

HỘI CƠ HỌC VIỆT NAM

Tuyển tập công trình khoa học

Hội nghị Cơ học toàn quốc lần thứ X

Hà Nội, 8-9/12/2017

Tập 1. Động lực học và Điều khiển

Cơ học Máy



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ

HỘI CƠ HỌC VIỆT NAM

Tuyển tập công trình khoa học
Hội nghị Cơ học toàn quốc lần thứ X

Hà Nội, 8-9/12/2017

Tập 1. Động lực học và Điều khiển
Cơ học Máy

HÀ NỘI, 2018

**Tuyển tập công trình khoa học Hội nghị Cơ học toàn quốc lần thứ X
Hà Nội, 8-9/12/2017**

**Tập 1: Động lực học và Điều khiển
Cơ học Máy**

ISBN: 978-604-913-719-8

© 2017 Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ

Không phần nào trong xuất bản phẩm này được phép sao chép hay phát hành dưới bất kỳ hình thức hoặc phương tiện nào mà không có sự cho phép trước bằng văn bản của cơ quan chủ quản.

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ

Trụ sở: Nhà A16, số 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội.

Điện thoại: 024 22149040 Fax: 024 37910147

Website: <http://www.vap.vast.vn>

MỤC LỤC

Lời nói đầu	i
Nguyễn Quang Vinh, Nguyễn Thế Tài	
Nghiên cứu ảnh hưởng của quá trình xả khí trong buồng khí tới dịch chuyển piston đẩy về súng Đại liên PKMS	1
Nguyễn Phong Điền, Nguyễn Trọng Du	
Wavelet analysis for fault diagnosis in gearboxes: a review with new application examples	8
Nguyễn Tuấn Anh, Đinh Văn Phong	
Tự động thiết lập phương trình chuyển động của hệ nhiều vật và tự động rút gọn	15
LE Van Nghia, KUSIAK Viktor Anatolievich and NGUYEN Trong Hoan	
The research on threshold values determination of one-parameter feedback in the automated friction clutch control circuit for truck start-up process	25
Đỗ Đăng Khoa, Đỗ Sanh	
Phương trình chuyển động của cơ hệ chịu liên kết	33
Đỗ Đăng Khoa, Phan Đăng Phong, Đỗ Sanh	
Xác định trạng thái nội lực của các khâu động trong cơ cấu và máy	48
Đỗ Đăng Khoa, Phan Đăng Phong, Đỗ Sanh	
Động lực học máy với ma sát Cu lông	57
Nguyễn Xuân Nguyên, Lã Đức Việt	
Bộ hấp thụ dao động bán chủ động với thiết bị cản tắt bật đối với kết cấu chính dạng con lắc	64
Dang Van Hieu, Ninh Quang Hai	
Analysis of a nonlinear oscillator arising in the Micro-electromechanical system	72
Nguyễn Hà Hiệp, Phạm Đức Tiếp, Phùng Văn Đực	
Nghiên cứu khả năng sử dụng pít tông biên dạng “ô van-trống” trên động cơ IAMZ-236	80
Đỗ Đăng Khoa, Lê Quang Dương	
Điều khiển tối ưu bám mục tiêu di động của gimbal 3 trục có kể đến hạn chế của góc khớp và mô men động cơ khớp	89
Phan Nguyễn Nhuệ, Lê Hoàng Hải, Dương Chí Dũng	
Ứng dụng xử lý ảnh khảo sát đặc tính của bộ truyền động piezo dạng đĩa, đề xuất phương án điều khiển vị trí và lượng dịch chuyển của mẫu vật trong hệ kính hiển vi giao thoa	98
Van Tan Vua, Olivier Sename, Luc Dugard, Van Phong Dinh, Thanh Phong Pham	
H ∞ /LPV control for an active anti-roll bar system to improve the roll stability of heavy vehicles	104
Nguyễn Quốc Hưng, Nguyễn Quang Thành, Ngô Kiều Nhi	
Đánh giá quá trình dao động của mũi dao phay máy CNC nhiều trục trong quá trình gia công	115
Hoàng Trọng Quốc Anh, Nguyễn Quang Thành, Ngô Kiều Nhi	
Đề xuất phương pháp đánh giá mức độ rung động của máy cnc bằng độ không tin cậy với tín hiệu dao động thực tế	123
Nguyễn Quốc Hưng, Nguyễn Quang Thành, Ngô Kiều Nhi	
Mô hình giảm rung cho máy CNC 4D tự chế tạo – một biện pháp thực nghiệm đơn giản và dễ ứng dụng	131

Đào Quốc Thịnh, Nguyễn Trương Công Thắng, Nguyễn Quốc Hưng, Nguyễn Quang Thành	
Đánh giá độ bền cơ học cho mô hình máy CNC 4D tự chế tạo trong quá trình gia công thực tế	140
Thanh Hai Nguyen, Van Tan Vu, Manh Hung Dao, Peter Gaspar, Mihály András, Trung Binh Ha	
Using the LQR control method on the active suspension system of automobiles	148
Hà Huy Hưng	
Tính toán, thiết kế robot phục vụ giống người	156
Mai Quang Huy, Nguyễn Hải Minh, Nguyễn Cảnh Ngọc	
Ứng dụng quá trình Markov trong đánh giá độ chính xác bắn của pháo phòng không 37mm	162
Trần Thanh Hải Tùng, Trần Thanh Út, Nguyễn Đình Phước, Lê Minh Tiến	
Nghiên cứu thiết kế và chế tạo bộ thử động cơ cỡ nhỏ	169
Dang Viet Hung	
A Pratical Tool for 3D Modeling of Vibration of Plate Subjected to Moving Mass	177
Nguyễn Văn Hải, Nguyễn Đông Anh	
Phân tích hiệu suất của thiết bị chuyển đổi năng lượng sóng biển	185
Nguyễn Thanh Quang, Đào Duy Trung, Trần Hữu Danh	
Thí nghiệm xác định ảnh hưởng của thông số động lực học tới độ bền trục Cardan	193
Nguyễn Thái Minh Tuấn, Phạm Thành Chung, Phan Đăng Phong	
Động lực học xe dờ than có tính đến ảnh hưởng của dòng vật liệu rời	200
Lã Đức Việt, Nguyễn Trọng Kiên	
Nghiên cứu bộ giảm chấn để giảm sự biến thiên lực căng cáp nâng trọng tải trong không gian 3 chiều	207
Lã Đức Việt, Phan Thị Trà My, Nguyễn Bá Nghị	
Nghiên cứu thuật toán điều khiển bộ cách ly dao động bán chủ động sử dụng dòng năng lượng	215
Nguyễn Xuân Toàn, Yukihiisa Kuriyama, Nguyễn Duy Thảo	
Phân tích dao động ngẫu nhiên Cầu dây văng dưới tác dụng của hoạt tải xe di động trên mặt cầu không bằng phẳng	222
Phan Đăng Phong, Đỗ Đăng Khoa, Lê Quang Dương	
Điều khiển bám quỹ đạo của máy bốc dỡ than dạng gàu xúc liên tục bằng phương pháp dự đoán mô hình	230
Nguyen Tien Khiem, Pham Manh Thang, Do Nam, Pham Thi Ba Lien	
Free vibration of cracked multispan continuous beam	239
Nguyen Tien Khiem, Nguyen Ngoc Huyen, Dang Xuan Trong	
Frequency response of a cracked tower crane under moving load	247
Bùi Mạnh Cường , Hoàng Văn Tùng, Nguyễn Đình Linh, Nguyễn Văn Phần	
Phân tích dao động của giá súng máy 12,7mm làm từ vật liệu FGM dưới tác dụng lực phát bắn	255
Tôn Trọng Quang, Nguyễn Lan, Hoàng Phương Hoa	
Cấu tạo và kỹ thuật điều khiển kết cấu chống động đất bằng gối con lắc hai mặt trượt ma sát DFP	263

