5042404

ผลของโพลีเมอร์ต่อประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่น ในกระบวนการเม็ดตะกอนแบบไหลขึ้น

นายอาชวัน อิ่มเอิบธรรม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ.2536

ISBN 974-582-913-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

019592

EFFECT OF POLYMERS ON TURBIDITY REMOVAL EFFICIENCY IN THE UPFLOW PELLET-FLOC PROCESS

MR. ARCHAWAN IM-ERBTHAM

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Environmental Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
1993

ISBN 974-582-913-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของโพลีเมอร์ต่อประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นในกระบวนการเม็ดตะกอนแบบไหลขึ้น
โดย	นายอาชวัน อิ่มเอิบธรรม
ภาควิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศาสตราจารย์ ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ไพพรรณ พรประภา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ศาสตราจารย์ ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์)

..... กรรมการ

(ดร.แสงสันติ์ พานิช)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

อาชวัน อิ่มเอิบธรรม : ผลของโพลีเมอร์ต่อประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นในกระบวนการเม็ดตะกอนไหลแบบขึ้น (EFFECT OF POLYMERS ON TURBIDITY REMOVAL EFFICIENCY IN THE UPFLOW PELLET-FLOC PROCESS) อ.ที่ปรึกษา : ศ.ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 388 หน้า. ISBN 974-582-913-7

กระบวนการเม็ดตะกอนแบบไหลขึ้นเป็นกระบวนการกำจัดความขุ่น โดยการสร้างเม็ดตะกอนให้เกิดขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน เพื่อทำหน้าที่ดักจับอนุภาคของน้ำขุ่นสังเคราะห์จากดินคาโอลินที่มีความขุ่น 50 เอ็นทียู และมีขนาดอนุภาคตามทฤษฎีเล็กกว่า 1 ไมครอน ที่ถูกทำลายเสถียรภาพแล้วจากอุปกรณ์กวนเร็ว โดยใช้โพลีอลูมินัมคลอไรด์เป็นโคแอกกูแลนท์ และใช้โพลีเมอร์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ โพลีเมอร์แอนไอออน โพลีเมอร์นอนไอออนและโพลีเมอร์แคทไอออนเป็นโคแอกกูแลนท์เอด ตัวแปรควบคุมที่ศึกษา ได้แก่ ความเข้มข้นของโพลีอลูมินัมคลอไรด์ ซึ่งเท่ากับ 0, 1 และ 3 มก./ล. ความเข้มข้นของโพลีเมอร์แอนไอออนและโพลีเมอร์นอนไอออน 0.05, 0.10 และ 0.30 มก./ล. ความเข้มข้นของโพลีเมอร์แคทไอออน 0.30 มก./ล. ความเร็วของน้ำไหลขึ้นเท่ากับ 40 และ 60 ซม./นาที ทำการทดลองแต่ละครั้งใช้เวลา 6 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างทุก ๆ ชั่วโมง เพื่อหาความขุ่นตกค้างในน้ำผลิต พีเอชของน้ำ ขนาดและความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับความสูง 0, 50, 100 และ 130 ซม. และเมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว ทำการหาปริมาณอลูมิเนียมที่ละลายในน้ำผลิตและปริมาณของแข็งที่ตกค้างในน้ำที่ผ่านการบำบัด

จากผลการวิจัยพบว่า

1. โพลีเมอร์แอนไอออนและโพลีเมอร์นอนไอออนเหมาะสำหรับใช้เป็นโคแอกกูแลนท์เอดในกระบวนการเม็ดตะกอนแบบไหลขึ้น
2. ผลของการใช้โพลีเมอร์แคทไอออนยังไม่มีข้อสรุป เนื่องจากระบบยังไม่เข้าสู่สภาวะคงตัว
3. ความขุ่นของน้ำผลิตที่สภาวะคงตัวสามารถลดลงได้ต่ำกว่า 5 เอ็นทียู โดยมีค่าแปรผันตรงกับความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน แต่มีค่าแปรผกผันกับปริมาณและน้ำหนักโมเลกุลของโพลีเมอร์แอนไอออนและโพลีเมอร์นอนไอออน
4. ปริมาณอลูมิเนียมที่ละลายในน้ำผลิตมีค่าแปรผันตรงกับปริมาณโพลีอลูมินัมคลอไรด์ที่ใช้เป็นโคแอกกูแลนท์ แต่ยังมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน 0.2 มก./ล.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2535 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวเพียงแผ่นเดียว

C116574 : MAJOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING
KEY WORD: POLYMER / TURBIDITY / PELLET-FLOC / PELLETIZER
ARCHAWAN IM-ERBTHAM : EFFECT OF POLYMERS ON TURBIDITY REMOVAL EFFICIENCY IN THE UPFLOW PELLET-FLOC PROCESS. THESIS ADVISOR : PROF. THONGCHAI PANSWAD, Ph.D. 388 pp.
ISBN 974-582-913-7

Raw water was synthesized to have theoretical colloid sizes of equal to or smaller than one micron and 50 NTU turbidity. The turbidity particles were destabilized by polyaluminum chloride in a rapid mixing unit and different polymers such as anionic, nonionic and cationic polymer were added as coagulant aid. The doses of polyaluminum chloride were set at concentration of 0, 1 and 3 mg./l while those of anionic and nonionic polymer were 0.05, 0.10 and 0.30 mg./l, and cationic polymer were 0.30 mg./l. Each experiment was tested at upflow velocities of 40 and 60 cm./min for six hours, with samplings being taken every hour. Effluent turbidity, pH, size and settling velocity of pellet-floc at levels 0, 50, 100 and 130 cm. were determined for comparison. Quantities of dissolved aluminum and suspended solids at steady state were also tested.

