

## Thiết kế và kiểm nghiệm bền khung gầm xe điện HaUI-EV2

### Designing and testing the frame's fatigue strength of the HaUI-EV2 electric vehicle

Chu Đức Hùng\*, Hoàng Quang Tuấn, Nguyễn Anh Ngọc

*Khoa Công nghệ Ô tô, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội*

*\*Email: chuduchung@hau.edu.vn*

*Mobile: 0989263349*

---

#### Tóm tắt

##### Từ khóa:

Khung gầm xe điện; HaUI-EV2;  
Ansys; Kiểm bền

Bài báo trình bày nghiên cứu tính toán và kiểm nghiệm bền khung gầm xe điện HaUI-EV2. Trước tiên khung gầm xe điện được thiết kế bằng phần mềm Solid Work cho ra được hình dáng của khung xe. Vật liệu chế tạo khung là thép CT3, được đưa vào phần mềm Ansys, chia lưới, đặt các lực tác dụng và các điều kiện ràng buộc, đưa ra các kết quả và thảo luận. Trong thực tế thì có nhiều chế độ tải tác dụng lên khung khác nhau. Nhưng khi tính toán, nhóm nghiên cứu lựa chọn các chế độ tải nặng như là chế độ tĩnh toàn tải, chế độ phanh gấp và chế độ khi một bánh đi qua một mô đất cao 42mm để kiểm nghiệm bền cho khung. Các kết quả tính toán bằng cho thấy khung xe điện HaUI-EV2 đảm bảo đủ bền và có thể đưa vào chế tạo mô hình xe thực tế.

---

#### Abstract

##### Keywords:

Electric vehicle's frame; HaUI-EV2;  
Ansys; Fatigue.

This article presents the calibration and calculation of HaUI-EV2 electric vehicle's frame. Firstly, the vehicle's frame was designed by Solid Work software. The material used in manufacturing was CT3 steel, which was inserted in the data input of the Ansys software, meshed, placed the forces and fixed the points on the frame, and given the results and discussed. In fact, there are many different loading conditions when calculating the frame's fatigue. However, the research group has chosen the heaviest load modes such as the full load mode, the fast deceleration mode, the full load mode when one wheel passes through the 42mm high ground to test the frame strength. Based on the results of calculations, the frame of the HaUI-EV2 electric vehicle meets the requirements of fatigue and that can be put into the practical production.

---

Ngày nhận bài: 19/7/2018

Ngày nhận bài sửa: 04/9/2018

Ngày chấp nhận đăng: 15/9/2018

---

## 1. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU

Những năm gần đây cùng với sự ấm lên toàn cầu, vấn đề ô nhiễm môi trường, cạn kiệt các nguồn nhiên liệu hóa thạch mà con người đã chuyển sang nghiên cứu xe hybrid và xe điện. Các quốc gia trên thế giới dần dần sử dụng các loại xe này thay thế cho các xe sử dụng động cơ đốt

trong thuần túy. Các quốc gia như Mỹ, Nhật, Châu Âu... đã đưa ra các chế tài pháp luật về tiêu chuẩn khí thải đối với các dòng xe sử dụng động cơ đốt trong rất ngặt nghèo như là Euro 6 [1] (ở Việt Nam hiện tại là Euro 4 [2]) để hạn chế sự độc hại của chất thải với môi trường. Các hãng ô tô trên thế giới bây giờ cũng rất đau đầu về vấn đề này, họ nhận thấy rằng nếu cứ sử dụng động cơ đốt trong sử dụng nhiên liệu hóa thạch thì không thể tránh khỏi việc phải xả thải khí độc hại ra môi trường mà các tiêu chuẩn về khí thải chắc chắn ngày một nâng cao, cho nên nghiên cứu và phát triển xe hybrid và xe điện mới là hướng đi cho tương lai.

Tại Việt Nam do các tiêu chuẩn về khí thải còn thấp cho nên dẫn đến việc sẽ phải chịu ảnh hưởng rất lớn từ khí thải ô tô. Năm 2016, ô nhiễm không khí do giao thông vận tải chiếm 70% [3] và Hà Nội chỉ có 38 ngày có không khí sạch trong năm [4]. Với số lượng ô tô ngày càng tăng như hiện nay thì nước chúng ta sẽ bị ô nhiễm ngày càng trầm trọng. Xét theo các nguồn thải gây ô nhiễm trên toàn quốc, hoạt động giao thông đóng góp khoảng 85% lượng CO. Chất thải chủ yếu từ phương tiện giao thông cơ giới bộ là CO, CO<sub>2</sub>, HC, BO<sub>x</sub> (đối với động cơ xăng) và PM, NO<sub>x</sub> (đối với động cơ diesel).

Với mục tiêu là nghiên cứu phát triển xe điện mang thương hiệu Đại học Công Nghiệp Hà Nội đồng thời phục vụ cho nhu cầu đi lại tham quan trong trường, nhóm nghiên cứu đã chọn đề tài “Thiết kế xe Điện HaUI-EV2”. Công việc thiết kế tính toán khung gầm ô tô để tìm ra phương án chế tạo khung xe ô tô đảm bảo sự an toàn, đủ các tính năng kỹ thuật, yêu cầu sử dụng, độ bền, độ an toàn và độ ổn định cần thiết trong các điều kiện địa hình ở Việt Nam được đề cập chi tiết trong bài báo này. Với mục tiêu là nghiên cứu phát triển xe điện mang thương hiệu đại học Công Nghiệp Hà Nội và góp phần giảm phát thải ra môi trường, nhóm trước tiên đi sâu vào công việc thiết kế và kiểm nghiệm bền khung gầm.

