

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

BÁO CÁO TÓM TẮT
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 TÓM TẮT
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

NỘI DUNG	TRANG
CHƯƠNG I. TỔNG QUAN	1
1. Nghiên cứu máy khuấy dung dịch	1
1.2. Đặc tính của quá trình khuấy trộn	1
1.3. Đặc điểm dung dịch tron nguội Caltex Aquatex 3180	2
Kết luận chương 1	2
CHƯƠNG 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	2
2.1. Ứng dụng phương trình Navie-stocks trong công nghệ khuấy trộn	2
2.2. Một số thông số ảnh hưởng đến quá trình khuấy trộn	3
2.3. Phương pháp quy hoạch thực nghiệm	4
Kết luận chương 2	5
CHƯƠNG 3. THIẾT KẾ, CHẾ TẠO THIẾT BỊ KHUẤY TRỘN DUNG DỊCH CALTEX AQUATEX 3180	5
3.1. Giới thiệu	5
3.2. Lựa chọn các thông số hình học của thiết bị	5
3.3. Tính toán thiết kế các bộ phận chính của thiết bị	6
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	9
4.1. Giới thiệu	9
4.2 Thí nghiệm.	9
4.3. Kết quả thí nghiệm	11
Kết luận chương 4	15
KẾT LUẬN CHUNG VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN TIẾP THEO	15

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

TT	NỘI DUNG	TRANG
1	Hình 1.3. Mối quan hệ giữa độ nhớt chất lỏng và dạng cánh trộn	1
2	Hình 3.1. Kích thước thùng khuấy	5
3	Hình 3.3. Cánh khuấy chế tạo thực tế	6
4	Hình 3.4. Kết cấu trục mang cánh khuấy	8
5	Hình 4.1: Máy khuấy trộn dung dịch: MKDD-01	9
6	Hình 4.2 Máy đo nồng độ NBR-32	10
7	Hình 4.6. Chính khoảng cách cánh khuấy tới đáy thùng	10
8	Hình 4.14. Ảnh hưởng của các yếu tố thí nghiệm đến độ xám trung bình	14
9	Hình 4.15. Ảnh hưởng chính đến độ xám	15

DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU

TT	NỘI DUNG	TRANG
1	Bảng 2.1. Các thông số liên quan đến quá trình trộn	3
2	Bảng 4.3. Kết quả đo nồng độ dung dịch và khoảng sai lệch nồng độ	11
3	Bảng 4.4. Dữ liệu chuẩn hóa	12
4	Bảng 4.5. Kết quả phân tích quan hệ xám	13

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 thiết bị khuấy trộn dung dịch bôi trơn Caltex Aquatex 3180 đáp ứng năng suất 2,5m³ 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 forcaltex 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

TS. Đỗ Thị Tám

PGS.TS. Vũ Ngọc Pi

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 (2019), “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.

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN

1. Nghiên cứu máy khuấy dung dịch

1.1. Nghiên cứu chung

1.2. Đặc tính của quá trình khuấy trộn

1.2.1. Chế độ động học khi khuấy - trộn

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.

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

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

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

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.

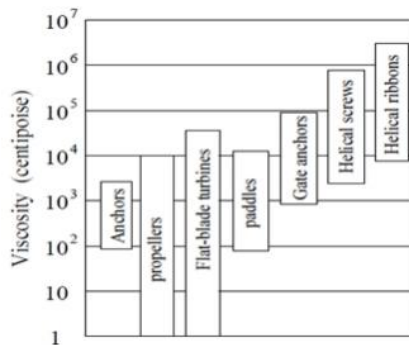
- Chảy theo dòng: $0 \leq R_{ek} \leq 10$
- Chảy quá độ: $10 \leq R_{ek} \leq 10^3$
- Chảy xoáy rối: $10^3 \leq R_{ek} \leq 10^7$

1.2.2. Chuyển động của dòng chảy trong máy khuấy trộn

1.2.3. Thời gian khuấy trộn

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

1.2.4. Khối lượng riêng và độ nhớt chất lỏng



Hình 1.3. Mối quan hệ giữa độ nhớt chất lỏng và dạng cánh trộn [14]

