

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

**BÁO CÁO TỔNG KẾT
ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP ĐẠI HỌC**

**THIẾT KẾ, CHẾ TẠO MÔ HÌNH THIẾT BỊ KHUẤY
TRỘN DUNG DỊCH BÔI TRƠN TƯỚI NGUỘI
CALTEX AQUATEX 3180**

Mã số: DH2015-TN02-06

Chủ nhiệm đề tài: TS. Đỗ Thị Tám

Thái Nguyên, tháng 6 năm 2019

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

**BÁO CÁO TỔNG KẾT
ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP ĐẠI HỌC**

**THIẾT KẾ, CHẾ TẠO MÔ HÌNH THIẾT BỊ KHUẤY
TRỘN DUNG DỊCH BÔI TRƠN TƯỚI NGUỘI
CALTEX AQUATEX 3180**

Mã số: ĐH2015-TN02-06

**Xác nhận của tổ chức chủ trì
KT. HIỆU TRƯỞNG
PHÓ HIỆU TRƯỞNG**

Chủ nhiệm đề tài

PGS.TS. Vũ Ngọc Pi

TS. Đỗ Thị Tám

Thái Nguyên, tháng 6 năm 2019

**DANH SÁCH CÁC THÀNH VIÊN THAM GIA NGHIÊN CỨU ĐỀ TÀI
VÀ ĐƠN VỊ PHỐI HỢP CHÍNH**

I. Danh sách các thành viên thực hiện đề tài

STT	Họ và tên	Đơn vị công tác và lĩnh vực chuyên môn
1	Trương Thị Thu Hương	Đại học kỹ thuật Công nghiệp, Đại học Thái nguyên; TS. Công nghệ Chế tạo máy

II. Các đơn vị phối hợp thực hiện

STT	Tên đơn vị trong và ngoài nước	Nội dung phối hợp nghiên cứu
1	Công ty TNHH MTV Cơ khí hoá chất 13- Tuyên Quang	Kiểm nghiệm mô hình

MỤC LỤC

PHẦN MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG I. TỔNG QUAN	4
1. Nghiên cứu máy khuấy dung dịch	4
1.1. Nghiên cứu chung	4
1.2. Đặc tính của quá trình khuấy trộn	8
1.2.1. Chế độ động học khi khuấy - trộn	8
1.2.2. Chuyển động của dòng chảy trong máy khuấy trộn	10
1.2.3. Thời gian khuấy trộn	11
1.2.4. Khối lượng riêng và độ nhớt chất lỏng	13
1.2.5. Độ đồng nhất	12
1.2.6. Nghiên cứu cơ bản về cánh khuấy	13
1.2.7. Vị trí đặt cánh khuấy	17
1.3. Đặc điểm dung dịch tron nguội Caltex Aquatex 3180	18
1.4. Nghiên cứu thiết kế máy khuấy dung dịch	20
Kết luận chương 1	21
CHƯƠNG 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	22
2.1. Cơ sở lý thuyết của quá trình khuấy	22
2.1.1. Ảnh hưởng của quá trình khuấy trộn đến quá trình chuyển khối của dòng hai pha	22
2.1.2. Ứng dụng phương trình Navie-stocks trong công nghệ khuấy trộn	27
2.1.3. Một số thông số ảnh hưởng đến quá trình khuấy trộn	29
2.2. Phương pháp quy hoạch thực nghiệm	32
2.2.1. Chọn thông số thí nghiệm	32
2.2.2. Quy hoạch thực nghiệm bằng phương pháp Taguchi.	33
2.2.3. Phương pháp xác định độ đồng nhất của hỗn hợp sau khi trộn	36
Kết luận chương 2	36

CHƯƠNG 3. THIẾT KẾ, CHẾ TẠO THIẾT BỊ KHUẤY TRỘN DUNG DỊCH CALTEX AQUATEX 3180	39
3.1. Giới thiệu	39
3.2. Lựa chọn các thông số hình học của thiết bị	39
3.3. Tính toán thiết kế các bộ phận chính của thiết bị	41
3.3.1. Xác định một số thông số chính của thiết bị	41
3.3.2. Tính thiết kế trục, cánh khuấy	43
3.4. Lựa chọn các bộ phận khác của thiết bị	49
3.4.1. Cơ cấu dẫn động, điều tốc	49
3.4.2 Cơ cấu đo mức dung dịch	54
Kết luận chương 3	55
CHƯƠNG 4. THỰC NGHIỆM ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CÁC THÔNG SỐ KỸ THUẬT CỦA THIẾT BỊ TỚI ĐỘ ĐỒNG ĐỀU CỦA DUNG CALTEX AQUATEX 3180	
4.1. Giới thiệu	56
4.2 Thí nghiệm.	57
4.2.1. Các trang thiết bị, vật tư làm thí nghiệm	57
4.2.2. Các bước chuẩn bị trước khi làm thí nghiệm	61
4.3. Kết quả thí nghiệm	65
Kết luận chương 4	72
KẾT LUẬN CHUNG VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN TIẾP THEO	73
TÀI LIỆU THAM KHẢO	75

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

TT	NỘI DUNG	TRANG
1	Hình 1.1. Các phương pháp khuấy dung dịch	6
2	Hình 1.2. Máy khuấy cơ khí	7
3	Hình 1.3. Mối quan hệ giữa P_0 và R_e của một số loại cánh khuấy	9
4	Hình 1.4. Hướng chuyển động của dòng chảy trong máy khuấy	10
5	Hình 1.5. Mối quan hệ giữa độ nhớt chất lỏng và dạng cánh trộn	12
6	Hình 1.6. Dạng cánh khuấy dòng chảy hướng trục	14
7	Hình 1.7. Dạng cánh khuấy dòng chảy hướng tâm	15
8	Hình 1.8. Dạng cánh thủy lực	16
9	Hình 1.9. Dạng cánh cắt	17
10	Hình 2.1. Sơ đồ thiết kế thực nghiệm theo phương pháp Taguchi	35
11	Hình 2.2. Quan hệ giữa độ sai lệch bình phương trung bình và thời gian trộn	37
12	Hình 3.1. Kích thước thùng khuấy	40
13	Hình 3.2. Thùng khuấy chế tạo thực tế	41
14	Hình 3.3. Cánh khuấy chế tạo thực tế	41
15	Hình 3.4. Kết cấu trục mang cánh khuấy	44
16	Hình 3.5. Mô hình trục mang cánh khuấy với mô men xoắn trên trục	45
17	Hình 3.6. Mô hình lưới phân tử	45
18	Hình 3.7. Ứng suất trục theo tiêu chuẩn Von Mises	46
19	Hình 3.8. Chuyển vị theo phương y	46

TT	NỘI DUNG	TRANG
20	Hình 3.9. Biểu đồ góc xoắn trên trục (rad)	47
21	Hình 3.10. Sơ đồ phương án thiết kế cụm điều tốc 01	50
22	Hình 3.11. Sơ đồ phương án thiết kế cụm điều tốc 02	51
23	Hình 3.12. Sơ đồ phương án thiết kế cụm điều tốc số 03	52
24	Hình 3.13. Ảnh máy khuấy trộn dung dịch MKDD-01	53
25	Hình 3.14. Kết cấu cụm đo mức dung dịch	54
26	Hình 4.1: Máy khuấy trộn dung dịch: MKDD-01	57
27	Hình 4.2 Máy đo nồng độ NBR-32	58
28	Hình 4.3 Cốc đong thể tích tiêu chuẩn (1000±8 ml)	58
29	Hình 4.4. Sơ đồ mạch cầu	59
30	Hình 4.5. Sơ đồ bố trí tenzo	59
31	Hình 4.6. Thiết bị Dynamic Strainmeters SDA – 810/830C	60
32	Hình 4.7. Sử dụng vành trượt để đưa điện áp ra ngoài	60
33	Hình 4.8. Tháo lắp hiệu chỉnh thiết bị	63
34	Hình 4.9. Chỉnh góc nghiêng cánh khuấy	63
35	Hình 4.10. Chỉnh khoảng cách cánh khuấy tới đáy thùng	64
36	Hình 4.11 Biến tần điều khiển tốc độ	64
37	Hình 4.12. Bảng điều khiển thời gian khuấy	64
38	Hình 4.13. Mẫu hiển thị nồng độ của thiết bị đo nồng độ NBR-32	65
39	Hình 4.14. Ảnh hưởng của các yếu tố thí nghiệm đến độ xám trung bình	69
40	Hình 4.15. Ảnh hưởng chính đến độ xám	

DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU

TT	NỘI DUNG	TRANG
1	Bảng 2.1. Các thông số liên quan đến quá trình trộn	30
2	Bảng 2.2. Ma trận trực giao L9 theo Taguchi có 3 thông số và 3 mức	36
3	Bảng 3.1. Thông số tốc độ nên dùng của một số loại cánh khuấy	42
4	Bảng 3.2. Bảng thông số thiết bị khuấy trộn dung dịch Caltex Aquatex 3180	53
5	Bảng 4.1. Các thông số chính trong quy hoạch	61
6	Bảng 4.2. Bảng thông số thí nghiệm	62
7	Bảng 4.3. Kết quả đo nồng độ dung dịch và khoảng sai lệch nồng độ	66
11	Bảng 4.4. Dữ liệu chuẩn hóa	67
12	Bảng 4.5. Kết quả phân tích quan hệ xám	68
13	Bảng 4.6. Độ lệch chuẩn của hỗn hợp dung dịch	71
14	Bảng 4.7. Bộ thông số lựa chọn tốt nhất của thiết bị	71

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

THÔNG TIN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Thông tin chung

- Tên đề tài: *Thiết kế, chế tạo mô hình thiết bị khuấy trộn dung dịch bôi trơn tưới nguội Caltex Aquatex 3180*
- Mã số: ĐH2015-TN02-06
- Chủ nhiệm đề tài: TS. Đỗ Thị Tám
- Tổ chức chủ trì: Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp
- Thời gian thực hiện: 2015 - 2016

2. Mục tiêu

2.1. Mục tiêu chung

Tính toán thiết kế và chế tạo thử nghiệm thành công mô hình thiết bị khuấy trộn dung dịch bôi trơn tưới nguội Caltex Aquatex 31802

2.2. Mục tiêu cụ thể

- Nghiên cứu các đặc tính hoạt động của dòng chảy hai pha lỏng – lỏng
- Nghiên cứu, thiết kế hệ thống khuấy dung dịch:
 - + Tăng độ đồng nhất của dung dịch bôi trơn sau khi pha đạt 95%;
 - + Dung dịch được pha trộn đúng tỉ lệ % cung cấp cho một số loại máy công cụ;
 - + Giảm mức tiêu thụ điện năng.
- Chuyển giao công nghệ, thử nghiệm thiết bị tại cơ sở sản xuất

3. Tính mới và sáng tạo

- Xác định lựa chọn được yếu tố hợp lý của thiết bị khuấy trộn phù hợp với khuấy trộn dung dịch dầu Caltex Aquatex 31802;

- Ứng dụng phương pháp đồng dạng và mô hình thứ nguyên để tính toán, lựa chọn được bộ thông số đồng dạng làm thông số đầu vào của quá trình nghiên cứu thí nghiệm.

4. Kết quả nghiên cứu

- Chế tạo thành công thiết bị khuấy trộn dung dịch bôi trơn Caltex Aquatex 3180 đáp ứng năng suất $2,5\text{m}^3$ dung dịch/tháng đáp ứng mục tiêu của đề tài;

5. Sản phẩm

5.1. Sản phẩm khoa học:

- Đỗ Thị Tám, Nguyễn Hoàng Quân (2019), “Nghiên cứu lựa chọn thiết kế mô hình thiết bị khuấy trộn dung dịch bôi trơn tưới nguội Caltex Aquatex 3180”, *Tạp chí Cơ khí Việt Nam*, 1+2, tr. 94-100.

- Do thi Tam, Tran The Long, Nguyen Hoang Quan (2019), “Application of Similarity method and Dimensional analysis in determining the performance parameters of Agitator paddles for caltex Aquatex 3180 cutting Oil”, *International Journal of Engineering Technologies and Management Research*, pp. 47-54

5.2. Sản phẩm đào tạo: 01 luận văn thạc sỹ đã bảo vệ.

- Nguyễn Hoàng Quân (2016), *Thiết kế, chế tạo thiết bị khuấy trộn dung dịch bôi trơn tưới nguội Caltex Aquatex 3180*, Luận văn thạc sỹ kỹ thuật, Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp, Đại học Thái Nguyên

5.3. Sản phẩm ứng dụng

01 Mô hình máy trộn dung dịch bôi trơn tưới nguội Caltex Aquatex 3180

6. Phương thức chuyển giao, địa chỉ ứng dụng, tác động và lợi ích mang lại của kết quả nghiên cứu:

+ Ứng dụng: Kết quả nghiên cứu được ứng dụng trong thực tiễn sản xuất của Công ty TNHH MTV Cơ khí hoá chất 13- Tuyên Quang

+ Giáo dục, đào tạo: Kết quả của nghiên cứu, tính toán thiết kế mô hình máy khuấy dung dịch bôi trơn làm nguội là cơ sở trong giảng dạy, nghiên cứu khoa học

+ Kinh tế, xã hội:

- Tiết kiệm chi phí nhân công;

- Tăng độ đồng nhất lượng dung dịch bôi trơn sau khi khuấy trộn.

Ngày tháng năm

Tổ chức chủ trì
KT. HIỆU TRƯỞNG
PHÓ HIỆU TRƯỞNG

Chủ nhiệm đề tài

PGS.TS. Vũ Ngọc Pi

TS. Đỗ Thị Tám

INFORMATION ON RESEARCH RESULTS

1. General information:

Project title: *Design and manufacture the agitator model for Caltex Aquatex 3180 cutting oil*

Code number: ĐH2015-TN02-06

Coordinator: Dr. Do Thi Tam

Implementing institution: TNU – Thai Nguyen University of Technology

Duration: from 2015 to 2016

2. Objective(s):

2.1. Overall objectives

Calculate, design, manufacture and test the agitator model successfully for Caltex Aquatex 3180 cutting oil

2.2. Detailed objectives

- Study the performance characteristics of liquid-liquid two-phase flow
- Study and design the agitator system:
 - + Quantify and provide the ingredient solution automatically;
 - + Increasing the homogeneity of lubricating solution after mixing to 95%;
 - + Working properly with the demand of productivity with the smallest power consumption;
- Technology transfer, equipment testing at the production facility.

3. Creativeness and innovativeness:

- Determine and select the reasonable factors of the agitator device suitable for mixing oil solution Caltex Aquatex 3180;
- Apply the similarity method and dimensional analysis to calculate and select a set of similarity parameters as input parameters of the experimental research.

4. Research results:

- Successfully manufacturing the agitator device for Caltex Aquatex 3180 lubricating solution to meet the productivity of 2.5m³ solution/month and fulfill the objectives of the project.

5. Products:

5.1. Scientific products: 01 national paper, 01 paper in an ISSN journal

- Do Thị Tam, Nguyen Hoang Quan, “Study to design a model of Agitator paddles for Caltex Aquatex 3180 cutting oil, *Viet Nam Mechanical Engineering Journal*, 1+2, pp. 94-100;

- Do thi Tam, Tran The Long, Nguyen Hoang Quan (2019), “Application of Similarity method and Dimensional analysis in determining the performance parameters of Agitator paddles for caltex Aquatex 3180 cutting Oil”, *International Journal of Engineering Technologies and Management Research*, pp. 47-54

5.2. Training products

Nguyen Hoang Quan (2016), *Design and manufacture the agitator model for Caltex Aquatex 3180 cutting oil*, Master thesis, Thai Nguyen University of Technology.

5.3. Application products:

The agitator model of Caltex Aquatex 3180 cutting oil

6. Transfer alternatives, application institutions, impacts and benefits of research results:

- Application: The research results were applied in practical production of Mechanical and Chemical Company 13 in Tuyen Quang province.

- Education and training: The results of the study and the calculation and design of the agitator model of cutting oil are the bases in teaching and scientific research.

- Economic and social characters:

+ Saving labor costs;

+ Increasing the uniformity of lubricating solution after mixing.

PHẦN MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết

Trộn là một quá trình quan trọng và phổ biến để cải thiện tính đồng nhất và tính thống nhất của hệ thống. Nghiên cứu về trộn đã được thực hiện từ rất sớm, từ bản chất các quá trình trộn, các quá trình động lực học trong trộn cho đến các chế tạo các thiết bị trộn: Trộn xảy ra khi vật liệu được chuyển từ vùng này sang vùng khác (Chen et al, 2005;. Rushton, 1956). Các yếu tố trong vật liệu trộn bao gồm: nồng độ, độ nhớt, nhiệt độ, màu sắc, giai đoạn (Paul et al., 2004). Hoạt động pha trộn có thể được chia thành ba loại chính, khí lỏng, rắn-lỏng, và trộn chất lỏng-lỏng, Trộn chất lỏng-lỏng đóng một quan trọng vai trò sản xuất và tăng diện tích bề cần thiết để nâng cao khối lượng và truyền nhiệt giữa các giai đoạn (O'Rourke và MacLoughlin, 2005;. Paul et al, 2004). Thuật ngữ " trộn" được sử dụng để mô tả có thể trộn chất lỏng để pha trộn nước và các hydrocarbon hoặc chất lỏng có tính axit hoặc kiềm kết hợp với các chất lỏng hữu cơ (Coker, 2001) và sản xuất các loại sản phẩm nhũ tương (Jakobsen, 2008). Các đặc tính động lực chất lỏng pha trộn chất lỏng-lỏng như phân ly và kết dính (Wichterle, 1995; Wang và Calabrese, 1986; Sathyagal et al., 1996), giai đoạn đảo ngược (Norato et al., 1998), và ảnh hưởng của thành phần hệ thống cũng như một của tạp chất (Laurenzi et al., 2009). Những hiện tượng này rất phức tạp cho nên trộn chất lỏng-lỏng được một trong những quá trình khó khăn nhất trong một số ngành công nghiệp. Mặt khác, pha trộn của các chất lỏng có thể là một hoạt động rất đơn xảy ra từ từ bằng phân tử khuếch tán và đối lưu tự nhiên. Tuy nhiên, hệ thống kích động có thể áp dụng bắt buộc đối lưu để có được sự đồng nhất nhanh hơn (Rushton, 1956).

Hiện nay trên thị trường nước ngoài đã có bán các thiết bị khuấy trộn nhưng với giá thành cao, kết cấu, tính năng và thông số công nghệ có sẵn và

bí mật nên không phù hợp với điều kiện sản xuất của đơn vị. Việc chế tạo một thiết bị khuấy trộn theo các tiêu chuẩn phù hợp sẽ giúp công ty TNHH MTV Cơ khí hóa 13 chủ động về kết cấu, năng suất, thiết lập thông số công nghệ và giảm đáng kể về giá thành.

Với những lý do trên, việc “Thiết kế, chế tạo thiết bị khuấy trộn dung dịch bôi trơn tưới nguội Caltex Aquatex 3180” tại công ty TNHH MTV Cơ khí hóa 13 là một vấn đề cấp thiết đặt ra và cần được nghiên cứu.

2. Đối tượng, mục đích, nội dung và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

- Nghiên cứu các đặc tính hoạt động của dòng chảy hai pha lỏng – lỏng;
- Nghiên cứu, thiết kế hệ thống khuấy dung dịch bôi trơn tưới nguội Caltex Aquatex 3180

2.2. Mục đích nghiên cứu

- Nghiên cứu các đặc tính hoạt động của dòng chảy hai pha lỏng – lỏng;
- Nghiên cứu, thiết kế hệ thống khuấy dung dịch;
- Chuyển giao công nghệ, thử nghiệm thiết bị tại cơ sở sản xuất.

2.3. Nội dung nghiên cứu

- Tiến hành khảo sát, thu thập và phân tích các thông số cần thiết của máy khuấy trộn dung dịch;
- Nghiên cứu dòng chảy của chất lỏng và đặc tính khuếch tán của dung dịch;
- Thiết kế mô hình thử nghiệm đáp ứng mục tiêu nghiên cứu;
- Chế tạo mô hình, tiến hành khảo nghiệm, hiệu chỉnh kết cấu;
- Phân tích kết quả thử nghiệm và hoàn chỉnh mẫu máy;
- Công bố kết quả và biên soạn tài liệu kỹ thuật hướng dẫn vận hành;

2.4. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp điều tra, lấy ý kiến chuyên gia, tập hợp thông tin;
- Phương pháp mô hình đồng dạng và phân tích thứ nguyên;
- Phương pháp quy hoạch thực nghiệm:
 - + Xây dựng hệ thống thí nghiệm và kế hoạch thực nghiệm
 - + Tiến hành thực nghiệm.
 - + Phân tích kết quả.

3. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

3.1. Ý nghĩa khoa học

- Ý nghĩa khoa học: Xác định được một số yếu tố hợp lý của thiết bị khuấy trộn trong quá trình làm việc.
- Ý nghĩa thực tiễn: Thiết kế máy khuấy trộn tự động, nâng cao chất lượng của dung dịch sản phẩm, góp phần nâng cao năng suất, chất lượng chi tiết và tuổi bền dụng cụ trong sản xuất tại đơn vị.

3.2. Ý nghĩa thực tiễn

- Ý nghĩa thực tiễn: Thiết kế máy khuấy trộn tự động, nâng cao chất lượng của dung dịch sản phẩm, góp phần nâng cao năng suất trong sản xuất;

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN

1. Nghiên cứu máy khuấy dung dịch

1.1. Nghiên cứu chung

Trộn được hiểu là bất kỳ hoạt động sử dụng để thay đổi một hệ thống không đồng nhất thành hệ thống đồng nhất. Một lượng vật chất có thể được gọi là đồng nhất khi khối lượng các thành phần là cố định trong toàn bộ hệ thống trộn. Trộn là một phần của một quá trình hóa học hay vật lý, chẳng hạn như pha trộn, nhũ tương hóa, truyền nhiệt và các phản ứng hóa học... [32].

Công nghệ khuấy trộn đã phát triển từ những năm 1950 với những nghiên cứu nổi của Uhl và Gray [36]. Trong 40 năm qua, những nghiên cứu về lĩnh vực này đã đóng góp vào sự phát triển của ngành công nghiệp hoá chất, công nghiệp thực phẩm, công nghiệp luyện kim, công nghiệp vật liệu xây dựng, công nghiệp hoá dược,...và trong đời sống hằng ngày.

