

SỰ ẢNH HƯỞNG CỦA THÔNG SỐ KẾT CẤU ĐẾN ĐỘ CỨNG XOẢN THANH ỔN ĐỊNH NGANG Ô TÔ TẢI

EFFECT OF STRUCTURAL PARAMETERS ON ROLL STIFFNESS OF ANTI ROLL BAR OF TRUCKS

TS. Nguyễn Hùng Mạnh

Khoa Cơ khí và Động lực, Trường Đại học Điện lực

TÓM TẮT

Bài báo trình bày một cách khảo sát sự ảnh hưởng của thông số kết cấu của thanh ổn định ngang tới độ cứng xoắn của chúng. Một trong số những thông số kết cấu quan trọng có ảnh hưởng lớn tới sự làm việc của thanh ổn định ngang khi lắp đặt trên xe là chiều dài cánh tay đòn làm việc và khoảng cách giữa 2 gối đỡ cố định của thanh ổn định ngang. Việc khảo sát độ cứng này làm cơ sở cho việc tính toán, lựa chọn kết cấu thanh ổn định ngang phù hợp, góp phần tối ưu hoá độ cứng tổng thể của hệ thống treo. Độ cứng của thanh ổn định ngang có ý nghĩa quyết định tới khả năng chống lật ngang thân xe.

Từ khóa: Hệ thống treo phụ thuộc; Thanh ổn định ngang; Độ cứng xoắn.

ABSTRACT

This paper presents a way to investigate the influence of structural parameters of Anti roll bar on their roll stiffness. One of the important structural parameters that have a great influence on the working of the Anti roll bar when installed on a vehicle is the length of the lever arm and the distance between the two fixed supports of the Anti roll bar. This stiffness survey serves as the basis for the calculation and selection of the appropriate Anti roll structure, contributing to optimizing the overall stiffness of the suspension system. The roll stiffness of the Anti roll bar is decisive to the vehicle's ability to resist rollover.

Keywords: Dependent Suspension System; Anti Roll Bar; Roll Stiffness.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ô tô chuyển động trên mặt phẳng đường cần giữ được quỹ đạo chuyển động mong muốn, đồng thời không bị mất ổn định chuyển động. Mất ổn định chuyển động của ô tô là một trong những nguyên nhân chủ yếu gây ra các vụ tai nạn nghiêm trọng, trong đó,

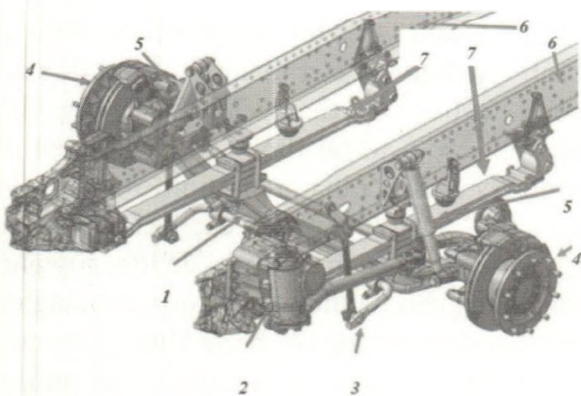
đặc biệt là mất ổn định theo phương ngang và có thể dẫn tới lật ngang xe. Ô tô có thể bị lật ngang khi quay vòng, chuyển làn ở tốc độ cao, chuyển động trên đường nghiêng ngang, chịu gió ngang hoặc di chuyển trên đường có mấp mô cao mất cân bằng giữa 2 bên bánh xe. Ổn định theo phương ngang được hiểu là khả năng giữ được khả năng cân bằng của ô tô, các bánh

xe ở 2 bên luôn tiếp xúc tốt, đảm bảo khả năng truyền lực tốt với nền đường. Theo thống kê tai nạn lật ngang là một trong số những dạng tai nạn điển hình và có mức độ thiệt hại nghiêm trọng cao và thường xảy ra với các ô tô có chiều cao thân xe lớn, ví dụ như ô tô tải, ô tô khách, ô tô buýt hay đoàn xe. Việc nghiên cứu các giải pháp nâng cao tính năng ổn định chuyển động ngang của ô tô có thể theo hướng: Hoàn thiện kết cấu hệ thống treo; sử dụng thanh ổn định ngang hoặc điều khiển chủ động thanh ổn định ngang. Trên các ô tô tải hiện nay đa số sử dụng hệ thống treo phụ thuộc và trang bị sẵn thanh ổn định ngang cho cả cầu trước và cầu sau. Việc nghiên cứu sâu về thanh ổn định ngang của hệ thống treo, qua đó, góp phần nâng cao khả năng chống lật nâng cao tính năng chuyển động an toàn của xe là việc làm cần thiết.