Experimental results led to the following conclusions:

1. Anionic polymer and nonionic polymer were suitable as coagulant aid in the process.
2. In the cationic polymer case,no conclusion was drawn, due to the fact that the steady state was not reached.
3. At steady state, effluent turbidity increased when upflow velocity in the pelletizer was increased but decreased when dose and molecular weight of anionic and nonionic polymer were increased. The product water was less than 5 NTU.
4. Effluent dissolved aluminum content increased with doses of polyaluminum chloride, but the residual aluminum was still below the 0.2 mg./l standard.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2535 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม -

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ พร้อมทั้งได้ถ่ายทอดแนวการคิดและแนวการทำงาน ทำให้ผู้วิจัยสามารถทำการวิจัยนี้ได้อย่างถูกต้องและลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรม-สิ่งแวดล้อมทุก ๆ ท่าน ที่ให้ความเมตตาอนุเคราะห์ ตลอดจนถ่ายทอดความรู้ทางด้านวิชาการต่าง ๆ

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยบางส่วน มาทำการศึกษาวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณกรมโรงงานอุตสาหกรรม ที่อนุมัติให้ลาราชการเพื่อทำการศึกษาวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์

และท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา สำหรับคุณงามความดีหรือประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ ขอมอบแด่ท่านทั้งสอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำศัพท์

โพลีเมอร์ (polymer)

ความขุ่น (turbidity)

เม็ดตะกอน (pellet-floc)

อุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน (pelletizer)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
คำศัพท์..... ช
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ฐ
สารบัญรูป..... ท
บทที่
1. บทนำ..... 1
2. วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย..... 3
2.1 วัตถุประสงค์..... 3
2.2 ขอบเขตของการวิจัย..... 3
3. ทบทวนเอกสาร..... 6
3.1 ทฤษฎีของการตกตะกอน..... 6
3.3.1 ทฤษฎีกระบวนการโคแอกกูเลชั่น..... 6
3.3.2 ทฤษฎีกระบวนการฟล็อกคูเลชั่น..... 11
3.2 ตัวแปรที่สำคัญในกระบวนการโคแอกกูเลชั่น..... 14
3.3 สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการโคแอกกูเลชั่น..... 16
3.4 การใช้โพลีเมอร์เป็นสารฟล็อกคูแลนท์..... 17
3.4.1 ชนิดของสารโพลีอิเล็กโทรไลต์..... 17
3.4.1.1 สารโพลีอิเล็กโทรไลต์ที่ให้ประจุบวก..... 19
3.4.1.2 สารโพลีอิเล็กโทรไลต์ที่ให้ประจุลบ..... 20
3.4.1.3 สารโพลีอิเล็กโทรไลต์ที่ไม่มีประจุ..... 20

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	3.4.1.4 สารโพลีอิเล็กโทรไลต์ที่ให้ทั้งประจุบวกและลบ....	21
	3.4.2 กลไกการทำลายเสถียรภาพอนุภาคคอลลอยด์ด้วยสารโพลี-อิเล็กโทรไลต์.....	21
	3.4.2.1 กลไกการสร้างสะพาน.....	21
	3.4.2.2 กลไกการเกิดหย่อมประจุไฟฟ้าสถิตย์.....	23
	3.5 สมมติฐานเบื้องต้นของการสร้างเม็ดตะกอนแบบไหลขึ้น.....	24
	3.6 หลักการของการสร้างเม็ดตะกอน.....	32
	3.7 การใช้โพลีเมอร์ในกระบวนการเม็ดตะกอนแบบไหลขึ้น.....	35
	3.8 การศึกษาที่ผ่านมา.....	35
4.	การดำเนินการวิจัย.....	54
	4.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย.....	54
	4.1.1 น้ำขุ่นสังเคราะห์.....	54
	4.1.2 สารเคมี.....	55
	4.1.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	60
	4.1.4 อุปกรณ์วิเคราะห์ลักษณะสมบัติน้ำ.....	60
	4.2 ขั้นตอนการศึกษา.....	62
	4.3 รูปแบบของการศึกษา.....	63
	4.3.1 การเตรียมการทดลอง.....	63
	4.3.2 การดำเนินการทดลอง.....	63
	4.3.3 การสรุปผลการทดลองและเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต..	64
	4.4 ขอบเขตการทดลอง.....	65
	4.5 การดำเนินการศึกษา.....	66
	4.5.1 วิธีการทดลอง.....	66

