



Tạp chí

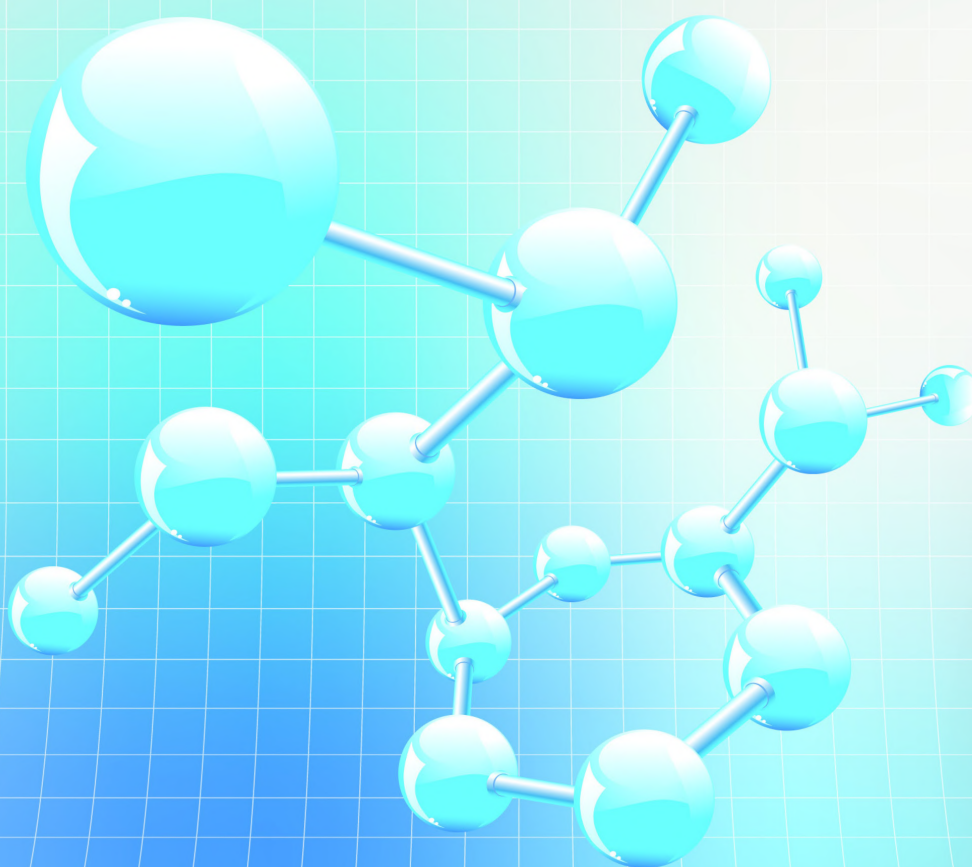
NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

SCIENTIFIC JOURNAL - SAO DO UNIVERSITY

P. ISSN 1859-4190

E. ISSN 2815-553X



Số 2 (89)

2025

P. ISSN 1859-4190
E. ISSN 2815-553X

■ **Tổng Biên tập**

TS. Đỗ Văn Đỉnh

■ **Phó Tổng biên tập**

TS. Nguyễn Thị Kim Nguyễn

■ **Thư ký Tòa soạn**

PGS.TS. Ngô Hữu Mạnh

■ **Hội đồng Biên tập**

TS. Nguyễn Thị Kim Nguyễn - Chủ tịch Hội đồng

GS.TS. Phạm Thị Ngọc Yến

PGS.TSKH. Trần Hoài Linh

PGS.TS. Nguyễn Văn Liễn

GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn

GS.TSKH. Bành Tiến Long

GS.TS. Nguyễn Đức Toàn

PGS.TS. Lê Thu Quý

GS.TS. Lê Anh Tuấn

GS.TS. Đinh Văn Sơn

PGS.TS. Trương Thị Thủy

PGS.TS. Nguyễn Thị Bất

GS.TS. Đỗ Quang Kháng

PGS.TS. Ngô Sỹ Lương

PGS.TS. Khuất Văn Ninh

GS.TSKH. Phạm Hoàng Hải

PGS.TS. Đoàn Ngọc Hải

PGS.TS. Nguyễn Ngọc Hà

GS.TS. Yu Ming Zhang

GS.TS. Nguyễn Văn Anh

■ **Ban Biên tập**

TS. Vũ Văn Đông - Trưởng ban

ThS. Đoàn Thị Thu Hằng - Phó Trưởng ban

■ **Editor-in-Chief**

Dr. Do Van Dinh

■ **Vice Editor-in-Chief**

Dr. Nguyen Thi Kim Nguyen

■ **Office Secretary**

Assoc.Prof.Dr. Ngo Huu Manh

■ **Editorial Board**

Dr. Nguyen Thi Kim Nguyen - Chairman

Prof.Dr. Pham Thi Ngoc Yen

Assoc.Prof.Dr.Sc. Tran Hoai Linh

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Van Lien

Prof.Dr.Sc. Than Ngoc Hoan

Prof.Dr.Sc. Banh Tien Long

Prof.Dr. Nguyen Duc Toan

Assoc.Prof.Dr. Le Thu Quy

Prof.Dr. Le Anh Tuan

Prof.Dr. Dinh Van Son

Assoc.Prof.Dr. Truong Thi Thuy

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Thi Bat

Prof.Dr. Do Quang Khang

Assoc.Prof.Dr. Ngo Sy Luong

Assoc.Prof.Dr. Khuat Van Ninh

Prof.Dr.Sc. Pham Hoang Hai

Assoc.Prof.Dr. Doan Ngoc Hai

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Ngoc Ha

Prof.Dr. Yu Ming Zhang

Prof.Dr. Nguyen Van Anh

■ **Editorial**

Dr. Vu Van Dong - Head

MSc. Doan Thi Thu Hang - Deputy Head

Địa chỉ Tòa soạn:

Trường Đại học Sao Đỏ.

Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.

Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882 921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.

Website: <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn/>Email: tapchikhcn@saodo.edu.vn.

Giấy phép xuất bản số: 620/GP-BTTTT ngày 17/9/2021 của Bộ Thông tin và Truyền thông.

In 2.000 bản, khổ 21 × 29,7cm, tại Công ty TNHH in Tre Xanh, cấp ngày 17/02/2011.

LIÊN NGÀNH ĐIỆN - ĐIỆN TỬ - TỰ ĐỘNG HÓA

- | | | |
|--|----|---|
| Dự báo tình trạng sức khỏe của pin lithium (SOH) dựa trên mô hình hình tự hồi quy phi tuyến tính có đầu vào ngoại sinh | 5 | Phạm Thành Long
Võ Duy Thành
Nguyễn Bảo Huy
Trần Hoài Linh |
| Mô hình trên máy tính bộ biến đổi hòa hợp tải DC-DC | 11 | Phạm Công Tảo
Phạm Thi Hoan |
| Thiết kế thiết bị đo thông số môi trường sử dụng mạch nhúng ARM và truyền thông LoRa để ứng dụng trong nông nghiệp | 19 | Trần Thị Phương Thảo
Đỗ Văn Đình |
| Nghiên cứu động lực học và trạng thái cơ học của sàng rung sử dụng phương pháp phần tử biên | 27 | Nguyễn Thị Phương Oanh
Nguyễn Thị Sim
Vũ Trí Võ |

