

TẠP CHÍ

ISSN0868-7052

CÔNG NGHIỆP MỎ

MINING INDUSTRY JOURNAL

CƠ QUAN NGÔN LUẬN CỦA HỘI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ MỎ VIỆT NAM

NĂM THỨ XXXII SỐ 1-2023



- » TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP THAN- KHOÁNG SẢN VIỆT NAM HOÀN THÀNH VƯỢT BẬC KẾ HOẠCH NĂM 2022
- » TỔNG CÔNG TY ĐÔNG BẮC HOÀN THÀNH VƯỢT MỨC NHIỀU CHỈ TIÊU KẾ HOẠCH 2022, PHẤN ĐẤU HOÀN THÀNH KẾ HOẠCH 2023
- » TẬP ĐOÀN DẦU KHÍ QUỐC GIA VIỆT NAM ĐẠT NHIỀU THÀNH TÍCH KỶ LỤC TRONG NĂM 2022

MỤC LỤC

TIN NỔI BẬT

- ❖ Cùng bạn đọc thân mến CNM 5
- ❖ Tập đoàn Công nghiệp Than- Khoáng sản Việt Nam hoàn thành vượt bậc kế hoạch năm 2022 Nguyễn Bình 6
- ❖ Tổng Công ty Đông Bắc hoàn thành vượt mức nhiều chỉ tiêu kế hoạch 2022, phấn đấu hoàn thành kế hoạch 2023 Nguyễn Bình 7
- ❖ Tập đoàn Dầu khí Quốc gia Việt Nam đạt nhiều thành tích kỷ lục trong năm 2022 Nguyễn Bình 8

TIÊU ĐIỂM

- ❖ Tình hình chuyển đổi số trong doanh nghiệp và ngành năng lượng Việt Nam Nguyễn Cảnh Nam 9

*KHAİ THÁC MỎ

- ❖ Áp dụng phương pháp phân tích thứ bậc trong lựa chọn phương án hệ thống khai thác mỏ vật liệu xây dựng Trần Đình Bảo và nnk 18

CƠ KHÍ VÀ CƠ ĐIỆN MỎ

- ❖ Nghiên cứu va chạm của xe goòng sử dụng chỏ vật liệu nổ công nghiệp Trần Viết Linh, Nguyễn Đăng Tấn 25
- ❖ Tối ưu hóa thiết kế và phân tích tính năng cấu trúc vi mô đặc biệt của bề mặt cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng động cơ Lê Văn Lợi và nnk 30
- ❖ Tối ưu hóa thiết kế động cơ điện phòng nổ hiệu suất cao ứng dụng cho quạt cục bộ trong mỏ than hầm lò Đỗ Như Ý, Trịnh Biên Thùy 39
- ❖ Nghiên cứu ảnh hưởng của điều chỉnh điện áp tại trạm biến áp và bù công suất phản kháng đến chất lượng điện áp trong mạng điện mỏ vùng Quảng Ninh Phạm Trung Sơn 43

THÔNG GIÓ, AN TOÀN VÀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG

- ❖ Xử lý nước thải mỏ vùng than Quảng Ninh Trần Miên 48

KINH TẾ, QUẢN LÝ

- ❖ Kinh nghiệm quốc tế về chuyển đổi số doanh nghiệp mỏ Võ Chí Mỹ và nnk 58

SÁNG KIẾN, CẢI TIẾN- CÔNG NGHỆ, THIẾT BỊ MỚI

- ❖ Chế tạo, thử nghiệm máy rửa quặng hai trục vít cánh vuông MRCV 2284 sử dụng trong nhà máy tuyển quặng Boxit Trần Ngô Huấn và nnk 63

TIN TỨC, SỰ KIỆN

- ❖ Chúc mừng sinh nhật Ông Trần Xuân Hà tròn 75 tuổi CNM 67
- ❖ Hội thảo "Tổng kết hoạt động phổ biến kiến thức năm 2022" của Liên hiệp các Hội Khoa học Kỹ thuật Việt Nam Trần Văn 68
- ❖ Tin ngành mỏ Việt Nam CNM 69
- ❖ Tin ngành mỏ thế giới Kiều Kim Trúc 89
- ❖ Những năm Mão trong lịch sử Việt Nam Trần Văn Trạch 92
- ❖ Lời chia buồn CNM 93
- ❖ Tổng mục lục Tạp chí Công nghiệp Mỏ năm 2022 CNM 94

PHỤ TRÁCH TẠP CHÍ
TS. TẠ NGỌC HẢI

ỦY VIÊN PHỤ TRÁCH TRỊ SỰ
KS. TRẦN VĂN TRẠCH

ỦY VIÊN BAN BIÊN TẬP
TS. NGUYỄN BÌNH
PGS.TS. PHÙNG MẠNH ĐẮC
TSKH. ĐINH NGỌC ĐĂNG
PGS.TS. NGUT. HỒ SĨ GIAO
GS.TS. NGND. VÕ TRỌNG HÙNG
TS. NGUYỄN HỒNG MINH
GS.TS. NGUT. VÕ CHÍ MỸ
PGS.TS. NGUYỄN CẢNH NAM
KS. ĐÀO VĂN NGÂM
TS. ĐÀO ĐẮC TẠO
GS.TS. NGND. TRẦN MẠNH XUÂN

TÒA SOẠN

Số 655 Phạm Văn Đồng
Bắc Từ Liêm - Hà Nội
Điện thoại: 36649158; 36649159
Fax: (844) 36649159
Email: tccongnghiepmo@gmail.com
Website: http://vinamin.vn

Tạp chí xuất bản với sự cộng tác của:
Trường Đại học Mỏ - Địa chất;
Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ - Luyện kim;
Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomim;
Viện Dầu khí

Giấy phép xuất bản số:
376/GP-BTTTT
của Bộ Thông tin và Truyền thông
ngày 13/7/2016

Ảnh Bìa 1: Cảnh than Cửa Ông
(Ảnh Công ty Tuyển than Cửa Ông)

* In tại Công ty TNHH In và Thương mại Trần Gia
Điện thoại: 02437326436
* Nộp lưu chiếu: Tháng 2 năm 2023

NGHIÊN CỨU VÀ CHẠM CỦA XE GOÒNG SỬ DỤNG CHỖ VẬT LIỆU NỔ CÔNG NGHIỆP

Trần Việt Linh
Trường Đại học Mỏ - Địa chất
Nguyễn Đăng Tấn
Trường Đại học Thủy Lợi
Email: tranvietlinh@humg.edu.vn

TÓM TẮT

Vận tải vật liệu và con người nói chung trong mỏ hầm lò, đặc biệt là vận chuyển vật liệu nổ yêu cầu cao về độ an toàn. Khi thiết kế xe goòng chở vật liệu nổ, ngoài biện pháp chia các khoang chứa vật liệu với các tấm đệm giảm va đập, độ cứng của khoang chứa vật liệu nổ đóng vai trò quan trọng, đặc biệt khi xe goòng xảy ra va chạm. Bài toán va chạm giữa các vật thể, đặc biệt va chạm của các phương tiện vận tải được chú trọng trong quá trình thiết kế. Bằng các mô hình toán học, các thành phần vận tốc, gia tốc, lực cũng như biến dạng của vật thể sau va chạm được xác định. Tuy nhiên, phương pháp này cho độ chính xác không cao cũng như yêu cầu thêm các số liệu thực nghiệm. Sự phát triển của các phần mềm mô phỏng động lực học, mô phỏng va chạm hiện nay giúp giảm thời gian thiết kế cũng như nâng cao độ chính xác và trực quan hóa kết quả mô phỏng. Để phục vụ cho thiết kế, chế tạo xe goòng chở vật liệu nổ công nghiệp, bài báo nghiên cứu cơ sở lý thuyết va chạm, xây dựng mô hình 3D xe goòng và mô phỏng va chạm để xác định ứng suất cũng như biến dạng của xe goòng sau va chạm.

