

# THIẾT KẾ KHUNG XƯƠNG XE KHÁCH 35 CHỖ NGỒI THEO QUY CHUẨN VIỆT NAM VÀ PHÙ HỢP CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT TRONG NƯỚC

DESIGNING THE FRAME OF 35-SEATER BUSES ACCORDING TO VIETNAMESE STANDARDS AND ACCORDANCE WITH DOMESTIC PRODUCTION TECHNOLOGY

Nguyễn Hồng Quân<sup>1,\*</sup>, Nguyễn Xuân Tuấn<sup>2</sup>

## TÓM TẮT

Thiết kế tổng thành, linh kiện ô tô để sản xuất trong nước phù hợp với chủ trương, chính sách của Nhà nước nhằm tăng tỉ lệ nội địa hóa trong sản xuất, lắp ráp ô tô. Bài báo này trình bày thiết kế khung xương ô tô khách 35 chỗ theo quy chuẩn QCVN 09:2015/BGTVT và quy cách kết cấu phù hợp với công nghệ sản xuất trong nước. Khung xương thiết kế được tính toán bền trong bốn trường hợp khai thác nguy hiểm bao gồm tải trọng tĩnh khi đầy tải, khi phanh gấp, khi quay vòng với bán kính nhỏ nhất, vận tốc lớn nhất và khi chịu xoắn. Kết quả của bài báo có thể ứng dụng vào các cơ sở sản xuất ô tô khách trong nước.

**Từ khóa:** Ô tô khách, thiết kế, nội địa hóa, khung xương xe khách.

## ABSTRACT

Designing automotive systems and components for domestic production in accordance with the guidelines and policies of the government, which is good approach in order to increase the localization rate in automobile production and assembly. This paper presents the design of the frame of 35-seater buses in accordance with QCVN 09:2015/BGTVT and the structural specifications in accordance with domestic production technology. The design frame is calculated to be durable in four dangerous operating fields including: static load at fully loaded; emergency braking scenario; when turning around with the smallest radius, maximum speed and when subjected to torsion. The results of the article can be applied to domestic bus manufacturers.

**Keywords:** Bus, design, localization, frame.

<sup>1</sup>Trường Đại học Giao thông vận tải

<sup>2</sup>Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

\*Email: nguyenhongquan@utc.edu.vn

Ngày nhận bài: 06/8/2021

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 10/9/2021

Ngày chấp nhận đăng: 25/10/2021

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thiết kế tổng thành, linh kiện ô tô để sản xuất trong nước phù hợp với chủ trương, chính sách của Nhà nước về tăng tỉ lệ nội địa hóa trong sản xuất, lắp ráp ô tô theo Văn bản hợp nhất 14/VBHN-BKHCN của Bộ Khoa học và Công nghệ ban hành năm 2015 [1], phần “Vỏ xe, khung xe, các cụm liên quan và sơn, hàn vỏ xe, khung xe” chiếm tỉ trọng

lớn 32,5% tỉ lệ nội địa hóa, do vậy việc thiết kế để sản xuất khung xương trong nước là cần thiết. Nội dung bài báo trình bày thiết kế khung xương ô tô khách 35 chỗ theo quy chuẩn QCVN 09:2015/BGTVT [2] và có quy cách, kết cấu phù hợp với công nghệ sản xuất trong nước. Khung xương thiết kế được tính toán bền trong bốn trường hợp khai thác nguy hiểm bao gồm tải trọng tĩnh khi đầy tải, khi phanh gấp, khi quay vòng với bán kính nhỏ nhất, vận tốc lớn nhất và khi chịu xoắn. Kết quả của bài báo có thể ứng dụng vào các cơ sở sản xuất ô tô khách trong nước.

## 2. THIẾT KẾ KẾT CẤU [2-10]

### 2.1. Cơ sở và nguyên tắc thiết kế theo QCVN 09:2015/BGTVT

Thiết kế khung xương xe khách phải đảm bảo các yêu cầu: Kích thước và bố trí khoang hành khách, khoang hành lý, bố trí ghế ngồi, bậc lên xuống, cửa sổ, cửa thoát hiểm, cửa lên xuống,... của ô tô khách thiết kế phải đảm bảo theo quy chuẩn QCVN 09:2015/BGTVT.

#### 2.1.1. Bố trí cửa lên xuống cho hành khách

Yêu cầu số lượng cửa như bảng 1.

