 thể hiện mối quan hệ giữa lực dọc N(t) xuất hiện trong xilanh với chiều dài của Lx (mm) của nó. Từ đồ thị có thể dễ dàng nhận thấy, khi chiều dài xilanh giảm từ Lx-max xuống Lx-min, nén chất lỏng đi vào ác quy thủy khí, thể tích khí ni tơ giảm dẫn đến áp suất tăng và do đó lực dọc tăng theo và ngược lại. Mức độ tăng nhiều hay ít của lực dọc tùy thuộc vào so sánh dung tích khí ni tơ (dung tích danh định của ác quy thủy khí) với dung tích chất lỏng đi vào ác quy, để lực dọc thay đổi ít thì dung tích danh định của ác quy phải khá lớn so với dung tích làm việc của xilanh.

Như vậy, đối chiếu với các yêu cầu đã đề ra ở mục 2.1, lò xo thủy khí này chưa đáp ứng được đòi hỏi về một đoạn gần như nằm ngang của đường đặc tính trên dải biến dạng từ hmin÷hmax. Để giải quyết vấn đề này, tác giả đề xuất phương án ghép lò xo vào một kết cấu cơ khí đặc biệt, mà ở đó xilanh thủy lực được đặt nằm nghiêng với góc nghiêng thay đổi cùng với sự thay đổi chiều cao kết cấu, đó chính là mô hình cbx kết hợp cơ khí - thủy lực - khí nén.

2.3. Mô hình cụm bánh xe

Ý tưởng thiết kế CBX nảy sinh khi tác giả nghiên cứu sự làm việc của kết cấu nâng hạ ở các gara xe ô tô (Hình 10). Kết cấu bao gồm hai cặp giằng chéo chữ "X" và một xilanh thủy lực đặt nghiêng. Khi kết cấu giảm chiều cao từ hmax xuống hmin, chiều dài xilanh thủy lực giảm từ Lx-max xuống Lx-min cùng với việc góc nghiêng (so với mặt phẳng ngang) của xilanh giảm từ αmax xuống αmin. Việc giảm chiều dài diễn ra đồng thời với việc giảm góc nghiêng α của xilanh đem lại một hiệu quả bất ngờ, nếu chọn dung tích danh định của ác quy thủy khí thích hợp thì việc tăng lực dọc trong xilanh sẽ được chiết giảm tương ứng với việc giảm góc nghiêng và hiệu quả cuối cùng đạt được là khi chiều cao của cbx thay đổi từ hmax xuống hmin thì tải thẳng đứng (phản lực lên đáy tàu) thay đổi khá nhỏ (±1,5% so với trị số trung bình).

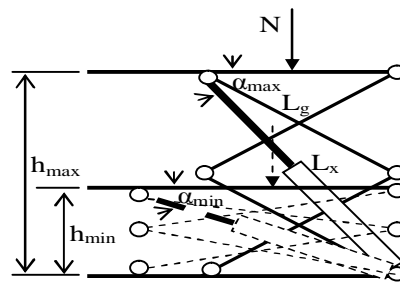
Các tham số thiết kế của CBX bao gồm các tham số hình học của phần kết cấu cơ khí và các tham số kỹ thuật của lò xo thủy khí. Theo sơ đồ nguyên lý được thể hiện trên Hình 11, CBX có 03 tham số hình học độc lập:

- Chiều dài thanh giằng chéo, Lg (mm);
- Chiều cao nhỏ nhất của CBX, hmin (mm);
- Chiều cao lớn nhất của CBX, hmax (mm).

Cùng với 06 tham số kỹ thuật cần xác định của lò xo thủy khí, đã được trình bày ở mục 2.2, cả thầy phải xác định 08 tham số thiết kế cho CBX. Để tìm được bộ tham số thiết kế tốt nhất cho CBX, tác giả áp dụng bài toán tối ưu hóa phi tuyến có ràng buộc cho hàm nhiều biến.



Hình 10. Kết cấu nâng hạ xe ô tô.



Hình 11. Sơ đồ nguyên lý cụm bánh xe.

Bài toán tối ưu hoá phi tuyến có ràng buộc được trình bày bằng ngôn ngữ toán học như sau:

Tìm véc tơ của các tham số thiết kế

$$X = \begin{Bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{Bmatrix} \text{ thoả mãn các ràng buộc:}$$

$$g_j(X) \leq 0 \quad j=1,m \quad \text{ràng buộc bất đẳng thức} \quad (7)$$

$$h_k(X) = 0 \quad k=1,l \quad \text{ràng buộc đẳng thức} \quad (8)$$

$$X_i^{\dagger} \leq X_i \leq X_i^{\ddagger} \quad i=1,n \quad \text{ràng buộc biên} \quad (9)$$

sao cho hàm mục tiêu $F(X)$ đạt cực tiểu.

