

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA

KHOA CƠ KHÍ GIAO THÔNG

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP  
CAPSTONE PROJECT

NGÀNH: KỸ THUẬT CƠ KHÍ  
CHUYÊN NGÀNH: CƠ KHÍ ĐỘNG LỰC

ĐỀ TÀI:  
TÍNH TOÁN KIỂM NGHIỆM KHUNG Ô TÔ  
FORD RANGER

Người hướng dẫn: TS. Phan Minh Đức

Người phản biện: TS. Lưu Đức Lịch

Sinh viên thực hiện: Nguyễn Hoàng Ý

Số thẻ sinh viên: 103200038

Lớp: 20C4A

Đà Nẵng, 06/2025

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Style Definition: TOC 1: Font: (Default) Times New Roman, 13 pt, Do not check spelling or grammar, Tab stops: 16,48 cm, Right,Leader: ...

Formatted: Left

Formatted: Left, Space Before: 0 pt

Formatted: Font: 18 pt, Vietnamese

Formatted: Centered

Formatted: Justified, Line spacing: Multiple 1,15 li

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA  
KHOA CƠ KHÍ GIAO THÔNG

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM  
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

**NHẬN XÉT ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP**

**I. Thông tin chung:**

1. Ho và tên sinh viên: Nguyễn Hoàng Ý
2. Lớp: 20C4A Số thẻ SV: 103200038  
Tên đề tài: Tính toán kiểm nghiệm khung ô tô Ford Ranger
3. Người hướng dẫn: TS. Phan Minh Đức

**II. Nhận xét đồ án tốt nghiệp:**

1. Về tính cấp thiết, sáng tạo và ứng dụng của đồ án: (điểm đánh giá tối đa là 2đ)  
.....  
.....
2. Về kết quả giải quyết các nội dung nhiệm vụ yêu cầu của đồ án: (điểm tối đa là 4đ)  
.....  
.....
3. Về hình thức, cấu trúc, bố cục của đồ án tốt nghiệp: (điểm đánh giá tối đa là 2đ)  
.....  
.....
4. NCKH: (nếu có bài báo khoa học hoặc ĐATN là đề tài NCKH: cộng thêm 1đ)  
.....  
.....
5. Các tồn tại, thiếu sót cần bổ sung, chỉnh sửa:  
.....  
.....

**III. Tinh thần, thái độ làm việc của sinh viên: (điểm đánh giá tối đa 1đ)**  
.....  
.....

**IV. Đánh giá:**

1. Điểm đánh giá:        /10
2. Đề nghị: Được bảo vệ đồ án/ Bổ sung thêm đề bảo vệ/ Không được bảo vệ

Đà Nẵng, ngày tháng năm 20

**Người hướng dẫn**

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Sinh viên thực hiện: Nguyễn Hoàng Ý

Hướng dẫn: TS. Phan Minh Đức

## TÓM TẮT

Tên đề tài: **“Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger”**

Sinh viên thực hiện: Nguyễn Hoàng Ý

MSSV: 103200038

Lớp 20C4A

Tính toán kiểm bèn khung xe Ford Ranger là một quy trình quan trọng nhằm đảm bảo khung xe chịu được các tải trọng và điều kiện vận hành thực tế, đồng thời kéo dài tuổi thọ và tăng độ an toàn. Khung xe Ford Ranger, thuộc dòng xe bán tải, đóng vai trò là bộ phận chính chịu lực, hỗ trợ các cụm tổng thành như động cơ, hệ thống treo và thân xe. Quá trình kiểm bèn bao gồm phân tích các dạng hư hỏng thường gặp như biến dạng, ăn mòn, hoặc nứt gãy do va chạm. Sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn (FEM) với phần mềm như HyperWorks, các kỹ sư mô phỏng tải trọng (tĩnh, động, và va chạm), từ đó đánh giá ứng suất, biến dạng và độ bền khung. Kết quả giúp tối ưu hóa thiết kế, gia cố các điểm yếu và đảm bảo khung xe đáp ứng tiêu chuẩn an toàn cũng như hiệu suất vận hành. Trong khuôn khổ đồ án, những nội dung sau đã được thực hiện:

- Thu thập dữ liệu lý thuyết và thực tế;
- Tìm hiểu về kết cấu, vật liệu và nguyên lý làm việc của khung xe ô tô.
- Thu thập thông số hình học và cơ lý tính của khung xe (từ tài liệu kỹ thuật, catalog).
- Mô hình hóa 3D và chuẩn bị mô phỏng;
- Xây dựng mô hình khung xe bằng phần mềm CAD
- Chuyển đổi mô hình sang HyperMesh để chia lưới (mesh) và gán điều kiện biên, tải trọng.
- Phân tích bằng phần mềm HyperWorks:
- Sử dụng HyperView và OptiStruct để thực hiện phân tích tuyến tính tĩnh.
- Quan sát kết quả: phân bố ứng suất, biến dạng, đánh giá độ cứng và độ bền.
- Đánh giá và đề xuất.

▲

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc lập – Tự do – Hạnh phúc

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 16 pt, Bold

Formatted: Centered

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Justified

Formatted: Left: 2,5 cm, Right: 2 cm

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Justified, Indent: First line: 1,27 cm

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 13 pt

Formatted: Justified, Indent: First line: 1,27 cm, Space Before: 0 pt, After: 10 pt, Line spacing: Multiple 1,2 li

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 13 pt

Formatted: Justified, Indent: First line: 1,27 cm, Space Before: 0 pt, After: 10 pt, Line spacing: Multiple 1,2 li

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 13 pt

Formatted: Justified

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

ĐỀ CƯƠNG ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

| TT | Họ tên sinh viên | Số thẻ SV | Lớp   | Ngành           |
|----|------------------|-----------|-------|-----------------|
| 1  | Nguyễn Hoàng Ý   | 103200038 | 20C4A | Kỹ thuật cơ khí |

1. Tên đề tài đồ án:

Tính toán kiểm nghiệm khung ô tô Ford Ranger.

2. Đề tài thuộc diện:  Có lý kết thỏa thuận sở hữu trí tuệ đối với kết quả thực hiện

3. Các số liệu và dữ liệu ban đầu: Ô tô Ford Ranger.

4. Nội dung các phần thuyết minh và tính toán:

| TT | Nội dung   |
|----|--|
| 1  | <b>CHƯƠNG 1: MỞ ĐẦU</b><br>1. Tổng quan về đề tài và lý do lựa chọn<br>2. Mục tiêu nghiên cứu của đồ án<br>3. Phạm vi và phương pháp nghiên cứu  |
| 2  | <b>CHƯƠNG 2: GIỚI THIỆU CHUNG VỀ Ô TÔ FORD RANGER</b><br>1. Tổng quan về dòng xe Ford Ranger<br>2. Các dạng hư hỏng thường gặp của khung xe Ford Ranger<br>3. Tổng hợp thông tin các dạng hư hỏng khung xe   |
| 3  | <b>CHƯƠNG 3: KẾT CẤU KHUNG XE FORD RANGER</b><br>1. Mô tả nhiệm vụ và kết cấu của khung xe Ford Ranger<br>2. Số liệu của các cụm tổng thành lắp lên khung xe   |
| 4  | <b>CHƯƠNG 4: CÁC CHẾ ĐỘ TÍNH TOÁN KHUNG XE</b><br>1. Giới thiệu các chế độ tính toán khung xe<br>2. Xây dựng mô hình tính toán cho từng chế độ làm việc  |
| 5  | <b>CHƯƠNG 5: PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN PHẦN TỬ HỮU HẠN VÀ PHẦN MỀM MÔ PHÒNG</b><br>1. Giới thiệu phương pháp phần tử hữu hạn trong phân tích kết cấu<br>2. Tổng quan về phần mềm HyperWorks và ứng dụng trong mô phỏng kết cấu khung xe<br>3. Quy trình mô phỏng trên HyperWorks |
| 6  | <b>CHƯƠNG 6: PHÂN TÍCH ĐỘ BỀN KHUNG XE FORD RANGER VÀ ĐỀ XUẤT CẢI TIẾN</b><br>1. Xây dựng mô hình mô phỏng kiểm bền khung xe FORD RANGER trên phần mềm HyperWorks<br>2. Đánh giá kết quả và đề xuất phương án cải tiến kết cấu khung xe                                      |
| 7  | <b>CHƯƠNG 7: KẾT LUẬN VÀ ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN</b><br>1. Kết luận về kết quả nghiên cứu<br>2. Đề xuất hướng phát triển và ứng dụng thực tế   |

5. Các bản vẽ, đồ thị (ghi rõ các loại và kích thước bản vẽ):

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

|   |
|---|
| <del>–Bản vẽ tổng thể ô tô Ford Ranger</del>  |
| <del>–Các bản vẽ kết cấu khung ô tô Ford Ranger</del>   |
| <del>–Các bản vẽ các chế độ tính toán khung; sơ đồ tính toán tương ứng với mỗi chế độ</del>   |
| <del>–Các bản vẽ kết quả tính toán</del>  |
| <del>–Các bản vẽ trình bày đề xuất phương án cải tiến kết cấu khung ô tô Ford Ranger và các bản vẽ kết quả tính toán với kết cấu khung mới.</del> |

~~6. Tài liệu tham khảo~~

~~[1]. Kết cấu và tính toán ô tô – TS Ngô Khắc Hùng (NXB Giao thông vận tải Hà Nội năm 2008)~~

~~[2]. Kết cấu và tính toán ô tô – Nguyễn Nước (NXB Giao thông Hà Nội).~~

~~[3]. 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.~~

~~[4]. Practical Aspects of Finite Element Simulation A Study Guide 3rd Edition Released 05/2015~~

~~[5]. Fundamentals of FEA analysis Le Hoai Thanh 2015~~

~~[6]. Altair, Structural Optimization using OptiStruct. Altair HyperWorks, 2014~~

~~[7]. Altair, OptiStruct for Linear Analysis. Altair HyperWorks, 2013~~

~~[8]. Nguyễn Đình Đức, Đào Như Mai, Sức bền vật liệu và kết cấu. Hà Nội: Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, 2011.~~

~~[9]. Wei Ningbo, The Finite Element of Analysis of Integrated Coach Body Based on ANYS. China: Chang'an University, 2011.~~

~~[10]. Mike Linstromberg, Gerd Scholpp, Oliver Scherf, 2011. Test and Simulation Tools in a Rollover Protection Development Process. Siemens Restraint Systems GmbH, Germany, Paper No. 05-0122~~

~~[11]. Sidhu M.S., 2012. Rollover Bus. 2012 India HyperWorks Technology Conference, pp. 1-13~~

~~[12]. Ying Yang, Guangyao Zhao, Dongbo Ma and Xiaobin Xu Mode calculation and testing of a car body in white. School of Mechanical Engineering and Automation, Northeastern University, Shenyang, 110819, China Shenyang Aviation Vocational Technical College, Shenyang, 110043, China 201.~~

~~[13]. TS. Phan Minh Đức & Th.S. Lê Công Tín Ứng dụng phần mềm Hyperworks tối ưu khung xe buýt Thaco City B60 (AN APPLICATION OF HYPERWORKS SOFTWARE TO OPTIMIZATION OF THACO CITY B60 BUS FRAME STRUCTURE)~~

Formatted: Normal, Centered

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

*Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

## LỜI NÓI ĐẦU

Cuộc cách mạng công nghiệp hiện nay đã mang đến những cơ hội lớn cho sự phát triển của khoa học kỹ thuật tại Việt Nam, đặc biệt trong lĩnh vực chế tạo và cải tiến các phương tiện giao thông. Trong bối cảnh đó, việc nghiên cứu và nâng cao chất lượng các loại xe tải, đặc biệt là xe Ford Ranger – một dòng xe bán tải phổ biến, đã trở thành nhu cầu cấp thiết. Đề tài "Tính toán kiểm nghiệm khung ô tô Ford Ranger~~Kiểm bền trên khung xe Ford Ranger~~" ra đời nhằm đáp ứng yêu cầu này, tập trung vào việc phân tích và cải tiến độ bền khung xe trong điều kiện vận hành thực tế tại Việt Nam.

Với sự hỗ trợ của các phương pháp mô phỏng hiện đại, đặc biệt là phần mềm HyperWorks, nghiên cứu này không chỉ giúp đánh giá chính xác các yếu tố ảnh hưởng đến độ bền khung xe mà còn mở ra cơ hội áp dụng công nghệ tiên tiến vào thực tiễn sản xuất. Việc lựa chọn khung ô tô xe Ford Ranger làm đối tượng nghiên cứu xuất phát từ những phản hồi thực tế của người dùng, cho thấy các vấn đề như nứt gãy hoặc biến dạng khi vận hành trên địa hình gồ ghề hoặc chở tải nặng.

Trong thời gian làm đồ án mặc dù nhóm đã cố gắng hết sức nhưng chắc chắn sẽ có những thiếu sót là điều không thể tránh khỏi. Với khối lượng thực hiện đồ án này là một công việc khá lớn nhưng với sự giúp đỡ của các Thầy Cô giáo trong bộ môn, đặc biệt là dưới sự hướng dẫn nhiệt tình của **T.S Phan Minh Đức** nên em cũng đã hoàn thiện một cách tốt nhất cho Đồ án tốt nghiệp này.

Kính mong đề tài này sẽ nhận được sự quan tâm và góp ý từ các thầy cô.

Đà Nẵng, ngày ... tháng ... năm 2025

Sinh viên thực hiện

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 16 pt, Bold

Formatted: Font: 16 pt

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 13 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 13 pt, Not Bold

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 13 pt

Formatted: Font: 13 pt

Formatted: Indent: First line: 1,27 cm

Formatted: Centered, Indent: Left: 8,89 cm, First line: 1,27 cm

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

## **LỜI CAM ĐOAN**

Em xin cam đoan đây là đề tài riêng của riêng em, đề tài không trùng lặp với bất kỳ đề tài đồ án tốt nghiệp nào trước đây. Các thông tin, số liệu được sử dụng và tính toán đều từ các tài liệu có nguồn gốc rõ ràng, theo quy định.

Đà Nẵng, ngày...tháng...năm 2025

Sinh viên thực hiện

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Normal, Centered

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 13 pt, Font color: Auto

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 13 pt, Font color: Auto

Formatted: Normal, Justified

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 13 pt, Italic

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 13 pt, Font color: Auto

Formatted: Font: Times New Roman, 13 pt, Bold, Italic

Formatted: Font: 13 pt, Bold, Italic

Formatted: Normal, Centered

Formatted: Font: Times New Roman, 13 pt, Italic

Formatted: Normal, Indent: Left: 8,89 cm

Formatted: Normal, Centered, Indent: Left: 8,89 cm, First line: 1,27 cm

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

## MỤC LỤC

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 16 pt, Bold

Formatted: Normal, Centered

Formatted: Font: 16 pt

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| <b>TÓM TẮT.....</b>  | <b><u><a href="#">iv</a></u></b>  |
| <b>LỜI NÓI ĐẦU .....</b>   | <b><u><a href="#">iv</a></u></b>  |
| <b>LỜI CAM ĐOAN .....</b>  | <b><u><a href="#">iv</a></u></b>  |
| <b>MỤC LỤC.....</b>  | <b><u><a href="#">iv</a></u></b>  |
| <b>PHỤ LỤC HÌNH ẢNH.....</b>   | <b><u><a href="#">xiv</a></u></b> |
| <b>DANH SÁCH CÁC BẢN.....</b>  | <b><u><a href="#">xiv</a></u></b> |
| <b>DANH SÁCH KÝ HIỆU, CHỮ CÁI VIẾT TẮT.....</b>                                    | <b><u><a href="#">xiv</a></u></b> |
| <b>DANH SÁCH CÁC BẢNG DANH SÁCH CÁC KÝ HIỆU, CHỮ CÁI VIẾT TẮT.....</b>             | <b><u><a href="#">9</a></u></b>   |
| <b>CHƯƠNG 1: MỞ ĐẦU .....</b>  | <b><u><a href="#">11</a></u></b>  |
| 1. Tổng quan về đề tài và lý do chọn đề tài.....                                   | <u><a href="#">11</a></u>         |
| 1.1. Tổng quan về đề tài. ....   | <u><a href="#">11</a></u>         |
| 1.2. Lý do chọn đề tài.....  | <u><a href="#">11</a></u>         |
| 2. Mục tiêu nghiên cứu .....   | <u><a href="#">22</a></u>         |
| 3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu. ....   | <u><a href="#">22</a></u>         |
| 4. Phương pháp nghiên cứu .....  | <u><a href="#">33</a></u>         |
| <b>CHƯƠNG 2: GIỚI THIỆU CHUNG VỀ Ô TÔ FORD RANGER .....</b>                        | <b><u><a href="#">44</a></u></b>  |
| 1. Tổng quan về dòng xe Ford Ranger.....   | <u><a href="#">44</a></u>         |
| 2. Dạng hư hỏng của khung xe Ford Ranger XTL 2021 .....                            | <u><a href="#">101</a></u>        |
| 2.1 Khung xe bị uốn cong không đều.....  | <u><a href="#">101</a></u>        |
| 2.2. Nứt khung (Cracked Chassis) và biến dạng khung (Bent Frame Sections)<br>..... | <u><a href="#">101</a></u>        |
| <b>CHƯƠNG 3: KẾT CẤU KHUNG XE FORD RANGER XTL 2021 .....</b>                       | <b><u><a href="#">121</a></u></b> |
| 1. Cấu trúc Ford Ranger XTL 2021.....  | <u><a href="#">121</a></u>        |
| 1.1. Nhiệm vụ của khung xe ford Ranger.....  | <u><a href="#">131</a></u>        |
| 1.2. Ưu điểm khung xe ford Ranger XTL 2021 .....                                   | <u><a href="#">141</a></u>        |
| 2. Số liệu của các cụm tổng thành lắp lên khung xe .....                           | <u><a href="#">141</a></u>        |
| 2.1. Dầm dọc.....  | <u><a href="#">161</a></u>        |
| 2.2. Dầm ngang. ....   | <u><a href="#">161</a></u>        |

Formatted: Font: Bold, Font color: Text 1

Formatted: Font: Bold

Formatted: Underline, Font color: Hyperlink, Do not check spelling or grammar

Formatted: Table of Figures, Line spacing: 1,5 lines, Tab stops: 16,48 cm, Right, Leader: ...

Formatted: Font: Bold, No underline, Font color: Auto

Formatted: Table of Figures, Line spacing: 1,5 lines, Tab stops: 16,48 cm, Right, Leader: ...

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

|  |                 |
|--|-----------------|
| 2.3. Giá đỡ nhíp.....  | 18181828        |
| 2.4. Giá đỡ giảm chấn.....   | 18181928        |
| <b>CHƯƠNG 4: CÁC CHẾ ĐỘ TÍNH TOÁN KHUNG XE .....</b>                               | <b>19191929</b> |
| 1.Giới thiệu các chế độ tính toán khung xe.....                                    | 20202029        |
| 2.Xây dựng mô hình tính toán cho từng chế độ làm việc.....                         | 20202029        |
| 3.Toạ độ trọng tâm xe, cabin, thùng xe.....  | 21212029        |
| 3.1.Toạ độ trọng tâm của xe .....  | 21212029        |
| <b>CHƯƠNG 5: PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN PHẦN TỬ HỮU HẠN VÀ PHẦN MỀM MÔ PHỎNG.....</b>   | <b>23232332</b> |
| 1.Giới thiệu phương pháp phần tử hữu hạn trong phân tích kết cấu.....              | 23232332        |
| 1.1. Qui tắc chia miền thành các phần tử.....                                      | 23232332        |
| 1.2. Các dạng phần tử hữu hạn.....   | 23232332        |
| 2.Tổng quan về phần mềm Hyperwoks và ứng dụng trong mô phỏng kết cấu khung xe..... | 25252534        |
| 2.1.Giới thiệu về phần mềm Hyperwork .....   | 25252534        |
| 2.2.Công dụng của phần mềm Hyperwork .....   | 25252534        |
| 2.3. Giới thiệu về Hypermesh.....  | 25252534        |
| 2.3.1. Điểm nổi bật của sản phẩm .....   | 26262635        |
| 2.3.2. Lợi ích của Hypermesh.....  | 26262635        |
| 2.3.3.Tính năng tạo lưới HyperMesh.....  | 26262735        |
| 2.3.4.Khả năng tương tác.....  | 27272736        |
| 2.3.5. Tùy chỉnh trong HyperMesh.....  | 27272736        |
| 2.3.6. Tương tác các bộ giải CAE.....  | 27272736        |
| 2.4. Giao diện, thao tác cơ bản Hyperworks .....                                   | 27272736        |
| 2.4.1. User profile .....  | 28282837        |
| 2.4.2. Các Panel lệnh trong HyperMesh.....   | 29292937        |
| 2.4.3. Các chế độ hiển thị.....  | 31313139        |
| 2.4.4. Geometry (Mô hình hình học).....  | 31313139        |
| 3. Quy trình mô phỏng trên Hyperworks.....   | 34343443        |
| 3.1. Nhập và chỉnh sửa mô hình – Khâu nền tảng của mô phỏng.....                   | 35343443        |
| 3.2. Xây dựng bài toán .....   | 35343543        |
| 3.3. Giải bài toán.....  | 36353544        |

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

|  |                 |
|--|-----------------|
| 3.4. Đánh giá kết quả – Biến dữ liệu thành thông tin kỹ thuật .....                      | 36353544        |
| <b>CHƯƠNG 6: PHÂN TÍCH ĐỘ BỀN KHUNG XE FORD RANGER VÀ ĐỀ XUẤT CẢI TIẾN .....</b>         | <b>37363745</b> |
| <b>1. Xây dựng mô phỏng kiểm bền khung xe ford Ranger trên phần mềm Hyperworks. ....</b> | <b>37363745</b> |
| 1.1. Import mô hình vào phần mềm.....  | 37363745        |
| 1.2. Midsurface: Đưa về mặt phẳng trung bình .....                                       | 37363745        |
| 1.3. Chia lưới cho mô hình .....   | 38373846        |
| 1.4. Kiểm Tra chất lượng lưới .....  | 40394048        |
| 1.5. Liên kết mô hình .....  | 43424350        |
| 1.6. Tạo thuộc tính. ....  | 44434451        |
| 1.6.1 Tạo vật liệu.....  | 44434452        |
| 1.6.2. Tạo bề dày cho khung xe .....   | 46444653        |
| 1.7. Tạo RBE2 .....  | 47464754        |
| 1.7.1 Tạo RBE2 cho giá đỡ nhíp .....   | 47464754        |
| 1.7.2. Tạo RBE 2 thùng xe .....  | 48474855        |
| 1.7.3. Tạo RBE2 thùng cabin .....  | 49484956        |
| 1.7.4. Tạo RBE2 động cơ .....  | 50485057        |
| 1.7.5. Tạo thanh Beam. ....  | 51495158        |
| 1.8. Giả lập khối lượng .....  | 53505259        |
| 1.9. Đặt điều kiện biên.....   | 54515360        |
| 1.9.1. Tạo SPC.....  | 54515360        |
| 1.9.2. Trường hợp bánh xe sập hồ .....   | 57535562        |
| 1.9.3. Trường hợp quay vòng .....  | 58545662        |
| 1.9.4. Trường hợp phanh gấp.....   | 59555763        |
| <b>2. Đánh giá kết quả và đề xuất phương án cải tiến kết cấu khung xe.....</b>           | <b>60555764</b> |
| 2.1. Trường hợp xe sập hồ .....  | 60555764        |
| 2.2. trường hợp quay vòng.....   | 61575965        |
| 2.3. Trường hợp phanh gấp .....  | 62586066        |
| 2.4. Đề xuất phương án cải tiến .....  | 63596166        |
| 2.4.1. Nguyên nhân gây ra ứng suất cao tại giá đỡ giảm chấn.....                         | 63596167        |
| 2.4.2. Đề xuất phương án cải tiến.....   | 64596267        |

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

|  |                 |
|--|-----------------|
| 2.4.2.1. Tăng độ dày cục bộ.....                                   | 64596267        |
| 2.4.2.2. Dịch chuyển vị trí lỗ giảm chấn thoát khỏi vùng cong..... | 65606368        |
| 2.4.2.2. Rút bớt vật liệu tại vị trí dư thừa.....                  | 66616469        |
| <b>3. Đánh giá kết quả phương án cải tiến khung xe.....</b>        | <b>71646772</b> |
| <b>4. Sự thay đổi khối lượng sau khi cải tiến khung xe.....</b>    | <b>7164677</b>  |
| <b>CHƯƠNG 7: KẾT LUẬN VÀ ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN .....</b>           | <b>76697274</b> |
| <b>1. Kết luận về kết quả nghiên cứu .....</b>                     | <b>76697274</b> |
| <b>2. Đề xuất hướng phát triển và ứng dụng thực tế.....</b>        | <b>79727577</b> |
| <b>2.1. Hướng Phát Triển Tiếp Theo .....</b>                       | <b>79727577</b> |
| <b>2.2. Ứng Dụng Thực Tế.....</b>                                  | <b>80737678</b> |
| <b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>                                    | <b>76</b>       |

Formatted: Font: Bold

Formatted: Font: Bold

Formatted: Normal, Centered

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

## PHỤ LỤC HÌNH ẢNH

|  |    |
|--|----|
| Hình 2. 1: Ford Ranger XTL 2021 .....  | 7  |
| Hình 2. 2: Khung xe bị cong vênh ảnh hưởng đến khả năng chịu lực của xe .....            | 10 |
| Hình 2. 3: Trường hợp nứt gãy trên khung xe Ford Ranger .....                            | 11 |
| Hình 3. 1: Khung xe Ford Ranger XTL 2021 .....   | 12 |
| Hình 3. 2: Kích thước cơ bản khung xe Ford Ranger XTL 2021 .....                         | 15 |
| Hình 3. 3: Cấu trúc dầm dọc .....  | 16 |
| Hình 3. 4: Thanh dầm ngang 1 .....   | 17 |
| Hình 3. 5: Thanh dầm ngang 2 .....   | 17 |
| Hình 3. 6: Thanh dầm ngang 3 .....   | 17 |
| Hình 3. 7: Giá đỡ nhíp .....   | 18 |
| Hình 3. 8: Giá đỡ giảm chấn .....  | 19 |
| Hình 5. 1: Các dạng biên dạng chung giữa các phần tử .....                               | 23 |
| Hình 5. 2: Bộ công cụ mô hình hoá Hypermesh .....  | 25 |
| Hình 5. 3: Giao diện ban đầu Hypermesh .....   | 27 |
| Hình 5. 4: User Profile .....  | 28 |
| Hình 5. 5: Panel có panel con bên trong .....  | 29 |
| Hình 5. 6: Panel chứa các panel con và thêm một số tùy chọn khác .....                   | 29 |
| Hình 5. 7: Hình Các công cụ trong lệnh panel .....                                       | 29 |
| Hình 5. 8: Chế độ xe Element .....   | 31 |
| Hình 5. 9: Công cụ để điều khiển các chế độ hiển thị mô hình .....                       | 32 |
| Hình 5. 10: Pull Down Menus .....  | 33 |
| Hình 5. 11: Icon Toolbars .....  | 34 |
| Hình 5. 12: Quy trình thực hiện mô phỏng trên Hyperworks .....                           | 35 |
| Hình 6. 1: Import mô hình vào phần mềm Hypermesh .....                                   | 37 |
| Hình 6. 2: Thanh công cụ Toolbar thực hiện thao tác chuyển về mặt phẳng trung bình ..... | 38 |
| Hình 6. 3: Sau khi thực hiện midsurface .....  | 38 |
| Hình 6. 4: Thanh công cụ toolbar mục chia lưới (phím tắt F12) .....                      | 39 |
| Hình 6. 5: lưới mesh sau khi chia .....  | 40 |