Vũ Minh Hoàn, Chu Anh Mỹ, Vũ Thế Trung Giáp, Nguyễn Văn Nam	
Động lực học robot công nghiệp có cấu trúc lai nối tiếp-song song	271
Luu Xuan Hung, Nguyen Cao Thang	
A new stochastic linearization technique for nonlinear oscillators under colored noise excitatio	284
Van My Nguyen, Quang Son Le	
Investigation of optimal barrier heights in long-span cable-supported bridges for flutter instability	292
Nguyễn Xuân Toàn, Trần Văn Đức	
Phân tích ảnh hưởng của độ cứng lớp và nhịp xe đến dao động cầu dầm liên tục có mặt cầu không bằng phẳng	301
Nguyễn Văn Tuấn, Đinh Văn Phong, Nguyễn Chí Hưng, Hoàng Thế Phương	
Nghiên cứu sự ảnh hưởng của cánh thu năng lượng đến lực cản chuyển động của thiết bị lặn tự hành AUV khi tích hợp hệ thống bổ sung năng lượng mặt trời	309
Thảo Thái Phương	
Bài toán mô phỏng robot gấp giấy	319
Dương Ngọc Khánh, Võ Văn Hường, Tạ Tuấn Hưng	
Nghiên cứu ảnh hưởng của chiều cao trọng tâm đến trạng thái mất ổn định lật ngang của đoàn xe sơ mi rơ moóc khi quay vòng	326
Võ Văn Hường, Dương Ngọc Khánh, Tạ Tuấn Hưng, Nguyễn Minh Tú	
Nghiên cứu ảnh hưởng của hệ số bám đường đến khả năng mất ổn định lật ngang của đoàn xe sơ mi rơ moóc	334
Hồ Hữu Hải, Nguyễn Ngọc Tuấn, Trần Thị Hà Phương	
Mô phỏng giảm chấn một lớp vỏ trong hệ thống treo ô tô	341
Trịnh Minh Hoàng, Trần Phúc Hòa, Trần Thanh Tùng	
Xác định tải trọng động từ mặt đường tác dụng lên vỏ cầu chủ động xe tải bằng thực nghiệm	347
Trần Quốc Toàn, Trần Phúc Hòa, Trịnh Minh Hoàng	
Đánh giá độ bền tĩnh của khung xe tải nhẹ	355
Phí Thị Hằng	
Đáp ứng tần số của dầm liên tục nhiều nhịp chứa nhiều vết nứt chịu tải trọng di động điều hòa	361
Nguyễn Đình Dũng, Nguyễn Văn Khang	
Về xây dựng mô hình động lực robot song song Delta 3RUS	369
Nguyễn Thị Vân Hương, Đỗ Thế Dương, Nguyễn Phong Điền, Nguyễn Văn Khang	
Một phương pháp mô hình hóa để xác định đáp ứng động lực của dầm có vết nứt dưới tác dụng của tải trọng di động	383
Nguyễn Văn Khang, Nguyễn Việt Dũng	
Về chuyển động homoclinic của mô hình con lắc ngược	393
Nguyễn Sỹ Nam, Nguyễn Văn Khang	
Tính toán dao động tuần hoàn cơ cấu sáu khâu có hai khâu nối đàn hồi	403
Nguyễn Quang Hoàng	
Ảnh hưởng của luật chuyển động đến mô men dẫn động và dao động của tay máy có khâu đàn hồi	413

Nguyễn Quang Hoàng, Vũ Đức Vương, Nguyễn Tùng Lâm	
Vượt kỳ dị trong mô phỏng động lực học robot song song sử dụng không gian bù của ma trận Jacobi	426
Nguyễn Quang Hoàng, Vũ Đức Vương, Nguyễn Tùng Lâm	
Phân tích động học và kỳ dị các robot song song phẳng ba bậc tự do	436
Nguyễn Quang Hoàng, Hà Anh Sơn	
So sánh hai phương pháp mô hình hóa tay máy đàn hồi đơn tịnh tiến: khai triển theo các dạng riêng và phân tử hữu hạn	445
Đỗ Trần Thắng, Lã Đức Việt, Đinh Văn Phong, Nguyễn Quang Hoàng, Nguyễn Văn Quyền	
Thiết lập phương trình vi phân chuyển động và mô phỏng một cấu trúc tay máy 6 bậc tự do	455
Trương Chí Công, Nguyễn Văn Thắng	
Nghiên cứu ảnh hưởng lực kích thích của động cơ điện (SRM) đến ô tô điện	463
Hoàng Thắng, Dương Quang Thiện, Nguyễn Thị Hải Vân	
Design and experiment of Adaptive Fuzzy PID controller for DC servo motor	469
Dương Quang Thiện, Nguyễn Thị Hải Vân, Hoàng Thắng	
Thiết kế và mô phỏng mạch thu hồi năng lượng tạo ra bởi sự rung động cơ học thông qua bond-graph	478
Nguyễn Thị Vân Hương, Trần Văn Trường	
Điều khiển sự phân bố trị riêng của hệ dao động tuyến tính có cản nhớt	484
Trương Đăng Việt Thắng, Nguyễn Trọng Hoan	
Xây dựng mô hình nghiên cứu độ bền khung sơ mi rơ moóc sử dụng Hyperworks	494
Đàm Hoàng Phúc	
Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố vận hành tới khả năng hoạt động của xe điện	502
Nguyễn Thái Minh Tuấn, Phạm Thành Chung, Đỗ Thế Dương, Phan Đăng Phong	
Khảo sát động lực học và điều khiển của hệ thống lấy mẫu than tự động sử dụng tại dự án Sông Hậu 1	510
Trần Thanh Tùng	
Phân tích và mô phỏng va chạm biến dạng lớn của khung xe buýt	518
Bùi Phạm Đức Tường, Phan Đức Huỳnh, Nguyễn Văn Đoàn	
Khả năng kháng chấn của hệ bể chứa chất lỏng đa tần số trong phân tích thực nghiệm trên bàn rung	526
Nguyễn Trang Minh, Chu Anh Mỹ, Nguyễn Hữu Thắng	
Xây dựng mô hình hệ truyền động pháo phòng không 37mm-2N cải tiến bằng thực nghiệm	541
Nguyễn Thanh Quang, Lê Hoàng Anh	
Ảnh hưởng của ma sát trong cơ cấu vi sai cầu chủ động đến chuyển động của ô tô khi hoạt động trên đường nông, lâm nghiệp	549
Vũ Thế Trung Giáp, Nguyễn Minh Tuấn	
Động lực học robot omni có tính đến yếu tố trượt của bánh omni	554
Hoàng Trọng Lâm	
Xác định các thông số dao động của kết cấu cầu bằng phương pháp dao động ngẫu nhiên	562

