THỬ NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ PHANH Ô TÔ TẢI

Vũ Văn Tấn[1]

Tóm tắt: *Bài báo này giới thiệu các kết quả thử nghiệm hiệu quả phanh ô tô trên bệ thử phanh con lăn loại lực và trên đường đối với một mẫu ô tô tải hạng trung. Hệ thống phanh của ô tô được đánh giá khi ở chế độ không tải và có chất tải ở các mức khác nhau trong tất cả các bài thử nghiệm. Theo kết quả thử phanh trên bệ thử ở chế độ không tải và có tải, hệ thống phanh đều đạt tiêu chuẩn an toàn kỹ thuật và bảo vệ môi trường nhưng khi thử nghiêm trên đường, quãng đường phanh tăng 24% trong trường hợp trọng lượng tăng 62%. Điều đó chứng tỏ dù hệ thống phanh đã đạt tiêu chuẩn kiểm định nhưng vẫn ẩn chứa nguy cơ mất an toàn giao thông khi lưu thông trên đường. Cách thức và các kết quả thu được trong nghiên cứu này chỉ là một trường hợp ô tô cụ thể, do vậy cần có các nghiên cứu chuyên sâu hơn để đánh giá ảnh hưởng của tải trọng đến hiệu quả phanh ô tô.*

Từ khóa: Động lực học phanh, Bệ thử phanh, Ô tô tải, Hiệu quả phanh, An toàn giao thông, Thử nghiệm phanh.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay, với việc phát triển kinh tế hàng hóa, đất nước ta ngày càng có nhiều tuyến đường mới chất lượng cao, nhiều con đường cũ đã được mở rộng nâng cấp, các nút giao thông đã được giải quyết tránh giao cắt trực diện, đồng mức. Điều này làm tăng tốc độ trung bình của các phương tiện lưu thông trên đường. Ngoài ra, sự gia tăng không ngừng của các phương tiện giao thông (đặc biệt ô tô tải trọng lớn) làm tăng mật độ phương tiện giao thông. Điều đó làm tăng khả năng xảy ra các tai nạn giao thông.

Để giảm thiểu nguy cơ mất an toàn của ô tô và kiềm chế tai nạn giao thông do ô tô gây ra, ngoài các biện pháp tổ chức giao thông tốt (phân luồng tuyến, các chế tài xử phạt, luật giao thông đường bộ...) thì còn phải đảm bảo tốt tình trạng kỹ thuật của ô tô, trong đó đảm bảo tình trạng kỹ thuật tốt của hệ thống phanh là cốt yếu.

Khi thiết kế chế tạo hệ thống phanh ô tô, nhà thiết kế đã đảm bảo cho hệ thống phanh làm việc tốt trên đường ở mọi chế độ tải trọng. Khi kiểm định hệ thống phanh chính và hệ thống phanh dừng, mới chỉ đo lực phanh trên bệ thử phanh con lăn loại lực không chất tải. Điều đó có thể xảy ra tình trạng: Một ô tô có thể đạt tiêu chuẩn kiểm định nhưng vẫn tiềm ẩn khả năng không đảm bảo hiệu quả phanh trên đường ở trạng thái đủ tải và quá tải (Vũ Dương Khuê, 2010).

Hiện nay trong các trung tâm đăng kiểm của châu Âu đã áp dụng phương pháp thử phanh có chất tải. Tuy nhiên, việc thử phanh có chất tải chỉ áp dụng cho xe tải và xe đầu kéo semiromooc (CITA, 2007). Theo qui định của hiệp hội kiểm tra kĩ thuật (TUEV) của Đức, Áo và Thụy Sĩ có đưa ra tiêu chuẩn thử phanh về cơ bản giống tiêu chuẩn thử phanh mà Việt Nam đang áp dụng. Tuy nhiên, có thêm một số công đoạn chặt chẽ hơn. Bởi vì theo yêu cầu an toàn của hệ thống phanh ô tô khi vận hành trên đường (bao gồm các loại đường cao tốc không hạn chế tốc độ, đường cao tốc hạn chế tốc độ, đường quốc lộ, đường tỉnh lộ) thì khi xảy ra tai nạn do hệ thống phanh gây ra sẽ rất nghiêm trọng, có thể kéo theo tai nạn dây chuyền. Do đó Bộ giao thông của Đức (Vehrkehrsministerium) và hiệp hội đăng kiểm của Đức (TUEV) đã đưa ra tiêu chuẩn đăng kiểm phanh khá chặt chẽ (Maha, 2020), (Nguyễn Văn Bang, 2009).