Từ khóa: xe goòng, va chạm, mô phỏng, biến dạng, ứng suất

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, quy mô khai thác hầm lò đã được mở rộng, kéo theo đó là sự gia tăng về số lượng và quy mô của các kho lưu trữ vật liệu nổ dưới lòng đất. Các chuyến hàng lớn chất nổ thường được chuyển từ bề mặt xuống các hầm chứa chất nổ trên các phương tiện vận chuyển chất nổ. Lượng thuốc nổ nhỏ hơn thường được chuyển từ kho chứa thuốc nổ chính dưới lòng đất đến điểm sử dụng trên các phương tiện nạp thuốc nổ dưới lòng đất. Quá trình vận chuyển chất nổ cần được quản lý thông qua đánh giá rủi ro và giám sát thích hợp [2].

Vận chuyển chất nổ phải tuân thủ theo những yêu cầu khắt khe đặt ra nhằm giảm thiểu nguy cơ cháy nổ gây mất an toàn cho người và thiết bị, phải có cảnh báo trên phương tiện. Mức độ rủi ro và các yêu cầu tiếp theo đối với phương tiện vận chuyển vật liệu nổ dưới lòng đất cần được quản lý dựa trên loại và số lượng vật liệu nổ mang theo cũng như tính phù hợp và tình trạng của phương tiện đó. Ở những nơi có số lượng lớn chất nổ được vận chuyển cùng nhau, có khả năng xảy ra hiện tượng kích nổ do cảm ứng. Để vận chuyển chất nổ an toàn và chắc chắn, các phương tiện được sử dụng

có thể giảm thiểu rủi ro liên quan đến những yếu tố dễ cháy nổ trong quá trình vận chuyển như nhiên liệu, tia lửa điện.

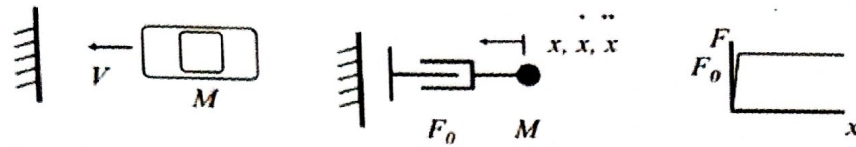
Vận tốc của các xe goòng có thể đến 15 km/h, nếu xảy ra sự cố trong quá trình vận chuyển, các xe goòng có thể bị va chạm và gây biến dạng xe goòng, từ đó chèn ép vật liệu nổ và gây mất an toàn. Khi thiết kế xe goòng chở vật liệu nổ trong mỏ hầm lò, ngoài sử dụng các tấm cao su gắn trên đầu đấm, trên thùng chứa được chia thành các ngăn nhỏ, các ngăn được phân cách bằng thép và gỗ thông. Để đảm bảo an toàn khi va chạm xe goòng, nghiên cứu này tính toán, mô phỏng va chạm của xe goòng nhằm đánh giá mức độ biến dạng của xe sau va chạm.

II. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Mô hình tham số va chạm

2.1.1. Mô hình động học cơ bản của tác động phía trước

Để tính toán lực va chạm xe goòng cần phải mô hình hóa va chạm. Coi xe goòng là khối có khối lượng điểm M, chịu tác động của một lực không đổi F_0 (Hình H1) [1].



a) Va chạm thực

b) Mô hình khối lượng điểm

c) Đặc tính va chạm

H1. Mô hình va chạm [1]

Coi phần tử lực vừa chạm vào vật chẵn tại thời điểm $t = 0$. Tổng các lực tác dụng lên khối lượng được xác định.

$$M\ddot{x} = -F_0 \tag{1}$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{F_0}{M} \tag{2}$$

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{F_0}{M}t + C_1 \tag{3}$$

\ddot{x} - gia tốc khối lượng điểm

Điều kiện ban đầu ở thời điểm $t = 0$, $d_x / d_t = V_0$ là tốc độ va chạm ban đầu.

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{F_0}{M}t + V_0 \tag{4}$$

Tích phân theo thời gian thu được

$$x = -\frac{F_0}{2M}t^2 + V_0t + C_2 \tag{5}$$

Vận tốc ban đầu tại thời điểm $t = 0$, biến dạng của xe goòng bằng không nên biến dạng của điểm được xác định

$$x = -\frac{F_0}{2M}t^2 + V_0t \tag{6}$$

Thời gian kết thúc va chạm là nhân tố quan trọng nhất, nó quyết định mức độ biến dạng của xe goòng. Điều này xảy ra khi $d_x / d_t = 0$ hay

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{F_0}{M}t_k + V_0 \tag{7}$$

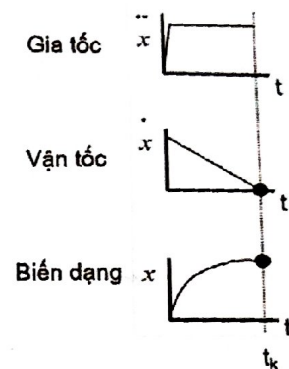
Thời gian kết thúc va chạm được xác định

$$t_k = \frac{MV_0}{F_0} \tag{8}$$

Kết quả quan hệ các thông số va chạm với mô hình khối lượng điểm được thể hiện trên Hình H2.

Theo các công thức trên, nếu biết lực tác dụng, vận tốc trước va chạm thì tính được mức độ biến dạng của điểm. Để xác định các thông số trên, thông thường người ta phải xác định bằng thực nghiệm. Để tính toán sơ bộ cho nghiên cứu va chạm của xe goòng, bài báo xác định thời gian kết thúc va chạm theo những tài liệu thử nghiệm và

chạm để tính toán lực tác dụng khi va chạm. Bản chất lực tác dụng lên vật khi va chạm biến đổi theo thời gian, việc xác định các lực này chỉ có thể bằng thí nghiệm.



H2. Ứng xử mô hình khối lượng điểm [1]

2.1.2. Mô hình khối lượng - lò xo

Dao động của mô hình điều hòa và theo quy luật hình sin, dao động không bị dập tắt vì không có cản (Hình H.3). Trên hình các ký hiệu lần lượt như sau [4]:

k - độ cứng của lò xo;

m - khối lượng

x - quãng đường chuyển động của vật

Nếu gọi V là vận tốc bắt đầu va đập của vật thể (m/s); f - tần số dao động tự nhiên của vật thể.

Quan hệ giữa các thành phần vận tốc, gia tốc và quãng đường chuyển động được xác định như sau:

$$\ddot{x}(t) = -V\omega_e \sin(\omega_e t) \tag{9}$$

$$\dot{x}(t) = V\cos(\omega_e t) \tag{10}$$

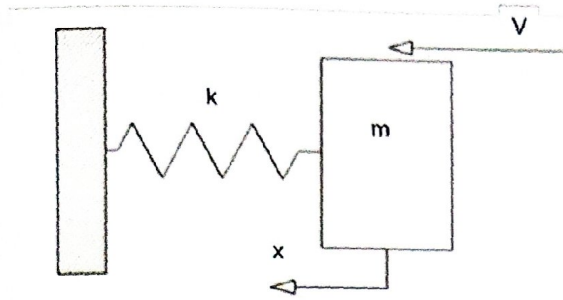
$$x(t) = \frac{V}{\omega_e} \sin(\omega_e t) \tag{11}$$

Đặt các giá trị

$$C = \frac{V}{\omega_e} \tag{12}$$

$$t_m = \frac{\pi}{2\omega_e} \tag{13}$$

$$\omega_e = \sqrt{\frac{k}{m}} \tag{14}$$



H3. Mô hình khối lượng điểm

Lần lượt là động lực học va đập lớn nhất, thời gian động lực học va đập lớn nhất và tần số dao động tự nhiên của hệ thống. Để khám phá các thông số C và t_m của mô hình cần tìm ra độ cứng của lò xo. Độ cứng của lò xo được xác định như sau:

$$k = \frac{V^2}{C^2} m \quad (15)$$

Liên quan đến thời gian khi va chạm xảy ra, sự khác biệt giữa mô hình và thực nghiệm là rất ít. Mô hình này đưa ra ứng xử động học tốt của xe khi xảy ra va chạm. Tuy nhiên, xác định thông số ω_e và k cần căn cứ vào giá trị thực nghiệm hoặc kinh nghiệm.

2.1.3. Xác định lực tác dụng khi va chạm

Theo lý thuyết va chạm, va chạm là quá trình động lực đặc biệt, trong đó vận tốc chuyển động của hệ biến đổi đột ngột về độ lớn và hướng nghĩa là vận tốc chuyển động biến đổi rõ rệt trong thời gian vô cùng bé. Thực tế thì thời gian va chạm của hai vật thường kéo dài khoảng $10^{-2} \div 10^{-4} s$. Trong thời gian va chạm vô cùng bé τ , vận tốc chuyển động của vật biến thiên một lượng ΔV .

Xung lượng va chạm được xác định như sau

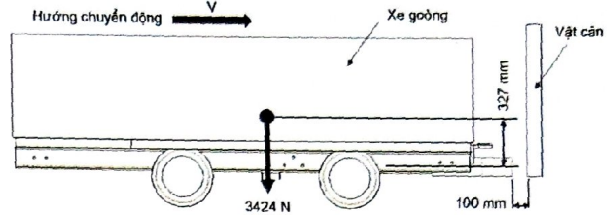
$$\vec{S} = m\Delta\vec{V} \quad (16)$$

Lực va chạm xuất hiện được xác định

$$\vec{N} = \frac{\vec{S}}{\tau} \quad (17)$$

Để đơn giản tính toán, lực va chạm được tính giá trị lớn nhất và duy trì giá trị này trong toàn bộ quá trình va chạm. Mô hình tính toán va chạm của xe goòng vào vật cản được thể hiện trên Hình H4. Cấu tạo của xe goòng chở vật liệu nổ bao gồm nhiều thanh, tấm liên kết với nhau. Do đó, tính toán ứng suất và biến dạng của xe goòng khi va chạm bằng phương pháp tính sức bền vật liệu không khả

thi. Để nâng cao độ chính xác tính toán cũng như trực quan biến dạng và ứng suất của xe goòng khi va chạm, nghiên cứu này sẽ sử dụng phần mềm chức năng Explicit Dynamics của Ansys.



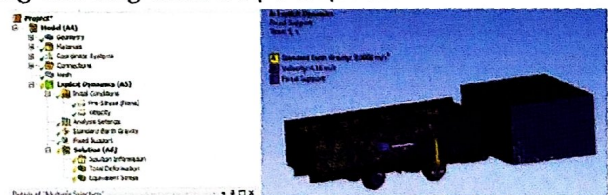
H4. Mô hình va chạm xe goòng vào vật cản

2.2. Mô phỏng xác định biến dạng của xe goòng khi xảy ra va chạm

2.2.1. Khai báo các tham số mô phỏng

Mô hình 3D của xe goòng được sử dụng để mô phỏng va chạm, các thông số khai báo đầu vào của mô hình được thể hiện trên Hình H5. Vật va đập với xe goòng (vật cản) được định nghĩa với liên kết cố định, nghĩa là trong quá trình va chạm vật cản coi như cứng tuyệt đối nên không bị biến dạng và di chuyển. Gia tốc trọng trường $g = 9,8 m/s^2$ hướng từ trên xuống và được khai báo như Hình H5.

Khoảng cách xe goòng với vật cản 100 mm, vận tốc xe goòng trước khi va chạm được chọn 15 km/h (4,16 m/s) nên thời gian di chuyển của xe goòng đến khi va chạm $\frac{0,1}{4,16} = 0,024s$. Thời gian va chạm được tính toán tự động nhờ phần mềm, trong phần khai báo thời gian chạy chương trình cần được điều chỉnh sau mỗi lần chạy sao cho tổng thời gian va chạm và thời gian di chuyển nhỏ hơn thời gian khai báo trước. Vì vậy, thời gian khai báo trong chương trình được chọn 5s.



H5. Mô phỏng va chạm xe goòng vào vật cản

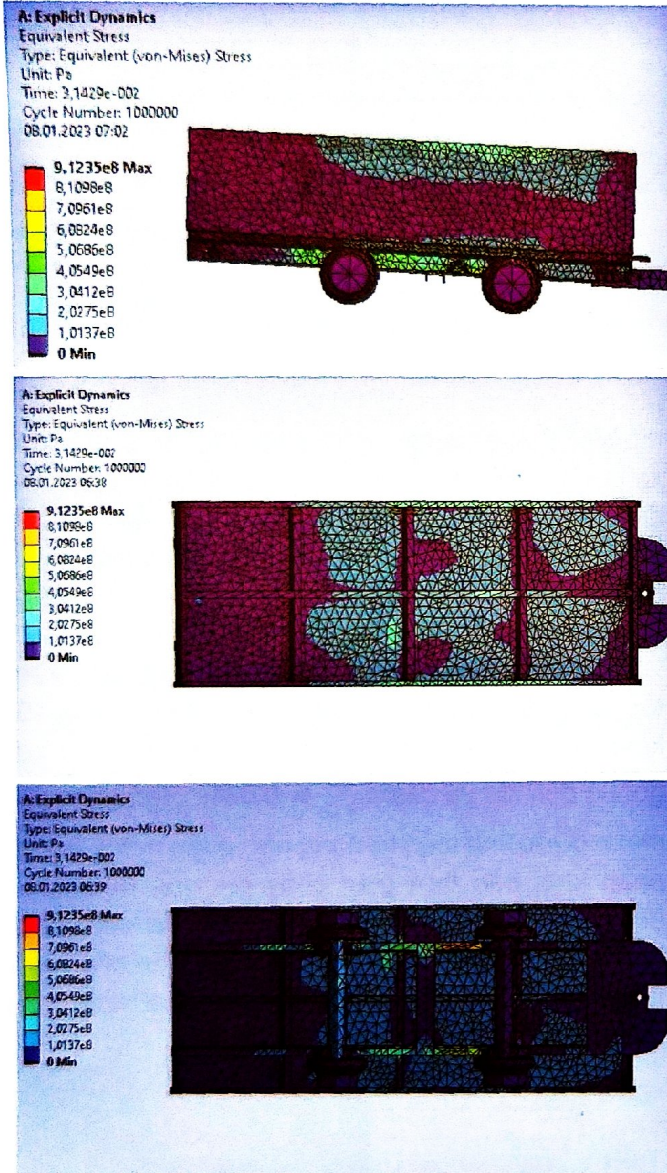
2.2.2. Kết quả mô phỏng

Khi xảy ra va chạm, xe goòng cùng tường chắn đều bị biến dạng (Hình H6). Ứng suất lớn nhất xuất hiện tại khu vực tấm đáy và khung đỡ, vị trí lắp bánh xe với giá trị ứng suất lớn nhất bằng $9,12 \cdot 10^8 Pa$ tương đương 912 MPa. Đối với vật liệu chế tạo goòng bằng thép CT3, giới hạn bền đến 481 MPa. Do vậy, phần dưới thanh đỡ bị quá tải và phá



hủy một phần. Tuy nhiên, sự quá tải ứng suất này chỉ xảy ra trên một diện tích nhỏ nên chưa gây hư hại cho xe goòng.