Trộn có thể được phân loại theo các kết hợp khác nhau giữa các giai đoạn khí, lỏng và rắn, trộn chất lỏng-lỏng. Trộn lỏng-lỏng là một trong những khó khăn nhất và có ít nghiên cứu nhất. Về cơ bản, bất kỳ quá trình vật lý, hóa học đều có thể xảy ra trong quá trình trộn [20]. Bởi vì khuếch tán tự nhiên trong chất lỏng là chậm, máy khuấy cũng là lựa chọn phổ biến để phân tán chất lỏng và nhũ hóa lỏng vì chúng cải thiện độ khuếch tán. Tuy nhiên, có thể lãng phí một lượng lớn năng lượng đầu vào thông qua lựa chọn hệ thống không phù hợp [25]. Hơn nữa, sự hiểu biết không đầy đủ về pha trộn có thể dẫn đến chất lượng sản phẩm không mong muốn và tăng chi phí sản xuất. Thao tác trộn thường phức tạp, không chỉ yêu cầu hiểu các khía cạnh dòng chảy chất lỏng, mà còn xem xét các thiết bị cơ khí và yêu cầu năng lượng [21].

Quan sát định tính và định lượng, số liệu thực nghiệm, và yếu tố chế độ dòng chảy là cần thiết và cần được nhấn mạnh trong bất kỳ nghiên cứu thí điểm thử nghiệm trong quá trình trộn [37].

Công nghệ khuấy trộn chất lỏng-lỏng được chia thành 2 dạng: “miscible liquid-liquid mixing” và “immiscible liquid-liquid mixing” [40]. Dạng thứ nhất mô tả quá trình các chất lỏng có thể được trộn lẫn, được thực hiện cho nhiều mục đích: để điều chỉnh pH trong quá trình lên men, pha loãng độ nhớt trong và để pha trộn các thành phần; tránh sự phân tầng trong các thùng chứa. Trong pha trộn các chất lỏng có thể trộn lẫn, sự khuếch tán phân tử cũng góp phần vào sự đồng nhất cuối cùng của hệ thống được trộn. Dạng thứ hai đề cập đến sự phân tán của chất lỏng hoặc để hình thành nhũ tương [28]. Sự phân tán của chất lỏng – “immiscible liquid-liquid mixing” được dùng để trộn dung dịch có tính axit hoặc kiềm kết hợp với các chất lỏng hữu cơ [22]. Những hiện tượng này rất phức tạp và là một trong những quá trình khó khăn nhất trong một số ngành công nghiệp [24].

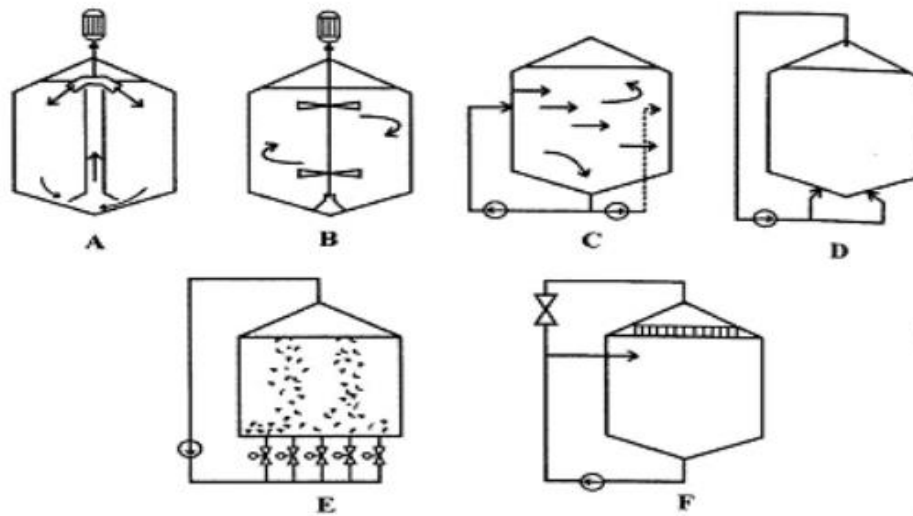
Mục đích của quá trình khuấy trộn:

1. Tạo ra các hệ đồng nhất từ các thể tích lỏng và lỏng, khí và rắn có tính chất thành phần khác nhau : dung dịch, nhũ tương, huyền phù, hệ bột,...;
2. Tăng cường quá trình trao đổi nhiệt;
3. Tăng cường quá trình trao đổi chất bao gồm quá trình chuyển khối và quá trình hoá học.

Phân loại máy khuấy trộn dung dịch:

Theo nghiên cứu của McCabe các cộng sự (2001), khuấy trộn dung dịch có thể chia thành các dạng khuấy:

- Khuấy cơ khí (xoay, rung);
- Khuấy trộn thủy lực;
- Khuấy trộn khí nén;
- Khuấy trộn đường ống (dòng chảy hỗn loạn, máy trộn tĩnh).



Hình 1.1. Các phương pháp khuấy dung dịch

- A. Khuấy cơ khí sử dụng tua-bin; B. Khuấy cơ khí sử dụng cánh;
 C. Khuấy thủy lực; D. Khuấy khí nén; E. Khuấy khí nén điều chỉnh tự
 động; F. Khuấy thủy lực phun chất chống tạo bọt

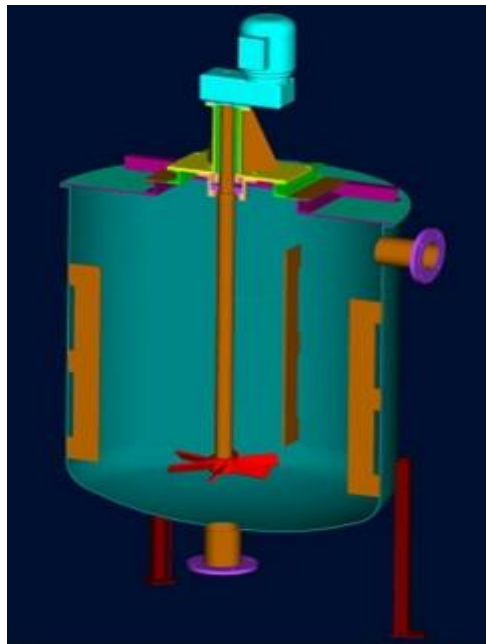
Nguồn: McCabe và các cộng sự (2001)

Trộn lỏng-lỏng là một quá trình quan trọng trong các ngành công nghiệp thường được thực hiện trong các hệ thống khuấy trộn cơ học. Hiệu suất trộn lỏng-lỏng trong buồng khuấy có thể được đánh giá bằng nhiều thông số khác nhau, cụ thể là tốc độ khuấy trộn, thời gian trộn, thời gian lưu thông, mức tiêu thụ điện, vỡ và kết tụ, diện tích giao thoa và đảo pha. Các tham số đầu vào như loại cánh quạt, số công suất, mô hình dòng chảy, số lượng cánh quạt và phân khối lượng pha phân tán, ngoài các tính chất vật lý của các pha như độ nhớt và mật độ cũng được xem xét [34].

Trong số các loại máy khuấy, máy khuấy cơ khí được sử dụng rộng rãi hơn cả vì có thể điều chỉnh tốc độ khuấy theo ý muốn, thời gian khuấy ngắn, dung tích bể nhỏ và dễ chế tạo, trong giới hạn lĩnh vực nghiên cứu, đề tài tập trung nghiên cứu về máy khuấy trộn cơ khí.

Máy khuấy trộn cơ khí nói chung là loại thiết bị có cánh khuấy dạng cánh quạt, tuabin... Trên một trục có thể lắp hơn một bộ cánh. Máy trộn

cơ khí thường được xây dựng với một trục thẳng đứng điều khiển bởi một bộ giảm tốc độ và động cơ điện. Máy khuấy cơ khí dùng năng lượng của cánh khuấy chuyển động trong nước tạo ra sự xáo trộn dòng chảy. Năng lượng của cánh khuấy phụ thuộc vào đường kính cánh và tốc độ chuyển động của cánh. Điều chỉnh tốc độ quay của cánh sẽ điều chỉnh được năng lượng tiêu hao và cường độ khuấy. Năng lượng cánh khuấy tạo ra dòng chảy rối, từ đó tăng độ đồng nhất của dung dịch trong buồng khuấy. Cánh khuấy được cấu tạo theo nhiều kiểu khác nhau tùy thuộc vào mục đích khuấy trộn.



Hình 1.2. Máy khuấy cơ khí

1.2. Đặc tính của quá trình khuấy trộn

1.2.1. Chế độ động học khi khuấy - trộn

Để cơ cấu khuấy có thể quay ở tốc độ mong muốn, ta cần cung cấp năng lượng để khắc phục các trở lực của dung dịch. Các nghiên cứu lý thuyết cũng như thực nghiệm cho thấy công suất cung cấp cho cơ cấu khuấy phụ thuộc chủ yếu vào:

- Loại cơ cấu khuấy;
- Vận tốc quay của cơ cấu khuấy;

- Các tính chất lưu biến của dung dịch;
- Các đặc điểm hình học của thùng chứa.

Một số nghiên cứu [17], [29] cho thấy: Công suất là một trong những yếu tố quyết định trong việc lựa chọn cánh khuấy. Công suất cũng liên quan đến một số nhóm không thứ nguyên như chuẩn số Reynold và chuẩn số Froude cũng như các thông số hình học khác để đạt được hiệu quả kinh tế. Lựa chọn cánh quạt phụ thuộc vào một số yếu tố, chẳng hạn như độ nhớt của chất lỏng, điều kiện vận hành và chế độ dòng chảy hệ thống

Bằng phương pháp phân tích thứ nguyên các số liệu thu thập được, người ta thấy có mối quan hệ giữa các đại lượng sau

$$+ \text{Chuẩn số Reynolds : } \mathbf{Re} = \frac{d^2 N \rho}{\mu} \quad (1.1)$$

$$+ \text{Chuẩn số Froude : } \mathbf{Fr} = \frac{N^2 d}{g} \quad (1.2)$$

$$+ \text{Chỉ số công suất } \mathbf{Po} : \mathbf{Po} = \frac{P}{N^3 d^5 \rho} \quad (1.3)$$

Trong đó:

Re: Chuẩn số đặc trưng cho chế độ chuyển động của dòng chảy khi khuấy trộn;

Fr : Hệ số Froude thể hiện tác động của trọng trường;

Po: Hệ số công suất đặc trưng cho công suất khuấy trộn;

P: là công suất khuấy trộn, kw;

N: Tốc độ quay của động cơ, s⁻¹;

d: Đường kính của cánh khuấy, m;

g: là gia tốc trọng trường, m/s²;

ρ: Khối lượng riêng của dung dịch, kg/m³;

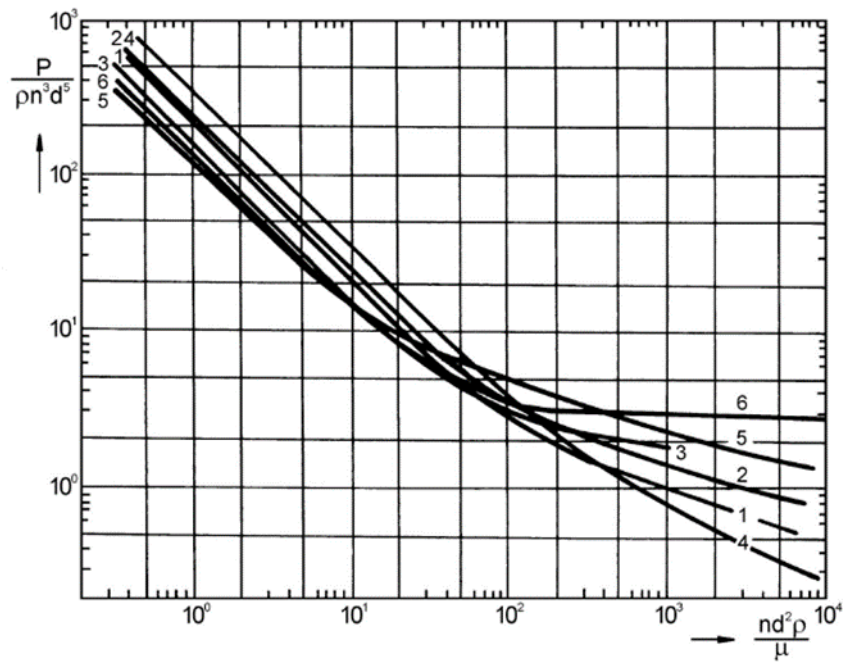
μ: Độ nhớt động lực, mPa.s (cst)

Trong cơ học chất lỏng, Chuẩn số Reynolds là một giá trị không thứ nguyên biểu thị độ lớn tương đối giữa ảnh hưởng gây bởi lực quán tính và lực ma sát trong (tính nhớt) lên dòng chảy.

Chế độ chảy của nguyên liệu trong thiết bị khuấy - trộn được chia thành ba miền tương ứng với giá trị của chuẩn số Reynold.

- Chảy theo dòng: $0 \leq R_{ek} \leq 10$
- Chảy quá độ: $10 \leq R_{ek} \leq 10^3$
- Chảy xoáy rối: $10^3 \leq R_{ek} \leq 10^7$

Mối liên hệ giữa chuẩn số Reynolds và hệ số công suất P_0



Hình 1.3. Mối quan hệ giữa P_0 và R_e của một số loại cánh khuấy [24]

1. Rushton Turbine; 2. Turbine backswept 6 cánh; 3. Turbine cánh nghiêng 6 cánh; 4. Tuabine 3 cánh; 5. Cánh quạt;

6a, b. Cánh cắt ứng suất cao

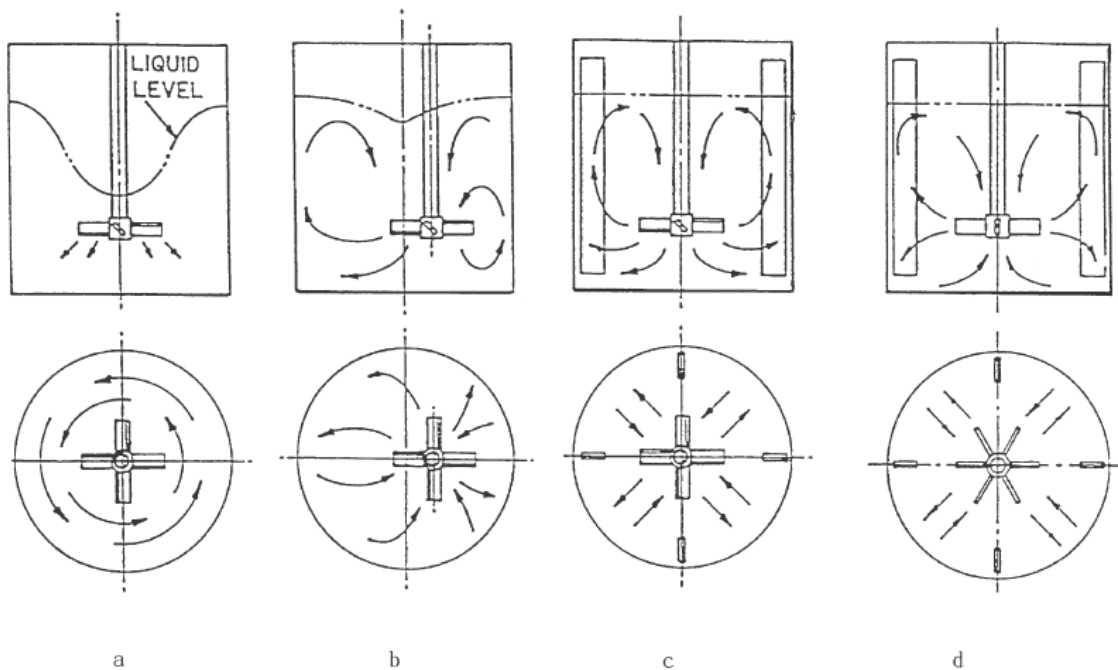
1.2.2. Chuyển động của dòng chảy trong máy khuấy trộn

Hướng chuyển động tiếp tuyến: Chất lỏng ở thùng chứa có chuyển động phù hợp với quỹ đạo chuyển động của cánh khuấy. Sự khuấy trộn chất lỏng

đọc trục không đáng kể; khuấy trộn xảy ra vì xoáy, phát sinh theo đường viền của cánh. Chất lượng khuấy trộn không cao. Chảy tiếp tuyến là đặc tính riêng của máy khuấy có cánh thẳng đứng và tốc độ quay chậm, trong đó không phát sinh dòng hướng tâm do lực ly tâm tạo ra.

Hướng chuyển động hướng tâm: Chất lỏng ở trong thùng chứa được chuyển động từ cánh khuấy hướng vào tâm. Để đảm bảo cho chất lỏng chảy hướng tâm cần phải để cho lực ly tâm lớn hơn lực chảy vòng của chất lỏng.

Hướng chuyển động hướng trục: Chất lỏng trong thùng chứa đi vào và ở cánh khuấy chảy ra song song với trục [40]



Hình 1.4. Hướng chuyển động của dòng chảy trong máy khuấy [37]

(a) Cánh quạt hướng trục hoặc hướng tâm không có vách ngăn

(b) Vị trí ngoài trung tâm làm giảm dòng xoáy.

(c) Cánh quạt hướng trục có vách ngăn

(d) Cánh quạt hướng tâm có vách ngăn.

1.2.3. Thời gian khuấy trộn

Thời gian trộn là một trong những thông số quan trọng nhất trong trộn chất lỏng-lỏng vì nó cũng là thời gian cần thiết để có được một mức độ đồng nhất mong muốn trong bể trộn [25], [28]. Đường kính cánh khuấy, đường kính bể trộn, độ nhớt chất lỏng... là các thông số hiệu quả để xác định thời gian trộn [23], [26]. Patwardhan và Joshi [29] cũng xác định thời gian trộn với khoảng 40 dạng cánh khuấy dòng chảy hướng trục. Các cánh bơm được thay đổi trong góc, xoắn, chiều rộng, đường kính, vị trí và hướng bơm. Kết quả cho thấy việc sử dụng cánh turbine nghiêng dẫn đến thời gian trộn ngắn nhất. Xác định thời gian trộn bởi Zhao và các cộng sự [39] trong một hệ thống dầu và nước cho thấy sự gia tăng trong thời gian trộn bởi vì dầu nhẹ hơn nước do đó nó có xu hướng kết hợp lại và ở lại trên bề mặt, dẫn đến sự phân tán kém của dầu và tăng thời gian trộn. Nghiên cứu thời gian trộn cho chất lỏng sau hàng loạt các thí nghiệm của Van de Vusse và các cộng sự [38] đã chỉ ra rằng trong khu vực dòng chảy hỗn loạn, thời gian trộn có liên quan trực tiếp đến công suất bơm của bánh công tác.

Pip và các cộng sự [32] đề nghị các mối tương quan sau đây để tính toán thời gian khuấy trộn:

$$t_m = 5.91 \cdot d_v^{2/3} \left(\frac{\rho \cdot V}{P} \right)^{1/3} \left(\frac{d_v}{d} \right)^{1/3} \quad (1.4)$$

Trong đó:

d_v : là đường kính thùng trộn, m

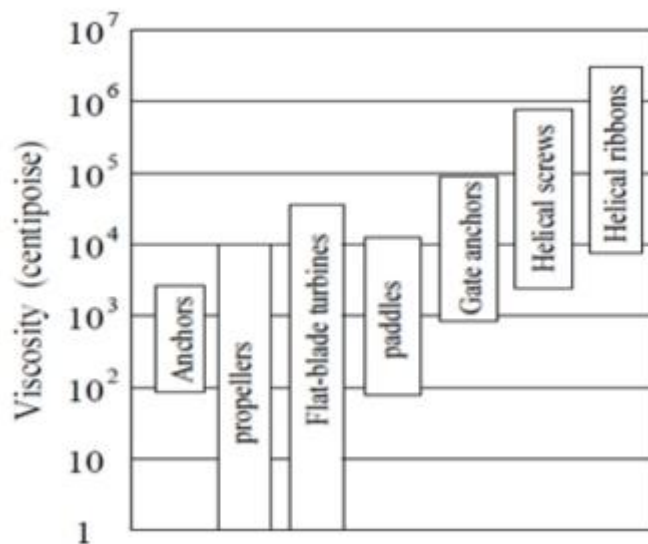
d : là đường kính cánh khuấy, m

V : là thể tích dung dịch, l

ρ : Khối lượng riêng của dung dịch, kg/m³;

1.2.4. Khối lượng riêng và độ nhớt chất lỏng

Bouwman và các cộng sự [17] nghiên cứu ảnh hưởng của khối lượng riêng và độ nhớt đến thời gian trộn khi chúng được trộn trong các điều kiện khác nhau (loại cánh, loại máy, và tốc độ của máy khuấy), cũng như vị trí của việc bổ sung chất lỏng với chất lỏng thứ hai trong buồng trộn. Họ nhận thấy rằng khi một chất lỏng thêm vào nhẹ hơn khối chất lỏng đã có trong buồng trộn, sẽ tạo ra hiệu thời gian trộn cần nhiều hơn, tốc độ khuấy thấp hơn. Khi chất lỏng được thêm vị trí gần cánh, thời gian trộn không khác biệt. Và quá trình nghiên cứu đã chỉ ra được mối quan hệ giữa độ nhớt của chất lỏng và dạng cánh khuấy trộn (hình 1.5).



Hình 1.5. Mối quan hệ giữa độ nhớt chất lỏng và dạng cánh trộn [14]

1.2.5. Độ đồng nhất

Cokolob I. A [1] đã đề xuất phương trình động học của quá trình trộn dưới dạng:

$$V_C = f_1(t) + f_2(t); \quad (1.5)$$

Trong đó:

V_C - Độ trộn không đều của hỗn hợp;

$f_1(t)$ - Hàm đặc trưng cho quá trình trộn thuận;

$f_2(t)$ - Hàm đặc trưng cho quá trình trộn ngược.

