

**THE INFLUENCE OF DISTRIBUTOR GEOMETRY ON EFFICIENCY
OF MASS TRANSFER IN A PULSED COLUMN**

Mr. BOWON VONGSINUDOM

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

1981

หัวข้อวิทยานิพนธ์ อิทธิพลของแบบหัวฉีดที่มีต่อประสิทธิภาพของการถ่ายเทมวลสาร
 ในเครื่องสกัดของเหลวแบบพัลส์

ชื่อผู้ผลิต นาย บวร วงศ์สินอุดม

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรวัฒน์ อรรถยุกติ

ปีการศึกษา 2528



บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้ศึกษาถึงอิทธิพลของหัวฉีดของสารที่อยู่ในรูปแบบต่อประสิทธิภาพของเครื่องสกัดของเหลวแบบพัลส์เพอร์ฟอเรตเต็ดเพลตคอส้มนี้ เนื่องจากขนาดของหยด และในทางอ้อม ปริมาณพื้นที่การถ่ายเทมวลสารและปริมาณมวลสารที่จะถ่ายเทได้ ควรอยู่ภายใต้อิทธิพลของแบบหัวฉีดด้วย

ในการศึกษาอิทธิพลของหัวฉีดที่มีต่อประสิทธิภาพการถ่ายเทมวลสารโดยใช้ระบบ น้ำ กรดน้ำส้ม และน้ำมันก๊าด ได้ทำการวิจัยโดยการเปลี่ยนหัวฉีด ให้มีขนาดของรูฉีด 3 และ 4.5 มิลลิเมตร เพื่อการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของคอส้มที่ได้ พบว่ารูหัวฉีดที่มีขนาดเล็กลงจะมีประสิทธิภาพของคอส้มสูงกว่ารูฉีดที่มีขนาดใหญ่กว่า กับทั้งพบว่าอัตราการไหลของคอนดิทิวอิลล์เฟลต์ต่อดีสเพลตเพลต มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของคอส้มด้วย กล่าวคือถ้าอัตราส่วนมีค่าสูงประสิทธิภาพของคอส้มก็สูงตาม

ในการพิจารณาในเชิงทฤษฎี โดยนำผลการวิจัยของนักวิจัยผู้อื่นถึงการกระจายของขนาดของหยดที่ระดับต่างๆ ของคอส้ม มาคำนวณหาพื้นที่ผิวเป็นฟังก์ชันของความยาวคอส้ม ใส่ในรูปแบบคณิตศาสตร์ดิฟเฟอเรนเชียล เพื่อหาอิทธิพลของการแปรพื้นที่ผิวตลอดความยาวคอส้มที่มีต่อประสิทธิภาพของคอส้ม ด้วยการเปรียบเทียบกับการใช้ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ผิวเพียงค่าเดียว ผลที่ได้พบว่ามีความประสิทธิภาพของคอส้มต่างกันน้อยมาก

2

Thesis Title The Influence of Distributor Geometry on
 Efficiency of Mass Transfer in a Pulsed Column.

Name Mr. Bowon Vongsinudom

Thesis Advisor Assistant Professor Woraphat Arthayukti, Ph.D.

Department Chemical Engineering

Academic Year 1980.

Abstract

The geometry of droplet distributors is believed to affect the mass transfer efficiency of pulsed perforated plated columns. The interfacial area for mass transfer is believed to vary along a column due to the presence of forward mixing and overall mass transfer may be affected .

The influence of droplet distributor geometry on mass transfer efficiency was made using the system water-acetic acid-kerosene. Two distributors with distributor holes of 3 and 4.5 millimeters were used to compare the column efficiency with the result that the smaller distributor hole size the higher the efficiency and the higher the ratio of continuous phase to dispersed phase flow rate the higher the column efficiency observed.

A theoretical study of data obtain in another work was made. This work made by another group of reserchers showed a difference in the distribution of drops along a pulsed perforated plate column. The data was studied anew to give an interfacial area as a function of column height. This variation in interfacial area was then used in the diffusion model to test for theoretical mass transfer efficiency compared to a similar system with constant interfacial area along the length of the column. However no differences of efficiencies were detected for this particular simulation.

กิตติกรรมประกาศ



ผู้เขียนขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรพัฒน์ อรรถยุกติ ที่กรุณาสละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา ข้อคิดเกี่ยวกับการดำเนินงานและในการแก้ปัญหาตลอดระยะเวลาที่ทำกรวิจัย ผลงานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี กับทั้งขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. บุญรอด พิณฑลสิทธิ์ และบัณฑิตวิทยาลัย ที่เอื้อให้ทุนเพื่อการศึกษาและการดำเนินงานวิจัย

คุณพ่อ คุณแม่ และพี่ๆ นับเป็นผู้ให้กำลังใจ อันมีส่วนส่งเสริมและผลักดันให้งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี

นอกจากนี้ผู้เขียนยังได้รับความช่วยเหลือและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์หลายประการ จาก คุณสันติท ปันคร และเพื่อนฝ่ายช่าง แผนกเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รวมถึงคณะวิทยาศาสตร์เองซึ่งกรุณาให้ใช้สถานที่และอุปกรณ์ เพื่อการติดตั้งเครื่องมือ และทำการทดลองจนสำเร็จ ซึ่งผู้เขียนขอระลึกถึงและขอแสดงความขอบคุณ ณ โอกาสนี้.

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| หัวข้อเรื่องภาษาไทย | ก |
| หัวข้อเรื่องภาษาอังกฤษ | ข |
| หน้าอนุมัติ | ค |
| บทคัดย่อภาษาไทย | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | จ |
| กิตติกรรมประกาศ | ช |
| สารบัญ | ช |
| สารบัญตาราง | ฉ |
| สารบัญรูปประกอบ | ฐ |
| บทที่ | |
| 1. บทนำ | 1 |
| 1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย | 2 |
| 1.2 ขอบเขตของการวิจัย | 3 |
| 2. ระบบการสกัดของเหลวในคอสม์นัแบบฟิลล์ | 4 |
| 2.1 ลักษณะของคอสม์นัสกัดของเหลวแบบฟิลล์ที่ใช้ในงานวิจัย | 4 |
| 2.2 การฟิลล์ | 13 |
| ก) การให้กำเนิดฟิลล์ | 13 |
| ข) ลักษณะพิเศษของการปฏิบัติการของฟิลล์คอสม์นั | 14 |
| 2.3 ความจุสูงที่สุดของฟิลล์คอสม์นั | 15 |



| | หน้า |
|---|------|
| 2.4 อิทธิพลของหัวฉีดที่มีต่อเม็ดหยด | 18 |
| 1) เริ่มกำเนิดเม็ดหยด | 20 |
| 2) ช่วงระยะแยกตัวออกจากผิวของหัวฉีด | 21 |
| 3) กำเนิดเป็นเม็ดหยด | 21 |
| 4) ช่วงแตกตัว | 23 |
| 2.5 กฎของการกระจาย | 23 |
| 2.6 เส้นโค้งของการกระจาย | 24 |
| 2.7 ประสิทธิภาพในการถ่ายเทมวลสาร | 26 |
| 2.8 การศึกษาอิทธิพลของขนาดของหยดต่อประสิทธิภาพการถ่ายเทมวลสาร โดยรูปแบบคณิตศาสตร์ | 30 |
| 3. การดำเนินงานวิจัยและผลงานที่ได้ | 40 |
| 3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย | 41 |
| 3.2 การวิจัย | 42 |
| 1) การหาเส้นโค้งของการกระจายและสัมประสิทธิ์การกระจาย | 42 |
| 2) การปรับค่าตัวเลขของอุปกรณ์ | 46 |
| 3) การหาค่าความจุสูงสุดของคอลัมน์ | 49 |
| 4) การวิจัยอิทธิพลของหัวฉีดที่มีต่อประสิทธิภาพของการถ่ายเทมวลสารของ ฟิล์มคอลัมน์ | 52 |
| 5) การวิจัยอิทธิพลของอัตราส่วนของความเร็วของการไหลของคอนดิติ- อัสเฟลต์ต่อดีลเฟลต์ที่มีต่อประสิทธิภาพของการถ่ายเทมวลสารของ คอลัมน์ | 56 |
| 6) การศึกษาอิทธิพลเชิงทฤษฎีของพื้นที่ผิวของหยด | 62 |

| | |
|---|----------------|
| | - ญ หน้า |
| 4. วิจารณ์ บทสรุป และข้อเสนอแนะ | 66 |
| 4.1 วิจารณ์ผลการวิจัย | 66 |
| 4.2 บทสรุป | 71 |
| 4.3 ข้อเสนอแนะ | 71 |
| เอกสารอ้างอิง | 73 |
| ภาคผนวก | |
| ก. ข้อจำกัดในการทำวิจัย | 77 |
| ข.1 ผลการทดลองหาค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพของคอส്മิน์ และ% ผิดพลาดของหัวฉีด มีรูขนาด \varnothing 3 มม.; $m = 1$ | 78 |
| ข.2 ผลการทดลองหาค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพของคอส്മิน์ และ% ผิดพลาดของหัวฉีด มีรูขนาด \varnothing 3 มม.; $m = 2$ | 79 |
| ข.3 ผลการทดลองหาค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพของคอส്മิน์ และ% ผิดพลาดของหัวฉีด มีรูขนาด \varnothing 4.5 มม.; $m = 1$ | 80 |
| ข.4 ผลการทดลองหาค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพของคอส്മิน์ และ% ผิดพลาดของหัวฉีด มีรูขนาด \varnothing 4.5 มม.; $m = 2$ | 81 |
| ค.1 ประสิทธิภาพของคอส്മิน์กับ af ของหัวฉีดมีรูขนาด \varnothing 3 มม.; $m = 1$ | 82 |
| ค.2 ประสิทธิภาพของคอส്മิน์กับ af ของหัวฉีดมีรูขนาด \varnothing 3 มม.; $m = 2$ | 83 |
| ค.3 ประสิทธิภาพของคอส്മิน์กับ af ของหัวฉีดมีรูขนาด \varnothing 4.5 มม.; $m = 1$ | 84 |
| ค.4 ประสิทธิภาพของคอส്മิน์กับ af ของหัวฉีดมีรูขนาด \varnothing 4.5 มม.; $m = 2$ | 85 |
| ง. แสดงอักษรย่อที่ใช้ในการคำนวณ | 86 |
| จ. แสดงการหาค่าเฉลี่ยของพื้นที่ของเม็ดหยดที่ความยาวคอส്മิน์ 12.5 , 47.5 และ 87.5 เซนติเมตร | 88 |

จ.1 แสดงแผนภาพการคำนวณโดยใช้คอมพิวเตอร์ 89

จ.2 แสดงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 91

จ.3 แสดงผลการคำนวณ เมื่อแปรค่าพื้นที่ผิวของเม็ดหยดตลอดทั้งคอลัมน์ 93

จ.4 แสดงผลการคำนวณเมื่อใช้ค่าพื้นที่ผิวเฉลี่ย 94

ประวัติผู้เขียน 95

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|---|------|
| 3.1 แสดงผลการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย ของกรดน้ำส้มในน้ำและน้ำมันก๊าด | 43 |
| 3.2 แสดง% ผิดพลาดการหาค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย ของกรดน้ำส้มในน้ำและน้ำมันก๊าด | 44 |
| 3.3 เทียบอัตราการไหล (ลิตร/ชั่วโมง) กับตัวเลขที่แสดง | 47 |
| 3.4 เทียบความดัน (ปอนด์/ตารางนิ้ว) กับแอมพลิจูด (เซนติเมตร) | 48 |
| 3.5 เทียบพีเควานซี (รอบ/นาที) กับตัวเลขที่หน้าปัทม์ | 48 |
| 3.6 แสดงข้อมูลการทดลองหาความถี่สูงสุดของคอสมัน | 50 |
| 3.7 แสดงการเปรียบเทียบผลของ $\frac{V_c}{V_d}$ ที่ผิดต่อประสิทธิภาพของคอสมัน เมื่อรูตัดขนาด \emptyset 3 มม. | 59 |
| 3.8 แสดงการเปรียบเทียบผลของ $\frac{V_c}{V_d}$ ที่ผิดต่อประสิทธิภาพของคอสมัน เมื่อรูตัดขนาด \emptyset 4.5 มม. | 59 |
| 3.9 แสดงความสัมพันธ์ของความยาวคอสมันกับค่า R_x | 63 |
| 3.10 แสดงการกระจายค่า R_x (จากภาพ 4.8) ตามความยาวของคอสมัน | 67 |