Bảng 1. Số lượng cửa lên xuống tối thiểu

Số hành khách	17 ÷ 45	46 ÷ 90	> 90
Số cửa hành khách tối thiểu	1	2	3

Với kích thước hữu ích của cửa lên xuống được quy định theo bảng 2.

Bảng 2. Kích thước hữu ích của cửa lên xuống

Số hành khách	Kích thước hữu ích (mm)			
	Cửa đơn		Cửa kép	
	Chiều rộng	Chiều cao	Chiều rộng	Chiều cao
Từ 10 - 16 hành khách	650	1200	1200	1700
Trên 16 hành khách	650	1650	1200	1800

#### 2.1.2. Bố trí cửa sổ và lối thoát hiểm

Cửa thoát hiểm phải thỏa mãn kích thước nhỏ nhất: rộng x cao = 1200mm x 550mm;

Cửa sổ có thể được sử dụng làm cửa thoát khẩn cấp phải có diện tích không nhỏ hơn 0,4m<sup>2</sup> và cho phép đặt lọt

một đường hình chữ nhật có kích thước cao 500mm và rộng 700mm.

Bảng 3. Số lượng lối thoát khẩn cấp tối thiểu

Số hành khách	17 ÷ 30	31 ÷ 45	46 ÷ 60	61 ÷ 75	76 ÷ 90	>90
Số lối thoát khẩn cấp tối thiểu	4	5	6	7	8	9

**2.1.3. Bố trí bậc lên xuống**

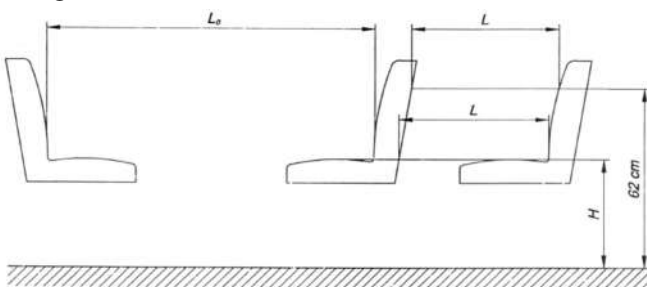
Kích thước cho phép đối với các bậc lên xuống được quy định trong bảng 4.

Bảng 4. Kích thước cho phép đối với các bậc lên xuống

<b>Bậc thứ nhất (tính từ mặt đất)</b>	Chiều cao lớn nhất (mm)	500
	Chiều sâu nhỏ nhất (mm)	300
<b>Các bậc khác</b>	Chiều cao lớn nhất (mm)	350
	Chiều cao nhỏ nhất (mm)	120
	Chiều sâu nhỏ nhất (mm)	200

**2.1.4. Bố trí ghế ngồi**

Khi bố trí ghế ngồi phải đảm bảo khoảng cách giữa các hàng ghế hợp lý sao cho hành khách ra vào ghế thuận tiện, khi ngồi phải thoải mái không bị vướng đầu gối vào lưng tựa của ghế phía trước. Việc thiết kế ghế ngồi cũng phải tạo cảm giác thoải mái, an toàn cho hành khách. Theo tiêu chuẩn QCVN 09:2015/BGTVT, kích thước ghế: Chiều rộng ghế ngồi ≥ 400mm; Chiều sâu ghế ngồi ≥ 350mm; Chiều cao mặt ghế ngồi (H) 380 ÷ 500mm. Tại vòm che bánh ô tô và nắp động cơ, chiều cao mặt ghế ngồi có thể giảm nhưng không thấp hơn 350mm và phải bảo đảm sự thoải mái cho hành khách. Khoảng cách từ mặt sau đệm tựa của ghế trước đến mặt trước của đệm tựa ghế sau của hai dãy ghế liền kề (L) không nhỏ hơn 630mm. Khoảng cách giữa hai mặt trước đệm tựa của hai ghế quay mặt vào nhau (L<sub>0</sub>) không nhỏ hơn 1250mm.