Mục đích của nghiên cứu này là tiến hành các thử nghiệm phanh ô tô trên bệ thử phanh con lăn

[1] *Bộ môn Cơ khí ô tô, Khoa Cơ khí, Trường Đại học Giao thông Vận tải*

loại lực và trên đường với chế độ không tải và có tải nhằm:

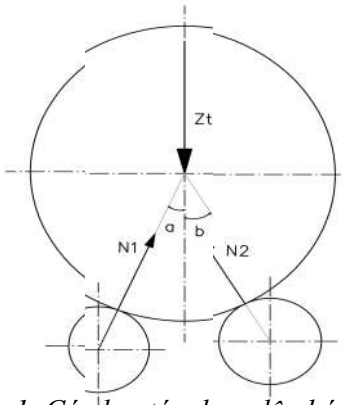
- Nghiên cứu ảnh hưởng của tải trọng đến hiệu quả phanh ô tô trên bệ thử và trên đường.
- Đánh giá ảnh hưởng của tải trọng đến hệ số bám giữa bánh xe và đường cũng như giữa bánh xe và con lăn thông qua các chỉ tiêu về hiệu quả và sai lệch lực phanh.
- Đánh giá sự khác biệt giữa thử phanh ô tô trên đường và trên bệ thử loại lực ở trạng thái tĩnh không tải và trạng thái động có tải.

2. ĐỘNG LỰC HỌC BÁNH XE TRÊN BỆ THỬ PHANH CON LĂN LOẠI LỰC

Khi ô tô tiến hành kiểm tra phanh trên bệ thử con lăn loại lực thì có hai trạng thái cần xem xét, đó là khi các con lăn quay làm cho bánh xe quay (chưa phanh) và khi tiến hành phanh bánh xe lại.

2.1. Động lực học bánh xe khi chưa phanh

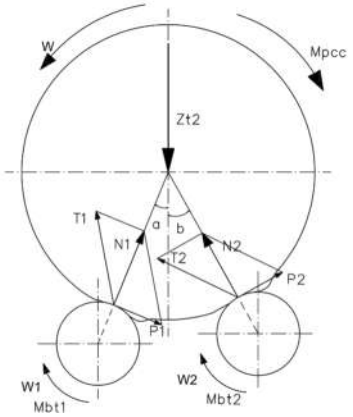
Khi chưa phanh, lực tác dụng lên bánh xe gồm ba thành phần: Tải trọng tác dụng lên cầu Z_{t2}, phản lực của con lăn trước N_1 và con lăn sau N_2 như hình 1. Trong trường hợp này về cơ bản động lực học bánh xe là tương quan giữa ba thành phần lực kể trên (Cao Trọng Hiền, 1995).



Hình 1. Các lực tác dụng lên bánh xe khi chưa phanh

2.2. Động lực học bánh xe khi phanh:

Khi tiến hành phanh, lực tác dụng lên bánh xe gồm các thành phần như trong hình 2.



Hình 2. Lực tác dụng lên bánh xe khi phanh

Ngoài tải trọng tác dụng lên cầu Z_{t2}, phản lực của con lăn trước N_1, con lăn sau N_2 còn có các lực P_1, P_2 của hai con lăn chủ động tác dụng lên bánh xe theo phương tiếp tuyến, hai lực này tạo ra mô men M_{bcl1}, M_{bcl2} và mô men do cơ cấu phanh sinh ra M_{pcc} (Cao Trọng Hiền, 2010).

Mô men do hai con lăn tác dụng lên bánh xe được xác định:

$$M_{bcl1} = P_1.r_b \qquad (1)$$

$$M_{bcl2} = P_2.r_b \qquad (2)$$

Mô men tổng do hai con lăn tác dụng lên bánh xe là:

$$M_{bcl\Sigma} = M_{bcl1} + M_{bcl2} \qquad (3)$$

Trong khi đó mô men do bệ thử phanh tạo ta ở cả hai con lăn là: $M_{bt} = M_{bt1} + M_{bt2}$.

Khi kiểm định hệ thống phanh ô tô thì giá trị hiển thị trên đồng hồ của bệ thử là:

$M_{bcl\Sigma}$ nếu $M_{pcc} > M_{bt}$

M_{pcc} nếu $M_{pcc} < M_{bt}$.