2. THANH ỔN ĐỊNH NGANG

Thanh ổn định ngang là bộ phận đàn hồi phụ của hệ thống treo được sử dụng trên ô tô, nhằm làm tăng khả năng chống lật ngang thân xe khi ô tô quay vòng hoặc khi có sự chênh lệch tải trọng phân bố lên bánh xe bên trái và phải trên cùng 1 trục hoặc trên 1 dãy.

Một hệ thống treo trên ô tô tải có trang bị thanh ổn định ngang như thể hiện dưới hình 1.



Hình 1. Hệ thống treo phụ thuộc cầu trước ô tô tải:

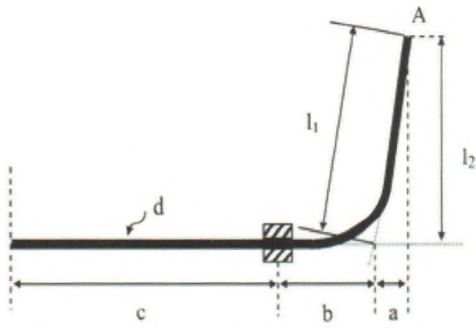
- 1- Thanh ổn định ngang;
- 2- Cơ cấu lái;
- 3- Tay đòn làm việc của thanh ổn định ngang;
- 4- Moay ơ bánh xe;
- 5- Giảm chấn hệ thống treo;
- 6- Khung xe;
- 7- Bộ nhíp lá của hệ thống treo.

Thanh ổn định ngang được sản xuất theo tiêu chuẩn của hiệp hội ô tô quốc tế (SAE) và thường làm bằng thép loại 550 và 750 với các mã số quy định: G5160 tới G6150 và G1065 tới G1090. Thép có ứng suất giới hạn không vượt quá 700 MPa, loại thép có cường độ và mật độ cao như thép hợp kim nhôm Titan [1].

Thanh ổn định ngang có hình dáng chữ U (Hình 1), với cánh tay đòn và phần thân ngang. Một cách lắp đặt thanh ổn định ngang lên hệ thống treo phổ biến trên ô tô tải với hệ thống treo có dầm cầu phụ thuộc như trên hình 1: 2 đầu ngoài chữ U (phần làm việc) của thanh ổn định lắp với giá treo liên kết với dầm cầu. Khi có sự mất cân bằng tải trọng thẳng đứng giữa 2 bánh xe của dầm cầu cứng, thanh ổn định sẽ bị xoắn, phản lực sinh ra bởi thanh xoắn, góp phần tạo nên mô men chống lại sự lắc ngang thân xe, qua đó giảm khả năng gây lật xe. Trên hệ thống treo ô tô tải, ô tô khách có dầm cầu cứng phụ thuộc sử dụng phần tử đàn hồi là bộ nhíp hay buồng khí đều cho độ cứng lớn, tuy nhiên, hành trình làm việc của bộ phận đàn hồi lớn và rất lớn khiến chiều cao trọng tâm xe lớn, khả năng bị lắc ngang với góc nghiêng ngang lớn và dễ dàng có thể xảy ra mất ổn định ngang thân xe.

3. KHẢO SÁT SỰ ẢNH HƯỞNG THÔNG SỐ KẾT CẤU ĐẾN ĐỘ CỨNG XOẮN THANH ỔN ĐỊNH NGANG

Các thông số kết cấu của thanh ổn định ngang (Hình 2) được thể hiện trong bảng.



