

MỤC LỤC

KHOA HỌC XÃ HỘI VÀ NHÂN VĂN

Thực trạng nhận thức về vai trò tổ chức công tác kế toán đối với các doanh nghiệp vừa và nhỏ ở Việt Nam hiện nay

The Current Awareness of the role of Accounting (in) the small and Medium Enterprises in Vietnam

Dương Thị Thanh Hiền
Đinh Thị Thu Hiền 1

Từ thông cáo báo chí đến tin đăng báo: thực tiễn và khuyến nghị

From the press Releases to Newspaper's Articles: the Current Status and some Recommendations

Hoàng Lê Thúy Nga 6

Phan Khôi và vấn đề “quốc học”, “quốc văn” ở Việt Nam đầu thế kỷ XX

Phan Khoi and the Problem of "National Learning", "National Literature" in the Early 20th Century of Vietnam

Đoàn Nguyễn Thùy Trang 15

KHOA HỌC TỰ NHIÊN

Ảnh hưởng của biến dạng lên tính chất điện tử của molybdenum disulphide đơn lớp

Effect of Strain on Electronic Properties of Monolayer Molybdenum Disulphide

Ngô Thị Anh
Nguyễn Văn Chương
Lê Công Nhân
Nguyễn Ngọc Hiếu 20

Lý thuyết về thời điểm dừng trong xác suất thống kê và các ứng dụng

Theory on Stopping Time in Probabilities and Statistics, and Its Applications

Phạm Công Dân
Nguyễn Trung Hiếu
Trần Xuân Linh
Vũ Đình Tuấn 25

Tính chất nhiệt động của kim loại dưới áp suất trong mô hình Debye

Thermodynamic Properties of Metals under Pressure in Debye Model

Trần Thị Hải
Phạm Thị Minh Hạnh
Hồ Khắc Hiếu 28

Mô tả tính chất của hạt nhân ở trạng thái cơ bản bằng phương pháp trường trung bình

Mean-field Description of Nuclear Ground-State Properties

Lê Tấn Phúc
Nguyễn Quang Hưng 34

Tổng quan về quá trình shock gây nên bởi tia laser trong môi trường chất lỏng

Laser-induced Shock Process in Liquid-confining Regime: A Review

Nguyễn Thị Phương Thảo 41

KHOA HỌC KỸ THUẬT VÀ CÔNG NGHỆ

Sử dụng thuật toán di truyền đa mục tiêu tối ưu hóa quá trình tìm kiếm bãi đỗ xe trong đô thị

Application of Multi-Objective Genetic Algorithm for Optimizing Parking Site Selection Process in Urban Area

Dương Minh Châu
Hoàng Nhật Đức 49

Một số kết quả phân tích dao động khung phẳng nhà nhiều tầng chịu tải trọng động đất khi có xét đến sự tương tác giữa công trình và nền đất

Some vibration analysis results of multi-storey plane frame under seismic loading considering soil-structure interaction

Nguyễn Thành Dũng
Trương Hồng Minh 56

Ứng dụng phương pháp quy hoạch tuyến tính cho bài toán tối ưu hóa trong quản lý dự án xây dựng

Applications of Linear Programming for Solving Optimization Problems in Construction Project Management

Hoàng Nhật Đức
Vũ Thế Hiệp
Phan Lê Thành
Nguyễn Thị Thanh 63

<p>Xác lập liên hệ tương quan giữa độ bền kháng nén một trục ở trạng thái khô với chỉ số rqd của thành tạo đá phiến sericite, hệ tầng a vương khu vực thành phố Đà Nẵng</p> <p>Establishment of correlation between the uniaxial unconfined compressive strength in dry state and RQD index of sericite schist of A Vương formation in Da Nang area</p>	<p>Nguyễn Hoàng Giang Nguyễn Thị Ngọc Yến Trần Thị Lý</p>	<p>70</p>
<p>Nghiên cứu khả năng thay thế một phần xi măng Portland trong vữa bằng xỉ thép</p> <p>Potential use of EAF Slag as Portland Cement Replacement</p>	<p>Trần Thu Hiền Đỗ Hoàng Sa Trần Xuân Linh</p>	<p>84</p>
<p>Ứng xử phi tuyến của vỏ toa chứa dầu tàu đường sắt</p> <p>Nonlinear behavior of the shell of railway oil tank</p>	<p>S.B. Kositsyn Trần Xuân Linh Phạm Công Dân</p>	<p>91</p>
<p>Ảnh hưởng của số lượng phần tử đến tính toán tần số dao động riêng của kết cấu dầm và khung phẳng theo phương pháp phần tử hữu hạn</p> <p>The Influence of the Number of Element to Calculation of the Eigen Frequency of Beam and Frame Structure According to Finite Element Method (FEM)</p>	<p>Đặng Hồng Long Lê Công Duy</p>	<p>95</p>
<p>Phân tích kết cấu sàn Bubbledeck sử dụng phần mềm Abaqus</p> <p>Structural Analysis of Bubbledeck Slabs Using Abaqus Software</p>	<p>Trần Lê Công Tâm Vũ Duy Thắng</p>	<p>101</p>
<p>Hệ thống truyền thông ứng dụng kỹ thuật hỗn loạn</p> <p>Communication System Using Chaos Technique</p>	<p>Nguyễn Văn Thọ Ngô Lê Minh Tâm Võ Minh Thông Nguyễn Thị Bích Hạnh</p>	<p>108</p>
<p>Nghiên cứu cấu trúc điện tử của Rutile TiO_2 bằng lý thuyết hàm mật độ</p> <p>Density Functional Theory Study on Electronic Structure of Rutile TiO_2</p>	<p>Phạm Lê Minh Thông Nguyễn Hạ Vi Phạm Công Dân</p>	<p>113</p>
<p>Phân tích tần số dao động riêng mờ của kết cấu khung thép phẳng phi tuyến hình học với hệ số độ cứng mờ dựa trên thuật toán tiến hóa vi phân</p> <p>Fuzzy Natural Frequencies Analysis of a Geometrically Nonlinear 2-D Steel Frame Structure with Fuzzy Fixity Factors Based on Differential Evolution Algorithm</p>	<p>Trần Thanh Việt</p>	<p>119</p>

Thực trạng nhận thức về vai trò tổ chức công tác kế toán đối với các doanh nghiệp vừa và nhỏ ở Việt Nam hiện nay

The current awareness of the role of accounting (in) the small and medium enterprises in Vietnam

Dương Thị Thanh Hiền, Đinh Thị Thu Hiền

*Khoa Kế toán, Đại học Duy Tân, Việt Nam
Department of Accounting, Duy Tan University, Viet Nam*

(Ngày nhận bài: 12/12/2016, ngày phản biện xong: 19/04/2017, ngày chấp nhận đăng: 20/04/2017)

Tóm tắt

Các doanh nghiệp vừa và nhỏ (DNVVN) đóng một vai trò quan trọng trong sự phát triển kinh tế - xã hội của đất nước. Chuẩn mực và chế độ kế toán áp dụng cho các doanh nghiệp này đã được quan tâm nghiên cứu và ban hành trong những năm qua, điều này tạo thuận lợi cho công tác kế toán tại các doanh nghiệp nói riêng, cho công tác quản lý Nhà nước trong lĩnh vực kế toán nói chung. Nhưng trên thực tế việc nhận thức đúng và đủ vai trò của kế toán đối với các DNVVN chưa thực sự đầy đủ. Quy mô các doanh nghiệp càng nhỏ thì mức độ đầu tư triển khai tổ chức các công tác kế toán càng hạn chế hơn, để tiết kiệm chi phí nên nhiều doanh nghiệp không tổ chức kế toán hoặc thuê kế toán ngoài để thực hiện... Vì vậy giải pháp nào để nâng cao nhận thức về vai trò của kế toán đối với các DNVVN ở Việt Nam hiện nay là vấn đề lớn cần được quan tâm và giải quyết.

Từ khóa: kế toán, doanh nghiệp vừa và nhỏ...

Abstract

Small and medium enterprises (SMEs) play an important role in economic development - society of the country. Standards and accounting regulations apply to these firms were interested in studying and issued over the years, which facilitate the work of accounting firms in particular, for the management State in the field of general accounting. But in fact the correct and full awareness of the role of accounting for SMEs is not really sufficient. The smaller the size of the enterprise, the more limited the investment in the organization of accounting work; to save costs, many enterprises are not organized accounting or hire external accountants to perform ... So any solution to raise awareness understanding of the role of accounting for SMEs in Vietnam today is a big issue to be considered and resolved.

Keywords: Accounting, small and medium enterprises

© 2017 Bản quyền thuộc Đại học Duy Tân

1. Đặt vấn đề

Các doanh nghiệp vừa và nhỏ đang ngày càng khẳng định vai trò đối với nền kinh tế đất

nước. Tính đến năm 2015, khối DN này đóng góp khoảng 45% GDP, chiếm 31% tổng số thu ngân sách, đóng góp gần 50% vào tốc độ tăng trưởng

kinh tế quốc gia hàng năm và tạo ra 51% tổng việc làm xã hội (theo Nguồn từ Phòng Thương mại - Công nghiệp Việt Nam). Tuy nhiên, ngoài nhiều hạn chế như phát triển tự phát, nhỏ lẻ, thiếu sự liên kết, trình độ quản lý và năng lực tài chính yếu, thị trường nhỏ hẹp và khả năng cạnh tranh không cao, thì một vấn đề quan trọng nữa cần xét đến đó chất lượng công tác kế toán trong quản lý cũng như vai trò của nó trong vận hành bộ máy quản lý của doanh nghiệp còn hạn chế, đôi khi bị bỏ ngỏ.

2. Thực trạng nhận thức vai trò kế toán đối với các doanh nghiệp vừa và nhỏ hiện nay

Ở Việt Nam hiện nay, các doanh nghiệp được xếp loại nhỏ và vừa nếu đáp ứng điều kiện: có vốn đăng ký không quá 10 tỷ đồng hoặc số lao động trung bình hàng năm không quá 300 người (Điều 3, Nghị định số 90/2001/NĐ-CP). Nghị định cũng quy định rằng: căn cứ vào tình hình kinh tế - xã hội cụ thể của ngành, địa phương, trong quá trình thực hiện các biện pháp, chương trình trợ giúp có thể linh hoạt áp dụng đồng thời cả hai chỉ tiêu vốn và lao động hoặc một trong hai chỉ tiêu nói trên. Trong cộng đồng doanh nghiệp Việt Nam, thì doanh nghiệp nhỏ và vừa là loại hình doanh nghiệp chiếm đa số và chủ yếu trong nền kinh tế. Theo đó, loại hình DN này đóng vai trò quan trọng, nhất là tạo việc làm, tăng thu nhập cho người lao động, giúp huy động các nguồn lực xã hội cho đầu tư phát triển, xóa đói giảm nghèo...

Bảng 1. Bảng phân tích tỷ lệ doanh nghiệp năm 2012 theo quy mô lao động (Nguồn: Tổng cục Thống kê)

	Tổng số DN đang hoạt động	Chia ra				
		DN lớn	DN siêu nhỏ, nhỏ và vừa (DNNVV)	Siêu nhỏ	Nhỏ	Vừa
Tổng số	100,0	2,3	97,7	68,7	27,1	1,9
Phân theo loại hình kinh tế						
- DN NN	100,0	40,7	59,3	3,5	39,9	16,0
- DN ngoài NN	100,0	1,4	98,6	70,6	26,4	1,6
- DN FDI	100,0	21,6	78,8	22,8	47,1	8,9

Sau hơn 20 năm vận hành nền kinh tế theo cơ chế thị trường, môi trường kinh doanh ở Việt Nam ngày càng thông thoáng, tạo điều kiện cho các doanh nghiệp nói chung và các doanh nghiệp

vừa và nhỏ nói riêng hình thành và phát triển mạnh mẽ. Các doanh nghiệp vừa và nhỏ đóng vai trò ngày càng quan trọng trong nền kinh tế đất nước, được Nhà nước tạo mọi điều kiện thuận lợi để phát triển. Trong bối cảnh đó, chuẩn mực và chế độ kế toán áp dụng cho các doanh nghiệp nhỏ và vừa đã được quan tâm nghiên cứu và ban hành trong những năm qua như:

- Chế độ kế toán Doanh nghiệp vừa và nhỏ ban hành theo Quyết định 1177/TC/QĐ – CĐKT ngày 23/12/1996 của Bộ trưởng Bộ Tài chính.

- Quyết định số 144/TC/QĐ/CĐKT ngày 21/12/2001 của Bộ trưởng Bộ Tài chính quy định sửa đổi bổ sung chế độ kế toán DNNVV theo quyết định 1177 nêu trên.

- Hệ thống 26 chuẩn mực kế toán Việt Nam được Ban hành từ năm 2001 đến năm 2006 theo các Quyết định của Bộ trưởng Bộ Tài chính.

- Quyết định 48/2006/QĐ – BTC ngày 14/9/2006 của Bộ trưởng Bộ Tài chính ban hành chế độ kế toán doanh nghiệp nhỏ và vừa.

- Thông tư 133 /2016/TT-BTC hướng dẫn chế độ kế toán doanh nghiệp nhỏ và vừa

- Ngoài ra các Doanh nghiệp nhỏ và vừa có thể kết hợp vận dụng Thông tư 200/2014/TT-BTC ngày 22/12/2014 để phản ánh các giao dịch kinh tế phát sinh tại đơn vị.

Vì vậy các doanh nghiệp vừa và nhỏ hiện nay áp dụng chế độ kế toán riêng dành cho mình, đồng thời áp dụng chuẩn mực kế toán chung một cách có chọn lọc. Điều này sẽ đảm bảo một khung pháp lý tương đối thống nhất, thuận lợi cho công tác quản lý Nhà nước trong lĩnh vực kế toán cũng như việc chấp hành chuẩn mực kế toán trong các doanh nghiệp. Ngoài ra, việc kế thừa các chuẩn mực kế toán chung để áp dụng cho các DNVVN cũng là một giải pháp trước mắt có hiệu quả đảm bảo khung pháp lý đầy đủ về kế toán cho các doanh nghiệp này trong giai đoạn hiện nay. Ngoài ra theo quy định của pháp luật, doanh nghiệp phải tổ chức bộ máy kế toán, và phải bố trí người làm kế toán, kế toán trưởng. Các doanh nghiệp vừa và nhỏ dù quy mô như thế nào cũng phải tuân thủ đúng quy định này và áp dụng đầy đủ chế độ, chuẩn mực kế toán.

Trên thực tế hiện nay, vai trò của công tác kế toán tại các doanh nghiệp vừa và nhỏ chưa thực

sự được chú trọng. Nhiều doanh nghiệp với tâm lý chủ quan, áp dụng hời hợt, đối phó hoặc áp dụng không đầy đủ chế độ, chuẩn mực kế toán... Do đặc điểm là các DNVVN mang tính “đóng”, quy mô nhỏ nên phạm vi đối tượng sử dụng thông tin tài chính DNNVV cung cấp tương đối hẹp, chủ yếu là chủ doanh nghiệp, một số nhà đầu tư và chủ nợ. Nhu cầu thông tin kế toán của họ mang tính đặc thù, cá biệt không giống như đối với các doanh nghiệp đại chúng, có quy mô lớn. Do đó vai trò của kế toán có thể bị xem nhẹ. Nhiều doanh nghiệp kí hợp đồng thuê kế toán bên ngoài làm dịch vụ, thuê kế toán trưởng để quản lý... Một bộ phận doanh nghiệp giao khoán toàn bộ việc kê khai, nộp thuế cho kế toán, hơn nữa, với các doanh nghiệp nhỏ, một kế toán kiêm nhiệm công việc này cho nhiều doanh nghiệp nên sai sót là điều khó tránh khỏi. Nhiều công ty chưa sử dụng đầy đủ các chứng từ cần thiết để phản ánh các nghiệp vụ kinh tế, tài chính phát sinh cho đúng với tính chất và nội dung của nghiệp vụ cũng như yêu cầu quản lý. Đặc biệt, ở doanh nghiệp siêu nhỏ, hệ thống kế toán rất manh mún, việc ghi chép các số liệu phát sinh gần như mang tính ghi chép, không có logic trong chuẩn mực kế toán. Đến cuối tháng, khi nộp báo cáo thuế, kế toán tự “chế biến” số liệu cho hợp lý, do vậy, hầu như báo cáo tài chính của những DN dạng này không có ý nghĩa tham khảo. Với những doanh nghiệp thuê dịch vụ kế toán thì việc ghi chép có thể chính xác, đúng quy định nhưng thông tin kế toán không đáp ứng kịp thời do thông thường, các kế toán dạng này chỉ nhận chứng từ vào cuối ngày hoặc cuối tháng để tổng hợp. Do vậy, báo cáo tài chính của các DN này gần như không đáp ứng được thông tin như công nợ, tồn kho...

Quy mô các DN càng nhỏ thì càng hạn chế trong vấn đề tổ chức công tác kế toán tại mỗi đơn vị và khả năng sẽ xuất hiện nhiều các sai phạm hơn. Việc kê khai thiếu, sót các khoản thuế phải nộp diễn ra khá phổ biến ở các doanh nghiệp. Hằng năm, ngân sách nhà nước thất thoát hàng ngàn tỉ đồng do các DNVVN cố tình gian lận thuế, chủ yếu là thuế giá trị gia tăng (GTGT) và thuế thu nhập doanh nghiệp (TNDN), do nhiều doanh nghiệp chưa có ý thức tuân thủ pháp luật

kinh doanh, không khai báo thuế trung thực, hệ thống kế toán chưa hoàn thiện, kém về chuyên môn. Tất nhiên, cũng không loại trừ khả năng, kế toán, giám đốc doanh nghiệp biết sai sót mà vẫn cố tình vi phạm để được lợi từ việc nộp giảm thuế so với quy định và trách nhiệm của cán bộ ngành thuế chưa phát huy hiệu quả.

Về nhận thức vai trò của kế toán đối với các doanh nghiệp nhỏ và vừa cũng rất hạn chế. Hiện nay, tổ chức phòng tài chính kế toán của các doanh nghiệp nhỏ và vừa khá đơn giản với người đứng đầu là kế toán trưởng, đôi khi kiêm nhiệm luôn kế toán viên, khai báo thuế và lập Báo cáo tài chính... Đa số doanh nghiệp chưa có chuyên viên tài chính chuyên nghiệp tách biệt với bộ phận kế toán viên, thậm chí không có bộ phận kế toán riêng. Ngoài ra, nhận thức về việc tuân thủ pháp luật kế toán cũng chưa tốt. Theo quy định của Luật kế toán, mỗi doanh nghiệp chỉ có một hệ thống sổ sách. Tuy nhiên, hiện nay ở rất nhiều doanh nghiệp thực hiện hai hệ thống sổ sách bao gồm: Sổ sách kế toán thuế và Sổ sách kế toán nội bộ. Khoan hãy nói tới việc không tuân thủ pháp luật khi mở hai hệ thống sổ sách, mà trên quan điểm lợi ích của doanh nghiệp, việc mở sổ như trên đã làm tác động không nhỏ đến doanh nghiệp. Hệ thống sổ sách kế toán thuế, được doanh nghiệp hạch toán trên cơ sở những hóa đơn chứng từ có kê khai thuế. Mục đích nhằm giấu đi những khoản doanh thu không kê khai, hoặc bỏ đi những khoản chi phí không được tính, hoặc không đủ điều kiện tính vào chi phí được trừ khi tính thuế. Hệ thống sổ sách này, được hạch toán và ghi chép phù hợp với chuẩn mực và chế độ kế toán (chỉ thiếu một số nghiệp vụ như đã nói trên), đồng thời là hệ thống sổ sách nộp cho cơ quan thuế và các cơ quan chức năng, nên được quan tâm thực hiện tương đối đầy đủ về thủ tục (về chất lượng cũng không bàn đến). Hệ thống sổ sách kế toán nội bộ, thường không được doanh nghiệp coi trọng, chỉ thực hiện ghi sổ theo dõi dòng tiền là chính, mà không tuân thủ các yêu cầu của chuẩn mực, chính sách kế toán (nhiều khi kế toán nội bộ kiêm thủ quỹ, vi phạm nghiêm trọng nguyên tắc bất kiêm nhiệm). Chính vì những lý do trên, cả hai hệ thống sổ sách kế toán thuế, hay nội bộ đều không đầy đủ

các nghiệp vụ kinh tế phát sinh, cũng như tình hình vận động của vốn và tài sản trong doanh nghiệp. Đây đều xuất phát từ nhận thức sai lệch và cả ý thức chấp hành chế độ kế toán của doanh nghiệp.

Theo nghiên cứu của tác giả Trần Đình Khôi Nguyên, công tác kế toán ở các doanh nghiệp chỉ chú trọng cho mục đích kê khai thuế khá cao. Cũng theo kết quả điều tra thử nghiệm trên, cùng với các nghiên cứu lý thuyết, mô hình các nhân tố ảnh hưởng đến việc vận dụng chế độ kế toán ở các DNVVN ở Việt Nam thì nhân tố ảnh hưởng của thuế đối với công tác kế toán được xem là một đặc trưng ở các nền kinh tế chuyển đổi mà theo đó trong cơ chế kế hoạch hóa, công tác kế toán phục vụ chủ yếu cho việc quản lý nhà nước, trong đó có cơ quan thuế. Công việc ghi nhận và đo lường kế toán thường dựa trên cơ sở qui định của thuế, dẫn đến không có sự khác biệt giữa lợi nhuận kế toán và thuế. Nhận thức đó đã ăn sâu và tác động rất lớn vào hành vi của người làm kế toán, dù những cải cách gần đây đã thay đổi tác động của thuế với kế toán. Ngoài ra, trong nhiều trường hợp, kế toán được vận dụng như là một phương tiện để kê khai thuế theo quản lý của nhà nước, chứ nhiều chủ doanh nghiệp chưa thật sự quan tâm đến vai trò quản lý của kế toán. Ở góc độ đó, nhận thức của chủ doanh nghiệp sẽ ảnh hưởng rất lớn đến việc vận dụng chế độ kế toán ban hành cho DNVVN.[4,tr230].

Tóm lại, hầu như các doanh nghiệp nhỏ và vừa ít chú ý tới bộ máy kế toán của mình và chức năng cơ bản của hệ thống kế toán, từ đó khả năng giám sát, kiểm tra, giữ tài sản và vốn cho mình cũng bị ảnh hưởng không nhỏ. Vì vậy cần có những giải pháp nhằm nâng cao nhận thức về vai trò kế toán đối với các doanh nghiệp nhỏ và vừa hiện nay.

3. Một số giải pháp nâng cao nhận thức về vai trò kế toán đối với các doanh nghiệp nhỏ và vừa

Để tạo chuyển biến thực chất trong công tác kế toán tại các doanh nghiệp vừa và nhỏ hiện nay, cần phải có sự can thiệp tích cực từ phía các cơ quan chức năng, sự nỗ lực không ngừng từ phía các

doanh nghiệp để nâng cao vai trò, chất lượng của công tác kế toán cũng như tạo sự phát triển bền vững:

Thứ nhất, từ phía các cơ quan chức năng:

Một là: Cần thực hiện một số giải pháp nhằm hoàn thiện hệ thống kế toán của doanh nghiệp theo hướng:

Không đề cập trong chuẩn mực kế toán các vấn đề quá phức tạp, không thực tế, không khả thi và hầu như không phát sinh ở các doanh nghiệp nhỏ và vừa như: Chuẩn mực hợp nhất kinh doanh, Báo cáo tài chính hợp nhất, các báo cáo bộ phận. . .

Lựa chọn các vấn đề kế toán mang tính phổ biến, đơn giản và khả thi đối với công tác kế toán trong các DNVVV để quy định trong chuẩn mực kế toán đảm bảo cho chuẩn mực thực sự đi vào thực tế công tác kế toán của mỗi doanh nghiệp.

Có thể xây dựng một chuẩn mực kế toán riêng cho các DNVVV trong giai đoạn hiện nay là cần thiết, góp phần hoàn thiện khung pháp lý về kế toán của Việt Nam, phù hợp với yêu cầu phát triển kinh tế trong nước và có sự hài hòa với thông lệ kế toán quốc tế phổ biến.

Hai là: Cần thực hiện một số giải pháp nhằm tuyên truyền nâng cao nhận thức cho giám đốc, kế toán hiểu được vai trò chiến lược của kế toán nhằm nâng cao hiệu quả hoạt động của doanh nghiệp.

Ba là: Tăng cường hoạt động của các tổ chức nghề nghiệp kế toán, phát triển các dịch vụ tư vấn kế toán và tư vấn lập báo cáo tài chính. Thường xuyên tổ chức các lớp đào tạo, hội thảo đội ngũ cán bộ kế toán.

Bốn là: Cần có những chế tài đối với các DNVVN không thực hiện hoặc thực hiện không đúng quy định về kế toán, về thuế. . .

Thứ hai, từ phía bản thân các doanh nghiệp

Một là: Xây dựng bộ máy kế toán phù hợp với cơ cấu quản lý của doanh nghiệp. Chọn nhân sự kế toán theo từng vị trí công tác phù hợp với chuyên môn, chế độ tài chính kế toán, đồng thời xác định số lượng nhân viên kế toán cho phù hợp với quy mô doanh nghiệp để tiết kiệm chi phí. Có thể thuê kế toán ngoài theo kỳ khai báo và nộp thuế, nhưng phải đảm bảo tiến độ và tính minh bạch của số liệu

Hai là: Xây dựng hệ thống chứng từ đơn giản, rõ ràng, phù hợp với quy định của chế độ kế toán. Các chỉ tiêu phản ánh trong chứng từ phải thể hiện được yêu cầu quản lý nội bộ. Quy định trình tự luân chuyển chứng từ một cách hợp lý, khoa học, tránh được sự chồng chéo, ứ đọng.

Ba là: Xây dựng hệ thống tài khoản kế toán phù hợp nhưng phải tuân thủ hệ thống tài khoản kế toán theo quyết định của Bộ tài chính, có khả năng tổng hợp và phân loại thông tin, có khả năng áp dụng trên máy vi tính. Xây dựng hệ thống sổ kế toán đảm bảo tuân thủ các quy định của chế độ kế toán và phù hợp với yêu cầu quản lý của doanh nghiệp.

Bốn là: Xây dựng hệ thống kiểm soát nội bộ (nếu có thể) nhằm nâng cao chất lượng thông tin kế toán, hạn chế các sai sót, gian lận. Điều này là cần thiết, bởi việc xây dựng hệ thống kiểm soát nội bộ có thể gia tăng đáng kể chi phí của doanh nghiệp trong điều kiện nguồn lực giới hạn, nhưng hiệu quả nó mang lại rất đáng kể, đạt được mục tiêu kiểm soát nội bộ với chi phí hợp lý.

Năm là: Ứng dụng công nghệ thông tin vào việc xử lý số liệu kế toán, để đảm bảo tính chính xác và kịp thời, lựa chọn phần mềm kế toán phải đảm bảo sự vận dụng là có hiệu quả, giúp tiết kiệm thời gian, tăng độ chính xác đối với công tác kế toán trong doanh nghiệp

4. Kết luận

Qua nghiên cứu thực trạng nhận thức cũng như khả năng áp dụng kế toán của các doanh nghiệp vừa và nhỏ, tác giả nhận thấy còn nhiều điểm bất cập, sai sót trong công tác kế toán và vai trò của kế toán đối với các DN NVV đang còn nhiều hạn chế. Từ đó, bài viết đã đưa ra một số phương hướng, giải pháp góp phần hoàn thiện, nâng cao vai trò, nhận thức của kế toán để kế toán thực sự phát huy chức năng là công cụ tư vấn cho nhà quản trị DN, giúp nâng cao hiệu quả hoạt động và từ đó nâng cao năng lực cạnh tranh của DN NVN trong bối cảnh hội nhập hiện nay.

Tài liệu tham khảo

- [1] Bộ tài chính (2006), Chế độ kế toán DN NVV ban hành theo quyết định 48/QĐ – BTC ngày 14/09/2006 của Bộ trưởng Bộ Tài chính.
- [2] Bộ tài chính (2016), Thông tư số 133/2016/TT-BTC hướng dẫn chế độ kế toán doanh nghiệp nhỏ và vừa của Bộ trưởng Bộ tài chính.
- [3] Mai Ngọc Anh (2011), Chuẩn mực kế toán áp dụng cho các doanh nghiệp nhỏ và vừa theo thông lệ quốc tế và định hướng vận dụng ở Việt Nam, Tạp chí Kiểm toán số 2/2011.
- [4] Trần Đình Khôi Nguyên (2010), Bàn về mô hình các nhân tố ảnh hưởng đến vận dụng chế độ kế toán trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ, Tạp chí Khoa học và công nghệ, Đại học Đà Nẵng – số 5(40).2010.

Từ thông cáo báo chí đến tin đăng báo: thực tiễn và khuyến nghị

From the press release to newspaper articles: the current status and some recommendations

Hoàng Lê Thúy Nga

*Khoa Báo chí-Truyền thông, Trường Đại học Khoa học Huế
Department of Journalism and Communication, Hue University of Sciences*

(Ngày nhận bài: 28/06/2016, ngày phản biện xong: 20/08/2016, ngày chấp nhận đăng: 05/04/2017)

Tóm tắt

Thông cáo báo chí là công cụ quan trọng trong việc quảng bá hình ảnh của tổ chức và cung cấp thông tin có giá trị tới công chúng với sự tham gia của giới truyền thông. Giới báo chí tiếp cận thông cáo báo chí với tư cách là nguồn tin. Thông cáo báo chí phải đảm bảo các thông tin cần thiết và quan trọng để thuyết phục phóng viên chấp nhận sử dụng và biên tập thành tin, bài. Bài viết này chỉ ra cách xử lý nguồn tin thông cáo báo chí của nhà báo, từ đó đặt ra những yêu cầu về tổ chức nội dung thông cáo báo chí như: làm nổi bật thông tin quan trọng ở phần đầu của thông cáo, sử dụng trích dẫn, viết ngắn gọn và có địa chỉ liên hệ để nhà báo thuận lợi trong khai thác thông tin. Ngoài ra, bài viết cũng khuyến nghị đối với nhà báo trong việc xử lý thông tin từ thông cáo báo chí để tin đăng báo thực sự vừa có lợi cho tổ chức vừa hữu ích cho công chúng.

Từ khóa: Quan hệ công chúng, Quan hệ báo giới, Thông cáo báo chí, Tin

Abstract

Press release is an important tool in promoting the image of the organization and provides valuable information to the public with the participation of the media. Presses access press releases as news sources. The press releases have to ensure the necessary and important information in order to convince journalists to accept and edit them into news and articles. This article shows how journalists can handle press release sources and from that, set up the requirements for organizing the press release's content such as: highlighting important information in the first part of the release, using citations, writing concisely with contacts so that journalists can work more easily in information extraction. In addition, the article also encourage journalists to handle information from press releases to create believable articles for the benefits of both organization and the public.

Keywords: Public Relations, Media Relation, Press Release, News

© 2017 Bản quyền thuộc Đại học Duy Tân

1. Đặt vấn đề

Quan hệ công chúng (Public Relations, viết tắt là PR) là ngành thuộc lĩnh vực truyền thông, có chức năng và nhiệm vụ xây dựng, duy trì

thông điệp, quản lý truyền thông làm cho công chúng hiểu và có thiện chí với một tổ chức hoặc cá nhân nào đó. Ngày nay, hoạt động quan hệ công chúng đóng vai trò hết sức quan trọng đối với mọi tổ chức và cá nhân. Hoạt động PR sử

dụng tiếng nói của bên thứ ba là báo chí để truyền tải thông tin đến công chúng.

Thông cáo báo chí (TCBC) là văn bản quan trọng được các tổ chức truyền tải thông tin tới công chúng với sự tham gia của các phương tiện truyền thông đại chúng. Đối với các tổ chức, doanh nghiệp, cá nhân, thông cáo báo chí là một phần không thể thiếu trong hoạt động PR. TCBC là sự thể hiện mối quan hệ qua lại giữa PR và các phương tiện truyền thông. Các chuyên viên PR cần các phương tiện truyền thông như là kênh giao tiếp với công chúng và họ phát đi TCBC với tư cách là tài liệu đề nghị được công bố bởi báo giới. Còn các phương tiện truyền thông lại cần các TCBC để có thông tin viết bài, lúc này TCBC có tư cách là nguồn tin.

Về phía tổ chức, khi viết TCBC cần chú ý tổ chức nội dung và hình thức để nó thực sự bổ ích và có thông tin cho người làm báo. Trong khi đó, đối với phóng viên, khi xử lý thông cáo cũng lưu ý những thông tin cần thiết cho công chúng bạn đọc, chứ không chỉ nhằm mục đích quảng bá cho tổ chức. Ở bài viết này, chúng tôi bàn luận về thực tiễn và khuyến nghị về một số yêu cầu đối với người biên soạn thông cáo báo chí và việc xử lý lại thông tin để đăng báo của phóng viên.

2. Thông cáo báo chí và vai trò của thông cáo báo chí đối với tổ chức và giới báo chí

Thông cáo báo chí (*Press Release*) là “bài viết mang thông tin chính thức của một doanh nghiệp, tổ chức, hiệp hội, cá nhân... gửi đến các cơ quan thông tấn báo chí” [4, tr.17]. TCBC là công cụ tối quan trọng được các chuyên viên PR sử dụng để truyền tải thông tin tới công chúng với sự tham gia của bên thứ ba- giới báo chí. Mục đích của TCBC là: cung cấp thông tin cho báo chí; giải đáp câu hỏi của dư luận; hỗ trợ phóng viên tìm hiểu về dịch vụ, sản phẩm của công ty; quảng bá hình ảnh. Cuối cùng, mong muốn nhiều nhất của nhiều tổ chức là nội dung của TCBC trở thành nội dung của tin, bài đăng báo.

Thông cáo báo chí thường gắn với các sự kiện của tổ chức như: họp báo, giới thiệu sản phẩm/dịch vụ mới, giới thiệu chương trình khuyến mãi, giới thiệu dự án đầu tư mới, công

bố dự án tài trợ, động thổ/khánh thành, công bố dự án hợp tác, công bố kết quả khảo sát/nghiên cứu/giải thưởng/kết quả kinh doanh, giới thiệu Tổng giám đốc mới, phát ngôn về vấn đề liên quan,...

Như vậy, TCBC là một trong những nguồn tư liệu bằng văn bản của người làm báo, đồng thời là tiếng nói công khai và chính thống của doanh nghiệp, tổ chức. Nó là phương tiện mang tính chất “cầu nối” giữa tổ chức và công chúng thông qua bên thứ ba- giới báo chí. Do vậy, TCBC được phải trình bày rõ ràng, dễ hiểu, phóng viên chỉ cần đọc lướt mà vẫn nắm được thông tin quan trọng mang giá trị tức thời.

Đối với người làm báo, hầu hết các bài vở của họ đều xuất phát từ 3 nguồn: nguồn quan sát thực tế, nguồn từ phỏng vấn và nguồn từ các văn bản. Thông cáo báo chí là một dạng nguồn tin bằng văn bản. Với nguồn tin chính thức, TCBC đã giúp phóng viên có thể tiếp cận và khai thác nguồn thông tin cần thiết để viết tin, bài.

Thực tế, hằng tuần, các nhà báo nhận nhiều TCBC nhưng trong đó không ít những TCBC bị “bỏ qua”. Nghĩa là, một số TCBC không được sử dụng để viết thành những tin, bài trên báo chí. Bởi một phần là do nó được viết chưa chuyên nghiệp, dài dòng, không nêu bật được thông điệp cốt lõi, không có nhiều thông tin thu hút phóng viên. Chính vì vậy, chiến lược quảng bá, truyền thông cho cơ quan, tổ chức, doanh nghiệp sẽ kém hiệu quả.

Trong trường TCBC được biên soạn càng chuyên nghiệp người làm báo càng dễ dàng tiếp nhận và khai thác thông tin. Và hơn hết, một bản thông cáo báo chí hiệu quả thì cần thiết phải có nội dung đủ quan trọng và thuyết phục phóng viên chấp nhận nó như là thông tin cơ sở của một bài viết được đăng tải. Thậm chí, để viết một bản thông cáo báo chí, người soạn thảo cần phải am hiểu các phương tiện truyền thông nói chung, nhận biết rõ ràng những đặc điểm cụ thể, khác biệt giữa các phương tiện đó, đồng thời phải nhìn nhận nội dung thông cáo báo chí theo cách suy nghĩ của một phóng viên, biên tập viên. Do vậy, tiêu chí chính của thông cáo báo chí phải chứa tin, tóm tắt những thông tin có thật, chính xác, quan trọng và cốt lõi để phóng viên sử dụng và

xử lý thành tin, bài đăng báo.


3. Cách viết tin của nhà báo từ nguồn tin thông cáo báo chí

Một tác phẩm báo chí thường trả lời các câu hỏi của công thức 5W (*What*: Chuyện gì xảy ra; *Who*: Ai là chủ đề của câu chuyện; *When*: Sự kiện diễn ra khi nào; *Where*: Đang diễn ra ở đâu; *Why*: Tại sao thông tin này lại quan trọng) và 1H (*How*: Sự kiện diễn ra như thế nào). Trong đó, kỹ năng viết tin của các phóng viên thường bắt đầu bằng việc thông báo thông tin quan trọng nhất. Tin phản ánh sự kiện nhanh nhất, kịp thời nhất với hình thức ngắn gọn và súc tích nhất. Thông thường, tin làm rõ ít nhất là 4 yếu tố trong công thức 5W và 1H. Cấu trúc tin hiện nay được đa số phóng viên sử dụng là dạng kim tự tháp ngược. Đoạn đầu tiên của tin là “đoạn dẫn”, trong đó nêu những thông tin quan trọng nhất; các đoạn sau đó phát triển thêm thông tin theo trình tự giảm dần mức độ quan trọng. Thông tin ít quan trọng nhất được nói đến cuối cùng.

Xuất phát từ thói quen và kỹ năng viết tin của phóng viên, có thể thấy, họ thường lấy lại các thông tin chính ở một hoặc hai đoạn đầu của TCBC để đưa vào tin. Thậm chí, đối với những TCBC được coi là chuyên nghiệp và viết “chuẩn” thì có khi phóng viên chỉ “bỏ” bớt một vài chi tiết, thông tin kém quan trọng, hoặc chỉ “cắt cúp” vài dòng cuối của TCBC. Và khi đó ý đồ của tổ chức, doanh nghiệp sẽ không hoặc ít bị “lọt” so với thông cáo gốc.

Dưới đây là TCBC được bố cục gần giống một tin báo chí, phóng viên có thể sử dụng gần hết thông tin có trong văn bản này:

Thông cáo báo chí



Địa chỉ liên lạc:
 Nguyễn Bảo Châu (Ms)
 Hợp tác Phát triển Đức
 Văn phòng GIZ Hà Nội
 Tầng 6, Tháp Hà Nội
 49 Hai Bà Trưng
 Hà Nội, Việt Nam
 T +84 4 39 34 49 51
 F +84 4 39 34 49 50
 M +84 983 100 685
 E chau.nguyen@giz.de

CUỘC THI ẢNH ĐÀ NẴNG 2012: THANH NIÊN THÀNH PHỐ CẢM NHẬN VỀ MÔI TRƯỜNG XUNG QUANH

Đà Nẵng, 1.8.2012. Hôm nay, dự án hợp tác kỹ thuật giữa Việt Nam và Đức về “Phát triển Đô thị Đà Nẵng thân thiện với Môi trường và Khí hậu” (ECUD) do Bộ Hợp tác Kinh tế và Phát triển CHLB Đức (BMZ) tài trợ chính thức phát động cuộc thi Ảnh Đà Nẵng 2012 với chủ đề “Thanh niên Thành phố cảm nhận về môi trường xung quanh”. Cuộc thi nhằm nêu bật thực trạng và các thách thức về môi trường tại Đà Nẵng-thành phố của những bãi biển, ngọn núi và con sông đẹp. Phát triển đô thị một cách bền vững và phân tán không gian tiếp cận hệ thống giao thông công cộng trở nên khó khăn. Tốc độ mở rộng và chuyển đổi đất nông nghiệp đô thị nhanh chóng tạo sức ép lên hệ thống thoát nước và làm tăng nguy cơ ngập lụt nghiêm trọng. Ngoài ra, do vị trí và địa hình tự nhiên, Đà Nẵng rất dễ bị tổn thương trước những tác động của biến đổi khí hậu. Cùng với sự phát triển của thành phố, các thách thức này càng trở nên đa dạng, đặc biệt ở khu trung tâm với mức độ đô thị hóa cao.

Cuộc thi kêu gọi các bạn trẻ trong độ tuổi từ 16 đến 30 đang sinh sống tại Đà Nẵng tham gia, thể hiện những góc nhìn của bản thân về môi trường và những thách thức của thành phố qua các bức ảnh chụp về môi trường xung quanh. Nhằm đảm bảo tính công bằng về tiêu chuẩn kỹ thuật và chất lượng, thi ảnh chỉ được phép sử dụng máy ảnh cơ một chiều (analog-one-way camera) do Ban Tổ chức cấp để chụp ảnh. Ngoài ra, kỹ thuật chụp ảnh analog giúp tạo nên tính độc đáo cho các bức ảnh. Sau cuộc thi, máy ảnh-được làm bằng 82% vật liệu tái chế sẽ được nhà cung cấp thu hồi để tiếp tục tái chế.

Số lượng thi ảnh tham dự giới hạn là 200 người. Ban Giám khảo gồm các chuyên gia và đại diện từ các tổ chức trong lĩnh vực nghệ thuật và môi trường. Ảnh dự thi được đánh giá dựa trên các tiêu chí: phù hợp với nội dung cuộc thi, có ý nghĩa, sáng tạo và có chất lượng nghệ thuật. Lễ trao giải và triển lãm các bức ảnh lọt vào vòng chung kết sẽ diễn ra từ ngày 22-24 tháng 8 năm 2012 tại tiền sảnh tòa nhà Công viên Phần mềm (the Software Building), số 2 Quang Trung, T.p Đà Nẵng.

ECUD là dự án được thực hiện bởi Bộ Hợp tác Phát triển Đức GIZ. Mục tiêu dài hạn của dự án là hỗ trợ T.p Đà Nẵng thực hiện có hiệu quả chương trình nghị sự về môi trường và biến đổi khí hậu thông qua hợp tác liên ngành.

Để biết thêm thông tin chi tiết về cuộc thi, mời truy cập các trang web sau:
<http://danang.gov.vn/page/portal/danang/chinhquyen/timuc>
<http://www.dpi.danang.gov.vn/home>
<http://www.tsmc.danang.gov.vn>

Hình 1. Thông cáo báo chí về cuộc thi ảnh Đà Nẵng 2012

Từ thông cáo báo chí trên, phóng viên có thể chọn những thông tin quan trọng ở các đoạn để đưa vào tin. Họ cũng có thể lấy lại tiêu đề của TCBC trên để đặt tit cho tin. Chẳng hạn, trên trang <http://www.baomoi.com> ngày 1/8/2013 đã đăng lại tin của tác giả Tùng Lâm, báo *Quân đội nhân dân* (01/08/2012) như sau:

Thanh niên thành phố cảm nhận về môi trường xung quanh

QĐND Online – Ngày 1 – 8, Văn phòng Dự án Phát triển đô thị Đà Nẵng thân thiện với Môi trường và Khí hậu (ECUD) đã tổ chức khai mạc cuộc thi ảnh Đà Nẵng 2012 với chủ đề: “Thanh niên thành phố cảm nhận về môi trường xung quanh”.

Đối tượng tham gia là thanh niên từ 16 đến 30 tuổi, đang sinh sống và làm việc tại thành phố Đà Nẵng. Thí sinh được Ban Tổ chức cấp một máy ảnh (loại sử dụng một lần) để chụp ảnh dự thi. Ảnh dự thi không được sử dụng kỹ thuật photoshop để chỉnh sửa.

Ban tổ chức bắt đầu nhận ảnh dự thi từ ngày 1 đến 5 – 8. Lễ trao giải và triển lãm các bức ảnh lọt vào vòng Chung kết sẽ diễn ra từ ngày 22 đến ngày 24 – 8 tại Công viên Phần mềm Đà Nẵng.

Cuộc thi nhằm tạo cho thanh niên cơ hội chia sẻ quan điểm về sự đa dạng của môi trường thành

phố, cũng như các vấn đề và thách thức về môi trường hiện trong bối cảnh hiện nay.

Một tin khác đăng ở *Đà Nẵng điện tử* ngày 2/8/2012, tác giả cũng sử dụng nguồn tin của thông cáo báo chí trên:


Thi ảnh thanh niên thành phố cảm nhận về môi trường

Trong khuôn khổ dự án hợp tác kỹ thuật giữa Việt Nam và Đức về “Phát triển đô thị Đà Nẵng thân thiện với môi trường và khí hậu (ECUD)” do Bộ Hợp tác kinh tế và phát triển CHLB Đức (BMZ) tài trợ, ngày 1-8, Văn phòng Ban quản lý Dự án, Sở Kế hoạch - Đầu tư và tổ chức Hợp tác phát triển Đức GIZ tổ chức phát động cuộc thi ảnh với chủ đề “Thanh niên thành phố cảm nhận về môi trường xung quanh”. Cuộc thi có 200 thí sinh tham gia, sử dụng máy ảnh cơ một chiều do Ban tổ chức cấp để chụp ảnh, thể hiện những góc nhìn của bản thân về môi trường và thách thức của thành phố qua các bức ảnh chụp về môi trường xung quanh. Lễ trao giải và triển lãm các bức ảnh lọt vào vòng chung kết sẽ diễn ra từ ngày 22 đến 24-8.

(Nguồn: <http://www.baodanang.vn/channel/5414/201208/thi-anh-thanh-nien-thanh-pho-cam-nhan-ve-moi-truong-2182865/>).

Trong thực tế, nhiều thông cáo báo chí được biên soạn "hoàn hảo" để các phóng viên có thể "in luôn" hoặc chỉ cắt gọt một ít để "post ngay" mà không cần phải tốn nhiều thời gian. Cũng có một số TCBC tự lộ rõ tính chất quảng cáo, "tô son điểm phấn" về mình. Khi gặp những thông cáo báo chí kiểu này, tùy theo từng người viết, có người "copy" gần như hoàn toàn để đưa vào tin, có người tạo ra những bản tin "tô hồng" một chiều, có phóng viên vô tình biến thông tin của tổ chức, doanh nghiệp thành quan điểm của nhà báo, cơ quan báo chí. Tuy nhiên, cũng không ít những nhà báo đã biết cách làm "sạch" thông cáo báo chí bằng cách kiểm chứng thông tin và bổ sung nhiều nguồn tin có giá trị đối với công chúng.

Dưới đây là trường hợp thông cáo báo chí đã được các phóng viên sử dụng và xử lý lại với nhiều cách khác nhau:



THÔNG CÁO BÁO CHÍ

VINGROUP TỔ CHỨC LỄ ĐỘNG THỔ DỰ ÁN

TỔ HỢP TTTM VINCOM HÙNG VƯƠNG VÀ KHÁCH SẠN 5 SAO VINPEARL HUẾ

Chào mừng kỷ niệm 40 năm giải phóng Thừa Thiên Huế (26/3/1975 - 26/3/2015), ngày 22/3/2015, Tập đoàn Vingroup tổ chức Lễ động thổ Dự án Tổ hợp Trung tâm Thương mại (TTTM) Vincom Hùng Vương và Khách sạn 5 sao Vinpearl Huế. Là dự án đầu tiên của Vingroup được triển khai tại khu vực Bắc Trung Bộ, Tổ hợp TTTM Vincom Hùng Vương và Khách sạn 5 sao Vinpearl Huế hứa hẹn sẽ là một công trình kiến trúc đẹp giữa lòng thành phố Huế thơ mộng.

Dự án Tổ hợp TTTM Vincom Hùng Vương và Khách sạn 5 sao Vinpearl Huế tọa lạc tại khu vực giao lộ ngã 6 đường Hùng Vương với các mặt tiền tiếp giáp các tuyến phố lớn của thành phố như đường Hà Nội, Đống Đa, Hùng Vương. Nằm trên diện tích hơn 4.500m², thiết kế theo phong cách kiến trúc tân cổ điển, dự án Tổ hợp TTTM Vincom Hùng Vương và Khách sạn 5 sao Vinpearl Huế bao gồm các hạng mục: Bãi đỗ xe ngầm, TTTM hiện đại và khách sạn 5 sao cao cấp cùng hệ thống phòng hộ nghị quy mô lớn nhằm đáp ứng mọi nhu cầu của người dân và du khách.

Khu TTTM Vincom Hùng Vương - Huế được bố trí từ tầng 1 tới tầng 4, thiết kế theo tiêu chuẩn chung của hệ thống TTTM Vincom hiện đại trên tổng diện tích xây dựng hơn 13.000 m². Dự kiến khi đi vào hoạt động, nơi đây sẽ là một thế giới hoàn hảo với sự quy tụ của hàng loạt các thương hiệu thời trang, siêu thị, thể giới ẩm thực, rạp chiếu phim, khu vui chơi giải trí giáo dục... Đặc biệt, những thương hiệu lớn trong "hệ sinh thái" các sản phẩm của Tập đoàn Vingroup như VinMart, VinPro, VinFashion, VinK... cùng các đối tác uy tín của Vingroup cũng sẽ hội tụ tại đây, đưa TTTM Vincom Hùng Vương - Huế trở thành điểm đến mua sắm - vui chơi độc đáo, nơi mang đến cho khách hàng những sản phẩm tiêu dùng và thời trang theo xu hướng mới nhất.

Điểm nhấn của dự án là sự kết hợp giữa TTTM hàng sang với khách sạn 5 sao cao cấp được bố trí từ tầng 5 đến tầng 15. Mang thương hiệu Vinpearl nổi tiếng, khách sạn Vinpearl Huế sẽ gồm 240 phòng nghỉ tiện nghi, đẳng cấp cùng hệ thống các phòng tập Gym, Spa, bể bơi hiện đại... Khách sạn cũng có phòng Hội nghị quốc tế rộng tới 600 m² với các trang thiết bị chuyên nghiệp và hiện đại nhất Thừa Thiên Huế.

Đặc biệt, dự án Tổ hợp TTTM Vincom Hùng Vương và Khách sạn 5 sao Vinpearl Huế còn có một Skybar đẳng cấp được bố trí tại tầng 16 của tòa nhà. Du khách đến nơi đây có thể ngắm trọn vẹn toàn cảnh thành phố và sông Hương thơ mộng từ trên cao theo một góc nhìn hoàn toàn khác biệt. Được thiết kế hiện đại với không gian mở giao hòa với thiên nhiên, Skybar sẽ là điểm đến đầy hấp dẫn dành cho những du khách yêu thích những không gian độc đáo.

Phát biểu tại buổi lễ, ông Lê Khắc Hiệp - Phó Chủ tịch Tập đoàn Vingroup cho biết: "Dự án Tổ hợp TTTM Vincom Hùng Vương và Khách sạn 5 sao Vinpearl Huế là dự án đầu tiên của Tập đoàn Vingroup được triển khai tại khu vực Bắc Trung Bộ. Vị trí đắc địa, kiến trúc đẹp cùng với kinh nghiệm và uy tín của Chủ đầu tư, chắc chắn khi đi vào hoạt động, nơi đây sẽ là một điểm đến mới lạ và thu hút, góp phần giúp thành phố có thêm một điểm nhấn hiện đại giữa những "cố xưa" của Huế, đáp ứng được nhu cầu đa dạng của du khách trong nước và quốc tế".

Dự án Tổ hợp TTTM Vincom Hùng Vương và Khách sạn 5 sao Vinpearl Huế có tổng số vốn đầu tư khoảng 700 tỷ đồng, dự kiến hoàn thành tháng 3/2016.

Thông tin chi tiết vui lòng liên hệ:

Ms. Võ Thị Minh Nguyệt – Ban Truyền thông Tập đoàn Vingroup

ĐT: 097 883 1145 – Email: v.nguyetvm@vingroup.net

Hình 2. Thông cáo báo chí về Vingroup tổ chức lễ động thổ dự án tổ hợp TTTM Vincom Hùng Vương và khách sạn 5 sao Vinpearl Huế

Từ TCBC của tập đoàn Vingroup về việc tổ chức lễ động thổ Dự án Tổ hợp Trung tâm Thương mại Vincom Hùng Vương và Khách sạn 5 sao Vinpearl Huế, một số báo đăng tin chỉ với nội dung được lấy ở các đoạn của TCBC, nhưng cũng có báo đăng tin có giá trị. Có thể kể đến một số tin như sau: "Vingroup động thổ Khách sạn 5 sao tại Huế" (báo *Đầu tư online*, ngày 22/3/2015), "Động thổ dự án tổ hợp Trung tâm thương mại Vincom Hùng Vương và Khách sạn 5 sao Vinpearl Huế" (báo *Thừa Thiên Huế online*, ngày 22/3/2015), "Vingroup đầu tư xây dựng trung tâm thương mại lớn nhất Huế" (báo *Vietnamplus*, ngày 22/3/2015), "Động thổ dự án tổ hợp Trung tâm thương mại Vincom Hùng Vương và khách sạn 5 sao Huế" (báo *Công an nhân dân online*, ngày 23/3/2015), "Vingroup động thổ dự án TTTM Vincom Hùng Vương và khách sạn 5 sao Vinpearl Huế" (báo *Thanh tra*, ngày 24/3/2015), "Khởi công Trung tâm Thương mại Vincom Hùng Vương tại Huế" (báo *Nhân dân điện tử*, ngày 22/3/2015), "Xây dựng trung tâm thương mại hơn 700 tỷ đồng tại Huế" (báo *Người đưa tin*, ngày 22/3/2015),...

Trong số các tin phản ánh sự kiện này, tin đăng trên báo *Thanh Niên online* có sự khác biệt.

Tin không quá chú trọng quảng bá về các hạng mục, hệ thống phòng, dịch vụ, các thương hiệu... Tin chỉ ngắn gọn với những chi tiết quan trọng, cốt lõi, cô đọng và rất hữu ích đối với bạn đọc. Nội dung tin như sau:

Vingroup động thổ dự án TTTM tại Huế

(TNO) Sáng 22.3, tập đoàn Vingroup đã tổ chức động thổ dự án tổ hợp Trung tâm thương mại (TTTM) Vincom Hùng Vương và Khách sạn 5 sao Vinpearl Huế.

Ông Lê Khắc Hiệp, Phó chủ tịch Tập đoàn Vingroup, cho biết đây là dự án đầu tiên của Vingroup được triển khai tại khu vực Bắc Trung bộ, có tổng mức đầu tư khoảng 700 tỉ đồng, dự kiến hoàn thành và đưa vào sử dụng tháng 3.2016.

Dự án được đầu tư xây dựng tại khu vực giao lộ ngã 6 đường Hùng Vương (TP.Huế) với các mặt tiền tiếp giáp các tuyến phố lớn Hà Nội, Đống Đa, Hùng Vương với diện tích đất hơn 4.500 m².

Đây là một khu đất vàng đã từng được giao cho Tổng công ty Xăng dầu Việt Nam để xây dựng Khách sạn Petrolimex Huế. Tuy nhiên, do việc thoái vốn ngoài ngành nên dự án đã không được triển khai và UBND tỉnh Thừa Thiên- Huế đã thu hồi dự án giao lại cho tập đoàn Vingroup.

(Nguồn: <http://thanhnien.vn/kinh-doanh/vingroup-dong-tho-du-an-tttm-tai-hue-543914.html>, TN online ngày 22/3/2015)

So sánh, đối chiếu giữa nội dung của TCBC và tin trên, chúng ta nhận thấy người viết giữ lại hoặc biên tập các chi tiết ở các đoạn 1, 2 và đoạn cuối của TCBC. Những thông tin được sử dụng là: sự kiện tổ chức động thổ dự án Trung tâm thương mại Vincom Hùng Vương và khách sạn 5 sao Vinpearl Huế, địa điểm và diện tích của công trình này, số tiền đầu tư cho dự án, thời gian dự kiến hoàn thành. Các chi tiết này được thể hiện rõ ràng, cụ thể trong TCBC và cũng là những thông tin cần thiết đối với độc giả. Ngoài ra, tác giả còn bổ sung thông tin ngoài văn bản, đó chính là đoạn cuối của tin trên.

Trong khi đó tin ở báo *Đầu tư* lại mang tính chất quảng bá. Nội dung tin chính là hầu hết các đoạn của TCBC. Tin cụ thể như sau:

Vingroup động thổ Khách sạn 5 sao tại Huế

Chào mừng kỷ niệm 40 năm giải phóng Thừa Thiên Huế (26/3/1975 - 26/3/2015), hôm nay (22/3), Tập đoàn Vingroup tổ chức Lễ động thổ Dự án Tổ hợp Trung tâm Thương mại (TTTM) Vincom Hùng Vương và Khách sạn 5 sao Vinpearl Huế

Dự án Tổ hợp TTTM Vincom Hùng Vương và Khách sạn 5 sao Vinpearl Huế tọa lạc tại khu vực giao lộ ngã 6 đường Hùng Vương với các mặt tiền tiếp giáp các tuyến phố lớn của thành phố như đường Hà Nội, Đống Đa, Hùng Vương.

Nằm trên diện tích hơn 4.500m², thiết kế theo phong cách kiến trúc tân cổ điển, dự án Tổ hợp TTTM Vincom Hùng Vương và Khách sạn 5 sao Vinpearl Huế bao gồm các hạng mục: Bãi đỗ xe ngầm, TTTM hiện đại và khách sạn 5 sao cao cấp cùng hệ thống phòng hội nghị quy mô lớn nhằm đáp ứng mọi nhu cầu của người dân và du khách.

Khu TTTM Vincom Hùng Vương - Huế được bố trí từ tầng 1 tới tầng 4, thiết kế theo tiêu chuẩn chung của hệ thống TTTM Vincom hiện đại trên tổng diện tích xây dựng hơn 13.000 m². Dự kiến khi đi vào hoạt động, nơi đây sẽ là một thế giới hoàn hảo với sự quy tụ của hàng loạt các thương hiệu thời trang, siêu thị, thế giới ẩm thực, rạp chiếu phim, khu vui chơi giải trí giáo dục...

Đặc biệt, những thương hiệu lớn trong “hệ sinh thái” các sản phẩm của Tập đoàn Vingroup như VinMart, VinPro, VinFashion, VinKE... cùng các đối tác uy tín của Vingroup cũng sẽ hội tụ tại đây, đưa TTTM Vincom Hùng Vương - Huế trở thành điểm đến mua sắm - vui chơi độc đáo, nơi mang đến cho khách hàng những sản phẩm tiêu dùng và thời trang theo xu hướng mới nhất.

Điểm nhấn của dự án là sự kết hợp giữa TTTM hạng sang với khách sạn 5 sao cao cấp được bố trí từ tầng 5 đến tầng 15. Mang thương hiệu Vinpearl nổi tiếng, khách sạn Vinpearl Huế sẽ gồm 240 phòng nghỉ tiện nghi, đẳng cấp cùng hệ thống các phòng tập Gym, Spa, bể bơi hiện đại... Khách sạn cũng có phòng Hội nghị quốc tế rộng tới 600 m² với các trang thiết bị chuyên nghiệp và hiện đại nhất Thừa Thiên Huế.

Đặc biệt, dự án Tổ hợp TTTM Vincom Hùng Vương và Khách sạn 5 sao Vinpearl Huế còn có một Skybar đẳng cấp được bố trí tại tầng 16 của tòa nhà. Du khách đến nơi đây có thể ngắm

trộn vẹn toàn cảnh thành phố và sông Hương thơ mộng từ trên cao theo một góc nhìn hoàn toàn khác biệt. Được thiết kế hiện đại với không gian mở giao hòa với thiên nhiên, Skybar sẽ là điểm đến đầy hấp dẫn dành cho những du khách yêu thích những không gian độc đáo.

Phát biểu tại buổi lễ, ông Lê Khắc Hiệp, Phó Chủ tịch Tập đoàn Vingroup cho biết: “Dự án Tổ hợp TTTM Vincom Hùng Vương và Khách sạn 5 sao Vinpearl Huế là dự án đầu tiên của Tập đoàn Vingroup được triển khai tại khu vực Bắc Trung Bộ. Vị trí đắc địa, kiến trúc đẹp cùng với kinh nghiệm và uy tín của Chủ đầu tư, chắc chắn khi đi vào hoạt động, nơi đây sẽ là một điểm đến mới lạ và thu hút, góp phần giúp thành phố có thêm một điểm nhấn hiện đại giữa những “cổ xưa” của Huế, đáp ứng được nhu cầu đa dạng của du khách trong nước và quốc tế!”.

Dự án Tổ hợp TTTM Vincom Hùng Vương và Khách sạn 5 sao Vinpearl Huế có tổng số vốn đầu tư khoảng 700 tỷ đồng, dự kiến sẽ hoàn thành vào tháng 3/2016.

(Nguồn: <http://baodautu.vn/vingroup-dong-tho-khach-san-5-sao-tai-hue-d24758.html>)

Tin trên khá dài đối với bạn đọc. Người viết không bỏ sót bất cứ đoạn nào, chi tiết nào từ TCBC. Đây có thể là điều mà tập đoàn Vingroup mong muốn và hài lòng để quảng bá danh tiếng và hình ảnh thông qua sự kiện.

Tin trên báo chí có nhiều dạng: tin vắn, tin ngắn, tin sâu, tin tổng hợp, tin tường thuật,... Cấu trúc tin cũng đa dạng, bao gồm hình tháp thường, hình tháp ngược, hình chữ nhật, hình viên kim cương, đồng hồ cát,... Dù viết tin theo dạng nào, cấu trúc gì, tin vẫn là thể loại xung kích nhất. Tin chỉ thông báo thông tin cơ bản, cốt lõi về sự kiện. Do vậy, dù thông cáo báo chí ngắn hay dài, phóng viên chỉ quan tâm đến sự kiện gì đang diễn ra, xảy ra ở đâu, diễn ra như thế nào và vì sao nó quan trọng. Chính vì điều này, nội dung của TCBC phải được viết làm sao để phóng viên không thể bỏ qua và khó lòng từ chối đăng tải thông tin. Do vậy, người viết phải hiểu cách khai thác thông tin, xử lý thông tin thành tin, bài đăng báo của người làm báo, đặc biệt là cách viết tin. Một bản TCBC tốt sẽ đáp ứng mọi tiêu chí của

một tin thời sự.

4. Những khuyến nghị đối với người soạn thảo thông cáo báo chí và người viết tin

4.1. Đối với người soạn thảo thông cáo báo chí

TCBC là công cụ quan trọng trong hoạt động quan hệ báo giới của tổ chức. Thông thường, một TCBC cần có các phần sau:

- Nguồn tin: tên, địa chỉ, thông tin liên lạc của tổ chức, cá nhân ra TCBC
- Ghi ra thể loại văn bản THÔNG CÁO BÁO CHÍ, không viết chung chung là “Thông tin chương trình” hay “Thông tin sự kiện, doanh nghiệp”...
- Tiêu đề khái quát nội dung của bản thông cáo
- Ngày tháng năm, thời điểm ra thông cáo
- Nội dung chính (Lời dẫn (Lead)– đoạn 1; Thân bài (body) – đoạn 2,3,4)
- Thông tin về công ty, tổ chức
- Thông tin liên lạc của người phụ trách PR hoặc chịu trách nhiệm về thông cáo báo chí

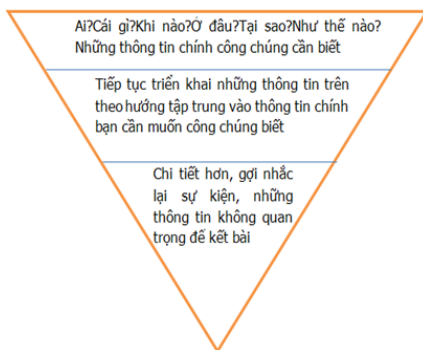
Nội dung và hình thức của các phần trên phải thực sự bổ ích và có thông tin, phóng viên mới giúp tổ chức quảng bá. Dưới đây là một số khuyến nghị đối với người viết thông cáo báo chí.

Một là, thông cáo báo chí phải trả lời công thức 5W+ 1H, làm nổi bật thông tin quan trọng kết hợp với mô hình hình tháp ngược.

Cũng giống như tin báo chí, một TCBC hiệu quả phải trả lời được công thức 5W và 1H (Ai? Cái gì? Ở đâu? Khi nào? Tại sao và Như thế nào?). Kỹ năng viết TCBC chuyên nghiệp là phải viết như một sản phẩm tin hiện đại. TCBC có giá trị tin tức và tiềm năng thu hút sự quan tâm của báo chí phải được rõ ràng, mạch lạc, chuẩn xác với văn phong báo chí và được trình bày theo cấu trúc hình tháp ngược. Đó là kiểu cấu trúc phù hợp với xu thế truyền thông nhanh chóng và cạnh tranh, khi mà quỹ thời gian tiếp nhận các sản phẩm truyền thông của đối tượng công chúng (trong đó có cả phóng viên) ngày càng “eo hẹp”. Cũng như đọc giả các loại hình báo chí, phóng viên không có nhiều thời gian đọc và xử lý các TCBC quá dài dòng, thông tin lại chông chéo. Đối với họ, TCBC phải có giá trị tin tức để có

thể khai thác sử dụng cung cấp thông tin tới độc giả. Giá trị tin có ích cho xã hội, cho cộng đồng, cần thiết cho độc giả và có cả phóng viên.

Với cấu trúc hình tháp ngược, mức độ quan trọng của thông tin trong một TCBC giảm dần từ đáy xuống đỉnh hình tháp ngược. Phần đầu của TCBC là thông tin có mức độ quan trọng nhất có thể chứa đầy đủ 5W+1H. Phần tiếp theo kém quan trọng hơn, đó có thể là sự chi tiết hóa của phần đầu, hoặc những lời trích dẫn... Cuối cùng là thông tin của tổ chức phát hành TCBC và thông tin liên hệ.



Hình 3. Cấu trúc hình tháp ngược

TCBC cần viết ngắn gọn, tập trung vào chủ đề, nêu bật ý quan trọng, để phóng viên có thể dễ dàng khai thác thông tin và xử lý nhanh chóng.

Đối với phần lead, TCBC cũng nên trả lời câu hỏi: Câu chuyện/sự kiện/thông tin chính ở đây là gì? Theo đó, đoạn đầu tiên của TCBC sẽ làm cho phóng viên chú ý và lôi kéo họ theo dõi câu chuyện. Phần này không nên viết quá dài.

Tóm lại, để nâng cao tính hiệu quả của TCBC cũng như những tin đăng báo, người viết cần áp dụng mọi nguyên tắc của kỹ thuật viết tin hiện đại trong soạn thảo TCBC. Họ cần biết cách thể hiện chuyên nghiệp như đặt các thông tin quan trọng ở đoạn đầu để phóng viên tránh bỏ sót trong quá trình chọn lọc và xử lý thông tin.

Hai là, sử dụng trích dẫn trong TCBC là điều nên làm đối với người biên soạn.

Tin hay thông cáo báo chí nếu có trích dẫn lời phát biểu sẽ tăng độ tin cậy và tăng tính thuyết phục. Các đoạn trích dẫn thường là phát ngôn của người đứng đầu tổ chức. Yếu tố trích dẫn trong TCBC là vô cùng quan trọng. *Thứ nhất,*

phần lớn các trích dẫn trong TCBC sẽ được đưa vào các sản phẩm tin, bài của phóng viên. Chính việc “dàn xếp” các phát ngôn đã đem lại thể chủ động cho tổ chức trong việc quảng bá hình ảnh, thương hiệu đến với các đối tượng công chúng. Do vậy, người viết TCBC phải chọn trích dẫn hay, có thông tin cần thiết, cụ thể, rõ ràng và “có lợi” cho tổ chức. *Thứ hai,* sử dụng trích dẫn trong TCBC sẽ tiết kiệm thời gian cho cả hai bên, cụ thể trong vài trường hợp phóng viên không phải “tốn công” để phỏng vấn và bản thân người trả lời phỏng vấn (ở đây là người của tổ chức cần PR) cũng không mất nhiều thời gian bởi sự “bủa vây” của các phóng viên. *Thứ ba,* trong trường hợp đặc biệt, chẳng hạn như tổ chức lâm vào khủng hoảng, chính việc chọn sẵn trích dẫn để đưa vào TCBC sẽ hạn chế được việc “săn” tin, “hóng” tin ở những nơi không chính thức, gây bất lợi cho tổ chức. Ở một góc độ nào đó, “phát ngôn” của người đại diện tổ chức sẽ là một phần của công việc kiểm soát tin đồn.