Nguyễn Trọng Phước	
Tổng quan về bài toán phân tích ứng xử động kết cấu trên nền chịu tải di động	569
Nguyen Thai Minh Tuan, Nils Gräbner, Utz von Wagner	
A test rig for investigating dynamic friction coefficient dependency of brake pads	592
Bien Xuan Duong, My Anh Chu, Khoi Bui Phan	
Modeling and control of generalized planar two links flexible robot	600
Bien Xuan Duong, My Anh Chu, Khoi Bui Phan	
Analysis of dynamic of flexible robot arm with translational and rotational joints under varying length of links	609
Tạ Văn Phúc, Khổng Quốc Anh, Nguyễn Văn Dũng, Uông Sỹ Quyền	
Nghiên cứu ảnh hưởng của vị trí cảm súng đến ổn định của súng tự động cầm tay khi bắn	618
Nguyen Dong Anh, Nguyen Ngoc Linh, Nguyen Van Manh, Pham Vu Nam	
Weighted dual linearization of nonlinear quarter-car model subjected to white noise road excitation	626
Nguyễn Văn Quyền, Nguyễn Quang Hoàng, Nguyễn Như Ngọc	
Thiết kế tích hợp bộ giảm chấn động lực và thu hoạch năng lượng dao động cơ học	634
Nguyễn Quang Hoàng, Nguyễn Văn Quyền, Đinh Công Đạt	
Giảm dao động cho tay máy đàn hồi quay bằng bộ giảm chấn động lực	642
Phan Bùi Khôi, Hà Thanh Hải, Hoàng Vĩnh Sinh	
Điều khiển lực robot tác hợp khi gia công phay	651

Xây dựng mô hình nghiên cứu độ bền khung sơ mi rơ moóc sử dụng Hyperworks

Trương Đặng Việt Thắng¹, Nguyễn Trọng Hoan¹

¹ Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Email: thang.truongdangviet@hust.edu.vn, hoan.nguyentrong@hust.edu.vn

Tóm tắt: Tổ hợp xe đầu kéo-sơ mi rơ moóc là phương tiện vận tải được sử dụng để vận chuyển hàng hóa với tải trọng lớn và di chuyển trên cung đường dài, có tần suất sử dụng cao. Sơ mi rơ moóc có chế độ hoạt động đặc thù vận chuyển lượng hàng hóa siêu trọng trên khung xe kết cấu lớn và phức tạp, yêu cầu cao về độ bền, độ cứng vững. Bài báo xây dựng mô hình khung sơ mi rơ moóc 40 feet đang được khai thác sử dụng phần lớn ở Việt Nam. Nghiên cứu giới thiệu mô tả đúng tính chất cấu trúc đặc thù của tổ hợp đầu kéo và sơ mi rơ moóc. Mô hình toàn xe và mô hình phần tử hữu hạn khung xe được mô phỏng bằng phần mềm Hyperworks®. Mô hình được xây dựng, khảo sát và phân tích theo các trạng thái tĩnh đặc trưng của sơ mi rơ moóc và đưa ra kết quả đánh giá. Nghiên cứu được dùng để đánh giá độ bền và khảo sát các trạng thái làm việc có thể gây nguy hiểm đến kết cấu khung bằng phương pháp kiểm tra tần số dao động riêng.

Từ khóa: *phương pháp phần tử hữu hạn, khung sơ mi rơ moóc, hyperworks, độ bền*

1. Mở đầu.

Khung xe là cụm thành quan trọng đối xe tải chịu toàn bộ trọng lượng thân xe, các hệ thống khác trên ô tô và hàng hóa vận chuyển. Trong quá trình hoạt động, khung xe ngoài việc chịu tải trọng tĩnh nó còn chịu tải trọng động làm cho khung xe bị uốn, xoắn, va đập. Ứng suất và phương pháp phân tích ứng suất là rất cần thiết trong việc thiết kế hay kiểm bền khung xe

Phân tích ứng suất theo phương pháp phần tử hữu hạn (FEA) cho khung xe tải nặng nói chung và xe sơ mi rơ moóc (SMRM) nói riêng đóng một vai trò quan trọng trong các giai đoạn thiết kế. Liên quan đến công việc nghiên cứu này, có rất nhiều công trình nghiên cứu dành cho xe thể thao đa dụng và xe tải nhẹ và đối với các bài toán tính toán hay kiểm bền cho khung xe tải nặng ít được quan tâm hơn. Bài báo tập trung vào phương pháp xây dựng mô hình và phân tích ứng suất của khung xe tải sử dụng phần mềm Hyperworks.

Về vấn đề này có nhiều tác giả đã nghiên cứu và công bố. Theo [1] nhóm tác giả sử dụng FEA phân tích ứng suất, biến dạng của khung xe tải 4x2 sử dụng phần mềm Pro/Mechanica với mô hình khung có cấu trúc đơn giản. Nhóm tác giả Mohd Azizi Muhammad Nor [3] khảo sát ứng suất khung SMRM sàn thấp có dạng hình thang bằng phần mềm CATIA để khảo sát ứng suất và biến dạng có tính đến hệ số an toàn theo yêu cầu kỹ thuật của Chính phủ Úc. Madhu PS và cộng sự ở [4] nghiên cứu độ bền khung xe tải ở trạng thái tĩnh, đề xuất cải tiến giảm ứng suất và chuyển vị dùng phần mềm Hyperworks® và dùng ANSYS để tìm ra tần số riêng của khung có thể gây ra hiện tượng dao động cộng hưởng. Naveen Ala và cộng sự [6] bằng phương pháp FEA khảo sát độ bền khung xe ở trạng thái tĩnh với các loại thép khác nhau để đề xuất vật liệu tốt nhất chế tạo khung xe tải. Ngoài ra, nhóm tác giả Ahmad O. Moaaz [2] có tổng hợp tỉ mỉ các dạng nghiên cứu độ bền khung xe nói chung sử dụng phần mềm ANSYS và tổng hợp các kết luận khảo sát, phân tích về cấu trúc khung đến độ bền của chúng cho thấy vấn đề này đang được quan tâm nghiên cứu ngày càng nhiều. Qua các nghiên cứu, phân khúc dòng xe SUVs và xe tải được quan tâm là chủ yếu trong khi phân khúc xe tải nặng ít được quan tâm và nghiên cứu hơn.

