การหาสัมประสิทธิ์การกระจายตัวในแนวยาวของคอลัมน์แยกสาร
ที่มีการกวนเชิงกล ในสภาวะที่ปราศจากการไหลผ่าน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นางสาว แสงนวล หงษ์ศิรินิรชร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2531

ISBN 974-568-999-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

016115

I 10301367

DETERMINATION OF AXIAL DISPERSION COEFFICIENTS IN MECHANICALLY AGITATED EXTRACTION COLUMNS UNDER NON-FLOW SITUATIONS

Miss Sangnuan Hongsirinirachorn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering

Department of Chemical Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University

1988
ISBN 974-568-999-8

Thesis Title Determination of Axial Dispersion Coefficients in Mechanically Agitated Extraction Columns under Non-flow Situations

By Miss Sangnuan Hongsirinirachorn

Department Chemical Engineering

Thesis Advisor Associate Professor Woraphat Arthayukti, Dr.Ing.

Accepted by the graduate School, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree.

Thavorn Vajrabhaya .....Dean of Graduate School

(Professor Thavorn Vajarabhaya, Ph.D.)

Thesis Committee

.......................Chairman

(Assistant Professor Chairit Satayaprasert, Dr.Ing.)

....Woraphat Arthayukti..Thesis Advisor

(Associate Professor Woraphat Arthayukti,Dr.Ing.)

.......................Member

(Associate Professor Kroekchai Sukanjanajtee, Ph.D.)

Sasithorn Boon-Long..Member

(Assistant Professor Sasithorn Boon-Long,D.3ieme Cycle)

Copyright of the Graduate School, Chulalongkorn University.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แสงนวล หงษ์ศิรินิรชร : การหาสัมประสิทธิ์การกระจายตัวในแนวยาวของคอลัมน์แยกสารที่มีการกวนเชิงกล ในสภาวะที่ปราศจากการไหลผ่าน (DETERMINATION OF AXIAL DISPERSION COEFFICIENTS IN MECHANICALLY AGITATED EXTRACTION COLUMNS UNDER NON-FLOW SITUATIONS) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.วรพัฒน์ อรรถยุกติ, 46 หน้า.

การหาสัมประสิทธิ์การกระจายตัวในแนวยาวของคอลัมน์ชนิดแผ่นกลมและแผ่นวงแหวน โดยใช้สารติดตามในคอลัมน์ที่มีการกวนเชิงกลแบบพัลส์ (PULSED) โดยสภาวะที่ใช้ในการทดลองเป็นแบบปราศจากการไหลผ่าน และเป็นระบบของแข็ง-ของเหลว ของแข็งคือเม็ดพลาสติกแขวนลอยอยู่ในน้ำซึ่งบรรจุในคอลัมน์สูงประมาณ 50 ซม.

ในงานวิจัยนี้ ได้ทำการวัดสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของเฟสหลักในแนวยาวของคอลัมน์สกัด-ของเหลวชนิดแผ่นกลมและแผ่นวงแหวนแบบพัลส์ สำหรับช่วงคอลัมน์ประมาณ 50 ซม. โดยใช้วิธีเติมสารติดตามอีเลคโตรไลต์ (ELECTROLYTE) และได้มีการปรับระบบให้เฟสหลักอยู่นิ่งในคอลัมน์ ส่วนในกรณีที่มีของแข็งเจือปนอยู่ ของแข็งเหล่านี้จะอยู่ในสภาวะแขวนลอยในเฟสหลัก ตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการศึกษาคือ ค่าความเร็วของพัลส์ ในช่วง 0.42 - 2.91 ซม./วินาที พื้นที่ภาคตัดขวางของคอลัมน์ ระหว่าง 15.90 - 78.54 ตร.ซม. และความห่างของแผ่นกลมและแผ่นวงแหวน ตั้งแต่ 2.5 - 16.25 ซม.

ในการวัดสัมประสิทธิ์การกระจายตัวดังกล่าว ได้พัฒนารูปแบบทางคณิตศาสตร์ใหม่ และได้เสนอผลการทดลองในรูปของความสัมพันธ์ ดังต่อไปนี้

$$Dl = 36.37(Af)^{0.625}(Al)^{-0.611}(h)^{0.082}$$

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี
สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี
ปีการศึกษา 2530

ลายมือชื่อนิสิต ....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ....

SANGNUAN HONGSIRINIRACHORN : DETERMINATION OF AXIAL DISPERSION COEFFICIENTS IN MECHANICALLY AGITATED EXTRACTION COLUMN UNDER NON-FLOW SITUATIONS. THESIS ADVISOR : ASSO.PROF.WORAPHAT ARTHAYUKTI, Dr.Ing. 46 PP.

Axial dispersion coefficients were measured by electrolytic tracer analysis on the continuous phase of pulsed disk and ring liquid extraction column sections of about 50 cm in length. The experiments were set up so that the continuous phase would not flow through the apparatus, and the solid present would be suspended in solution. The parameters varied were the pulsation velocity Af (from 0.42 to 2.91 cm/s), the column cross sectional area Al (from 15.9 to 78.54 cm^2), and the spacing between disk and ring h (from 2.5 to 6.25 cm).

