

Nghiên cứu mô hình toán hệ thống điều khiển lái của máy công trình khung - khớp động

Researching the mathematical model for the control system of framework project - framework

Bùi Văn Hải*, Lê Hồng Quân, Lê Duy Long

Khoa Công nghệ Ô tô, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: hai-bui@hau.edu.vn

Mobile: 0965500568

Tóm tắt

Từ khóa:

Hệ thống lái thủy lực, Mô hình toán học, Cơ cấu điều khiển lái thủy lực.

Các tác động kích thích và điều khiển tác động đến hệ thống thủy lực điều khiển lái làm cho hệ thống mất cân bằng và phát sinh các quá trình thủy lực chuyển tiếp. Để giải quyết các bài toán đặt ra cần làm rõ các yếu tố ảnh hưởng đến việc hình thành các quá trình chuyển tiếp trong hệ thống thủy lực điều khiển lái, xác định mức độ ảnh hưởng của chúng và xác định sự phụ thuộc giữa các tham số của các quá trình thủy lực chuyển tiếp bằng các chỉ số chất lượng đặc trưng, các tham số kết cấu của đối tượng nghiên cứu. Việc phân tích hệ thống thủy lực điều khiển lái được thực hiện theo các giai đoạn sau. Phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến việc hình thành các quá trình chuyển tiếp trong hệ thống thủy lực điều khiển lái. Xác định các tham số thay đổi của các phần tử của cơ cấu thủy lực điều khiển lái. Đưa ra các giá trị số của các tham số cố định. Các biên độ và các khoảng thay đổi của các tham số phân tích. Giải mô hình toán trên máy tính. Phân tích ảnh hưởng của các tham số phân tích lên các đặc trưng đầu ra của hệ thống.

Abstract

Keywords:

Hydraulic steering system, mathematical model, hydraulic steering control mechanism.

The stimulating and controlling effects on the hydraulic steering control system make the system unbalanced and generate transient hydraulic processes. In order to solve the problems posed, it is necessary to clarify the factors that influence the formation of transitions in the hydraulic steering control system, determine their influence and determine the interdependence between the Parameters of the forward hydraulic processes by characteristic quality indicators, structural parameters of the research object. The analysis of the hydraulic steering control system is carried out in the following stages. Analysis of factors influencing the formation of transition processes in hydraulic steering control systems. Determine the variable parameters of the components of the hydraulic steering control. Give numeric values of fixed parameters. Introduce the amplitude and variation intervals of the analytical parameters. Mathematical model of the computer. Analysis of the influence of the analysis parameters on the output characteristics of the system.

Ngày nhận bài: 14/7/2018

Ngày nhận bài sửa: 09/9/2018

Ngày chấp nhận đăng: 15/9/2018

1. GIỚI THIỆU

Hệ thống điều khiển lái cấu tạo gồm ba hệ thống con: hệ thống thủy lực điều khiển lái, cơ cấu quay vòng (hình thang lái hoặc khung nối) và các tương tác kích thích của môi trường bên ngoài (đặc điểm bề mặt đất).

Cơ cấu điều khiển thủy lực lái là cụm động lập riêng biệt, là cơ cấu hoạt động trong thành phần của hệ thống thủy lực điều khiển lái liên kết với xi lanh chấp hành hoạt động nhờ bơm thủy lực cấp chất lỏng công tác từ thùng chứa thông qua hệ thống ống dẫn. Cơ cấu thủy lực điều khiển lái cấp một lượng chất lỏng công tác đến các xi lanh chấp hành tùy thuộc vào góc và tốc độ quay của tay lái (vô lăng). Đặc điểm này của cơ cấu thủy lực điều khiển lái đảm bảo có thể hoàn toàn bố trí một cách tự do các phần tử của nó trên xe, cho phép đơn giản hóa kết cấu và giảm khối lượng vật liệu chế tạo xe. Việc sử dụng cơ cấu thủy lực điều khiển lái mở ra khả năng lớn đa dạng sơ đồ cấu tạo hệ thống thủy lực điều khiển lái và tiêu chuẩn hóa các phần tử chính của chúng. Đồng thời các yếu tố này đảm bảo việc điều khiển được dễ dàng, nâng cao điều kiện làm việc của lái xe

Mô hình toán học hệ thống thủy lực điều khiển lái.