LIÊN NGÀNH CƠ KHÍ - ĐỘNG LỰC

- | | | |
|---|----|---|
| Nghiên cứu ảnh hưởng của vật liệu đến chất lượng bề mặt khi miết ép dao động | 34 | Nguyễn Văn Hình
Nguyễn Đức Hải
Đào Văn Kiên |
| Nghiên cứu ảnh hưởng của tốc độ chà và góc nghiêng thành khuôn đến chất lượng sản phẩm trong quá trình dập đa điểm phôi tấm | 40 | Trần Hải Đăng
Nguyễn Hữu Chấn
Trần Văn Diện
Nguyễn Thị Thu |
| Nghiên cứu ảnh hưởng số đường may chần bông, khối lượng tấm bông và số lớp bông đến độ co áo jacket | 45 | Nguyễn Thị Hiền
Phạm Thị Kim Phúc
Đỗ Thị Làn
Nguyễn Văn Đoàn |
| Nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số công nghệ cơ bản đến độ co hình thù vi tính trên vải Pe/Co | 51 | Nguyễn Quang Thoại |

NGÀNH KINH TẾ

- | | | |
|--|----|---|
| Giải pháp Marketing nhằm phát triển du lịch nông thôn trên địa bàn tỉnh Hải Dương | 59 | Vũ Thị Hường
Nguyễn Thị Huế
Nguyễn Thị Thủy |
| Giải pháp truyền thông nâng cao hiệu quả công tác tuyển sinh của Trường Đại học Sao Đỏ | 65 | Ngô Thị Luyện
Nguyễn Thị Ngọc Mai |

NGÀNH KINH TẾ

- Kế toán chi phí môi trường và chi phí xã hội tại các doanh nghiệp FDI trên địa bàn tỉnh Hải Dương: Thực trạng và giải pháp 71 Đinh Thị Kim Thiết
- Các nhân tố ảnh hưởng đến sự hài lòng của du khách nội địa đối với hoạt động du lịch lễ hội tỉnh Hải Dương 77 Nguyễn Thị Huệ

NGÀNH HÓA HỌC - THỰC PHẨM

- Nghiên cứu tính chất cấu trúc của các cluster $[Mo_6X_{14}]$ ($X = F, Cl, Br, I$) ở 22 EM và năng lượng ion hóa thứ 2 của các cluster $[Mo_6X_{14}]^{2-}$ bằng phương pháp phiếm hàm mật độ 82 Phạm Thị Điệp

NGÀNH KHOA HỌC GIÁO DỤC

- Sử dụng trích đoạn phim trong việc nâng cao kỹ năng nói tiếng Trung Quốc của học sinh sinh viên trong các cơ sở giáo dục đại học 98 Phạm Thị Hồng Trang
- Nghiên cứu và vận dụng các phương pháp dạy học tích cực trong giảng dạy các học phần tiếng Anh căn bản cho sinh viên Trường Đại học Sao Đỏ 94 Tăng Thị Hồng Minh
Trần Thị Mai Hương
Đặng Thị Thanh

LIÊN NGÀNH TRIẾT HỌC - XÃ HỘI HỌC - CHÍNH TRỊ HỌC

- Giáo dục giá trị đạo đức truyền thống dân tộc cho sinh viên Trường Đại học Sao Đỏ hiện nay 101 Nguyễn Thị Hiền
Trần Thị Hồng Nhung
Nguyễn Mạnh Tường
- Đề xuất giải pháp nâng cao năng lực số cho giảng viên trong bối cảnh chuyển đổi số 107 Nguyễn Thị Nhan
- Vận dụng tư tưởng triết học trong Truyện Kiều của Nguyễn Du vào giảng dạy học phần Triết học Mác - Lênin cho sinh viên Trường Đại học Sao Đỏ 112 Đỗ Thị Thùy
Phạm Xuân Đức
Nguyễn Thị Hải Hà
- Giá trị thời đại của tác phẩm “Nâng cao đạo đức cách mạng, quét sạch chủ nghĩa cá nhân” của Chủ tịch Hồ Chí Minh và sự vận dụng của Đảng ta trong công cuộc đấu tranh chống chủ nghĩa cá nhân, xây dựng Đảng hiện nay 118 Phạm Văn Dự
Vũ Hồng Phong

NGÀNH VĂN HÓA - NGHỆ THUẬT - THỂ DỤC THỂ THAO

- Nghiên cứu, ứng dụng các bài tập bổ trợ nhằm nâng cao hiệu quả thi đấu cho đội bóng chuyền hơi nữ sinh viên Trường Đại học Sao Đỏ 124 Hà Đình Soát
Vũ Tiến Hiếu

TITLE FOR ELECTRICITY - ELECTRONICS - AUTOMATION

- | | | |
|---|----|---|
| Prediction of Lithium battery State of Health (SOH) based on a nonlinear autoregressive exogenous model | 5 | Pham Thanh Long
Vo Duy Thanh
Nguyen Bao Huy
Tran Hoai Linh |
| Computer model of the DC-DC matching converter | 11 | Pham Cong Tao
Pham Thi Hoan |
| Designing environment parameter measurement device for agricultural applications using embedded ARM and LoRa communication technology | 19 | Tran Thi Phuong Thao
Do Van Dinh |
| Dynamic and structural analysis of a vibrating sieve using the boundary element method | 27 | Nguyen Thi Phuong Oanh
Nguyen Thi Sim
Vu Tri Vo |

TITLE FOR MECHANICAL AND DRIVING POWER ENGINEERING

- | | | |
|---|----|---|
| Research on the influence of materials on surface quality in oscillating smoothing process | 34 | Nguyen Van Hinh
Nguyen Duc Hai
Dao Van Kien |
| Effect of punching speed and die wall bevel angle on product quality during incremental sheet forming process | 40 | Tran Hai Dang
Nguyen Huu Chan
Tran Van Dien
Nguyen Thi Thu |
| Research on the influence of number of quilted seams, quilted weight and number of quilted layers on jacket shrinkage | 45 | Nguyen Thi Hien
Pham Thi Kim Phuc
Do Thi Lan
Nguyen Van Doan |
| The influence of some embroidery technology factors on the shrinkage of PE/CO fabric when embroidering on computerized machines | 51 | Nguyen Quang Thoai |

TITLE FOR ECONOMICS

- | | | |
|--|----|---|
| Local Marketing solutions to develop rural tourism in Hai Duong province | 59 | Vu Thi Huong
Nguyen Thi Hue
Nguyen Thi Thuy |
| The communication solutions to enhance the effectiveness of enrollment work at Sao Do University | 65 | Ngo Thi Luyen
Nguyen Thi Ngoc Mai |

TITLE FOR ECONOMICS

- Environmental cost and social cost accounting at FDI enterprises in Hai Duong province: Current situation and solutions 71 Dinh Thi Kim Thiet
- Factors affecting the satisfaction of domestic tourists with the festival tourism activities in Hai Duong province 77 Nguyen Thi Hue

TITLE FOR CHEMISTRY - FOOD

- Study of the structural properties of clusters $[Mo_6X_{14}]$ ($X = F, Cl, Br, I$) at 22 EM and the second ionization energy of clusters $[Mo_6X_{14}]^{2-}$ by the density functional method 82 Pham Thi Diep

TITLE FOR EDUCATION SCIENCE

- Using movie clips to improve the Chinese speaking skills of students in higher education institutions 88 Pham Thi Hong Trang
- Research and application of active teaching methods in teaching basic English course for students at Sao Do University 94 Tang Thi Hong Minh
Tran Thi Mai Huong
Dang Thi Thanh