Hyperworks® là phần mềm cung cấp giải pháp toàn diện CAE gồm các công cụ mô hình hóa phần tử hữu hạn, phân tích và tối ưu hóa các kết cấu, mô tả chính xác nhiều cấu trúc, cơ cấu phức tạp. Mục tiêu nghiên cứu của bài báo khảo sát độ bền của khung xương somi Romoóc 40 feet 3 trục, tải trọng toàn bộ cho phép là 40 tấn sử dụng Hyperworks®. Nội dung bài báo này nghiên cứu tổng quan độ bền khung xe và khảo sát đặc tính tần số riêng của kết cấu sử dụng phân tích phần tử hữu hạn. Trình tự nội dung nghiên cứu bao gồm: phần thứ nhất giới thiệu tìm hiểu và đặt vấn đề nghiên cứu, phần thứ hai là chọn khung SMRM có thông số thực tế để xây dựng mô hình, chia lưới, đặt điều kiện biên cũng như các chế độ tải trọng để khảo sát ứng suất, phân ba kết quả và phân tích và phần cuối cùng là kết luận cũng như hướng nghiên cứu tiếp theo.

2. Phân tích phần tử hữu hạn khung sơ mi rơ moóc

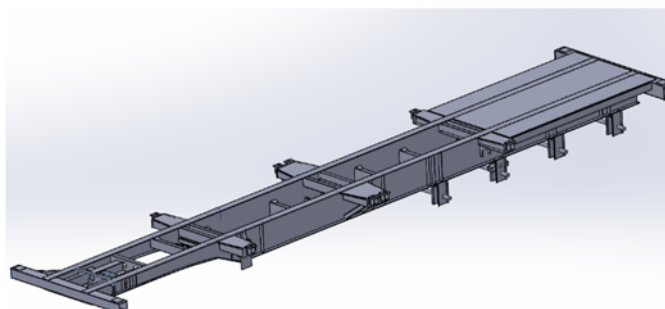
2.1. Mô hình 3D

Mô hình khung xe được xây dựng từ tài liệu kỹ thuật và mẫu khung thực tế, sau đó xây dựng nên mô hình 3D nhờ phần mềm Solidworks với thông số kích thước khung và thông số kỹ thuật vật liệu thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Các thông số cơ bản khung SMRM khảo sát và thông số kỹ thuật vật liệu

Mô tả	Thông số	Đơn vị
Chiều dài toàn bộ	12.390	mm
Chiều rộng toàn bộ	2.480	mm
Tải trọng có ích	33.800	kg
Vật liệu	ASTM A710	-
Mô đun đàn hồi	205	GPa
Mô đun cắt	80	GPa
Hệ số Possion	0,29	-
Khối lượng riêng	7.850	kg/m ³

Trong nghiên cứu này, nhằm phục vụ cho quá trình tính toán, mô hình đã được đơn giản hóa các cấu trúc hình học không ảnh hưởng tới giá trị ứng suất như các lỗ, loại bỏ các đỉnh tán. Coi như các thanh dầm dọc và dầm ngang liên kết tuyệt đối cứng qua các mối hàn. Các mối hàn được mô tả thông qua các phần tử chuyên dụng trong phần mềm để mô phỏng mối hàn. Các giá trị tải trọng định mức theo thông số kỹ thuật.



Hình 1. Mô hình CAD khung SMRM 40f, 3 trục

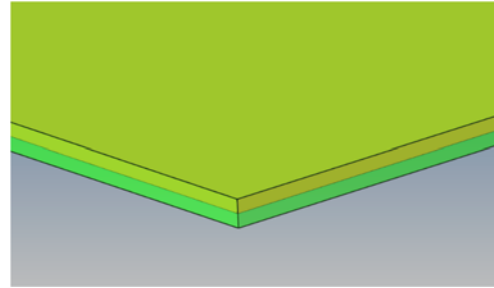
Toàn bộ khung xe là một phần khối lượng được treo trên xe. Về cơ bản đây là một bộ phận không bị ràng buộc theo bất cứ phương nào mà sự chuyển vị hay biến dạng của khung phụ thuộc nhiều vào đặc tính của hệ thống treo cùng với tải trọng đặt lên khung. Để mô phỏng một cách chính xác nhất biến dạng của khung khi được đặt trên xe, nghiên cứu sử dụng mô hình hệ nhiều vật (MBS) để xây dựng hệ thống treo, bánh xe và đặt mô hình mô hình phần tử hữu hạn của khung lên hệ thống treo, bánh xe để khảo sát.

Để xây dựng mô hình CAD của xe, việc đo kích thước khung xe được thực hiện trực tiếp trên khung thật bên ngoài. Khung xe sau khi dựng lên 3D được thể hiện như hình dưới. Do đây là nghiên cứu khảo sát về độ bền khung, một số chi tiết phụ gắn lên khung nhưng không đóng góp vào độ cứng của khung khi chịu tải được giản lược

2.2. Mô hình phần tử hữu hạn của khung xe Sơ mi rơ moóc

a. Tạo mặt trung bình (Mid Surface)

Mô hình được dựng với SolidWorks là mô hình 3D với các tấm với dạng solid có độ dày nhỏ. Thông thường để tính toán với các chi tiết dạng tấm người ta sẽ chuyển mô hình thành dạng 2D. Nguyên tắc chuyển dựa theo nguyên tắc mặt trung bình. Một mặt trung bình (mid surface) sẽ được tạo ở mặt trung bình của tấm để đại diện cho tấm. Mặt này sau đó sẽ được chia lưới bằng các phần tử 2D và gán độ dày tương ứng của tấm

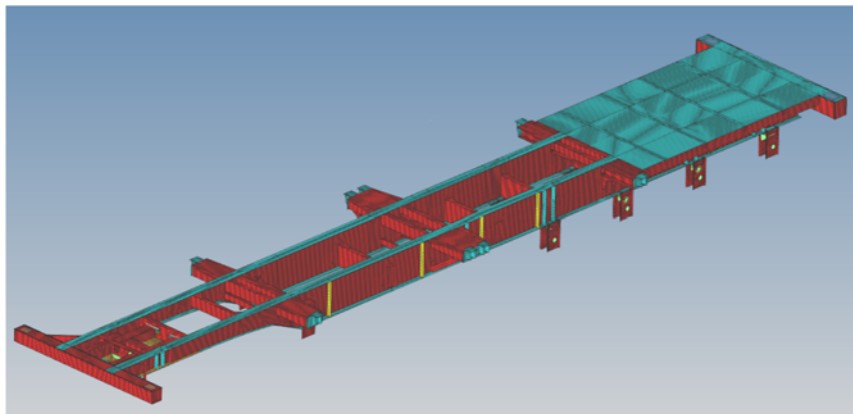


Hình 2. Chi tiết dạng tấm của mô hình

Việc chuyển mô hình từ 3D sang 2D giúp giảm thời gian tính toán nhưng vẫn đảm bảo độ chính xác của kết quả khi mà phần lớn các đối tượng trong mô hình khung xe đều là các chi tiết dạng tấm.

b. Chia lưới.