Các phần tử cơ sở của dẫn động thủy lực được miêu tả bằng các hệ thống phương trình vi phân phi tuyến có tính đến các hệ số thay đổi, các điều kiện ban đầu và các điều kiện biên, các phương trình phi tuyến, các phương trình liên hệ đại số chúng hợp thành hệ phương trình miêu tả tính chất của hệ thống.

Các phương trình được xây dựng sao cho kết sau khi giải thu được các giá trị tín hiệu thay đổi (áp suất, lưu lượng, vận tốc và các giá trị thay đổi khác...) tại đầu vào và đầu ra của hệ thống.

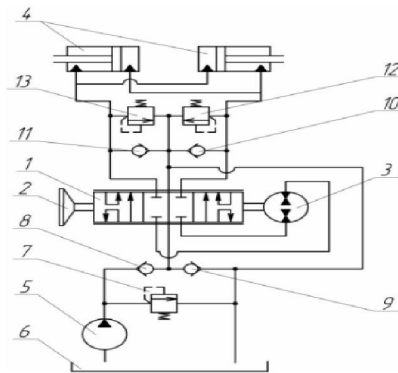
Các tham số đầu vào thường được quy ước ký hiệu là “1” còn các tham số đầu ra là “2”. Cần thiết lập mô hình toán học đối với từng phần tử khi xây dựng mô hình toán dẫn động thủy lực, bởi vì hệ thống nghiên cứu là phi tuyến chứa các phần tử phi tuyến (van và ống vô bộ phận phối thủy lực). Ngoài ra hàm truyền miêu tả một khâu tác động có tính định hướng, tức là phần tử có một tham số đầu vào và một tham số đầu ra. Các phần tử của dẫn động thủy lực có ít nhất hai tham số đầu vào và hai tham số đầu ra: lưu lượng chất lỏng công tác và áp suất tại đầu vào và đầu ra, ngoài ra có thể còn có các tác động điều khiển và các tác động kích thích. Ngoài ra các cụm dẫn và trích công suất có thể được xem như đóng vai trò là các tham số đầu vào và đầu ra bổ sung (bơm, động cơ thủy lực). Ngoài ra hệ còn có các hệ số thay đổi của các phương trình vi phân, chúng thay đổi theo thời gian một cách ngẫu nhiên hoặc theo một quy luật nào đó. Như vậy hướng mô hình toán học đã chọn cho phép tính tới số lượng cần thiết các tham số góp phần nâng cao độ chính xác của mô hình. Quá trình xây dựng mô hình toán học của hệ thống thủy lực điều khiển lái thực hiện theo các giai đoạn sau.

- Thu thập giả thiết;
- Tổng hợp sơ đồ tính toán hệ thống thủy lực điều khiển lái;
- Xây dựng sơ đồ khối hệ thống thủy lực điều khiển lái trên cơ sở sơ đồ tính toán;
- Chia hệ thống thành các hệ thống con và các phần tử;
- Thiết lập mô hình toán học cho từng phần tử ứng với các giả thiết ban đầu;
- Liên kết các mô hình toán học của từng phần tử và các hệ thống con thành mô hình toán học thống nhất của hệ.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. Sơ đồ tính toán hệ thống thủy lực điều khiển lái.

Để thiết lập sơ đồ tính toán hệ thống thủy lực điều khiển lái cần có sơ đồ thủy lực trình bày trên hình 1.

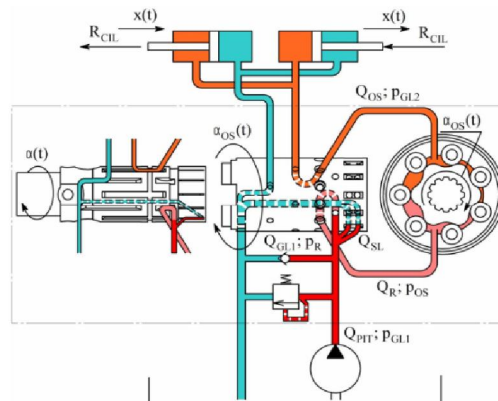


Hình 1. Sơ nguyên lý hệ thống thủy lực điều khiển lái

Hệ thống thủy lực điều khiển lái cấu tạo gồm bộ phân phối 1 liên kết động học với tay lái 2, động cơ thủy lực tín hiệu ngược 3 và liên kết với các ống thứ nhất và thứ 3, các xi lanh thủy lực chấp hành 4, tuyến ống 2 và thùng dầu 6, tuyến ống thứ 5 và bơm 5, tuyến ống thứ 4, thứ 6 và động cơ thủy lực tín hiệu ngược 3. Các van chống chân không 10, 11 và các van chống va đập 12, 13 lắp trên các tuyến ống thứ nhất và thứ 6 của của bộ phân phối 1. Khi bộ phân phối ở vị trí trung gian dòng chất lỏng công tác từ bơm 5 đi đến tuyến ống 5 của bộ phân phối thủy lực 1 và toàn bộ dòng chất lỏng đi qua tuyến ống thứ 2 của bộ phân phối 1 chảy đến thùng dầu 6.