Ba là, thông cáo báo chí cần được viết ngắn gọn, súc tích, cô đọng với những thông tin cần thiết

Hàng ngày, các phóng viên, biên tập viên nhận các thông cáo báo chí từ nhiều nơi gửi đến. Chính vì vậy, muốn thu hút sự quan tâm của họ, ngoài việc áp dụng kỹ thuật viết tin, người biên soạn cần phải lưu ý thêm độ dài của TCBC. Theo đó, TCBC không nên viết dài dòng. Lý tưởng nhất là 1 trang, nếu có thêm những thông tin liên quan mà không thể cắt bỏ được thì toàn bộ TCBC cũng không nên viết quá 2 trang khổ giấy A4. Viết ngắn, tập trung vào các chi tiết quan trọng, chi tiết hỗ trợ cho thông điệp là cách thể hiện tính chuyên nghiệp của người viết.

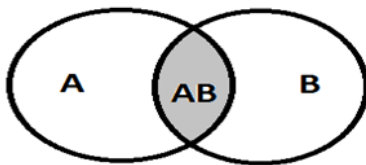
Bốn là, thông cáo báo chí phải có phần thông tin liên hệ.

Phần thông tin liên hệ nằm ở vị trí cuối cùng của TCBC. Phần này thường là họ tên, địa chỉ, số điện thoại, địa chỉ hộp thư điện tử của người viết TCBC hoặc là người phụ trách sự kiện. Người viết TCBC phải hết sức chú ý đến thông tin liên hệ. Nhiều TCBC bỏ qua phần này. Đó là điều sai lầm. Phóng viên luôn cần tin, nghe tin, tìm kiếm tin và đưa tin. TCBC là nguồn tin nhưng chưa hẳn đã đầy đủ và “thỏa mãn” việc khai thác của

phóng viên. Thông tin liên hệ chính là địa chỉ để phóng viên tìm hiểu thêm và mở rộng thông tin của báo chí.

4.2. Đối với phóng viên xử lý thông cáo báo chí thành tin

Khi xử lý TCBC, phóng viên phải tìm thấy thông tin hài hòa, sao cho vừa có lợi cho tổ chức vừa hấp dẫn và cần thiết cho độc giả. Từ hình vẽ dưới đây, chúng ta nhận thấy sự trùng khít về việc "phát" và "nhận" thông tin giữa vòng tròn A với B là rất thấp.



Hình 4. Hình vẽ mô tả sự giao thoa về lợi ích thông tin giữa tổ chức và công chúng

Phần A là những thông tin mà tổ chức đưa ra và mong muốn công chúng đón nhận, còn phần B là những gì mà công chúng muốn đọc, muốn nghe. Tuy nhiên, không phải lúc nào những gì mà tổ chức muốn nói cũng là những gì công chúng muốn tiếp nhận. Vì vậy người viết tin PR phải tìm ra một mối quan tâm chung, tức là phần AB. Nội dung phản ánh AB sẽ thỏa mãn nhu cầu của cả đôi bên. Đó chính là công thức đôi bên cùng có lợi mà người viết cần lưu ý.

Trên thực tế, một tin hay và có sự khác biệt, ngoài việc được khai thác từ thông cáo báo chí cần có những thông tin riêng từ kỹ năng khai thác các nguồn tin khác như phỏng vấn hoặc các nguồn tin thực tế. Theo ông Lê Quốc Minh, Tổng biên tập báo VietnamPlus, có tới 90% thông cáo báo chí được khai thác thành tin chỉ bằng thao tác biên tập, chỉ 10% được phóng viên chọn lọc thông tin và tiếp tục khai thác sau đó. "Chúng tôi đang khuyến khích phóng viên khi nhận được một thông cáo báo chí hay đi dự một hội nghị thì phải tìm ra được 1 vấn đề mình quan tâm, viết về vấn đề đó, thông tin về hội thảo, sản phẩm chỉ là cái nền" [dẫn theo 5].

Thực ra tin PR nên nhìn nó bằng những góc cạnh tích cực và mang tính nghiệp vụ bởi không phải thông tin nào của các doanh nghiệp đưa ra đều không có giá trị với độc giả. Chỉ có điều, trong trường hợp phóng viên đưa nguyên thông tin PR vào tin mà không thẩm định mức độ chính xác hoặc không bổ sung thông tin, tin đó thường ít có giá trị đối với bạn đọc.

Bất kỳ ai làm công tác truyền thông đều biết đến kỹ thuật viết thông cáo báo chí hiện đại được gọi là "viết để in luôn" và viết như tin đăng báo. Mặt khác, các TCBC hầu như được chuyển qua email của nhà báo. Điều này cũng tạo điều kiện cho phóng viên tiết kiệm thời gian đánh máy và xử lý thông tin, nhưng mặt trái của nó là tạo ra xu hướng làm báo "từ xa" theo kiểu "ngồi ở nhà vẫn làm tin". Đó cũng là gốc rễ của hiện trạng nhiều tin giống nhau trên nhiều báo.

Rõ ràng, thông cáo báo chí có giá trị không thể phủ nhận và không thể thiếu trong môi trường truyền thông phát triển hôm nay. Tuy nhiên, ở mặt khác, những thông cáo báo chí được viết rất "có nghề" ấy đã vô hình trung tạo ra những bản tin "tô hồng" một chiều, thiếu kiểm chứng độc lập của một số phóng viên. Thậm chí, xu hướng của một bộ phận "thợ viết" cũng từ đó quên dần thói quen đi thực tế, lười tiếp xúc, ngại kiểm chứng và lâu ngày tự biến mình trở thành "phóng viên salon" chỉ bằng thao tác "copy and paste" (sao chép và đăng tải lại). Thêm vào đó, "trước khi tới tay phóng viên, nhiều thông tin đã được "gọt giũa" theo hướng có lợi cho doanh nghiệp, tổ chức. Điều này đòi hỏi các biên tập viên phải hết sức tỉnh táo để phân định xem tin tức có bị đồng tiền chi phối không" [1, tr.66]. Vậy nên, để tránh "lạm dụng thông cáo báo chí" và giảm thiểu những tin mang tính quảng cáo sản phẩm, tô vẽ cho tổ chức, theo chúng tôi, phóng viên cần có sự sáng tạo và thay đổi trong cách làm tin PR bằng cách khai thác thêm thông tin ngoài TCBC, không nhất thiết "bê" nguyên toàn bộ nội dung TCBC vào tin.

5. Kết luận

Hoạt động PR đóng vai trò hết sức quan trọng trong cộng đồng, tổ chức chính phủ, phi

chính phủ và doanh nghiệp. Đặc điểm của PR sử dụng tiếng nói của bên thứ ba - giới báo chí để truyền tải thông tin đến công chúng. Bởi lẽ, báo chí là kênh thông tin đáng tin cậy mà các tổ chức, doanh nghiệp tìm đến để gửi gắm thông tin. Tổ chức luôn mong muốn những chi tiết trong TCBC được viết thành tin, bài đăng báo theo đúng ý của họ.

TCBC là công cụ quan trọng và hữu hiệu trong việc quảng bá hình ảnh của tổ chức và cung cấp thông tin cập nhật, có giá trị tới các công chúng mục tiêu và công chúng có liên quan. Hằng ngày, các cơ quan báo chí nhận nhiều TCBC. Làm thế nào để TCBC không bị bỏ vào sọt rác hay bị “lãng quên” là điều hết sức quan trọng. Để cơ quan báo chí có thể khai thác và đăng tin chính xác, TCBC cần được thể hiện một cách chuyên nghiệp, chứa đựng nhiều thông tin xác thực, ngắn gọn, súc tích.

Đối với người làm báo, để tin PR thực sự có

hiệu quả, cần phải viết sao cho vừa có lợi cho tổ chức vừa có lợi cho bạn đọc trên cơ sở chọn lọc và xử lý thông tin từ thông cáo báo chí, tránh tình trạng toàn bộ nội dung và các chi tiết trong tin đăng báo giống hệt thông tin trong thông cáo báo chí.

Tài liệu tham khảo

- [1] Nguyễn Thị Trường Giang (2014), Sáng tạo tác phẩm báo mạng điện tử, Nxb Chính trị Quốc gia.
- [2] Đinh Thị Thúy Hằng (2007), PR kiến thức cơ bản và đạo đức nghề nghiệp, Nxb Lao động-Xã hội.
- [3] Đinh Thị Thúy Hằng (2008), PR lý luận và ứng dụng, Nxb Lao động-Xã hội.
- [4] Hoàng Xuân Phương (2014), Nguyễn Thị Ngọc Châu, Phong cách PR chuyên nghiệp, Nxb Lao động-Xã hội.
- [5] Tạp chí điện tử của Sở Thông tin và Truyền thông Đà Nẵng, VietnamPlus làm “sạch” tin từ thông cáo báo chí, Website: http://ictdanang.vn/index.php?option=com_content&view=article&id=380:vietnamplus-lam-sach-tin-tu-thong-cao-bao-chi&catid=42:bao-in

Phan Khôi với vấn đề “Quốc Học”, “Quốc Văn” ở Việt Nam đầu thế kỷ XX

Phan Khoi and the issue of "National Learning", "National Literature" in the early 20th
Century of Vietnam

Đoàn Nguyễn Thùy Trang

*Hội nhà báo Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam
Hochiminh City Journalists Association*

(Ngày nhận bài: 30/03/2017, ngày phản biện xong: 13/04/2017, ngày chấp nhận đăng: 13/04/2017)

Tóm tắt

Phan Khôi (1887-1959) là một nhà Nho nhưng sớm tiếp cận tân học và có những nhận thức, quan điểm rất mới mẻ về văn chương, học thuật... Khi xảy ra cuộc tranh luận về vấn đề “quốc học” trên báo chí những năm 1930, Phan Khôi càng thể hiện rõ nét hơn tâm huyết và quan điểm của mình về quốc học và quốc văn. Ông cho rằng việc thiết lập nền “quốc học”, với tư cách là tư tưởng học thuật, nhằm thực hiện Âu hóa, là không thể thiếu để xây dựng nền tảng văn hóa - tinh thần cho dân tộc, và khẳng định chữ quốc ngữ là cốt lõi của “quốc văn”.

Cuộc tranh luận về quốc học cũng làm bộc lộ tính cách con người Phan Khôi: một con người có tư tưởng đổi mới, một nhà phản biện có kiến thức uyên thâm, có phương pháp lập luận chặt chẽ, phong thái đĩnh đạc.

Bài viết này tìm hiểu quan điểm của Phan Khôi về vấn đề “quốc học” và “quốc văn”, qua đó giúp hiểu thêm về bối cảnh văn hóa xã hội, học thuật của Việt Nam đầu thế kỷ XX.

Từ khóa: Phan Khôi, quốc học, quốc văn

Abstract

Phan Khoi (1887-1959) was a Confucian but soon approached the modern learning and had a progressive point of view about the Academic learning and literature. When the debate on “National Learning” happened in the press in the 1930s, Phan Khoi more clearly expressed his enthusiasm and views on “National Learning” and “National Literature”. He suggested that the establishment of the “National Learning” to pursuit Westernization, was indispensable for building up the national culture. He also affirmed the “National Language” (Vietnamese) was the essence of the “National Literature”.

The debate on “National Learning” revealed Phan Khoi’s personality: an progressive person, a knowledgeable and critical reviewer.

The article will study about Phan Khoi’s outlook on “National Learning” and “National Literature” also helps to understand more about the Vietnamese socio-cultural context in the early 20th century.

Keywords: Phan Khoi, National Learning, National Literature

© 2017 Bản quyền thuộc Đại học Duy Tân

1. Cuối thế kỷ XIX đầu thế kỷ XX, Việt Nam bước vào một giai đoạn chuyển biến chưa từng có trước đó dưới tác động của hoàn cảnh thuộc địa và ảnh hưởng ngày càng mạnh của văn hóa phương Tây. Trên bình diện văn hóa, đó là “bước chuyển đổi mô hình văn hóa quan trọng: từ nền văn hóa cổ truyền, dựa trên căn bản nông nghiệp và Nho giáo sang một xã hội có tính cách công nghiệp, hiện đại, dù dưới hình thái thực dân” [Đỗ Quang Hưng, Trần Việt Nghĩa 2013: trang 29]. Sự đan xen giữa cái mới và cái cũ, giữa truyền thống và hiện đại, giữa cựu học và tân học trong giai đoạn này đã đặt các trí thức đương thời, đa số xuất thân từ Nho giáo, trước những lựa chọn không dễ dàng.

2. Trong số những trí thức thời kỳ này, Phan Khôi (1887-1959) là một nhà Nho nhưng sớm tiếp cận tân học và có những nhận thức, quan điểm rất mới mẻ về văn chương, học thuật... Ngay từ 1917, Phan Khôi đã viết bài *Phương pháp biến đổi và cải thiện nền học thuật nước ta trong 100 năm tới* đăng trên tạp chí *Nam Phong* số 5, 6 năm 1917, trong đó chủ trương cải cách nền học thuật, phổ cập “tư tưởng quốc gia” cho “quốc dân”. Khi xảy ra cuộc tranh luận về vấn đề “quốc học” trên báo chí những năm 1930, Phan Khôi càng thể hiện rõ nét hơn tâm huyết và quan điểm của mình về quốc học và quốc văn.

Trong cuộc tranh luận trên, nếu như Lê Dư chủ yếu xem “quốc học” hầu như là văn học¹ thì Phan Khôi có quan điểm khác. Trong bài *Luận về quốc học [Phụ Nữ tân văn số 94, 6/8/1931]*, Phan Khôi cho rằng: “Quốc học là một danh từ mà cũ và mới có nghĩa khác nhau. Hồi trước ta nói “quốc học” tức là cái trường học cho cả nước; như trường Quốc học ở Huế là lấy nghĩa ấy. Còn chữ “quốc học” ngày nay thường dùng là chỉ về cái học riêng của một nước, có vẻ đặc biệt, có chỗ khác với nước ngoài”. Phan Khôi cho rằng các trước tác của Chu Văn An hay Nguyễn Bỉnh Khiêm được Lê Dư lấy ra làm dẫn chứng chứng tỏ “quốc học” ở Việt Nam không thua kém Dương minh học hay Thiên học của Nhật Bản, nhưng đều chỉ thuần là tác phẩm văn học chứ không phải là “quốc học”; hơn nữa, vì “quốc học” ngày nay còn bao hàm triết học, khoa học do đó không nên trộn lẫn hai vấn đề “quốc học”

và văn học. Theo Phan Khôi, quốc học là nền học thuật, tức nền tư tưởng, nền triết học riêng của một nước đã thực sự ảnh hưởng, chi phối đời sống của dân tộc nước ấy khiến cho dân tộc ấy thành khác biệt những dân tộc trên thế giới.

Phan Khôi đã giải thích hai chữ “quốc học” theo quan niệm quốc học ở Trung Hoa cuối thế kỷ XIX đầu thế kỷ XX. Ông cho rằng từ lúc có cuộc vận động về tân văn hóa ở Trung Hoa, “một phái thì lo tuyên truyền các học thuyết mới của Âu Mỹ, một phái thì lo chỉnh lý các học thuyết của Bách gia chư tử Trung Hoa đời xưa, và cái danh từ “quốc học” sản sinh ra do phái sau”. Với giới thuyết như trên, Phan Khôi đi đến kết luận rằng ở Việt Nam không có một nền học vấn độc lập tức “quốc học”, nghĩa là thiếu một nền tảng tư tưởng học thuật tiên bộ có thể tác động trực tiếp đến xã hội đương thời.

Thật ra, không phải đợi đến cuộc luận chiến này, Phan Khôi đã quan tâm đến nền học thuật của đất nước từ rất sớm. Trong bài viết *Phương pháp biến đổi và cải thiện nền học thuật nước ta trong 100 năm tới* đã đề cập ở trên, ông chủ trương điều hòa Nho học và Tây học một cách tương hỗ bổ sung lẫn nhau. Tuy nhiên về sau, chịu ảnh hưởng từ phong trào Tân văn của Trung Quốc, Phan Khôi đã thay đổi. Trong bài báo nhiều kỳ *Cái ảnh hưởng của Khổng giáo ở nước ta* - đăng trên tờ *Thần Chung* năm 1929 – ông đã phê phán mạnh mẽ Nho học. Ông là người đầu tiên phân tích học thuyết Nho giáo để chỉ ra các nhược điểm của nó cản trở sự tiến bộ của xã hội, lên án Hán nho và Tống nho. Phan Khôi cho rằng nếu không tiến hành Âu hóa đất nước thì ảnh hưởng của Nho giáo sẽ là chướng ngại, cản trở việc cách tân văn hóa, học theo văn hóa phương Tây (khoa học và dân chủ), cho nên phải xóa bỏ những ảnh hưởng xấu của Khổng giáo. Ông cũng phân tích sự khác biệt giữa hai tư tưởng phương Đông và phương Tây, đồng thời nêu lên tính ưu việt của nền khoa học và công nghệ phương Tây. Vì cho rằng Khổng giáo và văn minh Tây phương không thể nào hòa hợp, ông phản bác quan điểm “Đông Tây dung hòa luận” của Phạm Quỳnh (1892 – 1945), người muốn chủ trương bổ sung “Đạo học” phương Đông và Cổ học của dân tộc bằng khoa học phương Tây để

“chấn hưng quốc học”. Vì vậy, dù bày tỏ nguyện vọng thiết lập nền “quốc học” nhằm thực hiện Âu hóa, mưu cầu “khoa học và dân chủ” nhưng Phan Khôi không chủ trương chấn hưng “quốc học”. Ông đánh giá cao các yếu tố nền tảng lập quốc của Nhật Bản là “hồn Đại hòa” và tinh thần “võ sĩ đạo”, cho rằng chính nhờ không theo những điểm không tốt của Trung Hoa mà nước Nhật mới dễ dàng chuyển hướng sang Tây học, thúc đẩy Âu hóa trong tư tưởng học thuật [Phan Khôi 1937].

Sự thay đổi quan điểm về tư tưởng học thuật của Phan Khôi là điều có thể hiểu được. Nó phản ánh sự lựa chọn của các trí thức trong bối cảnh đầy biến động của xã hội Việt Nam đầu thế kỷ XX trên nhiều phương diện (chính trị, tư tưởng, văn hóa, ngôn ngữ, v.v. . .). Với tư cách là những gạch nối giữa nền cựu học với nền tân học, các trí thức đương thời như Phan Khôi hoặc lựa chọn cố giữ nền cựu học với Hán tự, hoặc đi theo lối Đông – Tây dung hòa, hoặc lựa chọn nghiêng hẳn sang Âu hóa. Trong ứng xử với mối quan hệ truyền thống và hiện đại, Phan Khôi đã đúng khi cho rằng phải xóa bỏ những ảnh hưởng xấu của Khổng giáo để mở đường canh tân đất nước. Tuy nhiên ông đã khá cực đoan khi phản bác sự dung hòa Đông – Tây. Ông muốn dứt bỏ hẳn cựu học để tiếp nhận những giá trị của học thuật phương Tây.

Phan Khôi đã suy nghĩ về “quốc học” với tư cách là vấn đề của tư tưởng học thuật. Tuy nhiên, như nhà nghiên cứu Nhật Bản Imai Akio [Tạp chí *Nghiên cứu Văn học*, số 2/2012] nhận xét, Phan Khôi vẫn chưa thể kết nối suôn sẻ lý luận về “quốc học” với những bàn luận về văn học và văn hóa dân gian (điển hình như phong trào tán dương Truyện Kiều hay sự ra đời của Thơ mới), vì thế khiến lý luận này thiếu hẳn phần mở rộng. Đây cũng là vấn đề chưa được giải quyết trong cuộc tranh luận về “quốc học” trên báo chí ở Việt Nam đầu thế kỷ XX.

Có thể thấy, nhận thức của Phan Khôi phản ánh đặc điểm có tính quy luật của tiếp xúc và tiếp biến văn hóa. Trong xã hội Việt Nam đầu thế kỷ XX, văn minh phương Tây có biểu hiện thắng thế rõ nét trên cả bình diện văn hóa vật chất, văn hóa tinh thần lẫn văn hóa xã hội. Sau phong trào Đông Kinh Nghĩa thực, chính quyền

thuộc địa chú ý hơn đến việc khuếch trương văn hóa để tỏ rõ hơn vị thế của nước Pháp và của văn minh phương Tây. Trong bối cảnh đó, nhiều trí thức hào hứng với cái mới, dành nhiều quan tâm đến “chủ nghĩa duy tân”. Đúng như Thanh Lãng nhận xét: “Phan Khôi là người có tư tưởng rất mới” [*Văn Học*, số đặc biệt về Phan Khôi, ngày 15/2/1971, trang 63]. Mục đích của Phan Khôi là nêu ra phản đề để muốn xã hội Việt Nam phải đổi mới. Có thể hiểu thái độ của ông không nằm ngoài mong muốn nhanh chóng canh tân đất nước, trong bối cảnh xã hội đã xuất hiện những điều kiện thuận lợi để chuyển từ thời kỳ trung đại sang hiện đại, trong đó có sự xuất hiện của nền “quốc văn”. Điều này cũng khá phù hợp với con người có tính cách quyết liệt và tư tưởng duy tân mạnh mẽ như ông.

3. Vấn đề “quốc học” có mối liên hệ chặt chẽ với “quốc văn”. Phần lớn các trí thức đầu thế kỷ XX đều quan tâm đến “quốc văn”, xem đó như một nội hàm của vấn đề “quốc học” và nhận thức rõ giá trị của “quốc văn” đối với việc phát triển nền “quốc học” nước nhà.

Trong bài báo *Luận về quốc học*, Lê Dư cho rằng: “Đã là quốc học thì nội dung phải bao hàm cả quốc văn, quốc sử, quốc túy ở trong”. Theo ông, “quốc văn lấy nhất ban quốc văn học làm chủ như các học thuyết, lý thuyết những sách vở của tiền nhân đã trứ thuật để lại và những quốc ca, quốc ngữ (chữ nôm và chữ quốc ngữ) đặc biệt của ta” [*Phụ nữ tân văn*, số 107, 11/1931].

Phạm Quỳnh cũng cho rằng không có “quốc văn” thì cũng không có “quốc học” nên ông phủ nhận nền “quốc học” bằng chữ Hán hay tiếng Pháp và chủ trương “gây dựng một nền quốc văn xứng đáng” bằng cách thu thập, sưu tập các tài liệu thời trước (văn thơ Nôm cũ, thành ngữ).

Còn Phan Khôi trong bài *Nên lấy thứ tiếng gì làm cốt lõi cho học tập nước ta* đăng trên tạp chí *Sông Hương* (1936), chủ trương nên lấy tiếng Việt làm nền tảng, căn cơ; đồng thời, tiếp tục theo đuổi chủ trương Âu hóa, Phan Khôi cho rằng có lợi ích trong việc xuất bản nhiều sách bằng tiếng Pháp. Ông đề xuất một phương án thỏa hiệp trong đó vừa dựa vào tiếng Pháp nhưng vẫn không bỏ tiếng Việt. Trong loạt bài *Phép làm văn* trên tờ *Phụ Nữ Tân Văn*, Phan Khôi tìm cách xác

lập các quy tắc viết văn quốc ngữ và tỏ rõ mong muốn nghiên cứu sâu hơn về ngữ pháp tiếng Việt. Ông cũng từng phản đối ý kiến cho rằng tiếng miền Bắc và Nam khác nhau nên cần phải thay đổi cả cách biểu ký; ông nhấn mạnh nhất thiết phải thống nhất toàn quốc về chữ quốc ngữ hơn là chăm chú vào việc thể hiện sự khác nhau về giọng điệu giữa các phương ngữ. Phan Khôi đã luôn đấu tranh cho một tiếng Việt chuẩn mực, chung cho toàn quốc mà mỗi phương ngữ chỉ là một biến thể của tiếng Việt chung đó.

Có thể thấy, nội hàm “quốc văn” trong quan niệm của Phan Khôi không hoàn toàn giống với Lê Dư và Phạm Quỳnh. Nhưng Phan Khôi chia sẻ quan điểm với các trí thức đương thời rằng việc thành lập “quốc học” là không thể thiếu để xây dựng nền tảng văn hóa - tinh thần cho nền độc lập dân tộc và khẳng định chữ quốc ngữ là cốt lõi của “quốc văn”. Điều này rất có ý nghĩa vào thời điểm đầu thập niên 1930, khi cuộc tranh luận về “quốc học” diễn ra, chữ quốc ngữ bắt đầu đi vào đời sống hàng ngày cùng lúc với sự xuất hiện của những phương tiện truyền thông mới là báo in sách in, đòi hỏi phải xây dựng những lối viết tiếng Việt mới dựa trên căn bản tiếng nói đời thường đương thời.

4. Bối cảnh lịch sử, xã hội Việt Nam giai đoạn đầu thế kỷ XX có những điều kiện để chuyển đổi từ xã hội truyền thống sang hiện đại. Nhu cầu canh tân hóa, hiện đại hóa đất nước trở nên bức thiết và chuyển hóa thành ý thức của lớp trí thức đương thời như Phan Khôi. Phan Khôi xuất thân từ Hán học, nhưng nhìn thấy cần thiết phải có vốn kiến thức Tây học để tiếp xúc với văn minh phương Tây, không ngoài mục đích tìm ra cách thức giải quyết các nhu cầu bức thiết về mặt văn hóa, tinh thần của dân tộc. Ông và các trí thức tham gia cuộc tranh luận về vấn đề “quốc học” đã đóng góp một vai trò quan trọng trong việc đào sâu lý luận về tư tưởng học thuật của Việt Nam vào đầu thế kỷ XX. Điều này cũng phản ánh bối cảnh văn hóa học thuật sôi động của đất nước đầu thế kỷ XX, đồng thời cho thấy vai trò của trí thức trong việc thúc đẩy cách tân văn hóa, xã hội, đúng như Thanh Lãng nhận xét, “vụ án quốc học cũng khai mào cho việc đặt ra rất nhiều vấn đề văn hoá xã hội và hồi thức học giả đi vào

con đường tìm kiếm, giải quyết” [Thanh Lãng, 1972].

Cuộc tranh luận về quốc học cũng làm bộc lộ tính cách con người Phan Khôi: bộc trực, thẳng thắn; cho thấy ông là nhà phản biện có kiến thức uyên thâm, có phương pháp lập luận chặt chẽ, phong thái đĩnh đạc.

Việt Nam hiện nay cũng đang có những bước chuyển biến lớn mang tính điển hình của quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa. Nguyễn Văn Hiệu [2016] cho rằng: “Tuy có những đặc thù của quá trình hiện đại hóa đất nước trong bối cảnh toàn cầu hóa hiện nay và với vị thế của một quốc gia tự chủ, nhưng so với quá trình hiện đại hóa mang tính quốc tế hóa và hội nhập Đông – Tây đầu thế kỷ XX, buổi “giao thời” hiện nay vẫn có những điểm tương đồng”, nhất là trong mục tiêu xây dựng một nền học thuật hiện đại và phát triển chữ quốc ngữ. Từ điểm nhìn hôm nay về quan điểm xây dựng nền quốc văn, quốc học của Phan Khôi và các trí thức Việt Nam đầu thế kỷ XX và trong khuôn khổ của bài viết, chúng tôi cho rằng vấn đề quốc học, với tư cách là nền học thuật nước nhà, cần được tiếp tục đặt ra và nghiên cứu bổ sung, hoàn thiện; đồng thời cần làm rõ các giá trị của nó trong việc xây dựng nền tảng tinh thần xã hội, ý thức văn hóa dân tộc. Nền quốc văn, trong đó chủ yếu là tiếng Việt, cần được quan tâm làm phong phú thêm trong khi vẫn giữ gìn những giá trị vốn có của nó, nhất là trong mối quan hệ giao lưu, tiếp xúc đa ngôn ngữ, đa văn hóa trong bối cảnh toàn cầu hóa ngày nay.

Chú thích

¹Năm 1930, Lê Dư cho xuất bản Bạch Vân Am thi văn tập trong tủ sách Quốc học tùng thư, trong đó đề cao Nguyễn Bình Khiêm như là người có công nhất trong việc xây dựng nền quốc học. Trong Vị Xuyên thi văn tập năm 1931, Lê Dư cho rằng: “Quốc hồn ở đâu? Ở tại tư tưởng, tư tưởng phát ra làm văn chương, văn chương của các nhà học giả nước ta, từ xưa đến nay chính là quốc hồn ở đấy nên quốc học cũng ở đấy” (bài giới thiệu của Nam Ký thư quán - “Lời bá cáo của nhà xuất bản bộ Quốc học tùng thư”)

Tài liệu tham khảo

- [1] Đỗ Quang Hưng, Trần Việt Nghĩa, Tính hiện đại và sự chuyển biến của văn hóa Việt Nam thời cận đại, Nxb. Chính trị quốc gia – Sự thật, Hà Nội, 2013.
- [2] Imai Akio, “Nghĩ về “quốc học” ở Đông Á thông qua cuộc luận chiến về “Quốc học” ở Việt Nam thập kỷ 1930”, Tạp chí Nghiên cứu Văn học, Số 2/2012. Nguyễn Thị Thanh Tâm dịch.
- [3] Lê Dư, “Luận về quốc học”, Phụ nữ tân văn, số 107, 11/1931.
- [4] Nguyễn Văn Hiệu, “Ứng xử với di sản ở Việt Nam giai đoạn cuối thế kỷ XIX – đầu thế kỷ XX: trường hợp tư tưởng học thuật Nho giáo” trong Kỷ yếu Hội thảo quốc tế Nho học – Triết lý giáo dục trong thế giới đương đại, Trường ĐH KHXH&NV, ĐHQG TP.HCM & Trung tâm Đông – Tây, Trường Đại học Hawaii, Hoa Kỳ, 7/2016.
- [5] Phạm Quỳnh, “Trả lời bài Cảnh cáo các nhà học phiệt của Phan Khôi tiên sanh”, Phụ nữ tân văn, số 67, 28/8/1930.
- [6] Phạm Quỳnh, “Bàn về quốc học”, Phụ Nữ tân văn số 104 (15/10/1931) và số 105, 22/10/1931.
- [7] Phan Khôi, “Về các ý kiến lập hội chấn hưng quốc học của ông Phạm Quỳnh”, Phụ Nữ tân văn, số 70, 18/9/1930.
- [8] Phan Khôi, “Luận về quốc học”, Phụ Nữ tân văn số 94, 6/8/1931.
- [9] Phan Khôi, “Việc học ở xứ ta nên lấy tiếng gì làm gốc” Sông Hương số 9, 26/9/1936 và số 10, 2/10/1936.
- [10] Phan Khôi, “Mấy cuộc quần chúng vận động ở xứ ta”, Sông Hương số 29, 27/2/1937.
- [11] Thanh Lăng, Văn Học, số đặc biệt về Phan Khôi, Sài Gòn, ngày 15/2/1971, trang 63.
- [12] Thanh Lăng, Phê bình văn học thế hệ 1932, Phong trào văn hóa xuất bản, Sài Gòn, tập I & II, 1972-1973.

Ảnh hưởng của biến dạng lên tính chất điện tử của molybdenum disulphide đơn lớp

Effect of strain on electronic properties of monolayer molybdenum disulphide

Ngô Thị Anh^a, Nguyễn Văn Chương^b, Lê Công Nhân^c, Nguyễn Ngọc Hiếu^d

^a*Khoa Cơ bản, Trường Cao đẳng Giao thông Vận tải II, Đà Nẵng, Việt Nam*

Department of Fundamental Sciences, College of Transport No. 2, Da Nang, Viet Nam

^b*Khoa Cơ khí, Học viện Kỹ thuật Quân sự, Hà Nội, Việt Nam*

Department of Mechanical Engineering, Le Quy Don Technical University, Ha Noi, Viet Nam

^c*Khoa Khoa học Môi trường, Trường Đại học Sài Gòn, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam*

Department of Environmental Sciences, Saigon University, Ho Chi Minh city, Viet Nam

^d*Viện Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ cao, Trường Đại học Duy Tân, Đà Nẵng, Việt Nam*

Institute of Research and Development, Duy Tan University, Da Nang, Viet Nam

(Ngày nhận bài: 17/01/2017, ngày phản biện xong: 10/02/2017, ngày chấp nhận đăng: 05/04/2017)

Tóm tắt

Dựa trên lý thuyết phiếm hàm mật độ, chúng tôi đã nghiên cứu ảnh hưởng của biến dạng cơ học lên tính chất điện tử của molybdenum disulphide (MoS_2) đơn lớp. Ở trạng thái cân bằng, MoS_2 đơn lớp là bán dẫn có vùng cấm trực tiếp bằng 1.70 eV. Sự dịch chuyển từ bán dẫn có vùng cấm trực tiếp sang bán dẫn có vùng cấm gián tiếp trong MoS_2 đơn lớp đã được tìm thấy khi có mặt của biến dạng. Các tính toán của chúng tôi đã cho thấy rằng, độ rộng vùng cấm của MoS_2 đơn lớp phụ thuộc rất lớn vào biến dạng. Một số kết quả tính toán cho MoS_2 đơn lớp đã được so sánh với trường hợp MoS_2 có cấu trúc khối.

Từ khóa: Molybdenum disulphide đơn lớp, lý thuyết phiếm hàm mật độ, tính chất điện tử

Abstract

Based on density functional theory, we study the effect of mechanical strain on electronic properties of monolayer molybdenum disulphide (MoS_2). At the equilibrium, monolayer MoS_2 is a semiconductor with the direct band gap of 1.7 eV. In the presence of strain, direct-indirect band gap transition in monolayer MoS_2 has been found. Our calculations show that the band gap of monolayer MoS_2 depends strongly on strain. We also compare the results for the monolayer MoS_2 with results for the bulk MoS_2 .

Keywords: Monolayer molybdenum disulphide, density functional theory, electronic properties

© 2017 Bản quyền thuộc Đại học Duy Tân

1. Mở đầu

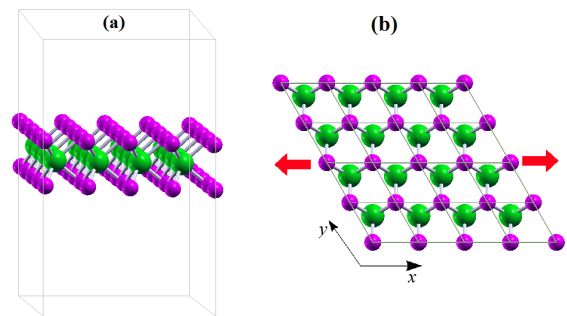
Molybdenum disulphide (MoS_2) là vật liệu có cấu trúc lớp tương tự graphite. Đây là loại vật liệu vô cơ có cấu trúc lớp với nhiều tính chất lý hóa dị thường được nhiều nhà khoa học quan tâm nghiên cứu cả lý thuyết lẫn thực nghiệm và ứng dụng. Lực tương tác van der Waals giữa các lớp trong vật liệu MoS_2 là tương đối yếu. Ở trạng thái cơ bản, các tính toán của Mak và cộng sự cho thấy rằng, MoS_2 có cấu trúc khối là vật liệu bán dẫn với độ rộng vùng cấm bằng 1.23 eV trong khi độ rộng vùng cấm của MoS_2 đơn lớp là 1.80 eV [1]. Cũng giống như graphene [2, 3] và một số vật liệu có cấu trúc mạng hình lục giác khác [4–6], tính chất điện tử của MoS_2 phụ thuộc rất lớn và cấu trúc hình học cũng như các tác động bên ngoài như điện trường hay biến dạng. Với độ rộng vùng cấm rộng, độ linh động của hạt mang lớn và đặc biệt là có thể điều khiển được bằng trường ngoài hay biến dạng, MoS_2 đã được ứng dụng trong việc chế tạo transistor [7] hay các bộ nhớ điện tử [8].

Bằng nhiều phương pháp khác nhau, tính chất điện tử và truyền dẫn của MoS_2 đã được nghiên cứu trong một thời gian dài [9–14]. Gần đây, nhiều nghiên cứu đã tập trung vào tính toán ảnh hưởng của biến dạng cơ học lên tính chất điện tử của MoS_2 . Bằng lý thuyết phiếm hàm mật độ (Density Functional Theory - DFT), Ahmad và cộng sự đã nghiên cứu ảnh hưởng của biến dạng lên tính chất điện tử của MoS_2 có cấu trúc khối và MoS_2 đơn lớp [15]. Bên cạnh đó, các nghiên cứu thực nghiệm đã chứng tỏ rằng, chúng ta có thể thay đổi độ rộng vùng cấm của MoS_2 bằng cách làm biến dạng nó [16]. Sự dịch chuyển từ vùng cấm trực tiếp sang vùng cấm gián tiếp trong vật liệu MoS_2 cũng đã được nghiên cứu bằng mô hình điện tử liên kết chặt [17] và lý thuyết phiếm hàm mật độ [12, 13].

Trong bài báo này, chúng tôi nghiên cứu ảnh hưởng của biến dạng trực tiếp lên tính chất điện tử của đơn lớp MoS_2 bằng lý thuyết phiếm hàm mật độ DFT. Các tính toán của chúng tôi tập trung khảo sát sự thay đổi của cấu trúc vùng năng lượng và độ rộng vùng cấm của đơn lớp MoS_2 khi có mặt của biến dạng. Kết quả tính toán cho MoS_2 đơn lớp đã được so sánh với MoS_2 có cấu trúc khối.

2. Phương pháp tính toán

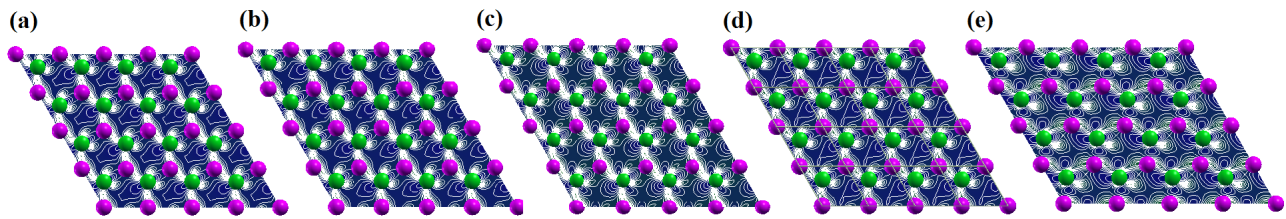
Cấu trúc nguyên tử và tính chất điện tử của MoS_2 được tính toán bằng cách sử dụng lý thuyết phiếm hàm mật độ DFT. Các tính toán DFT đã được thực hiện dựa trên gói Quantum Espresso [18]. Giả thế PAW (projector augmented wave) và hàm trao đổi tương quan Perdew–Burke–Ernzerhof đã được sử dụng trong các tính toán [19, 20]. Năng lượng ngưỡng của sóng phẳng dùng để tính toán cho trường tự hợp là 410 eV. Năng lượng toàn phần được hội tụ về khoảng 10^{-5} eV và lực nguyên tử về khoảng 0.01 eV/Å. Cách tiếp cận này đã được sử dụng thành công trong các nghiên cứu trước đây của chúng tôi khi khảo sát tính chất điện tử của graphene nanoribbon [21–23] và MoS_2 có cấu trúc khối [12]. Khi khảo sát quá trình biến dạng mạng, thông qua hằng số mạng, chúng tôi định nghĩa độ biến dạng của hệ $\varepsilon = (a - a_0)/a_0$, trong đó a_0 và a là hằng số mạng của hệ trước và sau biến dạng.



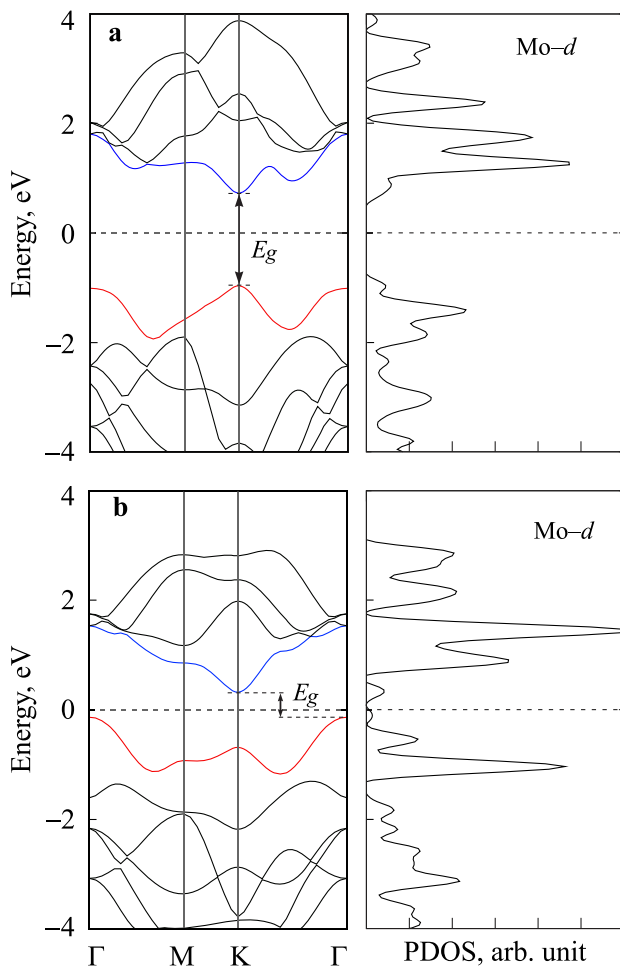
Hình 1. Cấu trúc nguyên tử của MoS_2 đơn lớp: (a) Nhìn từ mặt bên và (b) từ trên xuống.

3. Ảnh hưởng của biến dạng lên tính chất điện tử của đơn lớp MoS_2

Về mặt hình học, mỗi đơn lớp MoS_2 chứa tập hợp các nguyên tử S-Mo-S liên kết với nhau theo cấu trúc lục giác như trình bày ở Hình 1. Ở trạng thái cân bằng, các tính toán bằng phương pháp DFT-D2 cho thấy, hằng số mạng của MoS_2 đơn lớp là 3.18 Å. Đây cũng chính là hằng số mạng của MoS_2 có cấu trúc khối mà chúng tôi đã tính toán trước đây [12]. Kết quả này phù hợp với các tính toán khác bằng phương pháp gần đúng mật độ địa phương (LDA) [24, 25]. Kết quả thực nghiệm trước đó đã cho kết quả là 3.16 Å [26].



Hình 2. Mật độ điện tích của MoS₂ đơn lớp: (a) ở trạng thái cân bằng, (b) $\varepsilon = 2\%$, (c) $\varepsilon = 4\%$, (d) $\varepsilon = 6\%$, (e) $\varepsilon = 10\%$.



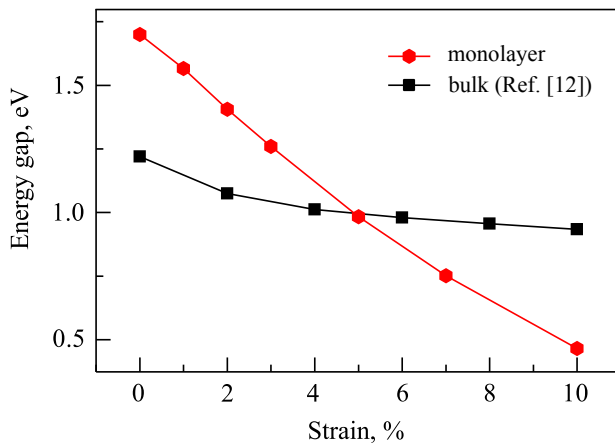
Hình 3. Cấu trúc vùng năng lượng điện tử và mật độ trạng thái của Mo-d của đơn lớp MoS₂ ở trạng thái cơ bản (a) và khi bị biến dạng với $\varepsilon = 10\%$.

Mặc dù cả hai cấu trúc (khối và đơn lớp) của MoS₂ đều có cùng hằng số mạng nhưng khoảng cách giữa các nguyên tử Mo và S $d_{\text{Mo-S}}$ trong các cấu trúc lại khác nhau mặc dù sự khác nhau là không lớn. Ở trạng thái cân bằng, các tính toán DFT-D2 của chúng tôi cho thấy, khoảng cách giữa các nguyên tử Mo và S trong MoS₂ đơn lớp là $d_{\text{Mo-S}} = 2.42 \text{ \AA}$. Đối với MoS₂ có cấu trúc khối, giá trị này là 2.36 \AA khi tính bằng phương

pháp LDA và bằng 2.41 \AA khi tính bằng phương pháp DFT-D2 [12].

Năng lượng toàn phần của MoS₂ đơn lớp ở trạng thái cân bằng -6758.3 eV . Trong giới hạn biến dạng nhỏ, năng lượng toàn phần của MoS₂ đơn lớp thay đổi không đáng kể. Tại $\varepsilon = 10\%$, năng lượng toàn phần của nó là -6757.5 eV . Sự phân bố mật độ điện tích của MoS₂ đơn lớp khi có mặt của biến dạng được trình bày ở Hình 2. Chúng tôi nhận thấy rằng, các orbital Mod có đóng góp rất lớn trong sự hình thành các trạng thái ở đáy vùng dẫn. Cấu trúc vùng năng lượng và mật độ trạng thái của orbital Mod trong MoS₂ đơn lớp được trình bày ở Hình 3.

Ở trạng thái cơ bản, MoS₂ đơn lớp là bán dẫn với độ rộng vùng cấm bằng 1.70 eV . Kết quả này phù hợp với kết quả tính toán trước đó của Mak và cộng sự (1.80 eV) [1]. Như trình bày ở Hình 3(a), vùng cấm của MoS₂ đơn lớp được mở ra tại điểm K. Đây là bán dẫn trực tiếp. Tuy nhiên, khi có mặt của biến dạng, chúng tôi nhận thấy rằng đã có sự thay đổi cơ bản trong cấu trúc điện tử của MoS₂ đơn lớp. Từ bán dẫn trực tiếp, biến dạng làm cho MoS₂ đơn lớp trở thành bán dẫn gián tiếp. Hình 3(b) cho thấy rằng, mặc dù năng lượng nhỏ nhất của vùng dẫn vẫn nằm ở điểm K nhưng giá trị năng lượng lớn nhất của vùng hóa trị tại điểm Γ trong không gian mạng đảo. Sự phụ thuộc của độ rộng vùng cấm của MoS₂ đơn lớp vào biến dạng đã được thể hiện ở Hình 4. Bên cạnh sự thay đổi từ bán dẫn có vùng cấm trực tiếp thành bán dẫn có vùng cấm gián tiếp, so với MoS₂ có cấu trúc khối [12] biến dạng làm giảm nhanh vùng cấm của MoS₂ đơn lớp. Trong khi độ rộng vùng cấm của MoS₂ có cấu trúc khối thay đổi không đáng kể, trong giới hạn biến dạng nhỏ ($\varepsilon \leq 10\%$), MoS₂ đơn lớp có vùng cấm giảm từ $E_g = 1.70 \text{ eV}$ ($\varepsilon = 0$) xuống đến $E_g = 0.46 \text{ eV}$ tại $\varepsilon = 10\%$.



Hình 4. Sự phụ thuộc của độ rộng vùng cấm của MoS₂ vào biến dạng.

4. Kết luận

Ảnh hưởng của biến dạng lên tính chất điện tử của MoS₂ đơn lớp đã được nghiên cứu bằng lý thuyết phiếm hàm mật độ DFT. Các tính toán của chúng tôi cho thấy rằng, biến dạng trực làm cho MoS₂ đơn lớp chuyển từ bán dẫn có vùng cấm trực tiếp sang bán dẫn có vùng cấm gián tiếp. Trong giới hạn của biến dạng nhỏ, độ rộng vùng cấm của MoS₂ đơn lớp giảm 3.7 lần khi độ biến dạng tăng từ 0 đến 10%.

Tài liệu tham khảo

- [1] K. F. Mak, C. Lee, J. Hone, J. Shan, T. F. Heinz, Atomically thin mos₂: A new direct-gap semiconductor, *Phys. Rev. Lett.* 105 (2010) 136805.
- [2] Q. Tang, Z. Zhou, Graphene-analogous low-dimensional materials, *Progress in Materials Science* 58 (2013) 1244–1315.
- [3] K. S. Novoselov, D. Jiang, F. Schedin, T. J. Booth, V. V. Khotkevich, S. V. Morozov, A. K. Geim, Two-dimensional atomic crystals, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 102 (2005) 10451–10453.
- [4] S. Lebegue, O. Eriksson, Electronic structure of two-dimensional crystals from *ab initio* theory, *Phys. Rev. B* 79 (2009) 115409.
- [5] Q. Tang, Z. Zhou, Z. Chen, Innovation and discovery of graphene-like materials via density-functional theory computations, *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Molecular Science* 5 (2015) 360–379.
- [6] A. H. Reshak, S. Auluck, Band structure and optical response of 2*h*-MoX₂ compounds (X = S, Se, and Te), *Phys. Rev. B* 71 (2005) 155114.
- [7] G.-H. Lee, Y.-J. Yu, X. Cui, N. Petrone, C.-H. Lee, M. S. Choi, D.-Y. Lee, C. Lee, W. J. Yoo, K. Watanabe, T. Taniguchi, C. Nuckolls, P. Kim, J. Hone, Flexible and transparent MoS₂ field-effect transistors on hexagonal boron nitride-graphene heterostructures, *ACS Nano* 7 (2013) 7931–7936.
- [8] M. Sup Choi, G.-H. Lee, Y.-J. Yu, D.-Y. Lee, S. Hwan Lee, P. Kim, J. Hone, W. Jong Yoo, Controlled charge trapping by molybdenum disulphide and graphene in ultrathin heterostructured memory devices, *Nat Commun* 4 (2013) 1624.
- [9] C. Ataca, H. Şahin, E. Aktürk, S. Ciraci, Mechanical and electronic properties of MoS₂ nanoribbons and their defects, *The Journal of Physical Chemistry C* 115 (2011) 3934–3941.
- [10] R. Ganatra, Q. Zhang, Few-layer MoS₂: A promising layered semiconductor, *ACS Nano* 8 (2014) 4074–4099.
- [11] M. Kan, J. Y. Wang, X. W. Li, S. H. Zhang, Y. W. Li, Y. Kawazoe, Q. Sun, P. Jena, Structures and phase transition of a MoS₂ monolayer, *J. Phys. Chem. C* 118 (2014) 1515–1522.
- [12] C. V. Nguyen, N. N. Hieu, D. T. Nguyen, Dispersion-corrected density functional theory investigations of structural and electronic properties of bulk MoS₂: Effect of uniaxial strain, *Nanoscale Research Letters* 10 (2015) 433.
- [13] C. V. Nguyen, N. N. Hieu, V. V. Ilyasov, Band gap modulation of bilayer MoS₂ under strain engineering and electric field: A density functional theory, *Journal of Electronic Materials* 45 (2016) 4038–4043.
- [14] K. Garadkar, A. Patil, P. Hankare, P. Chate, D. Sathe, S. Delekar, MoS₂: preparation and their characterization, *Journal of Alloys and Compounds* 487 (2009) 786–789.
- [15] S. Ahmad, S. Mukherjee, et al., A comparative study of electronic properties of bulk MoS₂ and its monolayer using dft technique: Application of mechanical strain on MoS₂ monolayer, *Graphene* 3 (2014) 52.
- [16] H. J. Conley, B. Wang, J. I. Ziegler, R. F. Haglund, S. T. Pantelides, K. I. Bolotin, Bandgap engineering of strained monolayer and bilayer MoS₂, *Nano Lett.* 13 (2013) 3626–3630.
- [17] E. Cappelluti, R. Roldan, J. A. Silva-Guillen, P. Ordejon, F. Guinea, Tight-binding model and direct-gap/indirect-gap transition in single-layer and multi-layer MoS₂, *Phys. Rev. B* 88 (2013) 075409.
- [18] P. Giannozzi, S. Baroni, N. Bonini, M. Calandra, R. Car, C. Cavazzoni, D. Ceresoli, G. L. Chiarotti, M. Cococcioni, I. Dabo, A. D. Corso, S. de Gironcoli, S. Fabris, G. Fratesi, R. Gebauer, U. Gerstmann, C. Gougoussis, A. Kokalj, M. Lazzeri, L. Martin-Samos, N. Marzari, F. Mauri, R. Mazzarello, S. Paolini, A. Pasquarello, L. Paulatto, C. Sbraccia, S. Scandolo, G. Sclauzero, A. P. Seitsonen, A. Smogunov, P. Umari, R. M. Wentzcovitch, *Quantum espresso: a modular and open-source*

- software project for quantum simulations of materials, *Journal of Physics: Condensed Matter* 21 (2009) 395502.
- [19] J. P. Perdew, K. Burke, M. Ernzerhof, Generalized gradient approximation made simple, *Phys. Rev. Lett.* 77 (1996) 3865–3868.
- [20] J. P. Perdew, K. Burke, M. Ernzerhof, Generalized gradient approximation made simple [phys. rev. lett. 77, 3865 (1996)], *Phys. Rev. Lett.* 78 (1997) 1396–1396.
- [21] C. V. Nguyen, V. V. Ilyasov, N. N. Hieu, Tuning the electronic properties of armchair graphene nanoribbons by strain engineering, *Physica Scripta* 90 (2015) 015802–015807.
- [22] V. Ilyasov, C. V. Nguyen, I. Ershov, C. D. Nguyen, N. N. Hieu, Modulation of the band structure in bilayer zigzag graphene nanoribbons on hexagonal boron nitride using the force and electric fields, *Materials Chemistry and Physics* 154 (2015) 78 – 83.
- [23] V. V. Ilyasov, C. V. Nguyen, I. V. Ershov, N. N. Hieu, Effect of electric field on the electronic and magnetic properties of a graphene nanoribbon/aluminium nitride bilayer system, *RSC Adv.* 5 (2015) 49308–49316.
- [24] A. Kumar, P. Ahluwalia, A first principle comparative study of electronic and optical properties of 1H–MoS₂ and 2H–MoS₂, *Materials Chemistry and Physics* 135 (2012) 755–761.
- [25] C. Ataca, S. Ciraci, Functionalization of single-layer MoS₂ honeycomb structures, *J. Phys. Chem. C* 115 (2011) 13303–13311.
- [26] J. Wilson, A. Yoffe, The transition metal dichalcogenides discussion and interpretation of the observed optical, electrical and structural properties, *Advances in Physics* 18 (1969) 193–335.

Lí thuyết về thời điểm dừng trong xác suất thống kê và các ứng dụng

Theory on stopping time in probabilities and statistics, and its applications

Phạm Công Dân, Nguyễn Trung Hiếu, Trần Xuân Linh, Vũ Đình Tuấn

*Viện Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ cao, Trường Đại học Duy Tân
Institute for Research and Development, Duy Tan University*

(Ngày nhận bài: 07/03/2017, ngày phản biện xong: 15/03/2017, ngày chấp nhận đăng: 05/04/2017)

Tóm tắt

Lĩnh vực giải tích ngẫu nhiên có rất nhiều ứng dụng rộng rãi trong các ngành khác nhau từ xây dựng dân dụng, môi trường cho đến y học, sinh học và cả trong kinh tế tài chính... Trong bài báo này chúng tôi nghiên cứu về thời điểm dừng, một công cụ rất quan trọng của giải tích ngẫu nhiên. Các vấn đề mở về thời điểm dừng được chứng minh chặt chẽ và các ứng dụng quan trọng của nó trong việc nghiên cứu quá trình ngẫu nhiên cũng được thảo luận.

Từ khóa: Quá trình ngẫu nhiên, σ -trường, thời điểm dừng, lọc.

Abstract

Stochastic analysis has many applications in different fields such as, civil construction, environment, medicine, biology... In this paper, we study stopping times, a very important tool in stochastic analysis. Some open problems on stopping times are proved and its applications in studying the random process are also discussed.

Keywords: Stochastic process, σ -field, stopping time, filtration.

© 2014 Bản quyền thuộc Đại học Duy Tân

1. Mở đầu

Thời điểm dừng có thể nói là công cụ quan trọng nhất trong việc nghiên cứu quá trình ngẫu nhiên. Rất nhiều các vấn đề khó khăn đã được giải quyết khi phát minh ra thời điểm dừng.

Ta kí hiệu tham số t là thời gian, σ -trường \mathcal{F}_t là thông tin tích lũy đến thời điểm t , (xem [3]).

Hãy tưởng tượng rằng chúng ta quan tâm đến sự xảy ra của một hiện tượng nào đó: một vụ động đất với cường độ trên một mức nhất định, một số khách hàng vượt quá yêu cầu an toàn của

cơ sở của chúng ta, và những ví dụ khác... Chúng ta tập trung chú ý vào thời điểm $T(\omega)$ vào lúc mà hiện tượng tự xuất hiện lần đầu tiên. Vậy nên nó khá là trực quan rằng biến cố $\{\omega; T(\omega) \leq t\}$, cái mà xảy ra nếu và chỉ nếu hiện tượng đã xuất hiện trước hoặc tại thời điểm t , sẽ là một phần thông tin được tích lũy bởi thời điểm đó.

Bây giờ chúng ta xây dựng những xem xét dựa trên kinh nghiệm này như sau:

Định nghĩa 1.1. Xét một không gian đo được (Ω, \mathcal{F}) được trang bị với một lọc \mathcal{F}_t . Một thời điểm ngẫu nhiên T là một thời điểm dừng của

lọc, nếu sự kiện $\{T \leq t\}$ thuộc vào σ -trường \mathcal{F}_t , cho mọi $t \geq 0$. Một thời điểm ngẫu nhiên T là một thời điểm lựa chọn của lọc, nếu $\{T < t\} \in \mathcal{F}_t$, cho mọi $t \geq 0$.

2. Một số vấn đề cần giải quyết

Vấn đề 2.1. Cho X là một quá trình ngẫu nhiên và T một thời điểm dừng của $\{\mathcal{F}_t^X\}$. Giả sử rằng cho mọi $\omega, \omega' \in \Omega$, chúng ta có $X_t(\omega) = X_t(\omega')$ cho mọi $t \in [0, T(\omega)] \cup [0, \infty)$. Chứng minh rằng $T(\omega) = T(\omega')$.

Chứng minh. Xét trường hợp $T(\omega) < \infty$, trường hợp $T(\omega) = \infty$ làm tương tự. Giả sử $T(\omega') < T(\omega)$ (trường hợp $T(\omega') > T(\omega)$ lập luận tương tự). Khi đó tồn tại ε đủ bé sao cho $T(\omega') \leq T(\omega) - \varepsilon$. Xét biến cố $[T \leq T(\omega) - \varepsilon]$, do T là thời điểm dừng nên biến cố này thuộc σ -trường $\mathcal{F}_{T(\omega) - \varepsilon}$ nên theo [2, trang 604], nó có biểu diễn: tồn tại dãy tăng $\{t_i\}_{i \geq 0}$ bị chặn bởi $T(\omega) - \varepsilon$ và tập Borel $B \in \mathcal{B}(\mathbb{R}^d)^\infty$ sao cho

$$[T \leq T(\omega) - \varepsilon] = [(X_{t_1}, X_{t_2}, \dots) \in B].$$

Vì $T(\omega') \leq T(\omega) - \varepsilon$ nên ω' thuộc tập trên, do đó $(X_{t_1}(\omega'), X_{t_2}(\omega'), \dots) \in B$. Bởi giả thiết $X_t(\omega)$ và $X_t(\omega')$ trùng nhau với $t \in [0, T(\omega)] \cap [0, \infty)$ do đó $(X_{t_1}(\omega), X_{t_2}(\omega), \dots) \in B$. Điều này dẫn đến ω thuộc tập $[T \leq T(\omega) - \varepsilon]$ nghĩa là $T(\omega) \leq T(\omega) - \varepsilon$. Điều mâu thuẫn này suy ra ta phải có trường hợp đúng duy nhất $T(\omega) = T(\omega')$. \square

Ví dụ 2.2. Chúng ta nghiên cứu một ví dụ về thời điểm dừng mà nó có ứng dụng phổ biến trong nhiều ngành khoa học, xem chẳng hạn [1]. Xét một quá trình ngẫu nhiên X với quỹ đạo liên tục phải, nó tương thích với lọc $\{\mathcal{F}_t\}$. Xét một tập con $\Gamma \in \mathcal{B}(\mathbb{R}^d)$ của không gian trạng thái của quá trình, và định nghĩa thời điểm chạm

$$H_\Gamma(\omega) = \inf\{t \geq 0; X_t(\omega) \in \Gamma\}.$$

Ta qui ước rằng giá trị nhỏ nhất của tập rỗng là vô cùng.

Vấn đề 2.3. Nếu tập Γ trong Ví dụ 2.2 là mở, chứng minh rằng H_Γ là một thời điểm lựa chọn.

Chứng minh. Ta sẽ chứng minh biến cố $[H_\Gamma(\omega) < s] \in \mathcal{F}_s$ cho mọi $s > 0$. Điều này tương đương với chứng minh biến cố bù của nó là $[H_\Gamma(\omega) \geq s]$ thuộc \mathcal{F}_s . Nhận xét

$$[H_\Gamma(\omega) \geq s] = [X_t \in \Gamma^c \forall t < s] = \bigcap_{r \in \mathbb{Q}, r < s} [X_r \in \Gamma^c].$$

Đẳng thức thứ nhất là rõ ràng bởi định nghĩa của H_Γ , đẳng thức thứ hai suy ra bởi tính liên tục phải của X_t và Γ^c là tập đóng. Từ hai đẳng thức trên đây ta thu được $[H_\Gamma(\omega) \geq s]$ thuộc \mathcal{F}_s , nghĩa là H_Γ là thời điểm lựa chọn. \square

Vấn đề 2.4. Nếu tập Γ trong Ví dụ 2.2 là đóng, chứng minh rằng H_Γ là một thời điểm dừng.

Chứng minh. Ta sẽ chứng minh biến cố $[H_\Gamma(\omega) \leq s] \in \mathcal{F}_s$ cho mọi $s \geq 0$. Điều này tương đương với chứng minh biến cố bù của nó là $[H_\Gamma(\omega) > s]$ thuộc \mathcal{F}_s . Nhận xét

$$[H_\Gamma(\omega) > s] = [X_t \in \Gamma^c \forall t \leq s].$$

Rõ ràng tập thứ nhất chứa trong tập thứ hai. Ngược lại nếu $X_t \in \Gamma^c \forall t \leq s$. Suy ra $H_\Gamma(\omega) \geq s$. Nếu $H_\Gamma(\omega) = s$, theo định nghĩa của giá trị nhỏ nhất, tồn tại dãy giảm $\{t_n\}$ giảm tới s sao cho $X_{t_n} \in \Gamma$. Bởi tính liên tục và tập Γ đóng suy ra $X_s \in \Gamma$, mâu thuẫn giả thiết $X_t \in \Gamma^c \forall t \leq s$. Từ đó giả sử phản chứng là sai và ta thu được $H_\Gamma(\omega) > s$. Cho mỗi số nguyên dương n xét tập $\Gamma_n = \{x \in \mathbb{R}^d : d(x, \Gamma) < \frac{1}{n}\}$. Dãy tập này mở giảm dần đến Γ nghĩa là $\bigcap_{n \geq 1} \Gamma_n = \Gamma$ và $\bigcup_{n \geq 1} \Gamma_n^c = \Gamma^c$. Do đó ta có

$$\begin{aligned} [H_\Gamma(\omega) > s] &= [X_t \in \Gamma^c \forall t \leq s] \\ &= \bigcup_{n \geq 1} \bigcap_{t \leq s} [X_t \in \Gamma_n^c] = \bigcup_{n \geq 1} \bigcap_{r \in \mathbb{Q}, r \leq s} [X_r \in \Gamma_n^c]. \end{aligned}$$

Biến cố này rõ ràng là thuộc \mathcal{F}_s , do đó ta đã chứng minh xong H_Γ là thời điểm dừng. \square

Bằng cách nào chúng ta có thể đo lường thông tin tích lũy đến một thời điểm dừng T ? Để trả lời câu hỏi này, ta giả sử rằng một biến cố A là một phần của thông tin này, nghĩa là sự xảy ra hay không xảy ra của A được quyết định bởi thời điểm T . Bây giờ nếu ở thời điểm t người ta quan sát giá trị của T , điều có thể xảy ra chỉ khi $T \leq t$,

khi đó người ta có thể kết luận A có xảy ra hay không. Nói cách khác, $A \cap \{T \leq t\}$ và $A^c \cap \{T \leq t\}$ cả hai phải là \mathcal{F}_t -đo được, cho mọi $t \geq 0$. Vì

$$A^c \cap \{T \leq t\} = \{T \leq t\} \cap (A \cap \{T \leq t\})^c,$$

sẽ là là đủ để chỉ cần kiểm tra rằng $A \cap \{T \leq t\} \in \mathcal{F}_t, t \geq 0$.

Định nghĩa 2.5. Cho T là một thời điểm dừng của lọc $\{\mathcal{F}_t\}$. Xích ma trường \mathcal{F}_T của các biến cố được xác định đến trước thời điểm dừng T gồm có những biến cố $A \in \mathcal{F}$ sao cho $A \cap \{T \leq t\} \in \mathcal{F}_t$ cho mọi $t \geq 0$.

Vấn đề 2.6. Kiểm tra rằng \mathcal{F}_T là một σ -trường và T là \mathcal{F}_T đo được. Chứng minh rằng nếu $T(\omega) = t$ cho một hằng số $t \geq 0$ nào đó và cho mọi $\omega \in \Omega$ thì $\mathcal{F}_T = \mathcal{F}_t$.

Chứng minh. Ta có $\emptyset \cap \{T \leq t\} = \emptyset \in \mathcal{F}_t$ và $\Omega \cap \{T \leq t\} = \{T \leq t\} \in \mathcal{F}_t$ do đó $\emptyset, \Omega \in \mathcal{F}_T$. Xét $A \in \mathcal{F}_T$ khi đó

$$A^c \cap \{T \leq t\} = \{T \leq t\} \cap (A \cap \{T \leq t\})^c \in \mathcal{F}_t$$

suy ra $A^c \in \mathcal{F}_T$. Ta còn phải chứng minh với dãy $\{A_n\}_{n \geq 0}$ thuộc \mathcal{F}_T khi đó $\cup_{n \geq 0} A_n \in \mathcal{F}_T$. Thật vậy

$(\cup_{n \geq 0} A_n) \cap \{T \leq t\} = \cup_{n \geq 0} (A_n \cap \{T \leq t\}) \in \mathcal{F}_t$. Ta đã chứng minh xong \mathcal{F}_T là σ -trường.

Với mọi $t, s \geq 0$ ta có $\{T \leq t\} \cap \{T \leq s\} = \{T \leq \min(s, t)\} \in \mathcal{F}_{\min(s, t)} \subset \mathcal{F}_s$. Do đó theo định nghĩa của \mathcal{F}_T ta có $\{T \leq t\} \in \mathcal{F}_T$ với mọi $t \geq 0$, nghĩa là T là \mathcal{F}_T -đo được.

Nếu $T(\omega) = t \forall \omega$ thế thì xét $A \in \mathcal{F}_t$ ta có nếu $s \geq t$ thì $A \cap \{T \leq s\} = A \in \mathcal{F}_t \subset \mathcal{F}_s$ và nếu $s < t$ thì $A \cap \{T \leq s\} = \emptyset \in \mathcal{F}_s$. Từ đây $A \in \mathcal{F}_T$ và $\mathcal{F}_t \subset \mathcal{F}_T$. Ngược lại xét $A \in \mathcal{F}_T$ khi đó xét $s = t$ thế thì $A \cap \{T \leq s\} = A \in \mathcal{F}_t$ từ đây $\mathcal{F}_T \subset \mathcal{F}_t$. \square

Tài liệu tham khảo

- [1] R.G. Belinchón. On some connections between probability and differential equations. *Master Thesis in Partial Differential Equations- Random and Deterministic Modelling*, 2012.
- [2] J.L. Doob. *Stochastic processes*, volume 7. Wiley New York, 1953.
- [3] Ioannis Karatzas and Steven Shreve. *Brownian motion and stochastic calculus*, volume 113. Springer Science & Business Media, 2012.