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 16 pt, Bold

Formatted: Font: 16 pt

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

*Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*

|  |        |
|--|--------|
| Hình 6. 6: Thanh công cụ toolbar thao tác trên Qualityinnex .....                | 414041 |
| Hình 6. 7: kiểm tra chất lượng lưới.....   | 414041 |
| Hình 6. 8: Thanh công cụ toolbar lệnh QI Optimize .....                          | 424142 |
| Hình 6. 9: Lưới đạt chuẩn .....  | 434143 |
| Hình 6. 10: Tạo compoment mỗi hàn .....  | 434243 |
| Hình 6. 11: Mỗi hàn liên kết giữa các chi tiết với nhau.....                     | 444244 |
| Hình 6. 12: Thao tác tạo vật liệu trên thanh công cụ.....                        | 444344 |
| Hình 6. 13: Gán thông số E,G, RHO .....  | 464446 |
| Hình 6. 14: Thao tác tạo bề dày cho các chi tiết khung xe .....                  | 464546 |
| Hình 6. 15: Các chi tiết dầm ngang, dọc sau khi gán bề dày.....                  | 474647 |
| Hình 6. 16: Thanh toolbar thực hiện tạo RBE2 .....                               | 484648 |
| Hình 6. 17: RBE2 tại giá đỡ nhíp .....   | 484748 |
| Hình 6. 18: RBE2 tạo toạ độ trong tâm khung xe.....                              | 494749 |
| Hình 6. 19: Các vị trí đáy khung cabin .....                                     | 494849 |
| Hình 6. 20: RBE2 tạo toạ độ trong tâm thùng xe .....                             | 504850 |
| Hình 6. 21: vị trí gán bulong đồng cơ.....                                       | 504950 |
| Hình 6. 22: Thanh công cụ toolbar tạo thanh beam.....                            | 514951 |
| Hình 6. 23: Thanh Beam tại 2 đầu giá đỡ nhíp.....                                | 525052 |
| Hình 6. 24: Thanh Beam tại vị trí giảm chấn cầu trước .....                      | 535052 |
| Hình 6. 25: Công cụ này cho phép tạo phần tử lưới trung lập ( concentrated mass) | 535153 |
| Hình 6. 26 :Đặt khối lượng tại các vị trí.....                                   | 545153 |
| Hình 6. 27: Tạo SPC trong Load Collectors.....                                   | 555254 |
| Hình 6. 28: Ngầm SPC tại tâm bánh xe .....                                       | 565255 |
| Hình 6. 29: Điều kiện biên gán cho trường hợp bánh xe sập hố .....               | 575355 |
| Hình 6. 30: Điều kiện biên đối với trường hợp bánh xe quay vòng .....            | 585456 |
| Hình 6. 31 Điều kiện biên đối với trường hợp xe phanh gấp .....                  | 595557 |
| Hình 6. 32: Kết quả trường hợp bánh xe sập hố .....                              | 605658 |
| Hình 6. 33: Trường hợp xe quay vòng.....   | 615759 |
| Hình 6. 34: Trường hợp xe phanh gấp.....   | 625860 |
| Hình 6. 35: Ứng suất tại giá đỡ giảm chấn trường hợp banh xe sập hố .....        | 635961 |
| Hình 6. 36: Đề xuất cải tiến bằng cách răng bề dày tại vị trí ứng suất lớn.....  | 646063 |

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger

|  |               |
|--|---------------|
| <u>Hình 6. 37: Vị trí lỗ được dịch chuyển ra khỏi vùng cong .....</u>          | <u>656063</u> |
| <u>Hình 6. 38: Gia đỡ giảm chấn sau khi được cải tiến.....</u>                 | <u>666164</u> |
| <u>Hình 6. 39: 4 thanh dầm ngang trường hợp phanh gấp chưa cải tiến .....</u>  | <u>676265</u> |
| <u>Hình 6. 40: 4 thanh dầm ngang ở trường hợp sập hồ chưa cải tiến .....</u>   | <u>686265</u> |
| <u>Hình 6. 41: 4 thanh dầm ngang ở trường hợp quay vòng chưa cải tiến.....</u> | <u>686265</u> |
| <u>Hình 6. 42: 4 thanh dầm ngang trường hợp sập hồ đã cải tiến .....</u>       | <u>706366</u> |
| <u>Hình 6. 43: 4 thanh dầm ngang trường hợp quay vòng đã cải tiến.....</u>     | <u>706366</u> |
| <u>Hình 6. 44: 4 thanh dầm ngang trường hợp phanh gấp đã cải tiến.....</u>     | <u>706366</u> |
| <u>Hình 6. 45: Khung xe trường hợp sập hồ sau khi được cải tiến .....</u>      | <u>716467</u> |
| <u>Hình 6. 46: Thanh dầm ngang 1 chưa cải tiến .....</u>                       | <u>716467</u> |
| <u>Hình 6. 47: Thanh dầm ngang 2 chưa cải tiến .....</u>                       | <u>716467</u> |
| <u>Hình 6. 48: Thanh dầm ngang 3 chưa cải tiến .....</u>                       | <u>716467</u> |
| <u>Hình 6. 49: Thanh dầm ngang 4 chưa cải tiến .....</u>                       | <u>716467</u> |
| <u>Hình 6. 50: Thanh dầm ngang 1 đã cải tiến .....</u>                         | <u>716467</u> |
| <u>Hình 6. 51: Thanh dầm ngang 2 đã cải tiến .....</u>                         | <u>716467</u> |
| <u>Hình 6. 52: thanh dầm ngang 3 đã cải tiến .....</u>                         | <u>70</u>     |
| <u>Hình 6. 53: Thanh dầm ngang 4 đã được cải tiến .....</u>                    | <u>70</u>     |
| <u>Hình 7. 1: Khung xe với trường hợp quay vòng đã được cải tiến .....</u>     | <u>777073</u> |
| <u>Hình 7. 2: Khung xe với trường hợp sập hồ đã được cải tiến.....</u>         | <u>787174</u> |
| <u>Hình 7. 3: Khung xe với trường hợp phanh gấp đã được cải tiến .....</u>     | <u>797175</u> |

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font color: Text 1

Formatted: Font color: Text 1

Formatted: Font: Underline, Font color: Hyperlink

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

## DANH SÁCH CÁC BẢNG

Formatted: Normal

Bảng 2. 1: Thông số cơ bản xe Ford Ranger XTL 2021 ..... 8

Bảng 3. 1: Thông số kỹ thuật khung xe Ford Ranger ..... 15

Bảng 4. 1: Xây dựng mô hình tính toán cho từng chế độ làm việc ..... 20

Bảng 6. 1: Thông số vật vật liệu ..... 4543

Bảng 6.2: khối lượng chi tiết trước khi cải tiến ..... 7265

Bảng 6.3: Khối lượng các chi tiết sau cải tiến ..... 7466

Formatted: Font: 1 pt

Formatted: Normal

Bảng 2. 1: Thông số cơ bản xe Ford Ranger XTL 2021 ..... 9

Formatted: Line spacing: 1,5 lines

Bảng 3. 1: Thông số kỹ thuật khung xe Ford Ranger ..... 15

Formatted: Line spacing: 1,5 lines

Bảng 4. 1: Xây dựng mô hình tính toán cho từng chế độ làm việc .. **Error! Bookmark not**

Formatted: Line spacing: 1,5 lines

**defined.**

Bảng 2. 1: Thông số cơ bản xe Ford Ranger XTL 2021 ..... 9

Formatted: Line spacing: 1,5 lines

Bảng 2. 1: Thông số cơ bản xe Ford Ranger XTL 2021 ..... 9

Bảng 2. 1: Thông số cơ bản xe Ford Ranger XTL 2021 ..... 9

Formatted: Table of Figures, Line spacing: 1,5 lines, Tab stops: 16,48 cm, Right, Leader: ...

Formatted: Font: Check spelling and grammar

Formatted: Normal, Line spacing: 1,5 lines, Tab stops: Not at 16,48 cm

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

## DANH SÁCH CÁC KÝ HIỆU, CHỮ CÁI VIẾT TẮT

### 1. Các kí hiệu:

| <u>Ký hiệu</u>       | <u>Thứ nguyên</u>          | <u>Diễn giải</u>                          |
|----------------------|----------------------------|---|
| <u>V</u>             | <u>[km / h],[m / s]</u>    | <u>Vận tốc</u>                            |
| <u>W</u>             | <u>[W]</u>                 | <u>Công suất</u>                          |
| <u>D</u>             | <u>[mm]</u>                | <u>Chiều dài cơ sở xe</u>                 |
| <u>R</u>             | <u>[mm]</u>                | <u>Chiều rộng cơ sở xe</u>                |
| <u>C</u>             | <u>[mm]</u>                | <u>Chiều cao cơ sở xe</u>                 |
| <u>V<sub>d</sub></u> | <u>[cm<sup>3</sup>]</u>    | <u>Dung tích xilanh</u>                   |
| <u>L</u>             | <u>[mm]</u>                | <u>Chiều dài Chassis</u>                  |
| <u>G<sub>0</sub></u> | <u>[kg]</u>                | <u>Trong lượng không tải của xe</u>       |
| <u>G<sub>1</sub></u> | <u>[kg]</u>                | <u>Trong lượng thùng hàng và hàng hoá</u> |
| <u>X</u>             | <u>[mm]</u>                | <u>Toa đô trong tâm khung xe</u>          |
| <u>d</u>             | <u>[g/m<sup>3</sup>]</u>   | <u>Trong lượng riêng</u>                  |
| <u>T</u>             | <u>[°C]</u>                | <u>Điểm nóng chảy</u>                     |
| <u>μ</u>             | <u>[mm<sup>2</sup> /s]</u> | <u>Độ thấm từ</u>                         |
| <u>v</u>             |                            | <u>Hê số Pison</u>                        |

**Chữ cái viết tắt**

|                |   |
|----------------|---|
| <b>LS-DYNA</b> | Livermore Software                              |
| <b>CAD</b>     | Computer-Aided Design                           |
| <b>RBE2</b>    | Rigid Body Element 2                            |
| <b>MMA</b>     | Motor Mixing Algorithm                          |
| <b>CFD</b>     | Computational Fluid Dynamics                    |
| <b>NX</b>      | NX Unigraphics                                  |
| <b>QI</b>      | Quality Index                                   |
| <b>STEP</b>    | Standard for the Exchange of Product Model Data |
| <b>SPH</b>     | Smoothed Particle Hydrodynamics                 |
| <b>CAE</b>     | Computer-Aided Engineering                      |
| <b>CFD</b>     | Computational Fluid Dynamics                    |
| <b>CAM</b>     | Computer-Aided Manufacturing                    |

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Font: 12 pt

Formatted: Normal, Space Before: Auto, After: Auto

Formatted Table

Formatted: Font: 12 pt

Formatted: Normal, Space Before: Auto, After: Auto

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, Not Bold

Formatted: Font:

Formatted: Space Before: 0 pt, After: 0 pt

Formatted: Font: 12 pt, Font color: Auto

Formatted: Space Before: Auto, After: Auto

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

*Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

## CHƯƠNG 1: MỞ ĐẦU

### 1. Tổng quan về đề tài và lý do chọn đề tài

#### 1.1. Tổng quan về đề tài.

Việc kiểm tra độ bền khung xe Ford Ranger trở nên cấp thiết do những phản nản ngày càng tăng từ người dùng về các vấn đề hư hỏng. Những sự cố này không chỉ ảnh hưởng đến độ an toàn mà còn làm giảm uy tín của sản phẩm, đòi hỏi một nghiên cứu kỹ lưỡng để giải quyết các vấn đề thực tế mà người dùng đang gặp phải.

Tại Việt Nam, nhiều khách hàng đã bày tỏ sự không hài lòng khi khung xe xuất hiện các vấn đề như nứt gãy hoặc biến dạng tại các điểm nối khi vận hành trên địa hình gồ ghề hoặc chở tải nặng. Tình trạng này không chỉ làm giảm độ an toàn mà còn gây ảnh hưởng tiêu cực đến uy tín của sản phẩm. Trên thị trường quốc tế, đặc biệt tại Úc và Thái Lan – nơi Ford Ranger là dòng xe bán tải phổ biến, khách hàng cũng liên tục phản ánh về độ bền khung xe không đáp ứng được kỳ vọng khi sử dụng trong điều kiện khắc nghiệt, dẫn đến áp lực lớn đối với hãng trong việc cải thiện thiết kế và chất lượng khung xe.

Đề tài mang tính đổi mới thông qua việc áp dụng phần mềm HyperWorks kết hợp với các phương pháp phân tích cấu trúc tiên tiến và mô phỏng số hóa để kiểm tra độ bền khung xe Ford Ranger. HyperWorks cho phép mô phỏng chi tiết các điều kiện tải trọng và dự đoán các điểm yếu cấu trúc với độ chính xác cao. So với các phương pháp truyền thống, nghiên cứu này tích hợp công nghệ mô phỏng hiện đại, mang lại các giải pháp cải tiến phù hợp với điều kiện thực tế tại Việt Nam.

Kết quả của đề tài có thể được ứng dụng trực tiếp trong việc cải tiến thiết kế khung xe Ford Ranger, giúp tăng độ bền và tuổi thọ của xe trong môi trường khai thác khắc nghiệt. Ngoài ra, phương pháp nghiên cứu sử dụng HyperWorks có thể được mở rộng để áp dụng cho các loại xe khác, đóng góp vào việc nâng cao chất lượng sản xuất và an toàn giao thông tại Việt Nam.

#### 1.2. Lý do chọn đề tài

- Nghiên cứu giúp đánh giá và đề xuất các giải pháp tăng độ bền khung xe, tối ưu kết cấu, giảm trọng lượng nhưng vẫn đảm bảo độ cứng vững.
- Kết hợp lý thuyết và mô phỏng thực tế.
- Giải quyết vấn đề thực tế và hư hỏng khung xe.

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 16 pt, Bold

Formatted: Normal, Centered

Formatted: Font: 16 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

- Hỗ trợ phát triển ngành công nghiệp ô tô tại Việt Nam.

## 2. Mục tiêu nghiên cứu

- Làm chủ công nghệ tính toán, đánh giá độ bền phân tích kết cấu khung xe Ford Ranger:
- Xây dựng được mô hình phần tử hữu hạn của khung xe
- Đánh giá độ bền của khung xe trong các trường hợp.
- Đề xuất giải pháp

⇒ Dựa trên kết quả phân tích, đưa ra các giải pháp cụ thể như cải thiện hiệu suất, khả năng vận hành và giải quyết được phần nào, phần hồi từ khách hàng của Ford Ranger.

## 3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu.

- Đối tượng nghiên cứu:

Đối tượng nghiên cứu của đề tài là **khung xe Ford Ranger** – một dòng xe bán tải phổ biến, tập trung vào việc đánh giá độ bền và khả năng chịu tải của khung xe trong các điều kiện vận hành thực tế. Nghiên cứu sẽ phân tích các đặc tính cơ học, cấu trúc vật liệu và các điểm yếu tiềm ẩn của khung xe thông qua mô phỏng bằng phần mềm HyperWorks.

- Phạm vi nghiên cứu:

Phạm vi nghiên cứu bao gồm việc mô phỏng và phân tích độ bền khung xe Ford Ranger trong các điều kiện tải trọng điển hình tại Việt Nam, như địa hình gồ ghề và tải nặng. Phân tích độ bền, biến dạng, ứng suất tập trung dưới tác dụng của các loại tải trọng cơ bản (tải trọng đứng, tải trọng phanh, tải trọng vào cua). Nghiên cứu tập trung vào việc ứng dụng HyperWorks để mô phỏng, không bao gồm thử nghiệm thực tế trên xe.

Đối tượng nghiên cứu: **Kết cấu khung xe Ford Ranger**

- Phạm vi mô phỏng:

Phân tích độ bền, biến dạng, ứng suất tập trung dưới tác dụng của các loại tải trọng cơ bản (tải trọng đứng, tải trọng phanh, tải trọng vào cua).

- Phân tích độ cứng vững của khung xe trong bài toán uốn và xoắn.

+Đánh giá tổng quan về khả năng làm việc của kết cấu qua các chỉ tiêu như phân bố ứng suất, hệ số an toàn, biến dạng cực đại.

+Không đi sâu vào mô phỏng va chạm (crash simulation) hay dao động tự do phức tạp ngoài phạm vi cần thiết cho kiểm nghiệm cơ bản.

#### 4. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu dựa trên việc kết hợp các kỹ thuật mô phỏng số hóa và phân tích cấu trúc bằng phần mềm HyperWorks. Cụ thể:

- Thu thập dữ liệu lý thuyết và thực tế:
- Tìm hiểu về kết cấu, vật liệu và nguyên lý làm việc của khung xe ô tô.
- Thu thập thông số hình học và cơ lý tính của khung xe (từ tài liệu kỹ thuật, catalog, đo thực tế).
- Mô hình hóa 3D và chuẩn bị mô phỏng:
- Xây dựng mô hình khung xe bằng phần mềm CAD (như SolidWorks hoặc Catia).
- Chuyển đổi mô hình sang HyperMesh để chia lưới (mesh) và gán điều kiện biên, tải trọng.
- Phân tích bằng phần mềm HyperWorks:
- Sử dụng HyperView và OptiStruct để thực hiện phân tích tuyến tính tĩnh.
- Quan sát kết quả: phân bố ứng suất, biến dạng, đánh giá độ cứng và độ bền.
- Đánh giá và đề xuất:

+So sánh kết quả mô phỏng với tiêu chuẩn an toàn hoặc giá trị cho phép.

+Đề xuất phương án cải tiến thiết kế nếu cần (tăng cường gân, thay đổi vật liệu)

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

## **CHƯƠNG 2: GIỚI THIỆU CHUNG VỀ Ô TÔ FORD RANGER**

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 16 pt, Bold

Formatted: Normal, Centered

Formatted: Font: 16 pt

### **1. Tổng quan về dòng xe Ford Ranger**

#### **1.1. Lịch sử hình thành.**

Ford Ranger là một dòng xe bán tải nổi tiếng của hãng Ford, được thiết kế và phát triển bởi đội ngũ chuyên gia hàng đầu tại Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Sản phẩm toàn cầu của Ford ở Úc. Được ra mắt tại nhiều thị trường trên thế giới, Ford Ranger nổi bật với khả năng vận hành mạnh mẽ, vượt qua nhiều loại địa hình và chinh phục các điều kiện khắc nghiệt. Tại Việt Nam, Ford Ranger là một trong những dòng xe bán tải phổ biến nhất, được ưa chuộng trong các ngành công nghiệp, nông nghiệp và cả sử dụng cá nhân nhờ thiết kế cứng cáp, động cơ bền bỉ và khả năng chịu tải tốt.

- 1982: Ford Ranger tại Hoa Kỳ:

Vào ngày 13 tháng 1 năm 1982, chiếc Ford Ranger đầu tiên ra mắt công chúng tại Triển lãm ô tô Syracuse dưới dạng một sản phẩm mới sẽ được bán vào năm 1983. Mặc dù có kích thước nhỏ gọn nhưng chiếc xe tải vẫn có đủ chỗ cho ba người và có tải trọng 1.600 pound (725 KG), đồng thời mang lại sự mạnh mẽ và tiết kiệm nhiên liệu huyền thoại của Ford.

- 1998: Chiếc Ford Ranger toàn cầu:

Cái tên Ranger lần đầu tiên xuất hiện trên các xe bán tải dành cho thị trường Châu Âu và Châu Á vào năm 1998. Ranger thay thế cho Courier, cái tên đã từng là gương mặt đại diện của Ford trong khu vực trong hơn 30 năm. Ranger được giới thiệu với ba kiểu cabin, hai tùy chọn chiều dài cơ sở và nhiều lựa chọn động cơ mạnh mẽ, hiệu quả. Đây là một trong những chiếc xe đầu tiên được chế tạo tại nhà máy AutoAlliance Thái Lan ở Rayong.

- 2005: Ranger Wildtrak xuất hiện:

Phiên bản cao nhất của Ranger vào thời điểm đó là Wildtrak. Phiên bản này đã giúp khách hàng thực hiện những công việc khó khăn và đồng thời đáp ứng các mục đích giải trí và thỏa mãn đam mê. Với bánh xe lớn hơn, thanh thể thao độc đáo, thanh ray ở thùng xe, thanh ray nóc và bậc lên xuống, Wildtrak được trang bị để thỏa mãn mọi nhu cầu. Những tính năng này vẫn là trọng tâm trong thiết kế của Wildtrak cho đến ngày nay.

- 2006: Ford Ranger Thế hệ Thứ hai:

Với các đặc điểm thiết kế của dòng xe bán tải toàn cầu và hai tùy chọn động cơ diesel, Ranger đã thiết lập các tiêu chuẩn mới về độ hiệu quả và tin cậy. Vào thời điểm này, sản

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

phẩm Courier đã không còn được duy trì ở Australia, đồng thời một bản nâng cấp vào năm 2009 cho Ranger đã giới thiệu thiết kế lưới tản nhiệt ba thanh mới và phiên bản thể thao Wildtrak cao cấp nhất đã lan rộng ra nhiều thị trường hơn.

– 2011: Ford Ranger Thế hệ Thứ ba:

Ranger thế hệ thứ ba đã được ra mắt tại Triển lãm ô tô quốc tế Úc 2010 ở Sydney. Được thiết kế, chế tạo và phát triển tại Úc, chiếc Ranger này đã thay thế hai biến thể riêng của khu vực bằng một chiếc xe bán tải cỡ trung dành cho toàn cầu. Được quảng cáo là chiếc xe bán tải cỡ trung mạnh mẽ nhất mà Ford từng chế tạo, chiếc bán tải hoàn toàn mới này được sản xuất tại Rayong, Thái Lan và Silverton, Nam Phi, đồng thời được phân phối tới hơn 180 quốc gia.

– 2015: Facelift cho Ranger Thế hệ Thứ ba

Các nguyên tắc thiết kế động học mới của Ford với tên gọi Kinetic đã định hướng cho thiết kế của Ranger phiên bản nâng cấp. Nổi bật với lưới tản nhiệt một thanh hình bầu dục thay thế cho thiết kế ba thanh hình chữ nhật. Nội thất cũng được thiết kế lại với thiết kế bảng điều khiển trông cứng cáp hơn kết hợp với màn hình SYNC trung tâm. Ranger cũng giới thiệu những công nghệ lần đầu tiên xuất hiện trong phân khúc, bao gồm hỗ trợ giữ làn đường, kiểm soát hành trình thích ứng và hỗ trợ đỗ xe phía trước và sau.

– 2016: Ford Thái Lan:

Nhà máy Sản xuất Ford Thái Lan (FTM), khai trương vào năm 2012, đã bắt đầu sản xuất Ranger mới để đáp ứng nhu cầu toàn cầu.

– 2018: Ranger Raptor xuất hiện

Ra mắt tại Thái Lan vào tháng 2 năm 2018 và được phát triển bởi Ford Performance tại Úc, Ranger Raptor đã nâng hiệu suất địa hình lên một tầm cao mới cho những thị trường không có F-150 Raptor. Với động cơ diesel bi-turbo 2.0 lít mạnh mẽ, hộp số tự động 10 cấp, hệ dẫn động bốn bánh, khung gầm được nâng cấp và hệ thống treo FOX được tinh chỉnh đặc biệt để phù hợp với việc đi địa hình, Ranger Raptor đã làm hài lòng các chủ sở hữu cũng như các phóng viên báo chí được trải nghiệm.

– 2019: Ranger trở lại thị trường Hoa Kỳ

Mang vẻ bề ngoài tương tự như Ranger toàn cầu, mẫu xe của thị trường Hoa Kỳ có một số thay đổi về thiết kế – bao gồm tám cân bằng thép gắn trên khung – để tuân thủ các quy định của Hoa Kỳ và giúp tăng khả năng chịu tải. Quá trình sản xuất của mẫu xe này bắt đầu vào ngày 29 tháng 10 năm 2018 tại Nhà máy lắp ráp Michigan ở Wayne, Michigan.

– 2021: Ranger Thế hệ Thứ tư ra mắt

Ranger toàn cầu thế hệ thứ tư được công bố vào tháng 11 năm 2021. Với diện mạo hoàn toàn mới và cách tiếp cận thiết kế và phát triển tập trung vào khách hàng, Ranger mới có nhiều tính năng công nghệ cao hơn, kết nối thông minh, khả năng vận hành vượt trội, khả năng chịu tải tốt hơn và linh hoạt hơn bao giờ hết. Dự án Ranger toàn cầu được dẫn dắt bởi nhóm thiết kế và kỹ thuật của Ford tại Úc, với sự hỗ trợ từ các nhóm phát triển sản phẩm và chuyên môn từ mạng lưới các kỹ sư và nhà thiết kế toàn cầu của Ford.

– 2022: Ranger Raptor Mới xuất hiện

Vào ngày 22 tháng 2, Ford đã tiết lộ biến thể hiệu suất cao nhất của Ranger – Ranger Raptor – được thiết kế với công nghệ thông minh hơn để kiểm soát các trang bị thể hệ mới cứng cáp hơn.

– 2022: Ranger Raptor thống lĩnh giải Baja 1000

Ranger Raptor là chiếc xe luôn sẵn sàng cho những cuộc đua, nhưng vẫn hoàn toàn hợp pháp để lưu thông trên đường, chiếc xe đã có màn trình diễn gần như hoàn hảo qua một trong những cuộc đua địa hình khắc nghiệt và nổi tiếng nhất thế giới SCORE-International Baja 1000 ở Mexico và sau đó quay trở lại Riverside, California. Chiếc xe bán tải hiệu năng cao đã được Kelly Racing chuẩn bị cho cuộc đua ở Úc và được thử nghiệm và tinh chỉnh bởi Lovell Racing và Huseman Engineering ở Hoa Kỳ.

– 2023: Ranger tiếp tục phát triển

Ford đã giới thiệu những cải tiến mới, chẳng hạn như Hệ thống giá đỡ linh hoạt và Hỗ trợ đánh lái trên đường off-road, để giúp khách hàng Ranger sử dụng xe tải của họ theo những cách mới và thú vị.

## 1.2. Lý do chọn khung xe Ford Ranger 2021

Khung xe Ford Ranger 2021 được lựa chọn làm đối tượng nghiên cứu vì độ cứng vững và bền bỉ đã được chứng minh qua nhiều thử nghiệm và phản hồi thực tế. Khung gầm của phiên bản này được thiết kế theo tiêu chuẩn Mỹ, với hơn 5.000 điểm hàn trên thân xe, đảm bảo khả năng chịu lực vượt trội và bảo vệ xe khỏi ăn mòn. Tuy nhiên, bất chấp những ưu điểm này, khung xe vẫn nhận được nhiều phản hồi không tốt từ người dùng về các vấn đề như nứt gãy hoặc biến dạng, đặc biệt trong điều kiện vận hành khắc nghiệt. Điều này tạo động lực để nghiên cứu sâu hơn, nhằm tìm ra nguyên nhân và đề xuất giải pháp cải tiến.

## 1.3. Giới thiệu về mẫu xe bán tải Ford Ranger XTL 2021

## *Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*



Hình 2. 1: Ford Ranger XTL 2021

Ford Ranger XLT 2021 bản 2.2L 4X4 MT gây ấn tượng mạnh mẽ đến khách hàng trong nước bởi ngoại hình vô cùng thể thao và hầm hố với kích thước tổng thể dài x rộng x cao lần lượt là 5362 x 1860 x 1830 mm.

Không gian nội thất của Ranger XLT 2.2L 4X4 MT khá rộng rãi với chiều dài cơ sở đạt 3220 mm. Xe được tích hợp gương chiếu hậu trong với hai chế độ ngày và đêm nhằm cải thiện tầm quan sát của người lái.

Hệ thống điều hòa nhiệt độ trên Ranger XLT 2.2L 4X4 MT chỉ là loại chỉnh tay thông dụng, các thiết bị thông tin giải trí được Ford trang bị đầy đủ, cụ thể gồm có: đầu CD 1 đĩa, MP3, AM/FM, Ipod, USB, Bluetooth, dàn âm thanh 6 loa tạo ra những giai điệu sôi động.

Dưới nắp capo của Ranger XLT 2.2L 4X4 MT là loại động cơ Turbo Diesel 2.2L i4 TDCi, trực cam kép, có làm mát khí nạp sản sinh công suất tối đa 158 mã lực ở vòng tua 3200 vòng/phút, mô men xoắn cực đại 385 Nm tại dải vòng tua 1600-2500 vòng/phút.

Những chướng ngại vật trên đường khó có thể cản đường Ranger XLT 2.2L 4X4 MT khi xe có gầm cao đến 200 mm. Ford Ranger XLT 2.2L 4X4 MT sử dụng bộ lốp dày có thông số 265/65R17 giúp giữ cho toàn bộ cơ thể chiếc xe trong trạng thái êm ái.

Khả năng vận hành của xe được hỗ trợ đáng kể nhờ được trang bị hệ thống treo trước độc lập, tay đòn kép, lò xo trụ và ống giảm chấn, treo sau loại nhíp với ống giảm chấn kết hợp cùng phanh trước/sau dạng đĩa/tang trống. Ngoài ra, việc sử dụng tay lái trợ lực điện đã giúp việc đánh lái trở nên rất nhẹ nhàng.