Khi quay tay lái 2 sẽ làm phát sinh tín hiệu hoạt động trong bộ phân phối 1 (ví dụ, xảy ra hiện tượng dịch chuyển van trượt sang phải). Khi đó tuyến ống thứ hai và thứ 5 của bộ phân phối 1 sẽ tách liên kết, dòng chất lỏng từ bơm 5 chảy qua tuyến ống thứ tư và thứ 5 của bộ phân phối 1 đến động cơ thủy lực tín hiệu ngược và từ đó chảy qua tuyến ống thứ 6 và thứ nhất của bộ phân phối 1 rồi đến khoang bên trái của xi lanh chấp hành 4 để thắng tải trọng bên ngoài. Pistong của xi lanh chấp hành dịch chuyển sang bên phải. Dòng chất lỏng công tác từ khoang xả của xi lanh chấp hành 5 chảy qua tuyến ống thứ tư và thứ ba của bộ phân phối 1 đến thùng dầu 6.

Trên cơ sở sơ đồ hệ thống thủy lực đã trình bày chúng ta thiết lập sơ đồ tính toán như trên hình 2.



Hình 2. Sơ đồ tính toán hệ thống thủy lực điều khiển lái

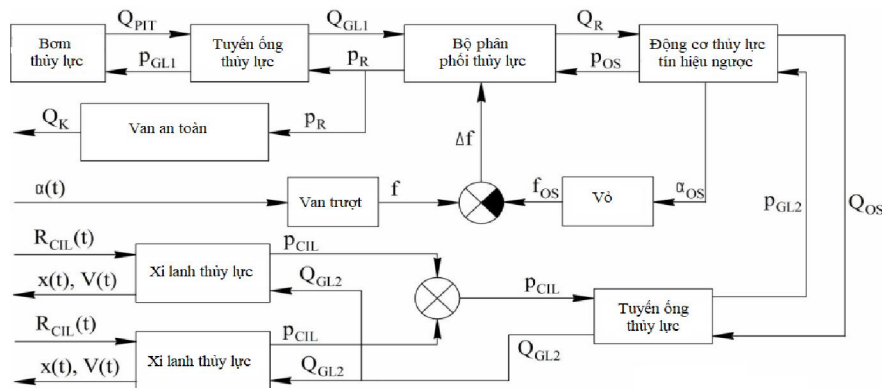
Trong đó Q_{PIT} - lưu lượng chất lỏng tại đầu ra của bơm và tại đầu vào của tuyến ống dẫn nối bơm với hệ cơ cấu thủy lực điều khiển lái; Q_{GL1} - lưu lượng chất lỏng công tác tại đầu ra của tuyến ống thủy lực và tại đầu vào bộ phân phối thủy lực; Q_R - lưu lượng chất lỏng tại đầu ra của bộ phân phối thủy lực và tại đầu vào động cơ thủy lực tín hiệu ngược; Q_{SL} - lưu lượng chất lỏng

đi vào tuyến ống xả tải; Q_{OS} - lưu lượng chất lỏng công tác tại đầu ra của động cơ thủy lực tín hiệu ngược và tại đầu vào tuyến ống thủy lực nối cơ cấu thủy lực điều khiển lái với các xi lanh chấp hành; Q_{GL2} - lưu lượng chất lỏng tại đầu ra của tuyến ống thủy lực và đi vào xi lanh chấp hành; R_{SIL} - lực đặt tại cán xi lanh chấp hành, hình thành lên lực cản quay vòng và tương tác bánh xe với mặt đất; p_{CIL} - áp suất tại đầu vào xi lanh chấp hành và tại đầu ra của tuyến ống thủy lực; p_{GL2} - áp suất tại đầu vào tuyến ống thủy lực và tại đầu ra của động cơ thủy lực tín hiệu ngược; p_{OS} - áp suất tại đầu vào động cơ thủy lực tín hiệu ngược và tại đầu ra của bộ phân phối thủy lực; p_R - áp suất tại đầu vào bộ phân phối thủy lực và tại đầu ra của tuyến ống thủy lực; p_{GL1} - áp suất của bơm $\alpha(t)$ = góc quay vòng tay lái (van trượt); $\alpha_{OS}(t)$ - góc quay vòng của rô to động cơ thủy lực tín hiệu ngược; $x(t)$ - dịch chuyển cán piston của xi lanh chấp hành.