สารบัญภาพประกอบ

| ภาพที่ | | หน้า |
|--------|---|------|
| 2.1 | แสดง เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง | 5 |
| 2.2 | แสดง คอลัมน์กับแผ่นโลหะรูพรุน | 6 |
| 2.3 | เครื่องให้กำเนิดพัลส์ | 7 |
| 2.4 | แสดงแบบแผนการไหลและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ | 8 |
| 2.5 | แผ่นโลหะรูพรุน | 11 |
| 2.6 | หัวฉีดสแตนเลส ลึตีส | 11 |
| 2.7 | แสดงหัวฉีด | 12 |
| 2.8 | แสดงดีเลย์เพอส์เฟสในจังหวัดการพัลส์ | 14 |
| 2.9 | แสดงส่วนทั้งสามของการปฏิบัติการของพัลส์คอลัมน์ | 16 |
| 2.10 | แสดงลักษณะบริเวณมิคซ์เซอร์-เซพเทลอร์ | 16 |
| 2.11 | แสดงลักษณะของบริเวณฮีมัลชัน | 17 |
| 2.12 | แสดงลักษณะบริเวณไรส์เล็ทียภาพ | 17 |
| 2.13 | แสดงหัวฉีดรูพรุน | 19 |
| 2.14 | แสดงความสัมพันธ์ของปริมาตรของเม็ดหยดกับเวลาในการเกิด | 19 |
| 2.15 | แสดงขั้นตอน 4 ขั้นตอนในการเกิดเม็ดหยด | 19 |
| 2.16 | แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับเวลาและพื้นที่ผิวกับเวลา สำหรับการเกิดเม็ดหยด | 22 |
| 2.17 | แสดงการเคลื่อนย้ายของจุดศูนย์กลางของการหมุนวนด้วยการลดการ หมุนวนลง | 22 |
| 2.18 | แสดงลุ่มตุลย์การกระจาย | 25 |

| | | |
|------|---|----|
| 2.19 | แสดงค่าความสูงของคอสมันที่ต้องเพิ่มขึ้นเนื่องจากผลของจุดเข้าและออกของคอสมัน | 29 |
| 2.20 | แสดงเส้นแนวแปรความเข้มข้น | 32 |
| 2.21 | แสดงการผสมกลับของเม็ดหยดในคอสมัน | 32 |
| 2.22 | แสดงการไหลแบบฟิลล์ตัน-ดีฟิวชันของทั้งสองเฟส | 32 |
| 2.23 | แสดงส่วนของคอสมันและอีควิลีเบรียมโตอะแกรม | 33 |
| 3.1 | แสดงผลการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของกรดน้ำส้มในน้ำและน้ำในก๊าด | 45 |
| 3.2 | แสดงเทียบอัตราการไหลกับตัวเลขที่แสดง | 47 |
| 3.3 | กราฟเทียบความดันกับแอมพลิจูด | 48 |
| 3.4 | กราฟเทียบพหุคูณกับความถี่กับตัวเลขที่หน้าปัทม์ | 48 |
| 3.5 | กราฟแสดงค่าความถี่สูงสุดของคอสมัน | 51 |
| 3.6 | แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของคอสมัน (รวม) | 53 |
| 3.7 | แสดงประสิทธิภาพของคอสมัน (Ø 3 มม.; m = 1) | 54 |
| 3.8 | " " (Ø 3 มม.; m = 2) | 55 |
| 3.9 | " " (Ø 4.5 มม.; m = 1) | 56 |
| 3.10 | " " (Ø 4.5 มม.; m = 2) | 57 |
| 3.11 | แสดงเปรียบเทียบผลของ $\frac{V_c}{V_d}$ ที่มีต่อประสิทธิภาพของคอสมัน (Ø 3 มม.) | 60 |
| 3.12 | แสดงเปรียบเทียบผลของ $\frac{V_c}{V_d}$ ที่มีต่อประสิทธิภาพของคอสมัน | 61 |
| 3.13 | แสดงความสัมพันธ์ของเส้นผ่าศูนย์กลางของหยดกับ % ความถี่ที่พบ | 65 |
| 3.14 | แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของคอสมันกับ R_x | 65 |