

Nghiên cứu, xác định góc ổn định tĩnh ngang của ô tô sản xuất lắp ráp tại Việt Nam bằng phương pháp thực nghiệm

■ TS. ĐẶNG VIỆT HÀ - Cục Đăng kiểm Việt Nam

TÓM TẮT: Ổn định ngang của ô tô là vấn đề liên quan đến an toàn của xe, được các nhà khoa học quan tâm nghiên cứu. Tại Việt Nam, ô tô sản xuất lắp ráp được kiểm soát về góc ổn định tĩnh ngang từ khâu thiết kế đến khâu thử nghiệm đánh giá chất lượng. Thông số này được xác định trên thiết bị chuyên dụng và đánh giá theo chỉ tiêu của Quy chuẩn QCVN 09:2015/BGTVT. Bài báo giới thiệu phương pháp thử nghiệm xác định góc ổn định tĩnh ngang và thực hiện đo trên một số mẫu ô tô điển hình sản xuất lắp ráp tại Việt Nam.

TỪ KHÓA: Góc ổn định tĩnh ngang, sản xuất lắp ráp, phương pháp thực nghiệm.

ABSTRACT: Horizontal stability of the automobiles is a matter related to the vehicle safety, are interested in research by the scientists. In Vietnam, manufactured and assembled automobile are controlled on the static rollover angle from design to testing and quality assessment. This parameter is determined on specialized equipment and evaluated according to the criteria of QCVN 09:2015/BGTVT. This article introduces the testing method for determining the static rollover angle and test some typical automobile models manufactured and assembled in Vietnam.

KEYWORDS: Static rollover angle, manufacture and assembly, experimental method

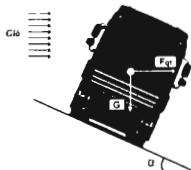
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

1.1. Bối cảnh và mục tiêu nghiên cứu

Góc ổn định tĩnh ngang ảnh hưởng đến an toàn của ô tô, đặc biệt đối với các loại xe có kích thước lớn như ô tô tải hạng nặng, ô tô khách cỡ lớn, ô tô khách giường nằm. Khi chuyển động, ổn định ngang của ô tô phụ thuộc vào các yếu tố ngoại cảnh: góc nghiêng ngang của mặt đường; tốc độ của gió ngang; lực quán tính khi quay vòng (Hình 1.1) [1,2]. Góc ổn định tĩnh ngang là thông số được các nhà sản xuất quan tâm bên cạnh tính thẩm mỹ, hình dáng khí động học, thông số hình học của xe, phụ thuộc vào các yếu tố [11,12,15]:

- Chiều cao trọng tâm;
- Chiều rộng cơ sở (vết bánh xe);
- Biến dạng của lốp và hệ thống treo;
- Thanh cân bằng.

Các quy định của quốc tế đã đưa ra chỉ tiêu đánh giá góc ổn định tĩnh ngang theo tiêu chuẩn. Tại Việt Nam, ô tô sản xuất lắp ráp được kiểm soát chất lượng từ khâu thiết kế đến khâu thử nghiệm. Trong đó, góc ổn định tĩnh ngang là một trong những chỉ tiêu an toàn cần phải đáp ứng. Thông số này được sử dụng trong tính toán thiết kế xe, đánh giá tính năng an toàn khi vận hành [13,14]. Góc ổn định tĩnh ngang được xác định trên thiết bị chuyên dụng, sử dụng một bàn nâng quay quanh khớp bán lẻ, kết quả được đánh giá theo chỉ tiêu của Quy chuẩn QCVN 09:2015/BGTVT [3].



Hình 1.1: Các yếu tố ảnh hưởng đến góc ổn định tĩnh ngang

Việc nghiên cứu xác định góc ổn định tĩnh ngang là cần thiết trong bối cảnh nâng cao an toàn của phương tiện. Mục tiêu của bài báo là giới thiệu phương pháp xác định góc ổn định tĩnh ngang và thực hiện đo trên một số mẫu ô tô điển hình sản xuất, lắp ráp tại Việt Nam.

1.2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là một số kiểu loại ô tô tải và ô tô khách sản xuất, lắp ráp tại Việt Nam.

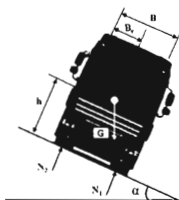
Nghiên cứu sử dụng phương pháp thực nghiệm trên thiết bị chuyên dụng, kết quả đánh giá theo chỉ tiêu của quy chuẩn.