### 1.3. Thông số cơ bản của Ford Ranger XTL 2021

*Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

**Bảng 2.1: Thông số cơ bản xe Ford Ranger XTL 2021**

*Bảng 2.1: Thông số cơ bản xe Ford Ranger XTL 2021*

Formatted: bảng

| STT                           | HỆ THỐNG                                 | THÔNG SỐ   |
|-------------------------------|--|--|
| Động cơ và tính năng vận hành |  |  |
| 1                             | Loại Cabin                               | Cabin kép  |
| 2                             | Động cơ                                  | Turbo Diesel 2,2L i4 TDCi                                      |
| 3                             | Dung tích xy lanh (cc)                   | 2198   |
| 4                             | Công suất cực đại (Ps/rpm)               | 160 (118kW)/3750   |
| 5                             | Mô men xoắn cực đại(Nm/rpm)              | 385/1600-2500  |
| 6                             | Tiêu chuẩn khí thải                      | EURO 4   |
| 7                             | Hệ thống truyền động                     | Hai cầu chủ động 4x4   |
| 8                             | Gài cầu điện                             | Có   |
| 9                             | Khóa vi sai cầu sau                      | Có   |
| 10                            | Hộp số                                   | Số sàn 6 cấp   |
| 11                            | Trợ lực lái                              | Trợ lực điện   |
| Kích thước và trọng lượng     |  |  |
| 12                            | Dài x Rộng x Cao (mm)                    | 5362 x 1860 x 1830   |
| 13                            | Khoảng sáng gầm xe (mm)                  | 200  |
| 14                            | Chiều dài cơ sở (mm)                     | 220  |
| 15                            | Bán kính quay vòng tối thiểu (mm)        | 6350   |
| 16                            | Trọng lượng toàn bộ xe tiêu chuẩn (kg)   | 3200   |
| 17                            | Trọng lượng không tải xe tiêu chuẩn (kg) | 2015   |
| 18                            | Tải trọng định mức xe tiêu chuẩn (kg)    | 824  |
| 19                            | Góc thoát sau (độ)                       | 20,9   |
| 20                            | Kích thước thùng hàng (Dài x Rộng x Cao) | 1500 x 1560 / 1150 x 510                                       |
| Hệ thống treo                 |  |  |
| 21                            | Hệ thống treo trước                      | Hệ thống treo độc lập, tay đòn kép, lò xo trụ và ống giảm chấn |
| 22                            | Hệ thống treo sau                        | Nhíp với ống giảm chấn   |
| Hệ thống phanh                |  |  |
| 23                            | Phanh trước                              | Phanh đĩa  |
| 24                            | Phanh sau                                | Tang trống   |
| 25                            | Cỡ lốp                                   | 265/65R17  |
| 26                            | Bánh xe                                  | Vành hợp kim nhôm đúc 17                                       |
| Trang thiết bị an toàn        |  |  |
| 27                            | Túi khí phía trước                       | Có   |
| 28                            | Túi khí bên                              | Không  |
| 29                            | Túi khí rèm dọc 2 bên trần xe            | Không  |
| 30                            | Camera lùi                               | Không  |

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

*Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

|                           |   |  |
|---------------------------|---|--|
| 31                        | Cảm biến hỗ trợ đỗ xe                           | Cảm biến phía sau  |
| 32                        | Hệ thống chống bó cứng phanh                    | Có   |
| 33                        | Hệ thống phân phối lực phanh điện tử            | Có   |
| 34                        | Hệ thống cân bằng điện tử                       | Không  |
| 35                        | Hệ thống kiểm soát giảm thiểu lật xe            | Không  |
| 36                        | Hệ thống kiểm soát xe theo tải trọng            | Không  |
| 37                        | Hệ thống hỗ trợ khởi hành ngang dốc             | Không  |
| 38                        | Hệ thống hỗ trợ đổ đèo                          | Không  |
| 39                        | Hệ thống kiểm soát hành trình                   | Cruise Control   |
| 40                        | Hệ thống hỗ trợ chuyển làn và duy trì làn đường | Không  |
| 41                        | Hệ thống cảnh báo va chạm trước                 | Không  |
| 42                        | Hệ thống hỗ trợ đỗ xe chủ động song song        | Không  |
| 43                        | Hệ thống chống trộm                             | Không  |
| Trang thiết bị ngoại thất |   |  |
| 44                        | Cụm đèn phía trước                              | Projector với khả năng tự động bật tắt với cảm biến ánh sáng |
| 45                        | Đèn chạy ban ngày                               | Không  |
| 46                        | Gạt mưa tự động                                 | Có   |
| 46                        | Đèn sương mù                                    | Có   |
| 48                        | Gương chiếu hậu ban ngày                        | Điều chỉnh điện – Crom                                       |
| 49                        | Bộ trang bị thể thao                            | Không  |
| Trang thiết bị nội thất   |   |  |
| 50                        | Khởi động bằng nút bấm                          | Không  |
| 51                        | Chìa khóa thông minh                            | Không  |
| 52                        | Điều hòa nhiệt độ                               | Điều chỉnh tay   |
| 53                        | Vật liệu ghế                                    | Ni cao cấp   |
| 54                        | Tay lái   | Bọc da   |
| 55                        | Ghế lái trước                                   | Chỉnh tay 6 hướng  |
| 56                        | Ghế sau   | Ghế băng gấp được có tựa đầu                                 |
| 57                        | Gương chiếu hậu trong                           | Chỉnh tay 2 chế độ   |
| 58                        | Cửa kính điều khiển điện                        | Có   |
| 59                        | Hệ thống âm thanh                               | AM/FM CD 1 đĩa, MP3, Tpod & USB, Bluetooth, 6 loa            |
| 60                        | Hệ thống chống ồn chủ động                      | Không  |
| 61                        | Công nghệ giải trí SYNC                         | Điều khiển bằng giọng nói                                    |
| 62                        | Bản đồ dẫn đường                                | Không  |
| 63                        | Điều khiển âm thanh trên tay lái                | Có   |

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

## 2. Dạng hư hỏng của khung xe Ford Ranger XTL 2021

Khung gầm ô tô là bộ phận nâng đỡ tất cả các bộ phận, linh kiện khác của xe. Đồng thời, đây cũng là bộ phận kết nối tất cả các bộ phận khác, tạo nên hình dáng tổng thể của một chiếc xe, cũng như đảm bảo độ chắc chắn, ổn định và an toàn khi xe hoạt động.

Nguyên nhân gây ra hư hỏng khung gầm ô tô chủ yếu do các lực tác động từ bên ngoài như tai nạn, va chạm, chở quá tải trọng hoặc có thể bị gỉ sét, ăn mòn từ bên trong. Do đó, việc xác định những hư hỏng tiềm ẩn đối với khung gầm ô tô là điều quan trọng.

### 2.1 Khung xe bị uốn cong không đều.

Phần đầu xe được thiết kế để hấp thụ lực tác động khi va chạm. Do đó, đây là phần dễ bị cong vênh nhất của khung xe. Với một số bộ phận nhỏ, sự biến dạng, nhưng nếu bỏ qua vấn đề này, đây có thể là nguyên nhân gây ra các thiệt hại lớn hơn sau này.



Hình 2. 2: Khung xe bị cong vênh ảnh hưởng đến khả năng chịu lực của xe

### 2.2. Nứt khung (Cracked Chassis) và biến dạng khung (Bent Frame Sections)

- Một số trường hợp ghi nhận khung xe bị nứt, đặc biệt ở phía sau bánh sau. Nguyên nhân có thể do:
  - Chịu tải nặng thường xuyên
  - Sử dụng trong điều kiện địa hình khắc nghiệt
  - Chất lượng mối hàn không đảm bảo

⇒ Các vết nứt này có thể ảnh hưởng đến độ cứng vững và an toàn của xe .

- Khung xe có thể bị biến dạng hoặc cong vênh do:
  - Va chạm mạnh
  - Tải trọng vượt quá giới hạn thiết kế

### *Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*

- Sử dụng xe trong điều kiện không phù hợp

Biến dạng khung có thể dẫn đến lệch hệ thống treo, mòn lốp không đều và giảm hiệu quả lái xe .



*Hình 2. 3: Trường hợp nứt gãy trên khung xe Ford Ranger*

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Normal, Centered

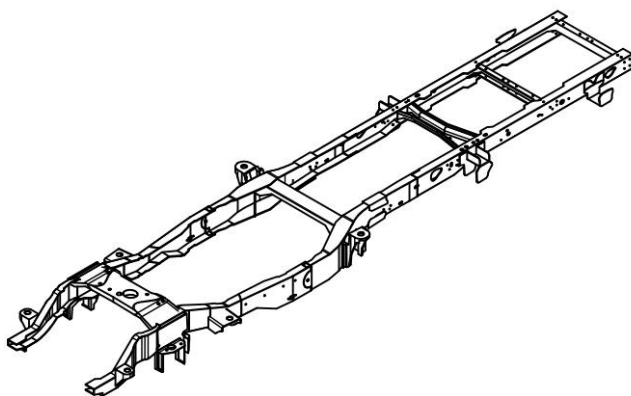
Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

## **CHƯƠNG 3: KẾT CẤU KHUNG XE FORD RANGER XTL 2021**

### **1. Cấu trúc Ford Ranger XTL 2021**

Ford Ranger là một trong những dòng xe bán tải được ưa chuộng nhất trên thế giới nhờ khả năng vận hành mạnh mẽ, thiết kế hiện đại và đặc biệt là khung gầm chắc chắn. Khung xe Ford Ranger được thiết kế để đáp ứng các yêu cầu khắt khe về độ bền, chịu tải và khả năng off-road, giúp xe vận hành linh hoạt trên mọi địa hình.



Hình 3. 1: Khung xe Ford Ranger XTL 2021

Thiết kế khung xe Ford ranger khá khác biệt có thể nói chẳng mấy liên quan đến những phiên bản trước đó. Sở hữu kích thước thân hình 5.398 x 2.180 x 1.873 mm (dài, rộng, cao), so với đàn anh đi trước khung xe ford ranger dài hơn khoảng 35 mm, rộng hơn 150 mm, cao hơn 13mm. Chính điều này đã giúp ford ranger ghi điểm với khách hàng bởi làm không gian trở nên rộng rãi và thoải mái hơn. Toàn bộ khung gầm của ford ranger còn được làm từ thép cường độ cao, phần cán trước và cán sau cũng được thiết kế bằng loại thép chịu lực đảm bảo độ chắc chắn cũng như an toàn

Đặc biệt hơn nữa, khung xe ford ranger được nâng độ cao gầm thêm 83 mm cũng như cải tiến khả năng offroad. Các thông số về góc cũng có sự thay đổi cụ thể là góc tới 32,5 độ; góc vượt dốc là 24 độ và cuối cùng là góc thoát 24 độ mang đến cảm giác mạnh mẽ hơn. Không chỉ có vậy thiết kế hệ thống giảm chấn của Ranger cũng có sự thay đổi là loại độc lập cả bốn bánh với liên kết đa điểm kết hợp với lò xo. Chính sự thay đổi này giúp khung xe ford ranger tăng khả năng thích ứng với mọi loại địa hình từ đồng bằng dễ đi cho đến hiểm trở trơn trượt. Với những ưu điểm nổi bật trên có thể nói khung xe ford ranger

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 16 pt, Bold

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 16 pt, Bold

Formatted: Font: 16 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

làm hài lòng bất cứ vị khách hàng. Nếu bạn đang muốn sở hữu một chiếc xe bán tải với khung gầm chắc chắn, mạnh mẽ và an toàn thì đừng bỏ qua ford ranger

Ford Ranger sử dụng thiết kế khung gầm rời dạng hình thang (Ladder Frame), giúp xe có khả năng chịu tải tốt hơn so với các dòng xe sử dụng khung liền khối (Unibody). Cấu trúc này bao gồm:

- Các dầm dọc: Chạy dọc theo chiều dài xe, giúp tăng độ cứng vững cho khung.
- Các thanh ngang gia cố: Kết nối các dầm dọc, tạo sự ổn định và tăng khả năng chống xoắn.
- Kết cấu gia cường tại các điểm trọng yếu: Nhằm tối ưu hóa khả năng chịu tải và hấp thụ lực khi xe di chuyển trên địa hình gồ ghề.

### 1.1.Nhiệm vụ của khung xe ford Ranger

- Nâng đỡ và liên kết các bộ phận chính.

+Khung xe đóng vai trò như xương sống của toàn bộ kết cấu ô tô.

+Trên khung xe, các hệ thống quan trọng như động cơ, hộp số, hệ thống truyền động, hệ thống treo, thân xe, hệ thống lái, hệ thống phanh... đều được gắn trực tiếp hoặc gián tiếp.

+Thiết kế khung phải đảm bảo vị trí và liên kết chính xác giữa các cụm hệ thống, đảm bảo sự đồng bộ về hoạt động.

- Chịu tải và chịu áp lực:

Khi xe vận hành, khung xe chịu đồng thời: Tải trọng tĩnh (trọng lượng bản thân xe, hành khách, hàng hóa).Tải trọng động (lực quán tính khi tăng tốc, lực ly tâm khi vào cua, lực phanh khi giảm tốc...). Khung xe phải phân phối tải trọng đều đến hệ thống treo, từ đó giúp xe vận hành ổn định, không bị rung lắc hoặc vặn xoắn quá mức.

- Tạo độ cứng vững và ổn định cho xe:

+Một khung xe tốt cần có độ bền tĩnh và độ bền động cao để chống lại biến dạng dưới tác dụng lâu dài của tải trọng.Nếu khung quá mềm, xe dễ bị rung, lắc và ảnh hưởng đến hệ thống treo, gây khó khăn trong điều khiển.

+Nếu khung quá cứng mà không có vùng đàn hồi, có thể làm tăng chấn động truyền vào khoang hành khách.Các nhà sản xuất như Ford thiết kế khung xe với sự cân bằng giữa độ cứng và khả năng hấp thụ xung lực, tùy thuộc vào mục đích sử dụng của xe (ví dụ: Ranger có thể dùng khung dạng hộp kín ở các đoạn chịu lực lớn để tăng cứng).

+Đảm bảo an toàn cho người ngồi trong xe:

+Trong va chạm, khung xe giúp hấp thụ và phân tán lực va chạm ra nhiều hướng, giảm xung lực trực tiếp lên khoang hành khách.

+Các vùng khung phía trước và sau thường được thiết kế với vùng biến dạng có kiểm soát (crumple zones) – mục tiêu là biến dạng để bảo vệ, không phải giữ nguyên.

+Tiêu chuẩn an toàn: Khung xe phải đáp ứng các tiêu chuẩn như NCAP, FMVSS, hay UNECE.

Ngoài ra, khung còn được kiểm nghiệm với các mô phỏng va chạm (Crash Test Simulation) bằng phần mềm CAE.

## 1.2. Ưu điểm khung xe ford Ranger XTL 2021

– Độ bền cao:

Khung gầm của Ford Ranger được thiết kế để chịu được tải trọng lớn, phù hợp với các nhu cầu chở hàng, kéo moóc hoặc di chuyển trên các cung đường khó khăn.

– Khả năng off-road vượt trội:

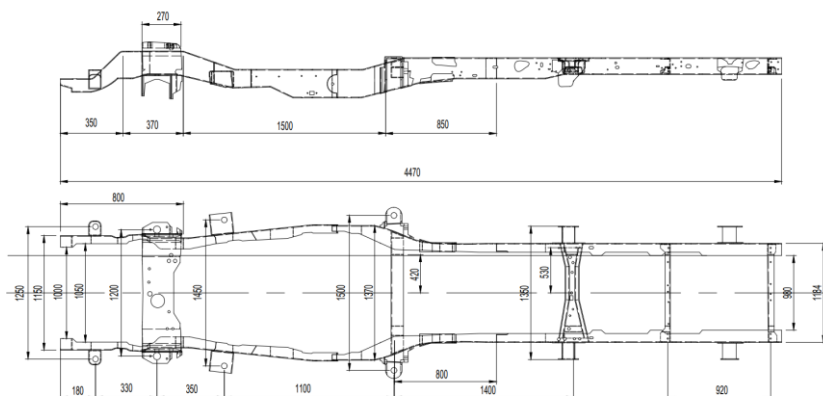
Nhờ thiết kế body-on-frame và khoảng sáng gầm xe cao, Ford Ranger có thể dễ dàng vượt qua các địa hình gồ ghề, bùn lầy hoặc đường sỏi đá mà không làm ảnh hưởng đến khung xe.

– Cải thiện độ an toàn:

Khung xe được thiết kế để hấp thụ và phân tán lực va chạm, giúp bảo vệ tối đa hành khách trong các tình huống khẩn cấp. Ngoài ra, các thanh gia cố giúp giảm thiểu độ biến dạng của khoang cabin khi có va chạm mạnh.

## 2. Số liệu của các cụm tổng thành lắp lên khung xe

### Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger



Hình 3. 222: Kích thước cơ bản khung xe Ford Ranger XTL 2021

Bảng 3. 1: Thông số kỹ thuật khung xe Ford Ranger

| STT | Thông số kỹ thuật   | Giá trị |
|-----|---------------------|---------|
| 1   | Chiều dài chassis   | 4470mm  |
| 2   | Chiều rộng chassis  | 1370mm  |
| 3   | Chiều dài cơ sở     | 3220mm  |
| 4   | Trọng lượng chassis | 2015kg  |
| 5   | Trọng lượng toàn bộ | 3200 kg |

– Chiều dài Chassis: 4470mm

Đây là chiều dài toàn bộ khung chính (khung rời), không bao gồm phần thân xe gắn lên trên. Kích thước này cho thấy Ford Ranger có khung khá dài, phù hợp với tải trọng lớn và cabin kép.

– Chiều rộng Chassis: 1370mm

Là khoảng cách giữa hai dầm chính khung xe. Độ rộng vừa phải giúp đảm bảo tính ổn định khi xe vận hành và dễ dàng tích hợp các hệ thống treo, cầu, động cơ.

– Chiều dài cơ sở: 3220mm

Là khoảng cách giữa trục bánh trước và bánh sau, ảnh hưởng đến khả năng điều khiển và độ ổn định của xe. Cơ sở dài mang lại không gian nội thất rộng hơn và cải thiện độ ổn định trên đường trường.

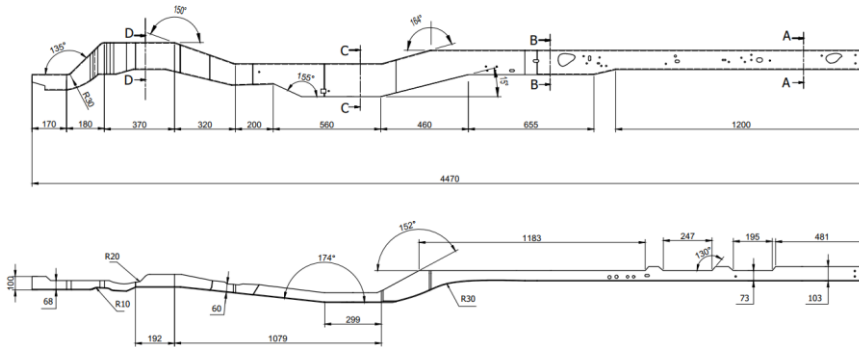
## Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger

Trọng lượng toàn bộ: bao gồm khung + thân vỏ + hệ thống truyền động + dầu mỡ + người và hàng hoá theo thiết kế. Ford Ranger XTL là một mẫu bán tải cỡ trung với sức chịu tải tốt, phù hợp cả cho vận tải và off-road.

Thiết kế đảm bảo dạng hộp kín tại các khu vực chịu tải lớn giúp gia tăng độ bền và độ cứng xoắn. Khoảng cách giữa các thanh giằng ngang được bố trí hợp lý, tăng độ ổn định tổng thể của khung.

Vùng đầu và đuôi chassis có thiết kế uốn cong, đây là khu vực có vùng biến dạng có kiểm soát (crumple zones) hỗ trợ giảm xung lực va chạm. Chiều cao khung tại vị trí gầm xe là 270 mm, cho thấy khung được nâng cao để phù hợp với khả năng vượt địa hình.

### 2.1. Dầm dọc



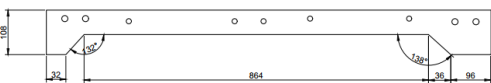
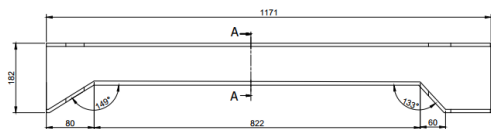
Hình 3.3: Cấu trúc dầm dọc

Dầm dọc, chịu tải chính của xe, kết nối với hệ thống treo tại trục trước và trục sau. Đảm bảo độ cứng dọc (longitudinal stiffness) và độ cứng xoắn (torsional stiffness) của khung.

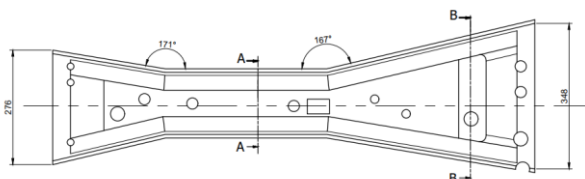
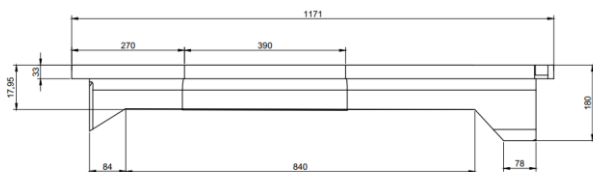
Truyền lực từ trục trước đến trục sau qua các mối hàn và thanh ngang. Các đoạn cong và độ cao thay đổi cho phép dầm dọc uốn cong một cách kiểm soát khi gặp va chạm hoặc tải trọng lớn, bảo vệ các bộ phận khác của xe. Độ dài và hình dạng liên tục (từ đầu đến cuối) giúp duy trì sự ổn định tổng thể của khung.

### 2.2. Dầm ngang.

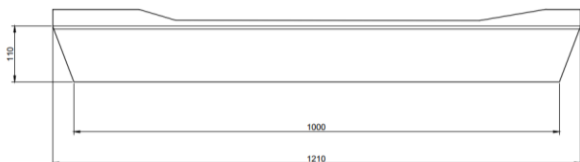
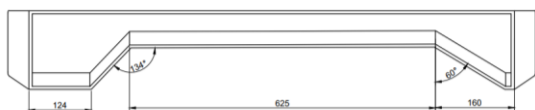
*Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*



Hình 3. 4: Thanh dầm ngang 1



Hình 3. 5: Thanh dầm ngang 2



Hình 3. 6: Thanh dầm ngang 3

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Space After: 3 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

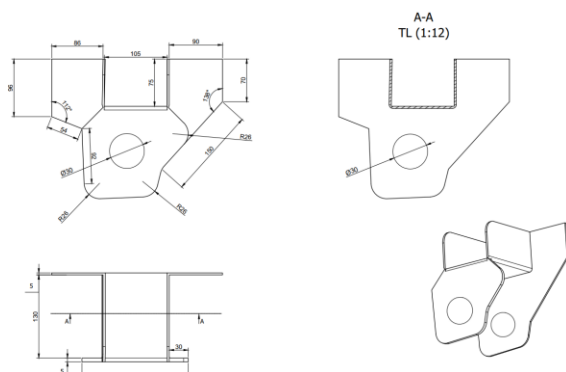
Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Dầm ngang không chỉ là một bộ phận kết nối đơn thuần mà còn là yếu tố cốt lõi trong việc đảm bảo tính toàn vẹn cấu trúc của khung xe Ford Ranger. Nó góp phần lớn vào khả năng chịu tải, ổn định, và hiệu suất tổng thể của xe, đặc biệt trong các tình huống đòi hỏi độ bền cao.

Dầm ngang được thiết kế để bổ sung độ cứng ngang và hỗ trợ phân bố lực, rất quan trọng cho xe bán tải như Ford Ranger khi hoạt động trên địa hình phức tạp. Dầm ngang hỗ trợ phân bố lực ngang từ các dầm dọc, giảm áp lực lên các điểm kết nối như trục hoặc treo, đảm bảo sự ổn định khi xe tăng tốc, phanh hoặc quay đầu.

Thiết kế của dầm ngang phản ánh sự cân nhắc kỹ lưỡng về nhu cầu thực tế của một chiếc xe bán tải: vừa phải mạnh mẽ để chở hàng nặng, vừa phải linh hoạt để thích nghi với các điều kiện vận hành đa dạng.

### 2.3. Giá đỡ nhíp



Hình 3. 7: Giá đỡ nhíp

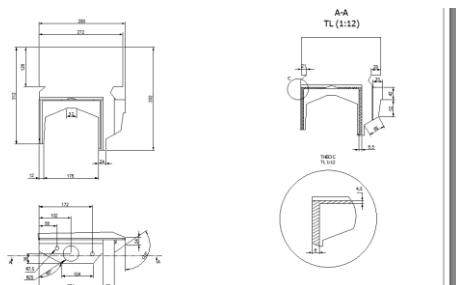
Giá đỡ nhíp là bộ phận trung gian kết nối hệ thống treo nhíp (leaf spring) với dầm dọc của khung xe. Nó đảm bảo nhíp được cố định chắc chắn, cho phép hệ thống treo hoạt động hiệu quả trong việc hấp thụ chấn động từ mặt đường.

Nhiệm vụ chính là truyền lực từ nhíp lên khung xe một cách ổn định, đặc biệt khi xe chịu tải nặng hoặc di chuyển trên địa hình gồ ghề.

Khi xe vận hành, nhíp sẽ chịu lực nén và uốn từ các dao động của bánh xe. Giá đỡ nhíp giúp phân tán lực này lên khung xe, giảm áp lực tập trung tại một điểm duy nhất, từ đó bảo vệ cả nhíp và khung xe khỏi hư hỏng.

### 2.4. Giá đỡ giảm chấn

## Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger



Hình 3. 8: Giá đỡ giảm chấn

Giá đỡ giảm chấn (shock absorber mount) là bộ phận quan trọng trong hệ thống treo của xe, bao gồm cả Ford Ranger, nhằm giảm thiểu rung động và va đập từ mặt đường truyền lên khung xe và cabin. Nguyên lý hoạt động dựa trên việc hấp thụ và tiêu tán năng lượng động học thông qua các cơ chế như ma sát, nén chất lỏng hoặc khí nén:

- Hấp thụ năng lượng: Giá đỡ giảm chấn thường kết hợp với bộ giảm chấn (shock absorber), sử dụng piston di chuyển trong xi lanh chứa dầu hoặc khí để chuyển đổi năng lượng rung động thành nhiệt năng, từ đó giảm độ dao động.
- Kết nối khung xe: Giá đỡ được gắn trực tiếp vào khung và hệ thống treo, đảm bảo truyền tải lực một cách ổn định, đồng thời bảo vệ các bộ phận khác khỏi hư hỏng.

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 13 pt

Formatted: Justified, Indent: First line: 1,27 cm, Space Before: 0 pt, After: 10 pt, Line spacing: Multiple 1,2 li

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 13 pt, Not

Formatted: List Paragraph, Justified, Line spacing: Multiple 1,2 li, Bulleted + Level: 1 + Aligned at: 0,63 cm + Indent at: 1,27 cm

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 13 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 13 pt, Not

Formatted: List Paragraph, Justified, Space Before: 0 pt, After: 0 pt, Line spacing: Multiple 1,2 li, Bulleted + Level: 1 + Aligned at: 0,63 cm + Indent at: 1,27 cm

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 13 pt

Formatted: Normal, Centered

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

## CHƯƠNG 4: CÁC CHẾ ĐỘ TÍNH TOÁN KHUNG XE

### 1. Giới thiệu các chế độ tính toán khung xe

Điều kiện địa hình có ảnh hưởng trực tiếp đến độ bền của thân xe. Khi xe di chuyển trên các loại địa hình khác nhau sẽ xuất hiện các lực khác nhau tác động lên hệ thống treo và truyền trực tiếp lên thân xe. Các lực này thay đổi tùy thuộc vào cường độ thay đổi của gia tốc tức thời. Các hệ số gia tốc tức thời được xác định thông qua quá trình thử nghiệm thực tế, từ đó thiết lập các tiêu chuẩn để áp dụng vào tính toán thiết kế thân xe Ford Ranger. Thân xe Ford Ranger khi thiết kế cần thỏa mãn các điều kiện làm việc.

### 2. Xây dựng mô hình tính toán cho từng chế độ làm việc

Dựa vào TL [13] của Thầy Phan Minh Đức và Thầy Lê Công Tín ta có thể đưa ra các điều kiện phân tích độ bền trên khung xe Ford Ranger.