Véc tơ các tham số thiết kế X gồm có 08 thành phần, trong đó 03 thành phần đầu tương ứng với các tham số hình học của kết cấu cơ khí: L_g, h_{min}, h_{max} ; 05 thành phần sau tương ứng với các tham số kỹ thuật của lò xo thủy khí: $D, L_{max}, V_0, P_0, P_1$.

Hàm mục tiêu $F(X)$ được xây dựng từ yêu cầu thứ hai - *đảm bảo tải trọng tác dụng lên cbx thay đổi ít nhất có thể*, đã trình bày ở mục 2.1, yêu cầu thứ nhất - *biên độ thay đổi chiều cao*, được sử dụng để xây dựng các ràng buộc biên. $F(X)$ được xác định bằng cách rời rạc hóa chiều cao làm việc h của cbx từ h_{min} đến h_{max} thành các đoạn đủ nhỏ, tại các giá trị h_i thuộc $[h_{min}, h_{max}]$, tính tải tác dụng Q_i lên cbx, như vậy sẽ có tập các giá trị Q_i tương ứng với các h_i . Tìm giá trị cực đại Q_{max} và cực tiểu Q_{min} của tập các giá trị số Q_i và Giá trị của hàm mục tiêu $F(X)$ là độ chênh lớn nhất

$$F(X) = \Delta Q = Q_{max} - Q_{min} \quad (10)$$

Các ràng buộc được xác định trên cơ sở các quan hệ hình học của kết cấu cơ khí và các điều kiện kỹ thuật khác. Chiều cao nhỏ nhất h_{min} của cbx được xác định theo nguyên tắc: *“để tăng độ an toàn cho quá trình nâng, hạ tàu, lấy h_{min} nhỏ nhất có thể và phải đáp ứng yêu cầu đảm bảo an toàn trong quá trình nâng hạ và yêu cầu do khả năng chế tạo kết cấu cơ khí đặt ra”*. Yêu cầu an toàn đòi hỏi giữa đáy tàu và đỉnh ray có một dự trữ Δh_{at} đủ lớn khi tàu di chuyển qua đoạn cong lồi (Hình 12) và để thỏa mãn đòi hỏi này, h_{min} được xác định theo công thức:

$$h_{min} \geq h_{min-hh} \quad (11)$$

Trong đó, h_{min-hh} được xác định từ đặc trưng hình học của cắt dọc đỉnh ray đường triền.

Yêu cầu thứ hai, *do khả năng chế tạo kết cấu cơ khí*, liên quan đến vấn đề cấu tạo của các khớp nối giữa các cặp giằng chéo và góc nghiêng nhỏ nhất của xilanh thủy lực và để thỏa mãn đòi hỏi này, h_{min} được xác định theo công thức:

$$h_{min} \geq h_{min-ck} \quad (12)$$

từ (10) và (11) => ràng buộc bất đẳng thức cho h_{min}

$$h_{min} \geq \max(h_{min-hh}, h_{min-ck}) \quad (13)$$

Chiều cao lớn nhất, h_{max} của cbx được xác định dựa vào h_{min} và biên độ thay đổi chiều cao yêu cầu, đã trình bày ở mục 2.1, => ràng buộc đẳng thức cho h_{max}

$$h_{max} = h_{min} + \Delta h \quad (14)$$

Từ quan hệ hình học của kết cấu cơ khí gồm 02 cặp giằng chữ “X”, chiều dài lớn nhất của xilanh L_{max} được tính từ chiều cao h_{max} và chiều dài thanh giằng L_g => ràng buộc đẳng thức:

$$L_{max} = \sqrt{\frac{3}{4} h_{max}^2 + L_g^2} \quad (15)$$

Đường kính D (mm) của xilanh thủy lực, thể tích danh định V_0 (at) của ắc quy thủy khí được lựa chọn từ tập các trị số, đã được tiêu chuẩn hóa của một số nhà sản xuất hàng đầu, => các ràng buộc biên cho D và V_0

$$D_{min} \leq D = \{40; 100; 150; 200; 250\} \leq D_{max} \quad (16)$$

$$V_{0-min} \leq V_0 = \{ \} \leq V_{0-max} \quad (17)$$

Áp suất ban đầu P_0 (at) của khí ni tơ, trong ắc quy thủy khí, tùy thuộc vào tải trọng thiết kế của cbx, lấy từ (20÷30)% trị số $[P_{max}]$ => ràng buộc biên cho P_0

$$0,2 [P_{max}] \leq P_0 \leq 0,3 [P_{max}] \quad (18)$$

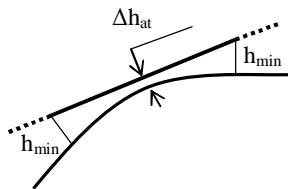
$[P_{max}]$ - áp suất lớn nhất cho phép, do nhà sản xuất xilanh thủy lực và ắc quy thủy khí quy định ($P_{max} = 250\div 300$ at).