TITLE FOR PHILOSOPHY - SOCIOLOGY - POLITICAL SCIENCE

- Educating traditional moral values of the nation for students at Sao Do University today 101 Nguyen Thi Hien
Tran Thi Hong Nhung
Nguyen Manh Tuong
- Proposing solutions to improve digital capacity for lecturers in the context of digital transformation 107 Nguyen Thi Nhan
- Research and apply philosophical ideas in Nguyen Du's The Tale of Kieu in teaching the Marxist-Leninist philosophy module for students at Sao Do University 112 Do Thi Thuy
Pham Xuan Duc
Nguyen Thi Hai Ha
- The contemporary value of the work "Improving revolutionary morality, wiping out individualism" by President Ho Chi Minh and its application by our Party in the current struggle against individualism and party building 118 Pham Van Du
Vu Hong Phong

TITLE FOR CULTURE - ALGORITHMS - SPORTS

- Research and application of supplementary exercises to enhance the performance of the female volleyball team of Sao Do University students 124 Ha Dinh Soat
Vu Tien Hieu

Nghiên cứu động lực học và trạng thái cơ học của sàng rung sử dụng phương pháp phần tử biên

Dynamic and structural analysis of a vibrating sieve using the boundary element method

Nguyễn Thị Phương Oanh*, Nguyễn Thị Sim, Vũ Trí Võ

*Tác giả liên hệ: oanhdlthcnk43@gmail.com

Trường Đại học Sao Đỏ

Ngày nhận bài: 05/5/2025

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 28/5/2025

Ngày chấp nhận đăng: 02/6/2025

Tóm tắt

Nghiên cứu này trình bày việc phân tích động lực học và kết cấu (ứng suất, biến dạng, hệ số an toàn) của một sàng rung công nghiệp bằng phương pháp phần tử biên (Boundary Element Method - BEM) và mô phỏng số qua phần mềm SimSolid. Phân tích đã xác định tần số dao động riêng (21,699Hz) và tốc độ làm việc tối ưu (1302 vg/ph) cho sàng. Kết quả mô phỏng dưới các điều kiện tải trọng khác nhau (tương ứng các loại vật liệu sàng) cho thấy kết cấu làm việc ổn định, với ứng suất ($\sigma_{\max} \approx 138$ MPa) và biến dạng ($\Delta_{\max} \approx 0,06$ mm) trong giới hạn cho phép, hệ số an toàn tối thiểu đạt 1,25. Nghiên cứu cung cấp dữ liệu khoa học giá trị, khẳng định hiệu quả của phương pháp BEM/SimSolid và hỗ trợ việc tối ưu hóa thiết kế sàng rung.

Từ khóa: Phương pháp phần tử biên; sàng rung; độ cứng lò xo; ứng suất; biến dạng; hệ số an toàn; động lực học kết cấu.

Abstract

This study presents a dynamic and structural analysis (stress, deformation, safety factor) of an industrial vibrating sieve using the Boundary Element Method (BEM) and numerical simulation via SimSolid software. The analysis identified the sieve's natural frequency (21.699 Hz) and optimal operating speed (1302 rpm). Simulation results under various loading conditions (corresponding to different sieved materials) show stable structural performance, with stress ($\sigma_{\max} \approx 138$ MPa) and deformation ($\Delta_{\max} \approx 0.06$ mm) within allowable limits, and a minimum safety factor of 1.25 achieved. This research provides valuable scientific data, confirms the effectiveness of the BEM/SimSolid approach, and supports the design optimization of vibrating sieves.

Keywords: Boundary element method; vibrating sieve; spring stiffness; stress; deformation; safety coefficient, structural dynamics.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Phương pháp phần tử biên (BEM) là một công cụ tính toán hiệu quả, ngày càng được ứng dụng trong phân tích động lực học và tối ưu hóa kết cấu các hệ cơ khí phức tạp. Trong nghiên cứu này, BEM được sử dụng làm nền tảng để khảo sát chi tiết ảnh hưởng của độ cứng lò xo - một tham số quan trọng - đến các đặc tính cơ học then chốt như ứng suất, biến dạng và hệ số an toàn của kết cấu sàng rung công nghiệp. Mục tiêu chính là làm rõ mối liên hệ định lượng giữa việc điều chỉnh độ cứng lò xo và phản ứng của sàng trong quá trình vận hành, qua đó cung cấp dữ liệu khoa học cho việc tối ưu và hiệu chỉnh thiết kế.

Các nghiên cứu liên quan trực tiếp đến phương pháp và đối tượng phân tích của bài báo đã được công bố trong thời gian gần đây, bao gồm:

Banerjee, P. K., & Butterfield, R. đã phát triển BEM từ bài toán tĩnh sang động lực học tuyến tính, thúc đẩy tích hợp với phần mềm như Ansys, Abaqus, Altair SimSolid, nâng cao ứng dụng công nghiệp [1].

Bendsøe, M. P., & Sigmund, O. đã nghiên cứu toàn diện về tối ưu hóa topo, phân bố vật liệu tối ưu trong không gian thiết kế, kết hợp lý thuyết, phương pháp tính toán và ứng dụng trong kỹ thuật cơ khí, kết cấu [2].

Tadeu, A. đã kết hợp BEM, TBEM (Traction Boundary Element Method) và MFS (Material Flow Simulation) để mô phỏng truyền nhiệt tạm thời, chia miền thành tiểu miền, ứng dụng hiệu quả cho vòng rấn có vết nứt, phù hợp với bài toán giao diện phức tạp [3].

Người phản biện: 1. PGS.TS. Nguyễn Văn Liên
2. TS. Phạm Công Tảo

Aliabadi, M.H. đã giới thiệu lý thuyết và ứng dụng BEM trong cơ học chất rắn, phân tích ứng suất, biến dạng, gãy vỡ, nhấn mạnh ưu điểm giảm chiều bài toán và hiệu quả cho miền vô hạn [4].

Tadeu, A. đã ứng dụng BEM cho bài toán phi tuyến, dùng tuyến tính hóa và tích phân đặc biệt, minh họa qua truyền nhiệt phi tuyến và cơ học chất rắn, mở rộng mô phỏng hệ phức tạp [5].

Tadeu, A. đã Kết hợp BEM/TBEM và MFS mô phỏng truyền nhiệt tạm thời, tận dụng ưu điểm từng phương pháp, hiệu quả cho hệ thống giao diện không đều qua ví dụ vòng rắn có vết nứt [6].

Các công trình này có nhiều đóng góp quan trọng vào mô phỏng kỹ thuật hiện đại góp phần mở rộng ứng dụng từ các bài toán tĩnh sang động lực học tuyến tính, từ đó, BEM dần được tích hợp với Altair SimSolid thúc đẩy ứng dụng thực tiễn trong công nghiệp và khắc phục được nhược điểm của phương pháp phần tử hữu hạn (FEM) yêu cầu bắt buộc phải chia lưới và cần tài nguyên máy tính rất lớn đối với các mô hình phức tạp có nhiều chi tiết như sàng rung.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT CỦA NGHIÊN CỨU

2.1. Phương trình chuyển động cơ bản trong tính toán lý thuyết của phương pháp phần tử biên trong phân tích động lực học cơ cấu

Động lực học cơ cấu phân tích chuyển động và lực trong các hệ cơ khí dưới tác động của tải trọng thay đổi theo thời gian, thường được mô tả bởi phương trình vi phân từng phần (PDE) cân bằng động lực học trong miền Ω [1].

$$\rho \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} - \nabla \cdot \sigma(x,t) = f(x,t), \quad x \in \Omega \quad (1)$$

Trong đó:

ρ : Khối lượng riêng của vật liệu, đây là thông số quan trọng để xác định tính chất vật lý của cấu trúc đang được phân tích.

$u(x,t)$: Vector chuyển vị tại điểm x và thời điểm t , điều này có nghĩa là phương trình đang đề cập đến sự thay đổi vị trí của các điểm trong hệ theo thời gian.