Hình 2. Các thông số kết cấu thanh ổn định

TT	Kí hiệu	Chú thích
1	d	Đường kính thanh ổn định ngang (mm)
2	c	Khoảng cách giữa 2 gối đỡ trên dầm cầu cứng
3	a+b	Khoảng cách từ gối đỡ đến vị trí lắp với khung
4	L=a+b+c	Chiều dài của thanh ổn định
5	$l_1=l_2$	Chiều dài cánh tay đòn thanh ổn định

Độ cứng xoắn của thanh ổn định với các thông số kết cấu trên được xác định như sau [2].

$$K_R = \frac{P \cdot L^2}{2 \cdot f_A} \quad (Nmm/rad)$$

Trong đó: P- Tải trọng tác dụng lên thanh ổn định, (N); f_A - Độ võng của thanh ổn định tại điểm A, (mm). Độ võng của thanh ổn định tại điểm A (Hình 2) được xác định như sau:

$$f_A = \frac{P}{3 \cdot E \cdot I} \left[l_1^3 - a^3 + \frac{L}{2} (a + b)^2 + 4 \cdot l_2^2 (b + c) \right]$$

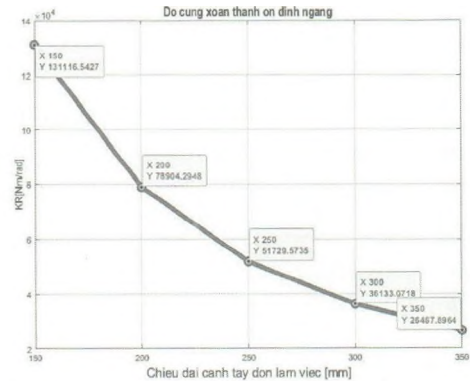
Trong đó, E- Mô đun đàn hồi thanh ổn định ngang, (MPa); I- Mô men quán tính của thanh ổn định, (mm⁴).

Độ cứng xoắn viết lại:

$$K_R = \frac{3 \cdot E \cdot I \cdot L^2}{2 \cdot [l_1^3 - a^3 + \frac{L}{2} (a + b)^2 + 4 \cdot l_2^2 (b + c)]} \quad (Nmm/rad)$$

Khảo sát thanh ổn định có đường kính ngoài $d=34$ (mm), sử dụng thép AISI 1065 có mô đun đàn hồi $E = 206000$ (MPa) [3], mô men quán tính $I = 65564$ (mm⁴). Các thông số kích thước chiều dài: $L = 700$ (mm), trong đó: $c = 500$ (mm); $b = 150$ (mm); $a = 50$ (mm). Thông số kết cấu đặc trưng của thanh ổn định ngang khi lắp đặt trên xe là chiều dài khoảng cách giữa 2 gối đỡ (c) trên dầm cầu phụ thuộc và chiều dài cánh tay đòn làm việc (l_1).

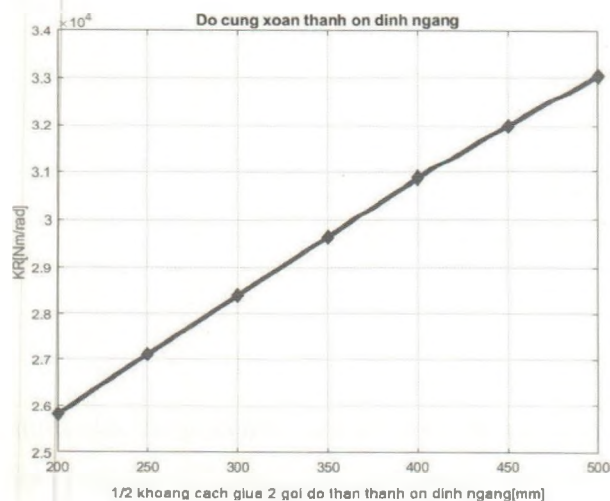
Tính toán và biểu diễn độ cứng xoắn của thanh ổn định khi thay đổi chiều dài cánh tay đòn làm việc (l_1) được thể hiện trên đồ thị hình 3.



