การกรองแบบพลวัตเพื่อขจัดน้ำมันจากไขปิโตรเลียม

นายประเสริฐ สายวัฒนาสุข

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาเคมีเทคนิค
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ 2532

ISBN 974-576-262-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

015805

DYNAMIC FILTRATION FOR DEOILING OF PETROLEUM WAX

Mr. Prasert Saivattanasuk

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Chemical Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1988

ISBN 974-576-262-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การกรองแบบพลวัตเพื่อขจัดน้ำมันจากไขปิโตรเลียม

โดย นายประเสริฐ สายวัฒนาสุข

ภาควิชา เคมีเทคนิค

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. เพียรพรรค ทัศคร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

_____ คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

_____ ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พล สาเกทอง)

_____ กรรมการ

(อาจารย์ ดร. เพียรพรรค ทัศคร)

_____ กรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร. เผด็จ สิทธิสุนทร)

_____ กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ภัทรพรรณ ประศาสน์สารกิจ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประเสริฐ สายวัฒนาสุข : การกรองแบบพลวัตเพื่อขจัดน้ำมันจากไขปิโตรเลียม (DYNAMIC FILTRATION FOR DEOILING OF PETROLEUM WAX) อ.ที่ปรึกษา : อ.ดร.เพียรพรรค ทัศคร, 105 หน้า.

ไขสแลคซึ่งได้จากกระบวนการแยกไขมีน้ำมันปนอยู่ประมาณร้อยละ 20 เมื่อนำไปผ่านกระบวนการขจัดน้ำมันจะได้ไขที่บริสุทธิ์ขึ้นและสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น การทำเทียนไข สารขัดเงา และอื่น ๆ งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการกรองแบบพลวัตในการขจัดน้ำมันของไขสแลคโดยใช้ตัวทำละลายเมทิลเอทิลคีโตน

จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการโดยการกรองผลึกไขด้วยกรวยกรอง buchner ที่มีความดันตกในการกรอง 50 มม.ปรอท พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการตกผลึกไข คือ อัตราส่วนไขต่อเมทิลเอทิลคีโตนเท่ากับ 1:8 อุณหภูมิของการตกผลึกไข 25°ซ เมื่อนำสภาวะดังกล่าวไปใช้ในการขจัดไขด้วยเครื่องกรองพลวัต ที่ความเร็วของใบกวนในเครื่องกรอง 85 และ 240 รอบต่อนาที ความดันเฉลี่ยของการกรอง 304 มม.ปรอท พบว่าความเร็วของใบกวนจะมีผลน้อยมากต่อการกรอง และเครื่องกรองสามารถกรองได้อย่างต่อเนื่องเมื่อ slurry ที่ได้มีอัตราส่วนตัวทำละลายต่อไข 3.65:1 และเมื่อนำไขผ่านเครื่องกรอง 2 ครั้ง ปริมาณน้ำมันในไขจะลดลงเหลือร้อยละ 9.54 และ 5.17 ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา เคมีเทคนิค ..... ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา เคมีเทคนิค .....

ปีการศึกษา 2531 ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

PRASERT SAIVATTANASUK : DYNAMIC FILTRATION FOR DEOILING OF PETROLEUM WAX. THESIS ADVISOR : PIENPAK TASAKORN, Ph.D., 105 PP.

Slack wax from dewaxing process contains about 20 percent oil. After refining, the wax can be used as raw material in industry for example candles, polishes etc. In this study, the slack wax was deoiled using MEK as solvent, and separated by dynamic filtration. From laboratory test, the best wax to MEK ratio was 1:8, at crystallization temperature of 25°C and pressure drop across the bushner funnel of 50 mmHg.

In dynamic filtration at the shaft speed of 85 and 240 rpm. and at pressure drop of 304 mmHg, it was shown that shaft speed did not effect the filtration. The filtration could be operated continuously when the ratio of solvent to wax in slurry was 3.65:1. When deoiling was repeated twice the oil in wax was reduced to 9.54 and 5.71 percent respectively.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา เคมีเทคนิค ลายมือชื่อนิสิต ประเสริฐ สายวัฒนสุข

สาขาวิชา เคมีเทคนิค

ปีการศึกษา 2531 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา เภี่ยนภัค ตาสกร

