การศึกษาอิทธิพลของคุณสมบัติในการเปียกตัวของวัสดุในคอลัมน์ต่อประสิทธิภาพของเครื่องสกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบคอลัมน์

หอสมุดกลาง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นายวัฒนา โอภานนท์อมตะ

004567

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2522

i 17273109

A STUDY OF THE INFLUENCE OF WETTING CHARACTERISTICS ON THE EFFICIENCIES OF LIQUID - LIQUID EXTRACTION COLUMNS

Mr. Wattana Opanonomata

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Chemical Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
1979

Thesis title	A Study of the Influence of Wetting Characteristics on the Efficiencies of Liquid-Liquid Extraction Columns.
By	Mr. Wattana Opanonomata
Department	Chemical Engineering
Thesis Advisor	Assist.Prof. Woraphat Arthayukti, D.Ing

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in partial fulfillment of the requirements for the Master's degree.

.....S. Bunnag..... Dean of Graduate School

(Assoc.Prof.Supadit Bunnak, Ph.D.)

Thesis Committee

.....Sutham Vanichseni..... Chairman

(Assist.Prof.Sutham Vanichseni, Ph.D.)

.....Woraphat Arthayukti.....Member

(Assist.Prof.Woraphat Arthayukti, D.Ing.)

.....Suphot Chaimungkalanon.....Member

(Assist.Prof.Suphot Chaimungkalanon, Ph.D.)

.....L. Meksaut.....Member

(Assist. Prof.Lursaung Meksut, D.Ing.)

.....K. Sirisena.....Member

(Kantika Sirisena, Ph.D.)

Copyright of the Graduate School, Chulalongkorn University.

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาอิทธิพลของคุณสมบัติในการเปียกตัวของวัสดุในคอลัมน์ต่อประสิทธิภาพของเครื่องสกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบคอลัมน์

ชื่อนิสิต นายวัฒนา โอภานนท์อมตะ

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพัฒน์ อรรถยุกติ

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี

ปีการศึกษา 2522

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของคุณสมบัติในการเปียกตัวของวัสดุในคอลัมน์ต่อประสิทธิภาพของเครื่องสกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบคอลัมน์นี้ยังมีการศึกษาและหาข้อมูลอยู่น้อยมาก ทำให้การออกแบบระบบเครื่องสกัดไม่ค่อยจะสมบูรณ์นัก วิทยานิพนธ์นี้ทำการศึกษาเพิ่มเติมขยายข้อมูลให้กว้างขึ้นไปอีกเพื่อประโยชน์นำไปประยุกต์จะได้กว้างขึ้น

วิทยานิพนธ์นี้ ประกอบด้วย การออกแบบและสร้างเครื่องมือสำหรับทดลองเพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับอิทธิพลของคุณสมบัติในการเปียกตัวของวัสดุในคอลัมน์ (Packings) ต่อประสิทธิภาพของเครื่องสกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบคอลัมน์ โดยพิจารณาถึงอิทธิพลที่มีต่อค่าความจุคอลัมน์ (Flooding capacities) ด้วย ระบบของเหลวที่ใช้ในการทดลอง มี 2 ระบบ น้ำ - คาร์บอนเตตราคลอไรด์ ใช้สำหรับการหาความจุคอลัมน์ และ น้ำ - ไอโอดีน - คาร์บอนเตตราคลอไรด์ สำหรับการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ โดยกำหนดใช้วัสดุในคอลัมน์ที่ให้ค่าคุณสมบัติในการเปียกตัวต่างกัน 2 ชนิด เป็นแบบแรสชิกริง (Raschig ring) คือ โลหะสแตนเลส และ พลาสติค ซึ่งไม่ทำปฏิกิริยากับไอโอดีนและคาร์บอนเตตราคลอไรด์ ขนาด 1/2x 1/2 x1/127 นิ้ว พลาสติคมีคุณสมบัติแบบ Hydrophobic สามารถเปียกตัวได้ด้วยคาร์บอนเตตราคลอไรด์ และโลหะสแตนเลสมีคุณสมบัติแบบ Hydrophilic สามารถเปียกตัวได้ด้วยน้ำ คอลัมน์ระบบพัลส์ (Pulse) ถูกเลือกใช้ในการทดลอง โดยมีตัวแปรที่เกี่ยวข้อง 2 ตัว คือ ค่าความกว้าง (Amplitude, a) และความถี่ (Frequency,f) แต่การหาความสัมพันธ์ของค่าความ