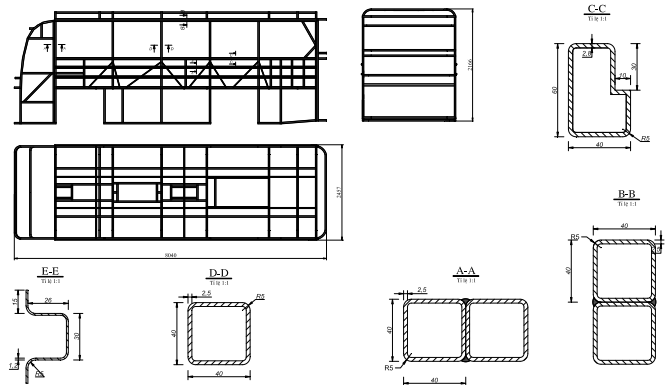


Hình 1. Khoảng cách tối thiểu giữa các ghế

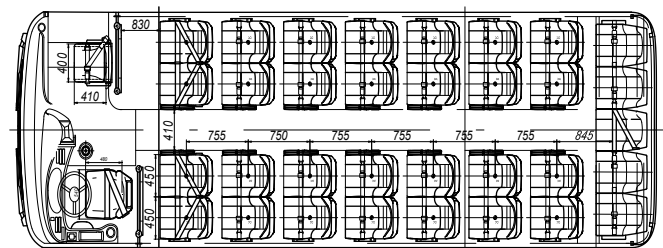
**2.2. Thiết kế khung xương**

Dựa vào yêu cầu như mục 2.1, khung xương xe khách 35 chỗ được thiết kế với kích thước tổng thể dài x rộng x cao là 8040 x 2475 x 2166mm. Kết cấu khung xương xe được ghép từ sáu mảng bao gồm mảng sàn, mảng thành trái, mảng thành phải, mảng nóc, mảng thành trước và mảng thành sau. Mảng thành trái, phải mỗi bên bố trí 05 cửa sổ, các cửa sổ được dùng làm cửa thoát hiểm, mảng thành phải bố trí 01 cửa lên xuống ở phía đầu xe. Để phù hợp với khả năng

công nghệ sản xuất trong nước các mảng đều được chế tạo từ các thanh có tiết diện đơn giản có thể sử dụng phương pháp cán để tạo phôi sau đó hàn cắt ghép lại với nhau. Kết cấu khung xương như hình 2. Bố trí khoang hành khách như hình 3.



Hình 2. Kết cấu khung xương



Hình 3. Bố trí khoang hành khách

**3. TÍNH BỀN KHUNG XƯƠNG**

**3.1. Xây dựng mô hình**

Bảng 5. Bảng các thành phần khối lượng tác dụng lên khung xe

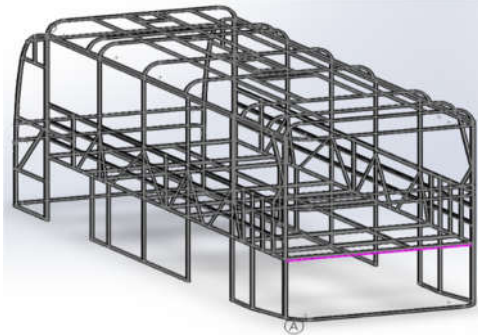
Thành phần khối lượng	Giá trị (kg)	Thành phần khối lượng	Giá trị (kg)
Trọng lượng của ghế ngồi	350	Trọng lượng tôn vỏ	600
Trọng lượng của hành khách và hành lý xách tay	2701	Trọng lượng kính	400
Trọng lượng khoang hành lý phía sau	350	Trọng lượng nội thất bên trong xe	300
Trọng lượng điều hòa lắp trên nóc	100	Trọng lượng ván lót sàn xe	150

Bảng 6. Bảng thông số đầu vào

Thông số	Giá trị	Đơn vị	Thông số	Giá trị	Đơn vị
Gia tốc phanh lớn nhất	7,0	m/s <sup>2</sup>	Hệ số bám	0,7	
Bán kính quay vòng nhỏ nhất tại tâm ô tô	8,4	m	Ứng suất cho phép vật liệu CT3	240	N/mm <sup>2</sup>
Vận tốc giới hạn ứng với bán kính quay vòng nhỏ nhất	8,42	m/s			

Khung xương được tính bền ở bốn trường hợp khai thác gây tải trọng lớn tác dụng lên khung xe là: tải trọng tĩnh đầy tải, khi phanh, khi quay vòng và chịu xoắn. Các giả thiết

