

# NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG PHẦN MỀM MÔ PHỎNG PC-CRASH XÁC ĐỊNH VẬN TỐC Ô TÔ TRƯỚC VÀ SAU VA CHẠM RESEARCH ON DETERMINATION THE SPEED OF VEHICLES BEFORE AND AFTER CRASH USING PC-CRASH SOFTWARE NGUYỄN THÀNH CÔNG<sup>1\*</sup>, TĂNG TUẤN LINH<sup>2</sup>, NGUYỄN VĂN HIỆP<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Khoa Cơ khí, Trường Đại học Giao thông vận tải

<sup>2</sup>Vụ Quản lý Phương tiện và người lái, Tổng cục Đường bộ Việt Nam

<sup>3</sup>Khoa Cơ khí, Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải

\*Email liên hệ: congnt@utc.edu.vn

## Tóm tắt

Tại Việt Nam phương pháp xác định vận tốc phương tiện trước va chạm căn cứ vào vết bánh xe tại hiện trường. Phương pháp này tồn tại nhược điểm khi vết bánh xe thay đổi do điều kiện thời tiết hoặc các tác động bên ngoài khác sẽ cho kết quả không chính xác. Bài báo này trình bày ứng dụng phần mềm PC-CRASH xác định thông số vận tốc trước và sau va chạm của phương tiện giao thông. Mô hình tính toán được xây dựng trong phần mềm khi thiết lập các thông số kỹ thuật của phương tiện trong trường hợp va chạm lệch tâm. Kết quả tính toán giúp kiểm chứng tính hiệu quả của phương pháp, giúp nhà điều tra bổ sung thêm phương pháp xác định vận tốc của phương tiện giao thông trước và sau va chạm nhằm nâng cao tính chính xác của kết quả.

**Từ khóa:** Va chạm, tai nạn giao thông, vận tốc phương tiện, PC-CRASH.

## Abstract

In Vietnam, the method of determining the vehicle's speed before crash on the basis of tyre tracks at the accident scene is applied. This method is presented a shortcoming when the tyre marks are changed due to the weather conditions or other external impacts that will result in incorrect results. This article presents the method of determining the speed of vehicles before and after crash according to the PC-CRASH software. The calculation model is built in the software with setting the vehicle's technical parameters in the case of oblique impact. Calculation results help to verify the effectiveness of the method which help the investigators to add methods to determine the speed of vehicles before and after crash in order to improve the accuracy of the results.

**Keywords:** Crash, traffic accident, speed of vehicle, PC-CRASH.

## 1. Đặt vấn đề

Theo thống kê của Cục Cảnh sát Giao thông đường bộ - đường sắt và Ủy ban An toàn Giao thông Quốc gia về tình hình tai nạn giao thông đường bộ trong những năm từ 2012 đến 2016 như trong Bảng 1 cho thấy số vụ tai nạn giao thông cũng như số người chết và bị thương hàng năm có xu hướng tăng lên, đặc biệt trong những năm gần đây thường xảy ra các vụ tai nạn giao thông rất nghiêm trọng do va chạm giữa các xe ô tô hay giữa xe ô tô và xe máy gây ra những thiệt hại rất lớn về người và xe.

**Bảng 1. Tình hình tai nạn giao thông ở Việt Nam từ 2012-2016**

Năm	Số vụ tai nạn giao thông đường bộ	Số người chết	Số người bị thương
2012	36.376	9.838	38.060
2013	29.385	9.369	29.500
2014	25.322	8.996	24.417
2015	22.827	8.727	21.069
2016	21.589	8.685	19.280

Điều tra tai nạn giao thông là hoạt động điều tra cụ thể của điều tra hình sự, được tổ chức tiến hành trên cơ sở các quy định của pháp luật nhà nước và các biện pháp nghiệp vụ của ngành Công An. Các biện pháp điều tra, phân tích làm rõ nguyên nhân điều kiện của tai nạn giao thông, phát hiện và xử lý nghiêm các hành vi vi phạm trật tự an toàn giao thông gây hậu quả nghiêm trọng, góp phần đáng kể vào việc phòng ngừa làm giảm tai nạn giao thông,... Để xác định mức độ vi phạm giao thông của người tham gia giao thông khi để xảy ra tai nạn, theo Pháp luật Việt Nam là căn cứ vào vận tốc phương tiện giao thông trước khi va chạm. Hiện nay, phương pháp để xác định vận tốc phương tiện giao thông trước và sau va chạm căn cứ vào vết lốp xe để lại trên hiện trường sau khi tai nạn [2-6]. Phương pháp này còn tồn tại nhiều hạn chế là nó phụ thuộc vào thông số vết bánh xe tại hiện trường và để

bị thay đổi do điều kiện thời tiết hoặc các tác động bên ngoài khác dẫn đến cho kết quả không chính xác. Do đó việc nghiên cứu các phương pháp khác không phụ thuộc vào vết lốp xe để xác định được vận tốc trước và sau va chạm nhằm giúp các nhà điều tra tai nạn giao thông tăng hiệu quả tổ chức đánh giá điều tra tai nạn giao thông.

## 2. Cơ sở tính toán vận tốc ô tô trước và sau va chạm

### 2.1 Các định luật

Trong các bài toán về va chạm, có hai dạng bảo toàn được sử dụng[2]:

- Các định luật bảo toàn về động lượng (trong chuyển động tịnh tiến) và mô men động lượng (trong chuyển động quay).

- Các định luật bảo toàn về cơ năng: chỉ được áp dụng trong va chạm tuyệt đối đàn hồi.

Đối với các bài toán có sự biến đổi về nội năng thì ngoài việc sử dụng các định luật bảo toàn động lượng (áp dụng với mọi loại va chạm) ta có thể áp dụng thêm các định luật về biến thiên nội năng của hệ.

Biểu thức động lượng:

- Đối với chuyển động tịnh tiến, biểu thức động lượng như sau:

$$\vec{p} = \vec{v} \cdot m \quad (1)$$

Trong đó:  $m$  - Khối lượng của vật;  $p$  - Động lượng

- Đối với chuyển động quay, biểu thức mô men động lượng đối với tâm quay O như sau:

$$L = I\omega \quad (2)$$

Trong đó:  $I$  - Mô men quán tính khối của vật đối với tâm quay O;  $\omega$  - Vận tốc góc quanh tâm quay O.

Biểu thức năng lượng:

Đối với khối lượng chuyển động tịnh tiến, biểu thức động năng như sau:

$$W_d = \frac{1}{2}mv^2 \quad (3)$$

Thế năng hấp dẫn:

$$W_t = mgh \quad (4)$$

Thế năng đàn hồi:

$$W_{dh} = \frac{1}{2}kx^2 \quad (5)$$

Trong đó:  $m$  - Khối lượng của vật (kg);  $g$  - Gia tốc trọng trường;  $h$  - Độ cao, (m);  $x$  - Biến dạng của vật, (m);  $k$  - Độ cứng của phần biến dạng.

Đối với một vật chuyển động quay quanh tâm O, động năng của vật như sau:

$$W = I\omega^2 \quad (6)$$

Đối với chuyển động tổng quát: đối với 1 chuyển động bất kỳ, người ta đã chứng minh tổng quát được

rằng một chuyển động bất kỳ luôn có thể biểu diễn được dưới dạng chuyển động tịnh tiến và chuyển động quay.

### 2.2 Các mô hình va chạm giữa hai ô tô

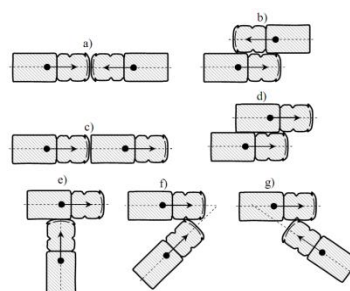
Phụ thuộc vào góc giữa các véc tơ vận tốc  $\alpha$  của các ô tô ở thời điểm va chạm, có các dạng va chạm (Hình 1):

- Khi  $\alpha = 180^\circ$  (Hình 1a và 1b) - Va chạm ngược chiều;

- Khi  $\alpha = 0^\circ$  (Hình 1c và 1d) - Va chạm cùng chiều;

- Khi  $\alpha = 90^\circ$  (Hình 1e) - Va chạm vuông góc;

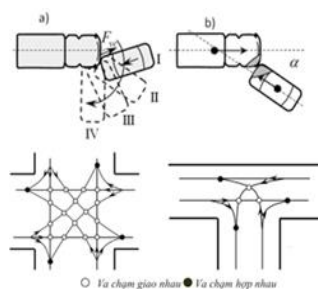
- Khi  $0 < \alpha < 90^\circ$  (Hình 1f) hoặc  $90 < \alpha < 180^\circ$  (Hình 1g) - Va chạm xiên.



Hình 1. Các dạng va chạm ô tô với ô tô

Nếu lực va chạm tác động vào đầu hoặc đuôi xe (Hình 1a và c) gọi là đâm nhau, nếu lực va chạm tác động vào bên cạnh (Hình 1b và d) gọi là quệt nhau. Để xác định chính xác dạng va chạm của một vụ tai nạn cụ thể có thể dựa vào thể cuối cùng của vụ va chạm và các dấu vết trên các phương tiện và trên đường.

Hình 2 thể hiện sự va chạm lệch tâm giữa ô tô con và ô tô tải. Ô tô tải do có khối lượng lớn hơn nên hầu như không có dịch chuyển ngang. Trên ô tô con, tại điểm đụng đầu tiên xuất hiện lực va chạm Fvc. Lực Fvc cùng với lực quán tính tác dụng tại trọng tâm tạo thành ngẫu lực làm xoay ô tô theo chiều kim đồng hồ (Hình 2a). Vì vậy ô tô con lần lượt có các vị trí từ I đến IV, làm phát sinh vùng biến dạng trên cả hai xe (Hình 2b).



Hình 2. Va chạm xiên và xung đột dòng giao thông

Hình 2 cũng thể hiện các trường hợp va chạm giữa 2 ô tô tại đường giao nhau. Các dạng va chạm thường tại đường giao nhau gồm dạng va chạm vuông góc hoặc va chạm xiên. Va chạm xiên có 2 dạng là dạng hợp nhau (góc va chạm nhỏ hơn 90 độ) và dạng giao nhau (góc va chạm lớn hơn 90 độ nhỏ và nhỏ hơn 180 độ). Trong thực tế, trường hợp va chạm nhau dưới góc va chạm là góc nhọn xảy ra phổ biến khi các dòng phương tiện chuyển động tới nơi giao nhau xảy ra hiện tượng nhập dòng và xung đột giữa các dòng.

Các dạng va chạm trên một làn xe thường xảy ra ở hai dạng va chạm: va chạm chính diện khi hai ô tô chuyển động trên cùng một tuyến ngược chiều nhau hoặc va chạm từ phía sau khi hai ô tô chuyển động trên cùng một tuyến cùng chiều.

Va chạm chính diện xảy ra khi hai ô tô chuyển động ngược chiều do không làm chủ được tốc độ hoặc khi ô tô vượt nhau va chạm vào ô tô chuyển động ngược chiều. Trong va chạm chính diện, lái xe thường biết trước khả năng xảy ra va chạm và thực hiện biện pháp phòng tránh nhưng không kịp cho nên dạng va chạm chính diện thường là dạng va chạm lệch tâm.

Va chạm bám đuôi xảy ra khi hai xe chuyển động cùng chiều, vì một lý do nào đó xảy ra sự cố xe phía sau va chạm vào đuôi xe đi trước. Về cơ bản va chạm bám đuôi cũng giống như va chạm chính diện. Tuy nhiên trong va chạm bám đuôi, xe bị va chạm nhận ra mình bị va chạm rất muộn, bất ngờ và ít có khả năng né tránh. Do đó va chạm từ phía sau thường là va chạm xuyên tâm. So với va chạm chính diện hiện tượng va chạm đuôi tương đối đơn giản. Do phần đầu ô tô (ô tô con) thường đặt động cơ có độ cứng cao, còn phần đuôi xe để trống (thùng, cốp sau) nên độ cứng thấp. Biến dạng va chạm đuôi chủ yếu ở phần sau xe bị va chạm, do đó hệ số phục hồi bé hơn nhiều so với va chạm chính diện. Khi vận tốc va chạm tương đương đạt trên 20km/h, hệ số phục hồi gần bằng 0. Sau khi ngừng va chạm có thể xe bị va chạm vẫn còn lăn bánh thêm một đoạn.

Về bản chất vật lý, các dạng va chạm trên có thể chia thành dạng va chạm xuyên tâm (khi pháp tuyến chung đi qua trọng tâm của 2 ô tô) hoặc dạng va chạm lệch tâm (khi pháp tuyến chung không đi qua trọng tâm 2 ô tô). Va chạm trên các đoạn đường giao nhau và va chạm chính diện thường là va chạm lệch tâm, va chạm từ phía sau thường là va chạm xuyên tâm.

**3. Ứng dụng phần mềm PC-Crash xác định vận tốc trước và sau va chạm ô tô**

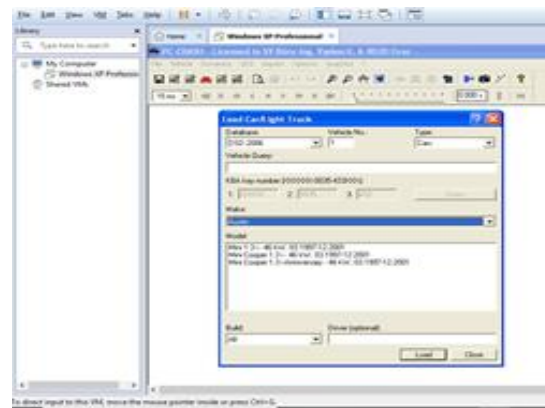
Phần mềm PC-Crash là một chương trình hữu dụng cho việc mô phỏng các tai nạn xe cơ giới, bao

gồm nhiều tình huống tai nạn khác nhau. PC-Crash bao gồm một số mô hình tính toán khác nhau, bao gồm mô hình va đập xung đột, mô hình độ cứng dựa trên độ cứng, mô hình động học cho thực tế, mô phỏng quỹ đạo, và một mô hình động học đơn giản cho các nghiên cứu về khoảng cách thời gian cho độ linh hoạt tối đa. Kết quả mô phỏng được hiển thị trực quan dưới dạng mô hình hiển thị 3D hoặc truy xuất kết quả dưới dạng đồ thị, biểu đồ.

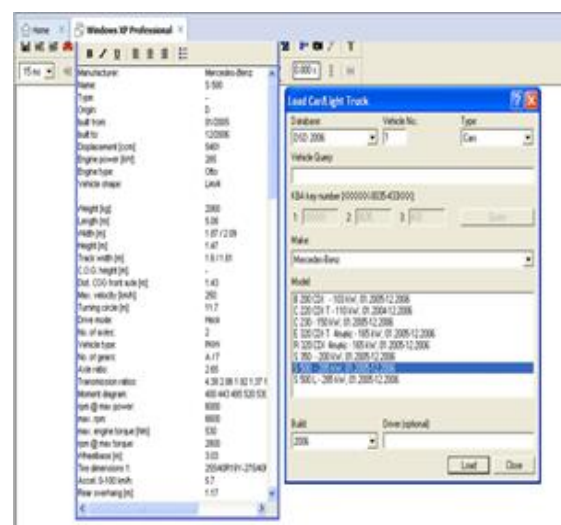
**3.1. Xây dựng mô hình tính toán vận tốc ô tô trước và sau va chạm**

Xây dựng mô hình tính toán vận tốc ô tô trước và sau va chạm trong phần mềm mô phỏng PC- CRACK được thực hiện theo các bước:

- Lựa chọn dữ liệu phương tiện trên thanh công cụ Vehicle DataBase trong tool Vehicle như Hình 3.



Hình 3. Hộp thoại hiển thị quá trình lựa chọn dữ liệu phương tiện mô phỏng



Hình 4. Hộp thoại hiển thị thông số của phương tiện

- Trên cửa sổ Load Car/Light Truck sẽ cho phép người dùng chọn lựa nguồn dữ liệu, loại phương tiện (ô tô con, bus,...), nhãn hiệu phương tiện, năm sản xuất,... Như Hình 4.

- Trong tool Dynamic trên thanh công cụ lựa chọn Position & Vehicle,... để cài đặt các giá trị:

+ Trọng tâm phương tiện (C.G. Location (m));

+ Vận tốc phương tiện (Velocity (Km/h));

+ NY (Góc quay thân xe so với phương nằm ngang).

### 3.2. Xác định trạng thái ô tô trước và sau va chạm trường hợp va chạm lệch tâm

Xác định trạng thái ô tô trước và sau va chạm trường hợp va chạm lệch tâm với hai ô tô với các thông số như trong Bảng 2.

**Bảng 2. Thông số xe khảo sát**

Thông số	Giá trị		Đơn vị
	Mazda MX5 (1)	Mitsubishi Outlander 2.0 Sport (2)	
Trọng lượng không tải	1142	1570	kg
Chiều dài	4010	4550	mm
Chiều rộng	1720	1750	mm
Chiều cao	1240	1575	mm
Công suất cực đại	139/6500	100/6000	kW/rpm

Thiết lập vị trí và vận tốc của 2 phương tiện trước khi thực hiện mô phỏng (Hình 5), theo đó:

- Phương tiện 1 (Mazda MX5) ở vị trí (0,0) và di chuyển với vận tốc  $v = 40\text{km/h}$ , góc quay thân xe  $NX = 0^\circ$ .

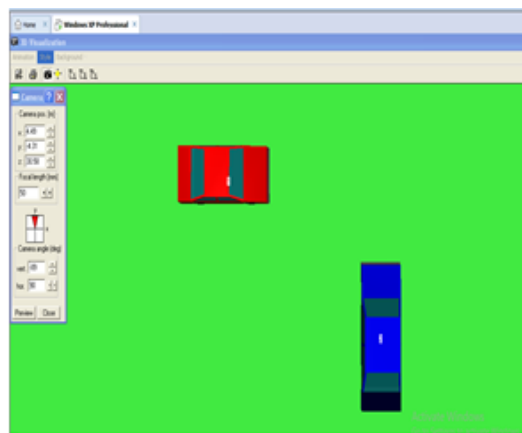
- Phương tiện 2 (Mitsubishi Outlander 2.0 Sport) ở vị trí (10, -5) và di chuyển với vận tốc  $v = 20\text{km/h}$ , góc quay thân xe  $NX = 90^\circ$ .

Kết quả mô phỏng quá trình va chạm hai phương tiện được thể hiện trên Hình 6 và Hình 7.

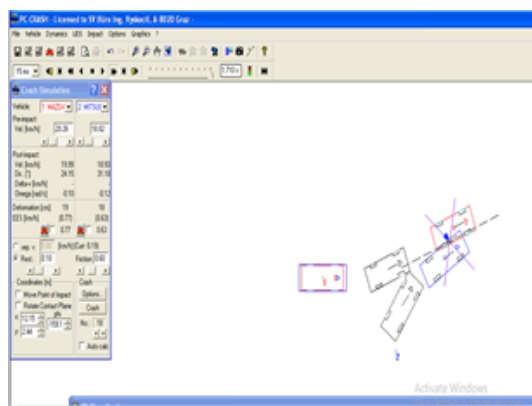
Vận tốc hai phương tiện trong quá trình va chạm và kết thúc va chạm được thể hiện trên Hình 8.