Tính chất nhiệt động của kim loại dưới áp suất trong mô hình Debye

Thermodynamic properties of metals under pressure in Debye model

Trần Thị Hải^a, Phạm Thị Minh Hạnh^b, Hồ Khắc Hiếu^c

^aKhoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Hồng Đức
Faculty of Natural Science, Hong Duc University

^bKhoa Vật lý, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội 2

Faculty of Physics, Hanoi Pedagogical University No2

^cViện Nghiên cứu và Phát triển CNC, Trường Đại học Duy Tân
Institute of Research and Development, Duy Tan University

(Ngày nhận bài: 28/10/2016, ngày phản biện xong: 09/01/2017, ngày chấp nhận đăng: 05/04/2017)

Tóm tắt

Trong bài báo này, ảnh hưởng của áp suất đến một số đại lượng nhiệt động bao gồm hệ số Grüneisen, tần số và nhiệt độ Debye, mô đun trượt của kim loại được chúng tôi xem xét trên cơ sở mô hình Debye. Đầu tiên, chúng tôi phân tích sự phụ thuộc thể tích của hệ số Grüneisen. Dựa trên kết quả này và định nghĩa của hệ số Grüneisen trong mô hình Debye, chúng tôi xây dựng được biểu thức giải tích phụ thuộc thể tích của tần số và nhiệt độ Debye, và mô đun trượt của kim loại. Kết hợp với phương trình trạng thái Vinet, các đại lượng nhiệt động của sắt được chúng tôi tính toán số trong khoảng áp suất từ 20-100 GPa. Kết quả lý thuyết được so sánh với các giá trị thực nghiệm cũng như lý thuyết thu thập được cho thấy sự phù hợp tốt. Nghiên cứu này đưa ra một phương pháp tiếp cận đơn giản trong nghiên cứu các đại lượng nhiệt động của kim loại ở áp suất cao.

Từ khóa: Hệ số Grüneisen, Tần số Debye, Nhiệt độ Debye, Mô đun trượt, Áp suất cao.

Abstract

In this work, pressure effects on the thermodynamic quantities including Grüneisen parameter, Debye frequency and temperature, shear modulus of metals have been considered in within of the Debye model. Firstly, we analyzed the volume dependence of Grüneisen parameter. Based on this result and the definition of Grüneisen parameter in Debye model, we derived the analytical expressions of volume-dependent Debye frequency and temperature, shear modulus of metals. Making the combination with the Vinet equation-of-state, thermodynamic quantities of iron have been calculated numerically up to pressure 20-100 GPa. Our calculations have been compared with available experiments as well as other results showing the good and reasonable agreements. This research proposes a simple method to study high-pressure thermodynamic properties of metals.

Keywords: Grüneisen parameter, Debye frequency, Debye temperature, Shear modulus, Pressure.

© 2017 Bản quyền thuộc Đại học Duy Tân

1. Giới thiệu

Tính chất nhiệt động của vật liệu dưới áp suất cao là một đề tài có tính thời sự và ý nghĩa khoa học cao, đặc biệt là trong các lĩnh vực địa vật lý, vật lý thiên thể và vật lý hạt nhân [1]. Với sự phát triển của kỹ thuật, các nhà khoa học đã có thể thực hiện được những thí nghiệm với áp suất siêu cao [2, 3]. Sắt và hợp kim của sắt là thành phần chiếm phần lớn lõi Trái đất. Trong vật lý áp suất cao, các công trình nghiên cứu về sắt và các vật liệu chứa sắt khá phong phú. Tuy vậy, cho đến nay, giá trị của một số đại lượng nhiệt động của sắt ở áp suất cao (như hệ số Grüneisen, nhiệt độ nóng chảy, hệ số Debye-Waller) vẫn còn gây tranh cãi, chưa có sự thống nhất trong các tính toán lý thuyết, đo đạc thực nghiệm và mô phỏng [4].

Chính vì vậy, trong khuôn khổ bài báo này, chúng tôi sẽ áp dụng mô hình lý thuyết Debye để xây dựng cách tiếp cận đơn giản bài toán xác định mô đun trượt, tần số và nhiệt độ Debye của vật liệu dưới áp suất cao. Kết quả của công trình này là tiền đề cho những nghiên cứu tiếp theo về ảnh hưởng của áp suất đến hệ số Debye-Waller và các đại lượng nhiệt động khác trong lý thuyết EX-AFS. Tính toán số được chúng tôi thực hiện cho kim loại sắt đến áp suất 100 GPa. Giá trị lý thuyết được chúng tôi kiểm nghiệm thông qua việc so sánh với số liệu thực nghiệm thu thập được.

2. Phương pháp tiếp cận

2.1. Tần số và nhiệt độ Debye

Tần số Debye ω_D và nhiệt độ Debye θ_D là các đại lượng nhiệt động đặc trưng của tinh thể được đưa ra trong mô hình Debye. Theo mô hình này, tần số dao động của phonon được giả thiết biến thiên từ 0 đến tần số dao động cực đại ω_{max} . Tần số Debye ω_D chính là tần số dao động lý thuyết cực đại trong mô hình Debye. Nhiệt độ Debye θ_D là giá trị nhiệt độ tương ứng với tần số Debye $\theta_D = \hbar/k_B\omega_D$ (k_B là hằng số Boltzmann, \hbar là hằng số Planck thu gọn). Để xác định ảnh hưởng của áp suất đến tần số và nhiệt độ Debye của vật liệu chúng tôi sử dụng mối liên hệ giữa chúng với hệ số Grüneisen. Hệ số Grüneisen được đề xuất trong nghiên cứu về ảnh hưởng thể tích tinh thể

đến các tần số dao động của phonon [5]. Trong mô hình Debye, hệ số Grüneisen, định nghĩa bởi [6]

$$\gamma_G = -\frac{\partial \ln \omega_D}{\partial \ln V}, \quad (1)$$

trong đó V là thể tích của tinh thể và ω_D là tần số Debye.

Ở vùng áp suất thấp, hệ số Grüneisen được xem như là hằng số, không phụ thuộc vào sự thay đổi của áp suất. Tuy nhiên ở vùng áp suất cao, các nghiên cứu lý thuyết cũng như thực nghiệm gần đây [7, 8] chỉ ra rằng, hệ số Grüneisen sẽ giảm dần khi áp suất tăng. Để đánh giá ảnh hưởng của thể tích và áp suất lên hệ số Grüneisen, khá nhiều lý thuyết đã được đưa ra. Đơn cử, nhóm của Graf giả thiết hệ số Grüneisen có dạng hàm mũ của hệ số nén $\gamma_G = \gamma_0 \eta^q$, trong đó γ_0 , V_0 , và η tương ứng là hệ số Grüneisen, thể tích tinh thể ở áp suất $P = 0$ và hệ số nén $\eta = V/V_0$. Giá trị của q phụ thuộc vào vật liệu nghiên cứu và thông thường $q > 0$. Sử dụng mô hình này, nhóm tác giả đã nghiên cứu thành công hệ số Grüneisen và hệ số Debye-Waller của kim loại đồng và vàng ở áp suất cao [9]. Tuy nhiên, biểu thức này vẫn chưa hoàn toàn mô tả tốt ảnh hưởng của thể tích và áp suất đến hệ số Grüneisen của các vật liệu.

Gần đây, thông qua việc xem xét giá trị hệ số Grüneisen tại các giới hạn áp suất thấp và áp suất siêu cao, nhóm của Burakovsky cho rằng [10]: i) $\gamma_G \rightarrow 1/2$ khi $\eta \rightarrow 0$; ii) γ_G là hàm giải tích của $\eta^{1/3}$, hay khoảng cách giữa các nguyên tử; iii) Thừa số bậc nhất trong khai triển Taylor-Maclaurin của hệ số Grüneisen γ_G là khác không. Dựa trên 3 giả thiết này, Burakovsky và các cộng sự đã đề xuất biểu thức của hệ số Grüneisen dưới dạng [10]

$$\gamma_G = \frac{1}{2} + \gamma_1 \eta^{1/3} + \gamma_2 \eta^q, \quad (2)$$

trong đó $\gamma_1, \gamma_2, q = \text{const}, q > 1$. Trong bài báo này, biểu thức trên sẽ được chúng tôi sử dụng để nghiên cứu tần số Debye, nhiệt độ Debye cũng như mô đun trượt của kim loại sắt. Các giá trị γ_1, γ_2 , và q được chúng tôi xác định thông qua việc làm khớp biểu thức (2) với các giá trị thực nghiệm.

Thay biểu thức của hệ số Grüneisen trong phương trình (2) vào (1) và lấy tích phân, chúng

tôi thu được biểu thức phụ thuộc hệ số nén η của nhiệt độ Debye θ_D và tần số Debye ω_D dưới dạng

$$\theta_D(\eta) = \theta_{0D}\eta^{-1/2} \left[3\gamma_1(1 - \eta^{1/3}) + \frac{\gamma_2}{q}(1 - \eta^q) \right], \quad (3)$$

$$\omega_D(\eta) = \omega_{0D}\eta^{-1/2} \left[3\gamma_1(1 - \eta^{1/3}) + \frac{\gamma_2}{q}(1 - \eta^q) \right], \quad (4)$$

trong đó θ_{0D} và $\omega_{0D} = \frac{k_B}{h}\theta_{0D}$ tương ứng là nhiệt độ và tần số Debye của vật liệu ở áp suất $P = 0$. Các giá trị θ_{0D} và ω_{0D} có thể được xác định từ thực nghiệm hoặc tính toán lý thuyết theo mô hình Debye tương quan phi điều hòa [11].

2.2. Môđun trượt

Để xác định ảnh hưởng của áp suất đến môđun trượt của vật liệu, có nhiều mô hình và phương pháp khác nhau đã được đề xuất, ví dụ như mô hình Guinan & Steinberg [12], mô hình Preston & Wallace [13],... Trong bài báo này, chúng tôi xây dựng biểu thức giải tích phụ thuộc áp suất của môđun trượt của kim loại dựa trên mối liên hệ giữa hệ số Grüneisen và môđun trượt G được đề xuất bởi nhóm Burakovsky [14] bởi

$$\gamma_G = -\frac{1}{2} \frac{\partial \ln G}{\partial \ln V} - \frac{1}{6}. \quad (5)$$

Từ các phương trình (2) và (5), chúng tôi thu được biểu thức giải tích sau của môđun trượt

$$G(\eta) = G_0\eta^{-4/3} \exp \left[6\gamma_1(1 - \eta^{1/3}) + \frac{2\gamma_2}{q}(1 - \eta^q) \right], \quad (6)$$

trong đó G_0 là giá trị của môđun trượt của vật liệu ở áp suất $P = 0$.

Để đánh giá ảnh hưởng của áp suất đến các đại lượng nhiệt động ω_D , θ_D và G , chúng ta cần biết mối liên hệ giữa áp suất và thể tích hay phương trình trạng thái của vật liệu. Trong nghiên cứu tính chất nhiệt động của vật liệu ở áp suất cao, có nhiều phương trình trạng thái khác nhau được sử dụng như phương trình trạng thái Birch-Murnaghan [15], Holzapfel [16],... Trong bài báo này, chúng tôi sử dụng phương trình trạng

thái Vinet thể hiện mối liên hệ giữa áp suất P và hệ số nén $\eta = V/V_0$ dưới dạng [17]

$$P = 3K_0\eta^{-2/3}(1 - \eta^{1/3}) \exp \left\{ \frac{3}{2}(K'_0 - 1)(1 - \eta^{1/3}) \right\}, \quad (7)$$

ở đây, K_0 và K'_0 tương ứng là môđun nén khối đẳng tích và đạo hàm bậc nhất của nó ở áp suất $P = 0$.

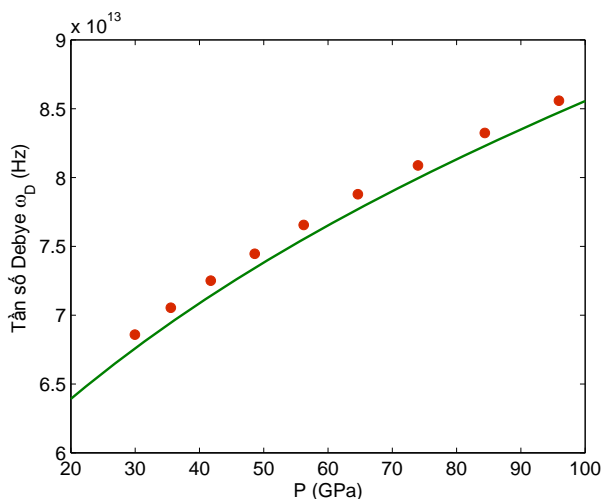
3. Kết quả và thảo luận

Trong phần này, chúng tôi sẽ thực hiện tính toán số các đại lượng nhiệt động, phụ thuộc áp suất, cho kim loại ϵ -Fe. Bằng phép làm khớp trong gần đúng bình phương tối thiểu biểu thức lý thuyết (2) với số liệu thực nghiệm được công bố trên tạp chí Geophysical Research Letters (2001) [4], chúng tôi thu được giá trị của các tham số γ_1 , γ_2 , và q trong biểu thức (2) tương ứng là $\gamma_1 = -0.1603$, $\gamma_2 = 1.4092$ và $q = 1.0003$. Kết quả thực nghiệm của hệ số Grüneisen này được nhóm Orson L. Anderson đo dựa trên kỹ thuật nhiễu xạ tia X [4].

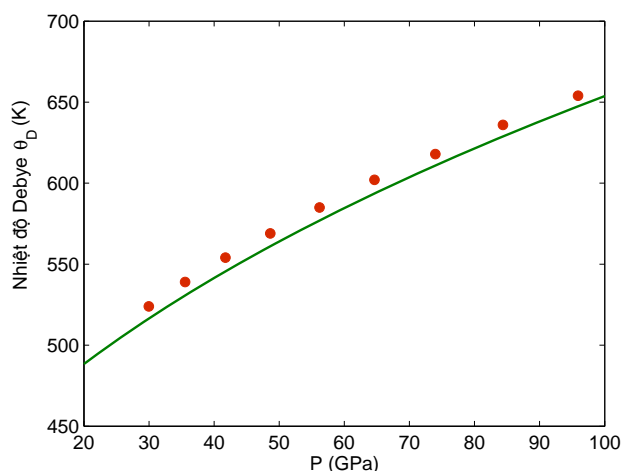
Trên hình 1 và 2, chúng tôi biểu diễn tần số và nhiệt độ Debye của ϵ -Fe theo hàm của áp suất đến 100 GPa. Ở đây, chú ý rằng, giá trị của môđun khối K_0 và đạo hàm bậc nhất K'_0 của ϵ -Fe tương ứng là $K_0 = 163.4$ GPa và $K'_0 = 5.38$ [18]. Ngoài ra, giá trị của tần số và nhiệt độ Debye ở áp suất $P = 0$ được chúng tôi xác định bằng mô hình Debye tương quan phi điều hòa [11] với thể tương tác giữa các nguyên tử được giả thiết là thể cặp Morse [19] và có giá trị tương ứng là $\omega_{0D} = 5.4482 \times 10^{13}$ Hz, $\theta_{0D} = 416.2820$ K. Kết quả này khá phù hợp với các giá trị thực nghiệm $\omega_{0D}^{exp} = 5.5231 \times 10^{13}$ Hz, $\theta_{0D}^{exp} = 422$ K [4]. Sự khác nhau giữa kết quả tính toán của chúng tôi và giá trị thực nghiệm vào khoảng 1.35%.

Quan sát các hình 1 và 2 chúng ta có thể thấy, giá trị tính toán lý thuyết nhiệt độ Debye (và tần số Debye tương ứng) cho kết quả phù hợp rất tốt với số liệu thực nghiệm thu thập được, kết quả sai khác chỉ khoảng vài phần trăm. Ngoài ra, đường cong nhiệt độ Debye và tần số Debye của sắt tăng nhanh theo sự tăng của áp suất. Điều này có thể giải thích là bởi, khi áp suất tăng, dao động của nguyên tử sẽ bị hạn chế tức là biên độ dao động

cũng giảm. Kết quả làm tăng tần số dao động phonon cũng như nhiệt độ Debye.



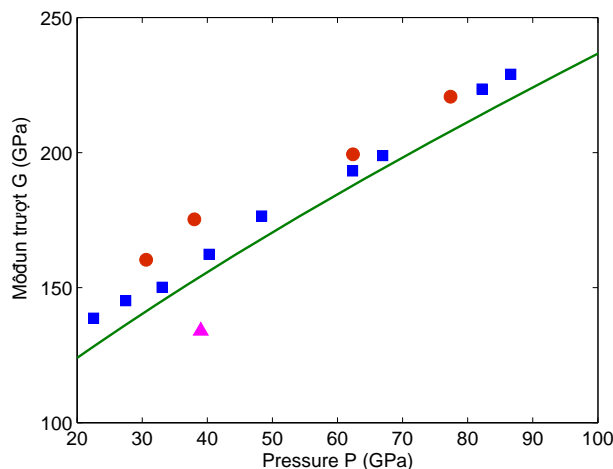
Hình 1. Tần số Debye phụ thuộc áp suất P của ϵ -Fe. Kết quả lý thuyết (đường liền nét) được so sánh với các kết quả thực nghiệm của Anderson và cộng sự [4] (đấu ●).



Hình 2. Nhiệt độ Debye phụ thuộc áp suất P của ϵ -Fe. Kết quả lý thuyết (đường liền nét) được so sánh với các kết quả thực nghiệm của Anderson và cộng sự [4] (đấu ●).

Trong phần tiếp theo, chúng tôi sẽ khảo sát ảnh hưởng của áp suất đến môđun trượt của sắt. Đường cong môđun trượt của sắt theo hàm của áp suất đến 100 GPa được chúng tôi biểu diễn trên hình 3. Có thể thấy, giá trị của môđun trượt tăng dần theo áp suất. Các dữ liệu thực nghiệm môđun trượt của sắt đo bởi các phương pháp khác nhau gồm tán xạ ánh sáng (đấu ●) [20], sóng siêu âm (đấu▲) [21] và kết quả đo Raman (đấu■) [22] cũng được chúng tôi biểu diễn để so sánh. Quan

sát hình 3 cho thấy, kết quả dự đoán lý thuyết phù hợp tốt với các giá trị thực nghiệm, đặc biệt là kết quả đo Raman [22]. Môđun trượt là một trong các đại lượng vật lý quan trọng trong nghiên cứu địa vật lý. Mặc dù, thông tin về môđun trượt G chưa đủ để suy ra được đầy đủ các tham số địa chấn dị hướng, nó vẫn có thể được sử dụng để phân tích, cũng như tính toán các sóng trượt phân cực song song và phân cực vuông góc với mặt phẳng cơ sở.



Hình 3. Đường cong môđun trượt phụ thuộc áp suất P của ϵ -Fe. Kết quả lý thuyết (đường liền nét) được so sánh với các kết quả đo tán xạ ánh sáng (dấu ●) [20], sóng siêu âm (dấu ▲) [21] và kết quả đo Raman (dấu ■) [22].

4. Kết luận

Trong bài báo này, ảnh hưởng của thể tích và áp suất đến một số tính chất nhiệt động (tần số Debye, nhiệt độ Debye, môđun trượt) của ϵ -Fe được xem xét trên cơ sở mô hình Debye. Chúng tôi đã xây dựng được biểu thức giải tích phụ thuộc hệ số nén $\eta = V/V_0$ của nhiệt độ Debye, tần số Debye và môđun trượt của vật liệu. Kết hợp với phương trình trạng thái Vinet, ảnh hưởng của áp suất đến các đại lượng này của ϵ -Fe được tính số đến áp suất 100 GPa. Kết quả lý thuyết được so sánh với các giá trị thực nghiệm cho thấy sự phù hợp tốt. Điều này cho phép chúng tôi kết luận rằng, mô hình này phù hợp cho việc xác định tần số Debye, nhiệt độ Debye và môđun trượt của ϵ -Fe nói riêng và các kim loại nói chung dưới ảnh hưởng của áp suất. Ngoài ra, kết quả này cũng có thể xem là nguồn dữ liệu tham khảo của các thí nghiệm áp suất cao trong tương lai.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia (NAFOS-TED) trong đề tài mã số 103.01-2014.12.

Tài liệu tham khảo

- [1] Y. Fei, Melting earth's core, *Science* 340 (2013) 442–443.
- [2] K. Ohta, Y. Kuwayama, K. Hirose, K. Shimizu, Y. Ohishi, Experimental determination of the electrical resistivity of iron at earth's core conditions, *Nature* 534 (2016) 95–98.
- [3] Z. Konopkova, R. S. McWilliams, N. Gomez-Perez, A. F. Goncharov, Direct measurement of thermal conductivity in solid iron at planetary core conditions, *Nature* 534 (2016) 99–101.
- [4] O. L. Anderson, L. Dubrovinsky, S. K. Saxena, T. LeBihan, Experimental vibrational grüneisen ratio values for e-iron up to 330 gpa at 300 k, *Geophys. Res. Lett.* 28 (2001) 399–402.
- [5] E. Grüneisen, Theorie des festen zustandes einatomiger elemente, *Ann. Phys. (Leipzig)* 39 (1912) 257.
- [6] S. Arafin, R. Singh, A. George, Melting of metals under pressure, *Physica B: Condens. Matter* 419 (2013) 40–44.
- [7] Z.-H. Fang, Pressure dependence of grüneisen parameter in solids, *physica status solidi (b)* 197 (1996) 39–43.
- [8] G. Cui, R. Yu, Volume and pressure dependence of grüneisen parameter γ for solids at high temperatures, *Physica B: Condensed Matter* 390 (2007) 220–224.
- [9] M. J. Graf, C. W. Greeff, J. C. Boettger, High-pressure debye-waller and grüneisen parameters of gold and copper, *AIP Confer. Proc.* 706 (2004) 65–68.
- [10] L. Burakovsky, C. W. Greeff, D. L. Preston, Analytic model of the shear modulus at all temperatures and densities, *Phys. Rev. B* 67 (2003) 094107.
- [11] N. V. Hung, N. B. Trung, B. Kirchner, Anharmonic correlated debye model debye-waller factors, *Physica B: Condens. Matter* 405 (2010) 2519–2525.
- [12] M. Guinan, D. Steinberg, A simple approach to ex-

- trapolating measured polycrystalline shear moduli to very high pressure, *Journal of Physics and Chemistry of Solids* 36 (1975) 829 –.
- [13] D. L. Preston, D. C. Wallace, A model of the shear modulus, *Solid State Communications* 81 (1992) 277 – 281.
- [14] L. Burakovsky, D. L. Preston, Y. Wang, Cold shear modulus and grüneisen parameter at all densities, *Solid State Communications* 132 (2004) 151 – 156.
- [15] F. Birch, Finite elastic strain of cubic crystals, *Phys. Rev.* 71 (1947) 809–824.
- [16] W. B. Holzapfel, Equations of state for ideal and real solids under strong compression, *EPL (Europhysics Letters)* 16 (1991) 67.
- [17] P. Vinet, J. Ferrante, J. H. Rose, J. R. Smith, Compressibility of solids, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 92 (1987) 9319–9325.
- [18] A. Dewaele, P. Loubeyre, F. Occelli, M. Mezouar, P. I. Dorogokupets, M. Torrent, Quasihydrostatic equation of state of iron above 2 mbar, *Phys. Rev. Lett.* 97 (2006) 215504.
- [19] H. O. Pamuk, T. Halicioglu, Evaluation of morse parameters for metals, *physica status solidi (a)* 37 (1976) 695–699.
- [20] J. C. Crowhurst, A. F. Goncharov, J. M. Zaug, Impulsive stimulated light scattering from opaque materials at high pressure, *Journal of Physics: Condensed Matter* 16 (2004) S1137.
- [21] H.-k. Mao, J. Shu, G. Shen, R. J. Hemley, B. Li, A. K. Singh, Elasticity and rheology of iron above 220[thinsp]gpa and the nature of the earth's inner core, *Nature* 396 (1998) 741–743.
- [22] S. Merkel, A. F. Goncharov, H.-k. Mao, P. Gillet, R. J. Hemley, Raman spectroscopy of iron to 152 gigapascals: Implications for earth's inner core, *Science* 288 (2000) 1626–1629.

Mô tả tính chất của hạt nhân ở trạng thái cơ bản bằng phương pháp trường trung bình

Mean-field description of nuclear ground-state properties

L. Tan Phuc^a, N. Quang Hung^a

^aInstitute of Research and Development, Duy Tan University, Da Nang, Vietnam

(Ngày nhận bài: 06/09/2016, ngày phản biện xong: 20/09/2016, ngày chấp nhận đăng: 05/04/2016)

Tóm tắt

Trong bài báo này chúng tôi nghiên cứu một số tính chất của hạt nhân ở trạng thái cơ bản như bán kính bình phương trung bình, mật độ điện tích, và năng lượng liên kết riêng dựa trên phương pháp lý thuyết trường trung bình. Phương pháp trường trung bình được sử dụng trong nghiên cứu này là phương pháp Hartree-Fock kết hợp với một số phiên bản gần đây nhất của lực tương tác nucleon-nucleon hiệu dụng dạng Skyrme như các lực SIII, SkM*, SLy4, và SLy5. Kết quả tính toán bằng số cho một số hạt nhân chẵn-chẵn (các hạt nhân có số neutron và proton đều là chẵn), từ các hạt nhân nhẹ như $^{16-22}\text{O}$, đến các hạt nhân trung bình như $^{40-50}\text{Ca}$, $^{56-66}\text{Ni}$, $^{88-96}\text{Zr}$ và nặng như $^{112-126}\text{Sn}$ và $^{206-212}\text{Pb}$, đã chỉ ra rằng, phương pháp trường trung bình Hartree-Fock với lực Skyrme đã mô tả khá tốt các số liệu thực nghiệm về trạng thái cơ bản của các hạt nhân trên, đặc biệt là khi sử dụng các lực Skyrme hiệu dụng SLy4 và SLy5.

Từ khóa: trường trung bình hạt nhân, phương pháp Hartree-Fock, lực Skyrme, bán kính bình phương trung bình, năng lượng liên kết riêng, mật độ điện tích.

Abstract

Nuclear ground-state properties including root-mean square radii, charge density, and binding energy per nucleon are described within the mean-field approximation. The latter is derived based on the Hartree-Fock method with the use of effective nucleon-nucleon (NN) interactions of the Skyrme types. Different versions of the Skyrme interactions such as SIII, SkM*, SLy4, and SLy5 have been used. The numerical calculations carried out for some even-even (numbers of neutron and proton are both even) nuclei, ranging from light ($^{16-22}\text{O}$) to the medium ($^{40-50}\text{Ca}$, $^{56-66}\text{Ni}$, $^{88-96}\text{Zr}$) and heavy ($^{112-126}\text{Sn}$, $^{206-212}\text{Pb}$) isotopes, have shown that the Skyrme-Hartree-Fock mean-field method is indeed a good approximation to nuclear ground state properties, especially when the SLy4 and SLy5 Skyrme interactions are used.

Keywords: Mean field, Hartree-Fock method, Skyrme forces, root mean square radii, binding energy per nucleon, charge density.

© 2013 Bản quyền thuộc Đại học Duy Tân

1. Introduction

An atomic nucleus is made of a system, which consists of N neutrons and Z protons

interacting via a strong nucleon-nucleon (NN) force at a finite short range of about 10^{-13}fm . Atomic nucleus is therefore a many-body interacting system, which is very complicated and dif-

difficult to treat exactly. Several approximate methods have been proposed to treat nuclear system. One of the most popular and successful methods is the Hartree-Fock (HF) mean-field approximation. The HF method was first proposed by D. R. Hartree in 1927 [1] and later developed by V. Fock in 1930 [2] with the aim to treat many-body electronic systems. It was latter applied to simulate ground-state properties of nuclear systems. The main idea of the HF method is that nucleons (neutrons and protons) in the nucleus do not interact with each other. Instead of that, they interact with an average field called the mean field, which is produced by interactions of all nucleons inside the nucleus [3, 4]. With this idea, the nuclear many-body interacting problem is transformed to a simple problem, in which the complex multi-nucleon interactions are approximately replaced with the interactions of the particles with the mean-field and therefore easily to solve numerically [5]. Based on the assumption that interactions between nucleons inside the nucleus can be expressed via the nuclear density functional, the Skyrme-type interactions were originally proposed by T. H. R. Skyrme in order to describe the HF mean field [6]. The HF method with Skyrme-type interactions, called Skyrme HF, was then applied to microscopically describe ground-state properties of various nuclei such as binding energies, root mean-square radii, nucleon densities, etc. The goal of present paper is to apply the Skyrme HF method to investigate the ground-state properties of various atomic nuclei, ranging from the light isotopes such as $^{16-22}\text{O}$ to the heavy ones such as $^{206-212}\text{Pb}$. For this purpose, we employ the latest versions of the Skyrme forces, namely SIII, SkM*, SLy4, and SLy5.

2. Skyrme Hartree-Fock method

2.1. Effective nucleon-nucleon interaction

The effective nucleon-nucleon interaction can be expressed in terms of two-body and three-body forces by T. H. R. Skyrme, called the Skyrme force [6]

$$V = \sum_{i<j} v_{ij}^{(2)} + \sum_{i<j<k} v_{ijk}^{(3)}, \quad (1)$$

where $v_{ij}^{(2)}$ and $v_{ijk}^{(3)}$ are respectively two and three body potentials. $v_{ij}^{(2)}$ is a short-range and velocity-dependent force, whose explicit form in the coordinate space is given as

$$\begin{aligned} v_{12} = & t_0(1 + x_0 P^\sigma) \delta(\vec{r}_1 - \vec{r}_2) + \\ & + \frac{1}{2} t_1 (1 + x_1 P^\sigma) \left[\delta(\vec{r}_1 - \vec{r}_2) \vec{k}^2 + \vec{k}'^2 \delta(\vec{r}_1 - \vec{r}_2) \right] \\ & + t_2 (1 + x_2 P^\sigma) \vec{k}' \delta(\vec{r}_1 - \vec{r}_2) \vec{k} + \\ & + i W_0 (\vec{\sigma}_1 + \vec{\sigma}_2) \vec{k}' \times \delta(\vec{r}_1 - \vec{r}_2) \vec{k}, \end{aligned} \quad (2)$$

where $\vec{k} = \frac{1}{2}(\vec{\nabla}_1 - \vec{\nabla}_2)$ is the relative momentum operator and \vec{k}' is the hermitian conjugate (acting on the left) of \vec{k} . In Eq. (2), P^σ is the spin exchange operator with $\vec{\sigma}$ being the Pauli matrices, whereas $\delta(\vec{r})$ with $\vec{r} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2$ is the delta function, which describes the radial dependence of the range (zero range) of the nuclear force. The parameters t_0 , t_1 , and t_2 define the mean central potential with t_0 and t_1 denoting the interaction acting on the even state (s and d states) and t_2 presenting the interactions acting on the odd states (p states). The exchange properties, which are characterized by strength of the interaction parameters, are specified by x_0 , x_1 and x_2 , where x_0 and x_1 represent the strengths of the spin (singlet and triplet) interactions of the corresponding even states, whereas x_2 is the same as x_0 or x_1 but for the odd states. The three-body force $v_{ijk}^{(3)}$ is often very complicated and its explicit form is still an open question until now. It was commonly expressed in terms of the two-body density as

$$v_{123} = t_3 (1 + x_3 P^\sigma) \delta(\vec{r}_1 - \vec{r}_2) \delta(\vec{r}_2 - \vec{r}_3), \quad (3)$$

where the parameters t_3 and x_3 represent the density dependence of the nuclear force. This three-body force was then approximated based on a two-body density dependent interaction of the form [5]

$$v_{123} \approx v_{12}(\rho) = \frac{1}{7} t_3 (1 + x_3 P^\sigma) \delta(\vec{r}) \rho^\alpha(\vec{R}), \quad (4)$$

where $\vec{r} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2$ and $\vec{R} = (\vec{r}_1 + \vec{r}_2)/2$.

2.2. Hartree-Fock method with effective Skyrme force

As mentioned in the Introduction, in the HF method, nucleons inside the nucleus move independently in an average potential called mean field and they interact with this field only [3]. The initial HF wave function therefore has the form of Slater determinant

$$\phi(r_1 \dots r_A) = \frac{1}{\sqrt{A!}} \begin{vmatrix} \psi_1(r_1) & \cdots & \psi_1(r_A) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \psi_A(r_1) & \cdots & \psi_A(r_A) \end{vmatrix}, \quad (5)$$

where $\phi(r_i)$ ($i = 1, \dots, A$) are the single-particle wave functions, which will be determined by solving the HF equations. The HF ground-state is thus given as

$$\begin{aligned} E &= \langle \phi, (T + V) \phi \rangle \\ &= \sum_i \langle i | \frac{P^2}{2m} | i \rangle + \frac{1}{2} \sum_{ij} \langle ij | \tilde{v}_{12} | ij \rangle + \\ &+ \frac{1}{6} \sum_{ijk} \langle ijk | \tilde{v}_{123} | ijk \rangle \\ &= \int H(\vec{r}) d^3 r, \end{aligned} \quad (6)$$

where T , V , P , and m are kinetic energy, potential energy, relative momentum, and mass of the nucleus, respectively, whereas \tilde{v}_{12} and \tilde{v}_{123} are anti-symmetrized matrix elements of the two-body and three-body interactions. The HF equation is derived based on the variational principle of the single-particle states

$$\frac{\delta}{\delta \phi_i} \left(E - \sum_i \varepsilon_i \int |\phi_i(\vec{r})|^2 d^3 r \right) = 0, \quad (7)$$

where ε_i are the single-particle energies. The HF equation can be numerically solved by the iterative method as follows

1. Choose a set of trial wave functions, which are often taken from the eigenfunctions of Hamiltonian with the Woods-Saxon potential.
2. Construct the HF mean field with the use of Skyrme force.
3. Solve HF equation with the mean field obtained in step 2 and get the new set of wave functions.
4. Repeat steps 1-3 with the new wave functions until reaching the expected convergence (the new wave functions in step 3 are almost the same as the trial wave functions in step 1).
5. Based on the wave functions in step 4, calculate all the physical quantities at ground state such as single-particle spectra, binding energy, nucleon densities and radii.

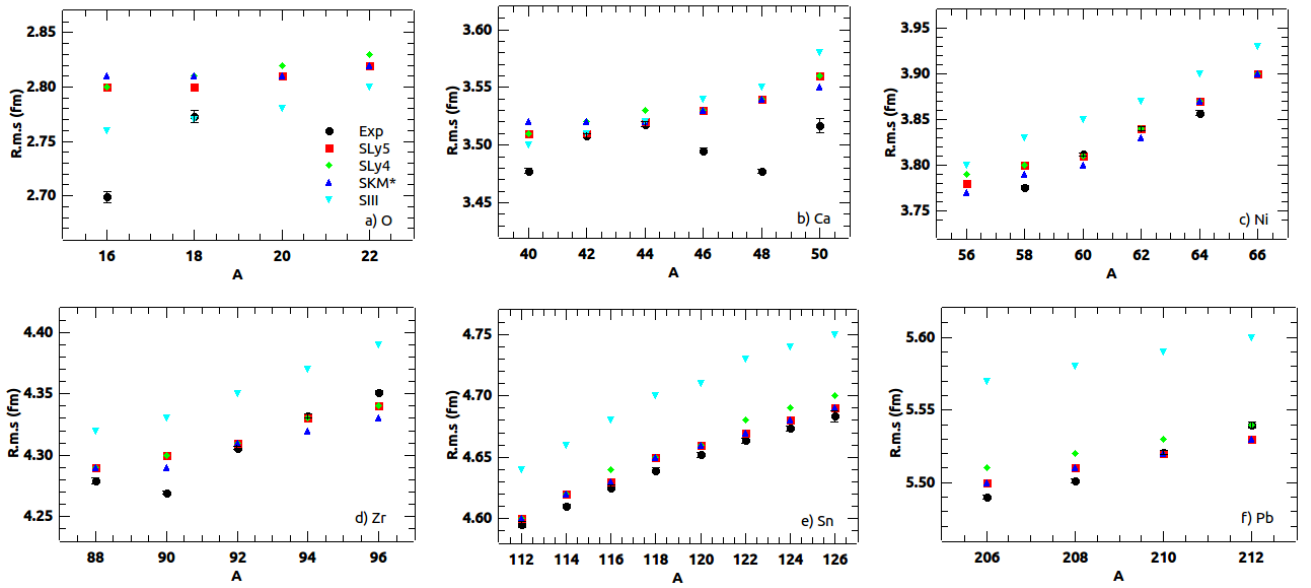
It is worth mentioning here that the mean-field concept is good only if the system contains a large number of degrees of freedom, e.g., large number of nucleons such as in the case of medium and heavy nuclei. The Skyrme HF method is therefore able to provide a good description for the ground-state properties of even-even nuclei, which are close to closed shells and/or spherical symmetry (the best is for nuclei with magic numbers). Several versions of Skyrme interactions have been developed, each of which gives different priority for treating different ground-state properties of the nucleus. Some latest versions of the Skyrme force are SIII [7], SkM* [8], SLy4 [9], SLy5 [9], whose parameters are presented in Table 1.

3. Numerical results and discussions

The Skyrme HF code with different versions of the Skyrme interaction given in Ref. [10] is used to calculate the ground-state quantities including binding energies per nucleon, root-mean square radii and charge densities of several even-even isotopes such as $^{16-22}\text{O}$, $^{40-50}\text{Ca}$, $^{56-66}\text{Ni}$, $^{88-96}\text{Zr}$, $^{112-126}\text{Sn}$, and $^{206-212}\text{Pb}$. The theoretical results are then compared with the experimental data taken from Refs. [11–14].

Parameter	SIII [7]	SkM* [8]	SLy4 [9]	SLy5 [9]
$t_0(\text{MeV}\cdot\text{fm}^3)$	-1128.75	-2645	-2488.91	-2484.88
$t_1(\text{MeV}\cdot\text{fm}^5)$	395	410	486.82	483.13
$t_2(\text{MeV}\cdot\text{fm}^5)$	-95	-135	-546.39	-549.40
$t_3(\text{MeV}\cdot\text{fm}^6)$	14000	15595	13777	13763
x_0	0.45	0.09	0.834	0.778
x_1	0	0	-0.344	-0.328
x_2	0	0	-1	-1
x_3	1	0	1.354	1.267
$W_0(\text{MeV}\cdot\text{fm}^5)$	120	130	123	126
α	1	1/6	1/6	1/6

Bảng 1. Parameters of the latest versions of the Skyrme force.



Hình 1. The root mean square radii ($R.m.s$) versus the mass numbers (A) obtained within the HF method with different Skyrme forces for Oxygen (a), Calcium (b), Nickel (c), Zirconium (d), Tin (e), and Lead (f) isotopes. The experimental data taken from Ref. [11] are plotted by the filled circles with error bars.

Shown in Fig. 1 are the root mean-square radii (R_{rms}) obtained within the HF calculations with several Skyrme-type interactions versus the experimental data taken from Ref. [11] for Oxy-

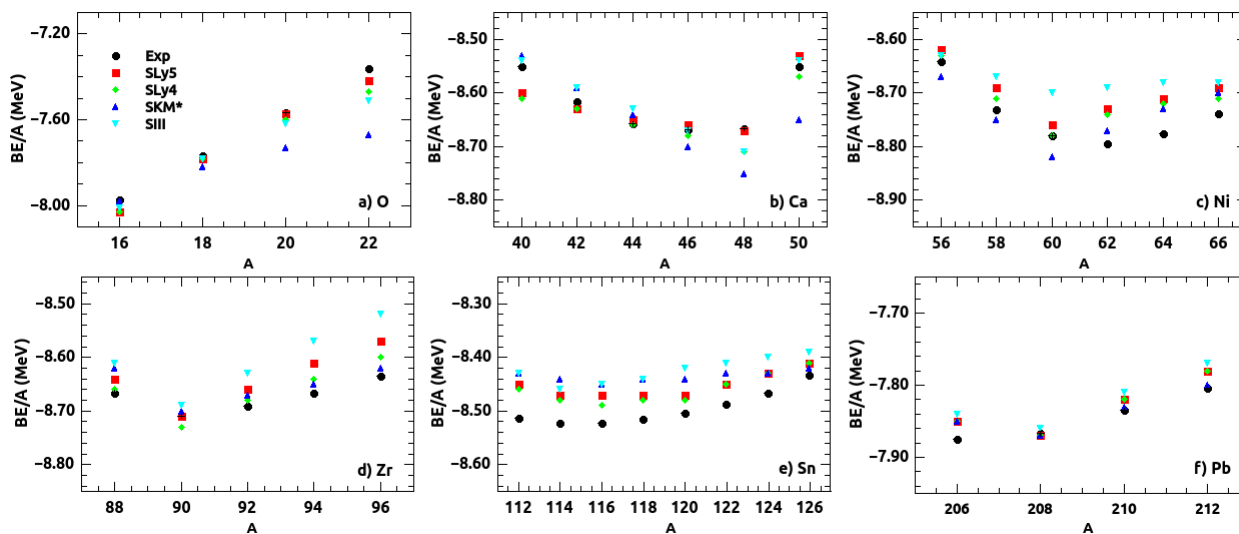
nucleus. Within the HF method, R_{rms} is calculated based on the nucleon density ρ_A as

$$R_{rms} = \sqrt{\langle r_A^2 \rangle}, \langle r_A^2 \rangle = \int r^2 \rho_A(r) d^3r. \quad (8)$$

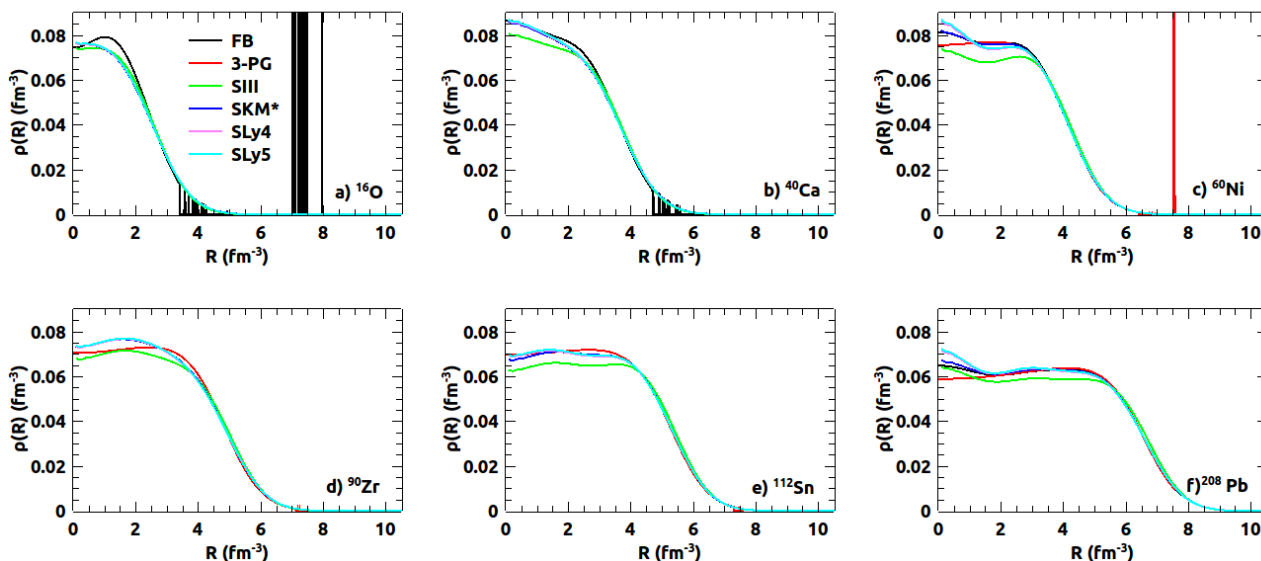
It is clear to see from Fig. 1 that R_{rms} obtained within the HF with four interactions over esti-

gen (a), Calcium (b), Nickel (c), Zirconium (d), Tin (e), and Lead (f) isotopes. R_{rms} is a quantity, which is used to measure the size of an atomic

mate the experimental data of doubly closed shell ^{16}O nucleus [see Fig. 1 (a)]. However, the discrepancy in this case amounts only from 0.05 (for SIII) to 0.1 MeV (for SLy4, SLy5, and SkM*). For ^{18}O nucleus, the HF calculation with SIII offers the best fit to the measured data. For nuclei with higher masses such as ^{40}Ca , SIII interaction seems to be a good approximation to



Hình 2. The same as Fig. 1 but for the binding energies per nucleon (BE/A) versus the mass numbers (A).



Hình 3. Charge densities obtained within the HF method with different Skyrme forces for ^{16}O , ^{40}Ca , ^{60}Ni , ^{90}Zr , ^{112}Sn , and ^{208}Pb . The notations FB in a)-c) and 3-PG in d)-f) denote the experimental data fitted using the Fourier-Bessel and 3-parameter Gaussian expansions, respectively (see e.g., Refs. [12–14])

R_{rms} of $^{40-44}\text{Ca}$ isotopes, whereas all four interactions deviate from the experimental R_{rms} of neutron-rich $^{46-50}\text{Ca}$ isotopes [see Fig. 1 (b)]. For Nickel [Fig. 1 (c)] and Zirconium [Fig. 1 (d)] isotopes, it is clear to see that the SIII fails to describe the experimental R_{rms} , whereas the results obtained within other interactions are quite close to the experimental data. This trend is also seen in the results obtained for heavy isotopes such as Tin [Fig. 1 (e)] and Lead [Fig. 1 (f)], where SIII interaction over estimates the experimental data, whereas those obtained within other three interactions are all in good agreement with the data. Figure 2 plots the binding energy per nucleon (BE/A), which is equal to total binding (ground-state) energy (BE) divided by mass number A , obtained within the Skyrme HF calculation for all nuclei under consideration. Overall, the BE/A values obtained within the HF method with the use of SLy4 and SLy5 interactions agree with the experimental data, whereas those obtained within the SIII are close to the experimental data of Oxygen and Calcium isotopes only. It is also seen in Fig. 2 (f) that SkM* seems to be the best interaction for the description of the binding energy of heavy Lead isotopes. In Fig. 3, the charge (proton) densities obtained within the Skyrme HF approach are shown for some selected stable nuclei such as ^{16}O [Fig. 1 (a)], ^{40}Ca [Fig. 1 (b)], ^{60}Ni [Fig. 1 (c)], ^{90}Zr [Fig. 1 (d)], ^{112}Sn [Fig. 1 (e)], and ^{208}Pb [Fig. 1 (f)] along with the experimental data, which are obtained by fitting the measured electron scattering data to the Fourier-Bessel (FB) and 3-parameter Gaussian expansions (3-PG) given in Refs. [12–14]. The neutron density is not plotted and discussed here because it is difficult to measure it as neutron has no charge. This Fig. 3 shows that the HF calculations with all four interactions give almost the same charge-density distribution at and beyond the surface of the nucleus ($R \sim 3 \text{ fm}^{-3}$ in ^{16}O , ^{40}Ca , and ^{60}Ni and $\sim 4-5 \text{ fm}^{-3}$ in ^{90}Zr , ^{112}Sn , and ^{208}Pb), which also coincides with the experimentally fitted data. The difference between the charge densities obtained within the HF calculations with the use of different Skyrme interactions arises only in the internal (in-medium) re-

gion of the nucleus. Amongst these results, the HF with SLy4 and SLy5 interactions is found to be the best approximation to the experimental charge density, whereas the HF with SIII interaction does not agree with the experimental data.

4. Conclusions

Present paper studies the ground-state properties of atomic nuclei within the mean-field HF picture that takes into account several effective nucleon-nucleon interactions of the Skyrme types such as SLy4, SLy5, SkM*, and SIII forces. The analysis of the numerical calculations for various even-even isotopes ranging from the light to the heavy ones has shown that the HF method with SLy4 and SLy5 interactions gives the best description to ground-state properties of even-even spherical nuclei. For simplicity, this paper restricts to the study of spherical nuclear systems with even numbers of neutron and proton only. For the case of odd and deformed systems, the HF formalism becomes complicated due to the breakings of the time reversal and degeneracy in these systems. Moreover, the HF method employed here did not take into account the pairing correlation. The latter is known to be important for neutron/proton-rich nuclei, especially nuclei close to the neutron/proton drip line. The goal of our incoming studies is to study such pairing effect on the HF mean-field picture of not only spherical but also deformed nuclei.

References

- [1] D. R. Hartree, The wave mechanics of an atom with a noncoulomb central field. part i. theory and methods, *Math. Proc. Cambridge Philos. Soc* **24** (1928) 89–110.
- [2] V. Fock, Näherungsmethode zur lösung des quantenmechanischen mehrkörperproblems, *Z. Physik* **61** (1930) 126–148.
- [3] P. Ring, P. Schuck, *The nuclear many-body problems* (Springer-1980).
- [4] J. C. Slater, A simplification of the Hartree-Fock method, *Phys. Rev* **81** (1951) 385–390.
- [5] D. Vautherin, D. M. Brink, Hartree-Fock calculations with Skyrme's interaction. I. Spherical nuclei, *Phys. Rev. C* **5** (1972) 626–647.
- [6] T. H. R. Skyrme, The effective nuclear potential, *Nucl. Phys* **9** (1958) 615–634.

- [7] M. Beiner *et al*, Nuclear ground-state properties and self-consistent calculations with Skyrme interaction. I. Spherical description, Nucl. Phys. A **238** (1975) 29–69.
- [8] J. Bartel *et al*, Towards a better parametrisation of Skyrme-like effective forces: A critical study of the SkM force, Nucl. Phys. A **386** (1982) 79–100.
- [9] E. Chabanat *et al*, A Skyrme parametrization from subnuclear to neutron star densities. II. Nuclei far from stabilities, Nucl. Phys. A **635** (1998) 231–256.
- [10] G. Colò *et al*, Self-consistent RPA calculations with Skyrme-type interactions: The skyrme_rpa program, Comput. Phys. Commun **184** (2013) 142–161.
- [11] I. Angeli, K. Marinov, Table of experimental nuclear ground state charge radii: An update, At. Data. Nucl. Data Tables **99** (2013) 69–95.
- [12] G. Fricke *et al*, Nuclear ground state charge radii from electromagnetic interactions, At. Data. Nucl. Data Tables **60** (1995) 177–285.
- [13] C. W. De Jager *et al*, Nuclear charge and magnetization-density-distribution parameters from elastic electron scattering, At. Data. Nucl. Data Tables **14** (1974) 479–508.
- [14] H. De Vries *et al*, Nuclear charge-density-distribution parameters from elastic electron scattering, At. Data. Nucl. Data Tables **36** (1987) 495–536.

Tổng quan về quá trình shock gây nên bởi tia laser trong môi trường chất lỏng

Laser-induced Shock Process in Liquid-confining Regime: A review

Nguyễn Thị Phương Thảo

*Viện Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ cao, Đại học Duy Tân, Việt Nam
Institute of Research and Development, Duy Tan University, Vietnam*

(Ngày nhận bài: 12/03/2016, ngày phản biện xong: 12/05/2016, ngày chấp nhận đăng: 05/04/2017)

Tóm tắt

Bài báo này giới thiệu khái quát về quá trình shock gây nên bởi tia laser trong môi trường chất lỏng và các phương pháp nghiên cứu thực nghiệm thường dùng trong nghiên cứu động học quá trình shock gây nên bởi tia laser. Trong bài báo, chúng tôi cũng tổng quan những kết quả đạt được trong lĩnh vực nghiên cứu này.

Từ khóa: Gia công laser trong môi trường chất lỏng, quá trình shock gây nên bởi tia laser

Abstract

This paper briefly introduces the laser-induced shock process in liquid-confining regime and the experimental methods used in studying the dynamics of laser-induced shock process. In this paper, we also review the achieved results and remaining questions in studying the dynamical characteristics of under-liquid laser-induced shock process.

Keywords: Under-liquid laser ablation, laser-induced shock process

© 2017 Bản quyền thuộc Đại học Duy Tân

1. Giới thiệu

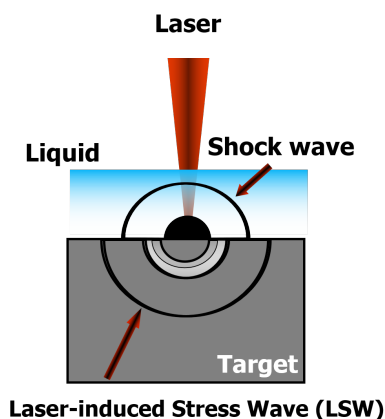
Quá trình shock gây nên bởi tia laser trong môi trường chất lỏng được chú ý nhiều trong những thập kỉ gần đây nhờ vào những ứng dụng rộng rãi của nó trong lĩnh vực gia công vật liệu, kỹ thuật y sinh và công nghệ nano. Mặc dù có nguyên lý khá đơn giản, quá trình shock gây nên bởi tia laser trong môi trường chất lỏng bao gồm nhiều hiện tượng vật lý phức tạp và vẫn đang là đề tài được nghiên cứu rộng rãi trong những

năm gần đây. Bài báo này trình bày khái quát về quá trình shock gây nên bởi tia laser trong môi trường chất lỏng và các ứng dụng của nó. Bài báo cũng giới thiệu các phương pháp nghiên cứu thực nghiệm thường dùng trong nghiên cứu động học quá trình shock gây nên bởi tia laser, đồng thời tổng quan những kết quả đạt được trong lĩnh vực nghiên cứu này.

2. Quá trình shock gây nên bởi tia laser trong môi trường chất lỏng và các ứng dụng

Quá trình shock gây nên bởi tia laser trong môi trường chất lỏng có thể được khái quát như sau:

Khi xung laser được hội tụ lên bề mặt một vật thể rắn, phần đầu của xung phá hủy và hóa hơi một lớp mỏng của vật liệu và tạo thành lớp plasma ban đầu. Lớp plasma ban đầu này tiếp tục hấp thụ phần năng lượng còn lại của xung laser và đạt đến trạng thái áp suất cao. Lớp plasma ở trạng thái áp suất cao giãn nở với vận tốc siêu thanh, tạo nên các sóng shock lan truyền trong môi trường chất lỏng và các sóng ứng suất lan truyền trong môi trường chất rắn. Sau khi giãn nở, plasma nguội dần và tạo thành một bóng khí chứa phần chất lỏng và vật liệu hóa hơi. Bóng khí tiếp tục giãn nở cho đến khi áp suất chất khí bên trong cân bằng với áp suất thủy tĩnh bên ngoài. Dưới tác dụng của quán tính, bóng khí tiếp tục giãn nở vượt qua vị trí cân bằng áp suất trước khi co lại dưới sức ép của lớp chất lỏng xung quanh. Chuyển động co lại của bóng khí diễn ra cho đến khi áp suất của nó đủ lớn để đảo ngược quá trình và giãn nở trở lại.



Hình 1. Quá trình shock gây nên bởi tia laser trong môi trường chất lỏng.

Những nghiên cứu tiên phong về hiện tượng shock gây nên bởi tia laser trong môi trường chất lỏng được thực hiện từ những năm 1970. Kết quả nghiên cứu cho thấy áp suất shock đạt được khi có mặt lớp chất lỏng lớn hơn rất nhiều lần so với khi quá trình shock được thực hiện trong môi

trường không khí [1]. Áp suất lên tới một vài GPa có thể được tạo nên khi hội tụ xung laser cường độ cao lên bề mặt kim loại đặt trong nước. Áp suất này truyền sâu vào bên trong bề mặt vật thể và làm thay đổi cấu trúc vật liệu. Ban đầu, quá trình shock gây nên bởi tia laser trong môi trường chất lỏng được ứng dụng chủ yếu trong lĩnh vực gia công bề mặt, với mục đích tạo nên bề mặt cứng cho các vật thể kim loại [2, 3]. Hiện tượng shock gây nên bởi tia laser được xem như phương pháp gia công tiên tiến thay thế cho các phương pháp xử lý bề mặt cổ điển, và được phát triển để trở thành công nghệ làm bền bề mặt sử dụng trong chế tạo máy bay và các nhà máy hạt nhân [2, 4, 5]. Hiện nay, quá trình shock gây nên bởi tia laser trong môi trường chất lỏng đang được đề xuất như là một phương pháp đầy hứa hẹn trong kỹ thuật tổng hợp các phần tử nano. [4, 6–8]. Trong lĩnh vực gia công chính xác, áp suất shock mạnh sinh ra khi hội tụ tia laser lên vật liệu trong môi trường chất lỏng được chứng minh là cải thiện quá trình gia công và được áp dụng rộng rãi [9, 10]. Trong kỹ thuật y sinh, quá trình shock được ứng dụng trong phẫu thuật, nha khoa, phá hủy sỏi thận v.v..

Các ứng dụng khác nhau của quá trình shock gây nên bởi tia laser trong môi trường chất lỏng có các yêu cầu kỹ thuật khác nhau. Trong ứng dụng làm cứng bề mặt, yêu cầu đặt ra là thay đổi cấu trúc vật liệu và trạng thái ứng suất của bề mặt vật thể, tuy nhiên không được phép làm nóng chảy hoặc biến dạng bề mặt [6]. Yêu cầu kỹ thuật này có thể đạt được bằng cách phủ lên bề mặt vật thể một lớp vật liệu thay thế để bảo vệ lớp bề mặt không bị phá hủy trực tiếp bởi tia laser. Một lớp nước dày khoảng một vài milimet được cho chảy qua liên tục trên bề mặt gia công nhằm tối ưu hóa tác dụng gia tăng áp suất của lớp chất lỏng, đồng thời giúp làm nguội bề mặt. Thông thường, các xung laser với độ dài xung khoảng vài nano giây và cường độ từ 1–10 GW/cm² được chọn trong các quá trình gia công làm tăng độ cứng, độ chống mài mòn và làm tăng ứng suất mỏi của bề mặt. [11–15]. Trong những năm gần đây, quá trình shock không sử dụng lớp phủ cũng được nghiên cứu phát triển như là một phương pháp xử lý bề mặt hiệu quả trong việc ngăn chặn sự xuất

hiện và tiến triển của các vết nứt [16]. Trong ứng dụng gia công chính xác, áp suất shock quá lớn sẽ gây phá hủy vết cắt và giảm độ chính xác gia công. Do vậy quá trình shock thường được tiến hành với các xung laser cường độ thấp được lặp lại với tần số cao, được hỗ trợ bởi lớp nước mỏng khoảng vài trăm micromet nhằm tối ưu hóa tốc độ phá hủy vật liệu [17]. Trong ứng dụng chế tạo các phần tử nano, quá trình shock được thực hiện trong các loại chất lỏng hữu cơ thay vì dùng nước để tránh các phản ứng hóa học giữa nước và các phần tử vật liệu. Lớp chất lỏng thường dày khoảng vài milimet đến một centimet [6, 18–20]. Trong các ứng dụng làm bền bề mặt và gia công chính xác, sự phát sinh bóng khí là hiện tượng không mong muốn bởi vì nó che phủ bề mặt vật thể khiến cho xung laser tiếp theo không thể truyền tới vật liệu, và do vậy, làm giảm tốc độ gia công. Ngược lại, trong ứng dụng chế tạo các phần tử nano, quá trình hình thành và tiến triển của bóng khí rất quan trọng vì nó đóng vai trò như buồng phản ứng, nơi các phần tử vật liệu tương tác với nhau. Các điều kiện về nhiệt độ và áp suất trong lòng bóng khí có ảnh hưởng quan trọng lên cấu trúc và kích thước các phần tử nano được hình thành [5, 7, 21]. Trong ứng dụng y sinh, quá trình shock và phát sinh bóng khí cần phải được kiểm soát nghiêm ngặt để tránh các tổn hại không mong muốn cho các tế bào xung quanh [3]. Quá trình shock gây nên bởi tia laser trong môi trường chất lỏng rất nhạy với những thay đổi của điều kiện gia công như đặc tính bề mặt gia công, chiều dày và đặc tính lớp chất lỏng, năng lượng xung, điều kiện hội tụ v.v.. Do vậy những hiểu biết chi tiết về đặc tính động học của quá trình shock gây nên bởi tia laser là yêu cầu tiên quyết để có thể lựa chọn các tham số gia công tối ưu cho mỗi ứng dụng cụ thể của quá trình này.

3. Các phương pháp thực nghiệm dùng trong nghiên cứu quá trình shock gây nên bởi tia laser

Các phương pháp thực nghiệm để nghiên cứu động học quá trình shock gây nên bởi tia laser trong môi trường chất lỏng có thể được chia làm hai nhóm chính: nhóm các phương pháp đo lường

áp lực và nhóm các phương pháp dùng kỹ thuật quang học.

3.1. Các phương pháp đo lường áp lực

Những nỗ lực đầu tiên trong việc đo lường áp suất shock sinh ra bởi tia laser được thực hiện bằng cách sử dụng các thiết bị áp điện để biến đổi áp suất thành tín hiệu điện từ. Thiết bị áp điện được dùng phổ biến nhất trong nghiên cứu động học hiện tượng shock gây nên bởi tia laser là thiết bị đo dùng tinh thể thạch anh (X-cut quartz crystal gauge) và thiết bị đo dùng polyvinylidene fluoride (PVDF gauge). X-cut Quartz crystal được xem là thiết bị áp điện phù hợp để đo áp suất shock gây nên bởi tia laser nhờ vào độ nhạy và độ phân giải thời gian tốt [22, 23]. Tuy nhiên, độ chính xác của việc đo lường vẫn đang còn nghi vấn do những hiệu ứng phi tuyến có thể xảy ra bên trong tinh thể tại miền áp suất cao [24]. PVDF gauge dựa trên đáp ứng áp điện của lớp màng polymeric dày khoảng 25 micromet và có thể được sử dụng để đo áp suất lên đến 35 GPa. Nó cũng được chứng minh là đáng tin cậy để đo lường áp suất shock sinh ra bởi tia laser [25]. Điểm hạn chế của các thiết bị đo áp suất dựa vào hiệu ứng áp điện là chúng rất nhạy với các tín hiệu không mong muốn sinh ra do hiện tượng không tương đồng trở kháng. Hơn nữa việc xác định thang đo và loại bỏ nhiễu cũng gặp nhiều khó khăn [26]. Một hướng tiếp cận khác trong đo lường áp suất shock gây nên bởi tia laser là phương pháp đo lường không tiếp xúc bằng cách sử dụng các hệ thống đo vận tốc để xác định vận tốc của một miếng kim loại mỏng được gia tốc bởi áp suất shock. Hệ thống VISAR (Velocity Interferometer Dystem for Any Reflector) đầu tiên được phát triển vào những năm 1990 và đã được ứng dụng thành công trong nghiên cứu hiện tượng shock gây nên bởi tia laser [2, 24, 27]. Điểm hạn chế của hệ thống VISAR là nó không thể đo được vận tốc thấp trong thời gian ngắn và không thể thực hiện đo lường tại nhiều điểm cùng một lúc [26]. Trong những năm gần đây, hệ thống PDV (Photon Doppler Velocimetry) được chú ý và áp dụng rộng rãi trong nghiên cứu các hiện tượng shock. So với VISAR, hệ thống PDV có khả năng đo được vận tốc thấp trong khoảng

thời gian ngắn, chi phí thấp, dễ chế tạo và dễ sử dụng [26]. Nhược điểm chung của các phương pháp đo lường áp lực nêu trên là chúng không thể cung cấp thông tin về các sóng shock lan truyền trong môi trường chất lỏng. Những thông tin này rất quan trọng trong phân tích và khảo sát đặc điểm động học của các quá trình shock gây nên bởi tia laser.

3.2. Các phương pháp quang học

Có rất nhiều các phương pháp quang học khác nhau được sử dụng trong nghiên cứu động học quá trình shock gây nên bởi tia laser trong môi trường chất lỏng. Ưu điểm chính của các phương pháp quang học là các sóng shock được quan sát một cách trực tiếp, không cần phải qua biến đổi thành các tín hiệu điện tử, do vậy hạn chế tối đa được các sai lệch do thiết bị đo gây ra. Các phương pháp quang học có thể cho phép quan sát hiện tượng tại một điểm theo thời gian hoặc quan sát được toàn bộ miền hiện tượng trong một thời điểm và đã cung cấp một lượng lớn thông tin về động học các quá trình sinh ra trong hiện tượng shock gây nên bởi tia laser. Một số kỹ thuật quang học được sử dụng phổ biến trong nghiên cứu động học quá trình shock gây nên bởi tia laser được giới thiệu khái quát sau đây:

(1) Shadowgraphy. Đây là kỹ thuật quang học thường dùng để quan sát sự không đồng nhất của môi trường trong suốt như không khí hoặc chất lỏng. Khi trong môi trường trong suốt đồng nhất có các pha gây nhiễu như sự thay đổi về nhiệt độ, tỉ trọng, hoặc sự xuất hiện của sóng shock, đường truyền ánh sáng sẽ bị bẻ cong và tạo nên bóng đen lên một mặt phẳng chiếu. Hình ảnh trên mặt phẳng chiếu bao gồm các phần màu đen trên nền sáng được chụp lại bằng kỹ thuật chụp ảnh thông thường. Cần lưu ý rằng hình ảnh thu được bằng phương pháp này chỉ là hình chiếu bóng của các pha gây nhiễu. Khi sử dụng tia laser làm nguồn sáng và camera tốc độ cao để chụp, kỹ thuật này có thể chụp được các sóng shock và bóng khí với độ phân giải thời gian đến nano giây [28–31].

(2) Schlieren photography: Kỹ thuật Schlieren photography gần giống với kỹ thuật shadowgraphy và dựa trên nguyên tắc ánh sáng bị bẻ cong khi chúng chạm phải vùng thay đổi về mật độ.

Một chùm sáng song song được chiếu tới vật và được hội tụ tại một điểm trước khi được truyền đến thiết bị chụp ảnh. Một lưỡi dao được đặt tại điểm hội tụ sao cho lưỡi dao che một nửa nguồn sáng. Đối với dòng chảy đồng nhất, lưỡi dao chỉ làm độ sáng của hình ảnh giảm đi một nửa. Khi có sự thay đổi về mật độ dòng chảy, tia sáng đi qua vùng thay đổi này bị bẻ cong và không hội tụ tại đúng tiêu điểm. Một phần các tia sáng hội tụ về phía lưỡi dao sẽ bị che mất. Kết quả là trên hình ảnh, ta sẽ nhận được một hệ các vệt sáng tối, liên quan đến sự thay đổi về mật độ trong dòng chảy. Sóng shock, về bản chất là một lớp mỏng vật chất có sự thay đổi lớn về mật độ, nhiệt độ và áp suất so với môi trường xung quanh, có thể dễ dàng quan sát được bằng kỹ thuật này [28, 32].

(3) Photography: Kỹ thuật này giống như kỹ thuật chụp ảnh thông thường. Về nguyên tắc ta không thể chụp ảnh các vùng thay đổi về mật độ trong môi trường trong suốt vì sự chệch hướng của tia sáng không thể được phát hiện tại chính mặt phẳng vật. Tuy nhiên khe lấy sáng của hệ thống chụp ảnh tạo nên một bộ lọc có khả năng phát hiện ra sự chệch hướng của tia sáng. Do vậy kỹ thuật này có thể được coi như một biến thể của kỹ thuật Schlieren photography, và được sử dụng rất rộng rãi để chụp ảnh các sóng shock [28].

(4) Kỹ thuật chụp ảnh giao thoa ánh sáng: Kỹ thuật này dựa trên việc sử dụng các bộ giao thoa cổ điển, ví dụ như Mach-Zehnder Interferometer (MZI) và Michelson interferometer để đo sự thay đổi của đường truyền ánh sáng gây ra do các pha nhiễu.