1.2.5. Độ đồng nhất

1.2.6. Nghiên cứu cơ bản về cánh khuấy

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

1.2.7. Vị trí đặt cánh khuấy

1.3. Đặc điểm dung dịch trộn nguội Caltex Aquatex 3180

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

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

Viện sĩ Landau L.D và E.M Lifsitx [11], Viện sĩ Xedov L.I [15] đã ứng dụng lý thuyết dòng 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 dòng dạng:

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

Từ đó có thể thay bằng các chuẩn số sau:

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

Với : p - chi phí áp suất, N/m² ;

v- tốc độ, m/s;

ρ - khối lượng riêng, kg/m³;

μ - độ nhớt động lực, kg/m.s;

l - Chiều dài trục, m;

g - gia tốc trọng trường m/s².

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

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 Re_c : 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

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

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 (H)	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:

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

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

2.3. Phương pháp quy hoạch thực nghiệm

2.3.1. 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:

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

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;

$$\text{- Chọn } x_2 = \pi_7 = \alpha \text{ (độ);}$$

- 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 ;

$$\text{hay } x_3 = \pi_4 = h \text{ (mm);}$$

2.2.2. Quy hoạch thực nghiệm bằng phương pháp Taguchi.

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

Trong nghiên cứu này sẽ tiến hành thực nghiệm có 3 thông số với 3 mức nên ma trận trực giao L9

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

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.

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.

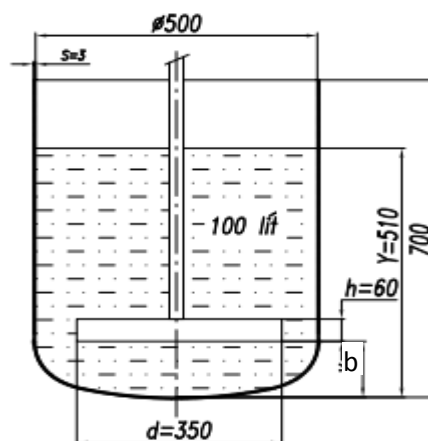
2. Đề tài sử dụng quy hoạch thực nghiệm theo phương pháp Taguchi với 3 chuẩn số đầu vào 3 mức và yếu tố ra độ đồng nhất của dung dịch. Kết quả của bài toán quy hoạch thực nghiệm được sử dụng để tiếp tục tính toán, lắp đặt máy thực trong thực tế sản xuất.

Chương 3

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

3.1. Giới thiệu

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



Hình 3.1. Kích thước thùng khuấy

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 3.3. 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 phần 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: $N = 0,17 \div 1,7 \text{ vòng/giây}$ tương đương với $n = 10 \div 100 \text{ vòng/phút}$.

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

$$N = 1,7; (n = 100v/p)$$

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 trơn 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 trơn 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:

$$T = 9550 \frac{N}{n} \text{ (N.m)} \quad (3.3)$$

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

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

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

- * 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:

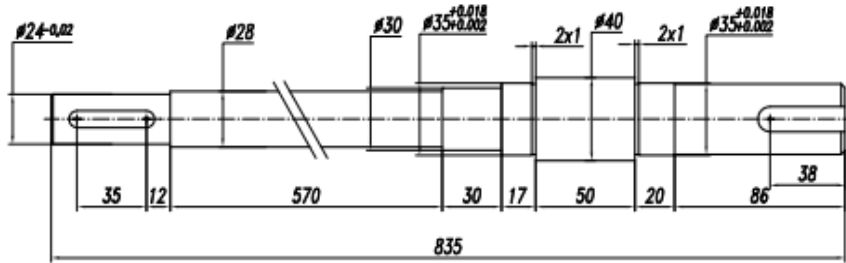
$$d \geq \sqrt[3]{T / (0,2[\tau])} \quad (\text{mm}) \quad (3.4)$$

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: $[\tau] = 15 - 30$ 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

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

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 TỐI ĐỘ ĐỒNG ĐỀU CỦA DUNG DỊCH CALTEX AQUATEX 3180

4.1. Giới thiệu

4.1.1. Mục đích

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



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

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



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

4.2.2. Các bước chuẩn bị trước khi làm thí nghiệm

a. Xác định bảng thông số công nghệ

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)

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).

- 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 250m; vị trí 03 cách đáy bình 500mm.