$\sigma(x,t)$: Tensor ứng suất, tensor này mô tả trạng thái ứng suất trong vật liệu, cho biết cách mà lực tác động lên các phần tử của nó.

$f(x,t)$: Vector lực khối, đây là lực tổng cộng tác động lên vật thể từ các nguồn bên ngoài, ảnh hưởng đến chuyển động và biến dạng của nó $\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2}$. Đại diện cho gia tốc của hệ.

$\nabla \cdot \sigma(x,t)$: Đại diện cho ứng suất trong vật liệu. Sự tương tác giữa chuyển động và ứng suất tạo ra một tình trạng cân bằng trong hệ.

$f(x,t)$: Đại diện cho các lực bên ngoài tác động lên vật thể, ảnh hưởng đến cách mà vật liệu phản ứng và chuyển động.

Điều kiện biên trên $\Gamma = \partial\Omega$ có thể là Dirichlet ($u = \bar{u}$) hoặc Neumann ($\sigma \cdot n = \bar{t}$), với n là vector pháp tuyến.

Nhận xét:

Phương trình (1) là một dạng phương trình vi phân từng phần (PDE) đại diện cho động lực học cơ cấu, mô tả cách mà lực tác dụng và điều kiện ban đầu tương tác để xác định động thái của hệ thống. Việc hiểu rõ phương trình này là cực kỳ quan trọng trong phân tích và thiết kế các hệ cơ khí, giúp kỹ sư và nhà khoa học dự đoán và kiểm soát hành vi của cơ cấu dưới những tác động khác nhau.

Các kỹ thuật như phương pháp phần tử biên (BEM) được sử dụng để giải quyết các bài toán này một cách hiệu quả, đặc biệt trong các bài toán phức tạp với biên giới phức tạp.

2.2. Cơ sở lý thuyết định lý Green

BEM chuyển PDE này thành tích phân trên biên bằng cách sử dụng định lý Green trong dạng đối xứng (Reciprocal theorem). Đối với động lực học, ta xét bài toán đàn hồi tuyến tính với sóng, phương trình cơ bản là [1]:

$$\rho \frac{\partial^2 u_i}{\partial t^2} - c^2 \cdot \nabla^2 u_i = f_i \quad (2)$$

Trong đó:

$c = \sqrt{E/\rho}$ là vận tốc sóng;

E là mô đun đàn hồi.

$\frac{\partial^2 u_i}{\partial t^2}$: Biểu thức này thể hiện gia tốc của một biến trạng thái (có thể là chuyển vị hoặc dịch chuyển) theo thời gian. Ký hiệu u_i thường đại diện cho một đại lượng tại điểm i trong không gian.

c^2 : Đây là một hệ số liên quan đến tốc độ sóng trong hệ thống, với c là tốc độ mà sóng (hoặc tín hiệu) truyền qua môi trường vật liệu.

$\nabla^2 u_i$: Đây là toán tử Laplace, thể hiện sự phân bố không gian của biến trạng thái. Nó cho thấy ảnh hưởng của cấu trúc không gian đối với biến đổi của u_i trong miền khảo sát.

f_i : Đây là đại lượng biểu thị lực tác dụng tại điểm i . Lực này có thể thay đổi theo thời gian và tạo nên các tác động đến chuyển động của hệ thống.

Nhận xét:

Phương trình (2) thể hiện mối quan hệ cơ bản trong động lực học cấu trúc, là công cụ then chốt để nghiên cứu, mô phỏng và dự đoán phản ứng của các hệ cơ khí dưới tác động của tải trọng thay đổi theo thời gian.

Để áp dụng BEM, ta sử dụng giải pháp cơ bản (fundamental solution) $G_{ij}(x, y, t)$, thỏa mãn:

$$\rho \frac{\partial^2 G_{ij}}{\partial t^2} - c^2 \nabla^2 G_{ij} = \delta_{ij} \delta(x - y) \delta(t) \quad (3)$$

Trong đó:

$\partial^2/\partial t^2$: Là phần đạo hàm bậc hai theo thời gian của một đại lượng (có thể là dịch chuyển), thể hiện sự thay đổi của hệ thống theo thời gian.

c^2 : Đây là hằng số liên quan đến tốc độ của sóng trong vật liệu, có thể được liên hệ với tính chất đàn hồi.

∇^2 : Là toán tử Laplace, được sử dụng để tính toán sự lan truyền của sóng trong không gian. Nó trả về giá trị của một hàm ở một điểm nào đó tổng quát hơn.

G_{ij} : Có thể ám chỉ đến một đại lượng nào đó liên quan đến những thay đổi không gian theo các vị trí i, j trong một hệ thống.

δ_{ij} : Là ký hiệu của delta Kronecker, đại diện cho mối quan hệ giữa các thành phần, thường được dùng để thể hiện tính đồng nhất trong đại lượng.

Bên trái của phương trình:

Cụ thể là sự kết hợp của sự biến đổi theo thời gian và không gian của một đại lượng vật lý nào đó.

Phần đầu tiên ($\rho \partial^2 G_{ij} / \partial t^2$) cho thấy sự ảnh hưởng của lực động theo thời gian, trong khi phần thứ hai ($-c^2 \nabla^2 G_{ij}$) thể hiện sự phân tán hoặc lan truyền của sóng trong không gian.

Bên phải phương trình:

$\delta_{ij} \delta(x-y) \delta(t)$ thể hiện một nguồn (có thể là lực hoặc tác động) tại một thời điểm và vị trí nhất định. Điều này có nghĩa rằng, phương trình này mô tả điều kiện ban đầu hoặc tác động cục bộ trong không gian và thời gian.

Nhận xét:

(3) là phương trình vi phân mô tả động lực học của một hệ cơ cấu, phản ánh cách mà lực và chuyển động tương tác trong một môi trường không gian và thời gian. Việc phân tích và hiểu được phương trình này là bước đầu quan trọng trong việc áp dụng phương pháp phần tử biên trong mô hình hóa và phân tích cơ cấu chịu tác động động lực học.

Với δ là hàm Dirac. Trong không gian 3D, giải pháp cơ bản cho sóng đàn hồi có dạng phức tạp, nhưng đơn giản hóa trong tĩnh học là:

$$G_{ij}(x, y) = \frac{1}{4\pi\mu r} \left[\delta_{ij} + \frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \frac{(x_i - y_i)(x_j - y_j)}{r^2} \right] \quad (4)$$

Trong đó:

$r = |x - y|$, μ là hằng số Lamé.

$G_{ij}(x, y)$: Đây là một hàm liên quan đến tính toán độ biến

dạng hoặc ứng suất trong cơ học. Ký hiệu này có thể được hiểu là tensor hoặc hàm phụ thuộc vào hai điểm x và y .

μ : Đây là hệ số của độ nhớt hay mô đun cắt, một thông số vật liệu liên quan đến khả năng chống lại sự biến dạng khi có lực tác dụng.

rr : Được định nghĩa như khoảng cách giữa hai điểm x và y . Nó có thể được tính bằng công thức khoảng cách Euclide.

δ_{ij} : Đây là delta Kronecker, nó bằng 1 khi $i = j$ và bằng 0 khi $i \neq j$. Delta Kronecker thường được sử dụng trong lý thuyết tensor để chỉ các thành phần trên đường chéo của matrix.

λ : Một thông số khác của vật liệu, thường được gọi là mô đun vô, có liên quan đến khả năng đàn hồi của một vật liệu.

$(x_i - y_i)(x_j - y_j)$: Đây là một phép toán hình học chỉ sự chênh lệch giữa hai điểm trong không gian. Sự tích này có thể được dùng để chỉ sự phụ thuộc của ứng suất vào khoảng cách giữa các điểm.