(5) Digital Holography: Kỹ thuật này tương tự như kỹ thuật holography truyền thống, tuy nhiên hình ảnh holograph của vật thể được chụp bằng camera quang điện thay vì được ghi lại trên film. Hình ảnh được lưu trữ trên máy tính và sau đó có thể được xử lý để xác định các thông tin về đường truyền ánh sáng [28, 33].

(6) Kỹ thuật chụp ảnh quang đàn hồi phân giải thời gian: Kỹ thuật này tương tự như kỹ thuật shadowgraph, tuy nhiên một bộ kính lọc phân cực được thêm vào hệ thống chụp ảnh để có thể chụp được hình ảnh quang đàn hồi của các sóng ứng suất lan truyền trong môi trường chất rắn. Hình ảnh thu được là hình shadow của sóng

shock trong môi trường chất lỏng hoặc khí và các vân quang đàn hồi thể hiện cường độ của sóng ứng suất trong môi trường chất rắn [34–39].

Điểm hạn chế chính của các phương pháp quang học trong nghiên cứu động học quá trình shock gây nên bởi tia laser là chúng chỉ quan sát được sóng shock trong pha lỏng/khí mà không đo được áp suất shock tác dụng lên pha rắn. Áp suất shock, do vậy, thường được tính toán gián tiếp thông qua việc xác định vận tốc của sóng shock. Kỹ thuật chụp ảnh quang đàn hồi cho phép quan sát các sóng ứng suất và ước lượng cường độ ứng suất gây ra trong lòng chất rắn, tuy nhiên chỉ dừng lại ở mức độ định tính hoặc bán định lượng.

4. Những kết quả đạt được trong nghiên cứu đặc tính động học quá trình shock gây nên bởi tia laser

Những nghiên cứu tiên phong về đặc điểm động học của quá trình shock gây nên bởi tia laser trong môi trường chất lỏng được thực hiện bởi nhóm của Fabro và đồng sự. Trong nghiên cứu của mình, họ đã đề xuất mô hình giải tích đầu tiên cho quá trình shock gây nên bởi tia laser trong môi trường bị giới hạn và tiến hành các nghiên cứu hệ thống về sự phụ thuộc của áp suất shock vào điều kiện gia công. Sự gia tăng áp suất shock gây ra do hiện tượng không tương đồng trở kháng cũng được phân tích [11, 13, 22, 24, 27, 40]. Mô hình của Fabro và đồng sự mô tả quá trình hình thành và giãn nở của plasma khi bị giới hạn bởi một lớp chất lỏng hoặc chất rắn trong suốt, và đưa ra công thức để tính toán áp suất shock dựa trên cường độ xung, trở kháng shock của môi trường giới hạn và mức độ chuyển hóa quang năng thành nhiệt năng của quá trình hình thành plasma. Điểm hạn chế của mô hình này là không tính đến những đặc điểm phức tạp trong tương tác giữa tia laser với môi trường chất lỏng, ví dụ như sự đánh thủng điện môi, sự giãn nở của lớp chất lỏng dưới áp suất sinh ra do plasma, sự hình thành bóng khí v.v. Ngoài ra những nghiên cứu của nhóm này chỉ tập trung phân tích áp suất cực đại đạt được trong quá trình shock mà không phân tích các đặc điểm động học của các quá

trình liên quan. Một mô hình phức tạp hơn mô tả cơ chế tác dụng của lớp chất lỏng lên động học của quá trình shock gây nên bởi tia laser được đưa ra trong nghiên cứu của Zhang và đồng sự [41]. Trong mô hình này, các đặc điểm của lớp chất lỏng bao gồm tỉ trọng và độ dày được đưa vào xem xét. Từ các phân tích lý thuyết, họ rút ra kết luận rằng lớp chất lỏng không làm tăng áp suất plasma hóa lớp vật liệu rắn, tuy nhiên giúp làm tăng áp suất của lớp vật liệu hóa hơi và làm chậm quá trình giảm áp do giãn nở plasma. Nghiên cứu này cũng cho rằng mức độ suy giảm áp suất phụ thuộc vào tỉ trọng và độ dày của lớp chất lỏng. Mô hình của họ, tuy nhiên, chưa được kiểm chứng bằng thực nghiệm.

Cho đến nay, nhiều nghiên cứu thực nghiệm có hệ thống về đặc tính động học của sóng shock và các hiện tượng liên quan trong quá trình shock gây nên bởi tia laser trong môi trường chất lỏng đã được tiến hành. Các nghiên cứu [34, 42, 43] so sánh sự giãn nở của plasma trong không khí và trong nước và chứng minh bằng thực nghiệm tác dụng giới hạn sự giãn nở của plasma của lớp chất lỏng: lớp plasma sinh ra trong môi trường nước có thể tích nhỏ hơn và vận tốc giãn nở thấp hơn nhiều so với lớp plasma sinh ra trong môi trường khí. Tuy nhiên các đặc tính động học của quá trình giãn nở plasma không được nghiên cứu trong báo cáo của họ. Bằng cách sử dụng nhiều kỹ thuật quang học kết hợp, nhóm của Ocana và đồng sự đã mô tả khá chi tiết các loại sóng sinh ra trong quá trình shock gây nên bởi tia laser trong môi trường chất lỏng. Nghiên cứu này đã cho thấy ngoài sóng shock chính sinh ra do sự giãn nở của plasma, còn tồn tại nhiều loại sóng có cấu trúc phức tạp khác. Tuy nhiên nguồn gốc và đặc tính của các sóng này chưa được phân tích trong nghiên cứu này [28, 32]. Bằng kỹ thuật chụp ảnh quang đàn hồi, nhóm nghiên cứu của Ito và đồng sự đã quan sát chi tiết hơn các quá trình động học của sóng shock trong khoảng thời gian từ một vài nano giây cho đến vài mili giây sau khi chùm tia laser được hội tụ lên bề mặt chất rắn. Nghiên cứu này chỉ ra rằng vận tốc của sóng shock sinh ra do quá trình giãn nở plasma có vận tốc siêu thanh trong một thời gian ngắn (khoảng vài trăm ns) và sau đó giảm nhanh về vận tốc

âm thanh tương ứng trong môi trường chất lỏng. Ngoài sóng shock chính, nghiên cứu của họ còn chỉ ra sự tồn tại của sóng phản xạ có biên dạng hình chữ V, sinh ra khi một phần sóng ứng suất lan truyền trên bề mặt chất rắn truyền ngược trở lại môi trường chất lỏng. Nghiên cứu của họ cũng chỉ ra sự phụ thuộc của cường độ sóng ứng suất lan truyền trong môi trường chất rắn vào độ nhám và độ hấp thụ ánh sáng của bề mặt chất rắn cũng như độ dày của lớp chất lỏng bao phủ trên bề mặt vật thể [34, 36, 38, 39]. Ảnh hưởng của điều kiện hội tụ lên sự hình thành plasma và cường độ sóng shock được thực hiện trong các nghiên cứu [3, 35]. Phụ thuộc vào điều kiện hội tụ, hiện tượng đánh thủng điện môi có thể xảy ra tại mặt thoáng của chất lỏng, trong lòng chất lỏng hay ngay trên bề mặt chất rắn. Lớp plasma sinh ra do hiện tượng đánh thủng điện môi có thể phản xạ hoặc hấp thụ năng lượng xung laser và làm ảnh hưởng nghiêm trọng đến quá trình shock sinh ra trên bề mặt chất rắn. Khi sử dụng chất lỏng hữu cơ làm môi trường giới hạn sự giãn nở của plasma, xung laser năng lượng cao có thể gây nên các vụ nổ nhỏ trong lòng chất lỏng dọc theo đường truyền của ánh sáng. Hiện tượng này làm giảm năng lượng xung truyền đến bề mặt vật liệu và làm suy giảm áp suất shock [35]. Các nghiên cứu về quá trình động học của bóng khí chỉ ra rằng áp suất hơi sinh ra do quá trình plasma hóa tạo thành bóng khí giãn nở và co lại nhiều lần trên bề mặt chất rắn trước khi biến mất trong vòng một vài micro giây. Kích thước và tốc độ giãn nở của bóng khí phụ thuộc vào cường độ tia laser và độ nhớt của chất lỏng [44, 45]. Ngoài ra quá trình động học của bóng khí có thể được kiểm soát bằng cách điều chỉnh áp suất mặt thoáng của lớp chất lỏng [46]. Trong quá trình co lại và giãn nở, bóng khí phát ra sóng shock thứ cấp và tạo nên các tác động cơ học lên bề mặt chất rắn [36, 47, 48].

Sau hơn bốn thập kỉ được nghiên cứu, các đặc tính động học của quá trình shock gây nên bởi tia laser trong môi trường chất lỏng, sự phụ thuộc của chúng vào điều kiện gia công và các tác động cơ học lên môi trường xung quanh đã được quan sát khá đầy đủ. Tuy nhiên vẫn còn những vấn đề quan trọng chưa được nghiên cứu. Plasma sinh ra

trong môi trường chất lỏng có đặc điểm phức tạp hơn plasma sinh ra trong môi trường chân không hoặc không khí. Các quá trình động học của plasma trong môi trường chân không và chất khí đã được nghiên cứu kỹ lưỡng. Ngược lại chúng ta vẫn còn thiếu những nghiên cứu chi tiết về đặc điểm động học của plasma trong môi trường chất lỏng. Mặc dù các quan sát thực nghiệm đã chứng minh được tác dụng giới hạn sự giãn nở plasma của lớp chất lỏng, chúng ta vẫn còn thiếu những nghiên cứu so sánh chi tiết giữa quá trình động học của plasma trong môi trường chất lỏng và trong môi trường chất khí, cũng như so sánh động học plasma sinh ra trong các loại chất lỏng khác nhau. Những quan sát nêu trên là rất cần thiết để đưa ra một mô hình đầy đủ cho quá trình động học của plasma sinh ra trong môi trường chất lỏng. Trong những nghiên cứu về động học của bóng khí sinh ra trong quá trình shock, ảnh hưởng của độ dày lớp chất lỏng thường không được xem xét. Khi phát triển gần một bề mặt thoáng, quá trình giãn nở và co lại của bóng khí bị ảnh hưởng rất lớn, làm thay đổi thời gian tồn tại, hình dạng, áp suất của bóng khí cũng như sự phát sinh sóng shock thứ cấp. Một nghiên cứu chi tiết về ảnh hưởng của chiều sâu lớp chất lỏng lên động học bóng khí sẽ mở ra khả năng kiểm soát động học bóng khí thông qua thay đổi độ dày lớp chất lỏng. Trong những ứng dụng của quá trình shock gây nên bởi tia laser, nước thường được lựa chọn làm môi trường giới hạn. Chính vì vậy phần lớn các nghiên cứu về quá trình động học của sóng shock được thực hiện trong môi trường nước. Quá trình shock sinh ra trong môi trường các loại chất lỏng khác hầu như không được phân tích. Các đặc điểm vật lý của lớp chất lỏng có tác dụng trực tiếp lên quá trình giãn nở của plasma và quá trình lan truyền của sóng shock, do vậy, những hiểu biết chi tiết về động học sóng shock trong các loại chất lỏng khác nhau là rất quan trọng và có thể mở ra khả năng lựa chọn một loại chất lỏng phù hợp hơn nước làm môi trường giới hạn cho quá trình shock gây nên bởi tia laser.

5. Kết luận

Quá trình shock gây nên bởi tia laser hình thành khi xung laser được hội tụ lên bề mặt một

chất rắn. Khi quá trình trên được thực hiện trong môi trường chất lỏng, áp suất shock tăng lên nhờ tác dụng giới hạn sự giãn nở plasma của lớp chất lỏng. Những đặc tính động học của quá trình shock gây nên bởi tia laser trong môi trường chất lỏng bao gồm plasma, sự phát sinh sóng shock, cường độ sóng ứng suất, bóng khí và sự phát sinh sóng shock thứ cấp rất dễ bị ảnh hưởng bởi thay đổi của điều kiện gia công như đặc tính bề mặt chất rắn, chiều dày và đặc tính lớp chất lỏng, năng lượng xung, điều kiện hội tụ v.v.. Những nghiên cứu chi tiết về động học quá trình shock gây nên bởi tia laser đóng vai trò quan trọng trong việc lựa chọn điều kiện gia công nhằm tối ưu hóa các quá trình gia công và hạn chế những tác động không mong muốn lên môi trường xung quanh.

References

- [1] J. A. Fox. Effect of water and paint coatings on laser-irradiated targets. *Appl. Phys. Lett.*, 24:461, 1974.
- [2] P. Peyre, L. Berthe, V. Vignal, I. Popa, and T. Baudin. Analysis of laser shock waves and resulting surface deformations in an al-cu-li aluminum alloy. *J. Phys. D: Appl. Phys.*, 45:335304, 2012.
- [3] A. Nath and A. Khare. Effect of focusing conditions on laser-induced shock waves at titanium-water interface. *Appl. Opt.*, 50:3275, 2011.
- [4] A. Nath and A. Khare. Size induced structural modifications in copper oxide nanoparticle synthesized via laser ablation in liquids. *J. Appl. Phys.*, 110:043111, 2011.
- [5] A. Kruusing. Underwater and water-assisted laser processing: Part 1-general features, steam cleaning and shock processing. *Opt. Lasers Eng.*, 41:307, 2004.
- [6] G. W. Yang. Laser ablation in liquids: Applications in the synthesis of nanocrystals. *Prog. Mater. Sci.*, 52:648, 2007.
- [7] R. K Thareja and S. Shukla. Synthesis and characterization of zinc oxide nanoparticles by laser ablation of zinc in liquid. *Appl. Surf. Sci.*, 253:8889, 2007.
- [8] W. T. Nichols, T. Sasaki, and N. Koshizaki. Laser ablation of a platinum target in water. iii. laser-induced reactions. *J. Appl. Phys.*, 100:114913, 2006.
- [9] H. W. Kang and A. J. Welch. Effect of liquid thickness on laser ablation efficiency. *J. Appl. Phys.*, 101:083101, 2007.
- [10] S. Zhu, Y. F. Lu, and M. H. Hong. Laser ablation of solid substrates in a water-confined environment. *Appl. Phys. Lett.*, 79:1396, 2001.
- [11] P. Peyre, L. Berthe, X. Scherpereel, and R. Fabbro. Laser-shock processing of aluminum-coated 55c1 steel in water-confinement regime, characterization and application to high-cycle fatigue behavior. *Journal of Materials Science*, 33:1421, 1998.
- [12] T. Schnick, S. Tondu, P. Peyre, L. Pawlowski, S. Steinhäuser, B. Wielage, U. Hofmann, and E. Bartnicki. Quantum mechanics of fractional-spin particles. *J. Thermal Spray Technol.*, 8:296, 1999.
- [13] P. Peyre, L. Berthe, X. Scherpereel, R. Fabbro, and E. Bartnicki. Field dependence of the intrinsic domain magnetization of a ferromagnet. *J. Appl. Phys.*, 84:5985, 1998.
- [14] C. S. Montross, T. Wei, L. Ye, G. Clark, and Y.-W. Mai. Laser shock processing and its effects on microstructure and properties of metal alloys: a review. *Int. J. Fatigue*, 24:1021, 2002.
- [15] C. Rubio-Gonzalez, G. Gomez-Rosas, J. L. Ocana, C. Molpeceres, A. Banderas, J. Porro, and M. Morales. Effect of an absorbent overlay on the residual stress field induced by laser shock processing on aluminum samples. *Appl. Surf. Sci.*, 252:6201, 2006.
- [16] Y. Sano, K. Akita, K. Masaki, Y. Ochi, I. Altenberger, and B. Scholtes. Laser peening without coating as a surface enhancement technology. *J. Laser Micro/Nanoeng.*, 1:161, 2006.
- [17] A. Kruusing. Underwater and water-assisted laser processing: Part 2-etching, cutting and rarely used methods. *Opt. Lasers Eng.*, 41:329, 2004.
- [18] V. Amedola, S. Polizzi, and M. Meneghetti. Free silver nanoparticles synthesized by laser ablation in organic solvents and their easy functionalization. *Langmuir*, 23:6766, 2007.
- [19] V. Amedola, S. Polizzi, and M. Meneghetti. Laser ablation synthesis of gold nanoparticles in organic solvents. *Phys. Chem. Chem.*, 11:3805, 2006.
- [20] S. V. Burakov, A. V. Butsen, and N. V. Tarasenkoi. Laser-induced plasmas in liquids for nanoparticle synthesis. *J. Appl. Spectrosc.*, 77:386, 2010.
- [21] A. De Giacomo, M. Dell'Aglio, A. Santagata, R. Gaudioso, O. De Pascale, G. C. Messina P. Waggenger, G. Compagnini, and S. Barcikowski. Cavitation dynamics of laser ablation of bulk and wire-shaped metals in water during nanoparticles production. *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 15:3083, 2013.
- [22] P. Peyre and R. Fabbro. Laser shock processing: a review of the physics and applications. *Opt. Quantum Electron.*, 27:1213, 1995.
- [23] B. P. Fairand and A. H. Clauer. Laser generation of high-amplitude stress waves in materials. *J. Appl. Phys.*, 50:1497, 1979.
- [24] L. Berthe, R. Fabbro, P. Peyre, L. Tollier, and E. Bartnicki. Shock waves from a water-confined laser-generated plasma. *J. Appl. Phys.*, 82:2826, 1997.
- [25] F. Bauer. Pvd shock compression sensors in shock waves physics. *AIP Conf. Proc.*, 706:1221, 2004.
- [26] X. Wu, Z. Duan, H. Song, Y. Wei, X. Wang, and C. Huang. Shock pressure induced by glass-confined

- laser shock peening: Experiments, modeling and simulation. *J. Appl. Phys.*, 110:053112, 2011.
- [27] L. Berthe, R. Fabbro, P. Peyre, and E. Bartnicki. Wavelength dependent of laser shock-wave generation in the water-confinement regime. *J. Appl. Phys.*, 85:7552, 1999.
- [28] L. Martí-López, R. Ocaña, J. A. Porro, M. Morales, and J. L. Ocaña. Optical observation of shock waves and cavitation bubbles in high intensity laser-induced shock processes. *Appl. Optics*, 48:3671, 2009.
- [29] M. A. Harith, V. Palleschi, A. Salvetti, D. P. Singh, M. Vaselli, G. V. Dreiden, Yu. I. Ostrovsky, and I. V. Semenova. Dynamics of laser-driven shock waves in water. *J. Appl. Phys.*, 66:5194, 1989.
- [30] P. B. Robinson, J. Blake, T. Kodama, A. Shima, and Y. Tomita. Interaction of cavitation bubbles with a free surface. *J. Appl. Phys.*, 89:8225, 2001.
- [31] J. Tadano, H. Kumakura, and Y. Ito. Coupling of focused laser pulse to surfaces of transparent materials studied by time-resolved imaging technique. *Appl. Phys. A*, 79:1031, 2004.
- [32] L. Marti-Lopez, R. Ocana, E. Pineiro, and A. Asensio. Laser peening induced shock waves and cavitation bubbles in water studied by optical schlieren visualization. *Physics procedia*, 12:442, 2001.
- [33] B. Han, J. Chen, H. Zhang, Z. Shen, J. Lu, and X. Ni. Influence of different interfaces on laser propulsion in water environment. *AIP Conf. Proc.*, 42:1049, 2010.
- [34] T. T. P. Nguyen, R. Tanabe, and Y. Ito. Laser-induced shock process in under-liquid regime studied by time-resolved photoelasticity imaging technique. *Appl. Phys. Lett.*, 102:124103–1, 2013.
- [35] T. T. P. Nguyen, R. Tanabe, and Y. Ito. Influences of focusing conditions on dynamics of laser ablation at a solid-liquid interface. *Appl. Phys. Express*, 6:122701, 2013.
- [36] T. T. P. Nguyen, R. Tanabe, and Y. Ito. Effects of absorptive coating on the dynamics of underwater laser-induced shock process. *Appl. Phys. A*, 116:1109, 2014.
- [37] T. T. P. Nguyen, R. Tanabe, and Y. Ito. Dynamical visualization of laser-induced shock phenomena in liquid. *The Review of Laser Engineering*, 6:448, 2014.
- [38] Y. Ito. Laser-induced transient stress field studied by time-resolved photoelasticity technique. *Proc. of SPIE*, 6106:61060T, 2006.
- [39] M. Matsukura and Y. Ito. Time-resolved photoelasticity imaging of transient stress fields in solids induced by intense laser pulse. *J. Phys.: Conf. Ser.*, 59:749, 2007.
- [40] R. Fabbro, J. Fournier, P. Ballard, D. Devaux, and J. Virmont. Physical study of laser-produced plasma in confined geometry. *J. Appl. Phys.*, 68:775, 1990.
- [41] Y. Zhang, Y. Gu, X. Zhang, J. Shi, and J. Zhou. Study of the mechanism of overlays acting on laser shock waves. *J. Appl. Phys.*, 100:103517, 2006.
- [42] Y. Sano, N. Mukai, K. Okazaki, and M. Obata. Residual stress improvement in metal surface by underwater laser irradiation. *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B*, 121:432, 1997.
- [43] K. Saito, K. Takatani, T. Sakka, and Y. H. Ogata. *Appl. Surf. Sci.*, 197-198:56, 2002.
- [44] T. Tsuji, Y. Tsuboi, N. Kitamura, and M. Tsuji. Microsecond-resolved imaging of laser ablation at solid-liquid interface: investigation of formation process of nano-size metal colloids. *Appl. Surf. Sci.*, 229:365.
- [45] T. Tsuji, D-H. Thang, Y. Okazaki, M. Nakanishi, Y. Tsuboi, and M. Tsuji. Preparation of silver nanoparticles by laser ablation in polyvinylpyrrolidone solutions. *Appl. Surf. Sci.*, 254:5224, 2008.
- [46] Koichi Sasaki, Tetsutaro Nakano, Wafaa Soliman, and Noriharu Takada. Effect of pressurization on the dynamics of a cavitation bubble induced by liquid-phase laser ablation. *Appl. Phys. Express*, 2:046501, 2009.
- [47] A. Sasoh, K. Watanabe, Y. Sano, and N. Mukai. Behavior of bubbles induced by the interaction of laser pulse with a metal plate in water. *Appl. Phys. A*, 80:1497, 2005.
- [48] X. Chen, R. Xu, J. Chen, Z. Shen, L. Jian, and X. Ni. Shock-wave propagation and cavitation bubble oscillation by nd:yag laser ablation of a metal in water. *Appl. Optics*, 43:3251, 2004.

Sử dụng thuật toán di truyền đa mục tiêu tối ưu hóa quá trình tìm kiếm bãi đỗ xe trong đô thị

Application of Multi-Objective Genetic Algorithm for Optimizing Parking Site Selection Process in Urban Area

Dương Minh Châu^{*a}, Hoàng Nhật Đức^b

^a*Khoa Xây Dựng, Đại Học Duy Tân, Việt Nam*

Faculty of civil Engineering, Duy Tan University, Vietnam

^b*Viện Nghiên Cứu Và Phát Triển Công Nghệ Cao, Đại Học Duy Tân, Việt Nam*

Institute of Research and Development, Duy Tan University, Vietnam

(Ngày nhận bài: 23/03/2017, ngày phản biện xong: 30/03/2017, ngày chấp nhận đăng: 05/04/2017)

Tóm tắt

Tim kiếm bãi đỗ xe có liên quan trực tiếp đến rất nhiều vấn đề về an toàn, kinh tế, xã hội và môi trường. Việc tìm kiếm bãi đỗ xe phù hợp ngày càng trở nên khó khăn cho người sử dụng ô tô cá nhân, đặc biệt ở các thành phố lớn của Việt Nam. Các tác giả đề xuất một mô hình tìm kiếm bãi đỗ xe với ba mục tiêu là thời gian, chi phí và số chỗ trống mong đợi. Sử dụng thuật toán di truyền đa mục tiêu để tìm kiếm vị trí bãi đỗ tối ưu. Ví dụ tính toán minh họa trong bài báo xét đến các thông số của bài toán bao gồm vị trí bắt đầu tìm kiếm, thời điểm, vị trí của các bãi đỗ xe, vị trí của điểm đến, thời gian đỗ xe dự kiến và phí đỗ xe theo giờ, chi phí nhiên liệu, tốc độ di chuyển.

Từ khóa: Lựa chọn vị trí đỗ xe; Mô hình tối ưu hóa; Tối ưu hóa đa mục tiêu; Thuật toán di truyền.

Abstract

The problem of parking site selection directly involves various issues including safety, economics, society, and environment. This problem becomes increasingly challenging for private car drivers especially in large urban areas in Vietnam. In this article, the authors attempt to propose a parking site selection model with three objectives, namely time, cost, and expected vacant slots. Multi-objective Genetic Algorithm is employed to find a desirable parking site. A case study is described in this paper which considers various parameters including the current position of the car, the current time, the location of the parking site, the location of the destination, the expected parking time, the parking fee, the fuel cost, and the speed of the car.

Keywords: Parking site selection; Optimization model; Multi-objective optimization; Genetic Algorithm.

© 2017 Bản quyền thuộc Đại học Duy Tân

1. Đặt vấn đề

Cùng với việc phát triển kinh tế, tốc độ đô thị hóa cũng như tăng trưởng về phương tiện cá nhân

hiện nay, nhu cầu đỗ xe trong các đô thị Việt Nam ngày càng tăng cao. Việc tìm kiếm bãi đỗ xe phù hợp với yêu cầu đỗ xe dần trở nên khó khăn cho

Email: chaudmce@gmail.com (Dương Minh Châu*)

người sử dụng phương tiện giao thông cá nhân, đặc biệt là ô tô.

Hiện nay, thành phố Hồ Chí Minh và Hà Nội đang thiếu bãi đỗ xe nghiêm trọng, trong một tương lai rất gần, giao thông tĩnh là vấn đề tiếp theo ảnh hưởng đến tình hình giao thông đô thị vốn đã và đang tồn tại nhiều bất cập, kìm hãm sự phát triển kinh tế ở các thành phố lớn và cả nước nói chung.

Theo thống kê ở các nước phát triển, quá trình di chuyển tìm kiếm bãi đỗ xe mất từ trung bình 8 phút, chiếm từ 7-12% tổng thời gian hành trình; đóng góp vào khoảng 8-74% lưu lượng xe ở các khu trung tâm (Shoup, 2006). Hoạt động di chuyển tìm kiếm bãi đỗ xe làm gia tăng tiềm năng tắc xe, dẫn đến một loạt các vấn đề khác như an toàn giao thông, ô nhiễm môi trường, giảm năng suất lao động v.v.

Việc cung cấp thông tin, hỗ trợ ra quyết định cho người đỗ xe mang lại hiệu quả cao đối với hoạt động giao thông đô thị và đã được nghiên cứu rộng rãi trên thế giới, đặc biệt khi hạ tầng công nghệ thông tin phát triển rất mạnh mẽ trong những thập niên vừa qua.

Mô hình tối ưu tìm kiếm bãi đỗ xe một mặt sẽ hỗ trợ người dùng tìm kiếm bãi đỗ xe phù hợp nhất với nhu cầu và cá nhân của mình, tiết kiệm thời gian, chi phí và giảm thiểu ảnh hưởng xấu của hoạt động di chuyển trong quá trình tìm kiếm bãi đỗ xe đến các vấn đề khác của giao thông đô thị. Mặt khác mô hình là công cụ hữu hiệu thu thập các thông tin quan trọng phục vụ cho việc quy hoạch, đầu tư xây dựng bãi đỗ xe, chính sách thu phí bãi đỗ.

Việc xây dựng một mô hình phù hợp với điều kiện Việt Nam trong tương lai là cần thiết, làm cơ sở để phát triển các nghiên cứu tiếp theo, hoàn thiện hệ thống giao thông tĩnh, đóng góp vào việc phát triển hệ thống giao thông thông minh (ITS) trong tương lai.

2. Tổng quan về hoạt động tìm kiếm bãi đỗ xe

2.1. Phân loại các bãi đỗ xe

Tùy theo mục đích của việc phân loại, bãi đỗ xe được phân chia theo rất nhiều tiêu chí. Theo hình thức sở hữu, có bãi đỗ cá nhân (dành cho họ

gia đình, các tổ chức); bãi đỗ công cộng dành cho tất cả các phương tiện. Loại hình đỗ xe công cộng có thể chia làm hai nhóm lớn là đỗ xe trên đường và đỗ xe ở bãi đỗ tập trung. Theo hình thức thu phí, bãi đỗ gồm loại bãi đỗ miễn phí, thu phí theo giờ, thu phí theo lượt đỗ. Theo thời gian cho phép đỗ xe, có thể kể đến các loại như đỗ xe ngắn hạn (theo giờ); đỗ xe trung hạn (trong ngày) và đỗ xe dài hạn (nhiều ngày).

Trong việc xây dựng mô hình tìm kiếm bãi đỗ trong nghiên cứu này chỉ xem xét loại hình bãi đỗ xe công cộng, có hoặc không có thu phí, đỗ xe trung hạn và ngắn hạn.

2.2. Hoạt động tìm kiếm bãi đỗ xe.

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu về mô hình lựa chọn, tìm kiếm bãi đỗ xe ở các nước, Shoup, D.C., (2006), Kaplan, S., & Bekhor, S. (2011, July), Gallo, M., D'Acerno, L., & Montella, B. (2011), Waraich, R., & Axhausen, K. (2012), bài báo tổng hợp và đề xuất một số yếu tố chính trong việc xây dựng mô hình tìm kiếm bãi đỗ xe như sau:

2.2.1. Quá trình lựa chọn bãi đỗ

- Xác định vị trí đến và vị trí điểm cuối của hành trình. Điểm cuối của hành trình có thể là điểm bắt đầu quá trình tìm kiếm bãi đỗ, cũng có thể là một điểm hoàn toàn khác.

- Xác định loại bãi đỗ (thu phí, không thu phí; đỗ xe trên đường, ở bãi tập trung.v.v), lựa chọn các bãi đỗ phù hợp.

- Phân tích các chỉ tiêu liên quan: Chi phí đỗ xe, quãng đường di chuyển đến bãi đỗ, quãng đường di chuyển đến điểm tiếp cận và ngược lại, số chỗ còn lại của bãi đỗ.v.v.

- Quyết định chọn bãi đỗ và di chuyển đến bãi đỗ.

- Kiểm tra điều kiện đỗ xe: nếu không thỏa mãn, tiếp tục di chuyển tìm kiếm bãi đỗ.

2.2.2. Các chỉ tiêu cơ bản liên quan đến việc lựa chọn bãi đỗ:

Chọn bãi đỗ xe là một quyết định dựa trên các chỉ tiêu cơ bản: Thời gian, chi phí, khoảng cách di chuyển và số chỗ trống còn lại. Ngoài các nhóm chỉ tiêu trên, người đỗ xe còn quan tâm

đến vấn đề an toàn cho phương tiện, an toàn trong quá trình di chuyển đỗ xe v.v.

Thời gian cho quá trình đỗ xe bao gồm: thời gian di chuyển từ vị trí bắt đầu tìm kiếm đến vị trí đỗ xe phù hợp; thời gian hoàn tất công tác đỗ xe tại bãi (các thủ tục liên quan, di chuyển nội bộ trong bãi đỗ); thời gian di chuyển từ bãi đỗ đến điểm tiếp cận và ngược lại; thời gian lấy xe tại bãi đỗ, thời gian di chuyển từ bãi đỗ đến điểm cuối của hành trình đỗ xe.

Chi phí đỗ xe có thể kể đến: phí đỗ xe; chi phí di chuyển đến và đi từ vị trí tìm kiếm đến bãi đỗ và từ bãi đỗ đến điểm kết thúc hành trình; chi phí di chuyển từ bãi đỗ đến điểm tiếp cận và ngược lại.

Khoảng cách di chuyển: Khoảng cách từ vị trí tìm kiếm đến bãi đỗ; khoảng cách di chuyển trong nội bộ bãi đỗ xe; khoảng cách từ bãi đỗ đến điểm tiếp cận và ngược lại; khoảng cách từ bãi đỗ đến điểm cuối của hành trình. Khoảng cách di chuyển và thời gian di chuyển là hai yếu tố có mức độ liên hệ rất chặt chẽ vì vậy, trong bài báo này không xem xét mục tiêu tối ưu về khoảng cách di chuyển, mà xét yếu tố ảnh hưởng này thông qua chi phí di chuyển tìm bãi đỗ.

Việc ra quyết định chọn bãi đỗ là rất phức tạp tùy thuộc vào rất nhiều yếu tố như: mục đích của hành trình (mua sắm, làm việc, học tập, du lịch, đưa đón .v.v), mức thu nhập trung bình (liên quan đến phí đỗ xe, quãng đường di chuyển.v.v), kinh nghiệm và thói quen của lái xe và hàng loạt các yếu tố khác liên quan đến hạ tầng giao thông, giao thông, tổ chức quản lý hoạt động đỗ xe v.v. Trong mô hình đề xuất dưới đây, chỉ xem xét các yếu tố cơ bản nhất.

3. Xây dựng mô hình

3.1. Mục tiêu của mô hình

Mô hình lựa chọn bãi đỗ xe thực hiện ba mục tiêu chính là (1) Cung cấp thông tin về bãi đỗ xe dựa vào các thông tin về các bãi đỗ xe ở khu vực lân cận: như vị trí, năng lực, số chỗ trống còn lại, phí đỗ xe, v.v; thông tin của mạng lưới đường gồm có vị trí, khoảng cách, tốc độ di chuyển trên các tuyến đường; yêu cầu đỗ xe: thời gian, vị trí cần đến, v.v. (2) Tìm kiếm bãi đỗ tối ưu: Phân

tích và đề xuất các phương án chọn bãi đỗ xe phù hợp dựa trên ba nhóm chỉ tiêu chi phí, thời gian và số chỗ trống mong đợi. (3) Thu thập thông tin liên quan của hoạt động đỗ xe: vị trí điểm tiếp cận, bãi đỗ xe lựa chọn, các thông số khác thuộc mô hình lựa chọn bãi đỗ.

3.2. Hàm mục tiêu

Như đã trình bày trên, hoạt động tìm kiếm bãi đỗ xe liên quan đến rất nhiều yếu tố, trong mô hình đề xuất này, các tác giả tập trung vào 3 mục tiêu chính là thời gian, chi phí và số chỗ trống mong đợi.

3.2.1. Hàm mục tiêu về thời gian

Tổng thời gian của hành trình bao gồm thời gian di chuyển đến bãi đỗ từ vị trí bắt đầu tìm kiếm và ngược lại; thời gian đi bộ từ bãi đỗ đến vị trí cần tiếp cận và ngược lại. Thực tế trong hành trình tìm kiếm bãi đỗ, vị trí đích đến cuối cùng không luôn trùng với vị trí bắt đầu tìm kiếm, song trong bài toán này, để đơn giản, giả thiết điểm bắt đầu tìm kiếm và điểm kết thúc hành trình là trùng khớp.

$$f_1 = 2\left(\frac{D_1}{V_1} + \frac{D_2}{V_2}\right) \quad (1)$$

Trong đó:

D_1 là khoảng cách di chuyển từ vị trí hiện tại tới bãi đỗ xe. D_2 là khoảng cách di chuyển từ bãi đỗ xe đến vị trí cần đến.

V_1 và V_2 lần lượt là tốc độ di chuyển bằng ô tô khi di chuyển đến bãi đỗ và đi bộ từ bãi đỗ đến vị trí cần đến.

Với dữ liệu có sẵn về mạng lưới đường, vị trí hiện tại và vị trí cần đến, các khoảng cách D_1 và D_2 là kết quả của bài toán tối ưu 1 mục tiêu. Trong phạm vi bài báo không đề cập đến vấn đề này.

3.2.2. Hàm mục tiêu về chi phí

Chi phí của hành trình đỗ xe bao gồm: phí đỗ xe theo thời gian (đỗ xe và thời gian đi bộ từ bãi đỗ đến điểm cần đến và ngược lại) và chi phí di chuyển từ vị trí tìm kiếm đến bãi đỗ và ngược lại.

$$f_2 = (T + 2.t).F + 2.D_1.Fc.P \quad (2)$$

Trong đó:

T và F lần lượt là thời gian đỗ dự kiến (giờ) và chi phí đỗ xe cho 1 giờ (ngàn đồng/giờ); t là

thời gian di chuyển từ bãi đỗ đến vị trí cần tiếp cận và ngược lại

D_1 : là khoảng cách di chuyển đến bãi đỗ; F_c là định mức tiêu hao nhiên liệu (lít/km) và P là giá nhiên liệu (đồng/lít)

3.2.3. Hàm mục tiêu về số vị trí trống mong đợi

$$f_3 = R.CV \quad (3)$$

Trong đó:

CV là số vị trí còn trống trong bãi đỗ xe ở thời điểm hiện tại. R là tỷ lệ thay đổi của số vị trí còn trống theo thời gian. Hệ số R được tích hợp để để xem xét sự biến động về số vị trí đỗ xe còn trống trong khoảng thời gian người lái xe di chuyển từ vị trí tìm kiếm đến bãi đỗ.

R có thể được tính theo công thức sau:

$$R = F_R \left(\frac{D_1}{V_1} \right) \quad (4)$$

Trong đó:

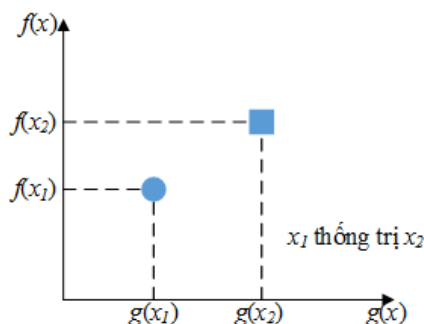
D_1 là khoảng cách di chuyển từ vị trí hiện tại tới bãi đỗ xe. V_1 là vận tốc di chuyển trung bình. F_R là hàm số quy đổi thời gian di chuyển về hệ số R có giá trị trong khoảng 0 đến 1. Trong giờ cao điểm, để đơn giản F_R có thể có dạng hàm mũ suy giảm dần theo thời gian như sau:

$$F_R(t) = N \cdot \exp(-\lambda \cdot t) \quad (5)$$

Trong đó: N và λ là các tham số của phương trình. $N=1$ và $\lambda=0.05$

3.3. Giải bài toán tối ưu hóa đa mục tiêu

Đối với bài toán tối ưu hóa vị trí đỗ xe, xem xét 3 mục tiêu là thời gian, chi phí và số chỗ trống mong đợi. Bài toán đòi hỏi việc xem xét để tối ưu hoá đồng thời một lúc nhiều mục tiêu và các mục tiêu này thường là khác nhau về thứ nguyên (được đo bởi các đơn vị khác nhau) (Yang and Deb 2013). Để giải quyết các bài toán tối ưu hóa đa mục tiêu, ta cần định nghĩa về sự thống trị (dominance) của một giải pháp trong miền tìm kiếm (xem Hình 1).



Hình 1. Sự thống trị của một giải pháp

Giả sử bài toán là tối ưu hóa (tìm cực tiểu hóa) hai mục tiêu đối nghịch nhau: f và g. Giải pháp x_1 có 2 giá trị hàm tương ứng là $f(x_1)$ và $g(x_1)$. Giải pháp x_2 có 2 giá trị hàm tương ứng là $f(x_2)$ và $g(x_2)$. Giải pháp x_1 gọi là thống trị x_2 nếu (Deb et al. 2002):

$$f(x_1) < f(x_2) \text{ và } g(x_1) \leq g(x_2) \text{ hoặc } f(x_1) \leq f(x_2) \text{ và } g(x_1) < g(x_2) \quad (6)$$

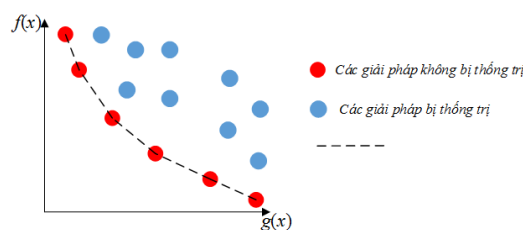
Một cách tương tự, ta có định nghĩa về các giải pháp không bị thống trị (non-dominated solution). x_1 và x_2 gọi các giải pháp không bị thống trị nếu (Deb et al. 2002):

$$f(x_1) < f(x_2) \text{ và } g(x_1) > g(x_2) \text{ hoặc } f(x_1) > f(x_2) \text{ và } g(x_1) < g(x_2) \quad (7)$$

Dựa trên các định nghĩa về sự thống trị (dominance) của một giải pháp và các giải pháp không bị thống trị (non-dominated solution), ta có định nghĩa về tập hợp Pareto và đường Pareto (Pareto front). Tập hợp Pareto là tập hợp gồm các giải pháp không bị thống trị.

$$P = \{x_{n1}, x_{n2}, \dots, x_{nm}\} \quad (8)$$

Đường Pareto là đường nối các giải pháp thuộc tập Pareto. Như vậy, vấn đề tối ưu hóa đa mục tiêu được quy về việc tìm ra tập hợp Pareto của bài toán.

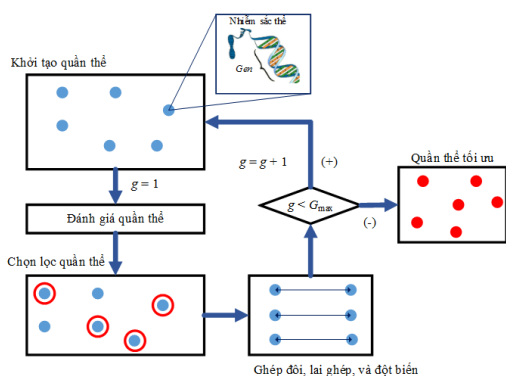


Hình 2. Tập Pareto của bài toán

3.4. Thuật toán di truyền

Giải thuật di truyền là một kỹ thuật của khoa học máy tính nhằm tìm kiếm giải pháp thích hợp cho các bài toán tối ưu tổ hợp. Giải thuật di truyền là một phân ngành của giải thuật tiến hóa vận dụng các nguyên lý của tiến hóa như di truyền, đột biến, chọn lọc tự nhiên, và trao đổi chéo.

Thuật toán di truyền được tiến hành qua 5 bước chính (Haupt and Haupt 2004): khởi tạo quần thể, chọn lọc, lai ghép, đột biến, kiểm tra điều kiện dừng. Yêu cầu của bài toán tối ưu hóa là tìm giá trị nhỏ nhất của hàm mục tiêu $f(X)$, với X là véc-tơ trong không gian có chiều là D . Sơ đồ khối của thuật toán được biểu diễn trong Hình 2.



Hình 3. Thuật toán di truyền

(1) Khởi tạo quần thể: Thuật toán di truyền bắt đầu bằng việc khởi tạo ngẫu nhiên N véc-tơ $X_{i,g}$ trong không gian D chiều. $X_{i,g}$ đóng vai trò là cá thể thứ i trong quần thể có N cá thể, tại thế hệ thứ g .

(2) Chọn lọc: Tại bước này, giá trị hàm mục tiêu của các cá thể được đánh giá, các cá thể có giá trị của hàm mục tiêu tốt hơn sẽ được ưu tiên lựa chọn cho quá trình lai ghép.

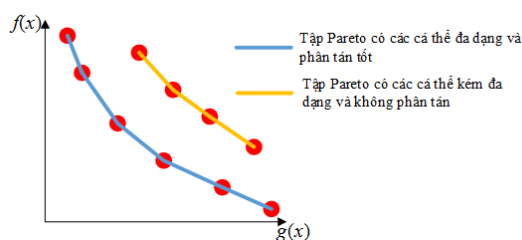
(3) Lai ghép: Mục đích của quá trình lai ghép là làm đa dạng hóa quần thể hiện tại bằng cách trao đổi các thành phần của các cá thể cha và mẹ trong quần thể. Đầu ra của quá trình là các cá thể con.

(4) Đột biến: Mục tiêu của quá trình đột biến là tạo ra gen mới trong các cá thể con. Quá trình

này được thực hiện với một xác suất đột biến nhỏ (0.001).

(5) Kiểm tra điều kiện dừng: Ở đây, số thế hệ tiến hóa tối đa (G_{max}) được chọn làm điều kiện dừng. Quá trình tối ưu hóa sẽ kết thúc khi số thế hệ hiện thời (g) vượt quá giá trị của G_{max} . Nếu điều kiện dừng chưa thỏa mãn, quá trình tối ưu hóa sẽ tiếp tục diễn ra.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng thuật toán Nondominated Sorting Genetic Algorithm (NSGA). NSGA, đề xuất bởi Deb et al. (2002), là sự kết hợp của thuật toán di truyền kết hợp cùng với thuật toán sắp xếp các cá thể không bị thống trị. Trong mỗi thế hệ, NSGA sắp xếp các cá thể trong quần thể theo thứ tự của chúng trong các tập Pareto. Thêm vào đó, thuật toán cũng đánh giá sự tương đồng của các cá thể trong cùng một tập Pareto nhằm đạt được các tập Pareto có các cá thể phân tán rộng và đều (xem Hình 3).



Hình 4. Chất lượng của tập Pareto

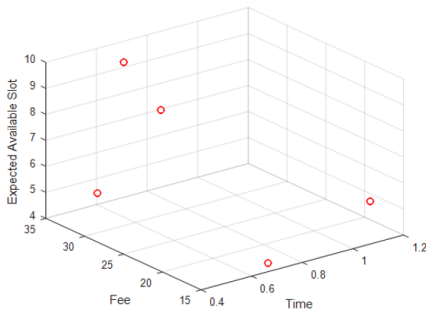
4. Kết quả xây dựng mô hình lý thuyết

Trong phần này của bài báo, chúng tôi đưa ra một ví dụ tính toán sử dụng mô hình tối ưu hóa đa mục tiêu cho việc lựa chọn vị trí đỗ xe trong khu vực thành phố. Ví dụ tính toán nhằm lựa chọn 1 vị trí đỗ xe tối ưu trong 10 vị trí khả thi. Các thông số của bài toán bao gồm thời điểm tìm kiếm, vị trí bắt đầu tìm kiếm, các bãi đỗ, điểm đến, thời gian đỗ xe dự kiến và chi phí đỗ xe theo giờ. Các hàm mục tiêu được xem xét bao gồm thời gian (f_1), chi phí (f_2), và số chỗ trống mong đợi (f_3).

Bãi đỗ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D ₁ (km)	8.38	4.81	7.65	7.95	11.86	4.89	5.45	6.46	7.09	12.54
D ₂ (m)	376	679	655	162	919	498	959	340	585	423
Phí đỗ xe (ngàn đồng/giờ)	5	8	8	10	5	10	15	8	20	15
Số vị trí còn trống	10	12	18	22	25	8	9	17	21	15

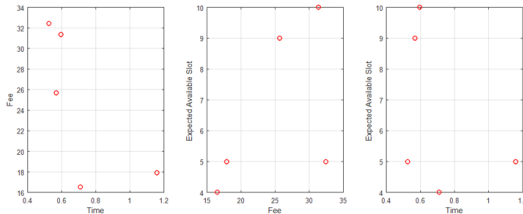
Bảng 1. Dữ liệu về bãi đỗ xe

Định mức tiêu hao nhiên liệu: 8lít/100km;
 Giá nhiên liệu: 17 ngàn đồng/lít
 Thời gian đỗ xe dự kiến T=3.0 giờ.
 Tốc độ trung bình khi di chuyển đến bãi đỗ
 $V_1=30\text{km/h}$
 Tốc độ trung bình khi đi bộ $V_2=5\text{km/h}$.



Ghi chú: Expected Available Slot: Số chỗ trống mong đợi; Time: tổng thời gian di chuyển (giờ); Fee: Tổng Chi phí (ngàn đồng)

Hình 5. Tập Pareto tìm ra bởi thuật toán di truyền



Hình 6. Tập Pareto với các cặp hàm mục tiêu

Bảng 2. Kết quả tối ưu hóa (Tập Pareto)

Bãi đỗ xe tối ưu	f_1	f_2	f_3
1	0.71	16.51	4
4	0.59	31.37	10
5	1.16	17.91	5
6	0.53	32.44	5
8	0.57	25.67	9

Sử dụng thuật toán di truyền đa mục tiêu để tìm ra giải pháp tối ưu. Tập Pareto tìm ra bởi thuật toán được thể hiện trong Hình 4. Hình 5 thể hiện các hình chiếu tập Pareto nhằm xem xét giá trị của hàm mục tiêu trong không gian 2 chiều. Bảng 2 thể hiện chi tiết giá trị của ba hàm mục tiêu được xem xét bao gồm thời gian (f_1), giờ; chi phí (f_2), ngàn đồng và số chỗ trống mong đợi (f_3).

Từ Bảng 2, để lựa chọn vị trí đỗ xe tối ưu sau cùng, ta cần đưa ra các trọng số về tầm quan trọng của từng hàm mục tiêu. Với các giá trị của trọng số $w_1 = 0.5$, $w_2 = 0.2$, và $w_3 = 0.3$ tương ứng với các hàm mục tiêu về thời gian (f_1), chi phí (f_2), và số chỗ trống mong đợi (f_3), ta có giá trị của hàm mục tiêu tổng hợp f_a được tính toán trong Bảng 3. f_a được tính toán như sau:

$$f_a = \sum_{i=1}^3 w_i \cdot f_{ni} \quad (10)$$

Trong đó, f_{ni} là giá trị được chuẩn hóa của hàm mục tiêu thứ i . f_{ni} được tính toán theo công thức sau:

$$f_{ni,j} = \frac{f_{i,j}}{\max(f_i)}$$

Riêng với hàm mục tiêu số 3 (số chỗ trống mong đợi: f_3), do ta cần tối đa hóa giá trị của hàm, công thức tính giá trị chuẩn hóa của hàm mục tiêu f_3 như sau:

$$f_{ni,j} = \frac{1/f_{i,j}}{\max(1/f_i)} \quad (12)$$

Bảng 3. Lựa chọn vị trí đỗ xe với giá trị tổng hợp của 3 hàm mục tiêu

Bãi đỗ xe tối ưu	f_1	f_2	f_3	f_{a1}	f_{a2}	f_{a3}	f_a
1	0.71	16.51	4	0.61	0.51	1.00	0.71
4	0.59	31.37	10	0.51	0.97	0.40	0.57
5	1.16	17.91	5	1.00	0.55	0.80	0.85
6	0.53	32.44	5	0.45	1.00	0.80	0.67
8	0.57	25.67	9	0.49	0.79	0.44	0.54

Từ Bảng 3 ta có thể thấy, vị trí đỗ xe số 8 có hệ số Fa nhỏ nhất (0.54) là bãi đỗ xe được mô hình chọn. Mặc dù tại bãi đỗ xe số 8, thời gian di chuyển (0.57 giờ) lớn hơn vị trí bãi đỗ số 6 (là 0.52 giờ); chi phí đỗ xe (25.67 ngàn đồng) lớn hơn so với các bãi đỗ số 1 và 5 (tương ứng là 16.51 và 19.91 ngàn đồng); số chỗ trống còn lại (9 chỗ) ít hơn bãi đỗ số 4 (10 chỗ). Tuy nhiên, nếu các giá trị về trọng số thay đổi, ví dụ trọng số về hàm chi phí được đẩy lên cao hơn, có thể phương án tối ưu sẽ thay đổi.

5. Kết luận

Việc xây dựng một mô hình vừa cung cấp thông tin cho lái xe, hướng dẫn chọn vị trí đỗ xe phù hợp cũng như thu thập các thông tin liên quan đến quá trình đỗ xe là một việc cần thiết, mang lại nhiều lợi ích ở nhiều vấn đề của giao thông đô thị, cần phải được đầu tư nghiên cứu.

Trong bài báo này, các tác giả đề xuất một mô hình lựa chọn bãi đỗ xe trong đô thị, với ba mục tiêu cơ bản là thời gian, chi phí và số chỗ trống mong đợi; sử dụng thuật toán di truyền đa mục tiêu để lựa chọn bãi đỗ tối ưu.

Bài báo cũng đưa ra một ví dụ tính toán sử dụng mô hình tối ưu hóa đa mục tiêu cho việc lựa chọn 1 vị trí đỗ xe trong 10 bãi đỗ xe khả thi, xem xét ba mục tiêu với các thông số của bài toán bao gồm thời điểm, vị trí tìm kiếm đến các bãi đỗ xe, khoảng cách từ các bãi đỗ xe đến vị trí cần đến, thời gian đỗ xe dự kiến, chi phí đỗ xe theo thời gian, tốc độ di chuyển trung bình, định mức tiêu hao nhiên liệu và giá nhiên liệu.

Kết quả tính toán với ví dụ cho thấy thuật toán di truyền đa mục tiêu là một công cụ hữu hiệu để giải quyết bài toán đang được xem xét.

Mô hình lý thuyết trình bày trong bài báo sử dụng nhiều giá trị giả định, và lược bỏ rất nhiều các yếu tố ảnh hưởng đến quyết định lựa chọn bãi

đỗ của lái xe. Khoảng cách giữa quyết định lựa chọn bãi đỗ của lái xe và kết quả do mô hình đề xuất cần có sự kiểm nghiệm bằng thực nghiệm.

Tài liệu tham khảo

- [1] Deb, K., Pratap, A., Agarwal, S., and Meyarivan, T. (2002). "A Fast and Elitist Multiobjective Genetic Algorithm NSGA II." *IEEE. T. Evolut. Comput.*, 6(2).
- [2] Đức, H. N., Lâm, N. Q., and Nhật, P. Q. (2015). "Tối ưu hóa tiền độ và chi phí cho dự án xây dựng sử dụng thuật toán tiến hóa vi phân." *Tạp Chí Khoa học và Công nghệ, Đại Học Duy Tân*.
- [3] Gallo, M., D'Acerno, L., & Montella, B. (2011). A multilayer model to simulate cruising for parking in urban areas. *Transport policy*, 18(5), 735-744. Haupt, R. L., and Haupt, S. E. (2004). "Practical Genetic Algorithm." John Wiley & Sons, Inc.
- [4] Kaplan, S., & Bekhor, S. (2011, July). Exploring en-route parking type and parking-search route choice: Decision making framework and survey design. In 2nd International Choice Modelling Conference, Leeds.
- [5] Reklaitis, G. V., Ravindran, A., and Ragsdell, K. M. (1983). "Engineering Optimization Methods and Applications." Wiley, New York.
- [6] Shoup, D.C., (2006). "Cruising for parking". *Transport Policy*, 13, 479-486. Waraich, R., & Axhausen, K. (2012). Agent-based parking choice model. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2319), 39-46.
- [7] Yang, X.-S., and Deb, S. (2013). "Multiobjective cuckoo search for design optimization." *Comput. Oper. Res.*, 40(6), 1616-1624.

Một số kết quả phân tích dao động khung phẳng nhà nhiều tầng chịu tải trọng động đất khi có xét đến sự tương tác giữa công trình và nền đất

Some Vibration Analysis Results of Multi-storey Plane Frame under Seismic Loading Considering Soil-structure Interaction

Nguyễn Thành Dũng, Trương Hồng Minh(*)

*Khoa Xây dựng, Trường Đại học Duy Tân,, Việt Nam
Faculty of civil Engineering, Duy Tan University, Vietnam*

(Ngày nhận bài: 20/03/2017, ngày phản biện xong: 30/03/2017, ngày chấp nhận đăng: 05/04/2017)

Tóm tắt

Trong bài báo này, dựa trên lý thuyết tính toán công trình chịu tải trọng động đất, mô hình dầm trên nền phi tuyến Winker, các đường cong truyền tải thể hiện mối tương tác giữa cọc - đất cùng với sự trợ giúp từ phần mềm Sap2000v16.0.0, nhóm tác giả tiến hành phân tích bài toán dao động của khung phẳng nhà nhiều tầng chịu tải trọng động đất trong trường hợp không xét đến tương tác công trình - nền đất (FB) và trong trường hợp có xét đến tương tác công trình - nền đất (SSI) với sự thay đổi các thông số độ cứng của nền đất, của kết cấu bên trên. Kết quả nghiên cứu cho thấy khi phân tích theo mô hình SSI thì đặc tính của hệ kết cấu thay đổi đáng kể so với khi phân tích theo mô hình FB. Từ đó nhóm tác giả đưa ra các kết luận, kiến nghị và lưu ý trong quá trình phân tích dao động của khung phẳng nhà nhiều tầng chịu tải trọng động đất.

Từ khóa: Động đất tải trọng; dao động khung phẳng; mô hình nền Winker; tương tác công trình – nền.

Abstract

In this paper, based on the theory of calculating structure under seismic loading, Winker nonlinear beam model, the load transfer curves representing soil - pile interaction and with the help of the Sap2000v16.0.0 software, the authors analyzed the vibration of multi - storey plane frame under seismic loading in the case of not considering the structure - soil interaction (FB) and in case of considering the structure – soil interaction (SSI) including the change of soil stiffness parameters and structure stiffness parameters. The research results show that when analyzing according to SSI model, the characteristics of structural system changed significantly compared to FB model. Some conclusions and recommendations are issued by authors for the analysis of multi-storey plane frame under seismic loading.

Keywords: Seismic load; vibration of plane frame; Winker foundation model; soil – structure interaction.

© 2017 Bản quyền thuộc Đại học Duy Tân

1. Đặt vấn đề

Hiện nay ở Việt Nam, khi phân tích kết cấu khung nhà cao tầng chịu tải trọng động đất người

ta thường quan niệm khung ngàm cứng với móng và xem như đất nền có độ cứng rất lớn, điều này chưa phản ánh đúng với sự làm việc thực tế của

công trình. Chẳng hạn như đối với móng cọc, khi có động đất xảy ra, cùng với sự dao động của kết cấu bên trên thì các cọc sẽ chuyển vị dẫn đến sự biến dạng của nền đất, và khi các đất nền biến dạng sẽ ảnh hưởng ngược lại đến sự làm việc của các cọc trong đất và kết cấu bên trên. Như vậy, khi phân tích thiết kế nhà cao tầng chịu tải trọng động đất cần phải xem xét tổng thể các bộ phận của công trình gồm kết cấu bên trên, kết cấu móng và nền đất bên dưới trong mối quan hệ tương tác với nhau.

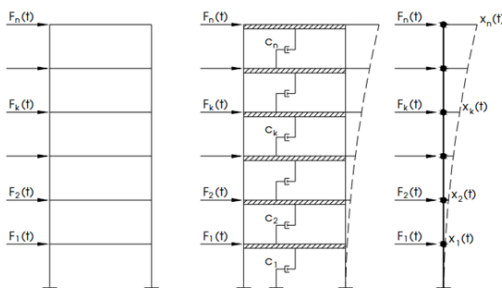
Từ vấn đề thực tiễn vừa nêu, với sự trợ giúp của phần mềm Sap2000v16.0.0, nhóm tác giả tiến hành nghiên cứu ứng dụng lý thuyết tính toán động đất của công trình cùng với các mô hình tương tác cọc - nền đất đã được thừa nhận để phân tích dao động của hệ kết cấu là khung phẳng nhà cao tầng chịu tải trọng động đất, trong đó có xét đến tương tác giữa công trình với nền đất.

2. Lý thuyết tính toán

2.1. Dao động của khung phẳng chịu tải trọng động đất khi không xét đến tương tác với nền (FB – Fixed Base)

2.1.1. Mô hình tính toán

Theo [1] dưới tác dụng của tải động đất móng của công trình được xem tuyệt đối cứng (Hình 1) và chịu chuyển vị cưỡng bức $x_o(t)$, công trình có chuyển vị ngang tương đối là $x(t)$. Như vậy chuyển động tuyệt đối của hệ kết cấu sẽ là $x_o(t) + x(t)$.



Hình 1. Mô hình tính toán của hệ kết cấu có nhiều bậc tự do động

2.1.2. Chu kỳ và dạng dao động của hệ kết cấu

Để xác định chu kỳ và dạng dao động của hệ kết cấu, ta xét trường hợp hệ dao động tự do

không có lực cản, phương trình chuyển động của hệ kết cấu được xác định theo công thức như sau:

$$[M]\{\ddot{x}\} + [K]\{x\} = 0 \quad (1)$$

trong đó: $[M]$, $[K]$ lần lượt là ma trận khối lượng, ma trận độ cứng của hệ; $\{\ddot{x}\}$, $\{x\}$ lần lượt là véc tơ gia tốc và véc tơ chuyển vị của hệ. Cách xác định các ma trận $[M]$, $[K]$, $\{\ddot{x}\}$, $\{x\}$ đã được trình bày chi tiết trong tài liệu [1].

Để cho hệ kết cấu dao động được hay nói cách khác là phương trình (1) có nghiệm. Sau khi biến đổi biến đổi ta có:

$$\det([K] - \omega^2 [M]) = 0 \quad (2)$$

Khai triển định thức trên ta sẽ được phương trình bậc n đối với ω^2 . Giải phương trình này ta được n nghiệm thực dương $\omega^1, \omega^2, \dots, \omega^n$ (biểu thị các tần số dao động riêng), các tần số được xếp theo thứ tự từ nhỏ đến lớn ($\omega_i < \omega_{i+1}$). Tần số vòng nhỏ nhất ω_1 gọi là tần số vòng cơ bản, các tần số vòng khác gọi là các tần số vòng bậc cao. Từ tần số vòng ω_i có thể xác định tần số f_i và chu kỳ T_i .

Các trị số đặc trưng ω_i, f_i, T_i được gọi là các trị riêng của hệ dao động. Tập hợp các giá trị của chúng gọi là phổ trị riêng. Các trị riêng biểu thị tính chất vật lý của hệ dao động, chúng phụ thuộc vào sự phân bố khối lượng và đặc trưng đàn hồi của hệ. Mỗi trị riêng ứng với một dạng dao động của hệ kết cấu gọi là dạng riêng hay dạng chính (còn gọi là vectơ riêng), số các trị riêng của hệ dao động bằng các bậc tự do dao động.

2.2. Dao động của khung phẳng chịu tải trọng động đất khi có xét đến tương tác với nền (SSI - Soil-Structure Interaction)

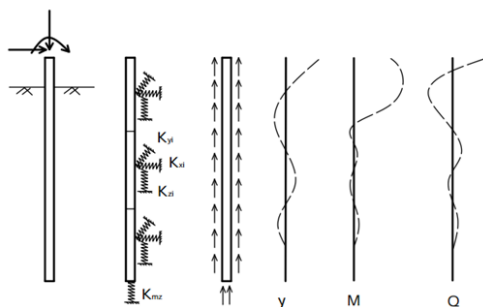
2.2.1. Mô hình tính toán tương tác cọc - nền

Để xét đến sự tương tác giữa công trình và nền đất, hiện nay có nhiều mô hình tính toán, mô hình dầm trên nền phi tuyến Winkler (Beam on Nonlinear Winkler Foundation) thường được sử dụng trong thực hành tính toán. Theo mô hình này đất nền xung quanh cọc được thay thế bằng một loạt các lò xo không đàn hồi theo các phương độc lập nhau chỉ biến dạng tại nơi có tải trọng, khu vực lân cận không bị biến dạng (Hình 2).

Dưới tác dụng của tải trọng đứng nền đất sẽ tương tác với cọc qua các gối đàn hồi. Quan hệ giữa phản lực gối t và chuyển vị được thể hiện

bằng “đường cong t-z”, đối với gối đàn hồi nằm ở mũi cọc ta có quan hệ giữa phản lực và chuyển vị là “đường cong q-z”.

Khi chịu tác dụng của tải trọng ngang, nền đất tương tác với cọc qua các gối đàn hồi theo phương ngang, quan hệ giữa phản lực p và chuyển vị ngang y của các gối đàn hồi, quan hệ giữa p và y gọi là “đường cong p-y”.



Hình 2. Tương tác cọc – nền theo mô hình dầm trên nền phi tuyến Winkler [2].

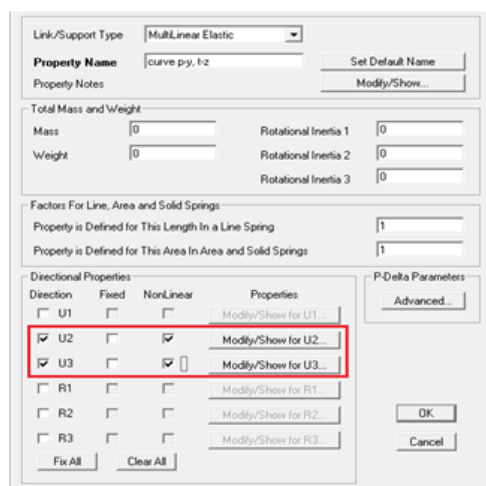
Dựa trên mô hình tính toán đó, các tác giả Matlock (1970), Reese và O’neil (1988), tổ chức API (1993) đã nghiên cứu và đưa ra các phương trình toán học của các đường cong truyền tải t-z, q-z, p-y và đã được các tổ chức nổi tiếng như Hiệp hội Đường liên bang Mỹ (FHWA) [5], Viện Nghiên cứu dầu Mỹ (API) [4] và các tổ chức khác kiến nghị sử dụng. Do giới hạn của bài báo, chi tiết lý thuyết đường cong t-z, q-z, p-y, độc giả có thể tham khảo trong các tài liệu [4], [5].

Ross W.Bounlanger [6] kiến nghị nên dùng các nghiên cứu của Matlok, Resee, O’Neil cho đất sét và Vijayvergiya, API cho đất cát, những đường cong chính của các tác giả này đã được Bounlanger hiệu chỉnh và đưa vào phần mềm Opensees với các mô hình vật liệu QzSimple1, PySimple1, TzSimple1. Chính vì vậy trong nghiên cứu này, tác giả sử dụng các đường cong do Bounlanger kiến nghị nhưng phân tích dựa trên phần mềm Sap2000.

2.2.2. Phân tích dao động khung phẳng chịu tải trọng động đất khi có xét đến tương tác với nền bằng Sap2000

Phần mềm Sap2000v16.0.0 được nhóm tác giả sử dụng để phân tích bài toán, đối với trường

hợp không xét đến tương tác với đất nền (FB-Fix Base) các cọc được định nghĩa là các phần tử thanh ngàm cứng tại mặt phẳng mũi cọc (ngàm vào lớp đá cứng). Đối với trường hợp có xét đến tương tác với đất nền (SSI), tương tác giữa cọc và nền đất được thể hiện bằng các phần tử tiếp xúc điểm “Link/Support” (Hình 3). Kiểu ứng xử vật liệu của mỗi phần tử lựa chọn là “Multi-linear Elastic” cùng với đường p-y,t-z được tính toán theo mục 2.2.1.



Hình 3. Định nghĩa phần tử Link/Support trong Sap2000v16.0.0.

3. Ví dụ tính toán

3.1. Số liệu tính toán

Khung phẳng 3 nhịp (6,5m; 6,5m; 6,5m) của nhà 15 tầng (mỗi tầng cao 3,3m; tầng trệt cao 4,5m) chịu tải trọng động đất. Cột có kích thước 800x800mm, dầm 250x700mm, được làm từ bê tông cốt thép trong đó bê tông có cấp độ bền B25. Móng công trình dùng cọc khoan nhồi đường kính 1,0m; sử dụng bê tông cấp độ bền B30; cọc xuyên qua 3 lớp đất (lớp 1: sét yếu dày 8m; lớp 2: cát chặt vừa dày 15m; lớp 3: cát chặt dày 7m), mũi cọc ngàm vào đá cứng, mực nước ngầm ở độ sâu -1m.

Để đánh giá ảnh hưởng của độ cứng của đất nền đến dao động, bài toán được phân tích với 3 loại đất nền (SSI1, SSI2, SSI3) theo thứ tự độ cứng tăng dần như Bảng 3.

Số liệu về tải trọng công trình như ở Bảng 1. Công trình xây dựng tại quận Sơn Trà - Đà Nẵng,

tra phụ lục [2], ta có thông số tính toán công trình như Bảng 2.