3. ĐIỀU KIỆN THỬ NGHIỆM

3.1. Lựa chọn đối tượng thử nghiệm

Thử nghiệm thực hiện với các mức chất tải khác nhau cho ô tô tải HINO WU130PS như hình 3. Trong đó cần nhấn mạnh rằng hệ thống phanh được kiểm tra, hiệu chỉnh đảm bảo làm việc tốt. Các thông số kỹ thuật của ô tô được xác định trong bảng 1.

Bảng 1. Thông số kỹ thuật của ô tô thử nghiệm

Loại động cơ	W04D TN	Khoảng sáng gầm xe	220 (mm)
Kích thước bao (DxRxC)	4955 x1950 x2135	Chiều dài cơ sở	3400 (mm)
Trọng lượng toàn bộ	90000 (N)	Tự trọng	35000 (N)
Loại hệ thống phanh	Tang trống, dẫn động thủy lực có trợ lực chân không	Cỡ lốp	7.50-16-14PR

Hình 3. Ô tô tải HINO WU130PS

3.2. Địa điểm thử nghiệm

Các bài thử nghiệm được thực hiện tại trung tâm đăng kiểm xe cơ giới 29-07D (Mai Lâm - Đông Anh - Hà Nội). Trên dây chuyền kiểm định ô tô tải và trên đường giao thông nội bộ làm bằng bê tông át phan chất lượng tốt trong điều kiện khô ráo. Các thử nghiệm được tiến hành bởi đội ngũ cán bộ kỹ thuật của Trung tâm thử nghiệm xe cơ giới - Cục đăng kiểm Việt Nam và các đăng kiểm viên được cấp phép của trung tâm đăng kiểm xe cơ giới 29-07D.

3.3. Thiết bị thử nghiệm

a. Bệ thử phanh con lăn loại lực

Bệ thử phanh loại lực IW4 của hãng MAHA được kiểm tra, hiệu chỉnh theo đúng qui định như hình 4. Các thông số của bệ thử như trong bảng 2.

Bảng 2. Thông số kỹ thuật của bệ thử phanh

Bán kính con lăn	R_{cl} = 101 (mm)	Chiều dài con lăn	L_{cl} = 1000 (mm)
Khoảng cách hai con lăn	l = 400 (mm)	Tải trọng tối đa	15 (tấn)
Công suất động cơ	2x11 (kW)	Tốc độ thử	4.6 (Km/h)

Hình 4. Bệ thử phanh IW4 của hãng MAHA

b. Thử nghiệm trên đường

- Thiết bị đo Sensor V1; DATRON; DEWETRON 3000; phần mềm DLSX và đồ gá.

- Đường thử: Mặt đường bê tông nhựa, khô ráo, sạch sẽ, đường thẳng, phẳng, có đủ chiều dài, rộng để thử.

- Điều kiện môi trường: Gió nhẹ (nhỏ hơn 5m/s); Nhiệt độ không khí nơi thử nghiệm khoảng 25^0C.

Ngoài ra trong quá trình thử nghiệm cần sử dụng các thiết bị sau:

- Thước đo chiều dài;

- Cân chuyên dụng để đo tải trọng tác dụng lên từng bánh xe loại MSI 5300.

- 100 quả tạ (mỗi quả 20kg).

- 2 bao bi và một số dụng cụ để định vị các quả tại trên ô tô khi thử nghiệm, máy ảnh, bút giấy để ghi kết quả thử nghiệm….

4. THỬ NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ

4.1. Nguyên tắc chất tải

- Khi không tải, bỏ hết hàng hoá trên xe và chỉ để một người lái xe đạp phanh.

- Khi có tải, chất quả nặng lên xe và cho người ngồi đủ số chỗ.

- Lần chất tải thứ nhất - 2000kg; Lần chất tải thứ hai - thêm so với lần 1 là 200kg; Lần chất tải thứ ba - thêm so với lần 2 là 150 kg. Ở tải trọng lần hai và lần ba thực hiện việc phân bố lại tải trọng trên các cầu. Khi chất tải với các mức khác

nhau vẫn đảm bảo theo nguyên tắc gần như không thay đổi chiều cao trọng tâm của ô tô.