Một số tác giả khác cũng đã có những nhận xét tương tự như vậy, coi quá trình trộn là sự thay đổi mật độ C_i của thành phần hỗn hợp, đã thành lập mối quan hệ giữa tốc độ quá trình trộn với sự thay đổi mật độ C_i trong một đơn vị thời gian tính theo công thức:

$$V = \frac{dC_i}{dt} = \frac{df_1(t)}{dt} + \frac{df_2(t)}{dt} \quad (1.6)$$

- Mô hình toán của Раскатова E.A biểu thị chất lượng trộn trên cơ sở nghiên cứu máy khuấy trộn kiểu cánh gạt:

$$V_c = A(\omega t)^{-B} + D \lg(\omega t) = f\left(\frac{l_1}{l}, \frac{\gamma_1}{\gamma}, \frac{g}{l\omega^2}, \varphi, \omega t\right) \quad (1.7)$$

Trong đó:

A, B, D - là hàm của các đại lượng không thứ nguyên;

l_1, l - kích thước của các thành phần, l

γ_1, γ - mật độ các thành phần;

g - gia tốc trọng trường, m/s²;

ω - vận tốc góc; rad.s⁻¹

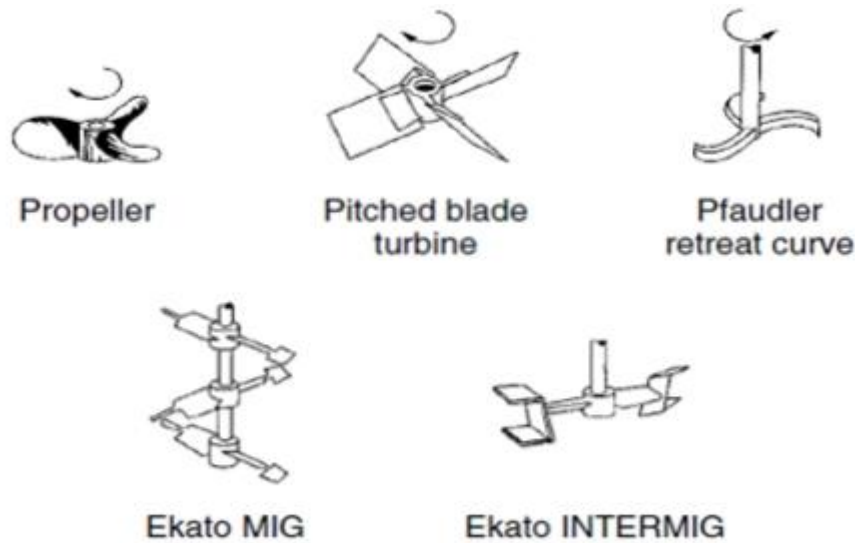
φ - hệ số chứa của thùng máy trộn;

t - thời gian trộn, s

1.2.6. Nghiên cứu cơ bản về cánh khuấy

Một số nghiên cứu về cánh khuấy [24], [32], [35] cho thấy

* Cánh dòng chảy hướng trục (Axial Flow Impellers)



Hình 1.6. Dạng cánh khuấy dòng chảy hướng trục [30]

Dạng cánh quạt (marine propeller): Đây là kiểu cánh đã được thiết kế có từ lâu đời, được sử dụng trong các bể khuấy nhỏ để khuấy trộn chất rắn, chất huyền phù hoặc dùng trong quá trình truyền nhiệt. Do thường được chế tạo bằng phương pháp đúc, cho nên cánh rất nặng khi có kích thước lớn.

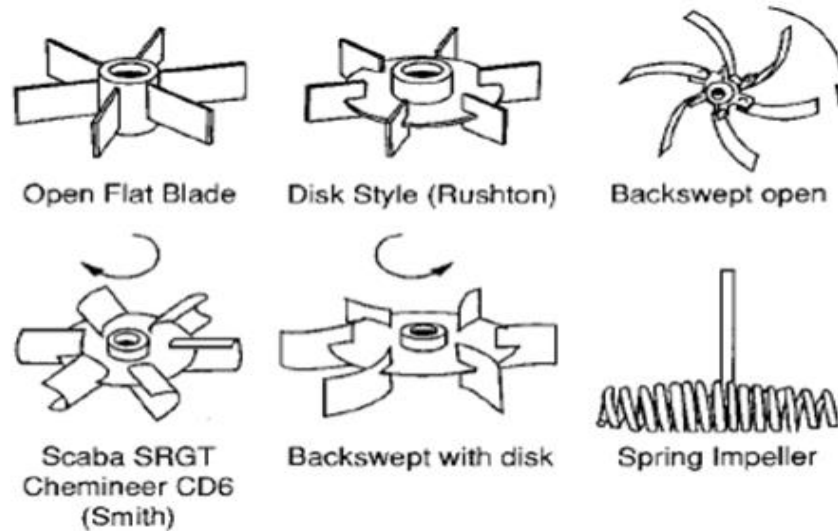
Dạng tuabin cánh nghiêng (pitched blade turbine): Thiết kế bao gồm nhiều cánh gắn đối xứng trên trục bằng vít hoặc mối hàn. Loại này có trọng lượng nhỏ hơn dạng cánh quạt có cùng đường kính. Cánh có thể tạo ra góc bất kỳ với trục từ 10° đến 90° . Khi hoạt động, cánh tạo ra dòng chảy hỗn hợp dọc trục và xuyên tâm, tốc độ khuấy chậm từ $20 \div 100$ vòng/phút. Dạng cánh này phù hợp với khuấy trộn dung dịch có độ nhớt trung bình

Dạng cánh lưỡi lẹm (retreat blade impeller): Dạng cánh khuấy này được phát triển bởi Công ty Pfaudler, đặc biệt sử dụng cho các lò phản ứng tạo lớp thủy tinh lót dùng để chứa chất lỏng ăn mòn cao.

Dạng cánh 2 lưỡi (Mig and Intermig): Đây là sản phẩm được phát triển bởi công ty Ekato, cánh khuấy gồm hai lưỡi cánh đặt dọc trục, có 2 dạng: Mig và Intermig, Thiết kế này chủ yếu là cho các chất lỏng có độ nhớt cao, có tỉ lệ đường kính cánh khuấy / đường kính thùng cao ($D / T > 0,7$). Phần lưỡi ngoài

của Intermig có hai phần so le được thiết kế để dòng chảy trực rõ ràng hơn và một số điện năng tiêu thụ thấp hơn. Loại Mig được sử dụng cho máy khuấy cho tỷ lệ chiều cao chất lỏng / đường kính thùng cao ($H / T = 1$), 2 loại cánh này đặc biệt thích hợp trong khuấy các chất kết tinh với lưu lượng thấp.

* Cánh dòng chảy hướng tâm



Hình 1.7. Dạng cánh khuấy dòng chảy hướng tâm [30]

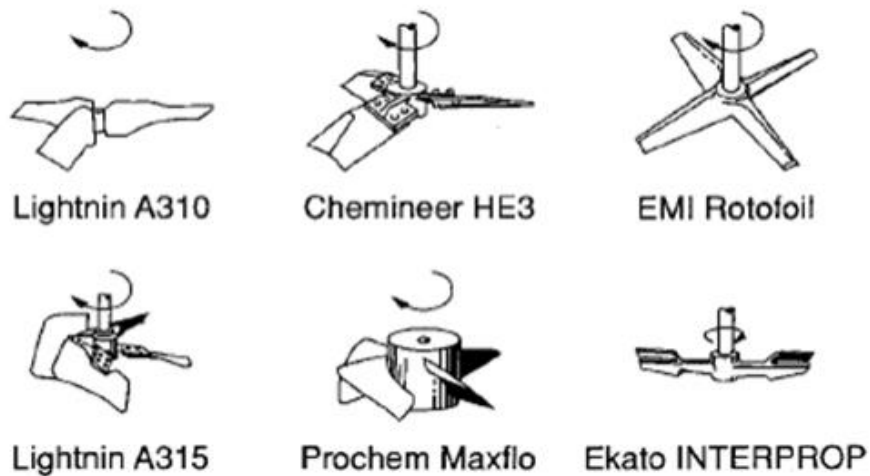
Giống như dạng cánh bơm tuabin dòng chảy dọc trục, cánh khuấy dòng chảy hướng tâm thường được sử dụng cho chất lỏng có độ nhớt thấp và trung bình. Mặc dù chúng có thể được sử dụng cho bất kỳ loại khuấy trộn đơn hoặc đa pha, nhưng hiệu quả nhất khi khuấy dạng khí - lỏng và lỏng-lỏng. So với dạng cánh khuấy dòng chảy dọc trục, chúng cung cấp mức độ xáo trộn cao hơn với công suất thấp hơn.

Cánh dòng chảy hướng tâm có dạng đĩa (tuabin Rushton) có thể có lưỡi phẳng hoặc cong (tuabin backswept). Loại tuabin Rushton cung cấp dòng chảy xuyên tâm đồng đều hơn so với dạng cánh Backswept. Tuabin Rushton được xây dựng với sáu cánh thẳng đứng trên đĩa. Kích thước tương đối chuẩn của chiều dài cánh là $D/4$, của chiều rộng lưỡi là $D/5$, và đường kính đĩa từ $(0,66 \div 0,75) D$. Tuabin backswept có sáu lưỡi cong với hệ số công suất thấp hơn so với các tuabin Rushton 20%. Các backswept chống sự tích tụ vật liệu

trên lưỡi. Nó cũng ít bị xói mòn nên được ứng dụng trong công nghiệp xử lý chất thải nói chung và xử lý chất xơ trong các ngành công nghiệp giấy và bột giấy.

* Cánh thủy lực (Hydrofoil Impellers):

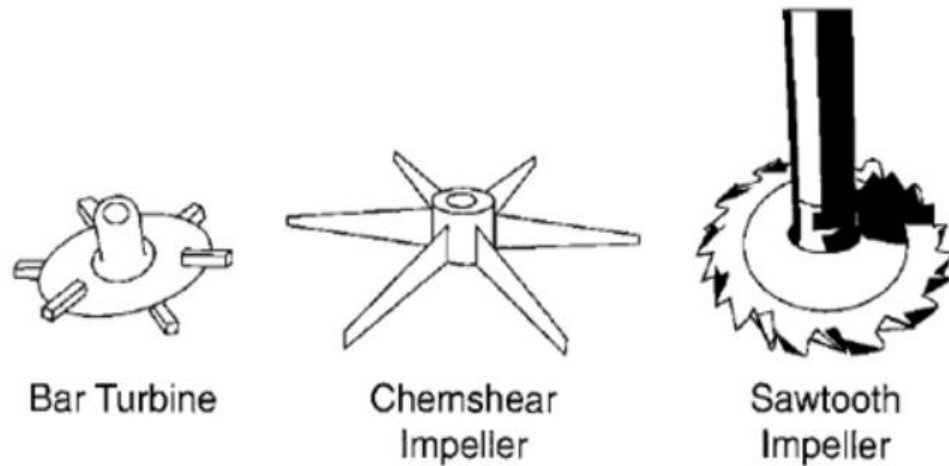
Cánh ngầm có ba hoặc bốn lưỡi xoắn nhọn và đôi khi đầu cánh được mép tròn. Dạng cánh này có hệ số công suất thấp, dòng chảy mạnh, tiêu thụ điện năng thấp hơn so với tuabin cánh nghiêng. Các dòng chảy mạnh hơn theo hướng bơm nhưng dòng chảy xoáy của cánh không mạnh mẽ như dạng cánh tuabin hướng chảy dọc trục. Lightnin A310, Chemineer HE3 và EMI Rotofoil là những dạng cánh rất hiệu quả trong công nghệ khuấy trộn chất lỏng và chất rắn. A315 Lightnin và Prochem Maxflo có hiệu quả cho sự phân tán khí trong hệ thống khuấy trộn lỏng - rắn.



Hình 1.8. Dạng cánh thủy lực [30]

* Cánh cắt (High-Shear Impellers)

Cánh cắt vận hành ở tốc độ cao và được sử dụng cho việc bổ sung giai đoạn thứ hai (ví dụ, khí, lỏng, rắn, bột) vào nghiền, tán bột màu. Trong những dạng cánh cắt phổ biến, dạng Sawtooth hoạt động ở tốc độ cao nhất, và cũng tạo lên sự rối loạn trong dung dịch là nhiều nhất



Hình 1.9. Dạng cánh cắt [30]

1.2.7. Vị trí đặt cánh khuấy

Nghiên cứu về vị trí đặt cánh khuấy nhằm để cánh chịu một lực cản nhỏ nhất cho phép khi chuyển động. Để thực hiện được điều đó, cánh trộn có hình dạng để áp suất biến thiên dọc theo cánh, sao cho nơi mà áp suất tăng, sự biến thiên phải xảy ra chậm.

Góc nghiêng tạo bởi bề mặt cánh và trục nằm ngang thông thường lấy khoảng $40 \div 50^\circ$ đảm bảo cho lực nâng cánh F_x bằng không; khi đó lực cản chuyển động của cánh và dung dịch tỉ lệ với $\rho \cdot v^2$. Trong đó ρ là khối lượng riêng của dung chất. Nếu tính đến độ dài của cánh trộn l , ta có thể viết:

$$F_y = A \cdot \rho \cdot v^2 \cdot \alpha \cdot l_x \cdot l_y \cdot l_z \quad (1.8)$$

Hằng số A được xác định bằng thực nghiệm, nó phụ thuộc vào góc α .

Với loại cánh trộn có chiều dài rất lớn, khi đó lực nâng tỉ lệ với chiều dài và hằng số A chỉ phụ thuộc vào dạng của profin tiết diện ngang của cánh.

Trong cơ học, nhiều tác giả dùng hệ số nâng cánh theo công thức sau:

$$C_y = \frac{F_y}{\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot l_x \cdot l_z} \quad (1.9)$$

Loại cánh trộn dài, hệ số nâng tỉ lệ với góc α , không phụ thuộc vào vận tốc chuyển động:

$$C_{\gamma} = A.\alpha \quad (1.10)$$

1.3. Đặc điểm dung dịch trơn nguội Caltex Aquatex 3180

Dung dịch là dầu pha đa dụng được sản xuất từ dầu gốc đặc biệt, tác nhân liên kết và các chất nhũ hoá ở mức cao tạo ra một hệ nhũ rất bền ngay cả với nước tương đối cứng và ở nồng độ dung dịch cao. Có tính năng tẩy rửa và dung lượng kiềm cao, ít tạo bọt, cùng với chất diệt khuẩn giúp chống nhiều loại vi sinh vật thường có trong các bể chứa dung dịch.

Ứng dụng dung dịch trơn nguội Caltex Aquatex 3180

- Các công đoạn gia công nhẹ như khoan, bào, phay, cưa và tiện trên các loại thép cac - bon và thép hợp kim khác nhau từ mềm đến vừa, đặc biệt khi sử dụng mũi cắt các – bít.

- Được chỉ định sử dụng cho các công đoạn mài mà thường cần có một dung dịch nhũ rất sạch để lắng nhanh các hạt kim loại.

- Các dung dịch cắt gọt kim loại có chứa nước như các dung dịch nhũ dầu không bao giờ được dùng cho gia công ma -giê vì có thể gây cháy hoặc nổ. Sản phẩm của Caltex được khuyến nghị để gia công những kim loại này là Almag Oil.

Pha trộn dung dịch trơn nguội Caltex Aquatex 3180

- Caltex Aquatex 3180 khi pha trộn với nước tạo nên dung dịch nhũ trắng sữa. Có thể sử dụng với nước có độ cứng toàn phần đến 200mg/l. Luôn luôn pha dầu vào nước (không làm ngược lại);

- Nồng độ phần trăm khi pha trộn. Đối với gia công cắt gọt thông thường: 5 - 10%; đối với mài: 5%; Độ nhớt của hỗn hợp là 29,4 mPa.s.

Ưu điểm dịch trơn nguội Caltex Aquatex 3180

- Gia công cắt gọt và mài hiệu quả:

Hàm lượng chất tẩy rửa cao giúp ngăn chặn phoi và hạt vụn bám lên đĩa mài, đồng thời giúp tẩy sạch và lắng các hạt phoi gia công. Do ít tạo bọt nên rất thuận lợi cho các công đoạn gia công trên máy có tốc độ cao.

- Độ chính xác và độ bóng bề mặt cao

Đặc tính làm mát và bôi trơn rất tốt của dung dịch nhũ giúp hạ nhiệt ở vùng cắt gọt, giảm ma sát giữa dụng cụ cắt và chi tiết gia công giúp đạt độ chính xác về kích thước cũng như chất lượng bề mặt gia công cao. Hàm lượng chất tẩy rửa cao giúp đĩa mài làm việc dễ dàng và đạt được sự hoàn thiện bề mặt tuyệt hảo.

- Giảm chi phí bảo trì

Hàm lượng chất tẩy rửa cao giúp làm sạch và lắng bụi mài, kéo dài tuổi thọ đĩa mài. Thành phần dầu gốc trong nhũ được chọn lọc để bảo vệ chống rỉ hữu hiệu cho máy và chi tiết. Hàm lượng kiềm cao cho phép trung hoà lượng axit gia tăng trong quá trình sử dụng.

- Kéo dài thời gian sử dụng của dung dịch

Sự phối trộn hợp lý dầu gốc, chất nhũ hoá và các tác nhân liên kết giúp tạo nên hệ nhũ ổn định và bền trong thời gian dài. Dung lượng kiềm cao giúp cải thiện khả năng chống xuống cấp nhũ do vi khuẩn. Thành phần diệt khuẩn hữu hiệu cho phép chống vi sinh vật.

Nhận xét

Dung dịch Caltex Aquatex 3180 sau khi pha với tỉ lệ 5% với nước, có độ nhớt của hỗn hợp là 29,4 cts (29,4 mPa.s). Kết quả nghiên cứu trên hình 1.5 cho thấy, độ nhớt này phù hợp với lựa chọn kiểu máy khuấy cơ khí dạng cánh quạt hoặc turbine cánh, tuy nhiên, phân tích tại mục 1.1.6 chỉ ra thiết kế dạng turbine cánh đơn giản hơn, nhẹ hơn loại cánh quạt có cùng kích thước đường kính, phù hợp với quá trình khuấy trộn dung dịch có độ nhớt trung bình, mặt khác, kết luận tại mục 1.1.3 cho thấy, thiết kế này phù hợp với khuấy trộn dung dịch dầu và nước và cho thời gian khuấy trộn nhỏ, từ đó dẫn đến công suất tiêu thụ nhỏ, giảm chi phí sản xuất.

Turbine cánh có thể có dạng 6 cánh hoặc 3 cánh, tuy nhiên dạng 3 cánh có hệ số công suất nhỏ hơn với chất lỏng có cùng độ nhớt (hình 1.3)

1.4. Nghiên cứu thiết kế máy khuấy dung dịch

Nghiên cứu trên thế giới về máy trộn đã có từ hơn nửa thế kỷ, các công ty về thiết bị khuấy nổi tiếng như Mixtec Philadelphia, công ty Barnart... đã giới thiệu rất nhiều sản phẩm máy trộn đa dạng với nhiều dòng sản phẩm cho các lĩnh vực khác nhau, các thiết kế này cơ bản cũng dựa trên các kết quả nghiên cứu về máy khuấy trộn lỏng – lỏng, đồng thời có những thông tin khác biệt về thiết kế máy dựa vào các kết quả nghiên cứu chuyên biệt cho những mục đích, vật liệu và điều kiện khuấy trộn khác nhau.

Ở Việt Nam, đã có những nghiên cứu về máy trộn, nhưng vẫn đang tập trung cho lĩnh vực công nghệ trộn chất rắn trong lĩnh vực công nghiệp xây dựng, công nghệ chế biến thức ăn chăn nuôi, nghiên cứu về trộn chất lỏng – lỏng trong lĩnh vực hóa chất hiện nay còn đang bỏ ngỏ [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [14]. Các thiết kế, vận hành đang sử dụng phần lớn trong các phòng thí nghiệm tại các trường Đại học hoặc Viện nghiên cứu mà chưa có công bố áp dụng cụ thể vào thực tế.

Đề tài tập trung nghiên cứu thực nghiệm về máy khuấy cơ khí Turbine 3 cánh, dựa trên các kết quả nghiên cứu đã có trên thế giới về thời gian trộn, công suất trộn, chế độ động học của máy trộn thông qua hệ số Re, đồng thời tiếp tục thực nghiệm về tốc độ quay của trục chính n , góc nghiêng cánh α , khe hở giữa cánh khuấy và đáy thùng h , từ đó chế tạo máy khuấy dung dịch Caltex Aquatex 3180, ứng dụng tại Nhà máy công ty TNHH MTV Cơ khí hóa 13 tại Tuyên Quang. Hiện nay trên thị trường có bán các thiết bị khuấy trộn nhưng với giá thành cao, kết cấu, tính năng và thông số công nghệ có sẵn và bí mật nên không phù hợp với điều kiện sản xuất riêng của đơn vị. Việc chế tạo một thiết bị khuấy trộn theo các tiêu chuẩn phù hợp sẽ giúp chủ động về kết cấu, năng suất, thiết lập thông số công nghệ và giảm đáng kể về giá thành.

Kết luận chương 1

1. Nghiên cứu, thiết kế máy khuấy dung dịch là một lĩnh vực nghiên cứu mới tại Việt Nam và phù hợp với yêu cầu của thực tế;

2. Thiết kế máy khuấy cơ khí dạng turbine 3 cánh phù hợp để khuấy trộn dung dịch Caltex Aquatex 3180 sau khi pha với tỉ lệ 5% với nước, có độ nhớt là 29,4 cts (29,4 mPa.s) nhằm đạt được độ đồng nhất trên 95% với thời gian trộn ngắn và công suất thấp (mục 1.1.1; 1.1.3; 1.1.6);

3. Thông số về thời gian trộn, công suất trộn, chế độ động học của máy trộn thông qua hệ số Re, góc nghiêng của cánh của máy khuấy sẽ được tính toán, lựa chọn thiết kế trong chương 3, các thí nghiệm trong chương 4 sẽ chỉ ra các thông số phù hợp được nhằm đạt được mục đích nghiên cứu. Những kết luận và kiến nghị sẽ được đưa ra trong phần cuối của báo cáo đề tài.

