

## Độ bền của khung xe tải nhỏ dưới kích động của mấp mô mặt đường theo tiêu chuẩn ISO

Strength of light trucks under the impact of roads' surface roughness according to ISO standard

Trịnh Minh Hoàng<sup>1,\*</sup>, Nguyễn Tiến Dũng<sup>1</sup>, Trần Phúc Hòa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

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

\*Email: hoang.trinhminh@hust.edu.vn

Mobile: 0912010246

---

### Tóm tắt

#### Từ khóa:

Xe tải nhỏ; Phương pháp phần tử hữu hạn; Tải trọng động; Độ bền khung.

Dòng xe tải nhỏ ngày càng được sử dụng rộng rãi ở Việt Nam do tính đa dụng của nó. Trên xe tải nhỏ, khung xe là một bộ quan trọng trong cấu trúc của ô tô. Việc đánh giá độ bền của khung xe trong điều kiện thực tế là cần thiết và đang ngày càng được quan tâm và nghiên cứu. Bài báo đã phân tích độ bền của khung xe và khảo sát trạng thái ứng xử của khung xe dưới tác dụng của tải trọng động của phản lực từ mặt đường. Các giá trị phản lực từ mặt đường được lấy từ mô hình động lực học theo tiêu chuẩn ISO 8608:1995. Việc sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn trong tính toán góp phần phân tích hơn cấu trúc khung cũng như vị nguy hiểm của khung khi xe đi trên đường.

### Abstract

#### Keywords:

Light truck; Finite element method; Dynamic loading; Durability of the frame.

Light trucks are ever more pervasive due to its versatility. The frame is an important part of the structure of a light truck. The evaluation of frame durability in practical conditions is not only necessary but also tends to be increasingly considered and researched. This article analyzes the durability of the frame and examines the state of the frame under the effects of the dynamic loading of the road surface. The dynamic loading values derived from the dynamic model are based on ISO 8608:1995. The use of finite element method in calculation contributes to the analysis of the frame structure as well as the danger of frame when light trucks moving on the road.

Ngày nhận bài: 07/8/2018

Ngày nhận bài sửa: 05/9/2018

Ngày chấp nhận đăng: 15/9/2018

---

## 1. TỔNG QUAN

Hiện nay ở Việt Nam, ngành công nghiệp ô tô tuy vẫn đang ở giai đoạn phát triển so với công nghệ của một số nước như Mỹ và Nhật Bản những đã có những bước tiến lớn. Việc nghiên cứu phát triển nhằm nội địa hóa các sản phẩm là hết sức cần thiết. Khung xe tải được phát triển

cách đây hơn 30 năm, tuy nhiên sự thay đổi là không nhiều [2]. Điều này cho thấy sự phát triển của cấu trúc này vẫn còn chậm và ổn định. Nhiều nghiên cứu trong ngành ô tô đã có cơ hội tham gia vào công nghệ sản xuất phát triển khung gầm đặc biệt là dòng xe tải cỡ nhỏ.

Khi ô tô chuyển động trên đường, khung xe tải không những chịu tác động của tải trọng do các cụm chi tiết đặt trên khung mà còn chịu tải trọng từ các giá trị phản lực của mặt đường gây ra khi ô tô đi trên những đường không bằng phẳng. Khi xe đi trên đường trong một quá trình dài sẽ gây ra mỏi cấu trúc ở cả mối nối cơ học làm giảm độ bền của khung xe. Bên cạnh đó, nghiên cứu độ bền kết cấu thường phải áp dụng với một đối tượng cụ thể, ở đây là khung xe tải nhỏ sản xuất và lắp ráp tại Việt Nam. Tuy nhiên, với đối tượng này, một số nghiên cứu trước đây chưa chú trọng tới giải quyết bài toán ảnh hưởng của tải trọng động mà chủ yếu nghiên cứu dao động riêng của khung [4, 5, 6] hoặc giải quyết một số bài toán tĩnh của khung [3].