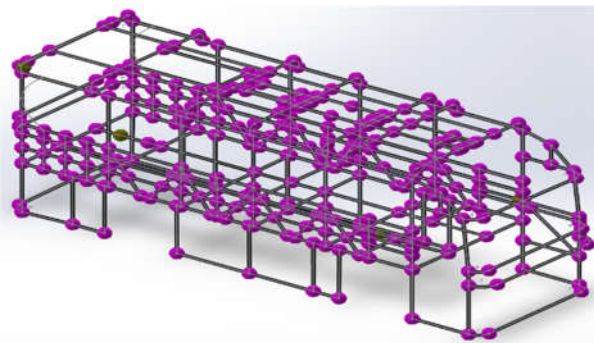
khi tính toán: Vẽ ràng buộc coi 02 dầm dọc của mảng sàn được ngâm cứng vào sát xi ô tô, coi sát xi ô tô cứng tuyệt đối; Vẽ tải trọng: các tải trọng của các cụm tổng thành được phân bố đều trên khung xương trong khu vực diện tích lắp đặt tổng thành đó. Thành phần khối lượng tác dụng lên khung xe và thông số đầu vào như bảng 5, 6.



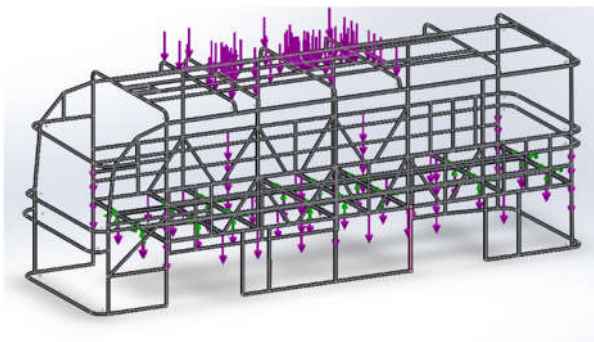
Hình 4. Mô hình 3D



Hình 5. Mô hình ràng buộc



Hình 6. Mô hình chia nút

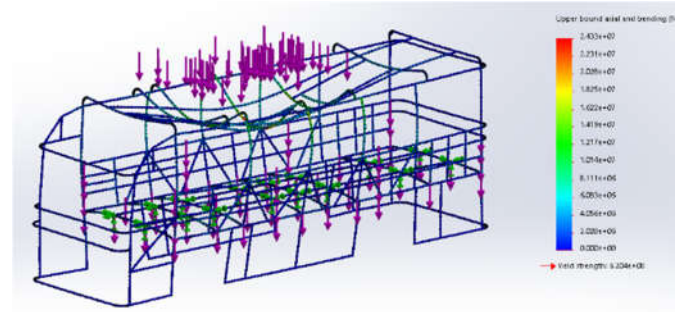


Hình 7. Mô hình đặt lực tải trọng tĩnh

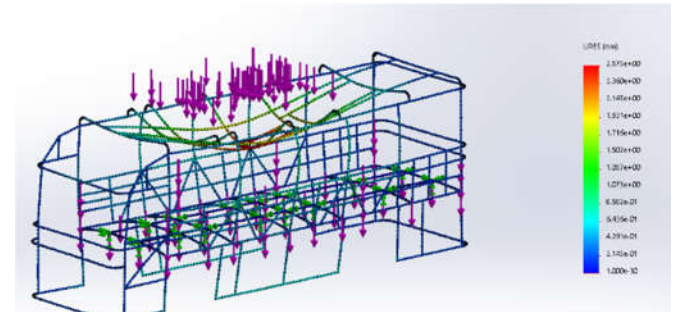
Hình 4 ÷ 7 lần lượt là mô hình 3D, mô hình ràng buộc, mô hình chia nút, mô hình đặt lực tải trọng tĩnh của khung xe.

**3.2. Trường hợp tải trọng tĩnh**

Kết quả tính ứng suất và chuyển vị của khung xe trong trường hợp tải trọng tĩnh như hình 7 và 8.



Hình 8. Ứng suất của khung



Hình 9. Chuyển vị của khung

**3.3. Trường hợp phanh gấp**

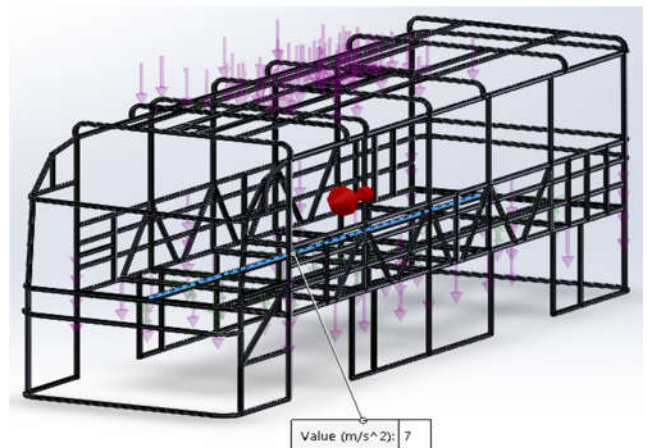
Khi phanh gấp ngoài tải trọng tĩnh còn tải trọng do lực quán tính gây ra. Lực quán tính tác dụng lên ô tô khi phanh  $P_{jP}$  có chiều cùng chiều chuyển động do ô tô:

$$P_{jP} = \frac{G_i}{g} \cdot j_P \cdot \delta_{jP} \tag{1}$$

$$\text{Gia tốc phanh lớn nhất được xác định: } j = \frac{g \cdot \varphi_x}{\delta_{jP}} \tag{2}$$

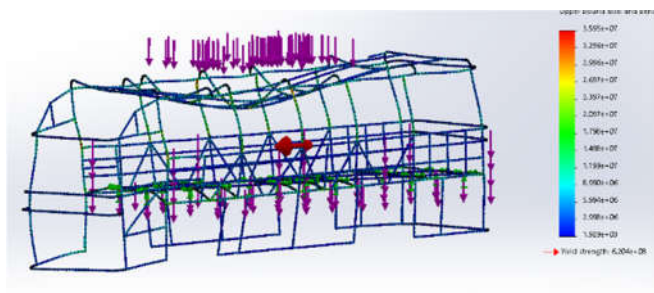
Trong đó,  $G_i$  là trọng lượng của chi tiết thứ  $i$ .

Hình 10 ÷ 12 lần lượt là mô hình đặt lực, ứng suất, chuyển vị của khung xe trong trường hợp phanh gấp.

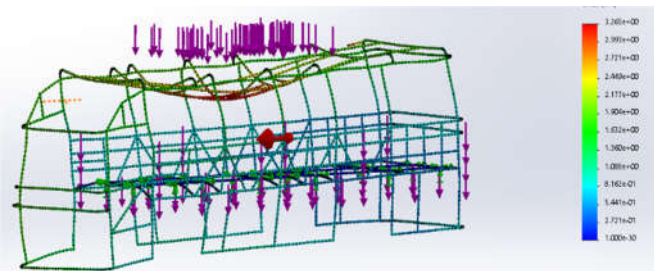


Hình 10. Mô hình đặt lực





Hình 11. Ứng suất của khung



Hình 12. Chuyển vị của khung

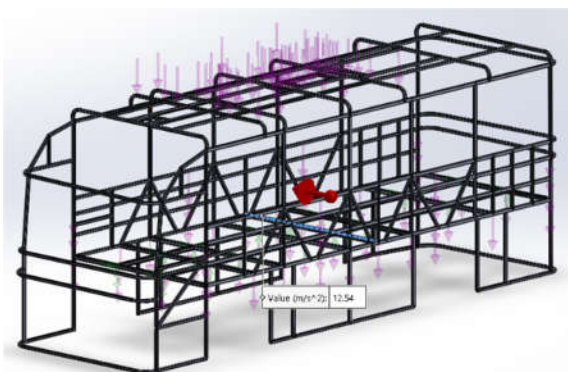
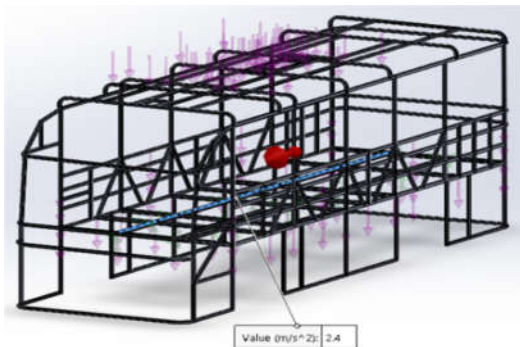
**3.4. Trường hợp quay vòng**

Khi xe đẩy tải quay vòng với bán kính quay vòng nhỏ nhất và với vận tốc giới hạn thì khung xe sẽ chịu tác động của tải trọng tĩnh và của lực li tâm lớn nhất.

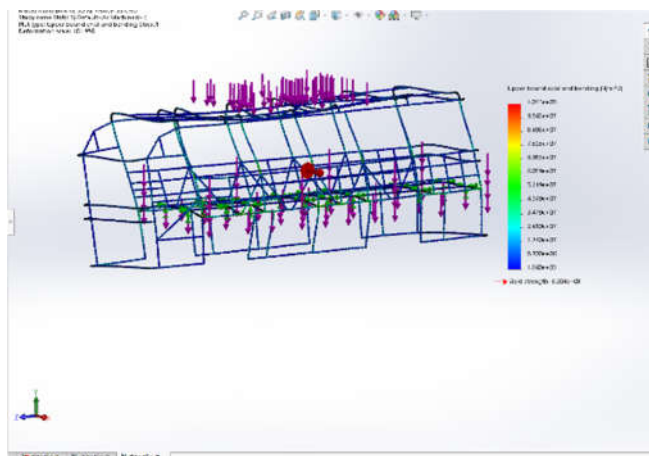
Ta có công thức xác định lực li tâm tác dụng lên khung vỏ như sau:  $P_{lt} = \frac{G_i v_{gh}^2}{g \rho_i}$  (3)

Trong đó,  $\rho_i$  là bán kính quay vòng của chi tiết thứ i.

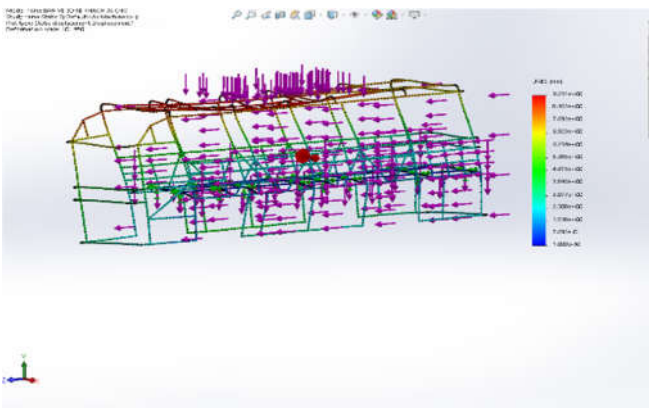
Hình 13 ÷ 15 lần lượt là mô hình đặt lực, ứng suất, chuyển vị của khung trong trường hợp quay vòng.



Hình 13. Mô hình đặt lực



Hình 14. Ứng suất của khung



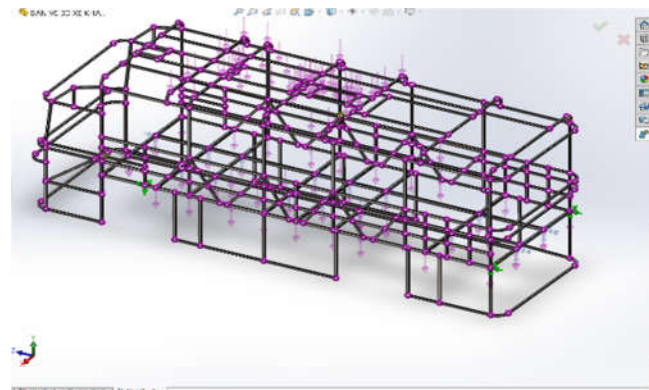
Hình 15. Chuyển vị của khung

**3.5. Trường hợp khung chịu xoắn**

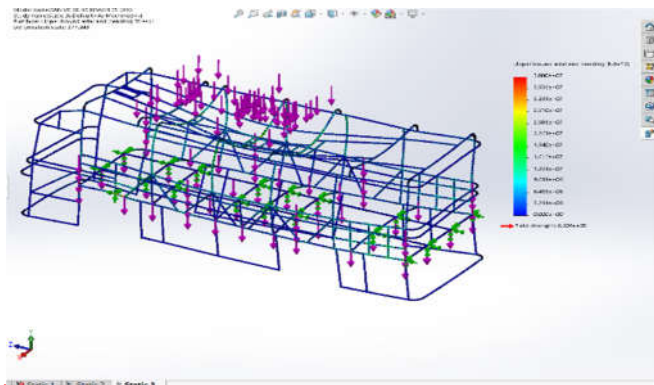
Khung bị xoắn khi đi trên đường không bằng phẳng hoặc các bánh xe không nằm trên cùng mặt phẳng. Trường hợp tải trọng lớn nhất là khi một trong các bánh xe bị tụt xuống hố (hoặc nâng lên cao). Để tính xoắn khung ta giả thiết khi một đầu khung xương được ngàm khi đầu kia bánh xe bị tụt hố. Tải trọng tác dụng lên khung khi tính xoắn là tải trọng tĩnh khi đẩy tải.

**3.5.1. Trường hợp bánh trước bị tụt xuống hố**

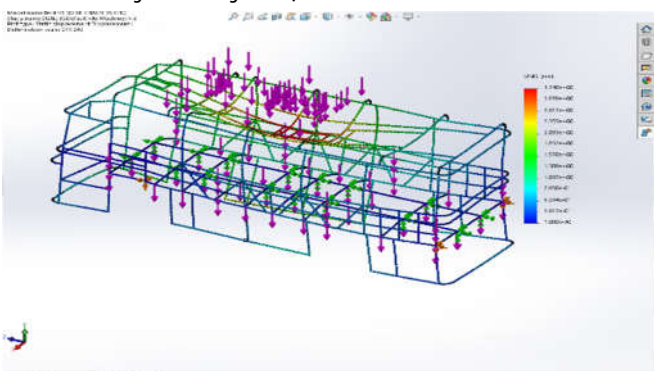
Hình 16 ÷ 18 lần lượt là mô hình ràng buộc, ứng suất, chuyển vị khung khi chịu xoắn trong trường hợp bánh trước bị tụt xuống hố.



Hình 16. Mô hình ràng buộc



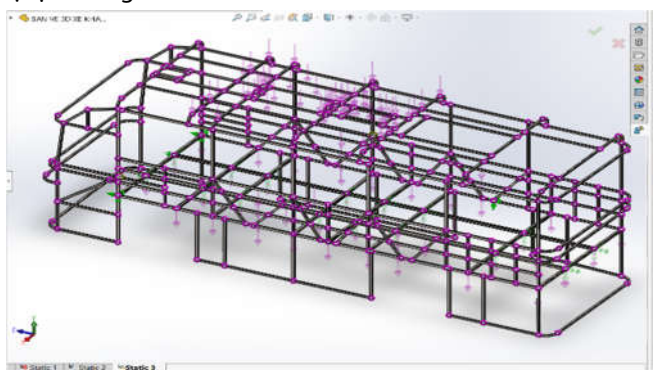
Hình 17. Ứng suất khung khi chịu xoắn



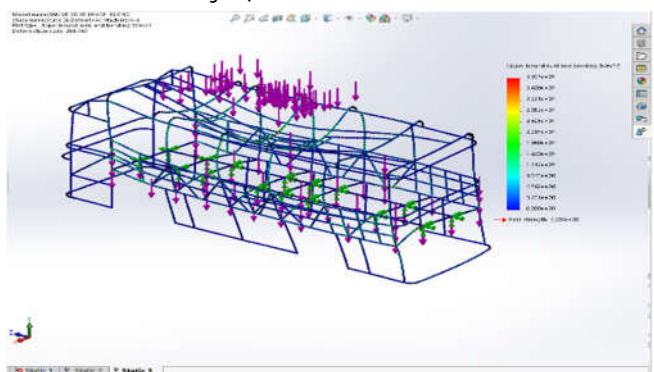
Hình 18. Chuyển vị khung khi chịu xoắn

**3.5.2. Trường hợp bánh sau bị tụt xuống hố**

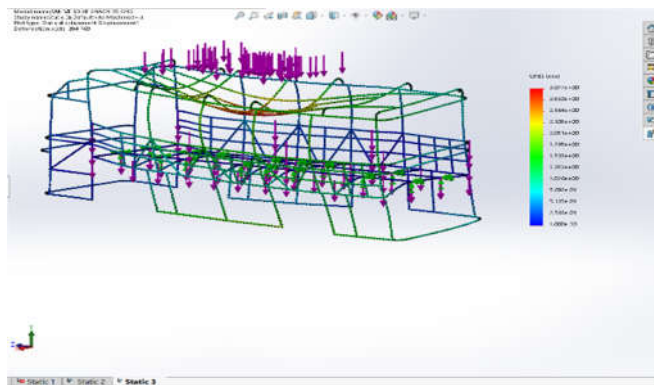
Hình 19 ÷ 21 lần lượt là mô hình ràng buộc, ứng suất, chuyển vị khung khi chịu xoắn trong trường hợp bánh sau bị tụt xuống hố.



Hình 19. Mô hình ràng buộc



Hình 20. Ứng suất khung khi chịu xoắn



Hình 21. Chuyển vị khung khi chịu xoắn

**3.6. Kết quả và đánh giá**

Tổng hợp tính bền của bốn trường hợp đã trình bày ở trên thu được kết quả như bảng 7.

Bảng 7. Tổng hợp kết quả tính toán bền

TT	Nội dung	Ứng suất lớn nhất (N/mm <sup>2</sup> )	Chuyển vị lớn nhất (mm)
1	Trường hợp tải trọng tĩnh	24,33	2,575
2	Trường hợp phanh gấp	35,95	3,265
3	Trường hợp quay vòng với bán kính nhỏ nhất	104,4	9,231
4	Trường hợp xoắn bánh trước tụt hố	38,8	3,14
5	Trường hợp xoắn bánh sau tụt hố	39,37	3,077

Từ bảng 7 cho thấy, tất cả các trường hợp chịu tải ứng suất phát sinh trong khung đều nhỏ hơn ứng suất cho phép của vật liệu chế tạo  $[\sigma] = 240\text{N/mm}^2$  do vậy khung xe đủ trong các điều kiện khai thác.

**4. KẾT LUẬN**

Sau quá trình nghiên cứu, nhóm tác giả thu được các kết quả như sau:

- Thiết kế được khung xương xe khách 35 chỗ bao gồm thiết kế tổng thể, thỏa mãn quy chuẩn QCVN 09:2015/BGTVT và có kết cấu phù hợp với công nghệ sản xuất trong nước.

- Tính toán bền bốn trường hợp chịu tải bao gồm tải trong tình huống tải trọng tĩnh, phanh gấp, quay vòng với bán kính nhỏ nhất, vận tốc lớn nhất và khi chịu xoắn. Kết quả cho thấy trường hợp khung xương phát sinh ứng suất lớn nhất là trường hợp quay vòng với bán kính nhỏ nhất  $\sigma_{\max} = 104,4\text{N/mm}^2$ . Với vật liệu sản xuất khung là CT3 có ứng suất cho phép  $[\sigma] = 240\text{N/mm}^2$  thì khung xương xe đủ bền ở tất cả các trường hợp chịu tải.

Kết quả của bài báo có thể ứng dụng tại các cơ sở sản xuất ô tô khách trong nước.

**LỜI CẢM ƠN**

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Giao thông vận tải trong đề tài mã số T2021-CK-14. Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Nhà trường đã hỗ trợ trong quá trình thực hiện nghiên cứu.

---

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Integrated Document no. 14/VBHN-KHCN dated February 27, 2015 ăn bản hợp nhất 14/VBHN-BKHCN deciding on the method of determining the localization rate for automobiles.
- [2]. QCVN 09:2015/BGTVT, National technical regulation on safety and environmental protection for automobiles.
- [3]. Ngo Thanh Bac, 1985. *Sơ tay thiết kế xe khách*. Transport Publishing House.
- [4]. Pham Van Tai, 2017. *Nghiên cứu thiết kế xe khách giường nằm cao cấp mang thương hiệu Viet Nam*. Truong Hai Auto Corporation.
- [5]. ECE-R66 E/ECE/324 Rev.1/Add.65/Rev.1, 2006. *Uniform Technical Prescriptions Concerning the Approval of Large Passenger Vehicles with Regard to The Strength of Their Superstructure*. United Nations.
- [6]. Zhang Weigang, 2006. *Simulation of bus safetybody structure*. Hunan University, China.
- [7]. Julian Happian-Smith, 2002. *An Introduction to Modern Vehicle Design*. Oxford OX2 8DP Wildwood Avenue, Woburn, MA 018012041 A division of Reed Educational and Professional Publishing Ltd.
- [8]. AIS 052, 2008. *Automotive industry standards code of practice for bus body design and approval (First Revision)*. The automotive research association of India on behalf of automotive industry standards committee.
- [9]. Albertsson P., Falkmer T., 2005. *Is there a pattern in European bus and coach incidents? A literature analysis with special focus on injury causation and injury mechanisms*. *Accid Anal Prev.* 37 (2):225 –33. DOI: 10.1016/j.aap.2004.03.006
- [10]. Tomas W.T., Ignacio I., Agenor D. D. M. J., 2007. *Numerical simulation of bus rollover*. SAE Technical. Paper 2007-01-2718, 2007. DOI: <https://doi.org/10.4271/2007-01-2718>.

---

**AUTHORS INFORMATION**

**Nguyen Hong Quan<sup>1</sup>, Nguyen Xuan Tuan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>University of Transport and Communications

<sup>2</sup>Hanoi University of Industry