2. CƠ SỞ NGHIÊN CỨU

2.1. Cơ sở lý thuyết của phép thử

Khi xe chuyển động có thể xảy ra các trạng thái mất ổn định: trượt ngang, lật ngang và quay thân xe. Góc ổn định tĩnh ngang được xác định khi xe đạt đến giới hạn ổn định lật. Khi đó, một bên bánh xe bị tách khỏi mặt

đường. Mô hình và các thành phần lực tác dụng được mô tả như Hình 2.1.



Hình 2.1: Các thành phần lực tác dụng

2.1.1. Trường hợp bỏ qua biến dạng của hệ thống treo và lốp

Các thành phần lực tác dụng lên bánh xe được xác định như sau [10]:

$$N_1 = \frac{G(B - B_c)\cos\alpha - Gh\sin\alpha}{B} \quad (1)$$

$$N_2 = \frac{GB_c\cos\alpha - Gh\sin\alpha}{B} \quad (2)$$

Trong đó:

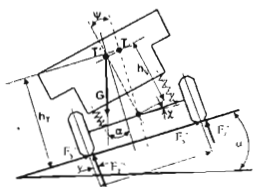
- G - Khối lượng của xe, (kg);
- B - Chiều rộng cơ sở của xe, (m);
- B_c - Khoảng cách từ trọng tâm đến vị trí bánh xe ngoài cùng, (m);
- h - Chiều cao trọng tâm của xe, (m);
- N_1, N_2 - Phản lực tác dụng lên hai bên bánh xe, (N);
- α - Góc ổn định tĩnh ngang (rad).

Trạng thái lật ngang xảy ra khi $N_2 = 0$, khi đó $h = h_{max}$. Ta có góc ổn định tĩnh ngang được xác định như sau:

$$\text{tg}\alpha = \frac{B_c}{h_{max}} \quad (3)$$

2.1.2. Trường hợp có tính đến biến dạng của hệ thống treo và lốp

Các thành phần lực tác dụng được mô tả như Hình 2.2.



Hình 2.2: Mô hình xác định góc ổn định tĩnh ngang [1]

Góc ổn định tĩnh ngang được xác định theo công thức sau [1]:

$$\text{tg}\alpha = \frac{0,5b - h_y \mu - h_z \xi - y}{h_r} \quad (4)$$

$$x = (F_1' - F_2') \frac{1}{b c_r} \quad (5)$$

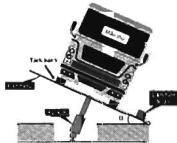
$$y = \frac{1}{c_r} (F_1' + F_2') = \frac{G \sin \alpha}{c_r} \quad (6)$$

Trong đó:

- c_y - Độ cứng bên của lốp, (N/m);
- c_z - Độ cứng hướng kính của lốp, (N/m);
- F_1', F_2' - Phản lực bên của các bánh xe trên cùng một cầu, (N);
- F_1'', F_2'' - Phản lực thẳng đứng của các bánh xe trên cùng một cầu, (N);
- χ - Góc nghiêng do sự biến dạng theo phương hướng kính của lốp xe, (rad);
- y - Sự dịch chuyển ngang của điểm đặt phản lực do sự biến dạng bên của bánh xe, (m);
- h_y - Chiều cao trọng tâm tính đến điểm quay, (m).

2.2. Nguyên lý của phép thử

Sơ đồ nguyên lý xác định góc ổn định tĩnh ngang như Hình 2.3. Bàn nâng có thể quay quanh một khớp bản lề theo chiều ngang. Mẫu thử được đặt trên bàn nâng, góc quay của bàn nâng tăng dần khi xy-lanh thủy lực gia tải. Khi một bên bánh xe tách khỏi bàn nâng sẽ xác định góc ổn định tĩnh ngang chính là góc quay của bàn nâng.



Hình 2.3: Nguyên lý đo

2.3. Các quy định về góc ổn định tĩnh ngang

Phép thử xác định góc ổn định tĩnh ngang theo Quy chuẩn QCVN 09:2015/BGTVT với các quy định đưa trên điều kiện thực tế của Việt Nam và tham khảo một số quy định quốc tế như Bảng 2.1 [4,5,6,7,8,9].

Bảng 2.1. Các quy định liên quan

Số hiệu	Tên tiêu chuẩn, quy chuẩn
QCVN BGTVT 09:2015/	Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn kỹ thuật và bảo vệ môi trường đối với ô tô
UNECE No 107	Uniform provisions concerning the approval of double-deck larger passenger vehicles with regard to their general construction
UNECE No.111	Uniform provisions concerning the approval of tank vehicles of categories N and O with regard to rollover stability
Directive 2001/85/EC	Relating special provisions for vehicles used for the carriage of passengers comprising more than eight seats in addition to the driver's seat
ISO 16333	Heavy commercial vehicles and buses - Steady - state rollover threshold - Tilt-table test method
SAE J2180	A tilt table procedure for measuring the static rollover threshold for heavy trucks
GB/T 14172	Static roll stability test method for motor vehicles

Theo quy định của QCVN 09:2015/BGTVT, xe ô tô phải đạt yêu cầu về góc ổn định tĩnh ngang tối thiểu như sau:

- 28°: Xe khách hai tầng;
- 30°: Xe có khối lượng toàn bộ không lớn hơn 1,2 lần khối lượng bản thân;
- 35°: Xe còn lại.