Bảng 1. Số liệu tải trọng công trình

Tĩnh tải		
Loại tải trọng	Tầng 1 đến tầng 14	Tầng 15
Tĩnh tải phân bố do tường (kN/m)	10,7	-
Tĩnh tải hình thang do sàn truyền vào (kN/m)	79,2	46,2
Tĩnh tải nút nhịp biên (kN)	164,1	82,5
Tĩnh tải nút nhịp giữa (kN)	297,0	173,3
Hoạt tải		
Loại tải trọng	Tầng 1 đến tầng 14	Tầng 15
Hoạt tải hình thang do sàn truyền vào (kN/m)	21,6	9,9
Hoạt tải nút (kN)	41,0	17,7

Bảng 2. Các thông số tính toán công trình

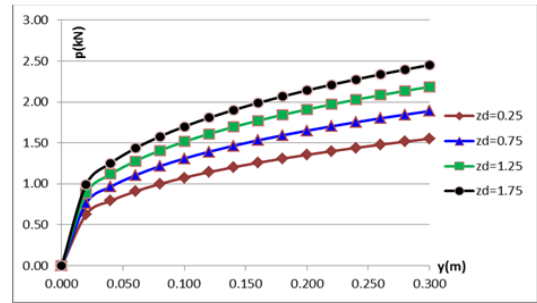
Tỷ số a_g/g	0,0918
Hệ số tầm quan trọng γ_T	1,25
a_g/g	0,11475
Loại đất nền	C
TB(s)	0,2
TC(s)	0,6
TD(s)	2
S	1,15
Hệ số ứng xử q	3,9
β	0,2

Bảng 3. Số liệu địa chất trong các trường hợp thay đổi độ cứng đất nền

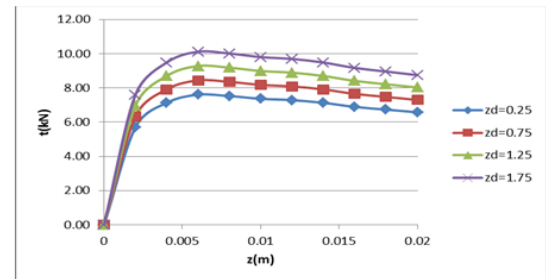
Loại đất nền	Lớp 1	Lớp 2	Lớp 3
SSI1	Sét yếu: 8m $\gamma = 5,3\text{kN/m}^3$, $s_u = 4,33+1,01z$	Cát chặt vừa: 15m $\gamma = 17\text{kN/m}^3$, $\phi = 32^\circ$	Cát chặt: 7m $\gamma = 19\text{kN/m}^3$, $\phi = 40^\circ$
SSI2	Sét yếu: 8m $\gamma = 5,8\text{kN/m}^3$, $s_u = 6,08+1,03z$	Cát chặt vừa: 15m $\gamma = 18\text{kN/m}^3$, $\phi = 34^\circ$	Cát chặt: 7m $\gamma = 20\text{kN/m}^3$, $\phi = 40^\circ$
SSI3	Sét yếu: 8m $\gamma = 6,5\text{kN/m}^3$, $s_u = 7,03+1,21z$	Cát chặt vừa: 15m $\gamma = 19\text{kN/m}^3$, $\phi = 36^\circ$	Cát chặt: 7m $\gamma = 21\text{kN/m}^3$, $\phi = 40^\circ$

3.2. Xây dựng các đường cong quan hệ giữa tải trọng và chuyển vị cọc

Kết quả xây dựng các đường cong p-y, t-z theo [6] được thể hiện ở các Hình 1, Hình 2 và Hình 3.



Hình 4. Đường cong p-y từ độ sâu 0,25m đến 29,75m



Hình 5. Đường cong t-z từ độ sâu 0,25m đến 29,75m

3.3. Các kết quả

Từ các số liệu và lý thuyết đã nêu, kết hợp với phần mềm Sap2000v16.0.0, tiến hành phân tích bài toán trong các trường hợp không xét đến tương tác với nền đất (FB) và có xét đến tương tác với đất nền (SSI). Các kết quả phân tích bao gồm chu kỳ dao động, chuyển vị đỉnh của công trình được thể hiện ở các mục 3.3.1, 3.3.2.

3.3.1. Chu kỳ dao động

T - chu kỳ dao động khi không xét đến SSI (FB-Fix base).

\tilde{T} - chu kỳ dao động khi xét SSI.

3.3.1.1. Sự thay đổi chu kỳ dao động khi tăng độ cứng đất nền

Thay đổi độ cứng đất nền theo thứ tự tăng dần SSI1, SSI2, SSI3 mà vẫn giữ nguyên độ cứng kết cấu bên trên. Ta có kết quả chu kỳ dao động như ở Bảng 4.

Bảng 4. So sánh chu kỳ dao động giữa mô hình FB và SSI khi thay đổi độ cứng đất nền

\tilde{T} (s)		T(s)	$\frac{\tilde{T}}{T}$			
SSI1	SSI2	SSI3	FB	SSI1	SSI2	SSI3
6,17	4,72	4,02	2,87	2,15	1,64	1,40

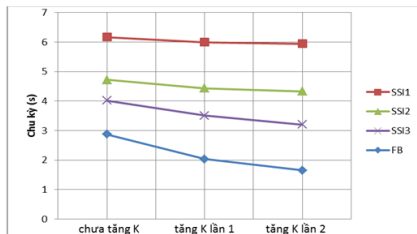
3.3.1.2. Sự thay đổi chu kỳ dao động khi tăng độ cứng kết cấu bên trên

Để không ảnh hưởng đến ma trận khối lượng làm thay đổi chu kỳ, việc tăng độ cứng được thực hiện bằng cách tăng mô đun đàn hồi và giữ nguyên tiết diện:

- Lần 1 : tăng E lên 2 lần.
- Lần 2: tăng E lên 3 lần.

Bảng 5. So sánh chu kỳ dao động giữa mô hình FB và SSI khi thay đổi độ cứng kết cấu bên trên

Lần tăng độ cứng	\tilde{T} (s)			T(s)	$\frac{\tilde{T}}{T}$		
	SSI1	SSI2	SSI3	FB	SSI1	SSI2	SSI3
Lần 1	5,99	4,43	3,51	2,03	2,95	2,18	1,73
Lần 2	5,94	4,33	3,2	1,65	3,60	2,62	1,94



Hình 6. Đồ thị thể hiện tốc độ thay đổi chu kỳ khi tăng độ cứng kết cấu bên trên

3.3.1.2. Nhận xét về sự thay đổi chu kỳ dao động

Từ kết quả phân tích chu kỳ dao động, tác giả có một số nhận xét sau:

- Khi xét tương tác giữa đất nền và kết cấu vào mô hình tính toán thì chu kỳ dao động của hệ kết cấu sẽ tăng lên đáng kể, tỉ lệ tăng của chu kỳ từ 1,4 đến 2,15 lần (Bảng 4).
- Khi thay đổi độ cứng đất nền theo chiều tăng dần giữ nguyên độ cứng kết cấu bên trên thì chu kỳ dao động giảm dần.

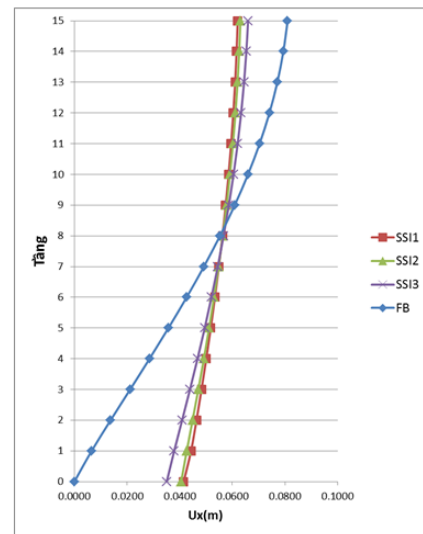
- Khi thay đổi độ cứng của kết cấu bên trên thì sự thay đổi chu kỳ của mô hình FB là nhanh hơn so với mô hình SSI (độ dốc đường FB là lớn nhất) - Hình 6

- Khi độ cứng của kết cấu bên trên càng lớn thì ảnh hưởng của đất nền đến chu kỳ dao động càng đáng kể (sự thay đổi chu kỳ dao động khi tăng K lần 2 lớn hơn so với lần 1) – Bảng 5, Hình 6.

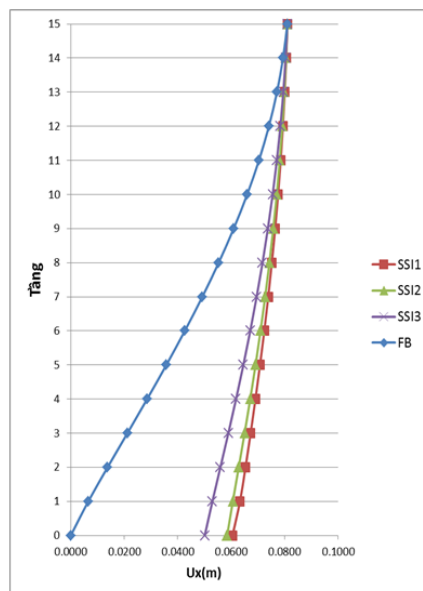
3.3.2. Chuyển vị

3.3.2.1. Chuyển vị do dao động tự do

Dựa vào kết quả phân tích dao động tự do từ phần mềm Sap2000v16.0.0 ta có kết quả được thể hiện ở đồ thị Hình 7 và Hình 8.



Hình 7. Dạng dao động thứ nhất (Mode 1)



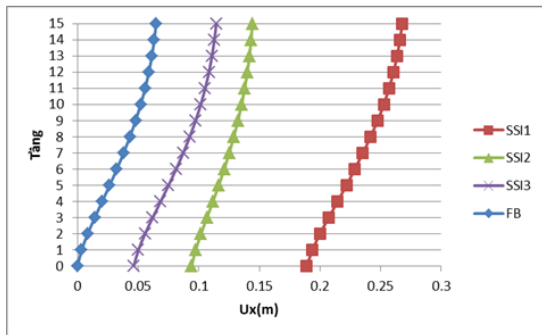
Hình 8. Dạng dao động thứ nhất (Mode 1) khi chấp theo chuyển vị đứng lớn nhất

3.3.2.1. Chuyển vị đỉnh do tải trọng động đất

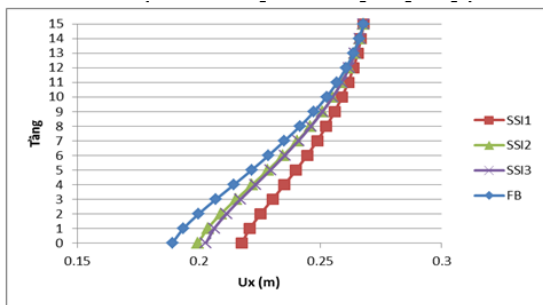
Kết quả phân tích được thể hiện ở Bảng 6, đồ thị Hình 9 và Hình 10, trong đó u là chuyển vị đỉnh khi không xét đến SSI (FB-Fix base), \tilde{u} -chuyển vị đỉnh khi có xét đến SSI.

$\tilde{u}(mm)$			$u(mm)$	\tilde{u}/u		
SSI1	SSI2	SSI3	FB	SSI1	SSI2	SSI3
267	144	115	70	3,81	2,05	1,64

Bảng 6. So sánh chuyển vị đứng giữa mô hình FB và SSI



Hình 9. Chuyển vị các tầng do tải trọng động đất gây ra



Hình 10. Chuyển vị các tầng do tải trọng động đất gây ra khi chấp theo chuyển vị đứng lớn nhất

3.3.2.3. Nhận xét về chuyển vị

Từ kết quả phân tích chuyển vị của các tầng do dao động tự do và chuyển vị đỉnh do lực động đất tác dụng lên công trình, tác giả có một số nhận xét sau:

- Đối với dao động tự do thì kết quả phân tích theo mô hình SSI tăng lên so với mô hình FB, tuy nhiên sự tăng là không đều giữa các tầng (các tầng dưới tăng chậm hơn so với các tầng trên) – Hình 7.

- Khi xét đến tương tác với nền đất chuyển vị đỉnh do tải trọng động đất gây ra tăng lên đáng kể so với mô hình ngàm (tăng từ 1,64 đến 3,81 lần) – Bảng 5. Tuy nhiên chuyển vị tương đối giữa các tầng trên là nhỏ hơn so với các tầng dưới - Hình 9, Hình 10.

- Khi tăng độ cứng đất nền thì chuyển vị đỉnh do tải trọng động đất gây ra giảm dần (giảm từ 1,86 đến 2,32 lần) - Bảng 6.

4. Kết luận

Từ các kết quả phân tích, nhận xét đã trình bày ở trên, một số kết luận được nhóm tác giả đưa ra như sau khi phân tích thiết kế kết cấu là khung nhà cao tầng chịu tải trọng động đất:

- So với mô hình tính toán không xét đến sự tương tác với đất nền (FB) thì mô hình tính toán khi có xét đến sự tương tác giữa công trình và nền đất (SSI) có kết quả thay đổi đáng kể, đó là chu kỳ dao động tăng lên, chuyển vị đỉnh do tải trọng động đất gây ra tăng lên. Điều này ảnh hưởng rất lớn đến thực tế làm việc của công trình, do đó người làm công tác thiết kế cần phải kể đến sự tương tác giữa công trình và nền đất khi phân tích thiết kế nhà cao tầng.

- Kết quả phân tích theo mô hình SSI phụ thuộc nhiều vào các thông số độ cứng đầu vào của kết cấu bên trên, của nền đất bên dưới, cụ thể như sau:

- + Cùng một độ cứng của kết cấu bên trên thì chu kỳ dao động, chuyển vị đỉnh của công trình tỉ lệ nghịch với độ cứng của đất nền.

- + Cùng một độ cứng của đất nền, độ cứng của kết cấu bên trên càng lớn thì ảnh hưởng của đất nền đến chu kỳ dao động càng lớn.

- Vấn đề tính toán công trình chịu tải trọng động đất cũng như tương tác giữa nền đất và kết cấu (SSI) là vấn đề phức tạp cần tiếp tục có những nghiên cứu để hoàn thiện phương pháp tính toán sao cho phù hợp với sự làm việc thực tế của công trình. Bài báo mới dừng lại ở mô hình khung phẳng và cần được tiếp tục mở rộng cho bài toán khung không gian, cần xét thêm sự thay đổi của gia tốc cường bức lên móng từ gia tốc nền.

Tài liệu tham khảo

- [1] Nguyễn Lê Ninh (2007), Động đất và thiết kế công trình chịu động đất, Nhà xuất bản Xây dựng.
- [2] Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam, TCXDVN 375:2006 (2006), Thiết kế công trình chịu tải trọng động đất, Nhà xuất bản xây dựng.

- [3] Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam, TCXDVN 2737-1995, Tải trọng và tác động, Nhà xuất bản xây dựng.
- [4] American Petroleum Institute (2003), API Recommended Practice 2A - WSD -Planning, Designing, and Construction Fixed Offshore Platform – Working Stress Design, American Petroleum Institute, pages 57- 63.
- [5] Federal Highway Administration (2006), Chapter 7 – Analyses of the Axial load Tests at the Route 351 Bridge, U.S.Department of Transportation.
- [6] Ross W. Boulanger, Seismic soil-pile-structure interaction experiments and analyses, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, Vol.125, Issue 9 (September, 1999).

Ứng dụng phương pháp quy hoạch tuyến tính cho bài toán tối ưu hóa trong quản lý dự án xây dựng

Applications of Linear Programming for Solving Optimization Problems in Construction Project Management

Hoàng Nhật Đức^a, Vũ Thế Hiệp^b, Phan Lê Thành^b, Nguyễn Thị Thanh^c

(Ngày nhận bài: 21/11/2016, ngày phản biện xong: 08/02/2017, ngày chấp nhận đăng: 05/04/2017)

^a*Viện Nghiên cứu & Phát triển Công nghệ cao, Đại học Duy Tân
Institute of Research and Development, Duy Tan University*

^b*Khoa Sau Đại Học, Đại học Duy Tân, Việt Nam
The Graduate School, Duy Tan University, Vietnam*

^c*Khoa Công nghệ Thông tin, Trường Cao đẳng Sư phạm Quảng Trị
Dept. of Information Technology, Quang Tri Teachers Training College*

Tóm tắt

Các dự án xây dựng thường đòi hỏi nguồn vốn đầu tư lớn, có yêu cầu kỹ thuật phức tạp, và có thời gian thi công dài. Việc quản lý các dự án một cách hiệu quả là một yêu cầu thiết thực của ngành xây dựng tại Việt Nam. Nghiên cứu trong bài báo này đề xuất ứng dụng phương pháp mô hình hóa bài toán tối ưu hóa và tìm lời giải bằng phương pháp quy hoạch tuyến tính. Trong phần minh họa tính toán, chúng tôi đưa ra các ví dụ về các bài toán có thể ứng dụng phương pháp quy hoạch tuyến tính, bao gồm: bài toán tìm đường đi chuyển ngắn nhất và bài toán lập tiến độ cho dự án. Các bài toán được mô hình hóa và giải trên công cụ Excel Solver. Nghiên cứu cho thấy phương pháp quy hoạch tuyến tính là công cụ hiệu quả cho việc giải các bài toán tối ưu hóa trong công tác quản lý xây dựng.

Từ khóa: Quản lý dự án xây dựng; Quy hoạch tuyến tính; Tối ưu hóa; Mô hình hóa; Excel Solver.

Abstract

Construction projects generally demand large investment cost, complex technical requirements, and long construction time. Effective management of construction project is a critical need of Vietnamese construction industry. This study proposes applying linear programming method in solving optimization problem within the field of construction project management. To illustrate the method, two case studies are presented: the shortest path finding and the project schedule planning. All problems are conveniently solved via the Excel Solver tool. The research finding shows that linear programming is an effective and easy-to-use tool for solving optimization problems in construction management.

Keywords: Construction management; Linear Programming; Optimization; Mathematical Modelling; Excel Solver.

© 2017 Bản quyền thuộc Đại học Duy Tân

1. Đặt vấn đề

Dự án xây dựng là một chuỗi các hoạt động đặc thù, phức tạp, và mang tính kết nối với nhau nhằm hoàn thành một mục tiêu trong một thời gian cụ thể, trong ngân sách giới hạn, và theo các chuẩn mực kỹ thuật khắt khe [1]. Do đó, các dự án xây dựng được đặc trưng bởi tính phức tạp, có thời gian hoàn thành dài, và hao tổn chi phí lớn. Thêm vào đó, quá trình phát triển của các dự án xây dựng thường bao gồm nhiều giai đoạn mà trong mỗi giai đoạn có những yêu cầu chuyên môn khác nhau, kết quả phân tích/tính toán của giai đoạn trước là các thông số đầu vào của giai đoạn tiếp sau.

Trong một thị trường xây dựng có tính phức tạp và mức độ cạnh tranh cao, sự thành bại của một doanh nghiệp xây dựng phụ thuộc rất lớn vào khả năng quản lý các dự án [2]. Hậu quả của việc quản lý kém sẽ dẫn đến những tác hại cả về mặt tài chính lẫn tiến độ của các dự án xây dựng. Thêm vào đó, điều kiện khác biệt về công trường và sự triển khai thi công khiến cho các công trình xây dựng luôn có những yếu tố mới, tính chất phức tạp, bất định, và không đồng nhất. Do đó, công tác quản lý các dự án xây dựng luôn đòi hỏi những công cụ mới nhằm nâng cao hiệu quả của quá trình thực hiện dự án [3].

Với mục đích nâng cao hiệu quả của công tác quản lý, các khâu hoặc công đoạn trong quá trình quản lý dự án có thể được mô hình hóa, phân tích dựa trên bản chất của vấn đề và cùng với các phương pháp toán học. Các nghiên cứu trên thế giới cũng như ở Việt Nam đã chứng tỏ các vấn đề phức tạp trong các giai đoạn của dự án xây dựng có thể được mô hình hóa và tìm ra lời giải sát với thực tế. Các vấn đề trong quản lý dự án đã được đề xuất và giải quyết có tính đa dạng cao và có thể được kể đến như các bài toán về tối ưu hóa tiến độ [4, 5], điều hòa tài nguyên [6, 7], bố trí nhân lực [8, 9], vận chuyển tài nguyên [10], tối ưu hiệu quả tài chính/dòng tiền [11], bố trí cơ sở vật chất trong công trường [12, 13], tối ưu quá trình xây dựng đường hầm [14].

Trong nghiên cứu này, chúng tôi khảo sát ứng dụng của phương pháp quy hoạch tuyến tính trong quản lý dự án, với hai ứng dụng cụ thể trong vấn đề tìm đường ngắn nhất và lập tiến độ cho

dự án tuyến tính. Các bài toán được mô tả, thiết lập mô hình toán học và giải bằng thuật toán quy hoạch tuyến tính trên công cụ Excel Solver. Các phần tiếp sau của bài báo được trình bày như sau: phần 2 trình bày phương pháp nghiên cứu, các bài toán được mô hình hóa trong phần 3, kết quả tính toán được đưa ra trong phần tiếp sau, và các kết luận của nghiên cứu được cho trong phần cuối cùng của nghiên cứu.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Mô hình hóa bài toán tối ưu hóa

Một bài toán tối ưu hóa tổng quát có thể được mô hình hóa như sau [15]:

Tìm Min. của hàm $f(x)$, trong đó:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_d), d = 1, 2, \dots, D \quad (1)$$

Bài toán chịu các ràng buộc sau:

$$g_q(x_1, x_2, \dots, x_d) \leq 0, d = 1, 2, \dots, D, q = 1, 2, \dots, M \quad (2)$$

$$h_r(x_1, x_2, \dots, x_d) = 0, d = 1, 2, \dots, D, r = 1, 2, \dots, N \quad (3)$$

$$x_d^L \leq x_d \leq x_d^U \quad (4)$$

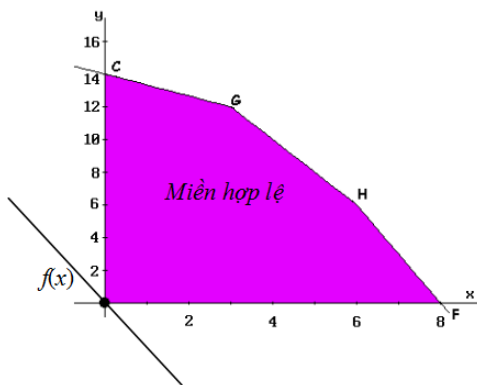
Trong đó, $f(x_1, x_2, \dots, x_d)$ là hàm mục tiêu. x_1, x_2, \dots, x_d được gọi là các biến số thiết kế. $g_q(x_1, x_2, \dots, x_d)$ và $h_r(x_1, x_2, \dots, x_d)$ là các ràng buộc mà một phương án lựa chọn cần phải thỏa mãn. là các cận trên và cận dưới của biến thiết kế x_d . D là số lượng biến số thiết kế. M và N lần lượt là số lượng ràng buộc bất đẳng thức và đẳng thức.

2.2. Phương pháp quy hoạch tuyến tính

Quy hoạch tuyến tính (linear programming) là một lĩnh vực quan trọng trong toán học [16]. Quy hoạch tuyến tính có đối tượng là các bài toán tối ưu hóa mà trong đó hàm mục tiêu và các điều kiện ràng buộc đều là các phương trình hoặc bất đẳng thức ở dạng bậc nhất. Trong các bài toán dạng này, miền giới hạn của bài toán (được xác định bởi các điều kiện ràng buộc) là một không gian giới hạn bởi các đường thẳng (trong 2D) hoặc các mặt phẳng (3D), hay siêu mặt phẳng (không gian nhiều chiều). Hàm mục tiêu tuyến tính có dạng như sau:

$$f(x) = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_Dx_D \quad (5)$$

trong đó D là số lượng biến số thiết kế cần tìm.



Hình 1. Bài toán quy hoạch tuyến tính

Mục tiêu của bài toán là tìm một điểm trên không gian bị giới hạn bởi các ràng buộc mà tại đó hàm $f(x)$ có giá trị nhỏ nhất với bài toán tìm Min (hoặc lớn nhất với bài toán tìm Max) (xem Hình 1). Nếu bài toán có miền hợp lệ khác tập rỗng, ta sẽ luôn tìm được ít nhất một điểm thỏa mãn các yêu cầu của bài toán và đạt giá trị mong muốn với hàm mục tiêu. Đối với các bài toán quy mô nhỏ có số lượng biến số nhỏ hơn hoặc bằng 3, phương pháp hình học có thể được sử dụng. Đối với các bài toán quy mô lớn và phức tạp, phương pháp đơn hình hoặc các phương pháp số được sử dụng một cách rất hiệu quả. Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng phương pháp đơn hình (Simplex Method) với công cụ Excel Solver.

3. Mô hình hóa bài toán

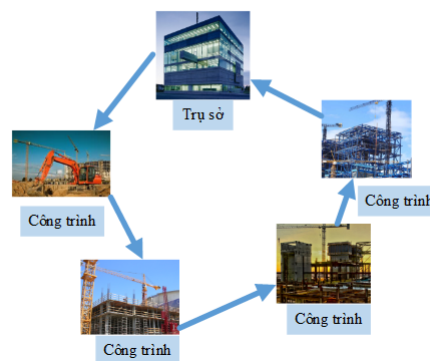
3.1. Vấn đề tìm đường ngắn nhất

Bài toán tìm đường ngắn nhất hay lập kế hoạch di chuyển được bắt gặp rộng rãi trong quản trị doanh nghiệp nói chung [17] và trong quản lý dự án nói riêng. Trong lĩnh vực quản lý dự án, chúng tôi đề cập tới một ứng dụng cụ thể trong việc lập kế hoạch di chuyển cho một người thanh tra xây dựng. Bối cảnh của bài toán được cho như sau (Hình 2):

- Người thanh tra chịu trách nhiệm giám sát X công trình.
- Mỗi công trình được bố trí tại các địa điểm cách xa nhau.
- Người thanh tra xuất phát từ trụ sở, đi thăm lần lượt mỗi công trình một lần và quay về địa điểm ban đầu.

Bảng 1. Ma trận chi phí di chuyển C

	Trụ sở	CT 1	...	CT D
Trụ sở		$C_{1,2}$...	$C_{1,D+1}$
CT 1	$C_{2,1}$...	$C_{2,D+1}$
...
CT D	$C_{D,1}$	$C_{D,2}$...	$C_{D,D+1}$



Hình 2. Bài toán tìm đường đi ngắn nhất

Với dữ liệu về khoảng cách giữa các địa điểm cho trong ma trận C (Bảng 1), mục tiêu của bài toán là tìm đường đi ngắn từ trụ sở đến các công trình và quay về sao cho chi phí đi lại từ trụ sở tới các công trình là nhỏ nhất. Trong Bảng 1, $C(i,j)$ là chi phí (hay khoảng cách) từ địa điểm i tới địa điểm j . Thêm vào đó, các ràng buộc về đường đi và tính không lặp lại của các các địa điểm cần phải được thỏa mãn. Vấn đề tối ưu hóa được thiết lập như sau:

3.1.1. Biến thiết kế

Các biến thiết kế của bài toán là các thành phần của ma trận thứ tự di chuyển T từ trụ sở đến các công trình (xem Bảng 2). Trong Bảng 2, các trụ sở và công trình tương ứng với các hàng và các cột của ma trận. Trong đó, $T(i,j) = 1$ có ý nghĩa là người thanh tra sẽ di chuyển từ địa điểm i đến địa điểm j trên bản đồ.

Bảng 2. Ma trận thứ tự di chuyển T

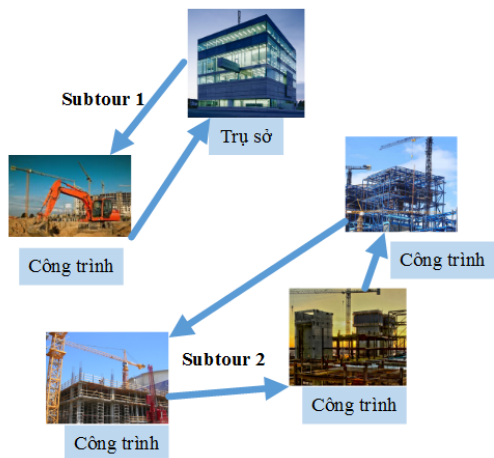
	Trụ sở	CT 1	...	CT D
Trụ sở	0	1	0	0
CT 1	0	0	1	0
...
CT D	1	0	0	0

3.1.2. Các ràng buộc

Bài toán gồm các ràng buộc sau:

Người thanh tra phải đi thăm tất cả các công trình đúng 1 lần và trở về trụ sở, do đó: Tổng của từng cột bằng 1: $\sum_{i=1}^D T_{ij} = 1$ (6)

Tổng của từng hàng bằng 1: $\sum_{j=1}^D T_{ij} = 1$ (7)



Hình 3. Giải pháp với vòng lặp nội bộ (subtour)

Để tránh thuật toán tìm ra giải pháp trong đó người thanh tra giữ nguyên một vị trí, $T(i,i) = 0$ là không được phép, do đó, ta đặt $C(i,i) =$ một số vô cùng lớn (ví dụ 10^5). Thêm vào đó, các vòng lặp nội bộ (subtour) là không được phép (xem Hình 3). Lời giải của bài toán phải không được tồn tại các vòng lặp nội bộ do phải thỏa mãn điều kiện là người thanh tra xuất phát từ trụ sở, đi thăm lần lượt mỗi công trình một lần và quay về địa điểm ban đầu.

3.1.3. Hàm Mục Tiêu

Để thiết lập hàm mục tiêu của bài toán, thông số về khoảng cách từ trụ sở đến mỗi công trình được cho trong ma trận khoảng cách (xem Bảng 1). Tổng khoảng cách di chuyển của người thanh tra được cho trong công thức sau:

$$f = \sum_{i=1}^D \sum_{j=1}^D T_{ij} \times C_{ij} \quad (8)$$

3.2. Vấn đề lập tiến độ cho dự án tuyến tính

Phương pháp lập tiến độ tuyến tính (linear scheduling) là một phương pháp tổ chức (bao gồm bố trí và sắp xếp) việc thực hiện các công việc trong thực hiện dự án có các công tác lặp đi lặp lại (repetitive activities) [18, 19]. Loại dự án có các công tác lặp đi lặp lại trong công nghiệp xây dựng bao gồm: dự án xây nhà cao tầng, làm đường, làm cầu, xây đập, và lắp đặt đường ống dẫn/thoát nước (xem Hình 4) [20-23].



Hình 4. Các dự án có các công tác lặp đi lặp lại: (a) nhà cao tầng, (b) lắp đặt đường ống, (c) xây đập, và (d) làm đường

Trong tiến độ tuyến tính, các công việc có cùng một tính chất chuyên môn trong các gói công việc khác nhau được gom lại để giao cho từng tổ đội nhân lực với biên chế cố định, sử dụng một số lượng máy móc ổn định, thực hiện tuần tự theo thời gian lần lượt từ gói công việc này sang gói công việc khác nhưng chỉ trên những phần việc theo đúng chuyên môn của tổ đội đó [1, 24]. Công việc thực hiện theo tổ đội có sự thực hiện tuần tự theo thời gian có thể là không liên tục hoặc liên tục.

Những tổ đội chuyên nghiệp này có biên chế tương đối ổn định, ít được thay đổi trong quá trình thực hiện công việc chuyên môn từ phân đoạn công việc trọn gói này sang phân đoạn công việc trọn gói khác [25]. Thêm vào đó, quá trình thực hiện mỗi công tác chuyên môn tuần tự từ phân đoạn này sang phân đoạn khác có thể là gián đoạn về thời gian hoặc liên tục về thời gian. Việc lập tiến độ cho các dự án tuyến tính cần thỏa mãn các yêu cầu về tiến độ giữa các công tác với nhau và giữa các phân khu trong mỗi công tác. Bài toán lập tiến độ cho các dự án tuyến tính được mô hình hóa như sau:

3.2.1. Biến thiết kế

Để thiết lập tiến độ cho dự án, ta cần xác định thời điểm bắt đầu thi công của từng công tác trong từng phân đoạn. Do đó, thời điểm bắt đầu

thi công được xem là các biến số của bài toán. Thời điểm bắt đầu thi công của công tác thứ i được ký hiệu là ST_i . Theo quy ước, thời điểm khởi đầu của công tác thứ nhất ở phân đoạn đầu tiên $ST_{11} = 0$.

3.2.2. Các ràng buộc

Do việc lập tiến độ cho các dự án tuyến tính cần thỏa mãn các yêu cầu về tiến độ giữa các công tác với nhau và giữa các phân khu trong mỗi công tác, ta có hai loại ràng buộc sau:

- Ràng buộc giữa các công tác với nhau:

$$ST_j \geq ST_i + D_i + L_{ij} \quad (9)$$

Trong đó, D_i là thời gian thi công của công tác i . Công tác j được tiến hành sau khi công tác i được thi công xong. L_{ij} là gián đoạn về mặt thời gian giữa 2 công tác i và j .

- Ràng buộc giữa các phân đoạn trong cùng một công tác:

$$ST_{ib} \geq ST_{ia} + D_{ia} + L_{iab} \quad (10)$$

Trong đó, D_{ia} là thời gian thi công của phân đoạn a công tác i . Phân đoạn b được tiến hành sau khi phân đoạn a được thi công xong. L_{iab} là gián đoạn về mặt thời gian giữa 2 phân đoạn của công tác i .

3.2.3. Hàm Mục Tiêu:

Các công tác và các phân đoạn trong từng công tác được bắt đầu sớm nhất có thể. Do đó, hàm mục tiêu của bài toán được cho như sau:

$$f = \sum_{i=1}^A \sum_{j=1}^B ST_{ij} \quad (11)$$

Trong đó A và B lần lượt là số công tác trong dự án và số phân đoạn trong mỗi công tác.

4. Kết quả tính toán

4.1. Tối ưu hóa bài toán lập kế hoạch di chuyển

Trong mục này của bài báo, một bài toán lập kế hoạch di chuyển cho người thanh tra xây dựng với 1 trụ sở (P1) và 7 công trình (P2 đến P8) được thiết lập và giải bằng phương pháp Simplex. Dữ liệu về khoảng cách giữa các điểm cần di chuyển đến được cho trong Hình 5.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
P1	1.00E+05	13	50	10	17	20	49	17
P2	32	1.00E+05	14	42	33	41	20	12
P3	35	36	1.00E+05	31	31	15	36	24
P4	35	29	39	1.00E+05	11	42	26	41
P5	28	13	49	33	1.00E+05	31	50	37
P6	15	42	29	32	18	1.00E+05	44	35
P7	15	35	20	35	30	18	1.00E+05	17
P8	14	25	10	33	40	47	19	1.00E+05

Hình 5. Ma trận khoảng cách C

Giải bằng thuật toán Simplex lần thứ nhất xuất hiện 1 subtour: 1 – 4 – 7 – 1 (Hình 6a). Do đó ta thêm 1 ràng buộc để khử subtour:

$$T(1, 4) + T(4, 7) + T(7, 1) \leq 2 \quad (12)$$

(a)								(b)							
P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Hình 6. Ma trận T được tối ưu hóa: (a) Có subtour và (b) Không có subtour

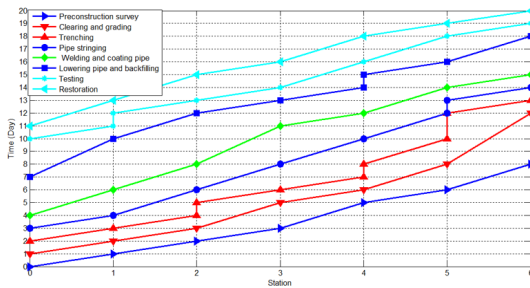
Sau khi khử subtour, kết quả tối ưu được cho trong Hình 6b, tương ứng với thứ tự di chuyển như sau: 1 → 4 → 5 → 2 → 8 → 3 → 7 → 6 → 1.

4.2. Tối ưu hóa bài toán lập tiến độ cho dự án tuyến tính

Trong phần này của bài báo, một dự án thi công lắp đặt đường ống nước được lập tiến độ bằng phương pháp quy hoạch tuyến tính. Dự án có 8 công tác và được chia làm 6 phân khu. Thời gian thi công của mỗi phân khu, cũng như mối liên hệ về tiến độ giữa các công tác cho trong Bảng 3. Kết quả tính toán lập tiến độ của dự án được cho trong Hình 7.

Bảng 3. Thông số của dự án

Công tác	Tên công tác	Liên hệ tiến độ	Thời gian thi công mỗi phân đoạn (ngày)
1	Preconstruction survey	Khảo sát thực địa	1
2	Clearing and grading	Dọn dẹp công trường	1
3	Trenching	Đào rãnh	2
4	Pipe stringing	Xếp ống	3
5	Welding and coating pipe	Hàn ống	4
6	Lowering pipe in and backfilling	Hạ ống và san lấp	5FS + 1
7	Testing	Thử ống	6FS + 1
8	Restoration	Khôi phục cảnh quan	7



Hình 7. Kết quả lập tiến độ của dự án

Trong Hình 7, trục hoành (Station) hiển thị các phân đoạn của dự án, trục tung (Time) hiển thị thời gian thi công. Thời gian thi công của cả dự án là 29 ngày. Kết quả trên đồ thị cho thấy tiến độ được lập ra thỏa mãn tất cả các yêu cầu về thời gian thi công từng phân đoạn, thứ tự thi công, và các gián đoạn về mặt thời gian.

5. Kết luận

Trong bài báo này, các tác giả khảo sát ứng dụng của phương pháp quy hoạch tuyến tính với ứng dụng trong lĩnh vực quản lý dự án xây dựng. Hai ví dụ cụ thể về vấn đề lập kế hoạch di chuyển và lập tiến độ cho dự án tuyến tính đã được diễn tả, mô hình hóa, và giải bằng phương pháp quy hoạch tuyến tính với công cụ Excel Solver. Kết quả tính toán cho thấy quy hoạch tuyến tính có thể giúp giải ra được kết quả tối ưu một cách nhanh chóng và thỏa mãn tất cả các ràng buộc của bài toán. Do đó, các vấn đề khác trong quản lý dự án xây dựng cũng có thể được mô hình hóa và giải một cách hiệu quả bằng công cụ Excel Solver. Hướng nghiên cứu tiếp theo của bài báo bao gồm khảo sát ứng dụng của phương pháp quy hoạch tuyến tính đối với các vấn đề tối ưu hóa khác trong ngành xây dựng (tối ưu hóa kết cấu, lựa chọn dự án, bố trí mặt bằng thi công,...) và nghiên cứu các phương pháp khác (thuật toán di truyền, phương pháp số) để giải quyết các bài toán quy hoạch phi tuyến trong quản lý xây dựng.

Tài liệu tham khảo

[1] D.W. Halpin, A.B. Senior, Construction Management, fourth edition, John Wiley & Sons, Inc., Printed in the United States of America, (2011).

- [2] H. Iranmanesh, N. Mojir, S. Kimiagari, A new formula to “Estimate At Completion” of a Project’s time to improve “Earned Value Management System“, in: In Proceeding of the 2007 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2007, pp. 1014-1017.
- [3] S. Mubarak, Construction Project Scheduling and Control, John Wiley & Sons, Inc., (2010).
- [4] N.-D. Hoang, NIDE: A Novel Improved Differential Evolution for Construction Project Crashing Optimization, Journal of Construction Engineering, 2014 (2014) 7.
- [5] I.-T. Yang, Performing complex project crashing analysis with aid of particle swarm optimization algorithm, International Journal of Project Management, 25 (2007) 637-646.
- [6] H.-H. Tran, N.-D. Hoang, A Novel Resource-Leveling Approach for Construction Project Based on Differential Evolution, Journal of Construction Engineering, 2014 (2014) 7.
- [7] H.N. Đức, P.A. Đức, Một phương pháp mới cho điều hòa tài nguyên của dự án xây dựng sử dụng thuật toán tiến hóa, Tạp Chí Khoa học và Công nghệ, Đại Học Duy Tân, (2015).
- [8] N.-D. Hoang, Q.-L. Nguyen, Q.-N. Pham, Optimizing Construction Project Labor Utilization Using Differential Evolution: A Comparative Study of Mutation Strategies, Advances in Civil Engineering, 2015 (2015) 8.
- [9] T.B.T. Nguyễn, N.Đ. Hoàng, T.H. Vũ, L.T. Phan, Giải bài toán tối ưu nguồn lực trong lập kế hoạch sản xuất các cấu kiện chế tạo sẵn trong dự án xây dựng với phương pháp quy hoạch phi tuyến, Hội Thảo Khoa Học "Công Nghệ Xây Dựng Tiên Tiến Hướng Đến Phát Triển Bền Vững - ATCESD 2016, Đại Học Bách Khoa Đà Nẵng (08/2016), (2016).
- [10] M. Cheng, D. Tran, Integrating Chaotic Initialized Opposition Multiple-Objective Differential Evolution and Stochastic Simulation to Optimize Ready-Mixed Concrete Truck Dispatch Schedule, Journal of Management in Engineering, Just Released (2015) 04015034.
- [11] M.A. Ammar, Optimization of Project Time-Cost Trade-Off Problem with Discounted Cash Flows, Journal of Construction Engineering and Management, 137 (2011).
- [12] L.-C. Lien, M.-Y. Cheng, Particle bee algorithm for tower crane layout with material quantity supply and demand optimization, Automation in Construction, 45 (2014) 25-32.
- [13] L.-C. Lien, M.-Y. Cheng, A hybrid swarm intelligence based particle-bee algorithm for construction site layout optimization, Expert Systems with Applications, (2012).
- [14] X. Jun, J. Annan, W. Zhiwu, Q. Jingping, A Nonlinear Optimization Technique of Tunnel Construction Based on DE and LSSVM, Mathematical Problems

- in Engineering, 2013 (2013) 11.
- [15] A. Ravindran, K.M. Ragsdell, G.V. Reklaitis, Engineering Optimization: Methods and Applications John Wiley & Sons, (2006).
- [16] K.G. Mattila, D.M. Abraham, Resource Leveling of Linear Schedules Using Integer Linear Programming, ASCE, 1998.
- [17] Z. Ardalan, S. Karimi, O. Poursabzi, B. Naderi, A novel imperialist competitive algorithm for generalized traveling salesman problems, Appl. Soft Comput., 26 (2015) 546-555.
- [18] Y. Tang, R. Liu, Q. Sun, Two-Stage Scheduling Model for Resource Leveling of Linear Projects, J. Constr. Eng. Manage., 140 (2014) 04014022.
- [19] G. Maged, Evolutionary resource scheduler for linear projects, Automation in Construction, 17 (2008) 573-583.
- [20] E. Rolfes, Nebraska judge strikes down law allowing Keystone pipeline construction to move forward, <http://www.pbs.org>, (2014).
- [21] Dike history, <http://dutchdikes.net>, (2016).
- [22] C. Riley, High-Rise Building Construction, <http://www.coe-const.com>, (2015).
- [23] Local contractors in Ethiopia hailed over road construction work, <http://constructionreviewonline.com>, (2016).

Xác lập liên hệ tương quan giữa độ bền kháng nén một trục ở trạng thái khô với chỉ số RQD của thành tạo đá phiến sericite, hệ tầng A vương khu vực thành phố Đà Nẵng

Establishment of Correlation between the Unaxial Unconfined Compressive Strength in Dry State and RQD Index of Sericite Schist of A Vuong Formation in Da Nang Area

Nguyễn Hoàng Giang^a, Nguyễn Thị Ngọc Yến^b, Trần Thị Lý^c

(Ngày nhận bài: 20/03/2017, ngày phản biện xong: 30/03/2017, ngày chấp nhận đăng: 05/04/2017)

^a*Khoa Xây Dựng, Đại học Duy Tân, Việt Nam*

Faculty of civil Engineering, Duy Tan University, Vietnam

^b*Khoa Xây dựng cầu đường, Đại học Bách khoa Đà Nẵng, Việt Nam*

Road-Bridge Construction Faculty, Danang University of Technology, Vietnam

^c*Trung tâm Kiểm định chất lượng xây dựng Đà Nẵng*

Danang Quality Construction Control Center

Tóm tắt

Trên cơ sở thu thập các tài liệu, nghiên cứu thực nghiệm về độ bền kháng nén một trục ở trạng thái khô và chỉ số RQD của 154 mẫu đá phiến sericite, hệ tầng A Vương trên địa bàn thành phố Đà Nẵng, chúng tôi tiến hành xác lập liên hệ tương quan hồi qui giữa hai đại lượng này nhằm phục vụ công tác kiểm tra, cũng như diễn dịch các chỉ tiêu cơ lý trong thành tạo này, đặc biệt là những công trình có qui mô lớn, sử dụng giải pháp móng sâu hoặc làm môi trường cho các công trình ngầm.

Từ khóa: Tương quan hồi qui, độ bền kháng nén, RQD, Đà Nẵng, đá phiến sericite, hệ tầng A Vương.

Abstract

Based on collected data, experimental research on the unaxial unconfined compressive resistance of 154 samples of sericite schist belonging to A Vuong formation in Da Nang city, we establish the recurrence correlation of these two quantities in order to serve inspecting works, as well as explain the physical – mechanical parameters of this formation as well, especially with large scale constructions, use deep foundation or make environment for underground structures.

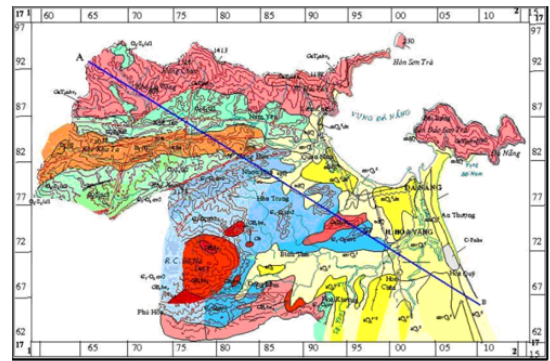
Keywords: Recurrent correlation, compressive strength, RQD, Danang, sericite schist, Avuong formation.

© 2017 Bản quyền thuộc Đại học Duy Tân

1. Đặt vấn đề

Thành phố Đà Nẵng có tốc độ phát triển cơ sở hạ tầng thuộc loại nhanh nhất Việt Nam. Những công trình đã triển khai xây dựng qui mô lớn có thể kể đến như: Cầu Rồng, Cầu Trần Thị Lý, Cầu Nguyễn Tri Phương, Cầu vượt khác mức Ngã ba Huế, Tòa nhà Blooming Tower, Trung tâm hành chính thành phố Đà Nẵng, Khách sạn Novotel; Khu đô thị cao cấp Vinacapital (Azura), Ngân hàng TMCP Công thương Việt Nam, Ngân hàng SCB, Đà Nẵng Center, Khách sạn Bạch Đằng, v.v. Bên cạnh đó là hàng loạt dự án qui mô lớn khác đang chuẩn bị triển khai như: EVN land-Harmony Tower; IMO Han River, Olalani Riverside Tower, BIDV Tower, Cục Hải quan thành phố Đà Nẵng, D’evelyn Tower, Meridian Tower, Golden Square, Khu đô thị Đa Phước v.v. Hầu hết các dự án đều tập trung ở khu vực phía Đông Đà Nẵng, dọc theo bờ biển và sông Hàn và sử dụng giải pháp móng sâu (móng cọc) cắm vào đá phiến sericite của hệ tầng A Vương.

Khu vực Đà Nẵng nằm trong đới xô dựng lục địa-lục địa Đà Nẵng-Thà Khệt (Lào) (Phan Trường Thị, 1995) [6], trong nội bộ đới có các thành tạo trầm tích lục nguyên, lục nguyên cacbonat của hệ tầng Tân Lâm (D_{1tl}), Long Đại ($O_3 - S_{1ld}$) và A Vương ($\epsilon_2 - O_1 - av$) lộ ra ở rìa phía Tây và chiếm trên một nửa diện tích khu vực Đà Nẵng. Phần phía Đông bị phủ bởi các trầm tích Đệ Tứ, đôi nơi lộ đá hoa của hệ tầng Ngũ Hành Sơn (C-Pnhs). Ngoài ra, Đà Nẵng còn nằm ở vị trí gần như giáp ranh với địa khối Kon Tum ở phía Tây Nam và đai uốn nếp Trường Sơn ở phía Bắc nên có các hoạt động magma phong phú như các phức hệ Đại Lộc (GaD_{1dl}), Hải Vân (GaT_3hv), Bà Nà ($G[K_2 - P]bn$),... [5] (hình 1).



Hình 1. Sơ đồ địa chất khu vực thành phố Đà Nẵng

Tuy vậy, theo các tài liệu địa chất thu thập được và từ thực tiễn khảo sát cho thấy, phần lớn ở khu vực phía Đông và Đông Nam Đà Nẵng, phần dưới lớp phủ Đệ Tứ đều bắt gặp tầng đá gốc có tuổi Cambri-Ordovic sớm, thuộc hệ tầng A Vương với thành phần là: đá phiến sericite-thạch anh, đá phiến sericite-clorit xen đá phiến sét, ít hơn là cát kết dạng quartzit, thấu kính đá hoa, phổ biến nhất là đá phiến sericite-thạch anh. Đây là thành tạo được sử dụng làm nền các công trình cho giải pháp móng sâu ở khu vực ven biển Đà Nẵng.

Vẫn biết rằng, với công nghệ và thiết bị khoan lấy lõi hiện có ở nước ta hiện nay, mà chỉ dựa vào tỉ lệ lấy lõi trên 10cm để đánh giá chỉ số RQD, rõ ràng sẽ có mức độ tin cậy không cao. Tuy nhiên, nhằm phác họa một bức tranh tổng quan về chỉ số RQD và độ bền kháng nén khô theo thực nghiệm, việc nghiên cứu xác lập liên hệ tương quan hồi qui giữa 2 thông số trên trong thành tạo đá phiến của hệ tầng A Vương, không những giúp cho các nhà thiết kế có số liệu tính toán, mà còn có ý nghĩa trong công tác kiểm tra, diễn dịch các thông tin địa chất công trình phục vụ thiết kế nói chung.

2. Khái quát về độ bền kháng nén và chỉ số RQD của đá cứng

Chúng ta đều biết, độ chặt của đất đá là tính chất chống lại sự phá huỷ và biến dạng dư lớn dưới tác dụng của tải trọng mà không bị phá hoại. Độ chặt của đá cứng được đánh giá bằng sức kháng nén, kháng kéo và kháng uốn (chống cắt tức thời). Tuy vậy trong báo cáo này, chúng tôi

chỉ đề cập đến cường độ kháng nén của đá. Lực kháng nén R_n là khả năng chống nén vỡ trong điều kiện nở hông của đá khi chịu tác dụng của lực nén tức thời và được tính theo biểu thức:

$$R_n = \frac{P_{nmax}}{F} kG/cm^2(1)$$

Trong đó P_{max} là giá trị lực nén vỡ cực đại khi mẫu bị vỡ giòn hoặc khi biến dạng $\Delta h=10-15\%$ chiều cao h_0 đối với mẫu bị vỡ dẻo (kG); F là diện tích bề mặt chịu nén của mẫu (cm^2).

Hiện nay, các mẫu thí nghiệm cường độ nén một trục được tiến hành theo TCVN 7572-10:2006. Trong nghiên cứu này, mẫu được lấy từ trong các lõi khoan có đường kính thay đổi từ 50 đến 110 mm, trước khi thí nghiệm phải gia công mẫu sao cho chiều cao bằng đường kính ($h=d$) với hai mặt đáy song song với nhau và được mài phẳng, không có vết vỡ trên mặt hoặc tiến hành capping mẫu (tạo phẳng bề mặt) bằng lưu huỳnh (hình 2).



Hình 2. Mẫu đá phiến trước khi thí nghiệm xác định cường độ kháng nén

Cường độ kháng nén của bất kỳ một loại đá cứng nào cũng có nhiều yếu tố ảnh hưởng khác nhau, trong đó, thành phần khoáng vật của các hạt tinh thể cấu tạo đá; đặc điểm kiến trúc-cấu tạo của đá; mức độ nứt nẻ-phong hoá cũng như độ ẩm của đá quyết định cường độ kháng nén của đá. Nghiên cứu các tính chất về độ chặt của đá cứng nói chung và cường độ kháng nén của đá nhằm phục vụ cho thiết kế các công trình đặt trên đá, lựa chọn biện pháp thi công công trình thích hợp cũng như khai đào đá, đồng thời cung cấp số liệu để lựa chọn loại đá làm vật liệu xây dựng.



Hình 3. Mẫu đá phiến sau khi thí nghiệm xác định cường độ kháng nén

Nhằm phục vụ thiết kế và thi công các công trình ngầm, nhiều năm gần đây chúng ta đã tiếp cận với một số hệ thống phân loại khối đá được sử dụng ở các nước Âu-Mỹ như: hệ thống RQD (Rock Quality Designation), RMR (Rock Mass Rating) và Q (Q system). Trong đó, hệ thống RQD, Q được nhắc đến khá nhiều trong các công trình nghiên cứu và được ứng dụng khá rộng trong thực tiễn sản xuất. RQD cũng là một trong những chỉ số được sử dụng để đánh giá độ ổn định của đá cứng nứt nẻ trong phương pháp chỉ số chất lượng Q (của Viện Địa kỹ thuật Na Uy) cùng với đặc điểm, mức độ nứt nẻ, độ sũng nước và trạng thái ứng suất tác dụng lên đất đá. Chỉ số RQD do D.U.Deere đề xuất năm 1964, là tỷ số tính theo phần trăm giữa tổng chiều dài các đoạn lõi đá có chiều dài từ 100mm trở lên dọc theo đường tim lõi với tổng chiều dài đoạn đã khoan qua (chiều dài đoạn đã khoan qua từ khoảng 2.5 - 3m). Đây là thông số đánh giá về hạng chất lượng của đá và được xác định theo công thức (2):

$$RQD = \frac{100 \sum_{i=1}^n l_i}{L}, \% (2)$$

Trong đó l_i là các lõi đá có chiều dài không nhỏ hơn 100mm, L là tổng chiều dài đoạn đã khoan qua. Mẫu để xác định RQD phải có đường kính ≥ 50 mm, tốt nhất là 85mm. Trong tiêu chuẩn ASTM (Mỹ), BS (Anh) bắt buộc phải đánh giá RQD khi khoan trong đá cứng, mặc dù mức độ chính xác của chỉ số này còn phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố, đặc biệt là công nghệ và thiết bị khoan cũng như phương pháp khoan. Dựa vào chỉ số RQD người ta chia đá ra làm các mức độ

tốt xấu khác nhau: $RQD \geq 90\%$: đá cực tốt; $RQD = 90 - 75\%$: đá tốt; $RQD = 75 - 50\%$: đá tốt trung bình; $RQD = 50 - 25\%$: đá xấu; $RQD < 25\%$: đá rất xấu.

3. Đặc điểm địa chất công trình của thành tạo A Vương khu vực Đà Nẵng

Thành tạo Paleozoi này có tuổi Cambri-Ordovic, được xếp vào hệ tầng A Vương (Trần Đức Lương & Nguyễn Xuân Bao, 1988) [5]. Mặt cắt chuẩn lộ ra dọc thung lũng sông A Vương, huyện Đông Giang, tỉnh Quảng Nam, cách thành phố Đà Nẵng khoảng 50km về phía Tây. Hệ tầng nêu trên gồm các trầm tích lục nguyên xen các thấu kính hoặc lớp mỏng phun trào mafic, silic, đá phiến đen giàu vật chất than đôi khi gặp thấu kính cuội kết, đá vôi hoa hoá. Các đá của hệ tầng A Vương bị biến chất không đều ở nhiều mức độ khác nhau. Bề dày của hệ tầng A Vương khoảng 3000-4000m [5]. Trong khu vực Đà Nẵng, các đá hệ tầng A Vương được chia thành 3 phụ hệ [5]:

Phụ hệ tầng dưới ($\epsilon_2 - O_1av_1$): Thành phần thạch học chủ yếu là đá phiến sericite - thạch anh, đá phiến mica, đá phiến sericite - clorit, xen lớp mỏng đá phiến sét màu đen giàu vật chất than, thấu kính đá phiến lục, lớp mỏng cát kết dạng quazit màu xám. Các đá phân lớp mỏng dạng sọc, bị vi uốn nếp, phân bố ở rìa Nam thành phố Đà Nẵng.

Phụ hệ tầng giữa ($\epsilon_2 - O_1av_2$): Thành phần đá dạng gồm cát kết dạng quazit, phiến sericite, phiến sét dạng vi lớp, đá phiến thạch anh - sericite - clorit, đá phiến silic, đá phiến thạch anh - feldpat - sericite. Đá phân lớp dạng sọc dải, phát triển vi uốn nếp, phân bố ở Hoà Vang và dọc đứt gãy Đông Bắc - Tây Nam.

Phụ hệ tầng trên ($\epsilon_2 - O_1av_3$): Thành phần chủ yếu là đá phiến sericite - thạch anh, đá phiến sericite - clorit, xen kẹp các lớp mỏng cát kết quazit, các thấu kính đá hoa màu xám đến xám sáng, đá hoa sọc dải xám đen, đá phiến sericite - carbonat xen lớp mỏng cát kết quazit. Đây là thành tạo bất gặp trong hầu hết các hố khoan khảo sát ở khu vực phía Đông thành phố Đà Nẵng và bị phủ hoàn toàn bởi trầm tích Đệ tứ. Đặc trưng của tầng đá móng này có thể phân thành các đới sau:

- Đới 1: là phần trên bị phong hoá mạnh, phần lớn khoáng vật nguyên sinh biến đổi thành khoáng vật sét, nhưng vẫn nguyên những đặc điểm về kiến trúc, cấu tạo của đá mẹ. Do tác dụng rửa trôi mạnh nên đá trở nên xốp nhẹ, sáng màu hơn so với màu đá tươi. Khi khoan, đá bị phá huỷ và biến thành sét pha, cát pha lẫn nhiều dăm sạn còn sót lại. Nếu có trong lõi khoan, thì các đá đó có thể bóp vụn, mềm bở. Do có các tính chất cơ lý như đất nên không đánh giá được chỉ số RQD và không thí nghiệm xác định được độ bền kháng nén khô.

- Đới 2: đá bị nứt nẻ mạnh, phong hoá trung bình thuộc loại đá nửa cứng với độ bền kháng nén khô thay đổi trong phạm vi rộng $R_n^k=94-493 \text{ KG/cm}^2$, trung bình 208 KG/cm^2 ; chỉ số $RQD=8-45\%$, trung bình 17% , chất lượng đá thuộc loại rất xấu (bảng 1a).

Bảng 1. Giá trị R_n^k và RQD của đới 2, hệ tầng A Vương

ĐỚI 2	
RQD (%)	$R_n^k(\text{KG/cm}^2)$
45 (Max)	493
8 (Min)	94
17 (TB)	208

- Đới 3: đá nứt nẻ trung bình, phong hoá nhẹ, đá vẫn giữ được đặc điểm của đá tươi, trên bề mặt khe nứt có những vết bám của oxit sắt. Trong đới này, độ bền kháng nén khô tương đối ổn định, nhưng chỉ số RQD lại thay đổi trong phạm vi rộng và có thể phân thành 2 phụ đới: phần trên gồm đá nửa cứng xen đá cứng với $R_n^k=328-842 \text{ KG/cm}^2$, trung bình 451 KG/cm^2 ; $RQD=30-50\%$, trung bình 39% , chất lượng đá thuộc loại xấu; phần dưới thuộc loại đá cứng xen nửa cứng với $R_n^k=477-847 \text{ KG/cm}^2$, trung bình 630 KG/cm^2 ; $RQD=52-70\%$, trung bình 66% , chất lượng đá thuộc loại trung bình (bảng 1b).

Bảng 2. Giá trị R_n^k và RQD của đối 3, hệ tầng A Vương

ĐỐI 3			
Phụ đối 3a		Phụ đối 3b	
RQD (%)	$R_n^k(KG/cm^2)$	RQD (%)	$R_n^k(KG/cm^2)$
50 (Max)	842	70	847
30 (Min)	328	52	477
39 (TB)	451	66	630

- Đối 4: đá tươi nguyên khối, ít nứt nẻ (Fresh, ISRM), tương đương với đối IIB theo phân đối vô phong hoá của Tổng công ty điện lực Việt Nam. Đối này thuộc loại đá cứng, có độ bền kháng nén khô và chỉ số RQD khá cao và tương đối ổn định, với $R_n^k = 802 - 1465 \text{ KG/cm}^2$, trung bình 1241 KG/cm^2 ; RQD = 75 - 90%, trung bình 75%, chất lượng đá thuộc loại tốt (bảng 1c).

Bảng 3. Giá trị R_n^k và RQD của đối 4, hệ tầng A Vương

ĐỐI 4	
RQD (%)	$R_n^k(KG/cm^2)$
90 (Max)	1465
75 (Min)	802
85 (TB)	1241

4. Lập phương trình liên hệ tương quan hồi qui

Liên hệ tương quan giữa các tính chất cơ lý của đất nền cũng như giữa các thông tin địa chất công trình với nhau thường là tương quan thống kê, tức là ứng với một giá trị của tính chất cơ lý này hoặc một toạ độ không gian thì có nhiều giá trị của tính chất cơ lý khác. Để xác lập liên hệ tương quan thống kê, người ta tiến hành xác định giá trị trung bình \bar{y}_i và \bar{x}_i của từng khoảng biến thiên hàm số cũng như biến số. Từ các giá trị trung bình của các khoảng biến thiên đó, tiến hành xác lập phương trình liên hệ tương quan và được gọi là phương trình liên hệ tương quan hồi qui.

Việc nghiên cứu và xác lập các phương trình liên hệ tương quan hồi qui giữa các tính chất cơ lý đất nền hoặc giữa các tính chất cơ lý của đất nền với các yếu tố khác trong toạ độ không gian sẽ giúp chúng ta đánh giá được mức độ đồng nhất về tính chất cơ lý đất đá, nếu phương trình có liên hệ tương quan chặt thì đất đá đồng nhất. Ngoài ra, còn cho phép xác định một số giá trị tổng hợp, giá trị tiêu chuẩn các tính chất cơ lý, đặc biệt là tính chất cơ học của đất đá, cũng như xác định thông tin cần thiết khi đã biết liên hệ tương quan chặt chẽ giữa các thông tin đó với nhau.

Nhằm triển khai nghiên cứu mối tương quan giữa độ bền kháng nén một trục ở trạng thái khô và chỉ số RQD của đá phiến, hệ tầng A Vương, ngoài các tài liệu khảo sát địa chất công trình mà chúng tôi đã thực hiện trong nhiều năm qua ở thành phố Đà Nẵng, chúng tôi còn tiến hành nghiên cứu thực nghiệm trên 33 mẫu thí nghiệm. Trong quá trình thu thập tài liệu, cũng như nghiên cứu thực nghiệm, chúng tôi chỉ chọn lựa những mẫu thí nghiệm xác định độ bền kháng nén khô được lấy trong lõi mẫu có tính chỉ số RQD tương ứng. Ngoài ra, việc chọn lựa các hố khoan đánh giá RQD và xác định độ bền kháng nén cũng được bố trí đều trên diện tích nghiên cứu. Cụ thể là các hố khoan khảo sát của những công trình sau: Cầu Túy Loan (TL2, C9): 01 mẫu, tức là mẫu được thu thập ở công trình khảo sát cầu Túy Loan, mẫu thứ 9, hố khoan số 2; Da Nang Luxury Apartment (07 mẫu); Blooming Tower Da Nang (12 mẫu); Indochina Riverside Tower (23 mẫu); Sông Hàn Plaza (29 mẫu); Nhà ở Thanh Khê (03 mẫu); Cầu Rồng (46 mẫu); Nhà 490 (02 mẫu); Cầu Trần Thị Lý (22 mẫu); Cầu Hoà Phước (04 mẫu); Trạm xử lý nước thải Hoà Xuân (06 mẫu); Nhà cao tầng 09 Lê Duẩn (04 mẫu),... Kết quả thí nghiệm xác định độ bền kháng nén khô và chỉ số RQD của 154 cặp số liệu trên đá phiến sericite, hệ tầng A Vương được trình bày trên bảng 2. Từ bảng 2, tiến hành tính toán trung gian phân phối thực nghiệm trên bảng 3. Từ đó tính toán giá trị trung bình và độ lệch chuẩn nhằm phục vụ loại trừ sai số thô theo tiêu chuẩn ngành.