*Bảng 4. 1: Xây dựng mô hình tính toán cho từng chế độ làm việc*

| STT | Trường hợp mô phỏng                | Hình ảnh minh họa phân lực tác động |
|-----|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1   | Bánh xe bị sụp hố (Uốn 2G)         |                                     |
| 2   | Bánh xe quay vòng (QV-0,5G)        |                                     |
| 3   | Xe phanh gấp (Phanh khi tiến-0,8G) |                                     |

### 3. Toạ độ trọng tâm xe, cabin, thùng xe.

#### 3.1. Toạ độ trọng tâm của xe

- Trọng lượng không tải của Ford Ranger:  $G_0=3200$  (kg)
- Trọng lượng thùng chở hàng và hàng hoá trên thùng:  $G_2=1300$  (kg)
- Xác định toạ độ trọng tâm của ô tô Ford Ranger theo chiều dọc của xe

Ta có công thức xác định toạ độ trọng tâm X của n vật có khối lượng  $m_i$  và toạ độ  $x_i$  như sau:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot m_i}{\sum_{i=1}^n G} \text{ (mm)}$$

Trong trường hợp này ta chọn gốc toạ độ O tại vị trí giữa bánh xe và mặt đường khi đó ta có giá trị sau:

$$x_1=0[\text{mm}] , x_2=L_1=3220[\text{mm}]$$

$$m_1=1590(\text{kg}), m_2 = 1610(\text{kg})$$

Vậy: Toạ độ trọng tâm của ô tô tải Ford Ranger theo chiều dọc của xe có giá trị là:

$$X = \frac{x_1 \cdot m_1 + x_2 \cdot m_2}{G}$$
$$X = \frac{0 \cdot 1595 + 3220 \cdot 1605}{3200} = 1200(\text{mm})$$

Vậy  $X=1200$  (mm)

Đề cho chiều dài, rộng, cao của thùng xe lần lượt là  $D \times R \times C$ :  $1500 \times 1150 \times 550$

Giả sử thùng xe là hình hộp chữ nhật và gốc toạ độ đặt ở trục trước

Vậy toạ độ trung tâm tương đối trong hệ toạ độ riêng của hình hộp chữ nhật:

Vị trí bắt đầu gắn thùng xe đến gốc toạ độ  $x_g = 2600$  (mm)

*Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*

$$x_{th} = \frac{L}{2} = \frac{1500}{2} = 750(mm)$$

$$y_{th} = \frac{R}{2} = \frac{1150}{2} = 575(mm)$$

$$z_{th} = \frac{C}{2} = \frac{550}{2} = 225(mm)$$

⇒ Khoảng cách từ toạ độ trọng tâm đến gốc toạ độ là:

$$x_{tdh} = x_{th} + x_g = 2600 + 750 = 3350 (mm)$$

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Normal, Centered

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

## CHƯƠNG 5: PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN PHẦN TỬ HỮU HẠN VÀ PHẦN MỀM MÔ PHỎNG.

### 1. Giới thiệu phương pháp phần tử hữu hạn trong phân tích kết cấu

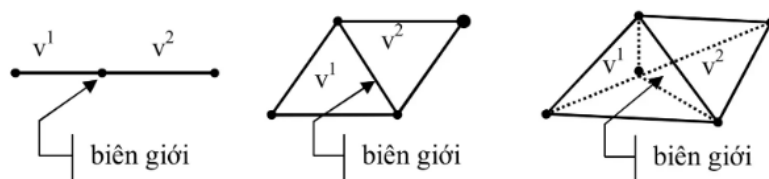
Sự tiến bộ của khoa học, kỹ thuật đòi hỏi người kỹ sư thực hiện những đề án ngày càng phức tạp, đắt tiền và đòi hỏi độ chính xác, an toàn cao.

Phương pháp phần tử hữu hạn (PTHH) là một phương pháp rất tổng quát và hữu hiệu cho lời giải số nhiều lớp bài toán kỹ thuật khác nhau. Từ việc phân tích trạng thái ứng suất, biến dạng trong các kết cấu cơ khí, các chi tiết trong ô tô, máy bay, tàu thủy, khung nhà cao tầng, dầm cầu, v.v, đến những bài toán của lý thuyết trường như: lý thuyết truyền nhiệt, cơ học chất lỏng, thủy đàn hồi, khí đàn hồi, điện-từ trường v.v. Với sự trợ giúp của ngành Công nghệ thông tin và hệ thống CAD, nhiều kết cấu phức tạp cũng đã được tính toán và thiết kế chi tiết một cách dễ dàng. Trên thế giới có nhiều phần mềm PTHH nổi tiếng như: HYPERWORK, NASTRAN, ANSYS, TITUS, MODULEF, SAP 2000, CASTEM 2000, SAMCEF v.v.

Để có thể khai thác hiệu quả những phần mềm PTHH hiện có hoặc tự xây dựng lấy một chương trình tính toán bằng PTHH, ta cần phải nắm được cơ sở lý thuyết, kỹ thuật mô hình hóa cũng như các bước tính cơ bản của phương pháp.

#### 1.1. Quy tắc chia miền thành các phần tử

Việc chia miền  $V$  thành các phần tử  $V^e$  phải thỏa mãn hai quy tắc sau: Hai phần tử khác nhau chỉ có thể có những điểm chung nằm trên biên của chúng. Điều này loại trừ khả năng giao nhau giữa hai phần tử. Biên giới giữa các phần tử có thể là các điểm, đường hay mặt. Tập hợp tất cả các phần tử  $V^e$  phải tạo thành một miền càng gần với miền  $V$  cho trước càng tốt. Tránh không được tạo lỗ hổng giữa các phần tử



Hình 5. 1: Các dạng biên dạng chung giữa các phần tử

#### 1.2. Các dạng phần tử hữu hạn.

Có nhiều dạng phần tử hữu hạn: phần tử một chiều, hai chiều và ba chiều. Trong mỗi dạng đó, đại lượng khảo sát có thể biến thiên bậc nhất (gọi là phần tử bậc nhất), bậc hai hoặc bậc ba v.v. Dưới đây, chúng ta làm quen với một số dạng phần tử hữu hạn hay gặp.

– Phần tử một chiều

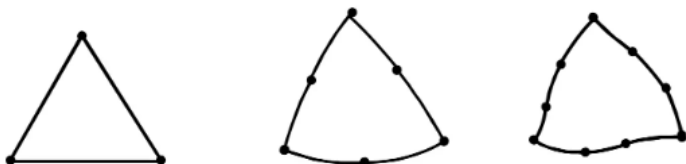


Phần tử bậc nhất

Phần tử bậc hai

Phần tử bậc ba

– Phần tử hai chiều



Phần tử bậc nhất

Phần tử bậc hai

Phần tử bậc ba

– Phần tử ba chiều

Phần tử tứ diện



Phần tử bậc nhất

Phần tử bậc hai

Phần tử bậc ba

– Phần tử lăng trụ



Phần tử bậc nhất

Phần tử bậc hai

Phần tử bậc ba

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

## 2. Tổng quan về phần mềm Hyperworks và ứng dụng trong mô phỏng kết cấu khung xe.

### 2.1. Giới thiệu về phần mềm Hyperwork

Formatted: Space Before: 0 pt, After: 0 pt, Line spacing: 1,5 lines

Hyperworks là một trong những phần mềm CAE nổi tiếng và được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực với khả năng phân tích chính xác dựa trên phương pháp phần tử hữu hạn. Hyperworks giúp các doanh nghiệp các trung tâm nghiên cứu nâng cao chất lượng, giảm chi phí, nâng cao năng suất. Giúp tối ưu hóa quá trình thiết kế và sản xuất.

Hyperworks cung cấp giải pháp toàn diện nhất mở ra giải pháp CAE trong nền công nghiệp, bao gồm cả mô phỏng phân tích, quản lý dữ liệu tuyến tính và phi tuyến, tối ưu hoá cấu trúc, cấu trúc chất lỏng, sự tương tác giữa các vật thể, và nhiều ứng dụng đối với các cơ cấu.

### 2.2. Công dụng của phần mềm Hyperwork

Phần mềm Hyperworks là một trong những phần mềm phân tích CAE nổi tiếng và được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực với khả năng phân tích chính xác dựa trên phương pháp phân tích phần tử hữu hạn. Phần mềm Hyperworks giúp các doanh nghiệp các trung tâm nghiên cứu nâng cao chất lượng, giảm chi phí, nâng cao năng suất. Ứng dụng phần mềm hyperwork vào tính toán, kiểm bền chi tiết cánh cửa trên ô tô.

HyperWorks là nền tảng mô phỏng có kiến trúc mở toàn diện nhất cung cấp các công nghệ hàng đầu để thiết kế và tối ưu các sản phẩm một cách sáng tạo và có hiệu quả. HyperWorks bao gồm các công cụ mô hình hóa phần tử hữu hạn, phân tích và tối ưu hóa các cấu trúc, lưu chất, hệ đa vật thể, điện từ và vị trí ăng-ten, phát triển các mô hình cơ sở, phân tích các hệ đa môi trường [4]. Phần mềm HyperWorks được sử dụng rộng rãi với các mô-đun chính: Hypermesh, Motionsolve, Radioss, Optistruct, Hypergraph. Quy trình tính toán được mô tả tổng quát như sơ đồ được thể hiện trong Hình

### 2.3. Giới thiệu về Hypermesh.



Hình 5. 2: Bộ công cụ mô hình hoá Hypermesh

Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Normal

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

HyperMesh là bộ tiền xử lý tiên tiến hàng đầu dành cho quá trình mô hình hóa có độ trung thực cao. Khả năng tạo lưới nhanh chóng và chất lượng chính là điểm cốt lõi của HyperMesh. Giải pháp mô hình hóa này cung cấp các công cụ lắp ráp mô hình tiên tiến hỗ trợ việc tạo và lắp ráp các mô hình phức tạp, ngoài ra việc mô phỏng các chi tiết đa vật liệu được hỗ trợ bởi các công cụ tạo, chỉnh sửa và hiển thị nâng cao. Quá trình thay đổi thiết kế được thực hiện thông qua mô hình lưới và biến đổi hình học.

HyperMesh được hàng ngàn khách hàng trên thế giới sử dụng để tạo và quản lý mô hình của họ, với khả năng tương thích với các phần mềm CAD phổ biến hiện nay và hỗ trợ các phần mềm CAE khác làm cho nó trở thành một giải pháp hoàn hảo cho phần lớn các ngành và lĩnh vực

### 2.3.1. Điểm nổi bật của sản phẩm

- Thuật toán tạo lưới 2D và lưới 3D liền mạch, tạo và kiểm soát lưới tự động hoặc thủ công.
- Tương tác tốt với các phần mềm CAD.
- Hỗ trợ các mô hình đa vật liệu – Vật liệu composite.
- Tương thích với các bộ giải phổ biến hiện nay.
- Quản lý các cụm chi tiết phức tạp thúc đẩy xây dựng mô hình chung.

### 2.3.2. Lợi ích của Hypermesh

- Kiến trúc thiết kế mở :Giao diện người dùng tương thích với các phần mềm CAD và CAE hiện nay, HyperMesh phù hợp với bất kỳ môi trường mô phỏng nào.
- Tạo lưới chất lượng cao và nhanh chóng :Cung cấp một bộ công cụ để tạo mô hình lưới từ đơn giản đến phức tạp, hỗ trợ các công cụ tạo và hiệu chỉnh lưới tự động hoặc thủ công.
- Xây dựng mô hình và lắp ghép: Giải pháp quản lý mô hình chi tiết và mô hình lắp ghép liên kết hai chiều tới PDM cho phép nhập hoặc xuất dữ liệu một cách liền mạch, tạo điều kiện cho sự tương tác giữa các nhóm trong và ngoài nước.

### 2.3.3. Tính năng tạo lưới HyperMesh

Hypermesh có một công cụ để sử dụng để xây dựng và chỉnh sửa các mô hình CAE. Đối với việc tạo các mô hình 2D và 3D, người dùng có quyền truy cập vào các tính năng tạo lưới cũng như mô-đun tạo lưới tự động mạnh mẽ của HyperMesh.

- Lưới ứng dụng
- Lưới phủ bề mặt.
- Lưới dạng khối.
- Lưới tetra Lưới CFD cho mô phỏng lưu chất
- Tạo lưới mô phỏng âm học
- Tạo lưới Shrink wrap Lưới SPH
- Lưới bề mặt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

### 2.3.4. Khả năng tương tác

CAD HyperMesh có các trình đọc trực tiếp các định dạng CAD phổ biến hiện nay như ACIS, CATIA V4/V5/V6, IGES, Inspire, Intergraph, JT, PARASOLID, PTC Creo, SolidWorks, STEP, Tribon, NX, các công cụ để hiệu chỉnh hình học về lỗi như khe hở, các bề mặt chồng chéo nhau gây sai lệch cho quá trình tạo lưới chất lượng cao.

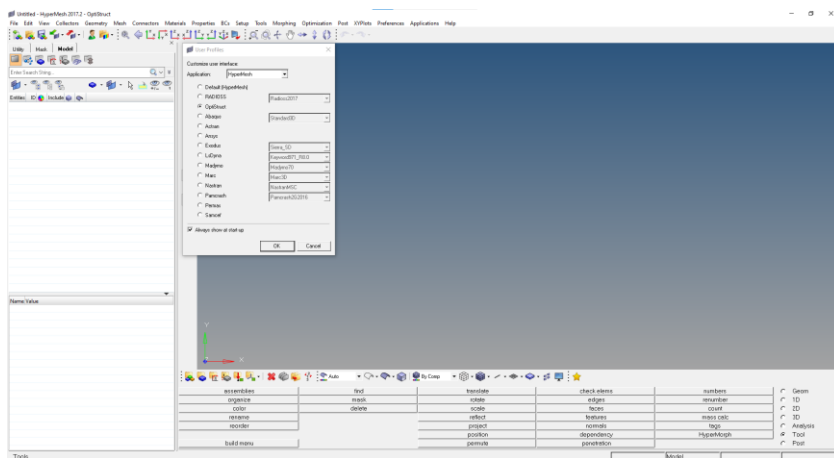
### 2.3.5. Tùy chỉnh trong HyperMesh

Tùy chỉnh các thanh công cụ thông qua giao diện kéo thả dễ sử dụng, hiệu chỉnh các phím tắt. Tạo các ứng dụng tùy chỉnh được tích hợp hoàn toàn trong HyperMesh. Trình biên dịch đầu vào các bộ giải khác nhau: Người dùng có thể mở rộng giao diện hỗ trợ của HyperMesh bằng cách thêm các trình biên dịch đầu vào để đọc các dữ liệu phân tích khác nhau. Trích xuất ra các bộ giải: HyperMesh cho phép xuất dữ liệu sang các định dạng khác nhau cho các bộ giải tương ứng.

### 2.3.6. Tương tác các bộ giải CAE

HyperMesh cung cấp các công cụ hỗ trợ nhập và xuất trực tiếp các bộ giải CAE phổ biến hiện nay như Abaqus, Actran, Acusolve, Adams, Ansys, CFD, Moldex3D, Moldflow, Motionsolve, Nastran MSC, Nastran NX, Optistruct, Pam-Crash, Radioss, Samcef, Simpact, StarCD, LS-DYNA, Madyno, Marc, Fluent.

## 2.4. Giao diện, thao tác cơ bản Hyperworks



Hình 5. 3: Giao diện ban đầu Hypermesh

Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Normal

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

### 2.4.1. User profile



Hình 5. 4:User Profile

Mở và lưu file trong Hypermesh

: Tạo 1 file mới

:Mở 1 file có sẵn

:Lưu file

:Nhập 1 file từ bên ngoài vào môi trường Hypermesh

: Nhập một file Hypermesh

:nhập 1 file FE

:Nhập 1 file hình học

: Nhập 1 file Connectors

: xuất file ra các định dạng file khác

:Mở 1 cửa sổ User Profile

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

### 2.4.2. Các Panel lệnh trong HyperMesh

Hầu hết các chức năng làm việc trong HyperMesh(HM) được tập trung tại các panel. Vùng panel được chia làm 7 trang, và trên mỗi trang là những panel cho phép sử dụng tất cả các chức năng của module HM. Hầu hết tất cả các thông tin liên quan đến việc chia lưới đối tượng đều được đưa vào tại vùng panel

– Panel Layout:

Trong HM có 3 loại Layout

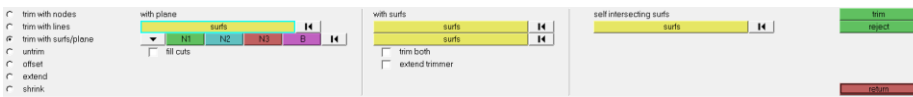
+Panel cơ bản



Hình 5. 5:Panel có panel con bên trong



Hình 5. 6:Panel chứa các panel con và thêm một số tùy chọn khác



Hình 5. 7: Hình Các công cụ trong lệnh panel

– Trong panel lệnh có nhiều nút nhấn và tùy chọn,

+Swiches-: khi kích nút Swiches, 1 cửa sổ pop-up xuất hiện, chọn 1 trong nhiều tùy chọn

+Toggles-: chọn 1 trong 2 tùy chọn có sẵn

+Reset-: huỷ bỏ lựa chọn

+ **node**:Tùy chọn mở rộng. Khi nhấn vào nút màu vàng. 1 cửa sổ lựa chọn mở rộng xuất hiện cung cấp các công cụ nâng cao hỗ trợ cho việc chọn các đối tượng:

|              |          |           |                |               |             |
|--------------|----------|-----------|----------------|---------------|-------------|
| by window    | on plane | by width  | by geom        | by domains    | by laminate |
| displayed    | retrieve | by group  | by adjacent    | by handles    | by path     |
| all          | save     | duplicate | by attached    | by morph vols | by include  |
| reverse      | by id    | by config | by face        | by block      |             |
| by collector | by assem | by sets   | by outputblock | by ply        |             |

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

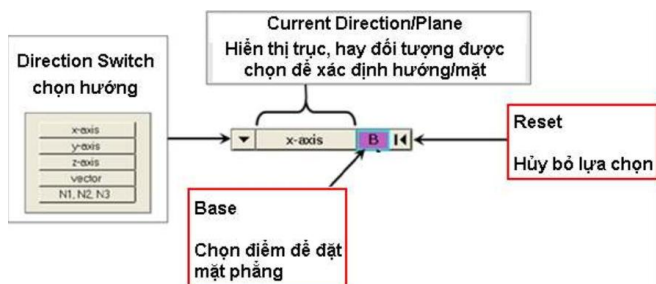
Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

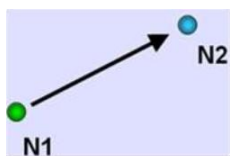
- Công cụ chọn đối tượng và mặt phẳng

X,Y,Z Axis ▾ z-axis B I



N1,N2,N3: ▾ N1 N2 N3 B I

- Chọn 2 node (N1 và N2) để xác định chiều từ N1 đến N2

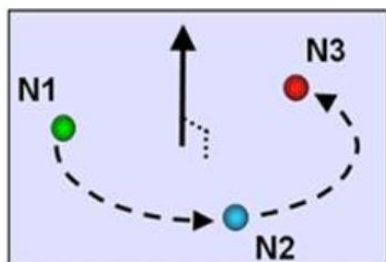


Formatted: Font: 9 pt

Formatted: Indent: Left: 1,27 cm, No bullets or numbering

Formatted: Space After: 3 pt

- Chọn 3 node (N1,N2 và N3) để xác định mặt phẳng đi qua 3 điểm, chiều dương vuông góc mặt phẳng tuân theo quy tắc bàn tay phải.



Formatted: Indent: Left: 1,27 cm, Space After: 3 pt, No bullets or numbering

Formatted: Space After: 0 pt, Line spacing: 1,5 lines

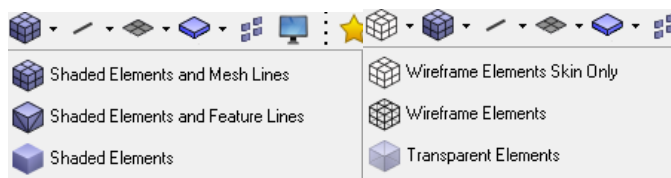
Formatted: Font: 9 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

### 2.4.3. Các chế độ hiển thị

- Element:














Hình 5. 8: Chế độ xe Element

### 2.4.4. Geometry (Mô hình hình học)



- Thanh công cụ Mask

Được dùng để làm hiện lên hay ẩn đi các đối tượng được chọn

-  MARK: ẩn các đối tượng được chọn
-  REVERSE: đảo chiều hiển thị giữa các đối tượng nằm kế cận
-  UNMARK ADJACENT: làm hiện lên các đối tượng nằm kế cận
-  UNMASK ALL: hiện lên các đối tượng đang ẩn
-  MASK NOT SHOWN: ẩn các đối tượng ngoài vùng quan sát
-  SPHERICAL CLIPPING: chỉ thực hiện được trong vùng được chọn
-  FIND: tìm các đối tượng
-  DISPLAY NUMBER: hiển thị số thứ tự của phần tử
-  DISPLAY ELEMENT HANDLES: hiển thị phần tử
-  DISPLAY LOAD HANDLES: hiển thị kí hiệu điều kiện biên
-  DISPLAY FIXED POINTS: hiển thị các điểm cố định
- Model Browse

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

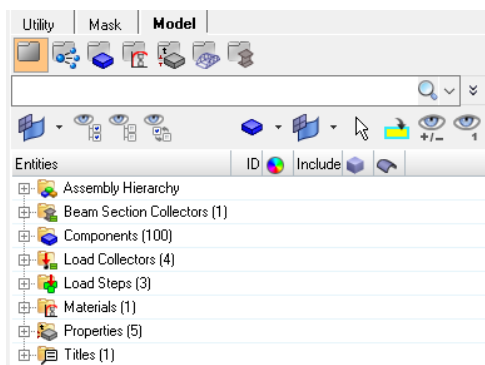
Formatted: Centered

Formatted: Space Before: 0 pt, Line spacing: 1,5 lines

Formatted: Space After: 0 pt, Line spacing: 1,5 lines

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman



Hình 5. 9: Công cụ để điều khiển các chế độ hiển thị mô hình

- +Hiển thị mô hình (Geometry) hay phần tử Element
- +Thay đổi màu sắc (click chuột phải)
- +Thay đổi các chế độ hiển thị của mô hình (click chuột phải)
- Sắp xếp dữ liệu trong HyperMesh

Trong HM, các dữ liệu khác nhau (như mô hình, vật liệu, các tải trọng,...) sẽ được đặt trong các nhóm khác nhau để tạo ra sự đơn giản trong việc quản lý các dữ liệu. Trong phần mềm HM, các nhóm khác nhau được gọi là các Collectors.

- Collectors

HyperMesh có 10 loại collectors khác nhau:

- +Component: chứa đựng mô hình và các phần tử
- +Multibody: Ellipsoids, Mbjoins, Mbplanes và các cảm biến
- +Assembly: chứa 1 hay nhiều mô hình hay nhiều mô hình lắp ráp
- +Load: chứa các điều kiện về tải trọng và ràng buộc
- +Property: xác định các đặc tính được gán cho mô hình hay phần tử
- +Material: xác định vật liệu của Property Collectors
- +System: chứa các hệ thống được thiết lập bởi người sử dụng
- +Vector: chứa các vectơ
- +Beam Section: tiết diện cắt ngang của dầm

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

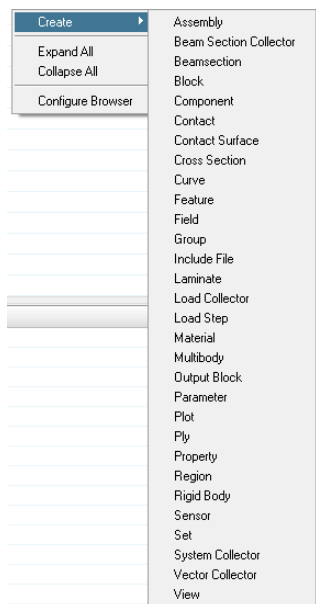
Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

– Một số phương pháp để tạo Collectors:

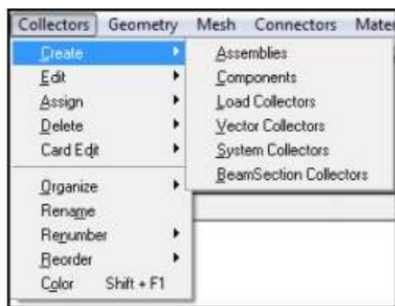
+Model Browser

Nhấn chuột ở vùng trống của model Browser → Create → chọn Collectors để tạo. Ngoài ra, còn có thể chỉnh sửa, đổi tên, thay đổi số ID, màu sắc hoặc có thể xoá bỏ các Collectors đã được tạo

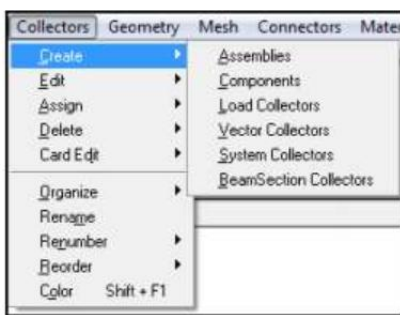


Hình 5. 10: Pull Down Menus

Từ Pull Down Menus → Collectors → Create → chọn Collectors



Hình 5.11: Icon Toolbars



Hình 5.11: Icon Toolbars

Cũng có thể tạo các Collectors bằng cách sử dụng các icon trên thanh công cụ Collectors:



### 3. Quy trình mô phỏng trên Hyperworks.

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

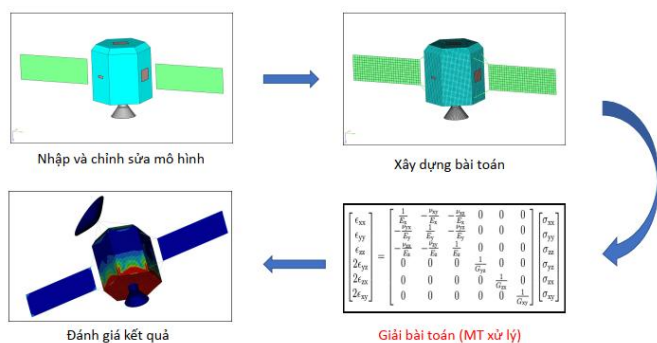
Formatted: Centered

Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Normal

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman



Hình 5. 12 Quy trình thực hiện mô phỏng trên Hyperworks

### 3.1. Nhập và chỉnh sửa mô hình – Khâu nền tảng của mô phỏng

Ở bước đầu tiên, mô hình 3D của đối tượng (trong hình là một vệ tinh) được nhập vào HyperWorks.

Mô hình này có thể được tạo từ phần mềm CAD (như CATIA, SolidWorks) và sau đó được chỉnh sửa trong HyperWorks để đảm bảo hình học phù hợp cho mô phỏng. Các chỉnh sửa có thể bao gồm làm sạch hình học (loại bỏ lỗi), đơn giản hóa mô hình, hoặc thêm các đặc tính cần thiết.

Chuẩn hóa đơn vị, tọa độ và cấu trúc mô hình: cần đảm bảo tính nhất quán về hệ tọa độ, đơn vị và các bề mặt tiếp xúc. Việc làm sạch và chỉnh sửa mô hình không chỉ để “đẹp” mà là để đảm bảo tính khả thi của rời rạc hóa và tính đúng đắn của mô hình phần tử hữu hạn. Một mô hình chưa được xử lý hình học sẽ dễ gây lỗi solver hoặc chia lưới phi vật lý.

### 3.2. Xây dựng bài toán

Sau khi chỉnh sửa hình học, mô hình được chia lưới (meshing) để tạo ra các phần tử hữu hạn (finite elements). Trong hình, vệ tinh đã được chia thành lưới 3D, thường là lưới tứ diện hoặc lục diện, để chuẩn bị cho phân tích.

Giai đoạn này biến mô hình hình học thành mô hình toán học có thể giải bằng máy tính. Bao gồm:

- Gán vật liệu (đẳng hướng, dị hướng, phi tuyến...)
- Gán điều kiện biên (gối, liên kết, trượt...)
- Gán tải trọng (tĩnh, động, nhiệt...)
- Chia lưới (mesh)

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Đây là giai đoạn quan trọng để chuyển đổi bài toán vật lý sang dạng rời rạc, yêu cầu người kỹ sư phải hiểu sâu về ứng xử cơ học của kết cấu và quy luật vật lý chi phối. Một mô hình phần tử hữu hạn tốt không chỉ dựa vào số lượng phần tử mà còn vào chất lượng lưới, loại phần tử phù hợp và chiến lược mô hình hóa hiệu quả.

### 3.3. Giải bài toán

Sau khi chạy mô phỏng, kết quả được phân tích. Trong hình, kết quả được hiển thị dưới dạng bản đồ màu (contour plot) trên mô hình vệ tinh, cho thấy sự phân bố của một đại lượng vật lý (có thể là ứng suất, biến dạng, hoặc nhiệt độ). Các vùng màu đỏ và xanh biểu thị giá trị cao và thấp của đại lượng được phân tích.