Áp suất ban đầu của chất lỏng (dầu thủy lực) trong hệ thống, P_1 (atm) được xác định theo nguyên tắc đảm bảo áp suất lớn nhất P_{max} (ứng với khi cbx ở vị trí thấp nhất) không vượt quá trị số $[P_{max}]$, cận dưới của P_1 lấy bằng trị số P_0 => ràng buộc biên cho P_1

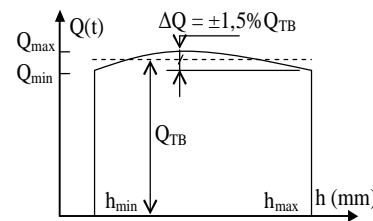
$$P_0 \leq P_1 \leq P_{1-max} \quad (19)$$

Trên cơ sở hàm mục tiêu (10) và các ràng buộc (11), ..., (19) áp dụng lý thuyết tối ưu hóa, chúng tôi đã sử dụng phần mềm tự lập bằng MathLab, mang tên “Tr2DC”, để xác định các tham số thiết kế cho cụm bánh xe.

Đặc tích cơ học của cụm bánh xe với các tham số thiết kế đã được xác định từ Tr2DC cho thấy, khi cụm bánh xe thay đổi chiều cao từ h_{min} đến h_{max} thì tải trọng (chính là phản lực tác dụng lên đáy tàu) thay đổi khá nhỏ ($\pm 1,5\%$). Điều này có ý nghĩa rất quan trọng vì nó cho phép khẳng định khi con tàu đi qua đoạn cong, chiều cao của các cbx thay đổi khá lớn nhưng nội lực xuất hiện trong thân, vỏ tàu, do sự di chuyển gây ra, thay đổi không nhiều và do đó đảm bảo an toàn về biến dạng thân vỏ trong quá trình nâng hạ.



Hình 12. An toàn giữa đáy tàu và đỉnh ray.



Hình 13. Đặc tính cơ học cụm bánh xe.

3. Thử nghiệm số

Mô hình CBX thử nghiệm được chế tạo với tỷ lệ thu nhỏ 1:5 so với nguyên mẫu của một đường triền 1.000 DWT, đã có tại cảng Đình Vũ – Hải Phòng, đường triền thực tế có các tham số thiết kế như trong Bảng 1.

Bảng 1. Các tham số thiết kế của cụm bánh xe thử nghiệm

h_{min} (mm)	Δh (mm)	h_{max} (mm)	D (mm)	V_0 (lít)	P_0 (at)	L_g (mm)	L_{x-max} (mm)	P_1 (at)
267	190	457	40	1,0	25	274.04	481,39	33.08

3.1. Thử nghiệm cho cặp xilanh thủy lực + ắc quy thủy khí

Lò xo thủy khí, với các tham số thiết kế trong Bảng 1, có đặc tính cơ học được thể hiện trên đồ thị Hình 14. Đường quan hệ $N \sim L_x$ cho thấy lực dọc tăng khá nhanh cùng với việc giảm chiều dài xilanh, theo đó, khi chiều dài xilanh giảm từ $L_{x-max} = 481,39$ (mm) xuống $L_{x-min} = 358,56$ (mm) thì lực dọc tăng từ 0,416 (t) lên 0,530 (t). Tức là, khi biến dạng xilanh $\Delta L_x = 122,83$ (mm) \Rightarrow lực dọc trong xilanh tăng (giảm) $\Delta N = 0,114$ (t).

Như vậy có thể nhận thấy quan hệ $N \sim L_x$ của cụm xilanh thủy lực và ácc quy thủy khí khá gần quan hệ tuyến tính và có độ dốc tương đối lớn.