Bảng 4. Kết quả xác định R_n^k và RQD của 154 cặp số liệu trên đá phiến sericite

STT	Tên công trình	Ký hiệu mẫu	RQD (%)	R_{a}^k (KG/cm ²)	STT	Tên công trình	Ký hiệu mẫu	RQD (%)	R_{a}^k (KG/cm ²)
1	TL2	C9	5	71.00	78	TTL35	C2	10	148.00
2	DNLA1	C1	10	50.00	79	TTL34	C1	5	48.00
3	DNLA1	C2	10	110.00	80	TTL34	C2A	15	190.00
4	DNLA2	C3	10	160.00	81	TTL34	C2B	10	161.00
5	DNLA3	C2	10	140.00	82	TTL34	C3	16	220.00
6	DNLA4	C2	10	150.00	83	TTL34	C4	20	290.00
7	DNLA5	C2	10	135.00	84	TTL37	C1	8	97.60
8	DNLA6	C3	10	180.00	85	TTL37	C2	15	200.10
9	604-1	C2	15	223.00	86	TTL38	C1	12	137.90
10	BLM1	C1	15	132.00	87	TTL38	C2	7	87.10
11	BLM1	C6	15	166.00	88	TTL38	C5	15	290.30
12	INDO1	C1	10	124.00	89	HP1	C3	7	89.15
13	INDO1	C2	10	134.00	90	HP4	C1	7	79.93
14	INDO1	C3	10	153.00	91	HP4	C2	6	77.37
15	INDO1	C4	12	165.00	92	HP3	C1	9	120.29
16	INDO2	C1	10	113.00	93	HX3	C1	6	79.27
17	INDO2	C2	10	127.00	94	HX3	C2	5	50.54
18	INDO2	C3	10	136.00	95	HX4	C1	5	40.41
19	INDO2	C4	10	136.00	96	HX4	C4	6	78.58
20	INDO2	C5	10	145.00	97	9LD1	C34	30	336.00
21	INDO2	C6	10	156.00	98	9LD2	C32	40	402.00
22	INDO2	C7	10	157.00	99	9LD3	C30	35	359.00
23	INDO2	C8	14	169.00	100	9LD4	C31	40	393.00
24	INDO3	C1	10	117.00	101	SH2	C12	30	328.00
25	INDO3	C2	10	125.00	102	SH2	C17	45	408.00
26	INDO3	C3	10	145.00	103	SH2	C22	45	395.00
27	INDO4	C1	10	103.00	104	CRDA3	C4	30	442.00
28	INDO4	C2	10	115.00	105	CRKT3	C1	35	518.00
29	INDO4	C3	10	137.00	106	CRKT3	C2	35	480.00
30	INDO4	C4	10	146.00	107	CRKT4	C3	45	427.00
31	INDO4	C5	10	149.00	108	CRKT4	C4	45	440.00
32	INDO4	C6	10	156.00	109	CRKT4	C5	45	481.00
33	INDO4	C7	10	160.00	110	CRKT4	C6	45	493.00
34	INDO4	C8	10	175.00	111	TTL38	C3	30	351.00
35	SHP1	C2	5	55.00	112	TTL38	C4	30	339.00
36	SHP1	C3	6	66.00	113	TTL38	C6	50	536.40
37	SHP1	C6	10	116.00	114	TTL38	C8	50	597.20
38	SHP1	C10	10	179.00	115	BLT1	C9	65	209.00
39	SHP1	C17	10	238.00	116	BLT1	C14	60	684.00

STT	Tên công trình	Ký hiệu mẫu	RQD (%)	R_n^k (KG/cm ²)	STT	Tên công trình	Ký hiệu mẫu	RQD (%)	R_n^k (KG/cm ²)
40	SHP2	C1	15	94.00	117	BLT1	C16	60	521.00
41	SHP2	C2	15	94.00	118	BLT1	C18	60	808.00
42	SHP3	C4	10	216.00	119	BLT1	C20	60	550.00
43	SHP3	C8	10	159.00	120	SH4	C2	50	449.00
44	SHP5	C7	10	212.00	121	SH4	C6	50	465.00
45	SHP6	C2	10	52.00	122	SH4	C13	50	253.00
46	SHP6	C7	10	127.00	123	CRKT2	C4	65	503.00
47	SHP6	C14	10	150.00	124	CRKT2	C5	65	664.00
48	SHP6	C16	10	156.00	125	CRKT2	C6	65	740.00
49	SHP7	C1	10	55.00	126	CRKT3	C3	70	565.00
50	SHP7	C4	15	120.00	127	CRKT3	C4	70	621.00
51	SHP7	C12	15	150.00	128	CRKT3	C5	70	626.00
52	SHP8	C2	10	67.00	129	CRKT4	C7	64	581.00
53	SHP8	C14	10	116.00	130	CRKT4	C8	64	589.00
54	SHP8	C15	10	203.00	131	CRKT4	C9	64	594.00
55	TK1	C2	8	44.00	132	CRKT5	C1	52	585.00
56	TK1	C3	8	127.00	133	CRKT5	C2	52	602.00
57	TK1	C6	8	168.00	134	CRKT5	C3	52	597.00
58	CR1	C1	10	146.00	135	CRKT6	C1	70	477.00
59	CR3	C1	10	55.00	136	CRKT6	C2	70	585.00
60	CR3	C2	12	227.00	137	CRKT6	C3	70	587.00
61	CR3	C3	25	243.00	138	CRKT6	C4	70	612.00
62	CR4	C1	15	181.00	139	CRKT7	C3	70	612.00
63	CR4	C2	15	220.00	140	CRKT7	C4	70	602.00
64	CRTK2	C1	25	205.00	141	CRKT7	C5	70	624.00
65	CRTK2	C2	25	278.00	142	CRKT8	C3	70	612.00
66	CRTK2	C3	25	196.56	143	CRKT8	C4	70	847.00
67	CRTK4	C1	5	63.00	144	CRKT8	C5	70	673.00
68	CRTK4	C2	5	73.00	145	CRKT9	C2	70	538.00
69	CRTK7	C1	5	78.00	146	CRKT9	C3	70	626.00
70	CRTK7	C2	10	139.00	147	CRKT9	C4	70	624.00
71	CRTK8	C1	5	60.00	148	CRKT11	C2	70	647.00
72	CRTK8	C2	25	287.00	149	CRKT11	C3	70	754.00
73	CRTK9	C1	5	90.00	150	CRKT11	C4	70	698.00
74	CRTK11	C1	5	62.50	151	HX1	C1	61	645.92
75	490-1	M1	5	55.50	152	HX1	C3	65	709.29
76	490-1	M2	5	50.00	153	TTL38	C7	60	569.60
77	TTL35	C1	10	157.25	154	TTL38	C9	60	822.00

Bảng 5. Bảng tính toán trung gian phân phối thực nghiệm các giá trị RQD và R_n^k

STT	Tên công trình	Ký hiệu mẫu	X_{RQD}	$X_{tb}-X$	$(X_{tb}-X)^2$	Y_{Rnk}	$Y_{tb}-Y$	$(Y_{tb}-Y)^2$
1	TL2	C9	5	-24.02	576.92	71.00	-220.38	48568.03
2	DNLA1	C1	10	-19.02	361.73	50.00	-241.38	58265.06
3	DNLA1	C2	10	-19.02	361.73	110.00	-181.38	32899.27
4	DNLA2	C3	10	-19.02	361.73	160.00	-131.38	17261.11
5	DNLA3	C2	10	-19.02	361.73	140.00	-151.38	22916.38
6	DNLA4	C2	10	-19.02	361.73	150.00	-141.38	19988.75
7	DNLA5	C2	10	-19.02	361.73	135.00	-156.38	24455.19
8	DNLA6	C3	10	-19.02	361.73	180.00	-111.38	12405.85
9	604-1	C2	15	-14.02	196.54	223.00	-68.38	4676.04
10	BLM1	C1	15	-14.02	196.54	132.00	-159.38	25402.48
11	BLM1	C6	15	-14.02	196.54	166.00	-125.38	15720.54
12	INDO1	C1	10	-19.02	361.73	124.00	-167.38	28016.59
13	INDO1	C2	10	-19.02	361.73	134.00	-157.38	24768.95
14	INDO1	C3	10	-19.02	361.73	153.00	-138.38	19149.46
15	INDO1	C4	12	-17.02	289.65	165.00	-126.38	15972.30
16	INDO2	C1	10	-19.02	361.73	113.00	-178.38	31819.98
17	INDO2	C2	10	-19.02	361.73	127.00	-164.38	27021.30
18	INDO2	C3	10	-19.02	361.73	136.00	-155.38	24143.43
19	INDO2	C4	10	-19.02	361.73	136.00	-155.38	24143.43
20	INDO2	C5	10	-19.02	361.73	145.00	-146.38	21427.56
21	INDO2	C6	10	-19.02	361.73	156.00	-135.38	18328.17
22	INDO2	C7	10	-19.02	361.73	157.00	-134.38	18058.40
23	INDO2	C8	14	-15.02	225.57	169.00	-122.38	14977.25
24	INDO3	C1	10	-19.02	361.73	117.00	-174.38	30408.93
25	INDO3	C2	10	-19.02	361.73	125.00	-166.38	27682.82
26	INDO3	C3	10	-19.02	361.73	145.00	-146.38	21427.56
27	INDO4	C1	10	-19.02	361.73	103.00	-188.38	35487.61

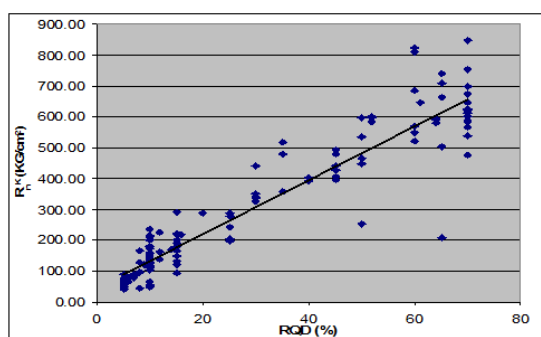
STT	Tên công trình	Ký hiệu mẫu	X_{RQD}	$X_{tb}-X$	$(X_{tb}-X)^2$	Y_{Rnk}	$Y_{tb}-Y$	$(Y_{tb}-Y)^2$
28	INDO4	C2	10	-19.02	361.73	115.00	-176.38	31110.45
29	INDO4	C3	10	-19.02	361.73	137.00	-154.38	23833.67
30	INDO4	C4	10	-19.02	361.73	146.00	-145.38	21135.80
31	INDO4	C5	10	-19.02	361.73	149.00	-142.38	20272.51
32	INDO4	C6	10	-19.02	361.73	156.00	-135.38	18328.17
33	INDO4	C7	10	-19.02	361.73	160.00	-131.38	17261.11
34	INDO4	C8	10	-19.02	361.73	175.00	-116.38	13544.67
35	SHP1	C2	5	-24.02	576.92	55.00	-236.38	55876.24
36	SHP1	C3	6	-23.02	529.88	66.00	-225.38	50796.85
37	SHP1	C6	10	-19.02	361.73	116.00	-175.38	30758.69
38	SHP1	C10	10	-19.02	361.73	179.00	-112.38	12629.61
39	SHP1	C17	10	-19.02	361.73	238.00	-53.38	2849.59
40	SHP2	C1	15	-14.02	196.54	94.00	-197.38	38959.48
41	SHP2	C2	15	-14.02	196.54	94.00	-197.38	38959.48
42	SHP3	C4	10	-19.02	361.73	216.00	-75.38	5682.38
43	SHP3	C8	10	-19.02	361.73	159.00	-132.38	17524.88
44	SHP5	C7	10	-19.02	361.73	212.00	-79.38	6301.43
45	SHP6	C2	10	-19.02	361.73	52.00	-239.38	57303.53
46	SHP6	C7	10	-19.02	361.73	127.00	-164.38	27021.30
47	SHP6	C14	10	-19.02	361.73	150.00	-141.38	19988.75
48	SHP6	C16	10	-19.02	361.73	156.00	-135.38	18328.17
49	SHP7	C1	10	-19.02	361.73	55.00	-236.38	55876.24
50	SHP7	C4	15	-14.02	196.54	120.00	-171.38	29371.64
51	SHP7	C12	15	-14.02	196.54	150.00	-141.38	19988.75
52	SHP8	C2	10	-19.02	361.73	67.00	-224.38	50347.08
53	SHP8	C14	10	-19.02	361.73	116.00	-175.38	30758.69
54	SHP8	C15	10	-19.02	361.73	203.00	-88.38	7811.30

STT	Tên công trình	Ký hiệu mẫu	X_{RQP}	$X_{tb}-X$	$(X_{tb}-X)^2$	Y_{Rnk}	$Y_{tb}-Y$	$(Y_{tb}-Y)^2$
55	TK1	C2	8	-21.02	441.80	44.00	-247.38	61197.64
56	TK1	C3	8	-21.02	441.80	127.00	-164.38	27021.30
57	TK1	C6	8	-21.02	441.80	168.00	-123.38	15223.01
58	CR1	C1	10	-19.02	361.73	146.00	-145.38	21135.80
59	CR3	C1	10	-19.02	361.73	55.00	-236.38	55876.24
60	CR3	C2	12	-17.02	289.65	227.00	-64.38	4144.99
61	CR3	C3	25	-4.02	16.15	243.00	-48.38	2340.78
62	CR4	C1	15	-14.02	196.54	181.00	-110.38	12184.09
63	CR4	C2	15	-14.02	196.54	220.00	-71.38	5095.33
64	CRTK2	C1	25	-4.02	16.15	205.00	-86.38	7461.77
65	CRTK2	C2	25	-4.02	16.15	278.00	-13.38	179.07
66	CRTK2	C3	25	-4.02	16.15	196.56	-94.82	8991.13
67	CRTK4	C1	5	-24.02	576.92	63.00	-228.38	52158.14
68	CRTK4	C2	5	-24.02	576.92	73.00	-218.38	47690.51
69	CRTK7	C1	5	-24.02	576.92	78.00	-213.38	45531.69
70	CRTK7	C2	10	-19.02	361.73	139.00	-152.38	23220.14
71	CRTK8	C1	5	-24.02	576.92	60.00	-231.38	53537.43
72	CRTK8	C2	25	-4.02	16.15	287.00	-4.38	19.20
73	CRTK9	C1	5	-24.02	576.92	90.00	-201.38	40554.53
74	CRTK11	C1	5	-24.02	576.92	62.50	-228.88	52386.77
75	490-1	M1	5	-24.02	576.92	55.50	-235.88	55640.11
76	490-1	M2	5	-24.02	576.92	50.00	-241.38	58265.06
77	TTL35	C1	10	-19.02	361.73	157.25	-134.13	17991.27
78	TTL35	C2	10	-19.02	361.73	148.00	-143.38	20558.27
79	TTL34	C1	5	-24.02	576.92	48.00	-243.38	59234.58
80	TTL34	C2A	15	-14.02	196.54	190.00	-101.38	10278.22
81	TTL34	Φ ^a	10	-19.02	361.73	161.00	-130.38	16999.35

STT	Tên công trình	Ký hiệu mẫu	$X_{\text{đqd}}$	$X_{\text{tb}}-X$	$(X_{\text{tb}}-X)^2$	Y_{rnk}	$Y_{\text{tb}}-Y$	$(Y_{\text{tb}}-Y)^2$
82	TTL34	C3	16	-13.02	169.50	220.00	-71.38	5095.33
83	TTL34	C4	20	-9.02	81.34	290.00	-1.38	1.91
84	TTL37	C1	8	-21.02	441.80	97.60	-193.78	37551.29
85	TTL37	C2	15	-14.02	196.54	200.10	-91.28	8332.32
86	TTL38	C1	12	-17.02	289.65	137.90	-153.48	23556.59
87	TTL38	C2	7	-22.02	484.84	87.10	-204.28	41730.96
88	TTL38	C5	15	-14.02	196.54	290.30	-1.08	1.17
89	HP1	C3	7	-22.02	484.84	89.15	-202.23	40897.60
90	HP4	C1	7	-22.02	484.84	79.93	-211.45	44711.76
91	HP4	C2	6	-23.02	529.88	77.37	-214.01	45800.95
92	HP3	C1	9	-20.02	400.76	120.29	-171.09	29272.32
93	HX3	C1	6	-23.02	529.88	79.27	-212.11	44991.31
94	HX3	C2	5	-24.02	576.92	50.54	-240.84	58004.66
95	HX4	C1	5	-24.02	576.92	40.41	-250.97	62986.72
96	HX4	C4	6	-23.02	529.88	78.58	-212.80	45284.50
97	9LD1	C34	30	0.98	0.96	336.00	44.62	1990.81
98	9LD2	C32	40	10.98	120.58	402.00	110.62	12236.44
99	9LD3	C30	35	5.98	35.77	359.00	67.62	4572.25
100	9LD4	C31	40	10.98	120.58	393.00	101.62	10326.31
101	SH2	C12	30	0.98	0.96	328.00	36.62	1340.91
102	SH2	C17	45	15.98	255.39	408.00	116.62	13599.86
103	SH2	C22	45	15.98	255.39	395.00	103.62	10736.78
104	CRDA3	C4	30	0.98	0.96	442.00	150.62	22685.91
105	CRKT3	C1	35	5.98	35.77	518.00	226.62	51355.92
106	CRKT3	C2	35	5.98	35.77	480.00	188.62	35576.92
107	CRKT4	C3	45	15.98	255.39	427.00	135.62	18392.36
108	CRKT4	C4	45	15.98	255.39	440.00	148.62	22087.44

STT	Tên công trình	Ký hiệu mẫu	X_{RQP}	$X_{\text{tb}}-X$	$(X_{\text{tb}}-X)^2$	Y_{Rnk}	$Y_{\text{tb}}-Y$	$(Y_{\text{tb}}-Y)^2$
109	CRKT4	C5	45	15.98	255.39	481.00	189.62	35955.15
110	CRKT4	C6	45	15.98	255.39	493.00	201.62	40650.00
111	TTL38	C3	30	0.98	0.96	351.00	59.62	3554.36
112	TTL38	C4	30	0.98	0.96	339.00	47.62	2267.52
113	TTL38	C6	50	20.98	440.20	536.40	245.02	60034.04
114	TTL38	C8	50	20.98	440.20	597.20	305.82	93524.92
115	BLT1	C9	65	35.98	1294.62	209.00	-82.38	6786.72
116	BLT1	C14	60	30.98	959.82	684.00	392.62	154149.24
117	BLT1	C16	60	30.98	959.82	521.00	229.62	52724.63
118	BLT1	C18	60	30.98	959.82	808.00	516.62	266894.61
119	BLT1	C20	60	30.98	959.82	550.00	258.62	66883.50
120	SH4	C2	50	20.98	440.20	449.00	157.62	24843.57
121	SH4	C6	50	20.98	440.20	465.00	173.62	30143.36
122	SH4	C13	50	20.98	440.20	253.00	-38.38	1473.14
123	CRKT2	C4	65	35.98	1294.62	503.00	211.62	44782.36
124	CRKT2	C5	65	35.98	1294.62	664.00	372.62	138844.50
125	CRKT2	C6	65	35.98	1294.62	740.00	448.62	201258.51
126	CRKT3	C3	70	40.98	1679.43	565.00	273.62	74867.05
127	CRKT3	C4	70	40.98	1679.43	621.00	329.62	108648.32
128	CRKT3	C5	70	40.98	1679.43	626.00	334.62	111969.50
129	CRKT4	C7	64	34.98	1223.66	581.00	289.62	83878.84
130	CRKT4	C8	64	34.98	1223.66	589.00	297.62	88576.74
131	CRKT4	C9	64	34.98	1223.66	594.00	302.62	91577.92
132	CRKT5	C1	52	22.98	528.12	585.00	293.62	86211.79
133	CRKT5	C2	52	22.98	528.12	602.00	310.62	96483.82
134	CRKT5	C3	52	22.98	528.12	597.00	305.62	93402.63
135	CRKT6	C1	70	40.98	1679.43	477.00	185.62	34454.21

STT	Tên công trình	Ký hiệu mẫu	X_{RQD}	$X_{tb}-X$	$(X_{tb}-X)^2$	Y_{Rnk}	$Y_{tb}-Y$	$(Y_{tb}-Y)^2$
136	CRKT6	C2	70	40.98	1679.43	585.00	293.62	86211.79
137	CRKT6	C3	70	40.98	1679.43	587.00	295.62	87390.26
138	CRKT6	C4	70	40.98	1679.43	612.00	320.62	102796.19
139	CRKT7	C3	70	40.98	1679.43	612.00	320.62	102796.19
140	CRKT7	C4	70	40.98	1679.43	602.00	310.62	96483.82
141	CRKT7	C5	70	40.98	1679.43	624.00	332.62	110635.03
142	CRKT8	C3	70	40.98	1679.43	612.00	320.62	102796.19
143	CRKT8	C4	70	40.98	1679.43	847.00	555.62	308711.85
144	CRKT8	C5	70	40.98	1679.43	673.00	381.62	145632.63
145	CRKT9	C2	70	40.98	1679.43	538.00	246.62	60820.66
146	CRKT9	C3	70	40.98	1679.43	626.00	334.62	111969.50
147	CRKT9	C4	70	40.98	1679.43	624.00	332.62	110635.03
148	CRKT11	C2	70	40.98	1679.43	647.00	355.62	126464.48
149	CRKT11	C3	70	40.98	1679.43	754.00	462.62	214015.82
150	CRKT11	C4	70	40.98	1679.43	698.00	406.62	165338.56
151	HX1	C1	61	31.98	1022.78	645.92	354.54	125697.51
152	HX1	C3	65	35.98	1294.62	709.29	417.91	174647.47
153	TTL38	C7	60	30.98	959.82	569.60	278.22	77405.50
154	TTL38	C9	60	30.98	959.82	822.00	530.62	281555.93



Hình 4. Biểu đồ quan hệ tương quan giữa độ bền kháng nén khô và chỉ số RQD

Tiếp theo, để tổng hợp những số liệu thí nghiệm trong phạm vi một đơn nguyên địa chất công trình, chúng tôi tiến hành kiểm tra thống kê loại trừ sai số thô theo phương pháp loại trừ (TCVN 9153:2012 chuyển đổi từ

TCXD74:1987). Những giá trị riêng lẻ xi có sai số lớn phải loại trừ nếu không thỏa mãn điều kiện:

$$|x_i - \bar{x}| < \nu\sigma \quad (3)$$

Trong đó: x_i - giá trị tính chất cơ lý thí nghiệm riêng lẻ; \bar{x} - giá trị trung bình tính chất cơ lý của tập hợp mẫu; ν - chỉ số thống kê được tra bảng theo N; σ - độ lệch quân phương giá trị các tính chất cơ lý đất.

Kết quả kiểm tra cho thấy:

$$\text{Max } |x_i - \bar{x}| = 40,98 < \nu\sigma = 87,06$$

$$\text{Max } |y_i - \bar{y}| = 555,62 < \nu\sigma = 874,14$$

Như vậy, tập hợp thống kê RQD lẫn R_n^k đều không có giá trị nào bị loại. Từ đó, tập hợp thống kê của 2 thông số này được đưa lên biểu đồ 3. Qua biểu đồ 3, ta thấy quan hệ giữa x và y có dạng tuyến tính $y = ax + b$. Sử dụng phần mềm

Microsoft Excel, tính toán cho hàm tương quan: $R_n^k = 8,7164 * RQD + 47,945$ với hệ số tương quan $R = 0.94$ thuộc liên hệ tương quan rất chặt.

5. Kết luận

Qua kết quả nghiên cứu, chúng tôi đi đến kết luận và kiến nghị sau:

- Trên cơ sở 154 cặp số liệu về độ bền kháng nén khô và chỉ số RQD của thành tạo đá phiến sericite, hệ tầng A Vương tại thành phố Đà Nẵng, chúng tôi đã xác lập được hàm tương quan giữa R_n^k và RQD là:

$R_n^k = 8,7164 * RQD + 47,945$, với hệ số tương quan $R = 0.94$, thuộc liên hệ tương quan rất chặt, nên có thể áp dụng cho việc kiểm tra hoặc diễn dịch các số liệu liên quan khi cần thiết.

- Kết quả này chỉ có ý nghĩa khi tuân thủ nghiêm ngặt các công tác khảo sát hiện trường (công tác khoan, lấy mẫu) đến thí nghiệm trong phòng. Trong điều kiện cho phép, chúng tôi vẫn khuyến nghị nên sử dụng các số liệu khảo sát và thí nghiệm thực tế đối với từng công trình cụ thể. Trong trường hợp tỉ lệ lấy lõi cao nhưng các lõi có kích thước trên 10cm quá thấp nên giá trị RQD thấp ($\leq 10\%$), hoặc khi gia công mẫu bị vỡ, thì việc áp dụng kết quả nêu trên phục vụ thiết kế là rất cần thiết, và rất có ý nghĩa cho giai đoạn thiết kế cơ sở.

- Cần tiếp tục nghiên cứu xác lập các hàm tương quan khác giữa độ bền của khối đá (độ bền kháng nén ở trạng thái bão hoà, lực dính kết, góc nội ma sát, hệ số khe nứt,...) và chỉ số RQD, nhằm phục vụ thiết thực cho công tác thiết kế, kiểm tra và diễn dịch các thông tin địa chất công trình.

Tài liệu tham khảo

- [1] Công Ty Tư Vấn Điện 1 (2004), Báo cáo điều kiện địa hình-địa chất công trình thủy điện A Vương, Tập III, Quyển 3.2, thiết kế kỹ thuật giai đoạn I.
- [2] Lomtadze. V. Đ (1983), Địa chất công trình chuyên môn, NXB ĐH và THCN, Hà Nội.
- [3] Đỗ Quang Thiên & nnk (2010), Giáo trình các phương pháp nghiên cứu và khảo sát địa chất công trình phục vụ xây dựng, NXB Đại học Huế.
- [4] Nguyễn Song Thanh, Phan Đình Toại (2005), Xác định chỉ tiêu cơ học khối đá công trình thủy điện Bình Điền theo Tiêu chuẩn Nga và Tiêu chuẩn Hoek-Brown, Tuyển tập công trình khoa học, NXB Xây dựng, Hà Nội.
- [5] Nguyễn Văn Trang (1996), Bản đồ địa chất tỉ lệ 1:200.000, tờ Hội An (D-49-I) và tờ Bà Nà (D-48-IV). Cục địa chất Việt Nam xuất bản và giữ bản quyền, Hà Nội.
- [6] Đỗ Tuyết (1994), Báo cáo địa mạo-Tần kiến tạo-động lực hiện đại Đà Nẵng-Hội An. Lưu trữ Cục địa chất và khoáng sản, Hà Nội.
- [7] Các kết quả khảo sát địa chất công trình trên địa bàn Đà Nẵng từ năm 1996 đến nay.

Nghiên cứu khả năng thay thế một phần xi măng Portland trong vữa bằng xỉ thép

Potential use of EAF Slag as Portland Cement Replacement

Trần Thu Hiền^a, Đỗ Hoàng Sa^b, Trần Xuân Linh^a

^a*Viện Nghiên cứu và Phát triển CNC, Đại học Duy Tân, Việt Nam
Institute of Research and Development, Duy Tan University, Vietnam*

^b*Lớp MCE 10, Khoa Sau đại học, Đại học Duy Tân, Việt Nam
Class MCE 10, Duy Tan University, Vietnam*

(Ngày nhận bài: 02/03/2016, ngày phản biện xong: 02/04/2016, ngày chấp nhận đăng: 05/04/2017)

Tóm tắt

Bài báo trình bày khả năng tái chế xỉ thép làm phụ gia khoáng hoạt tính cho xi măng Portland. Xỉ thép được thu thập từ nhà máy thép Đà Nẵng (Liên Chiểu, Đà Nẵng), có chỉ số hoạt tính cường độ ở 7 ngày tuổi khoảng 60% và hệ số kiềm tính bằng 1.7. Hàm lượng xi măng Portland trong vữa được thay thế lần lượt bởi 10%, 20% và 30% xỉ thép. Cường độ chịu nén của các mẫu vữa được theo dõi ở 3, 7, 14, 28, 56 ngày tuổi. Kết quả cho thấy, với 10% hàm lượng xỉ thép được sử dụng, khả năng chịu nén của vữa hầu như không đổi. Nhưng với hàm lượng xỉ thép thay thế lớn hơn, cường độ chịu nén của mẫu vữa giảm. Hàm lượng xỉ thép được dùng càng nhiều, cường độ giảm càng lớn.

Từ khóa: xỉ thép, xi măng Portland, vữa, cường độ nén.

Abstract

This article presents the potential use of steel slag as a Portland cement replacement material. The steel slag which was collected from the steel factory Da Nang (Lien Chieu district, Da Nang city), has an active index about 60% at 7 days of age and an alkalinity index of 1.7. The cement content in mortar was replaced by 10%, 20% and 30% of steel slag, respectively. The compressive ability of the mortar samples were monitored at the ages of 3, 7, 14, 28, 56 days. Results showed that, with 10% content of steel slag used, the compressive ability of the mortar was not affected. However, the greater amount of steel slag is induced, the more mortar compressive ability decreases.

Keywords: steel slag, Portland cement, mortar, compressive strength

© 2017 Bản quyền thuộc Đại học Duy Tân

1. Mở đầu

Hiện nay, bê tông là loại vật liệu con người sử dụng nhiều nhất, và so sánh về thể tích tiêu thụ thì chỉ đứng sau nhu cầu về nước sinh hoạt. Trung

bình trên toàn thế giới, mỗi người sử dụng hơn 1 tấn bê tông mỗi năm. Trong bê tông, xi măng là vật liệu phát thải lượng khí CO₂ lớn nhất và theo sau là vật liệu cốt liệu lớn, chiếm lần lượt 74-81% và 13-20% tổng lượng khí CO₂ do bê tông phát

thải. Theo thống kê năm 2002, nhu cầu sử dụng xi măng trên thế giới là $1,6 \times 10^9$ T/năm. Và nhu cầu này luôn không ngừng tăng lên, đặc biệt ở những nước đang phát triển như Trung Quốc, Ấn Độ, ...

Sản xuất xi măng tiêu thụ rất nhiều năng lượng và phát thải lượng lớn CO_2 . Để sản xuất 1 tấn xi măng, trong điều kiện tốt nhất cần khoảng 3GJ năng lượng. Cứ 1 kg xi măng sản xuất sẽ thải ra khoảng 0,8-1 kg khí CO_2 . Khí CO_2 phát thải có nguồn gốc từ phản ứng phân hủy đá vôi, từ nhiên liệu được dùng, từ việc vận chuyển xi măng giữa nơi sản xuất và tiêu dùng... Một cách tổng thể, lượng khí cacbonic do ngành xi măng thải ra chiếm từ 5 – 7% tổng lượng khí thải toàn cầu từ tất cả mọi lĩnh vực hoạt động.

Có nhiều biện pháp được đặt ra và nghiên cứu để giảm hàm lượng khí thải CO_2 này. Ví dụ: nâng cao hiệu suất nhiệt của dây chuyền sản xuất xi măng, sử dụng các loại nhiên liệu thay thế, thay đổi thành phần hóa học của clinker, nâng cao cường độ xi măng, thay đổi thành phần cấp phối bê tông... Và một trong những biện pháp hiệu quả để giảm lượng CO_2 là hạn chế tối đa hàm lượng clinker trong sản phẩm cuối cùng bằng cách tối đa nhất có thể hàm lượng các phụ gia khoáng sử dụng trong xi măng và đẩy mạnh việc sử dụng xi măng hỗn hợp trong xây dựng nói chung.

Trước thực trạng trên, nghiên cứu sử dụng phụ phẩm xỉ thép của ngành luyện kim để thay thế xi măng là một trong những giải pháp hiện đang được nghiên cứu nhiều trên thế giới. Giải pháp này cho phép vừa tận dụng được lượng xỉ thép do các nhà máy thép thải ra vừa giảm được hàm lượng xi măng (hay clinker) sử dụng.

Xỉ thép là phụ phẩm của quá trình luyện sắt (gang hoặc thép phế liệu) thành thép nóng chảy trong lò luyện. Quá trình này nhằm loại bỏ các tạp chất như Si, P, S,... để sản phẩm thép đạt được các tính chất cơ lý cần thiết. Hiện nay, trên thế giới, thép được sản xuất bằng hai công nghệ chính: công nghệ lò thổi basic oxygen (BOF) và công nghệ lò điện hồ quang (EAF-electric arc furnace). Thép sau khi được luyện qua một trong hai loại lò này sẽ được tinh luyện trong lò thùn (ladle furnace). Tùy thuộc vào nguồn gốc mà xỉ

thép có nhiều loại, được gọi theo tên loại lò, gồm xỉ thép BOF, xỉ EAF, xỉ ladle [1].

Ở Việt Nam, phần lớn thép được sản xuất bằng công nghệ lò điện hồ quang – đúc liên tục. Lò điện hồ quang có ưu điểm lớn trong việc tái chế thép phế liệu nhưng kéo theo sự xuất hiện của một phụ phẩm mới, là xỉ thép lò điện hồ quang. Theo công nghệ lò điện hồ quang EAF, cứ mỗi tấn phôi thép được sản xuất sẽ phát sinh xỉ lò khoảng 80-120 kg [2]. Ước tính tại nước ta hiện nay, mỗi năm có khoảng 1-1.5 triệu tấn xỉ thép thải ra từ các nhà máy sản xuất thép lớn. Loại chất thải rắn này gây ra nhiều vấn đề nghiêm trọng về môi trường như hàm lượng bụi, kim loại nặng lớn và yêu cầu diện tích bãi chứa rất lớn. Và hơn 90% lượng xỉ này vẫn đang đổ đọng trong bãi thải tại các nhà máy hoặc chôn lấp sâu [3]. Vì vậy việc xử lý phụ phẩm này là một nhu cầu hết sức cần thiết, cả về mặt kinh tế và môi trường.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi tập trung nghiên cứu khả năng sử dụng xỉ thép EAF như một loại phụ gia hoạt tính để thay thế xi măng Portland.

2. Phương pháp nghiên cứu

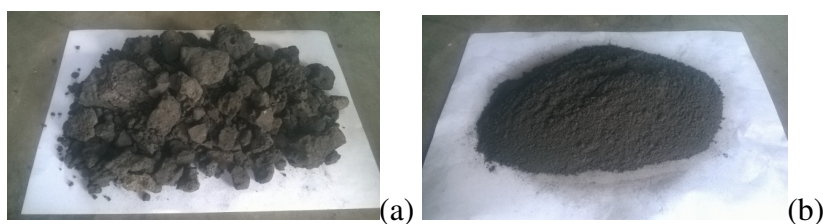
2.1. Vật liệu nghiên cứu

Để tiến hành nghiên cứu, bốn loại vữa đã được chế tạo và cường độ của chúng được theo dõi phát triển theo thời gian. Trong đó, một loại vữa chuẩn dùng làm đối chứng chỉ gồm xi măng Portland, cát và nước tạo thành. Ba loại vữa còn lại có bổ sung thêm xỉ thép làm phụ gia khoáng thay thế xi măng với tỷ lệ lần lượt là 10, 20, 30%. Với hai loại vữa chứa hàm lượng xỉ thép lớn nhất, phụ gia hóa dẻo được thêm vào nhằm duy trì độ sụt của chúng bằng khoảng 5 cm. Trong tất cả các mẫu vữa, tỷ lệ cát/chất kết dính và nước/chất kết dính đều được giữ không đổi và lần lượt bằng 3 và 0.6. Trong Bảng 1 là thống kê chi tiết thành phần cấp phối của từng loại vữa nghiên cứu.

Xi măng được sử dụng là xi măng Portland PC40 (Sông Gianh). Xỉ thép là loại xỉ lò điện hồ quang của nhà máy thép Đà Nẵng (Khu công nghiệp Liên Chiểu, Đà Nẵng). Xỉ thép thu thập được nghiền để giảm kích thước hạt, sau đó được sàng loại bỏ các hạt trên 0.08 mm. Hình 1 minh

Bảng 1. Thành phần cấp phối của vữa

Loại vữa	Xi măng (g)	Tro trấu (g)	Cát (g)	Nước (g)	Phụ gia (mL)	Tỷ lệ N/CKD	Độ sụt (cm)
0%	566	0	1700	340	0	0.6	4.9±1
10%	509	57			0		4.6±0.4
20%	453	113			0.7		5.2±0.4
30%	396	170			0.7		5.2±0.2



Hình 1. Xi thép được thu thập (a) và sau khi nghiền, sàng qua sàng 0.09 mm (b)

họa xi thép thu thập tại nhà máy (a) và sau khi được nghiền, sàng (b). Xi thép trước khi nghiền có dạng hình khối hoặc thoi dẹt, với các góc cạnh sắc hoặc cạnh tròn, kích thước hạt nằm trong cỡ sàng từ 0.14 đến 40 mm.

Cát sử dụng có mô đun độ lớn M_{dl} bằng 3, thuộc loại cát thô. Thành phần hạt của cát được đảm bảo luôn luôn không đổi như biểu thị trên Hình 2, hoàn toàn thỏa mãn tiêu chuẩn TCVN 7570-2006 dùng để chế tạo vữa.

Nhằm duy trì độ sụt của cả bốn loại vữa tương tự nhau, phụ gia hóa dẻo Sika Plastiment 96 có gốc là hỗn hợp lignosunfonat được sử dụng. Đây là phụ gia loại D theo phân loại của tiêu chuẩn ASTM C494, có tác dụng giảm nước và kéo dài thời gian ninh kết.

2.2. Thí nghiệm xác định độ sụt của hỗn hợp vữa

Độ sụt của vữa được xác định nhờ côn hình nón cụt có kích thước như sau: đường kính đáy dưới là 10 cm, đường kính đáy trên 5 cm và chiều cao 15 cm. Ngay sau khi trộn, hỗn hợp vữa được đổ đầy vào côn hình nón cụt. Côn này được đặt trên một khay thép. Sau khi gạt bằng mặt côn, loại bỏ vữa thừa, côn được nhắc thẳng lên và độ sụt của khối vữa được đo [4]. Độ sụt của từng

loại vữa nghiên cứu được trình bày trong Bảng 1. Đây là giá trị trung bình của bốn lần đo trên bốn mẻ trộn khác nhau. Độ sụt của bốn loại vữa dao động trong khoảng từ 4.6 đến 5.2 cm.

2.3. Chuẩn bị và bảo dưỡng mẫu

Hỗn hợp vữa được trộn trong một thùng 5L, sử dụng hai tốc độ quay (nhẹ và chậm). Quy trình trộn như sau với tất cả các loại vữa: trộn hỗn hợp khô (xi măng, cát và xi thép nếu có) trong 1 phút ở tốc độ thấp, sau đó thêm 2/3 lượng nước vào hỗn hợp khô và tiếp tục trộn trong 2 phút ở tốc độ thấp, thêm 1/3 lượng nước còn lại đã được hòa trước với phụ gia nếu có và tiếp tục trộn đều tất cả trong 2 phút ở tốc độ cao.

Mẫu vữa có kích thước 4×4×16 cm, được chế tạo theo đúng tiêu chuẩn TCVN 3121-11:2003. Mẫu sau khi tháo khuôn được bảo dưỡng trong điều kiện nhiệt độ 27±2 °C, độ ẩm 95±5% cho đến thời điểm thí nghiệm uốn và nén. Cường độ nén của mỗi loại vữa được xác định trên sáu mẫu vữa thu được sau khi uốn gãy ba mẫu vữa 4×4×16 cm. Quy trình thực hiện uốn, nén và xử lý số liệu được thực hiện như quy định TCVN 3121-11:2003.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đặc tính của xi măng và xỉ thép

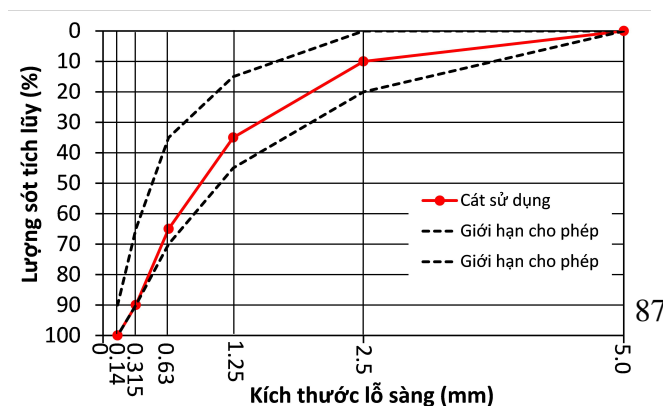
Thành phần hóa học của xỉ thép và xi măng được phân tích theo tiêu chuẩn TCVN 141-2008 và được trình bày trong Bảng 2. Với xỉ thép và xi măng, CaO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ là các thành phần oxit chính. Hàm lượng các thành phần oxit này nằm trong phạm vi đo được của nhiều nghiên cứu khác. Riêng MgO không có mặt trong xỉ thép EAF Đà Nẵng trong khi đó ở hầu hết các nghiên cứu khác, xỉ thép EAF đều chứa một lượng nhất định MgO nằm trong khoảng từ 2-12% [1]. Đây là thành phần có khả năng thủy hóa chậm, gây mất ổn định thể tích trong xỉ thép. Thành phần CaO trong xỉ thép có thể tồn tại ở cả dạng tinh thể kết tinh và tự do. CaO tự do có thể tồn tại trong hốc kín trong viên xỉ thép, nơi nước không tiếp cận được. Sự có mặt của CaO, cũng giống như MgO, là nguồn gây mất ổn định thể tích.

Mặc dù xỉ thép, cũng giống như phần lớn xỉ luyện kim khác, có các thành phần hoá học chính tương tự xi măng Portland. Tuy nhiên, thành phần pha có mặt trong xỉ thép và xi măng Portland

khác nhau đáng kể. Sự khác nhau, chủ yếu là trong xỉ thép chứa hàm lượng lớn sắt oxit, tồn tại ở cả dạng hoá trị 2 và 3. FeO là pha đáng kể trong xỉ thép, nhưng hoàn toàn không có mặt trong xi măng Portland. Pha này hoàn toàn không có đặc tính kết dính và không thể kết hợp để tạo thành các pha thủy hoá. Phổ phân tích nhiễu xạ tia X (XRD) của xỉ EAF Đà Nẵng cho thấy mặc dù các pha silicat canxi có mặt trong xỉ thép nhưng các pic lớn tại 29,2°2θ và 51,5°2θ không xuất hiện (Hình 3). Điều này thể hiện hàm lượng pha alite không nhiều. Đây là pha đóng góp cường độ chủ yếu trong quá trình xi măng Portland thủy hoá. Kết quả XRD cũng cho thấy sự vắng mặt của $\gamma - C_2S$. Silicat bicanxi được thấy tồn tại ở dạng $\beta - C_2S$, pha này được ổn định nhờ sự có mặt của tạp chất trong xỉ thép (Fe³⁺, Al³⁺). Chứa các thành phần pha như vậy nên xỉ thép có hoạt tính thấp hơn nhiều so với xi măng Portland. Ngoài ra, Kourounis và cộng sự sử dụng kính hiển vi quang học quan sát thấy pha C₂S rất lớn, có dạng hình ngón tay. Điều kiện nguội từ từ trong không khí cho phép pha này có thời gian để kết tinh [7].

Bảng 2. Thành phần hóa học của xỉ thép Đà Nẵng và xi măng Portland

Chỉ tiêu kỹ thuật	% theo khối lượng oxit	
	Xỉ thép	Xi măng
CaO	29.03	59.06
SiO ₂	20.92	23.14
Al ₂ O ₃	5.90	4.79
Fe ₂ O ₃	26.32	3.70
MgO	0	1.95
CaO tự do	-	1.40
SO ₃	-	2.14
Cặn không tan (CKT)	-	2.97
Mất khi nung (MKN)	2.40	1.68



Chỉ số hoạt tính cường độ của xỉ thép EAF được xác định theo TCVN 4315:2007 và TCVN 6016:2011. Chỉ số hoạt tính cường độ của xỉ thép được tính bằng phần trăm theo công thức sau:

$$I_R = \frac{R_B}{R_A} \times 100$$

Trong đó:

R_B : độ bền nén của mẫu xi măng Portland pha 50% xỉ thép (MPa);

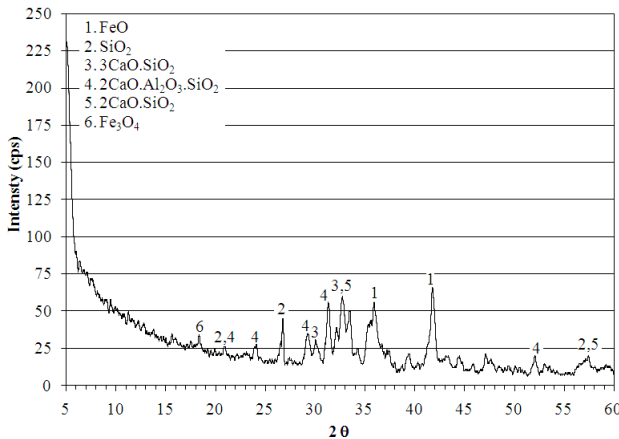
R_A : độ bền nén của mẫu xi măng Portland nền (MPa).

Chỉ số hoạt tính cường độ của xỉ thép EAF Đà Nẵng trong nghiên cứu này ở 7 ngày tuổi là 60,16 % thỏa mãn so với qui định của tiêu chuẩn TCVN 4315:2007 là I_R tối thiểu phải bằng 55%.

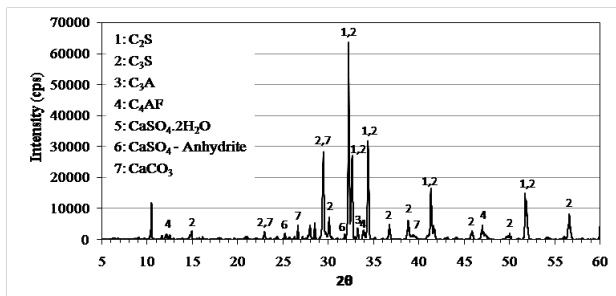
Hệ số kiểm tính K của xỉ thép được tính tham khảo theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4315:2007 và theo công thức sau:

$$K = \frac{CaO+MgO+Al_2O_3}{SiO_2}$$

Xỉ thép thu thập từ nhà máy thép Đà Nẵng sử dụng trong nghiên cứu này có chỉ số kiểm tính là 1,7. Chỉ số này thể hiện mức độ hoạt tính của xỉ và theo tiêu chuẩn TCVN 4315:2007 qui định hệ số K phải lớn hơn 1,6. Vậy xỉ thép thu thập có thể sử dụng làm phụ gia khoáng hoạt tính xi măng.



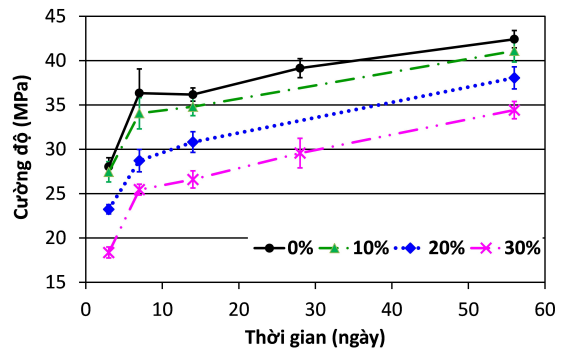
Hình 3. Phổ phân tích nhiễu xạ tia X của xỉ thép EAF Đà Nẵng



Hình 4. Phổ phân tích nhiễu xạ tia X của xi măng PC40

3.2. Ảnh hưởng của xỉ thép tới cường độ nén của vữa

Cường độ nén của bốn loại vữa tại các ngày tuổi khác nhau được biểu diễn trên Hình 5. Nhìn chung, cũng giống như mẫu chỉ chứa xi măng Portland, tất cả các mẫu chứa xỉ thép đều tăng khả năng chịu nén ở tuổi dài ngày. Trong 7 ngày đầu tiên, mẫu vữa chuẩn có tốc độ phát triển cường độ nhanh nhất. Sau 3 và 7 ngày, cường độ của mẫu đạt được lần lượt là 66% và 86% so với cường độ ở tuổi 56 ngày. Sau đó, cường độ phát triển chậm lại, với tốc độ hầu như không đổi, thể hiện qua đường tuyến tính trên biểu đồ.



Hình 5. Sự phát triển cường độ nén của các mẫu vữa theo thời gian

Mẫu vữa chứa 10% xỉ có sự phát triển cường độ chậm hơn mẫu vữa chuẩn nhưng không nhiều. Nếu xét tới độ lệch chuẩn thì mẫu vữa 10% có cường độ tương tự mẫu chuẩn ở hầu hết các thời điểm. Các mẫu vữa chứa xỉ khác phát triển cường độ chậm hơn. Hàm lượng xỉ được sử dụng càng lớn, khả năng chịu nén tại các ngày tuổi khác nhau càng giảm so với mẫu chuẩn. Nghiên cứu của nhóm Nguyễn và đồng sự [3] trên xỉ thép thu thập tại nhà máy Đồng Tiến cũng cho kết quả hoàn toàn tương tự. Để đánh giá sự tăng giảm cường độ của các mẫu chứa xỉ so với mẫu chuẩn tại từng ngày tuổi, hệ số thay đổi cường độ được tính như sau:

$$\Delta R_i = \frac{R_i}{R_C}$$

Trong đó:

ΔR_i : Hệ số thay đổi cường độ tại một thời điểm nào đó (%)

R_i, R_C : Cường độ của mẫu chứa xỉ, mẫu chuẩn tại một thời điểm nào đó (MPa)

Hình 6 biểu diễn sự thay đổi cường độ của ba

loại vữa xỉ tại từng ngày tuổi. Nhận thấy rằng, sự giảm cường độ tăng dần khi hàm lượng xỉ được dùng để thay thế xi măng tăng dần. Kết quả này phù hợp với kết quả thu được trong nhiều nghiên cứu khác [3]. Sử dụng xỉ để thay thế xi măng Portland khiến cường độ của vữa phát triển chậm hơn. Do sự thủy hóa của xỉ để tạo thành các sản phẩm có tính kết dính trong môi trường kiềm của xi măng Portland thủy hóa (gắn liền với sự hình thành $\text{Ca}(\text{OH})_2$) chậm hơn.

Ngoài ra, hiệu suất cường độ được thống kê trong Bảng 3. Thông số này được tính cho tất cả các mẫu vữa xỉ và tại mọi ngày tuổi, theo công thức sau:

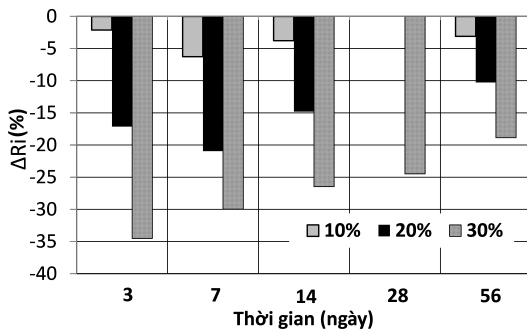
$$SG_i = R_i - \left(R_C \frac{C_{cem}}{C_{poz}}\right)$$

Trong đó:

SG_i : Hiệu suất cường độ (MPa)

R_i, R_C : Cường độ của mẫu chứa xỉ, mẫu chuẩn tại một thời điểm nào đó (MPa)

C_{cem}, C_{poz} : Tỷ lệ khối lượng của xi măng và của chất kết dính (gồm xỉ và xi măng) trong từng hỗn hợp vữa (%)



Hình 6. Sự thay đổi cường độ của các mẫu vữa có xỉ so với mẫu chuẩn theo thời gian

Bảng 3. Hiệu suất cường độ của xỉ thép (MPa)

Ngày tuổi	Xỉ 10%	Xỉ 20%	Xỉ 30%
3	2.21	0.80	-1.27
7	1.36	-0.35	0.01
14	2.25	1.88	1.28
28	-	-	2.17
56	2.93	4.12	4.73

Hiệu suất cường độ của mẫu xỉ 10% luôn lớn hơn 0 còn của các mẫu chứa xỉ khác có lúc nhỏ hơn 0. Hiệu suất thu được lớn nhất với các mẫu

vữa chứa xỉ 10%, 20%, 30% lần lượt là 2.93, 4.12 và 4.73 MPa tại 56 ngày tuổi. Như vậy, hiệu suất cường độ tăng lên cùng hàm lượng xỉ được dùng và thời gian bảo dưỡng mẫu. Không có nhiều dữ liệu về hiệu suất cường độ của các loại vữa sử dụng các loại vật liệu thay thế xi măng, tuy nhiên ta có thể so sánh với các loại vữa sử dụng tro trấu của Antiohos và cộng sự [5]. Hiệu suất cường độ của xỉ thép trong nghiên cứu này lớn hơn so với hiệu suất sử dụng tro trấu nghiền thô nhưng nhỏ hơn so với tro trấu được nghiền mịn. Với các loại vật liệu thay thế xi măng nói chung, sự phân bố kích thước hạt có ảnh hưởng lớn đến cường độ sau cùng của vữa.

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy xỉ thép Đà Nẵng có thể được sử dụng để thay thế xi măng Portland. Tuy nhiên hàm lượng thay thế đạt được còn khiêm tốn, khoảng 10% để không ảnh hưởng tới khả năng chịu nén của vữa. Khi hàm lượng thay thế tăng lên 20% hoặc 30%, cường độ của mẫu vữa giảm. Tuy nhiên, việc sử dụng xỉ thép vẫn luôn đạt được hiệu suất cường độ lớn hơn 0 ở tuổi dài ngày.

Trong nghiên cứu tiếp theo, nhóm tác giả sẽ tiếp tục khảo sát ảnh hưởng của xỉ thép tới các tính chất khác của vữa như độ bền với các tác nhân ăn mòn hóa học. Ngoài ra, một hướng nghiên cứu khác cũng có thể được tiến hành, như cải thiện tính thủy lực của xỉ thép bằng cách điều chỉnh thành phần hóa học.

Tài liệu tham khảo

- [1] Yildirim, I.Z., Prezzi, M., 2011. Chemical, mineralogical, and morphological properties of steel slag, *Advances in Civil Engineering*, 13 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2011/463638>
- [2] Delbecq, M., 2010. Steel Slags as Cementitious Materials, Arcelor Mital Report.
- [3] Nguyễn, V.P., Lê, T.D.H., Huỳnh, N.M., Lê, M.S., Nguyễn, T.H., Nguyễn, K.S., 2014. Tái chế xỉ thép lò hồ quang điện làm thành phần phụ gia khoáng xi măng, *Tạp chí KHCN Xây dựng* 2, 49-57.
- [4] Adjoudj, M., Ezziane, K., Hadj, E., Ngo, T.T., Kaci, A., 2014. Evaluation of rheological parameters of mortar containing various amounts of mineral addition with polycarboxylate superplasticizer, *Construction and Building Materials* 70, 549-559.

- [5] Antiohos, S.K., Tapali, J.G., Zervaki, M., Sousa-Coutinho, J., Tsimas, S., Papadakis, V.G, 2013. Low embodied energy cement containing untreated RHA: A strength development and durability study, *Construction and Building Materials* 49, 455-463.
- [6] Antiohos, S.K., Tapali, J.G., Zervaki, M., Sousa-Coutinho, J., Tsimas, S., Papadakis, V.G, 2013. Low embodied energy cement containing untreated RHA: A strength development and durability study, *Construction and Building Materials* 49, 455-463.
- [7] Kourounis, S., Tsivilis, S., Tsakiridis, P.E., Papadimitriou, G.D., Tsibouki, Z., 2007. Properties and hydration of blended cements with steelmaking slag, *Cement and Concrete Research* 37,815-822.

Ứng xử phi tuyến của vỏ toa chứa dầu tàu đường sắt

Nonlinear Behavior of the Shell of Railway Oil Tank

S.B. Kositsyn^a, Trần Xuân Linh^b, Phạm Công Dân^b

^a*Khoa xây dựng, Đại học Giao thông Đường sắt Moscow, LB Nga
Faculty of Civil Engineering, Moscow State University of Railway Engineering, Russia*

^b*Viện Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ cao, Đại học Duy Tân, Việt Nam
Institute of Research and Development, Duy Tan University, Vietnam*

(Ngày nhận bài: 21/03/2017, ngày phản biện xong: 30/03/2017, ngày chấp nhận đăng: 05/04/2017)

Tóm tắt

Bài báo giới thiệu một số kết quả tính toán và phân tích trạng thái ứng suất biến dạng vỏ toa chứa dầu tàu đường sắt. Đánh giá ứng xử tuyến tính và phi tuyến của kết cấu vỏ. Trong quá trình tính có sử dụng các loại biểu đồ biến dạng khác nhau của vật liệu.

Từ khóa: Vỏ toa chứa dầu, trạng thái ứng suất biến dạng, phương pháp phần tử hữu hạn, ứng xử phi tuyến, biến dạng dẻo.

Abstract

This paper presents some results of calculation and analysis of stress-strain states of railway tank shell. Linear and non-linear behaviors of shell are evaluated. In this work, we used different deformation diagrams of material.

Keywords: Railway tank shell, stress-strain states, finite element method, nonlinear behavior, plasticity deformation.

© 2017 Bản quyền thuộc Đại học Duy Tân

1. Giới thiệu

Về mặt kết cấu, toa chứa dầu của tàu đường sắt là một tổ hợp tương đối phức tạp của nhiều vỏ có hình dạng và kích thước khác nhau. Do đó, việc mô hình hóa và tính toán kết cấu này thường gặp phải những khó khăn nhất định và số lượng công bố trong lĩnh vực này còn hạn chế, đặc biệt trong trường hợp giải các bài toán phi tuyến [1, 2, 3]. Mục đích của nghiên cứu này bao gồm xây dựng mô hình tính toán, dựa trên kết quả tính toán dưới tải trọng tĩnh để phân tích và đánh

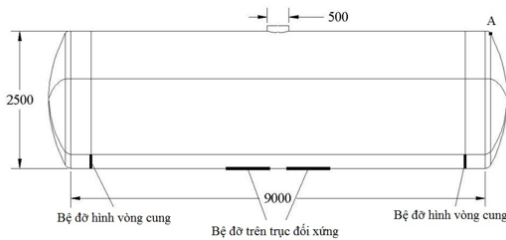
giá trạng thái ứng suất biến dạng của vỏ dưới các điều kiện phi tuyến khác nhau.

Xét vỏ toa chứa dầu (hình 1) được cấu tạo từ: phần thân hình trụ có đường kính 2500 mm, chiều dài 9000 mm; hai mặt đáy hình elip và phần nắp có đường kính 500 mm, cao 150 mm. Phần dưới của thân hình trụ (góc ở tâm 72°) có độ dày 11 mm, phần còn lại có độ dày 9 mm. Độ dày của phần đáy và thân nắp là 12 mm, nắp đáy – 9 mm (hình 2). Vỏ được chế tạo từ thép có mô đun đàn hồi $E = 2.10^{11}$ Pa, hệ số Poisson $\mu = 0.3$.

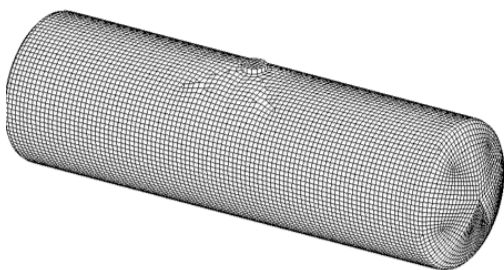
Xét trường hợp vỏ chịu áp lực đều bên trong tăng dần tới $q_{max} = 1.5 \text{ MPa}$ (áp lực hơi). Kết cấu được tính theo phương pháp phần tử hữu hạn [4] bằng phần mềm Nastran. Lưới phần tử được dựng từ các phần tử phẳng bốn nút (hình 3) (Kirchhoff – Love theory for thin plates).



Hình 1. Toa chứa dầu



Hình 2. Mô hình tính toán vỏ toa chứa dầu

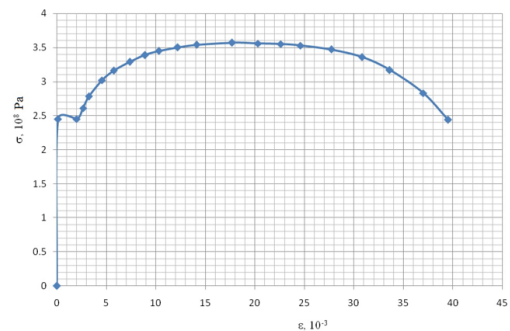


Hình 3. Mô hình lưới phần tử hữu hạn vỏ toa chứa dầu

2. Tính toán và phân tích trạng thái ứng suất biến dạng của vỏ toa chứa dầu

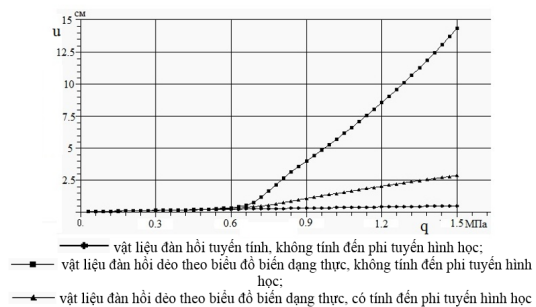
Để đánh giá tính cần thiết của việc tính đến các yếu tố phi tuyến, ta tiến hành năm phương án tính toán với những thông số sau:

- a) Vật liệu đàn hồi tuyến tính, không tính đến phi tuyến hình học.
- b) Vật liệu đàn hồi dẻo theo biểu đồ biến dạng thực (hình 4) [5], không tính đến phi tuyến hình học. Các điểm đặc trưng trên biểu đồ: $\sigma_y = 2.45 \cdot 10^8 \text{ Pa}; \epsilon_y^1 = 1.23 \cdot 10^{-3}; \epsilon_y^2 = 2.00 \cdot 10^{-2}; \sigma_t = 3.57 \cdot 10^8 \text{ Pa}; \epsilon_t = 1.77 \cdot 10^{-1}$ trong đó y – yield, t – temporary resistance.
- c) Vật liệu đàn hồi dẻo theo biểu đồ biến dạng thực (hình 4), có tính đến phi tuyến hình học.
- d) Vật liệu đàn hồi dẻo theo biểu đồ biến dạng song tuyến tính (bilinear elasto – plastic material) ($E = t g \alpha = 2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}; E_1 = t g \alpha_1 = 6.37 \cdot 10^8 \text{ Pa}$).
- e) Vật liệu đàn hồi dẻo theo biểu đồ biến dạng lý tưởng ($\sigma_y = 2.45 \cdot 10^8 \text{ Pa}; \epsilon_y = 1.23 \cdot 10^{-3}$).



Hình 4. Biểu đồ biến dạng thực của thép

Trên hình 5 biểu diễn các đồ thị “chuyển vị – tải trọng” tại điểm A nằm trên vùng giao nhau giữa phần thân và đáy vỏ toa chứa dầu (hình 2) đối với bài toán tuyến tính và phi tuyến. Chính tại vùng này chuyển vị và ứng suất thu được là lớn nhất.

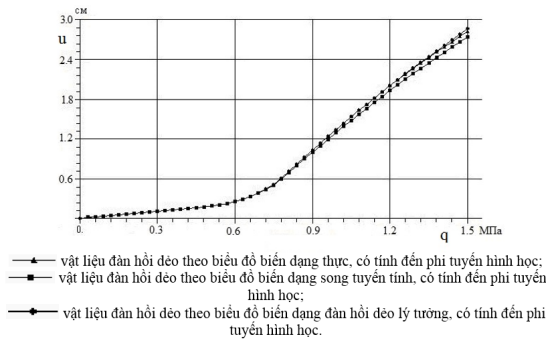


Hình 5. Đồ thị “chuyển vị – tải trọng”

Ta thấy rằng, khi áp lực $q \leq 0.6 \text{ MPa}$, các đường đồ thị gần như trùng nhau (cả tuyến tính

và phi tuyến). Tiếp tục tăng tải trọng lên, các đường cong này bắt đầu tách rời khỏi nhau. Trong trường hợp vật liệu đàn hồi dẻo và không tính đến phi tuyến hình học thì chuyển vị tăng rõ rệt (tăng tới 15 cm và gấp gần 10 lần độ dày của vỏ). Đồng thời, ứng suất vượt quá giá trị σ_t của vật liệu. Điều này mâu thuẫn với thực tế. Do đó, cần xét đến đồng thời cả phi tuyến hình học và phi tuyến vật lý khi tải trọng tương đối lớn ($q > 0.6$ MPa).

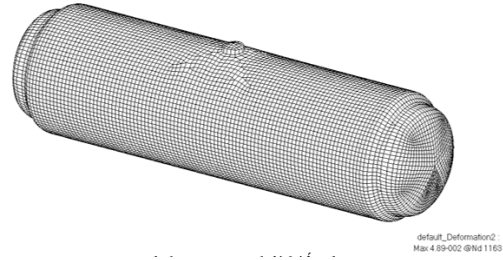
Hình 6 là đồ thị “chuyển vị – tải trọng” của điểm A Trong cả ba trường hợp đều xét đến phi tuyến hình học và vật liệu là đàn hồi dẻo theo các biểu đồ biến dạng khác nhau của vật liệu.



Hình 6. Đồ thị “tải trọng – chuyển vị”

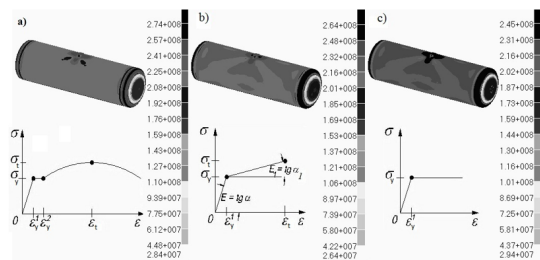
Dưới áp lực $q \leq 0.6$ MPa, tương ứng với giai đoạn làm việc đàn hồi của vật liệu, do đó ba đường đồ thị thẳng và trùng nhau. Vượt ra ngoài vùng này, chuyển vị tăng mạnh nhờ xuất hiện các biến dạng dẻo của vật liệu. Khi biểu đồ biến dạng của vật liệu là lý tưởng, chuyển vị thu được cũng lớn hơn. Điều này được lý giải bởi sự “chảy tự do” của vật liệu ngoài vùng đàn hồi [6]. Nhìn chung, kết quả tính toán trong cả ba trường hợp là tương đối gần nhau. Tại thời điểm $q = 1.5$ MPa, sự chênh lệch trong chuyển vị lần lượt dao động trong khoảng từ 1.4% đến 2.8%.

Sự biến dạng của vỏ được thể hiện trên hình 7 (tỷ lệ đã được phóng to).



Hình 7. Trạng thái biến dạng

Trên hình 8 biểu diễn sự phân bố ứng suất tương đương trong vỏ toa chứa dầu (tại $q = 1.5$ MPa) và tương ứng bên dưới là các biểu đồ biến dạng của vật liệu.



Hình 8. Trường ứng suất tương đương a) biểu đồ biến dạng thực; b) biểu đồ biến dạng song tuyến tính; c) biểu đồ biến dạng đàn hồi dẻo lý tưởng.

Hình 8. Trường ứng suất tương đương a) biểu đồ biến dạng thực; b) biểu đồ biến dạng song tuyến tính; c) biểu đồ biến dạng đàn hồi dẻo lý tưởng.

Dựa trên trường ứng suất trên, có thể nhận thấy rằng, biến dạng dẻo bắt đầu xuất hiện tại các vùng giao nhau giữa thân vỏ với đáy và nắp khi ứng suất tương đương $\sigma = \sigma_y = 2.45 \cdot 10^8$ Pa và lan dần ra các vùng lân cận xung quanh. Tuy nhiên, vật liệu vẫn chưa đạt tới ngưỡng chịu đựng (temporary resistance $\sigma_t = 3.57 \cdot 10^8$ Pa).

3. Kết luận

- Trong tính toán cần tính đến đồng thời cả phi tuyến hình học và phi tuyến vật lý. Tại những vùng xuất hiện biến dạng dẻo (phần đáy và nắp) chuyển vị có thể lớn gấp nhiều lần độ dày của vỏ.
- Để hạn chế hiện tượng tập trung ứng suất, vùng giao nhau giữa thân vỏ và phần nắp có thể là mặt cong (mặt cầu, elip).
- Khi tính toán ưu tiên sử dụng biểu đồ biến dạng thực của vật liệu, nếu không có biểu đồ này,

có thể sử dụng biểu đồ song tuyến tính hoặc biểu đồ biến dạng dẻo lý tưởng.

Tài liệu tham khảo

- [1] D. Y. Jeong, Y. H. Tang, H. Yu, A. B. Perlman. Engineering Analyses for Railroad Tank Car Head Puncture Resistance. ASME 2006 International Mechanical Engineering Congress and Exposition. Rail Transportation, 1-7.
- [2] Fazle R. Ahad et al. Modeling the Dynamic Failure of Railroad Tank Cars Using a Physically Motivated Internal State Variable Plasticity/Damage Non-local Model. Modelling and Simulation in Engineering, 2013.
- [3] D. Y. Jeong et al. Analysis of Railroad Tank Car Shell Impacts Using Finite Element Method. IEEE/ASME/ASCE 2008 Joint Rail Conference.
- [4] Olek Zienkiewicz, Robert Taylor, J.Z. Zhu. The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals. Butterworth-Heinemann, 7th Edition, 2013.
- [5] K.D. Son. Experimental and theoretical study of the stability of the spatial frame systems and the development of approximate methods of determining the critical force: nonlinear case. Ph.D thesis, 2010.
- [6] L.M. Kachanov. Foundations of the theory of plasticity. North – Holland Publishing Company, 1971.

Ảnh hưởng của số lượng phần tử đến tính toán tần số dao động riêng của kết cấu dầm và khung phẳng theo phương pháp phần tử hữu hạn

The Influence of the number of Element to Calculation of the eigen Frequency of Beam and Frame Structure According to Finite Element Method (FEM)

Đặng Hồng Long, Lê Công Duy

*Khoa Xây dựng, Đại học Duy Tân, Việt Nam
Faculty of civil Engineering, Duy Tan University, Vietnam*

(Ngày nhận bài: 28/12/2016, ngày phản biện xong: 11/02/2017, ngày chấp nhận đăng: 05/04/2017)

Tóm tắt

Phương pháp phần tử hữu hạn (PTHH) là một phương pháp hiệu quả để giải quyết các bài toán động lực học công trình hiện nay. Vấn đề phân chia số lượng phần tử có ảnh hưởng lớn đến kết quả của bài toán, tuy nhiên chưa có nhiều phân tích để làm rõ vấn đề này trong các bài toán động học. Trong bài báo này, tác giả sử dụng phương pháp PTHH để đánh giá ảnh hưởng của việc chia số lượng phần tử khung, khối lượng phân bố đều đến tần số dao động riêng của một số kết cấu phẳng, so sánh kết quả tính với các phương pháp giải tích từ đó đưa ra một số kết luận.

Từ khóa: Phương pháp phần tử hữu hạn, tần số, dao động, kết cấu phẳng, phương pháp giải tích.

Abstract

Currently, Finite Element Method (FEM) is an effective method to solve the Dynamic structure problems. The numbers of element affects the problem's result, still, there are few analysis bringing this problem to light. In this paper, we apply FEM to estimate the influence of the divided number of frame element in which the weight of frame element is distributed uniformly per unit of element to the eigen frequency of a flat structure, the problem's results are compared to analytical method's in order to get some recommendations.

Keywords: The finite element method, eigen frequency, dynamic, plane structure, analytical method.

© 2017 Bản quyền thuộc Đại học Duy Tân

1. Đặt vấn đề

Dao động của công trình có ảnh hưởng lớn và mang tính quyết định đến việc thiết kế, tính toán kết cấu công trình. Vấn đề nghiên cứu động lực học công trình đã và đang được nghiên cứu

ở nhiều nước trên thế giới [5],[6],[7], cũng như ở trong nước [1],[2],[3],[4]. Để xác định sự ảnh hưởng của tải trọng tác động lên công trình, cũng như tránh hiện tượng cộng hưởng trong dao động thì cần phải xác định được đặc trưng dao động riêng của công trình (tần số hoặc chu kỳ dao

động, dạng dao động...).

Có nhiều phương pháp xây dựng và giải quyết bài toán dao động của kết cấu như phương pháp tĩnh (dựa theo nguyên tắc cân bằng tĩnh học, bổ sung các lực quán tính theo nguyên lý D'Alembert), phương pháp năng lượng (dựa trên nguyên lý bảo toàn năng lượng) [2],[3],[4]. Hiện nay, các phương pháp gần đúng (phương pháp năng lượng Rayleigh, Lagrange-Ritz, phương pháp thay thế khối lượng, phương pháp sai phân...) đang được nghiên cứu và sử dụng có hiệu quả nhờ sự phát triển của máy tính. Đặc biệt là phương pháp phần tử hữu hạn (PTHH) giúp giải các bài toán dao động nhanh hơn, cho kết quả của các tần số dao động riêng sai số chấp nhận được so với phương pháp chính xác.

Khi sử dụng phương pháp PTHH, hệ được rời rạc hóa thành các phần tử (PT) với số lượng hữu hạn, sau đó các PT được liên kết lại với nhau tại các điểm nút và phải đảm bảo tính liên tục về biến dạng. Tuy nhiên dễ nhận thấy rằng, việc chia lưới phần tử càng mau (tức là tăng số lượng phần tử) thì kết quả tính càng chính xác nhưng số lượng ẩn số càng tăng làm khó khăn cho việc tính toán. Trong bài báo này, tác giả

sẽ sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn theo mô hình chuyển vị kết hợp với lập trình tính toán trên phần mềm Matlab để khảo sát ảnh hưởng của việc phân chia số lượng phần tử đến tần số dao động riêng ω của một số kết cấu cơ bản, từ đó đưa ra một số khuyến cáo trong thực hành tính toán.

2. Phương trình vi phân dao động riêng theo phương pháp PTHH

Khi công trình dao động tự do, không có cản thì phương trình vi phân dao động theo thời gian có dạng [],[]:

$$[M] \cdot \{\ddot{u}(t)\} + [K] \{u(t)\} = 0 \quad (1)$$

Trong đó:

- $[M], [K]$ lần lượt là ma trận khối lượng, ma trận độ cứng tổng thể của hệ kết cấu, có dạng ma trận vuông kích thước $(n \times n)$ tùy thuộc vào số bậc tự do của tất cả các nút. Đối với kết cấu khung phẳng, ma trận độ cứng và ma trận khối lượng của phần tử thanh có liên kết cứng hai đầu trong hệ tọa độ địa phương được tính toán dựa trên nền tảng lý thuyết dầm cổ điển (Lý thuyết dầm Euler-Bernoulli) như sau [2][3]:

$$[k_e] = \begin{bmatrix} EA/l & 0 & 0 & EA/l & 0 & 0 \\ 0 & 12EI/l^3 & 6EI/l^2 & 0 & -12EI/l^3 & 6EI/l^2 \\ 0 & 6EI/l^2 & 4EI/l & 0 & -6EI/l^2 & 2EI/l \\ -EA/l & 0 & 0 & EA/l & 0 & 0 \\ 0 & -12EI/l^3 & -6EI/l^2 & 0 & 12EI/l^3 & -6EI/l^2 \\ 0 & 6EI/l^2 & 2EI/l & 0 & -6EI/l^2 & 4EI/l \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$[m_e] = \begin{bmatrix} 2a & 0 & 0 & a & 0 & 0 \\ 0 & 156b & 22lb & 0 & 54b & -13lb \\ 0 & 22lb & 4l^2b & 0 & 13lb & -3l^2b \\ a & 0 & 0 & 2a & 0 & 0 \\ 0 & 54b & 13lb & 0 & 156b & -22lb \\ 0 & -13lb & -3l^2b & 0 & -22lb & 4l^2b \end{bmatrix} \quad (3)$$

Với ký hiệu:

$$a = \frac{m \cdot l}{6}; \quad b = \frac{m \cdot l}{420}$$

- E, A, I, l, m lần lượt là các đại lượng Modun đàn hồi, tiết diện ngang, momen quán tính của tiết diện, chiều dài phần tử và khối lượng phân bố theo chiều dài.

Các ma trận $[M]$ và $[K]$ trong hệ tọa độ tổng thể của kết cấu được ghép nối từ các ma trận của các phần tử thông qua tọa độ của các nút. Muốn

vậy phải quy đổi các ma trận khối lượng phần tử $[m_e]$, ma trận độ cứng phần tử $[k_e]$ trong hệ tọa độ địa phương về hệ tọa độ tổng thể tương ứng là $[m_e]$ và $[k_e]$ theo công thức:

$$[m_e] = [T_e]^T \cdot [m_e'] \cdot [T_e] \quad ; \quad [k_e] = [T_e]^T \cdot [k_e'] \cdot [T_e]$$

Trong đó: $[T]_e$ là ma trận chuyển đổi tọa độ của từng phần tử, và có cấu trúc như sau:

$$T_e = \begin{bmatrix} n_1 & n_2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -n_2 & n_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & n_1 & n_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -n_2 & n_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

Với:

$$n_1 = \frac{x_2 - x_1}{l}; n_2 = \frac{y_2 - y_1}{l}; l = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

$x_1; x_2$: Hoành độ của nút đầu và nút cuối của phần tử trong hệ tọa độ tổng thể.

$y_1; y_2$: Tung độ của nút đầu và nút cuối của phần tử trong hệ tọa độ tổng thể.

l : Chiều dài phần tử.

- $u_i(t); \dot{u}(t)$: Chuyển vị và gia tốc chuyển vị (ngang, đứng, xoay) tại các nút, có dạng dao động điều hòa.

Khi hệ dao động riêng, các nút chuyển động theo quy luật hàm điều hòa với các tần số dao động riêng khác nhau. Trong đó các tần số dao động riêng được xác định từ phương trình tần số:

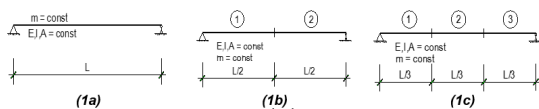
$$\det([K^*] - \omega_i^2 \cdot [M^*]) = 0 \quad (5)$$

Với $[K^*], [M^*]$ là ma trận độ cứng và ma trận khối lượng tổng thể của hệ kết cấu sau khi khử suy biến. Quá trình ghép nối các phần tử sẽ được lập trình tự động trên Matlab, để giải phương trình tần số (5) tác giả sử dụng thuật toán QR lập trình trên Matlab. Một số trường hợp khảo sát cụ thể trong mục 3.

3. Ví dụ tính toán khảo sát ảnh hưởng của số lượng phần tử đến tần số dao động riêng.

3.1. Dầm đơn giản

Xét dầm đơn giản (sơ đồ như hình 1a) có khối lượng phân bố đều $m=3750$ (N/m), tiết diện chữ nhật $A = 0.15(m^2)$, mô men quán tính tiết diện $I = 9/2000(m^4)$, mô đun đàn hồi vật liệu $E = 27 \times 10^9$ (N/m²).



Hình 1. Sơ đồ dầm đơn giản. 1a,b,c.. Sơ đồ dầm chia 1 phần tử, 2 phần tử, 3 phần tử

Với sơ đồ 1a, tần số dao động riêng theo nghiệm giải tích là [2],[3],[4]:

$$\omega_i = \frac{(i\pi)^2}{L^2} \sqrt{\frac{EI}{m}} \quad \text{với } (i = 1, 2, 3 \dots) \quad (6)$$

Tiến hành khảo sát ảnh hưởng của số lượng phân chia phần tử theo phương pháp PTHH với các sơ đồ 1a,1b,1c trong trường hợp nhịp dầm thay đổi $L=4(m), L=6(m), L= 8(m)$. Quá trình tính toán tần số dao động riêng được lập trình trên Matlab, kết quả so sánh với nghiệm giải tích cho 2 tần số cơ bản đầu tiên được lập thành Bảng 1 đến Bảng 3.

Bảng 1. Trường hợp $L = 4(m)$

Tần số (s ⁻¹)	Kết quả theo (6)	Theo phương pháp PTHH					
		Sơ đồ 1a $l=L=4(m)$	Sai số (%)	Sơ đồ 1b $l=L/2=2(m)$	Sai số (%)	Sơ đồ 1c $l=L/3=4/3(m)$	Sai số (%)
ω_1	111.0330	123.2376	11.0	111.4713	0.39	111.1230	0.08
ω_2	444.1322	564.7455	27.16	492.9503	11.0	449.3820	1.18

Bảng 2. Trường hợp $L = 6(m)$

Tần số (s ⁻¹)	Kết quả theo (6)	Theo phương pháp PTHH					
		Sơ đồ 1a $l=L=6(m)$	Sai số (%)	Sơ đồ 1b $l=L/2=3(m)$	Sai số (%)	Sơ đồ 1c $l=L/3=3(m)$	Sai số (%)
ω_1	49.3482	54.7723	11.0	49.5428	0.39	49.3880	0.08
ω_2	197.3930	250.9680	27.16	219.0890	11.0	199.7253	1.18

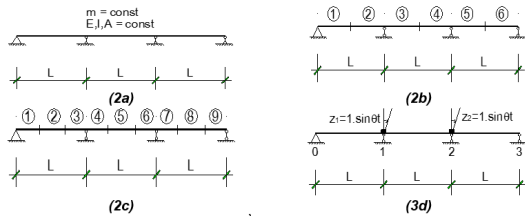
Bảng 3. Trường hợp $L = 8(m)$

Tần số (s ⁻¹)	Kết quả theo (6)	Theo phương pháp PTHH					
		Sơ đồ 1a $l=L=8(m)$	Sai số (%)	Sơ đồ 1b $l=L/2=4(m)$	Sai số (%)	Sơ đồ 1c $l=L/3=8/3(m)$	Sai số (%)
ω_1	27.7584	30.8094	11.0	27.8678	0.39	27.7807	0.08
ω_2	111.0336	141.1864	27.16	123.2376	11.0	112.3455	1.18

Nhận xét: Chiều dài của phần tử không ảnh hưởng đến sai số chênh lệch giữa kết quả theo PTHH và theo phương pháp giải tích khi nhịp dầm thay đổi. Trường hợp xem nhịp dầm là 1 phần tử (sơ đồ 1a) thì kết quả sai số lớn. Khi xét đến tần số cơ bản thứ 2 thì nên chia từ 3 phần tử trở lên thì kết quả theo PTHH xấp xỉ tốt với nghiệm giải tích (sai số khoảng 1%).

3.2. Dầm liên tục

Xét dao động riêng của một dầm liên tục 3 nhịp (hình 2a) có khối lượng phân bố đều $m=3750$ (N/m), tiết diện chữ nhật $A = 0.15(m^2)$, mô men quán tính tiết diện $I = 9/2000(m^4)$, mô đun đàn hồi vật liệu $E = 27 \times 10^9$ (N/m²).



Hình 2. Dầm liên tục 3 nhịp 3a,b,c. Mô hình mỗi nhịp dầm chia lần lượt 1 phần tử, 2 phần tử và 3 phần tử 3d. Hệ cơ bản theo phương pháp chuyển vị

Theo phương pháp chuyển vị thì hệ cơ bản được chuyển về như hình 3d. Phương trình tần số có dạng:

$$\begin{vmatrix} r_{11} & r_{12} \\ r_{21} & r_{22} \end{vmatrix} = 0$$

Trong đó:

$$r_{11} = r_{22} = \frac{3EI}{L} \Psi_5(\lambda) + \frac{4EI}{L} \Psi_1(\lambda);$$

$$r_{21} = \frac{2EI}{L} \Psi_2(\lambda).$$

$\lambda = k.L$ là thông số chuẩn lấy theo 1 nhịp dầm.

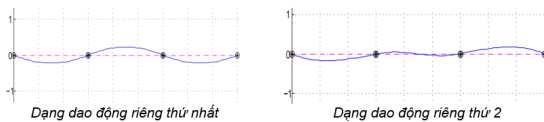
Ψ_i : là các hàm Krulôv theo λ [2].

Suy ra:

$$\left[\frac{3EI}{L} \Psi_5(\lambda) + \frac{4EI}{L} \Psi_1(\lambda) \right]^2 - \left[\frac{2EI}{L} \Psi_2(\lambda) \right]^2 = 0 \quad (7)$$

Giải phương trình (7), tìm được 2 nghiệm đầu tiên là $\lambda_1 = 3.1416$ và $\lambda_2 = 3.5564$. Tần số dao động riêng tương ứng của hệ theo phương pháp chuyển vị là:

$$\omega_i = \left(\frac{\lambda_i}{L} \right)^2 \cdot \sqrt{\frac{EI}{m}} \quad (8)$$



Hình 3. Hai dạng dao động cơ bản của dầm liên tục 3 nhịp

Khảo sát bài toán khi nhịp dầm thay đổi $L=3(m)$ và $L=6(m)$ theo phương pháp phần tử hữu hạn trong trường hợp mỗi nhịp dầm chia 1 phần tử (sơ đồ 2a), chia 2 phần tử (sơ đồ 2b) và chia 3 phần tử (sơ đồ 2c). Quá trình tính toán theo phương pháp PTHH được xây dựng trên Matlab, kết quả so sánh với nghiệm giải tích theo phương pháp chuyển vị trình bày ở bảng 4, bảng 5.

Bảng 4. Trường hợp $L = 3(m)$

Tần số (s ⁻¹)	Kết quả theo (8)	Theo phương pháp PTHH					
		Sơ đồ 2a l=L=3(m)	Sai số (%)	Sơ đồ 2b l=L/2=1.5(m)	Sai số (%)	Sơ đồ 2c l=L/3=1(m)	Sai số (%)
ω_1	197.3930	219.0890	11.0	198.1712	0.39	197.5519	0.08
ω_2	252.9597	302.7149	19.67	254.5753	0.65	253.2962	0.13

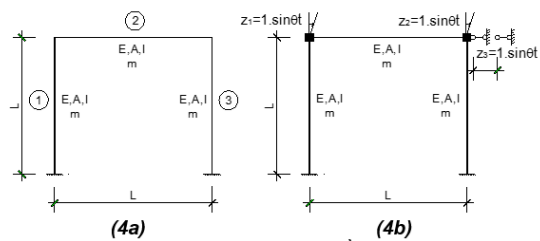
Bảng 5. Trường hợp $L = 6(m)$

Tần số (s ⁻¹)	Kết quả theo (8)	Theo phương pháp PTHH					
		Sơ đồ 2a l=L=6(m)	Sai số (%)	Sơ đồ 2b l=L/2=3(m)	Sai số (%)	Sơ đồ 2c l=L/3=2(m)	Sai số (%)
ω_1	49.3483	54.7723	11.0	49.5428	0.39	49.3880	0.08
ω_2	63.2399	75.6787	19.67	63.6488	0.65	63.3241	0.13

Nhận xét: Chiều dài của phần tử không ảnh hưởng đến sai số chênh lệch giữa kết quả theo PTHH và theo phương pháp giải tích khi nhịp dầm thay đổi. Trường hợp xem nhịp dầm là 1 phần tử (sơ đồ 2a) thì kết quả sai số lớn. Khi xét đến tần số cơ bản thứ 2 nên chia từ 2 phần tử trở lên sẽ cho kết quả xấp xỉ tốt với nghiệm giải tích (sai số dưới 1%).

3.3. Kết cấu khung

Xét khung 1 tầng 1 nhịp như hình 4a, các thông số đầu vào như sau: tiết diện $A=0.1(m^2)$, mô men quán tính tiết diện $I=1/750 (m^4)$, mô đun đàn hồi vật liệu $E = 27 \times 10^9 (N/m^2)$, khối lượng phân bố đều $m=2500 (N/m)$, $L = 6(m)$.



Hình 4. Mô hình khung 1 tầng 1 nhịp 4a. Cột và dầm chia 1 phần tử theo PTHH; 4b. Hệ cơ bản theo phương pháp chuyển vị

Hệ cơ bản theo phương pháp chuyển vị như hình 4b có 3 bậc tự do. Tần số dao động riêng theo phương pháp chuyển vị là nghiệm của phương trình tần số :

$$\begin{vmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{vmatrix} = 0$$

Với r_{ij} là giá trị phản lực tại liên kết i do chuyển vị đơn vị tại liên kết j gây ra.

$$r_{11} = \frac{8EI}{L} \Psi_1(\lambda); \quad r_{22} = \frac{8EI}{L} \Psi_1(\lambda); \quad r_{33} = \frac{24EI}{L^3} \varepsilon_3(\lambda) - \frac{\lambda^4 EI}{L^3};$$

$$r_{12} = r_{21} = \frac{2EI}{L} \Psi_2(\lambda); \quad r_{23} = r_{32} = \frac{-6EI}{L^2} \Psi_3(\lambda); \quad r_{13} = r_{31} = \frac{-6EI}{L^2} \Psi_3(\lambda);$$

Trong đó:

$\lambda = k.L$ là thông số chuẩn lấy theo phần tử cột (hoặc dầm) trên sơ đồ (4b).

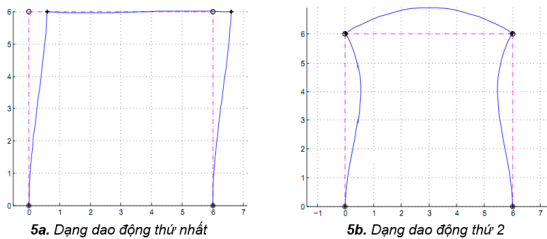
$\Psi_i; \varepsilon_i$: là các hàm Krulov theo λ [2].

Khai triển định thức và thay các giá trị r_{ij} ta được phương trình tần số rút gọn như sau:

$$(16.\Psi_1^2 - \Psi_2^2) \cdot (24.\varepsilon_3 - \lambda^4) + 36.\Psi_3^2 \cdot (\Psi_2 - 4\Psi_1) = 0 \quad (9)$$

Giải phương trình tần số (9) ta được 2 nghiệm cơ bản đầu tiên là $\lambda_1 = 1.7895$ và $\lambda_2 = 3.5564$. Tần số dao động riêng tương ứng theo (8): $\omega_1 = 10.6744 \text{ (s}^{-1}\text{)}$; $\omega_2 = 42.1599 \text{ (s}^{-1}\text{)}$.

Để làm rõ ảnh hưởng của số lượng phần tử trong dầm theo phương pháp PTHH đến tần số dao động riêng, tác giả tiến hành đánh giá theo 3 trường hợp: dầm chỉ chia 1 phần tử (sơ đồ 4a), dầm chia 2 phần tử ($l=L/2=3\text{(m)}$), dầm chia 3 phần tử ($l=L/3=2\text{(m)}$). Chú ý rằng tất cả các trường hợp thì cấu kiện cột chỉ chia 1 phần tử. Kết quả khảo sát và so sánh được trình bày theo bảng 6.



Hình 5. Hai dạng dao động riêng cơ bản

Bảng 6. Ảnh hưởng của số lượng phần tử trong dầm đến tần số dao động riêng

Tần số (s ⁻¹)	Theo (9)	Theo phương pháp PTHH					
		Dầm chia 1 phần tử (SD 3a)	Sai số (%)	Dầm chia 2 phần tử (l=L/2=3(m))	Sai số (%)	Dầm chia 3 phần tử (l=L/3=2(m))	Sai số (%)
ω_1	10.6744	10.6915	0.16	10.6907	0.15	10.6905	0.15
ω_2	42.1599	49.8423	18.22	43.6402	3.51	43.4558	3.07

Để làm rõ ảnh hưởng của số lượng phần tử trong cột, tác giả cũng tiến hành đánh giá theo 3 trường hợp: cột chỉ chia 1 phần tử (sơ đồ 4a), cột chia 2 phần tử ($l=L/2=3\text{(m)}$), cột chia 3 phần tử ($l=L/3=2\text{(m)}$), còn cấu kiện dầm chỉ chia 1 phần

tử. Kết quả khảo sát và so sánh được trình bày theo bảng 7.

Bảng 7. Ảnh hưởng của số lượng phần tử trong cột đến tần số dao động riêng

Tần số (s ⁻¹)	Theo (9)	Theo phương pháp PTHH					
		Cột chia 1 phần tử (SD 3a)	Sai số (%)	Cột chia 2 phần tử (l=L/2=3(m))	Sai số (%)	Cột chia 3 phần tử (l=L/3=2(m))	Sai số (%)
ω_1	10.6744	10.6915	0.16	10.6738	0.01	10.6724	0.02
ω_2	42.1599	49.8423	18.22	46.0556	9.24	45.9027	8.88

Từ kết quả bảng 7 và bảng 8, ta nhận thấy là nếu xét đến dao động riêng thứ 2 thì việc chỉ chia cột và dầm thành một phần tử là chưa đủ, sai số của ω_2 lớn (trên 18%). Ngoài ra ảnh hưởng của việc phân chia số lượng phần tử trong dầm và trong cột đến tần số dao động riêng là không giống nhau. Nếu xét đến ω_2 thì việc phân chia số lượng phần tử trong dầm hiệu quả hơn.

Tiến hành khảo sát việc phân chia số lượng phần tử cả trong cấu kiện cột và dầm, kết quả trình bày ở bảng 8.

Bảng 8. Ảnh hưởng của số lượng phần tử trong cột và trong dầm đến tần số dao động riêng

Tần số (s ⁻¹)	Theo (9)	Theo phương pháp PTHH					
		Cột & dầm chia 2 phần tử	Sai số (%)	Cột chia 3 phần tử, dầm chia 2 phần tử	Sai số (%)	Cột chia 2 phần tử, dầm chia 3 phần tử	Sai số (%)
ω_1	10.6744	10.6730	0.01	10.6729	0.01	10.6716	0.03
ω_2	42.1599	42.4816	0.76	41.9434	0.51	42.0086	0.36

Từ bảng 8 ta nhận thấy rằng khi phân chia cả cột và dầm từ 2 phần tử trở lên thì kết quả ω_1 và ω_2 xấp xỉ tốt với nghiệm giải tích (nhỏ hơn 1%). Khi số lượng phân chia phần tử trong cột và dầm không giống nhau thì kết quả có sự sai lệch, tuy nhiên là không đáng kể.

Nhận xét:

- Tần số dao động riêng của kết cấu phụ thuộc khá lớn vào việc phân chia số lượng phần tử khi sử dụng phương pháp PTHH.

- Đối với kết cấu dầm đơn giản và dầm liên tục thì chiều dài của nhịp dầm không ảnh hưởng đến mức độ sai số của kết quả tần số dao động riêng cơ bản ω_1, ω_2 so với kết quả tính theo giải tích, tần số cơ bản bậc cao thì xu hướng sai số lớn hơn tần số cơ bản bậc thấp hơn. Nếu mỗi nhịp dầm chỉ chia 1 phần tử thì kết quả tính ω_1, ω_2 sai số là khá lớn, trên 11%. Khi chia mỗi nhịp dầm từ 2 đến 3 phần tử thì kết quả tính ω_1, ω_2 xấp xỉ tốt với nghiệm giải tích, sai số dưới 1.0%.

- Đối với kết cấu khung, nếu chỉ xét tần số cơ bản thứ nhất ω_1 thì chỉ cần phân chia mỗi cấu kiện dầm, cột thành mỗi phần tử là đủ, với mức sai số không đáng kể là dưới 0.2%. Tuy nhiên khi cần xét đến các tần số riêng bậc cao hơn, từ ω_2 trở lên thì sai số là khá lớn, trên 50%.

4. Kết luận

Phương pháp PTHH giúp giải quyết các bài toán động lực học công trình hiệu quả nhờ sự phát triển của máy tính. Một trong những đặc trưng động lực cần được quan tâm đúng mức là tần số dao động (hoặc chu kỳ dao động). Việc xác định tần số dao động riêng cơ bản của công trình là một bước quan trọng làm tiền đề cho các tính toán sau này. Khi sử dụng PTHH thì việc phân chia số lượng phần tử trong mỗi nhịp cấu kiện ảnh hưởng lớn đến sai số của tần số dao động riêng. Đối với kết cấu dầm có trọng lượng phân bố đều thì nên chia mỗi nhịp dầm thành 2 phần tử trở lên khi khảo sát đến tần số cơ bản ω_2 . Đối với kết cấu khung, nếu chỉ xét tần số cơ bản đầu tiên

ω_1 thì việc chia mỗi cấu kiện dầm, cột thành mỗi phần tử là chấp nhận được, tuy nhiên khi quan tâm đến các tần số riêng bậc cao hơn thì phải chia mỗi cấu kiện từ 2 đến 3 phần tử trở lên mới đảm bảo mức độ sai số dưới 1% so với kết quả theo giải tích.

Tài liệu tham khảo

- [1] Lê Công Duy, Đặng Hồng Long. “Phân tích dao động khung phẳng chịu tải trọng cưỡng bức theo phương pháp phần tử hữu hạn khoảng”. Tạp chí Xây dựng, 11/2015(171), ISSN 0866-0762, Bộ Xây dựng, trang 49-52.
- [2] Nguyễn Văn Phương. Động lực học công trình. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2005.
- [3] Nguyễn Tiến Khiêm. Cơ sở động lực học công trình. NXB Đại học Quốc gia Hà Nội, 2004.
- [4] Phạm Đình Ba, Nguyễn Tài Trung. Động lực học công trình. NXB Xây dựng, Hà Nội, 2005.
- [5] Anil K.Chopra. Dynamics Of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering, 1969.
- [6] Clough R.W. Dynamic of structures, 1993.
- [7] Timoshenko, S.Young, Weaver. Vibration Problems in Engineering, 1974.

Phân tích kết cấu sàn Bubbledeck sử dụng phần mềm Abaqus

Structural analysis of Bubbledeck slabs using Abaqus software

Trần Lê Công Tâm^a, Vũ Duy Thắng^b

^a*Khoa Sau đại học, Đại học Duy Tân, Việt Nam
Graduate School, Duy Tan University, Vietnam*

^b*Khoa Kiến trúc, Đại học Duy Tân, Việt Nam
Faculty of Architecture, Duy Tan University, Vietnam*

(Ngày nhận bài: 20/03/2017, ngày phản biện xong: 30/03/2017, ngày chấp nhận đăng: 05/04/2017)

Tóm tắt

Bài báo trình bày phân tích nội lực và biến dạng của sàn Bubbledeck bằng phần mềm Abaqus. Tác giả sử dụng phần mềm Abaqus để mô phỏng một số sàn Bubbledeck và các sàn đặc tương đương dùng trong mô phỏng thiết kế. Các kết quả nội lực và chuyển vị được phân tích và so sánh. Từ các kết quả nội lực thu được, một sàn Bubbledeck được thiết kế bố trí cốt thép theo EC2 và mô phỏng, phân tích và so sánh với sàn đặc tương đương. Các loại sàn được mô phỏng sử dụng phần tử khối, cốt thép được mô phỏng như phần tử thanh nhúng vào bê tông.

Từ khóa: Bubbledeck, Abaqus, sàn bóng

Abstract

The paper presents the analysis of Bubbledeck slabs using Abaqus software. The authors use Abaqus to simulate Bubbledeck slabs and equivalent slabs used in computational design. The internal efforts and deflection results from Bubbledeck slabs are analyzed and compared with the results from equivalent slabs. From the internal efforts, a reinforced Bubbledeck concrete slabs is designed based on EC2 and then its simulation results are compared with the one of equivalent reinforced slabs. The 3D elements are used for slab simulation and the truss elements are used for steel simulation.

Keywords: Bubbledeck, Abaqus, reinforced Bubbledeck concrete slab

© 2017 Bản quyền thuộc Đại học Duy Tân

1. Mở đầu

Ngành xây dựng Việt Nam đang ngày càng phát triển trong việc áp dụng các công nghệ thi công hiện đại trên thế giới cũng như tự nghiên cứu ra những công nghệ mới phù hợp với điều kiện thực tế của nước ta. Trong kết cấu nhà cao tầng, việc ứng dụng công nghệ thi công sàn hiện đại đang đáp ứng được nhu cầu xây dựng hiện

nay. Ứng dụng sàn Bubbledeck để tạo nên kết cấu sàn có khả năng vượt nhịp nhằm tạo không gian sử dụng cho công trình đã đem lại hiệu quả tích cực trong thiết kế và khai thác sử dụng. Sàn Bubbledeck là loại sàn sử dụng các quả bóng rỗng từ nhựa tái chế để thay thế phần bê tông không hoặc ít chịu lực ở giữa chiều cao tiết diện sàn. Ở bên trên và bên dưới của quả bóng được gia cường

bằng các lớp lưới thép được tính toán cụ thể. Các quả bóng nhựa có vai trò giảm thiểu phần bê tông không cần thiết đối với khả năng chịu lực của kết cấu sàn, giảm nhẹ trọng lượng của sàn, cải thiện các khả năng cách âm, cách nhiệt. Công nghệ thi công sàn Bubbledeck không quá phức tạp, cho phép giảm 35% khối lượng bê tông so với sàn truyền thống. Từ đó góp phần giảm được trọng lượng tổng thể của công trình và tăng khả năng vượt nhịp. Sàn có khả năng chịu lực theo hai phương, không dùng dầm nên giảm chiều cao xây dựng mỗi tầng, cải thiện khả năng cách âm, cách nhiệt cho sàn. Công nghệ lắp ghép, bán lắp ghép cho phép công xướng hóa và cơ giới hóa các quá trình chế tạo, vận chuyển, lắp đặt nên thi công nhanh, sử dụng ít lao động, sản phẩm làm ra có độ chuẩn hóa cao. Do sử dụng các vật liệu tái chế trong sản xuất và thi công nên công nghệ này giúp giảm chi phí vật liệu và thân thiện với môi trường [1–3].

Hiện nay khi mô phỏng thiết kế sàn Bubbledeck, các kỹ sư thường sử dụng mô hình sàn đặc tương đương với cùng chiều dày sàn và giảm độ cứng của sàn đặc cho cùng độ cứng với sàn Bubbledeck theo như EC2. Trong bài báo này, các tác giả sử dụng phần mềm Abaqus để mô phỏng sàn Bubbledeck và sàn đặc tương đương. Các kết quả nội lực và chuyển vị quả thu được của một số nhịp sàn Bubbledeck thông dụng được khảo sát và đánh giá. Tác giả chọn một bước nhịp sàn $10m \times 10m$ để thiết kế cốt thép theo EC2 và mô phỏng cũng như so sánh với kết quả thu được của sàn đặc tương đương có bố trí cốt thép.

2. Phân tích sàn Bubbledeck theo EC2

2.1. Tính toán khả năng chịu uốn của sàn theo EC2 [4, 5]

Sàn Bubbledeck làm việc đẳng hướng, vì vậy có thể phân tích tính toán bằng việc sử dụng các phương pháp tính toán tương tự như sàn đặc làm việc hai phương. Bubbledeck được so sánh cả về mặt lý thuyết lẫn thực tiễn với tấm sàn đặc. Nó hoạt động cũng tương tự như tấm sàn đặc về cả điều kiện trước mắt và lâu dài. Sàn Bubbledeck có thể tính toán như sàn đặc thông thường với độ cứng quy đổi tương đương bằng 0,87 độ cứng

chống uốn của sàn đặc. Bubbledeck bỏ qua đáng kể khối lượng của bê tông (so với sàn đặc) trong phần lõi ở trọng tâm của sàn, là vùng mà các giá trị ứng suất tương đối nhỏ khi tiết diện chịu uốn. Khi thiết kế kháng uốn, chiều cao của vùng bê tông chịu nén được tính toán và kể đến trong phạm vi vùng bê tông đặc giữa vùng biên trên cùng của quả bóng và bề mặt tấm sàn. Trong các tấm sàn có ứng suất lớn, các khối ứng suất sẽ xâm nhập không đáng kể trong phạm vi vùng có bóng. Các nghiên cứu và thí nghiệm đã cho thấy rằng có một tác động không đáng kể lên tính kháng của sàn Bubbledeck trong các trường hợp thiết kế thông thường [5].

Việc xác định cốt thép chịu uốn trong bản sàn căn cứ vào moment M , kích thước tiết diện, cấp độ bền của bê tông và nhóm thép.

$$K = \frac{M}{b \cdot d^2 \cdot f_{ck}} \quad (1)$$

trong đó f_{ck} là cường độ chịu nén của mẫu thử ở 28 ngày, b là bề rộng dải sàn, d là chiều dày hữu hiệu của sàn.

Nếu $K \leq K_{hl} = 0,167$, tính Z

$$Z = d \left(0,5 + \sqrt{0,5 - \frac{K}{1,134}} \right) \quad (2)$$

Diện tích cốt thép tính toán

$$A_s = \frac{M}{f_{yd} \cdot Z} \quad (3)$$

Bố trí thép và kiểm tra điều kiện:

$$\rho_{min} \leq \rho = \frac{A_s}{b \cdot d} \leq \rho_{max} = 4\% \quad (4)$$

Nếu $K > K_{hl} = 0,167$ thì phải tăng kích thước tiết diện hoặc cốt thép trong vùng nén.

2.2. Chọn thủng của sàn theo EC2

Lực chọc thủng có thể phát sinh do tải trọng tập trung hoặc phản lực tác dụng lên vùng chắt tải A_{lad} của bản sàn. Quy trình thiết kế đối với chọc thủng dựa trên việc kiểm tra tại mặt cột và tại chu vi kiểm tra cơ bản u_1 . Nếu có yêu cầu cốt thép chống cắt, phải tìm chu vi tiếp theo $u_{at,ef}$ tại vị trí không có yêu cầu thêm cốt thép chịu cắt. Việc kiểm tra phải được thực hiện như sau:

- Cốt thép chịu chọc thủng không cần bố trí nếu:

$$v_{Ed} < v_{Rd,c} \quad (5)$$

- Ứng suất cắt v_{Ed} dọc theo chu vi cột, nên được giới hạn bởi ứng suất cắt cho phép lớn nhất trong tiết diện bê tông $v_{Rd,max}$.

$$v_{Ed} < v_{Rd,max} \quad (6)$$

trong đó $v_{Rd,c}$ là khả năng chịu chọc thủng tính toán của bản sàn không có cốt thép chịu chọc thủng dọc theo tiết diện kiểm tra đang xét, $v_{Rd,cs}$ là khả năng chịu chọc thủng tính toán của bản sàn có cốt thép chịu chọc thủng dọc theo tiết diện kiểm tra đang xét, $v_{Rd,max}$ là giá trị tính toán khả năng chịu chọc thủng lớn nhất của bản sàn dọc theo tiết diện kiểm tra đang xét, v_{Ed} là ứng suất cắt dọc theo chu vi cột

$$v_{Ed} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{u_i \cdot d} \quad (7)$$

V_{Ed} là lực cắt tại tiết diện vùng biên cột, u_i là chu vi kiểm tra đang xét, d là chiều cao hiệu quả trung bình của sàn, β là hệ số kể đến độ lệch tâm của tải trọng, $v_{Rd,max}$ là ứng suất cắt cho phép lớn nhất trong tiết diện bê tông:

$$v_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} \quad (8)$$

v là hệ số giảm cường độ cho bê tông bị nứt do chịu cắt

$$v = 0,6 \cdot \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] \quad (9)$$

f_{cd} là giá trị thiết kế của bê tông chịu kéo

$$f_{cd} = \frac{0,85 \cdot f_{ck}}{1,5} \quad (10)$$

2.3. Quan niệm tính toán nội lực sàn Bubbledeck

Bản sàn Bubbledeck là loại kết cấu rỗng, phẳng, không dầm liên kết trực tiếp với hệ cột chịu lực. Sau khi lắp ghép và đổ bê tông sàn sẽ làm việc tương tự như kết cấu một sàn không dầm thông thường. Tính toàn khối và sự làm việc theo hai phương của sàn Bubbledeck được đảm bảo.

Nguyên tắc làm việc và tính toán của sàn Bubbledeck tương tự như sàn phẳng bê tông cốt thép không dầm thông thường do đó sàn Bubbledeck được tính toán như sàn bê tông cốt thép thông thường. Ta chỉ cần điều chỉnh một số thông số kỹ thuật như sau:

- Độ cứng chống uốn của sàn Bubbledeck bằng 0,87 lần độ cứng của sàn đặc cùng dày sàn và cùng cấp độ bê tông.

- Độ bền cắt của sàn Bubbledeck bằng 0,6 lần độ bền cắt của sàn đặc có cùng cấp độ bê tông.

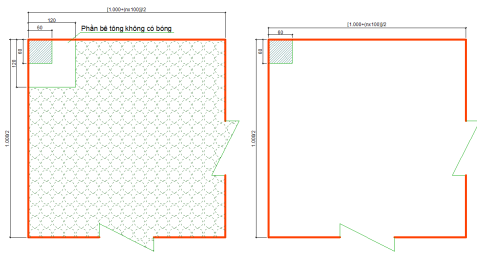
3. Mô phỏng sàn Bubbledeck [6]

3.1. Sàn Bubbledeck

Trong phần này chúng ta sẽ phân tích so sánh kết quả mô phỏng hai mô hình sàn Bubbledeck và sàn đặc tương đương. Các khẩu độ sàn được chọn dựa trên các loại sàn thông dụng trên thực tế tại Việt nam và các tải trọng lấy theo tiêu chuẩn. Các so sánh, phân tích kết quả mô phỏng của hai mô hình nhằm kiểm tra, đánh giá khả năng chịu lực của sàn Bubbledeck khi chịu tải trọng thiết kế và thông qua việc phân tích nội lực, độ võng bằng mô phỏng để có đánh giá chính xác hơn về phương pháp tính toán quy đổi từ sàn đặc sang sàn Bubbledeck có cùng khẩu độ và chiều dày.

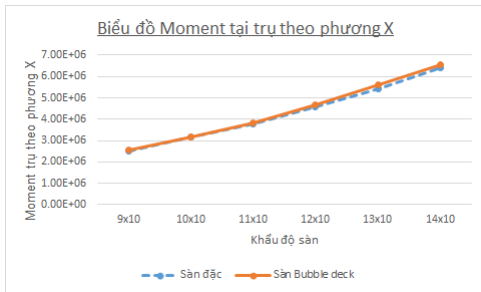
Chúng ta phân tích các ô sàn Bubbledeck với cùng chiều dày sàn là 340mm, khẩu độ nhịp từ 10m đến 14m, thay đổi khẩu độ theo từng bước 1m. Tiết diện cột trong sàn: 0,6m × 0,6m như hình 1. Vùng bê tông đặc xung quanh cột (đối với sàn Bubbledeck) cách mép cột 0,6m về các phương, lớp bê tông bảo vệ dày 0,035m, đường kính bóng 0,27m, khoảng cách giữa các quả bóng (tính từ mép quả bóng) theo các phương là 0,025m. Bê tông cấp độ bền C30/37(B25), đá 10mm × 20mm có mô đun đàn hồi tại vùng bê tông đặc $E_c = 31 \text{ GPa} = 31 \times 10^6 \text{ kN/m}^2$, mô đun đàn hồi tại vùng bê tông có bóng $E_b = 0,87E_c = 27 \text{ GPa}$, cường độ đặc trưng khối trụ của bê tông $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$. Thép đường kính $\geq \Phi 10$ dùng loại CII, AII có mô đun đàn hồi của thép $E_s = 200 \text{ GPa}$. Cường độ chảy tối thiểu của thép $f_y = 290 \text{ MPa}$. Thép đường kính $< \Phi 10$ dùng loại CI, AI có cường độ chảy tối thiểu của thép $f_y = 220 \text{ MPa}$, cường độ chịu kéo

tối thiểu của thép $f_u = 500 MPa = 5 \times 10^5 kN/m^2$. Tĩnh tải sàn là $DL = 7,08 kN/m^2$. Hoạt tải sàn là $LL = 2 kN/m^2$. Tổ hợp tải trọng tính toán: $1,35DL + 1,5LL = 1,35 \times 7,08 + 1,5 \times 2 = 12,558 kN/m^2$. Các kết quả tính toán hiển thị trong các đồ thị dưới đây sử dụng các đơn vị N và m .

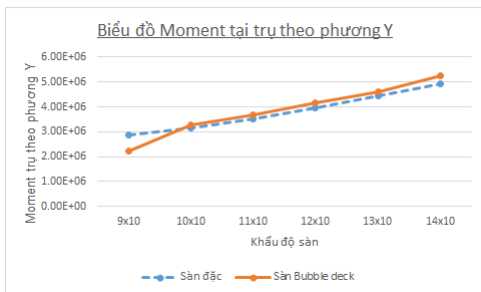


Hình 1. Sơ đồ mô phỏng tính toán sàn Bubbledeck và sàn phẳng

3.1.1. Moment tại trụ và moment tại điểm giữa của sàn



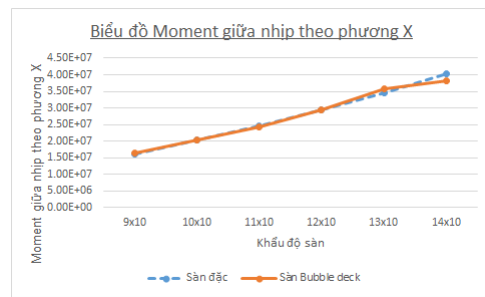
Hình 2. Moment tại trụ theo phương X



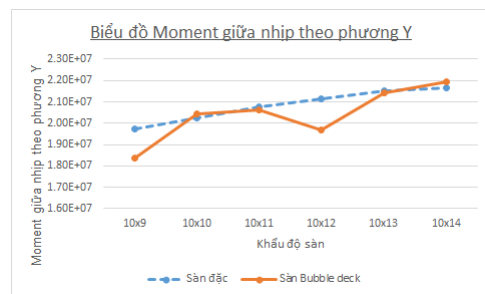
Hình 3. Moment tại trụ theo phương Y

Các hình từ 2 đến 5 thể hiện các giá trị của moment tại trụ và điểm giữa sàn theo các khẩu độ sàn khác nhau cho hai loại sàn Bubbledeck và sàn đặc tương đương. Ta có thể thấy đối với

các giá trị moment theo phương X, và Y tại trụ của hai loại sàn tương đối gần nhau, tuy nhiên các giá trị của sàn Bubbledeck lớn hơn so với sàn đặc tương đương. Khi khẩu độ càng lớn thì độ chênh lệch moment tại trụ giữa hai mô hình sàn càng nhiều (hình 2, 3). Đối với moment tại điểm giữa sàn, quan sát trên hình 4 ta thấy giá trị moment theo phương X không chênh lệch nhiều đối với hai loại sàn. Tuy nhiên với hai biểu đồ moment theo phương Y trên hình 5 ta thấy có độ chênh lệch đáng kể giữa hai loại sàn, đó là do vị trí của bóng đặt lệch so với tâm sàn tại các khẩu độ $9m \times 10m$ và $12m \times 10m$. Nguyên nhân gây ra là do khi bóng đặt tại tâm sàn, diện tích mặt cắt sàn qua tâm sàn lúc này là nhỏ nhất, khi bóng lệch càng xa tâm sàn thì diện tích mặt cắt tại tâm sàn càng tăng.



Hình 4. Moment tại giữa nhịp theo phương X

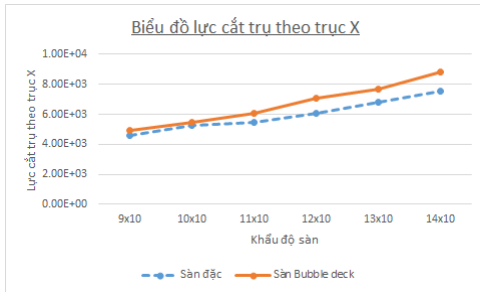


Hình 5. Moment tại giữa nhịp theo phương Y

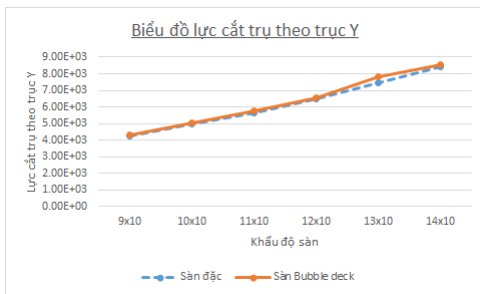
3.1.2. Lực cắt sàn tại vùng xung quanh trụ

Các hình 6, 7 thể hiện các biểu đồ lực cắt tại vị trí xung quanh trụ của hai loại sàn. Ta có thể thấy giá trị lực cắt của sàn Bubbledeck tại trụ lớn hơn so với sàn đặc tương đương. Lực cắt tại trụ theo phương X của sàn Bubbledeck lớn hơn sàn đặc trung bình khoảng 11%. Khi khẩu độ phương X càng lớn thì lực cắt trong sàn Bubbledeck càng

tăng. Lực cắt tại trụ theo phương Y của sàn Bubbledeck lớn hơn sàn đặc trung bình khoảng 2%. Khẩu độ phương Y là 10m cho tất cả các loại sàn do đó lực cắt của cả 2 loại sàn gần như bằng nhau.



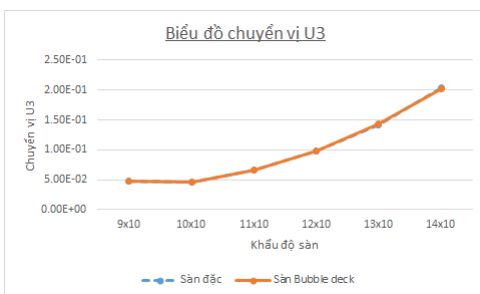
Hình 6. Lực cắt tại trụ theo phương X



Hình 7. Lực cắt tại trụ theo phương Y

3.1.3. Độ võng lớn nhất của sàn

Hình 8 ta thấy các giá trị độ võng lớn nhất của hai loại sàn tương đối bằng nhau. Độ võng của sàn Bubbledeck lớn hơn sàn đặc trung bình khoảng 1-2%. Tỷ lệ chênh lệch giữa hai loại sàn trên tất cả các khẩu độ sàn không thay đổi nhiều.



Hình 8. Chuyển vị U_3 lớn nhất của sàn

3.2. Sàn Bubbledeck có cốt thép

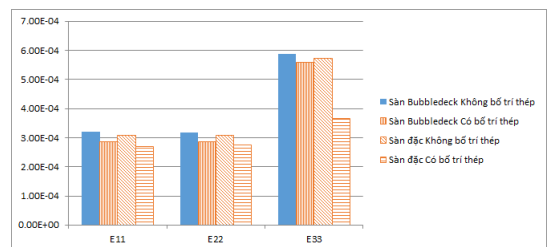
Sau khi có kết quả nội lực từ phần trên, tác giả tiến hành thiết kế, bố trí cốt thép cho ô sàn

khẩu độ nhịp là $10m \times 10m$ theo EC2 và sau đó tiến hành phân tích nội lực, biến dạng và so sánh kết quả giữa sàn Bubbledeck và sàn phẳng tương đương có kể đến sự làm việc của cốt thép.

Trong 1m dải bản sàn có 3,5 quả bóng (mỗi bóng kích thước 270mm, khoảng hở giữa hai mép quả bóng là 25mm) nên ta bố trí 7 thanh thép trên và 7 thanh thép dưới. Theo sơ đồ tính toán cốt thép cho dải (tính cho toàn bề rộng dải 1m): tại mặt cắt giữa nhịp bố trí $7\phi 16a147,5$ ở lưới dưới và $7\phi 14a147,5$ ở lưới trên, tại mặt cắt trụ bố trí tăng cường thêm $8\phi 16$.

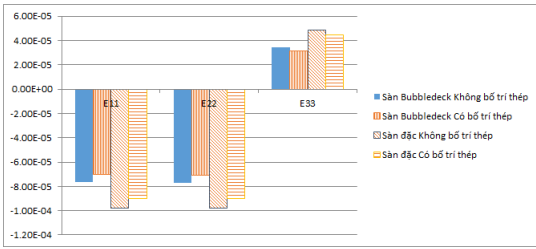
3.2.1. Biến dạng của sàn

Hình 9 thể hiện kết quả biến dạng dài lớn nhất của sàn đặc và sàn Bubbledeck có kể đến và không kể đến sự làm việc của cốt thép. Ta có thể thấy khi kể đến sự làm việc của cốt thép thì biến dạng của sàn giảm đáng kể cho cả hai loại sàn. Biến dạng dài của sàn đặc tương đương có kết quả lớn hơn và gần với biến dạng dài của sàn thực nhất (sàn Bubbledeck có kể đến sự làm việc của cốt thép).



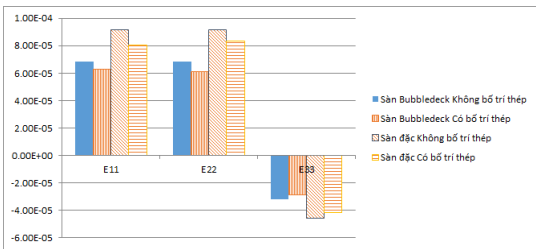
Hình 9. Biến dạng lớn nhất của sàn đặc tương đương và sàn BubbleDeck

Hình 10 thể hiện kết quả biến dạng dài tại vị trí giữa tấm tại mặt trên của sàn đặc và sàn Bubbledeck có kể đến và không kể đến sự làm việc của cốt thép. Ta có thể thấy khi kể đến sự làm việc của cốt thép thì biến dạng của sàn giảm đáng kể cho cả hai loại sàn. Biến dạng dài của sàn Bubbledeck không cốt thép có kết quả lớn hơn và gần với biến dạng dài của sàn thực nhất (sàn Bubbledeck có kể đến sự làm việc của cốt thép). Các kết quả biến dạng tại điểm giữa mặt trên tấm của sàn đặc đều lớn hơn biến dạng tương ứng của sàn Bubbledeck.



Hình 10. Biến dạng lớn nhất tại mặt trên giữa sàn

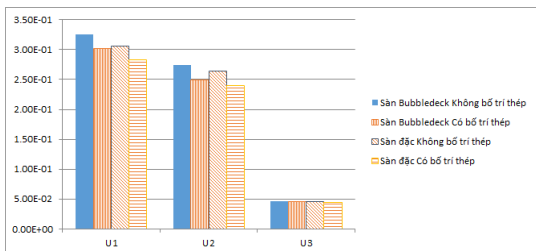
Quan sát các kết quả biến dạng dài tại vị trí giữa tâm tại mặt dưới của sàn đặc và sàn Bubbledeck có kể đến và không kể đến sự làm việc của cốt thép như trên hình 11 ta cũng có các nhận xét tương tự như biến dạng tại mặt trên giữa tấm.



Hình 11. Biến dạng lớn nhất tại mặt dưới giữa nhịp

3.2.2. Chuyển vị lớn nhất của sàn

Hình 12 thể hiện kết quả chuyển vị lớn nhất của sàn đặc và sàn Bubbledeck có kể đến và không kể đến sự làm việc của cốt thép. Ta có thể thấy khi kể đến sự làm việc của cốt thép thì chuyển vị của sàn giảm đáng kể cho cả hai loại sàn. Độ võng của sàn đặc không cốt thép có kết quả lớn hơn và gần với độ võng của sàn thực nhất (sàn Bubbledeck có kể đến sự làm việc của cốt thép). Các kết quả chuyển vị của sàn đặc đều nhỏ hơn chuyển vị tương ứng của sàn Bubbledeck.

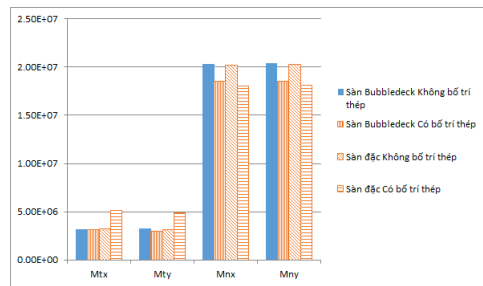


Hình 12. Chuyển vị lớn nhất

3.2.3. Moment của sàn

Hình 13 thể hiện kết quả moment tại nhịp và trụ của sàn đặc và sàn Bubbledeck có kể đến và không kể đến sự làm việc của cốt thép. Ta

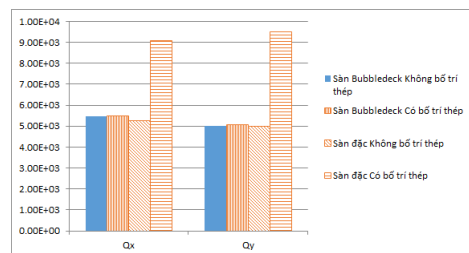
không kể đến sự làm việc của cốt thép. Ta có thể thấy khi kể đến sự làm việc của cốt thép thì moment của sàn giảm đáng kể cho cả hai loại sàn. Moment của sàn đặc không cốt thép có kết quả lớn hơn moment của sàn thực (sàn Bubbledeck có kể đến sự làm việc của cốt thép) nhưng nhỏ hơn moment của sàn Bubbledeck không kể đến sự làm việc của cốt thép. Các kết quả moment của sàn đặc không cốt thép nhỏ hơn moment tương ứng của sàn Bubbledeck.



Hình 13. Moment sàn

3.2.4. Lực cắt lớn nhất tại trụ

Hình 13 thể hiện kết quả lực cắt lớn nhất tại trụ của sàn đặc và sàn Bubbledeck có kể đến và không kể đến sự làm việc của cốt thép. Ta có thể thấy khi kể đến sự làm việc của cốt thép thì lực cắt của sàn tăng lên tại vị trí gần trụ cho cả hai loại sàn. Tại vị trí gần trụ, lực cắt của sàn đặc không cốt thép có kết quả nhỏ hơn lực cắt của sàn thực (sàn Bubbledeck có kể đến sự làm việc của cốt thép) và của sàn Bubbledeck không kể đến sự làm việc của cốt thép. Kết quả lực cắt của sàn đặc có cốt thép chênh lệch đáng kể so với các mô hình sàn còn lại.

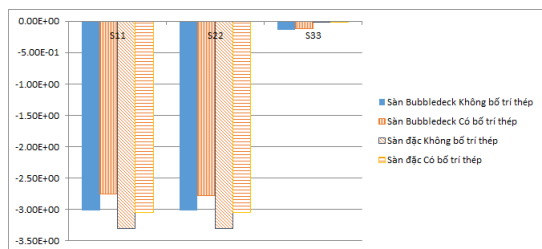


Hình 14. Lực cắt tại trụ

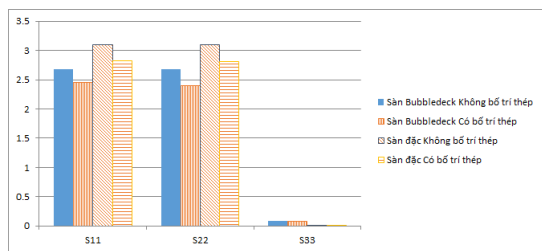
3.2.5. Ứng suất của sàn

Hình 15 thể hiện kết quả ứng suất tại điểm giữa mặt trên của sàn đặc và sàn Bubbledeck có kể đến và không kể đến sự làm việc của cốt thép. Ta

có thể thấy khi kể đến sự làm việc của cốt thép thì ứng suất tại điểm khảo sát của sàn tăng lên cho cả hai loại sàn. Nguyên nhân ứng suất giảm là do khi có cốt thép thì ứng suất sẽ phân bố lại trên toàn bộ tấm do mô đun đàn hồi của thép và bê tông khác nhau dẫn đến độ cứng của tấm thay đổi, ngoài ra có sự bố trí tăng cường thép tại vùng gần trụ nên độ cứng tại vùng này tăng dẫn đến sự tăng ứng suất tại gần trụ. Ứng suất tại điểm giữa mặt trên sàn theo hai phương chịu lực của sàn thực lớn hơn so với ứng suất thu được từ các mô hình sàn còn lại. Ta cũng có các kết quả tương tự đối với kết quả ứng suất tại điểm giữa mặt dưới của sàn như trên hình 16.



Hình 15. Ứng suất tại mặt trên giữa nhịp



Hình 16. Ứng suất tại mặt dưới giữa nhịp

4. Kết luận

Bài báo đã trình bày nghiên cứu so sánh mô hình thiết kế sàn đặc tương đương và mô hình sàn Bubbledeck thật cho một số kích thước sàn phổ biến tại Việt Nam (với kích thước sàn $9m \times 10m$, $10m \times 10m$, $10m \times 11m$, $10m \times 12m$, $10m \times 13m$, $10m \times 14m$) nhằm đưa ra các kết quả so sánh về moment, lực cắt, chuyển vị và đặc biệt là sự phân bố ứng suất và biến dạng. Tác giả đã nhận thấy đối với các kích thước sàn được khảo sát khi lấy

mô đun đàn hồi của bê tông của sàn tương đương bằng 0,87 mô đun đàn hồi của bê tông sàn Bubbledeck, các kết quả mô phỏng thu được bằng phần mềm Abaqus cho mô hình phần tử tấm 3D cho các kết quả về moment, lực cắt và chuyển vị khá tương đồng giữa hai mô hình tính toán. Các kết quả mô men của sàn Bubbledeck lớn hơn không đáng kể so với sàn đặc tương đương, độ võng của hai mô hình sàn gần như bằng nhau. Tuy nhiên các kết quả về lực cắt của sàn Bubbledeck lớn hơn so với kết quả lực cắt của sàn đặc tương đương. Đồng thời tác giả cũng ghi nhận sự phân phối bóng trong sàn cũng ảnh hưởng tới các giá trị nội lực tại giữa sàn.

Ngoài ra bài báo cũng đã tiến hành nghiên cứu mô phỏng sàn có kích thước $10m \times 10m$ được thiết kế cốt thép cho theo kết quả nội lực thu được dựa theo EC2 và so sánh ứng xử của sàn đặc tương đương và sàn Bubbledeck có cốt thép. Các kết quả thu được cho thấy khi có cốt thép trong sàn thì xuất hiện sự phân phối lại ứng suất và biến dạng trong sàn. Các kết quả nội lực và chuyển vị tại giữa nhịp giảm và các kết quả về nội lực tại trụ lại tăng lên nguyên nhân là do sự làm việc của cốt thép cùng với bê tông và sự tăng cường thêm thép tại khu vực xung quanh trụ. Các kết quả tính toán của mô hình sàn đặc tương đương bê tông không cốt thép (dùng trong mô phỏng thiết kế) cho kết quả nội lực và chuyển vị lớn hơn và gần với kết quả tính toán cho mô hình sàn Bubbledeck bê tông có cốt thép (sàn làm việc thực). Tuy nhiên khi thiết kế cần quan tâm đến giá trị lực cắt do kết quả của sàn Bubbledeck bê tông cốt thép lớn hơn so với các sàn khảo sát khác.

Tài liệu tham khảo

- [1] www.BubbleDeckVietNam.com.
- [2] www.decovina.com.
- [3] www.vitec.net.vn.
- [4] Eurocode 2, 1992.
- [5] Nguyễn Trung Hòa. *Tiêu chuẩn Châu Âu - Eurocode EN 1992-1-1, Thiết kế kết cấu bê tông cốt thép*. Nhà xuất bản Xây dựng Hà Nội, 2006.
- [6] Trần Lê Công Tâm. *Phân tích ứng xử của sàn bubbledeck bằng phần mềm abaqus*. Master's thesis, Đại học Duy Tân, 2017.

Hệ thống truyền thông ứng dụng kỹ thuật hỗn loạn

Communication System using Chaos Technique

Nguyễn Văn Thọ, Ngô Lê Minh Tâm, Võ Minh Thông, Nguyễn Thị Bích Hạnh

*Khoa Điện- Điện tử Trường Đại học Duy Tân, Việt Nam
Faculty of Electrical & Electronics Engineering, Duy Tan University, Vietnam*

(Ngày nhận bài: 11/01/2017, ngày phản biện xong: 10/03/2017, ngày chấp nhận đăng: 05/04/2017)

Tóm tắt

Hiện tượng hỗn loạn đã được các nhà khoa học nghiên cứu và ứng dụng trong nhiều lĩnh vực như sinh học, vật lý, hóa học... Trong lĩnh vực truyền thông, đến nay đã có nhiều nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật hỗn loạn vào việc bảo mật thông tin, điều chế tín hiệu với các ưu điểm như khó giải mã, phần cứng đơn giản, dễ dàng lựa chọn dải tần... Bài báo này giới thiệu một hệ thống truyền thông sử dụng kỹ thuật hỗn loạn, trong đó tín hiệu được cộng với tín hiệu hỗn loạn trước khi đưa lên kênh truyền. Ở phía thu sẽ đồng bộ và khử tín hiệu hỗn loạn đi để lấy lại thông tin. Do đặc điểm của tín hiệu hỗn loạn đối với kẻ nghe trộm sẽ giống như nhiễu nên giải pháp này giúp tăng cường tính bảo mật của hệ thống.

Từ khóa: hệ hỗn loạn; hệ Lorenz; đồng bộ hỗn loạn; truyền thông hỗn loạn; bảo mật lớp vật lý.

Abstract

Chaotic phenomena have been studied and applied by scientists in various fields such as biology, physics, chemistry... With many advantages such as difficult to decipher, simple hardware, easily selecting band, so far there have been many studies and applied chaos techniques in information security and, signal modulation ... This paper introduces a communication system using chaos technique, in which information is added to chaotic signal before sending on the channel. At the receiver, it will synchronize signals and reduce travel chaos to retrieve the information. Because the characteristics of chaotic signals to an eavesdropper will be like noise, this solution enhances the security of the system.

Keywords: chaotic system, Lorenz system; chaos synchronization; chaos communications; Physical layer security.

© 2017 Bản quyền thuộc Đại học Duy Tân

1. Giới thiệu

Hiện tượng hỗn loạn đã được biết đến từ cuối thế kỷ 19. Poincare là nhà khoa học đầu tiên quan sát thấy và đưa ra những công bố quan trọng về trạng thái hỗn loạn trong hệ thống động phi tuyến (Nonlinear dynamical system)[1]. Các công bố đã chỉ ra một đặc tính quan trọng đó là sự phụ

thuộc nhạy cảm của trạng thái hỗn loạn vào điều kiện đầu. Vào đầu thế kỷ 20, hỗn loạn trong các mạch điện tử được phát hiện cụ thể là trong các mạch dao động với tạo sóng mang của các hệ thống thông tin vô tuyến. Tại thời điểm đó, hỗn loạn được xem là trạng thái đặc biệt cần phải tránh trong quá trình thiết kế mạch điện

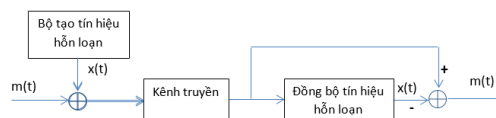
Năm 1963 Lorenz đã phân tích đối lưu của tầng khí quyển sử dụng mô hình phi tuyến bậc 3[2], phân tích chỉ ra rằng khi các thông số xác định thiết lập sự ổn định của hệ thống không phải là một điểm cân bằng và cũng không phải là trạng thái có chu kỳ, lúc này các tín hiệu đầu ra của hệ thống sẽ phân kỳ và sẽ trở nên không tương quan với nhau chỉ với sự khác nhau rất nhỏ của các điều kiện khởi động. Được thúc đẩy bởi các kết quả này, trạng thái hỗn loạn đã được mở rộng nghiên cứu trong các chuyên ngành kỹ thuật khác nhau như sinh học, hóa học, vật lý... [1][3][4]

Vào đầu những năm 1990 các nhà khoa học đã bắt đầu khai thác đặc tính động phi tuyến và hỗn loạn cho các ứng dụng cụ thể. Trong xử lý tín hiệu, tín hiệu hỗn loạn và nhiễu có cùng dải tần có thể được tách biệt sử dụng các kỹ thuật tối ưu hóa nhằm giảm nhiễu [5][6], việc sử dụng hỗn loạn trong nén tín hiệu cũng được nghiên cứu [7], kỹ thuật điều khiển hỗn loạn cũng ra đời [9][10] Một nghiên cứu của Pecora và Carroll đã chứng tỏ rằng hai hệ thống hỗn loạn có cùng một tập các giá trị thông số có thể đồng bộ được với nhau [11]. Kết quả này có ý nghĩa quan trọng trong việc thúc đẩy các nghiên cứu ứng dụng hỗn loạn vào kỹ thuật thông tin.

Trong những năm gần đây các nghiên cứu về kỹ thuật thông tin phát triển khá nhanh. Trong các hệ thống bảo mật thông tin hỗn loạn, dựa vào đặc điểm sự phụ thuộc nhạy cảm của trạng thái hỗn loạn vào điều kiện khởi động [12], các giải pháp điều chế/ giải điều chế dựa trên kỹ thuật hỗn loạn cũng đã được đề xuất [13][14].

Trong bài báo này, chúng tôi giới thiệu một hệ thống truyền thông dựa trên kỹ thuật hỗn loạn. Trong hệ thống truyền thông này tín tức được trộn lẫn với tín hiệu hỗn loạn trước khi được đưa lên kênh truyền. Ở phía thu sẽ tiến hành đồng bộ tín hiệu hỗn loạn và khử nó ra khỏi tín hiệu thu được để lấy lại tín tức gốc. Ngoài ra chúng tôi cũng đề xuất một thuật toán đồng bộ hỗn loạn có độ chính xác tin cậy. Mô phỏng bằng phương pháp Runge-Kutta chứng minh tính đúng đắn của giải pháp.

2. Mô hình hệ thống



Hình 1. Mô hình hệ thống thông tin hỗn loạn

Trong mô hình này đối với bên truyền tín hiệu gốc mang tin tức $m(t)$ sẽ được cộng với tín hiệu hỗn loạn $x(t)$ trước khi được đưa lên kênh truyền. Như vậy tín hiệu trên kênh truyền sẽ là :

$$s(t) = m(t) + x_1(t) \quad (1)$$

Bên nhận do có được đầy đủ các tham số của tín hiệu hỗn loạn sẽ tiến hành đồng bộ tín hiệu hỗn loạn ở bên thu với bên phát để có được tín hiệu hỗn loạn ở bên thu $x_2(t) = x_1(t)$. Sau khi đã được đồng bộ, hệ thống sẽ lấy tín hiệu thu được $s(t)$ trừ đi tín hiệu hỗn loạn đã được đồng bộ để lấy lại tín hiệu gốc mang tin.

$$m'(t) = s(t) - x_2(t) = m(t) \quad (2)$$

Giải pháp này giúp tăng cường đặc tính bảo mật của hệ thống do tín tức đã được lẫn trong tín hiệu hỗn loạn với đặc điểm gần như là nhiễu đối với kẻ nghe trộm. Giả sử nếu có đối tượng thu trộm được tín hiệu $s(t)$ trên kênh truyền. Do đặc điểm của tín hiệu hỗn loạn $x_1(t)$ vận động không có chu kỳ nên có đặc điểm gần giống như nhiễu giả [2]. Đối tượng nghe lén do không có được các tham số của tín hiệu hỗn loạn sẽ hầu như không có khả năng giải mã thông tin, điều này giúp hệ thống có tính bảo mật cao [12].

Tuy nhiên đặc điểm không có chu kỳ của tín hiệu hỗn loạn cũng gây khó khăn rất lớn trong việc đồng bộ tín hiệu hỗn loạn giữa bên thu và bên phát. Do đó hệ thống chỉ có thể khả thi nếu giải quyết được vấn đề đồng bộ hỗn loạn của hệ thống. Trong bài báo này chúng tôi cũng đề xuất một phương pháp đồng bộ hỗn loạn với độ chính xác đạt yêu cầu để đảm bảo tính khả thi của mô hình thông tin trên.