Giai đoạn này thể hiện sức mạnh tính toán của HyperWorks, nhưng máy tính không “tự thông minh”. Kỹ sư mô phỏng phải chọn đúng loại bài toán, solver thích hợp và kiểm soát quy trình hội tụ, bởi nếu không, dù có mô hình đẹp và chia lưới tốt, kết quả vẫn vô dụng.

### 3.4. Đánh giá kết quả – Biến dữ liệu thành thông tin kỹ thuật

Dữ liệu thô từ solver (ứng suất, biến dạng, chuyển vị, tần số...) được xử lý thành kết quả trực quan bằng đồ thị, biểu đồ màu (contour plot), bản đồ ứng suất...

Hiểu sai biểu đồ màu: vùng màu đỏ chưa chắc là nguy hiểm nhất – cần đọc giá trị cụ thể.

Kết quả phụ thuộc nhiều vào chất lượng mô hình: nếu điều kiện biên sai hoặc chia lưới không hội tụ, kết quả sẽ sai lệch lớn. Cần thực hiện kiểm tra hội tụ (mesh convergence test) và so sánh với dữ liệu thực nghiệm/lý thuyết để đánh giá độ tin cậy.

Mục tiêu cuối cùng của mô phỏng là hỗ trợ ra quyết định kỹ thuật, vì vậy giai đoạn này cần kiến thức nền vững chắc về cơ học vật liệu và khả năng phân tích dữ liệu kỹ thuật. Mô phỏng không phải chỉ để “xem màu”, mà là để xác định hành vi thực tế, tiềm ẩn rủi ro và đề xuất cải tiến thiết kế.

Formatted: Normal, Centered

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

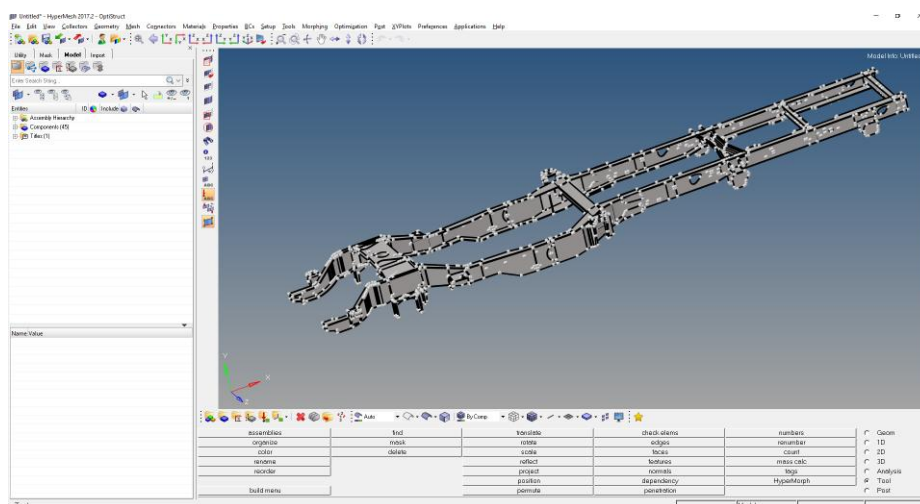
## CHƯƠNG 6: PHÂN TÍCH ĐỘ BỀN KHUNG XE FORD RANGER VÀ ĐỀ XUẤT CẢI TIẾN

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 16 pt, Bold

Formatted: Font: 16 pt

### 1. Xây dựng mô phỏng kiểm bền khung xe ford Ranger trên phần mềm Hyperworks.

#### 1.1. Import mô hình vào phần mềm.



Hình 6. 1: Import mô hình vào phần mềm Hypermesh

#### Các bước thực hiện

Trong thanh công cụ, vào File > Import > Geometry (như hình minh họa, biểu tượng "Import Geometry" nằm trên thanh công cụ).

HyperWorks (HyperMesh) hỗ trợ nhiều định dạng file mô hình như: IGES (.igs), STEP (.stp), CATIA (.catpart), hoặc các file CAD phổ biến khác từ phần mềm như SolidWorks, AutoCAD, hoặc CATIA.

#### 1.2. Midsurface: Đưa về mặt phẳng trung bình

Bước thực hiện: Vào Geometry → Midsurface. Tại mục này ta chọn auto midsurface, offset+plane+sweeps và sorfed result

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

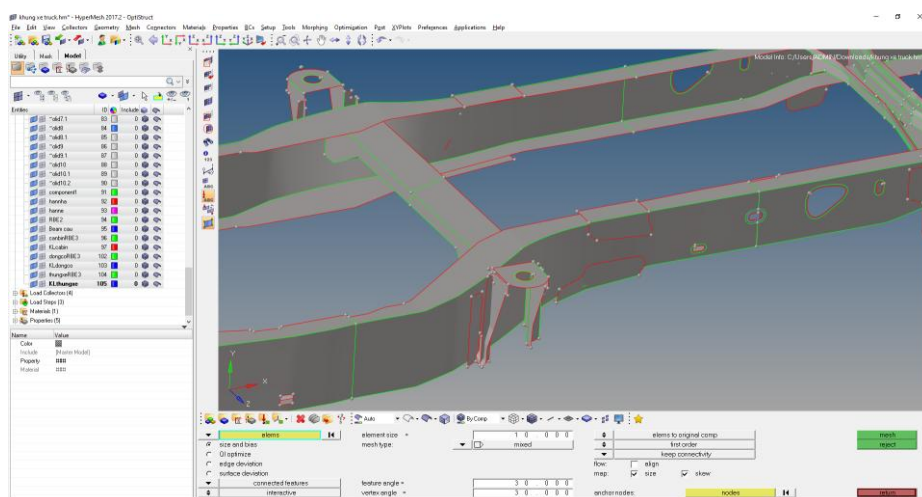
## Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger



Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Hình 6. 2: Thanh công cụ Toobar thực hiện thao tác chuyển về mặt phẳng trung bình



Hình 6. 3: Sau khi thực hiện midsurface

Bước này chuyển đổi mô hình hình học của khung xe từ dạng 3D (các khối hoặc bề mặt có độ dày) sang dạng 2D (mặt trung bình) để chuẩn bị cho phân tích phần tử hữu hạn (FEA) sử dụng phần tử shell (phần tử vỏ).

Mặt trung bình (midsurface) là bề mặt nằm giữa độ dày của các cấu trúc mỏng (như thanh thép của khung xe), giúp đơn giản hóa mô hình mà vẫn đảm bảo độ chính xác trong phân tích.

Khung xe Ford Ranger thường được làm từ thép mỏng 6 mm. Nếu mô phỏng bằng phần tử khối (solid elements), sẽ tốn rất nhiều tài nguyên tính toán.

Mặt trung bình cho phép sử dụng phần tử shell (2D), giảm độ phức tạp, tăng tốc độ tính toán, và vẫn mô phỏng chính xác các hiện tượng cơ học như uốn, xoắn, và biến dạng.

### 1.3. Chia lưới cho mô hình

Bước thực hiện: Ta dùng phím tắt F12 (Automesh)

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Tại đây



Hình 6. 4: Thanh công cụ toolbar mục chia lưới (phím tắt F12)

Chia lưới (meshing) là quá trình phân chia mô hình hình học (mặt trung bình của khung xe) thành các phần tử hữu hạn (finite elements) để chuẩn bị cho phân tích độ bền bằng phương pháp phần tử hữu hạn (FEA) trong HyperWorks.

Mục tiêu là tạo ra một lưới phần tử (thường là phần tử shell 2D) có kích thước và chất lượng phù hợp để mô phỏng chính xác ứng suất, biến dạng, và các hành vi cơ học của khung xe dưới các điều kiện tải trọng (như 2G, 1.5G, v.v.).

Lưới chất lượng cao đảm bảo kết quả phân tích chính xác, đặc biệt tại các khu vực phức tạp (mỗi nối, vùng cong). Kích thước lưới ảnh hưởng trực tiếp đến độ chi tiết và thời gian tính toán: lưới mịn hơn tăng độ chính xác nhưng tốn tài nguyên hơn.

Sau khi tạo mặt trung bình (Midsurface), chia lưới là bước tiếp theo để gán vật liệu, áp dụng điều kiện biên, và chạy mô phỏng.

Chúng ta cần thiết lập những thông số sau:

- Kích thước phần tử (Element size):

Kích thước phần tử là độ dài trung bình của mỗi phần tử lưới (quad hoặc tria). Giá trị 10 mm phù hợp cho mô hình khung xe Ford Ranger (chiều dài 5362 mm), cung cấp sự cân bằng giữa độ chính xác và hiệu suất tính toán.

Lưới với kích thước 10 mm đủ chi tiết để mô phỏng các thanh dọc và ngang của khung thang, nhưng nếu có vùng ứng suất cao (như mỗi nối)

- Loại lưới (Mesh Type):

Giá trị (Mixed) : cho phép HyperMesh sử dụng cả phần tử tứ giác (quad) và tam giác (tria) để tối ưu hóa lưới dựa trên hình học của mô hình.

Phần tử quad được ưu tiên vì chất lượng tốt hơn (ít sai số), nhưng tria có thể xuất hiện ở các vùng phức tạp (góc, mỗi nối).

## Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

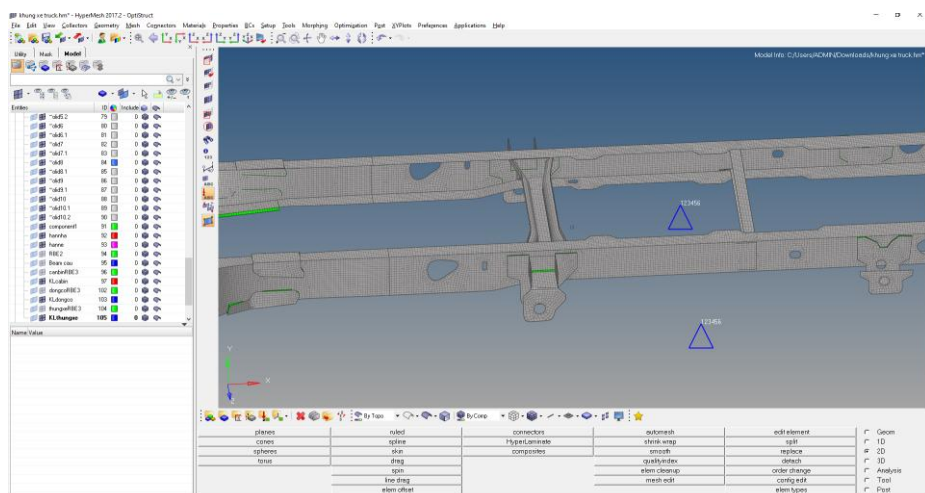
Formatted: Centered

- Size and bias, QI optimize, Edge deviation, Surface deviation, Connected features, Interactive:
- Size and bias: Điều chỉnh kích thước và độ dốc của lưới.
- QI optimize: Tối ưu hóa chất lượng lưới (aspect ratio, warpage).
- Edge/Surface deviation: Kiểm soát độ lệch của lưới so với cạnh hoặc bề mặt.
- Connected features: Xử lý các đặc trưng kết nối.
- Interactive: Cho phép chỉnh sửa lưới bằng tay.
- **Quy trình thực hiện**
  - Vào Mesh → Create → 2D AutoMesh.

Đặt Element size = 10.0, Mesh type = mixed, Feature angle = 30.0, Vertex angle = 30.0, và chọn Anchor nodes.

→ Nhấn mesh để tạo lưới.

Nếu lưới không đạt yêu cầu, nhấn reject và điều chỉnh (ví dụ: giảm kích thước hoặc thay đổi góc).



Hình 6. 5: lưới mesh sau khi chia

### 1.4. Kiểm Tra chất lượng lưới

Trong HyperMesh, vào Mesh → Check → Elements → Quality Index (hoặc biểu tượng "Check Elements" trên thanh công cụ).

Formatted: Space Before: 0 pt, After: 0 pt, Line spacing: 1,5 lines



Formatted: Indent: First line: 0 cm, Space Before: 0 pt, After: 0 pt, Line spacing: 1,5 lines

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

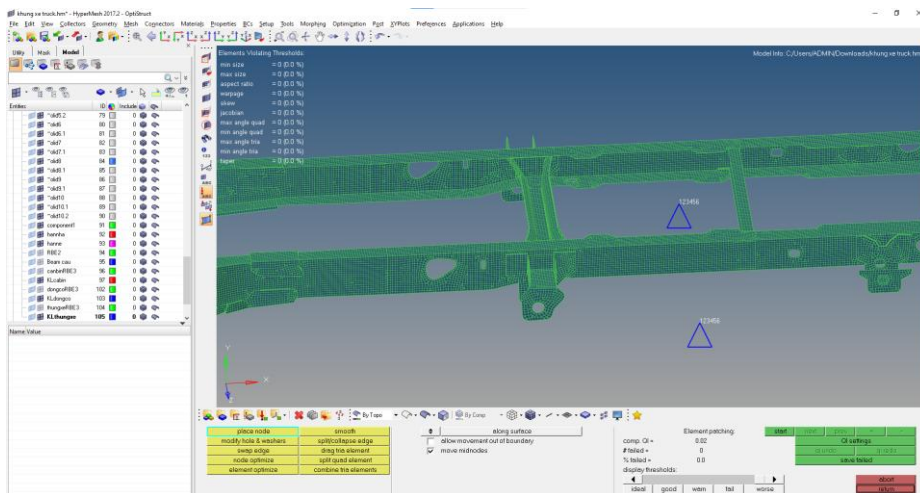
Formatted: Font: (Default) Times New Roman

*Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*

*Hình 6. Thanh công cụ toolbar thao tác trên Qualityindex*



*Hình 6. Thanh công cụ toolbar thao tác trên Qualityindex*



*Hình 6. 7: kiểm tra chất lượng lưới*

Trong HyperMesh, thanh kiểm tra lưới **Quality Index (QI)** hoặc các công cụ liên quan trong menu **Check Elements**. Đây là nơi hiển thị các tiêu chí chất lượng lưới (như Aspect Ratio, Warpage, Skew, v.v.) và cho phép bạn kiểm tra, đánh giá, và sửa lỗi lưới.

Công cụ này cung cấp giao diện trực quan để bạn xem xét chất lượng lưới, xác định các phần tử không đạt tiêu chuẩn, và thực hiện các điều chỉnh cần thiết:

- Thanh kiểm tra lưới trong HyperMesh thường hiển thị các tiêu chí sau để đánh giá chất lượng:
  - Aspect Ratio (Tỷ lệ khía cạnh): Tỷ lệ giữa chiều dài lớn nhất và nhỏ nhất của phần tử. Giá trị lý tưởng là gần 1, tối đa thường là 5.
  - Warpage (Độ xoắn): Góc xoắn của phần tử so với mặt phẳng lý tưởng. Tối đa thường là 15°-20°.
  - Skew (Độ lệch): Mức độ lệch của góc phần tử so với hình vuông/tam giác lý tưởng. Tối đa thường là 45°.

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic  
Formatted: Centered  
Formatted: Space After: 0 pt, Line spacing: 1,5 lines  
Formatted: Indent: First line: 0,75 cm, Space Before: 0 pt, After: 0 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman  
Formatted: Font: (Default) Times New Roman

### Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger

- Jacobian (Hằng số Jacobian): Đo độ biến dạng hình học của phần tử. Tối thiểu thường là 0.7.
- Minimum Angle (Góc nhỏ nhất): Góc nhỏ nhất trong phần tử, tối thiểu thường là 20°-30°.
- Maximum Angle (Góc lớn nhất): Góc lớn nhất trong phần tử, tối đa thường là 135°.
- Element Size (Kích thước phần tử): Đảm bảo kích thước phù hợp (ví dụ: 10 mm trong trường hợp của bạn) và đồng đều.
- Sửa lỗi lưới:

-Tăng độ chi tiết lưới:

Nếu nhiều phần tử có Aspect Ratio hoặc Skew cao, quay lại 2D AutoMesh và giảm kích thước phần tử (ví dụ: từ 10 mm xuống 5 mm) tại các vùng lỗi.

Điều chỉnh Feature Angle hoặc Vertex Angle (giảm từ 30° xuống 15°) để bắt chi tiết hơn.

- Chỉnh sửa thủ công:

Sử dụng công cụ Interactive trong 2D AutoMesh để kéo dài hoặc di chuyển các nút, cạnh nhằm cải thiện hình dạng phần tử.

- Sử dụng Refine Mesh để thêm phần tử tại các vùng lỗi.
- Tối ưu hóa tự động:

Sử dụng tùy chọn QI Optimize để HyperMesh tự động điều chỉnh lưới, giảm số lượng phần tử lỗi.



Hình 6. 8: Thanh công cụ toolbar lệnh QI Optimize

- Kiểm tra lại:

Chạy lại Quality Index sau khi sửa để đảm bảo lưới đạt tiêu chuẩn.

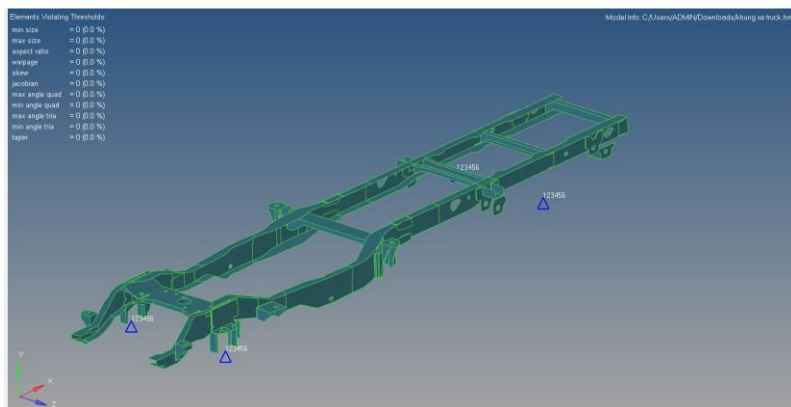
Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

*Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*



Hình 6. 9: Lưới đạt chuẩn

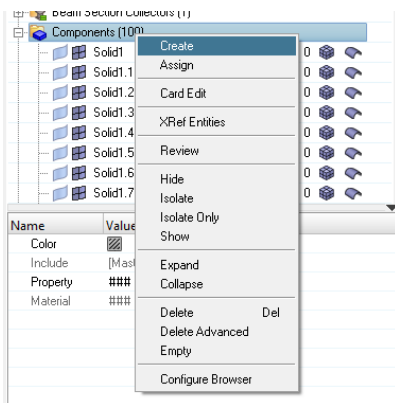
Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

### 1.5. Liên kết mô hình

Vào Mesh > Create > Connectors (hoặc nhấp biểu tượng "Connectors" trên thanh công cụ, như trong hình ảnh).

Công cụ này được sử dụng để tạo các mối hàn (welds), các kết nối khác trong mô hình.



Hình 6. 10: Tạo component mối hàn

Trong bảng điều khiển Connectors, chọn Weld làm loại kết nối.

- Spot Weld: Cho các mối hàn điểm tại giao điểm (phù hợp với khung xe Ford Ranger).

Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Normal

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

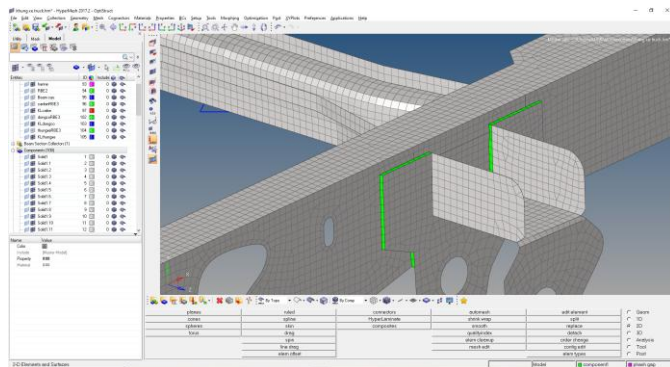
Formatted: Font: (Default) Times New Roman

*Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

– Seam Weld: Cho các đường hàn liên tục.



Hình 6. 11: Mối hàn liên kết giữa các chi tiết với nhau

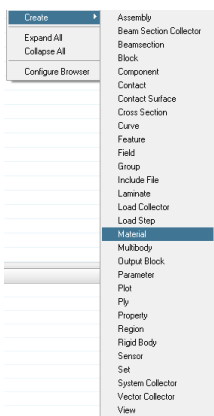
Formatted: Normal

Formatted: Font: 11 pt

### 1.6. Tạo thuộc tính.

#### 1.6.1 Tạo vật liệu

Các bước tạo vật liệu: Chuột phải → Creat → Material:



Hình 6. 12: Thao tác tạo vật liệu trên thanh công cụ

Bước tạo vật liệu trong HyperWorks (HyperMesh) là một phần quan trọng trong quy trình phân tích độ bền của khung xe Ford Ranger. Sau khi chia lưới, kiểm tra chất lượng lưới, và mô phỏng các mối hàn (bằng RBE2/RBE3), bước này nhằm gán thuộc tính vật liệu (material properties) cho các thành phần của khung xe (thanh dọc, thanh ngang,

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

*Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

mỗi hàn) để mô phỏng chính xác hành vi cơ học dưới các điều kiện tải trọng (như 2G, 1.5G xoắn, v.v.), (mô hình khung xe với các mối hàn)

Khung xe dạng thang (ladder frame) thường được làm từ thép cường độ cao (High-Strength Low-Alloy steel - HSLA) để đảm bảo độ bền và độ cứng. Các mối hàn có thể có cường độ thấp hơn do ảnh hưởng của nhiệt trong quá trình hàn.

*Bảng thông số vật liệu:*

Formatted: Font: 14 pt, Italic

Formatted: Centered

*Bảng 6. 11: Thông số vật vật liệu*

Formatted: Font: 13 pt

Formatted: bảng

|  |              |
|--|--------------|
| Mật độ và trọng lượng riêng, g/cm <sup>3</sup> | 7,85         |
| Điểm nóng chảy, °C                             | 1494-1527    |
| Nhiệt dung riêng, (J/Kg.K)                     | 473 at 20 °C |
| Modun đàn hồi,GPa                              | 79           |
| Tỷ lệ Poison                                   | 0,3          |
| Modun Young,GPa                                | 206          |
| Độ thấm từ, mm <sup>2</sup> /s                 | 13,9         |

- Mô-đun Young (E): 210 GPa (210,000 MPa).
- Hệ số Poisson (NU): 0.3.
- Tỷ trọng (RHO): 7850 kg/m<sup>3</sup>.
- Cường độ chảy (Yield Strength): 245 MPa (tối thiểu theo tiêu chuẩn JIS G3101).
- Cường độ kéo (Tensile Strength): 400-510 MPa.

Tiêu chuẩn: Thép SS400 được sản xuất theo tiêu chuẩn JIS G3101 (Japanese Industrial Standard), một tiêu chuẩn công nghiệp Nhật Bản dành cho thép cán nóng dùng trong kết cấu chung.

Phân loại: Đây là loại thép carbon thấp (low carbon steel), thuộc nhóm thép kết cấu thông dụng, không chứa hợp kim đặc biệt.

+Gán thông số cho vật liệu

+Gán các thông số E,G,RHO tương ứng cho vật liệu

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

*Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

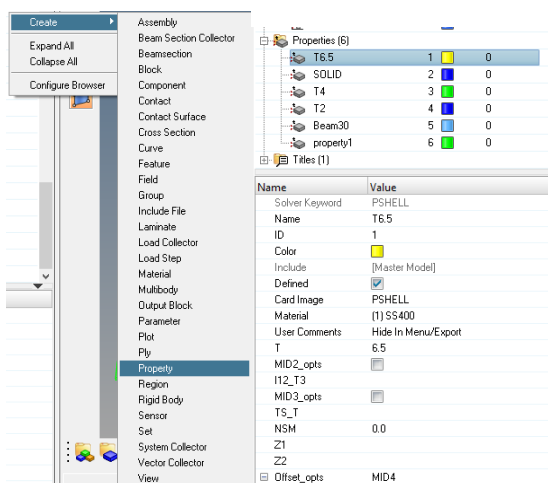
Formatted: Centered

| Name           | Value                               |
|----------------|-------------------------------------|
| Solver Keyword | MAT1                                |
| Name           | SS400                               |
| ID             | 1                                   |
| Color          |                                     |
| Include        | [Master Model]                      |
| Defined        | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Card Image     | MAT1                                |
| User Comments  | Hide In Menu/Export                 |
| E              | 210000.0                            |
| G              |                                     |
| NU             | 0.3                                 |
| RHO            | 7.85e-009                           |
| A              |                                     |
| TREF           |                                     |
| GE             |                                     |
| ST             |                                     |
| SC             |                                     |
| SS             |                                     |

Hình 6. 13: Gán thông số E, G, RHO

### 1.6.2. Tạo bề dày cho khung xe

Chuột phải → Creat →Property



Hình 6. 14: Thao tác tạo bề dày cho các chi tiết khung xe

- Dùng cho lưới 2D (thanh dọc, thanh ngang) của khung xe Ford Ranger.
- Loại thuộc tính: PSHELL (thường dùng cho phần tử shell trong phân tích tuyến tính).
- Cần định nghĩa độ dày (thickness) và vật liệu (thép SS400).

Thuộc tính (như **PSHELL** cho lưới 2D, **PRBAR** cho mỗi hàn RBE2/RBE3) đóng vai trò trung gian để liên kết vật liệu (thép) với các phần tử của mô hình (lưới 2D, mỗi hàn).

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

## Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger

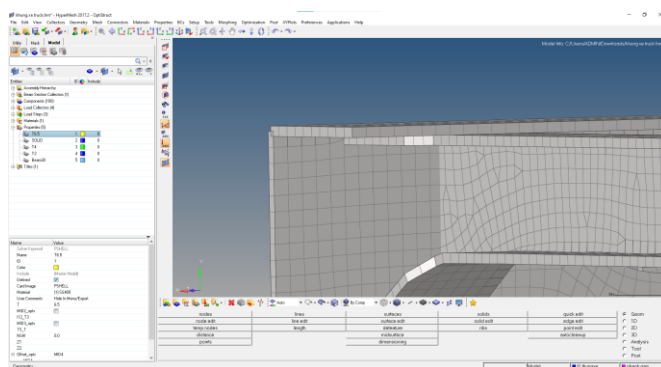
Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Điều này cho phép solver (như OptiStruct) hiểu được các đặc tính cơ học (độ cứng, độ bền) của từng phần tử khi tính toán ứng suất, biến dạng.

Khi gán thuộc tính "Shell\_SS400\_5mm" (độ dày 5 mm, vật liệu SS400) cho lưới 2D, solver biết rằng các thanh dọc và thanh ngang của khung xe có độ dày 5 mm và được làm từ thép SS400, từ đó tính toán chính xác phản ứng của khung dưới tải trọng (như 2G, 1.5G xoắn)

Thuộc tính định nghĩa các thông số hình học (độ dày, đường kính, diện tích mặt cắt), phản ánh thiết kế thực tế của khung xe Ford Ranger. Điều này đảm bảo mô phỏng sát với thực tế, giúp dự đoán chính xác hành vi của khung xe dưới các điều kiện tải trọng.



Hình 6. 15: Các chi tiết dầm ngang, dọc sau khi gán bề dày

### 1.7. Tạo RBE2

RBE2 (Rigid Body Element 2) là một phần tử thanh cứng (rigid) được sử dụng để mô phỏng mối nối cứng (rigid connection) giữa các nút (nodes) trong mô hình. Nó đảm bảo rằng các nút được kết nối sẽ di chuyển đồng bộ với nhau, duy trì mối quan hệ tuyến tính về chuyển vị (displacement) và quay (rotation).

#### 1.7.1 Tạo RBE2 cho giá đỡ nhíp

+Vào tab 1D trên thanh công cụ (hoặc Mesh > Create > 1D Elements).

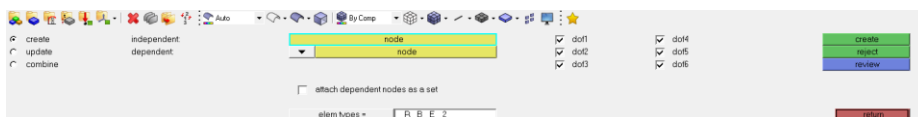
+Trong menu Create, chọn Rigids > RBE2

+Nhấn Update để tạo RBE2. Các đường thẳng (spider-like connections) từ nút trung tâm đến các nút phụ thuộc, biểu thị mối nối cứng.