Hình 3. Quan hệ giữa độ cứng và sự thay đổi cánh tay đòn làm việc của thanh ổn định ngang

Qua đồ thị cho thấy, khi tăng chiều dài cánh tay đòn (l_1) của thanh ổn định độ cứng xoắn của bản thân thanh càng giảm. Qua khảo sát trên các ô tô tải thông thường, chiều dài cánh tay đòn của thanh ổn định có giá trị dao động từ 250 - 300mm. Ở các kích thước này giá trị độ cứng xoắn có giá trị đủ lớn, góp phần tăng cứng cho hệ thống treo, qua đó nâng cao tính ổn định nhưng có thể sẽ không làm giảm độ êm dịu của xe. Khi kích thước này nhỏ, độ cứng của thanh ổn định ngang rất lớn điều này

làm cứng hoá hệ thống treo và không có lợi về mặt độ êm dịu.



Hình 4. Quan hệ giữa độ cứng và sự thay đổi khoảng cách giữa 2 gối đỡ thanh ổn định

Trong trường hợp thay đổi khoảng cách cố định liên kết phần thân ngang của thanh ổn định với dầm cầu cứng, tính toán và biểu diễn độ cứng xoắn của thanh ổn định ngang được thể hiện trên hình 4. Khoảng cách giữa 2 gối đỡ thân thanh ổn định ngang bị giới hạn bởi chiều dài dầm cầu, vết bánh xe hay cả không gian bố trí hệ thống treo và cụm bánh xe.

Kết quả tính toán ở một số trường hợp thay đổi chiều dài khoảng cách trên nhận thấy: Khi khoảng cách giữa 2 gối đỡ tăng, độ cứng xoắn của thanh ổn định ngang tăng lớn và ngược lại. Việc gia tăng quá lớn độ cứng xoắn thanh ổn định sẽ làm cứng hoá hệ thống treo, không có lợi về độ êm dịu, tuy nhiên, khả năng chống lật ngang thân xe được nâng cao. Khi bố trí khoảng cách giữa 2 gối đỡ quá gần nhau, độ cứng của thanh ổn định nhỏ, độ cứng tổng thể của hệ thống treo thấp nên có lợi về độ êm dịu.

4. KẾT LUẬN

Thanh ổn định ngang là bộ phận đàn

hồi phụ được trang bị thêm cho xe nhằm tăng cường mô men chống lật ngang thân xe, qua đó góp phần nâng cao tính an toàn chuyển động. Ở các ô tô tải, khách, ô tô buýt có tải trọng lớn, chiều cao thân xe cũng như trọng tâm xe lớn nên khả năng lật ngang là dễ xảy ra, nên việc trang bị bổ sung thanh ổn định ngang có ý nghĩa quan trọng, cần thiết trên cả 2 hệ thống treo. Qua tính toán nhận thấy, khi thay đổi các thông số kết cấu của thanh ổn định, thuộc tính chống xoắn của thanh ổn định được cải thiện. Khi chiều dài gối đỡ cố định thanh ổn định ngang tăng lên, độ cứng được cải thiện tăng lên đáng kể, tuy nhiên có thể độ bền của thanh xoắn sẽ giảm đi. Ngược lại, khi tăng chiều dài cánh tay đòn thanh ổn định liên kết với khung xe làm giảm độ cứng xoắn. Kết quả tính toán còn có thể làm cơ sở cho việc tính toán khảo sát bền, tối ưu hoá kết cấu thanh ổn định ngang hay mô hình hoá chúng cho các nghiên cứu về động lực học dao động của ô tô. ❖

Ngày nhận bài: 02/4/2022

Ngày phản biện: 12/4/2022

Tài liệu tham khảo

- [1]. Kelvin Hubert Spartan chassis, "Anti-Roll Stability Suspension Technology" SAE PP. 2005-01-3522.
- [2]. SAE Spring Committee, *Spring Design Manual*, 2nd Ed., SAE, pp. 215-267, 1996.
- [3]. Van Tan VU (2017), *Enhancing the roll stability of heavy vehicles by using an active anti-roll bar system*, DOCTEUR DE LA COMMUNAUTE UNIVERSITE GRENOBLE ALPES, GIPSA-Lab, France.
- [4]. Aniket Kundlik Yachkal, Dr. Niloy K. Nath, Dr. Subim Khan, *Analyses of the Effect of Clamping Distance on Stress and Roll Stiffness of Anti Roll Bar*, International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 15, Number 9 (2020) pp. 906-910.