จุคอลัมน์หรือประสิทธิภาพต่อตัวแปรนี้ กระทำในรูปของผลคูณของค่าความกว้างและค่าความถี่ (af) ดังนั้น เป้าหมายของการทดลองนี้จึงหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความจุคอลัมน์กับ af และประสิทธิภาพของเครื่องมือกับ af ในการวิเคราะห์ผลการทดลองได้ใช้ทฤษฎีและผลการทดลองเกี่ยวกับอิทธิพลของคุณสมบัติในการเปียกตัวของวัสดุในคอลัมน์ที่ทำจากวัสดุอื่นเป็นแนวทาง

ผลการทดลองพอจะสรุปได้ดังนี้ ในกรณีของการเปลี่ยนแปลงค่าความจุคอลัมน์ต่อค่า af พบว่า af สูงขึ้นจะให้ค่าความจุคอลัมน์ต่ำลง และพลาสติกให้ค่าความจุคอลัมน์มากกว่าโลหะสแตนเลส ที่ f สูง a ต่ำ จะถูกเลือกใช้เพื่อความเหมาะสมในด้านค่าความจุคอลัมน์ นอกจากนั้น ยังให้ประสิทธิภาพสูงอีกด้วย ส่วนในกรณีของประสิทธิภาพ พลาสติคก็ยังคงให้ค่าประสิทธิภาพสูงกว่าโลหะสแตนเลส การเปลี่ยนแปลงค่า - ปัจจัยการสกัด (Extraction factor) ถึง 3 ค่า พลาสติคก็ยังคงให้ผลที่สูงกว่าโลหะสแตนเลสเหมือนเดิม นั่นหมายความว่า วัสดุในคอลัมน์ใดที่ให้ค่า Hydrophobi สูงกว่าจะให้ทั้งค่าความจุคอลัมน์ที่สูงกว่าและประสิทธิภาพที่สูงกว่าด้วย ผลที่ได้นี้นับเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบและพัฒนาเครื่องสกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบคอลัมน์ระบบพัลส์.

Thesis title A Study of the Influence of Wetting Characteristics on the Efficiencies of Liquid-Liquid Extraction Columns.

Name Mr. Wattana Opanonomata

Thesis Advisor Assistant Professor Woraphat Arthayukti, D.Ing

Department Chemical Engineering

Academic Year 1979

Abstract

An investigation was conducted to evaluate the influence of wetting characteristics of stainless steel and plastic raschig-type rings on the flooding capacities and efficiencies of a pulsed packed liquid-liquid extraction column. The water-carbon tetrachloride system was used in studying the flooding capacities. In the evaluation of the column efficiency, the experimental column was operated on the water-iodine-carbon tetrachloride system in which iodine was transferred from water as continuous phase to carbon tetrachloride dispersed phase. The dimension of both raschig-type rings was $\frac{1}{2}x\frac{1}{2}x1/127$ in. Stainless steel has less hydrophobic properties than plastic rings which preferentially wetted by carbon tetrachloride and unaffected by this organic solvent inspite of a long period of considerable use. The product of the amplitude and frequency which were the pulser characteristics were used rather than using the individual value. The results

were shown in the relations between flooding capacities and af, efficiencies and af. Plastic rings show the better results on both flooding capacities and efficiencies at various af and extraction factors.

These satisfactory results could be used in design and development of the pulsed packed column. In addition the simplicity of the packed column for large diameters, and the advantage of higher transfer rates for plastic rings, indicate that pulsed plastic-packed columns should be considered in this case for processing application with liquid-liquid systems. An economic evaluation would dictate a final selection.

หอสมุดกลาง
จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

ACKNOWLEDGEMENT

The author wishes to sincerely thank and to express his gratitude to his advisor, Assistant Professor Dr.Woraphat Arthayukti, for his supervision, guidance and encouragement during this project. He also wishes to express his appreciation to Professor Dr.Boonrawd Binson for providing a fellowship for him and The Office of the Atomic Energy for Peace for providing funds for the project.

Furthermore, he wishes to convey his most sincere gratitude to his parents and his friends, especially to Miss Prakaikaew Pasurapunya, for their moral and spiritual support.

Finally, he wishes to thank all technicians at the Columbo Building in the Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, for their technical advices which made this project more complete.

CONTENTS

Page

Thesis title in Thai..... I

Thesis title..... II

Approval form..... III

Abstract in Thai..... IV

Abstract..... VI

Acknowledgement..... VIII

Contents..... IX

List of Tables..... XI

List of Figures..... XIII

Chapters

1. Introduction..... 1

1.1 The scope of this work..... 4

1.2 The objectives of this work..... 4

2. Columns operated with liquid pulsing..... 6

3. Regimes of pulsed column operation..... 8

4. Pulsed packed column..... 10

4.1 General considerations..... 10

4.2 Flooding velocities..... 10

4.3 Efficiency of extraction..... 13

4.4 Surface phenomena..... 17

5. Research methodology..... 31

5.1 Apparatus..... 31

5.2 Procedures..... 42

6. Results and Discussions..... 45

Page

7. Conclusions and Recommendations 67

7.1 Conclusions..... 67

7.2 Recommendations..... 68

References..... 69

Appendix

A. Data..... 72

B. Properties of chemicals used..... 81

C. Preparation of chemicals used..... 82

D. Hydrophobic properties of the packings.83

E. Nomenclature..... 84

Autobiography..... 85

LIST OF TABLES

Table — Page

4.1 Hydrophobic characters of packing and plate materials..... 19

A.1 Determination of random packing effect with 1/2-in.stainless steel rings.... 72

A.2 Flooding characteristics with 1/2-in. stainless steel rings..... 73

A.3 Flooding characteristics with 1/2-in. plastic rings..... 74

A.4 Efficiency determination with 1/2-in. plastic rings at extraction factor 14.22 75

A.5 Efficiency determination with 1/2-in. plastic rings at extraction factor 7.11 76

A.6 Efficiency determination with 1/2-in. plastic rings at extraction factor 3.56 77

A.7 Efficiency determination with 1/2-in. stainless steel rings at extraction factor 14.22 78

A.8 Efficiency determination with 1/2-in. stainless steel rings at extraction factor 7.11 79

Page

A.9 Efficiency determination with 1/2-in. stainless steel rings at extraction factor 3.56 80

LIST OF FIGURES

Figure Page

1. Flooding rates of pulsed packed columns..14
2. Performance of a pulsed packed column with 1/2-in. ceramic rings.....24
3. Performance of a pulsed packed column with 1/2-in. polyethylene rings at a=1/2 in.....25
4. Performance of a pulsed packed column with 1/2-in. polyethylene rings at a=1/4 in.....26
5. Performance of pulsed sieve-plate and packed column.....27
6. Performance of pulsed packed column with 1/4-in. ceramic rings.....28
7. Performance of pulsed packed column with 1/4-in. polyethylene rings.....29
8. Performance of pulsed packed and mixed bed columns.....30
9. Schematic flow diagram of apparatus.....34
10. Raschig-type ring packings.....36
11. Stainless steel packings inside column...36
12. Plexiglas flanges.....37
13. The upper parts of column.....38
14. The transfer section.....39

Figure Page

15. The bottom parts of column showing pneumatic pulser and air regulator.....40
16. Pneumatic pulser.....41
17. Flooding characteristics of pulsed packed column with 1/2-in. stainless steel rings at a=1 cm.....55
18. Flooding characteristics of pulsed packed column with 1/2-in. stainless steel rings at various frequencies.....56
19. Flooding characteristics of pulsed packed column with 1/2-in. stainless steel rings at various amplitudes.....57
20. Flooding characteristics of pulsed packed column with 1/2-in.plastic rings at various frequencies.....58
21. Flooding characteristics of pulsed packed column with 1/2-in. plastic rings at various amplitudes.....59
22. Flooding characteristics comparison of pulsed packed column with 1/2-in. stainless steel and 1/2-in. plastic rings at various frequencies.....60
23. Flooding characteristics comparison of pulsed packed column with 1/2-in. stainless steel and 1/2-in. plastic rings at various amplitudes.....61

Figure Page

24. Efficiency determination of pulsed packed column with 1/2-in. plastic rings at various extraction factors.....62

25. Efficiency determination of pulsed packed column with 1/2-in. stainless steel rings at various extraction factors.....63

26. Efficiency comparison of pulsed packed column with1/2-in. stainless steel and 1/2-in. plastic rings at extraction factor 14.22.....64

27. Efficiency comparison of pulsed packed column with 1/2-in. stainless steel and 1/2-in. plastic rings at extraction factor 7.11 65

28. Efficiency comparison of pulsed packed column with 1/2-in. stainless steel and 1/2-in. plastic rings at extraction factor 3.56 66