3.2. Thử nghiệm cho cụm bánh xe

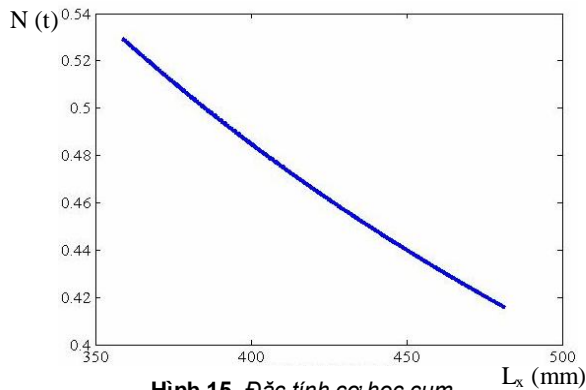
Đem lò xo thủy khí, có đặc tính cơ học như thể hiện trên đồ thị Hình 11, lắp vào mô hình cơ khí của CBX, có chiều dài thanh giằng $L_g = 274,04$ (mm), thu được một gối đàn hồi có đặc tính cơ học rất thú vị. Đó là, khi chiều cao CBX tăng từ $h_{min} = 267$ (mm) đến $h_{max} = 457$ (mm) thì tải thẳng đứng, Q tác dụng lên CBX (chính là phản lực lên đáy tàu) thay đổi quanh trị số Q_{TB} , với sai số tương đối $\Delta Q = Q - Q_{TB}$ nằm trong phạm vi $\pm 1,5\%$ Q_{TB} . Tức là đồ thị đường quan hệ $Q \sim h$ trên phạm vi $[h_{min} \leq h \leq h_{max}]$ khá gần với đường nằm ngang $Q = Q_{TB}$, kết quả được thể hiện trên đồ thị Hình 16.



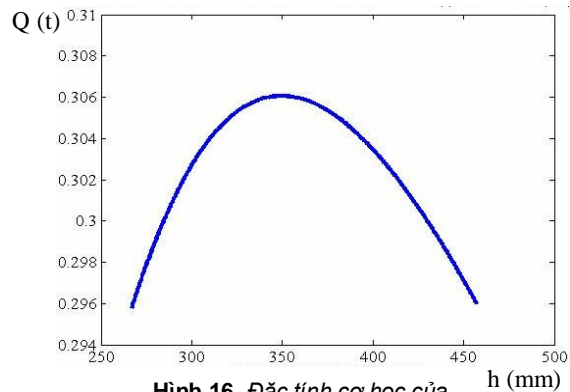
Hình ảnh CBX thu nhỏ



Hình 14. Thí nghiệm hiện trường để khảo sát đặc tính cơ học của mô hình cụm bánh xe.



Hình 15. Đặc tính cơ học cụm xilanh-ácc quy thủy khí.



Hình 16. Đặc tính cơ học của cụm bánh xe.

4. Nhận xét và kết luận

- Từ các kết quả nghiên cứu trên, cho phép đi đến nhận xét cụm bánh xe được hình thành từ sự kết hợp của hệ kết cấu cơ khí - thủy lực - khí nén, với các tham số thiết kế được xác định bằng phần mềm chuyên dụng **Tr2DC**, đáp ứng được cả hai yêu cầu đã đặt ra ở mục 2.1 do đó phù hợp cho việc sử dụng trong đường triển có hai đoạn cong quá độ có nhiều hơn hai xe chở tàu.

- Ý tưởng thiết kế mô hình CBX với hệ xilanh thủy lực, là ý tưởng có tính khả thi và phù hợp với trình độ cơ khí, kỹ thuật hiện tại của Việt Nam.

- Mô hình cụm bánh xe, có thể tự điều chỉnh chiều cao, ngoài việc dùng trong đường triển nâng hạ tàu, còn có thể ứng dụng trong công tác di chuyển các kết cấu siêu trường, siêu trọng qua đoạn đường có độ lồi lõm cao.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hoàng Giang, *Nghiên cứu phát triển hệ thống nâng hạ tàu bằng đường triển dọc có hai đoạn cong quá độ, kết hợp sử dụng xe chở tàu thông minh*. Tạp chí KHCN Hàng hải số 27-8/2011.
2. Trần Nhất Dũng, Hoàng Giang, "Đề xuất các phương án cải tiến hình dáng cắt dọc của đường triển nâng hạ tàu loại có hai đoạn cong quá độ". Tạp chí KHKT.
3. Phạm Văn Thứ, "Công trình thủy công", trường Đại học Hàng hải Việt Nam 2005.
4. Nguyễn Xuân Tùng, "Công trình thủy công trong xưởng đóng tàu" tập 1, Đại học Đường Thủy 1975.
5. Garret N. Vanderplaats (1984), "Numerical optimization techniques for engineering design with application", McGraw-Hill Book Company.
6. William J. PALM III, "Introduction to MathLab 7 for Engineers", McGraw-Hill Book Company.
7. Engineers Edge, LLC (2000 – 2013), Hydraulic Accumulator Sizing Calculations.

Ngày nhận bài: 31/10/2013.

Design and manufacture self-raising vehicle for slipway with two transitional curves, using more than two ship forklifts

A/Prof.Dr. TRAN NHAT DUNG, MEng. HOANG GIANG

The article mentioned the practical demand and scientific significance of the research and manufacture of wheel assemblies that can automatically adjust the height for slipway with two transitional curves. The proposal of combination of hydraulic cylinders and associated accumulator for creating a self-raising vehicle which has important ability of maintaining the reaction on bilge (load exerted on the vehicle wheels) within small margin ($\pm 1.5\%$ around the average value) although the height varies in a large range.