3. QUY TRÌNH THỬ NGHIỆM

3.1. Thiết bị thử nghiệm

Thiết bị thử nghiệm có cấu tạo như Hình 3.1. Bàn nâng (4) được lắp với khung giá đỡ (3) thông qua khớp bản lề có thể tạo ra một mặt phẳng nghiêng. Xy-lanh thủy lực (2) có nhiệm vụ nâng, hạ bàn nâng để tạo ra các góc nghiêng khác nhau. Góc nghiêng này được đo thông qua cảm biến đo góc và hiển thị giá trị đo trên bảng điện tử (1). Sử dụng các dây xích có một đầu cố định vào bàn nâng, một đầu kết nối với khung xe để bảo vệ cho phương tiện khi lật.



1 - Cảm biến đo góc và bộ hiển thị 2 - Xy-lanh thủy lực.
3 - Khung giá đỡ 4 - Bàn nâng
Hình 3.1: Thiết bị thử nghiệm

3.2. Mẫu thử

Lựa chọn 10 mẫu thử là các kiểu loại xe ô tô tải, ô tô khách sản xuất lắp ráp tại Việt Nam để tiến hành thử nghiệm (Hình 3.2).



a) - Ô tô tải



b) - Ô tô khách

Hình 3.2: Mẫu thử điển hình

3.3. Quy trình thử nghiệm

Quy trình thử nghiệm gồm các bước cơ bản sau:

- Kiểm tra thiết bị và hệ thống điều khiển, cơ cấu an toàn;
- Đưa mẫu thử vào vị trí thử nghiệm, lắp đặt cơ cấu

an toàn, thiết lập giá trị ban đầu (giá trị "0") của cảm biến đo góc. Mẫu thử được thử ở trạng thái không tải;

- Gia tải xy-lanh thủy lực và quan sát cho đến khi tách bánh (Hình 4.1);
- Giảm tải xy-lanh thủy lực, tháo lắp thiết bị và đưa mẫu thử ra khỏi khu thử nghiệm;
- Kết thúc quá trình đo, đánh giá kết quả thử nghiệm.

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Sau khi thử nghiệm trên thiết bị chuyên dụng, kết quả thử nghiệm của 10 mẫu thử như Bảng 4.1.

Bảng 4.1. Kết quả thử nghiệm

Mẫu	Loại xe	DxRxC (mm)	Vết bánh xe	h (mm)	α (độ)
1	Ô tô tải có mui	12200 x 2500 x 3620	2015/ 1848	1200	42,3
2	Ô tô tải có mui	12190 x 2500 x 3925	2020/ 1955	1179	43,0
3	Ô tô tải thùng kín	7950 x 2230 x 3040	1665/ 1585	1080	40,6
4	Ô tô tải tự đổ	9765 x 2500 x 3250	2070/ 1870	1149	44,3
5	Ô tô tải tự đổ	9330 x 2500 x 3600	2041/ 1870	1033	46,8
6	Ô tô khách	12200 x 2500 x 3535	2080/ 1880	1410	37,9
7	Ô tô khách giường nằm	12200 x 2500 x 3600	2040/ 1890	1301	40,5
8	Ô tô khách	12200 x 2500 x 3590	2090/ 1850	1253	41,3
9	Ô tô khách 2 tầng	11920 x 2500 x 4200	2108/ 1584	1420	35,5
10	Ô tô khách thành phố	12000 x 2500 x 3030	2080/ 1825	1198	43,2



Hình 4.1: Bánh xe tách khỏi bàn nâng

Từ kết quả tại Bảng 4.1 ta có một số nhận xét sau:

- Có 4 thông số kết cấu ảnh hưởng đến góc ổn định tĩnh ngang: chiều cao trọng tâm, chiều rộng cơ sở, độ cứng của lốp và hệ thống treo, thanh cân bằng.
- Mẫu số 2 có vết bánh xe sau lớn hơn mẫu 1 trong khi chiều cao trọng tâm nhỏ hơn, do đó góc ổn định tĩnh ngang lớn hơn (mẫu 2: 43°, mẫu 1: 42,3°). Trường hợp tương tự khi so sánh mẫu số 4 và 5. Khi so sánh các mẫu có thông số kích thước tương đồng, mẫu nào có chiều cao trọng tâm nhỏ hơn sẽ có góc ổn định tĩnh ngang lớn hơn (mẫu 7 và mẫu 8).
- Trong 10 mẫu thử, giá trị góc ổn định tĩnh ngang lớn nhất là 46,8° (mẫu 5), nhỏ nhất là 35,5° (mẫu 9), do mẫu 5 có chiều cao trọng tâm nhỏ nhất (1.033mm), mẫu

9 có chiều cao trọng tâm lớn nhất (1.420mm).