2.2. Sơ đồ khối hệ thống thủy lực điều khiển lái

Trên cơ sở sơ đồ tính toán chúng ta xây dựng sơ đồ khối của hệ thống.

Sơ đồ khối là toàn bộ các khối và các tín hiệu, chúng thể hiện tương ứng với các phần tử và các mối liên hệ của sơ đồ tính toán. Mỗi khối của sơ đồ khối là một hệ thống con hoặc một phần tử của hệ thống thủy lực điều khiển lái, nó chứa sơ đồ cấu trúc của phần tử được thể hiện trên sơ các phương trình vi phân mô tả phần tử đó. Trong sơ đồ khối đề xuất mỗi phần tử là một đối tượng thủy lực đa cực hoặc là đối tượng thủy lực đa chiều, vì vậy các khối sẽ có một số thuộc tính thể hiện tương ứng với các tác động đầu vào, đầu ra, các tác động điều khiển và các tác động kích thích. Sơ đồ khối của hệ thống thủy lực điều khiển lái trình bày trên hình 3, trong đó f - diện tích thiết diện các rãnh trong bộ phân phối thủy lực quy định góc xoay của van trượt; f_{OS} - diện tích thiết diện các rãnh thủy lực xác định góc xoay của vò; Δf - diện tích thiết diện điều chỉnh.



Hình 3. Sơ đồ khối hệ thống thủy lực điều khiển lái

Khi mô tả toán học hệ thống thủy lực điều khiển lái sử dụng các giả thiết sau:

- Không kể tới sự ảnh hưởng của các quá trình sóng lên chất lượng động học dẫn động điều khiển lái;
- Nhiệt độ và độ nhớt chất lỏng công tác cũng như số lượng không khí không hòa tan không thay đổi trong suốt quá trình chuyển tiếp;
- Hệ số lưu lượng van điều khiển là giá trị ổn định;
- Không kể tới độ không ổn định lưu lượng của bơm;
- Các tham số tập chung của các phần tử thủy lực;
- Không tính tới độ lệch tâm của van trượt - vò.

2.3. Mô tả toán học các phần tử của hệ thống thủy lực điều khiển lái

- Mô hình toán học bộ phân phối thủy lực cơ cấu thủy lực điều khiển lái.
 - Bộ phân phối thủy lực cùng với động cơ thủy lực tín hiệu ngược kết hợp thành bộ điều khiển của cơ cấu thủy lực điều khiển lái. Nhiệm vụ của nó không chỉ là khởi động, dừng hoặc phân phối lại các dòng chất lỏng công tác trong hệ thống, về tổng thể cùng với động cơ thủy lực tín hiệu ngược nó làm thay đổi lưu lượng tại đầu ra của hệ thống nhờ sự thay đổi diện tích thiết diện thông qua phụ thuộc vào vận tốc quay tay lái. Bộ phân phối thủy lực có kết cấu kiểu van cầu tạo gồm van trượt và vỏ.

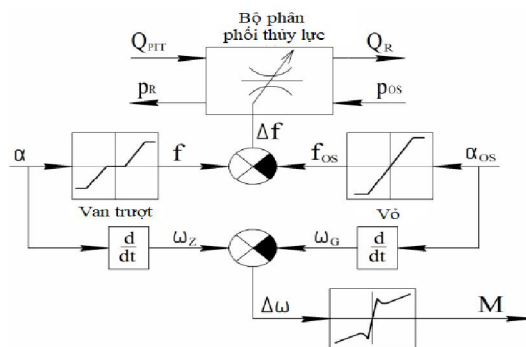
- Khi quay tay lái van trượt dịch chuyển một góc $\alpha(t)$, mở thông các thiết diện thông qua của dây thủy lực bộ phân phối thủy lực, dòng chất lỏng công tác chảy qua động cơ thủy lực tín hiệu ngược đến xi lanh chấp hành, động cơ thủy lực tín hiệu ngược tạo tín hiệu ngược lại nhờ sự dịch chuyển của vỏ van trượt so với vị trí ban đầu một góc $\alpha_{OS}(t)$ để điều chỉnh diện tích thiết diện thông qua của các rãnh trong bộ phân phối thủy lực $\Delta f(t)$ và đó đó điều chỉnh lưu lượng chất lỏng công tác $Q(t)$ tại đầu ra của cơ cấu thủy lực điều khiển lái.