Nhận xét:

Phương trình (4) mô tả một mối quan hệ giữa độ biến dạng, ứng suất và các thông số vật liệu trong một hệ cơ cấu. Cụ thể, nó tính toán ứng suất $G_{ij}G_{ij}$ tại một điểm với sự ảnh hưởng của các điểm khác trong không gian, dựa vào các thông số vật liệu như mô đun đàn hồi và độ nhớt.

2.3. Phương trình tích phân biên

Áp dụng định lý Green thứ hai cho u_i và G_{ij} , ta có [5]:

$$\int_{\Omega} [G_{ij}(\rho \bar{u}_j - \nabla \cdot \sigma_j) - u_j(\rho \bar{G}_{ij} - \nabla \cdot \sigma_{ij}^*)] d\Omega = \int_{\Gamma} [G_{ij} t_j - u_j t_{ij}^*] d\Gamma \quad (5)$$

Tích phân trên miền (Ω): Phần bên trái của phương trình thể hiện một tích phân trên miền Ω , nơi có các đại lượng vật lý như G_{ij} (có thể là một tensor hoặc ma trận), $\bar{u}_j$ (đạo hàm bậc hai của vận tốc) và σ_j (căng), cùng với lực tác động $f(x, t)$. Để tạo thành một biểu thức phù hợp, tích phân này thể hiện sự cân bằng giữa các lực nội tại và ngoại tại trong miền.

Tích phân trên biên (Γ): Phần bên phải của phương trình là một tích phân trên biên Γ , liên quan đến các đại lượng biên như t_j (có thể là lực hoặc điều kiện biên) và t_{ij} (các đại lượng liên quan đến phản ứng của vật liệu hoặc điều kiện biên ở một mặt). Điều này cho thấy rằng để giải quyết bài toán trong miền Ω , chúng ta cần xem xét không chỉ các lực và chuyển động trong miền mà còn cả các điều kiện ở bề mặt ở biên.

Nhận xét:

Phương trình (5) thể hiện một cách chính xác mối quan hệ giữa động lực học trong miền và các điều kiện biên.

Nó nhấn mạnh vai trò của phương pháp phần tử biên (BEM) trong việc giải quyết các bài toán động lực học cơ cấu, dẫn đến việc biến đổi từ phương trình vi phân từng phần sang phương trình tích phân có thể giải quyết được thông qua các công thức toán học rõ ràng. Phương pháp này hữu ích trong việc phân tích chính xác chuyển động và lực trong các hệ cơ khí phức tạp.

Với $t_j = \sigma_{j,n}$, $t_{ij}^* = \sigma_{ij}^*$ là ứng suất từ G_{ij} . Thay điều kiện $\nabla \cdot \sigma_j = f_j$ và đặc tính của G_{ij} ta được phương trình tích phân biên:

$$\begin{aligned} c_{ij}(x)u_j(x,t) + \int_{\Gamma} u_j(y,t)t_{ij}^*(x,y)d\Gamma(y) \\ = \int_{\Gamma} G_{ij}(x,y)t_j(y,t)d\Gamma(y) \\ + \int_{\Omega} G_{ij}(x,y)f_j(y,t)d\Omega(y) \end{aligned} \quad (6)$$

Trong đó:

$c_{ij}(x)$ là tensor góc, bằng $\delta_{ij}/2$ nếu x nằm trên biên mịn.

2.4. Phương pháp rời rạc hóa và giải hệ phương trình biên

Để giải số, biên Γ được chia thành N phần tử. Giả sử u_j và t_j được nội suy trên mỗi phần tử tuyến tính, phương trình tích phân trở thành hệ đại số, theo [7]:

$$Hu(t) = Gt(t) + F(t) \quad (7)$$

Trong đó:

H: Ma trận hệ số từ $\int_{\Gamma} t_{ij}^* d\Gamma$;

G: Ma trận từ $\int_{\Gamma} G_{ij} d\Gamma$;

U, t: Vector chuyển vị và lực kéo trên biên;

F: Vector lực khối từ $\int_{\Omega} G_{ij} f_j d\Omega$.

Trong động lực học, $u(t)$ và $t(t)$ phụ thuộc thời gian, đòi hỏi giải theo miền thời gian (time-stepping) hoặc biến đổi Laplace/Fourier.

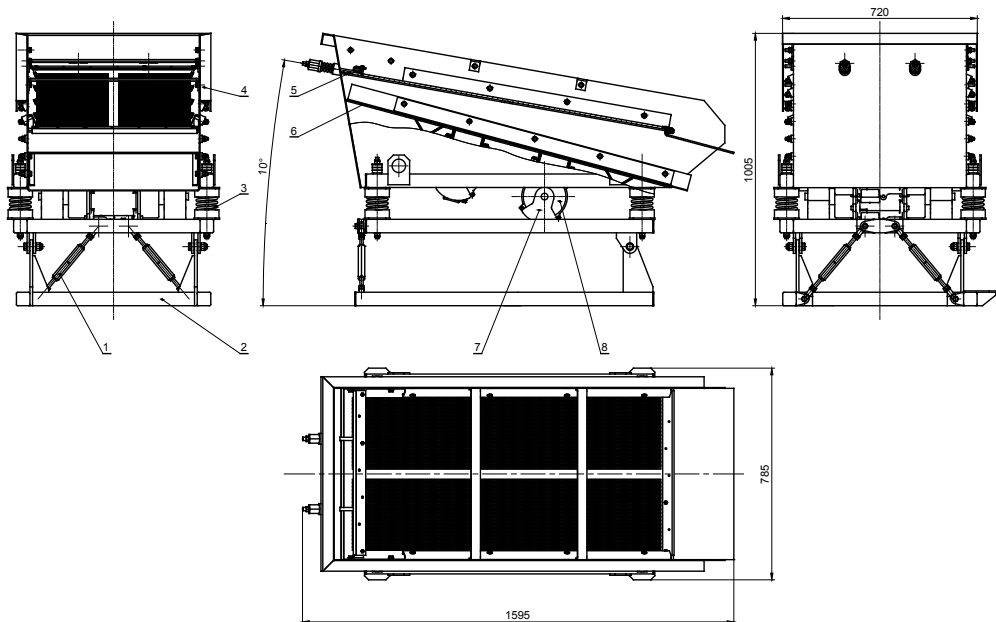
Nhận xét chung:

Cơ sở toán học của BEM trong động lực học cơ cấu dựa trên việc chuyển PDE $\rho \ddot{u} - \nabla \sigma = f$, thành tích phân biên $Hu = Gt + F$ tận dụng giải pháp cơ bản và rời rạc hóa. Phương pháp này hiệu quả cho phân tích dao động và chuyển động, đóng góp lớn vào tính toán động lực học trong lĩnh vực kỹ thuật cơ khí.

3. ỨNG DỤNG ALTAIR SIMSOLID PHÂN TÍCH ỨNG SUẤT, BIẾN DẠNG VÀ HỆ SỐ AN TOÀN CỦA SÀNG RUNG

3.1. Các điều kiện ban đầu

Sàng rung được sử dụng để loại bỏ hạt lép của các loại thực phẩm là thóc, đỗ tương, ngô, lạc củ, đỗ đen, đỗ xanh thuộc nhóm ngũ cốc. Vật liệu cơ bản để chế tạo đế sàng rung, vách thân sàng, mặt sàng, tấm đáy, quả văng là thép ANSI 302 Hình 1.