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. เพียรพรรค ทัศคร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ชี้แนะ และความคิดเห็นต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้ ทั้งในแง่วิชาการ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ตลอดจนวิธีและขั้นตอนในการทดลอง ผู้วิจัยขอขอบคุณไว้ ณ. ที่นี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายซ่อมสร้าง ภาควิชาเคมีเทคนิค คุณ อวยพร ลีพลากร คุณ สังข์ ชมชื่น คุณ สนิท ปรีนคร ที่กรุณาช่วยสร้าง และซ่อมแซมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย ขอขอบคุณหัวหน้าฝ่ายพัสดุ คุณ ณรงค์ ชัยพันธ์ และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่กรุณาอำนวยความสะดวกในการยืมอุปกรณ์ต่าง ๆ ด้วยดี

ขอขอบคุณ เพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ นิสิตปริญญาโท ภาควิชาเคมีเทคนิค ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลืองานวิจัยนี้ด้วยดีมาตลอด

ท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ซึ่งสนับสนุนด้านการเงิน และให้กำลังใจแก่ผู้ทำวิจัยมาโดยตลอด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูป ..... ญ

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ ..... ฏ

บทที่

1 บทนำ 1

2 วารสารปริทัศน์ 3

2.1 น้ำมันปิโตรเลียม 3

2.2 ประเภทของไข 6

2.3 ไขปิโตรเลียม 8

2.4 โครงสร้างและส่วนประกอบของไขปิโตรเลียม 9

2.5 คุณสมบัติของไขปิโตรเลียม 14

2.6 ประโยชน์ของไขในทางอุตสาหกรรม 18

2.7 กระบวนการแยกไขและกระบวนการขจัดน้ำมันในไขที่ใช้ในอุตสาหกรรม .. 19

2.8 ทฤษฎีการกรอง 28

2.9 งานวิจัยในอดีต 39

3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง 40

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 40

3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง 46

3.3 วิธีการทดลอง 46

4 ผลการทดลอง 49

4.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของไขปิโตรเลียม 49

4.2 ผลของอุณหภูมิกับการละลายไขในตัวทำละลายเมทิลเอทิลคีโตน 49

4.3 ผลของลำดับอุณหภูมิการตกผลึกไขในตัวทำละลายเมทิลเอทิลคีโตนในช่วงอุณหภูมิ 40 ถึง -10 °ซ 51

4.4 ผลของระบบสมดุลของไข น้ำมัน และตัวทำละลายเมทิลเอทิลคีโตนที่อุณหภูมิ 30, 25 และ 20 °ซ 51

สารบัญ (ต่อ)

บทที่			หน้า
4	4.5	ผลของอัตราส่วนไขต่อตัวทำละลายเมทิลเอทิลคีโตนต่อการขจัดน้ำมันในไข	56
	4.6	ผลของการกรองพลวัตกับความเข้มข้นของ slurry ที่ได้	56
	4.7	ผลของความเร็วของใบกวนในเครื่องกรองพลวัตกับความเข้มข้นของ slurry ที่ได้	62
	4.8	ผลของอัตราการกรองในเครื่องกรองพลวัต	62
	4.9	จำนวนครั้งของไขที่ผ่านการกรอง	65
5		การวิเคราะห์และวิจารณ์ผลการทดลอง	68
	5.1	ผลของคุณสมบัติเบื้องต้นของไขปิโตรเลียมและน้ำมัน	68
	5.2	ผลของอุณหภูมิกับการละลายไขในตัวทำละลายเมทิลเอทิลคีโตน	68
	5.3	ผลของลำดับอุณหภูมิการตกผลึกไขในตัวทำละลายเมทิลเอทิลคีโตนในช่วงอุณหภูมิ 40 ถึง -10 °ซ	69
	5.4	ผลของระบบสมดุลของไข น้ำมัน และตัวทำละลายเมทิลเอทิลคีโตนที่อุณหภูมิ 30, 25 และ 20 °ซ	70
	5.5	ผลของอัตราส่วนไขต่อตัวทำละลายเมทิลเอทิลคีโตนต่อการขจัดน้ำมันในไข	72
	5.6	ผลของการกรองพลวัตกับความเข้มข้นของ slurry ที่กรองได้	73
	5.7	ผลของความเร็วของใบกวนในเครื่องกรองพลวัต	73
	5.8	ผลของอัตราการกรองในเครื่องกรองพลวัต	73
	5.9	ผลของจำนวนครั้งในการผ่านเครื่องกรอง	74
6		สรุปและข้อเสนอแนะ	75
เอกสารอ้างอิง			77
ภาคผนวก			
ภาคผนวก ก			81
ภาคผนวก ข			90
ภาคผนวก ค			94
ภาคผนวก ง			97
ประวัติผู้เขียน			105