- Bộ phân phối thủy lực tạo cản cục bộ, ngoài ra nó còn là phần tử phi tuyến của hệ thống, vì vậy nó thể hiện các đặc tính tĩnh của vỏ và van bộ phân phối dưới dạng các mối quan hệ phi tuyến, còn bản thân bộ phân phối thể hiện các đặc tính của van điều chỉnh. Khi quay tay lái, tại cặp lắp ghép van trượt - vỏ phát sinh mô men ma sát, quy định tốc độ quay tương đối của van trượt và của vỏ. Mô men ma sát cũng thể hiện đặc tính phi tuyến tĩnh. Sơ đồ khối của bộ phân phối thủy lực trình bày trên hình 4. Sơ đồ tính toán điều chỉnh các rãnh dây thủy lực của bộ phân phối thủy lực trình bày trên hình 5. Mô hình toán học của bộ phân phối thủy lực cấu tạo gồm mô hình toán học của van trượt và của vỏ, thể hiện dưới dạng các đặc tính phi tuyến tĩnh, mô hình toán học của van điều chỉnh và mô hình ma sát trong bộ phân phối tại cặp lắp ghép van trượt - vỏ.

- Đặc tính tĩnh của van trượt bộ phân phối thủy lực miêu tả bằng phương trình sau:

$$f(\alpha) = \begin{cases} f_{UT}, \text{voi} |\alpha| \leq \alpha_1; \\ z(r_0^2 \arccos(1 - \frac{r_z}{r_0}) - (r_0 - r_z \cdot \alpha) \sqrt{2r_0 r_z - (r_z \alpha)^2}) + \\ + f_{UT}, \text{voi} \alpha_1 < |\alpha| \leq \alpha_2; \\ f_{MAX} + f_{UT}, \text{voi} |\alpha| \geq \alpha_2 \end{cases} \quad (1)$$

Trong đó, f_{UT} - diện tích thiết diện các rãnh chảy; f_{MAX} - diện tích cực đại các thiết diện dòng chảy; z - số lượng các lỗ của dây thủy lực; r_0 - bán kính các lỗ của dây thủy lực; r_z - bán kính van trượt.

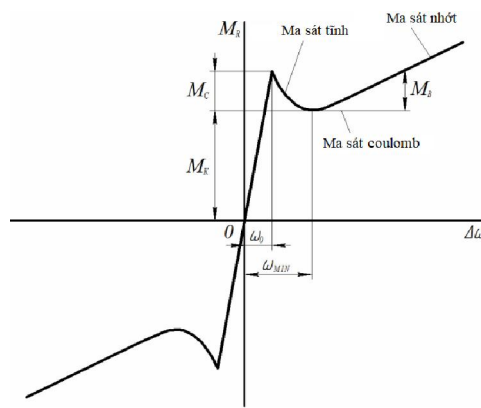


Hình 4. Sơ đồ khối của bộ phân phối thủy lực cơ cấu thủy lực điều khiển lái

Trong đó: Q_{R1} và Q_{R2} - lưu lượng chất lỏng công tác tại đầu vào và đầu ra của bộ phân phối thủy lực; Q_{SL} - lưu lượng chất lỏng công tác chảy đến cửa xả; p_{R1} và p_{R2} - áp suất tương ứng tại đầu vào và đầu ra của bộ phân phối thủy lực; B - hệ số tính tới quán tính của cột chất lỏng; μ - hệ số lưu lượng; ρ_K - khối lượng riêng của chất lỏng công tác; r_G - bán kính vỏ; v - độ nhớt động học của chất lỏng công tác; L - độ dài cặp lắp ghép; ε - hệ số đặc tính lệch tâm của thiết diện hình nón.

2.4. Mô hình toán học ma sát trong bộ phân phối thủy lực

Mô hình toán học ma sát miêu tả lực ma sát trong cặp lắp ghép van trượt - vỏ. Mô men ma sát M_R được mô hình hóa bằng hàm vận tốc tương đối $\Delta\omega$ và là tổng mô men ma sát tĩnh M_C , mô men ma sát Coulomb M_K và mô men ma sát nhớt M_B , như trình bày trên hình 7.