Chương 2

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Cơ sở lý thuyết của quá trình khuấy

Trong công nghệ khuấy trộn hóa chất, nguyên liệu được chuyển động trong điều kiện có tác dụng của cánh trộn, về mặt cấu trúc vật lý có thể xem như quá trình khuấy chất rắn - lỏng, rắn - khí, hoặc lỏng - lỏng. Trường hợp cuối cùng được gọi là dòng lưu chất hai pha.

Dòng hai pha thường gặp trong tự nhiên. Trong kỹ thuật, dòng hai pha được ứng dụng ở thiết bị trao đổi nhiệt, thiết bị hóa chất, công nghệ chế biến thực phẩm, chế biến thức ăn chăn nuôi v.v... Cụm từ hai pha dùng để biểu diễn khối lưu chất cùng cấu trúc vật lý. Trong dòng hai pha, các pha khác nhau có sự tương tác lẫn nhau, làm thay đổi hình dạng mặt phân cách, chuyển từ dạng dòng chảy này sang dòng chảy khác, vì vậy dòng chảy hai pha thường được phân ra chế độ dòng khác nhau với phương pháp nghiên cứu khác nhau.

Động lực học dòng hai pha, khả năng chuyển pha là những hiện tượng rất phức tạp (vị trí phân cách, điều kiện vách phức tạp v.v...). Thuật ngữ truyền thống được dùng để phân loại dòng hai pha là “kiểu dòng chảy” với chế độ thay đổi theo thời gian

2.1.1. Ảnh hưởng của quá trình khuấy trộn đến quá trình chuyển khối của dòng hai pha

Sự chuyển khối (nói chung) xảy ra giữa hai pha đứng yên hoặc giữa hai pha chuyển động, quá trình khuấy trộn sẽ làm cho hai pha chuyển động tương đối với nhau.

Theo [1] phương trình chuyển khối như sau:

$$J_A = k (C_1 - C_2) \quad (2.1)$$

Trong đó:

- J_A là khối lượng chất A khuếch tán từ pha 1 sang pha 2 trên một đơn vị diện tích trong đơn vị thời gian;

- C_1, C_2 là nồng độ chất A ;
- k là hệ số thực nghiệm.

Dùng công thức chuẩn số Nuxen trong trường hợp vật liệu rời 2 pha:

$$N_{uQ} = C \cdot R_{ek}^a \cdot \rho_{rQ}^b \quad (2.2)$$

Trong đó:

- Hằng số C, số mũ a, b xác định bằng thực nghiệm phụ thuộc vào cánh trộn, thông số hình học, chế độ chuyển động;
- R_{ek} : Chuẩn số Reynold;
- R_{rQ} : Chuẩn số Prandtl.

$$Pr_{rQ} = \frac{\mu}{\rho_e D_Q}$$

Trong đó

- μ : độ nhớt động lực, kg/m.s;
- ρ_e : khối lượng riêng của vật liệu, kg/m³.

Nếu gọi D_Q là hệ số khuếch tán phân tử ta có chuẩn số Nuxen khuếch tán N_{uQ} :

$$N_{uQ} = \frac{K_A D_k}{D_Q} \quad (2.3)$$

- D_k là đường kính cơ cấu khuấy;
- K_A là hệ số tỉ lệ.

Như vậy:

$$\frac{K_A \cdot D_k}{D_Q} = C \left(\frac{\rho \cdot n \cdot D_k^2}{\mu} \right)^a \left(\frac{\mu}{\rho_e \cdot D_Q} \right)^b$$

Để nghiên cứu dòng vật liệu rời, cần xem xét lực tác dụng lên chúng.

Vật liệu rời chịu tác dụng bởi những lực sau:

- + Lực bề mặt, bao gồm: áp lực, lực ma sát, phản lực từ thành tác dụng lên cánh đảo, trộn v.v...;
- + Lực khối: trọng lực, lực quán tính.

Khi giải một bài toán về dòng chuyển động vật liệu rời, cần áp dụng nguyên lý cơ bản của cơ học, vật lý học.

- Nguyên lý bảo toàn khối lượng;
- Nguyên lý bảo toàn động lượng và moment động lượng;
- Nguyên lý bảo toàn năng lượng.

Với một phần tử vật liệu có thể biểu diễn:

$\rho(x, y, z, t)$ - khối lượng riêng;

$p(x, y, z, t)$ - áp suất;

$\tau(x, y, z, t)$ - nhiệt độ;

$v(x, y, z, t)$ - vận tốc.

Thường kí hiệu p là áp suất, đạo hàm theo x là $\partial p / \partial x$.

+ Nguyên lý bảo toàn khối lượng.

Lượng gia tăng khối lượng trong phần tử vật liệu = khối lượng thực tế được nhận vào phần tử vật liệu.

Lượng gia tăng khối lượng trong phần tử vật liệu được biểu diễn

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \cdot \delta x \cdot \delta y \cdot \delta z) = \frac{\partial \rho}{\partial t} \delta x \delta y \delta z \quad (2.4)$$

+ Phương trình bảo toàn động lượng.

Lượng biến đổi động lượng của phần tử vật liệu với cạnh δ_x , δ_y , δ_z sẽ là:

$$\rho \cdot \frac{Du}{Dt} \delta x \cdot \delta y \cdot \delta z; \quad \rho \cdot \frac{Dv}{Dt} \delta x \cdot \delta y \cdot \delta z; \quad \rho \cdot \frac{Dw}{Dt} \delta x \cdot \delta y \cdot \delta z \quad (2.5)$$

Lực tác dụng lên phần tử vật liệu gồm: lực bề mặt (áp lực ma sát) và lực khối (trọng lực, lực quán tính) theo các phương x , y và z

$$\rho \frac{Du}{Dt} = \frac{\partial(-p + \tau_{xx})}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z} + S_{Mx} \quad (2.6)$$

$$\rho \frac{Dv}{Dt} = \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial(-p + \tau_{yy})}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zy}}{\partial z} + S_{My} \quad (2.7)$$

$$\rho \frac{Dw}{Dt} = \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial(-p + \tau_{zz})}{\partial z} + S_{Mz} \quad (2.8)$$

Các thành phần S_{M_x} , S_{M_y} , S_{M_z} biểu diễn tác dụng của lực lên toàn khối (gọi là lực khối)

+ Phương trình năng lượng

Theo nguyên lý bảo toàn năng lượng ta có: lượng biến đổi năng lượng của phần tử vật liệu bằng tổng lượng nhiệt mà lưu chất tiếp nhận công do các lực bề mặt sinh ra trong quá trình trao đổi nhiệt, công do các lực tác dụng bề mặt sinh ra trong phần tử vật liệu và nguồn năng lượng S_Z phát sinh trong phần tử đó.

$$\rho \frac{DE}{Dt} = [div(pu)] + \left[\frac{\partial(u\tau_{xx})}{\partial x} + \frac{\partial(u\tau_{yx})}{\partial y} + \frac{\partial(u\tau_{zx})}{\partial z} + \frac{\partial(v\tau_{xy})}{\partial x} + \frac{\partial(v\tau_{yy})}{\partial y} + \frac{\partial(u\tau_{zy})}{\partial z} \right. \\ \left. + \frac{\partial(w\tau_{xz})}{\partial x} + \frac{\partial(w\tau_{yz})}{\partial y} + \frac{\partial(u\tau_{zz})}{\partial z} \right] + div[k.grad(T)] + S_E \quad (2.9)$$

Như vậy, đối với vật liệu rời nén được, phương trình trạng thái cho ta mối liên hệ giữa một bên là nội năng và bên kia là phương trình bảo toàn khối lượng, động lượng thông qua biến đổi khối lượng riêng.

Với vật liệu rời không nén được (vận tốc nhỏ) $\rho = \text{const}$, dòng lưu chất thường được giải quyết thông qua phương trình bảo toàn khối lượng, động lượng. Trường hợp liên quan đến trao đổi nhiệt, thì sử dụng phương trình năng lượng.

Các phương trình trên (2.6, 2.7) chưa xác định tính nhớt $\tau_{i,j}$ của vật liệu rời, vì vậy cần xác định thành phần ứng suất $\tau_{i,j}$.

- Theo giả thiết của Newton, thành phần τ_{xx} , τ_{yy} , τ_{zz} là hàm của biến dạng theo chiều dài của vật liệu.

$$\left. \begin{aligned} \tau_{xx} &= 2.\mu \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{2}{3} \mu .divu \\ \tau_{yy} &= 2.\mu \frac{\partial v}{\partial y} - \frac{2}{3} \mu .divu \\ \tau_{zz} &= 2.\mu \frac{\partial w}{\partial z} - \frac{2}{3} \mu .divu \end{aligned} \right\} \quad (2.10)$$

Nếu vận tốc biến dạng nhỏ, ứng suất ma sát được tính theo:

$$\left. \begin{aligned} \tau_{xy} = \tau_{yx} &= \mu \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right) \\ \tau_{yz} = \tau_{zy} &= \mu \left(\frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} \right) \\ \tau_{zx} = \tau_{xz} &= \mu \left(\frac{\partial w}{\partial z} + \frac{\partial u}{\partial x} \right) \end{aligned} \right\} \quad (2.11)$$

Thực hiện một số biến đổi, nhận được hệ phương trình Navie - Stockes

$$\left. \begin{aligned} \rho \frac{Du}{Dt} &= -\frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) + \frac{\mu}{3} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) + S_{Mx} \\ \rho \frac{Dv}{Dt} &= -\frac{\partial p}{\partial y} + \mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) + \frac{\mu}{3} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) + S_{My} \\ \rho \frac{Dw}{Dt} &= -\frac{\partial p}{\partial z} + \mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) + \frac{\mu}{3} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) + S_{Mz} \end{aligned} \right\} \quad (2.12)$$

Như vậy phương trình Navie-Stockes có thể viết dưới dạng thích hợp để sử dụng trong tính toán bằng phương pháp số:

$$\left. \begin{aligned} \rho \frac{Du}{Dt} &= -\frac{\partial p}{\partial x} + \text{div}(\mu.\text{gradu}) + S_{Mx} \\ \rho \frac{Dv}{Dt} &= -\frac{\partial p}{\partial y} + \text{div}(\mu.\text{gradv}) + S_{My} \\ \rho \frac{Dw}{Dt} &= -\frac{\partial p}{\partial z} + \text{div}(\mu.\text{gradw}) + S_{Mz} \end{aligned} \right\} \quad (2.13)$$

Trong các phương trình trên

- Khối lượng riêng: $\rho = \frac{\text{khoiluong}}{\text{thetinh}} = \frac{\Delta M}{\Delta V}$;

- Trọng lượng riêng: γ là trọng lượng của một đơn vị thể tích:

$$\gamma = \frac{\text{trongluong}}{\text{thetich}} = \frac{\Delta G}{\Delta V}$$

- Hệ số ma nén thể tích: $\beta = -\frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta p}$

V- Thể tích ban đầu;

ΔV – lượng biến đổi thể tích tương ứng biến đổi áp suất Δp .

- Sự giãn nở vì nhiệt: $\beta = \frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta t}$

- Ứng suất nhớt được xác định bằng biểu thức toán học sau:

$$\tau = \frac{T}{S} = \mu \cdot \frac{du}{dn}$$

Trong đó:

- T là lực ma sát trên diện tích tiếp xúc giữa hai lớp vật liệu xảy ra hiện tượng nội ma sát S;

- $\frac{du}{dn}$ là gradient vận tốc theo phương n thẳng góc với dòng chuyển động;

- μ - hệ số tỉ lệ, còn gọi là hệ số nhớt động lực. Ký hiệu hệ số nhớt động lực μ được đo bằng Poazơ (P) giá trị: $1P = 1Pa \cdot S = 1Ns/m^2$.

Ngoài ra, cùng với hệ số nhớt động lực μ , người ta còn biểu thị chế độ nhớt bằng hệ số nhớt động học ν .

Hệ số nhớt động học: $\nu = \frac{\mu}{\rho}$

Đơn vị: ν là m^2/s ; ν có đơn vị là Stốc (St),

(mỗi một St = $1cm^2/s = 10^{-4} m^2/s$)

Kết quả trên cho thấy, các phương trình vi phân nhiều ẩn số không thể giải bằng phương pháp giải tích mà chỉ dùng để xác định dạng và số chuẩn số.

2.1.2. Ứng dụng phương trình Navie-stocks trong công nghệ khuấy trộn

Vật lý hiện đại coi chất lỏng là chất có độ liên kết nhỏ, có sự chuyển dịch của các phân tử. Khi lực tác động (nhỏ) vào chất lỏng nhớt, các chất

đó thay đổi hình dáng, tuy nhiên không thể làm việc ở trạng thái kéo và cũng không có khả năng chống kéo. Có thể coi độ nhớt của chất lỏng Newton (với lực ma sát trong) mang đặc tính gần giống như độ nhớt của chất lỏng nhớt, thể hiện khả năng chống lại sự xáo trộn giữa các lớp chất lỏng.

Với quan điểm nêu trên, trong quá trình xây dựng phương trình chuyển động động lực học chất lỏng, qua thực nghiệm tìm mối quan hệ giữa các yếu tố tạo nên lực cản chuyển động. Viện sĩ Landau L.D và E.M Lifsitx [11] đã đề xuất không nên dùng phương trình Navie-Stokes vì quá phức tạp, không thể giải được dạng toàn phương và chỉ dừng lại ở một vài trường hợp đặc biệt đối với một số điều kiện ban đầu. Viện sĩ Xedov L.I [15] sau này là GS. TSKH. I.Gheoghiệp đã ứng dụng lý thuyết đồng dạng, phép phân tích thứ nguyên trên cơ sở phương trình Navie-Stokes, xác định điều kiện chuyển động theo tập hợp không thứ nguyên các chuẩn số đồng dạng:

$$1; \frac{v}{\nu l}; \frac{1}{3} \frac{v}{\nu l}; \frac{p}{\rho \cdot v^2}; \frac{g \cdot l}{v^2}$$

Từ đó có thể thay bằng các chuẩn số sau:

$$\left. \begin{aligned} \Pi_1 = R_e &= \frac{\nu l \cdot \rho}{\mu} \\ \Pi_2 = F_r &= \frac{v^2}{g \cdot l} \\ \Pi_3 = E_u &= \frac{p}{\rho \cdot v^2} \end{aligned} \right\} \quad (2.14)$$

Với : p - chi phí áp suất, N/m^2 ;

ν - tốc độ, m/s ;

ρ - khối lượng riêng, kg/m^3 ;

μ - độ nhớt động lực, $kg/m \cdot s$;

l - Chiều dài trục, m ;

g - gia tốc trọng trường m/s^2 .

Hay:
$$E_u = f(R_e, F_r) \quad (2.15)$$

Trong đó

- Chuẩn số E_u : chi phí áp suất để khắc phục lực cản ma sát trong quá trình vật liệu trộn chuyển động trong buồng trộn;
- Chuẩn số R_e : thể hiện khả năng chuyển động của dòng;
- Chuẩn số F_r : nêu lên ảnh hưởng của trọng lượng trong chuyển động của vật chất

2.1.3. Một số thông số ảnh hưởng đến quá trình khuấy trộn

Nghiên cứu tại chương 1 Mục 1.1.1 về chế độ động học khi khuấy trộn cho thấy có rất nhiều thông số ảnh hưởng đến việc tiêu thụ năng lượng của máy khuấy trộn cũng như độ đồng nhất của dung dịch. Tuy nhiên, mức độ ảnh hưởng của các yếu tố này rất khác nhau, để phép đo mức độ ảnh hưởng chính xác, cần phải chọn nhiều thông số và thực nghiệm nhiều lần, điều này gây khó khăn trong chế tạo mô hình thí nghiệm và thực nghiệm.

Thông thường, khi nghiên cứu về lĩnh vực thiết kế và chế tạo máy phần lớn các tác giả tiến hành thực nghiệm đa yếu tố với các thông số đầu vào đều là các thông số độc lập [12], [13], nếu số lượng các thông số đưa vào và số lần tiến hành thực nghiệm càng nhiều thì kết quả thực nghiệm có độ tin cậy càng cao. Tuy nhiên, quá trình khuấy chất lỏng là quá trình rất phức tạp, hơn nữa, việc tiến hành nhiều thí nghiệm với các thông số độc lập không chỉ mất nhiều thời gian, kinh phí trong nghiên cứu mà các quá trình vật lý cũng không được mô tả đầy đủ. Vấn đề này có thể được giải quyết bằng việc ứng dụng phương pháp mô hình đồng dạng và phép phân tích thứ nguyên. Khi thực nghiệm, các thông số độc lập có thể được thay bằng các chuẩn số đồng dạng theo phương pháp chọn một thành phần làm đơn vị và so sánh các thành phần khác với nó. Khi đó, bộ chuẩn số độc lập nhận được sẽ đặc trưng cho tính đồng dạng của quá trình xảy ra trong hệ. Phương pháp này cho phép giảm số lần thực nghiệm nhưng vẫn có khả năng khảo sát nhiều thông tin vào độc lập

để đảm bảo độ tin cậy của kết. Trên cơ sở đó, đề tài đã xây dựng các chuẩn số đồng dạng và thực nghiệm trên máy khuấy dung dịch đã thiết kế. Đây là một ứng dụng mới khi vận dụng phương pháp mô hình đồng dạng và phép phân tích thứ nguyên.

Năng suất khuấy trộn Q phụ thuộc vào các yếu tố chính sau:

$$Q = f(D, \omega, L_c, T, \varepsilon, h, d, \alpha, \rho, \mu, g) \quad (2.16)$$

Các đại lượng trong phương trình trên được thể hiện ở bảng dưới đây.

Bảng 2.1. Các thông số liên quan đến quá trình trộn

TT	Các đại lượng		Thứ nguyên: $M^\mu \cdot L^\lambda \cdot T^\tau$		
	Ký hiệu	Tên	μ	λ	τ
1	D	Đường kính của cánh trộn	0	1	0
2	ω	Tốc độ góc của trục trộn	0	0	-1
3	L_c	Chiều dài của trục trộn	0	1	0
4	T	Đường kính thùng trộn (11)	0	1	0
5	ε	Hệ số điền đầy	0	0	0
6	h	Khoảng cách giữa vị trí cánh và đáy thùng	0	1	0
7	d	Đường kính của trục trộn	0	1	0
8	α	Góc nghiêng của cánh trộn và trục trộn	0	0	0
9	Q	Năng suất	1	0	-1
10	ρ	Khối lượng riêng	1	-3	0
11	μ	Hệ số ma sát giữa vật liệu và bề mặt cơ cấu trộn	1	0	-3
12	g	Gia tốc trọng trường	0	1	-2

Trong bảng trên:

M - Khối lượng, kg;

L - Chiều dài, m;

T - Thời gian, s.

Chọn đại lượng cơ bản: D, ρ , g; Định thức của chúng là:

$$\Delta = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -3 & 0 \\ 0 & 1 & -2 \end{bmatrix} \neq 0$$

Điều đó chứng tỏ các đại lượng cơ bản chọn là phù hợp.

Theo phương trình thứ nguyên, các chuẩn số nhận được sẽ là:

$$\begin{aligned} \pi_1 &= \frac{Q}{\rho\sqrt{gD^5}}; & \pi_2 &= \omega\sqrt{\frac{D}{g}} = F_{rc}; & \pi_3 &= \frac{L_c}{D}; & \pi_4 &= \frac{h}{D}; \\ \pi_5 &= \frac{T}{D}; & \pi_6 &= \frac{d}{D}; & \pi_7 &= \alpha; & \pi_8 &= \mu; & \pi_9 &= \varepsilon; \end{aligned}$$

Trong đó π_2 là chuẩn số Frut (F_r) đặc trưng khi nghiên cứu tính chất dịch chuyển của dòng có xét tới ảnh hưởng của trọng lực. Chuẩn số F_r là tỉ số giữa lực quán tính và lực trọng trường.

Theo định lý π , phương trình biểu diễn π_1 được viết dưới dạng:

$$\pi_1 = \frac{Q}{\rho\sqrt{gD^5}} = \varphi\left(\frac{\omega^2 D}{g}, \frac{L_c}{D}, \frac{T}{D}, \frac{h}{D}, \frac{d}{D}, \alpha, \mu, \varepsilon\right) \quad (2.17)$$

Để giảm được thông số “vào”, thay thế các thông số độc lập trong bảng 2.1 bằng các chuẩn số như phương trình (2.2). Khi tiến hành thực nghiệm các chuẩn số đồng dạng trên máy khuấy đã thiết kế với cùng một điều kiện, với $D, d, T, L_c, \mu, \varepsilon$ không đổi. Các thông số thay đổi là ω, h, α , lần lượt đặc trưng cho các chuẩn số:

$$\pi_2 = \omega\sqrt{\frac{D}{g}} = F_{rc}; \quad \pi_4 = \frac{h}{D}; \quad \pi_7 = \alpha.$$

Đây cũng chính là các thông số “vào” khi tiến hành thực nghiệm

Như vậy:

- Các chuẩn số ảnh hưởng đến quá trình khuấy trộn dung dịch thể hiện qua phương trình (2.17)

- Phân tích trên cho thấy các thông số đầu vào trong nghiên cứu mô hình máy khuấy trộn bao gồm 9 chuẩn số đồng dạng π_i ($i = 1...9$) thay vì 12 thông số

độc lập (Bảng 2.1). Điều này cho phép giảm số thí nghiệm, đồng thời vẫn đưa ra được nhiều thông số “đầu vào” là cơ sở để xác định và đánh giá ảnh hưởng của chúng đến độ đồng đều của dung dịch

2.2. Phương pháp quy hoạch thực nghiệm

Trong quá trình nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến độ đồng nhất của dung dịch, luận văn áp dụng phương pháp quy hoạch thực nghiệm đa yếu tố. Với phương pháp này cần xác định được thông số đầu vào, các khoảng nghiên cứu, các mức biến thiên, khoảng biến thiên thích hợp.