Khung xe là phần tử xương cốt của xe và là phần tử chịu lực chính của xe. Là chi tiết được dùng để đỡ và lắp đặt hầu hết các cụm, cơ cấu và hệ thống trên xe như động cơ hệ thống truyền lực, phân vận hành, các hệ thống điều khiển, các cụm của các thiết bị phụ và thiết bị đặc biệt... đồng thời nó là nơi chịu toàn bộ những tác động thay đổi từ mặt đường lên xe khi xe chuyển động thông qua hệ thống treo [5].

Dựa vào kết cấu của khung xe điện thực tế và các tài liệu chuyên ngành kỹ thuật ô tô, nhóm đã sử dụng phần mềm Solid Work để thiết kế khung gầm xe điện cho ra hình ảnh 3D của khung sau đó đưa vào kiểm nghiệm bền khung gầm bằng phần mềm Ansys 18.2. Dựa vào các kết quả mô phỏng tính toán để có thể kết luận ban đầu khung có đủ bền hay không, có thể đưa vào thực tiễn sản xuất hay không. Đây mới chỉ là bài toán mô phỏng lý thuyết, các kết quả này sẽ là cơ sở để tối ưu hóa và tính toán tiếp theo. Để hoàn thiện thiết kế thì cần phải xây dựng mô hình thực tế để tiến hành kiểm nghiệm và so sánh kết quả với lý thuyết. Nội dung xây dựng và kiểm nghiệm mô hình thiết kế sẽ được đề cập tới nghiên cứu kế tiếp của nhóm.

## 2. CƠ SỞ THIẾT KẾ KHUNG GẦM XE ĐIỆN HaUI-EV2

### 2.1. Thông số kỹ thuật của xe điện HaUI-EV2

Dựa theo yêu cầu cơ bản ban đầu là chế tạo xe điện 8 chỗ ngồi, các thông số kỹ thuật cơ bản của ô tô điện HaUI-EV2 được cho trong bảng 1.

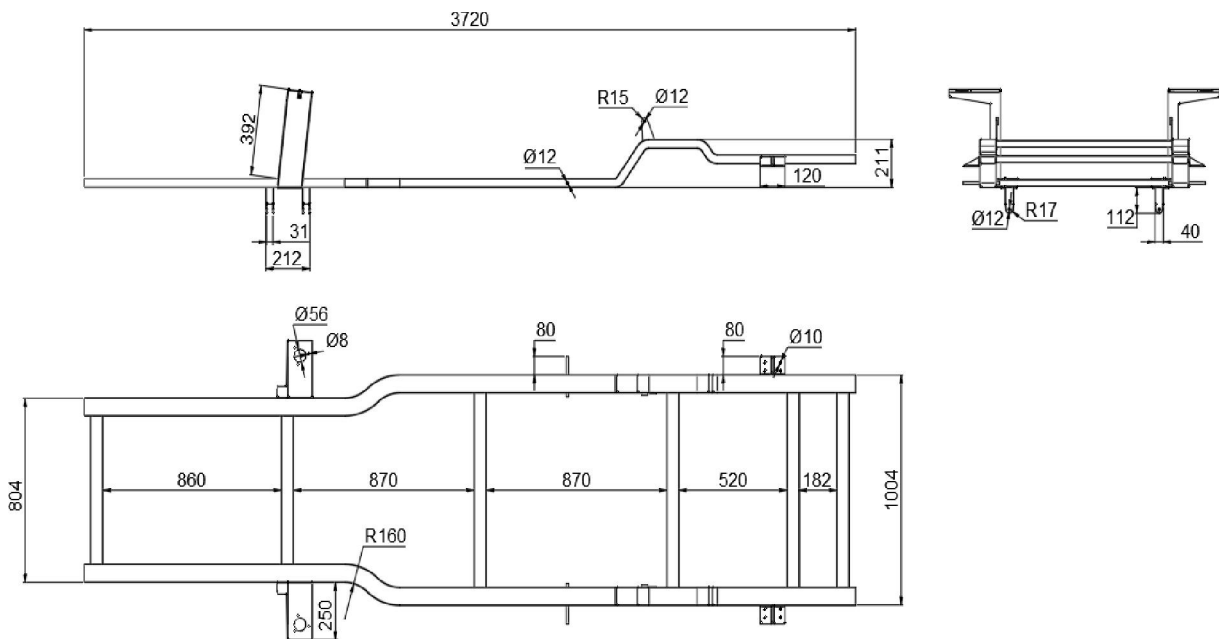
**Bảng 1.** Thông số kỹ thuật ô tô điện HaUI-EV2

Thông số	Đơn vị	Giá trị
Loại phương tiện	-	Xe 8 chỗ
Công thức bánh xe	-	4x2

Kích thước bao (dài x rộng x cao)	mm	3720x1500x1900
Chiều dài cơ sở	mm	1860
Vết bánh trước/sau	mm	1325
Chiều dài đầu xe	mm	980
Chiều dài sau xe	mm	880
Khoảng sáng gầm xe	mm	248

## 2.2. Thiết kế khung gầm xe điện HaUI-EV2

Xác định loại khung để thiết kế của xe ô tô HaUI-EV2 là khung gầm chịu lực; vỏ xe và các cụm chi tiết được bắt trên khung xe. Kết cấu khung là khung có 2 dầm dọc song song có ưu điểm là giá thành rẻ và dễ lắp ráp bằng tay, phù hợp cho sản xuất nhỏ lẻ và trình độ kỹ thuật của Việt Nam. Tuy nhiên, nhược điểm của khung dầm loại này là có độ cứng xoắn thấp.