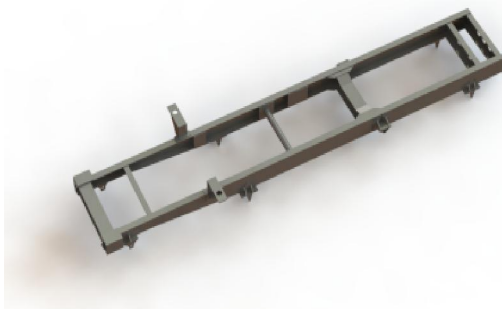
Để giải quyết vấn đề này, nhóm tác giả đã nghiên cứu bài toán động khi xe đi trên đường dưới tác dụng của tải trọng động [1]. Mô hình tải trọng động kết hợp với phương pháp phần tử hữu hạn nhằm tính toán và khảo sát phản ứng của khung xe dưới tác dụng của tải trọng động khi đi trên các mô hình đường ISO và thông số đầu vào cho bài toán mỏi. Đối tượng nghiên cứu của bài toán là xe tải tự đổ loại nhỏ CT3.25D2 có tải trọng 3.25 tấn được lắp ráp tại Việt Nam. Các nghiên cứu góp phần tạo cơ sở cho những nghiên cứu sau về bài toán mỏi của khung xe, đóng góp cơ sở khoa học cho quá trình hoàn thiện thiết kế ô tô nói chung.

## 2. XÂY DỰNG MÔ HÌNH KHUNG XE TẢI

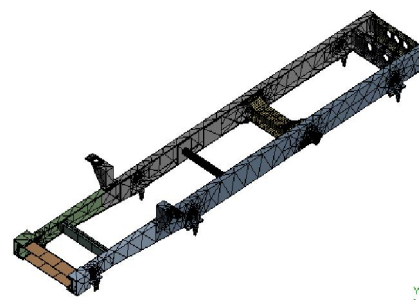
### 2.1. Mô hình khung xe

Mô hình khung xe được xây dựng từ mô hình thực tế, sau đó xây dựng nên mô hình 3D nhờ phần mềm Solidworks với kích thước cơ bản tổng chiều dài 6430 mm, chiều rộng 1320 mm và trọng tải 3250 kg. Khung xe bao gồm các thanh chữ C lồng chạy dọc, được làm bằng thép C20 với mô đun đàn hồi 380 Mpa, hệ số Poisson 0,28 và khối lượng riêng 7870 (kg/m<sup>3</sup>). Trên khung có vị trí để lắp các cụm chi tiết như cụm động cơ, buồng lái, hệ thống truyền lực và các mô nhíp trước, sau, cản nhíp của nhíp phụ.

Trong nghiên cứu này, nhằm phục vụ cho quá trình tính toán, nhóm tác giả đã đơn giản hóa mô hình tính toán các cấu trúc hình học không ảnh hưởng tới giá trị ứng suất như các lỗ, loại bỏ các đinh tán. Coi như các thanh dầm dọc và dầm ngang liên kết tuyệt đối cứng, bỏ qua các mối hàn. Các giá trị tải trọng của các khối động cơ, thùng hàng, buồng lái phân bố đều trên bề mặt khung.



Hình 1. Mô hình khung xe



Hình 2. Mô hình phần tử hữu hạn

## 2.2. Mô hình phần tử hữu hạn

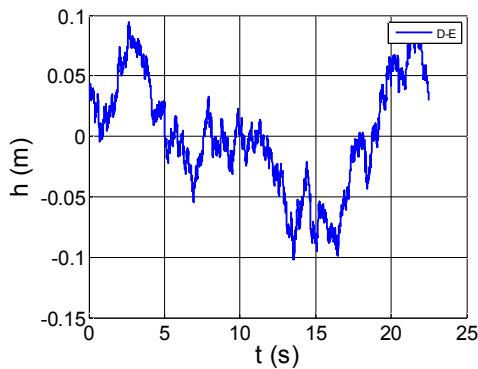
Chia lưới là một bước quan trọng trong bài toán phần tử hữu hạn. Để đảm bảo độ chính xác và tốc độ của bài toán việc chia lưới cần dựa trên đặc điểm kết cấu của khung và các tiêu chí đánh giá và kiểm soát chất lượng phần tử lưới của phần mềm ANSYS [8]. Trong nghiên cứu này, khung xe được mô hình hóa dựa trên sự kết hợp giữa phần tử tứ diện (Tet 10) kết hợp với các phần tử lập phương (Hex 20, đối với các phần tử ở lớp biên) góp phần giảm thời gian tính toán mà vẫn đảm bảo độ chính xác cho mô hình tính. Phương pháp chia lưới sử dụng trong nghiên cứu này là phương pháp tự động, sau đó có hiệu chỉnh mật độ lưới để đảm bảo các tiêu chuẩn về chia lưới (các tiêu chuẩn của ANSYS). Sau khi chia lưới mô hình khung xe có 183218 phần tử, 92722 nút và chất lượng phần tử đạt 0,765 được thể hiện trong hình 2.