Hình 7. Mối quan hệ mô men ma sát trong bộ phân phối thủy lực với góc quay tương đối

Ma sát tĩnh - có đặc tính giảm dần, phát sinh ở các giá trị vận tốc góc nhỏ. Ma sát coulomb làm cho mô men ma sát ổn định ở mọi giá trị vận tốc góc. Ma sát nhớt ngăn cản khả năng quay nhờ mô men vận tốc tương đối. Trong mô hình đề xuất đưa ra ngưỡng vận tốc góc ω_0 nhỏ, trong khoảng này mô men ma sát gia tăng tỉ lệ thuận với vận tốc góc với hệ số tỉ lệ $k_{np} = M_C + M_K / \omega_0$. Tham số này được đưa vào mô hình nhằm nâng cao hiệu suất tính khi các giá trị vận tốc góc chuyển tiếp từ vùng âm sang vùng dương và ngược lại, do mô men ma sát phát sinh khi vật thể tiếp xúc cơ học với khối lượng phân bố tại thời điểm khi $\Delta\omega = 0$ không thể thay đổi giá trị của nó từ $(M_C + M_K)$ đến $-(M_C + M_K)$. Bằng thực nghiệm đã chứng minh rằng giá trị ngưỡng vận tốc nằm trong giải từ 10^{-3} - 10^{-5} rad/ giây - là khoảng giá trị tốt nhất đảm bảo độ chính xác, độ tin cậy và hiệu suất hoạt động. Cần nhấn mạnh rằng, tần số vòng quay tương đối khi mà mô men giảm xuống dưới mức ma sát tối thiểu không ảnh hưởng đến giá trị mô men xoắn ma sát xác định với các giả thiết này. Các vật thể sẽ quay tương đối với nhau với vận tốc rất nhỏ, tỉ lệ thuận với tác động của mô men xoắn.

Lực ma sát trong bộ phân phối thủy lực được miêu tả bằng các phương trình:

$$M_R(\Delta\omega) = \begin{cases} (M_K + M_C \cdot \exp(-c_V |\Delta\omega|)) \cdot \text{sign} \Delta\omega + h_R \Delta\omega, \text{ voi } |\Delta\omega| \geq \omega_0 \\ \Delta\omega \frac{(h_R \omega_0 + (M_K + M_C \cdot \exp(-c_V \cdot \omega_0)))}{\omega_0}, \text{ voi } |\Delta\omega| \leq \omega_0 \end{cases} \quad (7)$$

$$\Delta\omega = \omega_z - \omega_G \quad (8)$$

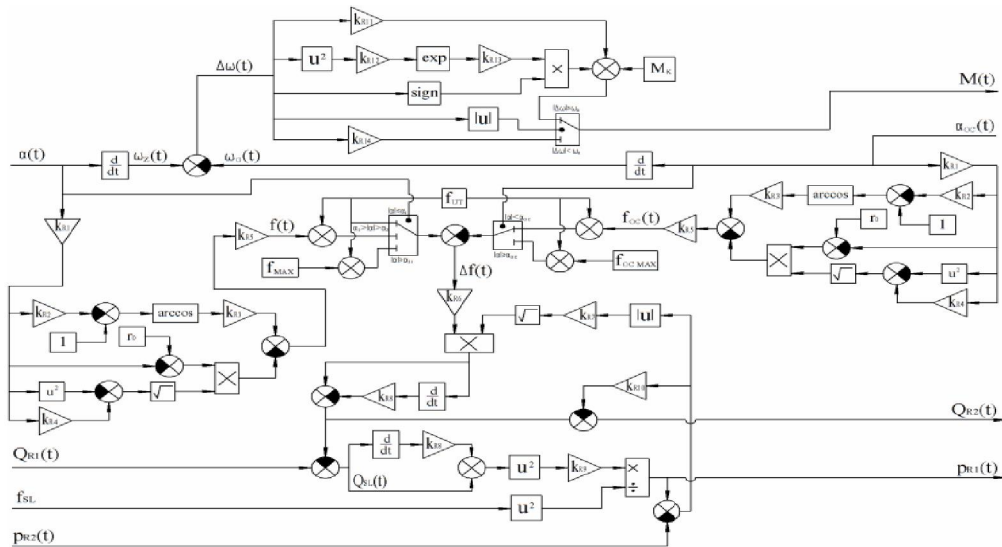
$$\Delta\omega = \frac{d\Delta\alpha}{dt} \quad (9)$$

