

BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI VIỆT NAM



HỌ VÀ TÊN NGHIÊN CỨU SINH
NGUYỄN VIỆT ĐỨC

TÊN ĐỀ TÀI LUẬN ÁN
NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN THIẾT BỊ TÁCH DẦU
RA KHỎI NƯỚC BẰNG PHƯƠNG PHÁP LY TÂM

Tóm tắt luận án tiến sĩ kỹ thuật

Ngành: Kỹ thuật cơ khí động lực; mã số: 9520116

Chuyên ngành: Khai thác, bảo trì tàu thủy.

Hải Phòng – 2021

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC ĐÃ CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐẾN ĐỀ TÀI LUẬN ÁN

- [1]. PGS.TS Nguyễn Hồng Phúc, NCS Nguyễn Việt Đức (2015). Mô phỏng quá trình lan dầu tràn trên biển và thiết kế hệ thống hút gạn dầu tràn hiệu quả. Tạp chí Khoa học & Công nghệ, số 27, tr. 100 - 102.
- [2]. Nguyễn Việt Đức, Trần Hồng Hà, Nguyễn Hồng Phúc (2016). Nghiên cứu ảnh hưởng động lực học dòng chảy hỗn hợp dầu nước tới chất lượng phân ly của máy phân ly dầu nước ly tâm. Tạp chí Cơ khí Việt Nam, số đặc biệt, tr. 332 - 337.
- [3]. PGS.TS Nguyễn Hồng Phúc, NCS Nguyễn Việt Đức (2016). Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của một số thông số đầu vào đến quá trình tách dầu trong thiết bị lọc ly tâm. Đề tài cấp cơ sở, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam.
- [4]. TS. Trần Hồng Hà, PGS.TS Nguyễn Hồng Phúc, Nguyễn Việt Đức (2016). Tính toán và thiết kế bộ kết hợp dầu hiệu quả trong máy phân ly dầu nước tàu thủy. Tuyển tập báo cáo khoa học, chuyên ngành công nghiệp - Bộ Giao thông vận tải, tr. 210 - 216.
- [5]. ThS. Nguyễn Việt Đức, PGS. TS. Trần Hồng Hà (2018). Numerical study of a voraxial separator for treatment of oil spills from vessels. Kỷ yếu Hội nghị khoa học công nghệ giao thông vận tải lần IV, tr. 432 - 436.

MỤC LỤC

Trang

MỤC LỤC	1
MỞ ĐẦU	2
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU	4
1.1 Một số nguồn gây ra lẫn dầu vào trong nước	4
1.2 Một số giải pháp tách dầu ra khỏi hỗn hợp dầu nước	4
1.3 Nghiên cứu phát triển thiết bị tách dầu bằng phương pháp ly tâm	4
1.4 Kết luận chương 1	7
CHƯƠNG 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT	7
2.1. Mô hình nghiên cứu thiết bị tách dầu	7
2.2. Cơ sở xác định các kích thước thủy lực cơ bản của thiết bị tách dầu	8
2.3. Chương trình tính toán các thiết bị của hệ thống tách dầu	10
2.4. Cơ sở lý thuyết tính toán mô phỏng số	10
2.5. Kết luận chương 2	11
CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VÀ ĐÁNH GIÁ SỰ ẢNH HƯỞNG CỦA VÒNG QUAY, ĐƯỜNG KÍNH BẦU, SỐ CÁNH, GÓC ĐẶT CÁNH ĐẾN QUÁ TRÌNH TÁCH DẦU BẰNG MÔ PHỎNG SỐ	12
3.1. Kết quả tính toán kích thước ống quay, biên dạng bầu và cánh	12
3.2. Tính toán, kết quả và đánh giá ảnh hưởng của vòng quay, đường kính bầu, số cánh, góc đặt cánh và tỷ lệ dầu nước tại đầu vào thiết bị đến quá trình tách dầu bằng mô phỏng số	13
3.3. Kết luận chương 3	18
CHƯƠNG 4. NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ	18
4.1. Giới thiệu thiết bị thử nghiệm	18
4.2. Mục tiêu và phạm vi thử nghiệm	20
4.3. Xây dựng quy trình thử nghiệm	20
4.4. Tổng hợp kết quả thử nghiệm và đánh giá	20
4.5. Xây dựng quy trình tháo lắp thiết bị tách dầu	21
4.6. Kết luận chương 4	21
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	22
TÀI LIỆU THAM KHẢO	23

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài nghiên cứu

Dầu có thể là dầu thô, các sản phẩm dầu mỏ tinh chế (như xăng hoặc nhiên liệu diesel), dầu nhờn hoặc dầu trộn lẫn trong chất thải, vv... Trong các nguồn dầu lẫn vào trong nước thì nguồn dầu tràn có số lượng là lớn nhất nên cần tìm giải pháp xử lý.

Hiện nay có một số phương pháp tách dầu lẫn vào trong nước như: Xử lý dầu nhờ chất phân tán, xử lý dầu nhờ từ tính, sử dụng vật liệu hấp thụ dầu, sử dụng vải lọc, sử dụng phương pháp lắng đọng tự nhiên, sử dụng máy phân ly dầu nước, hoặc sử dụng phương pháp ly tâm. So sánh các phương pháp tách dầu lẫn vào trong nước thì phương pháp ly tâm là thích hợp cho xử lý số lượng lớn như dầu tràn. Thiết bị tách dầu trong hỗn hợp dầu nước sử dụng phương pháp ly tâm đã được một số công trình nghiên cứu, tuy nhiên chưa thích hợp với xử lý cho dầu tràn và điều kiện khai thác ngoài khơi. Xuất phát từ những lý do trên, nghiên cứu sinh đã lựa chọn luận án: ***“Nghiên cứu phát triển thiết bị tách dầu ra khỏi nước bằng phương pháp ly tâm”***.

2. Mục đích nghiên cứu của luận án

Nghiên cứu bằng tính toán, mô phỏng số và thử nghiệm để tìm ra thông số hợp lý cho thiết bị tách dầu ra khỏi nước bằng phương pháp ly tâm.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu của luận án

Đối tượng nghiên cứu là thiết bị tách dầu ra khỏi nước bằng phương pháp ly tâm.

Phạm vi nghiên cứu của luận án là tập trung nghiên cứu cơ sở lý thuyết về phương pháp tách dầu ra khỏi nước bằng lực ly tâm, nghiên cứu tính toán một số thông số thủy lực của thiết bị tách dầu ly tâm và mô phỏng số quá trình tách dầu ra khỏi nước để tìm ra một số kích thước hợp lý cho thiết bị, cũng như kiểm chứng một số kết quả bằng thực nghiệm.

4. Phương pháp nghiên cứu của luận án

Luận án kết hợp giữa nghiên cứu lý thuyết và nghiên cứu thực nghiệm, để làm nổi bật tính khoa học và tính thực tiễn của vấn đề nghiên cứu cần giải quyết, cụ thể:

- Nghiên cứu cơ sở lý thuyết về thủy lực cánh dẫn và bơm để tính toán một số thông số thủy lực của thiết bị.

- Nghiên cứu cơ sở toán học trên nền tảng tính toán động lực học dòng chảy CFD để tính toán mô phỏng số quá trình tách dầu trong thiết bị tách dầu. Từ đó áp dụng để đánh giá ảnh hưởng của vòng quay, đường kính bầu, số cánh, góc đặt cánh và tỷ lệ dầu nước tại đầu vào thiết bị đến quá trình tách dầu của thiết bị.

- Trên cơ sở kết quả mô phỏng số, chế tạo thiết bị với bộ thông số kích thước mà kết quả tính toán mô phỏng số đạt yêu cầu cho thiết bị tách dầu.

- Nghiên cứu thực nghiệm đối chứng được sử dụng để đánh giá kết quả nghiên cứu về thiết bị tách dầu ra khỏi nước.

5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

Với nhiệm vụ và mục tiêu đặt ra như trên thì nội dung luận án sẽ là cơ sở khoa học cho việc thiết kế, chế tạo thiết bị tách dầu ra khỏi nước bằng lực ly tâm hiệu quả, từ đó cũng mở ra một hướng đi mới cho việc nghiên cứu chế tạo các hệ thống xử lý nước lẫn dầu nói chung cho các cảng biển ở Việt Nam.

Việc thiết kế, chế tạo và thử nghiệm thiết bị tách dầu cho kết quả phân tách dầu ra khỏi nước tốt nên luận án có ý nghĩa rất lớn về mặt thực tiễn. Góp phần nội địa hóa các sản phẩm sản xuất trong nước, giảm giá thành sản phẩm. Với hướng đi như vậy thì thiết bị tách dầu ra khỏi nước bằng ly tâm do tác giả nghiên cứu sẽ có kích thước nhỏ gọn và giá thành phù hợp đáp ứng được với các cảng biển tại Việt Nam cũng như tham gia vào việc bảo vệ môi trường sinh thái biển.

6. Một số đóng góp mới của luận án

- Xây dựng thuật toán tính toán một số thông số thủy lực của thiết bị;
- Xây dựng thuật toán tính toán mô phỏng số với bài toán 2D cho mô hình tách dầu nước trong ống quay ly tâm;
- Đánh giá sự ảnh hưởng của thông số kích thước, kết cấu bộ phận bầu và cánh đến khả năng tách dầu của thiết bị nhờ mô phỏng số, từ đó lựa chọn thông số thích hợp của thiết bị tách dầu và bố trí cánh nhằm nâng cao khả năng tách dầu.
- Trên cơ sở kết quả nghiên cứu về lý thuyết, luận án đã chế tạo thiết bị tách dầu và nghiên cứu thực nghiệm trong phòng thí nghiệm với thiết bị đã chế tạo.
- So sánh kết quả nghiên cứu bằng mô phỏng số và thực nghiệm, phân tích, và đánh giá thiết bị ở các điều kiện sau:
 - + Đường kính trong của ống quay: 100 mm;
 - + Chiều dài ống quay: 2.000 mm;
 - + Đường kính bầu: 80 mm;
 - + Số cánh: 9;
 - + Góc đặt cánh: 13 độ;
 - + Vòng quay của ống quay: 5.000 v/ph, 5.500 v/ph và 6.000 v/ph;
 - + Nồng độ dầu diesel và nước ngọt tại đầu vào thiết bị: 300 ppm và 600 ppm.

7. Kết cấu của tóm tắt luận án

Tóm tắt luận án được trình bày gồm các phần như sau:

- + Danh mục các công trình khoa học đã công bố
- + Mở đầu
- + Chương 1. Tổng quan vấn đề nghiên cứu
- + Chương 2. Cơ sở lý thuyết

+ Chương 3. Kết quả tính toán và đánh giá sự ảnh hưởng của vòng quay, đường kính bầu, số cánh, góc đặt cánh đến quá trình tách dầu bằng mô phỏng số

+ Chương 4. Nghiên cứu thực nghiệm và đánh giá kết quả

+ Kết luận chung, kiến nghị và nghiên cứu tiếp theo

+ Tài liệu tham khảo

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

1.1. Một số nguồn gây ra lẫn dầu vào trong nước

Có một số nguồn chính gây ra lẫn dầu vào trong nước như [4]: Sự cố tràn dầu; Ô nhiễm biển do khai thác tàu chở dầu; Ô nhiễm biển từ các chất thải tràn khoan dầu, khí trên biển; Ô nhiễm biển do bơm xả nước dẫn tàu ra biển; Dầu lẫn vào trong nước tại các cơ sở sản xuất trên bờ.

1.2. Một số giải pháp tách dầu ra khỏi hỗn hợp dầu nước

Có một số giải pháp tách dầu ra khỏi hỗn hợp dầu nước như: Xử lý dầu nhờ chất phân tán; Xử lý dầu bằng phương pháp từ tính; Xử lý dầu bằng vật liệu hấp phụ dầu; Xử lý dầu bằng vải lọc; Xử lý dầu bằng phương pháp lắng động tự nhiên; Xử lý dầu bằng phương pháp ly tâm [4]. Trong các giải pháp này thì giải pháp xử lý dầu bằng phương pháp ly tâm là thích hợp với thiết bị có sản lượng lớn.

1.3. Nghiên cứu phát triển thiết bị tách dầu bằng phương pháp ly tâm

Phương pháp sử dụng lực ly tâm để tách dầu hiện nay có rất nhiều công trình đã và đang nghiên cứu, luận án giới thiệu 4 nghiên cứu đại diện.

1) Nghiên cứu thiết bị tách dầu nước ly tâm hình nón

Hỗn hợp dầu nước đi từ phía trên xuống và vào khoảng không gian giữa hai đĩa lọc, các hạt cặn và nước lẫn trong hỗn hợp đồng thời chịu hai lực tác động là lực ly tâm do trống quay tạo ra và lực cuốn theo của dòng chảy [6]. Hai lực này sẽ làm cho hạt cặn và nước chuyển động ra ngoài sát thành phần quay và bám lên bề mặt đĩa, phần dầu sạch sẽ chảy ra ngoài.

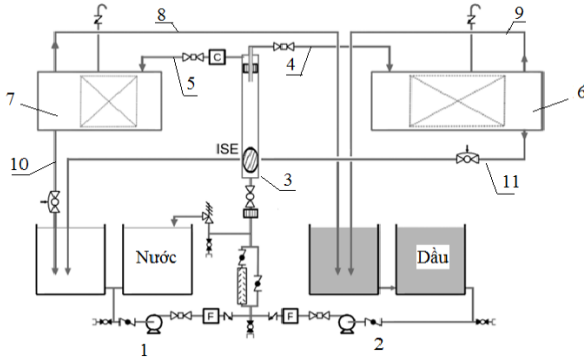
2) Nghiên cứu thiết bị tách dầu nước sử dụng ống tạo xoáy

Hỗn hợp dầu nước chảy vào khoang xoáy lốc [8], tại đây hỗn hợp dầu nước chảy xoáy mạnh, do tác dụng của lực ly tâm phần nước nặng sẽ chảy xoáy sát vách và chảy ra theo đường nước, dòng chảy ngược có nồng độ dầu cao được dẫn tới ống thu dầu ở phía bên trên.

3) Nghiên cứu thiết bị tách dầu bằng cánh tạo xoáy đặt cố định

Trong hình 1.2 là sơ đồ thí nghiệm của hệ thống tách dầu nhờ cánh tạo xoáy với hỗn hợp dầu diesel và nước ngọt pha muối (Nước ngọt pha muối với nồng độ muối là 9%). Ống, bầu và cánh (3) được lắp cố định lên bệ đỡ [7].

Nước từ két nước được bơm ly tâm số 1 cấp tới thiết bị tách dầu 3, cùng thời điểm đó dầu từ két dầu cũng được bơm số 2 cấp tới thiết bị tách dầu 3. Do cánh dẫn mà dòng dầu nước chuyển động xoắn, dầu bẩn được tách ra và theo ống 4 chảy về két 6, nước sạch chảy về két 7 qua ống dẫn 5.

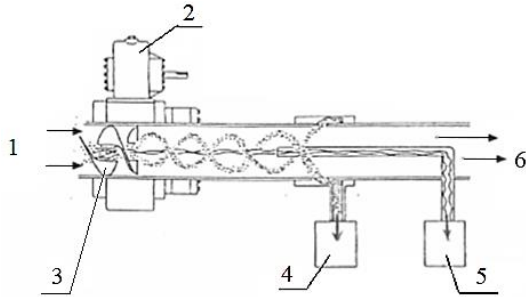


Hình 1.2. Sơ đồ lắp đặt thử nghiệm thiết bị tách dầu từ hỗn hợp dầu diesel và nước muối [7]

1- Bơm nước; 2- Bơm dầu; 3- Thiết bị tách dầu nước; 4- Ống dẫn dầu được tách ra về két; 5- Ống dẫn nước về két; 6- Két chứa dầu; 7- Két chứa nước; 8, 9- Ống dẫn dầu nối trên mực chất lỏng của két 6 và 7 về két chứa dầu; 10, 11- Ống dẫn nước lắng dưới đáy của két 6 và 7 về két chứa nước.

4) Thiết bị tách dầu với cánh chuyển động quay

Thiết bị tách dầu với cánh chuyển động quay như trên hình 1.3, hỗn hợp dầu nước và chất bẩn đi vào thiết bị theo đường ống 1, cánh quay 3 được dẫn động quay nhờ động cơ điện 2, do lực ly tâm được cánh quay tạo ra mà phần chất rắn được tách ra và đẩy xuống két chứa 4, phần dầu bẩn chứa tại bể chứa 5, dòng nước sạch chảy ra ngoài theo đường 6 [10].



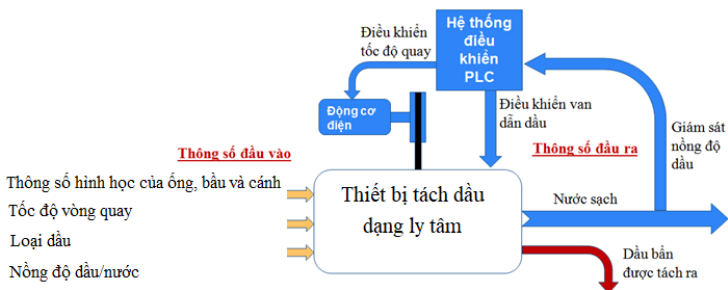
Hình 1.3. Sơ đồ nguyên lý tách dầu nước dạng cánh chuyển động quay [10]
 1- Chất lỏng, rắn và dầu bẩn chảy vào; 2- Động cơ điện; 3- Cánh quay;
 4- Két chứa chất rắn tách ra; 5- Két chứa dầu bẩn; 6- Dòng nước sạch chảy ra.

5) Nghiên cứu phát triển thiết bị tách dầu bằng phương pháp ly tâm

Trong 4 kiểu loại thiết bị tách dầu dạng ly tâm kể trên thì thiết bị tách dầu nước ly tâm hình nón không thích hợp cho xử lý dầu tràn vì sản lượng nhỏ, thiết bị tách dầu nước sử dụng ống tạo xoáy được sử dụng để thu hồi dầu nổi trên bề mặt nước đặt phía trước kết đầu vào của hệ thống tách dầu (Không trình bày trong luận án này), luận án dựa vào thiết bị tách dầu nước sử dụng cánh tạo xoáy đặt cố định và thiết bị tách dầu nước sử dụng cánh tạo xoáy chuyển động quay nhờ động cơ điện để nghiên cứu phát triển thiết bị tách dầu ra khỏi nước bằng phương pháp ly tâm dạng ống quay.

Hướng phát triển của thiết bị tách dầu mà luận án hướng tới là:

- Ống quay tròn nhờ dẫn động quay từ động cơ điện.
- Luận án nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số đầu vào (Ví dụ, thông số hình học của ống quay, bầu, cánh; vòng quay của ống quay; nồng độ dầu trong nước;...) đến quá trình tách dầu của thiết bị tách dầu nhằm mục đích lựa chọn được các kích thước của thiết bị tách dầu và lựa chọn thông số khai thác của thiết bị sao cho thiết bị hoạt động hợp lý và hiệu quả.



Hình 1.4. Sơ đồ nghiên cứu thiết bị tách dầu bằng phương pháp ly tâm

1.4. Kết luận chương 1

Thông qua một số phân tích và so sánh các giải pháp tách dầu ra khỏi hỗn hợp cho thấy khả năng tách dầu ra khỏi hỗn hợp dầu nước sử dụng phương pháp ly tâm có nhiều ưu việt cho xử lý tràn dầu, nên luận án tập trung nghiên cứu xử lý dầu bằng thiết bị tách dầu theo nguyên tắc ly tâm.

Vấn đề nghiên cứu thiết bị tách dầu theo nguyên tắc ly tâm chắc chắn không còn mới, tuy nhiên vấn đề kỹ thuật luôn là bí quyết của các hãng sản xuất, đơn vị nghiên cứu, chính vì vậy cần nghiên cứu các vấn đề liên quan đến thiết bị tách dầu.

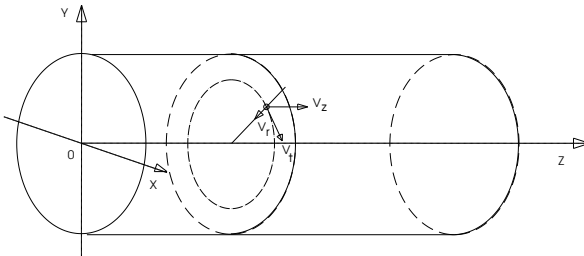
Từ một số mẫu thiết bị hiện đã có và đang nghiên cứu ở trong và ngoài nước, luận án nghiên cứu phát triển được một mẫu thiết bị tách dầu ra khỏi hỗn hợp dầu nước bằng ống quay ly tâm. Do đó nhiệm vụ trong chương 2 là đưa ra cơ sở tính toán một số thông số thủy lực của thiết bị và cơ sở tính toán mô phỏng số quá trình tách dầu của thiết bị.

CHƯƠNG 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. Mô hình nghiên cứu thiết bị tách dầu

Nghiên cứu thiết bị tách dầu bằng phương pháp ly tâm sử dụng ống quay được thực hiện dựa trên mô hình nghiên cứu trên hình 1.4.

Ống quay được dẫn động quay nhờ động cơ điện thông qua truyền động dây đai. Trong ống quay, hỗn hợp dầu nước chảy dọc ống với vận tốc V_z , chuyển động quay với vận tốc tiếp tuyến V_t , giọt dầu chuyển động đi vào đường trục của ống quay với vận tốc V_r , như vậy giọt dầu tham gia đồng thời cả ba chuyển động như trên hình 2.1.



Hình 2.1. Tốc độ của giọt dầu

Quá trình tách giọt dầu từ hỗn hợp dầu nước vào phía trục ống quay phụ thuộc vào: Tốc độ V_z , V_t , và V_r , đường kính ống quay, đường kính bầu, hình dạng cánh, số cánh, góc đặt cánh, tỷ lệ dầu trong hỗn hợp dầu nước,... Như vậy trong chương 2 cần đưa ra cơ sở xác định các thông số cơ bản của thiết bị, và cơ sở mô phỏng số quá trình tách dầu ra khỏi hỗn hợp dầu nước.

Thiết bị tách dầu được nghiên cứu với thông số đầu vào:

- Sản lượng của thiết bị Q , m^3/s ;

- Cột áp H, mH₂O.

2.2. Cơ sở xác định các kích thước thủy lực cơ bản của thiết bị tách dầu

+ Xác định đường kính ống quay [2]

$$D_0 = D + 2 \cdot 0,001 \cdot D \text{ với } D \text{ đường kính cánh.} \quad (2.1)$$

+ Tính toán hệ số lưu lượng $k_Q = \frac{Q}{n \cdot D^3}$ với n- vòng/giây (2.2)

+ Tính toán số vòng quay đặc trưng $n_s = 3,65 \cdot \frac{n \cdot \sqrt{Q}}{H^{\frac{3}{4}}}$ (2.3)

+ Tính toán hệ số cột áp $k_H = \frac{H}{n^2 \cdot D^2}$ với n- vòng/giây (2.4)

+ Tính toán tỷ số bầu $\bar{d}_b = \frac{D_b}{D}$ (2.5)

+ Tính toán đường kính bầu $D_b = \bar{d}_b \cdot D$ (2.6)

+ Số vòng quay cho phép của ống quay $[n] = \frac{C \cdot \Delta h_h}{5,62 \cdot Q^{1/2} \cdot A^{3/4}}$ (2.7)

Với A - hệ số dự trữ, A = 1,07.

+ Vòng quay làm việc của bầu cánh phải thỏa mãn điều kiện:
 $n \leq [n]$ (2.8)

+ Xác định số cánh z theo bảng 2.1 [9]

Bảng 2.1. Số lượng cánh phụ thuộc vòng quay đặc trưng [9]

n_s	Z
350 ÷ 480	6
500 ÷ 630	5
570 ÷ 840	4

+ Xây dựng đường nhân của cánh

Cánh được tính toán dựa trên mẫu cánh profil NACA 4 số [7], đường nhân profil có dạng parabol và hình dạng profil được xác định theo hàm số

$$y(s) = \frac{4\Delta m}{c} (cs - s^2) \quad (2.9)$$

Trong đó:

y(s), s- tung độ và hoành độ của một điểm nằm trên đường nhân, mm;

Δm - hệ số xác định bằng thực nghiệm;

c- chiều dài dây cung, mm.

+ Xây dựng đường biên của cánh [7]

Sau khi xây dựng được đường nhân của cánh, để nhận được profil có chiều dày hữu hạn, ta đắp độ dày của cánh trên đường nhân.

Độ dày của cánh trên đường nhân được tính như sau:

$$\delta(s) = \frac{\delta_{\max}}{0,2} c \left[a_0 \sqrt{\frac{s}{c}} + a_1 \frac{s}{c} + a_2 \left(\frac{s}{c} \right)^2 + a_3 \left(\frac{s}{c} \right)^3 + a_4 \left(\frac{s}{c} \right)^4 \right] \quad (2.10)$$

Trong đó: Các hệ số $a_1 \div a_4$ được xác định bằng thực nghiệm.

δ_{\max} - chiều dày lớn nhất của cánh, mm.

Tọa độ đường biên của mặt phía trên và phía dưới của cánh (Hình 3.3):

$$\begin{aligned} s_1(s) &= s + \delta \sin \psi(s), & y_1(s) &= y(s) - \delta \cos \psi(s); \\ s_u(s) &= s - \delta \sin \psi(s), & y_u(s) &= y(s) + \delta \cos \psi(s) \end{aligned} \quad (2.11)$$

Trong đó:

$s_1(s), y_1(s)$ - hoành độ và tung độ của điểm thuộc đường biên ở phía dưới đường nhân;

$s_u(s), y_u(s)$ - hoành độ và tung độ của điểm thuộc đường biên ở phía trên đường nhân;

Ở đây $\psi(s)$ là góc nghiêng của đường nhân so với đường dây cung.

+ Xây dựng đường biên của bầu

Thiết bị tách dầu được phát triển theo mô hình nghiên cứu của tài liệu [7, 10].

- Phần bầu phía dòng vào có hình dạng giống như bán cầu (Hình 3.1). Biên dạng bầu phía dòng vào được tính toán dựa vào đa thức khối Hermite với 6 tham số sau [7, 17, 21]:

$$\begin{aligned} y(\xi_n) &= R_{\text{in}} \cdot \left[b_1 \cdot \xi_n^{1/2} + b_2 \cdot \xi_n^{3/2} + f_n(0) \cdot P_1(\xi_n) + f_n'(0) \cdot P_3(\xi_n) + \right. \\ &+ f_n(1) \cdot P_2(\xi_n) + f_n'(1) \cdot P_4(\xi_n) \left. \right] \end{aligned} \quad (2.12)$$

Ở đây ξ_n là tọa độ không thứ nguyên với $\xi_n \in [0,1]$

$$\xi_n = \frac{z_n - z_{\text{mui}}}{z_{\text{canh}} - z_{\text{mui}}} = \frac{z_n - z_{\text{mui}}}{\Delta z_n} \quad (2.13)$$

Ở đây z_{mui} và z_{canh} - là tọa độ của điểm bắt đầu của bầu phía dòng vào và phần cánh, tương ứng.

$P_1 \div P_4$ - đa thức khối Hermite;

$f_n(0), f_n'(0), f_n(1), f_n'(1)$ - biên độ của đa thức khối Hermite;

b_1 và b_2 - tham số được lựa chọn.

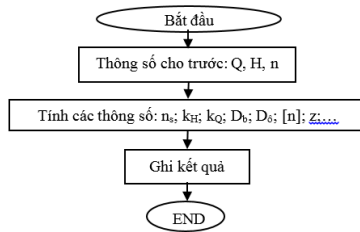
- Phần bầu phía dòng ra (Hình 3.2) được tính toán dựa vào đa thức bậc 5 và phương trình hình dạng của phần bầu phía dòng ra:

$$y(\xi_t) = R_{\text{in}} Q_1(\xi_t) - \Delta z_t \operatorname{tg} \phi_t Q_4(\xi_t) \quad (2.14)$$

$$\text{Với } \xi_t = \frac{z_t - z_{\text{duoi}}}{\Delta z_t} = \frac{z_t - z_{\text{duoi}}}{z_{\text{canh}} - z_{\text{duoi}}}$$

Q_1 và Q_4 - các đa thức Quintic Hermite; R_{in} - bán kính bầu.

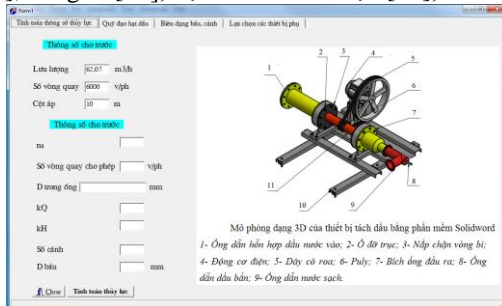
- + Thuật toán tính toán ống quay, bầu và cánh
- Thuật toán tính toán như trên hình 2.2.



Hình 2.2. Các bước tính toán một số thông số thủy lực cơ bản

2.3. Chương trình tính toán các thiết bị của hệ thống tách dầu

Nghiên cứu sinh đã xây dựng chương trình tính toán một số thông số thủy lực của thiết bị bằng ngôn ngữ Delphi [24]. Chương trình (Hình 2.3) ngoài tính toán một số thông số thủy lực cơ bản của thiết bị tách dầu còn lựa chọn ống [19, 20, 22], vòng bi [11], bộ làm kín đầu trực [14], bích ống [20, 22],...



Hình 2.3. Chương trình tính toán

2.4. Cơ sở lý thuyết tính toán mô phỏng số

1) Một số phương pháp tính toán mô phỏng [7]

- a) Phương pháp RANS (Reynolds-Averaged Navier-Stokes)
- b) Phương pháp DNS (Direct Numerical Simulation)
- c) Phương pháp LES (Large Eddy Simulation)
- d) Phương pháp xoáy (Vortex Method)

2) Mô phỏng quá trình tách dầu trong ống quay

Nghiên cứu sinh sử dụng phần mềm Fluent - Ansys để thực hiện việc tính toán mô phỏng số nhằm đánh giá khả năng tách dầu của thiết bị và nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số đầu vào đến quá trình tách dầu trong ống quay để kiểm tra và hiệu chỉnh thông số đã tính toán nếu cần thiết. Trình tự các bước tính toán mô phỏng số như trên hình 2.4.

Các thông số đầu vào ảnh hưởng đến quá trình tách dầu trong ống quay ly tâm là:

$$d, L = f(\rho_d, t_d, \rho_n, \alpha, n, D_b, z, \beta) \quad (2.15)$$

với d - đường kính dòng dầu bần tách ra, m;

L - khoảng cách từ dòng dầu có đường kính d ra tới mép ngoài ống quay, m;

ρ_d - khối lượng riêng của dầu, kg/m^3 ;

t_d - nhiệt độ của dầu, $^{\circ}\text{C}$;

ρ_n - khối lượng riêng của nước, kg/m^3 ;

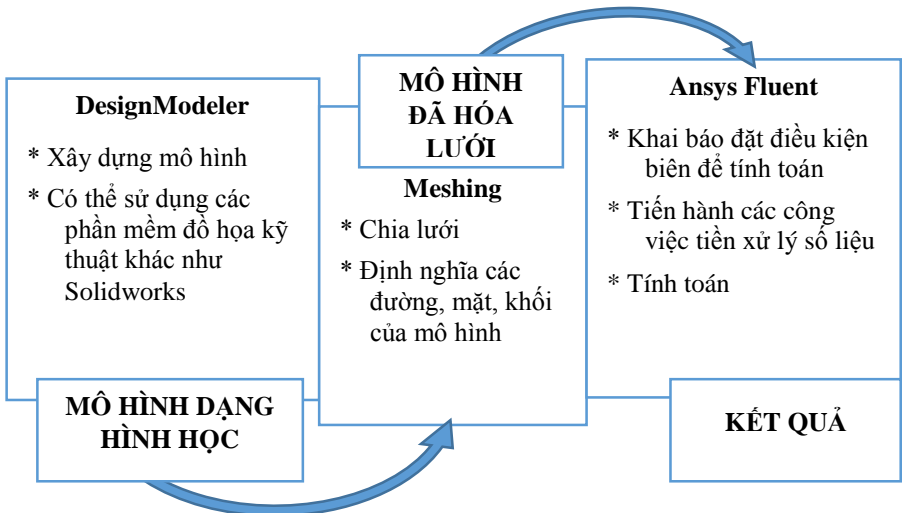
α - nồng độ dầu trong hỗn hợp dầu nước, ppm;

n - vòng quay của ống quay, v/ph;

D_b - đường kính bầu, m;

z - số cánh;

β - góc đặt cánh, độ.



Hình 2.4. Trình tự các bước tính toán mô phỏng số [23, 25]

2.5. Kết luận chương 2

- Luận án đã nghiên cứu một số phương pháp để tính toán thông số thủy lực cho thiết bị, và đã lựa chọn phương pháp Voznhexenxki – Pekin. Tính toán biên dạng bầu, và biên dạng cánh theo phương pháp profil cánh NACA.

- Xây dựng thuật toán và chương trình tính toán bằng ngôn ngữ Delphi để tính toán sơ bộ thông số thủy lực cho thiết bị tách dầu, biên dạng bầu, và biên dạng cánh.

- Luận án sử dụng phần mềm Fluent - Ansys để mô phỏng số quá trình tách dầu trong ống quay. Xây dựng thuật toán mô phỏng số để nghiên cứu ảnh hưởng của vòng quay của ống quay, số lượng cánh, góc đặt cánh, đường kính bầu và tỷ lệ dầu nước tại đầu vào thiết bị đến quá trình tách dầu của thiết bị.

- Nội dung cần nghiên cứu trong chương 3 là tính toán sơ bộ kích thước thủy lực của thiết bị bằng chương trình tính toán đã xây dựng dựa trên ngôn ngữ Delphi và tính toán bằng mô phỏng số với phần mềm Fluent - Ansys để kiểm tra và hiệu chỉnh thông số đã tính toán nếu cần thiết.

CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VÀ ĐÁNH GIÁ SỰ ẢNH HƯỞNG CỦA VÒNG QUAY, ĐƯỜNG KÍNH BẦU, SỐ CÁNH, GÓC ĐẶT CÁNH ĐẾN QUÁ TRÌNH TÁCH DẦU BẰNG MÔ PHỎNG SỐ

3.1. Kết quả tính toán kích thước ống quay, biên dạng bầu và cánh

1) Thông số cho trước

Vòng quay lớn nhất của ống quay mà nghiên cứu sinh có thể thực hiện được là 6.000 v/ph.

Thiết bị tách dầu tính toán được đặt trên tàu thu gom dầu tràn, tàu thu gom dầu tràn được trang bị túi chứa dầu di động trên mặt nước [26] có thể tích là 100 m³, tàu hoạt động trong thời gian 8 giờ, nên sản lượng thiết bị tách dầu được chọn là 62,07 m³/h.

Thiết bị tách dầu với ống quay, bầu và cánh được tính toán dựa trên lý thuyết của bơm hướng trục.

Xuất phát từ các lý do trên, luận án chọn thông số đầu vào cho thiết bị tách dầu là: Vòng quay 6.000 v/ph; Sản lượng 62,07 m³/h; Cột áp 10 m.

2) Kết quả tính toán

- Đường kính ống quay

Vòng quay 6.000 vg/ph thì $D_0 = 0,075 \text{ m} \div 0,093 \text{ m}$.

Vòng quay 5.000 vg/ph thì $D_0 = 0,09 \text{ m} \div 0,112 \text{ m}$.

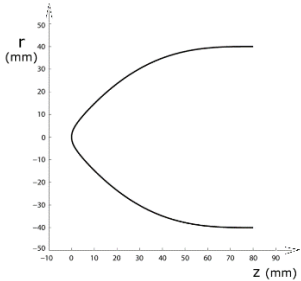
Chọn ống có đường kính trong/ngoài là 100/114,3 mm [19, 20, 22]. Như vậy ống quay có đường kính trong/ngoài là 100/110 mm (Đường kính 110 mm để lựa chọn vòng bi và bộ làm kín ống quay).

- Lựa chọn vòng bi, bộ làm kín hai đầu ống quay

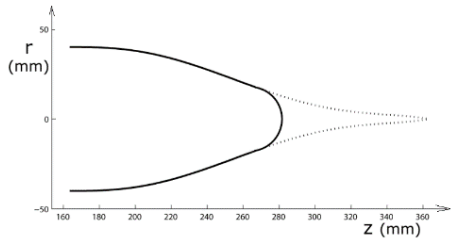
Đường kính ngoài ống quay là 110 mm, ta chọn vòng bi số hiệu 6022 [11] và bộ làm kín đầu trục kiểu cơ khí [14].

- Kết quả tính toán biên dạng bầu

Từ phương trình (2.12) và (2.14) với $\Delta z_n = z_{\text{canh}} - z_{\text{mui}} = 80 \text{ mm}$, và $b_1 = 0,9$ và $b_2 = 6,0$. Ta có biên dạng bầu như trên hình 3.1 và 3.2.



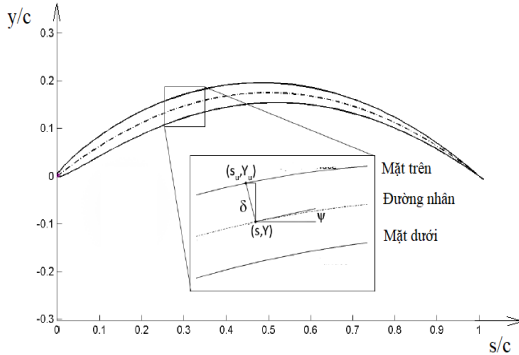
Hình 3.1. Hình dạng phần bầu phía dòng vào



Hình 3.2. Hình dạng phần bầu phía dòng ra

- Kết quả tính toán biên dạng cánh

Từ phương trình (2.9) và (2.10), với giá trị $\Delta m = 0,1751$, chiều dài dây cung c là 100 mm. Chiều dày δ_{max} là 4,8%. Các hệ số $a_0 = 0,2969$, $a_1 = 0,1260$, $a_2 = -0,3516$, $a_3 = 0,2843$, $a_4 = -0,1015$. Ta có biên dạng đường nhân và biên dạng cánh như trên hình 3.3.



Hình 3.3. Biên dạng profil của cánh

3.2. Tính toán, kết quả và đánh giá ảnh hưởng của vòng quay, đường kính bầu, số cánh, góc đặt cánh và tỷ lệ dầu nước tại đầu vào thiết bị đến quá trình tách dầu bằng mô phỏng số

1) Mục đích tính toán mô phỏng số

Nghiên cứu ảnh hưởng của vòng quay, đường kính bầu, số cánh, góc đặt cánh và tỷ lệ dầu nước tại đầu vào đến quá trình tách dầu ra khỏi hỗn hợp dầu nước bằng mô phỏng số để lựa chọn thông số hợp lý cho thiết bị tách dầu.

2) Tiêu chí đánh giá thiết bị tách dầu bằng mô phỏng số

- Dầu bản phải tách ra khỏi hỗn hợp dầu nước;

- Dầu bắn chảy thành dòng gần lõi ống quay, đường kính d của dòng dầu bắn là $(20 \div 40)$ mm;
- Vị trí dòng dầu bắn có đường kính d cách đầu ra ống quay một đoạn L với giá trị khoảng là $(200 \div 300)$ mm.

3) Mô phỏng quá trình tách dầu nước bằng phần mềm Fluent - Ansys

Trình tự các bước tính toán mô phỏng số như hình 2.4 với các thông số đầu vào cho trường hợp tính toán ban đầu ghi trong bảng 3.1, kết quả tính toán được ghi trong bảng 3.2 để kiểm tra dữ liệu tính toán.

Bảng 3.1. Các thông số đầu vào cho trường hợp tính toán ban đầu

<i>Thông số</i>	<i>Giá trị</i>
Khối lượng riêng của nước	1.000 kg/m ³
Khối lượng riêng của dầu	840 kg/m ³
Hàm lượng dầu trong hỗn hợp	1.000 ppm
Đường kính trong của ống quay	100 mm
Đường kính bầu	80 mm
Số cánh	9 cánh
Góc đặt cánh	13 độ
Các số liệu khác lấy theo bản Ansys 15 đã định nghĩa	

Bảng 3.2. Kết quả tính toán cho trường hợp ban đầu

Stt	Số vòng quay (vòng/phút)	Vận tốc (m/s)	Lưu lượng (m ³ /h)	d (mm)	L (mm)
1	6.000	2,2	62,07	30	210
2	5.500	2,0	56,90	28	185
3	5.000	1,8	51,73	28	170

4) Kết quả tính toán mô phỏng số ảnh hưởng của vòng quay, đường kính bầu, số cánh, góc đặt cánh và tỷ lệ dầu nước

Để thuận tiện cho việc chọn bộ số hợp lý về các thông số hình học cũng như thông số khai thác ta tiến hành nghiên cứu một số trường hợp được thực hiện với các điều kiện đầu vào thay đổi như trong bảng 3.3. Nghiên cứu ảnh hưởng sự thay đổi của 5 thông số đầu vào (Các thông số còn lại không thay đổi) tương ứng với 5 bài toán như sau:

Bài toán 1: Thay đổi số vòng quay của ống quay 5.000 vòng/phút, 5.500 vòng/phút, 6.000 vòng/phút với hàm lượng dầu trong hỗn hợp 600 ppm, đường kính của ống quay 100 mm, đường kính bầu 80 mm, 9 cánh, và góc đặt cánh 13 độ.

Bài toán 2: Thay đổi số cánh từ 7 cánh đến 10 cánh, với hàm lượng dầu trong hỗn hợp 600 ppm, đường kính của ống quay 100 mm, đường kính bầu 80 mm, góc đặt cánh 13 độ, và số vòng quay của ống quay 6.000 vòng/phút.

Bài toán 3: Thay đổi góc đặt cánh từ 11⁰÷19⁰, với hàm lượng dầu trong hỗn hợp 600 ppm, đường kính của ống quay 100 mm, đường kính bầu 80mm, 9 cánh, và số vòng quay của ống quay 6.000 vòng/phút.

Bài toán 4: Thay đổi đường kính bầu 60 mm đến 80 mm, với hàm lượng dầu trong hỗn hợp 600 ppm, đường kính của ống quay 100 mm, 9 cánh, góc đặt cánh 13 độ, và số vòng quay của ống quay 5.000 v/ph, 5.500 v/ph và 6.000 v/ph.

Bài toán 5: Thay đổi hàm lượng dầu trong hỗn hợp 300 ppm và 600 ppm, với đường kính của ống quay 100 mm, đường kính bầu 80 mm, 9 cánh, góc đặt cánh 13 độ, và số vòng quay của ống quay 5.000 vòng/phút, 5.500 vòng/phút và 6.000 vòng/phút.

Bảng 3.3. Thông số đầu vào cho các trường hợp nghiên cứu

Thông số đầu vào	Giá trị	Đơn vị
Khối lượng riêng của nước	1.000	kg/m ³
Khối lượng riêng của dầu	840	kg/m ³
Kích thước ống quay	Đường kính: 100 Chiều dài: 2.000	mm mm
Hàm lượng dầu trong hỗn hợp	300÷600	ppm
Đường kính bầu	60÷80	mm
Số cánh	7÷10	Cái
Góc đặt cánh	11÷19	Độ
Vòng quay của ống quay	5.000 ÷ 6.000	Vòng/phút
Vận tốc dòng chảy dọc trục	2÷5	m/s
Các số liệu khác lấy theo bản Ansys 15 đã định nghĩa		

a) Kết quả bài toán 1

Khi thay đổi vòng quay của ống quay từ 5.000 v/ph đến 6.000 v/ph (Kết quả trong bảng 3.4), ở vòng quay càng cao thì chất lượng tách dầu ra khỏi nước càng tốt. Với vòng quay 6.000 vòng/phút lõi dầu tạo ra dài và có đường kính tương đối đồng đều từ 27,9 mm đến 50 mm và tập trung vào giữa dòng chảy. Vòng quay càng cao thì lực ly tâm càng lớn, khả năng tách dầu và nước của thiết bị tách dầu ly tâm thực hiện tốt hơn.

Bảng 3.4. Thay đổi vòng quay của thiết bị

TT	Vòng quay (vòng/phút)	Góc đặt cánh (độ)	Số cánh	Đường kính bầu (mm)	Đường kính lõi dầu ra (mm)
1	5.000	13	9	80	39,9
2	5.500				30,7
3	6.000				27,9

b) Kết quả bài toán 2

Ở chế độ vòng quay 6.000 vòng/phút, nồng độ dầu trong nước 600 ppm, thay đổi số cánh từ 7 cánh đến 9 cánh, thì với số cánh là 9 chất lượng tách dầu của thiết bị tốt nhất (Bảng 3.5), pha dầu tập trung tại lõi và có đường kính lõi tương đối ổn định từ bầu đến cửa ra của ống quay, đối với số cánh 7, 8, 10 chất lượng tách dầu kém hơn, lõi dầu được tạo ra nhưng không tập trung và bị phân tán do dòng chảy rối.

Bảng 3.5. Thay đổi số cánh trên bầu

TT	Vòng quay (vòng/phút)	Góc đặt cánh (độ)	Số cánh	Đường kính bầu (mm)	Đường kính lõi đầu ra (mm)
1	6000	13	7	80	20,0
2			8		80,0
3			9		27,9
4			10		80,0

c) Kết quả bài toán 3

Khi thay đổi góc đặt cánh từ 11 độ đến 19 độ, ở góc đặt cánh 13 độ với vòng quay 6.000 vòng/phút (Bảng 3.6), chất lượng tách dầu của thiết bị là tốt nhất do lõi dầu tập trung đều ở giữa dòng chảy từ bầu cánh đến cửa ra. Pha dầu tập trung đều trong lõi với đường kính ra của lõi dầu là 27,9 mm.

Bảng 3.6. Thay đổi góc đặt cánh

TT	Vòng quay (vòng/phút)	Góc đặt cánh (độ)	Số cánh	Đường kính bầu (mm)	Đường kính lõi đầu ra (mm)
1	6.000	11	9	80	32,5
2		13			27,9
3		15			34,5
4		17			43,0
5		19			28,0

d) Kết quả bài toán 4

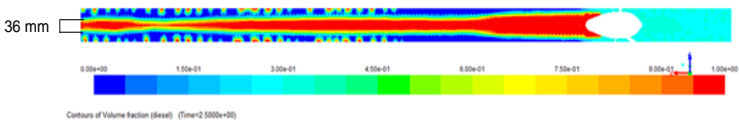
Khi thay đổi đường kính bầu từ 60 mm đến 80 mm, với đường kính bầu 80 mm ở chế độ vòng quay 6.000 vòng/phút (Bảng 3.7) chất lượng tách dầu tốt hơn so với các đường kính bầu là 60 mm và 70mm, lõi dầu tập trung vào giữa và đều hơn từ bầu cánh đến đầu ra của ống quay.

Bảng 3.7. Thay đổi đường kính bầu

TT	Vòng quay (vòng/phút)	Góc đặt cánh (độ)	Số cánh	Đường kính bầu (mm)	Đường kính lõi đầu ra (mm)
1	6.000	13	9	60	43,0
2				70	36,0
3				80	27,9

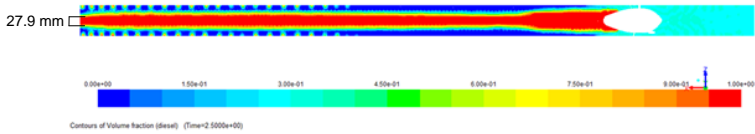
e) Kết quả bài toán 5

Kết quả mô phỏng với hàm lượng dầu trong hỗn hợp dầu nước 300 ppm



Hình 3.4. Phân bố dầu, nước với nồng độ dầu 300 ppm

Kết quả mô phỏng với hàm lượng dầu trong hỗn hợp dầu nước 600 ppm



Hình 3.5. Phân bố dầu, nước với nồng độ dầu 600 ppm

Bảng 3.8. Thay đổi nồng độ dầu

TT	Vòng quay (vòng/phút)	Góc đặt cánh (độ)	Số cánh	Nồng độ dầu (ppm)	Đường kính lõi dầu ra (mm)
1	6.000	13	9	300	36,0
2				600	27,9

Hàm lượng dầu trong hỗn hợp dầu nước 300 ppm, lõi dầu có xu hướng tập trung vào giữa dòng chảy và có chiều dài theo suốt dọc ống quay đường kính lõi dầu, ở vòng quay 6.000 vòng/phút dòng dầu chuyển động ổn định và không ngắt quãng.

5) Đánh giá kết quả tính toán mô phỏng số ảnh hưởng của vòng quay, đường kính bầu, số cánh, góc đặt cánh và tỷ lệ dầu nước

Tính toán mô phỏng số cho trường hợp ban đầu với vòng quay 6.000 v/ph có kết quả là dầu được tụ lại thành lõi dầu có đường kính 30 mm và cách đầu ra ống quay một đoạn (200÷300) mm, điều đó chứng tỏ kích thước của ống quay, bầu và cánh thỏa mãn điều kiện đặt ra và chương trình mô phỏng số được sử dụng để nghiên cứu cho các trường hợp khác. Trường hợp tính toán với vòng quay 5.500 v/ph và 5.000 v/ph (Bảng 3.2), chiều dài L là 185 mm và 170 mm nhỏ hơn (200÷300) mm nên ống quay không thích hợp cho trường hợp này.

Kết quả tính toán mô phỏng số cho 5 bài toán nghiên cứu thì thấy rằng thiết bị hoạt động tại 3 vòng quay của ống quay đều đạt yêu cầu, do đó bộ số liệu phục vụ thiết kế và chế tạo ống quay, bầu và cánh như sau:

- + Đường kính trong của ống quay: 100 mm;
- + Đường kính bầu: 80 mm;
- + Số cánh: 9;
- + Góc đặt cánh: 13 độ;
- + Vòng quay của ống quay: 6.000 v/ph.

3.3. Kết luận chương 3

- Tính toán được một số thông số thủy lực của thiết bị tách dầu với đường kính ống quay, vòng quay tới hạn, tọa độ biên dạng của bầu, và tọa độ biên dạng cánh.

- Trong phạm vi nghiên cứu tác giả trình bày ảnh hưởng của đường kính bầu, số lượng cánh, góc đặt cánh và số vòng quay của ống quay đến quá trình tách dầu trong ống quay thông qua mô phỏng số bằng phần mềm Fluent - Ansys.

- Dựa vào kết quả tính toán lý thuyết và tính toán mô phỏng số bằng phần mềm Fluent-AnSys, luận án đã lựa chọn bộ thông số chủ yếu của thiết bị như sau:

- + Đường kính trong của ống quay: 100 mm;
- + Chiều dài ống quay: 2.000 mm;
- + Đường kính bầu: 80 mm;
- + Số cánh: 9;
- + Góc đặt cánh: 13 độ.

- Với bộ thông số kích thước cơ bản của thiết bị như trên, nghiên cứu sinh đã cho chế tạo và lựa chọn một số thiết bị thành phần để lắp ráp thành thiết bị tách dầu mà luận án nghiên cứu. Vấn đề cần nghiên cứu trong chương 4 là tiến hành thử nghiệm trong phòng nhằm khẳng định kết quả tính toán lý thuyết và thiết bị đã chế tạo.

CHƯƠNG 4. NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

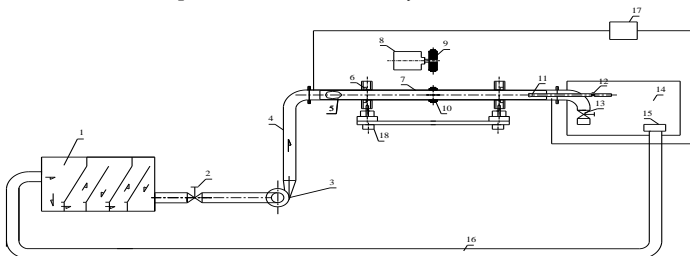
4.1. Giới thiệu thiết bị thử nghiệm

1) Sơ đồ lắp đặt thiết bị thử nghiệm

Thử nghiệm thiết bị tách dầu được thử nghiệm trong phòng với sơ đồ lắp đặt thiết bị thử nghiệm như trên hình 4.1 và sơ đồ bố trí như hình 4.2.



Hình 4.1. Sơ đồ lắp đặt hệ thống tách dầu trong phòng thí nghiệm
1- Kết chứa hỗn hợp dầu nước; 2- Bơm ly tâm; 3- Thiết bị tách dầu.



Hình 4.2. Sơ đồ lắp đặt tổng thể thiết bị thử nghiệm

1- Két nước đầu vào; 2- Van chặn; 3- Bơm ly tâm; 4- Ống dẫn dầu-nước tới thiết bị tách dầu; 5- Bàu và cánh; 6- Bộ đỡ trục quay; 7- Ống quay; 8- Động cơ điện; 9- Puly trên động cơ điện; 10- Puly trên ống quay; 11- Ống thu dầu bản; 12- Van chặn trên ống dẫn dầu bản ra; 13- Van chặn trên đường dẫn nước sạch ra; 14- Két chứa dầu nước sau thiết bị thử nghiệm; 15- Đầu ống dẫn dầu nước về két nước đầu vào; 16- Ống dẫn dầu nước về két nước đầu vào; 17- Thiết bị đo nồng độ dầu.

2) Thiết bị tham gia thử nghiệm

a) Ống quay, bàu và cánh

Bàu và cánh được chế tạo như trên hình 4.3 Thiết bị tách dầu ly tâm dạng ống quay hình 4.4. Ống thu dầu bản hình 4.5.



Hình 4.3. Bàu và cánh



Hình 4.4. Thiết bị tách dầu ly tâm dạng ống quay



Hình 4.5. Ống thu dầu bản và ống gia cường
1- Ống thu dầu bản; 2- Ống gia cường.

b) Thiết bị đo nồng độ dầu trong nước

Thông số thiết bị đo nồng độ dầu OMD-21: Khoảng đo (0 ÷ 30) ppm; Sai số theo IMO 107(49).

c) Thiết bị đo tốc độ dòng dầu và nước

Thông số thiết bị đo: Khoảng đo (0 ÷ 25) m/s; Sai số $\pm 3\%$.

d) Bơm nước

Bơm nước dạng bơm ly tâm, sử dụng bơm để tạo tốc độ dòng chảy trong ống. Thông số bơm nước: Điện áp 3 pha; Công suất 5,5 kW; Lưu lượng bơm nước 70 m³/h; Cột áp 30 mH₂O.

4.2. Mục tiêu và phạm vi thử nghiệm

1) Mục tiêu thử nghiệm

Thử nghiệm thiết bị trong phòng thí nghiệm để đánh giá độ chính xác của kết quả tính toán và đánh giá thiết bị tách dầu đã chế tạo theo số liệu tính toán trong chương 3.

2) Phạm vi thử nghiệm

Hỗn hợp dầu nước trước khi đi vào thiết bị tách dầu đã được xử lý sơ bộ tại kết nước đầu vào. Hỗn hợp dầu nước sau kết nước đầu vào có hàm lượng dầu nước nhỏ hơn 600 ppm.

Kết quả tính toán mô phỏng số trong bảng 3.4 ÷ bảng 3.8 thì dầu đều được tách ra khỏi hỗn hợp ở cả ba vòng quay, nên phạm vi thử nghiệm của luận án:

- Tốc độ vòng của ống quay là 5.000 v/ph, 5.500 v/ph và 6.000 v/ph;
- Nồng độ dầu trong nước ở đầu vào thiết bị là 300 ppm và 600 ppm.

4.3. Xây dựng quy trình thử nghiệm

Quy trình thử nghiệm như sau:

Bước 1: Chuẩn bị thử nghiệm

Bước 2: Các mẫu thử nghiệm

Bước 3: Các chế độ thử nghiệm

Bước 4: Cách đo và lấy các thông số

Bước 5: Tổng hợp kết quả thử nghiệm, so sánh với kết quả tính toán và đánh giá kết quả thử nghiệm.

4.4. Tổng hợp kết quả thử nghiệm và đánh giá

1) Tổng hợp kết quả thử nghiệm

Thử nghiệm với dầu diesel có khối lượng riêng là 840 kg/m^3 . Nhiệt độ hỗn hợp dầu và nước là nhiệt độ môi trường khoảng $(25 \div 30) ^\circ\text{C}$.

Kết quả thử nghiệm với mẫu dầu 600 ppm trong bảng 4.1 và mẫu dầu 300 ppm trong bảng 4.2.

Bảng 4.1. Kết quả thử nghiệm với mẫu dầu 600 ppm

Stt	Số vòng quay (vòng/phút)	Vận tốc dọc trục (m/s)	Lưu lượng (m^3/h)	Đường kính lõi dầu đo thực tế d (mm)
1	6.000	2,22	62,69	28
2	5.500	1,91	54,05	32
3	5.000	1,84	51,92	42

Bảng 4.2. Kết quả thử nghiệm với mẫu dầu 300 ppm

Stt	Số vòng quay (vòng/phút)	Vận tốc dọc trục (m/s)	Lưu lượng (m^3/h)	Đường kính lõi dầu đo thực tế d (mm)
1	6000	2,16	61,05	38
2	5500	1,98	56,06	39
3	5000	1,72	48,64	38

2) Đánh giá chương trình tính, thiết bị tách dầu

Từ bảng so sánh kết quả tính toán và thử nghiệm (Bảng 4.3 và 4.4), ta thấy độ sai khác của đường kính lõi dầu lớn nhất là 5,53%. Với sai số này chứng tỏ chương trình tính toán thông số cơ bản của thiết bị, chương trình mô phỏng số và thiết bị tách dầu đã chế tạo đạt yêu cầu đề ra.

Bảng 4.3. So sánh kết quả với mẫu dầu 600 ppm

Stt	Số vòng quay (vòng/phút)	Đường kính lõi dầu đo thực tế d (mm)	Đường kính lõi dầu đo trên mô phỏng d (mm)	Sai số %
1	6000	28	27,9	0,79
2	5500	32	30,7	4,06
3	5000	42	39,9	5,0

Bảng 4.4. So sánh kết quả với mẫu dầu 300 ppm

Stt	Số vòng quay (vòng/phút)	Đường kính lõi dầu đo thực tế d (mm)	Đường kính lõi dầu đo mô phỏng d (mm)	Sai số %
1	6000	38	36,0	5,26
2	5500	39	37,3	4,36
3	5000	38	36,0	5,53

4.5. Xây dựng quy trình tháo lắp thiết bị tách dầu

Quy trình tháo lắp thiết bị tách dầu được mô phỏng dạng 3D bằng phần mềm Solidword.

4.6. Kết luận chương 4

- Xây dựng được sơ đồ hệ thống tách dầu với sản lượng 62,07 m³/h theo tính toán được đề xuất trong chương 3.

- Luận án đã tiến hành thử nghiệm thiết bị trong phòng với các thiết bị hiện có. Thông qua thử nghiệm, luận án đã xác định được các thông số kỹ thuật của thiết bị tách dầu cùng với ảnh hưởng của tốc độ ống quay đến chất lượng nước sau thiết bị tách dầu.

- So sánh kết quả đo thu được từ quá trình thử nghiệm, cho thấy giữa kết quả tính toán mô phỏng số và kết quả thực nghiệm có sai số nhỏ. Điều đó đã minh chứng cho lý thuyết đưa ra của luận án là đúng đắn và chính xác. Có thể sử dụng kết quả lý thuyết trong luận án để tính toán cho các trường hợp khác của thiết bị tách dầu.

- Trong chương 4 đã mô phỏng dạng 3D quy trình tháo lắp thiết bị tách dầu bằng phần mềm Solidword.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

KẾT LUẬN

- Luận án đã nghiên cứu một số vấn đề tổng quan về dầu lẫn vào trong nước. Giới thiệu về cấu trúc, chức năng và một số yêu cầu đối với một hệ thống xử lý nước lẫn dầu nói chung. Đã nêu được các phương pháp, công nghệ xử lý nước lẫn dầu trên thế giới. Trên cơ sở so sánh, đánh giá ưu nhược điểm của các công nghệ xử lý nước lẫn dầu khác nhau từ đó đưa ra công nghệ xử lý nước lẫn dầu phù hợp với các cảng biển Việt Nam. Đó là công nghệ xử lý nước lẫn dầu bằng thiết bị tách dầu dạng ly tâm.

- Trên cơ sở nghiên cứu của một số công trình về thiết bị tách dầu dạng ly tâm, luận án nghiên cứu phát triển công nghệ thiết bị tách dầu dạng ống quay ly tâm.

- Luận án đã nêu phương pháp tính toán thông số thủy lực và tính toán biên dạng cánh, bầu của thiết bị tách dầu và đưa ra thuật toán tính toán.

- Xây dựng được chương trình tính toán thông số thủy lực của thiết bị bằng ngôn ngữ Delphi. Chương trình này còn có chức năng lựa chọn kích thước ống quay, vòng bi, bộ làm kín đầu trục,...

- Kết quả tính toán biên dạng của bầu, tọa độ biên dạng cánh với các góc đặt cánh ghi trong Phụ lục 1 được dùng để chế tạo bầu và cánh.

- Xây dựng mô hình và tính toán mô phỏng số bằng phần mềm Fluent - AnSys cho 5 bài toán ứng với sự thay đổi của 1 trong 5 thông số. Các kết quả mô phỏng số đã giúp cho ta lựa chọn được thiết bị tách dầu nước với đường kính bầu là 80 mm, có 9 cánh, góc đặt cánh là 13 độ và số vòng quay của ống quay 6.000 v/ph phù hợp để sử dụng tách dầu ra khỏi hỗn hợp cho trường hợp hàm lượng dầu trong hỗn hợp dầu nước tại đầu vào thiết bị là (300÷600) ppm.

- Trên cơ sở kết quả tính toán kích thước của thiết bị luận án thiết kế và chế tạo các thiết bị liên quan để tạo thành hệ thống tách dầu ra khỏi nước dạng ống quay ly tâm.

- Hệ thống tách dầu đã được thử nghiệm trong phòng thử nghiệm, khi thay đổi nồng độ dầu trong nước ở đầu vào thiết bị tách dầu, giữ nguyên các thông số khác thì độ sai khác của đường kính lõi dầu lớn nhất không quá 6%.

- Sai số giữa kết quả tính toán mô phỏng số và kết quả thử nghiệm là nhỏ hơn 6% điều đó minh chứng cho chương trình tính toán mô phỏng số là chính xác và có thể áp dụng để nghiên cứu cho các trường hợp khác.

- Xây dựng được quy trình tháo lắp thiết bị bằng phần mềm Solidword.

NHỮNG ĐIỂM MỚI CỦA LUẬN ÁN

Xây dựng được mô hình vật lý là thiết bị tách dầu bằng phương pháp ly tâm dạng ống quay, thiết bị được nghiên cứu phát triển trên cơ sở của thiết bị

tách dầu nước sử dụng cánh tạo xoáy đặt cố định và thiết bị tách dầu nước sử dụng cánh tạo xoáy chuyển động quay nhờ động cơ điện.

Trên cơ sở lý thuyết, luận án đã xây dựng được thuật toán tính toán một số thông số thủy lực và biên dạng cánh, bầu. Từ đó xây dựng chương trình tính toán thông số thủy lực và lựa chọn thiết bị bằng ngôn ngữ Delphi;

Mô phỏng số quá trình tách dầu bằng phần mềm Fluent - Ansys 14.5, và nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng dầu trong hỗn hợp, đường kính bầu, số cánh, góc đặt cánh và số vòng quay của ống quay đến quá trình tách dầu ra khỏi hỗn hợp dầu nước.

Từ nghiên cứu lý thuyết đã chế tạo được thiết bị tách dầu dạng ống quay với sản lượng 62,07 m³/giờ và thử nghiệm thiết bị.

KIẾN NGHỊ VỀ NGHIÊN CỨU TIẾP THEO

Trong thời gian tới tác giả sẽ tiếp tục nghiên cứu thiết kế và chế tạo bộ điều khiển và giám sát thiết bị tách dầu nhằm đáp ứng các yêu cầu đối với hệ thống tách dầu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt:

- [1]. A. Lô-Ma-Kin (1971). *Bom ly tâm và hướng trục* (Bản dịch từ tiếng Nga. Người dịch: Lê Phú, Lê Duy Tùng, Đặng Xuân Thi). Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [2]. PGS, TS. Hoàng Thị Bích (2012). *Máy thủy khí cánh dẫn, Bom ly tâm và bom hướng trục, Lý thuyết-tính toán-thiết kế*, tập 1 và 2. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [3]. GS,TSKH Trần Văn Đắc. *Lý thuyết cánh*, tập 1. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [4]. TS. Ngô Kim Định, Th.S Bùi Đình Hoàn (2014). *Kiểm soát và quản lý ô nhiễm môi trường biển*, Nhà xuất bản Giao thông vận tải.
- [6]. TS. Phạm Hữu Tân (2012). *Máy phụ tàu thủy*. tập 2. Nhà xuất bản Giao thông vận tải.

Tiếng nước ngoài:

- [7]. J.J. Slot (2013). *Development of a Centrifugal In-Line Separator for Oil-Water Flows*. PhD thesis, Twente University.
- [8]. Motin, A. Gaustad, M.D., Tarabara, V.V., Bénard, A., (2013). *Simulations and performance of the crossflow filtration hydrocyclone (CFFH) for oil-water separation. ASME 2013 Fluids Engineering Division Summer Meeting, American Society of Mechanical Engineers, Incline Village, NV, doi:10.1115/FEDSM2013-16195*.

Website:

- [9]. Под общей редакцией В. А. Зимницкого и В. А. Умова (1986). *Лопастные Насосы*. Справочник. Ленинград “Машиностроение”. Ленинградское Отделение.
- [10]. *A system designed for service on open wates (4/2010)*. www.evtm.com.
- [11]. *Bảng tra kích thước vòng bi*. <https://www.bangtaibinhminh.com>.
- [14]. *Chinabase-elastomer-bellow-mechanical-seal*.
<http://pdf.directindustry.com>.
- [17]. Gary A. Crowell Sr (1996). *The-descriptive-geometry-of-nose-cone*,
<https://dokumen.tips>.
- [19]. *Ống inox*. www.thepbaotin.com.
- [20]. *Ống thép công nghiệp*. <http://www.giathephinh.net>.
- [21]. *Hermite polynomial (chart) Calculator*.
<https://keisan.casio.com>.
- [22]. *Ống thép cỡ lớn*. <http://vgpipe.com.vn>.
- [23]. *Tài liệu hướng dẫn Fluent - Ansys*. <http://daotaocadcam.info>.
- [24]. *Tài liệu về các ngôn ngữ lập trình*. <https://text.123doc.net>
- [25]. Đinh Bá Trụ - Hoàng Văn Lợi (2007). *Hướng dẫn sử dụng Ansys*, phần 1 và phần 2. <http://www.Ebook.edu.vn>.
- [26]. *Túi chứa dầu di động trên mặt nước*,
<http://www.toancaugroup.com.vn>.