Chia lưới là một bước quan trọng trong bài toán phần tử hữu hạn. Để đảm bảo độ chính xác và tốc độ của bài toán việc chia lưới cần dựa trên đặc điểm kết cấu của khung và các tiêu chí đánh giá và kiểm soát chất lượng phần tử lưới của công cụ Hypermesh. Trong nghiên cứu này, khung xe được mô hình hóa dựa trên sự kết hợp giữa phần tử 2D và 1D với giả thiết phù hợp kết cấu để giảm thời gian tính toán mà vẫn đảm bảo độ chính xác cho mô hình tính. Một số chi tiết được mô tả bằng phần tử 1D như các thang dầm ngang với tiết diện tròn, các mối hàn. Tại các vị trí dễ xảy ra tập trung ứng suất, các mối hàn được mô tả bằng phần tử 1D chuyên dụng để mô tả gần đúng nhất đặc tính của mối hàn trong mô hình. Mô hình chia lưới toàn bộ khung xe được thể hiện như Hình 3.



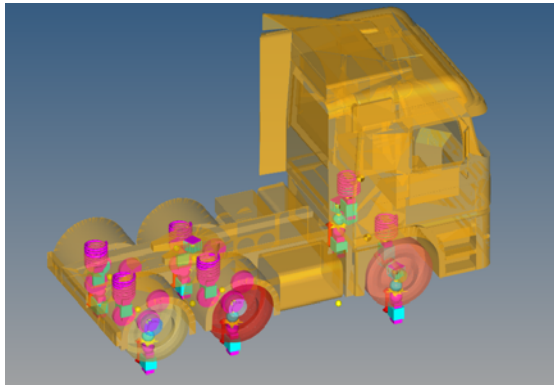
Hình 3. Chia lưới mô hình khung SMRM trong Hypermesh.

2.3. Mô hình động lực học đoàn xe sơ mi rơ moóc

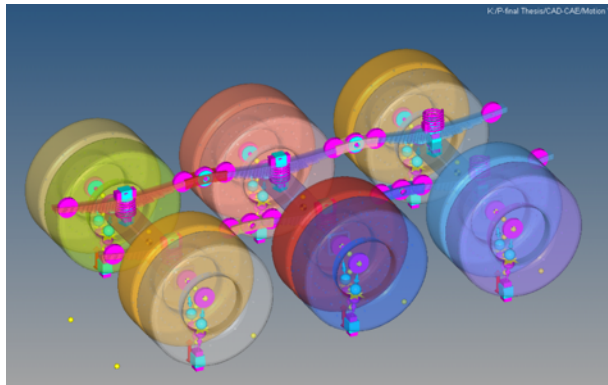
Một mô hình đầy đủ của tổ hợp đầu kéo - sơ mi rơ moóc được mô tả là hệ nhiều vật gồm các đối tượng là vật và ràng buộc liên hệ giữa các vật (khớp, lò xo, giảm chấn v.v.). Việc xây dựng mô hình hệ nhiều vật (MBS) mô tả các đặc điểm động học thực tế của các cụm, hệ thống tổ hợp đoàn xe gồm

các bộ nhíp, giảm chấn, bánh xe... Trong nghiên cứu này, giả thiết rằng thành phần đàn hồi nhíp lá có đặc tính giống như một lò xo trụ thông thường và được quy đổi về điểm chính giữa nhíp.

Sơ lược hệ thống treo trước cho đầu kéo và hệ thống treo cân bằng của khung SMRM 3 trục được mô tả như Hình 4.



a. Hệ thống treo đầu kéo

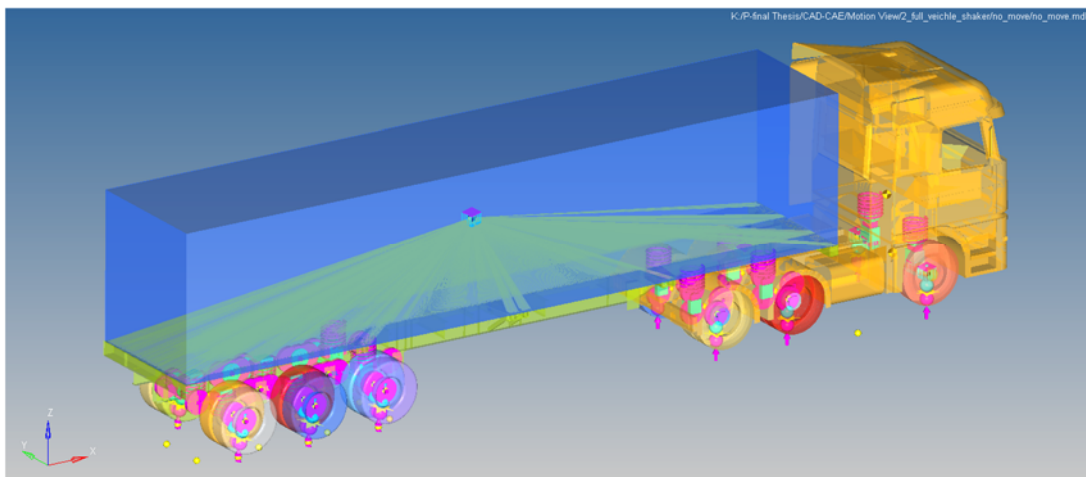


b. Hệ thống treo khung xe

Hình 4. Mô hình mô tả hệ thống treo

2.4. Điều kiện biên

Đối với khung SMRM, một đầu của khung được đặt lên mâm xoay trên đầu kéo, phần đuôi khung được nối đàn hồi với bánh xe qua hệ thống treo trên ba cầu trục và các hệ treo này được mô tả là hệ nhiều vật MBS, bánh xe đàn hồi được đặt trên mặt đất. Tiếp xúc bánh xe với mặt đất được mô tả bằng "contact" chuyên dụng trong Hypermesh. Trong nghiên cứu này ta coi như xe đang ở trạng thái đầy tải với tải trọng định mức cho phép vào khoảng 36 tấn sẽ được đặt ở vị trí trọng tâm của thùng hàng. Điều kiện biên tại các vị trí khung tiếp xúc với hệ thống treo, vị trí đặt khung lên mâm xoay và các mẫu bắt với nhíp được mô tả như Hình 5.