In order to measure the axial dispersion coefficients Dl a theoretical model was developed. Finally the generalized relationship

$$Dl = 36.37(Af)^{0.625}(Al)^{-0.611}(h)^{0.082}$$

was obtained.

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี

สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี

ปีการศึกษา 2530

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ACKNOWLEDGEMENT

The author would like to express her gratitude and deep appreciation to her advisor, Assoc. Prof. Dr. Woraphat Arthayukti, for his understanding, helpful guidance and encouragement in all aspects throughout the period of this project. In addition, she is grateful to Assist. Prof. Dr. Chairit Satayaprasert, Assist. Prof. Dr. Sasithorn Boon-long and Assoc. Prof. Dr. Kroekchai Sukanjanajtee for this comments and corrections of this manuscript as well as to Mr. Chaovana Rodthongkam, Director of the Chemistry Division, for his permission to use all the facilities of the Chemistry Division necessary to this work and Mr. Chavalek Chayavadhanangkur for his helpful advice. Her gratitude is extended to the Department of Chemical Engineering, Chulalongkorn university for providing various facilities.

Furthermore the author wishes to express her appreciation to Mr. Worawudh Srirathchatchawarn for his support and Mr. Damrong Panchinda, Mechanical Engineer, who built and installed the equipment.

Many thanks to all her friends especially to Mr. Wiboon Leehapattanalert, Mr. Chanchai Asvavijnijkulchai, Miss Uthaiwan Inchareon and Mr. Amorn Putiphrawan.

Finally, she would like to convey her most sincere gratitude to her father for both his encouragements and financial support throughout this work.

[library stamp]

CONTENT

			Page
THAI ABSTRACT			IV
ENGLISH ABSTRACT			V
ACKNOWLEDGEMENT			VI
LIST OF TABLES			IX
LIST OF FIGURES			X
NOMENCLATURE			XI
CHAPTER			
I	INTRODUCTION		1
II	DEVELOPMENT OF THE MATHEMATICAL ANALYSIS ...		3
	2.1	Derivation of the Equations	5
	2.2	Application of Numerical Analysis to the Equations	6
	2.3	The Optimization Criteria	7
III	EXPERIMENTATION		8
	3.1	The Apparatus	8
	3.2	The Procedure Used	10
IV	PRESENTATION OF RESULTS AND DISCUSSIONS		12
	4.1	Quality of Data Obtained and Measurement of D1	12
	4.2	Determination of D2	12
	4.3	Presentation of the Main Data	17
	4.4	Discussion of the Influence of Solid in the System	18

CHAPTER		Page
	4.5 Presentation of Results as a Generalized Empirical Relation	19
	4.6 Discussions of the Generalized Relation	21
V	CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS	34
	5.1 Conclusions	34
	5.2 Recommendation	34
REFERENCES		35
ANNEXES		36
I	THE OPTIMIZATION PROGRAM	37
II	THE LEAST SQUARE PROGRAM	42
III	AUTOBIOGRAPHY	46

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF TABLES

Table Page

4.1 Experimental Results for the Determination of D1 .... 31 - 33

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF FIGURES

Figure		Page
2.1	Schematic representation of the extraction column system	3
3.1	Diagram of the apparatus	12
3.2	The apparatus	13
3.3	Large column with disks and rings	14
3.4	Column with plastic beads (2.5% hold-up)	14
4.1	Response curves	22 - 23
4.2	Result of an optimization between an experimental curve and a theoretical curve	24
4.3	Determination of D2 based on extrapolations of D1	25
4.4	Plots on ln D1 against ln(Af), ln(A1), ln(h)	26
4.5(a)	Relation for data based on experiments with no solids present	27
4.5(b)	Relation for data based on experiments with solids present	28
4.5(c)	Relation for data based on experiments with and without solids present	29
4.6	Plots ln D1 against $\ln[(Af)^b(A1)^c(h)^d]$	30

NOMENCLATURE

A   Amplitude of pulsation, cm

Ai   Cross sectional area of section i (i=1 represents column ; i=2 represents support section), cm^2.

Cai   Concentration of solute A (i=1 represents column;i=2 represents support section), $mole/cm^3$

Cin   Concentration of tracer in inlet stream

Di   Axial dispersion coefficient (i=1 represents column; i=2 represents support section), cm^2/s

f   Frequency of pulsation, 1/sec

f(l)   Size distribution of solid in inlet feed

h   Distance between disk and ring, cm

l   Drop size distribution

Li   i=1 represents bottom of column; i=2 represents bottom of support section, cm

M   Number of divisions of support section used in numerical integration

N   Number of divisions of column section used in numerical integration

P(z,l)   Probability of a point at level z to belong to a drop of diameter l

Qd   Volume flow rate of solid particles, cm^3/s

t   Refers to time, sec

Δt Numerical integration time interval, sec

Ud(z,l)   Real drop velocity of a drop of size l at position z in the column

$Ud^*(l)$	Velocity of coalescence at the z = L interface
w	Volumetric flow late of tracer in inlet stream
z	Vertical coordinate, cm
Δz	Numerical integration step interval, cm
$\delta(t)$	Delta function

Subscripts

i	Refers to position
j	Refers to time
k	Refers to position