**Hình 1.** Hình dáng kết cấu của khung xe điện HaUI-EV2

Đặc điểm của khung là chi tiết chịu lực chính của xe. Độ cứng của khung lớn hơn nhiều so với vỏ gá trên khung. Vỏ được lắp trên khung một cách linh hoạt, thuận tiện trong quá trình tháo lắp. Vỏ không chịu tác dụng của ngoại lực khi khung bị biến dạng. Dựa vào bảng thông số kỹ thuật và yêu cầu của hệ thống treo với từng vị trí bất nhíp, lò xo, giảm chấn, càng chữ A, góc quay của bánh xe trước, hạ thấp chiều cao trọng tâm cũng như sự phân bố khối lượng người ngồi và khối lượng của ắc quy điện... nhóm đã thiết kế hình dáng khung dầm xe điện HaUI-EV2 như trên hình vẽ 1.

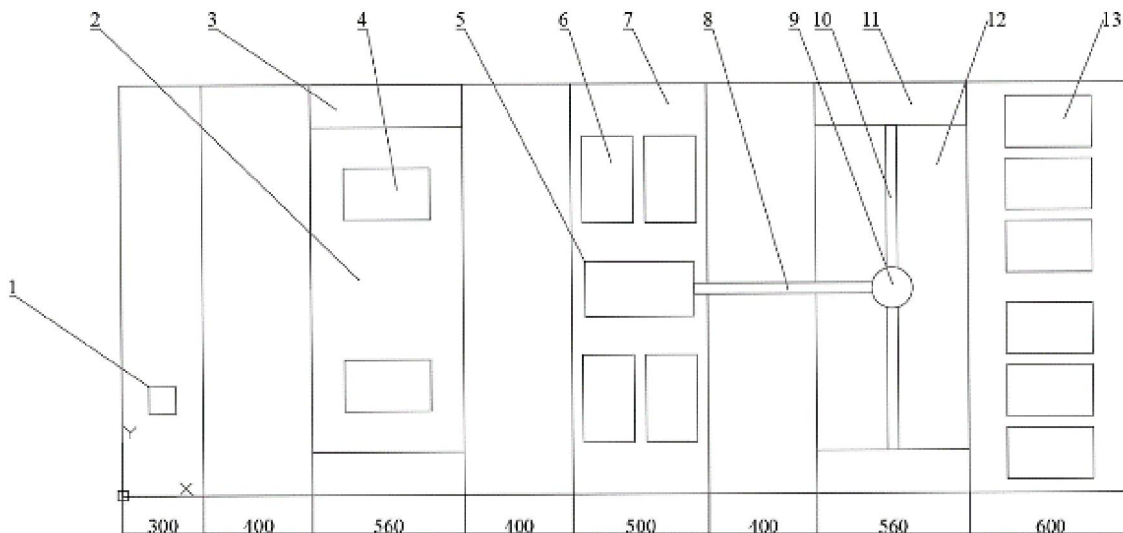
Vật liệu chế tạo khung được lựa chọn là thép hộp CT3 do loại vật liệu này giá thành rẻ, nhẹ và thông dụng. Các thông số kỹ thuật của thép CT3 được cho trong bảng dưới đây, bảng 2.

**Bảng 2.** Thông số thép CT3 [6]

Tên	Thông số	Đơn vị
Tỉ trọng	7850	kg/m <sup>3</sup>
Độ bền kéo	250	MPa
Giới hạn bền uốn	25	MPa
Giới hạn bền kéo	460	MPa
Hệ số giãn nở nhiệt (22độ)	12000	k <sup>-1</sup>
Hệ số độ dẻo	0,213	-

### 2.3. Tải trọng đặt lên khung dầm xe điện

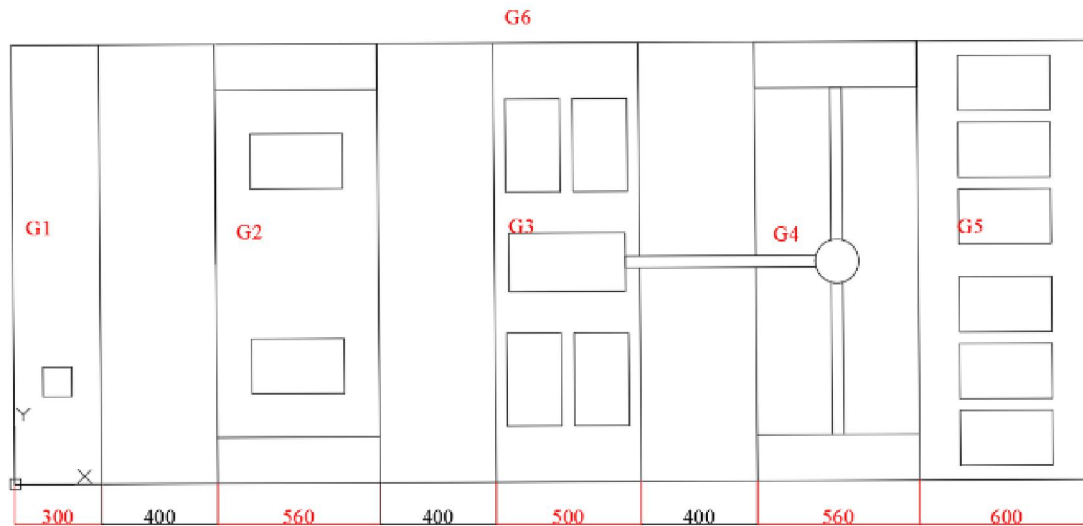
Khung xe chịu hoàn toàn tải trọng nên nó chịu các tải trọng như là khối lượng của hệ thống lái, khối lượng các ốc quy, động cơ, khối lượng sàn xe và khung dầm phía trên, khối lượng ghế, khối lượng của người ngồi trên xe... các lực tác dụng lên khung là không đều và việc xác định các điểm đặt lực tập trung cũng tương đối khó khăn nên nhóm đã chia nhỏ khung ra thành các mặt và đặt lực phân bố vào đó.