Trong đó: ω_Z, ω_G - tương ứng với các giá trị vận tốc góc tuyệt đối của van trượt và vỏ của bộ phân phối thủy lực; $\Delta\omega$ - vận tốc góc tương đối; M - mô men ma sát; M_C - mô men ma sát tĩnh; M_k - mô men ma sát Coulomb; c_V - hệ số chuyển tiếp giữa ma sát tĩnh và ma sát Coulomb; h_R - hệ số ma sát nhớt của bộ phân phối; ω_0 - ngưỡng vận tốc tương đối.

Hệ số C_V dùng cho giai đoạn chuyển tiếp giữa ma sát tĩnh và ma sát Coulomb. Giá trị của nó được xác định xuất phát từ các kiến giải: thành phần ma sát tĩnh đạt khoảng 95% so với giá trị quy định ở vận tốc $3/c_V$ và 98% ở vận tốc $4/c_V$, giá trị này cho phép xác định giá trị tương đối $c_V \approx 4/\omega_{MIN}$, trong đó ω_{MIN} - vận tốc tương đối, ở giá trị này mô men xoắn ma sát nhận giá trị nhỏ nhất.

3. KẾT QUẢ

Các biểu thức (1)...(9) có tính tới các giả thiết đã nêu cho phép biểu diễn bộ phân phối thủy lực dưới dạng sơ đồ cấu trúc hình 8.

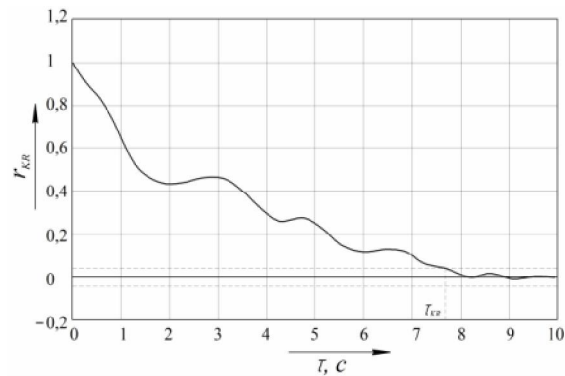


Hình 8. Sơ đồ cấu trúc hệ thống thủy lực điều khiển lái

3.1. Các đồ thị sau khi tính toán theo Matlab-Simulink

Thời gian mô hình hóa (thực hiện các phép đo) T xác định từ điều kiện đảm bảo độ chính xác cần thiết và xác suất độ tin cậy đánh giá các giá trị thống kê trung bình kỳ vọng toán học, độ lệch bình phương trung bình và sai số bình phương trung bình tương đối xác định hàm tương quan. Để xác định thời gian suy giảm của hàm τ_k , dùng hàm tương quan tiêu chuẩn thu được để đo tọa độ ngang của cấu trúc trong quá trình nghiên cứu. Xác định hàm tương quan tiêu chuẩn đối với các lựa chọn rời rạc theo công thức. $r_{KR} = R_{KR}/D_R R_{KR}$ - hàm tương quan phi tiêu chuẩn của tham số phân tích; D_R - độ phân tán của tham số phân tích. Khi đó

$R_{KR} = \frac{1}{n-m} \sum_{i=1}^{n-m} [R(t_i) - M_R][R(t_{i+m}) - M_R]$, Trong đó n - số tung độ số hóa trên độ dài thực hiện; m - số tung độ đánh giá hàm tương quan đặc trưng cho khoảng tương quan của quá trình ngẫu nhiên; M_R - kỳ vọng toán học của tham số phân tích;



Hình 9. Hàm tương quan tiêu chuẩn tọa độ địa hình

Thời gian suy giảm tương quan xác định là thời gian cực đại mà các giá trị hàm tương quan tiêu chuẩn nằm trong khoảng $\pm 0,05$.