## 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

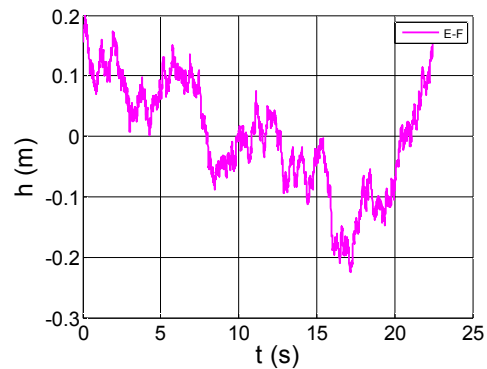
### 3.1. Mô hình đường theo tiêu chuẩn ISO 8608:1995

ISO 8608:1995 [7] là tiêu chuẩn về mấp mô mặt đường được sử dụng phổ biến nhất hiện nay trong các tính toán động lực học ô tô. Tiêu chuẩn này phân biệt các dạng đường theo mật độ phổ năng lượng (PSD) và chia chúng thành 8 loại với ký hiệu quy ước từ A đến H.

Trong nghiên cứu này, 2 loại đường theo tiêu chuẩn ISO 8608:1995 đã được thử nghiệm bao gồm đường D-E (đường xấu), đường E-F (đường rất xấu) đã được khảo sát. Đây cũng là các dạng đường thực tế mà xe tải nhỏ thường xuyên hoạt động. Mấp mô mặt đường được đặt đều trên 2 vết bánh xe. Hình 3, 4 tương đương với mấp mô mặt đường trên quãng chiều dài 250 m. Xe chuyển động thẳng với vận tốc thử nghiệm 40 km/h, đây cũng là vận tốc mà xe thường hoạt động khi đi trên đường.



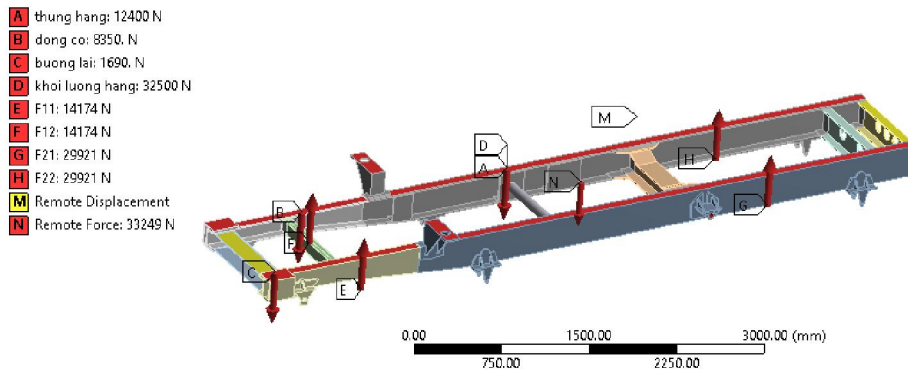
Hình 3. Mấp mô mặt đường D-E ( $v = 40$  km/h)



Hình 4. Mấp mô mặt đường E-F ( $v = 40$  km/h)

### 3.2. Tải trọng đặt lên khung xe

Trong phân tích này, nhằm đánh giá độ bền cũng như khảo sát phản ứng của khung dưới các giá trị tải trọng động khi xe chạy trên đường tiêu chuẩn ISO. Các tải trọng tĩnh được đặt lên khung bao gồm: khối động cơ 8350N, khối buồng lái 1690N, khối thùng hàng 12400N, khối hàng 32500N được đặt phân bố trên bề mặt khung coi như tải trọng các cụm không thay đổi trong quá trình hoạt động. Các giá trị tải trọng động tác dụng lên khung là các giá trị phản lực (F11, F12, F21, F22) từ mặt đường theo tiêu chuẩn ISO có vị trí ở giữa các vị trí liên kết nhíp với khung (các vị trí E, F, G, H tương ứng trên hình 5).

