

MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN	2
Danh sách các kí hiệu và chữ viết tắt.....	3
MỞ ĐẦU.....	4
CHƯƠNG I TỔNG QUAN	8
CHƯƠNG II CƠ SỞ LÝ THUYẾT.....	12
2.1. HỆ PHƯƠNG TRÌNH THUỶ- NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC CHO MÔI TRƯỜNG HAI PHA LÔNG HƠI.....	12
2.1.1. Xây dựng mô hình.....	12
2.1.2. Hệ phương trình cơ sở.....	13
2.2. PHƯƠNG PHÁP GIẢI SỐ VÀ CHƯƠNG TRÌNH TÍNH TOÁN	26
2.2.1. Phương pháp giải số	26
2.2.2. Chương trình tính toán	29
CHƯƠNG III MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU QUÁ TRÌNH LAN TRUYỀN VÀ TƯƠNG TÁC SÓNG XUNG KÍCH TRONG CÁC HỖN HỢP CHẤT LÔNG CHỨA BỌT HƠI.....	31
3.1. QUÁ TRÌNH LAN TRUYỀN, TƯƠNG TÁC GIỮA SÓNG NGẮN VÀ SÓNG NGẮN TRONG MỘT SỐ HỖN HỢP LÔNG - HƠI.....	31
3.1.1. Hỗn hợp nước chứa bọt hơi.....	31
3.1.2. Hỗn hợp freon21 chứa bọt hơi	36
3.1.3. Hỗn hợp nito lỏng chứa bọt hơi	38
3.2. QUÁ TRÌNH LAN TRUYỀN, TƯƠNG TÁC GIỮA SÓNG DÀI VÀ SÓNG NGẮN TRONG HỖN HỢP NƯỚC SÔI CHỨA BỌT HƠI	42
KẾT LUẬN	47
KIẾN NGHỊ VỀ NHỮNG NGHIÊN CỨU TIẾP THEO	48
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	49

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành luận văn Thạc sĩ của mình em xin được gửi lời cảm ơn chân thành tới Ban giám hiệu, phòng Đào tạo, Khoa Toán – Tin, các thầy cô giáo trường Đại học Khoa học – Đại học Thái Nguyên và các thầy đang công tác tại Viện Toán học Việt Nam đã nhiệt tình truyền đạt cho em những kiến thức quý báu trong suốt quá trình học tập và hoàn thành luận văn Thạc sĩ.

Đặc biệt, em xin được gửi lời biết ơn chân thành nhất tới PGS.TS. Nguyễn Văn Tuấn, người trực tiếp chỉ bảo, hướng dẫn và động viên em trong suốt quá trình nghiên cứu và hoàn thành luận văn.

Xin được gửi lời cảm ơn đến BGH, các bạn đồng nghiệp của tôi tại trường PTDT Nội trú cấp II-III Bắc Quang, Hà Giang đã quan tâm, tạo mọi điều kiện thuận lợi nhất để tôi hoàn thành khóa học. Xin cảm ơn các anh chị em học viên lớp cao học K4A đã đoàn kết, đùm bọc và giúp đỡ nhau trong toàn khóa học.

Cuối cùng xin được gửi lời biết ơn sâu sắc đến những người thân trong gia đình tôi, những người luôn động viên, khuyến khích và giúp đỡ tôi trong suốt quá trình học tập. Thành quả đạt được chính là món quà mà tôi muốn dành tặng gia đình thân yêu của mình.