Hình 1. Kết cấu tổng thể và kích thước khuôn khổ của sàng rung

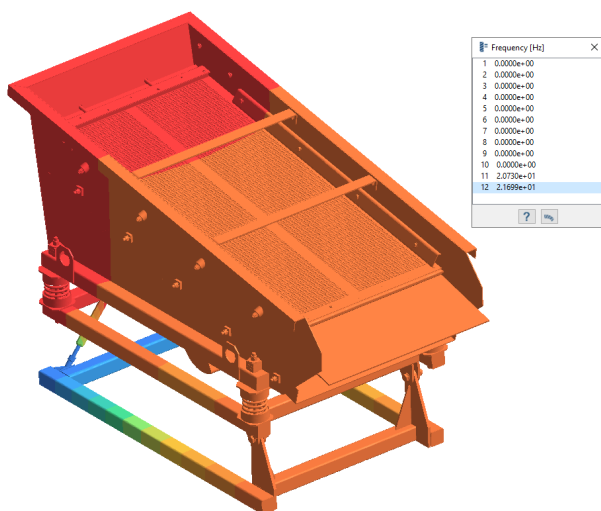
Phần đế cố định có khối lượng $m_1 = 41$ kg gồm: 1 - Cơ cấu điều chỉnh góc nghiêng của sàng, 2 - Đế sàng rung.

Phần động có khối lượng $m_2 = 270$ kg gồm: 4 - Vách thân sàng, 5 - Mặt sàng, 6 - Tấm đáy, 7 - 4 quả văng có khối lượng 6,5 kg/quả và bán kính lệch tâm là $r = 43$ mm, 8 - 2 động cơ giảm tốc lắp trực tiếp với quả văng có $P = 1,5$ kW.

Phần động của sàng đặt trên 4 gối lò xo có độ cứng điều chỉnh được bằng cơ cấu ren vít. Rung động tạo ra từ lực ly tâm của 4 quả văng lệch tâm. Khi sàng các loại thực phẩm khác nhau, cần thay mặt sàng và điều chỉnh độ cứng lò xo để phù hợp với khối lượng và đặc tính của từng loại, nhằm đạt hiệu quả phân loại tốt nhất ở cùng tốc độ động cơ. Độ cứng lò xo được tính toán và cài đặt cho mỗi mẻ $0,6$ m³ thực phẩm chi tiết ở Bảng 1.

3.2. Tính toán số vòng quay của quả nặng

Tần số riêng của phần động sàng rung là $f_0 = 21,699$ Hz. Để hoạt động hiệu quả thông qua cộng hưởng, tần số kích thích f từ ngoại lực được chọn bằng f_0 .



Hình 2. Mô phỏng tần số dao động riêng của sàng

Tần số dao động riêng của phần động sàng rung là $f_0 = 21,699$ Hz. Để sàng rung hoạt động hiệu quả nhờ cộng hưởng, tần số ngoại lực tác động (f) cần bằng với tần số dao động riêng ($f = f_0$).

Số vòng quay của quả nặng được tính theo công thức (8) như sau:

$$n = 60.f = 60.21,699 = 1302 \text{ vg/ph} \quad (8)$$

3.3. Tính toán độ cứng của lò xo

Việc tính toán lò xo phụ thuộc vào khối lượng của phần động $m_2 = 270$ kg, khối lượng của $0,6 \text{ m}^3$ thực phẩm được trình bày trên Bảng 1.

Số vòng quay của quả nặng tạo lực ly tâm là $n = 1.302$ vg/ph, mỗi quả nặng có khối lượng $6,5$ kg, bán kính lệch tâm là $r = 43$ mm.

Chương trình python tính độ cứng.

```
import math
# --- Dữ liệu và Hằng số ---
M2 = 270.0      # Khối lượng phần động (kg)
N_SPRINGS = 4   # Số lò xo
RPM = 1302.0    # Tốc độ động cơ (vòng/phút)
FOOD_DATA = {   # Khối lượng thực phẩm (kg)
    "Thóc": 360.0, "Đỗ tương": 450.0, "Ngô": 432.0,
    "Lạc củ": 180.0, "Đỗ đen": 480.0, "Đỗ xanh": 492.0}
# --- Tính toán và Hiển thị ---
# Tính trước omega^2 (vì nó không đổi)
omega_sq = (2 * math.pi * RPM / 60.0)**2
print("--- Tính toán độ cứng lò xo (k) ---")
```

```
print(f"m2={M2}kg,      Lò      xo={N_SPRINGS},
      RPM={RPM}")
```

```
print("--- * 35)
```

```
# Lặp qua dữ liệu thực phẩm, tính và in k
```

```
for name, m3 in FOOD_DATA.items():
```

```
    k = (omega_sq * (M2 + m3)) / N_SPRINGS
```

```
    print(f"{name:>10} (m3={m3:>3.0f}kg): k = {k:,.2f}
      N/m")
```

Từ kết quả chạy chương trình python tính toán độ cứng ở trên, tổng hợp được kết quả trình bày trên Bảng 1.

Bảng 1. Độ cứng của lò xo khi sàng các loại thực phẩm theo tính toán

Phương án sàng	Loại thực phẩm	Khối lượng thực phẩm/ 0,6 m ³	Giá trị độ cứng lò xo sau điều chỉnh (N/m)
1	Thóc	360	2927924
2	Đỗ tương	450	3346199
3	Ngô	432	3262544
4	Lạc củ	180	2091374
5	Đỗ đen	480	3485624
6	Đỗ xanh	492	3541393

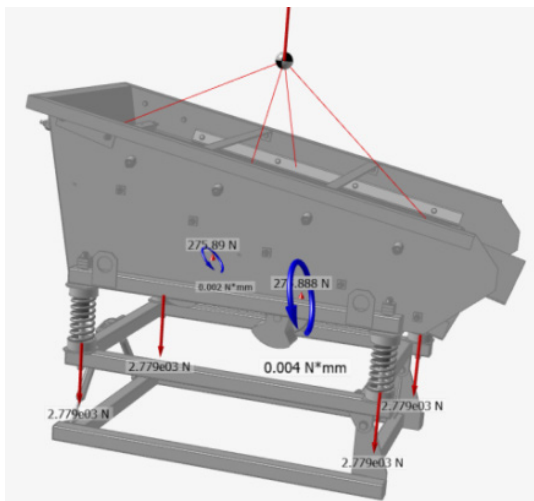
3.4. Phân tích ứng suất, biến dạng và hệ số an toàn sàng rung trên phần mềm SimSoid

Trong mô hình phân tích, để cố định của sàng rung được coi là nền móng và phần động được liên kết với đế thông qua các gối lò xo. Nghiên cứu này khảo sát ảnh hưởng của việc thay đổi độ cứng lò xo tương ứng với tải trọng tính toán khi sàng các loại thực phẩm khác nhau (giả định $0,6 \text{ m}^3/\text{m}^2$, dù thực tế cấp liệu có thể liên tục). Các giá trị cụ thể cho độ cứng lò xo và tải trọng được áp dụng cho từng trường hợp Bảng 2.

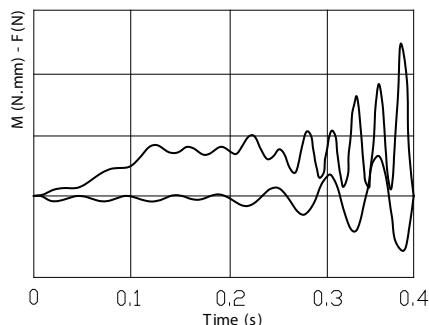
Quy trình mô phỏng trên phần mềm SimSolid gồm các bước:

- Thiết lập liên kết giữa các chi tiết.
- Gán vật liệu cho chi tiết.
- Đặt thông số gối lò xo (thay đổi theo từng trường hợp).
- Đặt tải trọng động (bao gồm trọng lượng sàng và thực phẩm, thay đổi theo từng trường hợp).
- Chạy phân tích và xuất kết quả.