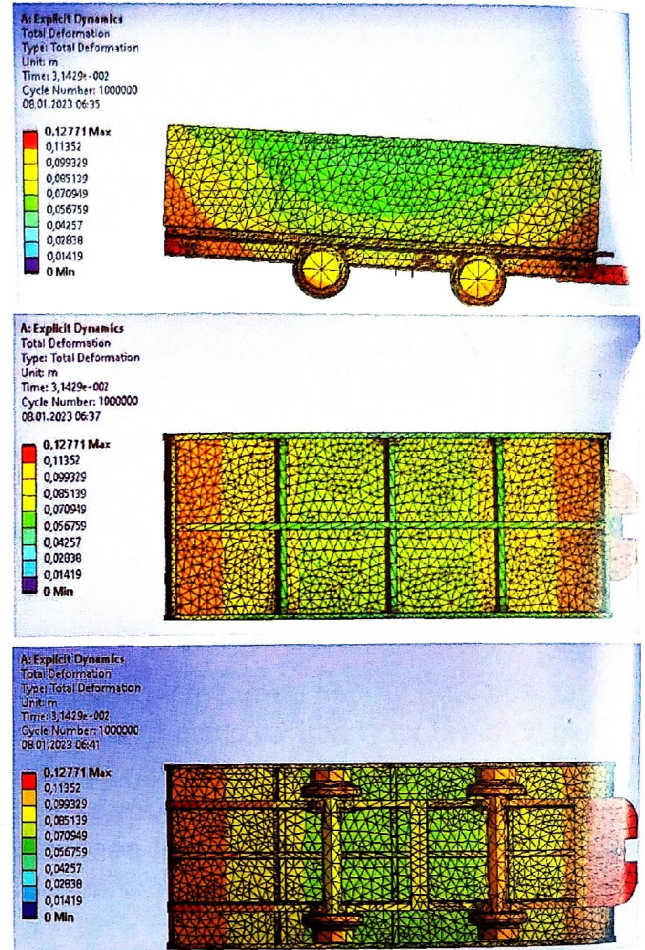
Ngoài ra, tại vị trí đáy và hai thành bên cũng chịu ứng suất lớn hơn các vị trí khác với giá trị khoảng 405 MPa.



H6. Ứng suất của xe goòng

Chuyển vị của xe goòng sau va chạm được thể hiện trên Hình H7. Khu vực chuyển vị nhiều được thể hiện bằng đỏ và khu vực chuyển vị ít hơn. Vùng biến dạng nhiều nhất của xe goòng tại vị trí tiếp xúc va chạm của đầu nối với vật cản được thể hiện bằng màu đỏ. Độ biến dạng sau va chạm của khu

vực tiếp xúc khoảng 0,127 m. Giá trị biến dạng này làm cho phần đầu nối bị đẩy về phía sau. Mức biến dạng này làm ảnh hưởng đến móc nối giữa các xe goòng, tuy nhiên chưa gây phá hủy khoang chứa bên trong.



H7. Chuyển vị của xe goòng

III. KẾT LUẬN

➢ Khi tính toán, thiết kế xe goòng chở vật liệu nổ, yêu cầu xe goòng phải đảm bảo độ bền và độ tin cậy cao. Một trong mối nguy hiểm đe dọa an toàn khi vận hành xe goòng là xe goòng va chạm vào nhau hoặc vào vật chắn;

➢ Mô phỏng va chạm xe goòng bằng mô đun Explicit Dynamics của phần mềm Ansys có thể xác định được ứng suất kết cấu xe goòng một cách trực quan để đánh giá độ bền kết cấu và hướng hoàn thiện kết cấu xe goòng □