4.2. Thử nghiệm trên bệ thử phanh

Tiến hành đưa xe vào thử nghiệm trên bệ thử phanh như hình 5. Đăng kiểm viên sẽ tiến hành căn chỉnh để bánh xe ở trên bệ thử, các thao tác được thực hiện theo đúng quy định kiểm định. Kết quả thử nghiệm được in ra dưới dạng phiếu kiểm định. Tổng hợp kết quả kiểm tra phanh chính ở chế độ không tải và có tải trên bệ thử được thể hiện trong bảng 3.

Hình 5. Kiểm tra phanh trên bệ thử

Bảng 3. Kết quả thử nghiệm trên bệ thử phanh khi không tải và khi có tải

TT	Lực phanh cầu 1 (N)	Tải trọng cầu 1 (N)	Lực phanh cầu 2 (N)	Tải trọng cầu 2 (N)	Tổng lực phanh (N)	Tổng Tải trọng (N)	Hiệu quả phanh (γ%)
1	10720	16500	9570	17800	18180	34300	68
2	11400	20100	18010	34600	31980	54700	67
3	10296	15600	19990	39100	30420	54700	68
4	8375	12500	22090	43500	30120	56000	65
5	7500	10760	22980	45700	31270	56460	69
6	5650	8400	23740	47400	30770	55800	67
Trung bình							67.3

Thông qua thực nghiệm thử phanh trên bệ thử với hai chế độ có tải và không tải được tổng hợp trong bảng 3, có thể nhận thấy rằng:

- Hiệu quả phanh của ô tô qua các lần thử kể cả không tải và có tải đều đạt tiêu chuẩn TCN-224-2001 với hiệu quả phanh >50%.

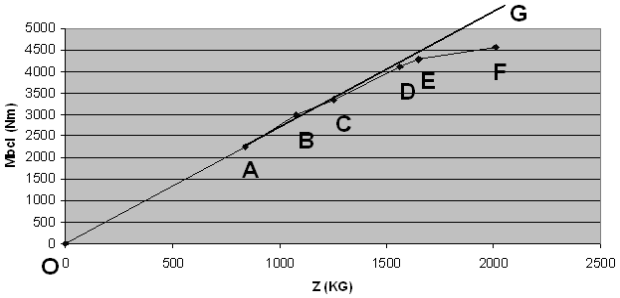
- Ảnh hưởng của tải trọng đến hệ số bám giữa bánh xe và con lăn tương đối rõ ràng. Với tải trọng nhỏ, tải trọng càng tăng hệ số bám càng tăng. Đến một giá trị nào đó, tải trọng càng tăng thì hệ số bám giảm. Điều này được thể hiện cụ thể trong các hình 6 và 7.

Từ kết quả bảng 3, giá trị trung bình của tải trọng Z và và mô men M_{bcl} được tổng hợp như trong bảng 4.

Bảng 4. Tổng hợp thử nghiệm trên bệ thử

TT	Tải trọng - Mô men	Cầu trước	Cầu sau
1	Z (N)	8400	17800
	M_{bcl} (Nm)	2260	3830
2	Z (N)	10760	34600
	M_{bcl} (Nm)	3000	7204
3	Z (N)	12500	39100
	M_{bcl} (Nm)	3350	7990
4	Z (N)	15600	43500
	M_{bcl} (Nm)	4120	8840
5	Z (N)	16500	45700
	M_{bcl} (Nm)	4290	9190
6	Z (N)	20100	47400
	M_{bcl} (Nm)	4560	9490

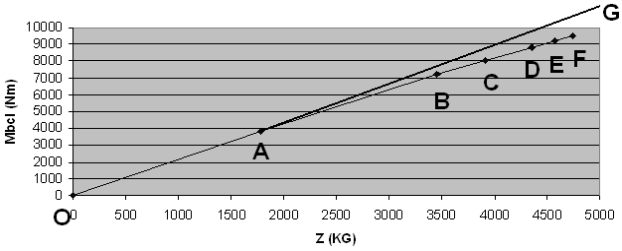
Mối quan hệ giữa mô men M_{bcl} và tải trọng Z của cầu trước được thể hiện trên hình 6.



Hình 6. Quan hệ giữa Z và M_{bcl} trên cầu trước

Điểm A có tọa độ là: A(840, 2260), điểm B có tọa độ: B(1076, 3000), điểm C có tọa độ là: C(1250, 3350), điểm D có tọa độ là: D(1560, 4120), điểm E có tọa độ là: E(1650, 4290), điểm F có tọa độ là: F(2010, 4560) . Đoạn AG là kéo dài của OA.