2.2.1. Chọn thông số thí nghiệm

Trong điều kiện và khuôn khổ của đề tài, cùng với kết quả tính toán đã nêu trên, luận văn chọn những thông số chính ảnh hưởng đến độ đồng nhất của dung dịch là:

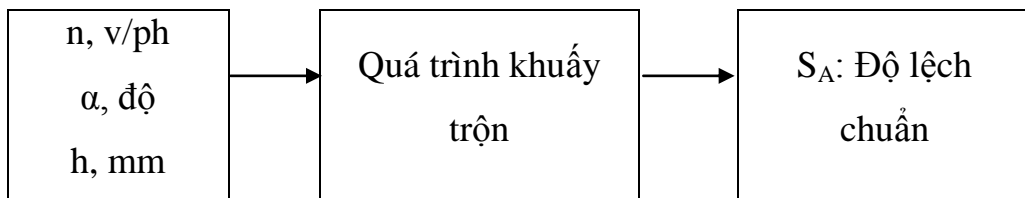
- Chọn $x_1 = \pi_2 = \omega \sqrt{\frac{D}{g}} = F_{rc}$.

Để thay đổi x_1 ta thay ω thông qua tốc độ vòng quay n ; hay $x_1 = n$ (vòng/phút); Đây là chuẩn số đặc trưng cho tính chất dịch chuyển của dòng vật liệu có xét tới ảnh hưởng của trọng lực;

- Chọn $x_2 = \pi_7 = \alpha$ (độ);

- Chọn $x_3 = \pi_4$; do thực nghiệm trên 01 máy mô hình, kích thước máy không thay đổi, vì vậy để thay đổi x_3 ta thay đổi khoảng cách h ;

hay $x_3 = \pi_4 = h$ (mm);



Chọn các mức biến thiên của yếu tố và vùng thí nghiệm gồm có các mức trung bình, mức cơ sở, khoảng thí nghiệm và các mức biến thiên đối xứng qua

mức cơ sở gọi là mức dưới và mức trên, xác định khoảng biến thiên ε , nếu mô hình tuyến tính, chỉ chọn 2 mức trên và dưới.

Các giá trị thực x_i của các mức đối với mỗi yếu tố được mã hoá thành:

$$x_i = \frac{x_i - x_{i0}}{\varepsilon_i} \quad (2.18)$$

Trong đó: x_{i0} : Giá trị thực của mức cơ sở;

ε_i : Khoảng biến thiên;

$$\varepsilon_i = \frac{x_{it} - x_{id}}{2};$$

x_{it}, x_{id} - mức trên và mức dưới;

Như vậy x_{it}, x_{id}, x_{i0} có các giá trị mã hoá bằng 1; 2; 3

2.2.2. Quy hoạch thực nghiệm bằng phương pháp Taguchi.

T.s Taguchi (Nhật Bản) [16] là người đặt nền móng cho phương pháp thiết kế chắc chắn (Robust Design), cũng là người đưa ra phương pháp thực nghiệm mang tên ông. Mục tiêu của phương pháp Taguchi là thiết kế một quá trình ít chịu ảnh hưởng bởi những yếu tố gây ra sai lệch về chất lượng. Mục đích là điều chỉnh các thông số đến mức tối ưu để quá trình/sản phẩm ổn định ở mức chất lượng tốt nhất. Phương pháp Taguchi sử dụng các dãy trực giao trong quy trình thực nghiệm. Do đó phương pháp này cho phép sử dụng tối thiểu các thí nghiệm cần thiết để nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số lên một đặc tính được lựa chọn nào đó của một quá trình/sản phẩm từ đó nhanh chóng điều chỉnh các thông số tiến đến tối ưu nhanh nhất. Như vậy có thể sử dụng phương pháp Taguchi để tìm tổ hợp các thông số công nghệ của thiết bị khuấy trộn dung dịch tron nguội với đặc tính của dung dịch sản phẩm theo yêu cầu.

Phương pháp Taguchi sử dụng tỉ số tín hiệu/nhiều (signal-to-noise) S/N được chuyển đổi từ hàm số mất mát $L = k(y-m)^2$, trong đó L là mất mát do sai

lệch giá trị đặc tính y nhận được so với giá trị đặc tính m mong muốn, k là hằng số. Tỷ số S/N được xây dựng và chuyển đổi để tính toán cho 03 trường hợp chính:

- Nếu giá trị đặc tính y_i cần đạt “lớn hơn tốt hơn” thì:

$$S / N_L = -10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right) \quad (2.19)$$

- Nếu giá trị đặc tính y_i cần đạt “nhỏ hơn tốt hơn” thì:

$$S / N_S = -10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right) \quad (2.20)$$

- Nếu giá trị đặc tính y_i cần đạt “định mức tốt nhất” thì:

$$S / N_T = 10 \log \left(\frac{\bar{y}}{S_y^2} \right) \quad (2.21)$$

Trong đó n , S , \bar{y} lần lượt là số thí nghiệm, độ lệch chuẩn và giá trị trung bình.

Trong mọi trường hợp, tỷ số S/N càng lớn thì đặc tính nhận được càng tốt.

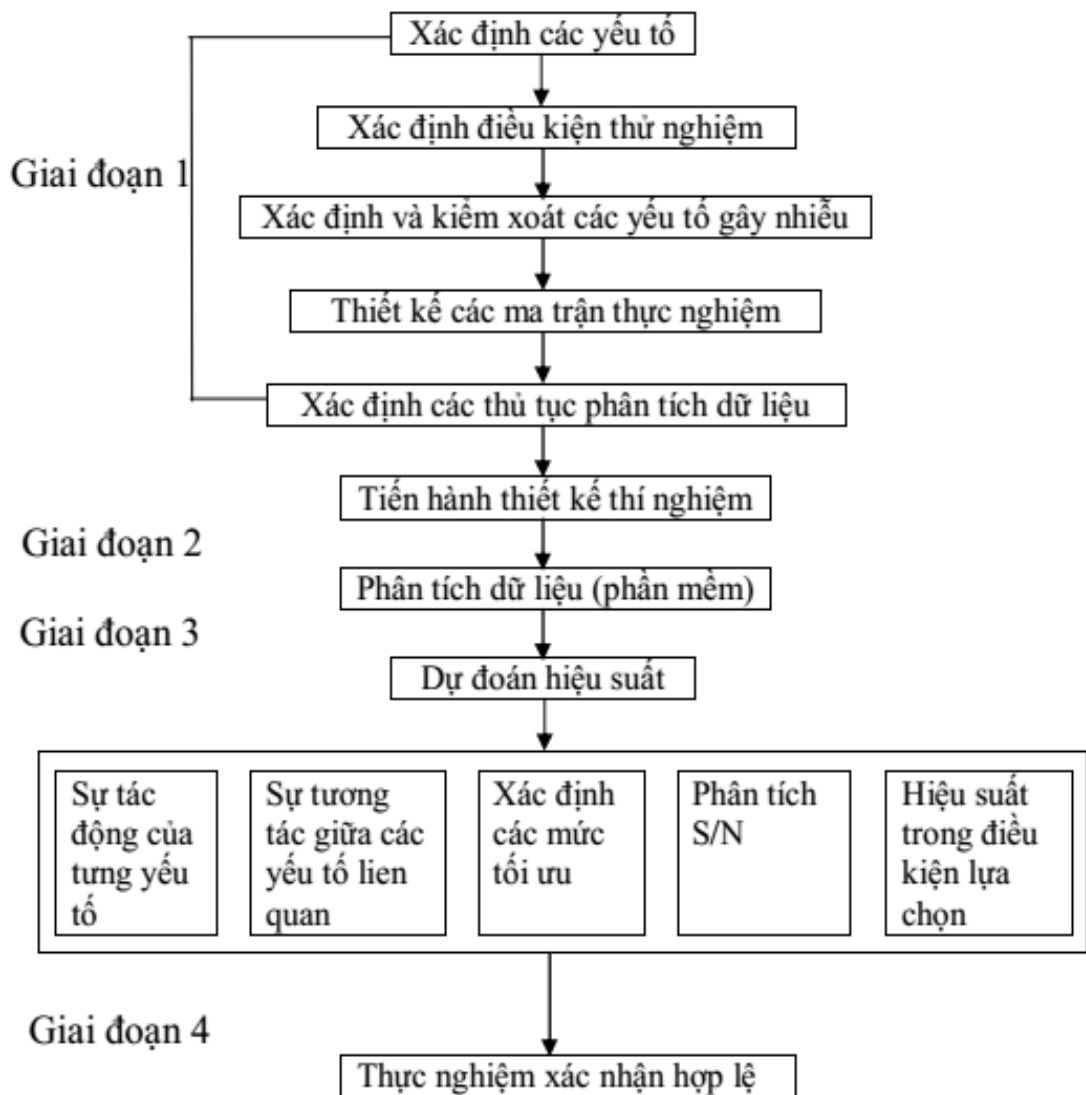
Phương pháp Taguchi do không sử dụng toàn bộ các tổ hợp thí nghiệm trên nên không đưa ra được một con số chính xác về ảnh hưởng của một thông số đầu vào nào đó đến kết quả đầu ra mà chỉ mang tính chất định hướng. Mặc dù vậy, bằng việc đánh giá qua tỷ số S/N giúp những nhà công nghệ biết xu hướng và mức độ ảnh hưởng của từng thông số công nghệ đến kết quả đầu ra. Từ các nhận biết này sẽ giúp các nhà nghiên cứu nhanh chóng tìm ra các thông số công nghệ và phạm vi cần tác động để nhận được hiệu quả đầu ra tốt nhất. Trên cơ sở đánh giá ảnh hưởng riêng lẻ các thông số có thể tìm ra được tổ hợp các thông số công nghệ tối ưu cho kết quả đặc tính đầu ra mong muốn.

Nhiều nghiên cứu và ứng dụng từ những năm 1970 đã chỉ ra rằng phương pháp Taguchi có thể sử dụng cho nghiên cứu hàn lâm, cũng như cho

những ứng dụng trong sản xuất, và đặc biệt phù hợp cho những người có hiểu biết hạn chế về thống kê [3], [12], [33], [16].

Mục đích của nghiên cứu này là sử dụng phương pháp Taguchi trợ giúp bằng phần mềm MINITAB 16 để tìm ra các thông số công nghệ hợp lý: khoảng cách cánh, góc nghiêng cánh và tốc độ khuấy trộn của cánh tới độ đồng đều của dung dịch pha trộn

Việc thiết kế thí nghiệm theo phương pháp Taguchi được tiến hành theo sơ đồ hình 2.1



Hình 2.1. Sơ đồ thiết kế thực nghiệm theo phương pháp Taguchi

Ở đây, thực nghiệm có 3 thông số với 3 mức nên ma trận trực giao L9 được sử dụng có dạng như bảng 2.2.

Bảng 2.2. Ma trận trực giao L9 theo Taguchi có 3 thông số và 3 mức

Số thí nghiệm	P1	P2	P3
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	2	1	2
5	2	2	3
6	2	3	1
7	3	1	3
8	3	2	1
9	3	3	2

2.2.3. Phương pháp xác định độ đồng nhất của hỗn hợp sau khi trộn

Theo định nghĩa chung độ trộn đều là một đặc trưng định lượng của quá trình trộn, được xác định bằng tỷ số khối lượng của một chất thành phần trong mẫu phân tích với khối lượng của thành phần chất đó được quy định trong hỗn hợp.

Khi trộn đều một thể tích (khối lượng) có giá trị a của chất A với một thể tích (khối lượng) b của chất B để tạo hỗn hợp đồng nhất AB, tỷ lệ thể tích (khối lượng) của A và B trong hỗn hợp lý tưởng được tính theo công thức:

$$C_A = \frac{a}{a+b}; \quad C_B = \frac{b}{a+b} \quad (2.22)$$

Nếu chất lượng trộn đều là lý tưởng mọi mẫu lấy bất kỳ sẽ có các giá trị C_A như nhau, C_B cũng như nhau. Trong thực tế C_A và C_B ở mỗi phần thể tích sẽ khác nhau do ảnh hưởng của các yếu tố trong quá trình trộn. Nếu sự khác nhau này càng ít thì hỗn hợp càng gần với hỗn hợp lý tưởng.

Để đánh giá mức độ đồng đều của hỗn hợp thực ta có thể sử dụng đại lượng “Sai lệch bình phương trung bình” [1]. Nếu thể tích V_i của hỗn hợp có thành phần chất A là C_{iA} :

$$S_A^2 = \sum_{i=1}^N \frac{(C_A - C_{iA})^2}{N-1} \quad (2.23)$$

Trong đó:

C_A : thành phần chất A trong hỗn hợp lý tưởng;

C_{iA} : thành phần chất A trong thể tích mẫu V_i ;

N : số thể tích mẫu V_i .

S_A : độ lệch chuẩn của tập mẫu A

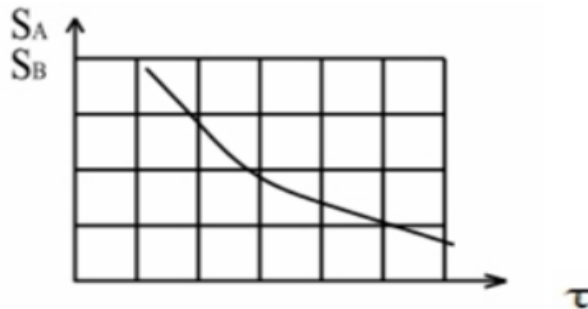
Như vậy S_A càng nhỏ thì mức độ đồng đều của hỗn hợp càng cao, càng gần với hỗn hợp lý tưởng.

X.V. Melnicop [1] đã dùng hệ số biến động YK trong thống kê để đánh giá mức độ đồng nhất của hỗn hợp trộn.

$$Y_K = \left(1 - \frac{S_A}{C_{A0}}\right) \cdot 100 \quad (2.24)$$

Trong đó C_{A0} là giá trị trung bình chất A của các mẫu.

Giá trị của S_A và S_B phụ thuộc vào thời gian trộn τ . Quan hệ đó biểu diễn trên hình 2.2



Hình 2.2. Quan hệ giữa độ sai lệch bình phương trung bình và thời gian trộn

Ngoài ra, để đánh giá mức độ trộn đều của hỗn hợp ta có thể sử dụng một đại lượng khác là “chỉ số trộn” I_s .

$$I_s = \frac{\sigma_e}{s} \quad (2.25)$$

Với σ_e là độ lệch chuẩn lý thuyết:

$$\sigma_e = \sqrt{\frac{C_A \cdot C_B}{n}} \quad (2.26)$$

Thay các biểu thức (2.23) và (2.26) vào (2.25), ta được:

$$I_s = \sqrt{\frac{C_A \cdot C_B (N-1)}{n \sum_{i=1}^N (C_A - C_{iA})^2}} \quad (2.27)$$

với n là số hạt trong một thể tích mẫu hỗn hợp.

Như vậy I_s càng lớn thì mức độ đồng nhất của hỗn hợp trộn càng cao.

Kết luận chương 2

1. Phương pháp mô hình đồng dạng và phép phân tích thứ nguyên là phương pháp nghiên cứu khoa học cho phép xác định và giải thích những qui luật tổng quát của các hiện tượng, các quá trình xảy ra và thiết lập mối quan hệ nghiên cứu hệ thống. Trên cơ sở phân tích các yếu tố ảnh hưởng đối với máy khuấy trộn dung dịch (Bảng 2.1), tính các chuẩn số đồng dạng và xây dựng phương trình chuẩn số mô tả đầy đủ quá trình vật lý xảy ra của quá trình khuấy trộn (phương trình 2.17), đồng thời đề xuất được 3 chuẩn số cơ bản làm thông số “vào” trong thực nghiệm (π_2, π_4, π_7). Đây là cơ sở để xây dựng mô hình thí nghiệm phù hợp với mục tiêu nghiên cứu của đề tài.

2. Đề tài sử dụng quy hoạch thực nghiệm theo phương pháp Taguchi với 3 chuẩn số đầu vào 3 mức và yếu tố ra độ đồng nhất của dung dịch. Kết quả của bài toán quy hoạch thực nghiệm được sử dụng để tiếp tục tính toán, lắp đặt máy thực trong thực tế sản xuất.

Chương 3

THIẾT KẾ, CHẾ TẠO THIẾT BỊ KHUẤY TRỘN DUNG DỊCH CALTEX AQUATEX 3180

3.1. Giới thiệu

Chương 3 trình bày về quá trình lựa chọn, tính toán thiết kế thiết bị máy khuấy trộn dung dịch Caltex Aquatex 3180 dạng Tusbine 3 cánh với kết cấu thùng chứa thẳng đứng.

Mục 3.2 trình bày về việc lựa chọn các thông số kích thước hình học của thiết bị dựa trên cơ sở thể tích lượng dung dịch cần theo thực tế tại đơn vị và bảng lựa chọn thông số ưu tiên của khi thiết kế máy khuấy cánh sử dụng khuấy trộn dung dịch có độ nhớt động lực nhỏ hơn 10^2 mPa.s [1]. Mục 3.3 lựa chọn thiết kế các bộ phận chính của thiết bị. Mục 3.4 trình bày việc lựa chọn các bộ phận khác của thiết bị. Mục 3.5 đưa ra các kết luận của chương

3.2. Lựa chọn các thông số hình học của thiết bị

Máy khuấy cánh có thùng chứa thẳng đứng là thiết bị trộn cơ khí có trục khuấy bố trí thẳng đứng, trên trục có gắn các cánh khuấy. Để cải thiện việc khuấy trộn thì cánh có thể thiết kế đặt nghiêng đối với mặt nằm ngang để tăng lượng chất lỏng dịch chuyển dọc trục.

Đối với mỗi loại dung dịch có đặc tính về độ nhớt khác nhau thì có một bảng chọn số liệu kích thước cơ bản của máy khuấy sử dụng cho dung dịch đó.

Dung dịch tron nguội Caltex Aquatex 3180 là một dạng dung dịch dùng để pha với nước có độ nhớt động lực là 29,4 mPa.s và khối lượng riêng là 890kg/m^3 . Theo [1] ta có thể chọn kích thước cơ bản của máy khuấy theo các tỷ lệ như sau:

- $D/T = 0,6-0,9$
- $b/T = 0,1-0,2$
- $h/T = 0,1-0,3$
- $Y/T = 0,8-1,3$

Trong đó:

T: là đường kính thùng khuấy

D: là đường kính cánh khuấy.

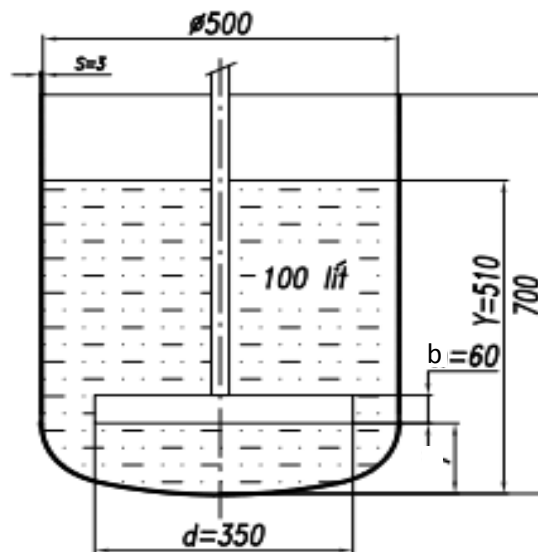
b: là chiều rộng cánh khuấy

h: là khoảng cách từ cánh đến đáy thùng

Y: là chiều cao mức chất lỏng.

Căn cứ vào thể tích lượng dung dịch thực tế mong muốn đạt được sau mỗi lần khuấy của đơn vị sản xuất là 100 l cho mỗi lần khuấy và bảng thông số các kích thước ưu tiên như trên. Ta lựa chọn kích thước cơ bản của thiết bị máy khuấy trộn dung dịch Caltex Aquatex 3180 như sau:

- + Đường kính thùng: $T= 500\text{mm}$;
- + Đường kính cánh khuấy: $D= 350\text{mm}$;
- + Chiều rộng cánh khuấy: $b= 60\text{mm}$;
- + Chiều dày thùng khuấy: $S=3\text{mm}$;
- + Chiều cao thùng khuấy: $H= 700\text{mm}$;
- + Chiều cao của 100 lít dung dịch: $Y= 510\text{mm}$;
- + Thể tích tối đa thùng khuấy: $V_{\max}= 130\text{ lít}$.



Hình 3.1. Kích thước thùng khuấy



Hình 3.2. Thùng khuấy chế tạo thực tế



Hình 3.3. Cánh khuấy chế tạo thực tế

3.3. Tính toán thiết kế các bộ phận chính của thiết bị.

3.3.1. Xác định một số thông số chính của thiết bị

- Xác định chuẩn số Re của dung dịch.

Theo phân 3.2 ta chọn $d = 0,35\text{m}$;

Dung dịch Caltex Aquatex 3180 có:

- Khối lượng riêng: $\rho = 890 \text{ kg/m}^3$
- Độ nhớt động lực: $\mu = 29,4 \text{ mPa.s}$

Cokolob I. A [1] cho ta bảng thông số tốc độ nên dùng của một số dạng cánh khuấy.

Bảng 3.1. Thông số tốc độ nên dùng của một số loại cánh khuấy.

Loại cánh khuấy	Thông số	
	Tên gọi	Trị số nên dùng
Chân vịt	Số vòng quay trong 1 giây	8,5 – 20
Đĩa		1,8 – 25
Tua – bin		0,7 – 10
Hình nón		0,7 – 8,5
Cánh		0,17 – 1,7

Với cánh khuấy đã chọn là cánh khuấy dạng cánh, ta có trị số nên dùng của tốc độ khuấy là: $N = 0,17 \div 1,7$ vòng/giây tương đương với $n = 10 \div 100$ vòng/phút.

Ở đây ta xác định Re và công suất P tại tốc độ khuấy cao nhất:

$$N = 1,7; (n = 100 \text{v/p})$$

Thay các giá trị vào công thức 1.1 ta xác định chuẩn số Re của dung dịch:

$$Re = \frac{D^2 N \rho}{\mu} = 7 \times 10^3$$

Theo nghiên cứu ở mục 1.1.1 khi đó chế độ động học xảy ra của nguyên liệu trong thiết bị là chảy xoáy rối rất phức tạp.

- Xác định hệ số công suất P_0 .