**Hình 2.** Sơ đồ bố trí lực

1-Hệ thống lái, 2- ghế lái trước, 3- bánh xe trước, 4; 6; 13- ốc quy, 5- động cơ điện, 7- ghế giữa, 8- trục các đăng, 9- vi sai cầu sau, 10- bán trục, 11- bánh xe sau, 12- ghế lái sau.

Để thuận tiện trong quá trình tính toán và mô phỏng, nhóm nghiên cứu đã chia ra các khu vực chịu tải trọng khác nhau của khung xe theo kết cấu của xe. Các tải trọng này được đặt tên từ G1 đến G5, cụ thể trong hình vẽ số 3.



**Hình 3.** Các khối lượng phân bố trên khung xe điện HaUI-EV2

Trong đó:

- +  $G_1$  khối lượng tác động của hệ thống lái, khung vỏ mặt trước
- +  $G_2$  khối lượng tập trung của hàng ghế lái bao gồm 2 ắc quy, khối lượng ghế, khung gầm trong vùng đó, khối lượng người ngồi trên ghế (chế độ có tải).
- +  $G_3$  khối lượng tập trung của hàng giữa bao gồm 4 ắc quy, động cơ, khối lượng ghế, khung gầm, khối lượng người ngồi (chế độ có tải).
- +  $G_4$  khối lượng ghế sau bao gồm khối lượng ghế, khung gầm, khối lượng người ngồi (ở chế độ có tải).
- +  $G_5$  khối lượng ghế phụ đằng sau gồm 6 ắc quy, khối lượng khung.
- +  $G_6$  khối lượng của sàn xe, khung xương nóc và cột chống.

Các giá trị tính toán cụ thể trong trường hợp không tải và có tải được cho trong bảng 3:

**Bảng 3.** Khối lượng phân bố

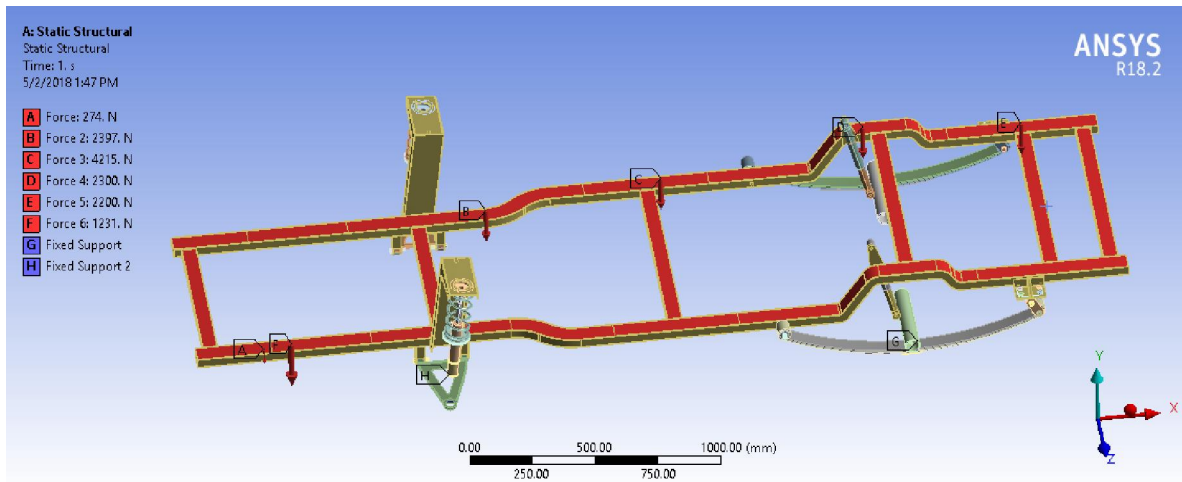
	Không tải (kg)	Có tải (kg)
$G_1$	27,4	27,4
$G_2$	119,7	239,65637
$G_3$	241,5	421,5
$G_4$	50	230
$G_5$	220	220
$G_6$	166,9	166,9

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Như đã đề cập trong phần trên, các chế độ tính toán lực tác dụng lên khung vỏ của xe là toàn tải tĩnh; phanh với gia tốc phanh lớn và qua gờ giảm tốc. Ứng với mỗi chế độ, các tải trọng tác dụng lên khung gầm xe là khác nhau tương đối rõ rệt. Điều này ảnh hưởng đến ứng suất và chuyển vị của khung gầm của xe trong các chế độ làm việc khác nhau.