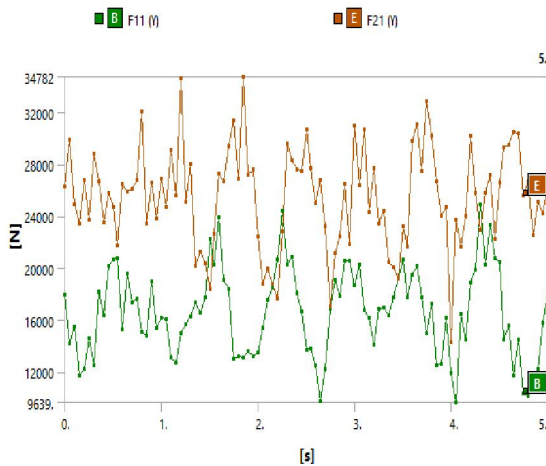


Hình 5. Điều kiện biên của khung trong dưới tác dụng của tải trọng.

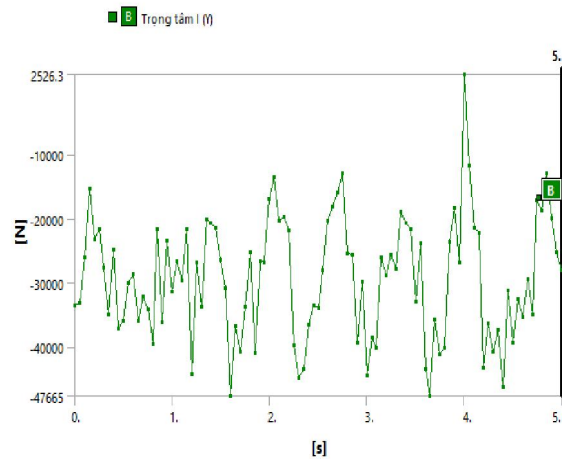
Giả thiết trọng tâm quán tính của mô hình khung không thay đổi trong quá trình chuyển động, ngàm hạn chế chuyển vị theo phương x, y và hạn chế quay theo phương x, y, z tại điểm I nằm tại tâm quán tính của khung trong quá trình chuyển động với giá trị thay đổi theo thời gian. Các giá trị lực tác dụng lên khung xe thể hiện trong hình 5.

### 3.3. Khi xe đi trên đường D-E

Nhằm giảm thời gian tính toán nhưng vẫn đảm bảo độ chính xác của bài toán, trong nghiên cứu này chỉ tiến hành thử nghiệm trong 5s đầu tiên khi xe đi trên đường D-E. Lúc này các giá trị tải trọng động đặt lên khung xe là các giá trị phản lực từ mặt đường tác dụng được thể hiện trên hình 6 và giá trị tải trọng động tại trọng tâm của khung xe.



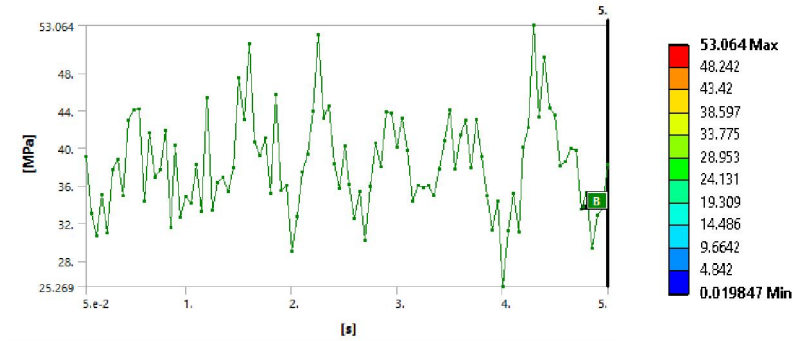
Hình 6. Tải trọng động theo phương thẳng đứng lên cầu trước Fz11, cầu sau F21 (v = 40 km/h, đường D-E)



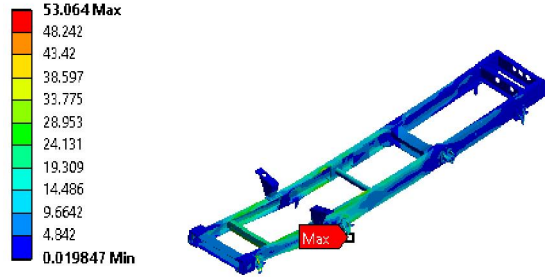
Hình 7. Tải trọng động tại trọng tâm của khung xe (v = 40 km/h, đường D-E)