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

## Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger

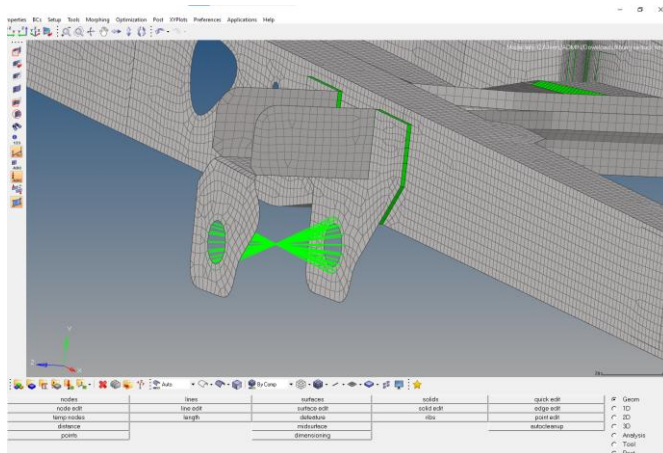


Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Hình 6. 16: Thanh toolbar thực hiện tạo RBE2

Sử dụng công cụ Nodes để chọn một nút làm nút trung tâm tại điểm tâm của bu-lông nối nhíp và khung xe.



Hình 6. 17: RBE2 tại giá đỡ nhíp

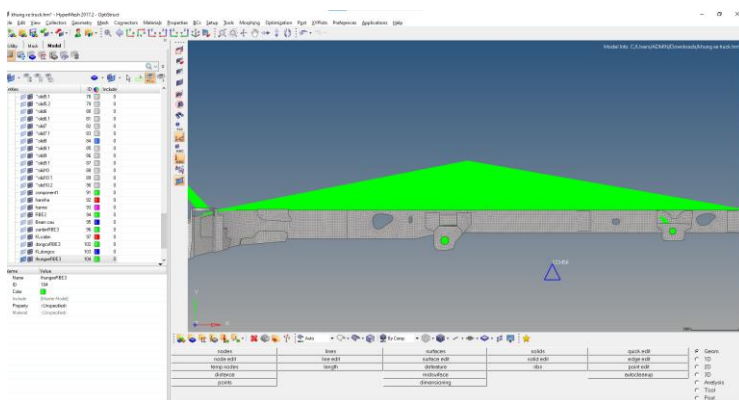
### 1.7.2. Tạo RBE 2 thùng xe

- Dựa vào tạo độ trọng tâm thùng xe để tạo RBE2
  - +Vào tab 1D trên thanh công cụ (hoặc Mesh > Create > 1D Elements).
  - +Trong menu Create, chọn Rigids > RBE2
- Nút trung tâm (Independent Node): Chọn nút tại trung tâm của mỗi điểm gắn (toạ độ trọng tâm)
- Nút phụ thuộc (Dependent Nodes): Chọn các nút trên bề mặt thùng xe và khung gầm xung quanh điểm gắn.

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

## Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger



Hình 6. 18: RBE2 tạo toạ độ trọng tâm khung xe

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

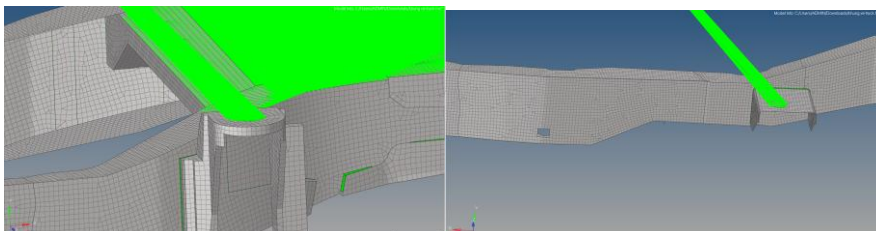
Formatted: Centered

Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Normal

### 1.7.3. Tạo RBE2 thùng cabin

Cabin của Ford Ranger được gắn với khung gầm qua các điểm cố định ở đáy cabin (các vị trí bu-lông tại hai bên và trước/sau). Mỗi điểm gắn sẽ cần một RBE2 để mô phỏng mỗi nối cứng.



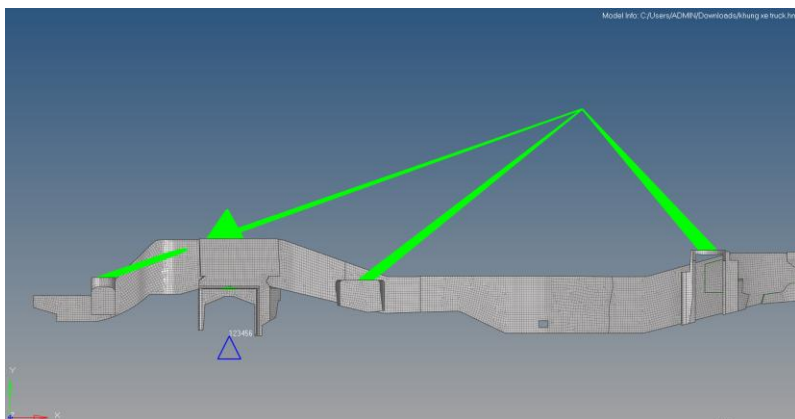
Hình 6. 19: Các vị trí đáy khung cabin

Trong cửa sổ RBE2, nhấp vào Create.

Sử dụng công cụ Nodes để chọn hoặc tạo một nút làm nút trung tâm tại điểm gắn (tâm bu-lông nối cabin với khung).

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman



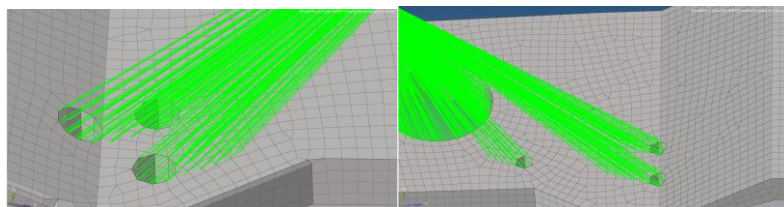
Hình 6. 20: RBE2 tạo tọa độ trọng tâm thùng xe

#### 1.7.4. Tạo RBE2 động cơ

Vào tab 1D trên thanh công cụ hoặc Mesh > Create > 1D Elements.

Chọn Rigids > RBE2.

Sử dụng công cụ Nodes để chọn hoặc tạo một nút làm nút trung tâm tại điểm gắn tâm của bu-lông nối giá đỡ động cơ với khung).



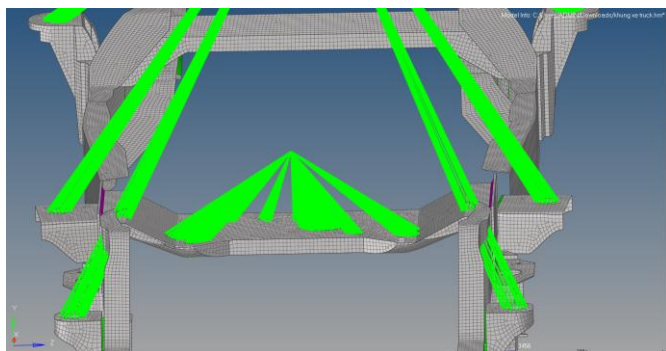
Hình 6. 21: vị trí gắn bulong động cơ

~~Hình: vị trí gắn bulong động cơ~~

Chuyển sang phần Dependent Nodes trong cửa sổ RBE2.

Chọn các nút trên bề mặt động cơ (hoặc khối động cơ) và khung gầm xung quanh điểm gắn (ví dụ: các nút trong vòng tròn 5-10mm quanh bu-lông). Có thể chọn thủ công hoặc chọn một vùng bề mặt (surface) để HyperMesh tự động xác định các nút.

*Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*



Hình: RBE2 động cơ

**1.7.5. Tạo thanh Beam.**

Thanh beam đơn giản hóa mô hình, giảm thời gian tính toán so với lưới 2D/3D, nhưng vẫn mô phỏng được khả năng chịu tải (uốn, xoắn).

**Mesh > Create > 1D > HyperBeams** (hoặc nhấp biểu tượng "1D Elements" trên thanh công cụ).

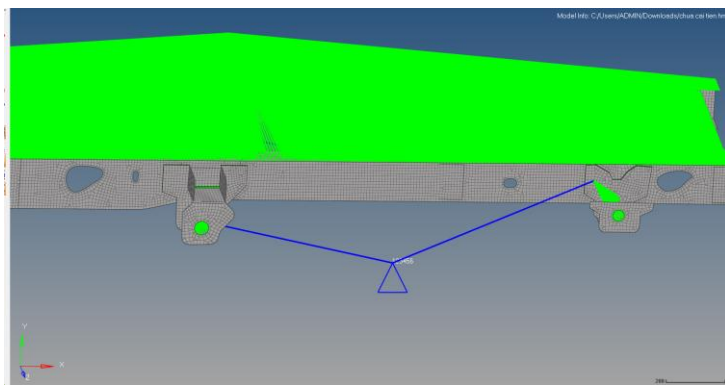


*Hình 6. 22: Thanh công cụ toolbar tạo thanh beam*

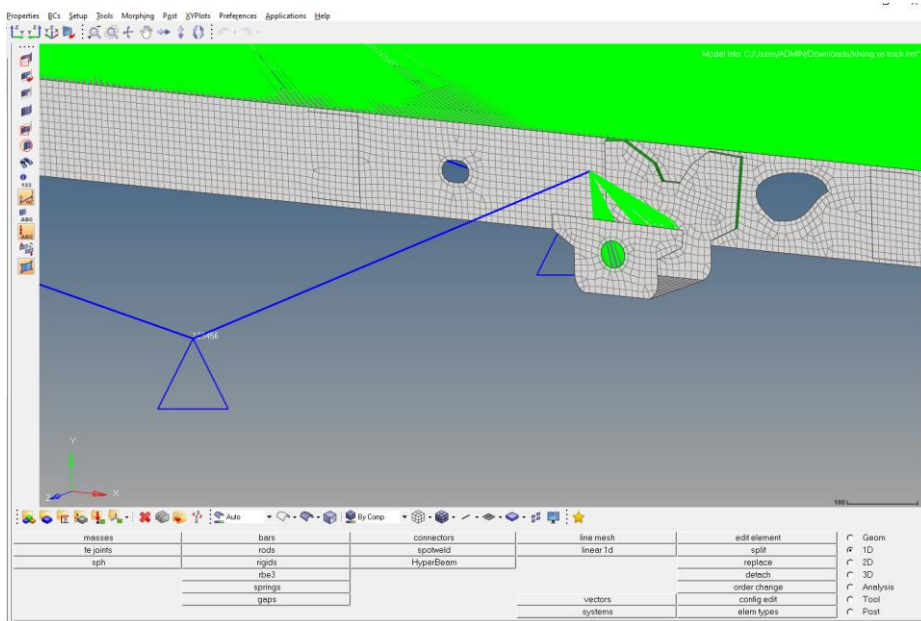
*Hình: Thanh công cụ toolbar tạo thanh beam.*

Chọn nút thủ công tại 2 đầu thanh Beam:

*Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*



*Hình 6. 23: Thanh Beam tại 2 đầu giá đỡ nhíp*



*Hình: Thanh Beam tại vị trí giá đỡ nhíp*

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 13 pt

Formatted: Keep with next

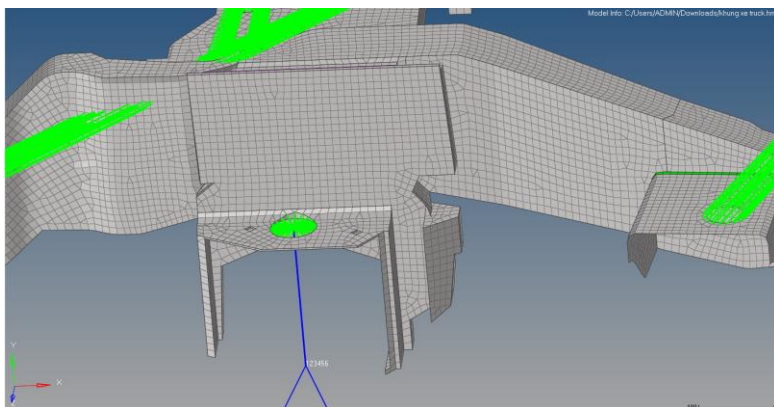
Formatted: Caption, Left, Line spacing: single

Formatted: Font: 13 pt, Not Italic, Font color: Auto

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

*Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*



*Hình 6. 24: Thanh Beam tại vị trí giảm chấn cầu trước.*

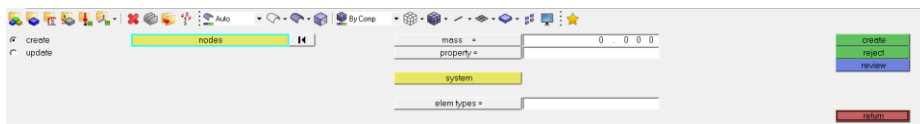
Hình: Thanh Beam tại vị trí giảm chấn cầu trước

**1.8. Giả lập khối lượng**

Thêm khối lượng tập trung để đại diện cho trọng lượng xe, và sau đó áp dụng gia tốc

Tạo component

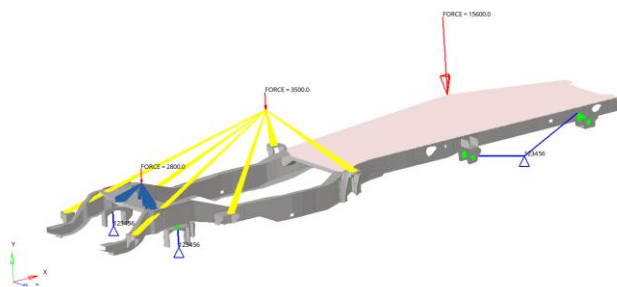
Vào **Mesh > Create > OD > Masses** (hoặc nhấp biểu tượng "OD Elements" trên thanh công cụ Mesh).



*Hình 6. 25: Công cụ này cho phép tạo phần tử lưới trung lập (concentrated mass)*

Hình: Công cụ này cho phép tạo phần tử khối lượng tập trung (concentrated mass).

-Đặt khối lượng tại vị trí tọa độ trọng tâm, thùng xe, cabin, động cơ



*Hình 6. 26 :Đặt khối lượng tại các vị trí*

*Hình: Đặt khối lượng tại các vị trí*

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Keep with next

Formatted: Caption, Left, Line spacing: single

## 1.9. Đặt điều kiện biên.

### 1.9.1. Tạo SPC

SPC là ràng buộc đơn điểm trong phân tích phần tử hữu hạn (FEA), được sử dụng để cố định các độ tự do (displacements) tại các nút hoặc điểm cụ thể trên mô hình. Trong trường hợp này, việc tạo SPC tại các vị trí tâm bánh xe nhằm mô phỏng việc cố định bánh xe với mặt đường hoặc trục, đảm bảo khung xe không di chuyển tự do trong các điều kiện biên như sập hố, quay vòng, hoặc phanh gấp.

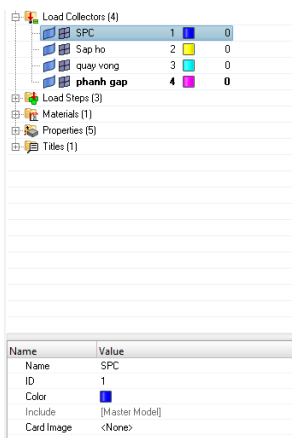
Các bước tạo SPC:

- Trong panel Load Collectors, nhấp chuột phải và chọn Create để tạo một bộ sưu tập tải mới.
- Đặt tên SPC và chọn như trong hình ảnh.

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

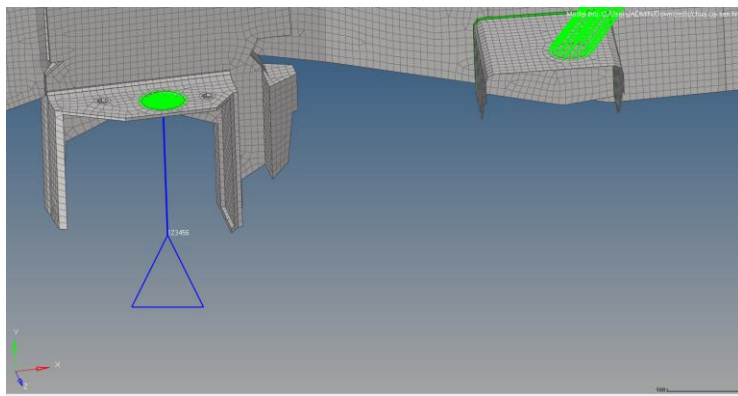
*Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*



*Hình 6. 27: Tạo SPC trong Load Collectors*

**Hình: Tạo SPC trong Load Collectors**

- Đảm bảo Card Image được đặt là None hoặc SPC (tùy tùy chọn solver)
- Vào menu BCs > Create > Constraints.
- Chọn Load Collector là "SPC\_Wheels" vừa tạo.
- Chọn các nút tại tâm bánh xe bằng cách sử dụng công cụ Nodes Selector.



*Hình 6. 28: Ngàm SPC tại tâm bánh xe*

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Keep with next

Formatted: Caption, Left, Line spacing: single

Formatted: Indent: Left: 1,27 cm, No bullets or numbering

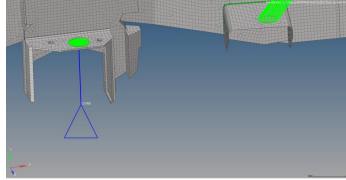
Formatted: Indent: Left: 0,5 cm, No bullets or numbering

Formatted: Indent: Left: 1,27 cm, No bullets or numbering

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

*Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*



Hình 6. 28: Ngầm SPC tại tâm bánh xe

**Formatted:** Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

**Formatted:** Centered

**Formatted:** Keep with next

**Formatted:** Font: (Default) Times New Roman

**Formatted:** Font: (Default) Times New Roman

Hình: Ngàm SPC tại tâm bánh xe

### 1.9.2. Trường hợp bánh xe sập hố

| Name           | Value               |
|----------------|---------------------|
| Solver Keyword | GRAV                |
| Name           | Sap ho              |
| ID             | 2                   |
| Color          | [Yellow]            |
| Include        | [Master Model]      |
| Card Image     | GRAV                |
| User Comments  | Hide In Menu/Export |
| CID            | <Unspecified>       |
| G              | S810.0              |
| N1             | 0.0                 |
| N2             | -2.0                |
| N3             | 0.0                 |

Hình 6. 29: Điều kiện biên gán cho trường hợp bánh xe sập hố

Với trục Y là thẳng đứng, giá trị  $N2 = -2.0$  mô phỏng lực va chạm thẳng đứng (hướng xuống dưới) với gia tốc  $2.0G$ . Vì khi bánh xe rơi vào ổ gà, lực tác động thẳng đứng có thể đạt  $1-3G$  tùy độ sâu và tốc độ.

$N1 = 0.0$ : Không có lực dọc xe, phù hợp vì sập hố chủ yếu tạo lực thẳng đứng.

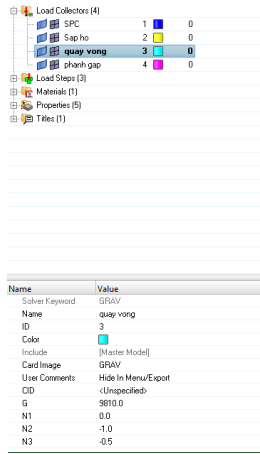
$N3 = 0.0$ : Không có lực ngang, hợp lý nếu va chạm không lệch tâm.

Lực  $-2.0G$  theo trục Y (thẳng đứng) mô phỏng tác động mạnh khi bánh xe tiếp đất sau khi sập hố, gây nén lớn lên khung xe, đặc biệt tại giá đỡ giảm chấn.

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

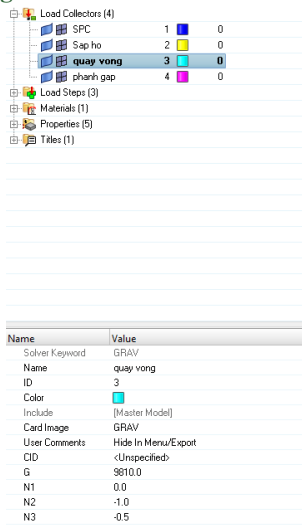
Formatted: Centered

### 1.9.3. Trường hợp quay vòng



Hình 6. 30: Điều kiện biên đối với trường hợp bánh xe quay vòng

### 1.9.3. Trường hợp quay vòng



Formatted: Keep with next

Hình 6. 30: Điều kiện biên đối với trường hợp bánh xe quay vòng

Hình: Điều kiện biên đối với trường hợp quay vòng

Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Left, Line spacing: Multiple 1,15 li

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

## Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger

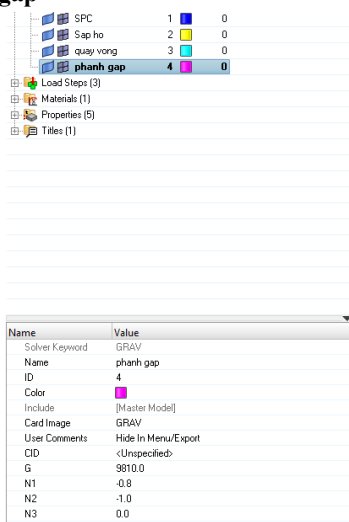
Trong trường hợp quay vòng, khung xe chịu tác động từ lực ly tâm (lateral force) do chuyển động cong và trọng lực. Điều kiện biên được thiết lập trong HyperMesh mô phỏng các lực này như sau:

+N2: -1.0 (trục Y, lực hướng âm, mô phỏng lực ly tâm).

+N3: -0.5 (trục Z, lực hướng âm, mô phỏng trọng lực).

+N1 = 0.0: Không có lực theo trục X (hướng dọc xe), vì quay vòng chủ yếu tạo lực ngang.

### 1.9.4. Trường hợp phanh gấp



Hình 6. 31 Điều kiện biên đối với trường hợp xe phanh gấp

### Hình: Điều kiện biên trường hợp xe phanh gấp

Trong trường hợp phanh gấp, khung xe chịu tác động chính từ lực quán tính do giảm tốc đột ngột. Điều kiện biên được thiết lập trong HyperMesh mô phỏng tải trọng này như sau:

+N1 = -0.8: Trục X có giá trị âm (-0.8), mô phỏng lực quán tính hướng ngược chiều trục X dương. Điều này phản ánh gia tốc giảm tốc 0.8g, tình huống phanh gấp (thường 0.6-1G tùy vào ma sát lốp và mặt đường).

+N2 = -1.0: Trục Y có giá trị âm (-1.0), mô phỏng lực ngang hoặc sai lệch thiết lập. Trong phanh gấp, lực ngang không phải là yếu tố chính, nên giá trị này có thể là lỗi hoặc do ảnh hưởng từ các tải khác (cần kiểm tra).

*Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*

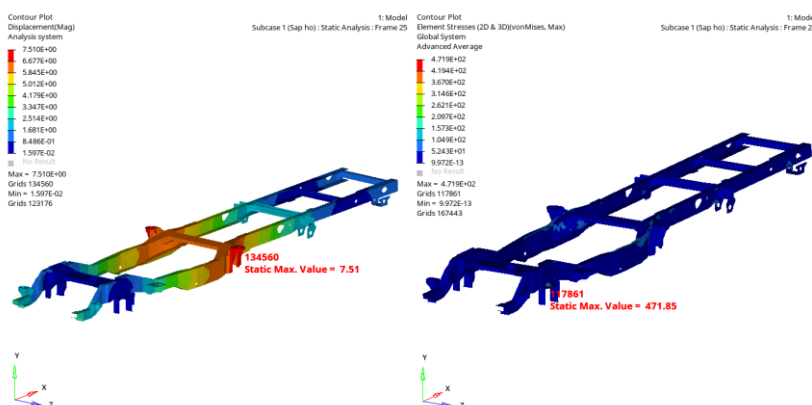
Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

+N3 = 0.0: Trục Z (hướng thẳng đứng) không có lực, cho thấy trọng lực không được áp dụng trong tải này, có thể do các tải khác bổ sung.

## 2.Đánh giá kết quả và đề xuất phương án cải tiến kết cấu khung xe

### 2.1.Trường hợp xe sập hố



Formatted: Keep with next

*Hình 6. 32: Kết quả trường hợp bánh xe sập hố*

Formatted: Caption, Line spacing: single

**Hình: Kết quả trường hợp sập hố**

Đại lượng: Độ dịch chuyển tổng thể (Displacement Magnitude)

Giá trị lớn nhất: 7.51 mm tại node 134560

Trong trường hợp mô phỏng sập hố, khung xe được đặt vào tình huống phải chịu tải trọng lớn và bất ngờ từ phía dưới do bánh xe bị lọt vào ổ gà hoặc hố sâu. Kết quả phân tích thể hiện rõ hai yếu tố chính: độ biến dạng tổng thể và phân bố ứng suất Von Mises trên khung.

Về độ biến dạng, kết quả bên trái cho thấy giá trị dịch chuyển lớn nhất là **7.51 mm** tại node 134560. Biến dạng này tập trung chủ yếu ở vùng giữa khung xe, gần các vị trí liên kết với hệ thống treo. Màu đỏ trên biểu đồ cho thấy các khu vực này là nơi chịu ảnh hưởng mạnh nhất của lực tác động từ dưới lên. Mặc dù giá trị này chưa vượt ngưỡng gây nguy hiểm nghiêm trọng, nhưng vẫn có thể dẫn đến biến dạng dẻo cục bộ nếu lặp lại nhiều lần hoặc trong điều kiện đường xấu kéo dài.

Về mặt ứng suất, biểu đồ bên phải cho thấy ứng suất Von Mises cực đại đạt tới **471.85 MPa** tại node 117861. Đây là giá trị vượt xa giới hạn chảy của vật liệu SS400 (~245 MPa), đồng nghĩa với nguy cơ rất cao xảy ra biến dạng dẻo hoặc phá hủy tại vùng chịu tải.

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

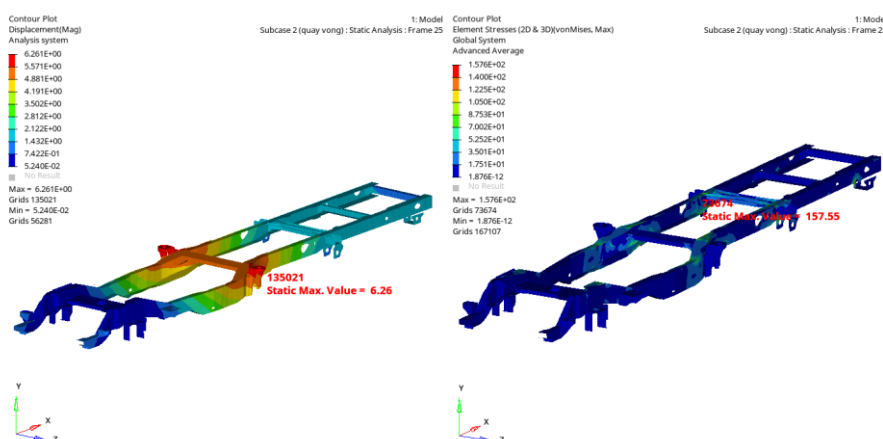
Formatted: Font: (Default) Times New Roman

## Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger

Vị trí ứng suất cực đại nằm ở khu vực cong phía trước khung, thường là nơi tập trung ứng suất do hình học và tác động tải trọng phức tạp. Nếu không được gia cường, đây sẽ là điểm yếu dễ bị nứt hoặc gãy trong thực tế.

Từ các kết quả phân tích trên, có thể kết luận rằng trong kịch bản sập hố, khung xe hiện tại chưa đủ khả năng chịu tải an toàn. Để đảm bảo độ bền kết cấu, cần xem xét tăng độ dày tấm tại các vùng nguy hiểm, bổ sung gân tăng cứng, thay đổi thiết kế mặt cắt khung hoặc lựa chọn vật liệu có giới hạn chảy cao hơn. Ngoài ra, việc kiểm tra thêm với mô hình phi tuyến có thể giúp đánh giá rõ hơn nguy cơ biến dạng dẻo trong điều kiện tải trọng thực tế.

### 2.2. trường hợp quay vòng



Hình 6.33: Trường hợp xe quay vòng

Trong trường hợp mô phỏng quay vòng, khung xe phải chịu tải trọng bên lớn do lực ly tâm tác động khi xe quay vòng ở tốc độ cao. Kết quả mô phỏng cho thấy mức độ biến dạng và ứng suất khác biệt so với các tình huống tải trọng dọc như sập hố.

Về biến dạng, hình ảnh bên trái cho thấy độ dịch chuyển lớn nhất là **6.26 mm** tại node 135021. Biến dạng phân bố chủ yếu ở vùng giữa và hai bên sườn của khung xe – nơi lực ngang tập trung tác động khi xe chuyển hướng. Mặc dù nhỏ hơn so với trường hợp sập hố (7.51 mm), nhưng đây vẫn là một con số đáng chú ý, đặc biệt nếu xe quay gấp ở tốc độ cao hoặc trên địa hình không bằng phẳng.