Từ mối liên hệ giữa chuẩn số Reynolds và hệ số công suất P_0 được thể hiện tại hình 1.3. Với loại cánh khuấy dạng cánh nghiêng 3 cánh như đã chọn và dòng chảy có chuẩn số $Re = 7 \times 10^3$ ta có hệ số công suất đặc trưng cho công suất khuấy trộn:

$$P_0 \approx 1.$$

- Xác định công suất P

Thay các thông số vào (1.3) ta có công suất khuấy trộn P:

$$P = P_0 N^3 d^5 \rho = 0,22 \text{ (kW)} \quad (3.2)$$

• Xác định thời gian trộn t_m

Thể tích dung dịch cần cho mỗi lần khuấy theo thực tế: $V = 100$ lít.

Từ các thông số đã có, thay vào công thức 1.4 ta tính được thời gian khuấy của thiết bị:

$$t_m = 5,91 \times 0,5^3 \times (890 \times 0,1 / 0,22)^{1/3} \times (0,5 / 0,35)^{1/3} = 66 \text{ (s)}$$

Lấy thời gian khuấy của thiết bị: $t_m = 70$ s

3.3.2. Tính thiết kế trục, cánh khuấy

A. Tính thiết kế trục

* Lựa chọn vật liệu thiết kế trục:

Dung dịch trộn nguội Caltex Aquatex là dung dịch pha trộn có độ nhớt động lực là 0,0294 Pa.s và khối lượng riêng là 0,89kg/l. Thiết bị khuấy trộn với vận tốc khuấy chậm và diện tích cánh nhỏ, trục mang cánh khuấy trong thùng khuấy trộn dung dịch trộn nguội được bố trí thẳng đứng sẽ chịu tải trọng không lớn, do đó ta chọn vật liệu chế tạo trục là thép 45 thường hóa có cơ tính:

- Độ rắn HB: 170 - 217
- Giới hạn bền: $\sigma_b = 600$ Mpa
- Giới hạn chảy: $\sigma_{ch} = 340$ Mpa

* Xác định mô men xoắn trên trục cánh khuấy:

Mô men xoắn trên trục cánh khuấy được xác định theo công thức:

$$T = 9550 \frac{N}{n} \text{ (N.m)}$$

(3.3)

Trong đó: N – công suất trục dẫn (kW);

n – tốc độ quay của trục (vòng /phút);

Thay vào ta có: $T = 9550 \frac{0,22}{80} = 26,263(N.m)$

* Xác định đường kính sơ bộ của trục khuấy.

Đường kính sơ bộ của trục khuấy xác định theo mô men xoắn được tính bởi công thức:

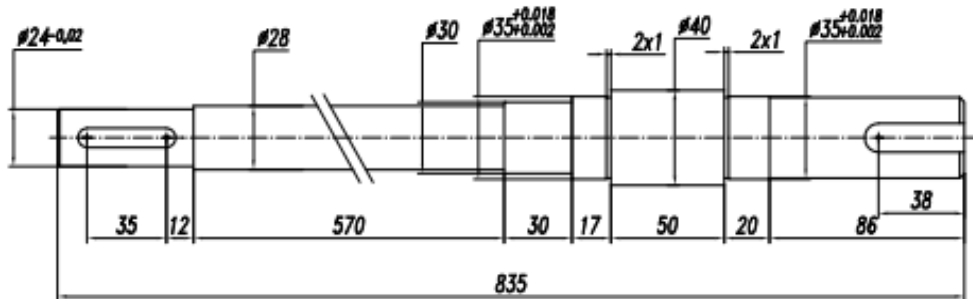
$$d \geq \sqrt[3]{T / (0,2[\tau])} \quad (\text{mm}) \quad (3.4)$$

Trong đó: - T là mô men xoắn trên trục (N.mm),

- $[\tau]$ là ứng suất cho phép của vật liệu chế tạo trục, với thép 45 thường hóa: $[\tau] = 15 - 30 \text{ MPa}$. Ở đây ta chọn $[\tau] = 15$.

Thay vào công thức ta có: $d \geq \sqrt[3]{\frac{26263}{0,2 \times 15}} = 20,6(\text{mm})$

Căn cứ theo kết cấu lắp ghép trục khuấy, kể đến ảnh hưởng của tập trung ứng suất tại các vị trí chuyển tiếp theo chức năng lắp ráp và tăng bền tại các vị trí có rãnh then ta đưa ra được kết cấu trục.



Hình 3.4. Kết cấu trục mang cánh khuấy

❖ Tính kiểm nghiệm trục:

Sử dụng phần mềm Autodesk Inventor® để xây dựng mô hình và tính toán phân tích cho trục cánh khuấy.

Trình tự tính toán kiểm nghiệm trục được thực hiện bằng phương pháp phần tử hữu hạn:

- Xây dựng mô hình;
- Gán các thuộc tính vật liệu cho đối tượng;

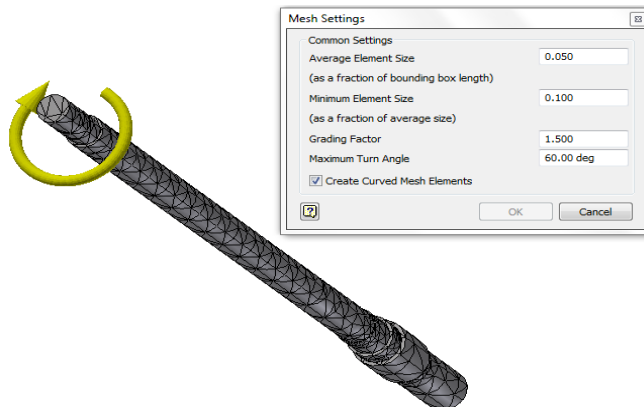
- Khai báo các điều kiện biên;
- Xây dựng mô hình lưới phần tử;
- Tiến hành quá trình phân tích;
- Trích xuất và phân tích kết quả dữ liệu.

Xây dựng mô hình:



Hình 3.5. Mô hình trục mang cánh khuấy với mô men xoắn trên trục

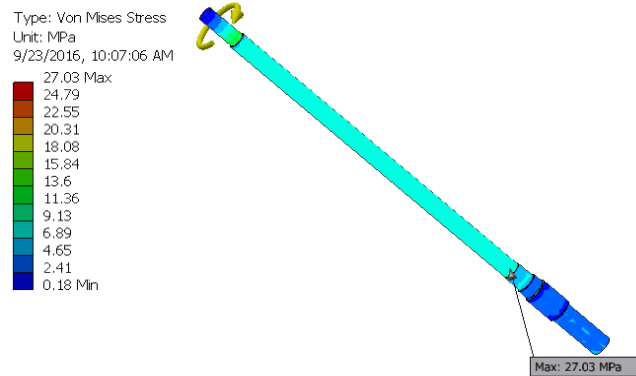
Mô hình lưới phần tử:



Hình 3.6. Mô hình lưới phần tử

Kết quả của quá trình phân tích:

Ứng suất trên trục: Trích xuất dữ liệu theo tiêu chuẩn Von Mises (thuyết bền thế năng biến đổi hình dáng cực đại)



Hình 3.7. Ứng suất trục theo tiêu chuẩn Von Mises

Chuyển vị trên trục được tính theo chuyển vị xoắn (trục y) được xác định thông qua chuyển vị dài thu nhận được từ kết quả phân tích:



Hình 3.8. Chuyển vị theo phương y

Các giá trị cực đại của ứng suất, chuyển vị thu được được so sánh với giá trị ứng suất cho phép của vật liệu và giới hạn chuyển vị góc đặt ra từ yêu cầu thiết kế.

+ Kiểm nghiệm bền tĩnh:

$\sigma_{\max} = 27,03 \text{ Mpa} < [\sigma] = 0.8\sigma_{\text{ch}} = 0.8 \cdot 340 = 272 \text{ MPa}$ thỏa mãn điều kiện bền

+ Kiểm nghiệm độ cứng xoắn:

Độ cứng xoắn có ý nghĩa quan trọng với các trục trong các cơ cấu phân độ, các trục chịu mang các bộ truyền yêu cầu độ chính xác truyền động cao. Với trục mang cánh khuấy với ba cánh đối xứng trục và tải trọng coi như đều

trên các cánh, do đó các chuyển vị uốn theo các phương là tương đối nhỏ. Chuyển vị được tính đến ở đây là chuyển vị xoắn, độ cứng xoắn được kiểm nghiệm theo biểu thức:

$$\varphi = \frac{T.L}{GJ_0} \leq [\varphi] \quad (3.5)$$

Trong đó: T - là nội lực xoắn trên đoạn trục tính toán;

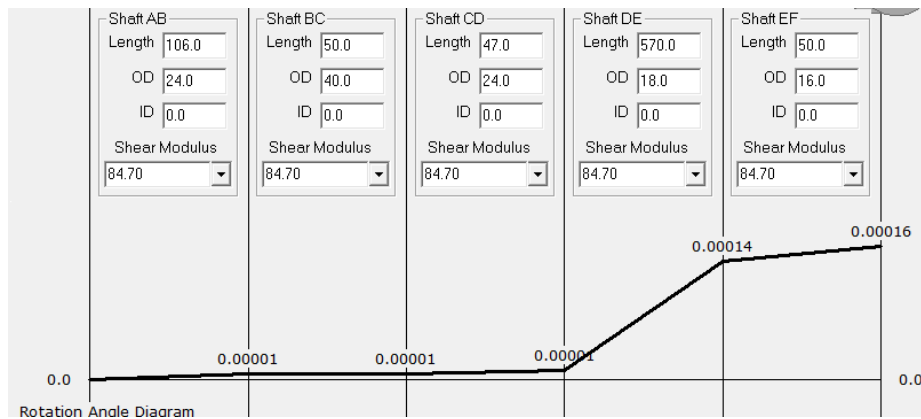
L – chiều dài đoạn trục;

G – module đàn hồi trượt của vật liệu chế tạo trục;

J_0 – mô men quán tính của mặt cắt ngang trục đối với trục thanh;

$[\varphi]$ là góc xoắn cho phép, nó được xác định tùy vào từng bài toán thiết kế cụ thể, tùy vào yêu cầu về độ cứng vững, ở đây ta có thể chọn $[\varphi] = 30'$ trên 1m chiều dài trục:

Kết quả tính toán góc xoắn được tính toán qua hỗ trợ của phần mềm phần tử hữu hạn như sau (đơn vị góc xoắn - rad) (Hình 3.9)



Hình 3.9. Biểu đồ góc xoắn trên trục (rad)

Từ biểu đồ góc xoắn, với giá trị góc xoắn cực đại tại đầu mang cánh khuấy, so sánh với giá trị góc xoắn cho phép được lựa chọn ở trên ta kết luận trục đảm bảo độ cứng xoắn.

B. Tính toán thiết kế cánh khuấy

Để tính toán cơ cấu khuấy, cánh khuấy trước tiên ta cần phải xác định được lực tác dụng lên cánh khuấy. Do quan hệ dòng chảy ở trong thiết bị khuấy với các cánh khuấy và thùng khuấy khác nhau nên hiện nay chúng ta mới chỉ biểu diễn được các công thức gần đúng, đó là ảnh hưởng của nhiều yếu tố: loại và dạng cánh khuấy, loại thùng khuấy, chuẩn số Reynolds, dòng xoáy...do đó chỉ đưa ra các phương pháp tính gần đúng sức bền cánh khuấy:

- Vật liệu chế tạo cánh khuấy: Chọn vật liệu là thép 45
- Lực tác dụng lên cánh khuấy:

Khi làm việc cánh chịu áp lực cản của môi trường dung dịch, được xác định theo Newton:

$$p = C'_p v^2 \rho \quad (3.6)$$

Trong đó: p – Áp suất, N/m^2

v – vận tốc tương đối của cánh khuấy trong môi trường

ρ – khối lượng riêng của môi trường, kg/m^3

C'_p – hệ số trở lực của môi trường, $C'_p = f(Re, F_r)$

Quy đổi lực phân bố diện tích thành lực phân bố chiều dài

$$q(r) = pb = C_p v^2 \rho b$$

Trong đó b là chiều rộng cánh khuấy

Quy luật phân bố của lực trên cánh khuấy phức tạp, vấn đề đặt ra của bài toán là từ yêu cầu và mục tiêu thiết kế ta sử dụng dạng cánh có tiết diện không đổi. Khi tính bền ta chỉ cần xác định ở tiết diện nguy hiểm nhất, do đó ta có thể sơ đồ hóa đưa về sơ đồ tương đương với F_C là hợp lực tác dụng lên cánh và có khoảng cách r_k tới trục khuấy.

* Xác định chiều dày cánh khuấy:

Dạng phá hỏng có thể xảy ra đối với cánh khuấy có thể là gãy tại vị trí tiếp xúc cánh và đai giá cánh, tại đó vị trí mô men uốn sinh ra là lớn nhất:

Mô men uốn lớn nhất được xác định theo:

$$M_{\max} = (r_F - r_b)F_C \quad (3.7)$$

Trong đó:

r_F – khoảng cách điểm đặt lực tới tâm trục mang cánh khuấy, m;

r_b – Bán kính bạc cánh (giá mang cánh khuấy), m;

F_C – Lực quy đổi trên cánh .

Chiều dày cánh được xác định theo công thức:

$$S = \sqrt{\frac{6M_{\max}n_T}{h\sigma_T}} \quad (3.8)$$

Trong đó:

n_T – hệ số an toàn chảy, $n_T = 2-3$;

σ_T – giới hạn chảy của vật liệu làm cánh, N/m^2 ;

h – chiều cao của cánh.

Mô men uốn cực đại được xác định theo công thức:

$$M_{\max} = \left(1 - \frac{r_b / r_k}{r_F / r_k}\right) \frac{T}{N_C} \quad (3.9)$$

Với T là mô men xoắn trên trục cánh khuấy.

Khoảng cách r_F từ điểm đặt lực F_C đến tâm trục quay được xác định theo công thức:

$$r_F = \frac{3r_k}{4} \left(\frac{1 - (r_b / r_k)^4}{1 - (r_b / r_k)^3} \right) \quad (3.10)$$

Đường kính bạc cơ cấu khuấy (đài mang cánh khuấy) $r_b = (0-0,5)r_k$ thì ta có:

$$r_F = (0,75-0,805).r_k.$$

Thay các trị số vào công thức ta xác định được chiều dày cánh: $S = 4,6$ (mm)

Vậy ta chọn thiết kế cánh khuấy với chiều dày $S = 5$ (mm).

3.4. Lựa chọn các bộ phận khác của thiết bị.

3.4.1. Cơ cấu dẫn động, điều tốc.

Căn cứ vào kết quả nội dung công suất đã tính toán tại phần trên, ta chọn động cơ khuấy là loại động cơ 3 pha vận tốc độ 1500vg/p, công suất 0,75kW.

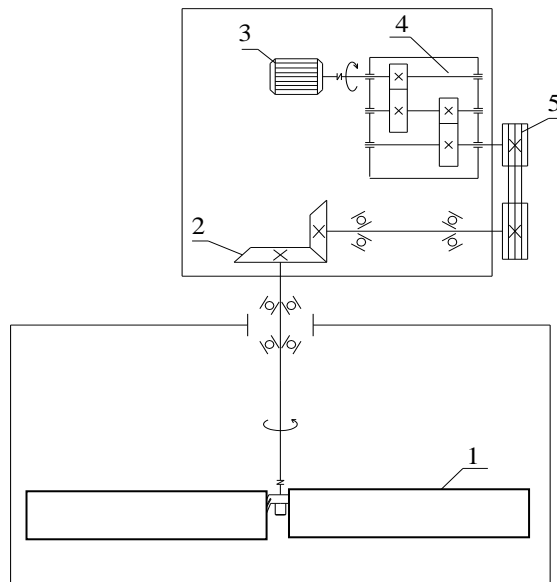
Lựa chọn kết cấu cụm điều tốc

Máy khuấy có thùng chứa đứng có nhiều kiểu truyền động khác nhau, nên ta phân tích để chọn phương án thiết kế bộ truyền hợp lý với yêu cầu kỹ thuật của máy xét trên tính ưu việt và tính kinh tế.

* Phương án 1: Là phương án trục khuấy dạng công xôn, máy khuấy trộn có thùng chứa với bộ truyền bánh răng côn, bộ truyền đai và hộp giảm tốc bánh răng trụ hai cấp, động cơ đặt nằm ngang được gá lắp ngoài thiết bị

- Ưu điểm: do thiết kế bộ truyền đai nên hộp giảm tốc đơn giản, chạy êm. Bộ truyền đai có kết cấu nhỏ gọn, đơn giản và có thể giữ an toàn cho các chi tiết máy khác khi bị quá tải đột ngột.

- Nhược điểm: Khó bôi trơn hộp giảm tốc. Hộp giảm tốc cùng bộ truyền đai lắp rời nên việc lắp đặt, vận chuyển thiết bị khó khăn, không đạt mỹ quan công nghệ. Không thay đổi được tốc độ khuấy.



Hình 3.10. Sơ đồ phương án thiết kế cụm điều tốc 01

Trong đó:

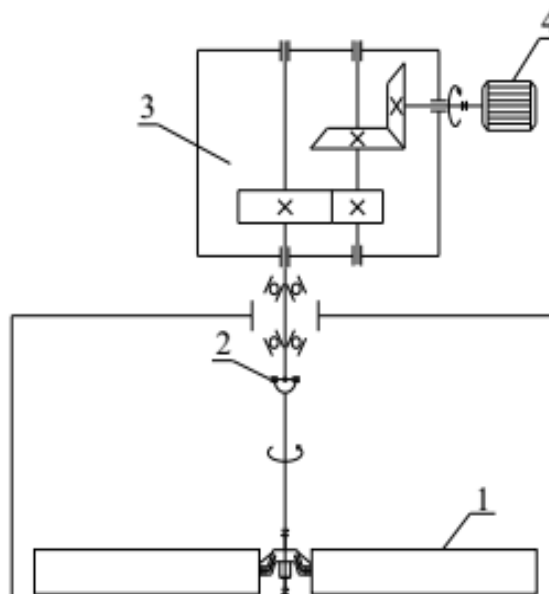
- 1- Cánh khuấy
- 2- Bộ truyền bánh răng côn
- 3- Động cơ
- 4- Hộp giảm tốc
- 5- Bộ truyền đai

* Phương án 2 :

Là phương án động cơ, hộp giảm tốc gắn trực tiếp trên nắp thùng khuấy

- Ưu điểm: truyền động êm , không gây ồn như bộ truyền đai. Thiết bị có thay đổi vị trí khi lắp đặt.

- Nhược điểm: Hộp giảm tốc công kênh, tỷ số truyền không cao. Nắp thùng lắp cơ cấu truyền động nên cần độ cứng vững cao. Thiết bị không thay đổi được tốc độ khuấy.



Hình 3.11. Sơ đồ phương án thiết kế cụm điều tốc 02

Trong đó:

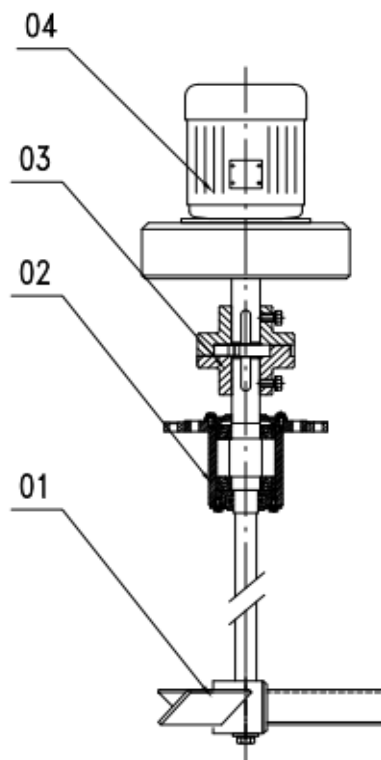
- 1- Cánh khuấy
- 2- Gối bi
- 3- Hộp giảm tốc
- 4- Động cơ

* Phương án 3:

Phương án 3 là sử dụng biến tần để điều khiển tốc độ động cơ khuấy. Động cơ khuấy khi đó được gắn trực tiếp trên nắp thùng khuấy và được nối với trục bằng khớp nối mềm.

- Ưu điểm: Kết cấu nhỏ gọn, đạt mỹ quan công nghiệp. Động cơ được gắn trực tiếp lên nắp thùng theo phương thẳng đứng tại trên đường tâm thùng nên độ thẳng bằng tốt, chạy êm không rung. Tốc độ có thể thay đổi bằng cách điều khiển biến tần.

- Nhược điểm: Cần thiết kế thêm tủ điện điều khiển.



Hình 3.12. Sơ đồ phương án thiết kế cụm điều tốc số 03

Trong đó:

- 1- Cánh khuấy
- 2- Gối đỡ
- 3- Khớp nối
- 4- Động cơ

➤ Kết luận: Ta chọn phương án 3, động cơ 3 pha công suất 0,75kW, tốc độ 1500v/p gắn trực tiếp và thẳng đứng trên nắp thùng khuấy tại tâm thiết bị, tốc độ khuấy được điều khiển bởi biến tần OMRON 3G3JX điều khiển dạng V/f, công suất 1kW.

Bảng 3.2. Bảng thông số thiết bị khuấy trộn dung dịch Caltex Aquatex 3180,
Ký hiệu: **MKDD-01**

TT	Thông số kỹ thuật	ĐVT	Thông số
1.	Kích thước máy: DxR	mm	700x610
2.	Đường kính cánh khuấy	mm	350
3.	Số lượng cánh	Cái	03
4.	Khả năng điều chỉnh góc nghiêng cánh	Độ	30÷90
5.	Công suất động cơ chính	kW	0,75
6.	Tốc độ quay trục chính	v.ph	ĐK vô cấp bằng biến tần
7.	Thể tích thùng chứa: V_{max}	lít	130
8.	Thể tích khuấy trộn: V_{lv}	lít	30÷110

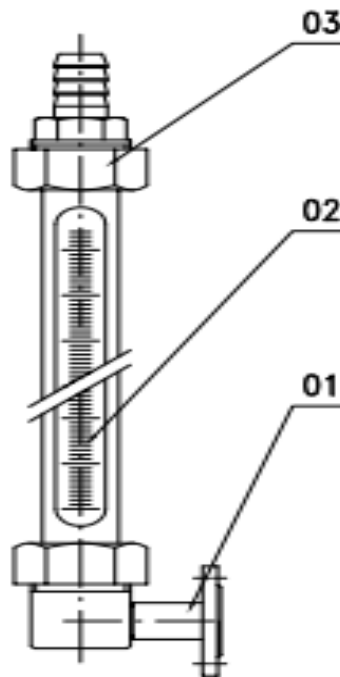


Hình 3.13. Ảnh máy khuấy trộn dung dịch MKDD-01

3.4.2 Cơ cấu đo mức dung dịch

* Có nhiều phương án để lựa chọn thiết kế cơ cấu đo mức dung dịch. Như sử dụng hệ thống cảm biến đo lưu lượng, hệ thống bơm được điều khiển tự động thông qua bộ PLC hay sử dụng hệ thống van phao điện tử để đo mức lưu lượng dung dịch... Điểm chung của các phương pháp trên là tính tự động hóa cao, cấp dung dịch chính xác, nhưng nhược điểm là giá thành đắt, khó thiết kế hệ thống điều khiển tự động, không phù hợp với điều kiện thực tế của đơn vị.

Ta chọn phương án thiết kế cơ cấu đo mức dung dịch theo phương pháp thủ công, lượng dung dịch được kiểm tra thông qua ống thủy đo mức. Phương pháp có ưu điểm kết cấu đơn giản, giá thành rẻ, chính xác, phù hợp với yêu cầu thiết kế.



Hình 3.14. Kết cấu cụm đo mức dung dịch

Trong đó:

- 1 là bích nối;
- 02 là ống thủy đo mức;
- 03 là thân giá ống.

Kết luận chương 3

1. Tính toán xác định hệ số Re làm cơ sở tính toán công suất động cơ 0,22 kw, thời gian tiết hành 1 lần khuấy trộn là 70 giây, tốc độ quay trong khoảng nhỏ hơn 100v/p.
2. Tính toán thiết kế thông số máy khuấy như trong bảng 3.2, trong đó có thể thay đổi được tốc độ quay của trục khuấy, góc nghiêng α , khoảng cách giữa vị trí đặt cánh và đáy thùng trộn từ đó làm cơ sở chế tạo máy khuấy.

Chương 4
THỰC NGHIỆM ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CÁC THÔNG SỐ KỸ
THUẬT CỦA THIẾT BỊ TỚI ĐỘ ĐỒNG ĐỀU CỦA DUNG
CALTEX AQUATEX 3180

4.1. Giới thiệu

Chương 4 trình bày cơ bản về các bước tiến hành các thí nghiệm khuấy trộn dung dịch trong nguội Caltex Aquatex 3180 bằng thiết bị máy khuấy trộn dung dịch được thiết kế và chế tạo theo nội dung luận văn với các biến thay đổi là: vận tốc khuấy, góc nghiêng của cánh và khoảng cách của cánh tới đáy thùng khuấy. Sau các thí nghiệm tiến hành đo nồng độ phần trăm của dung dịch đo được tại 03 vị trí khác nhau trong thùng khuấy để đánh giá mức độ ảnh hưởng của các yếu tố tới độ đồng đều của dung dịch, mức tiêu thụ năng lượng và lựa chọn các thông số hợp lý dùng cho thiết bị.

Mục 4.1.1 trình bày về mục tiêu nghiên cứu

Mục 4.1.2. trình bày về và các thông số xác định trong thí nghiệm

Mục 4.3 trình bày về các trang thiết bị, vật tư sử dụng phục vụ trong quá trình làm thí nghiệm, các bước chuẩn bị, hiệu chỉnh thiết bị cho thí nghiệm cũng như việc lấy mẫu và đo kiểm mẫu sau thí nghiệm.

Mục 4.4 tổng hợp kết quả làm thí nghiệm, tiến hành phân tích, đánh giá kết quả, đưa ra đánh giá về mức độ ảnh hưởng của các tiêu chí đến độ đồng đều của nồng độ dung dịch, năng lượng tiêu thụ nhỏ nhất và từ đó lựa chọn được thông số hợp lý cho thiết bị.

Mục cuối cùng là tóm tắt các kết luận của chương.

4.1.1. Mục đích

- Xác định các yếu tố chính ảnh hưởng đến tiêu thụ năng lượng và mức độ ảnh hưởng của các yếu tố tới độ đồng đều của dung dịch;
- Xác định các quan hệ và tính chất bằng thực nghiệm.

4.1.2. Các thông số, chỉ tiêu cần xác định bằng thực nghiệm

Thông số đầu vào:

- Tốc độ khuấy, n (vg/p)
- Góc cánh, α (độ)
- Khoảng cách cánh tới đáy thùng, h (mm)

Thông số đầu ra:

- Năng lượng tiêu thụ P_N , kwh; (ws)
- Độ đồng nhất k ,

4.2. Thí nghiệm.

4.2.1. Các trang thiết bị, vật tư làm thí nghiệm

Để tiến hành làm thí nghiệm khuấy trộn dung dịch tron nguội Caltex Aquatex 3180 với sự thay đổi các chỉ tiêu tốc độ khuấy, góc nghiêng của cánh khuấy và khoảng cách cánh tới đáy thùng của thiết bị khuấy trộn dung dịch ta cần sử dụng một số trang thiết bị và vật tư thí nghiệm. Cụ thể:



Hình 4.1. Máy khuấy trộn dung dịch: MKDD-01

1. Máy khuấy trộn dung dịch dầu bôi trơn tưới nguội Caltex Aquatex 3180 được thiết kế theo nội dung luận văn và chế tạo tại Công ty Cơ khí Hóa chất 13 với các chỉ tiêu thông số kỹ thuật thể hiện trong bảng 3.2.
2. Máy đo nồng độ dung dịch bôi trơn tưới nguội NBR-32



Hình 4.2 Máy đo nồng độ NBR-32

Thiết bị đo nồng độ NBR-32 là sản phẩm của hãng sản xuất NIMATIC – Đan Mạch có tác dụng kiểm tra nồng độ phần trăm của dầu cắt gọt khi pha với nước góp phần kiểm tra nồng độ, tăng tuổi thọ dung dịch và nâng cao chất lượng sản phẩm. Là thiết bị đo nồng độ dạng khúc xạ kế loại cơ (kính ngắm) với dải đo từ 0÷32% Birx, sai số $\pm 0,2\%$.

Cốc đong thể tích tiêu chuẩn:



Hình 4.3. Cốc đong thể tích tiêu chuẩn (1000±8 ml)

3. Thiết bị và kỹ thuật đo công suất tiêu thụ N

Theo lý thuyết, công suất được xác định qua biểu thức sau:

$$P = \mu \cdot \omega = \mu \frac{\pi \cdot n}{30}, \text{ w} \quad (4.1)$$

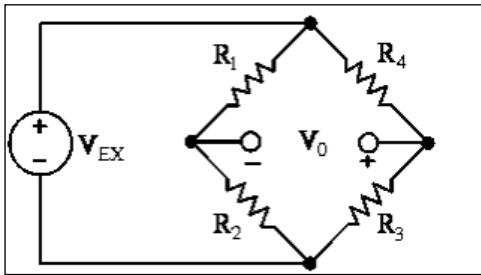
P- Công suất động cơ, w

μ - Mô men xoắn, Nm

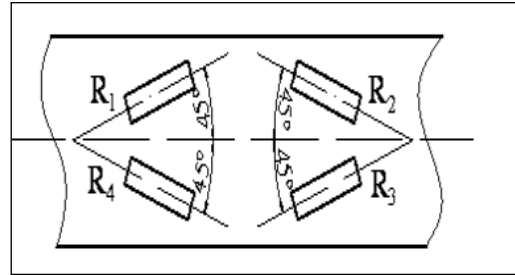
n- Tốc độ quay của trục dẫn động, v/ph

Để đo công suất động cơ, có thể đo qua mô men xoắn M trên trục trộn
Thiết kế chế tạo mạch đo

- Hệ thống này sử dụng nguyên lý mạch cầu Wheatstone để đo mômen xoắn;
- Mạch cầu Wheatstone bao gồm 4 điện trở biến dạng (tenzo hoặc strain gage) được mắc như hình 4.4, 4.5:



Hình 4.4. Sơ đồ mạch cầu



Hình 4.5. Sơ đồ bố trí tenzo

Tại thời điểm không chịu lực xoắn, 4 điện trở có giá trị bằng nhau. Do đó, $V_0 = 0$. Khi 1 trong các điện trở bị biến dạng, giá trị của nó thay đổi. Khi đó giá trị V_0 khác 0. Ta vận dụng đặc điểm này của mạch cầu Wheatstone để tiến hành đo momen xoắn. Trên trục chịu xoắn, ta tiến hành dán 4 tenzo như hình 4.6. Khi thanh chịu xoắn, R1 và R3 sẽ bị kéo, R2 và R4 chịu nén. Do đó, giá trị điện trở R1, R3 tăng lên còn R2 và R4 thì giảm xuống. Khi đó sẽ sinh ra 1 giá trị điện áp V_0 tỉ lệ thuận với momen xoắn. Điện áp V_0 được qua cổng góp chuyển tới máy đo SDA 830C- Tokyo Sokki-Nhật Bản sản xuất và được nối tới máy tính qua phần mềm chuyên dụng. Dynamic Strainmeters SDA-810C/830C SDA-8-ch là thiết bị có mang các loại sóng có thể đo được 8 kênh trên một thiết bị nhỏ gọn, Strainmeters là ý tưởng cho cách đo trực tuyến trên trang web. Màn hình LCD kỹ thuật số 240x64 pixel hiển thị điện áp đầu ra

cũng như dạng sóng đầu vào và lưu trữ dạng sóng ở tất cả các kênh. Tín hiệu tương tự đầu ra được thiết lập sử dụng 4 số bất kỳ tương đương với chủng vào đầu ra chứ không phải là khái niệm đánh giá phạm vi sử dụng với strainmeters thông thường. Hơn nữa chức năng lưu trữ cho phép dạng sóng đầu vào được số hóa và lưu trữ trong bộ nhớ. SDA-810C có tần số 2,5 kHz thường được sử dụng để đo dài hạn trong khi SDA-830C là một loại phản ứng nhanh ở tần số kHz-10. Đơn giản chỉ cần kết nối máy in đặc biệt để in ra các dữ liệu cần thiết đã được cài đặt hoặc màn hình dạng sóng và biểu đồ của dữ liệu được lưu trữ.

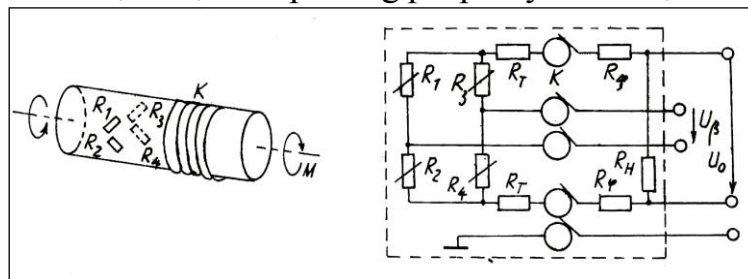


Hình 4.6. Thiết bị Dynamic Strainmeters SDA-810C/830C

* Hiệu chỉnh chuẩn bộ đo mômen xoắn. Sử dụng cơ cấu đòn để hiệu chỉnh và xây dựng đặc tính của trục. Gấp trục xoắn trên bệ thử và cố định một đầu trục xoắn lại. Còn 1 đầu ta dùng cánh tay đòn và treo quả nặng và lấy số liệu, sau đó tiếp tục tăng số quả nặng và lấy được giá trị tương ứng khi đó ta thiết lập hệ số và xây dựng được mối quan hệ giữa giá trị điện áp và giá trị mômen xoắn.

Lựa chọn phương pháp truyền tín hiệu đo

Vấn đề khó khăn khi đo mô men xoắn trên các trục truyền đang chuyển động quay là việc đưa tín hiệu đo từ phần quay đến mạch đo bên ngoài. Để giải quyết vấn đề này có thể lựa chọn các phương pháp truyền tín hiệu sau đây



Hình 4.7. Sử dụng vành trượt để đưa điện áp ra ngoài

$R1 \div R4$ - Điện trở mạch cầu; k - Vòng trượt; RT - Điện trở bù nhiệt;

RB - Điện trở điều chỉnh độ nhạy; RN - Điện trở điều chỉnh.

Để đo đo biến dạng, bốn điện trở lực căng $R1 \div R4$ được dán lên trục cân đo, các điện trở được mắc thành mạch cầu. Điện áp cung cấp cho mạch cầu $U0$ và điện áp Ur được dẫn qua các vòng trượt k đưa ra ngoài.

Bước 4. Vật tư làm thí nghiệm.

4.2.2. Các bước chuẩn bị trước khi làm thí nghiệm

a. Xác định bảng thông số công nghệ

Khi khuấy trộn dung dịch Caltex Aquatex với nước, yêu cầu đặt ra với dung dịch sản phẩm là độ đồng đều cao nhất...

Trên cơ sở lý thuyết và tài liệu đã được công bố, 3 thông số công nghệ chính với 3 mức được chọn như bảng 4.1

Bảng 4.1. Các thông số chính trong quy hoạch

Thông số	Các mức		
	Mức 1	Mức 2	Mức 3
Tốc độ khuấy: n (vg/p)	40 (1)	60 (2)	80 (3)
Góc cánh: α (độ)	30 (1)	45 (2)	60 (3)
Khoảng cách cánh tới đáy thùng: h (mm)	85 (1)	110 (2)	135 (3)

Với yếu tố đầu vào là 3 thông số và 3 mức như trên thì nếu quy hoạch toàn phần thì sẽ cần $3^3 = 27$ thí nghiệm, đây là một con số lớn và để thực hiện được thì cần rất nhiều công và sử dụng nhiều vật tư thí nghiệm. Ta sử dụng phần mềm MINITAB 16 và Phương pháp quy hoạch Taguchi L9 với 9 thí nghiệm như là một quy hoạch chuẩn.

- Các thí nghiệm khuấy trộn dung dịch Caltex Aquatex 3180 được thực hiện trong cùng một số điều kiện không đổi:

+ Thời gian khuấy: 70 giây;

+ Thể tích dung dịch khuấy: 100 lit tương ứng với chiều cao thực tế của mức dung dịch trong bình là 510mm;

+ Tỷ lệ pha trộn: 5% (5 lít dung dịch và 95 lít nước).

- Ta tiến hành lấy mẫu dung dịch sau khi khuấy trộn để đo kiểm kết ngay sau khi động cơ khuấy ngừng hoạt động. Lấy mẫu đồng thời tại 03 vị trí theo chiều cao mức dung dịch trong bình. Vị trí 1 cách đáy bình 50mm; vị trí 02 cách đáy bình 250mm; vị trí 03 cách đáy bình 500mm.

- Với tỉ lệ dung dịch pha trộn cố định là 5% ($C_A = 5$), độ đồng đều của dung dịch sẽ được thể hiện thông qua giá trị sai lệch giữa nồng độ phần trăm thực tế đo được với nồng độ phần trăm lý tưởng được tính bằng công thức:

$$k = |5 - C_{iA}|$$

Trong đó: + k là giá trị sai lệch – độ đồng nhất;

+ C_{iA} là nồng độ thực tế đo được của thể tích mẫu V_i .

*Giá trị sai lệch k theo tiêu chí càng nhỏ càng tốt.

Thay các yếu tố vào bảng ma trận trực giao 2.2 ta được bảng thông số thí nghiệm.

Bảng 4.2. Bảng thông số thí nghiệm

TT	Mã hóa			Số thực		
	x_1 (n)	x_2 (α)	x_3 (h)	x_1 (v/ph)	x_2 (độ)	x_3 (mm)
1	1	1	1	40	30	85
2	1	2	2	40	45	110
3	1	3	3	40	60	130
4	2	1	2	60	30	110
5	2	2	3	60	45	130
6	2	3	1	60	60	85
7	3	1	3	80	30	130
8	3	2	1	80	45	85
9	3	3	2	80	60	110

Mỗi thí nghiệm được lặp lại 3 lần, tổng số thí nghiệm là 27

b. Thiết bị

- Thiết bị khuấy trộn dung dịch đảm bảo đầy đủ các bộ phận cấu thành và được lắp ráp hoàn thiện, được kiểm tra và chạy thử không tải đạt yêu cầu.

c. Vật tư

- Đủ lượng dung dịch cần thiết để tiến hành đủ thí nghiệm: 50 lít

4.2.3. Trình tự tiến hành thí nghiệm.

Để thực hiện thí nghiệm, ta tiến hành theo các bước.

+ Bước 1: Tháo và nâng nắp của thiết bị khuấy, điều chỉnh góc nghiêng của cánh khuấy và khoảng cách của cánh khuấy tới đáy thùng theo các thông số của thí nghiệm.



Hình 4.8. Tháo nắp hiệu chỉnh thiết bị



Hình 4.9. Chỉnh góc nghiêng cánh khuấy



Hình 4.10. Chỉnh khoảng cách cánh khuấy tới đáy thùng
+ Bước 2: Lắp hoàn thiện thiết bị, chạy thử không tải, hiệu chỉnh tốc độ khuấy theo thí nghiệm và thời gian khuấy là 70s.



Hình 4.11. Biến tần điều khiển tốc độ

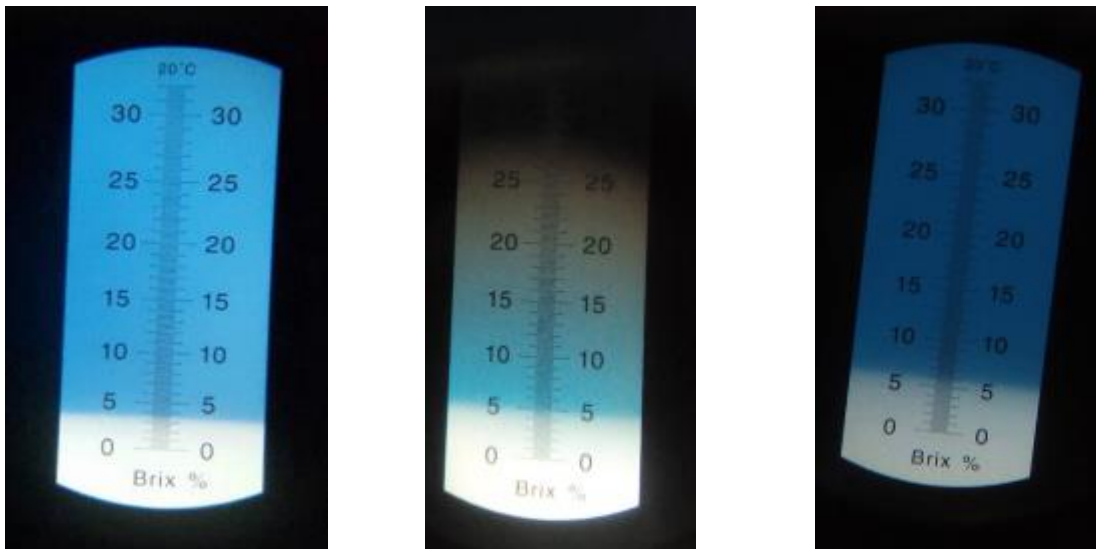


Hình 4.12. Bảng điều khiển thời gian khuấy

- + Bước 3: Mở van nước cấp 95 lít nước vào thùng (quan sát bằng ống thủy). Sau đó cấp 5 lít dung dịch Caltex Aquatex 3180 vào thùng (sử dụng cốc đong thể tích để đảm bảo độ chính xác).
- + Bước 4: Khởi động thiết bị khuấy, dung dịch sẽ được khuấy trong vòng 3 phút sau đó tự động dừng lại.
- + Bước 5: Dùng dụng cụ lấy dung dịch trong bình tại 3 vị trí như đã chọn.
- + Bước 6: Sử dụng máy đo nồng độ NBR-32 đo nồng độ của từng mẫu dung dịch, sau đó ghi lại kết quả.
- + Bước 7: Xả hết dung dịch trong thùng vào bồn chứa, vệ sinh sạch lòng thùng, tiếp tục thực hiện các thí nghiệm còn lại theo từng bước.

4.3. Kết quả thí nghiệm

Các mẫu dung dịch được lấy ra và được kiểm tra bằng thiết bị đo nồng độ NBR-32. Kết quả đo sẽ được hiển thị trên kính ngắm với dải đo từ 0÷32% Brix, sai số $\pm 0,2\%$ và được thể hiện bằng dải phân cách giữa 2 vệt màu trắng và xanh trên thước đo kính ngắm.



Hình 4.13. Mẫu hiển thị nồng độ của thiết bị đo nồng độ NBR-32
 Kết quả thí nghiệm được thể hiện trên bảng 4.3

Bảng 4.3. Kết quả đo nồng độ dung dịch và khoảng sai lệch nồng độ

TT thí nghiệm	Thông số vào			Kết quả thí nghiệm	
	n (vg/p)	α (độ)	y(mm)	k	P_N (wh)
1	40	30	85	1,2	5,25
2	40	45	110	0,6	4,67
3	40	60	130	0,8	5,05
4	60	30	110	0,4	4,67
5	60	45	130	0,1	4,47
6	60	60	85	0,4	4,47
7	80	30	130	0,4	4,86
8	80	45	85	0,2	4,47
9	80	60	110	0,2	5,05
10	40	30	85	1,1	5,83
11	40	45	110	0,4	5,25
12	40	60	130	0,7	4,86
13	60	30	110	0,5	4,67
14	60	45	130	0,2	4,47
15	60	60	85	0,5	4,47
16	80	30	130	0,6	4,86
17	80	45	85	0,4	4,67
18	80	60	110	0,5	5,25
19	40	30	85	1	5,44
20	40	45	110	0,9	5,64
21	40	60	130	1,1	5,25
22	60	30	110	1,2	4,67
23	60	45	130	0,2	4,47
24	60	60	85	0,4	4,67
25	80	30	130	0,4	4,86
26	80	45	85	0,3	5,05
27	80	60	110	0,4	5,25

Đánh giá kết quả:

Trong thí nghiệm này, mong muốn giá trị k và P_N “nhỏ nhất là tốt nhất”; Tuy nhiên phương pháp Taguchi nguyên gốc chỉ cho phép giải các bài toán tối ưu hóa một mục tiêu. Để có thể tối ưu hóa đa mục tiêu, người ta phối hợp nó với phân tích quan hệ xám, gọi là tối ưu hóa dựa trên phân tích quan hệ xám, gọi là Taguchi xám.