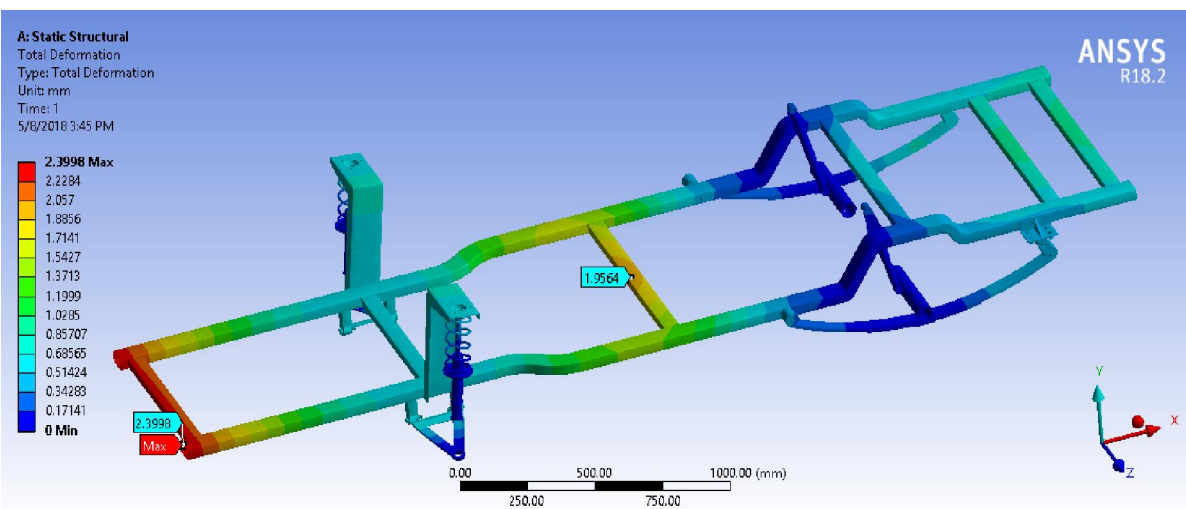
### 3.1. Trường hợp toàn tải tĩnh

Trong trường hợp này, các tải trọng tác dụng từ  $G_1$  đến  $G_6$  được cho trong bảng khối lượng phân bố trong mục. Các thông số này được đưa vào mô hình khung gầm ô tô cùng với các điểm cố định được cho trong hình 4.

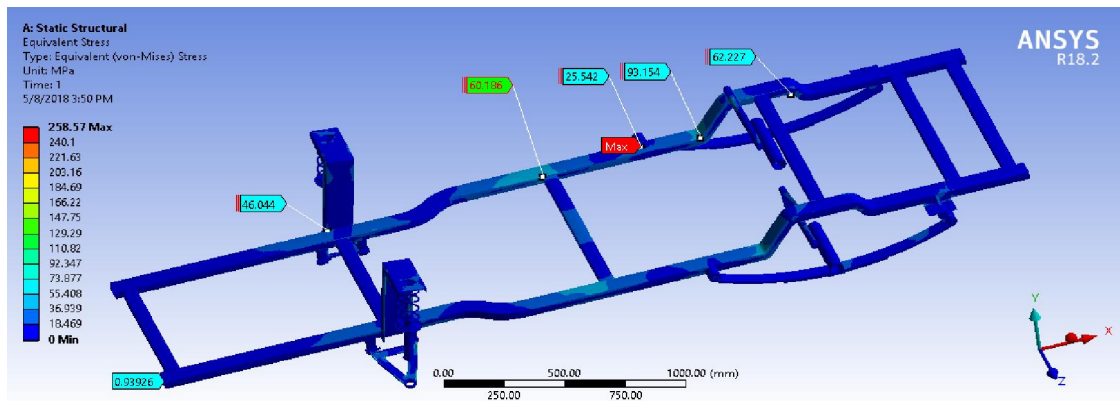


Hình 4. Lực tác dụng lên khung gầm xe điện trong trường hợp toàn tải

Chuyển vị và ứng suất của khung gầm xe điện HaUI-EV2 được cho trong hình 5. Chuyển vị lớn nhất là 2.3998 mm tuy nhiên nó cũng ở 1 phần do hệ thống treo biến dạng đàn hồi. Chuyển vị tập trung ở phần đầu xe và cuối xe. Ta có thể thấy được rằng dù tải trọng phân bố ở ghế hàng 2 và hàng 3 là lớn nhất tuy nhiên có sự hỗ trợ của hệ thống treo phụ thuộc được đỡ bằng nhíp nên khung xe không biến dạng nhiều ở khu vực đó. Với việc chuyển vị lớn nhất là chỉ khoảng 2,4 mm do đó không ảnh hưởng gì đến đặc tính động học cũng như các hệ thống khác gắn trên khung xe.



Hình 5. Chuyển vị của khung gầm xe trong trường hợp toàn tải



Hình 6. Ứng suất của khung gầm xe trong trường hợp toàn tải

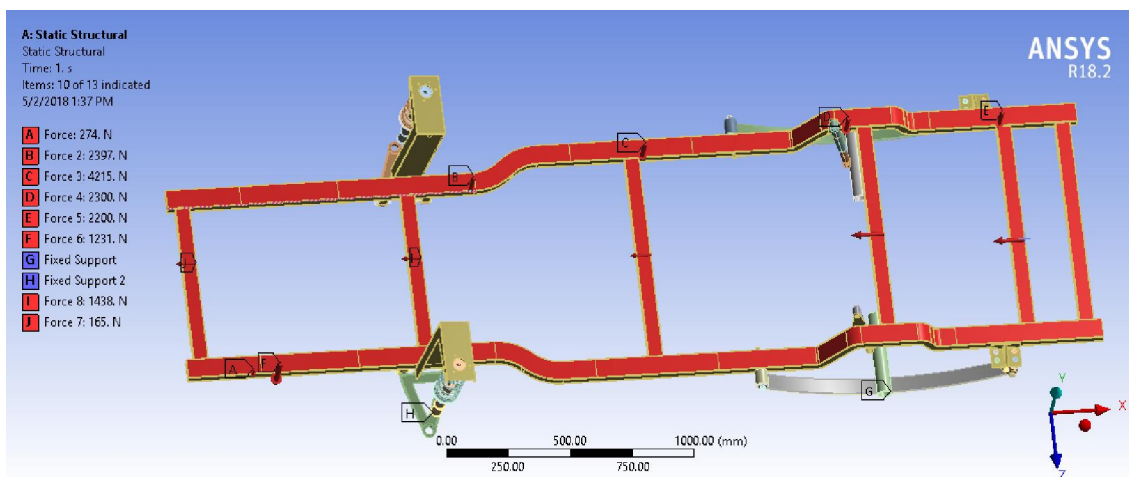
Ứng suất cực đại tác dụng lên khung đạt tại vị trí thay đổi biên dạng tại vị trí hệ thống treo cầu sau,  $\sigma_{\max} = 92,47 \text{ MPa} < [\sigma]_{\text{cp}} = 460 \text{ MPa}$ , hình vẽ 6. Khung dầm trong trường hợp này đủ bền đảm bảo đủ bền.