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	สมบัติของน้ำมันดิบแหล่งแม่สูนหลวง	7
2.2	เปรียบเทียบจุดหลอมเหลวของสารแอลเคน	11
2.3	สมบัติทางเคมีของไซบิโตรเลียม	16
2.4	สมบัติทางกายภาพของไซบิโตรเลียม	17
4.1	ผลการศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของไข	47
4.2	ผลของการกรองพลวัตกับความเข้มข้นของ slurry ที่ผ่านการกรอง	58
4.3	ผลของความเร็วของใบกวนในเครื่องกรองพลวัตกับความเข้มข้นและอัตราการไหลของ slurry	60
4.4	ผลการกรองพลวัต	63
4.5	จำนวนครั้งของไขที่ผ่านเครื่องกรอง	64
4.6	ผลการกรองพลวัตและการขจัดน้ำมันครั้งที่ 2	65

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	โครมาโทรแกรมของไขพาราฟิน	10
2.2	ลักษณะผลึกไขทั้ง 3 แบบ แบบเกล็ด แบบเข็ม และ malcrystalline	12
2.3	ลักษณะผลึกไขที่ได้จากการตกผลึก	13
2.4	กระบวนการแยกไขด้วยตัวทำละลาย	20
2.5	ผังกระบวนการขจัดน้ำมันโดยไม่ใช้ตัวทำละลาย	22
2.6	กระบวนการ spray deoiling process	24
2.7	ผังกระบวนการขจัดน้ำมันโดยการกรอง	25
2.8	ผังกระบวนการ contacting process	27
2.9	กลไกการกรองสาร	28
2.10	การเคลื่อนที่ของของเหลวและของแข็งในการกรองแบบธรรมดาและแบบพลวัต	31
2.11	เครื่องกรอง Shriver-type	32
2.12	เครื่องกรองและผลการทดลองการกรองแบบการสั่น	33
2.13	เครื่องกรองแบบ Rotating cylinder	36
2.14	เครื่องกรอง Rotating filter press และผลการทดลอง	36
2.15	สมดุลมวลสารของการกรอง	38
3.1	ผังขั้นตอนกระบวนการที่ศึกษา	40
3.2	ถังผสมไขกับตัวทำละลายเมทิลเอทิลคีโตน	42
3.3	เครื่องตกผลึกไข	42
3.4	ถังบ่อน้ำเย็น	43
3.5	เครื่องกรองพลวัต	43
3.6	ส่วนประกอบเครื่องกรองพลวัต	44
3.7	เครื่องกรองพลวัตสำหรับการขจัดน้ำมัน	44
3.8	แผนผังแสดงการกรองผลึกไขในห้องปฏิบัติการ	45
4.1	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดดิเนมาติกของไขและน้ำมันกับอุณหภูมิ	50
4.2	ผลของอุณหภูมิกับการละลายของไขในตัวทำละลายเมทิลเอทิลคีโตน	50
4.3	ปริมาณการตกผลึกไขที่อุณหภูมิ -10 ถึง 40 °ซ	52
4.4	ปริมาณการตกผลึกไขสะสมที่อุณหภูมิ -10 ถึง 40 °ซ	52

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.5 แผนภูมิ (equilibrium diagram) ของระบบน้ำมัน ไข และตัวทำละลาย เมทิลเอทิลคีโตน ที่อุณหภูมิ 30 °ซ 53

4.6 แผนภูมิ (equilibrium diagram) ของระบบน้ำมัน ไข และตัวทำละลาย เมทิลเอทิลคีโตน ที่อุณหภูมิ 25 °ซ 54

4.7 แผนภูมิ (equilibrium diagram) ของระบบน้ำมัน ไข และตัวทำละลาย เมทิลเอทิลคีโตน ที่อุณหภูมิ 20 °ซ 55

4.8 อัตราส่วนตัวทำละลายต่อไข กับปริมาณน้ำมันในไขหลังสกัด 57

4.9 อัตราการกรองที่อัตราส่วนต่าง ๆ 57

4.10 อัตราการไหลของ slurry กับปริมาณตัวทำละลายต่อผลึกไข ในslurry ... 59

4.11 อัตราการกรองกับปริมาณตัวทำละลายต่อผลึกไข ใน slurry 59

4.12 ผลของอัตราการไหลของ slurry ที่ความเร็วใบกวนในเครื่องกรอง 85 และ 240 รอบต่อนาที 61