Sau khi chuẩn hóa số liệu thí nghiệm, theo tiêu chí “Nhỏ hơn thì tốt hơn” (công thức 2.20).

Bảng 4.4. Dữ liệu chuẩn hóa

TT	Bé hơn tốt hơn		Dữ liệu chuẩn hóa S/N		Sai lệch chuẩn	
	S/N(k)	S/N(PN)	T_S/N(k)	T_S/N(pN)	sai(k)	sai(p)
1	-1,58	11,37	1,00	0,60	0,00	0,40
2	4,44	12,40	0,72	0,16	0,28	0,84
3	1,94	11,70	0,84	0,46	0,16	0,54
4	7,96	12,40	0,56	0,16	0,44	0,84
5	20,00	12,77	0,00	0,00	1,00	1,00
6	7,96	12,77	0,56	0,00	0,44	1,00
7	7,96	12,04	0,56	0,31	0,44	0,69
8	13,98	12,77	0,28	0,00	0,72	1,00
9	-0,83	10,46	0,96	1,00	0,04	0,00
10	13,98	11,70	0,28	0,46	0,72	0,54
11	7,96	11,37	0,56	0,60	0,44	0,40
12	3,10	12,04	0,78	0,31	0,22	0,69
13	6,02	12,40	0,65	0,16	0,35	0,84
14	13,98	12,77	0,28	0,00	0,72	1,00
15	6,02	12,77	0,65	0,00	0,35	1,00
16	4,44	12,04	0,72	0,31	0,28	0,69
17	7,96	12,40	0,56	0,16	0,44	0,84
18	6,02	11,37	0,65	0,60	0,35	0,40
19	0,00	11,06	0,93	0,74	0,07	0,26
20	0,92	10,75	0,88	0,87	0,12	0,13
21	-0,83	11,37	0,96	0,60	0,04	0,40
22	-1,58	12,40	1,00	0,16	0,00	0,84
23	13,98	12,77	0,28	0,00	0,72	1,00
24	7,96	12,40	0,56	0,16	0,44	0,84
25	7,96	12,04	0,56	0,31	0,44	0,69
26	10,46	11,70	0,44	0,46	0,56	0,54
27	7,96	11,37	0,56	0,60	0,44	0,40

Tiếp theo tối ưu hóa quan hệ xám

Hệ số xám, hay hệ số quan hệ xám (Grey Relational Coefficient) thể hiện khoảng cách giữa giá trị chuẩn đang xét và giá trị lý tưởng.

$$\xi_i(k) = \frac{\Delta_{\min} + \psi \Delta_{\max}}{\Delta_i(k) + \psi \Delta_{\max}} \quad (4.2)$$

Trong đó, $\Delta_{01(k)}$ là giá trị tuyệt đối của sai lệch giữa giá trị chuẩn đang xét và giá trị lý tưởng.

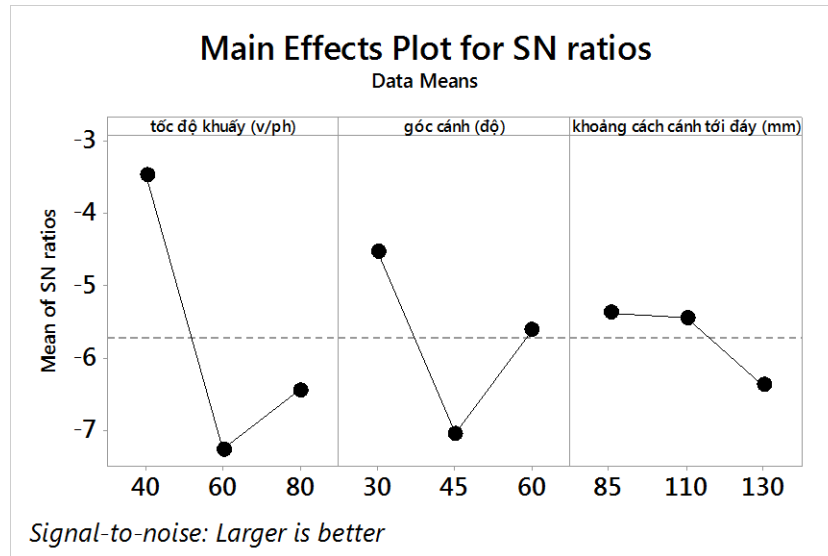
$\psi \in [0,1]$ được gọi là hệ số phân biệt (Distinguishing Coeficint) giúp cho hệ số xám phân bố nhiều hơn.

Kết quả phân tích hệ số xám được thể hiện trong bảng 4.5

Bảng 4.5. Kết quả phân tích quan hệ xám

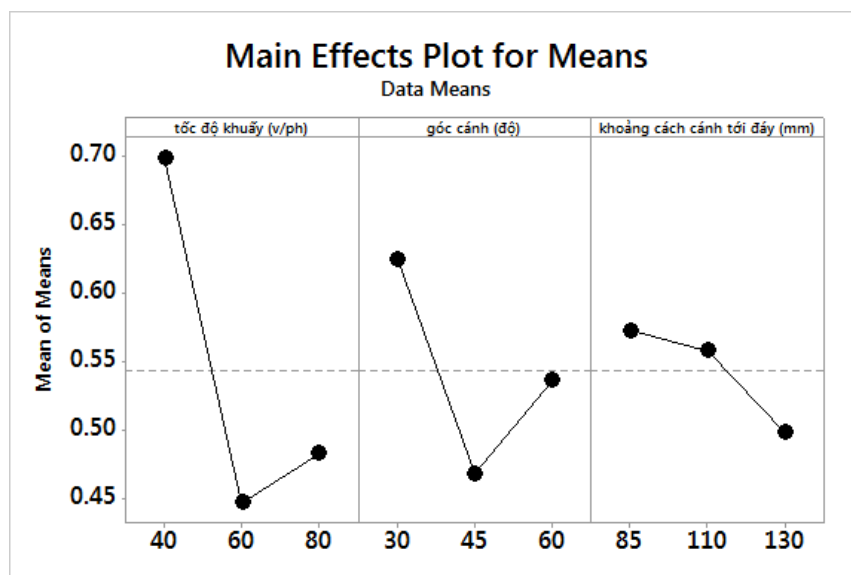
TT thí nghiệm	Hệ số xám		Độ xám trung bình	S/N
	$\xi(k)$	$\xi(PN)$		
TT	$\xi(k)$	$\xi(PN)$	γ	
1	1	0,557702	0,78	-2,17
2	0,641896	0,373183	0,51	-5,89
3	0,753953	0,481428	0,62	-4,18
4	0,530721	0,373183	0,45	-6,90
5	0,333333	0,333333	0,95	-9,54
6	0,530721	0,333333	0,43	-7,29
7	0,530721	0,421519	0,48	-6,45
8	0,409481	0,333333	0,37	-8,60
9	0,934552	0,999996	0,97	-0,29
10	0,409481	0,481428	0,45	-7,02
11	0,530721	0,557702	0,54	-5,28
12	0,69744	0,421519	0,56	-5,04
13	0,586638	0,373183	0,48	-6,38
14	0,409481	0,333333	0,97	-8,60
15	0,586638	0,333333	0,46	-6,75
16	0,641896	0,421519	0,53	-5,49
17	0,530721	0,373183	0,45	-6,90
18	0,586638	0,557702	0,57	-4,85
19	0,872035	0,658186	0,77	-2,33
20	0,811989	0,796694	0,80	-1,89
21	0,934552	0,557702	0,75	-2,54
22	1	0,373183	0,69	-3,27
23	0,409481	0,333333	0,97	-8,60
24	0,530721	0,373183	0,45	-6,90
25	0,530721	0,421519	0,48	-6,45
26	0,472641	0,481428	0,48	-6,43
27	0,530721	0,557702	0,54	-5,28

Sử dụng phần mềm Minitab 16, chúng ta có các kết quả như sau.



Hình 4.14. Ảnh hưởng của các yếu tố thí nghiệm đến độ xám trung bình

Level	Tốc độ khuấy (v/ph)	Góc cánh (độ)	Khoảng cách cánh tới đáy (mm)
1	-3.465	-4.521	-5.368
2	-7.265	-7.043	-5.438
3	-6.449	-5.615	-6.373
Delta	3.799	2.522	1.005
Rank	1	2	3



Hình 4.15. Ảnh hưởng chính đến độ xám

Level	Tốc độ khuấy (v/ph)	Góc cánh (độ)	Khoảng cách cánh tới đáy (mm)
1	0.6993	0.6251	0.5729
2	0.4478	0.4686	0.5586
3	0.4833	0.5367	0.4989
Delta	0.2515	0.1565	0.0740
Rank	1	2	3

Nhìn vào bảng xếp hạng và đồ thị ta thấy, tốc độ khuấy luôn là yếu tố ảnh hưởng nhiều nhất. Góc nghiêng của cánh là yếu tố ảnh hưởng thứ 2, tại mọi vị trí thì góc nghiêng 45° luôn đạt độ đồng đều cao nhất. Yếu tố khoảng cách cánh tới đáy thùng ảnh hưởng ít nhất.

Lựa chọn thông số qua thực nghiệm cho thiết bị.

Bảng thông số kết quả thí nghiệm và đồ thị đánh giá mức độ ảnh hưởng của các yếu tố tới độ đồng đều của dung dịch tại các vùng trong thùng khuấy một cách độc lập. Để chọn được bộ thông số công nghệ cho thiết bị đảm bảo được độ đồng đều của dung dịch khuấy là tốt nhất, ta sử dụng đại lượng sai lệch bình phương trung bình S_A^2 để so sánh và đánh giá.

$$S_A^2 = \sum_{i=1}^N \frac{(C_A - C_{iA})^2}{N-1}$$

Ở đây: $C_A = 5$; $N=3$; S_A càng nhỏ mức độ đồng đều càng cao.

Thay các kết quả của thí nghiệm vào công thức ta có bảng giá trị sai lệch bình phương trung bình và độ lệch chuẩn

Ta dễ dàng nhận thấy độ lệch chuẩn đạt giá trị nhỏ nhất $S_A = 0$, tại đó nồng độ của tất cả các mẫu đo được đều bằng nhau và bằng nồng độ hỗn hợp lý tưởng, độ đồng đều của dung dịch đạt 100%. Vậy ta chọn bộ thông số công nghệ đó là bộ thông số làm việc của thiết bị khi khuấy trộn 100 lít dung dịch trộn nguội nồng độ 5%.

Bảng 4.6. Độ lệch chuẩn của hỗn hợp dung dịch

TT	Thông số kỹ thuật			S_A^2	S_A
	n (vg/p)	α (độ)	y(mm)		
	40	30	85	3.22	1.79
	40	45	110	1.24	1.11
	40	60	130	1.68	1.30
	60	30	110	0.82	0.91
	60	45	130	<u>0</u>	<u>0</u>
	60	60	85	0.18	0.42
	80	30	130	0.24	0.49
	80	45	85	0.06	0.24
	80	60	110	0.1	0.32

Bảng 4.7. Bộ thông số lựa chọn tốt nhất của thiết bị

Tốc độ khuấy N (vg/p)	Góc cánh A (độ)	Khoảng cách cánh tới đáy thùng: y (mm)
60	45	130

Kết luận chương 4

1. Lựa chọn được thiết bị đo độ đồng nhất của dung dịch sau khuấy, tiến hành phương pháp quy hoạch thực nghiệm để thu và xử lý kết quả chính xác trong thực nghiệm;

2. Tiến hành thực nghiệm đa yếu tố, xác định ảnh hưởng của các yếu tố x_1, x_2, x_3 , đến k và PN. Kết quả xác định thiết bị khuấy trộn cho đồng đồng nhất của dung dịch là cao nhất và tiêu tốn năng lượng ít nhất ở bảng thông số 4.7

3. Máy khuấy được đưa vào sử dụng tại Công ty TNHH MTV Cơ khí Hóa chất 13, thực tế cho thấy hiệu quả về kinh tế và kỹ thuật khi sử dụng máy khuấy tại cơ sở.

KẾT LUẬN CHUNG VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN TIẾP THEO

1. Kết luận chung

1. Nghiên cứu, thiết kế máy khuấy dung dịch là một lĩnh vực nghiên cứu mới tại Việt Nam và phù hợp với yêu cầu của thực tế; Đề tài nghiên cứu máy khuấy cơ khí để khuấy trộn dầu Caltex Aquatex 3180 với nước nhằm tạo dung dịch bôi trơn tưới nguội sử dụng trong các nhà máy cơ khí;

2. Dựa trên các công bố quốc tế cho thấy, thiết kế máy khuấy cơ khí dạng turbine 3 cánh phù hợp để khuấy trộn dung dịch Caltex Aquatex 3180 sau khi pha với tỉ lệ 5% với nước, có độ nhớt của hỗn hợp là 29,4 cts (29,4 mPa.s) nhằm đạt được độ đồng nhất trên 95% với thời gian trộn ngắn và công suất thấp (mục 1.1.1; 1.1.3; 1.1.6);

3. Phương pháp mô hình đồng dạng và phép phân tích thứ nguyên là phương pháp nghiên cứu khoa học cho phép xác định và giải thích những qui luật tổng quát của các hiện tượng, các quá trình xảy ra và thiết lập mối quan hệ nghiên cứu hệ thống. Trên cơ sở phân tích các yếu tố ảnh hưởng đối với máy khuấy trộn dung dịch (Bảng 2.1), tính các chuẩn số đồng dạng và xây dựng phương trình chuẩn số mô tả đầy đủ quá trình vật lý xảy ra của quá trình trộn (phương trình 2.17), đồng thời đề xuất được 3 chuẩn số cơ bản làm thông số “vào” trong thực nghiệm (π_2, π_4, π_7). Đây là cơ sở để xây dựng mô hình thí nghiệm phù hợp với mục tiêu nghiên cứu của đề tài;

4. Đề tài sử dụng quy hoạch thực nghiệm theo phương pháp Taguchi với 3 chuẩn số đầu vào và yếu tố ra là độ đồng nhất của dung dịch. Kết quả của bài toán quy hoạch thực nghiệm được sử dụng để tiếp tục tính toán, lắp đặt máy thực trong thực tế sản xuất;

5. Tính hệ số Re làm cơ sở tính toán công suất động cơ $p=0,22$ kw, thời gian tiết hành 1 lần khuấy trộn là 70giây, tốc độ nên nhỏ hơn 100v/p.

6. Tính toán thiết kế thông số máy khuấy như trong bảng 3.2, trong đó có thể thay đổi được tốc độ quay của trục khuấy, góc nghiêng α , khe hở giữa vị

trí đặt cánh và đáy buồng trộn làm cơ sở chế tạo máy khuấy;

7. Tiến hành thực nghiệm đa yếu tố, xác định ảnh hưởng của các yếu tố x_1, x_2, x_3 , đến k và PN. Kết quả chọn được các thông số cho độ đồng nhất của dung dịch là cao nhất như bảng 4.7

8. Máy khuấy được đưa vào sử dụng tại Công ty TNHH MTV Cơ khí Hóa chất 13, thực tế cho thấy hiệu quả về kinh tế và kỹ thuật khi sử dụng máy khuấy tại cơ sở.

2. Những vấn đề cần nghiên cứu tiếp.

1. Tiếp tục nghiên cứu biên dạng cánh khuấy nhằm giảm lực cản;

2. Nghiên cứu mẫu máy trộn cho các quy mô sản xuất lớn sao cho tiết kiệm năng lượng tiêu thụ đồng thời vẫn đảm bảo độ đồng nhất của dung dịch sau khuấy trộn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tài liệu tiếng Việt

1. Cokolob I. A (1975), *Cơ sở thiết kế máy và máy móc tự động sản xuất thực phẩm*, Nxb Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội.
2. Mennhicôp C.V (1978), *Cơ giới hóa và tự động hóa trong chuồng trại chăn nuôi gia súc*, Nxb Bông lúa, Leningrad.
3. Nguyễn Văn Dự, Nguyễn Đăng Bình (2011), *Quy hoạch thực nghiệm trong kỹ thuật*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật
4. Nguyễn Thanh Hào (2007), *Nghiên cứu dòng phun rối xoáy hai pha không đồng nhất trong buồng đốt công nghiệp*, Luận án Tiến sĩ kỹ thuật trường Đại học Bách khoa - Đại học quốc gia thành phố Hồ Chí Minh.
5. Nguyễn Thanh Nam (2008), *Dòng phun rối tự do và phương pháp tính*, Nxb Khoa học kỹ thuật, Hà Nội.
6. Nguyễn Thanh Nam (2008), *Cơ học lưu chất tính toán*, Nxb Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.
7. Nguyễn Hoàn Thiện (2006), *Nghiên cứu quá trình trộn hỗn hợp bê tông nhựa nóng trong buồng trộn cưỡng bức chu kỳ hai trục*, Luận văn Thạc sĩ Đại học GTVT chuyên ngành máy xây dựng và xếp dỡ, Hà Nội.
8. Nguyễn Minh Tuyên (1987), *Các máy khuấy trộn trong công nghiệp*, NXB Khoa học kỹ thuật, Hà Nội.
9. Tào Khang (2003), *Công nghệ chế biến thức ăn chăn nuôi*, NXB Thượng Hải.
10. Trần Quan Quý, Nguyễn Văn Vịnh, Nguyễn Bính (2001), *Máy và thiết bị sản xuất vật liệu xây dựng*, Nxb Giao thông Vận tải, Hà Nội.
11. Landau L.D và Lifsitx E.M (2001), *Thủy động lực học*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

12. Phạm Văn Lang (1996), *Đồng dạng, mô hình và phép phân tích thứ nguyên và ứng trong kỹ thuật nông nghiệp*, Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.
13. Vennhicop V.A (1976), *Lý thuyết mô hình đồng dạng*, Nxb Trường Đại học Mockba.
14. Vũ Bá Minh, Hoàng Minh Nam (2004), *Quá trình và thiết bị trong công nghệ hóa học và thực phẩm (tập 2) – Cơ học vật liệu rời*, Nxb Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh.
15. Xedov L.I (1984), *Các phương pháp đồng dạng và thứ nguyên trong cơ học*, Bùi Hữu Dân dịch, NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.

Tài liệu tiếng Anh

16. Ranjit K. Roy Hardcover (2001), *Design of Experiments Using the Taguchi Approach : 16 Steps to Product and Process Improvement*, John Wiley & Sons.
17. Bouwmans, I., Van den Akker, H. E. A. (1990), *The influence of viscosity and density differences on mixing times in stirred vessels*, Ichem ESymp Ser.
18. Bujalski, W., Nienow, A. W., Chatwin, S., and Cooke, M. (1987), . *Chem. Eng. Sci.*, Butterworth-Heinemann, Oxford.
19. Bragg, R. (1995), *In Fluid Flow for Chemical Engineers, 2nd ed.*, pp.164–188, Butterworth-Heinemann, Oxford.
20. Bruce, W., Robert, E. (2004), “Liquid- Liquid contacting in unbaffled, agitated vessels”, *AIChE J.* 19, pp. 304-312.
21. Chen, J. P., Higgins, F. B., Chang, S.-Y., and Hung, Y.-T. (2005), In *Physicochemical Treatment Processes*, 47–101, Humana Press, Totowa, N.J.

22. Coker, A. K. (2001), *In Modeling of Chemical Kinetics and Reactor Design*, 552–Holland, F. A.
23. Doran, P. M. (1995),. *In Bioprocess Engineering Principles*, 129–163, Academic Press, London.
24. Edward L. Paul, Victor A. Atiemo-Obeng, and Suzanne M. Kresta (2004), *Handbook of Industrial Mixing: Science and Practice*, ISBN 0-471-26919-0 , John Wiley & Sons, Inc.
25. Holland, F. A., and Bragg, R. (1995), *In Fluid Flow for Chemical Engineers*, 2nd ed., 164–188, Butterworth-Heinemann, Oxford.
26. Jakobsen, H. A. (2008), *In Chemical Reactor Modeling*, 679–755, Springer, Berlin.
27. Jakobsen H.A (2009), *Agitation and Fluid Mixing Technology*, *In: Chemical Reactor Modeling*. Springer, Berlin, Heidelberg.
28. Montante, G., Mostek, M., Jahoda, M., and Magelli, F. (2005), *Chem. Eng. Sci.*, 60, PP. 2427–2437.
29. Patwardhan, A. W., and Joshi, J. B (1999), *Ind. Eng. Chem. Res.*, 38, 3131–314300.
30. Paul, E. L., Atiemo-Obeng, V. A., and Kresta, S. M. (2004), *Handbook of Industrial Mixing: Science and Practice*, John Wiley, Hoboken, N.J.
31. Phadke (1989), *Quality Engineering Using Robust Design*, PTR Printice – Hall, Inc.
32. Pip, N.J., Gül, N.Ö.-T. (2005), “Effects of physical property differences on blending”, *Chem. Eng. Technol.* 28(8), PP. 908-914
33. Ramesh R. Hemrajani, Gary B. Tatterson (2003), *Hand book of Industrial mixing Science and Practice*, A John Wiley & Sons, inc., Publication.

34. Reza Afshar Ghotli, Abdul A. A. Raman, Shaliza Ibrahim, and Saeid Baroutia (2013), *Liquid-Liquid Mixing in Stirred Vessels: A Review*, Chem. Eng. Comm.
35. Shekhar, S.M., Jayanti, S. (2003), *Mixing of Power Law Fluids Using Anchor's Metzner-Otto Concept Revisited*, AIChE J.
36. S. Karna (2012), *Application of Taguchi Methode in Indian Industry*, Butterworths Series in Chemical Engineering.
37. Uhl, V. W., and J. B. Gray, eds. (1966), *Mixing Theory and Practice*, Vols. I and II, Academic Press, New York.
38. Van De Vusse, J. G (1955), "Gulf Professional Publishing, Woburn", Mass *Chem. Eng. Sci.*, 4, PP. 178–200 662,.
39. Zhao, Y., Li, X., Cheng, J., Yang, C., and Mao, Z.-S. (2011), *Ind. Eng. Chem. Res.*, 50, PP. 5952–5958.
40. Walas, S. M. (1988), *Chemical Process Equipment—Selection and Design*, Butterworths Series in Chemical Engineering.