Hình 5. Mô hình hệ nhiều vật tổ hợp đầu kéo-sơ mi rơ moóc

3. Các chế độ khảo sát

Các trường hợp khảo sát trong bài nghiên cứu này là các trạng thái tĩnh và đặc tính động lực bao gồm các trường hợp sau:

- Khảo sát tần số dao động riêng của khung xe.

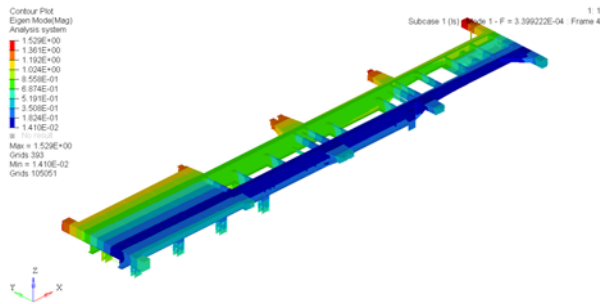
- Xe đầy tải đứng yên trên mặt đường phẳng.
- Xe đầy tải đứng yên, một dãy bánh xe của khung trên đường mấp mô cao 20cm.

3. Kết quả mô phỏng

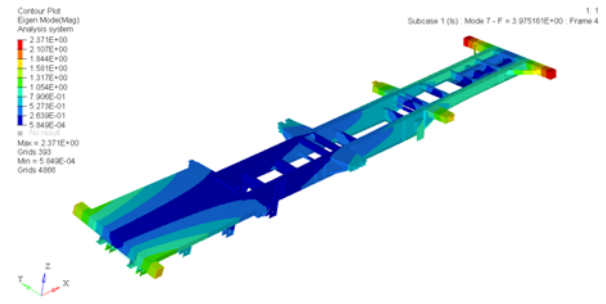
3.1. Khảo sát các trạng thái dao động riêng

Đặc tính dao động của khung liên quan đến độ cứng và sự phân bố khối lượng của khung dùng để đánh giá khả năng làm việc của kết cấu khung vô ô tô nói chung. Độ cứng uốn và xoắn có ảnh hưởng đến dao động của kết cấu. Sự phân bố khối lượng của khung trong không gian sẽ tạo ra vô số các tần số dao động riêng và tương ứng với chúng là các dạng dao động riêng. Việc tìm ra vùng tần số gây ra các dao động cộng hưởng là vấn đề quan trọng trong thiết kế, đánh giá và tối ưu kết cấu vì khi đó khung xe có thể bị biến dạng cục bộ dưới tác dụng của tải trọng động cộng hưởng.

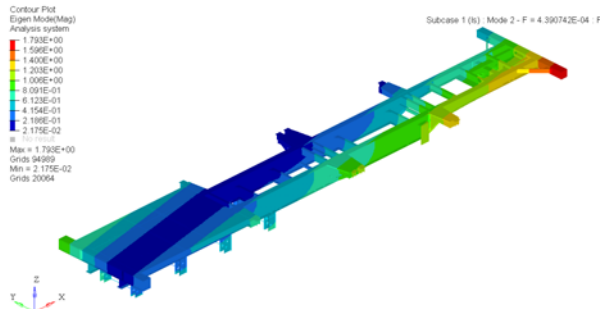
Kết quả phân tích từ mô hình phần tử hữu hạn sẽ cho rất nhiều trạng thái dao động riêng, ta sẽ chỉ xét đến dạng dao động có khả năng xảy ra đối với SMRM khi xe đi trên đường:



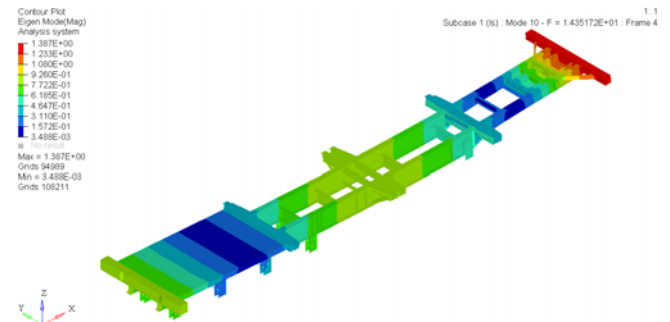
Hình 6. Trạng thái nghiêng 1 bên, đều. Tần số dao động khung $3,399.10^{-4}$ Hz



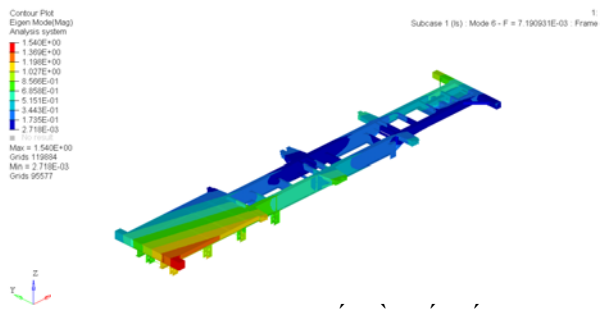
Hình 9. Trạng thái xoắn tần số cao, tần số dao động khung 3.975 Hz



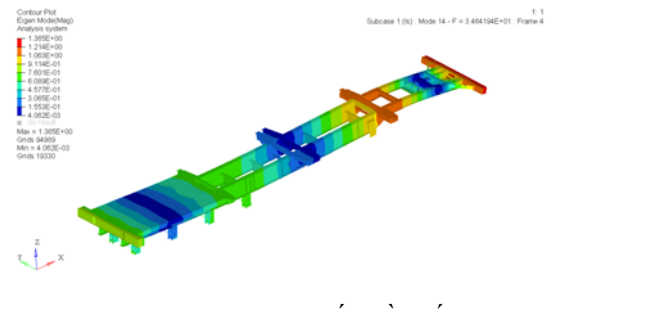
Hình 7. Trạng thái xoắn tần số thấp, tần số cộng hưởng $4,3907.10^{-4}$ Hz



Hình 10. Trạng thái uốn, tần số dao động khung 14 Hz



Hình 8. Trạng thái xoắn tần số thấp, tần số dao động khung $7,19 . 10^{-3}$ Hz

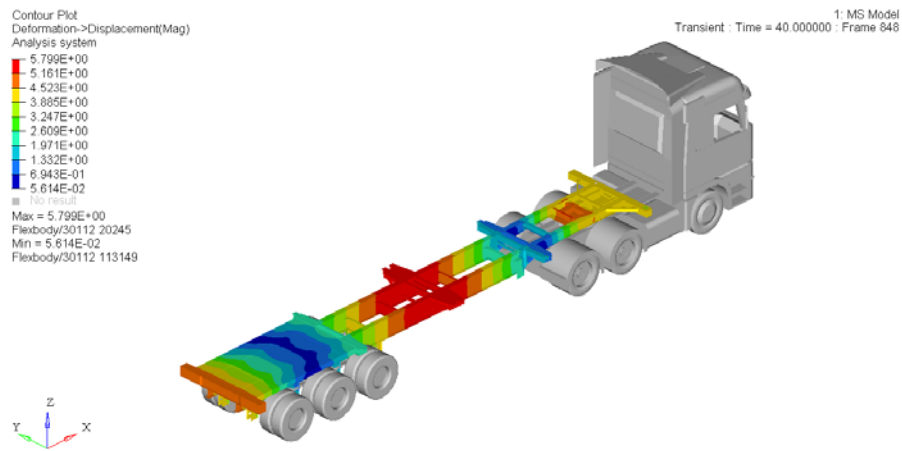


Hình 11. Trạng thái uốn, tần số dao động khung 34Hz

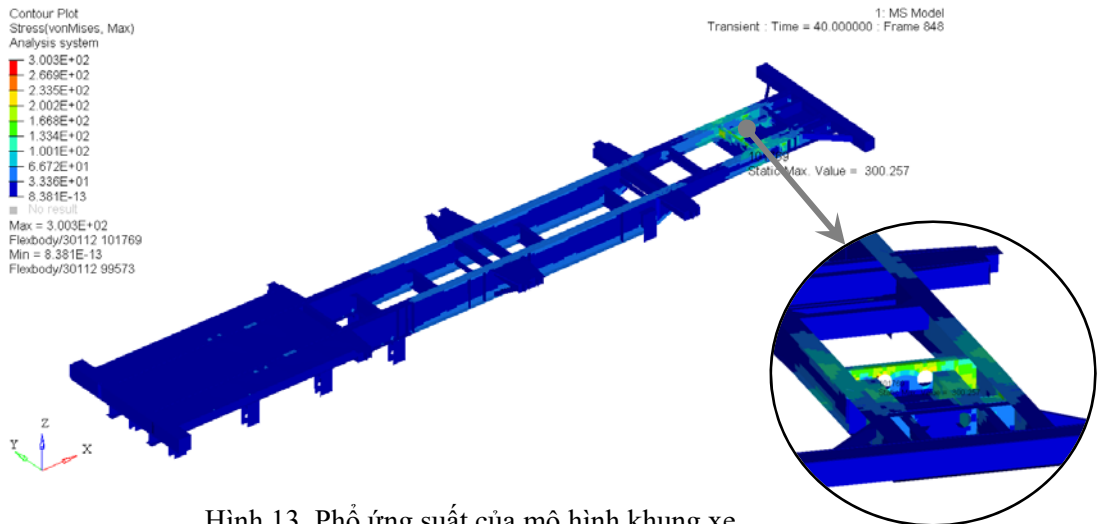
Tần số dao động riêng của khung là từ gần $0,334 \cdot 10^{-4} \text{Hz} \div 34 \text{Hz}$ trong dải tần số khảo sát từ 0-40Hz. Với tần số dao động riêng của mặt đường từ $0,3 \div 25,6 \text{ Hz}$. Do đó có thể xảy ra hiện tượng cộng hưởng trên khung, có thể thấy một số dạng dao động điển hình của khung xe tại một số dạng dao động có các vị trí dao động mạnh nhất tại vị trí đầu khung, các chốt của 1 bên khung hay phần đuôi, một số dạng dao động ở tần số cao hơn có vị trí dao động đồng thời ở giữa và đầu khung. Có thể xảy ra cộng hưởng gây ra môi do vậy cần tiến hành thêm các nghiên cứu nhằm hạn chế cộng hưởng.

3.2 Khảo sát các trạng thái tĩnh

Hình 12, 13 hiển thị phổ ứng suất và chuyển vị của khung xe đầy tải đứng yên trên mặt đường phẳng.



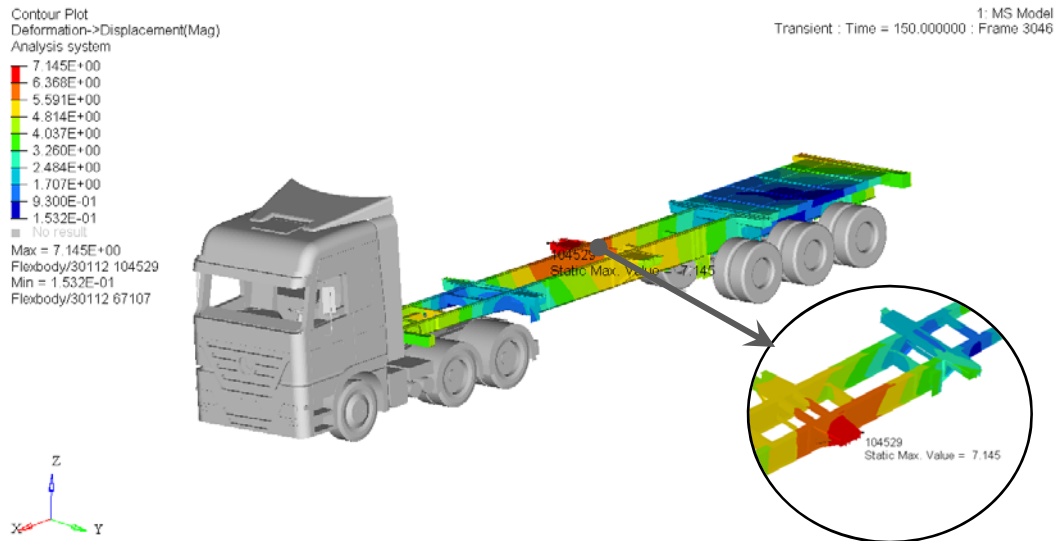
Hình 12. Phổ chuyển vị của mô hình khung xe.