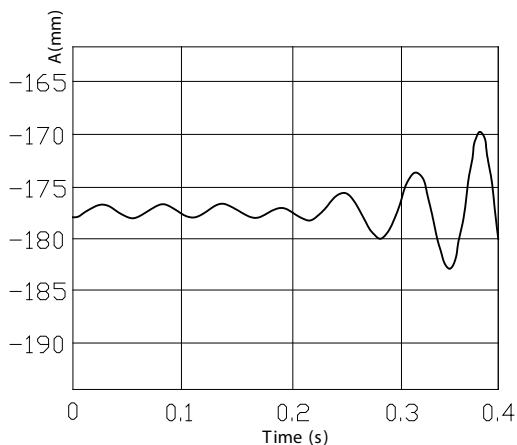
Do đỗ xanh có khối lượng/m² lớn nhất, yêu cầu độ cứng lò xo cao nhất và gây ra tải trọng động lớn nhất lên kết cấu, trường hợp 6 (sàng đỗ xanh) được chọn để phân tích và trình bày chi tiết kết quả động lực học. Các kết quả này, thể hiện trong một chu kỳ quay của quả nặng, được minh họa từ Hình 3 đến Hình 5.



Hình 3. Mô phỏng hình phân tích động lực học tổng thể cho sàng rung



Hình 4. Đồ thị định tính về tương quan biến thiên giữa mô men xoắn trên trục quả văng với lực đàn hồi của lò xo trong 1 chu kỳ dao động

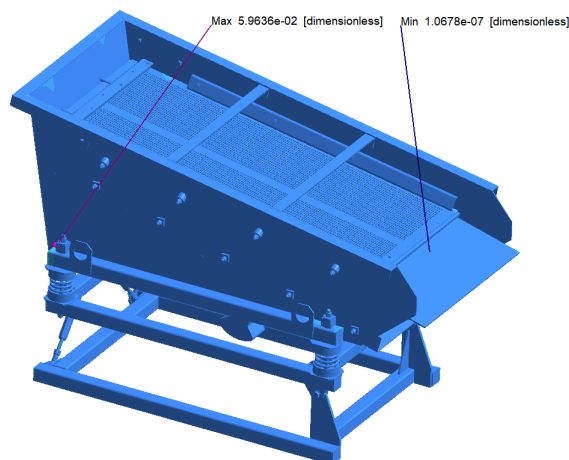


Hình 5. Đồ thị biên độ dao động của lò xo (mm) trong 1 chu kỳ dao động

Nhận xét:

Hoạt động dưới tải trọng động phức tạp, các đại lượng đặc trưng cho động lực học của sàng rung như mô men xoắn trên trục quả văng, lực đàn hồi và biên độ dao động của lò xo đều thể hiện sự biến thiên phức hợp theo thời gian. Sự biến thiên này tạo ra một mô hình rung động đa dạng, được xem là yếu tố góp phần nâng cao hiệu quả làm việc của sàng.

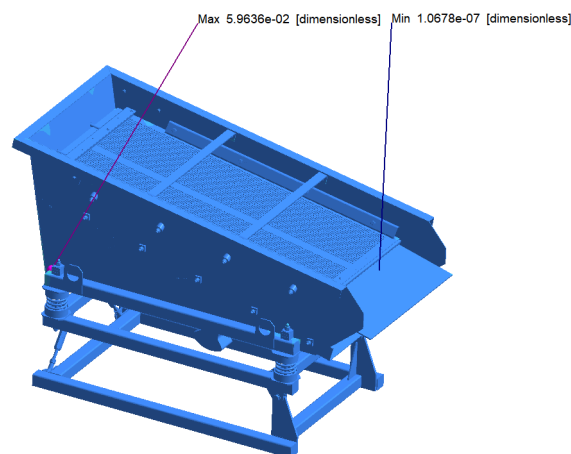
Kết quả phân tích chi tiết về ứng suất, biến dạng và hệ số an toàn cho trường hợp 6 (khi sàng đổ xanh) được trình bày cụ thể trong các Hình 6 đến Hình 8.



Hình 6. Vị trí có ứng suất tương đương đạt cực trị trên sàng rung

Kết quả phân tích cho thấy ứng suất/biến dạng lớn nhất trên sàng rung ($\sigma_{\max} \approx 138,12 \text{ MPa}$) xuất hiện tại vị trí tiếp xúc giữa vách sàng và gối lò xo. Giá trị này nhỏ hơn nhiều so với giới hạn bền tối thiểu của vật liệu thép ANSI 302 ($\sigma_{\text{bmin}} = 520 \text{ MPa}$). Do đó, sàng rung đảm bảo điều kiện bền khi làm việc.

Kết quả phân tích biến dạng của sàng rung:



Hình 7. Vị trí có biến dạng tương đương đạt cực trị trên sàng rung

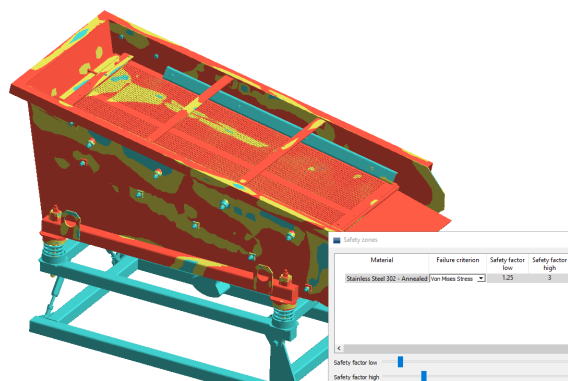
Nhận xét:

Biến dạng tương đương lớn nhất trên sàng rung là $\Delta_{\max} \approx 0,06 \text{ mm}$, tập trung tại vị trí tiếp xúc giữa vách sàng và gối lò xo. Do ứng suất và biến dạng có quan hệ tuyến tính, vùng biến dạng lớn nhất và nhỏ nhất tương ứng với vùng ứng suất lớn nhất và nhỏ nhất.

Phân tích hệ số an toàn:

Hệ số an toàn (dựa trên ứng suất) của sàng rung dao động từ 1,25 đến 3. Phần động có hệ số an toàn tối thiểu 1,25 do chịu tác động lực học phức tạp, trong khi phần đế cố định đạt gần 3. Các phân tích tương tự cho

các trường hợp sàng thực phẩm khác (với độ cứng lò xo và tải trọng thay đổi theo Bảng 1) đều cho thấy sàng rung đảm bảo độ bền và an toàn khi vận hành.