Sau khi khảo sát trong 5s đầu tiên khi xe chạy trên đường D-E (đường xấu) với vận tốc thử nghiệm 40 km/h. Có thể thấy, giá trị ứng suất thay đổi theo thời gian khá rõ rệt. Giá trị ứng suất lớn nhất trên khung ở 52,9 Mpa tại 4,3s khi xe bắt đầu đi lên mấp mô lúc này giá trị lực tác dụng

lên cầu trước tăng cực đại 24500N thể hiện trong hình 8, ứng suất lớn nhất tập chung ở vị trí mấu nhíp trước. Vị trí nguy hiểm trong suốt quá trình hoạt động của xe thường xuyên xuất hiện ở các vị trí các mấu nhíp. Tuy nhiên giá trị tương đối nhỏ, xe vẫn hoạt động ổn định.

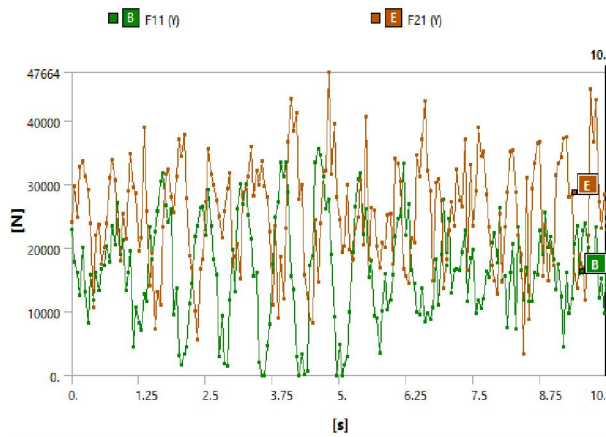


Hình 8. Biểu đồ ứng suất lớn nhất thay đổi theo thời gian

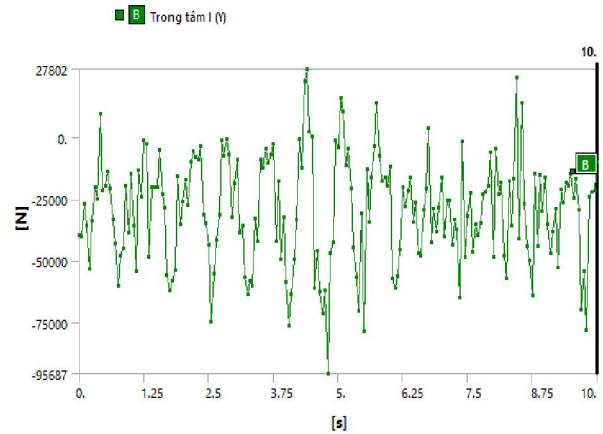


Hình 9. Phổ ứng suất trên khung tại 4,3s

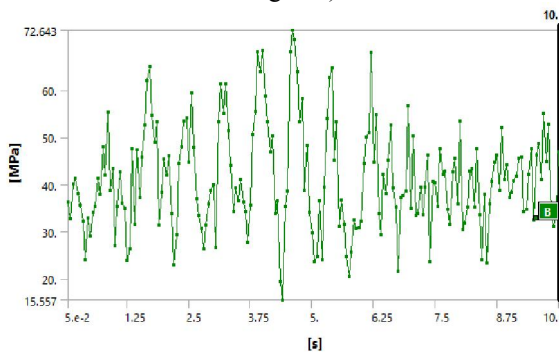
### 3.4. Khi xe đi trên đường E-F



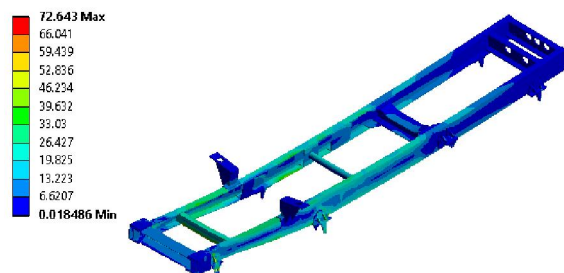
Hình 10. Tải trọng động theo phương thẳng đứng lên cầu trước F11, cầu sau F21 ( $v = 40$  km/h, đường E-F)



Hình 11. Tải trọng động tại trọng tâm của khung xe ( $v = 40$  km/h, đường E-F)



Hình 12. Giá trị ứng suất lớn nhất trên khung theo thời gian khi xe đi trên đường E-F



Hình 13. Phổ ứng suất trên khung tại 4,6s trong trường hợp xe đi trên đường E-F

Trong thử nghiệm khi xe đi trên đường E-F (đường rất xấu) tiến hành thử nghiệm từ 10-20s nhằm khảo sát quá trình xe đi lên mấp mô. Ngoài các giá trị tải trọng tĩnh đặt lên khung, các tải trọng động đặt lên khung xe có giá trị như trong 10 và hình 11 gồm các tải trọng động của phản lực tác dụng từ mặt đường lên khung xe theo tiêu chuẩn ISO và tải trọng tại trọng tâm của khung.

Sau quá trình khảo sát có thể thấy, giá trị ứng suất lớn nhất trên khung thay đổi liên tục theo thời gian như trong hình 12, giá trị ứng suất lớn nhất trên khung đạt giá trị 75,92 Mpa tại 4,6 s được thể hiện trong phổ ứng suất trong hình 13, vị trí có ứng suất lớn nhất vẫn tại mấu nhíp trước tuy nhiên vẫn có giá trị nhỏ hơn rất nhiều so với giới hạn bền của vật liệu là 380 Mpa. Ứng suất lớn nhất thường xuyên tập trung ở vị trí các mấu nhíp gây hiểm tới độ bền khung sau một thời gian sử dụng.

#### 4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày phương pháp tính toán độ bền khung xe tải nhỏ 3.25 tấn sản xuất lắp ráp tại Việt Nam khi xe đi trên đường tiêu chuẩn ISO. Kết quả của nghiên cứu cho phép đánh giá độ bền tĩnh của khung khi chịu tải trọng động thực tế. Phương pháp và kết quả nghiên cứu cũng có thể được sử dụng để mở rộng trong việc khảo sát độ bền mỏi của khung xe khi đi trên đường mấp mô (trạng thái thường xuyên chịu tải của khung). Những kết quả này cho phép đánh giá chất lượng của khung xe tải nhẹ trong quá trình nội địa hóa sản phẩm trong nước. Tuy nhiên, để có kết quả bài toán chính xác hơn cần có những thí nghiệm nhằm đánh giá chính xác hơn kết quả nghiên cứu. Ngoài ra cũng cần có những nghiên cứu hoàn chỉnh về độ bền của khung trong bài toán mỏi cũng như các mô hình đường còn lại và trong trường hợp phanh, tăng tốc, quay vòng.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Huỳnh Hội Hoa Đăng, Đoàn Thanh Sơn, Trịnh Minh Hoàng, 2017. Đánh giá dao động của xe tải nhỏ dưới kích động của mấp mô mặt đường theo tiêu chuẩn ISO. *Tạp chí Cơ khí Việt Nam*, số 6/2017.
- [2]. Romulo, R.P.F., Jean, C.C.R., Marcus de Freitas Leal, Jose, A.F.B., 2003. Automotive Frame Optimization, *SAE Technical Paper Series*, No. 2003-01-3702, 2-8, Sao Paulo, Brazil,
- [3]. Teo Han Fui, Roslan Abd. Rahman, 2007. Statics and dynamics structural analysis of a 4.5 ton truck chassis. *Jurnal Mekanikal*,
- [4]. K. Santa Rao, G. Musalaiah and K. Mohana Krishna Chowdary, 2016. Finite Element Analysis of a Four Wheeler Automobile Car Chassis. *Indian Journal of Science and Technology*, Vol 9(2).
- [5]. Wang Hai-fei, Jia Kun-kun and Guo Zi-peng, 2014. Random vibration analysis for the chassis frame of hydraulic truck based on ANSYS. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 6(3):849-852.
- [6]. Dr.R.Rajappan, M.Vivekanandhan, 2013. Static and Modal Analysis of Chassis by Using Fea. *The International Journal Of Engineering And Science (Ijes)*, Volume 2(2), 63-73..
- [7]. Road ISO 8608: 1995.
- [8]. Saeed Moaveni (2008). *Finite Element Analysis: Theory and Application with Ansys*, Third Edition, Prentice Hall.