4.13 ผลของอัตราการกรองที่ความเร็วใบกวนในเครื่องกรอง 85 และ 240 รอบต่อนาที 61

4.14 ผลของปริมาณสารละลายที่กรองได้กับเวลา 64

4.15 ผลของ de / dv กับ v 64

4.16 ผลของจำนวนครั้งของไขที่ผ่านเครื่องกรอง 67

5.1 แผนภูมิระบบสมดุล น้ำมัน ไข และตัวทำละลาย 71

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำอธิบายสัญญลักษณ์และคำย่อ

a = Amplitude (เมตร)

A = พื้นที่การกรองต่อชั้น (เมตร^2)

c = มวลของของแข็งต่อปริมาตรของ filtrate (กก./เมตร^3)

e_n = ประสิทธิภาพรวมทั้งหมดของเครื่องกรอง

e_x = สัดส่วนช่องว่างที่ระยะ x ,$\varepsilon_x/(1-\varepsilon_x)$

f = ความถี่ของการสั่น (วินาที$^{-1}$)

G = อัตราการไหลของของแข็ง (กิโลกรัม/วินาที)

J_c = convection factor for the conventional Ruth's value ; α_c

K_c = ค่าคงที่ในสมการที่ 2.12 (เมตร$^{-1}$)

m = สัดส่วนโมลของเค้กเปียกต่อเค้กแห้ง

n = จำนวนชั้นการกรอง

N = จำนวนชั้นการกรองทั้งหมด

P = ความดันการกรอง (N-m^2)

P_i = ความดันที่ผิวระหว่างตัวกลางและชั้นเค้ก (N-m^2)

P_c = ความดันกดของของแข็งในชั้นเค้ก (N-m^2)

q = อัตราการไหลของของเหลว (เมตร/วินาที)

q_i = อัตราการไหลของของเหลวที่ผ่านตัวกลาง (เมตร/วินาที)

q_v = อัตราการไหลของของเหลวในเครื่องกรองแบบสั่น (เมตร/วินาที)

q_N = ค่าของ q ที่ชั้นที่ N (เมตร/วินาที)

q_x = อัตราการไหลของของเหลวที่ระยะ x (เมตร/วินาที)

δ_x = อัตราการเคลื่อนที่ของของแข็งที่ระยะ x (เมตร/วินาที)

R_m = ความต้านทานการกรองของตัวกลาง (เมตร$^{-1}$)

R_c = ความต้านทานการกรองเนื่องจาก slurry (เมตร$^{-1}$)

S = สัดส่วนมวลของของแข็งใน slurry

S_c = สัดส่วนมวลของของแข็งในเค้ก

U_x = ความเร็วสัมพัทธ์ของของเหลวเทียบกับของแข็งที่ระยะ x (เมตร/วินาที)

V = ปริมาตรของของเหลวต่อหน่วยพื้นที่ (เมตร^3/เมตร^2)

w = มวลของของแข็งในเค้กต่อหน่วยพื้นที่ (กิโลกรัม/เมตร^2)

w_x = มวลของของแข็งในเค้กต่อหน่วยพื้นที่ที่ระยะ x (กิโลกรัม/เมตร^2)

x = ความหนาของเค้ก (เมตร)

y = อัตราส่วนมวลของของเหลวต่อมวลของของแข็ง

y_0, y_n, y_{n+1}, y_N = ค่าของ y ที่ชั้นที่ 1, n+1, N

θ = เวลาในการกรอง (วินาที)

ρ = ความหนาแน่นของของเหลว (กิโลกรัม/เมตร^3)

ρ_s = ความหนาแน่นของของแข็ง (กิโลกรัม/เมตร^3)

ε_x = ความพรุนของเค้กที่ระยะ x

μ = ความหนืดของของเหลว (กิโลกรัม/เมตร-วินาที)

α_{av} = ความต้านทานการกรองเฉลี่ย (เมตร/กิโลกรัม)

α_p = ความต้านทานการกรองกำหนดโดย Ruth (เมตร/กิโลกรัม)

α_x = ความต้านทานการกรองที่ระยะ x (เมตร/กิโลกรัม)

λ = ค่าคงที่ในสมการที่ 2.10

η = สัดส่วนปริมาตรของของเหลวใน slurry

η_c = ค่าของ ที่ $q = 0$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย