

NGHIÊN CỨU VÀ TÍNH TOÁN ĐỘNG LỰC HỌC VA CHẠM Ô TÔ - CÁC BIỆN PHÁP GIẢM TỔN THẤT KHI VA CHẠM

Đặng Quý

TÓM TẮT

Bài viết này giới thiệu khái quát kết quả nghiên cứu và tính toán động lực học va chạm của ô tô khi va chạm với nhau hoặc va chạm giữa các ô tô với vật cản. Dựa trên kết quả tính toán đó, sẽ đưa ra một số phương án về mặt kết cấu ở bên trong thân xe hoặc khung xe. Mục đích là để giảm tối đa tổn thất về người và vật chất trong trường hợp xe va chạm với xe khác hoặc vật cản. Cơ sở để thực hiện quá trình tính toán là dựa vào “Cơ học va chạm giữa các vật rắn”.

ABSTRACT

This article introduces the results from studies and calculating of collision dynamics of motor vehicles. On these results from studies and calculating, author has presented some methods in vehicle structures so that reduce losses in vehicle collisions.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

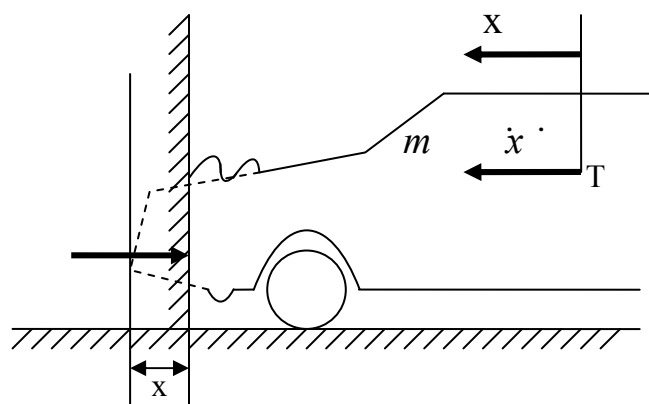
Hầu hết, ở các tai nạn thường gặp là do va chạm giữa các phương tiện vận tải với nhau hoặc giữa phương tiện vận tải với vật cản khi lưu hành. Trong các phương tiện vận tải thì ô tô chiếm tỉ lệ cao nhất.

Tình huống va chạm giữa ô tô với vật cản hoặc va chạm giữa hai xe ô tô với nhau có thể xảy ra từ mọi phía. Nhưng nguy hiểm nhất vẫn là va chạm trực diện. Bởi vậy chúng ta sẽ tập trung nghiên cứu cho trường hợp va chạm trực diện từ phía trước của ô tô.

II. NỘI DUNG

1. Nghiên cứu và tính toán va chạm trực diện của ô tô với vật cản

Để khảo sát các đặc tính biến dạng của xe, chúng ta đưa ra mô hình động lực học đơn giản như ở hình 1. Giả thiết rằng, khi xe va chạm trực diện với vật cản cứng tuyệt đối và cố định thì xe sẽ dừng lại mà không có hiện tượng dội ngược lại sau khi va chạm. Tức là chúng ta đã coi biến dạng của đầu xe khi va chạm là biến dạng dẻo hoàn toàn.



Hình 1. Mô hình của xe khi va chạm với vật cản

Nếu gọi v_0 là vận tốc khi bắt đầu va chạm và v là vận tốc sau khi va chạm với vật cản thì $v = 0$ và $v_0 \neq 0$.

Toàn bộ động năng trong thời điểm va chạm $E_k = 0,5.m.v_0^2$ đối với va chạm dẻo tuyệt đối sẽ biến đổi thành công biến dạng, tức là:

$$E_k = 0,5.m.v_0^2 = \int_0^{\Delta x_{\max}} F_{(\Delta x, \Delta v)} dx$$

Trong đó:

F – lực biến dạng tức thời (lực gây nên biến dạng).

x – độ biến dạng tức thời của đầu xe.

v – độ giảm vận tốc của xe.

x_{\max} – độ biến dạng cực đại của đầu xe sau khi dừng.

m – khối lượng toàn bộ của xe.

Phương trình chuyển động của xe trong thời điểm va chạm với vật cản sẽ là:

$$m \cdot \ddot{x} + F = 0$$

Chúng ta sẽ nghiên cứu 3 khả năng có thể xảy ra đối với lực biến dạng:

a) $F = \text{const}$

b) $F = c \cdot \Delta x$

c) $F = k \cdot \Delta \dot{x}$

Kết quả tính toán cho 3 khả năng này được trình bày ở “Tài liệu tham khảo [1]”

2. Nghiên cứu và tính toán va chạm trực diện của hai ô tô

➤ Cơ học va chạm trực diện của hai ô tô:

Chúng ta xét hai xe có khối lượng m_1 và m_2 , chúng chuyển động ngược chiều nhau với vận tốc v_{10} và v_{20} . Nếu hai xe này va chạm trực diện (đồng trục) thì theo định luật bảo toàn động lượng của hệ trước va chạm và sau va chạm ta có:

$$m_1 v_{10} + m_2 v_{20} = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

Ở đây: v_1, v_2 - các vận tốc chuyển động đối ngược lại của hai xe.

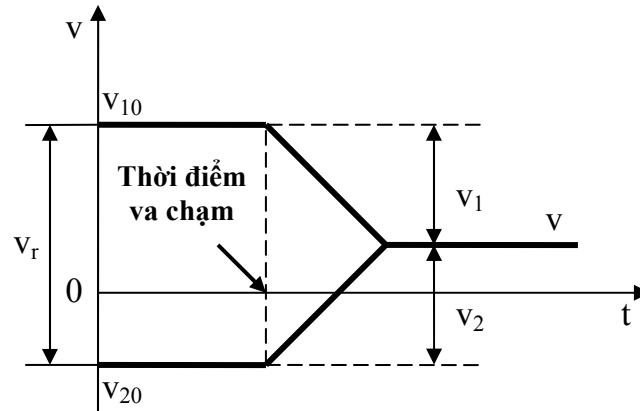
Qua tính toán (xin xem ở “Tài liệu tham khảo [1]”) chúng ta tìm được vận tốc của 2 xe sau khi va chạm là:

$$v = \frac{m_1 v_{10} + m_2 v_{20}}{(m_1 + m_2)}$$

Động năng của 2 xe sau khi va chạm trong trường hợp này sẽ là:

$$E_{k1} = 0,5 m_1 v^2 \quad ; \quad E_{k2} = 0,5 m_2 v^2$$

Quá trình thay đổi vận tốc của 2 xe khi va chạm trực diện được biểu thị trên hình 2.



Hình 2. Quá trình thay đổi vận tốc của 2 xe khi va chạm trực diện

Theo định luật về bảo toàn cơ năng của hệ thì năng lượng được hấp thu khi va chạm sẽ là:

$$\Delta E_k = (E_{k10} + E_{k20}) - (E_{k1} + E_{k2}) = 0,5(m_1 v_{10}^2 + m_2 v_{20}^2) - 0,5(m_1 + m_2)v^2$$

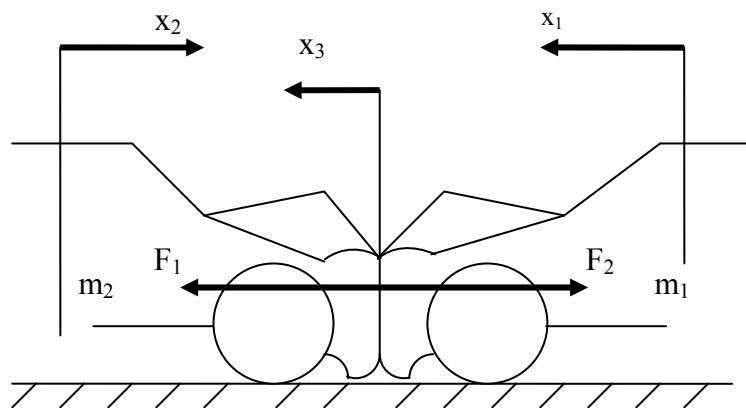
Nếu thay vào phương trình trên giá trị vận tốc chung v của 2 xe sau va chạm thì nhận được:

$$\Delta E_k = \frac{m_1 m_2}{2(m_1 + m_2)} (v_{10} - v_{20})^2 = \frac{m_1 m_2}{2(m_1 + m_2)} v_r^2$$

Ở đây: v_r – vận tốc tương đối của 2 xe khi va chạm.

$$v_r = v_{10} - v_{20}$$

➤ Ảnh hưởng của các đặc tính biến dạng đầu trước của xe đến quá trình va chạm.



Hình 3. Mô hình động lực học của 2 ô tô khi va chạm trực diện

Để thấy rõ ảnh hưởng của các đặc tính biến dạng đầu trước của xe đến diễn biến của quá trình va chạm, chúng ta sẽ khảo sát va chạm giữa 2 xe có khối lượng $m_1 = 1000$ kg và $m_2 = 2000$ kg (xem hình 3).

Qua thí nghiệm người ta thu được kết quả như sau: Nếu xe chuyển động với vận tốc $v_0 = 80$ km/h và va chạm với vật cản cứng cố định thì gia tốc chậm dần cực đại $a_{\max} \approx 300$ m/s².

Bởi vậy chúng ta sẽ chọn cho cả 2 xe: $a_{\max 1} = a_{\max 2} = a_{\max}$. Xét trường hợp khi va chạm, vận tốc tương đối của 2 xe là $v_r = 120 \text{ km/h}$.

Quá trình tính toán đã được thực hiện cho các trường hợp sau:

- Cả 2 xe có đặc tính biến dạng loại $F_1 = \text{const}_1$; $F_2 = \text{const}_2$.
- Cả hai xe có đặc tính biến dạng loại: $F_1 = c_1 x_1$; $F_2 = c_2 x_2$
- Cả 2 xe có đặc tính biến dạng loại $F_1 = c_1 \dot{x}_1$; $F_2 = c_2 \dot{x}_2$
- Xe nhỏ hơn có đặc tính biến dạng $F_1 = \text{const}$ và xe lớn hơn có đặc tính biến dạng $F_2 = c_2 \Delta x_2$.
- Xe nhỏ hơn có đặc tính biến dạng $F_1 = \text{const}$ và xe lớn hơn có đặc tính biến dạng $F_2 = k_2 \Delta \dot{x}_2$.

Từ quan điểm va chạm trực diện giữa các xe có khối lượng khác nhau thì đặc tính biến dạng loại a hoàn toàn không phù hợp, bởi vì lợi thế của xe lớn so với xe nhỏ là quá lớn. Đặc tính biến dạng loại b và c phù hợp hơn, nhưng lợi thế của xe lớn so với xe nhỏ vẫn còn đáng kể.

Ở trường hợp d và e thì ưu thế của xe lớn hơn đã giảm hẳn. Bởi vậy, mức độ biến dạng của xe nhỏ hơn cũng được cải thiện và giảm khá nhiều.

Kết quả tính toán cụ thể của các trường hợp trên được trình bày ở “Tài liệu tham khảo [1]”.

3. Các biện pháp về mặt kết cấu để giảm tổn thất khi va chạm

Sự hấp thu năng lượng va chạm về nguyên tắc có thể thực hiện được bởi các phương án sau:

- Nhờ biến dạng dẻo đàn hồi của kết cấu ô tô.
- Nhờ ma sát trong của chất lỏng (dầu thủy lực) hoặc chất khí.
- Nhờ sự nén của các chất lỏng và chất khí.

Động năng của các xe khi va chạm có thể được hấp thu bởi các phần tử sau:

- Kết cấu dạng tấm mỏng có thể biến dạng được.
- Phần tử hấp thu bằng thủy lực (giảm chấn thủy lực).
- Phần tử hấp thu bằng khí nén (giảm chấn khí).
- Các chi tiết có kết cấu bằng chất dẻo.
- Phần tử hấp thu liên hợp (phần tử hấp thu thủy khí, tấm cản hoặc dầu chịu lực có bọt xốp bên trong).

Kết cấu của các phần tử hấp thu năng lượng va chạm nêu trên và ưu điểm, nhược điểm của từng loại đã được trình bày kỹ ở “Tài liệu tham khảo [1]”. Do giới hạn của bài báo nên tác giả xin phép không nêu ra ở đây, vì nội dung quá dài.

III. KẾT LUẬN

Quá trình tính toán động học và động lực học va chạm của ô tô được khảo sát với 4 nội dung sau đây:

- ✓ Nghiên cứu và tính toán va chạm trực diện của ô tô với vật cản cứng cố định. Trong phần này chúng ta đã khảo sát các đặc tính biến dạng đầu trước của xe khi va chạm và

tính toán chuyển động của hành khách khi xe va chạm trực diện. Các kết quả tính toán ở phần này là cơ sở để phục vụ cho phần tiếp theo.

✓ Nghiên cứu và tính toán va chạm trực diện của 2 xe ô tô:

Ở phần này, trên cơ sở định luật bảo toàn cơ năng, chúng ta đã tính toán được độ biến dạng của ô tô khi va chạm. Mức độ biến dạng của xe phụ thuộc vào các đặc tính biến dạng đầu trước của xe. Mặt khác chúng ta cũng tính toán được năng lượng được hấp thu khi va chạm.

✓ Các biện pháp về mặt kết cấu để giảm tổn thất khi va chạm:

Dựa trên kết quả tính toán ở hai phần trên, ở đây đã đưa ra các phương án bố trí thêm các phần tử hấp thu năng lượng khi va chạm, nhằm bảo vệ người lái và hành khách. Đồng thời giảm tổn hại về vật chất khi va chạm.

✓ Cuối cùng là phần đánh giá hiệu suất của các hệ thống chống va chạm.

Để giảm tổn hại khi va chạm, khi thiết kế ô tô, chúng ta nên chú trọng lắp đặt thêm các phần tử hấp thu năng lượng khi va chạm, đồng thời tính toán tăng thêm khả năng chịu lực từ mọi phía cho khung, sườn của ô tô.

Các biện pháp trên đây chỉ giảm được phần nào tổn thất khi va chạm. Để loại bỏ hoàn toàn các tổn thất này, chúng ta cần nghiêm chỉnh chấp hành tốt luật giao thông, không cho xe chạy quá tốc độ quy định, để những vụ va chạm đáng tiếc không xảy ra.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. GVC.MSc.Đặng Quý, *Đề tài nghiên cứu khoa học cấp trường T14 – 2006*, Trường ĐH Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM, tháng 3/2007.
- [2]. Prof.Ing.Frantisek Vlk, DrSc., *Teorie vozide*, NXB SNTL Praha – Czech Republic, 1982.
- [3]. Prof.Ing.Frantisek Vlk, DrSc., *Stavba motorových vozidel*, NXB SNTL Praha – Czech Republic, 2003. [4] Prof.Ing.Frantisek Vlk, DrSc., *Dynamika motorových vozidel*, NXB SNTL Praha – Czech Republic, 2000.