Đồ thị mối quan hệ M_{bcl} và tải trọng Z của cầu sau được thể hiện trên hình 7.



Hình 7. Quan hệ giữa Z và M_{bcl} trên cầu sau

Điểm A có tọa độ là: A(1780, 3830), điểm B có tọa độ: B(3460, 7240), điểm C có tọa độ là: C(3910, 7990), điểm D có tọa độ là: D(4350, 8840), điểm E có tọa độ là: E(4570, 9190), điểm F có tọa độ là: F(4740, 9490) . Đoạn AG là kéo dài của OA.

4.3. Thử nghiệm trên đường

- Người lái xe cho ô tô chạy tăng tốc để đạt tốc độ trên 35 km/h (khoảng 40 km/h), rời chân ga đồng thời ngắt hệ thống truyền lực bằng cách đạp bàn đạp li hợp. Khi ô tô đạt vận tốc 30km/h đạp phanh với lực đạp không đổi khoảng P=15 KG và đọc kết quả từ thiết bị đo gắn trên ô tô, thực hiện như nhau ở chế độ có tải và không tải. Quá trình thử nghiệm được thể hiện trong hình 8.

Hình 8. Thử nghiệm trên đường

- Kết quả thử nghiệm xác định được quãng đường phanh, vận tốc bắt đầu phanh và gia tốc phanh được tổng hợp trong bảng 5.

Bảng 5. Kết quả thử nghiệm trên đường khi không tải và khi có tải

TT	Tải trọng cầu 1 (N)	Tải trọng cầu 2 (N)	Tổng tải trọng (N)	Lực tác dụng lên bàn đạp (KG)	Quãng đường phanh (m)	Vận tốc bắt đầu phanh (Km/h)	Gia tốc phanh (m/s^2)
1	16500	17800	34300	14	6.5	31	7.4
2				13	7.4	32	7.7
3	20100	34600	54700	15	9.0	30	5.9
4				14	9.0	29	5.1
5	15600	39100	54700	15	8.5	31	5.5
6				15	8.6	29	5.7
7	12500	43500	56000	15	8.7	31	6.6
8				14	8.7	32	6.2
9	10700	45700	56400	16	7.4	29	5.4
10				16	8.0	30	5.7
11	8400	47400	55800	16	8.9	31	5.7
12				16	9.2	30	6.8

- Kết quả thử nghiệm phanh trên đường nhận thấy rằng:

Quãng đường phanh:	**Không tải**	**Có tải**
Trung bình:	6,95 m	8,60 m

Sự chênh lệch quãng đường phanh giữa không tải và có tải là:

$$\frac{8,6-6,95}{6,95}.100\% = 24\%$$

Quãng đường phanh tăng lên là do trọng lượng toàn bộ của ô tô tăng lên. Trọng lượng của ô tô tăng lên khi có tải so với lúc không tải là:

$$\frac{5550-3430}{3430}.100\% = 62\%$$

Giá trị trung bình của gia tốc phanh khi không tải là 7,55 và khi có tải là 5,86 và sự chênh lệch là:

$$\frac{7,55-5,86}{7,55}.100\% = 22,4\%$$

Có nghĩa là khi phanh có tải quãng đường phanh tăng 24% và gia tốc phanh giảm 22,4% so với phanh không tải.

Để xác định mối quan hệ giữa trọng lượng khi phanh và quãng đường phanh cần phải qua nhiều thử nghiệm trên nhiều loại xe với một loại đường nhất định. Trong trường hợp thử nghiệm này xác nhận nếu trọng lượng của ô tô khi phanh tăng 62% thì quãng đường phanh tăng 24% và gia tốc phanh giảm 22,4%.

- Kết quả thử nghiệm cũng cho thấy khi đưa ô tô vào bệ thử đạt các tiêu chuẩn đánh giá của TCN 224-2001 (Bộ Giao thông Vận tải, 2001) thì khi kiểm tra trên đường ở chế độ không tải cũng đạt tiêu chuẩn của TCN224-2001 đó là:

Quãng đường phanh: 6,95 m < 7,2 m

Gia tốc phanh : 7,55 m/s^2 > 5,8 m/s^2

- Theo kết quả thử phanh trên bệ ở chế độ không tải và có tải, hệ thống phanh đều đạt tiêu chuẩn an toàn kỹ thuật và bảo vệ môi trường nhưng quãng đường phanh tăng 24%. Điều đó chứng tỏ dù hệ thống phanh đã đạt tiêu chuẩn kiểm định nhưng vẫn ẩn chứa nguy cơ mất an toàn khi lưu thông trên đường giao thông. Điều này đề ra yêu cầu cần có nội dung bổ xung khi điểm định hệ thống phanh ô tô trên bệ thử khi có xét đến tải trọng của ô tô, cụ thể là bệ thử phanh có chất tải.