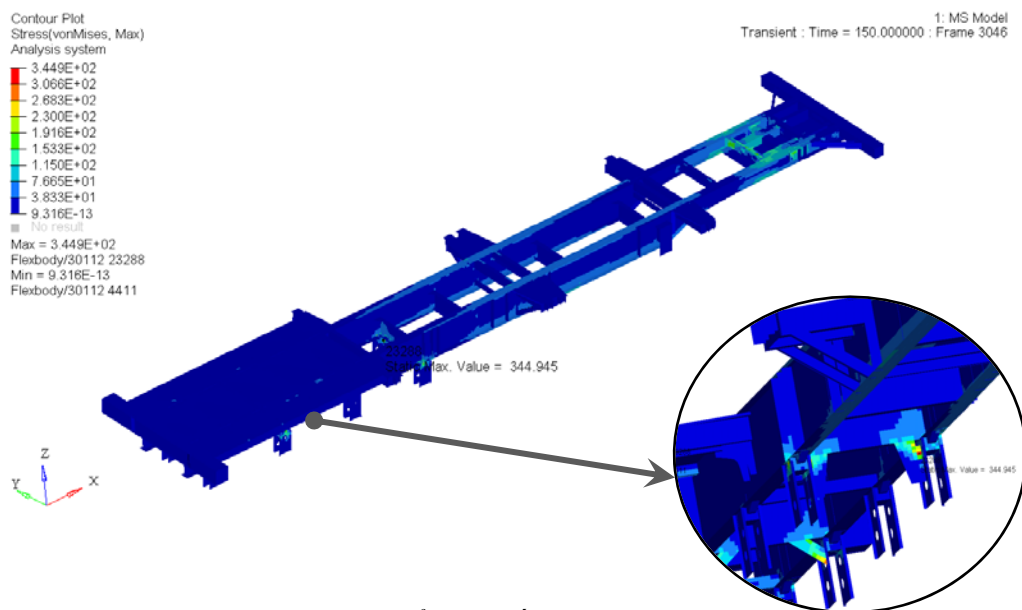
Hình 13. Phổ ứng suất của mô hình khung xe.

Qua kết quả, chuyển vị của khung lớn nhất ở trạng thái này là 5,799mm nằm ở khu vực giữa khung, ứng suất Von-Mises lớn nhất là 300,257MPa

Khảo sát trạng thái xe đứng yên trên đường mấp mô. Hình 14,15 hiển thị phổ ứng suất và chuyển vị của khung xe đầy tải đứng yên, dây bánh xe một bên khung trên đường mấp mô cao 20cm.



Hình 14. Phổ chuyển vị của mô hình khung xe



Hình 13. Phổ ứng suất của mô hình khung xe.

Chuyển vị của khung phân bố dồn sang phía khung xe bị nghiêng. Điều này là phù hợp khi mà xe bị nghiêng thì tải trọng trên xe cũng bị dồn về phía nghiêng đó gây biến dạng trên khung. Chuyển vị lớn nhất là 7.145 mm. Qua phổ ứng suất, ứng suất Von-Mises lớn nhất vào khoảng 344.945 MPa tập trung tại khu vực tấm thép gần vị trí bất nhíp. Khi xe bị nghiêng mạnh một bên, tải trọng nghiêng làm cho khung có xu hướng bị uốn theo chiều ngang. Các vực khác như vị trí bất nhíp hay vị trí khoét lỗ cũng có tập trung ứng suất nhưng thấp hơn.

Trong cả hai trường hợp, kết quả ứng suất đều nhỏ hơn ứng suất chảy giới hạn của vật liệu khảo sát là 550 MPa.

Độ bền của khung bảo đảm khi chịu tác động của các loại tải trọng định mức. Dưới tác dụng của các tải trọng ngoài, trên khung vỏ xe xuất hiện các biến dạng và ứng suất, độ bền có thể được hiểu một cách khác, là lực tác dụng lớn nhất mà kết cấu khung vỏ có thể chịu được mà ứng suất phát sinh không lớn hơn giá trị ứng suất cho phép của vật liệu.

4. Kết luận

Bài báo thực hiện xây dựng mô hình khung xe, mô tả hệ nhiều vật khung xe-hệ thống treo- bánh xe của tổ hợp đầu kéo-SMRM dùng để phân tích tĩnh, khảo sát độ bền khung. Mô hình khung SMRM được khảo sát các trạng thái tĩnh đặc trưng cũng đặc tính dao động riêng của khung. Kết quả cho thấy ứng suất tổng hợp Von-Mises dưới giới hạn chảy của vật liệu, đáp ứng được thiết kế và độ dịch chuyển khoảng 7,145mm. Việc khảo sát tần số dao động riêng của khung và các chế độ dao động tương ứng để so sánh với tần số dao động riêng của mặt đường thường xuyên trong dải vận tốc của dòng xe siêu trọng để tìm ra tần số mà xuất hiện sự cộng hưởng gây tăng ứng suất đột biến có thể ảnh hưởng đến độ bền và độ bền mỏi của khung.

Bài báo thực nghiệm cứu, phân tích đánh giá kết cấu khung nhờ công cụ FEA sử dụng phần mềm Hyperworks. Để thực hiện chính xác hơn công việc này, sử dụng mô hình khung xe đàn hồi trong hệ nhiều vật của mô hình toàn xe được khảo sát các trường hợp khi chuyển động ô tô trên đường theo tiêu chuẩn đánh giá ISO để xác định độ bền mỏi hoặc đưa ra đề xuất tối ưu kết cấu cho khung SMRM là hướng nghiên cứu tiếp theo.

Lời cảm ơn.

Nghiên cứu này được thực hiện có sự hỗ trợ khai thác phần mềm Hyperworks® của Công ty Altair Engineering ASEAN và kinh phí từ đề tài cấp trường T2017-PC-053 của Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội.

Tài liệu tham khảo.

- [1] Mahvi Malik Shahzad, ShaikhRizwan, Tarique khan, *Finite Element Static Structural Analysis Of 4x2 Truck Chassis Frame*, International Journal of Modern Trends in Engineering and Research IJMTER-2015, e-ISSN No.:2349-9745, 2-4 July, 2015.
- [2] Ahmad O. Moaaz and Nouby M. Ghazaly, *Finite Element Stress Analysis Of Truck Chassis Using Ansys: Review*, International Journal of Advances in Engineering & Technology IJAET, Nov., 2014, Vol. 7, Issue 5, pp. 1386-1391.
- [3] Mohd Azizi Muhammad Nor, et.al, *Stress Analysis of a Low Loader Chassis*, International Symposium on Robotics and Intelligent Sensors 2012 (IRIS 2012), Procedia Engineering 41 (2012) 995 – 1001, 1877-7058 © 2012 Published by Elsevier Ltd.
- [4] Madhu PS and Venugopal TR, *Static Analysis, Design Modification and Modal Analysis of Structural Chassis Frame*, Int. Journal of Engineering Research and Applications, I, Vol. 4, Issue 5(Version 3), May 2014, pp.06-10.
- [5] Dr.R.Rajappan, M.Vivekanandhan, *Static and Modal Analysis of Chassis by Using FEA*, The International Journal Of Engineering And Science (Ijes), Volume 2, Issue 2, Pages63-73 (2013).
- [6] Naveen Ala, K.Tejdeep Reddy , BVSS Bharadwaja , *Static Analysis of Truck Chassis using different materials*, IJIRSET 2016, Vol. 5, Issue 1, Januray 2016, p.326-337.
- [7] Trần Quốc Toàn, Trần Phúc Hòa, Trương Đặng Việt Thắng, Trịnh Minh Hoàng, Đánh giá ảnh hưởng của tần số ngoại lực kích động đến độ bền khung xe tải nhỏ, Tạp chí Cơ khí Việt Nam, Số 5/2017.