$$r_{KR}(\tau_K) = 0,05.r_{KR}(0). \quad (10)$$

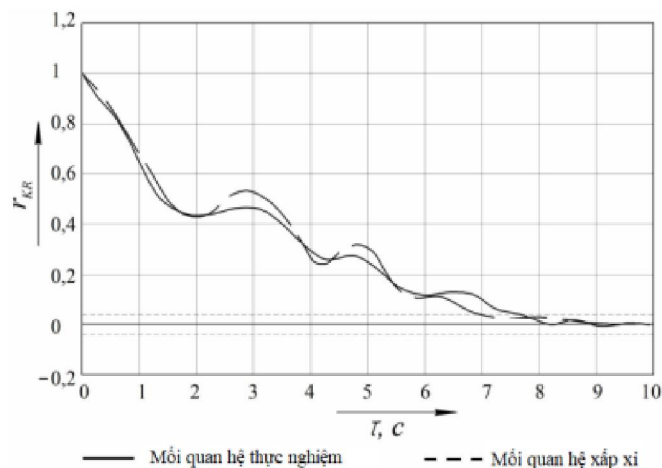
Theo giá trị lớn nhất $T\sigma = 24,5$ s đối với tham số y , độ dài mô hình có tính tới khoảng ban đầu không ổn định $T_H = 5$ s, $T_M = T_\sigma + T_H = 30$ s.

Phương trình lặp lại đối với hàm tương quan có dạng:

$$R(\tau) = \sigma^2 . e^{-\alpha|\tau|} . \cos(\beta|\tau|) \quad (11)$$

Biểu diễn như sau:

$$y(n) = a_0x(n) + a_1x(n-1) + b_1y(n-1) + b_2y(n-2) \quad (12)$$



Hình 10. Hàm tương quan tọa độ địa hình thực nghiệm và xấp xỉ

Độ lệch khi xấp xỉ mối quan hệ không quá 20%.

Trên hình 10 trình bày một đoạn mô hình ngẫu nhiên tác động kích thích do địa hình tạo ra theo hàm tương quan dạng.

Các tham số hàm tương quan: $\sigma = 0,083$ m; $\alpha = 0,112$ s⁻¹; $\beta = 0,133$ s⁻¹.

4. KẾT LUẬN

1. Trên cơ sở sơ đồ thủy lực và sơ đồ tính toán ta đã xây dựng sơ đồ khối của hệ thống thủy lực điều khiển lái, mỗi khối của sơ đồ ứng với một phần tử cùng tên và là phần tử thủy lực đa cực.

2. Trên cơ sở sơ đồ khối xây dựng theo nguyên lý cấu trúc mô hình toán và các phương trình vi phân miêu tả các phần tử của hệ thống ta thiết lập sơ đồ cấu trúc của dẫn động thủy lực điều khiển lái và thể hiện trong môi trường Matlab - Simulink.

3. Chuyển động của vỏ và van trượt của bộ phân phối thủy lực cơ cấu thủy lực điều khiển lái được miêu tả bằng các đặc trưng tĩnh phi tuyến.

4. Các phần tử của dẫn động thủy lực được mô hình hóa bằng cách thiết lập sơ đồ cấu trúc từ các khối Simulink và bằng các phương trình vi phân miêu tả chuyển động của chúng. Ưu điểm của phương pháp này là độ chính xác cao và khả năng thay đổi mọi tham số của phần tử.

5. Xây dựng mô hình các tác động kích thích ngẫu nhiên thể hiện sự ảnh hưởng của môi trường bên ngoài tác động lên hệ thống điều khiển lái trong môi trường Matlab.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả cảm ơn sự hỗ trợ của Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội trong nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Nguyễn Ngọc Quế, (2007), Giáo trình ô tô máy kéo và xe chuyên dụng, Xuất bản năm 2007.

[2]. Trần Ngọc Hải, Trần Xuân Tùy, (2011), Giáo trình hệ thống truyền động thủy lực và khí nén, NXB Xây dựng năm 2011

[3]. Nguyễn Phước Hoàng, Phạm Đức Nhuận, Nguyễn Thạc Tân, Đinh Ngọc Ái, Đặng Huy Chi, (1996), Thủy lực và máy thủy lực, Nhà xuất bản Giáo dục năm 1996

[4]. Metlyuk, N.F Dynamics and pneumatic hydraulic drive car / NF Metlyuk, VP Avtushko. - M.: Engineering, 1980.

[5]. Zablocki, E.M simulation workflow in hydrostatic steering drive dump truck / EM Z, VP Avtushko // Collection of materials V Intern. Intercollege. scientific and engineering. Conf. students, graduate students and undergraduates. - Go-stranded, 2005. - S. 23.

[6]. “Моделирование гидравлических систем рулевого управления”, của tác giả A.B Жданов, Nhà xuất bản Омск СибАДИ năm 2011