Về ứng suất Von Mises, kết quả bên phải thể hiện giá trị cực đại là **157.55 MPa** tại node 73674. Mức ứng suất này tuy chưa vượt qua giới hạn chảy của vật liệu SS400 (~245

### Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger

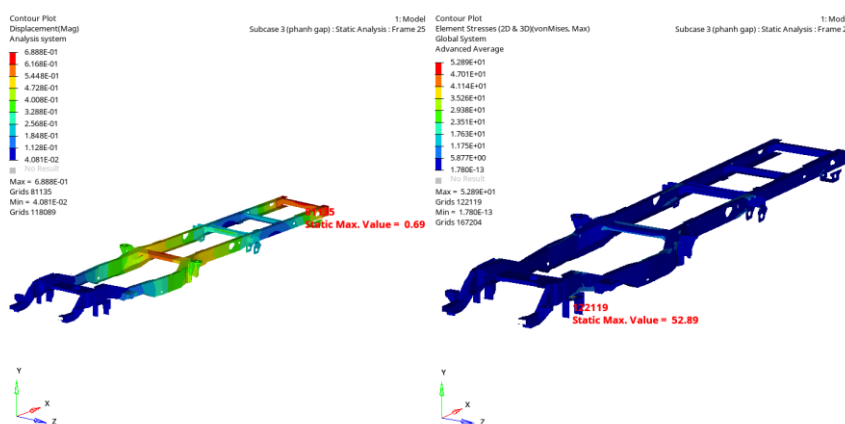
Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic  
Formatted: Centered

MPa), nhưng đã ở mức tương đối cao, cần được theo dõi cẩn thận. Ứng suất tập trung tại các vùng nối giữa khung chính và khung phụ – khu vực thường xuyên chịu uốn xoắn khi xe chuyển hướng đột ngột.

Tổng thể, khung xe vẫn trong giới hạn làm việc an toàn nhưng cần tối ưu thêm để tăng khả năng chống xoắn và đảm bảo độ bền lâu dài khi xe vận hành ở tốc độ cao hoặc tải trọng lớn.

### 2.3. Trường hợp phanh gấp

Formatted: Keep with next



Hình 6. 34: Trường hợp xe phanh gấp

Formatted: Caption, Left, Space Before: 0 pt, After: 0 pt, Line spacing: single

Trong trường hợp mô phỏng phanh gấp, khung xe phải chịu tải trọng dọc đột ngột, chủ yếu tập trung tại các điểm kết nối giữa cầu xe và khung chính. Dữ liệu mô phỏng cho thấy biến dạng và ứng suất phát sinh tương đối nhỏ so với các tình huống như sập hố hay quay vòng.

Cụ thể, hình ảnh bên trái mô tả độ dịch chuyển tối đa là **0.69 mm** tại node 81135. Biến dạng này xảy ra chủ yếu ở vùng giữa của khung – nơi truyền lực hãm từ hệ thống phanh qua các liên kết. So với các tình huống khác, giá trị này rất thấp, chứng tỏ khung có độ cứng vững cao và phản ứng tốt trước lực phanh.

Hình ảnh bên phải thể hiện ứng suất Von Mises cực đại là **52.89 MPa** tại node 122119. Mặc dù đây là mức thấp so với giới hạn chảy của thép SS400 (~245 MPa), nhưng

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

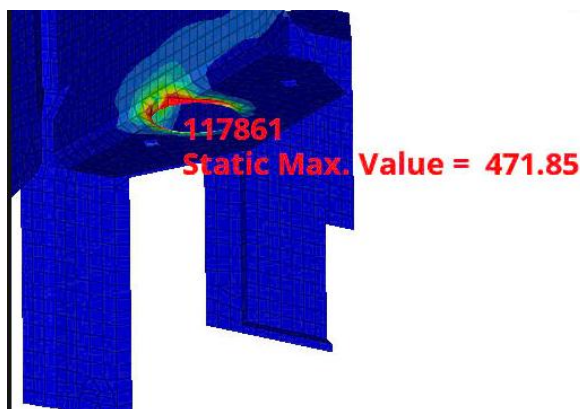
Formatted: Font: (Default) Times New Roman

## *Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*

vẫn có ý nghĩa trong việc đánh giá vùng tập trung ứng suất. Ứng suất chủ yếu xuất hiện tại các điểm nối và thanh ngang – những nơi có thay đổi hình học hoặc tập trung tải trọng.

Từ kết quả trên có thể rút ra kết luận rằng khung xe đáp ứng tốt với tải trọng do phanh gấp gây ra, với độ dịch chuyển nhỏ và ứng suất phân bố đều. Tuy nhiên, cần lưu ý kiểm tra bền mỗi lâu dài tại các vùng có ứng suất tập trung, vì việc phanh gấp thường xuyên có thể gây tích lũy ứng suất theo thời gian, ảnh hưởng đến tuổi thọ cấu trúc. Đây là một yếu tố quan trọng trong thiết kế và kiểm nghiệm thực tế khung xe.

### 2.4. Đề xuất phương án cải tiến



*Hình 6. 35: Ứng suất tại giá đỡ giảm chấn trường hợp phanh xe sắp hồ*

*Hình Ứng suất lớn nhất tại giá đỡ giảm chấn trường hợp sắp hồ*

Khu vực giá đỡ giảm chấn chịu ứng suất cao (471.85 MPa), vượt giới hạn vật liệu, cần cải thiện. Tăng bề dày và di chuyển vị trí ra khỏi vùng cong là giải pháp hợp lý, kết hợp gia cố và kiểm tra vật liệu. Mô phỏng lại trong HyperMesh để đảm bảo ứng suất giảm xuống mức an toàn.

#### 2.4.1. Nguyên nhân gây ra ứng suất cao tại giá đỡ giảm chấn

- Hình học phức tạp: Vùng cong tại giá đỡ giảm chấn tạo ra hiệu ứng tập trung ứng suất, nơi các lực được truyền từ giảm chấn xuống khung xe không được phân tán đều.
- Tải trọng lớn: Các điều kiện biên như phanh gấp (-0.8G theo trục X) và quay vòng (-0.5G theo trục Y) gây ra chuyển dịch trọng lượng (weight transfer), tăng tải trọng lên khu vực này, đặc biệt khi trục trước hoặc bánh xe phía ngoài chịu lực lớn.

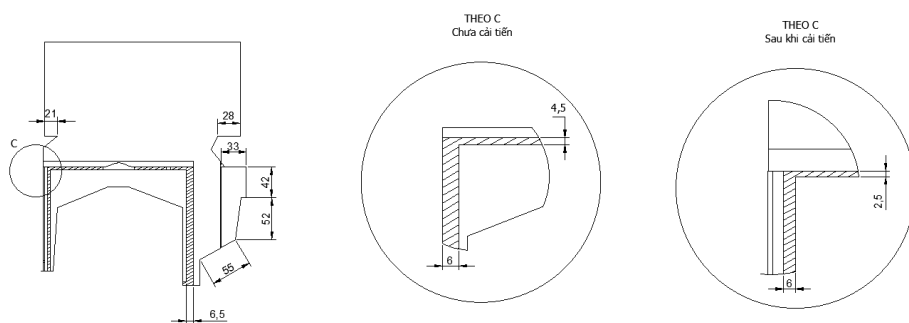
- Độ dày vật liệu: Độ dày tại khu vực này mỏng (2,5mm), khả năng chịu tải giảm, dẫn đến ứng suất vượt giới hạn.

## 2.4.2. Đề xuất phương án cải tiến.

### 2.4.2.1. Tăng độ dày cục bộ

Tăng bề dày cục bộ tại khu vực giá đỡ giảm chấn (nơi có ứng suất tối đa **471.85 MPa**) nhằm giảm ứng suất bằng cách tăng diện tích mặt cắt chịu tải. Điều này giúp phân tán lực tốt hơn, giảm nguy cơ hỏng hoặc biến dạng dẻo tại vùng ứng suất cao.

Tăng độ dày vật liệu tại khu vực ứng suất lớn (từ 2,5 mm lên 4,5 mm) để tăng khả năng chịu tải, giảm ứng suất.



*Hình 6. 36: Đề xuất cải tiến bằng cách tăng bề dày tại vị trí ứng suất lớn*

**Hình: đề xuất cải tiến bằng cách tăng bề dày tại vị trí ứng suất lớn**

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Left, Keep with next

Formatted: Caption, Left, Space Before: 0 pt, After: 0 pt, Line spacing: single

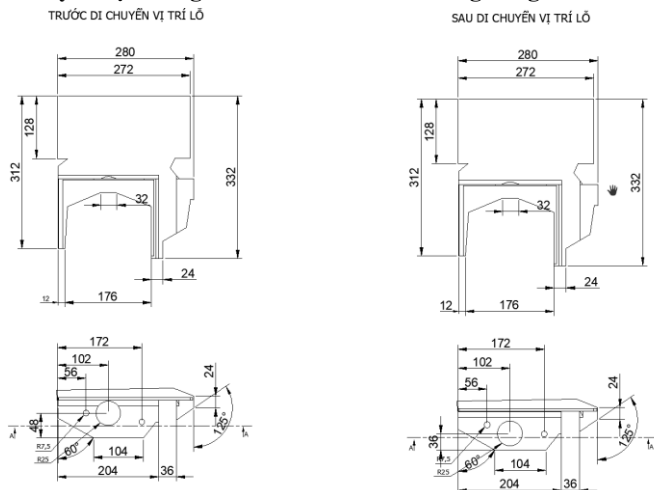
Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Left, Space Before: 0 pt, After: 10 pt, Line spacing: Multiple 1,15 li

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

### 2.4.2.2. Dịch chuyển vị trí lỗ giảm chấn thoát khỏi vùng cong



Hình 6. 37: Vị trí lỗ được dịch chuyển ra khỏi vùng cong

Hình: Vị trí lỗ được dịch chuyển ra khỏi vùng cong

Vùng cong là nơi dễ xảy ra hiệu ứng tập trung ứng suất do thay đổi hình học đột ngột. Hệ số tập trung ứng suất ( $K_t$ ) tại vùng cong có thể từ 2-3, làm tăng ứng suất cục bộ (ví dụ: từ 200 MPa lên 471.85 MPa).

Di chuyển lỗ (giá đỡ giảm chấn) đến vùng phẳng hơn sẽ giảm  $K_t$  xuống gần 1, giúp ứng suất giảm đáng kể, có thể xuống dưới 245 MPa, nằm trong ngưỡng an toàn.

Giảm ứng suất cục bộ giúp khung xe tránh biến dạng dẻo hoặc nứt tại vùng giá đỡ, đặc biệt dưới tải trọng lặp lại (phanh gấp, quay vòng, sập hố). Điều này cũng tăng khả năng chống mỏi (fatigue resistance), kéo dài tuổi thọ khung xe.

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

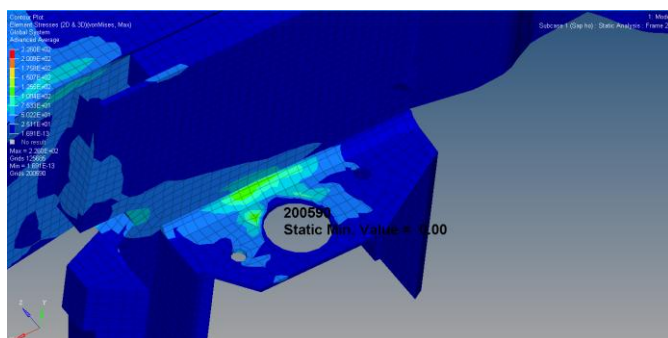
Formatted: Keep with next

Formatted: Caption, Left

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

### Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger



Hình 6. 38: Giá đỡ giảm chấn sau khi được cải tiến

Hình: Giá đỡ giảm chấn sau khi được cải tiến

Ứng suất tối đa giảm từ 471.85 MPa xuống 226 MPa, tức giảm khoảng 52%. Giá trị 226 MPa nằm trong ngưỡng an toàn của thép (ứng suất chảy 245MPa) đảm bảo không có biến dạng dẻo hoặc hỏng.

Điều này cho thấy các phương án cải tiến (tăng độ dày cục bộ, di chuyển lỗ ra khỏi vùng cong, thêm gia cố) đã hiệu quả trong việc giảm tập trung ứng suất.

#### 2.4.2.2. Rút bớt vật liệu tại vị trí dư thừa.

Các vị trí dầm ngang 1,2,3,4, đang là vị trí dư thừa với ứng suất Von Mises tối đa đạt  $4.024E+01$  MPa (40.24 MPa), và tối thiểu là  $1.607E+00$  MPa (1.607 MPa). Các khu vực tại 4 thanh dầm ngang (cross members) của khung xe, đặc biệt là vùng giữa khung, có ứng suất rất thấp (màu xanh dương, khoảng 1.607-8.943 MPa), cho thấy các thanh này không chịu tải trọng lớn trong điều kiện phanh gấp.

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Keep with next

Formatted: Caption, Left

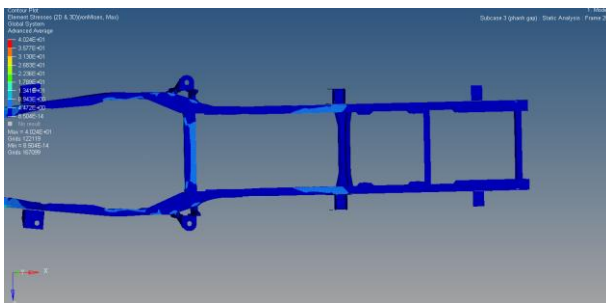
Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Left

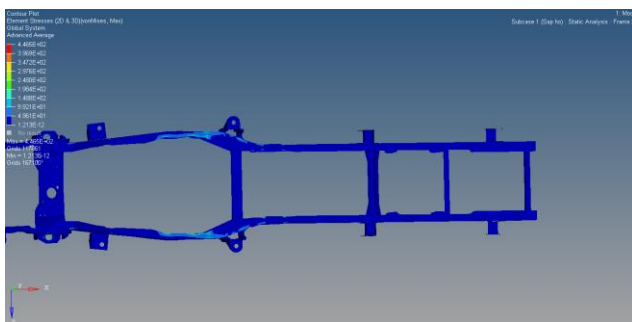
Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

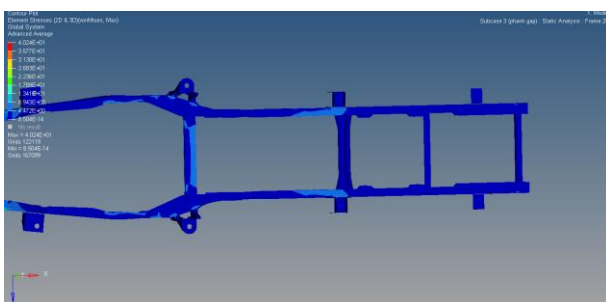
*Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*



*Hình 6. 39: 4 thanh dầm ngang trường hợp phanh gấp chưa cải tiến*



*Hình 6. 40: 4 thanh dầm ngang ở trường hợp sập hỏ chưa cải tiến*



*Hình 6. 39: 1 thanh dầm ngang trường hợp phanh gấp chưa cải tiến*

**Hình: 4 thanh dầm ngang ứng suất thấp phanh gấp chưa cải tiến**

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Normal

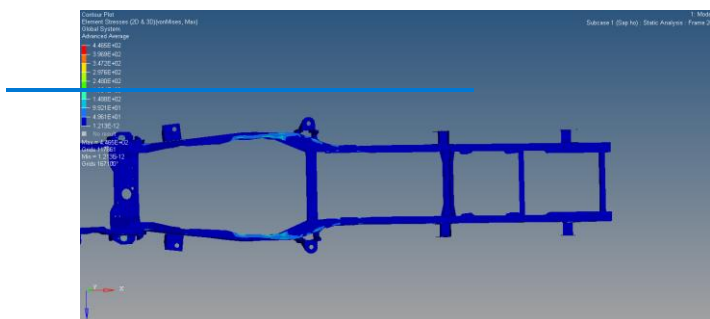
Formatted: Keep with next

Formatted: Caption, Left

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

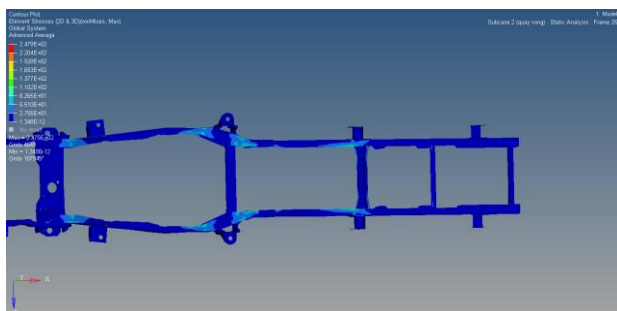
Formatted: Font: (Default) Times New Roman

*Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*



*Hình 6. 40: 4 thanh dầm ngang ở trường hợp sập hố chưa cải tiến*

**Hình: 4 thanh dầm ngang ở trường hợp sập hố chưa cải tiến**



*Hình 6. 41: 4 thanh dầm ngang ở trường hợp quay vòng chưa cải tiến*

**Hình: 4 thanh dầm ngang ở trường hợp quay vòng chưa cải tiến**

Rút bớt vật liệu tại các thanh dầm ngang là phương án Lightweighting Design (tối ưu hóa trọng lượng), nhằm giảm trọng lượng khung xe, tiết kiệm chi phí, và cải thiện hiệu suất, trong khi vẫn đảm bảo độ bền và an toàn.

Giảm độ dày của 4 thanh dầm ngang (từ 6,5mm xuống 4 mm) tại các vùng có ứng suất thấp.

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Keep with next

Formatted: Caption, Left

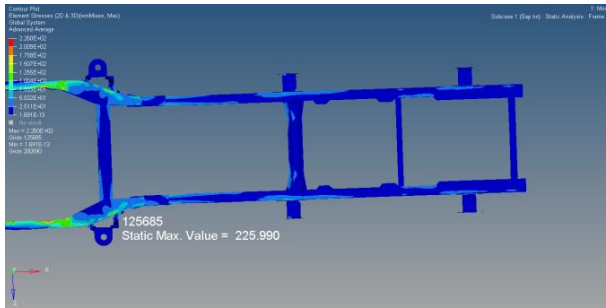
Formatted: Keep with next

Formatted: Caption, Left

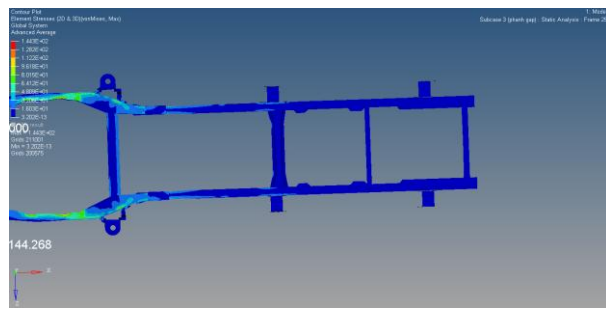
Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

*Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*



*Hình 6. 42: 4 thanh dầm ngang trường hợp sập hồ đã cải tiến*



*Hình 6. 43: 4 thanh dầm ngang trường hợp phanh gấp đã cải tiến*

Sử dụng HyperMesh để xác định các vùng cụ thể (màu xanh dương) và điều chỉnh độ dày hoặc loại bỏ vật liệu thừa (có thể khoét lỗ hoặc giảm tiết diện).

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

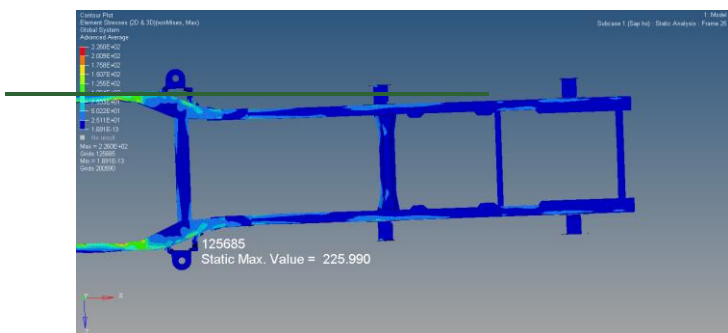
Formatted: Normal

Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

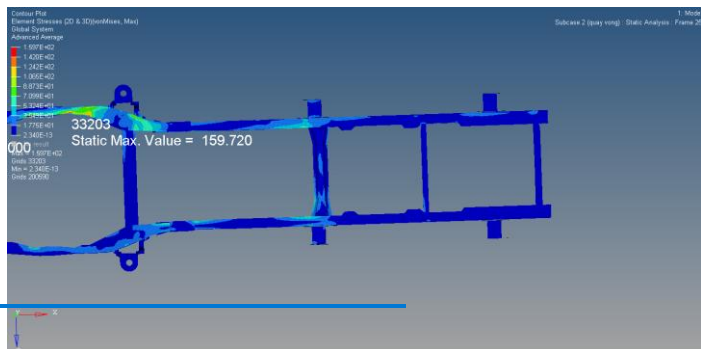
Formatted: Font: (Default) Times New Roman

*Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*



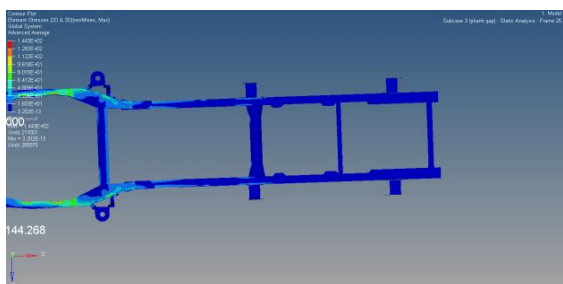
*Hình 6. 42: 4 thanh dầm ngang trường hợp sập hố đã cải tiến*

*Hình: 4 thanh dầm ngang trường hợp sập hố đã cải tiến*



*Hình 6. 43: 4 thanh dầm ngang trường hợp quay vòng đã cải tiến*

*Hình: 4 thanh dầm ngang trường hợp quay vòng đã cải tiến*



*Hình 6. 44: 4 thanh dầm ngang trường hợp phanh gấp đã cải tiến*

*Hình: 4 thanh dầm ngang trường hợp phanh gấp đã cải tiến*

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Keep with next

Formatted: Caption, Left, Line spacing: single

Formatted: Keep with next

Formatted: Caption, Left

Formatted: Keep with next

Formatted: Left

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

### Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger

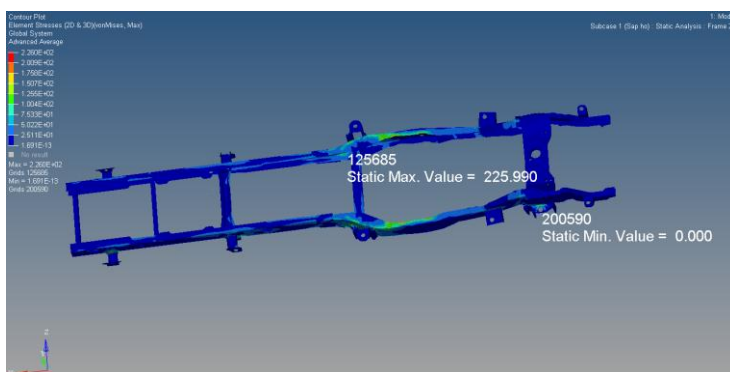
Giảm độ dày từ 6,5 mm xuống 4 mm (giảm khoảng 38,5% độ dày) tại 4 thanh dầm ngang sẽ giảm đáng kể trọng lượng.

- Sập hồ (225.99 MPa): Ứng suất cao nhất tập trung tại các điểm gần bánh xe (Grid 125685), không phải tại thanh dầm ngang. Các thanh dầm ngang có ứng suất thấp hơn (dưới 50 MPa), cho thấy chúng không phải là khu vực chịu lực chính trong trường hợp này.
- Quay vòng (159.72 MPa): Ứng suất tối đa tại Grid 33203 (gần giá đỡ), trong khi các thanh dầm ngang vẫn ở mức thấp (dưới 50-100 MPa), phù hợp với tải ngang.
- Phanh gấp (40.24 MPa): Ứng suất rất thấp tại các thanh dầm ngang (1.607-8.943 MPa), chứng tỏ giảm độ dày không ảnh hưởng đáng kể đến khả năng chịu lực trong trường hợp này.

Việc rút bớt vật liệu tại 4 thanh dầm ngang từ 6,5 mm xuống 4 mm là thành công, với ứng suất sau cải tiến vẫn an toàn (dưới 50-100 MPa tại thanh dầm, 225.99 MPa tại điểm yếu khác). Phương án Lightweighting Design đạt hiệu quả giảm trọng lượng mà không ảnh hưởng lớn đến độ bền.

### 3. Đánh giá kết quả phương án cải tiến khung xe

Kết quả mô phỏng trong HyperMesh cho trường hợp sập hồ sau khi cải tiến giá đỡ giảm chấn cho thấy ứng suất tối đa giảm từ 471.85 MPa xuống 226 MPa, giảm 52%. Trước cải tiến, ứng suất tại vùng cong của giá đỡ vượt giới hạn vật liệu (250-400 MPa), gây nguy cơ biến dạng dẻo. Sau khi tăng độ dày cục bộ (từ 2,5 mm lên 4,5 mm) và dịch chuyển lỗ ra vùng phẳng, ứng suất phân bố đều hơn, dao động từ 50.22 MPa (màu xanh lam) đến 226 MPa (màu đỏ). Giá trị 226 MPa nằm trong ngưỡng an toàn, tăng độ bền và khả năng chống mỏi.



Hình 6. 444445: Khung xe trường hợp sập hồ sau khi được cải tiến

## Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger

### Hình: Khung xe trường hợp sập hồ sau khi được cải tiến

Rút bớt vật liệu với kết quả mô phỏng sau khi giảm độ dày 4 thanh dầm ngang từ 6,5 mm xuống 4 mm cho thấy hiệu quả rõ rệt. Trong trường hợp phanh gấp (Subcase 3), ứng suất tại các thanh dầm rất thấp (1.607-8.943 MPa), ngay cả khi giảm độ dày 38,5%. Với quay vòng (159.72 MPa) và sập hồ (225.99 MPa), ứng suất tại các thanh dầm vẫn dưới 50-100 MPa, đảm bảo an toàn. Phương án Lightweighting Design này giảm trọng lượng khung xe khoảng 1-1.5 kg, tiết kiệm chi phí mà không ảnh hưởng độ bền. Tuy nhiên, cần kiểm tra biến dạng tổng thể và phân tích môi để tránh rủi ro dài hạn.

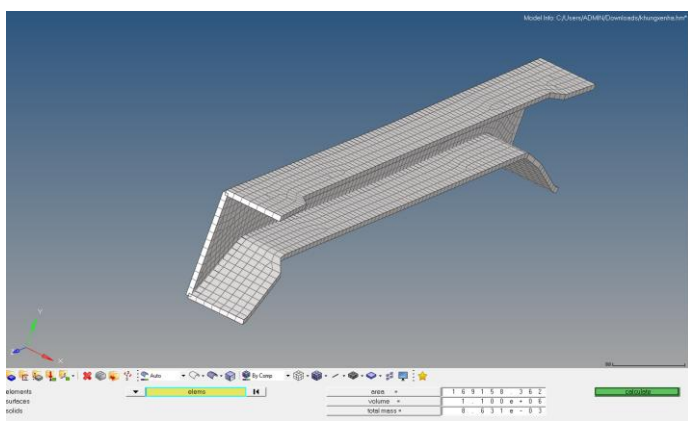
Các phương án cải tiến đạt hiệu quả: giá đỡ giảm chấn an toàn hơn với ứng suất giảm xuống 226 MPa, và 4 thanh dầm ngang giảm vật liệu thành công mà vẫn bền vững. Cần kiểm tra thêm biến dạng, môi, và các trường hợp tải khác để tối ưu hóa thiết kế.