- Tất cả 10 mẫu thử đều đáp ứng chỉ tiêu đánh giá. Để nâng cao ổn định ngang, một số xe có trang bị thanh cân bằng (mẫu xe khách số 7, 8, 9 và mẫu xe tải số 5).

- Ngày nay, một số dòng xe khách sử dụng hệ thống treo khí nên có thể thay đổi độ cứng phụ thuộc vào tải và có thể thay đổi chiều cao của xe một cách linh hoạt.

5. KẾT LUẬN

Góc ổn định tĩnh ngang là thông số thiết kế quan trọng, đặc biệt với các xe có kích thước lớn, đồng thời là chỉ tiêu đánh giá an toàn của xe. Việc thử nghiệm đánh giá thông số này là cần thiết nhằm kiểm soát chất lượng phương tiện.

Phép thử được thực hiện trên thiết bị chuyên dụng đáp ứng Quy chuẩn QCVN 09:2015/BGTVT và các tiêu chuẩn quốc tế: UNECE No.107, ISO 16333, SAE J2180.

Từ kết quả thử nghiệm trên 10 mẫu thử của ô tô tải và ô tô khách cỡ lớn cho thấy các thông số ảnh hưởng đến góc ổn định tĩnh ngang, đặc biệt là chiều cao trọng tâm. Do đó, để nâng cao ổn định ngang cần giảm trọng tâm và thiết kế hệ thống treo, lớp vỏ độ cứng hợp lý.

Kết quả nghiên cứu này bên cạnh việc phục vụ cho công tác quản lý còn phục vụ cho nghiên cứu khoa học, nghiên cứu phát triển sản phẩm xe và giúp ích cho công tác đào tạo.

Tài liệu tham khảo

[1]. Nguyễn Khắc Trai (2006), *Cơ sở thiết kế ô tô*, NXB. GTVT, Hà Nội, tr.112-113.

[2]. Lưu Văn Tuấn (2019), *Lý thuyết ô tô*, NXB. Giáo dục Việt Nam, Hà Nội.

[3]. QCVN 09:2015/BGTVT (2015), *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng an toàn kỹ thuật và bảo vệ môi trường đối với ô tô*.

[4]. UNECE No.107 (1999), *Uniform provisions concerning the approval of double-deck larger passenger vehicles with regard to their general construction*.

[5]. UNECE No.111 (2001), *Uniform provisions concerning the approval of tank vehicles of categories N and O with regard to rollover stability*.

[6]. Directive 2001/85/EC (2001), *Relating special provisions for vehicles used for the carriage of passengers comprising more than eight seats in addition to the driver's seat*.

[7]. ISO 16333 (2011), *Heavy commercial vehicles and buses - Steady - state rollover threshold - Tilt - table test method*.

[8]. SAE J2180 (1998), *A tilt table procedure for measuring the static rollover threshold for heavy trucks*.

[9]. GB/T 14172 (2009), *Static roll stability test method for motor vehicles*.

[10]. Jassim Alhor, Miguel Angel Flores, Steven Ghavidel, Ben Pedroza (1999), *Portable Vehicle Dynamic Center of Gravity Tilt Table*, pp.5-6.

[11]. Keith Bagot (2002), *Evaluation of Retrofit ARFF Vehicle Suspension Enhancement to Reduce Vehicle*

Rollovers, Federal Aviation Administration.

[12]. ARTSA (2012), *Rollover of heavy vehicles*, Australia.

[13]. Hans Prem, Luan Mai, Laszlo (Les) Brusza (2006), *Tilt testing of two heavy vehicles and related performance issues*.

[14]. Doug Latto (2001), *Tilt table tests - SRT calculator validation*.

[15]. C. B. Winkler, R. D. Ervin (1999), *Rollover of Heavy Commercial Vehicles*, The University of Michigan.

Ngày nhận bài: 18/02/2020

Ngày chấp nhận đăng: 03/3/2020

**Người phân biên: PGS. TS. Cao Trọng Hiến
PGS. TS. Trần Văn Như**