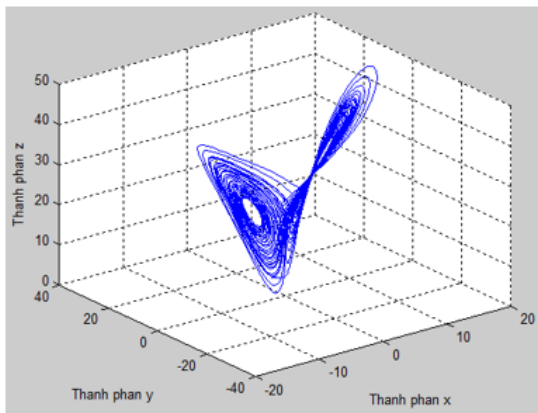
3. Tín hiệu hỗn loạn

Xét hệ thống động Lorenz liên tục 3 chiều được biểu diễn bởi hệ phương trình vi phân sau :

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= \sigma(y - x) \\ \frac{dy}{dt} &= x(r - z) - y \\ \frac{dz}{dt} &= xy - bz \end{aligned} \quad (3)$$

Trong đó x, y, z là các biến trạng thái; σ, r, b là các tham số hệ thống. Với bộ tham số $\sigma = 10, r = 28, b = 8/3$ hệ Lorenz rơi vào trạng thái hoạt động hỗn loạn

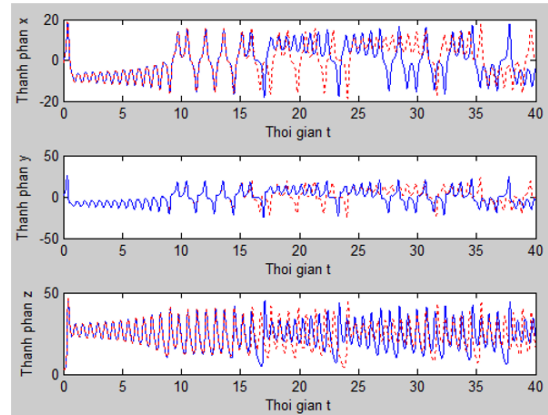
Hình 2 mô tả quỹ đạo pha của hệ hỗn loạn Lorenz trên, nhìn vào đó ta có thể thấy rõ hệ thống vận động không có chu kỳ, khi thời gian vận động tiến tới vô cùng, đường biểu diễn trong không gian pha không đi vào bất kỳ điểm cố định hay quỹ đạo có chu kỳ. Một đặc điểm nữa là quỹ đạo này luôn nằm trong một miền xác định của không gian pha và không bao giờ di chuyển ra khỏi vùng này



Hình 2. Quỹ đạo pha của hệ hỗn loạn Lorenz

Hình 3 biểu diễn các thành phần x, y, z của hệ thống với các điều kiện đầu sai khác nhau rất nhỏ $(-1, 3, 4)$ và $(-1.001, 3, 4)$. Có thể nhận thấy rằng hệ thống phụ thuộc rất nhạy cảm vào điều kiện khởi động, đường đi chuyển xuất phát từ các điều kiện khởi động khác nhau rất nhỏ (gần như bằng 0) sẽ phân tách rất nhanh tạo ra các quỹ đạo hoàn toàn khác nhau.

Tuy nhiên hệ Lorenz mặc dù vận động không có chu kỳ nhưng nó không phải là quá trình ngẫu nhiên. Hệ hỗn loạn Lorenz là một hệ thống xác định, được biểu diễn bằng hệ phương trình với các thông số cụ thể, không có thông số thống kê. Ta có thể xác định được hệ thống ở thời điểm t bất kỳ.



Hình 3. Biến đổi theo thời gian của hệ hỗn loạn Lorenz với hai điều kiện đầu sai khác rất nhỏ $(-1, 3, 4)$ và $(-1.001, 3, 4)$

4. Đồng bộ hỗn loạn

Xét 2 hệ Lorenz gồm 1 hệ chủ và 1 hệ đáp ứng, được mô tả lần lượt như sau:

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= \sigma(y_1 - x_1) \\ \frac{dy_1}{dt} &= rx_1 - y_1 - x_1z_1 \\ \frac{dz_1}{dt} &= x_1y_1 - bz_1 \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \frac{dx_2}{dt} &= \sigma(y_2 - x_2) + u_1 \\ \frac{dy_2}{dt} &= rx_2 - y_2 - x_2z_2 + u_2 \\ \frac{dz_2}{dt} &= x_2y_2 - bz_2 + u_3 \end{aligned} \quad (5)$$

Trong đó $u_i (i = 1, 2, 3)$ là luật điều khiển mà ta cần xác định để đảm bảo cho hệ đáp ứng đồng bộ với hệ chủ.

Sai số giữa hai hệ hỗn loạn được định nghĩa:

$$\begin{aligned} e_1 &= x_2 - x_1 \\ e_2 &= y_2 - y_1 \\ e_3 &= z_2 - z_1 \end{aligned} \quad (6)$$

Lấy đạo hàm 2 vế của phương trình (6) và thay (4) (5) vào, ta có hệ phương trình sai số vi phân như sau:

$$\begin{aligned} \frac{de_1}{dt} &= \sigma(e_2 - e_1) + u_1 \\ \frac{de_2}{dt} &= re_1 - e_2 + x_2z_2 - x_1z_1 + u_2 \\ \frac{de_3}{dt} &= -be_3 + x_2z_2 - x_1y_1 + u_3 \end{aligned} \quad (7)$$

Nhiệm vụ của luật điều khiển là đảm bảo sự đồng bộ giữa hệ chủ (4) và hệ đáp ứng (5) sao cho sai số (6) tiến về 0.

Chọn luật điều khiển:

$$\begin{aligned} u_1 &= -\sigma e_2 \\ u_2 &= -re_1 + x_1z_1 - x_2z_2 \\ u_3 &= x_1y_1 - x_2y_2 \end{aligned} \quad (8)$$

Thay (8) vào (7) ta có:

$$\begin{aligned} \frac{de_1}{dt} &= -\sigma e_1 \\ \frac{de_2}{dt} &= -e_2 \quad (9) \\ \frac{de_3}{dt} &= -be_3 \end{aligned}$$

Hệ phương trình (9) có nghiệm

$$e_1 = e^{-\sigma t}; e_2 = e^{-t}; e_3 = e^{-rt}$$

Khi t tiến tới ∞ thì e_1, e_2, e_3 cũng tiến tới 0

Chọn hàm Lyapunov để đảm bảo tính ổn định của hệ hỗn loạn Lorenz

$$V(e) = \frac{1}{2}(e_1^2 + e_2^2 + e_3^2) \quad (10)$$

Lấy đạo hàm 2 vế của phương trình (8) ta có

$$\frac{dV(e)}{dt} = e_1 \frac{de_1}{dt} + e_2 \frac{de_2}{dt} + e_3 \frac{de_3}{dt} \quad (11)$$

Thay (9) vào (11) ta được

$$\frac{dV(e)}{dt} = -\sigma e_1^2 - e_2^2 - re_3^2 \quad (12)$$

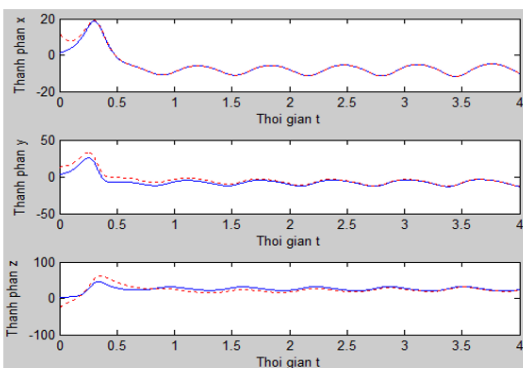
Ta nhận thấy $V(e)$ là hàm dương trong R^3 và $V'(e)$ là hàm âm trong R^3 , nghĩa là hệ thống ổn định tại điểm cân bằng $(0,0,0)$, theo lý thuyết ổn định Lyapunov [13] có thể kết luận luật điều khiển ở phương trình (8) sẽ đảm bảo tính ổn định cho hệ hỗn loạn Lorenz.

Để kiểm chứng chúng tôi tiến hành mô phỏng luật điều khiển đồng bộ trên bằng phương pháp Runge-Kutta với các tham số $\sigma = 10, r = 28, b = 8/3$ và điều kiện đầu cho hệ chủ là $x_1(0) = 1; y_1(0) = 3; z_1(0) = 4$, điều kiện đầu cho hệ đáp ứng là $x_2(0) = 12; y_2(0) = 13; z_2(0) = -26$. Các kết quả mô phỏng trong hình 4 cho thấy hệ đáp ứng sẽ đồng bộ với hệ chủ sau khoảng 3s, trong đó thành phần x đồng bộ sau khoảng 0.4s và đạt độ chính xác 99,91%.

Độ chính xác cũng được mô phỏng theo công

$$\text{thức } F = \left(1 - \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_{1i} - x_{2i})^2}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_{1i})^2} \right) \times 100, \text{ trong đó } N \text{ là}$$

số mẫu.



Hình 4. Đồng bộ hỗn loạn của hệ Lorenz

5. Kết luận

Bài báo này giới thiệu và chứng minh tính khả thi của một hệ thống thông tin ứng dụng kỹ thuật hỗn loạn nhằm tăng cường khả năng bảo mật. Chúng tôi cũng đã trình bày một phương pháp đồng bộ hỗn loạn với độ chính xác đạt yêu cầu nhằm cung cấp khả năng phục hồi tín hiệu gốc một cách chính xác. Với những đặc điểm như khó giải mã, phần cứng đơn giản [14] và dễ dàng lựa chọn dải tần [15], hệ thống thông tin hỗn loạn hoàn toàn có khả năng ứng dụng vào thực tế.

Tài liệu tham khảo

- [1] S. H. Strogatz, *Nonlinear Dynamics And Chaos: With Applications To Physics, Biology, Chemistry, And Engineering.*: Westview Press, 2001
- [2] E. N. Lorenz, "Deterministic nonperiodic flow," *Journal of the Atmospheric Sciences*, vol. 20, pp. 131-140, 1963
- [3] R. C. Hilborn, *Chaos and Nonlinear Dynamics: An introduction for Scientists and Engineer.*: The Clarendon Press Oxford University Press, 2001.
- [4] M. P. Kennedy, R. Rovatti, and G. Setti, *Chaotic Electronics in Telecommunications.*: CRC Press, 2000
- [5] Z. Jákó and G. Kolumbán, "Carrier generation for chaotic communication by fourth-order analog phase-lock loop," in *International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA'98)*, Crans-Montana, Switzerland, 1998, pp. 827-830
- [6] E. J. Kostelich and T. Schreiber, "Noise reduction in chaotic time series data: A survey of common methods," *Physical Review E*, vol. 48, pp. 1752-1763, 1993
- [7] H. Dedieu and M. J. Ogorzalek, "Nonlinear approach to signal coding and compression," in *European Conference on Circuit Theory and Design (ECCTD'99)*, Stresa-Italy, 1999, pp. 58-61
- [8] G. Chen, "Chaos, bifurcations, and their control," in *Wiley Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering*, J. G. Webster, Ed. New York: Wiley, 1999, pp. 194-218
- [9] Z. Galias, C. A. Murphy, M. P. Kennedy, and M. J. Ogorzalek, "A feedback chaos controller: Theory and implementation," in *IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS'96)*, Atlanta, 1996, pp. 120-124
- [10] M. Ogorzalek, "Observation of stochastic resonance in a ring laser," *Physical Review Letters*, vol. 60, 1998
- [11] L. M. Pecora and T. L. Carroll, "Synchronization in chaotic systems," *Physical Review Letters*, vol. 64, no. 8, pp. 821-824, 1990

- [12] Ming H B and Sheng Y Z, "Data encryption algorithm based on chaotic parameter modulation", *Circuits and Systems*, 2009, pp. 34-38.
- [13] J. Yang, Y. Chen and F. Zhu, "Singular reduced-order observer-based synchronization for uncertain chaotic systems subject to channel disturbance and chaos-based secure communication," *Applied Mathematics and Computation*, vol. 229, pp. 227-238, 2014.
- [14] L. Kocarev, K. Halle, K. Eckert, and L. O. Chua, "Experimental demonstration of secure communication via chaotic synchronization," *International Journal of Bifurcation and Chaos*, vol. 2, no. 3, pp. 709-713, 1992
- [15] A. Abel and W. Schwarz, "Chaos communications-principles, schemes, and system analysis," *Proceedings of the IEEE*, vol. 90, no. 5, pp. 691–710, 2002.

Nghiên cứu cấu trúc điện tử của Rutile TiO_2 bằng lý thuyết phiếm hàm mật độ

Density Functional Theory Study on Electronic Structure of Rutile TiO_2

Phạm Lê Minh Thông^a, Nguyễn Hạ Vi^b, Phạm Công Dân^a

^a*Viện nghiên cứu & Phát triển công nghệ cao, Đại học Duy Tân, Việt Nam
Institute for Research and Development, Duy Tan University, Vietnam*

^b*Khoa Khoa Học Tự Nhiên, Đại học Duy Tân, Việt Nam
Faculty of Natural Science, Duy Tan University, Vietnam*

(Ngày nhận bài: 04/03/2017, ngày phản biện xong: 04/04/2017, ngày chấp nhận đăng: 05/04/2017)

Tóm tắt

Trong nội dung bài báo này, chúng tôi trình bày kết quả nghiên cứu cấu trúc mạng tinh thể và cấu trúc điện tử của rutile TiO_2 bằng phương pháp lý thuyết hàm mật độ, sử dụng phần mềm WIEN2k. Chúng tôi đã xác định được giá trị $R_{MT}.K_{max} = 7.0$ và K-mesh = 200 phù hợp để trên cơ sở đó thực hiện việc tối ưu hóa cấu trúc mạng tinh thể và tính toán cấu trúc điện tử của rutile TiO_2 . Tính toán cấu trúc điện tử của rutile TiO_2 cho thấy phương pháp LDA+U với U = 8.5 eV cho giá trị của vùng cấm $E_g = 2.93$ eV phù hợp với giá trị thực nghiệm.

Từ khóa: rutile TiO_2 , cấu trúc điện tử, quang hóa, LDA+U

Abstract

In this work, we investigated the geometry structure and electronic structure of rutile TiO_2 employing density functional theory as implemented in WIEN2k package. The reasonable values of $R_{MT}.K_{max}$ and K-mesh for rutile TiO_2 were determined to be 7.0 and 200, respectively. The geometry optimization of rutile TiO_2 unit cell was also carried out. The bandgap of rutile TiO_2 calculated by LDA+U method with U = 8.5 eV is 2.93 eV which is in good agreement with experimental value.

Keywords: rutile TiO_2 , electronic structure, photocatalysis, LDA+U, Hubbard

© 2017 Bản quyền thuộc Đại học Duy Tân

1. Mở đầu

Năm 1972, Fujishima và Honda lần đầu tiên khám phá ra hoạt tính xúc tác quang hóa của TiO_2 , đánh dấu một kỉ nguyên mới trong lĩnh vực xúc tác quang hóa.¹Gần đây, tính chất quang hóa

của TiO_2 đã được ứng dụng trong xử lý nước thải, làm sạch và khử mùi không khí, trong các loại vật liệu tự làm sạch...² TiO_2 trong tự nhiên chủ yếu tồn tại dưới ba dạng tinh thể có cấu trúc tinh thể khác nhau là: anatase, rutile và brookite. Tuy dạng anatase có hoạt tính xúc tác quang hóa tốt

Email: phamleminhthong@gmail.com (Phạm Lê Minh Thông)

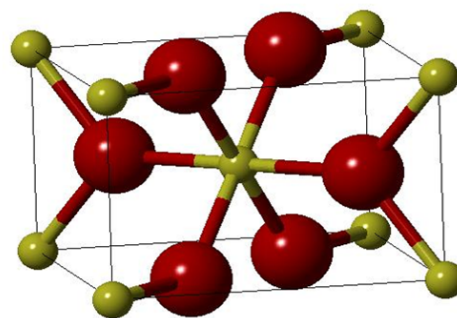
nhất, nhưng rutile lại là dạng phổ biến nhất trong tự nhiên. Do có tiềm năng ứng dụng lớn trong công nghiệp, nhiều nghiên cứu đã được tiến hành để khảo sát khả năng xúc tác quang hóa của rutile TiO_2 . Nghiên cứu thực nghiệm cho biết TiO_2 chỉ hấp thụ được khoảng 3 – 5 % quang phổ của ánh sáng mặt trời, dẫn đến hiệu quả quang xúc tác của TiO_2 còn thấp, chưa tận dụng được sự dồi dào của nguồn ánh sáng mặt trời. Vì vậy, hiện nay các nhà khoa học tập trung vào nghiên cứu để nâng cao độ hấp thụ của vật liệu rutile TiO_2 . Cách tiếp cận được nhiều nhà khoa học quan tâm nhất chính là pha tạp bằng các nguyên tố khác nhau vào trong cấu trúc của tinh thể rutile TiO_2 với mục đích làm giảm bề rộng của vùng cấm trong cấu trúc vùng năng lượng của rutile TiO_2 . Việc nghiên cứu được tiến hành bằng cả hai phương pháp nghiên cứu thực nghiệm và lý thuyết. Trong đó nghiên cứu lý thuyết đóng vai trò giải thích rõ bản chất của hoạt tính quang hóa của rutile TiO_2 , đồng thời đưa ra dự đoán tính chất quang hóa trong trường hợp pha tạp rutile TiO_2 bởi các nguyên tố khác nhau. Nghiên cứu lý thuyết về cấu trúc mạng tinh thể và cấu trúc điện tử của rutile TiO_2 là một bước quan trọng trong cách tiếp cận này. Vì vậy trong phạm vi bài báo này, chúng tôi trình bày kết quả nghiên cứu cấu trúc mạng tinh thể và cấu trúc điện tử của rutile TiO_2 bằng phương pháp lý thuyết hàm mật độ sử dụng phần mềm WIEN2k.

2. Phương pháp nghiên cứu

Các tính toán trong bài báo này được thực hiện dựa vào lý thuyết phiếm hàm mật độ tính toán theo phương pháp xấp xỉ mật độ địa phương LDA với việc sử dụng phần mềm WIEN2k.³⁻⁶ Các thông số cấu trúc để xây dựng cấu trúc mạng tinh thể rutile TiO_2 được lấy từ giá trị thực nghiệm. Rutile có cấu trúc mạng tinh thể tứ giác, với các thông số mạng $a = b = 4.584\text{Å}$, $c = 2.953\text{Å}$; $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$; nhóm không gian $136_P42/mnm$.⁷ Mỗi ô đơn vị có chứa hai nguyên tử titan ở các vị trí (0, 0, 0), (0.5, 0.5, 0.5) và bốn nguyên tử oxi ở các vị trí (0.3, 0.3, 0), (0.7, 0.7, 0), (0.2, 0.8, 0.5), (0.8, 0.2, 0.5). Bán kính Muffin - tin của các nguyên tố lần lượt là :

$R_{MT}(Ti) = 1.94$, $R_{MT}(O) = 1.72$. Các electron hóa trị của Titan là $3d^24s^2$, của Oxi là $2s^22p^4$.

3. Kết quả và Bàn luận



Hình 1. Cấu trúc ô mạng cơ sở của rutile TiO_2

Để việc tối ưu hóa cấu trúc và tính toán cấu trúc điện tử của rutile TiO_2 đạt được độ chính xác mong muốn với thời gian tính toán ngắn nhất, ta cần phải tiến hành xác định giá trị phù hợp của K-mesh và $R_{MT} \cdot K_{max}$. Giá trị của K-mesh phản ánh số điểm chia trong vùng Brillouin của mạng tinh thể đảo. Giá trị tích $R_{MT} \cdot K_{max}$ phản ánh năng lượng ngưỡng của electron tự do:

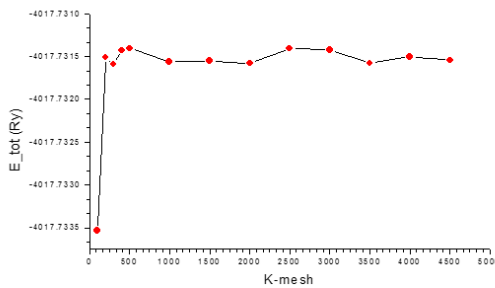
$$E_{cut} = \frac{\hbar^2 K_{max}^2}{2m_e}$$

Việc xác định giá trị K-mesh và $R_{MT} \cdot K_{max}$ phù hợp cho mạng tinh thể rutile TiO_2 được tiến hành dựa trên việc khảo sát sự thay đổi năng lượng tổng E-tot của hệ và sự thay đổi Gradient điện trường EFG của từng nguyên tử trong hệ theo sự thay đổi của các giá trị K-mesh và $R_{MT} \cdot K_{max}$. Việc xác định này dựa trên nguyên tắc như sau: các trị số K-mesh và $R_{MT} \cdot K_{max}$ được chọn sao cho đảm bảo sự thay đổi năng lượng tổng E-tot và sự thay đổi EFG của từng nguyên tử trong hệ rutile TiO_2 không sai lệch quá 5%. Kết quả được chọn là giá trị phù hợp của K-mesh và $R_{MT} \cdot K_{max}$, có nghĩa là giá trị nhỏ nhất đảm bảo được độ chính xác của phép tính mà không lãng phí thời gian chạy chương trình và tài nguyên của máy tính.

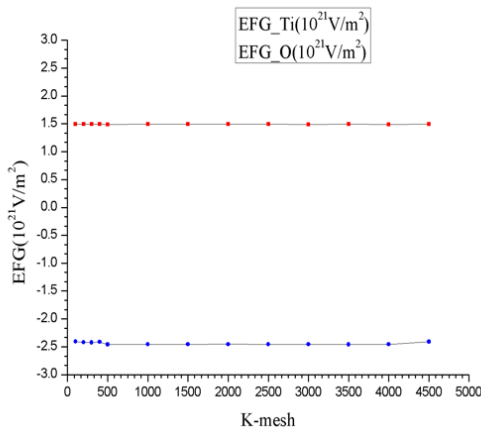
3.1. Xác định K-mesh phù hợp cho tính toán đối với rutile TiO_2

Bảng 1. Năng lượng tổng và EFG của các nguyên tử theo K-mesh với $R_{MT}.K_{max}$

K-mesh	EFG_Ti($10^{21}V/m^2$)	EFG_O($10^{21}V/m^2$)	E_tot (Ry)
100	1.49235	-2.40493	-4017.733535
200	1.49517	-2.41905	-4017.731509
300	1.49613	-2.42096	-4017.731588
400	1.49406	-2.41211	-4017.731425
500	1.48988	-2.45654	-4017.731404
1000	1.49224	-2.45507	-4017.731562
1500	1.49260	-2.45532	-4017.73155
2000	1.49296	-2.45355	-4017.731577
2500	1.49231	-2.45416	-4017.731408
3000	1.49156	-2.45465	-4017.731424
3500	1.49182	-2.45607	-4017.731577
4000	1.49132	-2.45502	-4017.731504
4500	1.49506	-2.40868	-4017.731541



Hình 2. Đồ thị biểu diễn E-tot theo K-mesh với $R_{MT}.K_{max}=5.0$



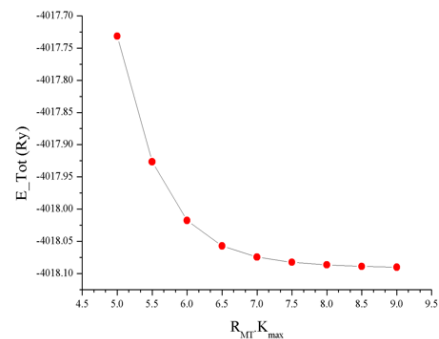
Hình 3. Đồ thị biểu diễn EFG(Ti), EFG(O) theo K-mesh với $R_{MT}.K_{max} = 5.0$

Dựa vào các số liệu trong Bảng 1 và các đồ thị Hình 2 và 3 chúng tôi nhận thấy bắt đầu từ giá trị K-mesh = 200 các giá trị của E-tot và EFG tương đối ổn định (độ sai lệch nhỏ hơn 5%). Như vậy K-mesh = 200 là giá trị phù hợp cho quá trình tính toán đối với mạng tinh thể rutile TiO_2 .

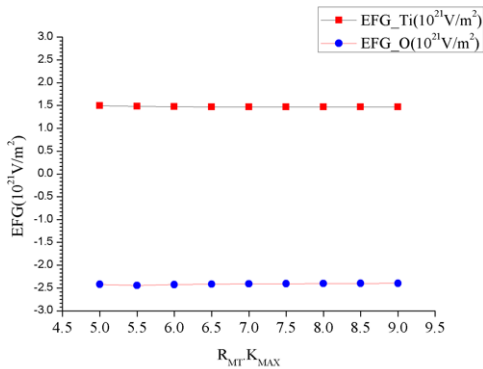
3.2. Xác định $R_{MT}.K_{max}$ phù hợp cho tính toán đối với rutile TiO_2

$R_{MT}.K_{max}$	EFG_Ti($10^{21}V/m^2$)	EFG_O($10^{21}V/m^2$)	E_Tot (Ry)
5.0	1.49517	-2.41905	-4017.731509
5.5	1.47807	-2.44333	-4017.926598
6.0	1.47192	-2.42564	-4018.017752
6.5	1.46938	-2.41656	-4018.057153
7.0	1.46721	-2.40956	-4018.074449
7.5	1.46635	-2.40482	-4018.082549
8.0	1.46557	-2.40155	-4018.086664
8.5	1.46526	-2.39853	-4018.088978
9.0	1.46494	-2.39616	-4018.090351

Bảng 2. Năng lượng tổng và EFG của các nguyên tử theo $R_{MT}.K_{max}$ với K-mesh =200



Hình 4. Đồ thị biểu diễn E-tot theo $R_{MT}.K_{max}$ với K-mesh=200



Hình 5. Đồ thị biểu diễn EFG(Ti), EFG(O) theo $R_{MT}.K_{max}$ với K-mesh=200

Tương tự như trên dựa vào các số liệu trong Bảng 2 và các đồ thị Hình 4 và 5, chúng ta nhận thấy bắt đầu từ giá trị $R_{MT}.K_{max} = 7.0$ các giá trị của E-tot và EFG tương đối ổn định (độ sai lệch nhỏ hơn 5%). Như vậy $R_{MT}.K_{max} = 7.0$ là giá trị phù hợp cho quá trình tính toán đối với mạng tinh thể TiO_2 . Như vậy K-mesh = 200 và $R_{MT}.K_{max} = 7.0$ là các giá trị hợp lý được sử dụng trong quá trình tính toán đối với mạng tinh thể rutile TiO_2 .

3.3. Tối ưu hóa cấu trúc mạng tinh thể rutile TiO_2

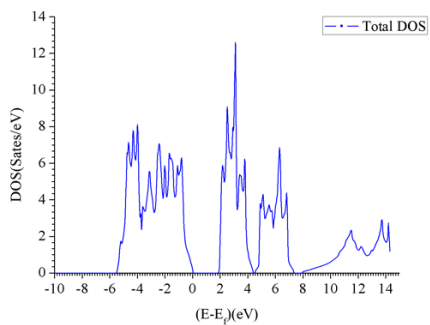
Dựa trên giá trị thông số mạng của rutile TiO_2 từ thực nghiệm, chúng tôi cho chương trình chạy các vòng lặp để tìm cấu trúc tối ưu của mạng tinh thể. Các vòng lặp sẽ hội tụ nếu giá trị lực tác động lên các nguyên tử trong mạng tinh thể nhỏ hơn 1mRy/Bohr. Chức năng Mini-position của Wien2k sẽ cho phép chúng ta thực hiện việc tối ưu hóa vị trí của các nguyên tử. Kết quả của quá trình tối ưu được thể hiện trong file cấu trúc $TiO_2.struct$ thu được như sau:

```
TiO2
P 2136_P42/mnm
RELA
8.753755 8.753755 5.638217 90.000000
90.000000 90.000000
ATOM -1: X=0.00000000 Y=0.00000000
Z=0.00000000
MULT= 2 ISPLIT= 8
-1: X=0.50000000 Y=0.50000000 Z=0.50000000
```

```
Ti1 NPT= 781 R0=0.00010000 RMT=
1.9400 Z: 22.000000
LOCAL ROT MATRIX: 0.7071068
0.7071068 0.00000000
-0.7071068 0.7071068 0.00000000
0.00000000 0.00000000 1.00000000
ATOM -2: X=0.30412809 Y=0.30412809
Z=0.00000000
MULT= 4 ISPLIT= 8
-2: X=0.69587191 Y=0.69587191 Z=0.00000000
-2: X=0.19587191 Y=0.80412809 Z=0.50000000
-2: X=0.80412809 Y=0.19587191 Z=0.50000000
```

```
O 1 NPT= 781 R0=0.00010000 RMT=
1.7200 Z: 8.000000
LOCAL ROT MATRIX:
0.00000000-0.7071068 0.7071068
0.00000000 0.7071068 0.7071068
-1.00000000 0.00000000 0.00000000
Cấu trúc tối ưu của rutile  $TiO_2$  sẽ được sử dụng trong quá trình tính toán mật độ trạng thái DOS và cấu trúc miền năng lượng.
```

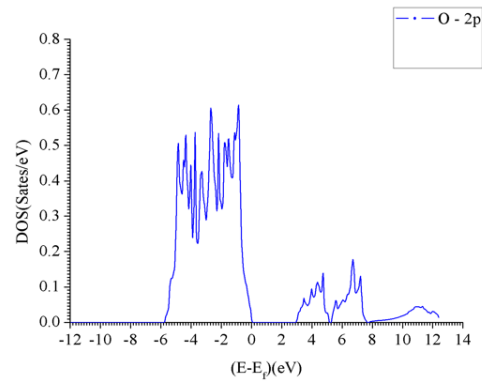
3.4. Cấu trúc điện tử và cấu trúc vùng năng lượng của rutile TiO_2



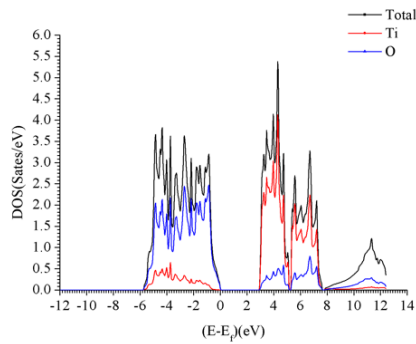
Hình 6. DOS tổng của hợp chất TiO_2 tính toán theo phương pháp LDA

Dựa vào Hình 6 ta thấy DOS tổng cho ta thấy giá trị của khe năng lượng vùng cấm của rutile TiO_2 theo phương pháp LDA là $E_g = 1.9$ eV. Như vậy, các giá trị E_g này nhỏ hơn rất nhiều so với giá trị thực nghiệm của khe năng lượng vùng cấm (3.0 eV).⁸ Nguyên nhân là do phương pháp LDA

không xét đến tương tác giữa các electron 3d của nguyên tử Ti (on site d-d Coulomb interaction), dẫn đến giá trị E_g tính được thường nhỏ hơn giá trị thực nghiệm. Vì vậy, để khắc phục nhược điểm này, phương pháp LDA+U với giá trị $U = 8.5$ eV (đối với nguyên tử Titan) được chúng tôi áp dụng trong quá trình tính toán DOS của TiO_2 .

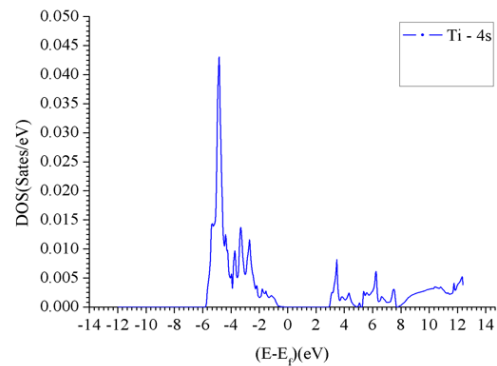


Hình 8. DOS riêng phần của các electron 2p của nguyên tử O theo LDA+U



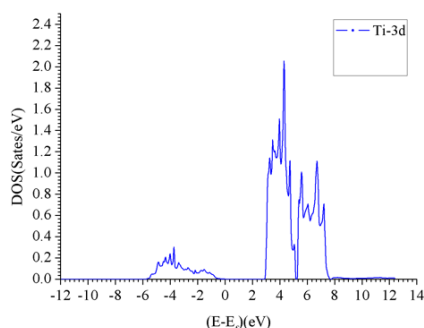
Hình 7. DOS tổng của hợp chất TiO_2 theo phương pháp LDA+U

Theo đồ thị Hình 7, giá trị năng lượng vùng cấm của TiO_2 là $E_g = 2.93$ eV, rất gần với giá trị thực nghiệm. Điều này khẳng định sự phù hợp của phương pháp LDA+U trong việc tính toán cấu trúc điện tử của rutile TiO_2 . DOS của nguyên tố Oxi chủ yếu xuất hiện ở vùng hóa trị còn DOS của nguyên tố Titan chủ yếu xuất hiện ở vùng dẫn. Vùng hóa trị của TiO_2 tập trung trong khoảng năng lượng từ -6 eV đến 0 eV. Hình 8 và 9 cho thấy DOS của các electron O-2p chiếm phần lớn trong vùng này, các electron Ti-4s có đóng góp vào DOS của vùng hóa trị nhưng không đáng kể.

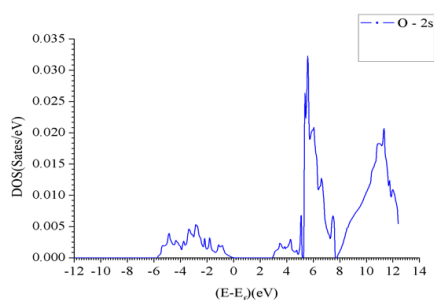


Hình 9. DOS riêng phần của các electron 4s của nguyên tử Ti theo phương pháp LDA+U

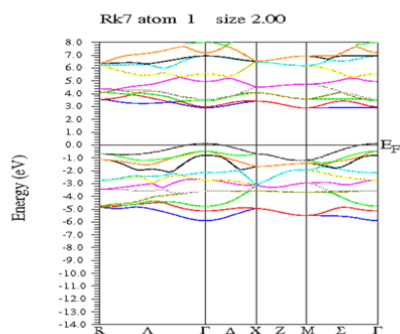
Vùng dẫn của TiO_2 chủ yếu nằm trong khoảng năng lượng từ 3 eV đến 8 eV, hình thành nhiều peak khác nhau, trong đó peak cao nhất nằm tại mức năng lượng 5 eV. Hình 10 và 11 cho ta thấy các electron Ti-3d chiếm phần lớn giá trị của DOS trong vùng dẫn, các electron O-2s có đóng góp vào DOS của vùng dẫn nhưng không đáng kể.



Hình 10. DOS riêng phần của các electron 3d của nguyên tử Ti theo phương pháp LDA+U



Hình 11. DOS riêng phần của các electron 2s của nguyên tử O theo phương pháp LDA+U



Hình 12. Cấu trúc vùng năng lượng của rutile TiO_2 theo phương pháp LDA+U

Kết quả tính toán cấu trúc vùng năng lượng của rutile TiO_2 được trình bày trên Hình 12. Về cơ bản, từ cấu trúc vùng năng lượng có thể đưa ra những kết luận về rutile TiO_2 giống như từ DOS.

Ở đây ta có thêm một nhận xét là rutile TiO_2 có vùng cấm thẳng (direct band gap) tại vị trí Γ .

4. Kết luận

Trong phạm vi nghiên cứu này, chúng tôi đã xác định được các thông số cơ bản để có thể thực hiện việc tối ưu hóa cấu trúc mạng tinh thể và cấu trúc điện tử của rutile TiO_2 như giá trị $R_{MT} \cdot K_{max} = 7.0$ và K-mesh = 200. Tính toán theo phương pháp LDA+U với $U = 8.5$ eV cho giá trị của vùng cấm $E_g = 2.93$ eV phù hợp với giá trị thực nghiệm. Kết quả tính toán khẳng định rutile TiO_2 là một chất bán dẫn với giá trị năng lượng vùng cấm $E_g = 2.93$ eV.

Lời cảm ơn

Tác giả xin chân thành cảm ơn Tiến sĩ Nguyễn Thanh Lộc, khoa Công nghệ Vật Liệu, Trường Đại học Bách Khoa Thành phố Hồ Chí Minh, đã hướng dẫn và hỗ trợ tác giả trong việc sử dụng phần mềm Wien2k.

Tài liệu tham khảo

- [1] Fujishima, A.; Honda, K., Electrochemical Photolysis of Water at a Semiconductor Electrode. *Nature* 1972, 238 (5358), 37-38.
- [2] Kazuhito, H.; Hiroshi, I.; Akira, F., TiO_2 Photocatalysis: A Historical Overview and Future Prospects. *Japanese Journal of Applied Physics* 2005, 44 (12R), 8269.
- [3] Blaha, P.; Schwarz, K.; Madsen, G.; Kvasnicka, D.; Luitz, J., wien2k. An augmented plane wave+ local orbitals program for calculating crystal properties 2001.
- [4] Blaha, P.; Schwarz, K.; Sorantin, P.; Trickey, S., Full-potential, linearized augmented plane wave programs for crystalline systems. *Computer Physics Communications* 1990, 59 (2), 399-415.
- [5] Schwarz, K.; Blaha, P.; Madsen, G., Electronic structure calculations of solids using the WIEN2k package for material sciences. *Computer Physics Communications* 2002, 147 (1-2), 71-76.
- [6] Schwarz, K.; Blaha, P., Solid state calculations using WIEN2k. *Computational Materials Science* 2003, 28 (2), 259-273.
- [7] Samsonov, G. V., *The Oxide handbook*. IFI/Plenum: 1973.
- [8] Pascual, J.; Camassel, J.; Mathieu, H., Fine structure in the intrinsic absorption edge of TiO_2 . *Physical Review B* 1978, 18 (10), 5606-5614.

Phân tích tần số dao động riêng mờ của kết cấu khung thép phẳng phi tuyến hình học với hệ số độ cứng mờ dựa trên thuật toán tiến hóa vi phân

Fuzzy Natural Frequencies Analysis of a Geometrically Nonlinear 2-D Steel Frame Structure with Fuzzy Fixity Factors Based on Differential Evolution Algorithm

Trần Thanh Việt

*Khoa Xây dựng, Đại học Duy Tân, Việt Nam
Faculty of Civil Engineering, DuyTan University, Vietnam*

(Ngày nhận bài: 20/03/2017, ngày phản biện xong: 30/03/2017, ngày chấp nhận đăng: 05/04/2017)

Tóm tắt

Bài báo này nghiên cứu áp dụng thuật toán xác định tần số dao động riêng mờ khung thép phẳng, trong đó hệ số độ cứng liên kết dầm - cột, cột - móng và khối lượng riêng được cho dưới dạng số mờ tam giác. Phương pháp phần tử hữu hạn – liên kết đàn hồi kết hợp tối ưu mức α với thuật toán tiến hóa vi phân (DE) được áp dụng cho bài toán với các số mờ tam giác. Ưu điểm của thuật toán đề xuất được minh họa qua trường hợp nghiên cứu khung thép phẳng hai mươi tầng, bốn nhịp.

Từ khóa: khung thép, phi tuyến hình học, tần số dao động riêng, liên kết mờ, thuật toán tiến hóa vi phân.

Abstract

This paper studies the application of algorithms for determining the fuzzy natural frequencies of geometrically nonlinear planar steel frame structures in which fixity factors of beam – column, column – base connections, and mass per unit volume are modeled as triangular fuzzy numbers. The finite element method with elastic semi-rigid connection and the α – level optimization using the Differential Evolution (DE) are proposed to apply in problems with triangular fuzzy numbers. The advantage of the proposed approach is demonstrated via a case study of a twenty – story and four – bay planar steel frame.

Keywords: Steel frame, Geometric nonlinearity, Natural frequency, Fuzzy connection, Differential Evolution algorithm

© 2017 Bản quyền thuộc Đại học Duy Tân

1. Introduction

In the dynamic analysis of steel frame structures with the elastic semi-rigid connection, the

fixity factor of connection and the mass per unit volume have a significant influence on the natural frequencies of a steel frame. In practice, however, many parameters like worker skill, quality

of welds, and type of the connecting elements affect the behavior of a connection, and this fixity factor is difficult to determine exactly. Therefore, in a practical analysis of structures, a systematic approach is needed to include the uncertainty in the joints behavior and the fixity factor of a connection modeled as a fuzzy number is reasonable [1]. Moreover, the presence of an axial force affects the stiffness of a beam-column and the geometric nonlinearity (P - δ effect) is also considered.

For the classical finite element method, Anh et al. [2] considered the natural frequencies of the geometrically nonlinear steel frame structures with different semi-rigid connections. In recent years, the static analysis for planar steel frame structure with fuzzy connections has been reported [1]. However, the dynamic analysis for determining the fuzzy natural frequencies of geometrically nonlinear steel frames by using the exact approach with the numerical method has been limited. In the fuzzy structural analysis, for a rigid frame, Tuan et al. [5] presented an approach by using Response Surface Method (RSM) for fuzzy free vibration analysis of linear elastic structure. In their study, response surfaces (surrogate functions) in terms of complete quadratic polynomials are presented for model quantities and all fuzzy variables are standardized. The usage of the RSM shows that this approach has effectiveness for the complex structural problems with a large number of fuzzy variables. However, the RSM is only suitable for problems in which all fuzzy variables are modeled as symmetric triangular fuzzy numbers. For the problems with non-symmetric triangular fuzzy numbers, the fuzzy structural analysis must use another approach. Anh et al. [6] presented an optimization algorithm for fuzzy analysis by combining the Differential Evolution (DE) with the α - level optimization. DE is a global optimization technique, which is simple and easy to use.

In this paper, the fuzzy first two natural fre-

The element stiffness matrix - $[K^{el}]$, the element geometric stiffness matrix - $[KGel]$ of the frame, and the element mass matrix - $[Mel]$ of the frame are given as follows [2]

quencies of the geometrically nonlinear planar steel frame structure with fuzzy fixity factor and fuzzy mass per unit volume are determined by using an approach for the solution. This approach is based on finite element model by combining the α - level optimization with the Differential Evolution algorithm which is a population-based optimizer. The DE is similar to a genetic algorithm (GA), but it is simple, easy for application and its global convergence and robustness are better than most other GAs [6, 7]. This proposed approach is applied to consider the twenty - story, four - bay planar steel frame with the fuzzy fixity factors at the boundary constrains are modeled as non-symmetric triangular fuzzy numbers. The fuzzy natural frequencies of different cases are solved by using DE with both fuzzy fixity factors and symmetric triangular fuzzy mass per unit volume.

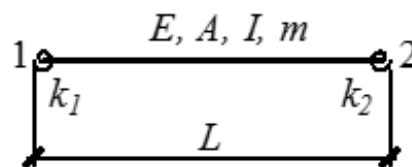
2. Finite element with geometrically nonlinear elastic semi-rigid connection

The natural frequencies are determined by solving the Eigenvalue equation.

$$\det [[K + K_G] - \omega^2 [M]] = 0 \quad (1)$$

where $[K]$ is the assembled stiffness matrix of the frame, $[K_G]$ is the assembled geometric stiffness matrix of the frame, and $[M]$ is the assembled mass matrix of the frame.

A frame element with elastic semi - rigid connection is shown in Fig. 1, with E - the elastic modulus, A - the section area, I - the inertia moment, m - the mass per unit volume, and k_i - the rotation resistance stiffness at connections ($i = 1, 2$).



Hình 1. Frame element with semi-rigid connections

$$[K^{el}] = \begin{bmatrix} \frac{EA}{L} & & & & & & \\ 0 & k_{22} & & & & & \\ & 0 & k_{32} & k_{33} & & & \\ -\frac{EA}{L} & 0 & 0 & 0 & \frac{EA}{L} & & \\ 0 & k_{52} & k_{53} & 0 & 0 & k_{55} & \\ 0 & k_{62} & k_{63} & 0 & 0 & k_{65} & k_{66} \end{bmatrix} \quad (2)$$

where

$$k_{22} = k_{55} = -k_{52} = \frac{12EI}{L^3} \frac{(s_1+s_2+s_1s_2)}{(4-s_1s_2)} \quad (3a)$$

$$k_{32} = -k_{53} = \frac{6EI}{L^2} \frac{s_1(s_2+2)}{(4-s_1s_2)} \quad (3b)$$

$$k_{33} = 2k_{63} = \frac{12EI}{L} \frac{s_1}{(4-s_1s_2)} \quad (3c)$$

$$k_{62} = -k_{65} = \frac{6EI}{L^2} \frac{s_2(s_1+2)}{(4-s_1s_2)} \quad (3d)$$

$$k_{66} = \frac{12EI}{L} \frac{s_2}{(4-s_1s_2)} \quad (3e)$$

$$[K_G^{el}] = c \begin{bmatrix} 0 & & & & & & \\ 0 & k_{22}^g & & & & & \\ 0 & k_{32}^g & k_{33}^g & & & & \\ 0 & 0 & 0 & 0 & & & \\ 0 & k_{52}^g & k_{53}^g & 0 & k_{55}^g & & \\ 0 & k_{62}^g & k_{63}^g & 0 & k_{65}^g & k_{66}^g & \end{bmatrix} \quad (4)$$

with

$$c = \frac{P}{30L(4-s_1s_2)^2} \quad (5a)$$

$$k_{22}^g = k_{55}^g = -k_{52}^g = 12s_1s_2(s_2 - 34) + 96(s_2^2 + 5) + 12(3s_2^2 + s_2 + 8)s_1^2 \quad (5b)$$

$$k_{32}^g = -k_{53}^g = 12Ls_1s_2(4s_2 - 7) + 3Ls_1^2(s_2^2 - 12s_2 + 32) \quad (5c)$$

$$k_{33}^g = 12L^2s_1^2(2s_2^2 - 7s_2 + 8) \quad (5d)$$

$$k_{62}^g = -k_{65}^g = 96Ls_2^2 + 3Ls_2(s_2 + 16)s_1^2 - 12Ls_1s_2(3s_2 + 7) \quad (5e)$$

$$k_{63}^g = -3L^2s_1s_2(28 - 16s_2 + s_1(7s_2 - 16)) \quad (5f)$$

$$k_{66}^g = 12L^2s_2^2(2s_1^2 - 7s_1 + 8) \quad (5g)$$

and

$$[M^{el}] = \frac{mAL}{420d^2} \begin{bmatrix} 140d^2 & & & & & & \\ 0 & m_{22} & & & & & \\ & 0 & m_{32} & m_{33} & & & \\ 70d^2 & 0 & 0 & 0 & 140d^2 & & \\ & 0 & m_{52} & m_{53} & 0 & m_{55} & \\ 0 & m_{62} & m_{63} & 0 & 0 & m_{65} & m_{66} \end{bmatrix} \quad (6)$$

where

$$d = 4 - s_1s_2 \quad (7a)$$

$$m_{22} = 16(140 - 49s_2 + 8s_2^2) + 4s_1^2(32 - 55s_2 + 32s_2^2) + 4s_1(224 - 328s_2 + 50s_2^2) \quad (7b)$$

$$m_{33} = 4L^2s_1^2(32 - 31s_2 + 8s_2^2) \quad (7c)$$

$$m_{55} = 64(35 + 14s_2 + 2s_2^2) + 4s_1^2(32 - 50s_2 + 32s_2^2) - 4s_1(196 - 328s_2 + 55s_2^2) \quad (7d)$$

$$m_{66} = 4L^2s_2^2(32 - 31s_2 + 8s_1^2) \quad (7e)$$

$$m_{32} = 2Ls_1(32(7 - 5s_2 + s_2^2) + s_1(64 - 86s_2 + 25s_2^2)) \quad (7f)$$

$$m_{52} = 1120 - 56s_2 - 128s_2^2 + 2s_1(-28 - 184s_2 + 5s_2^2) + 2s_1^2(-64 + 5s_2 + 41s_2^2) \quad (7g)$$

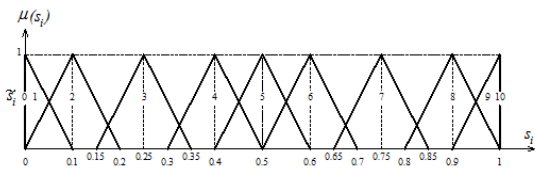
$$m_{62} = Ls_2(128s_2 - 392 + 2s_1(50 + 19s_2) + s_1^2(64 - 55s_2)) \quad (7h)$$

$$m_{53} = Ls_1(4(98 - 25s_2 - 16s_2^2) - s_1(128 + 38s_2 - 55s_2^2)) \quad (7i)$$

$$m_{63} = L^2s_1s_2(64s_2 - 124 + s_1(64 - 31s_2)) \quad (7j)$$

$$m_{65} = -2Ls_2(224 + 64s_2 + s_1^2(32 + 25s_2) - 2s_1(80 + 43s_2)) \quad (7k)$$

where P is the axial force of each element, $s_i = Lk_i/(3EI + Lk_i)$ denote the fixity factor of semi – rigid connection at the boundaries (i=1,2). In steel structures, the common connections can be defined by linguistic terms as shown in Fig. 2. Eleven linguistic terms are assigned numbers from 0 to 10. These include 0-Ideal Hinged (Absolutely Hinged), 1-Very Hinged (e.g. single web angle), 2-Almost Hinged (e.g. single web plate), 3- Fairly Hinged (e.g. double web angle), 4-More and Less Hinged (e.g. header plate), 5-Half Rigid-Half Hinged (e.g. top & seat angle), 6-More and Less Rigid (e.g. top plate & seat angle), 7-Fairly Rigid (e.g. top & seat plate), 8-Almost Rigid (e.g. end plate), 9-Very Rigid (e.g. t-stub & web angle), 10-Ideal Rigid (Absolutely Rigid) [1].



Hình 2. Memberships of the fuzzy fixity factors

In the classical finite element method (FEM), the values of ω_j are determined by solving the eigenvalue problem, which is easy to implement by using function $eig(K+K_G, M)$ integrated to already-available analysis tools in the MATLAB. In Eq. (1), when fixity factors of connections and masses are given by fuzzy numbers, the natural frequencies are also the fuzzy numbers. The fuzzy natural frequencies are determined by the fuzzy finite element method (FFEM) using the α -cut strategy with the optimization approaches. FFEM is an extension of FEM in the case that the input quantities in the FEM are modeled as

fuzzy numbers. In this study, two optimization approaches are presented in the next section: the response surface method (RSM) and the differential evolution algorithm (DE).

3. Algorithms for fuzzy structural analysis

For fuzzy structural analysis, the α -level optimization is known as a general approach in which all the fuzzy inputs are discretized by the intervals that are equal α -levels. The output intervals are then searched by the optimization algorithms. The optimization process is implemented directly by the finite element model and the goal function is evaluated many times in order to reach to an acceptable value. In this study, the solution procedure is proposed by combining the Differential Evolution (DE) with the α -level optimization. DE, which is a population-based optimizer, is suggested by Storn and Price in 1995 [8]. The DE algorithm has shown to be better than the genetic algorithm (GA) and is simple and easy to use. The basic procedure of DE is described as following [6-9].

For an objective function $f(x)$, we want to seek the global optima of $f(x)$ over a continuous space domain:

$$x = x_i, x_i \in [x_{i,min}, x_{i,max}], i = 1, 2, \dots, n.$$

For each generation G, a population of NP parameter vector $x_k(G)$, $k = 1, 2, \dots, NP$, is utilized. The initial population is generated as

$$x_{k,i}(0) = x_{i,min} + rand[0, 1] \cdot (x_{i,max} - x_{i,min}), i = 1, \dots, n \quad (11)$$

where $rand[0,1]$ is the uniformly distributed random real value in the interval $[0,1]$.

For each target vector in a population $x_k(G)$, $k=1,2,\dots,NP$, a mutant vector y is generated according to the following equation:

$$y = x_{r_1}(G) + F \cdot (x_{r_2}(G) - x_{r_3}(G)) \quad (12)$$

with r_1, r_2, r_3 are randomly chosen integers and $1 \leq r_1 \neq r_2 \neq r_3 \neq k \leq NP$; F is a real and constant factor usually chosen in the interval $[0,1]$ to control the amplification of the differential variation ($x_{r_2}(G) - x_{r_3}(G)$)

In order to increase the diversity of the perturbed parameter vectors, the crossover is introduced. To this end, the trial vector z with its elements determined by:

$$z_i = \begin{cases} y_j & \text{if } (rand[0, 1] \leq Cr) \text{ or } (r = i) \\ x_{k,i} & \text{if } (rand[0, 1] > Cr) \text{ and } (r \neq i) \end{cases} \quad (13)$$

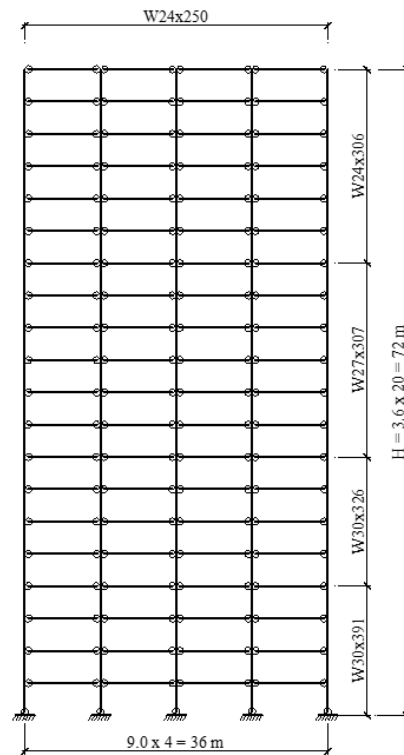
Herein, r is randomly chosen integer in the interval $[1,n]$; C_r is use-defined crossover constant in the interval $[0,1]$. The new vector z is then compared to $x_k(G)$. If z yields better objective function value then z becomes a member of the next generation ($G+1$); otherwise, the old value $x_k(G)$ is retained.

4. Numerical illustration

The example is considered by analysis a twenty – story, four – bay planar steel frame structural system as shown in Fig. 3. The elastic modulus $E = 210 \times 10^6 kN/m^2$, the mass per unit volume of the columns is m_1 , the mass per unit volume of the beams is m_2 (included load dead from slab), the fixity factor at column base is s_1 , and the fixity factor at the ends of beams is s_2 . The axial force P is calculated from the weight per unit volume. The section properties used for analysis of the frame are shown in Table 1. Fuzzy terms are considered to be triangular fuzzy numbers with 20% absolute spread [12]. Five fuzzy cases for analysis of fuzzy natural frequencies are considered as in Table 2. The fixity factors in case 1 are symmetric triangular fuzzy numbers, so the fuzzy natural frequencies are calculated with two different techniques. Since the fixity factors are non-symmetric triangular fuzzy numbers, the fuzzy natural frequencies in other cases are solved by using differential evolution algorithm.

The output intervals of the first two natural frequencies are calculated by using DE programmed in MATLAB for all cases. The parameters for DE are: the $NP=50$, $F=0.5$, $C_r = 0.9$.

The optimization process is stopped after 30 iterations. The computational time for computing the numerical case study is about five hours. The results of the natural frequencies intervals are shown in Tables 3-7. It is found from the analysis results that the natural frequencies in cases 2a and 2b (with \tilde{s}_1 is Very Hinged) are smaller than the natural frequencies in cases 3a and 3b (with \tilde{s}_1 is Very Rigid). the twenty – story, four – bay planar steel frame Figs.6-9 show the membership functions of the fuzzy natural frequencies for different cases of analysis.



Hình 3. A twenty – story – and four – bay elastic semi-rigid 2-D steel frame.

Bảng 1. Section properties used for analysis of steel frame

Member	Section	Cross-section area, A (m ²)	Moment of inertia, J (m ⁴)
Col. (1 st - 4 th FL)	W30x391	7.35E-02	8.616E-03
Col. (5 th - 8 th FL)	W30x326	6.17E-02	6.993E-03
Col.(9 th -14 th FL)	W27x307	5.82E-02	5.453E-03
Col.(15 th -20 th FL)	W24x306	5.79E-02	4.454E-03
Beam (1 st -20 th FL)	W24x250	4.74E-02	3.534E-03

Bảng 2. Cases for analysis of the fuzzy natural frequencies

Case	Fuzzy fixity factors		Mass per unit volume (T/m ³)	
	\tilde{s}_1	\tilde{s}_2	\tilde{m}_1	\tilde{m}_2
	Case 1	8	7	(7.85, 0, 0)
Case 2a	1	9	(7.85, 0, 0)	(50, 0, 0)
Case 2b	1	9	(7.85, 0.785, 0.785)	(50, 5, 5)
Case 3a	9	9	(7.85, 0, 0)	(50, 0, 0)
Case 3b	9	9	(7.85, 0.785, 0.785)	(50, 5, 5)

Bảng 3. The intervals of the natural frequencies by DE-case 1

α -cut	ω_1 (rad/s)	ω_2 (rad/s)
$\alpha=1$	[3.2474; 3.2474]	[9.8952; 9.8952]
$\alpha=0.8$	[3.1896; 3.3052]	[9.7271; 10.0635]
$\alpha=0.6$	[3.1318; 3.3631]	[9.5591; 10.2320]
$\alpha=0.4$	[3.0740; 3.4210]	[9.3910; 10.4009]
$\alpha=0.2$	[3.0161; 3.4791]	[9.2229; 10.5701]
$\alpha=0$	[2.9581; 3.5374]	[9.0545; 10.7399]

Bảng 4. The intervals of the natural frequencies by DE-case 2a

α -cut	ω_1 (rad/s)	ω_2 (rad/s)
$\alpha=1$	[3.6786; 3.6786]	[11.0245; 11.0245]
$\alpha=0.8$	[3.6219; 3.7015]	[10.8653; 11.0940]
$\alpha=0.6$	[3.5655; 3.7219]	[10.7069; 11.1570]
$\alpha=0.4$	[3.5095; 3.7403]	[10.5491; 11.2143]
$\alpha=0.2$	[3.4536; 3.7568]	[10.3919; 11.2667]
$\alpha=0$	[3.3980; 3.7717]	[10.2352; 11.3148]

Bảng 5. The intervals of the natural frequencies by DE-case 2b

α -cut	ω_1 (rad/s)	ω_2 (rad/s)
$\alpha=1$	[3.6786; 3.6786]	[11.0245; 11.0245]
$\alpha=0.8$	[3.5856; 3.7397]	[10.7567; 11.2081]
$\alpha=0.6$	[3.4950; 3.8000]	[10.4959; 11.3900]
$\alpha=0.4$	[3.4067; 3.8597]	[10.2415; 11.5711]
$\alpha=0.2$	[3.3205; 3.9193]	[9.9934; 11.7522]
$\alpha=0$	[3.2364; 3.9790]	[9.7511; 11.9341]

Bảng 6. The intervals of the natural frequencies by DE-case 3a

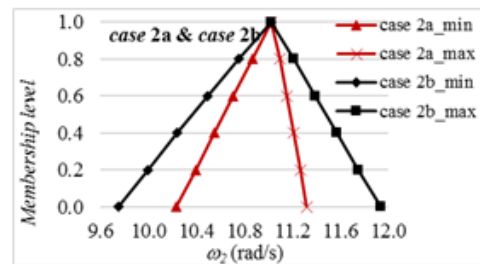
α -cut	ω_1 (rad/s)	ω_2 (rad/s)
$\alpha=1$	[3.9777; 3.9777]	[12.0239; 12.0239]
$\alpha=0.8$	[3.9176; 3.9777]	[11.8479; 12.0239]
$\alpha=0.6$	[3.8577; 3.9777]	[11.6729; 12.0239]
$\alpha=0.4$	[3.7982; 3.9777]	[11.4989; 12.0239]
$\alpha=0.2$	[3.7389; 3.9777]	[11.3258; 12.0239]
$\alpha=0$	[3.6799; 3.9777]	[11.1535; 12.0239]

Bảng 7. The intervals of the natural frequencies by DE-case 3b

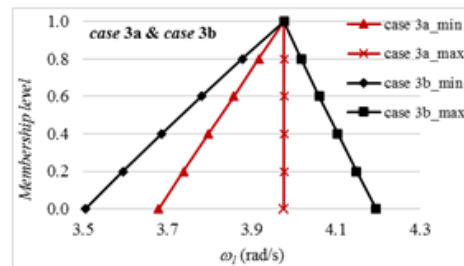
α -cut	ω_1 (rad/s)	ω_2 (rad/s)
$\alpha=1$	[3.9777; 3.9777]	[12.0239; 12.0239]
$\alpha=0.8$	[3.8784; 4.0187]	[11.7299; 12.1472]
$\alpha=0.6$	[3.7817; 4.0609]	[11.4438; 12.2743]
$\alpha=0.4$	[3.6874; 4.1045]	[11.1650; 12.4054]
$\alpha=0.2$	[3.5955; 4.1494]	[10.8933; 12.5408]
$\alpha=0$	[3.5058; 4.1958]	[10.6283; 12.6806]

α -cut	ω_1 (rad/s)	ω_2 (rad/s)
$\alpha=1$	[3.6786; 3.6786]	[11.0245; 11.0245]
$\alpha=0.8$	[3.5856; 3.7397]	[10.7567; 11.2081]
$\alpha=0.6$	[3.4950; 3.8000]	[10.4959; 11.3900]
$\alpha=0.4$	[3.4067; 3.8597]	[10.2415; 11.5711]
$\alpha=0.2$	[3.3205; 3.9193]	[9.9934; 11.7522]
$\alpha=0$	[3.2364; 3.9790]	[9.7511; 11.9341]

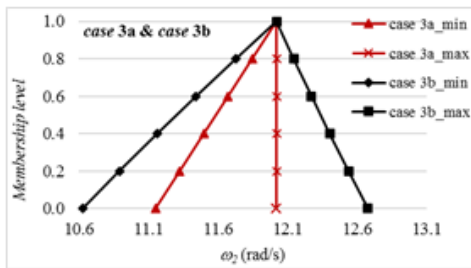
Hình 5. The fuzzy 2nd natural frequencies solved by using RSM and DE – case 1



Hình 7. The fuzzy 2nd natural frequencies solved by using DE – cases 2a and 2b



Hình 8. The fuzzy 1st natural frequencies solved by using DE – cases 3a and 3b



Hình 9. The fuzzy 2^{nd} natural frequencies solved by using DE – cases 3a and 3b

5. Conclusion

From the accuracy of the result implemented by using DE in the case 1, this paper is extended for the other cases in which the fuzzy input variables modeled as any triangles. The results are obtained by using this approach show that the α – level optimization algorithm in combination with DE is an effective method, in which the finite element method is applied to geometrically non-linear elastic semi-rigid connection with multi-degree-of-freedom systems and non-symmetric triangular fuzzy variables.

Tài liệu tham khảo

- [1] Ali Keyhani, Seyed Mohammad Reza Shahabi, Fuzzy connections in structural analysis, ISSN 1392 – 1207, MECHANIKA, Volume 18(4), (2012), pp. 380-386
- [2] Vu Quoc Anh, and Nghiem Manh Hien, Geometric nonlinear vibration analysis of steel frames with semi-rigid connections and rigid-zones, Vietnam Journal of Mechanics, VAST, Vol. 25, No. 2 (2003), pp. 122-128
- [3] Amar Khennane, Introduction to Finite Element Analysis Using MATLAB and Abaqus, CRS Press, Taylor and Francis Group, New York, (2013)
- [4] Angel L. Morales, Jam A. Rongong, and Neil D. Sims, A fuzzy finite element method programmed in Matlab for the analysis of uncertain control systems of structures, MATLAB – A Ubiquitous Tool for Practice Engineer, (2011), pp. 291-304
- [5] Nguyen Hung Tuan, Le Xuan Huynh, Pham Hoang Anh, A fuzzy finite element algorithm based on response surface method for free vibration analysis of structure, Vietnam Journal of Mechanics, VAST, Vol. 37, No. 1 (2015), pp. 17-27
- [6] Anh Hoang Pham, Thanh Xuan Nguyen, and Hung Van Nguyen, Fuzzy Structural Analysis Using Improved Differential Evolution Optimization, International Conference on Engineering Mechanic and Automation (ICEMA 3) Hanoi, (October 15-16, 2014), pp. 492-498
- [7] Efrén Mezura-Montes, Margarita Reyes-Sierra, and Carlos A. Coello Coello, Multi-Objective Optimization using Differential Evolution: A Survey of the State-of-the-Art, Soft Computing with Applications (SCA), Volume 1, (Number 1, June 2013)
- [8] Storn, R., and Price, K, Differential Evolution – A Simple and Efficient Adaptive Scheme for Global Optimization over Continuous Spaces, International Computer Science Institute, Berkeley, (1995)
- [9] Storn, R., and Price, K, Differential Evolution – A Simple and Efficient Heuristic for Global Optimization over Continuous Spaces, Journal of Global Optimization 11, Netherlands, (1997), pp. 341-359
- [10] R. L. Mason, R. F. Gunst, and J. L. Hess, Statistical design and analysis of experiments: With applications to engineering and science, Vol. 474. John-Wiley & Sons, (2003)
- [11] N. V. Queipo, R. T. Haftka, W. Shyy, T. Goel, R. Vaidyanathan, and P. K. Tucker, Surrogate-based analysis and optimization, Progress in Aerospace Sciences, 41, (1), (2005), pp. 1-28.
- [12] Wang, Li-Xin, A Course in Fuzzy Systems and Control. Upper-Saddle River, NJ: Prentice-Hall (1997).

THẺ LỆ VIẾT VÀ GỬI BÀI

1. Bài nhận đăng là các công trình mới có ý nghĩa khoa học và thực tiễn trong các lĩnh vực khoa học và công nghệ, chưa công bố ở bất kỳ tạp chí nào.

2. Một số lưu ý về hình thức và bố cục của bài báo

2.1. Hình thức của bài báo

- Bài viết được soạn thảo bằng các phần mềm soạn thảo văn bản Latex hoặc MS Word (sẽ chuyển qua định dạng Latex nếu chọn đăng), không quá 10 trang giấy khổ A4. Hình ảnh trong bài viết rõ ràng, theo định dạng PNG, JPG hoặc WMF. Tên hình vẽ đặt ở phía dưới, tên bảng biểu đặt ở phía trên, hình và bảng được đánh số thứ tự.

2.2. Bố cục của bài báo

- Phần tiêu đề: chứa các thông tin sau:

- Tiêu đề bài báo: bằng tiếng Việt và tiếng Anh, súc tích, đầy đủ thông tin.
- Tên các tác giả: ghi đầy đủ theo thứ tự họ, chữ lót và tên. Phía trên tên tác giả liên lạc (corresponding author) được đánh dấu *.
- Cơ quan công tác: cung cấp địa chỉ thuận lợi cho việc liên hệ.
- Địa chỉ e-mail: địa chỉ e-mail (nếu có) của các tác giả có tên trong bài báo.

- Phần tóm tắt: bằng tiếng Việt và tiếng Anh giới thiệu một cách ngắn gọn về mục đích nghiên cứu và kết quả đạt được của bài báo.

- Phần nội dung: đầy đủ các mục: a. Đặt vấn đề (nêu rõ mục đích, đối tượng nghiên cứu, tính thời sự của vấn đề); b. Giải quyết vấn đề (phương pháp nghiên cứu, phương tiện sử dụng khi nghiên cứu, nội dung nghiên cứu đã thực hiện); c. Kết quả nghiên cứu và thảo luận; d. Kết luận.

- Phần tài liệu tham khảo: chỉ nêu các tài liệu trích dẫn đã được liệt kê, sắp thứ tự bằng số chứa trong các ngoặc vuông, định dạng như sau:

- Đối với sách, luận án, báo cáo: số thứ tự, họ và tên tác giả hoặc tên cơ quan ban hành, tên sách (luận án, báo cáo), nhà xuất bản, nơi xuất bản, năm xuất bản.
- Đối với bài báo: số thứ tự, họ và tên tác giả, tên bài báo, tên tạp chí, tập, số, năm xuất bản, số trang.

3. Địa chỉ gửi bài: Tạp chí Khoa học và Công nghệ- Đại học Duy Tân, 03 Quang Trung, Đà Nẵng;
ĐT: 0236.382711- 413; Fax: 0236.3650443; Email: tapchikhcn@duytan.edu.vn.

Lưu ý.

- Ban biên tập chỉ nhận những bài đã được chuẩn bị theo đúng các qui định trên. Nếu bài không được đăng, tòa soạn sẽ không trả lại bản thảo.