Thái Nguyên, tháng 11 năm 2012

Học viên

Nguyễn Đức Chung

Danh sách các kí hiệu và chữ viết tắt

B	-	Hằng số khí
c, c_{p2}, c_{v2}	-	Nhiệt dung riêng, nhiệt dung riêng khi áp suất và vận tốc không đổi
j	-	Cường độ chuyển pha
l	-	Nhiệt hoá hơi của chất lỏng
n	-	Số lượng bọt
p, p_0	-	áp suất hỗn hợp, áp suất ban đầu
p_i	-	áp suất của pha i
p_e	-	Cường độ sóng xung kích ban đầu
q	-	Dòng nhiệt
R, a	-	Bán kính của bọt
R_0, a_0	-	Bán kính ban đầu của bọt
T, T_0	-	nhiệt độ hỗn hợp, nhiệt độ ban đầu
T_i	-	nhiệt độ pha i
t	-	Thời gian
v, v_i	-	Vận tốc của hỗn hợp, vận tốc của pha thứ i
w_1	-	Vận tốc hướng kính của chất lỏng chuyển động xung quanh bọt.
w_{1a}	-	Vận tốc màng bọt
Φ, θ, P, W	-	Đại lượng không thứ nguyên của mật độ, nhiệt độ, áp suất và vận tốc màng bọt
α_i	-	Phần thể tích của pha i trong hỗn hợp
α_{i0}	-	Phần thể tích ban đầu của pha i
Σ	-	Hệ số sức căng bề mặt
ξ	-	Toạ độ Lagrange
φ_1, φ_2	-	Hệ số hiệu chỉnh của hỗn hợp
μ_1	-	Hệ số nhớt động lực của chất lỏng
ρ_i, ρ	-	mật độ của pha i, mật độ của hỗn hợp
ρ_i^0, ρ_0	-	mật độ thực của pha i, mật độ ban đầu của hỗn hợp
γ	-	tỷ số giữa nhiệt dung riêng của hơi khi áp suất không đổi và thể tích không đổi
b_1, b_2, b_3, b_4	-	cường độ của các xung áp suất

MỞ ĐẦU

Chất lỏng không đồng nhất hay hỗn hợp chất lỏng nhiều pha là một môi trường rất phức tạp. Môi trường này thường gặp nhiều trong các quá trình tự nhiên, trong công nghệ hoá học, vật lý... và cũng được ứng dụng rất nhiều trong các ngành công nghiệp năng lượng như : khai thác , vận chuyển và chế biến dầu khí...Tuy nhiên, chỉ từ 1950 trở lại đây, việc nghiên cứu về dòng hai pha khí lỏng mới được tiến hành một cách có hệ thống cả về lý thuyết và thực nghiệm. 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.

So với môi trường là chất lỏng đồng nhất một pha thì môi trường hỗn hợp hai pha khác xa về tính chất vật lý, nó thể hiện ở chỗ trong hỗn hợp do có sự kết hợp 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 nhiều dạng. Chính vì vậy, khi thay đổi các điều kiện thuỷ động lực sẽ dẫn đến sự thay đổi cấu trúc về sóng, các tính chất vật lý nhiệt, và các quá trình tương tác giữa các pha. Tính chất đặc trưng của hỗn hợp chất lỏng chứa bọt hơi trong các quá trình động lực học là sự xuất hiện biến dạng cục bộ của hỗn hợp khi thay đổi thể tích môi trường do sự thay đổi thể tích của bọt. Khả năng mức độ co nén của bọt phụ thuộc mạnh 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 sẽ dẫn tới sóng có cấu trúc khác nhau. Ngoài ra, sự truyền sóng áp suất trong những môi trường như vậy cũng dẫn đến khả năng hoá hơi và ngưng tụ của pha khí, từ đó sẽ dẫn đến sự thay đổi chủ yếu cấu trúc của môi trường.

Do hỗn hợp chất lỏng chứa bọt hơi 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 và nhất là khi xảy ra quá trình tương tác giữa các sóng là rất cần thiết.

Căn cứ vào tình hình phát triển của các nghiên cứu về các quá trình lan truyền của sóng xung kích trong hỗn hợp các chất lỏng- bọt trong và ngoài nước mục đích chính của đề tài này bao gồm các vấn đề sau:

- Nghiên cứu lý thuyết về quá trình sóng trong hỗn hợp hai pha bao gồm pha phân tán là các phần tử dạng bọt hơi cùng với pha chính là chất lỏng Newton được chứa trong một ống nằm ngang. Giả sử tại hai đầu ống tồn tại hai sóng xung kích lan truyền vào trong hỗn hợp, chúng tương tác và lan truyền ra ngược nhau. Thành lập hệ phương trình vi phân đạo hàm riêng mô tả các quá trình này .

- Nghiên cứu, phân tích và đánh giá các quy luật phụ thuộc chung của sóng xung kích trong các hỗn hợp chất lỏng chứa bọt hơi trong các quá trình lan truyền và quá trình tương tác giữa các sóng trên cơ sở của hệ phương trình thủy - nhiệt động lực học. Sau khi đã biến đổi về dạng phù hợp với việc sử dụng phương pháp số, sử dụng thuật toán và chương trình tính phù hợp với mô hình khảo sát. Chương trình đã được kiểm chứng bằng cách so sánh kết quả của chương trình với kết quả thực nghiệm đã được công bố của các tác giả khác về sóng tới.

- Sử dụng chương trình tính nói trên để nghiên cứu và phân tích sự phụ thuộc của cường độ sóng áp suất vào: các điều kiện đầu, điều kiện biên, cường độ của sóng xung kích ban đầu, thể tích của pha hơi và các tính chất vật lý nhiệt của hỗn hợp, trong các quá trình lan truyền và tương tác của các sóng xung kích trong một số hỗn hợp chất lỏng chứa bọt hơi.

- Đưa ra nhận xét và kết luận những vấn đề nghiên cứu, đồng thời đề xuất ý kiến góp phần giảm thiểu những hiện tượng bất thường xảy ra để đảm bảo an toàn trong hệ thống truyền dẫn thủy lực.

Nội dung của luận văn được chia làm ba chương :

Chương I: Tổng quan

Trình bày tổng quan về sự phát triển và xu hướng phát triển trong lĩnh vực truyền sóng xung kích trong hỗn hợp lỏng – hơi, các hiện tượng xảy ra khi sóng lan truyền trong hỗn hợp.

Chương II: Cơ sở lý thuyết

Dựa trên cơ sở hệ phương trình thủy - nhiệt động lực học của hỗn hợp lỏng hơi mô tả hiện tượng vật lý, sử dụng thuật toán và chương trình tính phù hợp để nghiên cứu, phân tích và đánh giá quá trình lan truyền và tương tác sóng của các sóng xung kích trong hỗn hợp.

Chương III: Một số kết quả nghiên cứu quá trình lan truyền, tương tác sóng xung kích trong các hỗn hợp chất lỏng chứa bọt hơi.

Trình bày một số kết quả nghiên cứu về quá trình lan truyền và tương tác giữa sóng ngắn và sóng ngắn, giữa sóng dài và sóng ngắn. Từ các kết quả nhận được sẽ nghiên cứu, đánh giá sự ảnh hưởng của các yếu tố cường độ ban đầu của sóng, nồng độ thể tích pha hơi lên quá trình lan truyền và tương tác sóng trong hỗn hợp.

So sánh các quá trình tương tác giữa các sóng trong một số hỗn hợp chất lỏng chứa bọt hơi nhằm chỉ ra được sự ảnh hưởng của các điều kiện đầu, điều kiện biên và các tính chất vật lý nhiệt của hỗn hợp lên các quá trình lan truyền và tương tác sóng trong hỗn hợp.

Để thực hiện các nội dung trên, tôi đã tiến hành thực hiện đề tài “*Nghiên cứu quá trình lan truyền, tương tác giữa các song trong một số hỗn hợp chất lỏng hai pha*”.

Bản luận văn này được thực hiện tại trường Đại học Khoa học, Đại học Thái Nguyên và hoàn thành từ ý tưởng nghiên cứu, sự hướng dẫn tận tình và giúp đỡ về mặt khoa học của PGS. TS. Nguyễn Văn Tuấn. Tôi xin được bày tỏ lòng biết ơn chân thành tới thầy.

Tôi xin chân thành cảm ơn Trường PTDT Nội trú cấp II-III Bắc Quang, Hà Giang đã tạo mọi điều kiện thuận lợi nhất trong suốt quá trình học tập, nghiên cứu và hoàn thành luận văn tốt nghiệp.

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN

Như đã nêu trong phần mở đầu, hỗn hợp hai pha chất lỏng chứa bọt khí hoặc hơi có tính chất đặc biệt, đó là sự kết hợp của các tính chất phi tuyến vật lý mạnh, phân tán và 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 và các quá trình tương tác giữa các pha. Cho nên sự hiểu biết về các hiện tượng bất thường có thể xuất hiện khi sóng áp suất lan truyền qua chất lỏng chứa bọt hơi là rất cần thiết để giải quyết một loạt các bài toán thực tế như để phân tích chế độ làm việc quá độ của các thiết bị năng lượng, phân tích tình huống hư hỏng và đảm bảo an toàn khi khai thác của các nhà máy điện nguyên tử, phân tích các hiện tượng xâm thực trong các máy tuốc bin, trong các hệ thống truyền dẫn thủy lực, để ứng dụng trong công nghiệp khai thác, vận chuyển và chế biến dầu khí, trong công nghệ hoá học,.. Dẫn đến sự cấp thiết của việc nghiên cứu thủy động lực học về các quá trình sóng trong môi trường chất lỏng có bọt.

Môi trường hỗn hợp của chất lỏng với bọt của khí hoà tan và ngưng tụ (hay khí không hoà tan và không ngưng tụ) thú vị ở chỗ trong chúng được cấu thành từ ba yếu tố chính : tính phi tuyến, sự tán sắc và quá trình hao tán năng lượng [1, 21]. Bức tranh sóng có thể có nhiều dạng và nó dễ dàng thay đổi bằng cách thay đổi các điều kiện thủy động lực, cấu trúc và tính chất vật lý nhiệt của hỗn hợp với các quá trình tương tác của các pha. Điều đặc biệt của hỗn hợp chất lỏng chứa bọt trong các quá trình thủy động lực là sự xuất hiện của năng lượng biến dạng cục bộ của hỗn hợp khi thay đổi thể tích môi trường, sự thay đổi này chủ yếu do sự thay đổi thể tích của bọt trong hỗn hợp do tính chất dễ co lại hay giãn nở của khí (hoặc hơi) trong bọt [3],[6].

Sự xuất hiện đồng thời của năng lượng biến dạng và sự đàn hồi dẫn đến

sóng có cấu trúc dao động bởi sự thay đổi thể tích của bọt. Ngoài ra, sự lan truyền sóng áp suất trong những môi trường như vậy dẫn đến sự hoà tan hay ngưng tụ của pha khí (hoặc hơi) và như vậy dẫn đến sự thay đổi cơ bản về bản chất và cấu trúc vật lí của hỗn hợp.

Do sự thay đổi tính chất vật lí của hỗn hợp khi có sóng xung kích lan truyền qua, nên trong hỗn hợp chất lỏng chứa bọt khí (hoặc hơi) thường xảy ra những hiện tượng thể hiện tính chất phi tuyến của hỗn hợp đó là hiện tượng khuếch đại hay tắt dần của sóng xung kích khi nó lan truyền trong hỗn hợp. Về sự khuếch đại của sóng xung kích lan truyền trong chất lỏng chứa bọt khí đã được đề cập đến trong [10], [11]. Trong các công trình này tác giả đã trình bày hệ phương trình nhiệt thuỷ động lực học, giải hệ phương trình bằng phương pháp số và đưa ra một số kết quả về sự ảnh hưởng của quá trình trao đổi nhiệt – khối lượng lên động lực học sóng của môi trường hai pha lỏng - khí hoặc hơi có xét đến khả năng ngưng tụ của hơi hay khí hoà tan của pha khí [16]. Trong trường hợp không đi sâu nghiên cứu về cấu trúc của sóng xung kích, mà chỉ xem sự truyền sóng xung kích như sự truyền của mặt gián đoạn. Tác giả đã trình bày một số kết quả nghiên cứu về sự tăng áp suất của sóng xung kích trong hỗn hợp chất lỏng chứa bọt khí hoặc hơi khi sóng này tác động và bị phản xạ bởi một tường cứng, còn hiện tượng tắt dần có thể xem trong [12].

Sóng xung kích trong hỗn hợp chứa bọt khí hoà tan hay ngưng tụ, về lý thuyết đã được nghiên cứu trong các công trình [13, 18, 19], còn bằng thực nghiệm đã được nghiên cứu bởi các công trình [12, 15, 17]. Nghiên cứu lý thuyết về sự di chuyển của bọt và về sự co lại hay giãn nở của bọt trong dòng chảy hai pha có thể xem trong [14]. Môi trường lỏng - bọt còn được sử dụng trong công nghiệp năng lượng nguyên tử. Phân tích các chế độ làm việc quá độ của của các thiết bị năng lượng, phân tích các tình huống hư hỏng và đảm bảo an toàn khi khai thác các nhà máy điện nguyên tử đã được đề cập đến

trong công trình [4].

Nhận biết được những tính chất phi tuyến mạnh của môi trường hai pha lỏng - bọt, mà trong đó có thể xuất hiện nhiều hiện tượng bất thường khi có sóng xung kích lan truyền qua như hiện tượng tăng áp suất hoặc giảm đột ngột của áp suất trong hỗn hợp [5, 19]. Hoặc một hiện tượng bất thường nữa được xảy ra, đó là hiện tượng khuếch đại cường độ của sóng áp suất khi tác động vào hỗn hợp lỏng hơi. Về vấn đề này đã được trình bày trong [9], trong [9] tác giả đã chỉ ra rõ ràng rằng, trong giai đoạn đầu khi sóng xung kích tác động vào hỗn hợp thì cường độ của sóng được tăng mạnh, tuy nhiên sự khuếch đại này cong phụ thuộc vào hỗn hợp mà nó tác động. Trong tài liệu [8], tác giả cũng đã đề cập tới quá trình trao đổi nhiệt và khối lượng trong quá trình tương tác sóng. Tại đó cường độ của sóng tăng mạnh và cường độ của sóng áp suất phụ thuộc vào tính chất vật lý nhiệt của hỗn hợp. Đây cũng là một vấn đề rất được quan tâm. Do môi trường này lại được ứng dụng rộng rãi trong rất nhiều ngành thuộc các lĩnh vực công nghiệp khác nhau. Chính vì vậy, đây là một môi trường đã tập trung được rất nhiều nhà khoa học trong nước và trên thế giới quan tâm. Với tổng quan tóm tắt trình bày thực trạng của vấn đề đối với mô hình thủy - nhiệt mô tả dòng chảy hai pha lỏng – bọt, có sóng xung kích lan truyền trong đó, tác giả đã cố gắng tìm hiểu và trình bày một số nghiên cứu về lý thuyết cũng như về thực nghiệm của quá trình lan truyền của sóng xung kích trong hỗn hợp chất lỏng hai pha, phân tích các hiện tượng, các hiệu ứng bất thường có thể xảy ra trong hỗn hợp và một số nguyên nhân cơ bản gây ra các hiệu ứng đó. Qua kết quả nghiên cứu của các công trình đã cho sự hiểu biết đúng đắn về các hiện tượng có thể xuất hiện, để giải quyết hàng loạt các bài toán thực tế như phân tích các chế độ làm việc của các trạm năng lượng, phân tích các điều kiện hư hỏng và đảm bảo an toàn khi khai thác các nhà máy điện nguyên tử, trong khai thác vận chuyển và chế biến dầu khí, trong công nghệ hoá học và các quá trình tự nhiên...