Hình 8. Phân tích hệ số an toàn

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã ứng dụng thành công phương pháp phần tử biên (BEM) và mô phỏng SimSolid để phân tích ảnh hưởng độ cứng lò xo đến động lực học (ứng suất, biến dạng, hệ số an toàn) của sàng rung. Các kết quả chính bao gồm xác định tần số riêng (21.699 Hz) và tốc độ quay tối ưu (1.302 vg/ph), tính toán độ cứng lò xo phù hợp cho từng loại vật liệu, phân tích sự biến thiên phức tạp của các yếu tố động lực học và đánh giá độ bền kết cấu. Phương pháp BEM/SimSolid chứng tỏ hiệu quả cao trong việc phân tích, làm cơ sở cho việc

tối ưu hóa sàng rung, cung cấp cơ sở cải tiến thiết kế và vượt trội hơn FEM đối với các mô hình phức tạp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Pranab K. Banerjee và Roy Butterfield (1981), *Boundary Element Methods in Engineering Science*, McGraw-Hill.
- [2]. Bendsøe, M. P., & Sigmund, O (2003), *Topology Optimization: Theory, Methods, and Applications*, Springer-Verlag.
- [3]. Professor Antonio Tadeu, Professor Leopold Škerget, Assoc. Prof. Dr. Jure Ravnik (2021), *Boundary Element Method for Nonlinear Problems*, ScienceDirect.
- [4]. Aliabadi, M.H (2002), *The Boundary Element Method*, Applications in Solids and Structures. Wiley.
- [5]. Tadeu, A (2024), *Boundary element method for nonlinear problems*, ResearchGate.
- [6]. Tadeu, A (2010), *Coupling BEM/TBEM and MFS for the simulation of transient conduction heat transfer*, Wiley Online Library.
- [7]. Brebbia, C. A., et al (1984), *Boundary Element Techniques*, Springer.

AUTHORS INFORMATION

Nguyen Thi Phuong Oanh*, Nguyen Thi Sim,
Vu Tri Vo

*Corresponding author: oanhdlthcnk43@gmail.com

Sao Do University.

THỂ LỆ GỬI BÀI

TẠP CHÍ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC, TRƯỜNG ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

Tạp chí Nghiên cứu khoa học, Trường Đại học Sao Đỏ (P. ISSN 1859-4190, E. ISSN 2815-553X), thường xuyên công bố kết quả, công trình nghiên cứu khoa học và công nghệ của các nhà khoa học, cán bộ, giảng viên, nghiên cứu sinh, học viên cao học, sinh viên ở trong và ngoài nước.

1. Tạp chí xuất bản 01 số/quý bằng hai ngôn ngữ tiếng Việt và tiếng Anh. Tạp chí nhận đăng các bài báo khoa học thuộc các lĩnh vực: Điện - Điện tử - Tự động hóa; Cơ khí - Động lực; Kinh tế; Triết học - Xã hội học - Chính trị học; Các lĩnh vực khác gồm: Công nghệ thông tin; Hóa học - Công nghệ thực phẩm; Ngôn ngữ học; Toán học; Vật lý; Văn hóa - Nghệ thuật - Thể dục thể thao...
2. Bài nhận đăng là những công trình nghiên cứu khoa học chưa công bố trong bất kỳ ấn phẩm khoa học nào.
3. Tòa soạn chỉ nhận bài báo gửi online trên website <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn>. Bài báo gửi về tòa soạn dưới dạng file điện tử (*.doc *.docx và *.pdf); cuối bài báo, tác giả ghi rõ thông tin địa chỉ liên hệ, số điện thoại, email và cập nhật thông tin trên website. Bài báo phải được trình bày đúng định dạng, rõ ràng; Trường hợp bài báo phải chỉnh sửa theo thể lệ hoặc theo yêu cầu của Phản biện thì tác giả sẽ cập nhật trên website. Người phản biện sẽ do tòa soạn mời. Tòa soạn không gửi lại bài nếu không được đăng.
4. Các công trình thuộc đề tài nghiên cứu có Cơ quan quản lý cần kèm theo giấy phép cho công bố của cơ quan (Tên đề tài, mã số, tên chủ nhiệm đề tài, cấp quản lý,...).
5. Tên bài báo trình bày bằng hai ngôn ngữ (tiếng Việt và tiếng Anh), font Arial, cỡ chữ 14, in đậm, căn giữa.
6. Tên tác giả (không ghi học hàm, học vị), font Arial, cỡ chữ 10, in đậm, căn lề phải; cơ quan công tác của các tác giả, font Arial, cỡ chữ 9, in nghiêng, căn lề phải.
7. Chữ "Tóm tắt" in đậm, font Arial, cỡ chữ 10; Nội dung tóm tắt của bài báo không quá 10 dòng, trình bày bằng hai ngôn ngữ (tiếng Việt và tiếng Anh), font Arial, cỡ chữ 10, in thường.
8. Chữ "Từ khóa" in đậm, nghiêng, font Arial, cỡ chữ 10; Có từ 03÷05 từ khóa, font Arial, cỡ chữ 10, in nghiêng, ngăn cách nhau bởi dấu chấm phẩy, cuối cùng là dấu chấm.
9. Nội dung bài báo viết bằng tiếng Việt hoặc tiếng Anh; Nếu là bài báo viết bằng tiếng Việt: Tiêu đề tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Tóm tắt tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Từ khóa tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Nếu là bài báo viết bằng tiếng Anh: Tiêu đề tiếng Anh trước, tiếng Việt sau; Tóm tắt tiếng Anh trước, tiếng Việt sau; Từ khóa tiếng Anh trước, tiếng Việt sau.
10. Bài báo được đánh máy trên khổ giấy A4 (21 × 29,7cm) có độ dài không quá 8 trang, font Arial, cỡ chữ 10, giãn dòng At least 12pt, Before 3pt, After 3pt; căn lề trên 2.5cm, dưới 2.5cm, trái 3cm, phải 2cm; hình vẽ phải rõ ràng, đủ nét và được định dạng dưới dạng file ảnh (*.jpg); Phương trình, công thức phải soạn thảo bằng Mathtype hoặc Equation; Phần nội dung bài báo được chia thành 02 cột, khoảng cách cột là 1cm; Trong trường hợp hình vẽ, hình ảnh có kích thước lớn, bảng biểu có độ rộng lớn hoặc công thức, phương trình dài thì cho phép trình bày dưới dạng 01 cột.
11. Tài liệu tham khảo được sắp xếp theo thứ tự tài liệu được trích dẫn trong bài báo.
 - Nếu là sách/luận án: Tên tác giả (năm), Tên sách/luận án/luận văn, Nhà xuất bản/Trường/Viện, lần xuất bản/tái bản.
 - Nếu là bài báo/báo cáo khoa học: Tên tác giả (năm), Tên bài báo/báo cáo, Tạp chí/Hội nghị/Hội thảo, Tập/Kỷ yếu, số, trang.
 - Nếu là trang web: Phải trích dẫn đầy đủ tên website và đường link, ngày cập nhật.
12. Định dạng mẫu bài báo tham khảo tại địa chỉ http://tapchikhcn.saodo.edu.vn/news/detail/198/format_paper
Bài báo sau khi xuất bản sẽ được công bố trên <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn>.

THÔNG TIN LIÊN HỆ:

Ban Biên tập Tạp chí Nghiên cứu khoa học, Trường Đại học Sao Đỏ

Phòng 203, Tầng 2, Nhà B1, Trường Đại học Sao Đỏ.

Địa chỉ: Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.

Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.

Website: <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn>

Email: tapchikhcn@saodo.edu.vn



BỘ CÔNG THƯƠNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

Địa chỉ:

- **Số 1:** Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.
- **Số 2:** Số 72, đường Nguyễn Thái Học, phường Thái Học, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.
- **Điện thoại:** (0220) 3882 269 **Fax:** (0220) 3882 921 **Website:** <http://saodo.edu.vn> **Email:** info@saodo.edu.vn

P. ISSN 1859-4190
E. ISSN 2815-553X

Số 2 (89)
2025

Địa chỉ Tòa soạn:

Trường Đại học Sao Đỏ.

Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.

Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882 921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.

Website: <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn/> Email: tapchikhcn@saodo.edu.vn.

Giấy phép xuất bản số: 620/GP-BTTTT ngày 17/9/2021 của Bộ Thông tin và Truyền thông.
In 2.000 bản, khổ 21 × 29,7cm, tại Công ty TNHH in Tre Xanh, cấp ngày 17/02/2011.