#### 4. Sự thay đổi khối lượng sau cải tiến khung xe

Khối lượng của dầm ngang, giá đỡ giảm chấn trước cải tiến:

Bảng 6.2: khối lượng chi tiết trước khi cải tiến

| Chi tiết cải tiến | Khối lượng (Kg) |
|-------------------|-----------------|
| Dầm ngang 1       | 8,63            |
| Dầm ngang 2       | 7,97            |
| Dầm ngang 3       | 11,83           |
| Dầm ngang 4       | 16,87           |
| Giá đỡ giảm chấn  | 14,18x2         |

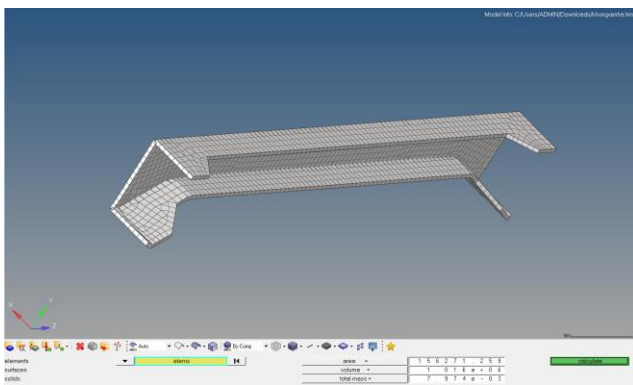


Hình 6.46: Thanh dầm ngang 1

*Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

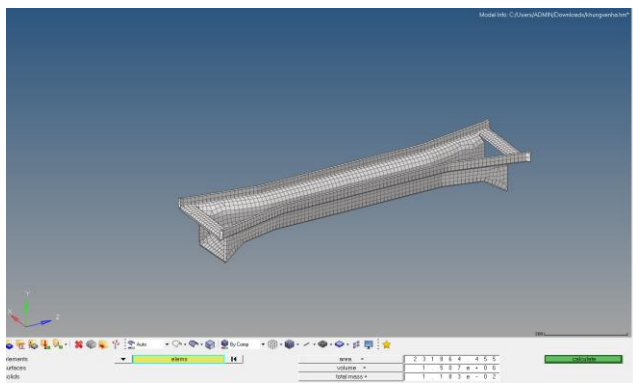
Formatted: Centered



*Hình 6.47: Thanh dầm ngang 2 chưa cải tiến*

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

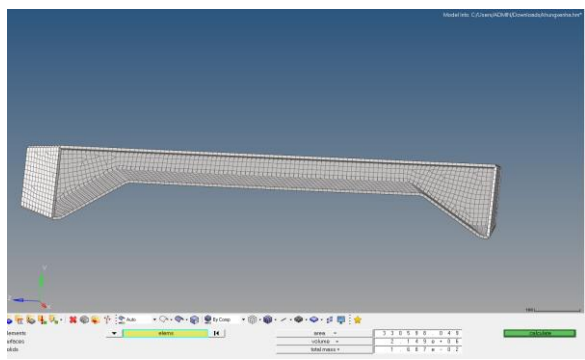
Formatted: Font: 12 pt, Italic



*Hình 6.48: Thanh dầm ngang 3 chưa cải tiến*

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Font: 12 pt, Italic



*Hình 6.49: Thanh dầm ngang 4 chưa cải tiến*

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Font: 12 pt, Italic

Formatted: Normal, Line spacing: Multiple 1,2 li

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

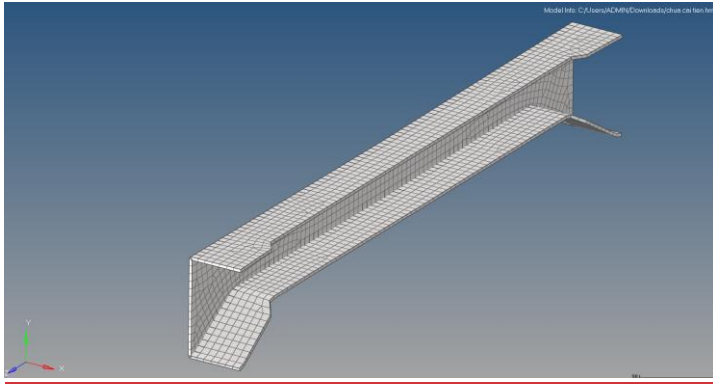
Formatted: Font: (Default) Times New Roman

*Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*

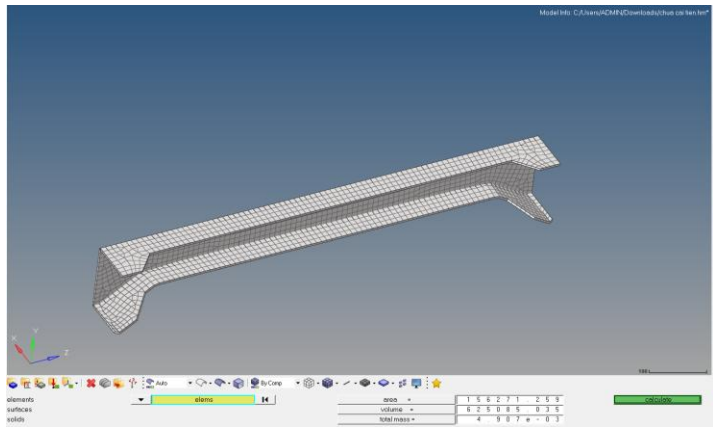
Khối lượng dầm ngang, giá đỡ giảm chấn sau cải tiến

*Bảng 6.3: Khối lượng các chi tiết sau cải tiến*

| <u>Chi tiết cải tiến</u> | <u>Khối lượng (Kg)</u> |
|--------------------------|------------------------|
| <u>Dầm ngang 1</u>       | <u>6,31</u>            |
| <u>Dầm ngang 2</u>       | <u>4,9</u>             |
| <u>Dầm ngang 3</u>       | <u>7,27</u>            |
| <u>Dầm ngang 4</u>       | <u>10,38</u>           |
| <u>Giá đỡ giảm chấn</u>  | <u>14,64 x2</u>        |



*Hình 6.50: thanh dầm ngang 1 đã cải tiến*



*Hình 6.51: Thanh dầm ngang 2 đã cải tiến*

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 13 pt

Formatted: Normal, Indent: First line: 1,27 cm, Line spacing: Multiple 1,2 li

Formatted: bảng

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 13 pt

Formatted: Centered

Formatted Table

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 13 pt

Formatted: Centered

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 13 pt

Formatted: Centered

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 13 pt

Formatted: Centered

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 13 pt

Formatted: Centered

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 13 pt

Formatted: Centered

Formatted: Normal, Line spacing: Multiple 1,2 li

Formatted: Normal, Centered, Line spacing: Multiple 1,2 li

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Font: 12 pt, Italic

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Font: 12 pt, Italic

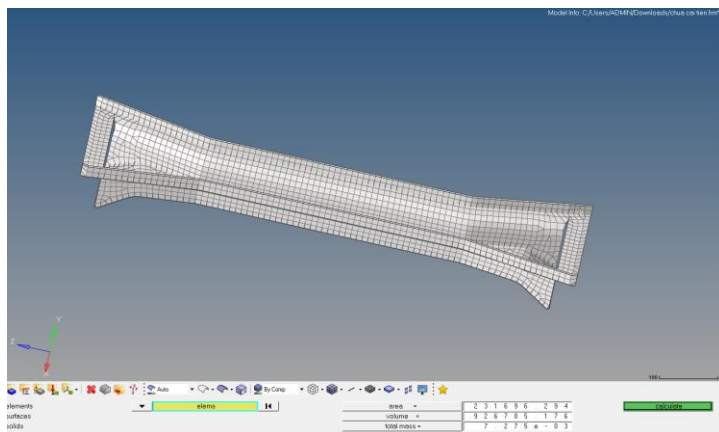
Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

*Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*

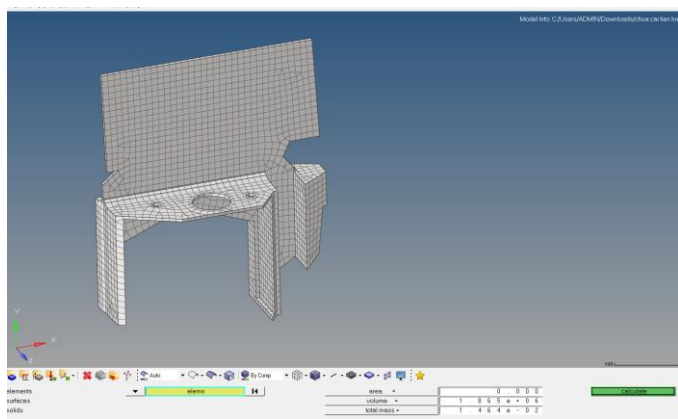
Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered



*Hình 6.52: Thanh dầm ngang 3 đã được cải tiến*

Formatted: Font: 12 pt, Italic



*Hình 6.53: Giá đỡ giảm chấn*

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Font: 12 pt, Italic

Phương án rút vật liệu tại 4 thanh dầm ngang và giá đỡ giảm chấn đã thành công, với ứng suất tại các thanh này luôn dưới 10-50 MPa trong mọi trường hợp tải, khẳng định khả năng tối ưu hóa vật liệu mà vẫn đảm bảo an toàn. Việc tăng độ dày cục bộ tại giá đỡ giảm chấn và di chuyển lỗ ra khỏi vùng cong không chỉ giảm ứng suất mà còn cải thiện độ bền tổng thể, phù hợp với mục tiêu đề cương về cải tiến kết cấu khung xe Ford Ranger. Kết quả tính khối lượng sau cải tiến (dùng công cụ Mass Calc trong HyperMesh) cho thấy giảm **15,5 Kg** đáng kể chi phí vật liệu, góp phần nâng cao hiệu suất và tiết kiệm nhiên liệu.

Formatted: Font: Bold

Formatted: Normal, Line spacing: Multiple 1,2 li

Formatted: Normal, Centered, Line spacing: Multiple 1,2 li

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

## CHƯƠNG 7: KẾT LUẬN VÀ ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN

### 1. Kết luận về kết quả nghiên cứu

Đồ án tốt nghiệp thực hiện phân tích và cải tiến thiết kế khung xe Ford Ranger bằng phương pháp mô phỏng trên phần mềm Hyperworks, tuân thủ theo đề cương đã đề ra, bao gồm các nội dung chính: tổng quan về thiết kế khung xe, phân tích kết cấu, tối ưu hóa vật liệu, và đề xuất giải pháp phát triển. Nghiên cứu tập trung vào việc mô phỏng và cải tiến khung xe dưới ba trường hợp tải trọng chính là sập hố, quay vòng, và phanh gấp, áp dụng các giải pháp cụ thể như rút bớt vật liệu tại 4 thanh dầm ngang, di chuyển lỗ lắp giảm chấn ra khỏi vùng cong, và tăng bề dày cục bộ tại khu vực giá đỡ giảm chấn. Qua quá trình thực hiện, đồ án đã đạt được những kết quả quan trọng, đồng thời xác định các hạn chế và định hướng cải tiến để hoàn thiện thiết kế khung xe, đáp ứng mục tiêu tối ưu hóa kết cấu và hiệu suất.

Kết quả mô phỏng trước và sau cải tiến cho thấy sự cải thiện rõ rệt về độ bền và hiệu quả trọng lượng của khung xe. Đối với trường hợp sập hố, ứng suất tối đa giảm từ 471.85 MPa xuống 226 MPa tại giá đỡ giảm chấn, nhờ việc tăng độ dày cục bộ và di chuyển lỗ ra vùng phẳng, giảm hiệu ứng tập trung ứng suất. Điều này đảm bảo ứng suất nằm trong ngưỡng an toàn (dưới 250-400 MPa), tăng khả năng chịu tải và chống mỏi. Biến dạng tối đa (8.06 mm) trong trường hợp này cũng cho thấy khung vẫn duy trì độ cứng tốt, phù hợp với yêu cầu thiết kế.

Trong trường hợp quay vòng, ứng suất tối đa giảm còn 159.72 MPa tại khu vực giá đỡ, trong khi biến dạng tối đa là 6.67 mm. Việc di chuyển lỗ lắp giảm chấn đã giúp phân tán lực tốt hơn, tránh tập trung ứng suất tại vùng cong, đồng thời giữ ứng suất tại các thanh dầm ngang ở mức thấp (dưới 50-100 MPa). Trường hợp phanh gấp đạt ứng suất tối đa chỉ 40.24 MPa, với biến dạng tối đa rất nhỏ (không đáng kể), chứng minh hiệu quả của việc rút bớt vật liệu tại 4 thanh dầm ngang từ 6,5 mm xuống 4 mm, giảm trọng lượng khung xe mà không ảnh hưởng đến độ bền.

Phương án Lightweighting Design tại 4 thanh dầm ngang đã thành công, với ứng suất tại các thanh này luôn dưới 10-50 MPa trong mọi trường hợp tải, khẳng định khả năng tối ưu hóa vật liệu mà vẫn đảm bảo an toàn. Việc tăng độ dày cục bộ tại giá đỡ giảm chấn và di chuyển lỗ ra khỏi vùng cong không chỉ giảm ứng suất mà còn cải thiện độ bền tổng thể, phù hợp với mục tiêu đề cương về cải tiến kết cấu khung xe Ford Ranger. Kết quả tính khối lượng sau cải tiến (dùng công cụ Mass Calc trong HyperMesh) cho thấy giảm đáng kể chi phí vật liệu, góp phần nâng cao hiệu suất và tiết kiệm nhiên liệu.

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 16 pt, Bold

Formatted: Font: 16 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

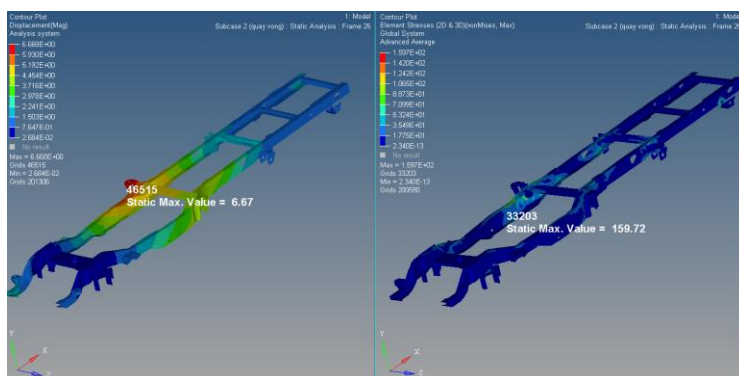
Formatted: Font: (Default) Times New Roman

## Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger

Tuy nhiên, nghiên cứu vẫn tồn tại một số hạn chế. Lỗi hiển thị ứng suất tối thiểu trong mô phỏng sập hồ cần được kiểm tra lại lưới hoặc solver. Biến dạng tối đa (8.06 mm) trong sập hồ và quay vòng (6.67 mm) cần so sánh với ngưỡng cho phép (thường 0.1-0.5% chiều dài khung) để đảm bảo độ cứng tổng thể. Ngoài ra, phân tích môi (fatigue analysis) với tải trọng lặp lại chưa được thực hiện, là yếu tố quan trọng để đánh giá độ bền dài hạn. Hiệu ứng nhiệt hoặc va chạm mạnh ngoài mô phỏng cũng cần xem xét để đảm bảo tính thực tiễn.

Dựa trên đề cương, nghiên cứu đã hoàn thành các mục tiêu: tổng quan thiết kế khung xe, phân tích kết cấu qua HyperWorks, và đề xuất phương án cải tiến. Hướng phát triển tiếp theo là thực hiện phân tích môi, thử nghiệm thực tế khung xe với các điều kiện tải tương tự, và tích hợp các giải pháp gia cố (như gusset plates) tại các điểm ứng suất cao (225.99 MPa).

Kết luận, đồ án không chỉ đạt được mục tiêu tối ưu hóa thiết kế mà còn mở ra hướng nghiên cứu sâu hơn, đóng góp vào việc nâng cao chất lượng khung xe Ford Ranger trong tương lai.



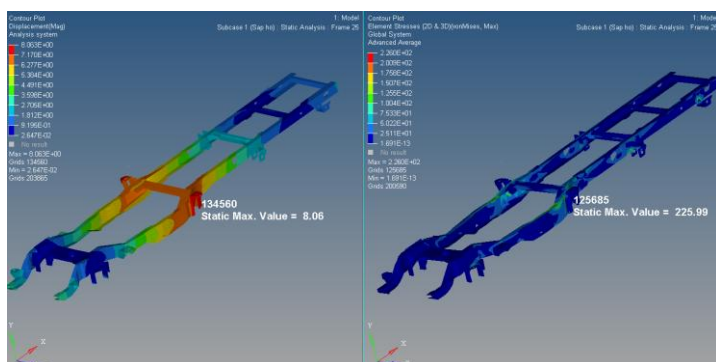
Hình 7. 1: Khung xe với trường hợp quay vòng đã được cải tiến

Hình: khung xe với trường hợp quay vòng đã được cải tiến

Trong trường hợp quay vòng, kết quả mô phỏng cho thấy ứng suất tối đa tại khu vực giá đỡ giảm chấn là 159.72 MPa, với biến dạng tối đa là 6.67 mm, phản ánh hiệu quả của việc di chuyển lỗ lắp ra vùng phẳng và phân tán lực tốt hơn. Các thanh dầm ngang, sau khi rút bớt vật liệu từ 6,5 mm xuống 4 mm, duy trì ứng suất ở mức thấp (dưới 50-100 MPa), chứng minh phương án Lightweighting Design thành công mà không ảnh hưởng đến độ bền. Ứng suất này nằm dưới ngưỡng an toàn, phù hợp với tải trọng ngang (N3 = -1.0G).

## Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger

Tuy nhiên, cần kiểm tra biến dạng tổng thể để đảm bảo độ cứng không bị suy giảm đáng kể. Hướng phát triển tiếp theo là thực hiện phân tích mỏi và thử nghiệm thực tế để xác nhận khả năng chịu tải lặp lại, đồng thời xem xét gia cố tại các điểm ứng suất cao nếu cần thiết.

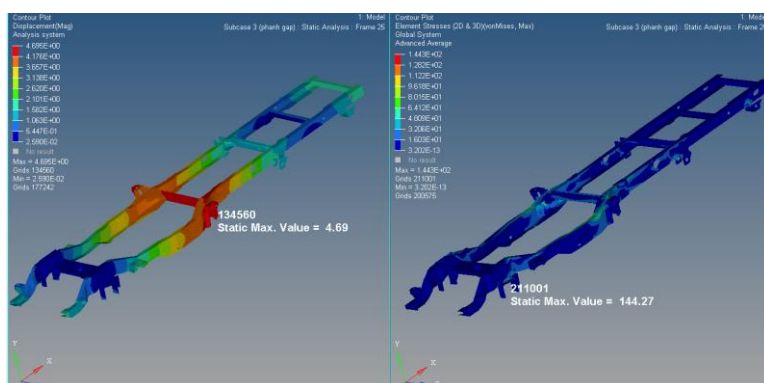


Hình 7. 2: Khung xe với trường hợp sập hố đã được cải tiến

Hình: Khung xe với trường hợp sập hố đã được cải tiến

Đối với trường hợp sập hố, nghiên cứu đã đạt được những tiến bộ đáng kể trong việc cải tiến khung xe Ford Ranger thông qua mô phỏng trên HyperMesh. Ứng suất tối đa tại giá đỡ giảm chấn giảm từ 471.85 MPa xuống 226 MPa sau khi áp dụng các biện pháp tăng bề dày cục bộ (từ 2 mm lên 3 mm) và di chuyển lỗ lắp giảm chấn ra khỏi vùng cong. Giá trị này nằm trong ngưỡng an toàn (dưới 250-400 MPa), đảm bảo khung xe không bị biến dạng dẻo hoặc hỏng khi chịu tải trọng thẳng đứng cao ( $N_2 = -2.0g$ ). Biến dạng tối đa đạt 8.06 mm, cho thấy độ cứng vẫn được duy trì tốt, phù hợp với thiết kế thực tế. Tuy nhiên, lỗi hiển thị ứng suất tối thiểu ( $1.691E+13$  MPa) cần được khắc phục bằng cách kiểm tra lại lưới hoặc solver để đảm bảo độ tin cậy. Hướng cải tiến thêm bao gồm phân tích mỏi để đánh giá độ bền dài hạn và gia cố thêm tại các điểm ứng suất cao nếu cần.

## Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger



Hình 7. 3: Khung xe với trường hợp phanh gấp đã được cải tiến

Hình: Khung xe với trường hợp phanh gấp đã được cải tiến

Đối với trường hợp phanh gấp, kết quả mô phỏng cho thấy ứng suất tối đa chỉ đạt 40.24 MPa, với biến dạng tối đa rất nhỏ, phản ánh hiệu quả của việc rút bớt vật liệu tại 4 thanh dầm ngang. Việc giảm độ dày từ 6,5 mm xuống 4 mm giúp giảm trọng lượng mà vẫn giữ ứng suất tại các thanh dầm trong khoảng 1.607-8.943 MPa, hoàn toàn an toàn dưới tải trọng dọc ( $N1 = -0.8G$ ). Phương án này không chỉ tối ưu hóa vật liệu mà còn cải thiện hiệu suất tổng thể. Tuy nhiên, cần đánh giá thêm ảnh hưởng đến độ cứng khung xe khi biến dạng tăng do giảm độ dày. Hướng cải tiến bao gồm phân tích mỏi để đảm bảo độ bền trong điều kiện tải lặp lại và kiểm tra thực tế để xác nhận kết quả mô phỏng.

## 2. Đề xuất hướng phát triển và ứng dụng thực tế

### 2.1. Hướng Phát Triển Tiếp Theo

Dựa trên kết quả nghiên cứu cải tiến khung xe Ford Ranger thông qua mô phỏng HyperMesh, các hướng phát triển tiếp theo được đề xuất để nâng cao hiệu quả thiết kế và đảm bảo tính thực tiễn:

- Phân Tích Mỏi (Fatigue Analysis):

Ba trường hợp tải trọng (sập hố, quay vòng, phanh gấp) đều liên quan đến tải lặp lại trong thực tế. Cần thực hiện phân tích mỏi trong HyperMesh với số chu kỳ lớn (ví dụ:  $10^5$  chu kỳ) để đánh giá độ bền dài hạn của khung xe, đặc biệt tại các khu vực giá đỡ giảm chấn (ứng suất tối đa 226 MPa) và 4 thanh dầm ngang (sau khi giảm độ dày xuống 4 mm). Điều này đảm bảo khung xe không bị nứt hoặc hỏng sau thời gian sử dụng kéo dài.

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Keep with next

Formatted: Caption, Left, Line spacing: single

Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Left, Line spacing: Multiple 1,15 li

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

– Tối Ưu Hóa Biến Dạng và Độ Cứng:

Biến dạng tối đa ghi nhận trong sập hồ (8.06 mm) và quay vòng (6.67 mm) cần được so sánh với ngưỡng cho phép (thường 0.1-0.5% chiều dài khung). Nếu vượt ngưỡng, cần gia cố thêm tại các điểm yếu (ví dụ: thêm gusset plates hoặc tăng bán kính cong tại giá đỡ giảm chấn) để tăng độ cứng tổng thể, đảm bảo an toàn khi vận hành.

– Kiểm Tra Các Điều Kiện Tải Khác:

Ngoài ba trường hợp đã mô phỏng, cần xem xét các tải trọng thực tế khác như va chạm ngang (side impact), tải xoắn (torsional load), hoặc tải nhiệt (thermal load) để đánh giá khả năng chịu đựng toàn diện của khung xe. Điều này giúp mở rộng phạm vi ứng dụng của thiết kế trong các tình huống phức tạp.

– Tích Hợp Công Nghệ Mới:

Áp dụng vật liệu tiên tiến (như thép cường độ cao hoặc hợp kim nhôm) để thay thế thép thông thường, vừa giảm trọng lượng vừa tăng độ bền. Sử dụng công cụ tối ưu hóa topo (topology optimization) trong HyperMesh để tìm ra thiết kế lý tưởng, giảm vật liệu tại các khu vực không cần thiết mà vẫn đảm bảo hiệu suất.

– Phát Triển Mô Hình Toàn Diện:

Mô phỏng hiện tại tập trung vào khung xe, nhưng cần mở rộng để bao gồm các hệ thống liên quan như hệ thống treo, bánh xe, và động cơ. Điều này giúp đánh giá tác động tổng thể của các cải tiến lên hiệu suất xe, đặc biệt là khả năng giảm dao động và ổn định khi vận hành.

## 2.2. Ứng Dụng Thực Tế

Các kết quả và phương pháp cải tiến từ nghiên cứu có thể được ứng dụng trong nhiều khía cạnh thực tế, đóng góp vào việc phát triển khung xe Ford Ranger và các dòng xe tương tự:

– Sản Xuất Khung Xe Tối Ưu:

Phương án Lightweighting Design (rút vật liệu tại 4 thanh dầm ngang, giảm độ dày từ 6,5 mm xuống 4 mm) đã giảm trọng lượng khung xe khoảng 1-1.5 kg mà vẫn đảm bảo ứng suất an toàn (dưới 50-100 MPa). Ứng dụng này giúp tiết kiệm chi phí vật liệu (ước tính 10-20 USD mỗi khung) và cải thiện hiệu suất nhiên liệu, phù hợp với xu hướng xe thân thiện môi trường.

– Nâng Cao An Toàn và Độ Bền:

### *Tính toán kiểm nghiệm khung xe ô tô Ford Ranger*

Việc di chuyển lỗ lắp giảm chấn và tăng bề dày cục bộ đã giảm ứng suất tại giá đỡ từ 471.85 MPa xuống 226 MPa, đảm bảo khung xe chịu được tải trọng khắc nghiệt (sập hố, quay vòng, phanh gấp). Thiết kế này có thể áp dụng trực tiếp vào sản xuất để tăng độ bền và an toàn, đặc biệt trong các điều kiện địa hình khó khăn mà Ford Ranger thường vận hành.

#### – Thử Nghiệm Thực Tế:

Sử dụng kết quả mô phỏng để chế tạo khung xe thử nghiệm, sau đó thực hiện các bài kiểm tra thực tế (crash test, durability test) với các điều kiện tải tương tự (sập hố: -2.0g, quay vòng: -1.0g, phanh gấp: -0.8g). Điều này giúp xác nhận độ chính xác của mô phỏng và điều chỉnh thiết kế trước khi đưa vào sản xuất hàng loạt.

#### – Ứng Dụng Trong Dòng Xe Khác:

Phương pháp cải tiến (Lightweighting Design, di chuyển lỗ, tăng độ dày cục bộ) có thể được áp dụng cho các dòng xe tải nhẹ hoặc SUV khác của Ford hoặc các hãng khác, đặc biệt là những mẫu xe cần cân bằng giữa trọng lượng và độ bền. Ví dụ, Ford Everest hoặc Toyota Hilux có thể tận dụng phương pháp này để tối ưu hóa khung xe.

#### – Hỗ Trợ Phát Triển Xe Điện:

Với xu hướng xe điện (EV) ngày càng phổ biến, thiết kế khung xe nhẹ nhưng bền là yếu tố quan trọng để tăng phạm vi hoạt động (range). Kết quả nghiên cứu có thể được áp dụng để phát triển khung xe cho các mẫu EV của Ford, đảm bảo trọng lượng nhẹ (sau khi giảm 1-1.5 kg) và độ bền cao (ứng suất dưới 250 MPa), hỗ trợ tích hợp pin nặng mà không làm tăng tổng trọng lượng xe.

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Kết cấu và tính toán ô tô- TS Ngô Khắc Hùng (NXB Giao thông vận tải Hà Nội năm 2008)
- [2]. Kết cấu và tính toán ô tô – Nguyễn Nước (NXB Giao thông Hà Nội).
- [3]. 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.
- [4]. Practical Aspects of Finite Element Simulation A Study Guide-3rd Edition Released 05/2015
- [5]. Fundamentals of FEA analysis-Le Hoai Thanh 2015
- [6]. Altair, Structural Optimization using OptiStruct. Altair HyperWorks, 2014
- [7]. Altair, OptiStruct for Linear Analysis. Altair HyperWorks, 2013
- [8]. Nguyễn Đình Đức, Đào Như Mai, Sức bền vật liệu và kết cấu. Hà Nội: Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, 2011.
- [9]. WeiNingbo, The Finite Element of Analysis of Integrated Coach Body Based on ANYS. China: Chang'an University, 2011.
- [10]. Mike Linstromberg, Gerd Scholpp, Oliver Scherf, 2011. Test and Simulation Tools in a Rollover Protection Development Process. Siemens Restraint Systems GmbH, Germany, Paper No. 05-0122
- [11]. Sidhu M.S., 2012. Rollover Bus. 2012 India HyperWorks Technology Conference, pp. 1-13
- [12]. Ying Yang, Guangyao Zhao, Dongbo Ma and Xiaobin Xu Mode calculation and testing of a car body in white. School of Mechanical Engineering and Automation, Northeastern University, Shenyang, 110819, China Shenyang Aviation Vocational Technical College, Shenyang, 110043, China 201.
- [13]. TS.Phan Minh Đức & Th.S. Lê Công Tín- Ứng dụng phần mềm Hyperworks tối ưu khung xe buýt Thaco City B60 (AN APPLICATION OF HYPERWORKS SOFTWARE TO OPTIMIZATION OF THACO CITY B60 BUS FRAME STRUCTURE)

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Centered

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 16 pt, Bold

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 16 pt, Bold

Formatted: Font: (Default) Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman