

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 TIẾN SĨ:
NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN THIẾT BỊ TÁCH DẦU RA
KHỎI NƯỚC BẰNG PHƯƠNG PHÁP LY TÂM

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

HẢI PHÒNG - 2021

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 TIẾN SĨ:

**NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN THIẾT BỊ TÁCH DẦU RA
KHỎI NƯỚC BẰNG PHƯƠNG PHÁP LY TÂM**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

NGÀNH: KỸ THUẬT CƠ KHÍ ĐỘNG LỰC; MÃ SỐ: 9520116.

CHUYÊN NGÀNH: KHAI THÁC, BẢO TRÌ TÀU THỦY

Người hướng dẫn khoa học: 1. PGS. TS. Nguyễn Hồng Phúc

2. PGS.TS Trần Hồng Hà

HẢI PHÒNG - 2021

LỜI CAM ĐOAN

Tôi tôi là tác giả của luận án tiến sĩ “*Nghiên cứu phát triển thiết bị tách dầu ra khỏi nước bằng phương pháp ly tâm*”. Bằng danh dự của mình, tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi, không có phần nội dung nào được sao chép một cách bất hợp pháp từ công trình nghiên cứu của tác giả khác.

Kết quả nghiên cứu, nguồn số liệu trích dẫn, tài liệu tham khảo nêu trong luận án hoàn toàn chính xác và trung thực.

Hải Phòng, ngày tháng năm 2021

Tác giả

LỜI CẢM ƠN

Tôi xin chân thành cảm ơn cơ sở đào tạo đã cho phép tôi thực hiện luận án này.

Trong quá trình làm luận án, tôi đã nhận được rất nhiều ý kiến góp ý về chuyên môn cũng như sự ủng hộ về các công tác tổ chức của tập thể cán bộ hướng dẫn, của các nhà khoa học, của các bạn đồng nghiệp. Tôi xin được gửi tới họ lời cảm ơn sâu sắc.

Tôi xin chân thành cảm ơn các thầy hướng dẫn của tôi, đã hướng dẫn tôi hết sức tận tình và chu đáo về mặt chuyên môn để tôi có thể thực hiện và hoàn thành luận án.

Nhân đây tôi cũng xin chân thành cảm ơn gia đình, bạn bè và đồng nghiệp đã ủng hộ, động viên tôi trong suốt thời gian thực hiện Luận án này.

Tác giả

MỤC LỤC

	Trang
Lời cam đoan	i
Lời cảm ơn	ii
Mục lục	iii
Danh mục các chữ viết tắt và ký hiệu	vii
Danh mục các bảng	xi
Danh mục các hình	xiii
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU	6
1.1. Một số nguồn gây ra lẫn dầu vào trong nước	6
1.1.1. Ô nhiễm biển do khai thác tàu chở dầu	6
1.1.2. Ô nhiễm biển từ các chất thải tràn khoan dầu, khí trên biển	7
1.1.3. Ô nhiễm biển do bơm xả nước tràn tàu ra biển	7
1.1.4. Dầu lẫn vào trong nước tại các cơ sở sản xuất trên bờ	7
1.2. Một số giải pháp tách dầu ra khỏi hỗn hợp dầu nước	8
1.2.1. Xử lý dầu nhờ chất phân tán	8
1.2.2. Xử lý dầu bằng phương pháp từ tính	9
1.2.3. Xử lý dầu bằng vật liệu hấp phụ dầu	10
1.2.4. Xử lý dầu bằng vải lọc	11
1.2.5. Xử lý dầu bằng phương pháp lắng đọng tự nhiên	13
1.2.6. Xử lý dầu bằng phương pháp ly tâm	16
1.2.7. So sánh các giải pháp tách dầu ra khỏi hỗn hợp dầu nước	17
1.3. Tình hình nghiên cứu trong nước và nước ngoài	20
1.3.1. Nghiên cứu thiết bị tách dầu nước ly tâm hình nón	20

1.3.2. Nghiên cứu thiết bị tách dầu nước sử dụng ống tạo xoáy	20
1.3.3. Nghiên cứu thiết bị tách dầu nước sử dụng cánh tạo xoáy đặt cố định	22
1.3.4. Nghiên cứu thiết bị tách dầu nước sử dụng cánh tạo xoáy chuyển động quay	30
1.4. Hướng nghiên cứu của luận án	34
1.5. Kết luận chương 1	38
CHƯƠNG 2. CƠ SỞ NGHIÊN CỨU	39
2.1. Mô hình nghiên cứu thiết bị tách dầu	39
2.2. Cơ sở xác định các kích thước thủy lực cơ bản của thiết bị tách dầu	41
2.2.1. Xác định đường kính ống quay	41
2.2.2. Xác định chiều dài ống quay	42
2.2.3. Xác định số vòng quay của ống quay	43
2.2.4. Xác định số vòng quay đặc trưng	43
2.2.5. Xác định tỷ số đường kính bầu	44
2.2.6. Xác định số vòng quay cho phép của ống quay	46
2.2.7. Xác định số cánh	46
2.2.8. Xác định bước cánh	47
2.2.9. Xác định chiều dài cánh	47
2.2.10. Góc đặt cánh	47
2.2.11. Ống thu dầu bầu	48
2.2.12. Xác định biên dạng cánh	48
2.2.13. Xác định biên dạng bầu	49
2.2.14. Xây dựng chương trình tính toán một số thông số thủy lực cơ bản	54
2.3. Cơ sở lý thuyết tính toán mô phỏng số	57

2.3.1. Một số phương pháp tính toán mô phỏng số	57
2.3.2. Cơ sở toán học của kỹ thuật mô phỏng số	59
2.3.3. Mô phỏng số quá trình tách dầu trong ống quay ly tâm	64
2.4. Kết luận chương 2	67
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	68
3.1. Kết quả tính toán kích thước ống quay, biên dạng bầu và cánh	68
3.1.1. Thông số cho trước	68
3.1.2. Kết quả tính toán thông số thủy lực và lựa chọn thiết bị	68
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	73
3.2.1. Mục đích tính toán mô phỏng số	73
3.2.2. Tiêu chí đánh giá thiết bị tách dầu bằng mô phỏng số	73
3.2.3. Tạo biên dạng ống quay, bầu và cánh	75
3.2.4. Mô phỏng quá trình tách dầu nước bằng phần mềm Fluent - Ansys	76
3.2.5. 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 tại đầu vào thiết bị đến quá trình tách dầu	78
3.2.6. 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 tại đầu vào thiết bị đến quá trình tách dầu	86
3.3. Kết luận chương 3	86

CHƯƠNG 4. NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ	88
4.1. Giới thiệu hệ thống thiết bị thử nghiệm	88
4.1.1. Sơ đồ lắp đặt thiết bị thử nghiệm	88
4.1.2. Thiết bị tham gia thử nghiệm	88
4.2. Mục tiêu và phạm vi thử nghiệm	94
4.2.1. Mục tiêu thử nghiệm	94
4.2.2. Phạm vi thử nghiệm	94
4.3. Một số yếu tố ảnh hưởng đến kết quả thử nghiệm	95
4.4. Xây dựng quy trình thử nghiệm	95
4.5. Tổng hợp kết quả thử nghiệm	96
4.6. Đánh giá thiết bị tách dầu ra khỏi nước bằng phương pháp ly tâm	97
4.6.1. So sánh kết quả tính toán mô phỏng và kết quả thử nghiệm	97
4.6.2. Đánh giá thiết bị tách dầu	98
4.7. Xây dựng quy trình tháo lắp thiết bị tách dầu	98
4.8. Kết luận chương 4	98
KẾT LUẬN	100
DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC ĐÃ CÔNG BỐ	103
TÀI LIỆU THAM KHẢO	104
PHỤ LỤC 1. TẠO BIÊN DẠNG CÁNH	
PHỤ LỤC 2. MIỀN KHÔNG GIAN TÍNH TOÁN, CHIA LƯỚI VÀ ĐIỀU KIỆN BIÊN	
PHỤ LỤC 3. CÁC KẾT QUẢ MÔ PHỎNG TRÊN PHẦN MỀM ANSYS FLUENT	

PHỤ LỤC 4. BẢN VẼ THIẾT KẾ HỆ THỐNG

PHỤ LỤC 5. MỘT SỐ THIẾT BỊ CHẾ TẠO VÀ LẮP GHÉP

DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT VÀ KÝ HIỆU

<i>Chữ viết tắt</i>	<i>Giải thích</i>
CFD	Computational Fluid Dynamics: Tính toán động lực học chất lưu động
DWT	Deadweight tonnage - Trọng tải toàn phần
IMO	International Maritime Organization - Tổ chức Hàng hải quốc tế
NACA	The National Advisory Committee for Aeronautics (Ủy ban tư vấn Quốc gia Hàng không Hoa Kỳ)
<i>Ký hiệu</i>	
$a_0 \div a_4$	Các hệ số được xác định bằng thực nghiệm
A	Hệ số dự trữ
b_1 và b_2	Hệ số xác định bằng thử nghiệm
c	Chiều dài dây cung, mm
C	Số vòng quay làm việc đặc trưng; Hệ số xác định bằng thử nghiệm
c_v	Nhiệt dung riêng đẳng tích, kJ/kg độ
c_p	nhiệt dung riêng đẳng áp, kJ/kg độ
d_d, d_1	Đường kính giọt dầu, m; μm
d	Đường kính ống thu dầu bản; Đường kính dòng dầu tách ra, m
$\bar{d}$	Tỷ số đường kính bầu
D	Đường kính cánh, m
D_b	Đường kính bầu, m
D_o	Đường kính ống quay, m
e	Năng lượng tổng trên một đơn vị thể tích; kJ/m ³

<i>Chữ viết tắt</i>	<i>Giải thích</i>
F_0	Diện tích tiết diện ống quay, m^2
H	Cột áp, mH_2O
hp	Mã lực
k	Suất dẫn phân tử
k_H	Hệ số cột áp
k_Q	Hệ số lưu lượng
L	Khoảng cách từ dòng dầu có đường kính d ra tới mép ngoài ống quay, m
L_0	Chiều dài ống, m
LDV	Máy đo tốc độ Doppler laser hai thành phần, theo thời gian và không gian
$(L/T)_{tb}$	Độ mau của lưới profin ở tiết diện trung bình
n	Số vòng quay làm việc, vòng/phút
n_s	Số vòng quay đặc trưng
[n]	Số vòng quay cho phép, vòng/phút
$\vec{n}$	Véc tơ pháp tuyến
O.D	Out diameter - Đường kính ngoài ống, m
p	Áp suất, Pa
$P_1 \div P_4$	Đa thức bậc ba Hermite
ppm	Per part million, phần triệu
Q	Sản lượng của thiết bị, m^3/s
$Q_1 \div Q_6$	Đa thức bậc 5 Hermite
Re_D	Tri số Reynolds
r_d	Bán kính xuyên tâm quay của giọt dầu (khoảng cách từ trục quay đến vị trí giọt dầu), mm

<i>Chữ viết tắt</i>	<i>Giải thích</i>
R_{in}	Bán kính bầu tại đầu vào, m
R_{tb}	Bán kính ở tiết diện trung bình, m
s	Hoành độ của một điểm trên đường nhân, mm
$s_1(s)$	Hoành độ của điểm thuộc đường biên ở phía dưới đường nhân, mm
$s(s)$	Độ dày của cánh trên đường nhân, mm
$s_u(s)$	Hoành độ của điểm thuộc đường biên ở phía trên đường nhân, mm
Sw	Góc xoắn, độ
t	Bước cánh, m
T	Khoảng thời gian, s; Nhiệt độ, °C
t_d	Nhiệt độ của dầu, °C
$\vec{t}$	Véc tơ tiếp tuyến
u_i	Vận tốc, m/s
V_0	Vận tốc chảy dọc ống, m/s
v_g	Vận tốc lắng đọng của hạt tạp chất trong trường trọng lực, m/s
v_r	Vận tốc giọt dầu chuyển động đi vào trục quay, m/s
v_t	Vận tốc tiếp tuyến, m/s
v_z	Vận tốc chảy dọc ống, m/s
x	Trục x
y	Trục theo phương đứng
$y_1(s)$	Tung độ của điểm thuộc đường biên bên dưới đường nhân, mm
$y(s)$	Tung độ của một điểm trên đường nhân, mm
$y_u(s)$	Tung độ của điểm thuộc đường biên ở phía trên đường nhân, mm

<i>Chữ viết tắt</i>	<i>Giải thích</i>
Z	Trục dọc ống quay; Số cánh
α	Phần trăm dầu trong nước tại lõi vào thiết bị, ppm; hệ số khuếch tán nhiệt.
β	Góc đặt cánh, độ
δ	Bề dày của profil, mm
$\delta_{\max}$	Chiều dày lớn nhất của cánh, mm
μ_d	Độ nhớt động lực của dầu, Pa.s
μ_w	Độ nhớt động lực của nước, Pa.s
ξ_n, ξ_t	Tọa độ không thứ nguyên
ρ_d	khối lượng riêng của dầu, kg/m ³
ρ_n	khối lượng riêng của nước, kg/m ³
τ	Thời gian giọt dầu chảy từ thành ống vào trong lõi, giây
$\psi(s)$	Góc nghiêng của đường nhân so với đường dây cung
Δh_h	Độ giảm động áp lực, Pa.s
Δm	Hệ số xác định bằng thực nghiệm
ΔV	Độ chênh lệch tốc độ, m/s
Δz_n	Khoảng cách từ đầu bầu đến cánh, m
Δz_t	Khoảng cách từ cánh tới mũi bầu, m
$\Delta \rho$	Chênh lệch về khối lượng riêng giữa dầu và nước, kg/m ³
∇	Toán tử Hamington
$\frac{\partial Q}{\partial t}$	Lượng nhiệt phát sinh trên một thể tích

DANH MỤC CÁC BẢNG

<i>Số bảng</i>	<i>Tên bảng</i>	<i>Trang</i>
1.1	So sánh các giải pháp tách dầu	18
1.2	Phương pháp và phạm vi nghiên cứu về một số kiểu tạo xoáy	22
1.3	Một số thông số đầu vào cho thử nghiệm	27
1.4	Thông số của nước	29
1.5	Thông số của dầu thử nghiệm	29
1.6	Thông số một số thiết bị tách dầu dạng cánh chuyển động quay	32
2.1	Số lượng cánh phụ thuộc vòng quay đặc trưng	46
3.1	Kích thước ống thép đen và thép mạ kẽm	69
3.2	Quy cách ống inox đúc	69
3.3	Kích thước vòng bi	70
3.4	Kích thước bộ làm kín trục quay kiểu cơ khí	71
3.5	Hệ số thực nghiệm	71
3.6	Các thông số đầu vào cho trường hợp tính toán ban đầu	76
3.7	Kết quả tính toán cho trường hợp ban đầu	78
3.8	Thông số đầu vào cho các trường hợp nghiên cứu	79
3.9	Thay đổi vòng quay của ống quay	80
3.10	Thay đổi số cánh trên bầu	82
3.11	Thay đổi góc đặt cánh	83
3.12	Thay đổi đường kính bầu	85
3.13	Thay đổi nồng độ dầu	85

<i>Số bảng</i>	<i>Tên bảng</i>	<i>Trang</i>
4.1	Kết quả thử nghiệm với mẫu dầu 600 ppm	96
4.2	Kết quả thử nghiệm với mẫu dầu 300 ppm	97
4.3	So sánh kết quả tính toán và thử nghiệm với mẫu dầu 600 ppm	97
4.4	So sánh kết quả tính toán và thử nghiệm với mẫu dầu 300 ppm	97

DANH MỤC CÁC HÌNH

<i>Số hình</i>	<i>Tên hình</i>	<i>Trang</i>
1.1	Kết lắng nhiên liệu nhiều ngăn	14
1.2	Sự phân lớp do lắng đọng tự nhiên của nhiên liệu và tạp chất	14
1.3	Nguyên lý phân ly của các tạp chất lẫn trong hỗn hợp trong trống máy lọc ly tâm	16
1.4	Thiết bị xoáy lốc tạo ly tâm	20
1.5	Thiết bị tạo xoáy tách dầu	21
1.6	Một số phần tử tạo xoáy	24
1.7	Sơ đồ lắp đặt thử nghiệm thiết bị tách dầu từ hỗn hợp dầu diesel và nước muối	25
1.8	Thiết bị tách hỗn hợp dầu diesel và nước muối	26
1.9	Khoảng cách từ trục ống đến giọt dầu có đường kính 50 μm với sự phân tán hỗn loạn (đường liền) và không phân tán hỗn loạn (chấm chấm) theo trục z, ($\text{Re}_D = 1,81 \times 10^5$ và $\text{Sw} = 6,72$)	28
1.10	Khoảng cách từ trục ống đến giọt dầu có đường kính 50 μm (đường liền) và 100 μm (chấm chấm) theo trục z, ($\text{Re}_D = 1,81 \times 10^5$ và $\text{Sw} = 6,72$)	28
1.11	Khoảng cách của giọt dầu đến trục ống theo chiều dài ống	30
1.12	Sơ đồ nguyên lý tách dầu nước dạng cánh chuyển động quay	31
1.13	Sơ đồ lắp đặt thử nghiệm thiết bị dạng cánh chuyển	32

Số hình	Tên hình	Trang
	động quay	
1.14	Sơ đồ nghiên cứu thiết bị tách dầu bằng phương pháp ly tâm	35
1.15	Sơ đồ hệ thống thiết bị tách dầu	36
1.16	Sơ đồ thiết bị tách dầu bằng phương pháp ly tâm sử dụng ống quay	37
2.1	Tốc độ của giọt dầu	39
2.2	Hình ảnh đường dòng chảy trong ống quay	39
2.3	Đồ thị quan hệ tỷ số bầu và n_s	45
2.4	Biểu đồ quan hệ $\bar{d} = f(k_H)_{tr}$	45
2.5	Biểu đồ thị quan hệ $(k_H)_{tr} = f(n_s)$	45
2.6	Biểu đồ xác định độ mau L/T	47
2.7	Các bước tính toán một số thông số thủy lực cơ bản	56
2.8	Màn hình giao diện của chương trình tính toán thông số thủy lực	57
2.9	Các kiểu hàm lọc: lọc Fourier; lọc Gaussian; lọc Tophat: a, trong không gian thực; b, trong không gian Fourier	61
2.10	Trình tự các bước tính toán mô phỏng số	65
3.1	Sơ đồ lắp ráp các thiết bị tại gối đỡ ống quay	70
3.2	Sơ đồ kích thước bộ làm kín trục quay kiểu cơ khí	71
3.3	Biên dạng profil của cánh	72
3.4	Hình dạng phần bầu phía dòng vào	72
3.5	Hình dạng phần bầu phía dòng ra	73
3.6	Ống thu dầu bẩn	74

Số hình	Tên hình	Trang
3.7	Hình cắt dọc của bộ phận tách dầu bằng phần mềm Solidword	75
3.8	Mô phỏng dạng 3D của thiết bị tách dầu bằng phần mềm Solidword	75
3.9	Màn hình nhập số liệu thông số dầu	77
3.10	Màn hình nhập số liệu vòng quay	77
3.11	Phân bố dầu, nước ở vòng quay 5.000 v/ph	79
3.12	Phân bố dầu, nước ở vòng quay 5.500 v/ph	80
3.13	Phân bố dầu, nước ở vòng quay 6.000 v/ph	80
3.14	Phân bố dầu, nước với 7 cánh	81
3.15	Phân bố dầu, nước với 8 cánh	81
3.16	Phân bố dầu, nước với 9 cánh	81
3.17	Phân bố dầu, nước với 10 cánh	81
3.18	Phân bố dầu, nước với góc đặt cánh 11 độ	82
3.19	Phân bố dầu, nước với góc đặt cánh 13 độ	82
3.20	Phân bố dầu, nước với góc đặt cánh 15 độ	83
3.21	Phân bố dầu, nước với góc đặt cánh 17 độ	83
3.22	Phân bố dầu, nước với góc đặt cánh 19 độ	83
3.23	Phân bố dầu, nước với đường kính bầu 60 mm	84
3.24	Phân bố dầu, nước với đường kính bầu 70 mm	84
3.25	Phân bố dầu, nước với đường kính bầu 80 mm	84
3.26	Phân bố dầu, nước với nồng độ dầu 300 ppm	85
3.27	Phân bố dầu, nước với nồng độ dầu 600 ppm	85
4.1	Sơ đồ lắp đặt hệ thống tách dầu trong phòng thí nghiệm	88

<i>Số hình</i>	<i>Tên hình</i>	<i>Trang</i>
4.2	Bầu và cánh	88
4.3	Sơ đồ lắp đặt tổng thể thiết bị thử nghiệm	89
4.4	Thiết bị tách dầu	90
4.5	Ống thu dầu bản và ống gia cường	90
4.6	Thiết bị đo nồng độ dầu OMD-21	91
4.7	Sơ đồ lắp đặt thiết bị đo nồng độ dầu	92
4.8	Thiết bị đo tốc độ dòng nước sau thiết bị tách dầu	92
4.9	Bộ làm kín đầu trục kiểu cơ khí	94
4.10	Quy trình tháo lắp thiết bị tách dầu	98

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của luận án

Dầu lẫn vào trong nước tại một số nguồn, ví dụ như: Dầu tràn do sự cố tàu biển, dàn khoan, dầu lẫn trong nước dẫn tàu, dầu rò rỉ lẫn vào nước la canh của tàu thủy, dầu rò rỉ từ các cơ sở sản xuất chảy vào nước thải, vv... Loại 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.

Sự cố tràn dầu thường xảy ra ngoài khơi, nên mức độ ảnh hưởng rất lớn, trong phạm vi rộng, ảnh hưởng tới nhiều lĩnh vực khác nhau như kinh tế, du lịch, thủy hải sản, vận tải quốc tế, sức khỏe nhân dân, ... Việc lan truyền dầu trong nước biển phụ thuộc các yếu tố như thời tiết (nhiệt độ, cấp gió, hướng gió), sóng biển, thủy triều, cùng các yếu tố vật chất trong nước biển. Một khi xảy ra sự cố, thì khả năng khoanh vùng, xử lý sự cố gặp nhiều khó khăn do môi trường làm việc trên biển thường khắc nghiệt. Ngăn ngừa và khắc phục sự cố tràn dầu là công việc hết sức cần thiết, nhưng phức tạp và khó khăn, đòi hỏi sự tổ chức, phối hợp mau lẹ và việc áp dụng các kỹ thuật phù hợp. Công việc ban đầu là tiến hành triển khai các công cụ kỹ thuật cao hoặc đơn giản như sử dụng phao ngăn dầu chuyên dùng hoặc dùng tre nứa kết thành phao để ngăn, vây dầu tràn tập trung lại một khu vực, sau đó nhanh chóng thu gom bằng mọi cách, từ bơm hút cho đến vớt thủ công và cất giữ vào nơi an toàn.

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 với 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 số liệu công bố trên phương diện đại chúng còn hạn chế và thiết bị 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”***.

Từ các thiết bị tách dầu ra khỏi hỗn hợp dầu nước bằng phương pháp ly tâm đã có trên thị trường hoặc đang nghiên cứu, luận án phát triển một mẫu mới thiết bị tách dầu ra khỏi nước bằng phương pháp ly tâm dạng ống quay. Sau đó tính toán, mô phỏng số và thử nghiệm để tìm ra thông số hợp lý cho thiết bị nhằm góp phần từng bước phát triển sản phẩm do Việt Nam thiết kế, chế tạo phục vụ nhu cầu trong nước.

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, 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.

Nội dung nghiên cứu của luận án cung cấp cho các nhà thiết kế các thông tin cần thiết, trên cơ sở đó có thể lựa chọn được thông số hình học của thiết bị tách dầu. đồng thời cung cấp cho các nhà khai thác các thông tin cần thiết để khai thác thiết bị tách dầu nước dạng ống quay ly tâm trong xử lý dầu tràn.

Thiết bị tách dầu nước dạng ống quay ly tâm góp phần nội địa hóa các sản phẩm sản xuất trong nước, giảm giá thành sản phẩm và 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 kết quả 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 vg/ph, 5.500 vg/ph và 6.000 vg/ph;
 - + Nồng độ dầu diesel và nước ngọt tại đầu vào thiết bị: 300 ppm và 600 ppm.

7. Kết cấu của luận án

Thuyết minh của luận án được trình bày gồm các phần như sau:

- + Mở đầu
- + Chương 1. Tổng quan vấn đề nghiên cứu

- + Chương 2. Cơ sở nghiên cứu
- + Chương 3. Kết quả tính toán và đánh giá 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
- + Danh mục các công trình khoa học đã công bố
- + Tài liệu tham khảo
- + Phần phụ lục

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

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

1.1.1. Ô nhiễm biển do khai thác tàu chở dầu

Đội tàu chở dầu của thế giới là đội tàu biển chuyên dụng lớn nhất trong tổng số các đội tàu biển hiện có đang hoạt động trên biển và đại dương. Tổng trọng tải của đội tàu dầu hiện nay khoảng 270 triệu DWT (Dead weight), chiếm tỷ trọng khoảng 30% tổng trọng tải của đội tàu biển thế giới. Kích thước của tàu dầu hiện cũng rất lớn, tàu chở dầu mỏ chuyên dụng có trọng tải trung bình (200.000 ÷ 300.000) DWT, tàu chở sản phẩm dầu mỏ chuyên dụng có sức chở khoảng (50.000 ÷ 100.000) DWT. Các tàu dầu có sức chở (10.000 ÷ 30.000) DWT được coi là tàu lớn giữa thế kỷ 20, còn hiện nay loại tàu này chỉ được coi là loại tàu có sức chở bình thường. Ô nhiễm biển do dầu trong quá trình khai thác tàu dầu thường với cường độ thấp, nhưng tổng tải lượng dầu rơi vãi và thâm nhập vào môi trường cũng vào khoảng (700.000 ÷ 1.000.000) tấn/năm. Một vài dạng gây ô nhiễm do khai thác tàu dầu gây ra như sau [8]:

- Đối với tàu dầu trong quá trình khai thác, vận hành thường gắn liền với việc làm sạch két dầu để chuẩn bị nhận hàng mới khi tàu hành trình từ cảng trả hàng tới cảng nhận hàng. Trong quá trình này tàu sẽ xả nước thải lẫn dầu ra biển tuy đã thực hiện theo quy định kỹ thuật của IMO về xả thải dầu trên biển. Mặc dù vậy, việc xả thải này đã gây hậu quả về ô nhiễm dầu cho nhiều vùng nước cảng biển, vịnh kín.

- Những vụ ô nhiễm dầu khoáng thông thường xảy ra trong lúc tàu thực hiện những thao tác cuối cùng khi tàu trả hàng và nhận hàng. Trong thao tác ngắt ống khỏi van cấp dầu, một lượng dầu còn lại trong ống thường bị rơi

xuồng nước. Việc này sẽ được khắc phục nếu người thao tác bơm cẩn trọng trong công việc.

- Những vụ các tàu đâm va nhau gây thủng vỏ tàu hay chìm tàu đã gây ô nhiễm dầu ra biển rất lớn [96].

1.1.2. Ô nhiễm biển từ các chất thải tràn khoan dầu, khí trên biển

Các tràn khoan dầu, khí thường nằm ở vùng thềm lục địa, độ sâu nhỏ (dưới 200 m). Trong quá trình hoạt động tràn khoan phải sử dụng một lượng lớn dung dịch khoan và hóa chất. Chất thải do tràn khoan thải ra cũng chính là dung dịch nhiễm dầu và hóa chất. Các chất thải này mặc dù được thu gom nhưng vẫn là nguồn ô nhiễm thường xuyên cho các vùng biển đang có hoạt động khai thác dầu, khí. Nước thải từ tràn khoan dầu hoặc khí cũng là nguồn gây ô nhiễm biển đáng kể. Nước thải từ tràn khoan thường là nước thải sinh hoạt của người lao động trên giàn, nước thải từ quá trình tách sản phẩm dầu mỏ khỏi dầu thô. Nước thải từ dầu mỏ thường chứa kim loại nặng, dầu, hóa chất, cặn lơ lửng,... Vì thế, cùng với nước thải sinh hoạt nước thải tràn khoan là nguồn gây ô nhiễm thường xuyên đối với vùng biển thềm lục địa [8].

1.1.3. Ô nhiễm biển do bơm xả nước dẫn tàu ra biển

Trong nước dẫn tàu còn nhiễm một lượng nhỏ dầu do rò rỉ từ các đường ống dẫn nhiên liệu, két dầu, nước làm mát chi tiết máy và động cơ. Việc bơm xả nước dẫn ra các vùng nước cảng biển nơi tàu đến sẽ đem theo vào đó các sinh vật ngoại lai, vi trùng gây bệnh, dầu khoáng. Mặc dù lượng dầu khoáng từ hoạt động bơm xả nước dẫn không lớn, nhưng tổng tải lượng toàn cầu cũng lên tới trên 300.000 tấn dầu/năm [8].

1.1.4. Dầu lẫn vào trong nước tại các cơ sở sản xuất trên bờ

Tại các cơ sở sản xuất trên bờ có không nhỏ lượng dầu được rò rỉ vào hệ

thống cống thoát và đổ ra sông, ra biển. Số lượng dầu mủ thấm qua đất và lan truyền ra nước biển ước tính 3 triệu tấn mỗi năm [8].

Có thể nói, ô nhiễm dầu gây nên những tổn thất nghiêm trọng về kinh tế và ảnh hưởng không nhỏ đến sức khỏe con người. Chính vì thế, việc phòng ngừa và khắc phục các sự cố về dầu là vấn đề cấp thiết ở nước ta.

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

1.2.1. Xử lý dầu nhờ chất phân tán

1) Nguyên tắc xử lý dầu lẫn trong nước

Dầu lẫn vào trong nước được phao quây lại thành một khu vực [86], dầu nổi lên trên bề mặt, chất phân tán được phun lên trên bề mặt lớp dầu do vậy mà dầu được tách ra khỏi hỗn hợp dầu nước.

Thành phần chất phân tán dầu bao gồm ba loại hóa chất chính:

- Chất hoạt động bề mặt;
- Dung môi;
- Chất ổn định.

2) Ưu nhược điểm

Ưu điểm

Chất tăng độ phân tán dầu vào nước có thành phần hóa học chính là chất hoạt động bề mặt. Nó làm giảm lực căng bề mặt ranh giới giữa dầu và nước, tạo ra những giọt dầu nhỏ tạo điều kiện cho việc phân hủy sinh học và phân tán dầu vào nước xảy ra nhanh hơn. Nên hiệu quả xử lý nhanh.

- Các chất làm phân tán dầu vào trong nước sử dụng đơn giản, chất làm phân tán được phun lên bề mặt dầu nổi trên mặt nước mà không cần thêm thiết bị gì.

Nhược điểm

Phun chất phân tán lên bề mặt dầu, trong khi bề mặt của dầu và nước không ổn định do có sóng.

Chất phân tán dầu có tính độc khi phun vào nước.

Kinh phí lớn do phun chất phân tán lên bề mặt với số lượng dư nhiều so với yêu cầu thực tế.

1.2.2. Xử lý dầu bằng phương pháp từ tính

1) Nguyên tắc xử lý dầu

Thiết bị xử lý bao gồm một tấm lưới mỏng, lỗ to cỡ $(1\div 2)$ cm. Tấm lưới này được làm bằng hợp kim đặc biệt. Khi hỗn hợp nước - dầu chảy vào sẽ làm cho tấm lưới bị rung do tác động của dòng chảy. Khi tấm lưới rung sẽ tạo ra một điện từ trường yếu và chính điện từ trường yếu này lập tức tác động lên dầu và đẩy dầu lên phía nửa trên của thùng chứa. Dầu sau khi tách khỏi nước được giữ ở phần nửa trên thùng chứa và dùng ống nối dẫn ra ngoài. Hỗn hợp dầu - nước bơm vào đầu bên này của thùng chứa thì dầu ra dầu, nước ra nước, chảy ra hai đường khác nhau ở đầu bên kia thùng chứa [8].

Hoặc thiết bị phân ly dầu-nước bằng phương pháp điện từ trường [17, 61] đang nghiên cứu trên mô hình vật lý.

2) Ưu nhược điểm

Ưu điểm:

- Nguyên tắc lọc dầu đơn giản;
- Công suất tương đối lớn (Thiết bị thử nghiệm có công suất 50 m³/ngày).

Nhược điểm:

- Chưa kiểm nghiệm thiết bị trong thực tế, đã thí nghiệm ở dạng mô hình.

1.2.3. Xử lý dầu bằng vật liệu hấp phụ dầu

1) Vật liệu hấp phụ dầu

Vật liệu hấp phụ dầu là những vật liệu hữu cơ, vô cơ tự nhiên hoặc tổng hợp [8]. Vật liệu hữu cơ tự nhiên như mùn cưa, rơm khô, lông động vật, các chất xơ sợi,... Chất vô cơ tự nhiên như đất sét, cát, tro núi lửa. Vật liệu hấp phụ tổng hợp như PolyEthylene (PE), PolyEster xốp (PES), PolyStyrene (PS),... Chúng được chế tạo thành những khối vật liệu với kích thước tiêu chuẩn, đủ bền về cơ học, lý học và hóa học để tiện lợi cho quá trình sử dụng, dễ dàng thu hồi và có thể tái sử dụng sau khi dùng. Sản phẩm thường được sản xuất ở các dạng phao, gói, tấm, giấy, giường thấm dầu.

Ở Việt Nam, trong điều kiện không có các vật liệu tiêu chuẩn có thể sử dụng các vật liệu thô, tại chỗ như bó rơm, rạ, cỏ khô; các loại mùn xốp như trấu, mùn cưa,... Dạng vật liệu thường được chế thành các sản phẩm như phao thấm dầu (Oil Socks), bẫy thấm dầu dạng sợi (Oil Snare), tấm dạng gói hoặc giường thấm dầu (Oil Pillows or Oil Bads), giấy thấm dầu (Petro Absorbent Pad),...

2) Nguyên tắc xử lý dầu

Các vật liệu thấm hút dầu chỉ thấm hút dầu và giữ dầu trong khối vật liệu, vật liệu không thấm hút nước hoặc thấm hút nước với tỷ lệ rất thấp. Vì vậy chúng còn được gọi là vật liệu thấm hút dầu.

3) Ưu nhược điểm

Ưu điểm:

- Các chất hấp phụ dễ tìm kiếm và giá thành rẻ;
- Vật liệu hấp phụ dầu là những vật liệu hữu cơ, vô cơ tự nhiên hoặc tổng hợp;

- Vật liệu hữu cơ tự nhiên như mùn cưa, rơm khô, lông động vật, các chất xơ sợi,...
- Chất vô cơ tự nhiên: đất sét, cát, tro núi lửa;
- Vật liệu hấp phụ tổng hợp: PolyEthylene (PE), PolyEster xốp (PES), PolyStyrene (PS),...
- Các khối vật liệu với kích thước tiêu chuẩn, đủ bền về cơ học, lý học và hóa học để tiện lợi cho quá trình sử dụng, dễ dàng thu hồi và có thể tái sử dụng sau khi sử dụng.

Nhược điểm:

- Đặc tính của các vật liệu thấm hút dầu là chỉ thấm hút và giữ dầu trong khối vật liệu, không thấm hút nước hoặc thấm hút nước với tỷ lệ rất thấp. Nên để thấm dầu cần khối lượng chất thấm lớn, gây khó khăn cho vận chuyển khi triển khai ứng phó dầu tràn.

1.2.4. Xử lý dầu bằng vải lọc

1) Vải lọc

Để có thể tách riêng dầu và nước với hệ thống lọc bằng vải lọc [100] thường tiêu hao nhiều năng lượng vì hỗn hợp được tách phải được bơm qua màng để đạt hiệu quả tách cao. Các loại màng tách này thường bị tắc bởi các chất nhớt như dầu, khi đó hiệu quả làm việc của chúng giảm dần. Hơn nữa, chúng thường không đủ đa năng để tách được tất cả các hỗn hợp dầu-nước, từ các lớp dầu và nước đơn giản cho đến các loại nhũ tương chứa nhiều chất hoạt động bề mặt.

Các nhà khoa học vật liệu tại Đại học Michigan (Mỹ) đã sáng chế một loại màng mới có thể khắc phục những hạn chế nêu trên. Màng này làm từ polyme và vật liệu silic kỵ dầu, có thể tách được những lượng dầu lớn bất kỳ hỗn hợp dầu - nước nào bằng phương pháp lọc trọng lực đơn giản [8].

Màng này được chế tạo bằng cách nhúng vải polyeste hoặc lưới thép không gỉ vào hỗn hợp polyetylen glycol diacrylat liên kết ngang (chất ưa nước) và silsesquioxan florodexyl (chất kỵ dầu).

2) Nguyên tắc xử lý dầu

Khi người ta đổ hỗn hợp dầu - nước hoặc nhũ tương lên trên lớp màng thì ban đầu chưa xảy ra hiện tượng gì. Sau vài phút, những vùng silsesquioxan vi tinh thể thô nhám trên bề mặt lớp màng sẽ tái định hình, tạo thành một bề mặt trơn, không kết tinh. Bề mặt này cho phép polyme liên kết hydro với nước. Sự thay đổi thuận nghịch trong hình thái bề mặt như vậy giúp nước thấm ướt hoàn toàn bề mặt và thấm qua màng, còn dầu bị giữ lại.

Loại vải này được sản xuất hoàn toàn bằng sợi tái chế của ngành công nghiệp dệt, nhưng nó có khả năng lọc dầu, váng dầu, các chất thải nhiễm dầu trong nước (bất kể nước ngọt hay nước mặn) và có khả năng chịu được dòng chảy với lưu tốc tối đa 250 m³/giờ trên 1 m².

3) Ưu nhược điểm của vải lọc dầu

Ưu điểm

Phương pháp tách dầu này đạt hiệu quả cao khi áp dụng đối với tất cả các hỗn hợp dầu - nước.

Loại màng mới không những được sử dụng cho các vụ tràn dầu mà còn có thể dùng để xử lý nước thải, tinh chế nhiên liệu và tách các loại nhũ tương thường sử dụng trong các quá trình sản xuất.

Vải lọc dầu SQS-1 có khả năng hút lượng dầu gấp 20 lần trọng lượng của nó. Vải hết thời gian sử dụng có thể hủy bằng phương pháp đốt, nó cho nhiệt lượng cao với lượng tro dưới 1%. Sản phẩm có nhiều kích thước và hình dạng khác nhau như túi/bao lọc dầu nước ra của bơm, túi lọc trước khi nước vào bơm hút, lưới bắt dầu,...

Vải lọc có tác dụng tách dầu ra khỏi hỗn hợp dầu nước, đồng thời có thêm tính năng diệt khuẩn, diệt nấm, mốc, tảo ngay khi tiếp xúc. Khả năng diệt khuẩn, nấm mốc của nó không phải bằng phương pháp hóa học nên không gây ô nhiễm cho môi trường nước.

Nhược điểm

Để có thể tách riêng dầu và nước các hệ thống lọc truyền thống kết hợp với màng tách thường tiêu hao nhiều năng lượng vì hỗn hợp được tách phải được bơm qua màng để đạt hiệu quả tách cao.

Các loại màng tách này thường hay bị tắc bởi các chất lỏng có độ nhớt như dầu, khi đó hiệu quả làm việc của chúng giảm dần.

Vật liệu không có đủ đa năng để tách được tất cả các hỗn hợp dầu-nước, từ các lớp dầu và nước đơn giản cho đến các nhũ tương chứa nhiều chất hoạt động bề mặt.

Tốc độ lọc chậm nên sản lượng thấp, thời gian xử lý lâu.

1.2.5. Xử lý dầu bằng phương pháp lắng động tự nhiên

1) Sơ đồ xử lý dầu

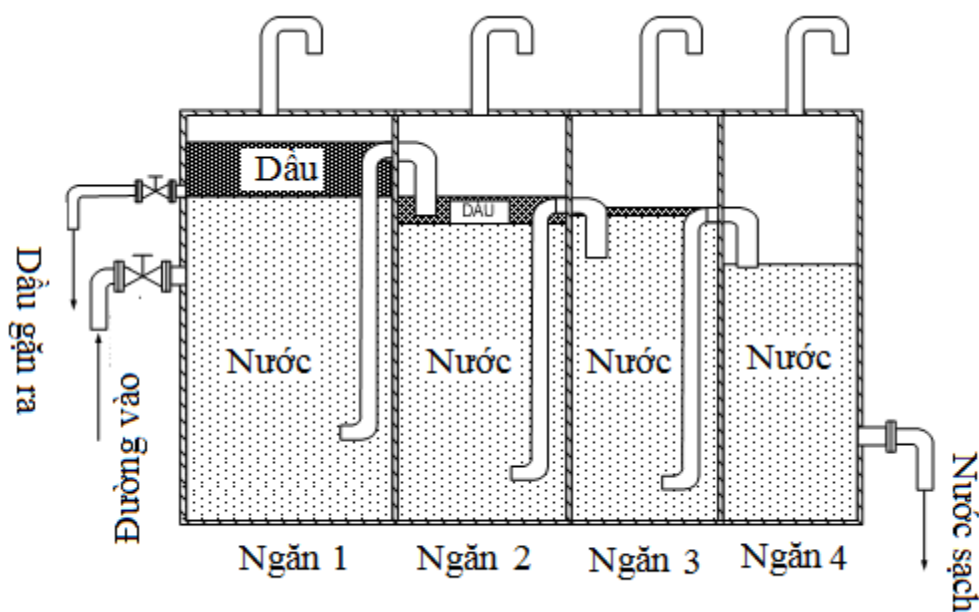
Các tạp chất có trọng lượng riêng lớn hơn sẽ lắng động xuống đáy kết chứa, phần có trọng lượng riêng nhỏ hơn sẽ nổi lên trên bề mặt. Hình 1.1 giới thiệu kết cấu của một kết lắng nhiên liệu nhiều ngăn.

2) Nguyên tắc xử lý dầu

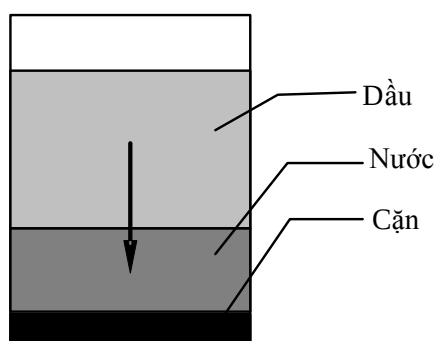
Hỗn hợp dầu nước được chứa trong một kết có thể tích đủ lớn nên hỗn hợp dầu nước trong kết hầu như không lưu động [16, 38, 50]. Trong một khoảng thời gian, sẽ xuất hiện hiện tượng phân lớp do dầu có trọng lượng riêng nhỏ thì nổi lên trên, còn các tạp chất và nước có trọng lượng riêng lớn

hơn sẽ lắng đọng xuống đáy các két chứa. Hình 1.2 thể hiện sự phân lớp của dầu, nước và cặn do lắng đọng tự nhiên [16].

Để khả năng phân lớp nhanh, dưới đáy két lắng có bố trí các đường hâm dầu bằng hơi hoặc bằng điện. Dầu thường được hâm lên đến một nhiệt độ tương ứng với độ nhớt của dầu vào để giảm trở lực.



Hình 1.1. Két lắng nhiên liệu nhiều ngăn



Hình 1.2. Sự phân lớp do lắng đọng tự nhiên của nhiên liệu và tạp chất

Để xác định tốc độ lắng cặn trong két lắng ta đi khảo sát quỹ đạo của một hạt tạp chất chuyển động trong dầu. Giả sử tạp bẩn được lắng trong két lắng sẽ chịu tác dụng của hai lực là lực trọng trường P và lực nâng Acsimet A . Trong đó lực trọng trường P được xác định theo công thức sau [16]:

$$P = (\rho_s - \rho_L) \cdot g \cdot \frac{\pi \cdot d^3}{6} \quad (1.1)$$

Lực đẩy acsimet được xác định theo công thức sau:

$$A = 3 \cdot \pi \cdot d \cdot \mu \cdot v_g \quad (1.2)$$

Trong đó:

d - đường kính hạt bản, m;

g - gia tốc trọng trường, m/s²;

ρ_s - khối lượng riêng của hạt bản, kg/m³;

ρ_L - khối lượng riêng của chất lỏng, kg/m³;

μ - độ nhớt động lực của chất lỏng, Pa.s;

v_g - vận tốc lắng động của hạt tạp chất trong trường trọng lực, m/s.

Khi tốc độ lắng đủ lớn, sức cản cân bằng với lực gây chuyển động ($P=A$) và từ đó ta tính được tốc độ lắng của hạt cặn sẽ là [16]:

$$v_g = \frac{(\rho_s - \rho_L) d^2 g}{18\mu}, \text{ m/s} \quad (1.3)$$

Như vậy những hạt tạp chất có kích thước càng lớn thì tốc độ lắng càng lớn. Ngoài ra độ nhớt càng nhỏ thì khả năng lắng động của tạp chất càng lớn. Trong thực tế phương pháp lắng động tự nhiên thường kết hợp với xử lý nhiệt để tăng tốc độ lắng động tự nhiên. Phần dầu nổi trên bề mặt phân chia dầu nước có thể lấy ra nhờ bơm hút dầu tràn trên mặt nước [56].

c) Ưu nhược điểm

Ưu điểm của lắng động tự nhiên:

- Thiết bị tách dầu đơn giản và sử dụng tốt cho dầu có tỷ trọng khác biệt lớn với tỷ trọng nước.

Nhược điểm của lắng động tự nhiên:

- Thời gian lắng chậm;

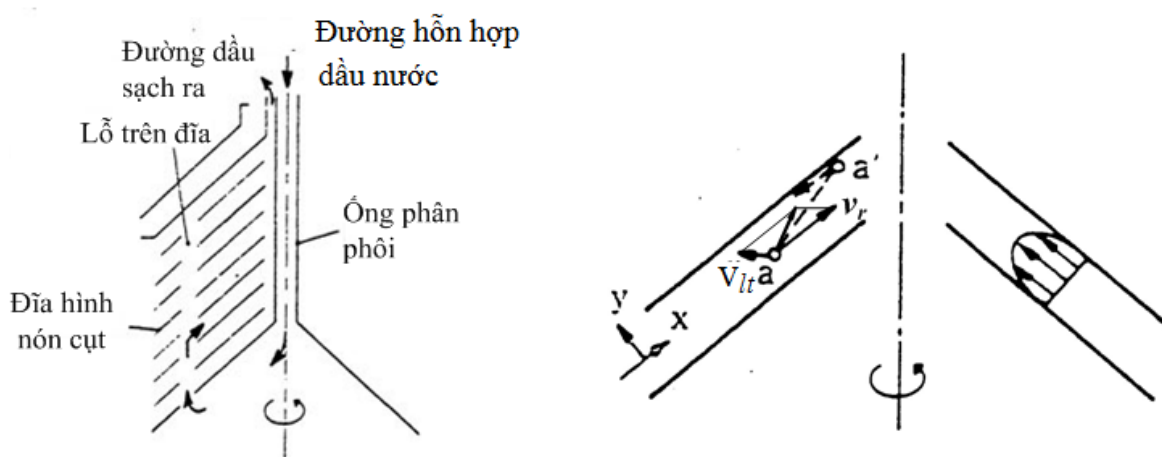
- Thể tích chứa hỗn hợp dầu nước đòi hỏi lớn.

1.2.6. Xử lý dầu bằng phương pháp ly tâm

a) Sơ đồ xử lý dầu

Hình 1.3 giới thiệu nguyên lý phân ly trong trống máy lọc ly tâm hình nón. Kết cấu máy lọc gồm nhiều đĩa, khoảng cách giữa các đĩa trong máy lọc ly tâm thường vào khoảng từ $(0,6 \div 0,8)$ mm, số đĩa trong trống có khoảng $100 \div 110$ đĩa. Trống quay với tốc độ lớn khoảng từ $(7.000 \div 10.000)$ vòng/phút.

Khi máy lọc ly tâm quay thì pha nhẹ là dầu có tỷ trọng nhỏ nhất nằm gần trục quay, pha nặng hơn là nước nằm xa trục quay do sự tác dụng của lực ly tâm. Còn tạp chất là pha nằm sát thành thùng quay do có tỷ trọng lớn nhất.



Hình 1.3. Nguyên lý phân ly của các tạp chất lẫn trong dầu trong trống máy lọc ly tâm [16]

Vận tốc tách của dầu ra khỏi nước nhờ lực ly tâm

$$v_{lt} = \frac{(\rho_s - \rho_L)d^2\omega^2}{18\mu}, \text{ m/s} \quad (1.4)$$

Trong đó:

v_{lt} - vận tốc tách của dầu ra khỏi nước, m/s;

ω - vận tốc góc, rad/s.

ρ_s - khối lượng riêng của hạt rắn, kg/m³;

ρ_L - khối lượng riêng của chất lỏng, kg/m³;

μ - độ nhớt động lực của chất lỏng, Pa.s;

b) Nguyên tắc xử lý dầu

Dưới tác dụng của lực ly tâm làm cho dầu, nước và tạp chất được phân lớp theo chiều thẳng đứng với tốc độ tách rất lớn. Trong trường hợp này lực ly tâm lớn hơn lực trọng trường rất nhiều nên phương chuyển động của các tạp chất trong dầu là theo phương lực ly tâm (Phương pháp xử lý dầu bằng phương pháp lắng đọng tự nhiên), lực ly tâm lớn hơn lực trọng trường hàng nghìn lần. Lọc bằng phương pháp này thì ảnh hưởng của trường trọng lực là rất nhỏ nên ta có thể bỏ qua.

c) Ưu nhược điểm

Ưu điểm của lắng lọc nhờ lực ly tâm:

- Phương pháp lắng lọc nhờ lực ly tâm dựa trên lực ly tâm do thiết bị bên ngoài hỗ trợ nên phương pháp này có ưu điểm là lọc sạch tạp chất hơn, sản lượng lọc lớn và có khả năng lọc được đồng thời cả cặn và nước.

Nhược điểm của lắng lọc nhờ lực ly tâm:

- Giá thành cao;
- Kích thước và trọng lượng lớn, cấu tạo phức tạp, sản lượng nhỏ;
- Dễ tắc bần ở phần nón lọc;
- Hiệu quả lọc và khả năng sử dụng máy lọc phụ thuộc rất nhiều vào trình độ vận hành của người vận hành.

1.2.7. So sánh các giải pháp tách dầu ra khỏi hỗn hợp dầu nước

Các giải pháp tách dầu ra khỏi hỗn hợp dầu nước được so sánh với nhau

qua bảng so sánh 1.1.

Bảng 1.1. So sánh các giải pháp tách dầu

Giải pháp xử lý	Ưu điểm	Nhược điểm
Hóa chất phân tán	- Chất tăng độ phân tán dầu vào nước được phun lên bề mặt dầu nên phân tán dầu vào nước xảy ra nhanh hơn và hiệu quả xử lý nhanh; - Các chất làm phân tán dầu vào nước dễ sử dụng.	- Phun chất phân tán lên bề mặt dầu, trong khi bề mặt dầu và nước không ổn định do có sóng; - Chất phân tán dầu có tính độc khi phun vào nước; - Kinh phí lớn do phun chất phân tán lên bề mặt với số lượng dư nhiều so với yêu cầu thực tế.
Lọc nhờ từ tính	- Nguyên tắc lọc đơn giản; - Công suất tương đối lớn (chiếc máy mô hình thử nghiệm công suất 50 m³/ngày).	- Chưa kiểm nghiệm thiết bị trên thực tế, mới chế tạo dạng mô hình.
Vật liệu hấp phụ dầu	- Các chất hấp phụ dễ tìm kiếm và giá thành rẻ; - Các khối vật liệu với kích thước tiêu chuẩn, đủ bền về cơ học, lý học và hóa học nên tiện lợi cho quá trình sử dụng, dễ dàng thu hồi và có thể tái sử dụng sau khi sử dụng.	- Khối lượng chất thấm lớn, gây khó khăn cho vận chuyển khi triển khai ứng phó dầu tràn.

Giải pháp xử lý	Ưu điểm	Nhược điểm
Vải lọc	- Vải lọc có tác dụng tách dầu ra khỏi hỗn hợp dầu nước, đồng thời có thêm tính năng diệt khuẩn, diệt nấm, mốc, tảo ngay khi tiếp xúc; - Không gây ô nhiễm cho môi trường nước.	- Tốc độ lọc chậm nên sản lượng thấp, thời gian xử lý lâu.
Lắng đọng tự nhiên	- Thiết bị tách dầu đơn giản; - Sử dụng tốt cho dầu có tỷ trọng khác biệt lớn với tỷ trọng nước.	- Thời gian lắng đọng chậm; - Thể tích chứa hỗn hợp dầu nước lớn.
Lắng lọc nhờ lực ly tâm	- Lọc sạch tạp chất hơn các loại khác; - Có khả năng lọc được đồng thời cả cặn và nước.	- Giá thành cao; - Kích thước và trọng lượng lớn; - Dễ tắc bần ở phần nón lọc; - Hiệu quả lọc và khả năng sử dụng máy lọc phụ thuộc rất nhiều vào trình độ vận hành của người vận hành.

Theo bảng so sánh 1.1, giải pháp tách dầu ly tâm có nhiều ưu điểm hơn các giải pháp khác, thích hợp sử dụng cho trường hợp thiết bị có sản lượng lớn như thiết bị xử lý dầu tràn trên mặt biển nên luận án tập trung nghiên cứu giải pháp tách dầu ra khỏi hỗn hợp dầu nước bằng phương pháp ly tâm.

1.3. Tình hình nghiên cứu trong nước và nước ngoài

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

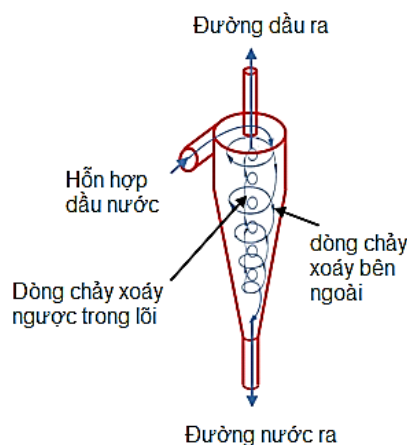
1.3.1. Nghiên cứu thiết bị tách dầu nước ly tâm hình nón

Thiết bị tách dầu nước ly tâm hình nón đã đề cập mục 1.2.6. Thiết bị dạng này được sử dụng để tách nước và cặn ra khỏi hỗn hợp để lấy dầu sạch (Hàm lượng dầu nhiều hơn hàm lượng nước và cặn trong hỗn hợp). Nghiên cứu sinh tập trung vào xử lý dầu tràn với thiết bị có sản lượng lớn, do vậy loại thiết bị này không thích hợp.

1.3.2. Nghiên cứu thiết bị tách dầu nước sử dụng ống tạo xoáy

Phương pháp tách dầu nước sử dụng ống tạo xoáy [1, 16, 18, 41, 44] sử dụng để phân tách hai pha lỏng - lỏng được sử dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp khác nhau để loại bỏ dầu lẫn trong nước (Nồng độ dầu nhỏ hơn 1% trong hỗn hợp dầu nước).

Kết cấu của thiết bị xoáy lọc bao gồm một ống dẫn hỗn hợp vào (Hỗn hợp dầu nước), khoang xoáy lọc, ống thu chất lỏng nhẹ (Đường dầu ra) và ống dẫn chất lỏng nặng ra (Đường nước ra) (Hình 1.4).

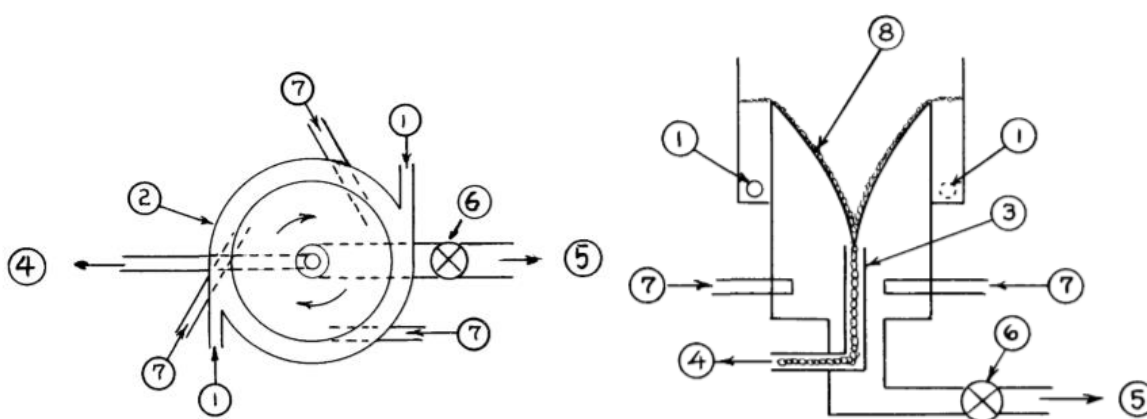


Hình 1.4. Thiết bị xoáy lọc tạo ly tâm [32]

Nguyên lý tách dầu nước: Hỗn hợp dầu nước chảy vào khoang xoáy lốc, 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 ra, dòng chảy ngược có nồng độ dầu cao tới ống thu dầu bên trên (hình 1.4).

Một số nghiên cứu sử dụng ống xoáy lốc để tách hai pha có tỷ trọng khác nhau bằng lực ly tâm được đề cập trong các tài liệu [1, 24, 25, 28, 30, 31, 32, 36, 39, 40, 42, 43]. Một trong những khó khăn lớn nhất đối với ống xoáy lốc sử dụng để tách hai chất lỏng là duy trì dòng chảy ngược của pha dầu đủ dài ở lõi giữa trong một phạm vi rộng các tốc độ cấp vào của hỗn hợp khác nhau [32].

Một ví dụ thiết bị tạo xoáy tách dầu như trên hình 1.5, dòng chất lỏng cần lọc đi theo đường 1, chảy vào vùng hình vành khăn 2, các tia tạo xoáy đi vào theo đường 7, do xoáy mạnh mà dầu trong chất lỏng cần lọc nổi lên trên bề mặt 8 và theo ống xoáy 3 đi ra ngoài qua đường 4. Nước sạch qua van 6 theo đường ống dẫn 5 ra ngoài.



Hình 1.5. Thiết bị tạo xoáy tách dầu [104]

1- Đường dẫn chất lỏng cần lọc vào; 2- Máng hình vành khăn; 3- Ống xoáy; 4- Ống dẫn dầu bẩn ra; 5- Nước sạch ra; 6- Van; 7- Các tia tạo xoáy; 8- Dầu nổi lên.

Mặc dù trên thế giới đã có một số hãng sản xuất hệ thống phân ly dầu nước sử dụng ống xoáy lốc tạo ly tâm, nhưng hiệu quả sử dụng không cao, tỷ lệ hồi dầu nhỏ. Việc tăng lượng dầu quay ngược nhờ thay đổi kết cấu của khoang xoáy lốc nhưng cũng tăng lên không đáng kể. Đã có những công trình nghiên cứu về việc mô phỏng sự phân tách dầu ra khỏi nước trong ống xoáy tạo ly tâm [36, 37]. Song những nghiên cứu này chỉ dừng lại ở mô hình lý thuyết, chưa nghiên cứu thực nghiệm cho những dòng chảy tốc độ lớn và lượng dầu nhiều.

1.3.3. Nghiên cứu thiết bị tách dầu nước sử dụng cánh tạo xoáy đặt cố định

1) Một số công trình nghiên cứu về phân tử tạo xoáy

Một số công trình nghiên cứu về phân tử tạo xoáy [22, 23, 34] được chỉ trên hình 1.6 và bảng 1.2.

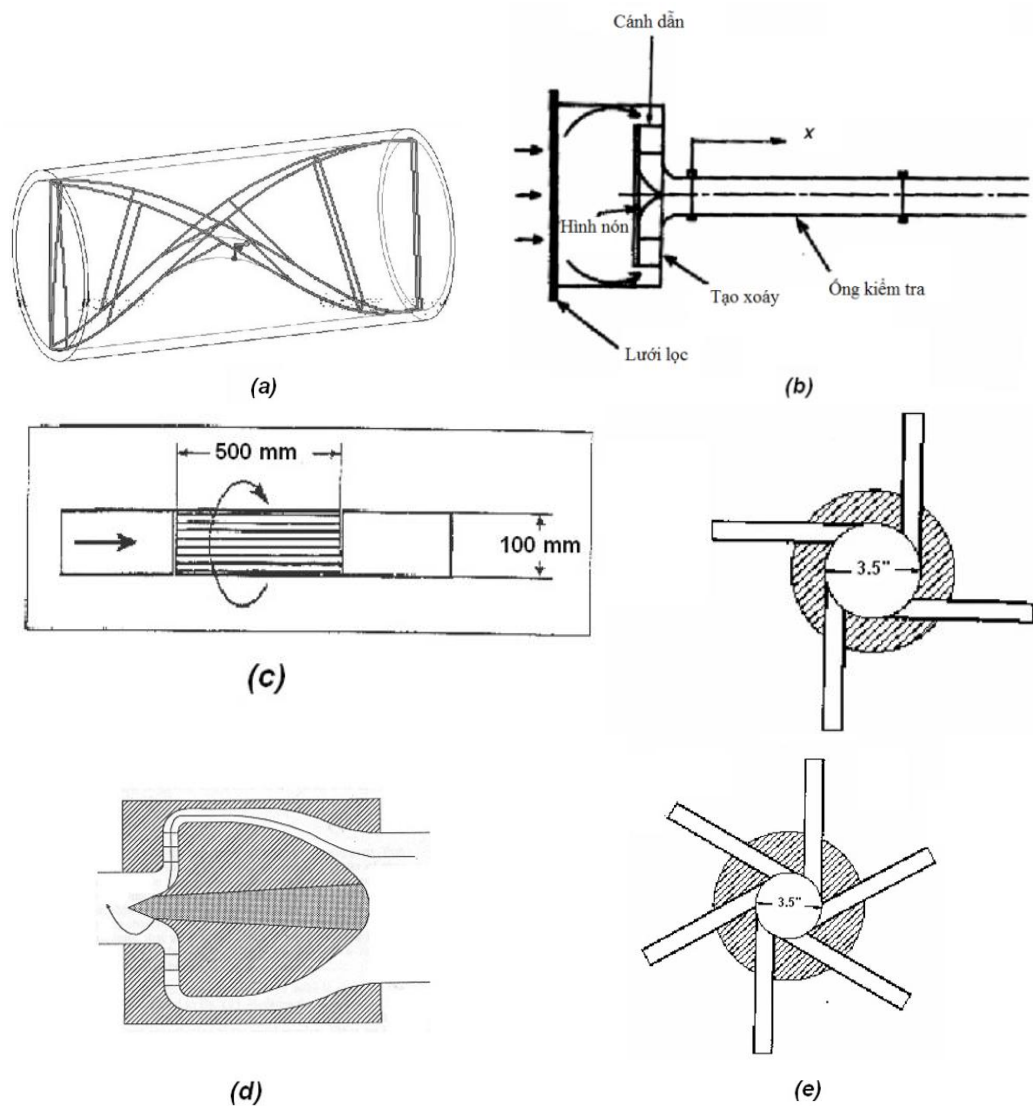
Bảng 1.2. Phương pháp và phạm vi nghiên cứu về một số kiểu tạo xoáy

<i>Kiểu xoáy</i>	<i>Tác giả</i>	<i>Phương pháp</i>	<i>Tri số Re</i>
Băng xoắn (hình a)	Kreith và Sonju (1965)	Bước bằng 9 và 15. Máy đo xoáy.	10.000 ÷ 100.000
	Backshall và Landis (1969)	Bước/Đường kính = 6,16. Dây nóng, áp kế vi sai.	30.000 ÷ 110.000
	Young và Rao (1978)	Đo gió dạng dây nóng.	Không báo cáo
Cánh cố định (hình b)	Baker và Sayre (1974)	Đầu dò tĩnh Pitot, máy đo xoáy.	12.500 ÷ 200.000
	Kitoh (1991)	Đo gió dạng dây nóng [95].	40.000 ÷ 80.000
	Young và Rao (1978)	Đo gió dạng dây nóng.	Không báo cáo

<i>Kiểu xoáy</i>	<i>Tác giả</i>	<i>Phương pháp</i>	<i>Tri số Re</i>
	Nejad et al (1989)	Phương pháp đo tốc độ bằng tia laser (LDV).	125.000
Bó ống quay (hình c)	Rocklage-Marliani, Schmidts và Ram (2003)	Phương pháp đo tốc độ bằng tia laser (LDV).	280.000
	Weske và Sturov (1974)	Đo gió dạng dây nóng.	30.000
	Imao, Itoh và Harada (1996)	Phương pháp đo tốc độ bằng tia laser (LDV).	20.000
	Kocherscheidt, Schmidts và Ram (2002)	Phương pháp đo tốc độ bằng tia laser (LDV).	218.000
	Young và Rao (1978)	Phương pháp đo tốc độ bằng tia laser (LDV).	Không báo cáo
Loại cánh quạt (hình d)	Parchen và Steenbergen (1998)	Phương pháp đo tốc độ bằng tia laser (LDV).	50.000
	Algifri, Bhardwaj và Rao (1988)	Đo gió dạng dây nóng.	43.000 ÷ 170.000
Phun tiếp tuyến (hình e)	King, Rothfus và Kermode (1969)	Đầu dò áp suất.	10.000 ÷ 25.000
	Chang và Dhir (1994)	Máy đo gió nhiệt độ không đổi, dây nóng.	12.500
	Young và Rao (1978)	Đo gió dạng dây nóng.	Không báo cáo

Ghi chú: LDV- Vận tốc chất lỏng cục bộ tức thời được đo bằng máy đo tốc độ Doppler laser hai thành phần, theo thời gian và không gian.

Nhận xét: Các nghiên cứu này tập trung nghiên cứu về phân bố tốc độ dòng theo hướng dọc trục và hướng xoáy của dòng không khí hay chất lỏng khi đi qua phần tử tạo xoáy.



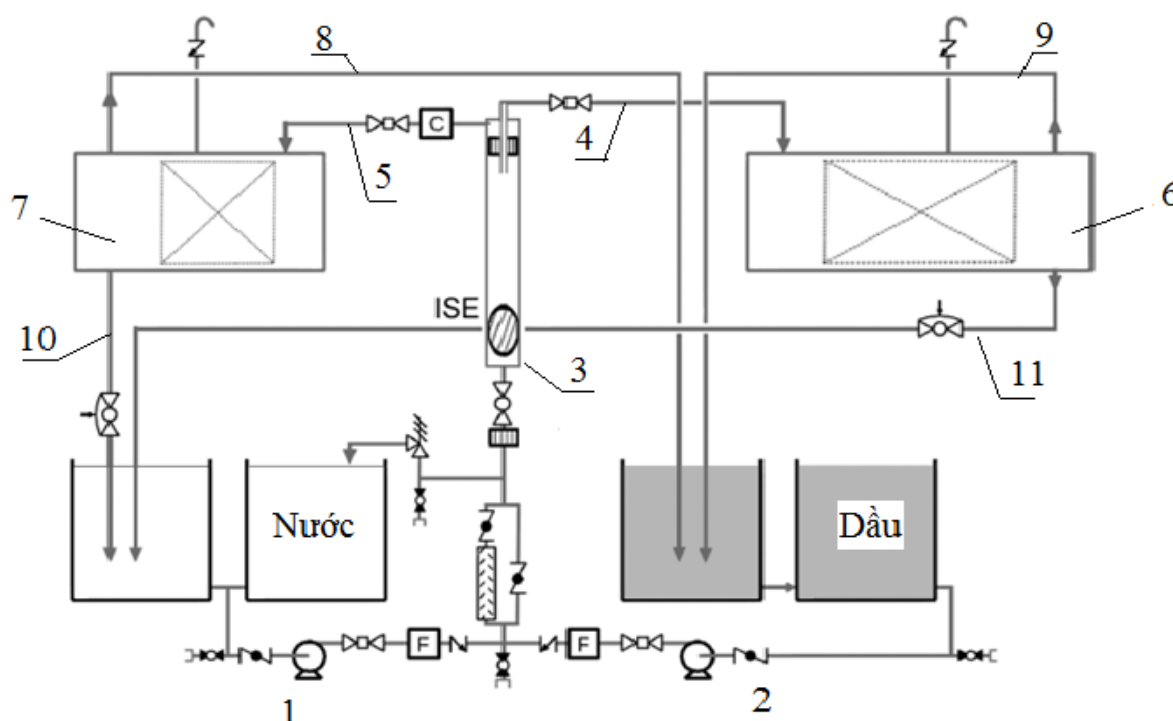
Hình 1.6. Một số phần tử tạo xoáy [22]

- (a) Băng xoắn, tác giả Akay A. Islek (2004);
- (b) Cánh cố định, tác giả Kitoh (1991);
- (c) Ống quay, tác giả Kocherscheidt et al. (2002);
- (d) Loại cánh quạt, tác giả Parchen và Steenbergen (1998);
- (e) Phun tiếp tuyến, tác giả Chang và Dhir (1994).

2) Thiết bị tách dầu nhờ cánh tạo xoáy với hỗn hợp dầu diesel và nước ngọt pha muối [27]

a) Sơ đồ thiết bị

Trong hình 1.7 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 đặt cố định có kích thước như sau: ống dài 2 m, bề dày ống 2 mm, đường kính ống 100 mm (Hình 1.8). Cánh được hàn cố định lên bầu và thành phía trong ống. Ống, bầu và cánh được lắp cố định lên bệ.



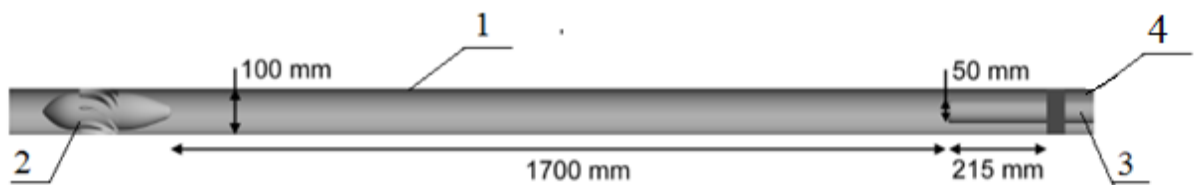
Hình 1.7. Sơ đồ lắp đặt thử nghiệm thiết bị tách dầu từ hỗn hợp dầu diesel và nước muối [27]

1- Bơm nước; 2- Bơm dầu; 3- Thiết bị tách dầu; 4- Ống dẫn dầu được tách ra trở về két; 5- Ống dẫn nước về két; 6- Két chứa dầu; 7- Két chứa nước; 8, 9- Ống dẫn dầu nổi trên bề mặt 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.

b) Nguyên lý hoạt động

Nguyên lý hoạt động của hệ thống như sau (Hình 1.7): 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. Bơm cấp ly tâm có lưu lượng nhỏ nhất là $10 \text{ m}^3/\text{h}$. Lưu lượng dòng qua thiết bị tách dầu 3 là $(20 \div 60) \text{ m}^3/\text{h}$. Dầu bẩn được tách ra và theo ống 4 chảy về két 6, nước sạch chảy về két 7 qua ống dẫn 5.

Trên hình 1.8, nước và dầu được đẩy qua cánh xoắn số 2, tại khu vực cánh xoắn thì dầu và nước vừa chuyển động dọc trục vừa chuyển động xoáy, do chuyển động xoáy mà dầu và nước được tách ra khỏi nhau. Dầu tách ra sẽ được dẫn ra ngoài theo ống 3. Nước nặng hơn dầu nên chảy ra phía ngoài sát thành ống và được lấy ra từ 4 đưa về két chứa.



Hình 1.8. Thiết bị tách hỗn hợp dầu diesel và nước muối [27]

1- Ống cố định; 2- Bàu gắn cánh; 3- Ống dẫn dầu bẩn; 4- Nước sạch.

c) Kết quả nghiên cứu

Nghiên cứu không cho biết hàm lượng dầu trong nước khi đi ra khỏi thiết bị? Nghiên cứu tập trung về phân bố hạt và tốc độ chuyển động của giọt dầu theo chiều trục, chiều hướng vào trục tâm ống và chuyển động xoáy. Ví dụ một số thông số đầu vào cho thử nghiệm được ghi trong bảng 1.3 và kết quả tính toán vị trí giọt dầu có đường kính $50 \mu\text{m}$, chuyển động từ đầu vào ống đến đầu ra ống trong hai trường hợp là dòng phân tán hỗn loạn và dòng không phân tán hỗn loạn. Với dòng không phân tán hỗn loạn thì giọt dầu đi vào trục quay nhanh hơn. Chuyển động của giọt dầu từ mép ngoài ống, từ đầu

vào ống thì sau 0,6 m vị trí giọt dầu cách trục 0,01 m. Đường biểu diễn bán kính cách trục ống thiết bị tách dầu của giọt dầu được biểu thị trên hình 1.9.

Bảng 1.3. Một số thông số đầu vào cho thử nghiệm [27]

Stt	Thông số	Đơn vị	Giá trị
1	Đường kính giọt dầu, d	μm	100
2	Tốc độ dọc trục quay, $U_{z,b}$	m/s	2,0
3	Phần trăm dầu trong nước tại lõi vào thiết bị, α	-	0,25
4	Độ nhớt động lực của dầu diesel, μ_d	Pa.s	$19,4 \cdot 10^{-3}$
5	Độ nhớt động lực của nước, μ_n	Pa.s	$1,183 \cdot 10^{-3}$
6	Khối lượng riêng của dầu diesel, ρ_d	kg/m^3	881
7	Khối lượng riêng của nước, ρ_n	kg/m^3	1.067,8

d) Kết luận liên quan luận án

+ Nghiên cứu đưa ra được kết cấu, bầu, cánh, đường kính và chiều dài ống:

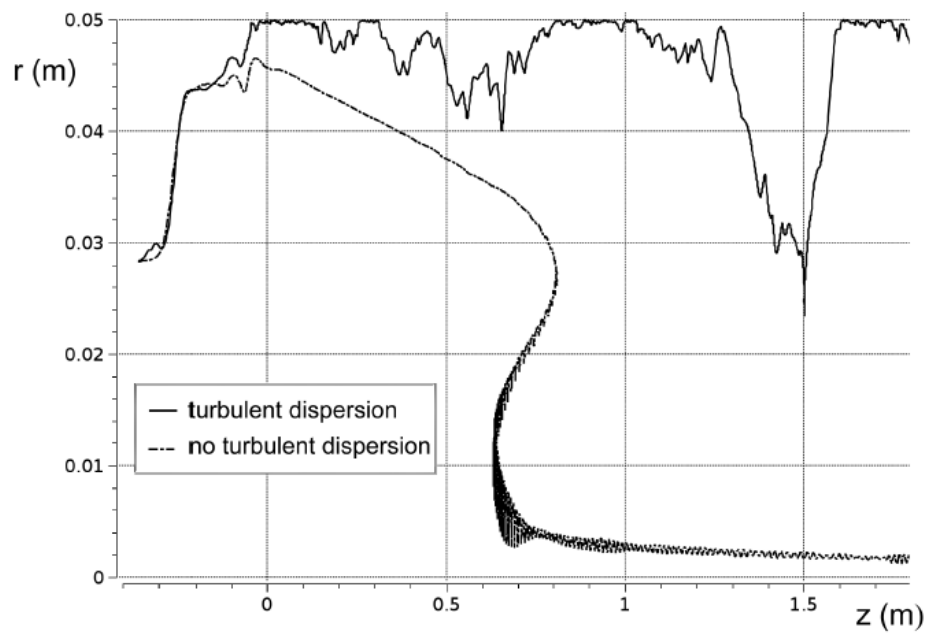
- Ống tách dầu có đường kính trong 100 mm, tốc độ dòng chảy dọc ống là 2 m/s thì nơi đặt ống lấy dầu được chọn ở vị trí khoảng 1.700 mm cách bầu cánh.

- Ống thu dầu có đường kính ngoài 50 mm, dày 2 mm.

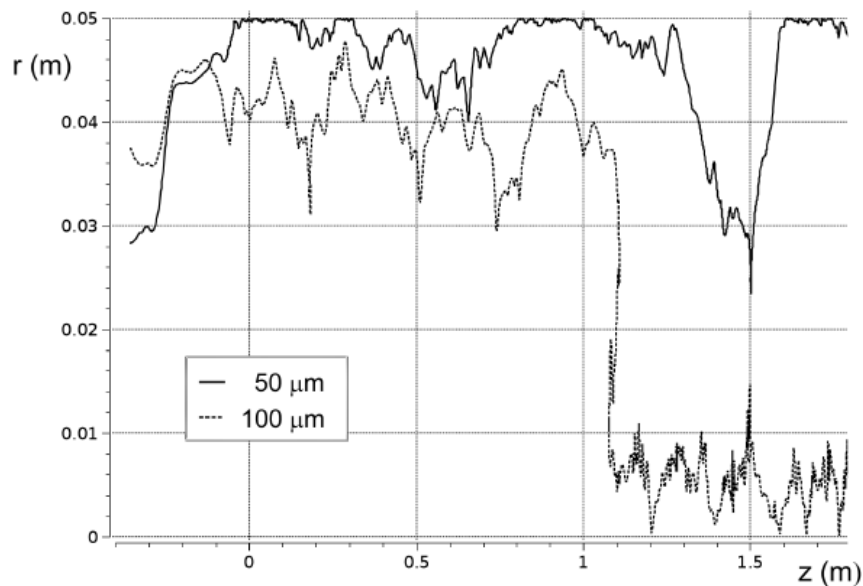
+ Nghiên cứu với dòng hai pha, sự phân bố giọt với đường kính khác nhau từ 50 μm đến 100 μm . Lưu lượng thử nghiệm là 43 m^3/h .

+ Khoảng cách từ trục ống đến giọt có đường kính 50 μm theo trục z , với sự phân tán hỗn loạn (đường liền) và không phân tán hỗn loạn (chấm chấm) (hình 1.9).

+ Khoảng cách từ trục ống đến giọt có đường kính 50 μm (đường liền) và 100 μm (chấm chấm) theo trục ống z (hình 1.10).



Hình 1.9. Khoảng cách từ trục ống đến giọt dầu có đường kính 50 μm với sự phân tán hỗn loạn (đường liền) và không phân tán hỗn loạn (chấm chấm) theo trục z , ($\text{Re}_D = 1,81 \times 10^5$ và $S_w = 6,72$) [27]



Hình 1.10. Khoảng cách từ trục ống đến giọt dầu có đường kính 50 μm (đường liền) và 100 μm (chấm chấm) theo trục z , ($\text{Re}_D = 1,81 \times 10^5$ và $S_w = 6,72$) [27]

2) Thiết bị tách dầu nhờ cánh tạo xoáy với hỗn hợp dầu bôi trơn và nước ngọt pha muối [29]

a) Sơ đồ thí nghiệm

Sơ đồ lắp đặt thiết bị tương tự như sơ đồ lắp đặt thiết bị (Hình 1.7). Ống tách dầu như trên hình 1.8 có đường kính ống là 100 mm, tốc độ dòng chảy trong ống là 2 m/s. Thiết bị đo Laser Doppler (Laser Doppler Velocimetry tests) để đo kích thước giọt và tốc độ xoáy của hạt dầu trong tiết diện ống. Sử dụng Endoscope để nội soi dòng chảy trong ống.

b) Thử nghiệm

Quá trình thử nghiệm tương tự như thử nghiệm thiết bị tách hỗn hợp dầu diesel và nước muối trên hình 1.7.

Hỗn hợp nước muối (100 kg NaCl/1.000 kg nước ngọt) và dầu bôi trơn sạch và dầu bôi trơn đã sử dụng (bảng 1.5).

Thông số của nước pha muối (bảng 1.4) và thông số của dầu (bảng 1.5).

Bảng 1.4. Thông số của nước [29]

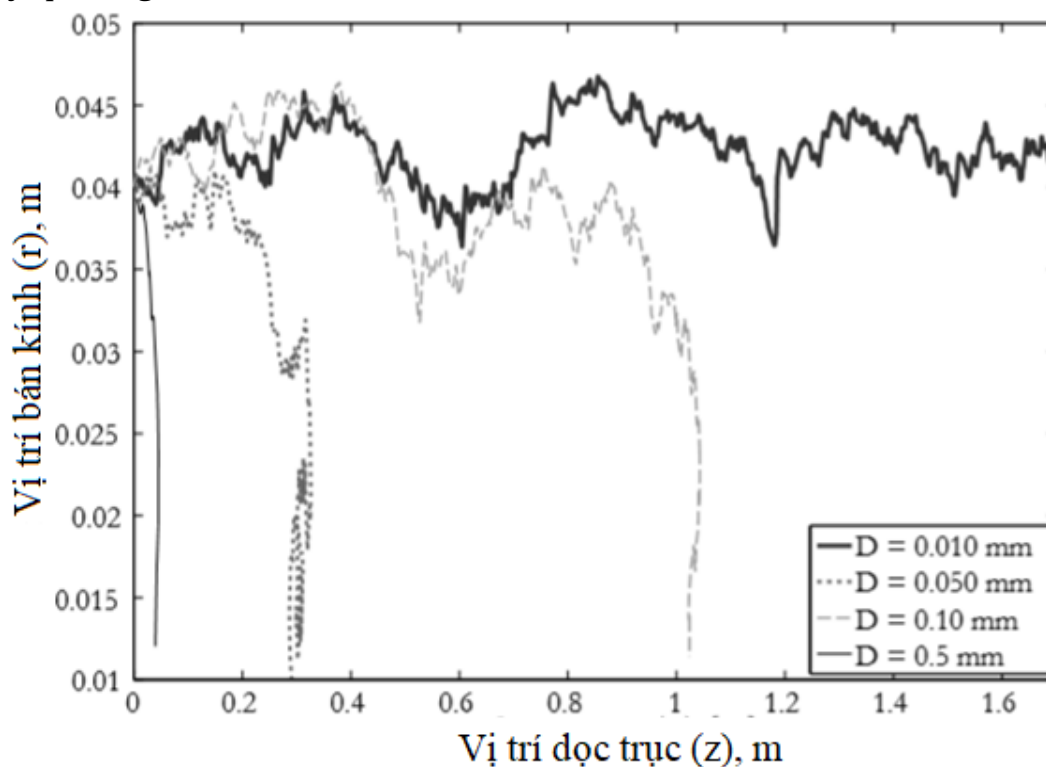
Stt	Thông số	Đơn vị	Giá trị
1	Tốc độ dọc trục, $U_{z,b}$	m/s	2,0
2	Tỷ lệ trộn dầu nước tại lõi vào thiết bị, α	-	0,25
3	Độ nhớt động lực của nước, μ_n	Pa.s	$1,183 \cdot 10^{-3}$
4	Khối lượng riêng của nước, ρ_n	kg/m ³	1067,8

Bảng 1.5. Thông số của dầu thử nghiệm [29]

Stt	Thông số	Đơn vị	Giá trị	
			Dầu sạch	Dầu đã sử dụng
1	Độ nhớt động lực của dầu, μ_d	mPa.s	$16,6 \pm 0,02$	$20,5 \pm 0,03$
2	Khối lượng riêng của dầu, ρ_d	kg/m ³	869 ± 1	870 ± 5

c) Kết quả nghiên cứu liên quan đến luận án

+ Khoảng cách từ vị trí của giọt dầu có đường kính d là 0,01 mm, 0,05 mm, 0,1 mm và 0,5 mm đến trục ống theo chiều dọc trục z với sản lượng hỗn hợp chảy qua ống là $56,5 \text{ m}^3/\text{h}$ được biểu thị trên hình 1.11.



Hình 1.11. Khoảng cách của giọt dầu đến trục ống theo chiều dài ống [29]

+ Nghiên cứu cỡ hạt dầu phụ thuộc vào lưu lượng dòng hỗn hợp chảy qua ống. Ví dụ sản lượng $56 \text{ m}^3/\text{h}$ thì hạt có kích thước trung bình là $90 \mu\text{m}$, sản lượng $42 \text{ m}^3/\text{h}$ thì hạt có kích thước trung bình là $100 \mu\text{m}$, sản lượng $30 \text{ m}^3/\text{h}$ thì hạt có kích thước trung bình là $110 \mu\text{m}$.

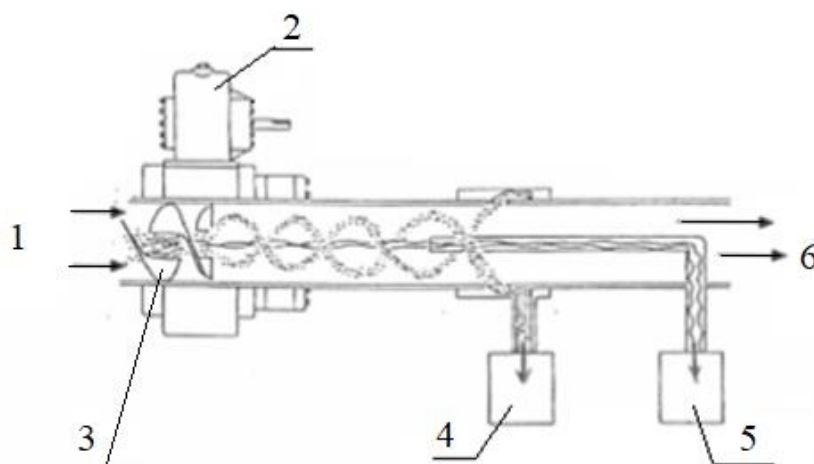
1.3.4. Nghiên cứu thiết bị tách dầu nước sử dụng cánh tạo xoáy chuyển động quay

1) Thiết bị tách dầu

Thiết bị tách dầu [49, 58, 72, 88, 104] được chế tạo với 3 loại: tách lỏng-

lỏng; tách rắn-lỏng; tách rắn-lỏng-lỏng. Bốn mẫu thiết bị tách dầu đã được chế tạo với thông số ghi trong bảng 1.5.

Nguyên lý hoạt động: Chất lỏng, rắn và dầu bẩn chảy vào thiết bị theo đường ống 1 (hình 1.12), cánh quay 3 được dẫn động quay nhờ động cơ điện 2, do lực ly tâm được cánh quay tạo ra mà chất rắn tách ra và chảy sát thành ống, sau đó đến pha nước, nằm trong lõi dòng chảy là pha dầu, 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.



Hình 1.12. Sơ đồ nguyên lý tách dầu nước dạng cánh chuyển động quay [49]

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.

Phần ống quay có chứa cánh dài khoảng 0,4 m, phần ống tĩnh dài khoảng 2,2 m [49].

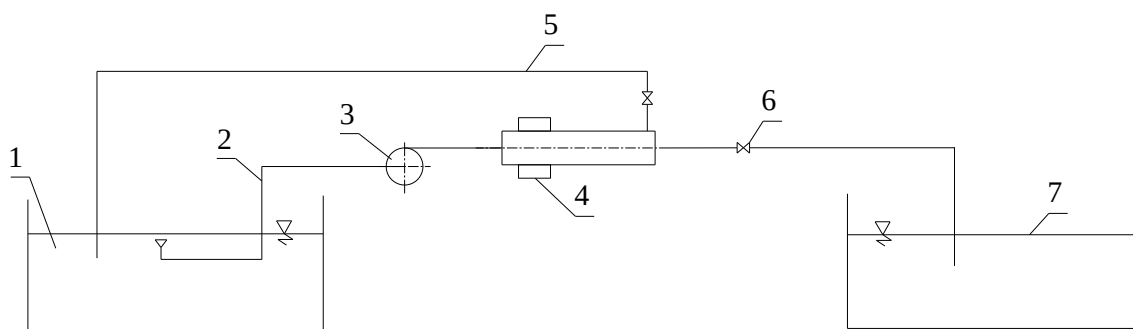
Thiết bị được chế tạo với 4 model, thông số được ghi trong bảng 1.6 sau.

Bảng 1.6. Thông số một số thiết bị tách dầu dạng cánh chuyển động quay [49]

<i>Model</i>	<i>Đường kính buồng xoáy, m</i>	<i>Sản lượng định mức, m³/h</i>
Voraxial®1000	0,0254	0,68 ÷ 1,59
Voraxial®2000	0,0508	3,41 ÷ 13,63
Voraxial®4000	0,1016	22,71 ÷ 113,56
Voraxial®8000	0,20	227,12 ÷ 681,37

2) Sơ đồ lắp đặt thiết bị phân ly dạng cánh chuyển động quay

Sơ đồ lắp đặt thử nghiệm thiết bị dạng cánh tạo xoáy chuyển động quay như trên hình 1.13 [49].



Hình 1.13. Sơ đồ lắp đặt thử nghiệm thiết bị dạng cánh chuyển động quay

1- Bể chứa hỗn hợp dầu-nước; 2- Đường ống hút; 3- Bơm hỗn hợp dầu nước; 4- Thiết bị tách dầu nước; 5- Đường ống dẫn nước sạch; 6- Đường ống dẫn dầu bẩn tách ra về két; 7- Két chứa dầu được tách ra.

Nguyên lý hoạt động của sơ đồ hình 1.13 như sau: Bơm hỗn hợp dầu nước 3 hút dầu nước từ khu vực chứa hỗn hợp dầu-nước 1 theo đường ống hút 2, đưa vào thiết bị tách dầu nước 4. Dầu được tách ra sẽ theo ống 6 về két chứa 7, còn nước sạch chảy ra ngoài theo đường ống 5 về két 1.

3) Kết quả nghiên cứu thiết bị tách dầu

Số liệu thử nghiệm thiết bị Model 2000 [49]:

- Thiết bị quay ở vòng quay $n = 2.677$ vg/ph, sản lượng $6 \text{ m}^3/\text{h}$, với nồng độ dầu đầu vào trong hỗn hợp dầu nước là 323 ppm có nồng độ dầu đầu ra 13,2 ppm.

- Thiết bị quay ở vòng quay $n = 3.145$ vg/ph, sản lượng $7 \text{ m}^3/\text{h}$, với nồng độ dầu đầu vào trong hỗn hợp dầu nước là 435 ppm có nồng độ dầu đầu ra 3,5 ppm.

4) Ưu nhược điểm

Ưu điểm

- Cánh dạng hờ;
- Lực cắt của cánh thấp, dầu không bị tạo nhũ tương khi phân ly;
- Thiết bị xử lý ngay cả dòng nước chảy chậm;
- Hoạt động với áp suất thấp ở lối vào và ra khỏi thiết bị;
- Thiết bị không bị tắc khi hoạt động;
- Tốc độ thay đổi để tối ưu hoạt động của thiết bị;
- Nồng độ dầu ở nước ra khỏi thiết bị nhỏ hơn 15 ppm.

Nhược điểm

- Do cấp năng lượng cho hỗn hợp dầu nước chỉ ở trong phần ống quay có chứa cánh quay (Chiều dài ống quay khoảng 0,4 m). Khi hỗn hợp dầu nước đi ra khỏi ống quay và đi vào phần ống tĩnh thì hỗn hợp dầu nước sẽ mất bớt năng lượng xoáy do ma sát giữa hỗn hợp dầu nước với thành ống tĩnh [4], phá vỡ chuyển động xoáy lốc của dòng chất lỏng làm cho quá trình tách dầu ra khỏi hỗn hợp dầu nước kém đi.

- Có tổn thất rò lọt giữa phần trên đỉnh cánh và thành ống [46, 57].

1.4. Hướng nghiên cứu của luận án

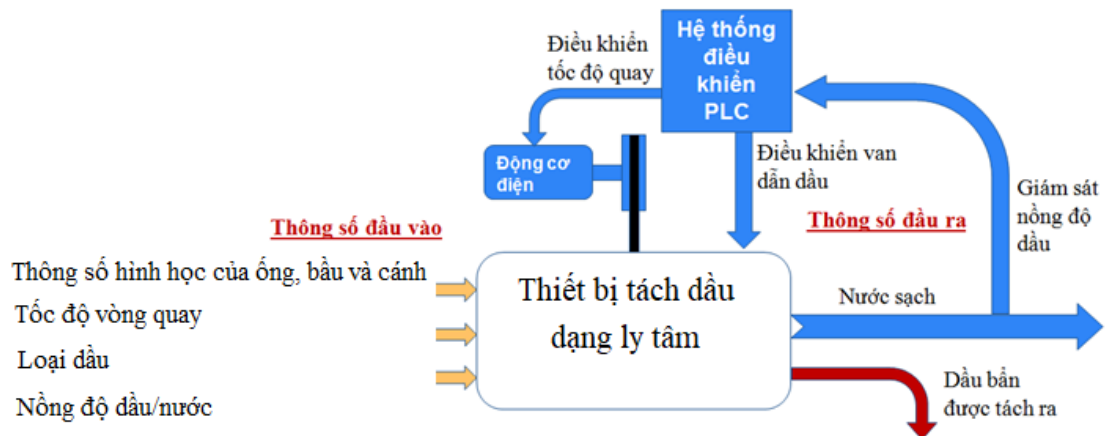
Trong 4 kiểu loại thiết bị tách dầu dạng ly tâm, đó là thiết bị tách dầu nước ly tâm hình nón, thiết bị tách dầu nước sử dụng ống tạo xoáy, thiết bị tách dầu nước sử dụng cánh tạo xoáy đặt cố định và thiết bị tách dầu nước sử dụng cánh tạo xoáy chuyển động quay nhờ động cơ điện. Thiết bị tách dầu nước 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 [70, 86] được 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 thành 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:

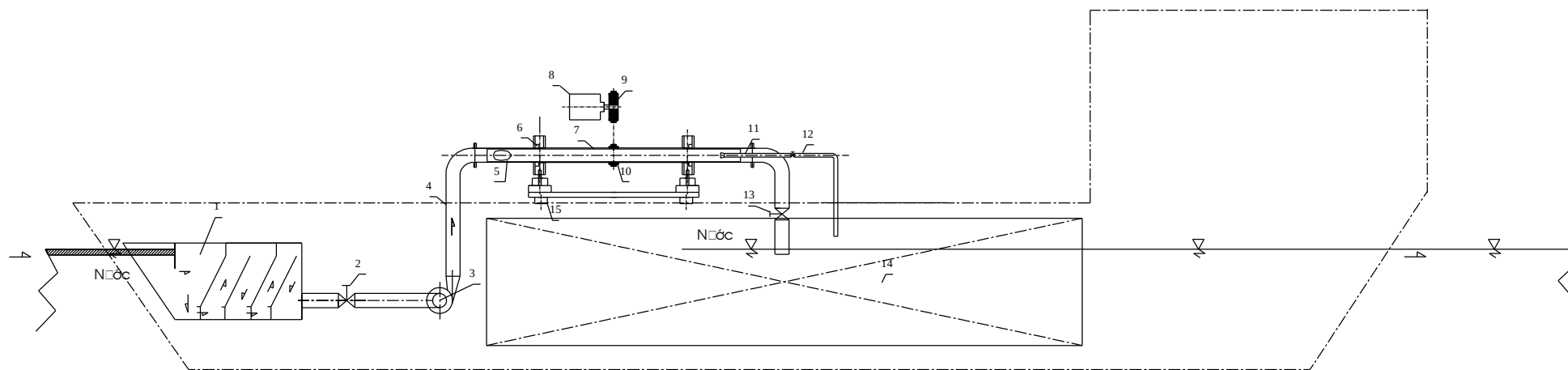
- Ống quay tròn nhờ dẫn động quay từ động cơ điện.
- Luận án nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số đầu vào (Ví dụ, thông số hình học của ống quay, bầu, cánh; vòng quay của ống quay; nồng độ dầu trong nước;... hình 1.14) đến quá trình tách dầu của thiết bị tách dầu nhằm mục đích lựa chọn được các kích 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.

Thiết bị tách dầu ra khỏi nước bằng phương pháp ly tâm dạng ống quay với sơ đồ lắp đặt hệ thống như trên hình 1.15 và kết cấu của thiết bị tách dầu như trên hình 1.16. Nguyên lý hoạt động của hệ thống trên hình 1.15 là thiết bị đặt trên tàu, khi tàu chạy hay dòng nước chảy sẽ đưa hỗn hợp dầu nước chảy vào két nước đầu vào 1, tại các khoang chứa của két 1 phần lớn dầu được nổi lên trên bề mặt két và được đưa ra thiết bị chứa dầu ở bên ngoài, phần nước còn lại có ít dầu hơn sẽ được bơm 3 (Hình 1.15) chuyển đến thiết

bị tách dầu. Tại thiết bị tách dầu, dầu được tách ra nhờ bầu, cánh 2 và ống quay 4 (Hình 1.16), dòng nước sạch chảy ra bên ngoài theo đường ống van 11 xả ra môi trường, phần dầu trong lõi ống sẽ đi vào ống thu dầu 8 và theo đường 10 tới két chứa dầu bẩn.

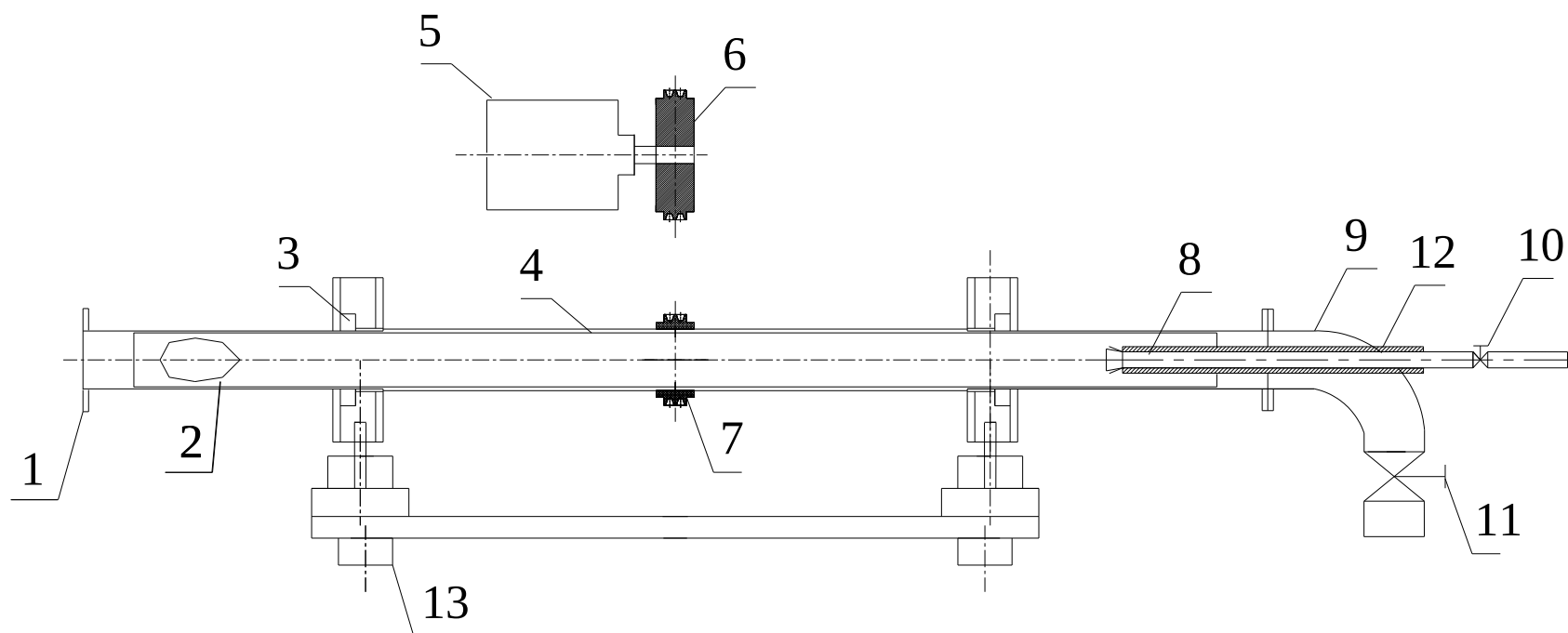


Hình 1.14. Sơ đồ nghiên cứu thiết bị tách dầu bằng phương pháp ly tâm



Hình 1.15. Sơ đồ hệ thống thiết bị tách dầu

1- Két nước đầu vào; 2- Van chặn, 3- Bơm chuyển; 4- Ống dẫn nước vào thiết bị tách dầu; 5- Bầu và cánh; 6- Gối đỡ; 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 trên đường ống đưa dầu vào két chứa dầu bản; 13- Van xả nước sạch ra môi trường; 14- Két chứa dầu bản; 15- Bộ đặt thiết bị tách dầu.



Hình 1.16. Sơ đồ thiết bị tách dầu bằng phương pháp ly tâm sử dụng ống quay

1- Bích ống đầu vào; 2- Bàu và cánh; 3- Vòng bi; 4- Ống quay; 5- Động cơ điện; 6- Puly trên động cơ điện; 7- Puly trên ống quay; 8- Ống thu dầu bẩn; 9- Ống dẫn nước sạch; 10- Van chặn trên đường ống dẫn dầu bẩn; 11- Van chặn trên đường ống nước sạch; 12- Ống gia cường; 13- Bộ đặt thiết bị tách dầu.

1.5. Kết luận chương 1

Thông qua một số phân tích và so sánh nêu trong (bảng 1.1) 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 mẻ đối với các trường đại học, các viện nghiên cứu cũng như các hãng sản xuất trên thế giới. Tuy nhiên, vấn đề kỹ thuật luôn là bí quyết của các hãng sản xuất, đơn vị nghiên cứu, do đó chi tiết về nghiên cứu và chế tạo thiết bị chưa được công bố rộng rãi trên phương tiện đại chúng. Chính vì vậy rất khó tìm kiếm được các tài liệu về cơ sở lý thuyết chặt chẽ và đầy đủ cho việc tính toán, thiết kế và chế tạo thiết bị tách dầu. Điều đó cho thấy, cần nghiên cứu các vấn đề liên quan đến thiết bị tách dầu.

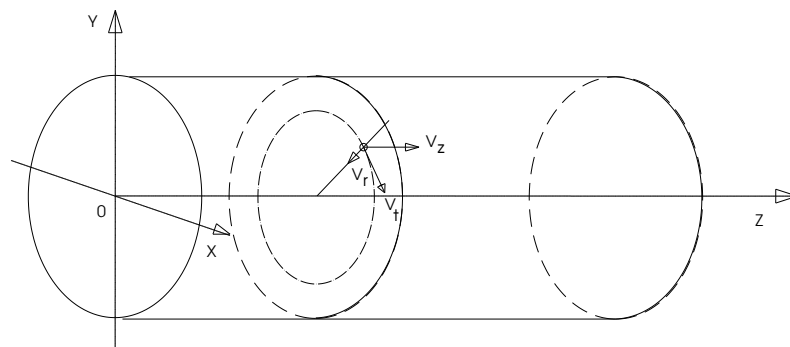
Từ một số mẫu thiết bị hiện đã có và đang nghiên cứu ở trong và ngoài nước, luận án nghiên cứu phát triển được một mẫu thiết bị tách dầu ra khỏi hỗn hợp dầu nước bằng ống quay ly tâm. Do đó nhiệm vụ trong chương 2 là đưa ra cơ sở tính toán một số thông số thủy lực của thiết bị và cơ sở tính toán mô phỏng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

CHƯƠNG 2. CƠ SỞ NGHIÊN CỨU

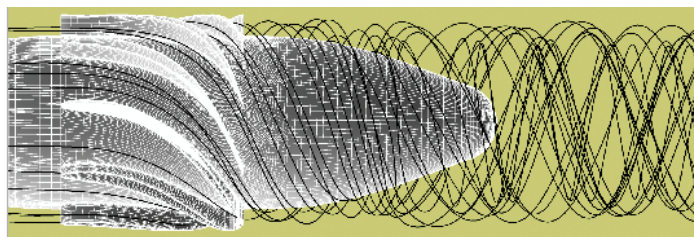
2.1. Mô hình nghiên cứu thiết bị tách dầu

Nghiên cứu thiết bị tách dầu bằng phương pháp ly tâm sử dụng ống quay được thực hiện dựa trên mô hình nghiên cứu dựa theo sơ đồ thiết bị trình bày tại hình 1.16.

Ống quay (Số 4 hình 1.16) 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 ảnh đường dòng chảy xoắn của chất lỏng trong ống quay như trên hình 2.2.



Hình 2.1. Tốc độ của giọt dầu



Hình 2.2. Hình ảnh đường dòng chảy trong ống quay

Để duy trì chuyển động quay trong mặt phẳng hướng tâm, cần tác dụng một lực hướng tâm lên phần tử chất lỏng ở vị trí cách tâm r theo phương hướng tâm bằng [29]:

$$F_c = \frac{m \cdot v_t^2}{r}, \text{ N} \quad (2.1)$$

với m là khối lượng của phần tử chất lỏng, kg.

Lực này kéo phần tử chất lỏng về trục quay.

Do đó, khối chất lỏng có thể tích v_d chịu tác dụng của lực hướng tâm là [29]:

$$F_{ht} = \frac{v_d \cdot \rho_c \cdot v_t^2}{r}, \text{ N} \quad (2.2)$$

với ρ_c là khối lượng riêng của pha liên tục (Pha liên tục là nước), kg/m^3 .

Lực cần thiết để giữ giọt dầu ở một vị trí cách tâm r được cho bởi lực ly tâm [29]:

$$F_{lt} = \frac{v_d \cdot \rho_d \cdot v_t^2}{r}, \text{ N} \quad (2.3)$$

với ρ_d là khối lượng riêng của pha dầu, kg/m^3 .

Lực thực tác động lên giọt dầu trong hệ quy chiếu quay là [29]:

$$F = \frac{v_d \cdot (\rho_d - \rho_n) \cdot v_t^2}{r}, \text{ N} \quad (2.4)$$

Lực này hướng vào tâm của chuyển động xoáy nếu $\rho_d < \rho_n$ và là động lực để tách pha ly tâm. Khi này giọt dầu sẽ chuyển động hướng vào tâm với vận tốc v_r [29].

$$v_r = \frac{d_d^2 \cdot (\rho_d - \rho_n) \cdot v_t^2}{18 \cdot \mu \cdot r}, \text{ m/s} \quad (2.5)$$

với d_d - đường kính giọt dầu, m;

μ - độ nhớt động lực của pha liên tục, Pa.s.

Quá trình tách giọt dầu từ hỗn hợp dầu nước đi vào phía trục ống quay phụ thuộc vào: Ba 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 với ống quay, bầu và cánh được tính toán dựa trên lý thuyết của bơm hướng trục [3]. Thiết bị tách dầu được nghiên cứu với thông số đầu vào:

- Sản lượng của thiết bị Q , m^3/s ;
- Cột áp H , mH_2O .

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

2.2.1. Xác định đường kính ống quay

Đường kính cánh công tác chọn theo thành phần vận tốc hướng trục v_z . Giá trị tối ưu của vận tốc v_z (Vận tốc hướng trục trung bình tại khu vực cánh) có thể chọn theo công thức của S.S. Rutnhep [3].

$$v_0 = v_z = (0,06 \div 0,08) \cdot \sqrt[3]{Q \cdot n^2}, \text{ m/s}$$

Trong đó:

Q - lưu lượng dòng chảy, m^3/s ;

n - vòng quay của ống quay, vòng/phút.

Do đó đường kính cánh công tác [7, 9, 10]:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v_z (1 - \bar{d}^2)}} \quad (2.6)$$

Trong đó:

D - đường kính cánh, m ;

v_z - tốc độ dòng dọc trục ống dẫn, m/s ;

$\bar{d}$ - tỷ lệ đường kính bầu và đường kính cánh (Tỷ số đường kính bầu).

Đường kính cánh công tác có thể xác định theo [3]:

$$D \approx \frac{(450 \div 560)}{n} \quad (2.7)$$

với n - vòng quay của ống quay, v/ph.

$$\text{Đường kính ống quay [3]: } D_0 = D + 2. 0,001.D \quad (2.8)$$

Khi quyết định đường kính của ống quay, cần xem xét các lưu ý sau:

a) Để tách các pha dầu và nước ra khỏi nhau, các giọt phải di chuyển theo hướng xuyên tâm, tăng đường kính ống quay sẽ tăng khoảng cách xuyên tâm tối đa mà các giọt phải di chuyển và do đó phản tác dụng khi tách.

b) Ống quay với tốc độ cao nên đường kính lớn hơn là thuận lợi để tách dầu và nước.

c) Đường kính ống liên quan đến vận tốc dọc trục của hạt dầu. Với một sản lượng thì ống có đường kính lớn sẽ có tốc độ dọc trục nhỏ, tốc độ dọc trục của hạt dầu và chiều dài ống quay xác định thời gian lưu trú của hạt dầu trong ống quay.

d) Đường kính trong ống cần xem xét tới các kích thước còn lại của ống, để lựa chọn vòng bi, bộ làm kín đầu trục kiểu cơ khí và các phụ kiện khác sẵn có trên thị trường.

2.2.2. Xác định chiều dài ống quay

Giọt dầu tham gia 3 chuyển động như trên hình 2.1, tốc độ giọt dầu đi vào trục quay là v_r , thì khoảng thời gian giọt dầu đi từ mép ống quay vào trục ống quay là τ được tính như sau:

$$\tau = \frac{D_0 - d}{2.v_r}, \text{ giây} \quad (2.9)$$

Với d là đường kính ống thu dầu bản, m.

Tính chiều dài ống quay L_0

$$L_0 = v_z.\tau, \text{ m} \quad (2.10)$$

2.2.3. Xác định số vòng quay của ống quay

Số vòng quay làm việc xác định từ biểu thức tính hệ số xâm thực đặc trưng:

$$C = \frac{5,62.n.\sqrt{Q}}{\Delta h_h^{3/4}} = \frac{60.n^{3/2}.D^{3/2}.K_Q^{3/4}}{\Delta h_h^{3/4}} \quad (2.11)$$

Trong đó: C- số vòng quay làm việc đặc trưng;

n- số vòng quay của ống, v/ph;

Q- lưu lượng của chất lỏng, m³/s;

Δh_h - độ giảm áp động lực, m.

Từ biểu thức trên ta suy ra:

$$n.D = \frac{C^{2/3} . (\Delta h_h)^{1/2}}{48,4.K_Q^{1/3}} \quad (2.12)$$

Với k_Q là hệ số lưu lượng

$$k_Q = \frac{Q}{n} \cdot \frac{1}{D^3} \quad (2.13)$$

Đối với các bơm hướng trục thường ở chế độ tối ưu [3]:

$$C \approx 1.000;$$

$$\Delta h_h \approx 10 \text{ m (Độ giảm động áp lực);}$$

$$k_Q \approx 0,4 \div 0,5.$$

$$\text{Khi đó ta có: } n.D \approx 450 \div 560. \quad (2.14)$$

2.2.4. Xác định số vòng quay đặc trưng

Để chọn loại các kích thước cơ bản của phân dẫn dòng [2, 3, 5, 18, 20, 45, 47, 79], trước hết cần xác định số vòng quay đặc trưng:

$$n_s = \frac{3,65.n.\sqrt{Q}}{H^{3/4}} \quad (2.15)$$

Trong đó: n - số vòng quay làm việc của ống quay, vòng/phút.

H- cột áp của chất lỏng, m;

Q- lưu lượng của chất lỏng, m³/s;

2.2.5. Xác định tỷ số đường kính bầu

Diện tích vòng xuyên (Khe giữa ống quay và bầu, trong đó các cánh được đặt) mà nhỏ thì vận tốc dòng chảy trong vòng xuyên sẽ cao. Vận tốc dọc trục cao sẽ góp phần làm tăng mômen động lượng. Tuy nhiên, khi tiết diện quá hẹp, sẽ dẫn đến tổn thất áp suất cao và ngoài ra có thể dẫn đến hiện tượng vỡ giọt. Nếu mà diện tích vòng xuyên lớn thì ngược lại. Do đó, một thỏa hiệp phải được thực hiện.

Vận tốc tổng tăng đáng kể khi $D_b > 0,8.D_0$, do đó chọn đường kính của phần thân bầu lắp cánh $D_b \leq 0,8.D_0$ [27, 29].

Tỷ số đường kính bầu được chọn theo quan hệ:

$$\bar{d} = 26,8.n_s^{-0,603} \quad (2.16)$$

Trong đó, $\bar{d} = \frac{D_b}{D}$,

với D_b - đường kính bầu, m;

D - đường kính cánh, m.

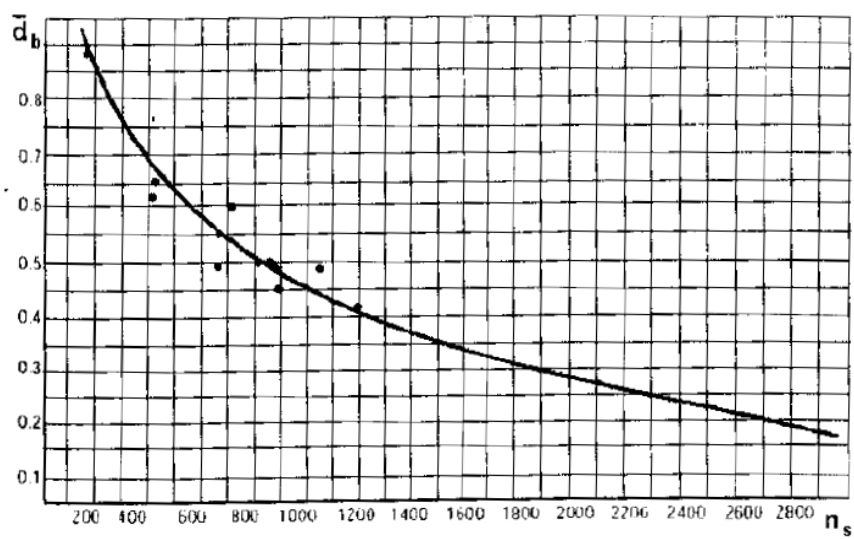
Hoặc có thể tính theo [3]

$$\bar{d} = \left(1 - \left(\frac{k_Q}{0,7} \right)^{2/3} \right)^{0,5} \quad (2.17)$$

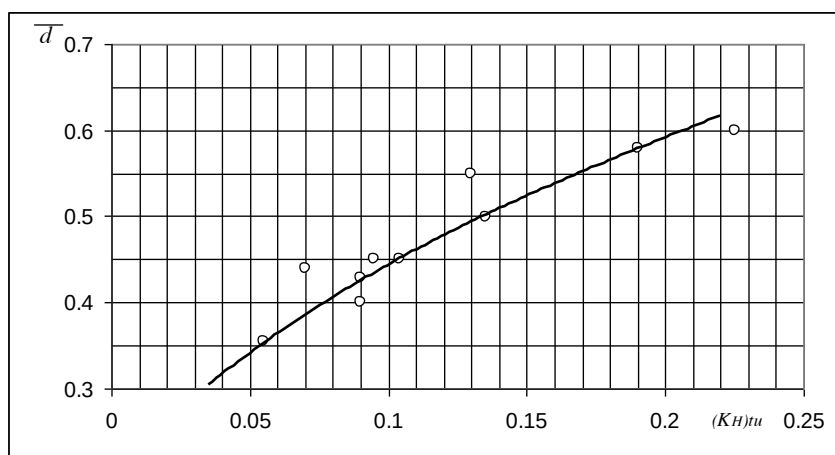
hoặc chọn theo đồ thị $\bar{d} = f(n_s)$ hình 2.3, hoặc $\bar{d} = (k_H)_{\text{tr}}$ hình (2.4) [1]

$$k_H = \frac{H}{n^2.D^2} \text{ với } n - v/gy \quad (2.18)$$

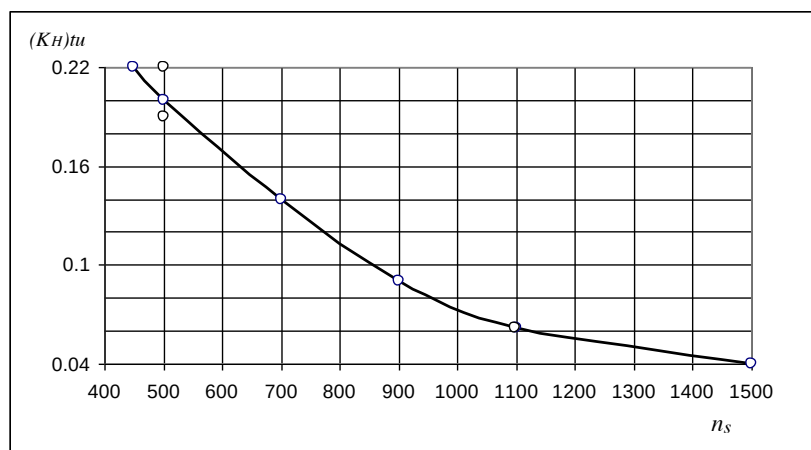
$k_{H\text{tr}}$ - là hệ số cột áp tối ưu, là đại lượng phụ thuộc vào n_s và được cho dưới dạng đồ thị $(k_H)_{\text{tr}} = f(n_s)$ hình 2.5 [1, 3].



Hình 2.3. Đồ thị quan hệ tỷ số bầu và n_s [3]



Hình 2.4. Biểu đồ quan hệ $\bar{d} = f(k_H)_{tu}$ [1]



Hình 2.5. Biểu đồ thị quan hệ $(k_H)_{tu} = f(n_s)$ [1]

2.2.6. Xác định số vòng quay cho phép của ống quay

- Số vòng quay của ống quay n không được vượt quá vận tốc cho phép để bầu cánh làm việc không xảy ra xâm thực.

- Số vòng quay cho phép của cánh công tác có thể xác định bằng:

$$[n] = \frac{C \cdot \Delta h_h}{5,62 \cdot Q^{1/2} \cdot A^{3/4}} \quad (2.19)$$

Với A - hệ số dự trữ, $A = 1,07$.

- Vòng quay làm việc của ống quay phải thỏa mãn điều kiện:

$$n \leq [n] \quad (2.20)$$

2.2.7. Xác định số cánh

Số lượng cánh công tác có thể xác định dựa vào bơm hướng trục, nên có thể xác định số cánh phụ thuộc vào n_s theo bảng sau [11, 12, 48].

Bảng 2.1. Số lượng cánh phụ thuộc vòng quay đặc trưng [48]

n_s	Z
$0 \div 30$	10
$30 \div 120$	9
$180 \div 239$	8
$250 \div 320$	7
$350 \div 480$	6
$500 \div 630$	5
$570 \div 840$	4
$770 \div 1100$	3
$1100 \div 2000$	2

Số lượng cánh phải đảm bảo sao cho tất cả chất lỏng được tăng tốc theo hướng phương vị v_t (hướng tiếp tuyến).

Nếu sử dụng nhiều cánh hơn sẽ dễ dàng thu được độ lệch dòng chảy lớn hơn và ngăn chặn sự tách dòng. Tuy nhiên, quá nhiều cánh sẽ dẫn đến tổn thất

ma sát bổ sung và độ giảm áp suất qua khu vực bầu cánh lớn hơn do vùng dòng chảy bị tắc nghẽn lớn hơn.

2.2.8. Xác định bước cánh

Bước cánh được tính theo công thức sau:

$$t = \frac{\pi \cdot D_b}{z} \quad (2.21)$$

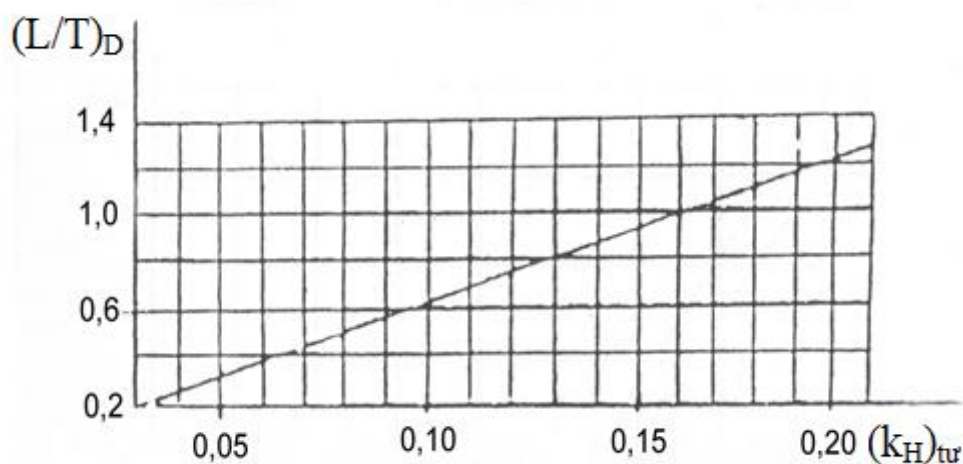
2.2.9. Xác định chiều dài cánh

Lưới cánh công tác phải được thiết kế sao cho bảo đảm chảy bao không tách dòng trong phạm vi các chế độ làm việc.

Để đảm bảo được điều đó, trước hết phải chọn đúng độ mau của lưới ở tiết diện biên của cánh. Giá trị tối ưu của nó có thể xác định từ quan hệ:

$$(L/T)_D = 5,95 \cdot (k_H)_{\text{tr}}$$

Độ mau $(L/T)_D$ có thể xác định theo đồ thị (hình 2.5).



Hình 2.6. Biểu đồ xác định độ mau L/T [1]

Vậy chiều dài cánh được xác định $L = (L/T)_D \cdot T$ (2.22)

2.2.10. Góc đặt cánh

Góc đặt cánh lớn thì dòng chảy xoáy mạnh.

Góc cánh không được quá lớn để tránh có thể tách dòng, và đến một vận tốc cao nào đó sẽ dẫn đến vỡ giọt [29].

2.2.11. Ống thu dầu bẩn

Đường kính của ống thu dầu bẩn (d) lớn thì lưu lượng nước sạch sẽ nhỏ, nếu đường kính ống thu dầu bẩn nhỏ thì chất lượng nước sạch sẽ kém. Trong luận án nghiên cứu sinh lấy $d/D = 0,4$ [29].

2.2.12. Xác định biên dạng cánh

1) Đường nhân của cánh

Cánh được tính toán dựa trên mẫu cánh profil NACA 4 số [27], đường nhân profil có dạng parabol và hình dạng profil được xác định theo hàm số

$$y(s) = \frac{4\Delta m}{c}(cs - s^2) \quad (2.23)$$

Trong đó:

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

s - hoành độ của một điểm nằm trên đường nhân, mm;

Δm - hệ số xác định bằng thực nghiệm;

c - chiều dài dây cung, mm.

2) Đường biên phía trên và phía dưới cánh

Sau khi xây dựng được đường nhân profil, để nhận được profil có chiều dày hữu hạn, ta đắp độ dày của cánh trên đường nhân (Hình 2.16).

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

$$\delta(s) = \frac{\delta_{\max}}{0,2} c \left[a_0 \sqrt{\frac{s}{c}} + a_1 \frac{s}{c} + a_2 \left(\frac{s}{c}\right)^2 + a_3 \left(\frac{s}{c}\right)^3 + a_4 \left(\frac{s}{c}\right)^4 \right] \quad (2.24)$$

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

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

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

$$\begin{aligned} s_1(s) &= s + \delta \sin \psi(s) \\ y_1(s) &= y(s) - \delta \cos \psi(s) \\ s_u(s) &= s - \delta \sin \psi(s) \\ y_u(s) &= y(s) + \delta \cos \psi(s) \end{aligned} \quad (2.25)$$

Trong đó:

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

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

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

$y_u(s)$ - 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. Và được xác định theo công thức.

$$\psi = \arctan\left(\frac{dy}{ds}\right) = \arctan\left[\frac{4\Delta m}{c}(c - 2s)\right] \quad (2.26)$$

2.2.13. Xác định biên dạng bầu

1) Biên dạng bầu phía dòng vào

Thiết bị tách dầu được phát triển theo mô hình nghiên cứu của tài liệu [27, 60, 63, 71]. Phần bầu phía dòng vào có hình dạng giống như bán cầu và sẽ trơn tru để đẩy nhanh dòng chảy về phía phần cánh và nó không có bất kỳ thay đổi đột ngột nào trong hình dạng, có thể gây rối loạn cho lưu thông. Điều này có thể được thực hiện bởi đảm bảo bán kính, và độ dốc của nó khớp với phần cánh tại giao diện giữa hai phần này. Biên dạng bầu phía dòng vào được tính toán dựa vào đa thức khối Hermite với 6 tham số sau:

Đa thức khối Hermite [27, 73] xác định hình dạng của phần bầu phía dòng vào được thể hiện như sau (Hình 3.4):

$$y(\xi_n) = R_{in} \cdot \left[b_1 \cdot \xi_n^{1/2} + b_2 \cdot \xi_n^{3/2} + f_n(0) \cdot P_1(\xi_n) + f_n'(0) \cdot P_3(\xi_n) + f_n(1) \cdot P_2(\xi_n) + f_n'(1) \cdot P_4(\xi_n) \right] \quad (2.27)$$

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

$$\xi_n = \frac{z_n - z_{mui}}{z_{canh} - z_{mui}} = \frac{z_n - z_{mui}}{\Delta z_n} \quad (2.28)$$

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

Đa thức khối Hermite $P_1 \div P_4$ được tính như sau:

$$\begin{aligned} P_1(\xi_n) &= (1 - \xi_n) \cdot (1 + 2 \cdot \xi_n) \\ P_2(\xi_n) &= 1 - P_1(\xi_n) \\ P_3(\xi_n) &= (1 - \xi_n) \cdot \xi_n \\ P_4(\xi_n) &= -\xi_n^2 \cdot (1 - \xi_n) \end{aligned} \quad (2.29)$$

Độ dốc của thân bầu là:

$$\begin{aligned} \frac{dy(\xi_n)}{dz_n} &= \frac{R_{in}}{\Delta z_n} \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot b_1 \cdot \xi_n^{-1/2} + \frac{3}{2} \cdot b_2 \cdot \xi_n^{1/2} + f_n(0) \cdot P_1'(\xi_n) + \right. \\ &\quad \left. + f_n'(0) \cdot P_3'(\xi_n) + f_n(1) \cdot P_2'(\xi_n) + f_n'(1) \cdot P_4'(\xi_n) \right] \end{aligned} \quad (2.30)$$

Các đạo hàm bậc nhất của các đa thức khối Hermite được lấy:

$$\begin{aligned} P_1'(\xi_n) &= -6 \cdot (1 - \xi_n) \cdot \xi_n \\ P_2'(\xi_n) &= -P_1'(\xi_n) \\ P_3'(\xi_n) &= (1 - \xi_n) \cdot (1 - 3 \cdot \xi_n) \\ P_4'(\xi_n) &= \xi_n \cdot (-2 + 3 \cdot \xi_n) \end{aligned} \quad (2.31)$$

Đạo hàm bậc hai như sau:

$$\begin{aligned} \frac{d^2 y(\xi_n)}{dz_n^2} = \frac{R_{in}}{\Delta z_n^2} \cdot \left[-\frac{1}{4} \cdot b_1 \cdot \xi_n^{-3/2} + \frac{3}{4} \cdot b_2 \cdot \xi_n^{-1/2} + f_n(0) \cdot P_1''(\xi_n) + \right. \\ \left. + f_n'(0) \cdot P_3''(\xi_n) + f_n(1) \cdot P_2''(\xi_n) + f_n'(1) \cdot P_4''(\xi_n) \right] \end{aligned} \quad (2.32)$$

Các đạo hàm bậc hai của các đa thức khối Hermite:

$$\begin{aligned} P_1''(\xi_n) &= -6 + 12 \cdot \xi_n, \\ P_2''(\xi_n) &= -P_1''(\xi_n), \\ P_3''(\xi_n) &= -4 + 6 \cdot \xi_n, \\ P_4''(\xi_n) &= -2 + 6 \cdot \xi_n. \end{aligned} \quad (2.33)$$

Với $y(\xi_n)$ có các điều kiện sau:

$$\begin{aligned} y|_{\xi_n=0} &= 0, \\ y|_{\xi_n=1} &= R_{in}, \\ \frac{dy}{dz_n} \Big|_{\xi_n=1} &= 0, \\ \frac{d^2 y}{dz_n^2} \Big|_{\xi_n=1} &= 0. \end{aligned} \quad (2.34)$$

Điều này dẫn tới

$$\begin{aligned} f_n(0) &= 0, \\ b_1 + b_2 + f_n(1) &= 1, \\ 1/2 \cdot b_1 + 3/2 \cdot b_2 + f_n'(1) &= 1, \\ -1/4 \cdot b_1 + 3/4 \cdot b_2 + f_n(0) \cdot (6) + f_n'(0) \cdot (2) + f_n(1) \cdot (-6) + f_n'(1) \cdot (4) &= 0. \end{aligned} \quad (2.35)$$

Các phương trình này có thể được giải cho biên độ của các đa thức Hermite như sau:

$$\begin{aligned} f_n(0) &= 0, \\ f_n'(0) &= 3 - 15/8 \cdot b_1 - 3/8 \cdot b_2, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}f_n(1) &= 1 - b_1 - b_2, \\f'_n(1) &= -1/2.b_1 - 3/2.b_2.\end{aligned}\tag{2.36}$$

Bốn ràng buộc này có hai tham số, b_1 và b_2 , được chọn.

Các trọng số b_1 và b_2 có thể được lựa chọn một cách tự do và được xác định theo phương pháp Heuristic (Phương pháp Heuristic là phương pháp tiếp cận bằng cảm tính, mang tính kinh nghiệm, dùng trong phương pháp "thử và sai" để giải quyết tương đối các bài toán khó).

2) Biên dạng bầu phía dòng ra

Phần bầu phía dòng ra là một đa thức bậc 5 có đạo hàm liên tục đến cấp hai tại điểm đầu và điểm cuối phần đuôi của bầu. Biên dạng của bầu phía dòng ra (Hình 3.5) được tính toán dựa vào đa thức Quintic Hermite như sau [27]:

$$\begin{aligned}y(\xi_t) = R_{in} \cdot \left[f_t(0).Q_1(\xi_t) + f'_t(0).Q_3(\xi_t) + f''_t(0).Q_5(\xi_t) + \right. \\ \left. + f_t(1).Q_2(\xi_t) + f'_t(1).Q_4(\xi_t) + f''_t(1).Q_6(\xi_t) \right]\end{aligned}\tag{2.37}$$

Trục tọa độ không thứ nguyên ξ_t được định nghĩa như sau:

$$\xi_t = \frac{Z_t - Z_{duoi}}{\Delta Z_t} = \frac{Z_t - Z_{duoi}}{Z_{canh} - Z_{duoi}}\tag{2.38}$$

Q_1 đến Q_6 là các đa thức Quintic Hermite như sau:

$$Q_1(\xi_t) = (1 - \xi_t)^3 \cdot (1 + 3\xi_t + 3\xi_t^2)$$

$$Q_2(\xi_t) = 1 - Q_1(\xi_t)$$

$$Q_3(\xi_t) = (1 - \xi_t)^3 \cdot \xi_t \cdot (1 + 3\xi_t)$$

$$Q_4(\xi_t) = \xi_t^3 \cdot (1 - \xi_t) \cdot (-4 + 3\xi_t)$$

$$Q_5(\xi_t) = 1/2 \cdot (1 - \xi_t)^3 \cdot \xi_t^2,$$

$$Q_6(\xi_t) = \frac{1}{2} \cdot \xi_t^2 \cdot (1 - \xi_t)^2. \quad (2.39)$$

Đạo hàm bậc nhất của hàm hình dạng là:

$$\begin{aligned} \frac{dy(\xi_t)}{dz_t} = \frac{R_{in}}{\Delta z_t} \cdot [f_t(0) \cdot Q_1'(\xi_t) + f_t'(0) \cdot Q_3'(\xi_t) + f_t''(0) \cdot Q_5'(\xi_t) + \\ + f_t(1) \cdot Q_2'(\xi_t) + f_t'(1) \cdot Q_4'(\xi_t) + f_t''(1) \cdot Q_6'(\xi_t)] \end{aligned} \quad (2.40)$$

Đạo hàm bậc nhất của các đa thức Quintic Hermite được đưa ra bởi:

$$\begin{aligned} Q_1'(\xi_t) &= -30 \cdot (1 - \xi_t)^2 \cdot \xi_t^2, \\ Q_2'(\xi_t) &= -Q_1'(\xi_t), \\ Q_3'(\xi_t) &= (1 - \xi_t)^2 \cdot (1 + 2 \cdot \xi_t - 15 \cdot \xi_t^2), \\ Q_4'(\xi_t) &= \xi_t^2 \cdot (-12 + 28 \cdot \xi_t - 15 \cdot \xi_t^2), \\ Q_5'(\xi_t) &= \frac{1}{2} \cdot \xi_t \cdot (1 - \xi_t)^2 \cdot (2 - 5 \cdot \xi_t), \\ Q_6'(\xi_t) &= \frac{1}{2} \cdot \xi_t^2 \cdot (1 - \xi_t) \cdot (3 - 5 \cdot \xi_t). \end{aligned} \quad (2.41)$$

Đạo hàm bậc hai của các hàm hình dạng là:

$$\begin{aligned} \frac{d^2y(\xi_t)}{dz_t^2} = \frac{R_{in}}{\Delta z_t^2} \cdot [f_t(0) \cdot Q_1''(\xi_t) + f_t'(0) \cdot Q_3''(\xi_t) + f_t''(0) \cdot Q_5''(\xi_t) + \\ + f_t(1) \cdot Q_2''(\xi_t) + f_t'(1) \cdot Q_4''(\xi_t) + f_t''(1) \cdot Q_6''(\xi_t)] \end{aligned} \quad (2.42)$$

Đạo hàm bậc hai của các đa thức Quintic Hermite là:

$$\begin{aligned} Q_1''(\xi_t) &= -60 \cdot \xi_t \cdot (1 - \xi_t) \cdot (1 - 2 \cdot \xi_t), \\ Q_2''(\xi_t) &= -Q_1''(\xi_t), \\ Q_3''(\xi_t) &= 12 \cdot \xi_t \cdot (1 - \xi_t) \cdot (-3 + 5 \cdot \xi_t), \\ Q_4''(\xi_t) &= 12 \cdot \xi_t \cdot (1 - \xi_t) \cdot (-2 + 5 \cdot \xi_t), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Q_5''(\xi_t) &= (1 - \xi_t)(1 - 8\xi_t + 10\xi_t^2) \\
Q_6''(\xi_t) &= \xi_t(3 - 12\xi_t + 10\xi_t^2)
\end{aligned}
\tag{2.43}$$

Các yêu cầu đối với $y(z_t)$ là:

$$\begin{aligned}
y|_{\xi_t=0} &= R_{in}, & \Rightarrow f_t(0) &= 1, \\
y|_{\xi_t=1} &= 0, & \Rightarrow f_t(1) &= 0, \\
\frac{dy}{dz_t}\bigg|_{\xi_t=0} &= 0, & \Rightarrow f_t'(0) &= 0, \\
\frac{dy}{dz_t}\bigg|_{\xi_t=1} &= -\operatorname{tg}(\phi_t), & \Rightarrow f_t'(1) &= -\frac{\Delta z_t}{R_{in}} \cdot \operatorname{tg}(\phi_t), \\
\frac{d^2y}{dz_t^2}\bigg|_{\xi_t=0} &= 0, & \Rightarrow f_t''(0) &= 0, \\
\frac{d^2y}{dz_t^2}\bigg|_{\xi_t=1} &= 0, & \Rightarrow f_t''(1) &= 0,
\end{aligned}
\tag{2.44}$$

Trong đó ϕ_t là góc hợp bởi phần đuôi của bầu so với trục của ống dẫn và có giá trị là 10^0 , thì $f_t(0)=1$ và $f_t'(1)=-\Delta z_t / R_{in} \operatorname{tg}\phi_t$ và phương trình hình dạng của phần bầu phía dòng ra trở thành:

$$y(\xi_t) = R_{in} Q_1(\xi_t) - \Delta z_t \operatorname{tg}\phi_t Q_4(\xi_t) \tag{2.45}$$

2.2.14. Xây dựng chương trình tính toán một số thông số thủy lực cơ bản

1) Thông số cho trước

- Lưu lượng của thiết bị Q, m³/s;
- Cột áp H, mH₂O;
- Vòng quay của ống quay n, vg/ph.

2) Công thức được lựa chọn để tính toán

+ Tính toán đường kính D ống quay (2.7) và (2.8)

$$D_{\hat{o}} = D + 2. 0,001.D \text{ với } D = \frac{(450 \div 560)}{n}$$

+ Tính toán hệ số lưu lượng (2.13)

$$k_Q = \frac{Q}{n.D^3} \text{ với } n\text{- vòng/giây}$$

+ Tính toán số vòng quay đặc trưng (2.16)

$$n_s = 3,65. \frac{n.\sqrt[3]{Q}}{H^4}$$

+ Tính toán hệ số cột áp (2.18)

$$k_H = \frac{H}{n^2.D^2} \text{ với vòng/giây}$$

+ Tính toán tỷ số bầu (2.16, 2.17)

$$\bar{d}_b = \frac{D_b}{D}$$

+ Tính toán đường kính bầu

$$D_b = \bar{d}_b.D.$$

+ Số vòng quay cho phép của ống quay (2.19)

$$[n] = \frac{C .\Delta h_h}{5,62.Q^{1/2}.A^{3/4}}$$

Với A - hệ số dự trữ, A = 1,07.

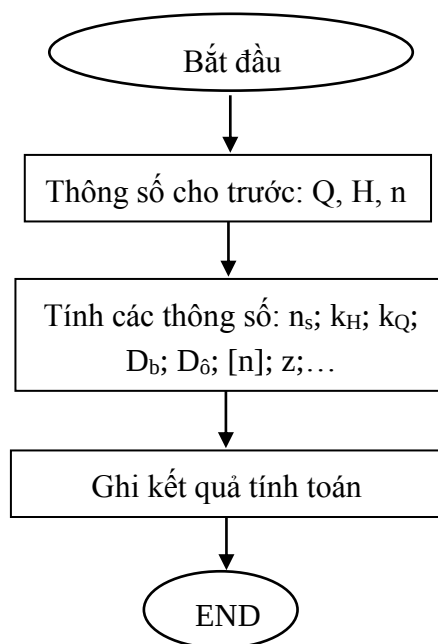
+ Xác định số cánh z theo bảng 2.1.

+ Xây dựng đường nhân của cánh (2.23).

+ Xây dựng đường biên phía trên và phía dưới của cánh (2.25).

+ Xây dựng đường biên của bầu (2.27 và 2.45)

Thuật toán tính toán một số thông số thủy lực cơ bản như trên hình 2.7.



Hình 2.7. Các bước tính toán một số thông số thủy lực cơ bản

3) Chương trình tính toán các thiết bị của hệ thống tách dầu

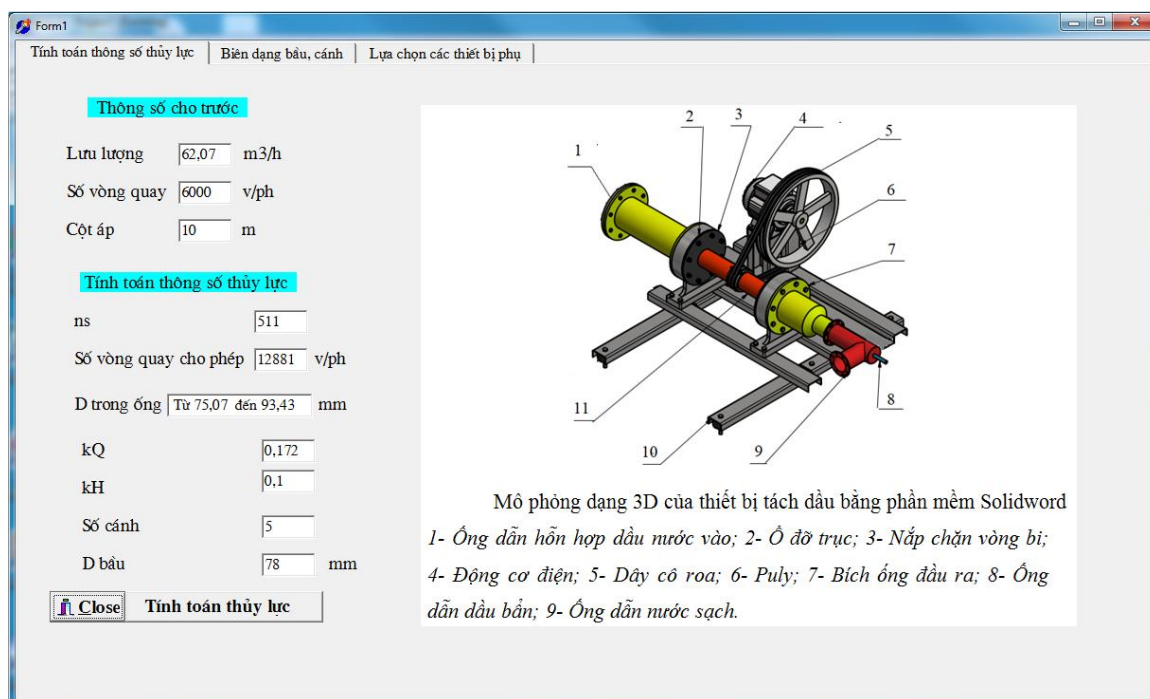
Luận án đã xây dựng chương trình tính toán một số thông số thủy lực của thiết bị bằng ngôn ngữ Delphi (Hình 2.8). Ngôn ngữ Delphi có thể được xem là một môi trường phát triển phần mềm dựa kết cấu, hướng đối tượng và trực quan, Ngôn ngữ Delphi có một số ưu điểm [92]:

- Là ngôn ngữ hướng đối tượng;
- Có thể mở rộng các kết cấu có sẵn nếu cần, nghĩa là tạo được kế thừa của các kết cấu, còn Basic thì không làm được.
- Liên kết dễ dàng với mọi loại cơ sở dữ liệu khác như Dbase, Oracle...
- Trực quan, có thư viện liên kết động.

Tuy nhiên ngôn ngữ Delphi có một số nhược điểm sau:

- VB có thể hiện thị mã trong chế độ Debug còn Delphi thì không.
- Khi biên dịch thì chậm hơn là trong C và C⁺⁺.
- Không có sự chồng toán tử.

Chương trình (Hình 2.8) ngoài tính toán một số thông số thủy lực cơ bản [75] của thiết bị tách dầu còn lựa chọn ống, vòng bi [59, 102], bộ làm kín đầu trục, bích ống [51, 54, 62, 66, 69],...



Hình 2.8. Màn hình giao diện của chương trình tính toán thông số thủy lực

2.3. Cơ sở lý thuyết tính toán mô phỏng số

2.3.1. Một số phương pháp tính toán mô phỏng số

Trong thiết bị tách dầu ly tâm phân bố dòng chảy rất phức tạp và không thể dự đoán bằng phương pháp phân tích. Do đó các phương pháp mô phỏng số được sử dụng để nghiên cứu dòng chảy.

1) Phương pháp RANS (Reynolds-Averaged Navier-Stokes)

Đây là phương pháp trung bình hóa số Râyôn để giải phương trình Naver-Stokes [27]. Kết quả cho ta giá trị trung bình của các biến ở các điểm tính. Phương pháp này không cho phép ta xác định được độ bất ổn định của dòng nhưng số lượng tính toán là không lớn lắm và nó được dùng khá phổ biến.

Hiện nay các tác giả đã phát triển phương pháp này để giải quyết các bài toán bất ổn định: Unsteady RANS và DES (Detached eddy simulation) đã được sử dụng để khắc phục các yếu điểm của RANS và tỏ ra có thể mạnh cho các bài toán nhiều pha và bài toán xâm thực.

2) Phương pháp DNS (Direct Numerical Simulation)

Phương pháp mô phỏng số trực tiếp [27, 78], nghĩa là ta quan tâm tới mức năng lượng nhỏ nhất của dòng (mức dịch chuyển phân tử) cho nên kết quả tính toán sẽ là rất chính xác. Phương pháp mô phỏng số trực tiếp cho thấy chi tiết về dòng chảy bằng các bài toán liên quan đến không gian và thời gian.

Nhưng với phương pháp này chi phí tính toán lại rất cao, để bắt được các phân tử lỏng dịch chuyển cỡ phân tử thì lưới chia phải mịn dẫn tới đòi hỏi về cấu hình máy tính phải rất cao (siêu máy tính). Chính vì vậy phương pháp này mới chỉ được số ít tác giả dùng đến cho các bài toán đơn giản.

3) Phương pháp LES (Large Eddy Simulation)

Chỉ mô phỏng các rối lớn còn rối nhỏ được mô hình hoá chính là nội dung của phương pháp LES [27, 78]. Đây như là phương pháp khắc phục được nhược điểm của hai phương pháp trên: Tính toán được sự bất ổn định của dòng và số lưới yêu cầu có nhỏ hơn phương pháp DNS. Tuy vậy số lưới cần thiết vẫn còn khá cao và kỹ thuật “lọc” các rối nhỏ là còn phức tạp nhưng nó đang là lựa chọn tối ưu hiện nay về các bài toán mô phỏng dòng bất ổn định.

4) Phương pháp xoáy (Vortex Method) [27]

Ba phương pháp trên dựa trên quan điểm Euler (dòng chảy được gọi là hoàn toàn xác định khi ta biết được trường vận tốc của chúng). Đây là phương pháp được dùng nhiều nhất khi tính toán các bài toán cơ học môi trường liên tục. Mặc dù vậy, một quan điểm nữa về tính toán động học là phương pháp

Lagrange được sử dụng chủ yếu cho bài toán vật rắn vẫn được dùng cho một số bài toán cơ học lưu chất. Trong một số bài toán cụ thể nó đã thể hiện được sự ưu việt của mình như không cần phải chia lưới do đó thời gian tính toán nhanh hơn nhiều so với các phương pháp khác.

2.3.2. Cơ sở toán học của kỹ thuật mô phỏng số [6, 15, 33, 94]

Ta biết rằng các phương trình vi phân chủ đạo đi mô tả dòng lưu chất là phương trình liên tục, phương trình Navier-Stokes (N-S) và phương trình năng lượng.

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_j) = 0 \quad (2.46)$$

$$\frac{\partial \rho u_i}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_i u_j) = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\mu \left(2s_{ij} - \frac{2}{3} \delta_{ij} s_{kk} \right) \right) \quad (2.47)$$

$$\frac{\partial e}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (u_j e) = \frac{\partial Q}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial x_j} \left(k \frac{\partial T}{\partial x_j} \right) \quad (2.48)$$

Trong đó

u_i - vận tốc; p : là áp suất và ρ là khối lượng riêng của chất lỏng.

$e = c_v \cdot T + \rho u_i u_i / 2$ - là năng lượng tổng trên một đơn vị thể tích.

$$s_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right)$$

c_v - nhiệt dung riêng đẳng tích, kJ/(kg.độ);

T - nhiệt độ, K;

$\frac{\partial Q}{\partial t}$ - lượng nhiệt phát sinh trên một thể tích, kJ/m³;

$k = \alpha / \rho c_p$: suất dẫn phân tử;

c_p - nhiệt dung riêng đẳng áp, kJ/(kg.độ);

α - hệ số khuếch tán nhiệt.

Để giải các phương trình này ta bắt gặp hàng loạt hằng số tích phân và để khép kín bài toán người ta dựa vào điều kiện đầu và điều kiện biên của mỗi bài toán cụ thể. Hiện nay có một số kỹ thuật mô phỏng đã giải quyết vấn đề này:

Ta có trung bình theo thời gian của một ẩn số f nào đó được định nghĩa là:

$$\langle f \rangle = \frac{1}{T} \int_t^{t+T} f(\tau) d\tau \quad (2.49)$$

Trong đó:

T là khoảng thời gian (lớn hơn tất cả các mức đo thời gian của dòng rối).

Phương pháp RANS là phương pháp trung bình hoá số Reynolds để giải phương trình Navier-Stokes. Trong máy phân ly ly tâm phân bố dòng chảy rất phức tạp và không thể dự đoán bằng phương pháp phân tích.

Các phương pháp DNS, LES và VM cùng giải quyết bài toán bất ổn định nhưng với DNS đòi hỏi cấu hình máy tính quá lớn cho nên tác giả không đưa ra ở đây mà tập trung tìm hiểu về hai phương pháp là LES và VM.

1) Kỹ thuật mô phỏng số của phương pháp LES

Là giải phương trình N-S để xác định chuyển động của các hạt lỏng nhưng không phải mức chuyển động nào ta cũng xét đến, phương pháp LES-Large Eddy Simulation đi xác định các rối lớn bởi vì chúng mang nhiều năng lượng nhất dẫn tới tốc độ khuếch tán mạnh, còn những rối nhỏ ta sẽ mô hình hoá chúng. Nhưng để làm điều này ta phải xác định được mức cần tính toán và mật độ lưới tương ứng (gọi là lọc phương trình N-S) làm sao mức đó phải nhỏ hơn rối cần tính toán nhưng phải lớn hơn những rối đã mô hình hoá:

Một biến được lọc biểu diễn như sau:

$$\bar{f}(x) = \int_D f(x') G(x, x') dx' \quad (2.50)$$

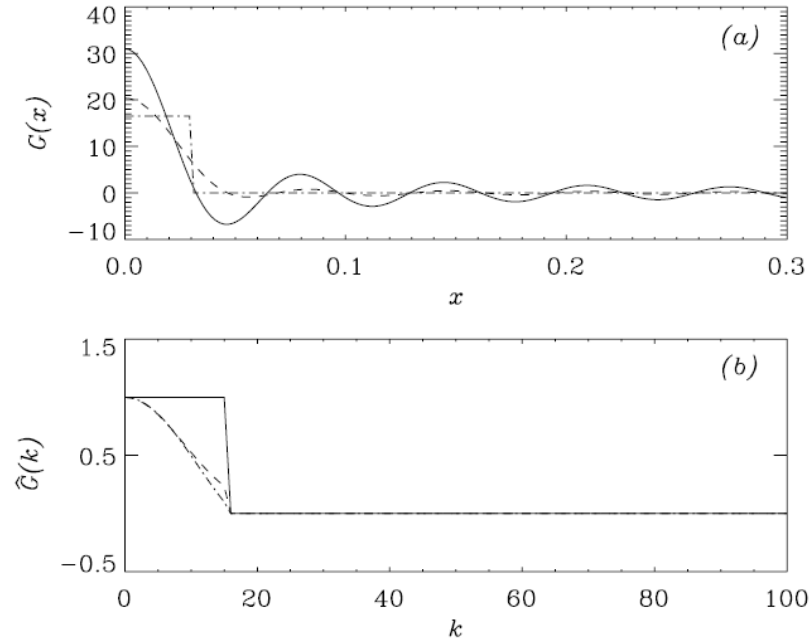
Trong đó: D là miền tính toán, G là hàm lọc (là hàm của $x-x'$), một số hàm lọc phổ biến là:

$$\text{Fourier: } \hat{G}(k) = \begin{cases} 1 & \text{Khi } k \leq \pi/\bar{\Delta} \\ 0 & \text{Trường hợp khác} \end{cases} \quad (2.51)$$

$$\text{Gaussian: } G(x) = \sqrt{\frac{6}{\pi\bar{\Delta}^2}} \exp\left(-\frac{6x^2}{\bar{\Delta}^2}\right) \quad (2.52)$$

Lọc Tophat theo thời gian thực:

$$G(x) = \begin{cases} 1/\bar{\Delta} & \text{Khi } |x| \leq \bar{\Delta}/2 \\ 0 & \text{Trường hợp khác} \end{cases} \quad (2.53)$$



Hình 2.9. Các kiểu hàm lọc: lọc Fourier; lọc Gaussian; lọc Tophat: a, trong không gian thực; b, trong không gian Fourier [26]

Thay vào phương trình N-S và biến đổi ta được:

$$\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_i} = 0 \quad (2.54)$$

$$\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (\bar{u}_i \bar{u}_j) = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i} - \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} + \nu \frac{\partial^2 \bar{u}_i}{\partial x_j \partial x_j} \quad (2.55)$$

Với phương trình lọc này cho ta giải quyết được các rối lớn, còn các rối nhỏ sẽ được mô hình hoá và đưa vào trong số hạng ứng suất Subgrid-Scale (SGS):

$$\tau_{ij} = \overline{u_i u_j} - \overline{u_i} \overline{u_j} \quad (2.56)$$

Ta không cần tính toán tới các rối ở dưới mức lưới (SGS) theo không gian và thời gian nhưng phải tính tới sự ảnh hưởng toàn cục của nó được thể hiện qua mô hình chuyển đổi năng lượng, rối nhớt,...

2) Kỹ thuật mô phỏng số của phương pháp VM (Vortex Method)

Phương trình Navier-Stokes về bảo toàn mô men [21, 27, 35]:

$$\frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + (\vec{u} \cdot \nabla) \vec{u} = -\frac{1}{\rho} \nabla p + \mu \nabla^2 \vec{u} \quad (2.57)$$

Trong đó:

$\vec{u}$ - véc tơ tốc độ, m/s;

$\frac{\partial \vec{u}}{\partial t}$ - véc tơ gia tốc, m/s²;

ρ - khối lượng riêng của chất lỏng, kg/m³;

μ - độ nhớt động lực, Pa.s;

∇ - toán tử Hamington $\nabla = \frac{\partial}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x}$.

Phải thỏa mãn điều kiện biên trên bề mặt thành rắn là điều kiện không thấm và không trượt:

$$\begin{aligned} \vec{u} \cdot \vec{n} &= 0 \\ \vec{u} \cdot \vec{t} &= 0 \end{aligned} \quad (2.58)$$

Ở đây $\vec{n}$ là véc tơ pháp tuyến và $\vec{t}$ là véc tơ tiếp tuyến.

Với phương pháp xoáy thì phương trình vi phân chủ đạo và các điều kiện biên cần được mô tả dưới số hạng xoáy:

Từ định nghĩa về véc tơ xoáy:

$$\omega = d.u \quad (2.59)$$

Thay vào phương trình (2.57) ta được:

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} = (\vec{\omega} \cdot \nabla) \vec{u} + \nu \nabla^2 \vec{\omega} \quad (2.60)$$

Đây là phương trình vi phân chủ đạo của dòng 3D với ω là trường xoáy của các hạt lỏng. Với dòng 2 chiều (giả thiết theo mặt phẳng xy) thì véc tơ xoáy chỉ theo một hướng theo trục z cho nên $(\vec{\omega} \cdot \nabla) \vec{u} = 0$.

Ta có thể biểu diễn vận tốc qua hàm dòng ψ và thế vận tốc ϕ :

$$\vec{u} = \nabla \vec{\psi} + \nabla \phi \quad (2.61)$$

Biến đổi cho ta kết quả chính là phương trình Poisson:

$$\nabla^2 \vec{\psi} = -\vec{\omega} \quad (2.62)$$

Như vậy từ phương trình (2.61) ta xác định được hàm dòng, từ đó thay vào phương trình (2.62) sẽ cho ta trường vận tốc cần tìm. Ta có thể thống kê lại các công thức để giải quyết bài toán 2D bằng phương pháp xoáy:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \omega}{\partial t} &= \nu \nabla^2 \vec{\omega} \\ \nabla^2 \vec{\psi} &= -\vec{\omega} \\ \vec{u} &= \nabla \times \vec{\psi} + \nabla \phi \\ \omega(x,0) &= \omega_0(x) \\ u(x_s) &= U_b \quad \text{trên biên } S \\ u &\rightarrow U_\infty \quad \text{ở xa vô cùng} \end{aligned} \quad (2.63)$$

Như vậy với mỗi hạt lỏng trong không gian cần xem xét tới ba khía cạnh là: Dòng ở xa vô cùng, sự tương tác với biên rắn và sự ảnh hưởng của các hạt với nhau. Ngoài ra cần lưu ý tới vấn đề đối lưu và khuếch tán:

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} = u(x, t); \frac{d\omega}{dt} = 0 & \quad \text{Với quá trình đối lưu} \\ \frac{d\omega}{dt} = \nu \nabla^2 \vec{\omega}; \frac{dx}{dt} = 0 & \quad \text{Với quá trình khuếch tán} \end{aligned} \quad (2.64)$$

2.3.3. Mô phỏng số quá trình tách dầu trong ống quay ly tâm

Quá trình mô phỏng số dựa trên lý thuyết CFD gồm 3 bước [91]:

- Pre - Processor: Xây dựng mô hình, định nghĩa các miền tính toán, chia lưới, lựa chọn các quá trình lý hóa cần mô phỏng, định nghĩa các thuộc tính của chất lỏng, xác định các điều kiện biên chính xác tại các phần tử.

- Solver: Chạy chương trình theo các giải pháp lựa chọn trên Fluent;

- Post - Processor: Xử lý và hiển thị kết quả tính toán.

Tính toán mô phỏng số với phần mềm Fluent - Ansys theo sơ đồ tính toán trên hình 2.10.

CFD có một số ưu điểm và hạn chế như sau [19]:

* Ưu điểm:

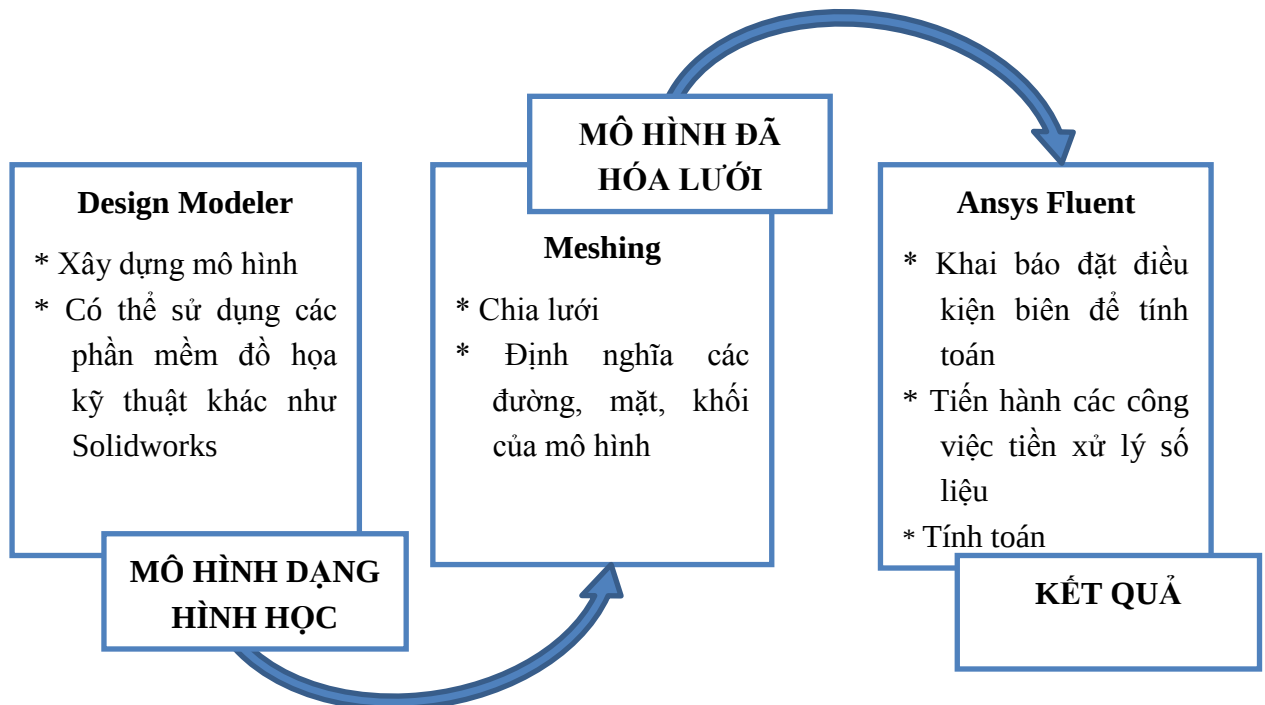
- Giảm giá thành và tiết kiệm thời gian trong quá trình thiết kế. Tất cả các sản phẩm đều phải qua quá trình thử nghiệm trước khi ứng dụng vào thực tế sản xuất. CFD giúp tạo ra một mô hình gần đúng ban đầu trong quá trình này.

- Mô phỏng được những điều kiện làm việc đặc biệt (ví dụ: Siêu thanh, không trọng lực, nhiệt độ lớn) mà không phải lúc nào con người cũng có thể đo đạc và giám sát được. Trong tình huống này, CFD có thể mô phỏng, từ đó, đưa ra những kết quả tốt phục vụ công tác nghiên cứu dự đoán.

- Khả năng mô phỏng điều kiện lý tưởng. Đây là những bài toán mang tính lý thuyết mà trong điều kiện thực tế không thể làm được, chỉ có phương pháp mô phỏng số mới thực hiện được.

- Khi tiến hành thực nghiệm, do hạn chế về công nghệ và tài chính, bởi vậy, mỗi lần tiến hành thí nghiệm cũng chỉ xác định được một số thông số, tại

những điểm nhất định, trong khi CFD cho phép xác định toàn bộ trường kết quả tại tất cả những điểm trong vùng khảo sát



Hình 2.10. Trình tự các bước tính toán mô phỏng số [91, 94, 97]

*** Hạn chế:**

- Mô hình vật lý: CFD giải quyết bài toán trên cơ sở mô hình vật lý được tạo lập, mỗi bài toán chỉ đúng với mô hình vật lý duy nhất. Việc chọn sai mô hình vật lý có thể dẫn đến sai lệch về kết quả. Ngoài ra, các mô hình vật lý (mô hình nhớt, mô hình truyền nhiệt,...) đều là gần đúng, do vậy, có thể dẫn đến sai số.

- Sai số: Giải các bài toán trên máy tính luôn dẫn tới sai số bởi năng lực tính toán của máy không phải là vô tận. Do vậy, việc chọn số bước lặp hay tạo lưới là khá quan trọng.

- Điều kiện biên: Lời giải chỉ đúng với điều kiện biên chuẩn. Mỗi bài toán chỉ đúng với một dạng điều kiện biên duy nhất.

Nói chung, khi chọn đúng điều kiện làm việc (mô hình vật lý và điều kiện biên), phương pháp CFD cho kết quả khá chính xác.

+ Các lĩnh vực áp dụng CFD hiện nay:

- Công nghệ chế tạo tàu thủy và tàu ngầm;
- Máy thủy lực;
- Công nghiệp chế tạo các phương tiện giao thông đường bộ;
- Công nghệ nhiệt, ...

+ Vai trò của tạo lưới trong CFD

CFD chỉ là thuật toán để giải các bài toán dựa trên lưới có sẵn, bản thân chương trình CFD không thể tạo lưới và trong CFD không bao gồm thuật toán tạo lưới. Thông thường các chương trình CFD cần có công cụ tạo lưới riêng, có thể tích hợp chung hoặc riêng rẽ.

Việc tạo lưới thực chất là quá trình xác định của các điểm sẽ tiến hành giải các phương trình cơ học chất lưu.

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

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

$$d, L = f(\rho_d, t_d, \rho_n, \alpha, v_z, n, D_b, z, \beta) \quad (2.65)$$

với d - đường kính dòng dầu bắt 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/m³;

t_d - nhiệt độ của dầu, °C;

- ρ_n - khối lượng riêng của nước, kg/m^3 ;
- α - nồng độ dầu trong hỗn hợp dầu nước;
- v_z - tốc độ hỗn hợp dầu nước chảy dọc trong ống quay, m/s ;
- n - vòng quay của ống quay, vg/ph ;
- D_b - đường kính bầu, m ;
- z - số cánh;
- β - góc đặt cánh.

2.4. Kết luận chương 2

- Luận án đã nghiên cứu một số phương pháp để tính toán thông số thủy lực cho thiết bị, đã lựa chọn phương pháp Voznhexenxki - Pekin để tính toán thông số thủy lực của thiết bị và 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, biên dạng bầu, biên dạng cánh và một số thiết bị phụ trợ.

- Có nhiều phần mềm chuyên dụng được sử dụng để mô phỏng dòng chảy trong thiết bị tách dầu, tuy nhiên, có thể thấy hầu hết các phần mềm này đều dựa trên công cụ CFD để thực hiện việc mô phỏng số với thuật toán tương tự nhau và đều dựa vào công thức toán học Navia - Stóc. 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

3.1.1. Thông số cho trước

Vòng quay của động cơ điện dẫn động ống quay là 1.450 vg/ph, để có được vòng quay của ống quay lớn hơn ta phải chế tạo pully, việc chế tạo (pully được đúc bằng gang) và gia công pully rất khó đạt cân bằng, nên khả năng giữ ổn định cho hệ thống khi hoạt động là rất khó khăn. Vòng quay lớn nhất của ống quay mà nghiên cứu sinh có thể thực hiện được là 6.000 vg/ph.

Thiết bị tách dầu tính toán được đặt trên tàu thu gom dầu tràn [89], tàu thu gom dầu tràn được trang bị túi chứa dầu di động trên mặt nước [98] 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.

Xuất phát từ các lý do trên, luận án chọn thông số cho trước để tính toán thiết bị tách dầu là:

- + Vòng quay: 6.000 vg/ph;
- + Sản lượng: 62,07 m³/h;
- + Cột áp: 10 mH₂O.

3.1.2. Kết quả tính toán thông số thủy lực và lựa chọn thiết bị

1) 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 $D_0 = 0,09 \text{ m} \div 0,112 \text{ m}$.

Căn cứ kích thước ống trong các bảng 3.1 và 3.2, lựa chọn ống quay có đường kính trong ống được sử dụng trong nghiên cứu này là ống có đường kính trong/ngoài là 100/114,3 mm.

Kích thước ống thép đen và thép mạ kẽm được tra theo bảng 3.1 [82, 84, 85].

Bảng 3.1. Kích thước ống thép đen và thép mạ kẽm

<i>Đường kính ngoài, mm</i>	<i>Đường kính danh nghĩa, mm</i>	<i>Độ dày, mm</i>				
101,6	90	3,18	3,96	4,78	-	-
114,3	100	3,18	3,96	4,78	5,56	6,02

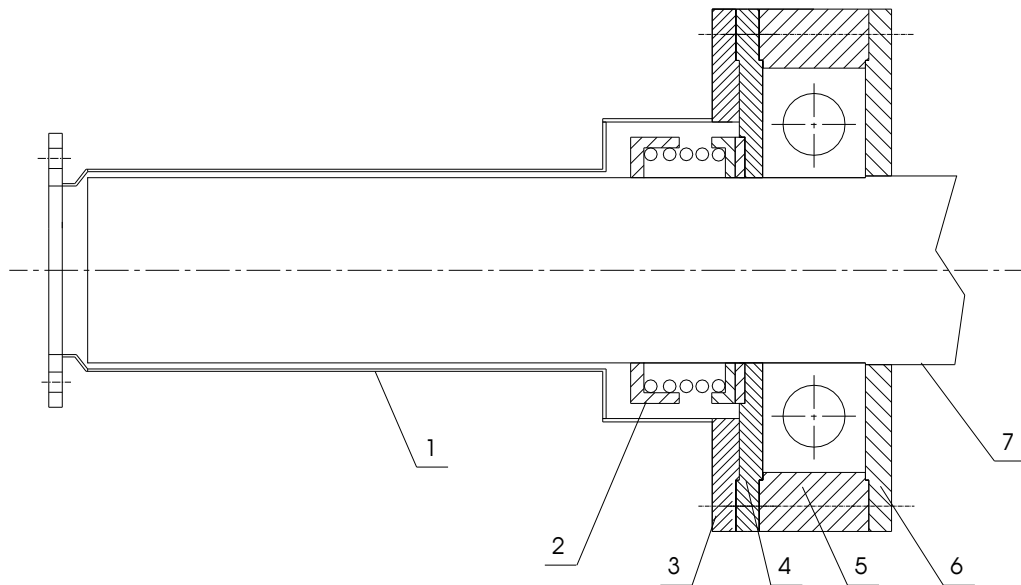
Kích thước ống thép không gỉ 304 được tra theo bảng 3.2 [52, 82, 83].

Bảng 3.2. Quy cách ống inox đúc [52]

<i>Đường kính ngoài, mm</i>	<i>Độ dày, mm</i>
114,3	4,78
114,3	6,02
114,3	7,14
114,3	8,56
114,3	11,1
114,3	13,5

Đường kính ngoài ống quay được tiện giảm đi để chọn pully, vòng bi và bộ làm kín đầu trục, đường kính ngoài ống quay còn lại là 110 mm.

Để nâng cao hiệu quả tách dầu (Dòng không bị phá vỡ chế độ chảy khi chuyển từ ống dẫn cố định sang ống quay và ngược lại) thì đường kính trong ống quay (Số 7, hình 3.1) bằng đường kính trong ống cố định (Số 1) [14].



Hình 3.1. Sơ đồ lắp ráp các thiết bị tại gối đỡ ống quay

1- Ống cố định; 2- Phốt kín kiểu cơ khí; 3- Bích chặn bộ làm kín đầu trục; 4- Bích chặn vòng bi phía ngoài; 5- Bộ đỡ vòng bi; 6- Bích chặn vòng bi phía trong; 7- Ống quay.

2) Lựa chọn vòng bi đỡ hai đầu ống quay

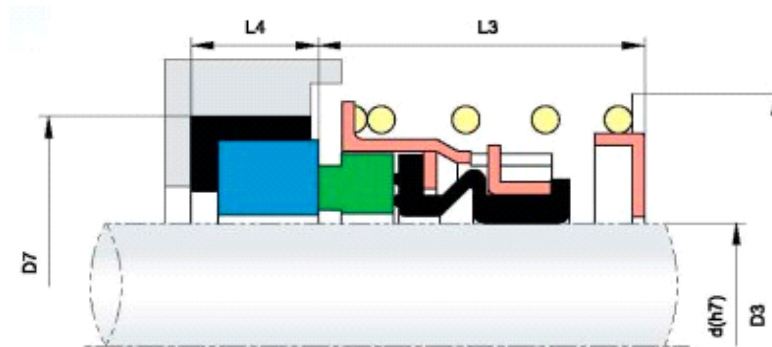
Đường kính ngoài ống quay là 110 mm, theo kích thước vòng bi trên bảng 3.3 [53, 90, 103] ta chọn vòng bi số hiệu 6022 [13].

Bảng 3.3. Kích thước vòng bi [53]

Ký hiệu vòng bi	Đường kính trong, mm	Đường kính ngoài, mm	Chiều rộng, mm
6022	110	170	28

3) Lựa chọn bộ làm kín trục quay kiểu cơ khí

Đường kính ngoài ống quay là 110 mm thì theo bảng kích thước bộ làm kín đầu trục quay kiểu cơ khí trên bảng 3.4 [77, 87]. Chọn bộ làm kín với kích cỡ là 110.



Hình 3.2. Sơ đồ kích thước bộ làm kín trục quay kiểu cơ khí

Bảng 3.4. Kích thước bộ làm kín trục quay kiểu cơ khí

<i>Cỡ</i>	<i>d</i>	<i>D3</i>	<i>D7</i>	<i>L3</i>	<i>L4</i>
110	110	157	135	62	16

4) Chọn van chặn và cút nối ống

Van có đường kính trong 100 mm, dài van 230 mm và đường kính bích nối ống 210 mm [101].

Cút nối ống 90° có đường kính trong 100 mm, đường kính ngoài 114,3 mm [64].

5) Kết quả tính toán biên dạng cánh

Đường nhân profil có dạng parabol (2.23) và hình dạng profil được xác định theo hàm (2.25).

Với giá trị $\Delta m = 0,1751$, chiều dài dây cung c là 100 mm.

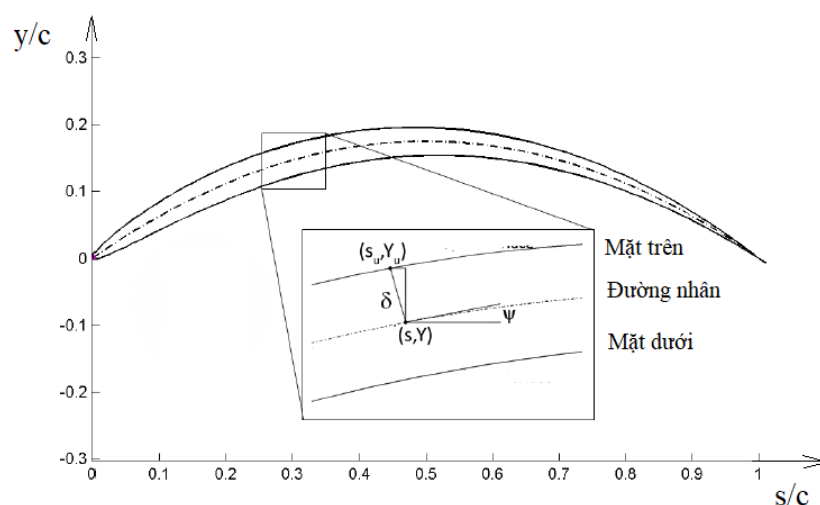
Chiều dày $\delta_{\max}$ được chia với tỷ lệ dây cung c và là 4,8%.

Các hệ số $a_0 \div a_4$ được cho theo bảng sau [27].

Bảng 3.5. Hệ số thực nghiệm

a_0	a_1	a_2	a_3	a_4
0,2969	- 0,1260	- 0,3516	0,2843	- 0,1015

Trên hình 3.3 với $s = 0$ ở đầu cánh, và $s = c$ ở đuôi cánh.

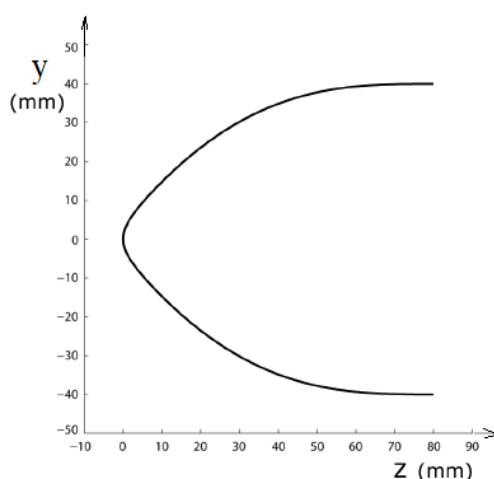


Hình 3.3. Biên dạng profil của cánh

6) Kết quả tính toán biên dạng bầu phía dòng vào

Hình dạng của bầu phía dòng vào (Hình 3.4) được tính theo công thức 2.27, 2.28, 2.29 và 2.36 với:

- $\Delta z_n = z_{\text{canh}} - z_{\text{mui}} = 80 \text{ mm}$;
- Hai tham số b_1 và b_2 được xác định bằng thử nghiệm và hiệu chỉnh để đạt được hình dáng mũi bầu thích hợp, và giá trị được chọn với $b_1 = 0,9$ và $b_2 = 6,0$.

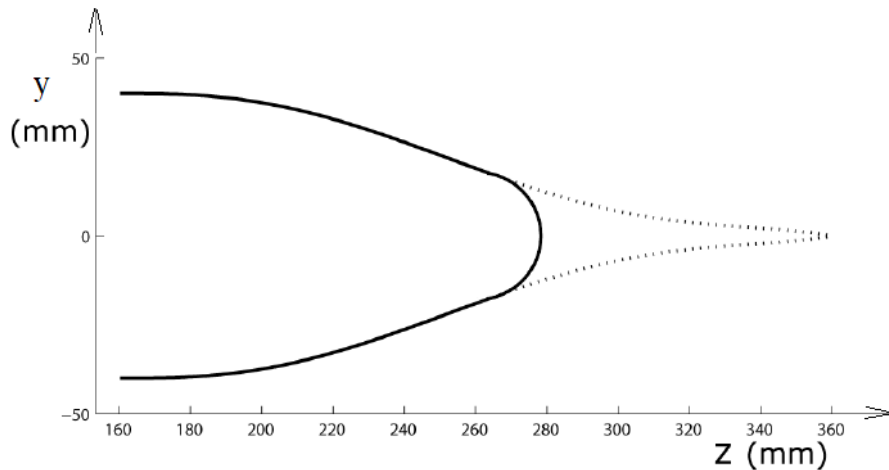


Hình 3.4. Hình dạng phần bầu phía dòng vào

7) Tính toán biên dạng bầu phía dòng ra

Tính toán phương trình (2.45) với $\Delta z_t = z_{\text{cánh}} - z_{\text{đuôi}} = 200 \text{ mm}$, kết quả biểu diễn trên hình 3.5 là biên dạng bầu phía dòng ra.

Bán kính cong của phần đuôi bánh công tác là 17,87 mm và tâm của nó cách điểm cuối của phần đuôi bầu bánh công tác là 104,12 mm.



Hình 3.5. Hình dạng phần bầu phía dòng ra

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

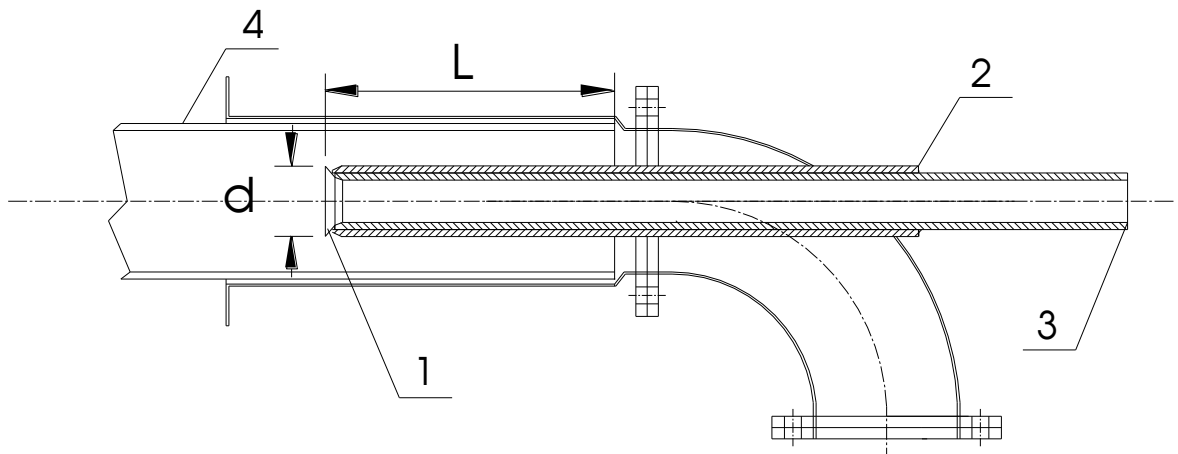
3.2.1. Mục đích tính toán mô phỏng số

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 được thông số hợp lý cho thiết bị tách dầu.

3.2.2. Tiêu chí đánh giá thiết bị tách dầu bằng mô phỏng số

Xuất phát từ yêu cầu của luận án là nghiên cứu thiết bị tách dầu nên dầu phải tách ra khỏi hỗn hợp dầu nước;

Dầu bẩn tách ra khỏi hỗn hợp dầu nước và chảy thành dòng gần trục ống quay và đường kính của dòng dầu bẩn là d (Hình 3.6); Nếu đường kính d nhỏ thì một là vòng quay của ống quay lớn, hai là chiều dài ống quay lớn, khi mà vòng quay hoặc chiều dài ống quay lớn thì khả năng giữ ổn định cho hệ thống khi hoạt động là khó khăn; Nếu đường kính d lớn thì phần nước sạch sẽ ít và khả năng làm sạch nước sẽ khó đạt yêu cầu.



Hình 3.6. Ống thu dầu bẩn

1- Phễu thu dầu bẩn; 2- Ống gia cường; 3- Ống thu dầu;
4- Ống quay.

Vị trí dòng dầu bẩn có đường kính d chỉ cách đầu ra ống quay một đoạn L ngắn thì khi biến động một trong các thông số đầu vào của dòng hỗn hợp dầu nước, vị trí dòng dầu bẩn có thể sẽ dịch ra ngoài vị trí đặt ống thu dầu bẩn, lúc này phần dầu sẽ chảy theo phần nước và chất lượng nước không đảm bảo yêu cầu. Nếu vị trí dòng dầu bẩn có đường kính d cách đầu ra ống quay một đoạn L lớn thì cần giảm bớt chiều dài hoặc số vòng quay của ống quay.

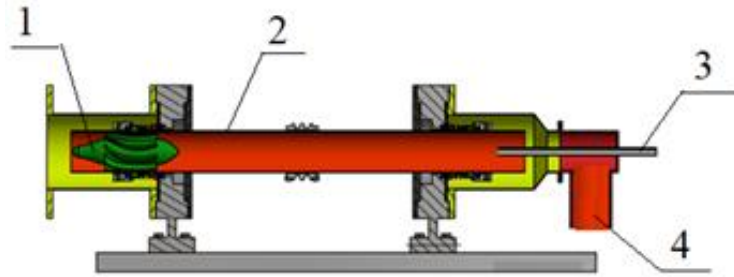
Do vậy tiêu chí đánh giá thiết bị tách dầu:

- Dầu bẩn phải tách ra khỏi hỗn hợp dầu nước;
- Dầu bẩn chảy thành dòng gần lõi ống quay, đường kính d của dòng dầu bẩn là $(20 \div 40)$ mm;

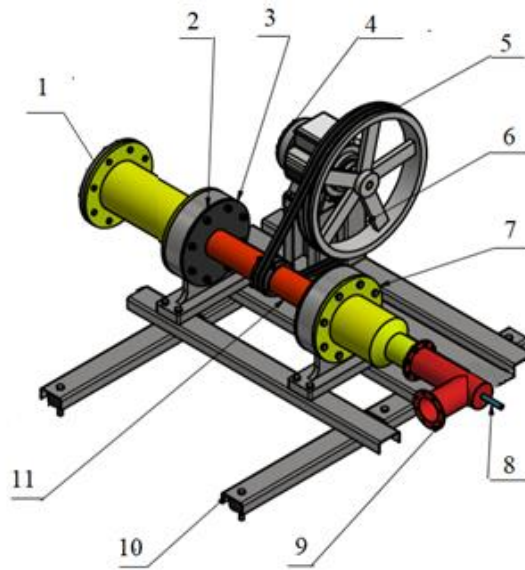
- Vị trí dòng dầu bẩn có đường kính d cách đầu ra ống quay một đoạn L với giá trị khoảng là $(200 \div 300)$ mm.

3.2.3. Tạo biên dạng ống quay, bầu và cánh

Mô phỏng dạng 3D của thiết bị tách dầu bằng ống quay ly tâm bằng phần mềm Solidword được thể hiện như trên hình 3.6 và hình 3.7.



Hình 3.7. Hình cắt dọc của bộ phận tách dầu bằng phần mềm Solidword
1- Bầu và cánh; 2- Ống quay; 3- Ống dẫn dầu bẩn; 4- Ống dẫn nước sạch.



Hình 3.8. Mô phỏng dạng 3D của thiết bị tách dầu bằng phần mềm Solidword
1- Ống dẫn hỗn hợp dầu nước vào; 2- Ổ đỡ trục; 3- Nắp chặn vòng bi;
4- Động cơ điện; 5- Dây cô roa; 6- Puly; 7- Bích ống đầu ra; 8- Ống
dẫn dầu bẩn; 9- Ống dẫn nước sạch.

Một số mô hình sử dụng trong nghiên cứu 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 khả năng tách dầu của thiết bị với thông số d bằng mô phỏng số được thiết kế với một số phương án thay đổi khác nhau.

- Thay đổi số cánh trên bầu khác nhau với góc đặt cánh không đổi, số lượng tương ứng: 7 cánh; 8 cánh; 9 cánh; 10 cánh; 11 cánh.

- Thay đổi góc đặt cánh, giữ nguyên số lượng cánh với 9 cánh: 11; 13; 15; 17 và 19 độ.

Miền không gian tính toán, chia lưới và điều kiện biên được trình bày trong phụ lục 2.

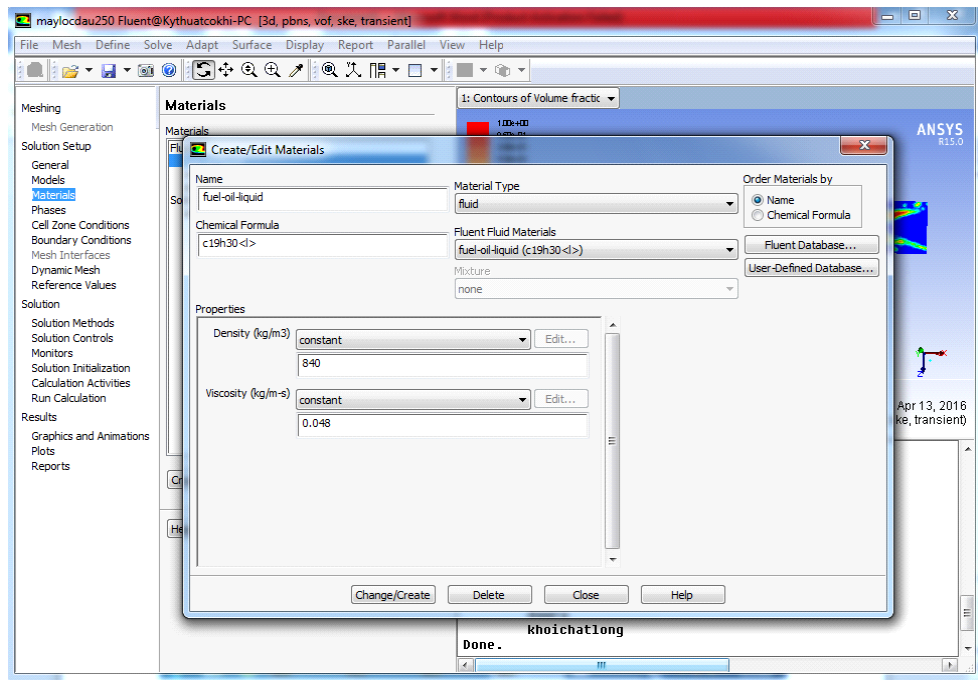
3.2.4. Mô phỏng quá trình tách dầu nước bằng phần mềm Fluent - Ansys

Tạo biên dạng bầu và cánh được trình bày trong phụ lục 1.

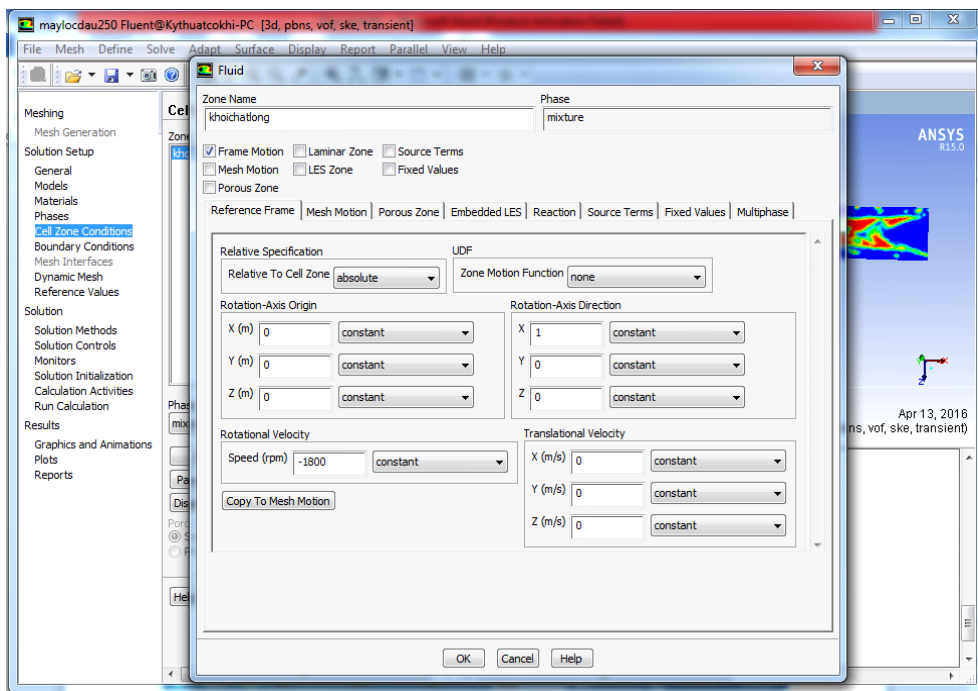
Đầu tiên nhập thông số đầu vào cho trường hợp tính toán ban đầu (bảng 3.6), màn hình nhập thông số ví dụ hình 3.8 và hình 3.9. Kết quả tính toán cho trường hợp ban đầu được ghi trong bảng 3.7 để kiểm tra dữ liệu tính toán.

Bảng 3.6. 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
Tốc độ dòng hỗn hợp chảy trong ống	2,2 m/s
Vòng quay của ống quay	6.000 vg/ph
Các số liệu khác lấy theo bản Ansys 15 đã định nghĩa	



Hình 3.9. Màn hình nhập số liệu thông số dầu



Hình 3.10. Màn hình nhập số liệu vòng quay

Bảng 3.7. Kết quả tính toán cho trường hợp ban đầu

<i>Stt</i>	<i>Số vòng quay</i> (vòng/phút)	<i>Vận tốc</i> (m/s)	<i>Lưu lượng</i> (m ³ /h)	<i>d</i> (mm)	<i>L</i> (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

3.2.5. 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 tại đầu vào thiết bị đến quá trình tách dầu

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 3.8. 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 11° đến 19° , với hàm lượng dầu trong hỗn hợp 600 ppm, đường kính của ống quay 100 mm, đường kính bầu 80 mm, 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 vg/ph, 5.500 vg/ph và 6.000 vg/ph.

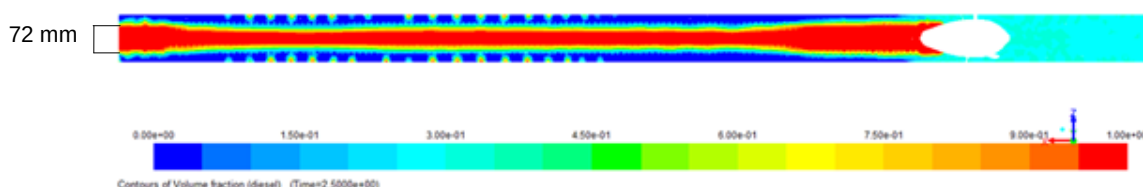
Bài toán 5: Thay đổi hàm lượng dầu trong hỗn hợp 300 ppm và 600 ppm, với đường kính của ống quay 100 mm, đường kính bầu 80 mm, 9 cánh, góc đặt cánh 13 độ, và số vòng quay của ống quay 5.000 vòng/phút, 5.500 vòng/phút và 6.000 vòng/phút.

Bảng 3.8. Thông số đầu vào cho các trường hợp nghiên cứu

<i>Thông số đầu vào</i>	<i>Giá trị</i>	<i>Đơn vị</i>
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 trong: 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	vg/ph
Vận tốc dòng chảy dọc trục	1,8÷5	m/s
Các số liệu khác lấy theo bản Ansys 15 đã định nghĩa		

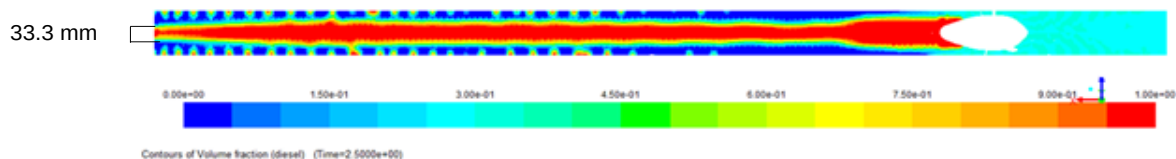
a) Kết quả bài toán 1 (Thay đổi số vòng quay, mục 3.1 Phụ lục 3)

Số vòng quay 5.000 vòng/phút



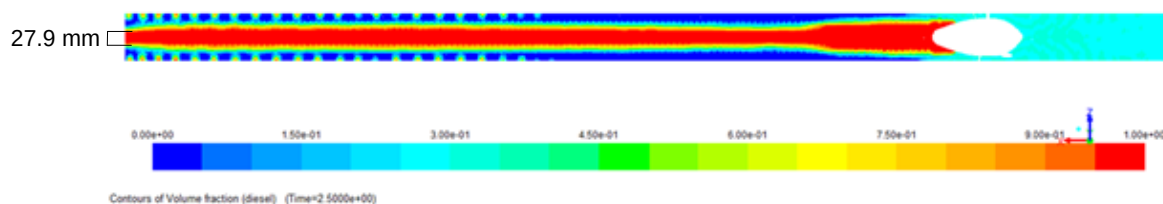
Hình 3.11. Phân bố dầu, nước ở vòng quay 5.000 vòng/phút

Số vòng quay 5.500 vòng/phút



Hình 3.12. Phân bố dầu, nước ở vòng quay 5.500 vòng/phút

Số vòng quay 6.000 vòng/phút



Hình 3.13. Phân bố dầu, nước ở vòng quay 6.000 vòng/phút

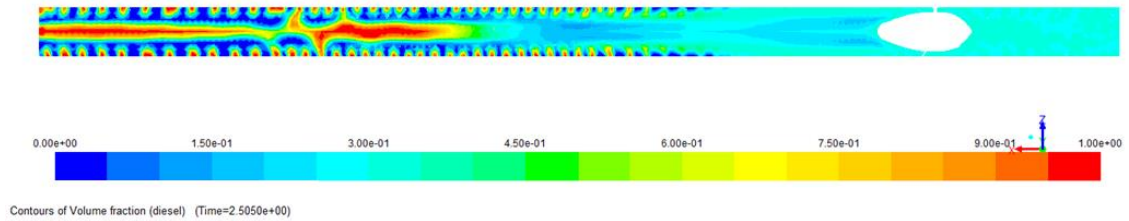
Bảng 3.9. Thay đổi vòng quay của ống quay

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

Khi thay đổi vòng quay của ống quay từ 5.000 vg/ph đến 6.000 vg/ph, ở vòng quay càng cao thì chất lượng tách dầu ra khỏi nước càng tốt. Với vòng quay 6.000 vg/ph 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 lực ly tâm càng lớn, khả năng tách dầu và nước của thiết bị tách dầu ly tâm thực hiện tốt hơn.

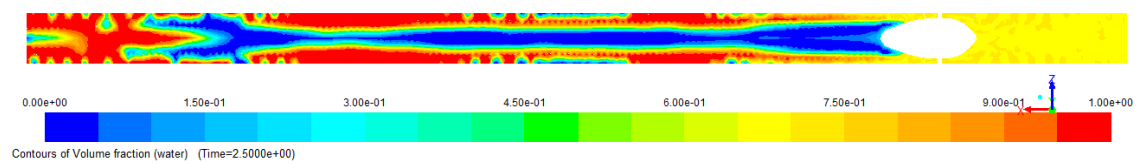
b) Kết quả bài toán 2 (Thay đổi số cánh, mục 3.2 Phụ lục 3)

Số cánh 7



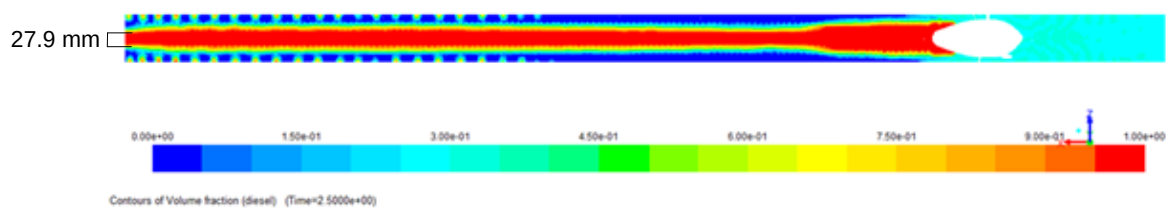
Hình 3.14. Phân bố dầu, nước với 7 cánh

Số cánh 8



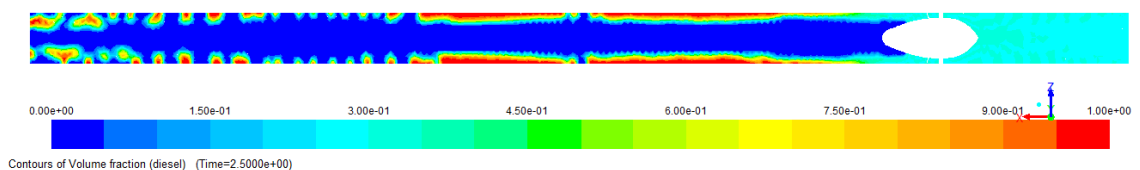
Hình 3.15. Phân bố dầu, nước với 8 cánh

Số cánh 9



Hình 3.16. Phân bố dầu, nước với 9 cánh

Số cánh 10



Hình 3.17. Phân bố dầu, nước với 10 cánh

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, pha dầu tập trung tại lõi và có đường kính lõi tương đối

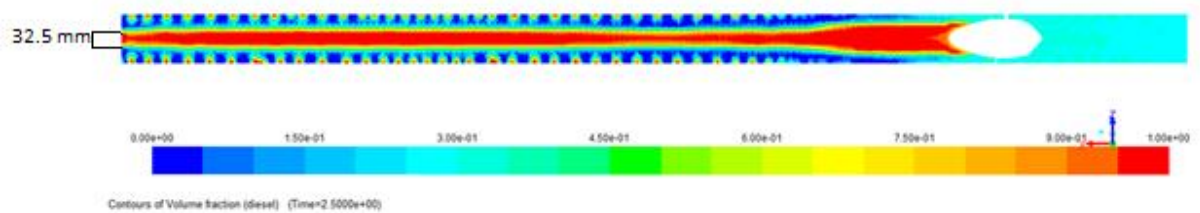
ổn định từ bầu đến cửa ra của ống quay, đối với số cánh 7, 8, 10 chất lượng tách dầu kém hơn, lõi dầu được tạo ra nhưng không tập trung và bị phân tán do dòng chảy rối.

Bảng 3.10. Thay đổi số cánh trên bầu

<i>TT</i>	<i>Vòng quay (vòng/phút)</i>	<i>Góc đặt cánh (độ)</i>	<i>Số cánh</i>	<i>Đường kính bầu (mm)</i>	<i>Đường kính lõi dầu d (mm)</i>
1	6.000	13	7	80	20,0
2			8		80,0
3			9		27,9
4			10		80,0

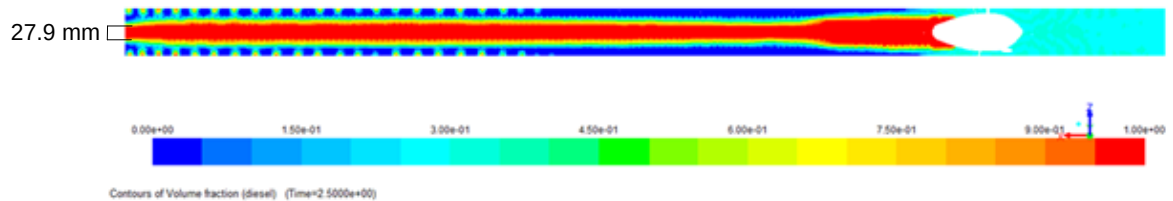
c) Kết quả bài toán 3 (Thay đổi góc đặt cánh, mục 3.3 Phụ lục 3)

Góc đặt cánh 11 độ



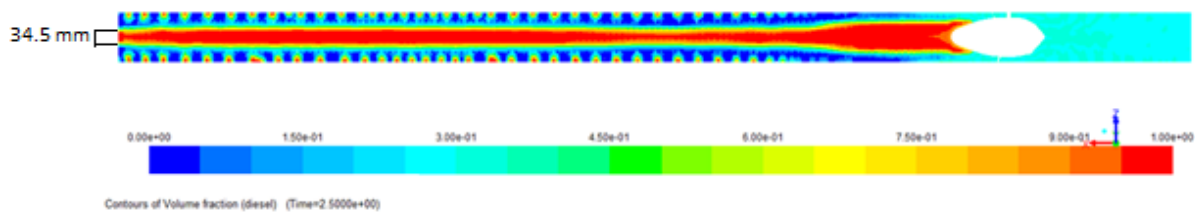
Hình 3.18. Phân bố dầu, nước với góc đặt cánh 11 độ

Góc đặt cánh 13 độ



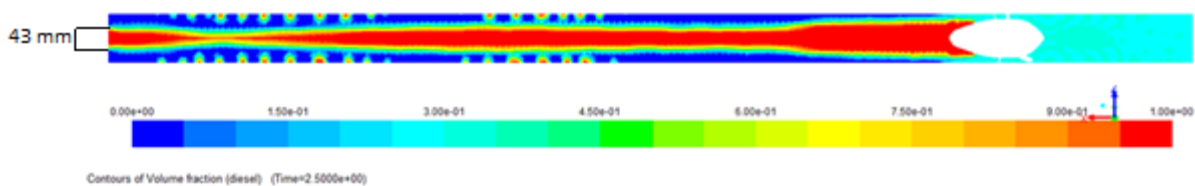
Hình 3.19. Phân bố dầu, nước với góc đặt cánh 13 độ

Góc đặt cánh 15 độ



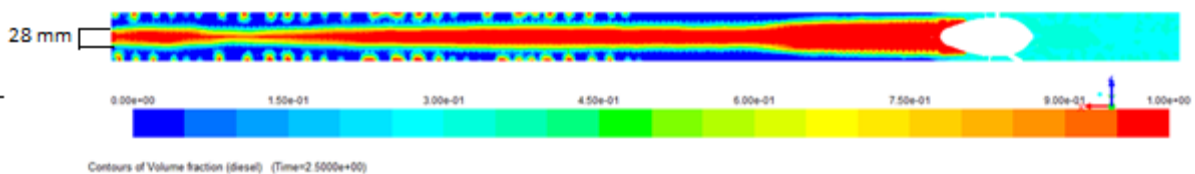
Hình 3.20. Phân bố dầu, nước với góc đặt cánh 15 độ

Góc đặt cánh 17 độ



Hình 3.21. Phân bố dầu, nước với góc đặt cánh 17 độ

Góc đặt cánh 19 độ



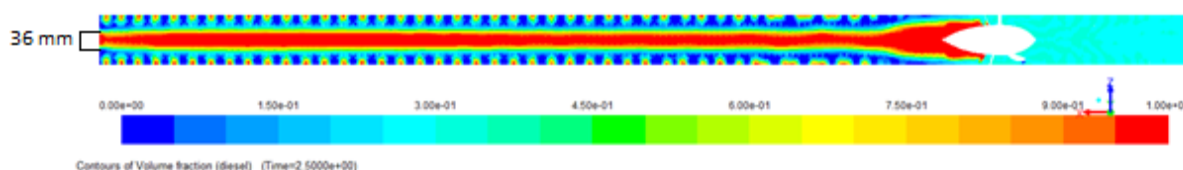
Hình 3.22. Phân bố dầu, nước với góc đặt cánh 19 độ

Bảng 3.11. Thay đổi góc đặt cánh

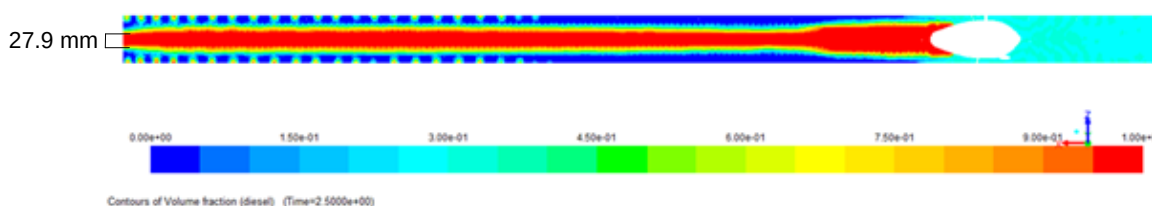
<i>TT</i>	<i>Vòng quay (vòng/phút)</i>	<i>Góc đặt cánh (độ)</i>	<i>Số cánh</i>	<i>Đường kính bầu (mm)</i>	<i>Đường kính lõi dầu d (mm)</i>
1	6.000	11	9	80	32,5
2		13			27,9
3		15			34,5
4		17			43,0
5		19			28,0

d) Kết quả bài toán 4 (Thay đổi đường kính bầu, mục 3.4 Phụ lục 3)

Kết quả mô phỏng với đường kính bầu 70 mm



Kết quả mô phỏng với đường kính bầu 80 mm



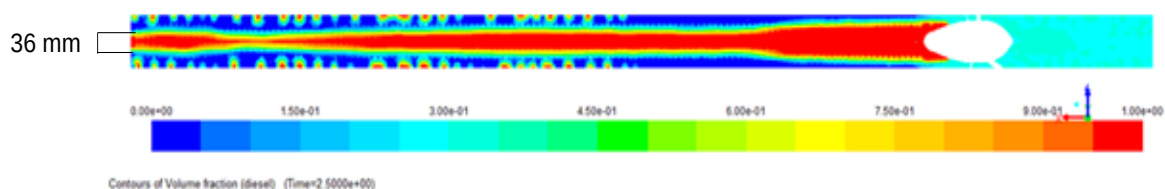
Khi thay đổi đường kính bầu từ 60 mm đến 80 mm, với đường kính bầu 80 mm ở chế độ vòng quay 6.000 vòng/phút chất lượng tách dầu tốt hơn so với các đường kính bầu là 60 mm và 70 mm, lõi dầu tập trung vào giữa và đều hơn từ bầu cánh đến đầu ra của ống quay.

Bảng 3.12. Thay đổi đường kính bầu

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

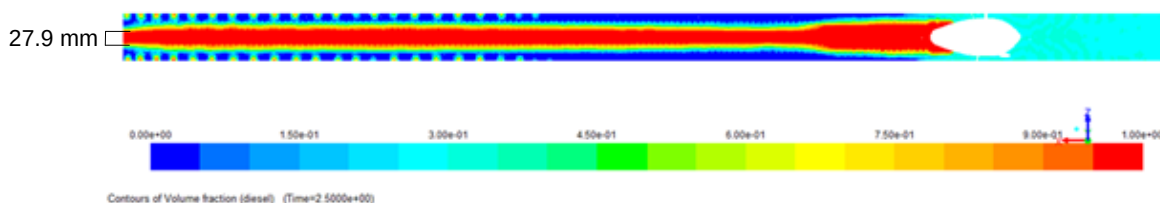
e) Kết quả bài toán 5 (Thay đổi hàm lượng dầu trong hỗn hợp dầu nước, mục 3.5 Phụ lục 3)

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



Hình 3.26. 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 3.27. Phân bố dầu, nước với nồng độ dầu 600 ppm

Bảng 3.13. Thay đổi nồng độ dầu

<i>TT</i>	<i>Vòng quay</i> (vòng/phút)	<i>Góc đặt cánh</i> (độ)	<i>Số cánh</i>	<i>Nồng độ dầu</i> (ppm)	<i>Đường kính lõi</i> <i>dầu d (mm)</i>
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.

3.2.6. 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 tại đầu vào thiết bị đến quá trình tách dầu

Tính toán mô phỏng số cho trường hợp ban đầu với vòng quay 6.000 vg/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 $(200 \div 300)$ 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 vg/ph và 5.000 vg/ph (Bảng 3.7), chiều dài L là 185 mm và 170 mm nhỏ hơn $(200 \div 300)$ 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 vg/ph.

3.3. Kết luận chương 3

Trên cơ sở các nội dung đã trình bày, có thể rút ra những kết luận sau:

- Tính toán được một số thông số thủy lực của thiết bị tách dầu với

đường kính ống quay là 100 mm, 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;
- + Vòng quay của ống quay: 6.000 vg/ph.

- 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 dạng ống quay ly tâm 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 hệ thống thiết bị thử nghiệm

4.1.1. 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 4.3.



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

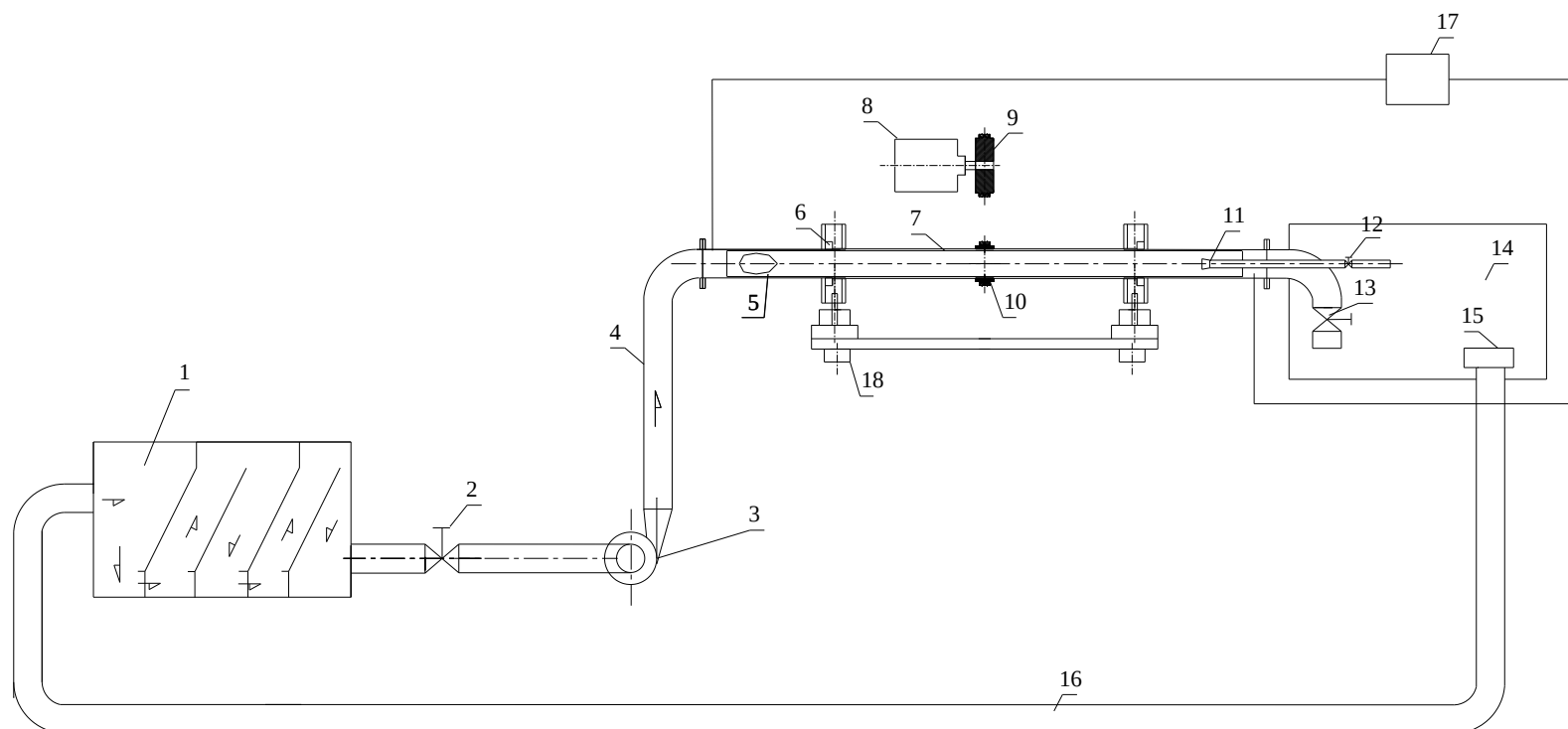
4.1.2. Thiết bị tham gia thử nghiệm

1) Ống quay, bầu và cánh

Bầu, cánh và ống quay được làm bằng vật liệu thép không gỉ [83]. Thiết bị tách dầu ly tâm dạng ống quay có hình bên ngoài như trên hình 4.4. Kích thước ống quay, bầu và cánh được chỉ trên bản vẽ trong phụ lục 3.



Hình 4.2. Bầu và cánh



Hình 4.3. 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 bẩn; 12- Van chặn trên ống dẫn dầu bẩn 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.



Hình 4.4. Thiết bị tách dầu

2) Ống thu dầu bẩn

Ống thu dầu bẩn ra khỏi thiết bị tách dầu là một ống tròn có phần miệng ống nơi dòng dầu bắt đầu chảy vào được mài vát (Dạng hình phễu hứng dầu) và nhẵn để dòng dầu chảy vào được giảm lực cản cục bộ. Đường kính ngoài/trong của ống gia cường là 51 mm/42 mm.



Hình 4.5. Ống thu dầu bẩn và ống gia cường

1- Ống thu dầu bẩn; 2- Ống gia cường.

Thay đổi diện tích (Đường kính) phần thu dầu bẩn có thể bằng cách:

- Thay ống thu dầu bẩn có đường kính khác nhau phần dạng hình phễu.

- Ống thu dầu bản có phần miệng ống được gắn một thiết bị hứng dầu dạng hình phễu, và đường kính miệng phễu (Số 1, hình 3.6) có thể thay đổi được bằng cách dịch chuyển ống thu dầu bản. Khi ống thu dầu dịch chuyển sang trái thì đường kính phễu thu dầu tăng lên, và ngược lại khi dịch chuyển ống thu dầu sang phải thì đường kính phễu thu dầu giảm đi. Điều khiển dịch chuyển ống thu dầu sang phía phải hay phía trái được thực hiện tự động.

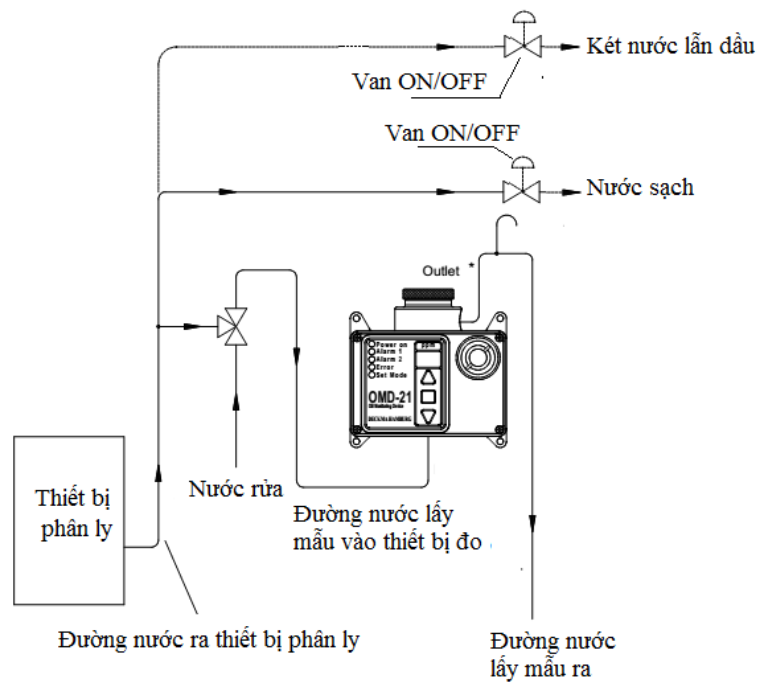
Nghiên cứu sinh thực hiện thay đổi diện tích bằng cách thay ống thu dầu có đường kính miệng phễu khác nhau. Đầu ống thu dầu bản đặt cách đầu ống quay là 200 mm.

3) Thiết bị đo nồng độ dầu trong nước

Trong thiết bị đo nồng độ dầu (Hình 4.6) có lắp cảm biến quang học, cảm biến này đo nồng độ dầu trong nước qua cường độ ánh sáng khi chiếu qua dòng nước có chứa dầu, dầu trong nước sẽ phân tán và hấp thụ ánh sáng làm thay đổi cường độ ánh sáng chiếu vào cảm biến. Các tín hiệu được gửi từ cảm biến tới sẽ được xử lý bởi một bộ vi xử lý để báo nồng độ dầu lên màn hình hiển thị. Nếu có báo động (nồng độ dầu lớn hơn 15 ppm) xảy ra, hai rơle báo động dầu được kích hoạt van dầu và van nước (Hình 4.7) sau một thời gian được đặt trước. Van nước sạch đóng lại và van dầu mở ra để nước có dầu không ra đường nước sạch.



Hình 4.6. Thiết bị đo nồng độ dầu OMD-21



Hình 4.7. Sơ đồ lắp đặt thiết bị đo nồng độ dầu

Thông số thiết bị đo nồng độ dầu OMD-21:

Khoảng đo: $(0 \div 30)$ ppm; Sai số: theo IMO 107(49).

4) Thiết bị đo tốc độ dòng dầu và nước

Khi dòng nước đi qua đồng hồ đo thì lực đẩy của dòng chảy sẽ tác động vào cánh quạt nằm trong phần thân đồng hồ làm cho cánh quạt quay liên tục. Từ chuyển động quay của cánh quạt được chuyển thành số đếm hiển thị trên màn hình của thiết bị. Số hiển thị trên màn hình chính là tốc độ của dòng nước chảy qua đồng hồ (Hình 4.8).



Hình 4.8. Thiết bị đo tốc độ dòng nước sau thiết bị tách dầu

Thông số thiết bị đo:

Khoảng đo: $(0 \div 25)$ m/s;

Sai số: $\pm 3\%$.

5) 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: $70 \text{ m}^3/\text{h}$; Cột áp $30 \text{ mH}_2\text{O}$.

6) Một số thiết bị phụ của thiết bị tách dầu

- Bộ làm kín hai đầu ống quay;
- Vòng bi;
- Động cơ điện;
- Bệ đỡ thiết bị;
- Hệ thống truyền chuyển động quay từ động cơ điện sang ống quay ly tâm nhờ dây đai [66].

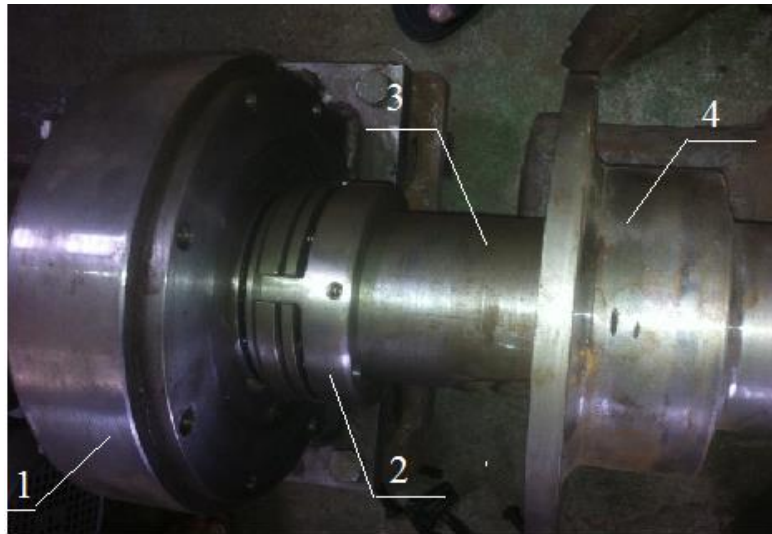
Chân bệ của thiết bị tách dầu [74] được chế tạo bằng thép các bon dạng thanh hình chữ U [84, 93].

Ống quay được đặt trên bệ đỡ thông qua hai vòng bi 6022 [103]. Lắp ghép vòng bi với ống quay và bệ đỡ vòng bi theo tiêu chuẩn dung sai lắp ghép [67, 68].

Hai đầu ống quay được nối với ống dẫn cố định ở phía vào và phía đầu ra bằng bộ làm kín kiểu cơ khí (Hình 4.9) [62, 77, 87].

Động cơ điện dẫn động ống quay là động cơ điện 3 pha, có công suất 9kW, vận tốc vòng là 1.450 vg/ph [69]. Do không có máy biến dòng để điều chỉnh số vòng quay của ống quay ly tâm nên vòng quay của ống quay ly tâm được thay đổi với 3 tốc độ là 5.000 vg/ph, 5.500 vg/ph và 6.000 vg/ph nhờ

thay đổi pully trên động cơ điện với các kích thước đường kính khác nhau. Đường kính pully trên ống quay là $\phi 150$ mm.



Hình 4.9. Bộ làm kín đầu trục kiểu cơ khí

1- Gối đỡ; 2- Bộ làm kín; 3- Ống quay; 4- Bích và ống cố định.

4.2. Mục tiêu và phạm vi thử nghiệm

4.2.1. 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.

4.2.2. 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 3.9 thì quá trình tách dầu của thiết bị ở cả ba vòng quay dầu đều được tách ra khỏi hỗn hợp.

Phạm vi thử nghiệm của luận án:

- Tốc độ vòng của ống quay là 5.000 vg/ph, 5.500 vg/ph và 6.000 vg/ph;

- Nồng độ dầu trong nước ở đầu vào thiết bị là 300 ppm và 600 ppm.

4.3. Một số yếu tố ảnh hưởng đến kết quả thử nghiệm

- Sự tách dầu và nước theo chênh lệch tỷ trọng, nên phụ thuộc rất nhiều vào nhiệt độ của hỗn hợp dầu nước. Mục đích của nghiên cứu là thiết bị tách dầu sẽ phục vụ cho xử lý dầu tràn trên biển, nghĩa là khối lượng hỗn hợp dầu nước tương đối lớn và thời gian cần xử lý nhanh, điều kiện hoàn cảnh xử lý trên biển không cho phép thiết bị tách dầu sử dụng diện tích bề mặt rộng và nhiều trang thiết bị hỗ trợ. Nên thử nghiệm hỗn hợp dầu nước với nhiệt độ môi trường, không có hệ thống hâm hỗn hợp dầu nước trước thiết bị tách dầu.

- Thiết bị tách dầu dựa trên nguyên tắc ly tâm nên phụ thuộc rất lớn vào vòng quay của ống quay. Vòng quay của ống quay có thể thay đổi nhờ vòng quay của động cơ điện và vòng quay động cơ có thể thay đổi vô cấp nhờ biến tần. Nhưng do thử nghiệm sử dụng động cơ điện có công suất 9 kW và vòng quay cố định là 1.450 vg/ph, thay đổi vòng quay của ống quay bằng thay đổi pully trên động cơ điện với đường kính khác nhau nên số lần thay đổi vòng quay không được nhiều.

4.4. Xây dựng quy trình thử nghiệm

Quy trình thử nghiệm như sau:

Bước 1: Chuẩn bị thử nghiệm

Chuẩn bị và kiểm tra các thiết bị, nước ngọt, dầu diesel.

Bước 2: Chuẩn bị các mẫu thử nghiệm

Đổ dầu diesel và nước ngọt vào két để tạo hỗn hợp dầu nước theo tỷ lệ cần thử nghiệm.

Bước 3: Các chế độ thử nghiệm

Thử nghiệm thiết bị với nồng độ dầu 600 ppm ở ba chế độ vòng quay là 5.000 vg/ph, 5.500 vg/ph và 6.000 vg/ph.

Thử nghiệm thiết bị với nồng độ dầu 300 ppm ở ba chế độ vòng quay là 5.000 vg/ph, 5.500 vg/ph và 6.000 vg/ph.

Bước 4: Tiến hành thử nghiệm và đo các thông số

Mở van trên đường nước vào để hỗn hợp điền đầy hệ thống, khởi động bơm nước, động cơ điện dẫn động ống quay, khi ống quay đạt vòng quay định mức thì mở van trên đường nước và đường dầu ra.

Đọc số đo nồng độ dầu trong nước trên thiết bị đo nồng độ dầu, tốc độ dòng nước và tốc độ dòng dầu.

Thay đổi ống thu dầu có phần hình phễu từ đường kính trong lớn đến đường kính nhỏ hơn, khi số đo nồng độ dầu tăng lên thì đường kính trong d của phần hình phễu trên ống thu dầu chính là đường kính lõi dầu tách ra (Ống số 1 hình 4.5).

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

4.5. 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 $(25 \div 30) ^\circ\text{C}$.

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

<i>Stt</i>	<i>Số vòng quay (vòng/phút)</i>	<i>Vận tốc dọc trục (m/s)</i>	<i>Lưu lượng (m³/h)</i>	<i>Đường kính lõi dầu đo thực tế d (mm)</i>
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 (m³/h)	Đường kính lõi dầu đo thực tế d (mm)
1	6.000	2,16	61,05	38
2	5.500	1,98	56,06	39
3	5.000	1,72	48,64	38

4.6. Đánh giá thiết bị tách dầu ra khỏi nước bằng phương pháp ly tâm

4.6.1. So sánh kết quả tính toán mô phỏng và kết quả thử nghiệm

Từ các kết quả tính toán mô phỏng số và kết quả thử nghiệm trong phòng, lập bảng so sánh 4.3 và bảng 4.4 như sau.

Bảng 4.3. So sánh kết quả tính toán và thử nghiệm 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	6.000	28	27,9	0,79
2	5.500	32	30,7	4,06
3	5.000	42	39,9	5,0

Bảng 4.4. So sánh kết quả tính toán và thử nghiệm 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 trên mô phỏng d (mm)	Sai số %
1	6.000	38	36,0	5,26
2	5.500	39	37,3	4,36
3	5.000	38	36,0	5,53

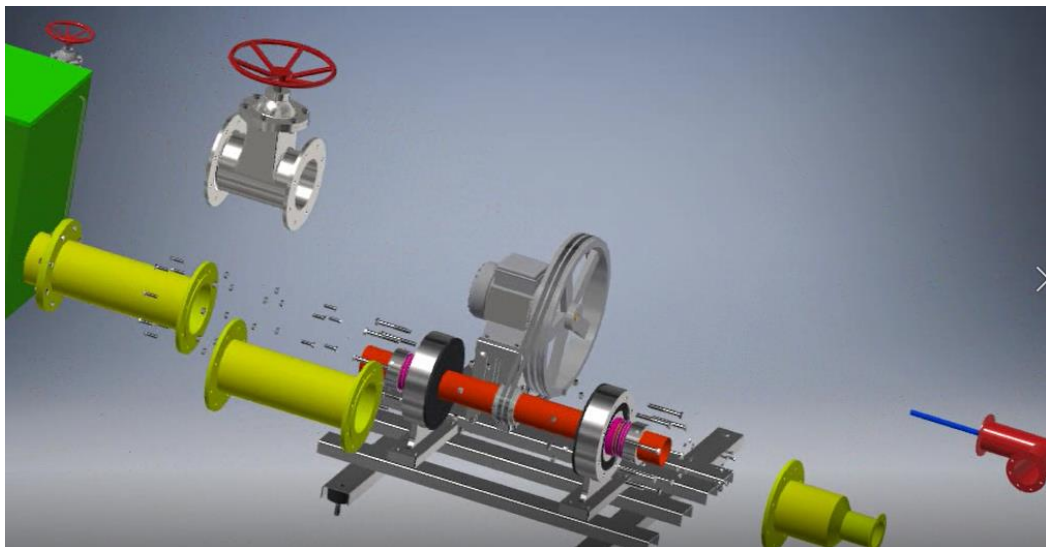
4.6.2. Đánh giá thiết bị tách dầu

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 đã chế tạo đạt yêu cầu đề ra.

4.7. 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, ảnh chụp từ màn hình của quy trình tháo lắp thiết bị tách dầu được biểu thị trên hình 4.10.

Quy trình bảo dưỡng có thể tham khảo tài liệu [81]. Lưu ý một số hỏng hóc thường gặp của phớt kín cơ khí [80].



Hình 4.10. Quy trình tháo lắp thiết bị tách dầu

4.8. 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 không có sự sai khác nhiều. 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. Điều này có ý nghĩa lớn trong nghiên cứu, thiết kế, chế tạo, bởi vì, nó cho phép người thiết kế lựa chọn được thông số kết cấu của thiết bị phù hợp nhất.

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

KẾT LUẬN

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 tách dầu ra khỏi hỗn hợp dầu nước bằng thiết bị tách dầu dạng ống quay ly tâm.

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

- Luận án đã dựa vào phương pháp Voznhexenxki để tính toán thông số thủy lực cho thiết bị, cánh được tính toán dựa trên mẫu cánh profil NACA 4 số 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 (Hàm lượng dầu trong hỗn hợp, đường kính bầu, số cánh, góc đặt cánh và số vòng quay của ống quay - Phụ lục 3). 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 vg/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 $(300 \div 600)$ ppm.

- Kích thước ống quay có đường kính trong 100 mm, dài 2.000 mm và bầu có đường kính 80 mm, gồm 9 cánh với góc đặt cánh 13 độ được sử dụng để chế tạo ống quay, bầu và cánh. Trên cơ sở 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. Một số thiết bị đã chế tạo được trình bày trong Phụ lục 5.

- 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 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 tiến hành 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 với sản lượng cao 62,07 m³/giờ và thử nghiệm thiết bị tách dầu dạng ống quay.

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

- [1]. (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]. c (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]. (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
- [4]. (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]. (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.

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]. Đinh Ngọc Ái, Đặng Xuân Thi, Nguyễn Phước Hoàng, Phạm Đức Nhuận (1972). *Thủy lực và máy thủy lực*, tập 1 và 2. Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp.
- [3]. PGS, TS. Hoàng Thị Bích (2012). *Máy thủy khí cánh dẫn, Bom ly tâm và bơm hướng trục, Lý thuyết-tính toán-thiết kế*, tập 1 và 2. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [4]. Nguyễn Hữu Chí (1973). *Cơ học chất lỏng ứng dụng*, tập 1 và 2. Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp.
- [5]. Trần Văn Đắc (1965). *Lý thuyết thế giải hai bài toán chính của dãy cánh thủy động lực học*, Dịch từ TS CZIBERE TIBOR, Miskolc, Hunggari, 65 1060 N.M.E.
- [6]. Trần Văn Đắc (2003). *Thủy lực đại cương*, Nhà xuất bản Giáo dục.
- [7]. GS,TSKH Trần Văn Đắc. *Lý thuyết cánh*, tập 1. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [8]. 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.
- [9]. TS Lê Xuân Hòa, ThS Nguyễn Thị Bích Ngọc (2004). *Giáo trình bơm quạt máy nén*. Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật thành phố Hồ Chí Minh.
- [10]. Lê Danh Liên (2007). *Lý thuyết cánh*. Trường ĐHBK Hà Nội (Chương trình nâng cao).

- [11]. Lê Danh Liên, Võ Sỹ Huỳnh (1977). *Lý thuyết cánh*. Nhà xuất bản Đại học trung học chuyên nghiệp.
- [12]. GS.TS. Nguyễn Thế Mịch, PGS.TS. Nguyễn Văn Bày, ThS. Nguyễn Minh Tuấn Viện. *Khảo sát, đánh giá sự ảnh hưởng của số lá cánh hướng dòng máy bơm chìm hướng trục đến đặc tính năng lượng của bơm phần mềm mô phỏng*. Kỷ yếu hội nghị khoa học và công nghệ toàn quốc về cơ khí - Lần thứ IV, Cơ khí Động lực - Trường ĐH Bách khoa Hà Nội.
- [13]. *Thiết kế, chế tạo thử nghiệm hệ thống tách dầu từ hỗn hợp dầu nước dạng ống quay ly tâm*, mã số đề tài DT163007. Đề tài cấp bộ (), năm 2016-2017.
- [14]. TSKH Võ Duy Quang (1998). *Cơ học môi trường liên tục*. Trường ĐHBK Hà Nội.
- [15]. GS. TS. Vũ Văn Tảo, GS. TS. Nguyễn Cảnh Cầm (2006), *Thủy lực*, tập 1. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
- [16]. TS. Phạm Hữu Tân (2012). *Máy phụ tàu thủy tập 2*. Nhà xuất bản Giao thông vận tải.
- [17]. PGS, TS. Phạm Hữu Tân (2014). *Nghiên cứu thiết kế chế tạo thiết bị phân ly dầu-nước bằng phương pháp điện từ trường*. Đề tài nghiên cứu cấp thành phố Hải Phòng, mã số ĐT.CN.2014.675.
- [18]. Phạm Văn Thu, Đinh Anh Tuấn. *Thiết kế cánh bơm hướng trục bằng phương pháp Voznhexenski - Pekin*. Tạp chí Cơ khí Việt Nam, 6-2013, Tr. 120-128.
- [19]. Nguyễn Minh Tuấn (2016) *Nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số kích thước và kết cấu của bộ phận hướng dòng đến hiệu suất của bơm chìm hướng trục ở Việt Nam*. Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Đại học Bách khoa Hà Nội.

- [20]. Đỗ Hồng Vinh, Trương Việt Anh. *Nghiên cứu thiết kế bơm hướng trục với số vòng quay đặc trưng cao $n_s \approx 1200$* . Tạp chí Cơ khí Việt Nam, Số 11 năm 2019.

Tiếng nước ngoài:

- [21]. Ahmed Ramadhan Al-Obaidi* and Amer A. Mohammed (2019). *Numerical Investigations of Transient Flow Characteristic in Axial Flow Pump and Pressure Fluctuation Analysis Based on the CFD Technique*. JOURNAL OF Engineering Science and Technology Review
- [22]. Akay A. Islek (2004). *The Impact of Swirl in Turbulent Pipe Flow*. The degree master of science in the Woodruff school of Mechanical Engineering, Georgia Institute of Technology.
- [23]. Bai, Z.S., Wang. H.L., Tu, T.S., (2009). *Experimental study of flow patterns in deoiling hydrocyclone*. Miner. Eng. 22, 319-323.
- [24]. Bradley, D., (1965). *The hydrocyclone*, 1 st ed. Pergamon Press, New York.
- [25]. Colman, D.A., (1981). *The hydrocyclone for separating light dispersion*. Ph.D. Dissertation, Department of Mechanical Engineering, Southampton University.
- [26]. C. Fureby (1997). *On subgrid scale modeling in large eddy simulations of compressible fluid flow*. Journal of Physics of Fluids.
- [27]. J.J. Slot (2013). *Development of a Centrifugal In-Line Separator for Oil-Water Flows*. PhD thesis, Twente University.
- [28]. Kharoua, N., Khezzar, L., Nemouchi, Z., 2010b. *Computational fluid dynamics study of the parameters affecting oil-water hydrocyclone performance*. Proc. Int. Mech. Eng. E-J Pro. 224, 119-128.

- [29]. Laurens van Campen (2014). *Bulk Dynamics of Droplets in Liquid-Liquid Axial Cyclones*. PhD thesis, Delft University of Technology.
- [30]. Liu, Y. Yang, Q., Qian, P., Wang, H., (2014). *Experimental study of circulation flow in a light dispersion hydrocyclone*. Sep. Purif. Tech. 137, 66-73.
- [31]. Liu, Y., Cheng, Q., Zhang, B., Tian, F., (2015). *Three-phase hydrocyclone separator -A review*. Chem. Eng. Res. Design, 100, 554-560.
- [32]. 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.
- [33]. Motin, A., Tarabara, V.V., Bénard, A., (2015). *Numerical investigation of the performance and hydrodynamics of a rotating tubular membrane used for liquid-liquid separation*. J. Membr. Sci., 473, 245-255.
- [34]. Meldrum, N., (1988). *Hydrocyclones: A solution to produced water treatment*. SPE Product. Eng. 3(4), 669-676.
- [35]. Miguel A. Daza Gómez¹, Nicolás Ratkovich, Eduardo Pereyra, Pietro Poesio (2018). *CFD Simulations of Two-Phase Gas/non-Newtonian Fluid Flows in Pipes*. Proceedings of the 3rd World Congress on Momentum, Heat and Mass Transfer (MHMT'18) Budapest, Hungary.
- [36]. Noroozi, S., Hashemabadi, S.H., (2009). *CFD simulation of inlet design effect on deoiling hydrocyclone separation efficiency*. Chem. Eng. Technol. 32(12), 1885-1893.
- [37]. Petty, C.A., Parks, S.M., (2011). *Flow predictions within hydrocyclones*. Filtration and Separation, 38(6), 28-34.

- [38]. Royal Dutch Shell Group, *Liquid/liquid and Gas/liquid/liquid (three phase) separators-type selection and design rules manual*. Hague, Netherlands.
- [39]. R. Delfos, S. Murphy, D. Stanbridge, Z. Olujić, and P.J. Jansens (2004). *A design tool for optimising axial liquid-liquid hydrocyclones*. Minerals Engineering, 17(5):721-731.
- [40]. Saidi, M., Maddahian, R., Farhanieh, B., (2013). *Numerical investigation of cone angle effect on the flow field and separation efficiency of deoiling hydrocyclones*. Heat Mass Trans. 49, 247-260.
- [41]. Svarovsky, L., Thew, M.T., (1992). *Hydrocyclones: Analysis and Applications*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.
- [42]. S. Murphy, R. Delfos, M.J.B.M. Pourquie, Z. Olujić, P.J. Jansens, and F.T.M. Nieuwstadt (2007). *Prediction of strongly swirling flow within an axial hydrocyclone using two commercial CFD codes*. Chemical engineering science, 62:1619-1635.
- [43]. Thew, M.T., (2000). *Cyclones for oil/water separation*. In: Wilson, I.D. (Ed.), Encyclopedia of Separation Science. Academic Press, 4, 1480-1490.
- [44]. Young, G.A.B., Wakley, W.D., Taggart, D.L., Andrews, S.L., Worrell, J.R., (1994). *Oil-water separation using hydrocyclones: an experimental search for optimum dimensions*. J. Petrol. Sci. Eng. 11, 37-50.
- [45]. .J. Stepanoff, ph.D (1948). *Centrifugal and axial flow pumps*. Pump Manufacturers, Pump facility Handbook, 1982.
- [46]. Desheng ZHANG*, Dazhi PAN, Weidong SHI, Suqing WU, and Peipei SHAO (2013). *Study on Tip Leakage Vortex in an Axial Flow Pump based on modified shear stress transport $k-\omega$ turbulence model*. Research

Center of Fluid Machinery Engineering and Technology, Jiangsu University, Zhenjiang, China.

- [47]. А. К. Михайлов, В. В. Малюшенко. *Лопастные Насосы. Теория, Расчет и Конструирование*. Москва “Машиностроение” 1977.
- [48]. Под общей редакцией В. А. Зимницкого и В. А. Умова (1986). *Лопастные Насосы. Справочник*. Ленинград “Машиностроение”. Ленинградское Отделение.

Website:

- [49]. *A system designed for service on open wates* (4/2010). www.evtm.com.
- [50]. *API_oil water separator*. <https://en.wikipedia.org>.
- [51]. *Bảng tiêu chuẩn mặt bích*. <http://www.hoangminhquan.com>.
- [52]. *Bảng tiêu chuẩn ống thép không gỉ*.
<http://www.thepxuyena.com.vn>
- [53]. *Bảng tra kích thước vòng bi*. <https://www.bangtaibinhminh.com>.
- [54]. *Bánh răng thẳng 01*. <http://minhthanhtrung.com>.
- [55]. *Bluetear*. <http://webdien.com>.
- [56]. *Bơm hút dầu tràn trên mặt nước*. www.toancaugroup.com.vn.
- [57]. Bin Xu, Xi Shen, Desheng Zhang, and Weibin Zhang (2019). *Experimental and Numerical Investigation on the Tip Leakage Vortex Cavitation in an Axial Flow Pump with Different Tip Clearances*. www.mdpi.com/journal/processes.
- [58]. *Case Study Voraxial® Oil Spill Recovery System A System Designed for Service on Open Waters*. <http://www.evtm.com>
- [59]. *Catalog của vòng bi, gối đỡ*. <http://www.accentbearings.com>.
- [60]. *Chapter 3.pdf*. <http://shodhganga.inflibnet.ac.in>.
- [61]. *Chặn thấm họa dầu tràn bằng nam châm*. <http://vnexpress.net>, 18/9/2012, 09:05.

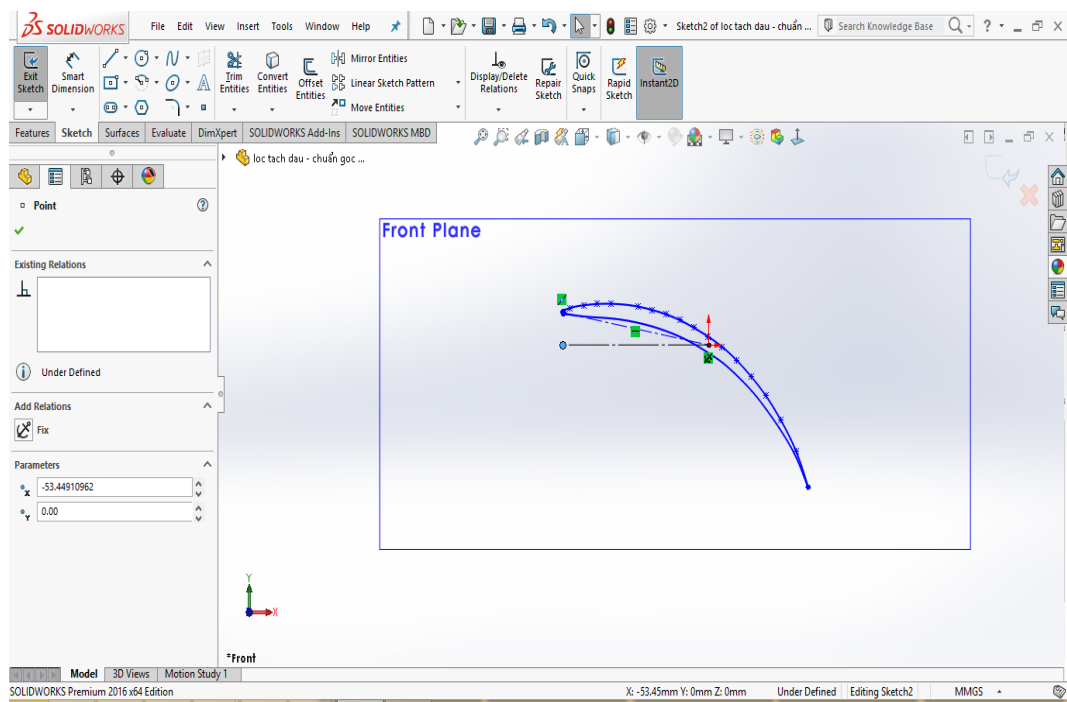
- [62]. *Chinabase-elastomer-bellow-mechanical-seal*.
<http://pdf.directindustry.com>.
- [63]. Conical and ogive nose shaped projectiles.
<https://shodhganga.inflibnet.ac.in>.
- [64]. *Cút hàn 90 độ inox*. <http://inoxtanthaibinh.com>.
- [65]. *Dầu tràn và biện pháp khắc phục*. <http://www.hoahocngaynay.com>.
- [66]. *Dây cu roa*. www.nguonmay.com.
- [67]. *Dung sai điển hình dung sai lắp ghép ổ lăn*. <http://giothangmuoi.net>.
- [68]. *Dung sai lắp ghép cách chọn và ký hiệu theo quy ước*.
<http://www.banvekythuat.com>.
- [69]. *Động cơ điện Việt Nam-HungGaRi*. <http://vihem.vn>.
- [70]. *Finalists announced for Wendy Schmidt Oil Cleanup X CHALLENGE*.
June 2, 2011. www.gizmag.com.
- [71]. Gary A. Crowell Sr (1996). *The-descriptive-geometry-of-nose-cone*,
<https://dokumen.tips>.
- [72]. *Gulf BP Trials with the Voraxial submersible oil/water Separator-Video*. <http://www.environmental-expert.com>.
- [73]. *Hermite polynomial (chart) Calculator*. <https://keisan.casio.com>.
- [74]. PGS. TS Nguyễn Hữu Lộc, *Cơ sở thiết kế máy*. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh. www.thietkemay.com.
- [75]. LJShi, FPTang, CLiu, RSXieand WP Zhang (2016). *Optimal design of multi-conditions for axial flow pump*. 28th IAHR symposium on Hydraulic Machinery and Systems (IAHR2016).
<https://iopscience.iop.org>.
- [76]. *Máy ly tâm phân ly*. <http://voer.edu.vn>.
- [77]. *Mechanical-pump-shaft-seal*. <http://vietnamese.alibaba.com>.

- [78]. Đỗ Thành Công (2011). *Nghiên cứu tính toán mô phỏng và khảo sát thiết kế vi bơm hướng trục*. Luận văn Thạc sĩ khoa học kỹ thuật, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. <https://text.123doc.org>.
- [79]. Nguyễn Quang Đoàn. *Máy bơm và trạm bơm*. <http://voer.edu.vn>.
- [80]. *Nguyên nhân hỏng hóc thường gặp của phớt kín cơ khí*. <http://mtechs.com.vn>.
- [81]. *Những công việc trong quy trình bảo dưỡng hệ thống máy bơm*. <https://tranggiadung.com>.
- [82]. *Ống công nghiệp Inox 304*. <https://thepbaotin.com>.
- [83]. *Ống inox*. www.thepbaotin.com.
- [84]. *Ống thép công nghiệp*. <http://www.giathephinh.net>.
- [85]. *Ống thép cỡ lớn*. <http://vgpipe.com.vn>.
- [86]. *Phao quay dầu tự phòng*. www.toancaugroup.com.vn
- [87]. *Phớt làm kín - nguyên nhân hỏng hóc thường gặp*. <http://photlamkin.com>.
- [88]. *Products and Applications*. <http://www.evtm.com>.
- [89]. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia “*Quy phạm về ngăn ngừa ô nhiễm do phương tiện thủy nội địa*” (QCVN 17:2011/BGTVT), <http://www.vr.org.vn>.
- [90]. *Schaeffler Group Industrial*. www.fag.com.
- [91]. *Tài liệu hướng dẫn Fluent - Ansys*. <http://daotaocadcam.info>.
- [92]. *Tài liệu về các ngôn ngữ lập trình*. <https://text.123doc.net>.
- [93]. *Tính chất vật lý của một số kim loại phổ biến*. <http://thietkemay.com>.
- [94]. *Tính toán mô phỏng phân tích với Ansys*. <https://technicalvnplus.com>.
- [95]. *Tìm hiểu máy đo gió dạng dây nóng*.

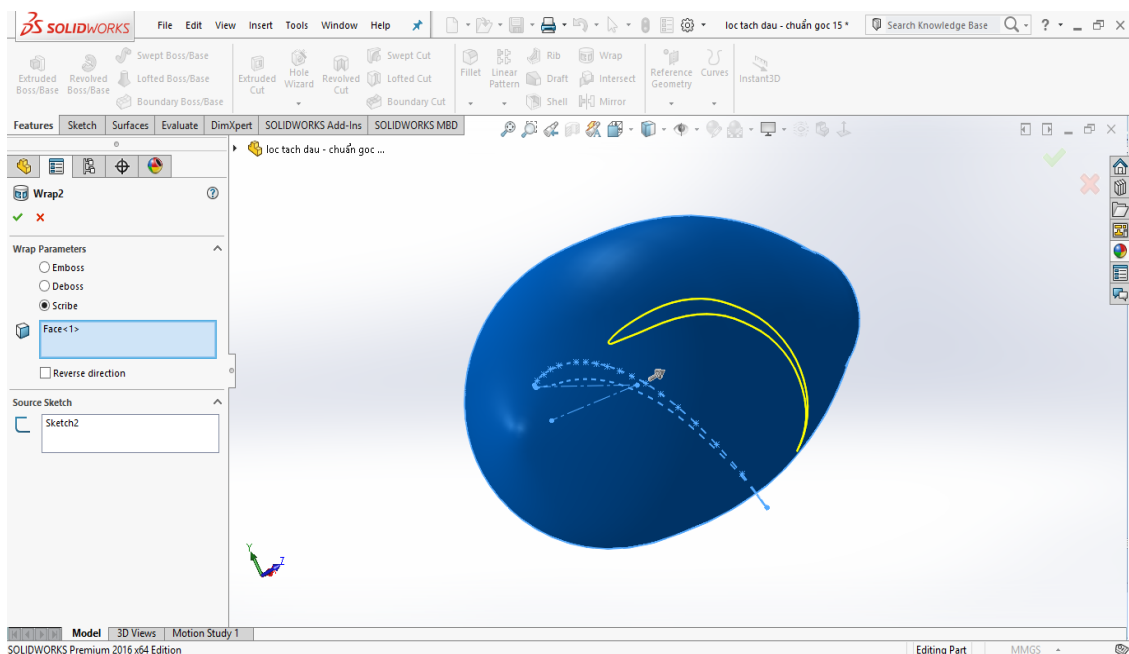
<https://sieuthidienmaychinhhang.com>

- [96]. *Tràn dầu và ảnh hưởng tới môi trường*. <https://s3-ap-southeast-1.amazonaws.com>.
- [97]. Đinh Bá Trụ - Hoàng Văn Lợi (2007). *Hướng dẫn sử dụng Ansys*, phần 1 và phần 2. <http://www.Ebook.edu.vn>.
- [98]. *Túi chứa dầu di động trên mặt nước*, <http://www.toancaugroup.com.vn>.
- [99]. *Vải lọc chất lỏng - Lọc dầu*. <http://www.dongchau.net>.
- [100]. *Vải lọc dầu SOS-1*. <http://www.sosmoitruong.com>.
- [101]. *Van*, <http://thepbaotin.com>
- [102]. *Vòng bi*, <http://vongbibacdandaycuroa.com>.
- [103]. *Vòng bi 6022*. <http://www.chovongbi.vn>.
- [104]. *Vortex separation for oil spill recovery systems* (2015). American process equipment corporation, Florida.

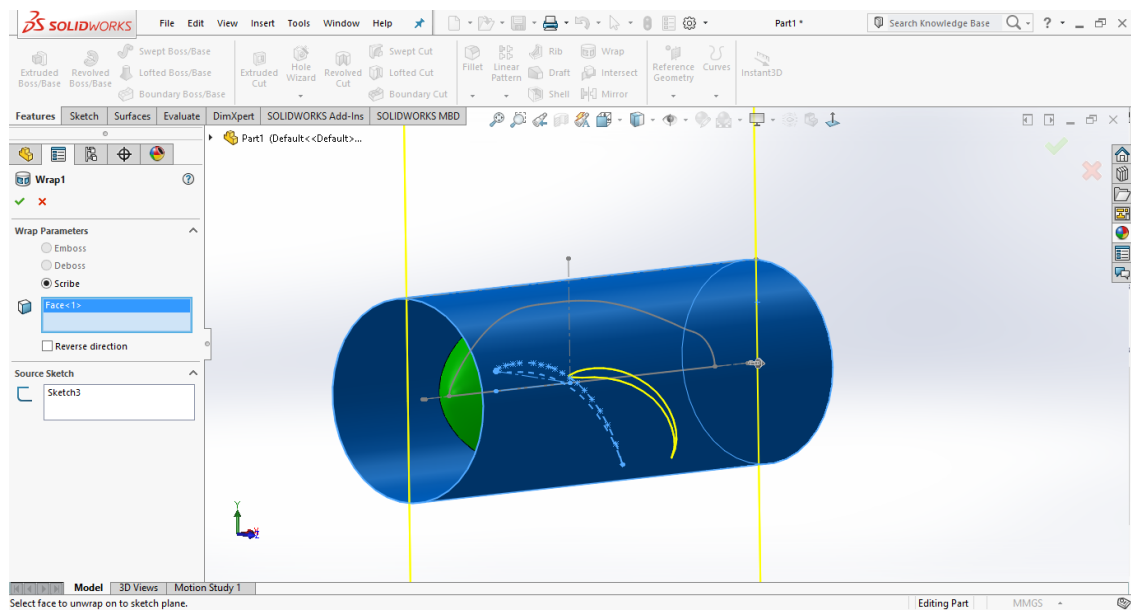
PHỤ LỤC 1. TẠO BIÊN DẠNG CÁNH



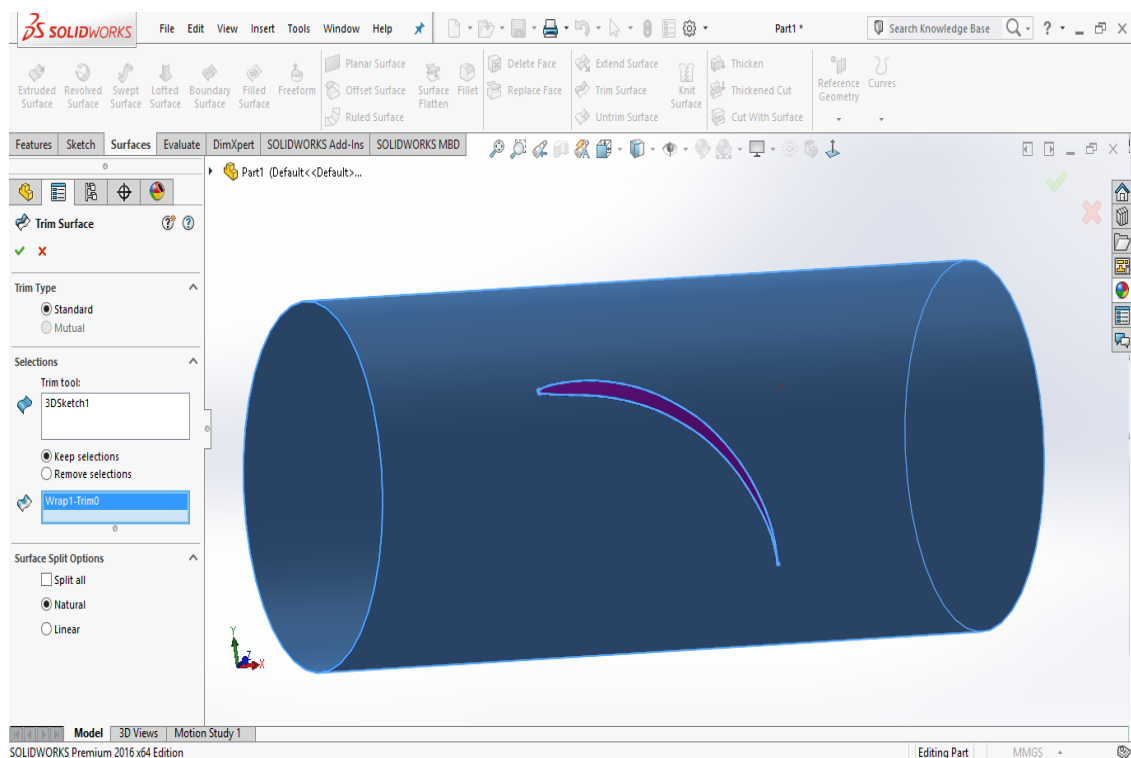
Hình PL1.1. Tạo sketch 2D biên dạng cánh trên mặt front plane



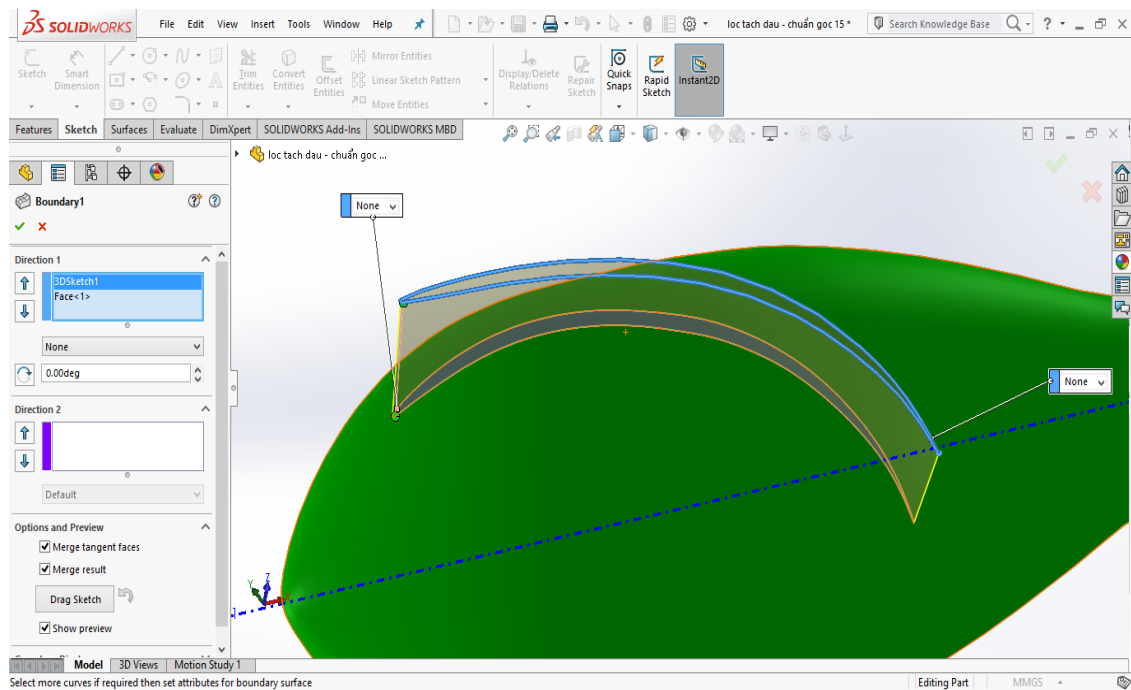
Hình PL1.2. Sử dụng lệnh Wrap trái biên dạng cánh lên bề mặt bầu cánh



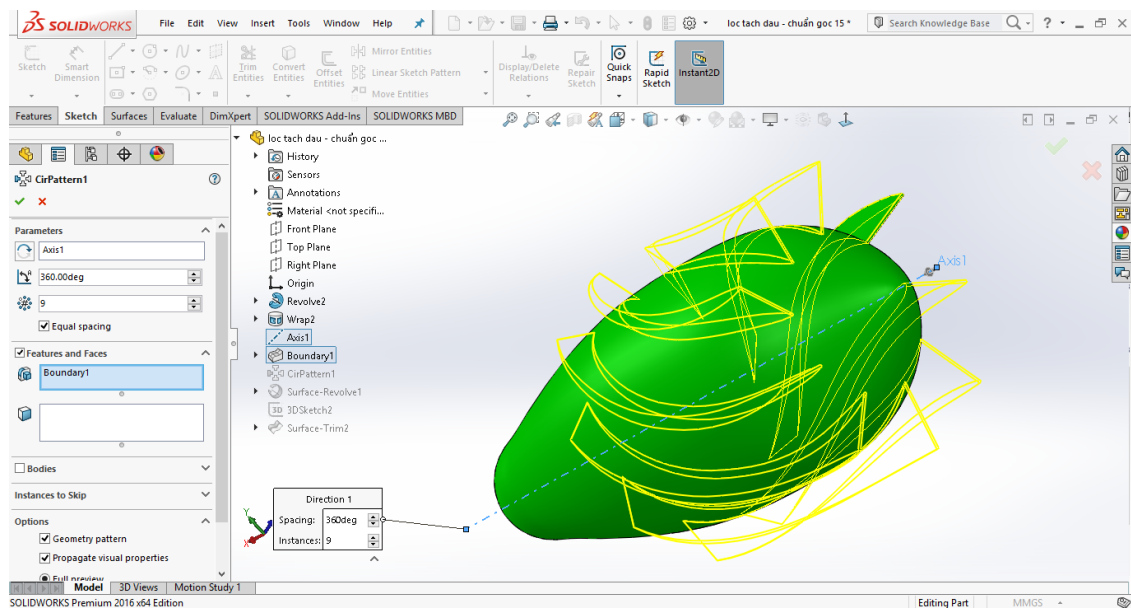
Hình PL1.3. Wrap biên dạng cánh lên mặt tròn xoay



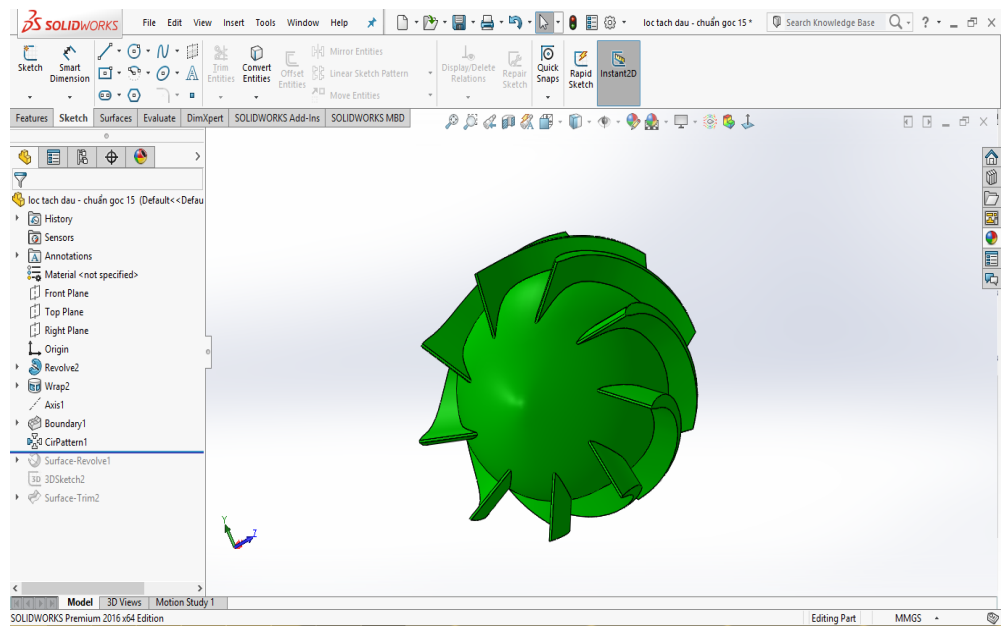
Hình PL1.4. Sử dụng Trim surface, chọn trim tool là sketch 3D



Hình PL1.5. Lệnh tạo Boundary, tạo biên dạng cánh 3D



Hình PL1.6. Copy biên dạng cánh, lệnh CirPattern copy xoay quanh trục Axis1, tạo 9 cánh

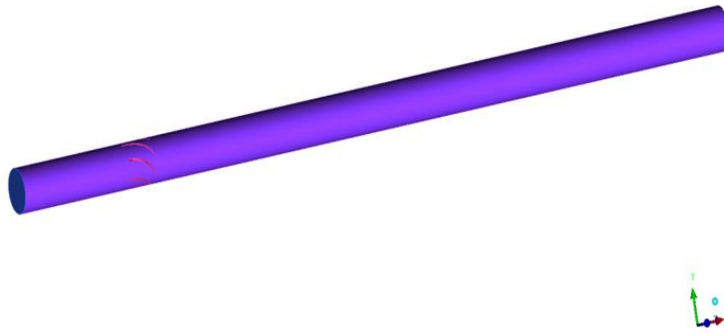


Hình PL1.7. Bầu và cánh

PHỤ LỤC 2.

MIỀN KHÔNG GIAN TÍNH TOÁN, CHIA LƯỚI VÀ ĐIỀU KIỆN BIÊN

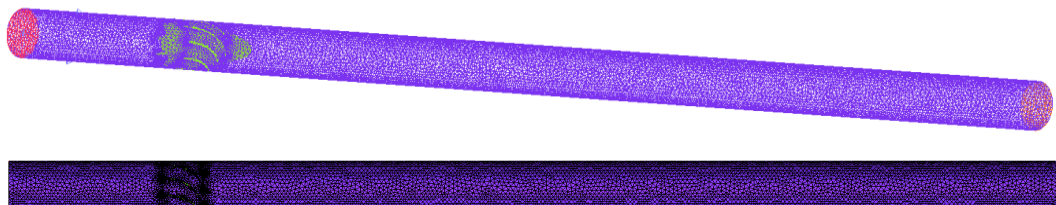
2.1. Miền không gian tính toán và chia lưới



Hình PL2.1. Mô hình ống quay



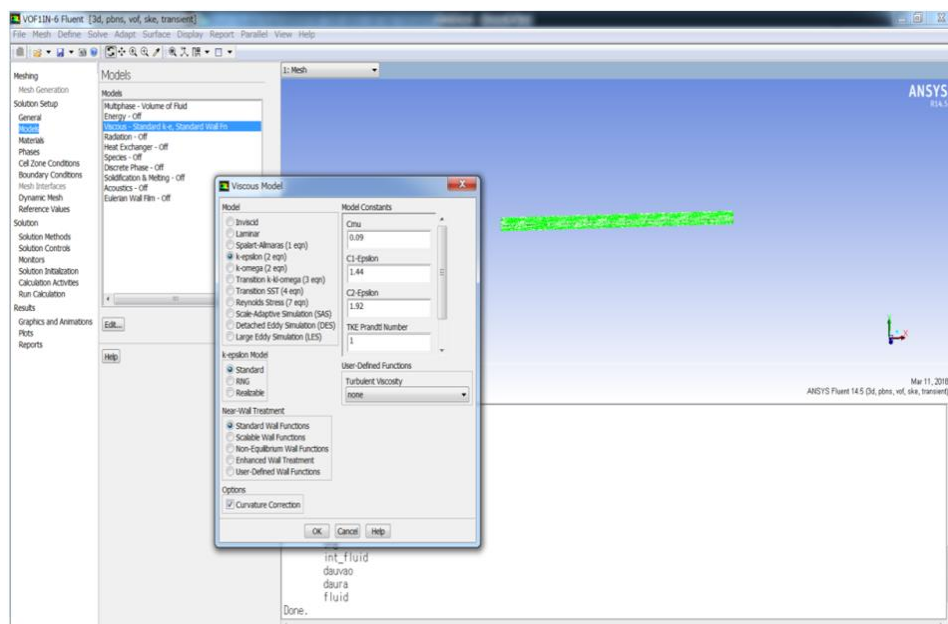
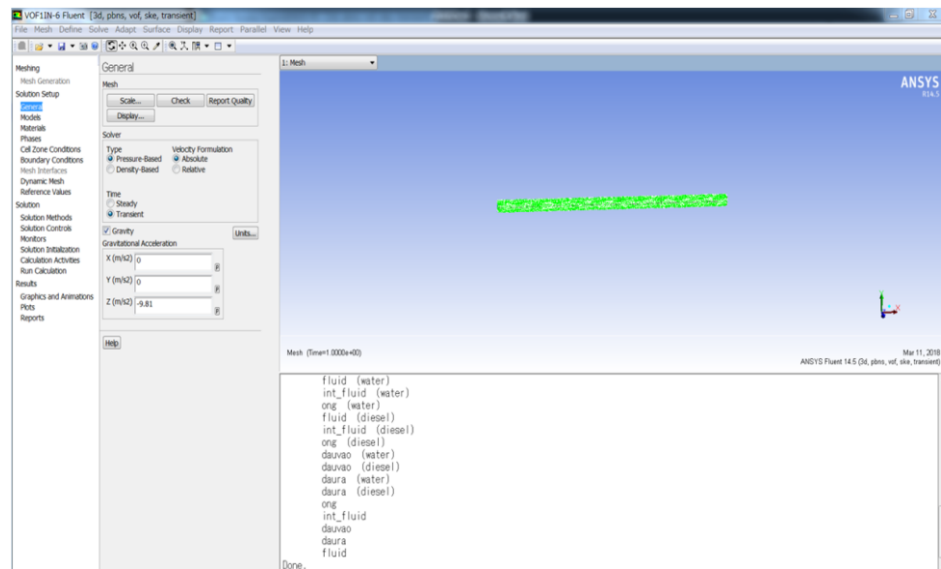
Hình PL2.2. Miền không gian tính toán và chia lưới của bầu và cánh



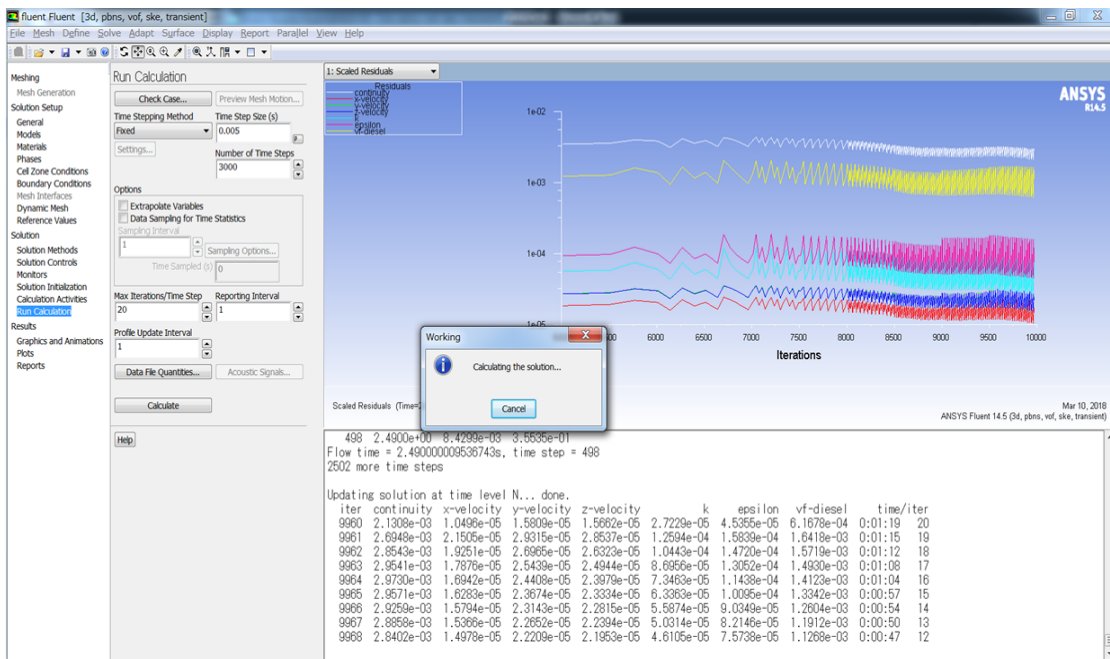
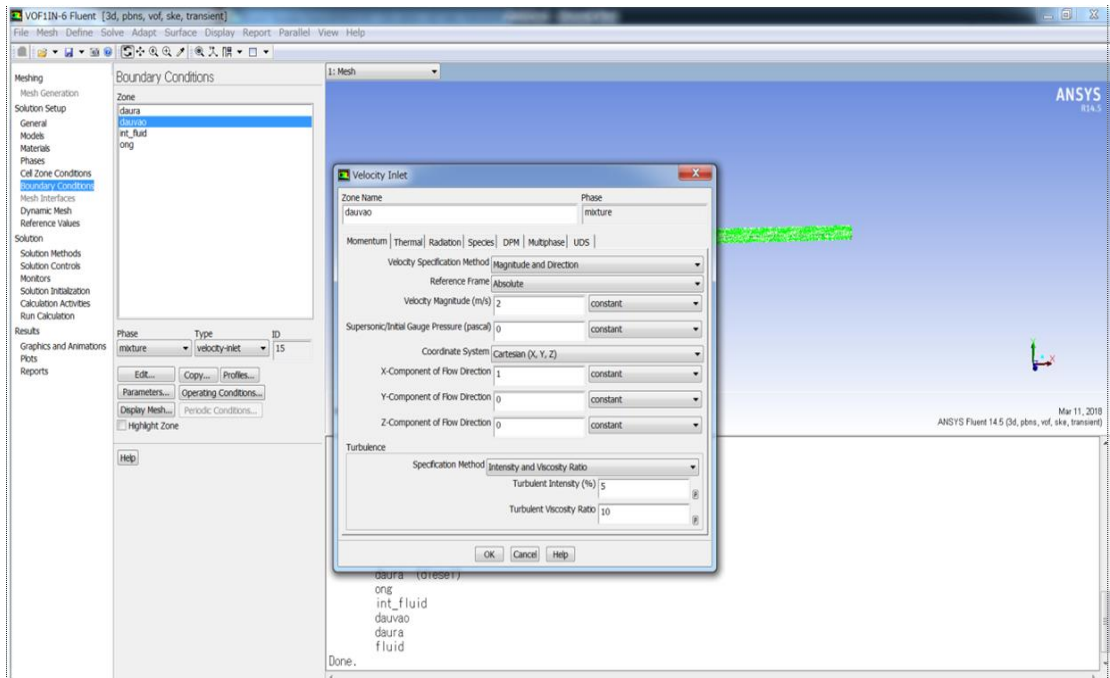
Hình PL2.3. Chia lưới trong miền không gian tính toán và thiết bị, kiểu lưới không cấu trúc

2.2. Thiết lập các điều kiện biên và mô hình tính toán

Thiết lập các điều kiện và mô hình tính toán được trình bày trên hình PL2.4, và màn hình tính toán trên hình PL2.5.



Hình PL2.4. Thiết lập các điều kiện biên và mô hình tính toán



Hình PL2.5. Thiết lập điều kiện biên và thực hiện tính toán

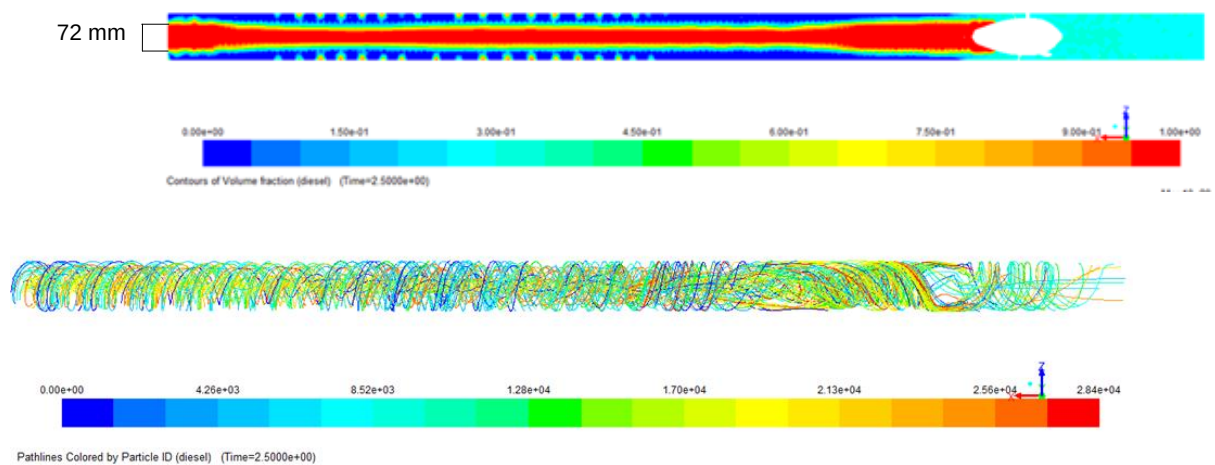
PHỤ LỤC 3.

CÁC KẾT QUẢ MÔ PHỎNG TRÊN PHẦN MỀM ANSYS FLUENT

(Các hình trong phụ lục 3 là phân bố dầu, nước ở thời điểm 2,5 giây)

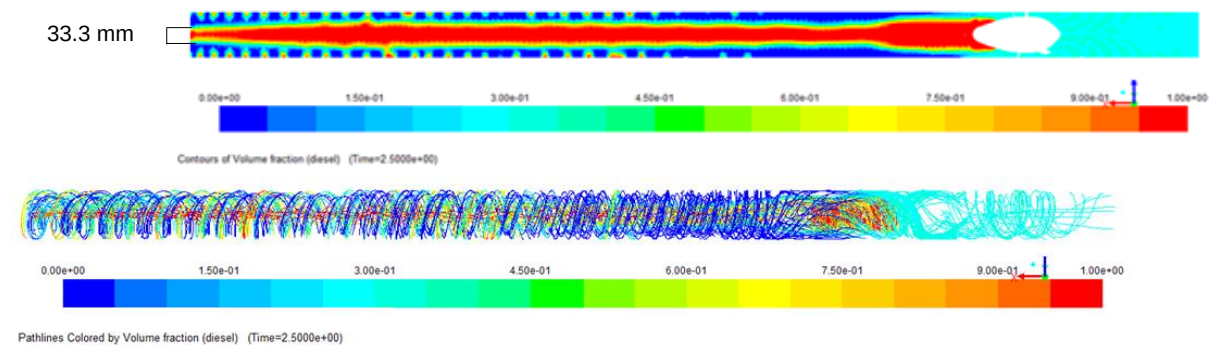
3.1. Kết quả mô phỏng bài toán 1 (Thay đổi số vòng quay của ống quay, với 9 cánh, góc đặt cánh 13 độ, đường kính bầu 80 mm, hàm lượng dầu trong hỗn hợp dầu nước là 600 ppm)

1) Bài toán 1, vòng quay 5.000 vg/ph



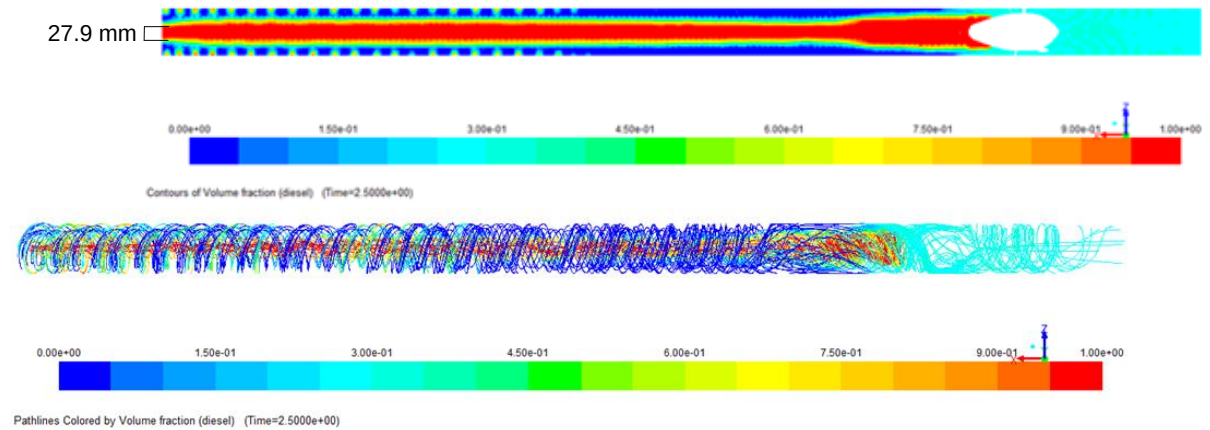
Hình PL3.1. Kết quả mô phỏng bài toán 1 với 5.000 vg/ph

2) Bài toán 1, vòng quay 5.500 vg/ph



Hình PL3.2. Kết quả mô phỏng bài toán 1 với 5.500 vg/ph

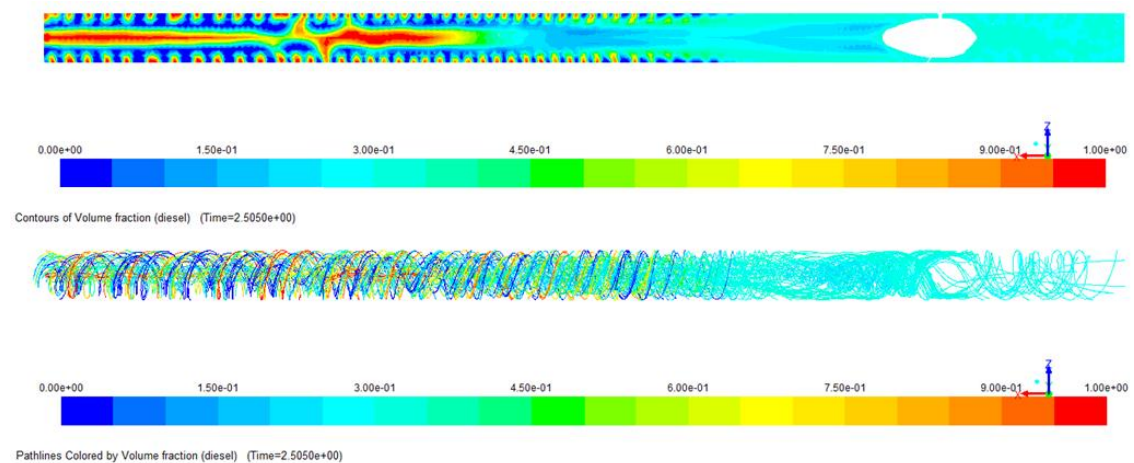
3) Bài toán 1, vòng quay 6.000 vg/ph



Hình PL3.3. Kết quả mô phỏng bài toán 1 với 6.000 vg/ph

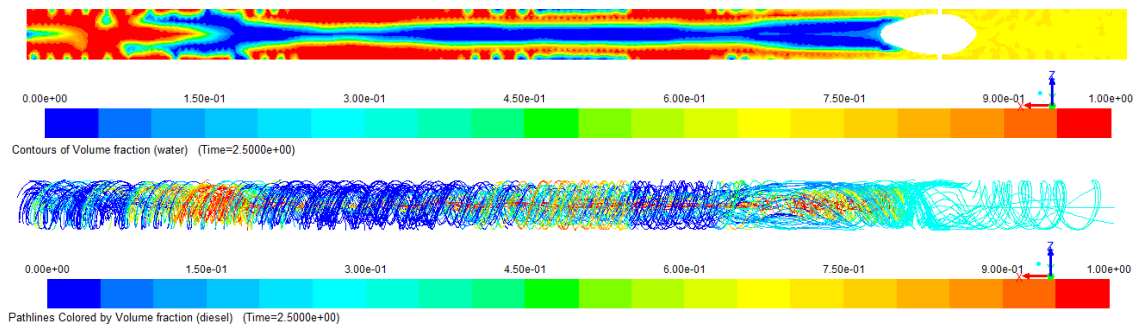
3.2. Kết quả mô phỏng bài toán 2 (Thay đổi số cánh, với vòng quay 6.000 vòng/phút, góc đặt cánh 13 độ, đường kính bầu 80 mm, hàm lượng dầu trong hỗn hợp dầu nước là 600 ppm)

1) Bài toán 2, số cánh 7



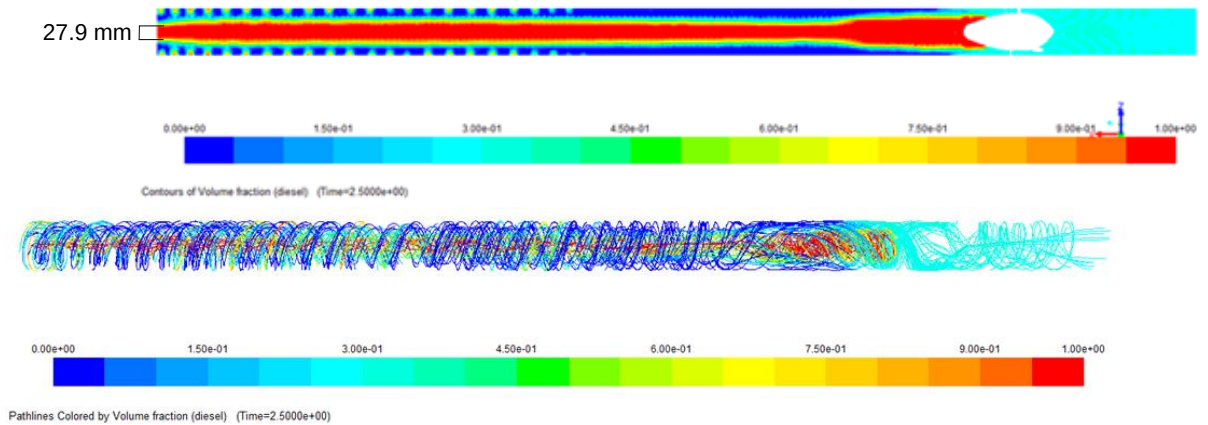
Hình PL3.4. Kết quả mô phỏng bài toán 2 với 7 cánh

2) Bài toán 2, số cánh 8



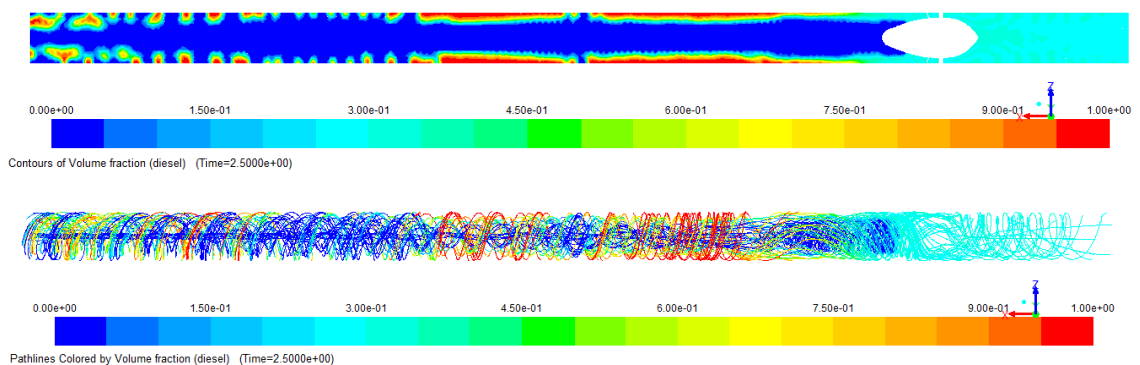
Hình PL3.5. Kết quả mô phỏng bài toán 2 với 8 cánh

3) Bài toán 2, số cánh 9



Hình PL3.6. Kết quả mô phỏng bài toán 2 với 9 cánh

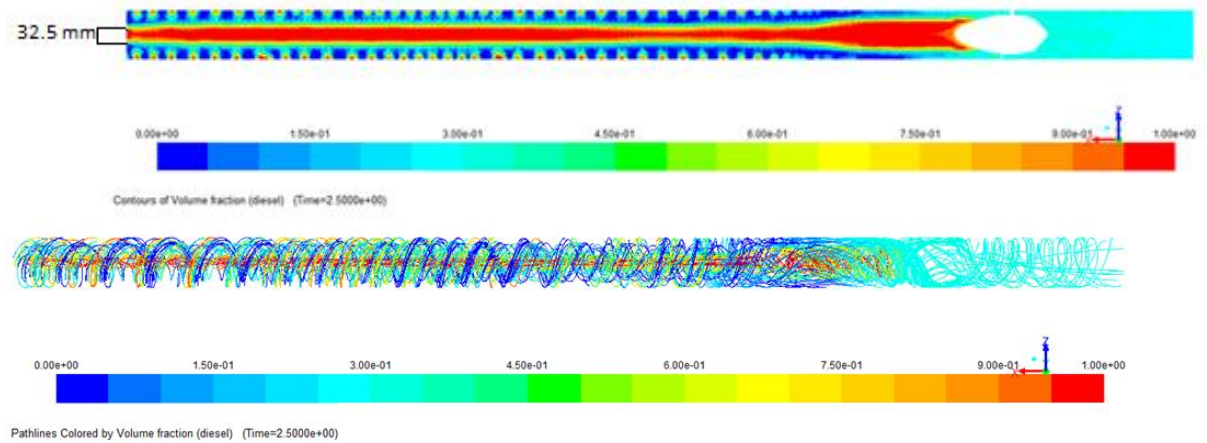
4) Bài toán 2, số cánh 10



Hình PL3.7. Kết quả mô phỏng bài toán 2 với 10 cánh

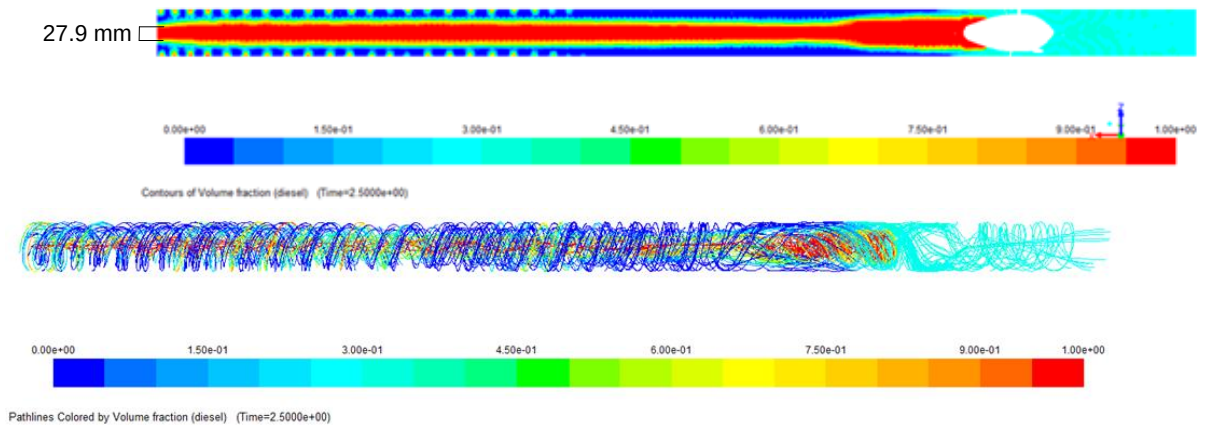
3.3. Kết quả mô phỏng bài toán 3 (Thay đổi góc đặt cánh, với vòng quay 6.000 vòng/phút, 9 cánh, đường kính bầu 80 mm, hàm lượng dầu trong hỗn hợp dầu nước là 600 ppm)

1) Bài toán 3, góc đặt cánh 11 độ



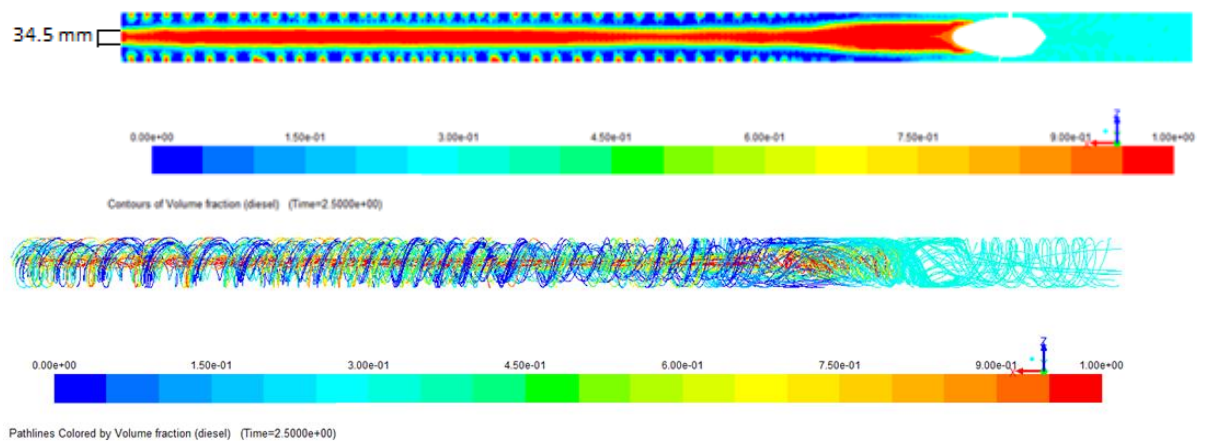
Hình PL3.8. Kết quả mô phỏng bài toán 3 với góc đặt cánh 11 độ

2) Bài toán 3, góc đặt cánh 13 độ



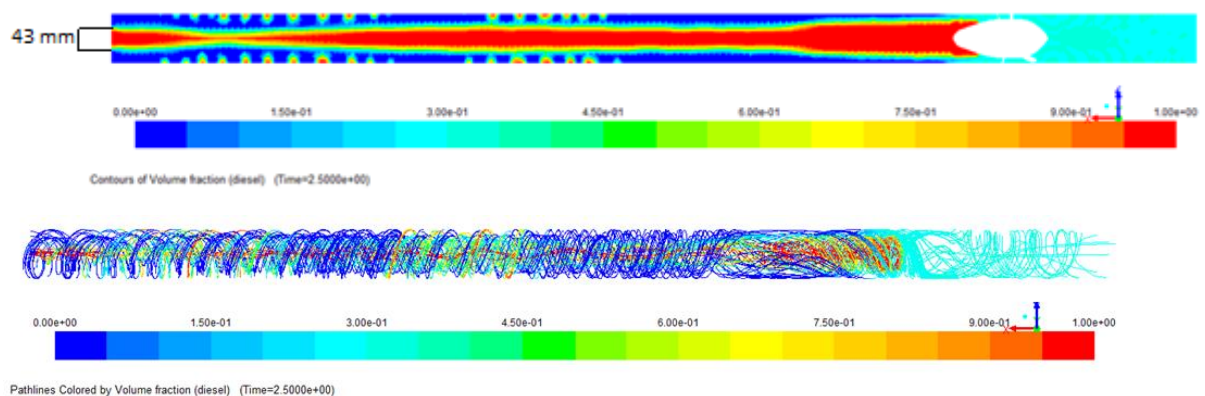
Hình PL3.9. Kết quả mô phỏng bài toán 3 với góc đặt cánh 13 độ

3) Bài toán 3, góc đặt cánh 15 độ



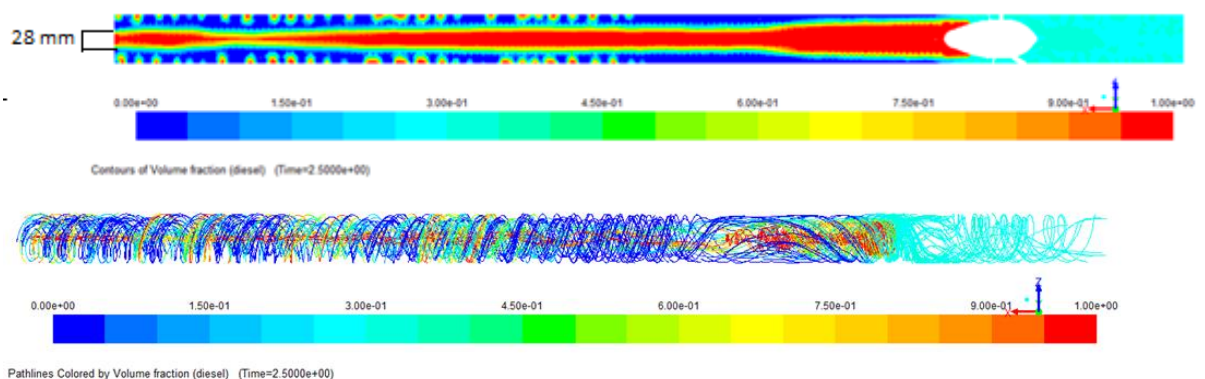
Hình PL3.10. Kết quả mô phỏng bài toán 3 với góc đặt cánh 15 độ

4) Bài toán 3, góc đặt cánh 17 độ



Hình PL3.11. Kết quả mô phỏng bài toán 3 với góc đặt cánh 17 độ

5) Bài toán 3, góc đặt cánh 19 độ

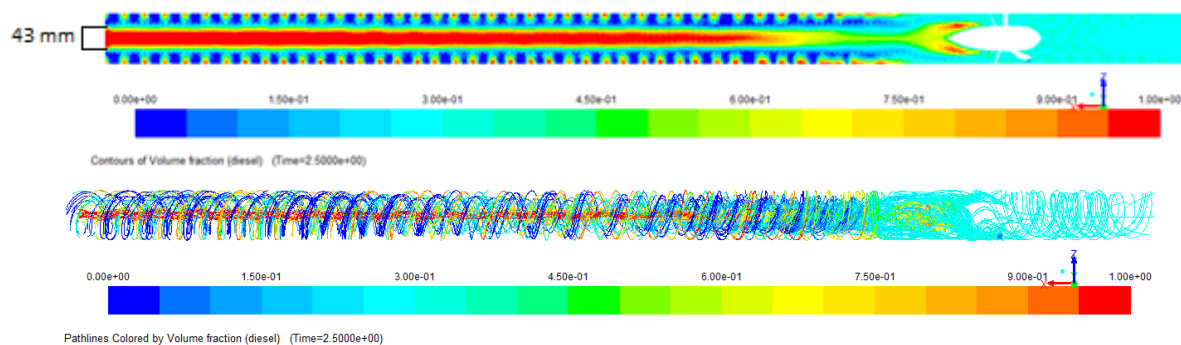


Hình PL3.12. Kết quả mô phỏng bài toán 3 với góc đặt cánh 19 độ

3.4. Kết quả bài toán 4 (Thay đổi đường kính bầu với 9 cánh, góc đặt cánh 13 độ, hàm lượng dầu trong hỗn hợp dầu nước là 600 ppm)

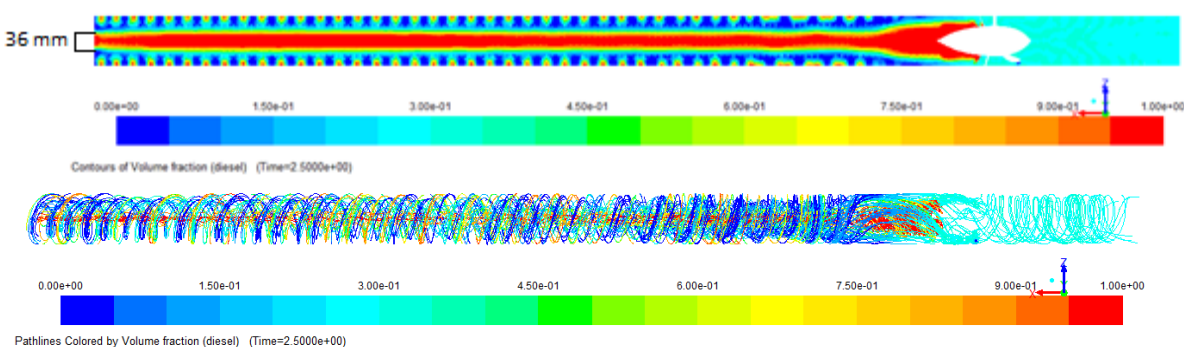
3.4.1. Bài toán 4, vòng quay 6.000 vòng/phút

1) Đường kính bầu 60 mm



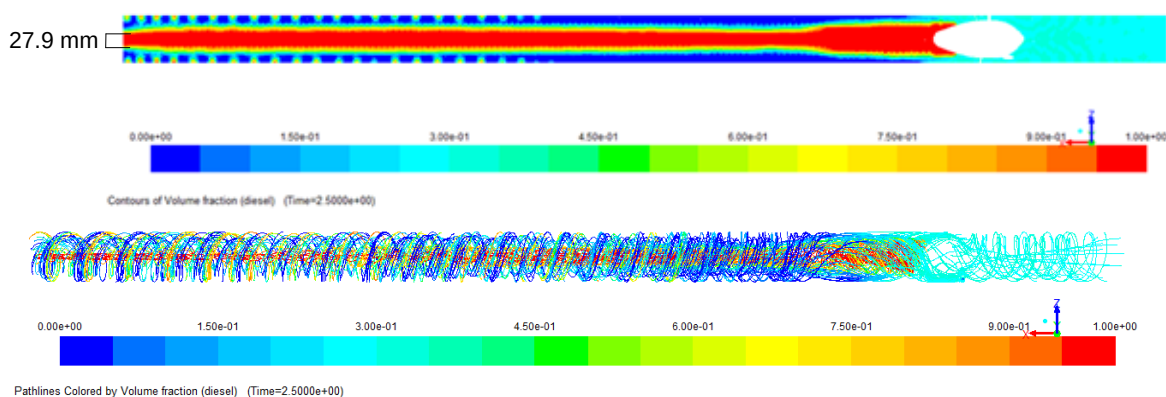
Hình PL3.13. Kết quả mô phỏng bài toán 4 với 6.000 v/ph và 60 mm.

2) Đường kính bầu 70 mm



Hình PL3.14. Kết quả mô phỏng bài toán 4 với 6.000 v/ph và 70 mm.

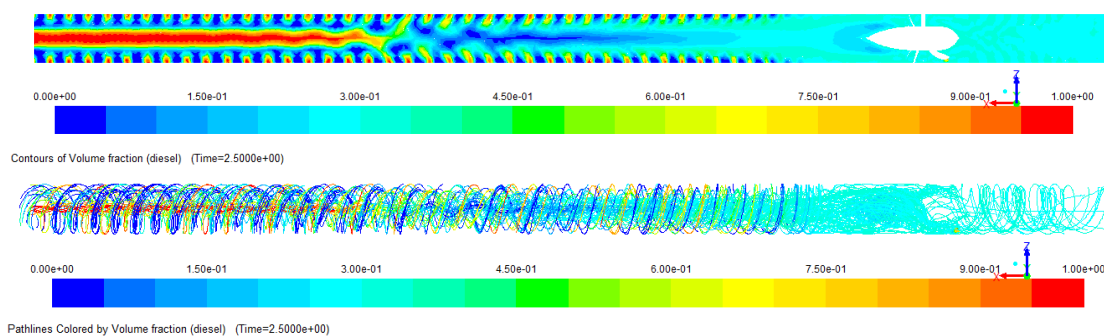
3) Đường kính bầu 80 mm



Hình PL3.15. Kết quả mô phỏng bài toán 4 với 6.000 v/ph và 80 mm

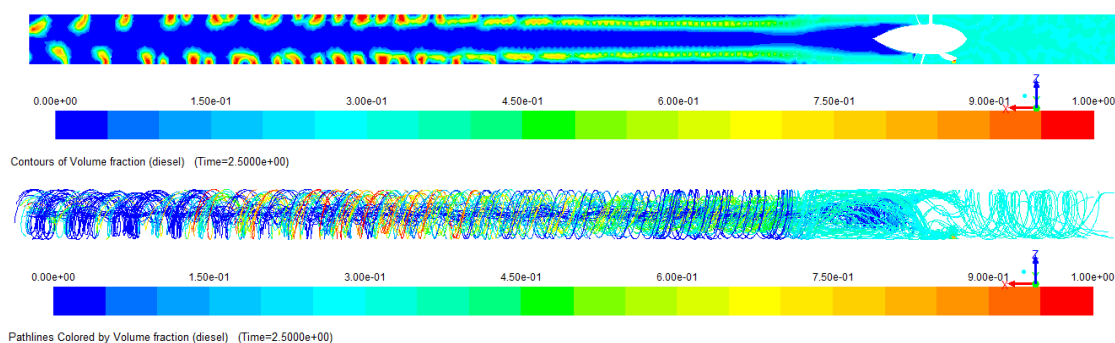
3.4.2. Bài toán 4, vòng quay 5.500 vòng/phút

1) Đường kính bầu 60mm



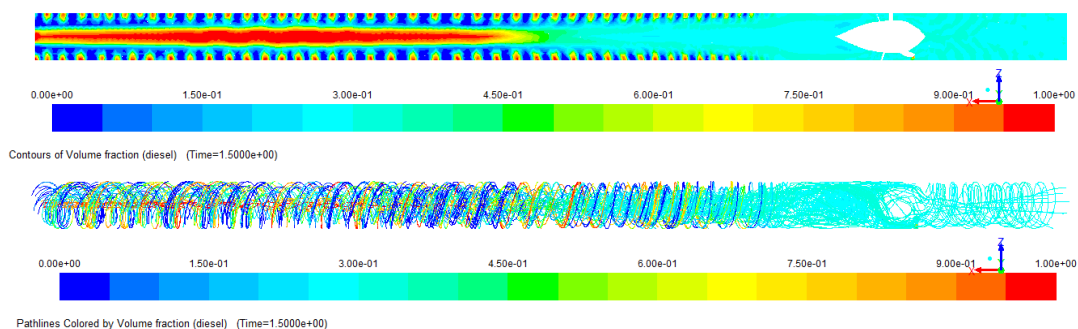
Hình PL3.16. Kết quả mô phỏng bài toán 4 với 5.500 v/ph và 60 mm

2) Đường kính bầu 70 mm



Hình PL3.17. Kết quả mô phỏng bài toán 4 với 5.500 v/ph và 70 mm

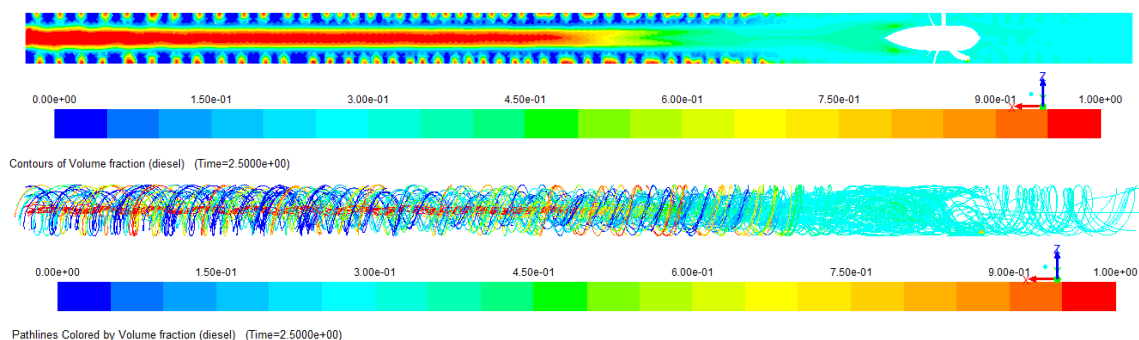
3) Đường kính bầu 80 mm



Hình PL3.18. Kết quả mô phỏng bài toán 4 với 5.500 v/ph và 80 mm

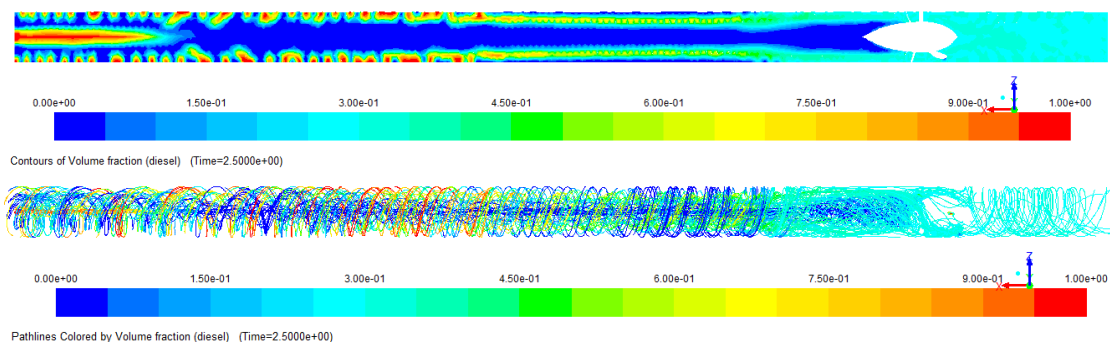
3.4.3. Bài toán 4, vòng quay 5.000 vòng/phút

1) Đường kính bầu 60 mm



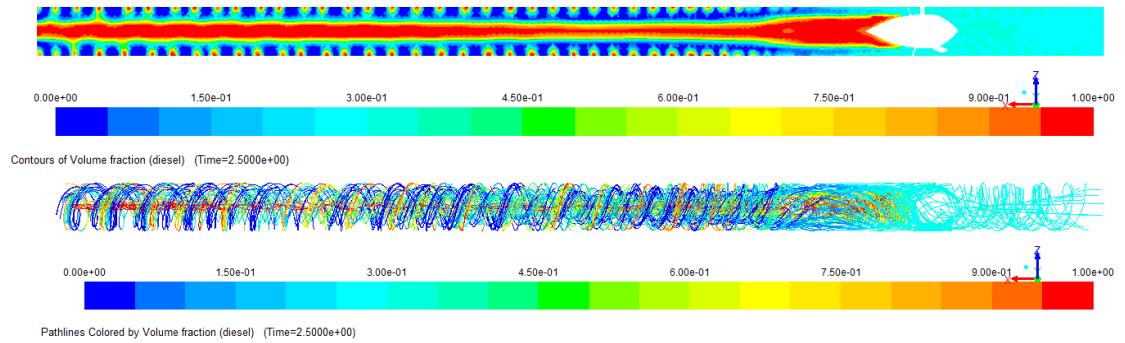
Hình PL3.19. Kết quả mô phỏng bài toán 4 với 5.000 v/ph và 60 mm

2) Đường kính bầu 70 mm



Hình PL3.20. Kết quả mô phỏng bài toán 4 với 5.500 v/ph và 60 mm

3) Đường kính bầu 80 mm

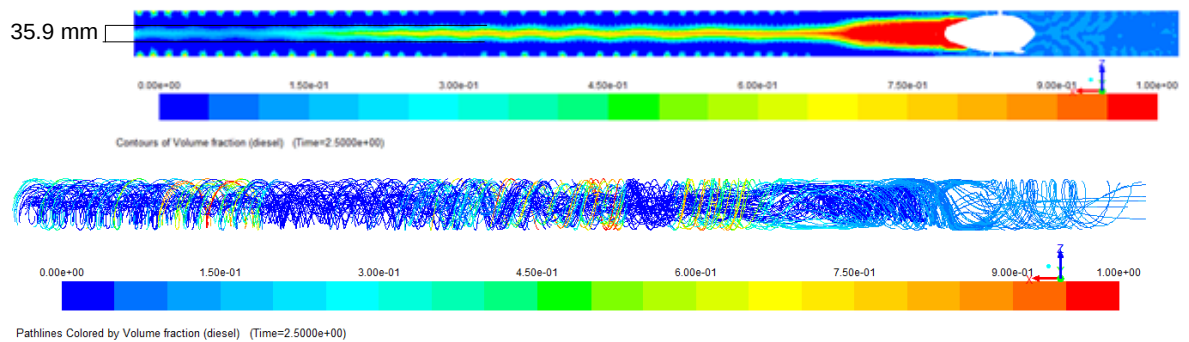


Hình PL3.21. Kết quả mô phỏng bài toán 4 với 5.000 v/ph và 80 mm

3.5. Kết quả bài toán 5 (Thay đổi hàm lượng dầu trong hỗn hợp dầu nước với 9 cánh, góc đặt cánh 13 độ và đường kính bầu 80 mm)

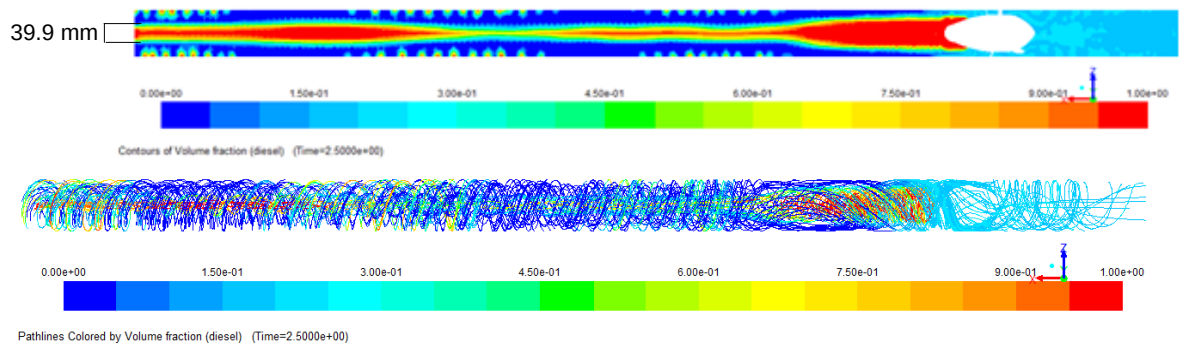
3.5.1. Bài toán 5, vòng quay 5.000 vòng/phút

1) Tỷ lệ dầu 300 ppm



Hình PL3.22. Kết quả mô phỏng bài toán 5 với 5.000 vg/ph và 300 ppm

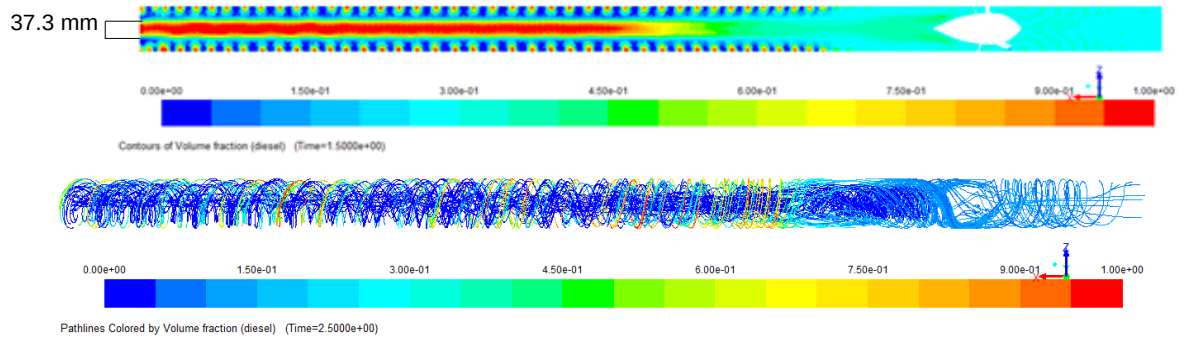
2) Tỷ lệ dầu 600 ppm



Hình PL3.23. Kết quả mô phỏng bài toán 5 với 5.000 vg/ph và 600 ppm

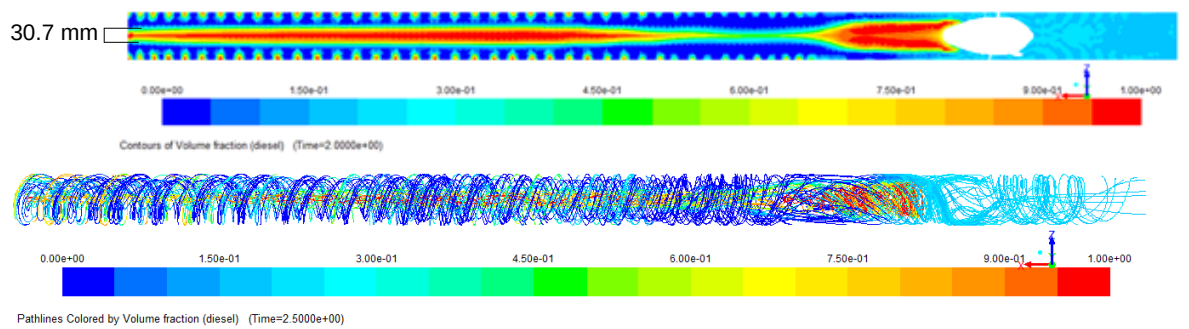
3.5.2. Bài toán 5, vòng quay 5.500 vòng/phút

1) Tỷ lệ dầu 300 ppm



Hình PL3.24. Kết quả mô phỏng bài toán 5 với 5.500 vg/ph và 300 ppm

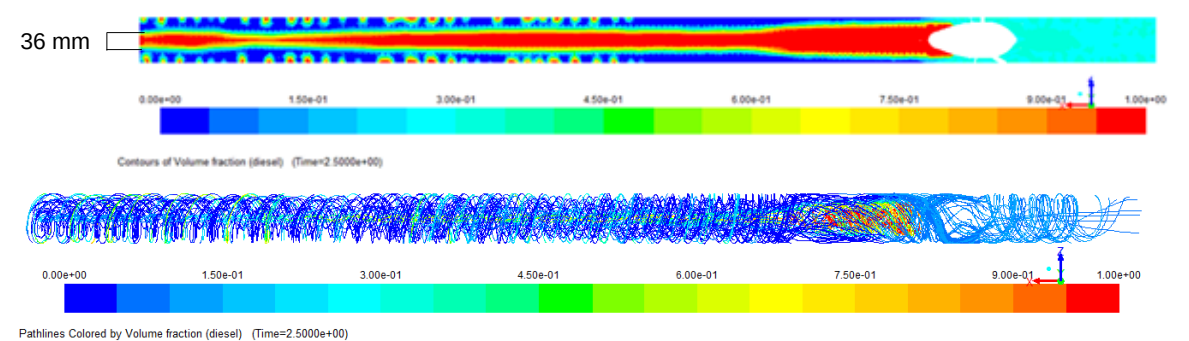
2) Tỷ lệ dầu 600 ppm



Hình PL3.25. Kết quả mô phỏng bài toán 5 với 5.500 vg/ph và 600 ppm

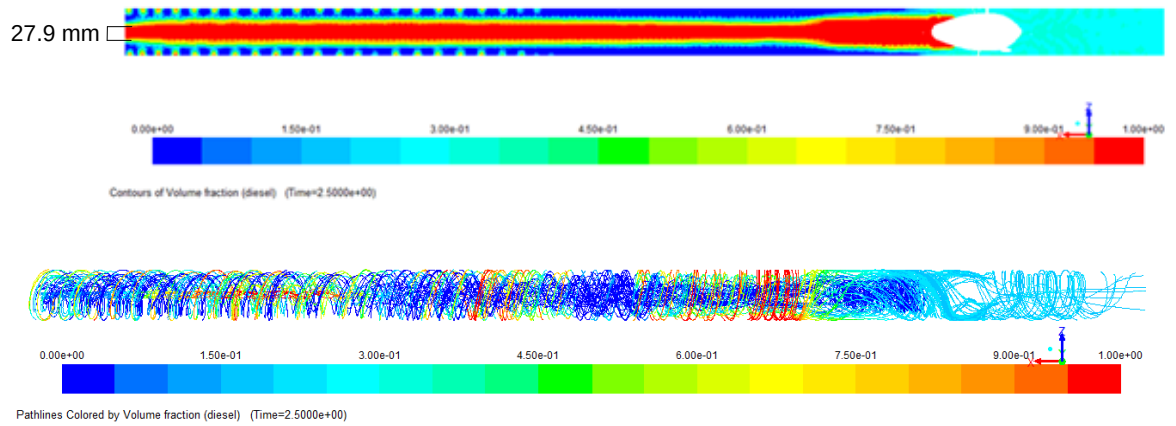
3.5.3. Bài toán 5, vòng quay 6.000 vòng/phút

1) Tỷ lệ dầu 300 ppm



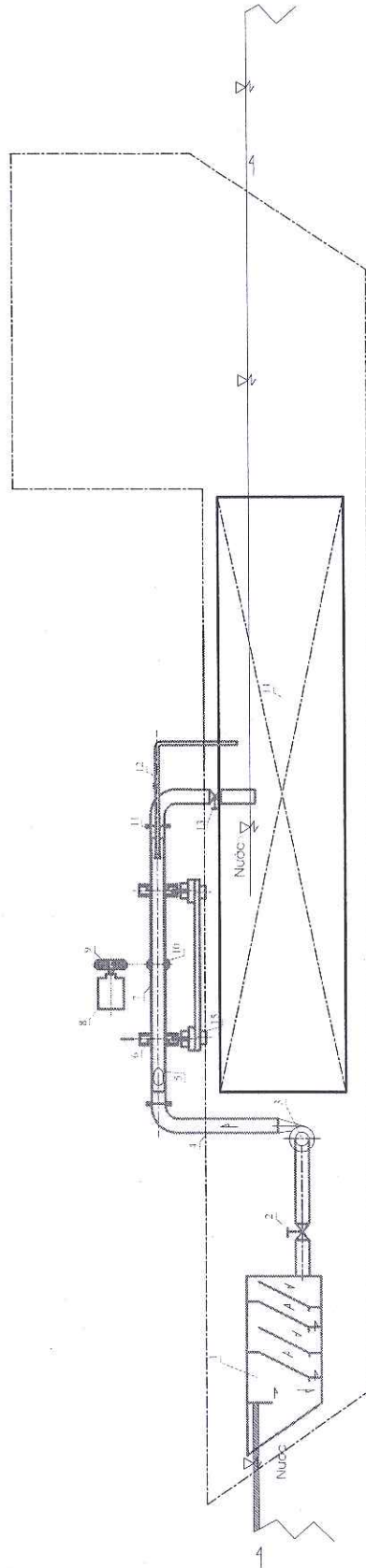
Hình PL3.26. Kết quả mô phỏng bài toán 5 với 6.000 vg/ph và 300 ppm

2) Tỷ lệ dầu 600 ppm

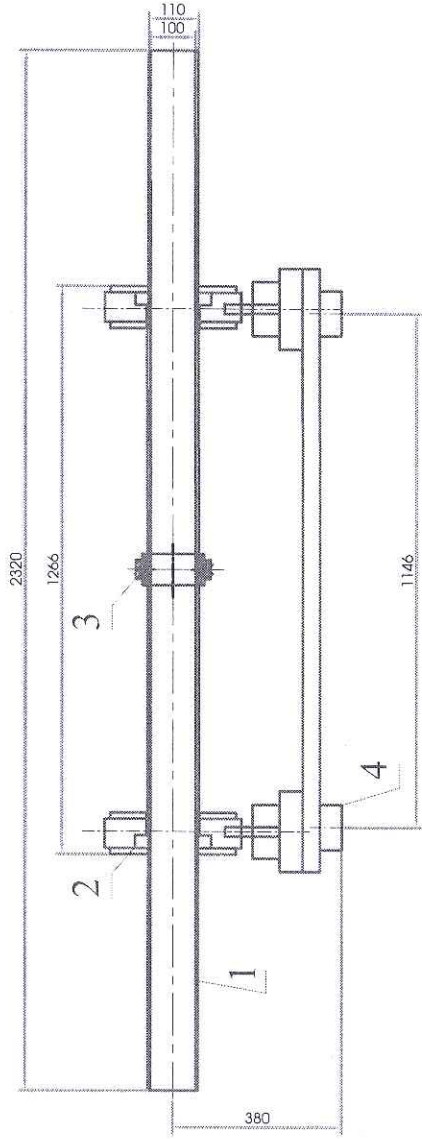


Hình PL3.27. Kết quả mô phỏng bài toán 5 với 6.000 vg/ph và 600 ppm

3. Bản vẽ thiết kế tổng thể hệ thống tách dầu

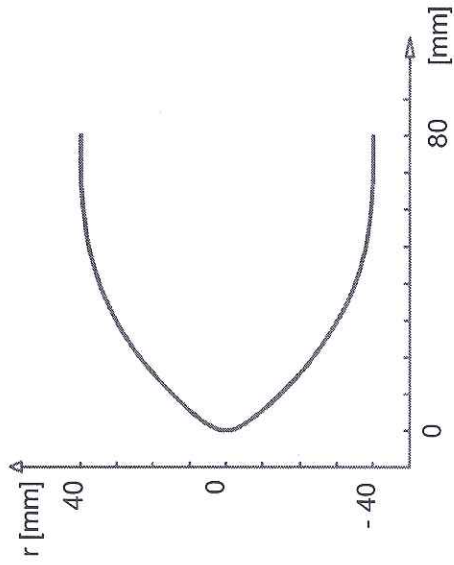


STT	TÊN GỒI	Số lượng	Vật liệu	Giá chủ	LƯU AN TIỀN SĨ KỸ THUẬT		
					Thời hạn	Loại thuế	Đã 2021
15	Bê tá thiết bị	01					
14	Kết cấu đầu bồn	01	SUS 304				
13	Ván và nước sạch ra ngoài	01					
12	Ván đầu bồn vệ kết cấu	01					
11	Ống thu dầu bồn	01	SUS 304				
10	Puly tiến ống quay	01					
09	Puly tiến đồng cơ điện	01					
08	Đồng cơ điện	01					
07	Ống quay	01	SUS 304				
06	Gối đỡ	01	6022				
05	Bê tá cánh quay	01	SUS 304				
04	Ống dẫn nước vào	02	SUS 304				
03	Bơm chuyển	01	70m³/h, 3hp				
02	Ván chân	01					
01	Kết cấu vào	01	SUS 304				
KT					Toà số 01		
Số liệu dự án - Dự án xây dựng Phường Tân Phú - Cầu Lộ					VB	Nguyễn Văn Đức	Đã 2021
					Kiểm tra	Nguyễn Văn Đức	Đã 2021
					Duyệt	Nguyễn Văn Đức	Đã 2021
Trưởng Ban Ban Quản lý Dự án							

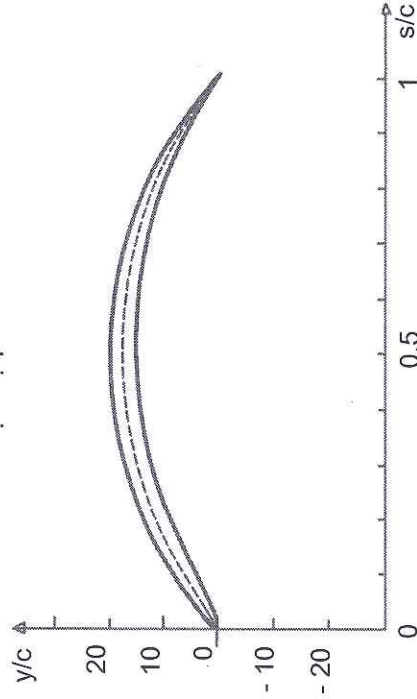


1. Vật liệu thùng là thép SUS 304, dày 2mm;
2. Tấm cạnh và vách ngăn không được cong vênh, mối hàn ngẫu, không rỉ khí, ngậm xỉ sau khi hàn phải gõ sạch xỉ và mài các ba vĩa

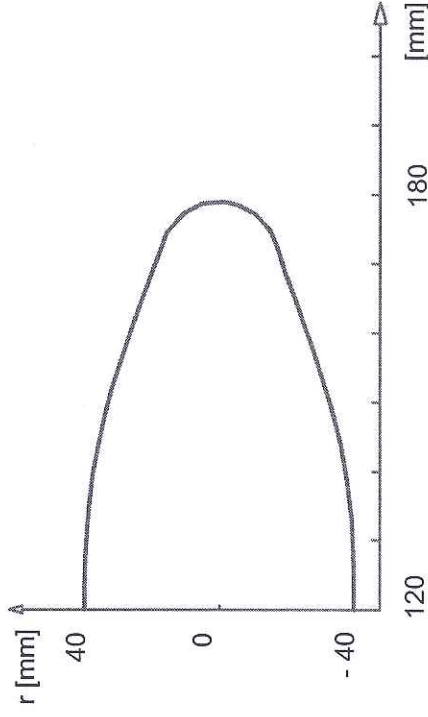
4	Gối giám chấn	04	Cao su		
3	Pu ly trên thiết bị lọc ly tâm	01	SUS 304		
2	Vòng bi	02	6022		
1	Ống quay ly tâm	01	SUS 304		
STT	TÊN GỌI	Số lượng	Vật liệu	Ghi chú	
THIẾT BỊ QUAY LY TÂM				Thiết kế:	Nguyễn Việt Đức
				Vẽ:	Nguyễn Việt Đức
				Kiểm tra:	Nguyễn Hồng Phúc
				Duyệt:	Nguyễn Hồng Phúc
TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI VIỆT NAM				Trang số/03	
				KT	
				LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT	



Tọa độ phần mũi bầu



Tọa độ đường nhân và đường biên phía trên và dưới của cánh

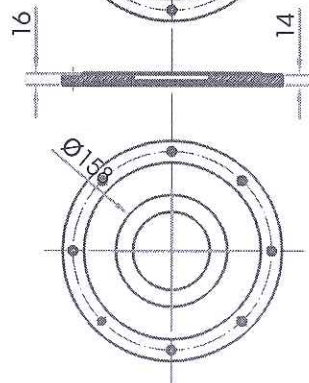


Tọa độ phần đuôi bầu

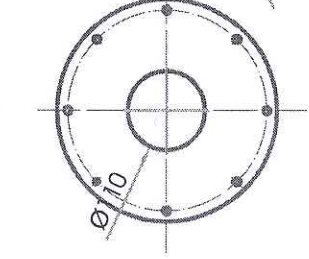
YÊU CẦU KỸ THUẬT:

1. Các cánh phải chế tạo giống nhau;
2. Vị trí các cánh trên bầu phải đều nhau, tạo cân bằng cho dòng nước khi chảy qua;
3. Cánh hàn trên bầu phải đảm bảo độ bền chắc, hàn xong phải mài nhẵn để giảm ma sát khi ống quay;
3. Đỉnh cánh được tiện đều với đường kính đỉnh cánh bằng nhau.

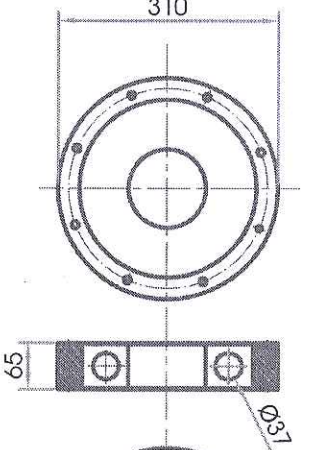
BIÊN DẠNG BẦU VẼ CẢNH	1 : 1	Thiết kế	Nguyễn Việt Đức	06.2021
	KT	Bản vẽ	Nguyễn Việt Đức	06.2021
		Kiểm tra	Nguyễn Hồng Phúc	06.2021
		Duyệt	Nguyễn Hồng Phúc	06.2021
TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI VIỆT NAM	LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT			
	Tờ số: 04			
	Số: A4			



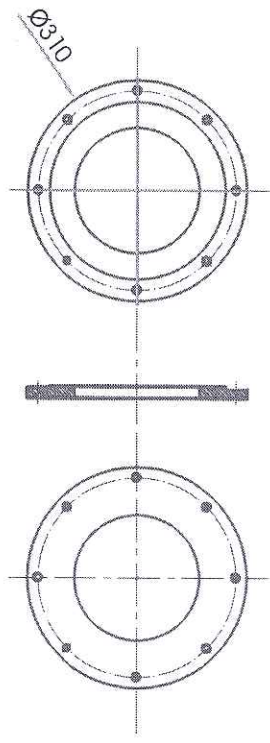
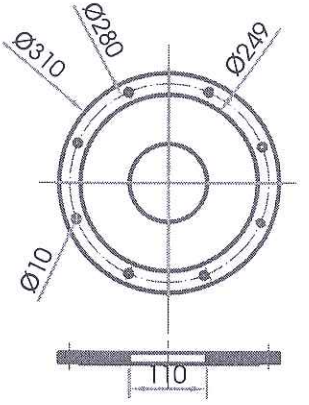
Bích chặn vòng bi phía ngoài



Gối đỡ vòng bi

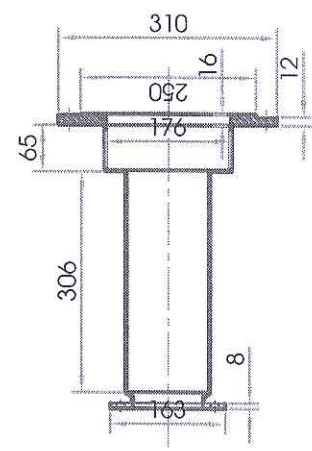


Bích chặn vòng bi phía trong



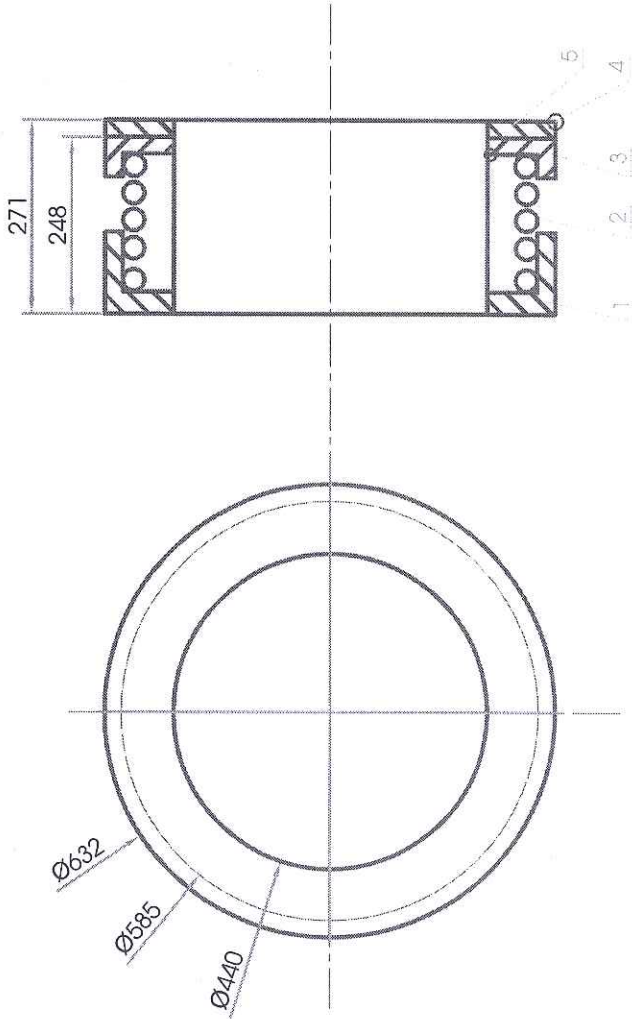
Bích ống cố định

Bích dày 16 mm, gờ đục/cái 2 mm,
Đường kính trong 110 mm, đường kính ngoài 310 mm.

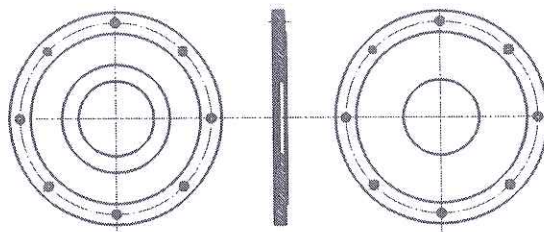


Ống nối cố định bao ngoài ống quay

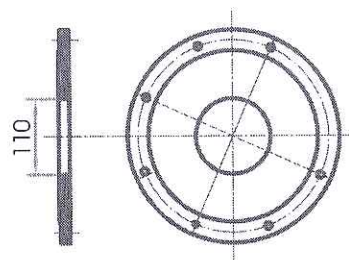
1:1	Thiết kế	Nguyễn Việt Đức	06.2021
	Bản vẽ	Nguyễn Việt Đức	06.2021
	Kiểm tra	Nguyễn Hồng Phúc	06.2021
	Duyệt	Nguyễn Hồng Phúc	06.2021
LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT			
BÍCH CHẶN VÒNG BI VÀ ỐNG CỐ ĐỊNH		Tờ số: 05	A4
		Trang: A4	
TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI VIỆT NAM			



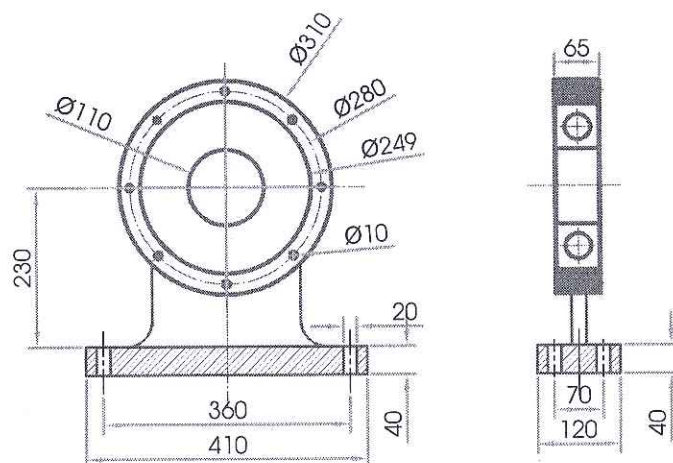
5	Mặt làm kín cổ định		Thon	01	
4	Vòng cao su làm kín		Cao su chịu nước	01	
3	Mặt làm kín di động		Thon	01	
2	Lỗ sơ		Thép SF-50	01	
1	Điều chỉnh độ căng lỗ sơ		Thép không gỉ	01	4 bu lông định vị
No	Tên gọi	Ký hiệu	Vật liệu	S.lg	Ghi chú
BỘ LÂM ĐẦU TRỤC		1 : 1	Thiết kế	Nguyễn Việt Đức	06.2021
		KT	Bản vẽ	Nguyễn Việt Đức	06.2021
			Kiểm tra	Nguyễn Hồng Phúc	06.2021
			Duyệt	Nguyễn Hồng Phúc	06.2021
TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI VIỆT NAM		LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT			
		Tờ số: 06			
		Sheet: A4			



Nắp chặn vòng bi phía ngoài



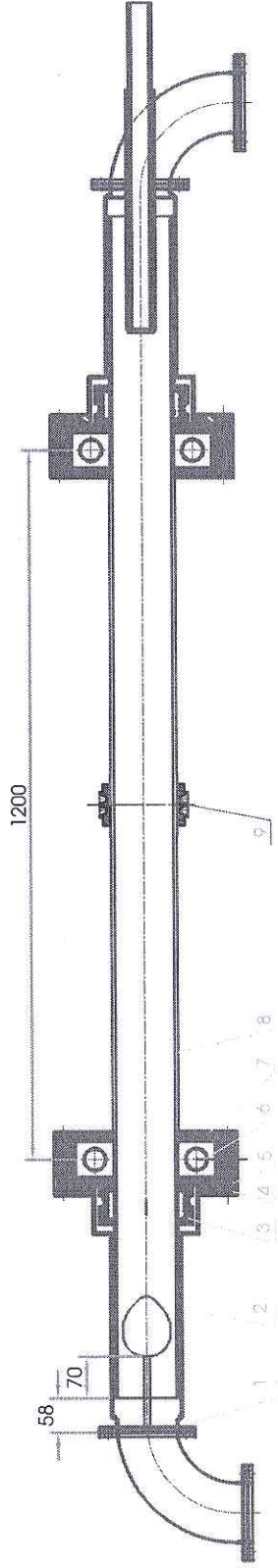
Nắp chặn vòng bi phía trong



Chân đế đặt bộ đỡ

1. Vật liệu chân đế là thép SUS 304, dày 40 mm;
2. Tấm chân đế và tấm chứa vòng bi không được cong vênh, mối hàn ngẫu, không rỉ khí, ngâm xỉ sau khi hàn phải gõ sạch xỉ và mài các ba vĩa.
3. Vòng bi 6022.

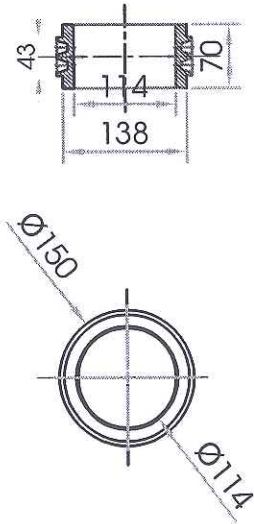
CHÂN ĐẾ ĐẶT BỘ ĐỖ	1 : 1	Thiết kế	Nguyễn Việt Đức	06.2021
	KT	Bản vẽ	Nguyễn Việt Đức	06.2021
		Kiểm tra	Nguyễn Hồng Phúc	06.2021
		Duyệt	Nguyễn Hồng Phúc	06.2021
TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI VIỆT NAM	Tờ số: 07	LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT		
	A4			



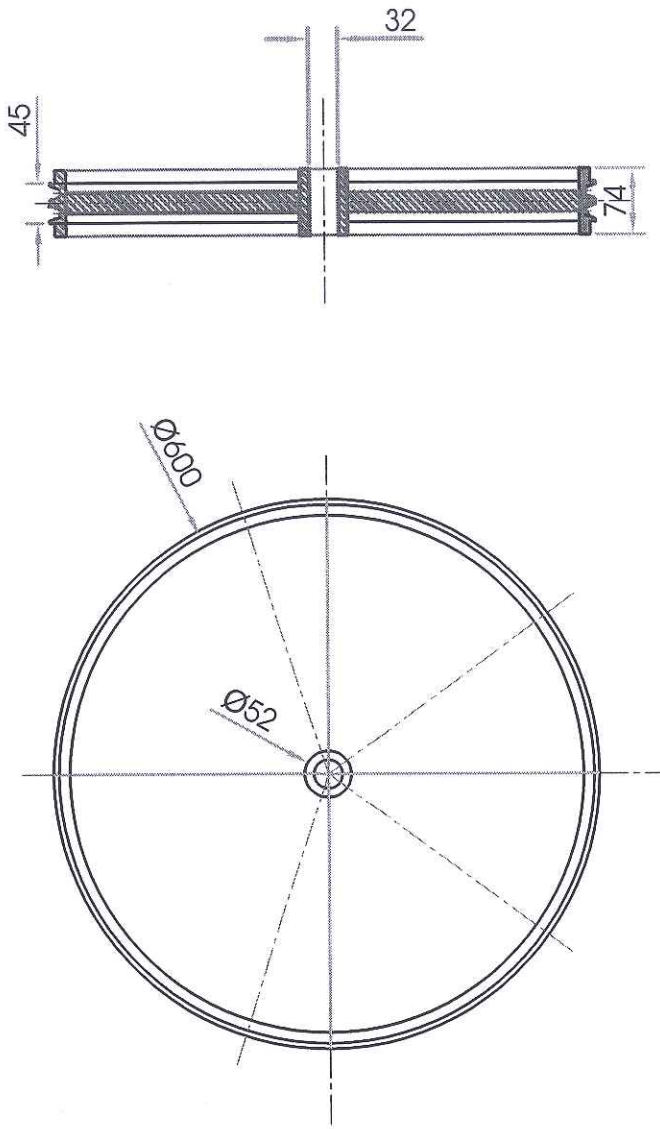
9	Phụ kiện trục quay	01	SUS 304	
8	Ống quay	01	SUS 304	
7	Bích chân vòng bi phía trong	02	SUS 304	
6	Vòng bi	02	6022	
5	Bích chân vòng bi phía ngoài	02	SUS 304	
4	Bích chân bộ làm kín đầu trục	03	SUS 304	
3	Bộ làm kín đầu trục	02	SUS 304	
2	Ống cố định	02	SUS 304	
1	Bích ống cố định (đầu trục)	02	SUS 304	
No	Tên gọi	Sig	Vật liệu	Ghi chú

SƠ ĐỒ TRỤC QUAY VÀ GỐI ĐỖ	1 : 1	Thiết kế	Nguyễn Việt Đức	06.2021
	KT	Bản vẽ	Nguyễn Việt Đức	06.2021
		Kiểm tra	Nguyễn Hồng Phúc	06.2021
		Duyệt	Nguyễn Hồng Phúc	06.2021

TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI VIỆT NAM		Tờ số: 10		A4	
				LỰẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT	



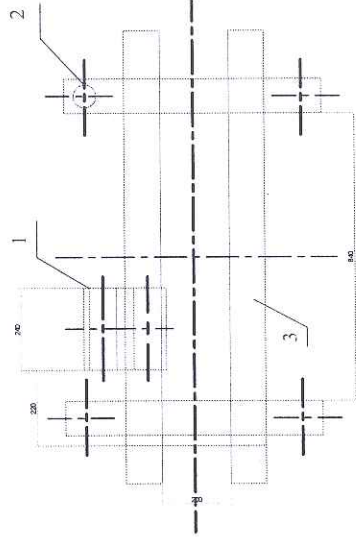
Puly trên trục thiết bị tách dầu



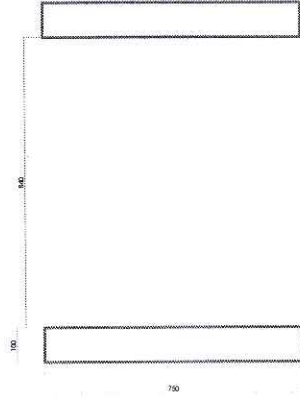
Puly trên trục động cơ điện

1. Puly cố định lên trục động cơ điện nhờ then hình chữ nhật;
2. Puly cố định lên trục động cơ điện nhờ vít định tâm;
3. Dây đai phẳng, không bị xoắn, độ căng vừa phải (được điều chỉnh nhờ 2 vít điều chỉnh vị trí bộ động cơ điện)

	1 : 1	Thiết kế	Nguyễn Việt Đức	06.2021
		Bản vẽ	Nguyễn Việt Đức	06.2021
		Kiểm tra	Nguyễn Hồng Phúc	06.2021
		Duyệt	Nguyễn Hồng Phúc	06.2021
LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT				
PULY TRÊN ĐỘNG CƠ VÀ TRÊN TRỤC QUAY	KT			
TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI VIỆT NAM	Tờ số: 11			
	Size: A4			



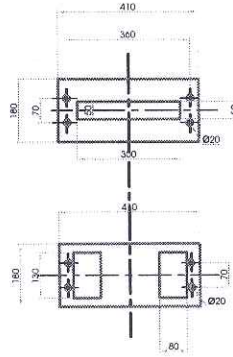
Khung giàn bộ đỡ



Dầm ngang



Dầm dọc



Chân đế đồng cơ

Chân đế thiết bị lực

- Hai thanh dầm dọc U rộng 110 mm, cao 50 mm, dày 4,8 mm, dài 1320 mm.
- Hai thanh dầm ngang U rộng 110 mm, cao 50 mm, dày 4,8 mm, dài 750 mm.
- Bốn gối cao su chịu dao động, đường kính cao su 50 mm, chiều cao gối cao su 50 mm. Bu lông cổ định gối cao su M10.
- Các thanh dầm không được cong vênh, mối hàn ngấu, không rò rỉ, ngâm xi sau khi hàn phải gõ sạch xỉ và mài các bề mặt.

3	Bộ lắp đặt thiết bị tách dầu	01			
2	Gối cao su giảm chấn	04		Cao su	
1	Bộ lắp đặt động cơ điện	01			
STT	TÊN GỌI	Số lượng	Vật liệu	Ghi chú	
BỘ ĐỒ THIẾT BỊ TÁCH DẦU		1 : 1	Thiết kế :	Nguyễn Việt Đức	06.2021
		KT	Vẽ :	Nguyễn Việt Đức	06.2021
			Kiểm tra :	Nguyễn Hồng Phúc	06.2021
			Duyệt :	Nguyễn Hồng Phúc	06.2021
TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI VIỆT NAM		Tờ số: 12	LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT		
		Số: A4			

PHỤ LỤC 5.
MỘT SỐ THIẾT BỊ CHẾ TẠO VÀ LẮP GHÉP



Hình PL5.1. Thiết bị tách dầu dạng ống quay ly tâm



Hình PL5.2. Bộ làm kín kiểu cơ khí



Hình PL5.3. Ống cố định và bích ống



Hình PL5.4. Lắp ghép bích ống cố định và bích chặn vòng bi



Hình PL4.5. Bộ phận chứa vòng bi



Hình PL5.6. Ống thu dầu bản



Hình PL5.7. Bầu và cánh



Hình PL5.8. Truyền động dây đai