5. KẾT LUẬN

Hệ thống phanh có vai trò đặc biệt quan trọng trong công tác đảm bảo an toàn giao thông đường bộ. Các quy trình kiểm định, đánh giá hệ thống phanh từ nhà máy đến các trung tâm kiểm định ô tô đã phát huy tốt vai trò trong việc đảm bảo chất lượng hệ thống phanh ô tô. Các thử nghiệm được thực hiện trong nghiên cứu này tập trung vào việc làm rõ sự sai khác về mặt hiệu quả phanh khi một ô tô tải hạng trung được tiến hành kiểm tra phanh trên đường và trên bệ thử. Kết quả nghiên cứu cho thấy dù hệ thống phanh đã đạt tiêu chuẩn kiểm định nhưng vẫn ẩn chứa nguy cơ mất an toàn khi lưu thông trên đường giao thông. Kết quả này chưa thể đánh giá được toàn bộ bản chất của hiện tượng nhưng đã góp phần làm sáng tỏ thực tế nguy cơ mất an toàn giao thông khi ô tô di chuyển trên đường với các tải trọng khác nhau.

Để làm rõ hơn ảnh hưởng của yếu tố tải trọng đến hiệu quả phanh ô tô cần có các nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm sâu sắc hơn, nhất là đối với ô tô khách và ô tô tải có tải trọng lớn.

LỜI CẢM ƠN

Tác giả bài báo xin gửi lời cảm ơn tới PGS-TS Nguyễn Văn Bang và các đồng nghiệp tại Trung tâm kiểm định xe cơ giới 29-07D, Trung tâm thử nghiệm xe cơ giới - Cục đăng kiểm Việt Nam đã hỗ trợ để tiến hành các thử nghiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Bộ Giao thông Vận tải, (2001), *Tiêu chuẩn an toàn kỹ thuật và bảo vệ môi trường của PTCGĐB*, Số TCN 224-2001.

Cao Trọng Hiền, Đào Mạnh Hùng, (2010), *Lý thuyết ô tô*, NXB GTVT.

Cao Trọng Hiền, Nguyễn Văn Bang, Trịnh Chí Thiện, (1995), *Thí nghiệm ô tô*, Trường Đại học Giao thông Vận tải.

CITA, (2007), *Khuyến nghị của tổ chức đăng kiểm ô tô quốc tế*, NXB KHKT.

Nguyễn Văn Bang, (2009), *Thiết kế bệ thử phanh ô tô có chất tải lên cầu khi kiểm tra phục vụ công tác kiểm định*, Đề tài nghiên cứu KHCN cấp bộ, Bộ Giáo dục Đào tạo.

Vũ Dương Khuê, (2010), *Nghiên cứu kiểm định hệ thống phanh ô tô có chất tải,* Luận văn thạc sỹ kỹ thuật, Trường Đại học Giao thông Vận tải.

Maha, (2020), *The MAHA modular system*, www.maha.de, email: sales@maha.de.

Abstract:

TESTING AND EVALUATING THE BRAKING EFFICIENCY OF A TRUCK

This paper introduces the results of testing the brake efficiency on a roller brake test bed and on the road for a medium-sized truck. The brake efficiency is evaluated at no-load and loaded modes at different levels in all tests. According to the results of the brake test on the test bed, the brake system meets technical safety and environmental protection standards, but when tested on the road, the braking distance increases by 24% when the load increases 62%. That proves that even though the brake system has passed the test standard, it still has a hidden risk of losing traffic safety when traveling on the road. The manner and the results obtained in this study are just a specific truck case, so more in-depth studies are needed to evaluate the effect of load on vehicle braking performance.

Keywords: Brake dynamics, Roller brake test bed, Trucks, Braking performance, Traffic safety, Brake test.

Ngày nhận bài: 10/12/2020

Ngày chấp nhận đăng: 31/12/2020