- Với tỉ lệ dung dịch pha trộn cố định là 5% (CA = 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;

+ CiA là nồng độ thực tế đo được của thể tích mẫu Vi.

*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.

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

4.2.3. Trình tự tiến hành thí nghiệm.

4.3. Kết quả thí nghiệm

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

TT thí nghiệm	Thông số vào			Kết quả thí nghiệm	
	n (vg/p)	α (độ)	y(mm)	k	P_N (wh)
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 PN “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

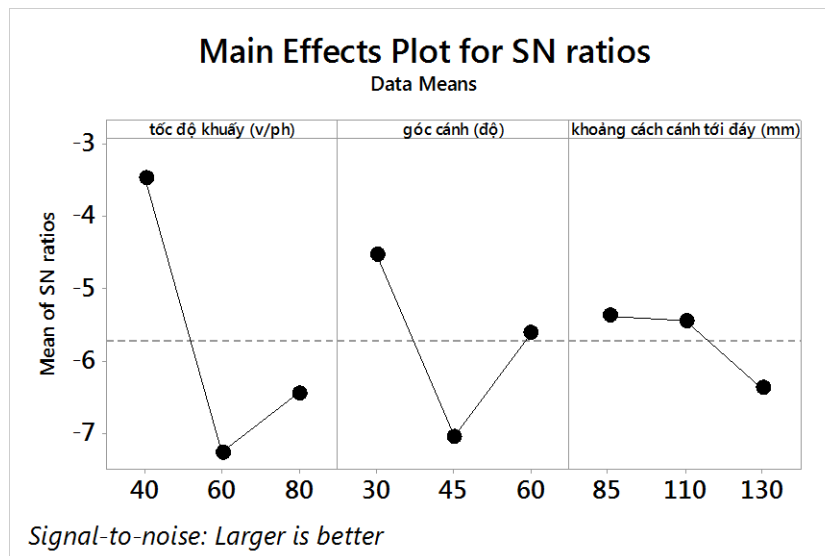
Bảng 4.5. Kết quả phân tích quan hệ xám

TT thí nghiệm	Hệ số xám		Độ xám trung bình γ	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	0,33	-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	0,37	-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	0,37	-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

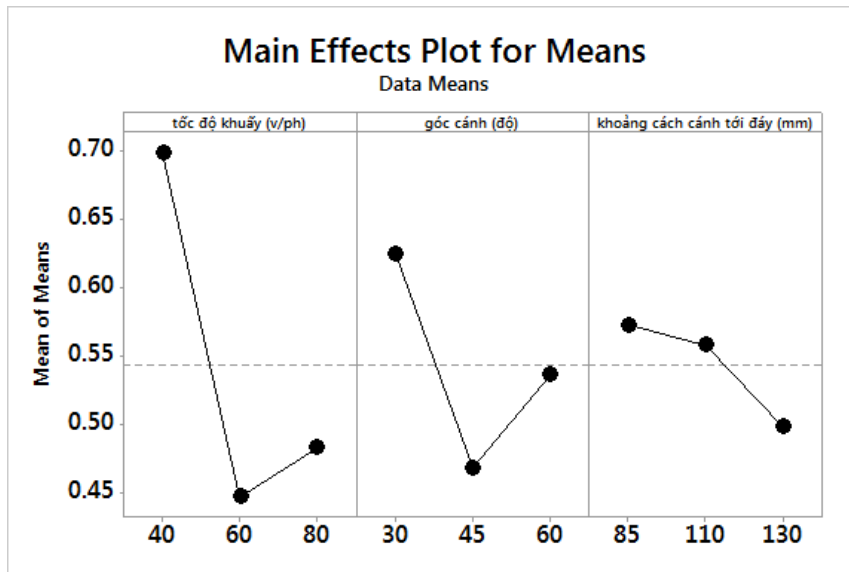
Sử dụng phần mềm Minitab 16, chúng ta có các kết quả như sau.

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 4.14. 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	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



Hình 4.15. Ảnh hưởng chính đến độ xám

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.

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 đều nhất của dung dịch là cao nhất và tiêu tốn năng lượng ít nhất;
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

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;

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. 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, theo 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 P_N . Kết quả chọn được các thông số cho độ đồng nhất của dung dịch là cao nhất;

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.