### 3.2. Trường hợp phanh xe với gia tốc phanh lớn

Trong trường hợp này, các tải trọng tác dụng từ  $G_7$  đến  $G_{11}$  được tính toán với gia tốc phanh cực đại giả thiết là  $j_{\text{pmax}} = 5,886 \text{ (m/s}^2\text{)}$ . Các lực quán tính đặt lên các dầm ngang được tính toán theo phương pháp vật lý ứng với các khối lượng đặt trên khung xe và gia tốc phanh. Giá trị sau khi tính toán được cho trong bảng 4.

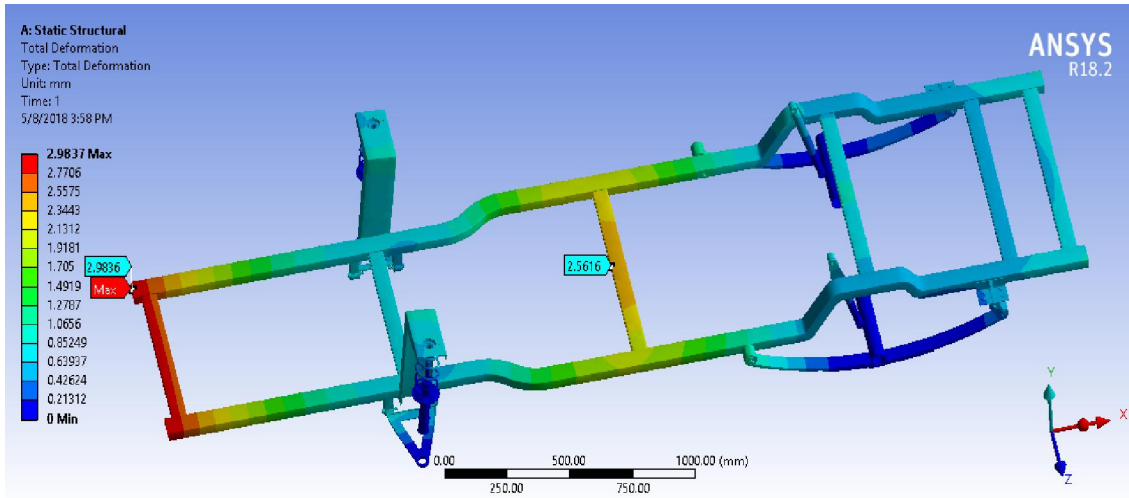
Bảng 4. Các lực quán tính tác dụng lên khung xe

Lực quán tính	Giá trị
$G_7$	16,46607
$G_8$	143,7938
$G_9$	252,8857
$G_{10}$	137,9782
$G_{11}$	131,9776

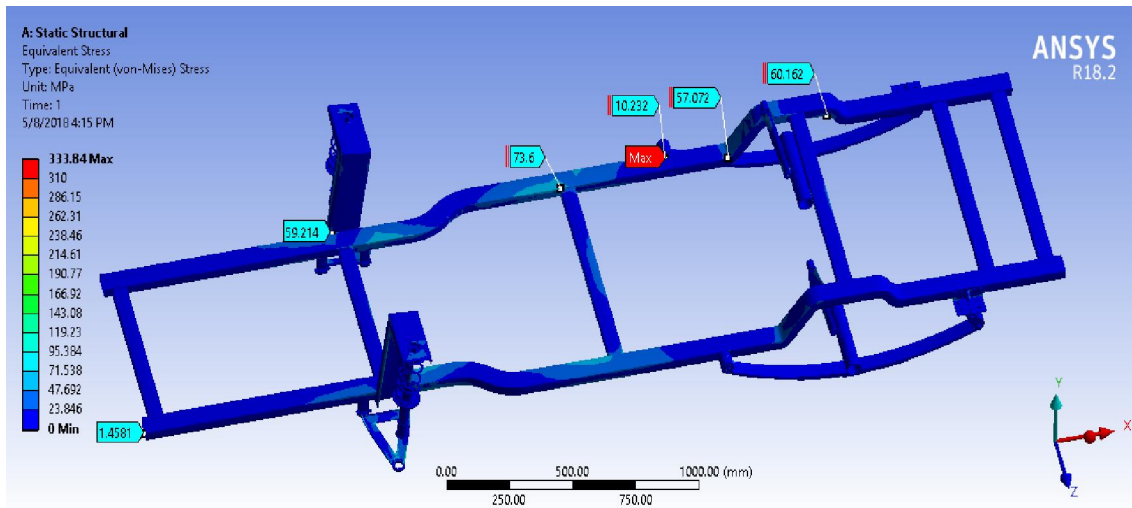


Hình 7. Lực tác dụng lên khung gầm xe điện khi phanh

Chuyển vị lớn nhất 2,9837 mm có kèm theo độ đàn hồi của hệ thống treo. Biến dạng vẫn tập trung ở phần đầu xe. Chuyển vị trong trường hợp này vẫn là nhỏ nên đảm bảo động học của xe. Ứng suất lớn nhất là  $\sigma_{\max} = 119,23 \text{ (MPa)} < [\sigma] = 460 \text{ (MPa)}$ . Do đó, suy ra khung xe điện HaUI-EV2 đảm bảo đủ bền. Chuyển vị và ứng suất được cho trong hình 8 và hình 9.



Hình 8. Chuyển vị của khung gầm xe điện khi phanh



Hình 9. Ứng suất của khung gầm xe điện khi phanh

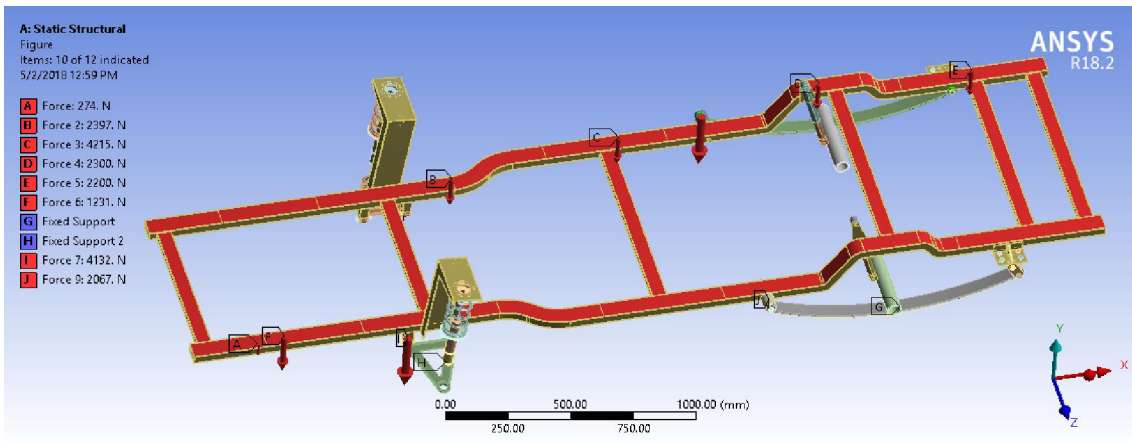
### 3.3. Trường hợp xe đi qua mấp mô với vận tốc $v = 5 \text{ km/h}$

Trong trường hợp này giả thiết xe đi qua gờ giảm tốc có độ cao 42 mm với vận tốc 5 km/h. Khi đó, kích động từ mặt đường lên các bánh xe điện được mô phỏng bằng phần mềm Matlab/Simulink. Các kết quả mô phỏng được đưa vào mô hình thông qua các điểm đặt lực cũng như các giá trị về phương, chiều và độ lớn.

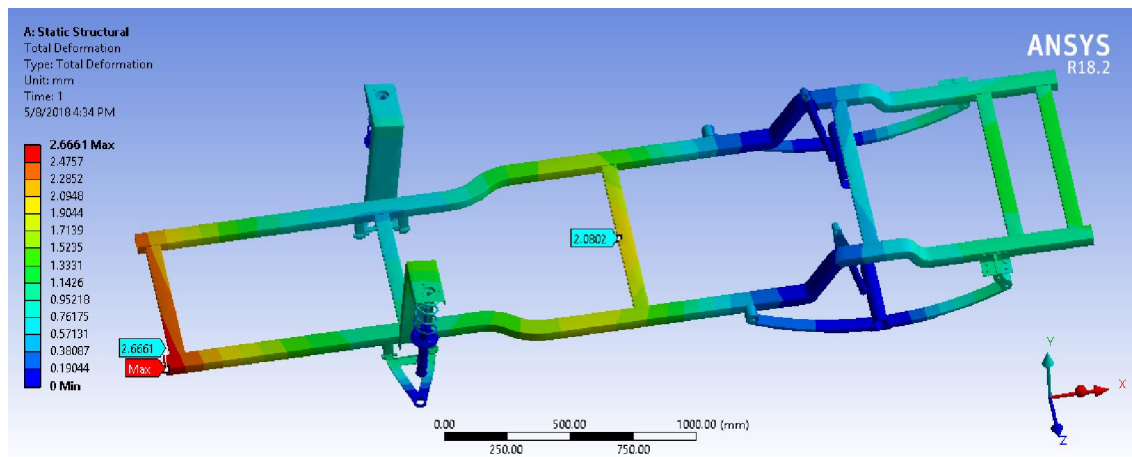
Bên trái xe đi qua gờ nên chịu lực là lớn nhất. Bánh trước gặp phải gờ đầu tiên, trọng lượng xe dồn về phía trước nên chịu lực kích động lớn nhất là 4132 N. Bánh sau bên trái chịu



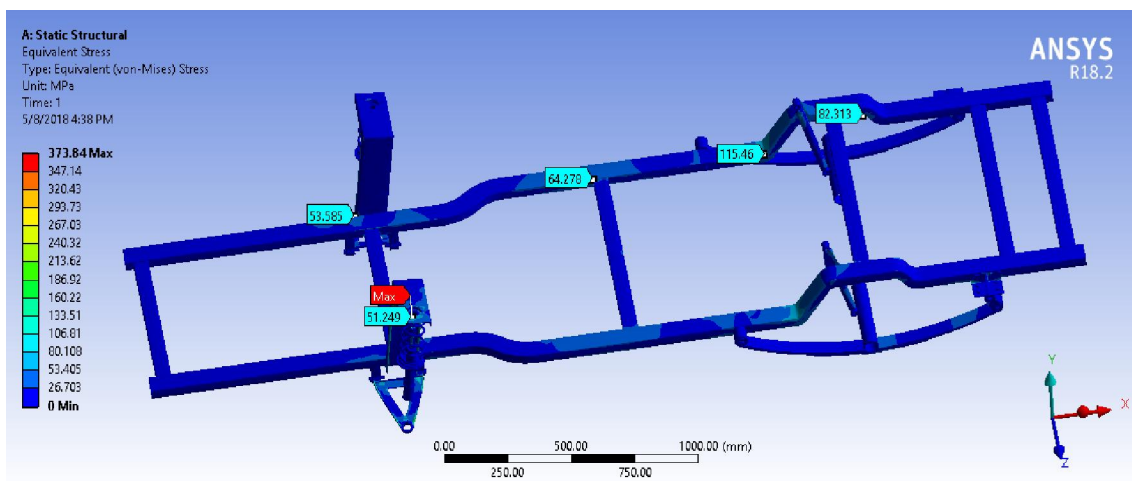
2067 N. Bên phải đi đường bằng phẳng nhưng do hệ thống treo sau là phụ thuộc cho nên bánh sau chịu 982 N lớn hơn bánh trước là 116 N, hình 10.



Hình 10. Lực tác dụng lên khung gầm xe điện khi qua mấp mô



Hình 11. Chuyển vị của khung gầm xe khi qua mấp mô



Hình 12. Ứng suất của khung gầm xe khi qua mấp mô

Chuyển vị tập trung ở phần đầu xe và cuối xe. Ta có thể thấy được rằng dù tải trọng phân bố ở ghế hàng 2 và hàng 3 là lớn nhất tuy nhiên có sự hỗ trợ của hệ thống treo phụ thuộc được đỡ bằng nhíp nên khung xe không biến dạng nhiều ở khu vực đó. Với việc chuyển vị lớn nhất là chỉ khoảng 2,4 mm do đó không ảnh hưởng gì đến đặc tính động học cũng như các hệ thống khác gắn trên khung xe.

Độ biến dạng lớn nhất 2,6661 mm kèm theo chuyển vị của hệ thống treo, hình 11 và 12. Chuyển vị nhỏ đảm bảo phần động học của xe. Biến dạng tập trung vào phần bên trái khi bánh xe trái qua gờ giảm tốc. Ứng suất lớn nhất:  $\sigma_{\max} = 106 \text{ (MPa)} < [\sigma] = 460 \text{ (MPa)}$ . Khung trong trường hợp này vẫn đủ bền.

#### 4. KẾT LUẬN

Bài báo đã xây dựng được kết cấu, hình dáng của khung xe điện, đồng thời cũng kiểm nghiệm được độ bền khung xe trong các trường hợp chịu tải trọng khác nhau. Trong chế độ phanh gấp khung xe chịu ứng suất lớn nhất và chuyển vị nhiều nhất tuy nhiên do lực phân bố đều hơn không tập trung vào một bên như trường hợp xe đi qua gờ giảm tốc nên sự phân bố ứng suất đều hơn trên cả hai dầm dọc. Ứng suất được tập trung về phía trước do có sự tác động của lực quán tính hợp lực dồn lên phía trước.

Kết quả tính toán kiểm nghiệm cho thấy khung xe ô tô điện 8 chỗ HaUI-EV2 được thiết kế có đủ các tính năng kỹ thuật, yêu cầu sử dụng và độ bền trong trường hợp chịu tải trọng tĩnh, khi phanh và khi đi qua gờ giảm tốc. Từ kết quả này có thể đưa ra các đề xuất để tối ưu hóa thiết kế khung gầm xe điện trong tương lai để giảm khối lượng vật liệu cần sử dụng trong quá trình chế tạo và sản xuất.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Delphi Co.Lt, 2016. Worldwide Emissions Standards Passenger Cars and Light Duty. *Delphi Technical Publication-An Electronic Version*, Delphi.com/emissions-pc
- [2]. Bộ GTVT, 2015. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc Gia về khí thải mức 4 đối với xe ô tô sản xuất, lắp ráp và nhập khẩu mới. *Bộ Giao thông vận tải, Quy chuẩn Việt Nam*, Bộ GTVT VN, QCVN86, 2015/BGTVT.
- [3]. Bộ GTVT, 2016. Kiểm soát phát thải phương tiện giao thông: Giảm thiểu ô nhiễm không khí. *Website của Bộ Giao thông vận tải*, Bộ GTVT, <http://www.mt.gov.vn/mmoitruong/tin-tuc/993/43946/kiem-soat-phat-thai-phuong-tien-giao-thong--giam-thieu-o-nhiem-khong-khi-.aspx>.
- [4]. Thanh Hiền, 2018. Cả năm 2017 Hà Nội chỉ có 38 ngày không khí sạch. *Website Phụ nữ online*, Hội Liên hiệp Phụ nữ TPHCM, <http://phunuonline.com.vn/the-gioi/ca-nam-2017-ha-noi-chi-co-38-ngay-khong-khi-sach-121736/>.
- [5]. N.H. Cẩn, D.Q. Thịnh, P.M. Thái, N.V. Tài, L.T. Vàng, 2003. Lý thuyết ô tô máy kéo. *NXB Khoa học và kỹ thuật*.
- [6]. TCVN, 1977. Thép cacbon kết cấu thông thường – Mác thép và yêu cầu kỹ thuật. *Tiêu chuẩn nhà nước Nhóm B*, TCVN 1765-75, trang 227-242.