Từ kết quả mô phỏng (Hình 8) thấy rằng quá trình va chạm hai ô tô bắt đầu xảy ra sau 0,4 (s), tốc độ của

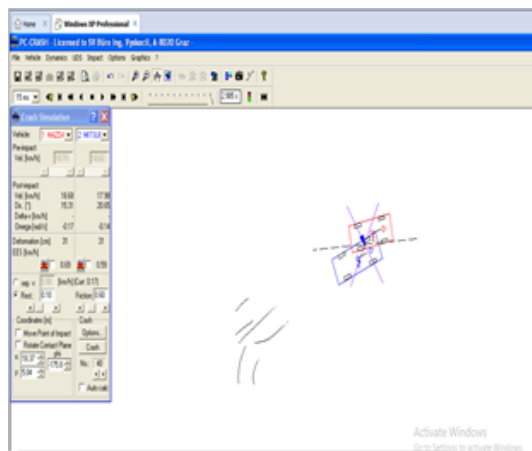
hai phương tiện thay đổi đột ngột, vận tốc phương tiện 1 giảm từ 40 (km/h) xuống 27 (km/h) và vận tốc phương tiện 2 giảm từ 20 (km/h) xuống 16 (km/h). Sau quá trình này vận tốc hai phương tiện tiếp tục thay đổi theo chiều hướng phương tiện 1 giảm tốc độ, phương tiện 2 tăng tốc độ trong khoảng thời gian từ 0,4(s) tới 1,6(s) cho đến khi tốc độ hai phương tiện bằng nhau và ổn định ở vùng tốc độ 18 (km/h).



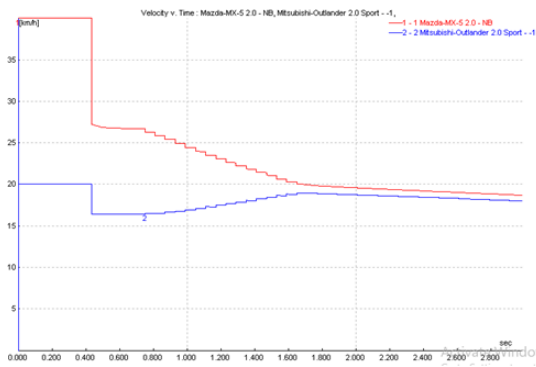
**Hình 5. Thiết lập vị trí ban đầu hai phương tiện**



**Hình 6. Quá trình va chạm của hai phương tiện**



**Hình 7. Vị trí hai phương tiện sau khi kết thúc va chạm**



Hình 8. Vận tốc của hai phương tiện sau khi va chạm

#### 4. Kết luận

Để xác định mức độ vi phạm giao thông của người tham gia giao thông khi đề xảy ra tai nạn theo Pháp luật Việt Nam là căn cứ vào vận tốc phương tiện giao thông trước khi va chạm. Nội dung bài báo trình bày ứng dụng phần mềm PC-CRASH xác định thông số vận tốc trước và sau va chạm của phương tiện giao thông. Mô hình tính toán được xây dựng trong phần mềm khi thiết lập các thông số kỹ thuật của phương tiện trong trường hợp va chạm lệch tâm. Thông qua bài toán mô phỏng kiểm chứng tính hiệu quả của phương pháp, dự đoán được ứng xử của xe, giúp bổ sung thêm phương pháp xác định được vận tốc của phương tiện giao thông trước và sau va chạm nhằm nâng cao tính chính xác của kết quả.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Hữu Cần (chủ biên) và tập thể tác giả: *Lý thuyết ô tô máy kéo*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2003.
- [2] PGS.TS Nguyễn Văn Bang, PGS.TS Trần Văn Như, TS. Nguyễn Thiết Lập, *An toàn vận hành*, NXB Giao thông vận tải, Hà Nội, 2017.
- [3] Walker Brain, etx: *The Crash Analysis of a Passenger Vehicle Under Differing Frontal Crash Condition*, SAE.933108.
- [4] James Lenard, *Vector model of vehicle collisions for inferring velocity from loss of kinetic energy with restitution on residual crush surface*. Loughborough University, Leics, UK, 2016.
- [5] Bayarjargal Tseveennamjil, Anton Hudák, Vladimír Rievaj, *Determining the speed of vehicles before and after crash*. Department of Road and Urban Transport, Univerzita, 2011.
- [6] Wei Lang, Gong Biao, Chen Tao, *Vehicle Continuous Collision Accident Reconstruction System Development*. 13th COTA International Conference of Transportation Professionals, China, 2013.

Ngày nhận bài:	24/6/2021
Ngày nhận bản sửa:	09/8/2021
Ngày duyệt đăng:	16/8/2021