

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC



NGUYỄN HỮU QUYỀN

PHÂN TÍCH ĐOẠN NHIỆT SÓNG
XUNG KÍCH TRONG HỖN HỢP CHẤT LỎNG
VÀ CHẤT KHÍ HAI THÀNH PHẦN

LUẬN VĂN THẠC SĨ TOÁN HỌC

THÁI NGUYÊN - 2016

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC



NGUYỄN HỮU QUYỀN

**PHÂN TÍCH ĐOẠN NHIỆT SÓNG
XUNG KÍCH TRONG HỖN HỢP CHẤT LỎNG
VÀ CHẤT KHÍ HAI THÀNH PHẦN**

LUẬN VĂN THẠC SĨ TOÁN HỌC

Chuyên ngành : Toán ứng dụng

Mã số : 60 46 01 12

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

PGS.TS. Nguyễn Văn Tuấn

THÁI NGUYÊN - 2016

MỤC LỤC

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU SỬ DỤNG	iii
MỞ ĐẦU	1
1. Tính cấp thiết của đề tài	1
2. Mục đích, phạm vi và nội dung nghiên cứu.....	2
3. Phương pháp nghiên cứu.....	4
4. Ý nghĩa thực tiễn của đề tài.....	4
CHƯƠNG I:TỔNG QUAN.....	6
CHƯƠNG II:PHÂN TÍCH ĐOẠN NHIỆT SÓNG XUNG KÍCH TRONG CÁC HỖN HỢP CHẤT LỎNG VÀ CHẤT KHÍ HAI THÀNH PHẦN.....	10
2.1. Hệ phương trình cơ sở.....	10
2.2. Biểu thức biểu diễn vận tốc sóng tới.....	14
2.2.1. Trường hợp môi trường là hỗn hợp chất lỏng chứa bọt khí hoà tan	15
2.2.2. Trường hợp môi trường là hỗn hợp chất lỏng chứa bọt khí không hoà tan.....	16
2.3. Biểu thức biểu diễn áp suất của sóng phản xạ	18
2.4. Phương pháp giải số và chương trình tính	21
2.4.1. Xác định vận tốc sóng tới.....	21
2.4.2. Xác định áp suất của sóng phản xạ	21
2.4.3. Chương trình tính toán	22
CHƯƠNG III:MỘT SỐ TÍNH TOÁN KIỂM ĐỊNH, NGHIÊN CỨU VÀ ĐÁNH GIÁ VỀ ĐOẠN NHIỆT SÓNG XUNG KÍCH TRONG MỘT SỐ HỖN HỢP CHẤT LỎNG VÀ CHẤT KHÍ HAI THÀNH PHẦN.....	23
3.1. Mô tả mô hình sử dụng, tính toán và so sánh	23
3.2. Sự ảnh hưởng của hỗn hợp lỏng - bọt hai thành phần đối với vận tốc sóng tới	25
3.3. Sự tăng áp suất của sóng xung kích trong các hỗn hợp chất lỏng và chất khí hai thành phần khi bị phản xạ bởi tường cứng.....	27

3.3.1. Hỗn hợp là nước chứa bọt hơi và không khí.....	28
3.3.2. Hỗn hợp là dầu thô chứa bọt gồm khí hoà tan và khí không hòa tan	31
3.4. So sánh các kết quả tính toán giữa các hỗn hợp chất lỏng chứa bọt hai thành phần	34
3.5. Nhận xét	36
KẾT LUẬN	38
TÀI LIỆU THAM KHẢO	39

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU SỬ DỤNG

Chi số trên $i = 1, 2$	- Trạng thái cân bằng sau sóng tới và sau sóng phản xạ của hỗn hợp
Chỉ số dưới $i = 0, 1, 2, \dots, v$	- Trạng thái ban đầu của hỗn hợp, chỉ pha lỏng, pha khí, khí hòa tan và không hòa tan.
g	
B	- Hằng số khí.
c, c_{p2}, c_{v2}	- Nhiệt dung riêng, nhiệt dung riêng khi áp suất và vận tốc không đổi
$D^{(i)}$	- Vận tốc của sóng.
l	- Nhiệt hóa hơi của chất lỏng.
n	- Số lượng bọt.
p	- áp suất của hỗn hợp.
p_e	- Cường độ của sóng xung kích ban đầu.
q	- Dòng nhiệt.
R	- Bán kính bọt.
T	- Nhiệt độ của hỗn hợp.
t	- Thời gian.
$v, v^{(i)}$	- Vận tốc của hỗn hợp.
x_i	- Phần khối lượng của pha i .
α	- Phần thể tích của pha trong hỗn hợp.
σ	- Hệ số sức căng bề mặt.

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Trong quá trình nghiên cứu về dòng chảy nhiều pha, quá trình nghiên cứu về dòng hai pha khí - lỏng đã được bắt đầu từ rất sớm và phần lớn gắn với công nghiệp năng lượng khai thác, chế biến vận chuyển dầu khí, trong công nghệ hoá học và trong các quá trình tự nhiên... Tuy vậy, chỉ từ những năm 1950 trở lại đây, việc nghiên cứu về dòng hai pha khí - lỏng mới được bắt đầu tiến hành một cách có hệ thống cả về lý thuyết và thực nghiệm. Tuy nhiên, vấn đề chuyển động của môi trường nhiều pha còn chưa có được quan điểm chung và các thực nghiệm đều dựa trên hệ thống đơn giản, với các môi trường chất là nước và không khí ở điều kiện áp suất khí quyển. Chỉ trong hơn 20 năm gần đây định hướng khoa học mới về vấn đề này mới được phát triển mạnh, trong đó đã hình thành nhiều khái niệm, những nguyên tắc mới về nghiên cứu và hàng loạt các kết quả có giá trị quan trọng trong lý thuyết và thực nghiệm, về động lực học của môi trường nhiều pha nói chung và môi trường hai pha khí-lỏng nói riêng. Trong các hỗn hợp này, thì quá trình trao đổi nhiệt - chất là một trong những hiện tượng quan trọng không thể tách rời, nhất là trong trường hợp tồn tại sóng xung kích lan truyền trong hỗn hợp.

Môi trường hai pha là hỗn hợp chất lỏng chứa bọt của khí hoà tan, ngưng tụ (hay của khí không hoà tan, không ngưng tụ) lý thú ở chỗ, trong hỗn hợp do có sự kết hợp của các tính chất phi tuyến vật lý mạnh, sự tán sắc và quá trình hao tán năng lượng, nên biểu đồ mô tả các sóng có thể có nhiều dạng. Chính vì vậy, khi thay đổi các điều kiện thủy động lực, sẽ dẫn đến sự thay đổi các cấu trúc về sóng, các tính chất nhiệt vật lý, và các quá trình tương tác giữa các pha. Tính chất đặc trưng của hỗn hợp chất lỏng chứa bọt khí trong các quá trình động lực học là sự xuất hiện hiện tượng biến dạng cục bộ của hỗn hợp khi thay đổi thể tích môi trường, do sự thay đổi thể tích của bọt (bởi tính đàn hồi của nó). Khả năng và mức độ xuất hiện tính đàn hồi trong bọt lại phụ thuộc

manh vào sự trao đổi nhiệt và khối lượng giữa pha lỏng và pha khí. Sự xuất hiện đồng thời những năng lượng do biến dạng này của chất lỏng và chất khí sẽ dẫn tới sóng sẽ có cấu trúc khác nhau (sóng có tính chất đơn điệu hay dao động). Ngoài ra, sự truyền sóng áp suất trong những môi trường như vậy (đặc biệt là trong những trường hợp khi cường độ của sóng áp suất được khuếch đại một cách đột ngột) sẽ dẫn đến khả năng hoà tan và ngưng tụ của pha khí, từ đó dẫn đến sự thay đổi chủ yếu cấu trúc vật lý của môi trường.

Do hỗn hợp chất lỏng chứa bọt khí có tính chất đặc biệt như trên, hơn nữa đây là hỗn hợp xuất hiện rất nhiều trong các lĩnh vực công nghiệp năng lượng, công nghệ hoá học, và các quá trình tự nhiên... cho nên, sự hiểu biết về các hiện tượng có thể xuất hiện khi sóng áp suất lan truyền qua chất lỏng chứa bọt (đặc biệt là trong trường hợp cường độ của sóng áp suất đột ngột được khuếch đại, ví dụ như: sóng áp suất lan truyền trong hỗn hợp và bị phản xạ bởi tường cứng) là rất cần thiết cho sự phân tích các chế độ làm việc quá độ của các thiết bị năng lượng, để phân tích tình huống hư hỏng và đảm bảo an toàn khi khai thác của các nhà máy điện nguyên tử, để phân tích các hiện tượng xâm thực trong các máy tuốc bin, để sử dụng trong công nghiệp khai thác, vận chuyển và chế biến dầu khí...

Sự hiểu biết đúng đắn về các vấn đề đã được nêu ra ở trên có giá trị quan trọng không chỉ đối với các nước có nền công nghiệp phát triển như: Anh, Pháp, Mỹ... mà nó còn có ý nghĩa với cả những nước có nền công nghiệp đã và đang phát triển (nhất là công nghiệp dầu khí), trong đó có Việt Nam của chúng ta.

Căn cứ vào tình hình phát triển của những nghiên cứu về các quá trình lan truyền của sóng xung kích trong hỗn hợp các chất lỏng - bọt trên thế giới nói chung và Việt nam nói riêng, mục đích chính được đề ra và đã được thực hiện trong luận văn này, với tiêu đề: *“Phân tích đoạn nhiệt sóng xung kích trong hỗn hợp chất lỏng và chất khí hai thành phần”*.

2. Mục đích, phạm vi và nội dung nghiên cứu.

a). Mục đích nghiên cứu.

Căn cứ vào tình hình phát triển của những nghiên cứu về các quá trình lan truyền của sóng xung kích trong hỗn hợp các chất lỏng - bọt trên thế giới nói chung và Việt nam nói riêng, mục đích chính được đề ra và đã được thực hiện trong luận văn này bao gồm:

- Nghiên cứu sự ảnh hưởng của hỗn hợp chất lỏng và chất khí hai thành phần tới vận tốc của sóng xung kích khi sóng này lan truyền trong hỗn hợp.
- Nghiên cứu sự tăng áp suất trong một số hỗn hợp chất lỏng và chất khí hai thành phần, khi sóng xung kích lan truyền trong hỗn hợp tới tác động vào tường cứng và bị phản xạ về phía ngược lại.
- So sánh sự ảnh hưởng của một số hỗn hợp chất lỏng và chất khí hai thành phần tới vận tốc truyền sóng và sự tăng áp suất trong hỗn hợp khi sóng xung kích lan truyền và bị phản xạ bởi tường cứng.

b). Phạm vi và nội dung nghiên cứu:

Để giải quyết mục đích chính của luận văn đặt ra, chúng tôi chỉ nghiên cứu trong phạm vi: *Không đi sâu nghiên cứu cấu trúc của sóng xung kích, mà chỉ coi sự truyền sóng xung kích như sự truyền của mặt gián đoạn trong hỗn hợp.* Sau khi trình bày tổng quan về những xu hướng phát triển trong lĩnh vực nghiên cứu các quá trình sóng xung kích lan truyền trong các hỗn hợp chất lỏng - bọt. Luận văn sẽ nghiên cứu quy luật chung, phân tích và đánh giá các quan hệ phụ thuộc đặc trưng của sóng xung kích trong hỗn hợp chất lỏng và chất khí hai thành phần là khí hòa tan và khí không hòa tan khi bị phản xạ bởi tường cứng. Dựa trên cơ sở phân tích hệ thức biểu diễn sự liên quan giữa các tham số trước và sau sóng trên đường đoạn nhiệt, xây dựng các mối quan hệ giữa vận tốc sóng tới và áp suất phản xạ bởi tường cứng đối với các tham số trên bằng các phương trình vi phân. Xây dựng chương trình tính để giải các phương trình này. Các kết quả của chương trình tính được sử dụng để nghiên cứu sự ảnh hưởng của hỗn hợp chất lỏng đến vận tốc sóng tới, sự tăng cường

độ của sóng áp suất khi bị phản xạ bởi tường cứng trong các hỗn hợp chất lỏng và chất khí hai thành phần, khi tồn tại sóng xung kích lan truyền trong hỗn hợp.

3. Phương pháp nghiên cứu.

Phân tích hiện tượng, xây dựng mô hình và mô phỏng số trị bằng cách giải hệ phương trình thủy – nhiệt động lực học bằng phương pháp số. Các kết quả tính toán và thực nghiệm đã công bố của các tác giả khác được sử dụng để kiểm định kết quả tính toán mô hình số trị.

4. Ý nghĩa thực tiễn của đề tài.

Ý nghĩa thực tiễn của luận văn nằm ở sự phát triển các phương pháp số, xây dựng thuật toán và chương trình tính tin cậy cho phép nghiên cứu các quá trình đặt ra trên máy PC. Kết quả của luận văn có thể được sử dụng để phân tích các hiện tượng xảy ra trong các hỗn hợp chất lỏng chứa bọt khí hai thành phần, khi có sóng xung kích lan truyền trong hỗn hợp. Chương trình được xây dựng trong luận văn cũng có thể được sử dụng để nghiên cứu một số hiện tượng khác có liên quan.

Luận văn này được thực hiện tại Trường Đại học Khoa học-Đại học Thái Nguyên và hoàn thành với sự hướng dẫn của PGS.TS. Nguyễn Văn Tuấn (Trường Đại học Kỹ thuật công nghiệp - Đại học Thái Nguyên).

Tác giả xin được bày tỏ lòng biết ơn chân thành và sâu sắc tới người hướng dẫn khoa học của mình, người đã đặt vấn đề nghiên cứu, dành nhiều thời gian hướng dẫn và tận tình giải đáp những thắc mắc của tác giả trong suốt quá trình làm luận văn.

Tác giả xin trân trọng cảm ơn Ban Giám hiệu Trường Đại học Khoa học-Đại học Thái Nguyên, Ban Chủ nhiệm Khoa Toán-Tin, cùng các giảng viên đã tham gia giảng dạy, đã tạo mọi điều kiện tốt nhất để tác giả học tập và nghiên cứu. Tác giả muốn gửi những lời cảm ơn tốt đẹp nhất tới tập thể Lớp B, cao học Toán khóa 8 (2014-2016) đã động viên và giúp đỡ tác giả rất nhiều trong suốt quá trình học tập. Nhân dịp này, tác giả cũng xin chân thành cảm ơn Trường

THPT Đông Thành, Phường Minh Thành, Huyện Yên Hưng, Tỉnh Quảng Ninh đã tạo điều kiện cho tác giả hoàn thành tốt nhiệm vụ học tập và công tác của mình.

Thái Nguyên, ngày 20 tháng 5 năm 2015

Tác giả

Nguyễn Hữu Quyền