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

4.5.2 การเก็บตัวอย่าง..... 76
4.5.3 การวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของตัวอย่าง..... 76
5. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล..... 78
5.1 พีเอชของน้ำ..... 78
5.2 ปริมาณของแข็งที่ตกค้างในน้ำผลิต..... 89
5.3 ความสูงของชั้นเม็ดตะกอน..... 94
5.3.1 อิทธิพลของโพลีเมอร์แอนไอออนที่มีต่อความสูงของชั้นเม็ดตะกอน 94
5.3.2 อิทธิพลของโพลีเมอร์นอนไอออนที่มีต่อความสูงของชั้นเม็ดตะกอน 102
5.3.3 อิทธิพลของโพลีเมอร์แคทไอออนที่มีต่อความสูงของชั้นเม็ดตะกอน 112
5.4 การเข้าสู่สภาวะคงตัวของระบบ..... 114
5.4.1 อิทธิพลของโพลีเมอร์แอนไอออนที่มีต่อการเข้าสู่สภาวะคงตัวของระบบ..... 114
5.4.2 อิทธิพลของโพลีเมอร์นอนไอออนที่มีต่อการเข้าสู่สภาวะคงตัวของระบบ..... 114
5.4.3 อิทธิพลของโพลีเมอร์แคทไอออนที่มีต่อการเข้าสู่สภาวะคงตัวของระบบ..... 114
5.5 ความขุ่นของน้ำผลิตที่สภาวะคงตัว..... 117
5.5.1 อิทธิพลของโพลีเมอร์ชนิดต่าง ๆ ที่มีต่อความขุ่นของน้ำผลิตที่สภาวะคงตัว..... 117
5.5.2 อิทธิพลของปริมาณโพลีเมอร์ที่มีต่อความขุ่นของน้ำผลิตที่สภาวะคงตัว..... 123
5.5.3 อิทธิพลของปริมาณโพลีอลูมินัมคลอไรด์ที่มีต่อความขุ่นของน้ำผลิตที่สภาวะคงตัว..... 127

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

5.5.4 อิทธิพลของความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอนที่มีต่อความขุ่นของน้ำผลิตที่สภาวะคงตัว..... 130

5.6 ขนาดและความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอน..... 130

5.7 ปริมาณอลูมิเนียมที่ละลายในน้ำผลิต..... 206

5.7.1 อิทธิพลของโพลีเมอร์ชนิดต่าง ๆ ที่มีต่อปริมาณอลูมิเนียมที่ละลายในน้ำผลิต..... 206

5.7.2 อิทธิพลของปริมาณโพลีเมอร์ที่มีต่อปริมาณอลูมิเนียมที่ละลายในน้ำผลิต..... 209

5.7.3 อิทธิพลปริมาณโพลีอลูมินัมคลอไรด์ที่มีต่อปริมาณอลูมิเนียมที่ละลายในน้ำผลิต..... 209

5.7.4 อิทธิพลของความเร็วน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอนที่มีต่อปริมาณอลูมิเนียมที่ละลายในน้ำผลิต..... 212

6. สรุปผลการวิจัย..... 215

7. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต..... 220

เอกสารอ้างอิง..... 222

ภาคผนวก ก วิธีการคำนวณหาค่าความเร็วเกรเดียนท์..... 227

ภาคผนวก ข วิธีการเตรียมน้ำขุ่นสังเคราะห์จากดินคาโอลิน..... 231

ภาคผนวก ค รูปผลการทดลอง..... 233

ภาคผนวก ง ค่าปริมาณของแข็งที่ตกค้างในน้ำผลิตที่สภาวะคงตัว..... 300

ภาคผนวก จ ค่าความขุ่นของน้ำผลิตที่เวลาต่าง ๆ..... 302

ภาคผนวก ฉ ค่าความขุ่นของน้ำผลิตที่สภาวะคงตัว..... 309

ภาคผนวก ช ค่าความสูงของชั้นเม็ดตะกอนในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอนที่สภาวะคงตัว.... 311

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

บทที่			หน้า
ภาคผนวก	ช	ค่าขนาดของเม็ดตะกอนที่เวลาและระดับความสูงต่าง ๆ	313
ภาคผนวก	ฌ	ค่าความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่เวลาและระดับความสูงต่าง ๆ	336
ภาคผนวก	ญ	ค่าความหนาแน่นของเม็ดตะกอนที่เวลาและระดับความสูงต่าง ๆ	359
ภาคผนวก	ฏ	รายงานผลการวิเคราะห์ปริมาณอลูมิเนียมที่ละลายในน้ำผลิต	382
ภาคผนวก	ฏ	ค่าปริมาณอลูมิเนียมที่ละลายในน้ำผลิตที่สภาวะคงตัว	386
ประวัติผู้เขียน			388

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 สารโพลีอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้เป็นสารรวมตะกอน..... 18

4.1 ลักษณะของโพลีอลูมินัมคลอไรด์ที่ใช้ในการทดลอง..... 55

4.2 ลักษณะของโพลีเมอร์แอนไอออน #1 ที่ใช้ในการทดลอง..... 56

4.3 ลักษณะของโพลีเมอร์แอนไอออน #2 ที่ใช้ในการทดลอง..... 56

4.4 ลักษณะของโพลีเมอร์นอนไอออน #1 ที่ใช้ในการทดลอง..... 57

4.5 ลักษณะของโพลีเมอร์นอนไอออน #2 ที่ใช้ในการทดลอง..... 58

4.6 ลักษณะของโพลีเมอร์แคทไอออน #1 ที่ใช้ในการทดลอง..... 58

4.7 ลักษณะของโพลีเมอร์แคทไอออน #2 ที่ใช้ในการทดลอง..... 59

4.8 ค่าตัวแปรต่าง ๆ ในการทดลองชุดที่ 1 (โพลีเมอร์แอนไอออน #1)..... 67

4.9 ค่าตัวแปรต่าง ๆ ในการทดลองชุดที่ 2 (โพลีเมอร์แอนไอออน #2)..... 68

4.10 ค่าตัวแปรต่าง ๆ ในการทดลองชุดที่ 3 (โพลีเมอร์นอนไอออน #1)..... 70

4.11 ค่าตัวแปรต่าง ๆ ในการทดลองชุดที่ 4 (โพลีเมอร์นอนไอออน #2)..... 71

4.12 ค่าตัวแปรต่าง ๆ ในการทดลองชุดที่ 5 (โพลีเมอร์แอนไอออน #1 , #2 เมื่อ PACl = 0 มก./ล.)..... 72

4.13 ค่าตัวแปรต่าง ๆ ในการทดลองชุดที่ 6 (โพลีเมอร์นอนไอออน #1 , #2 เมื่อ PACl = 0 มก./ล.)..... 73

4.14 ค่าตัวแปรต่าง ๆ ในการทดลองชุดที่ 7 (โพลีเมอร์แคทไอออน #1 , #2).. 75

4.15 การวิเคราะห์ผลการทดลองในช่วงเวลาต่าง ๆ..... 77

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
3.1	ลักษณะการเกิดโคแอกกูเลชั่น โดยกลไกการเชื่อมต่อของโพลีเมอร์.....	10
3.2	กลไกการทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์แบบต่อเชื่อมด้วยโพลีเมอร์และการกลับคืนเสถียรภาพของคอลลอยด์.....	12
3.3	การทำลายเสถียรภาพอนุภาคคอลลอยด์ด้วยกลไกการสร้างสะพานโดยสารโพลีอิเล็กโทรไลต์.....	22
3.4	ความเป็นไปได้ในการจัดเรียงตัวของสารโพลีอิเล็กโทรไลต์บนอนุภาคที่มีความหนาแน่นของประจุลบต่ำ.....	25
3.5	สถานะของสารละลายเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีความเข้มข้นและพีเอชต่างกัน.....	26
3.6	เปรียบเทียบการจับตัวเป็นของแข็งในสภาวะปกติกับสภาวะเมตะ.....	28
3.7	การกระจายของแรงเมื่อฟล็อกหยุดนิ่ง.....	30
3.8	การกระจายของแรงเมื่อฟล็อกกลิ้ง.....	30
3.9	การจัดเรียงของอนุภาคภายในฟล็อกก่อนชน.....	31
3.10	การจัดเรียงของอนุภาคภายในฟล็อกหลังชน.....	31
3.11	การจับตัวกันแบบหนึ่งต่อหนึ่งภายใต้สภาวะเสถียรแบบเมตะ.....	33
3.12	ลักษณะการเกิดเม็ดตะกอนที่สภาวะคงที่.....	34
3.13	อุปกรณ์ในการทดลองของ Tambo และ Watanabe.....	37
3.14	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นประสิทธิผลและขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของเม็ดฟล็อกที่อัตราส่วน ALT ต่าง ๆ.....	37
3.15	แบบจำลองที่ใช้ในการทดลองของ Tambo และ Matsui.....	39
3.16	การเปรียบเทียบความขุ่นในน้ำก่อนเข้าระบบและหลังผ่านระบบในช่วงเวลาต่าง ๆ	39
3.17	การเปลี่ยนแปลงความดันลดในช่วงเวลาต่าง ๆ.....	41

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.18 การเปลี่ยนแปลงขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของเม็ดตะกอนที่ความสูงของชั้นตะกอนต่าง ๆ..... 41

3.19 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นประสิทธิผลและขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของเม็ดฟล็อก..... 43

3.20 ลักษณะของชั้นเม็ดตะกอนเมื่อไม่มีอิทธิพลจากความขุ่นของน้ำดิบเทียบกับเวลา. 43

3.21 อุปกรณ์ในการทดลองของ Tambo และ Wang..... 47

4.1 อุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอนแบบไหลขึ้น..... 61

4.2 แผนผังแสดงขั้นตอนการศึกษา..... 62

4.3 การเติมโพลีอลูมินัมคลอไรด์ก่อนเข้าอุปกรณ์กวนเร็วชุดที่ 1 และเติมโพลีเมอร์แคทไอออนก่อนเข้าอุปกรณ์กวนเร็วชุดที่ 2..... 74

5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชของน้ำกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน #1 และความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 40 ซม./นาที..... 79

5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชของน้ำกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน #1 และความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 60 ซม./นาที..... 81

5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชของน้ำกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน #2 และความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 40 ซม./นาที..... 82

5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชของน้ำกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน #2 และความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 60 ซม./นาที..... 84

5.5 ความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชของน้ำกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #1 และความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 40 ซม./นาที..... 85

5.6 ความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชของน้ำกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #1 และความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 60 ซม./นาที..... 87

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.7 ความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชของน้ำกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #2 และความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 40 ซม./นาที..... 88

5.8 ความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชของน้ำกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #2 และความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 60 ซม./นาที..... 90

5.9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ตกค้างในน้ำผลิตกับความขุ่นของน้ำผลิต..... 91

5.10 ความสัมพันธ์ระะหว่างปริมาณของแข็งที่ตกค้างในน้ำผลิตกับความขุ่นของน้ำผลิต เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน และโพลีเมอร์นอนไอออน ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้น 40 และ 60 ซม./นาที..... 93

5.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของชั้นเม็ดตะกอนกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์-แอนไอออน #1 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 40 ซม./นาที..... 96

5.12 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของชั้นเม็ดตะกอนกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์-แอนไอออน #1 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 60 ซม./นาที..... 97

5.13 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของชั้นเม็ดตะกอนกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์-แอนไอออน #2 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 40 ซม./นาที..... 98

5.14 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของชั้นเม็ดตะกอนกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์-แอนไอออน #2 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 60 ซม./นาที..... 100

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.15 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของชั้นเม็ดตะกอนกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์-แอนไอออน #1 แต่ปริมาณโพลีอลูมินัมคลอไรด์ = 0 มก./ล..... 101

5.16 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของชั้นเม็ดตะกอนกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์-แอนไอออน #2 แต่ปริมาณโพลีอลูมินัมคลอไรด์ = 0 มก./ล..... 103

5.17 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของชั้นเม็ดตะกอนกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์-นอนไอออน #1 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 40 ซม./นาที..... 104

5.18 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของชั้นเม็ดตะกอนกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์-นอนไอออน #1 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 60 ซม./นาที..... 106

5.19 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของชั้นเม็ดตะกอนกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์-นอนไอออน #2 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 40 ซม./นาที..... 107

5.20 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของชั้นเม็ดตะกอนกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์-นอนไอออน #2 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 60 ซม./นาที..... 109

5.21 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของชั้นเม็ดตะกอนกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์-นอนไอออน #1 แต่ปริมาณโพลีอลูมินัมคลอไรด์ = 0 มก./ล..... 110

5.22 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของชั้นเม็ดตะกอนกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์-นอนไอออน #2 แต่ปริมาณโพลีอลูมินัมคลอไรด์ = 0 มก./ล..... 111

5.23 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของชั้นเม็ดตะกอนกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์-แคทไอออน #1..... 113

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.24 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออนเป็นโคแอกกูแลนท์เอด..... 115
5.25 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออนเป็นโคแอกกูแลนท์เอด..... 116
5.26 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์แคทไอออนเป็นโคแอกกูแลนท์เอด..... 118
5.27 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตที่สภาวะคงตัวกับชนิดของโพลีเมอร์เมื่อใช้โพลีอลูมินัมคลอไรด์ ในปริมาณ 1 และ 3 มก./ล..... 119
5.28 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตที่สภาวะคงตัวกับชนิดของโพลีเมอร์เมื่อไม่ใช้โพลีอลูมินัมคลอไรด์เป็นโคแอกกูแลนท์..... 121
5.29 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตที่สภาวะคงตัวกับปริมาณของโพลีเมอร์แอนไอออนและโพลีเมอร์นอนไอออน เมื่อใช้โพลีอลูมินัมคลอไรด์ ในปริมาณ 1 และ 3 มก./ล..... 124
5.30 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตที่สภาวะคงตัวกับปริมาณของโพลีเมอร์แอนไอออนและโพลีเมอร์นอนไอออน เมื่อไม่ใช้โพลีอลูมินัมคลอไรด์เป็นโคแอกกูแลนท์..... 126
5.31 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตที่สภาวะคงตัวกับปริมาณของโพลีอลูมินัมคลอไรด์และโพลีเมอร์แอนไอออน..... 128
5.32 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตที่สภาวะคงตัวกับปริมาณของโพลีอลูมินัมคลอไรด์และโพลีเมอร์นอนไอออน..... 129
5.33 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตที่สภาวะคงตัวกับความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน..... 131

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.34ก ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดตะกอนกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์-แอนไอออน #1 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 40 ซม./นาที..... 132

5.34ข ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน #1 ที่ความเร็วของน้ำ-ไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 40 ซม./นาที..... 133

5.34ค ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับต่าง ๆ เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน #1 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 40 ซม./นาที..... 134

5.34ง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและความหนาแน่นของเม็ดตะกอนที่ระดับต่าง ๆ เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน #1 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 40 ซม./นาที..... 135

5.34จ ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดตะกอนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน #1 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 40 ซม./นาที..... 136

5.35ก ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดตะกอนกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์-แอนไอออน #1 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 60 ซม./นาที..... 138

5.35ข ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน #1 ที่ความเร็วของน้ำ-ไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 60 ซม./นาที..... 139

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.35ค ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับต่าง ๆ เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน #1 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 60 ซม./นาที..... 140

5.35ง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและความหนาแน่นของเม็ดตะกอนที่ระดับต่าง ๆ เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน #1 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 60 ซม./นาที..... 141

5.35จ ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดตะกอนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน #1 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 60 ซม./นาที..... 142

5.36ก ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดตะกอนกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์-แอนไอออน #2 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 40 ซม./นาที..... 144

5.36ข ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน #2 ที่ความเร็วของน้ำ-ไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 40 ซม./นาที..... 145

5.36ค ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับต่าง ๆ เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน #2 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 40 ซม./นาที..... 146

5.36ง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและความหนาแน่นของเม็ดตะกอนที่ระดับต่าง ๆ เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน #2 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 40 ซม./นาที..... 147

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.36จ ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดตะกอนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน #2 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 40 ซม./นาที..... 148

5.37ก ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดตะกอนกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์-แอนไอออน #2 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 60 ซม./นาที..... 150

5.37ข ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน #2 ที่ความเร็วของน้ำ-ไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 60 ซม./นาที..... 151

5.37ค ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับต่าง ๆ เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน #2 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 60 ซม./นาที..... 152

5.37ง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและความหนาแน่นของเม็ดตะกอนที่ระดับต่าง ๆ เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน #2 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 60 ซม./นาที..... 153

5.37จ ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดตะกอนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน #2 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 60 ซม./นาที..... 154

5.38ก ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดตะกอนกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์-นอนไอออน #1 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 40 ซม./นาที..... 156

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.38ข ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #1 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 40 ซม./นาที..... 157

5.38ค ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับต่าง ๆ เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #1 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 40 ซม./นาที..... 158

5.38ง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและความหนาแน่นของเม็ดตะกอนที่ระดับต่าง ๆ เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #1 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 40 ซม./นาที..... 159

5.38จ ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดตะกอนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #1 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 40 ซม./นาที..... 160

5.39ก ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดตะกอนกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #1 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 60 ซม./นาที..... 161

5.39ข ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #1 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 60 ซม./นาที..... 162

5.39ค ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับต่าง ๆ เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #1 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 60 ซม./นาที..... 163

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.39ง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและความหนาแน่นของเม็ดตะกอนที่ระดับต่าง ๆ เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #1 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 60 ซม./นาที..... 164

5.39จ ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดตะกอนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #1 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 60 ซม./นาที..... 165

5.40ก ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดตะกอนกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์-นอนไอออน #2 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 40 ซม./นาที..... 167

5.40ข ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #2 ที่ความเร็วของน้ำ-ไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 40 ซม./นาที..... 168

5.40ค ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับต่าง ๆ เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #2 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 40 ซม./นาที..... 169

5.40ง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและความหนาแน่นของเม็ดตะกอนที่ระดับต่าง ๆ เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #2 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 40 ซม./นาที..... 170

5.40จ ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดตะกอนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #2 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 40 ซม./นาที..... 171

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.41ก ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดตะกอนกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์-นอนไอออน #2 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 60 ซม./นาที..... 173

5.41ข ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #2 ที่ความเร็วของน้ำ-ไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 60 ซม./นาที..... 174

5.41ค ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับต่าง ๆ เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #2 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 60 ซม./นาที..... 175

5.41ง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและความหนาแน่นของเม็ดตะกอนที่ระดับต่าง ๆ เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #2 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 60 ซม./นาที..... 176

5.41จ ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดตะกอนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #2 ที่ความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน 60 ซม./นาที..... 177

5.42ก ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดตะกอนกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์-แอนไอออน #1 แต่ปริมาณของโพลีอลูมินัมคลอไรด์ = 0 มก./ล..... 179

5.42ข ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน #1 แต่ปริมาณของโพลี-อลูมินัมคลอไรด์ = 0 มก./ล..... 180

5.42ค ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับต่าง ๆ เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน #1 แต่ปริมาณของโพลีอลูมินัมคลอไรด์ = 0 มก./ล..... 181

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.42ง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและความหนาแน่นของเม็ดตะกอนที่ระดับต่าง ๆ เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน #1 แต่ปริมาณของโพลีอลูมินัมคลอไรด์ = 0 มก./ล..... 182
5.42จ ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดตะกอนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน #1 แต่ปริมาณของโพลีอลูมินัมคลอไรด์ = 0 มก./ล..... 183
5.43ก ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดตะกอนกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์-แอนไอออน #2 แต่ปริมาณของโพลีอลูมินัมคลอไรด์ = 0 มก./ล..... 184
5.43ข ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน #2 แต่ปริมาณของโพลีอลูมินัมคลอไรด์ = 0 มก./ล..... 185
5.43ค ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับต่าง ๆ เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน #2 แต่ปริมาณของโพลีอลูมินัมคลอไรด์ = 0 มก./ล..... 186
5.43ง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและความหนาแน่นของเม็ดตะกอนที่ระดับต่าง ๆ เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน #2 แต่ปริมาณของโพลีอลูมินัมคลอไรด์ = 0 มก./ล..... 187
5.43จ ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดตะกอนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์แอนไอออน #2 แต่ปริมาณของโพลีอลูมินัมคลอไรด์ = 0 มก./ล..... 188
5.44ก ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดตะกอนกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์-นอนไอออน #1 แต่ปริมาณของโพลีอลูมินัมคลอไรด์ = 0 มก./ล..... 190

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.44ข ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #1 แต่ปริมาณของโพลีอลูมินัมคลอไรด์ = 0 มก./ล..... 191
5.44ค ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับต่าง ๆ เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #1 แต่ปริมาณของโพลีอลูมินัมคลอไรด์ = 0 มก./ล..... 192
5.44ง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและความหนาแน่นของเม็ดตะกอนที่ระดับต่าง ๆ เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #1 แต่ปริมาณของโพลีอลูมินัมคลอไรด์ = 0 มก./ล..... 193
5.44จ ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดตะกอนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #1 แต่ปริมาณของโพลีอลูมินัมคลอไรด์ = 0 มก./ล..... 194
5.45ก ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดตะกอนกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์-นอนไอออน #2 แต่ปริมาณของโพลีอลูมินัมคลอไรด์ = 0 มก./ล..... 195
5.45ข ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #2 แต่ปริมาณของโพลีอลูมินัมคลอไรด์ = 0 มก./ล..... 196
5.45ค ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับต่าง ๆ เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #2 แต่ปริมาณของโพลีอลูมินัมคลอไรด์ = 0 มก./ล..... 197
5.45ง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและความหนาแน่นของเม็ดตะกอนที่ระดับต่าง ๆ เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #2 แต่ปริมาณของโพลีอลูมินัมคลอไรด์ = 0 มก./ล..... 198

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.45จ ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดตะกอนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์นอนไอออน #2 แต่ปริมาณของโพลีอลูมินัมคลอไรด์ = 0 มก./ล..... 199
5.46ก ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดตะกอนกับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์-แคทไอออน #1..... 201
5.46ข ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์แคทไอออน #1..... 202
5.46ค ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับต่าง ๆ เมื่อใช้โพลีเมอร์แคทไอออน #1..... 203
5.46ง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและความหนาแน่นของเม็ดตะกอนที่ระดับต่าง ๆ เมื่อใช้โพลีเมอร์แคทไอออน #1..... 204
5.46จ ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดตะกอนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กับเวลา เมื่อใช้โพลีเมอร์แคทไอออน #1..... 205
5.47 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอลูมิเนียมที่ละลายในน้ำผลิตกับชนิดของโพลีเมอร์ เมื่อใช้โพลีอลูมินัมคลอไรด์ ในปริมาณ 1 และ 3 มก./ล..... 207
5.48 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอลูมิเนียมที่ละลายในน้ำผลิตกับชนิดของโพลีเมอร์ เมื่อไม่ใช้โพลีอลูมินัมคลอไรด์เป็นโคแอกกูแลนท์..... 208
5.49 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอลูมิเนียมที่ละลายในน้ำผลิตกับปริมาณของโพลีเมอร์แอนไอออนและโพลีเมอร์นอนไอออน..... 210
5.50 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอลูมิเนียมที่ละลายในน้ำผลิตกับปริมาณของโพลีอลูมินัมคลอไรด์และโพลีเมอร์แอนไอออน..... 211
5.51 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอลูมิเนียมที่ละลายในน้ำผลิตกับปริมาณของโพลีอลูมินัมคลอไรด์และโพลีเมอร์นอนไอออน..... 213

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.52 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอลูมิเนียมที่ละลายในน้ำผลิตกับความเร็วของน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน..... 214
ค.1 ผลการทดลองที่ 1 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN1) 0.05 มก./ล. และปริมาณ PACl 1.0 มก./ล..... 234
ค.2 ผลการทดลองที่ 2 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN1) 0.10 มก./ล. และปริมาณ PACl 1.0 มก./ล..... 235
ค.3 ผลการทดลองที่ 3 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN1) 0.30 มก./ล. และปริมาณ PACl 1.0 มก./ล..... 236
ค.4 ผลการทดลองที่ 4 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN1) 0.05 มก./ล. และปริมาณ PACl 3.0 มก./ล..... 237
ค.5 ผลการทดลองที่ 5 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN1) 0.10 มก./ล. และปริมาณ PACl 3.0 มก./ล..... 238
ค.6 ผลการทดลองที่ 6 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN1) 0.30 มก./ล. และปริมาณ PACl 3.0 มก./ล..... 239
ค.7 ผลการทดลองที่ 7 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN1) 0.05 มก./ล. และปริมาณ PACl 1.0 มก./ล..... 240
ค.8 ผลการทดลองที่ 8 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN1) 0.10 มก./ล. และปริมาณ PACl 1.0 มก./ล..... 241
ค.9 ผลการทดลองที่ 9 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN1) 0.30 มก./ล. และปริมาณ PACl 1.0 มก./ล..... 242
ค.10 ผลการทดลองที่ 10 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN1) 0.05 มก./ล. และปริมาณ PACl 3.0 มก./ล..... 243

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

ค.11 ผลการทดลองที่ 11 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN1) 0.10 มก./ล. และปริมาณ PACl 3.0 มก./ล..... 244

ค.12 ผลการทดลองที่ 12 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN1) 0.30 มก./ล. และปริมาณ PACl 3.0 มก./ล..... 245

ค.20 ผลการทดลองที่ 13 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN2) 0.05 มก./ล. และปริมาณ PACl 1.0 มก./ล..... 246

ค.14 ผลการทดลองที่ 14 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN2) 0.10 มก./ล. และปริมาณ PACl 1.0 มก./ล..... 247

ค.15 ผลการทดลองที่ 15 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN2) 0.30 มก./ล. และปริมาณ PACl 1.0 มก./ล..... 248

ค.16 ผลการทดลองที่ 16 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN2) 0.05 มก./ล. และปริมาณ PACl 3.0 มก./ล..... 249

ค.17 ผลการทดลองที่ 17 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN2) 0.10 มก./ล. และปริมาณ PACl 3.0 มก./ล..... 250

ค.18 ผลการทดลองที่ 18 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN2) 0.30 มก./ล. และปริมาณ PACl 3.0 มก./ล..... 251

ค.19 ผลการทดลองที่ 19 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN2) 0.05 มก./ล. และปริมาณ PACl 1.0 มก./ล..... 252

ค.20 ผลการทดลองที่ 20 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN2) 0.10 มก./ล. และปริมาณ PACl 1.0 มก./ล..... 253

ค.21 ผลการทดลองที่ 21 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN2) 0.30 มก./ล. และปริมาณ PACl 1.0 มก./ล..... 254

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

ค.22 ผลการทดลองที่ 22 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN2) 0.05 มก./ล. และปริมาณ PACl 3.0 มก./ล..... 255
ค.23 ผลการทดลองที่ 23 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN2) 0.10 มก./ล. และปริมาณ PACl 3.0 มก./ล..... 256
ค.24 ผลการทดลองที่ 24 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN2) 0.30 มก./ล. และปริมาณ PACl 3.0 มก./ล..... 257
ค.25 ผลการทดลองที่ 25 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON1) 0.05 มก./ล. และปริมาณ PACl 1.0 มก./ล..... 258
ค.26 ผลการทดลองที่ 26 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON1) 0.10 มก./ล. และปริมาณ PACl 1.0 มก./ล..... 259
ค.27 ผลการทดลองที่ 27 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON1) 0.30 มก./ล. และปริมาณ PACl 1.0 มก./ล..... 260
ค.28 ผลการทดลองที่ 28 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON1) 0.05 มก./ล. และปริมาณ PACl 3.0 มก./ล..... 261
ค.29 ผลการทดลองที่ 29 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON1) 0.10 มก./ล. และปริมาณ PACl 3.0 มก./ล..... 262
ค.30 ผลการทดลองที่ 30 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON1) 0.30 มก./ล. และปริมาณ PACl 3.0 มก./ล..... 263
ค.31 ผลการทดลองที่ 31 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON1) 0.05 มก./ล. และปริมาณ PACl 1.0 มก./ล..... 264
ค.32 ผลการทดลองที่ 32 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON1) 0.10 มก./ล. และปริมาณ PACl 1.0 มก./ล..... 265

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

ค.33 ผลการทดลองที่ 33 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON1) 0.30 มก./ล. และปริมาณ PACl 1.0 มก./ล..... 266

ค.34 ผลการทดลองที่ 34 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON1) 0.05 มก./ล. และปริมาณ PACl 3.0 มก./ล..... 267

ค.35 ผลการทดลองที่ 35 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON1) 0.10 มก./ล. และปริมาณ PACl 3.0 มก./ล..... 268

ค.36 ผลการทดลองที่ 36 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON1) 0.30 มก./ล. และปริมาณ PACl 3.0 มก./ล..... 269

ค.37 ผลการทดลองที่ 37 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON2) 0.05 มก./ล. และปริมาณ PACl 1.0 มก./ล..... 270

ค.38 ผลการทดลองที่ 38 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON2) 0.10 มก./ล. และปริมาณ PACl 1.0 มก./ล..... 271

ค.39 ผลการทดลองที่ 39 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON2) 0.30 มก./ล. และปริมาณ PACl 1.0 มก./ล..... 272

ค.40 ผลการทดลองที่ 40 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON2) 0.05 มก./ล. และปริมาณ PACl 3.0 มก./ล..... 273

ค.41 ผลการทดลองที่ 41 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON2) 0.10 มก./ล. และปริมาณ PACl 3.0 มก./ล..... 274

ค.42 ผลการทดลองที่ 42 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON2) 0.30 มก./ล. และปริมาณ PACl 3.0 มก./ล..... 275

ค.43 ผลการทดลองที่ 43 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON2) 0.05 มก./ล. และปริมาณ PACl 1.0 มก./ล..... 276

สารบัญรูป (ต่อ)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ หน้า

ค.44 ผลการทดลองที่ 44 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON2) 0.10 มก./ล. และปริมาณ PACl 1.0 มก./ล..... 277

ค.45 ผลการทดลองที่ 45 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON2) 0.30 มก./ล. และปริมาณ PACl 1.0 มก./ล..... 278

ค.46 ผลการทดลองที่ 46 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON2) 0.05 มก./ล. และปริมาณ PACl 3.0 มก./ล..... 279

ค.47 ผลการทดลองที่ 47 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON2) 0.10 มก./ล. และปริมาณ PACl 3.0 มก./ล..... 280

ค.48 ผลการทดลองที่ 48 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON2) 0.30 มก./ล. และปริมาณ PACl 3.0 มก./ล..... 281

ค.49 ผลการทดลองที่ 49 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แคทไอออน (CAT1) 0.30 มก./ล. และปริมาณ PACl 3.0 มก./ล..... 282

ค.50 ผลการทดลองที่ 50 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แคทไอออน (CAT2) 0.30 มก./ล. และปริมาณ PACl 3.0 มก./ล..... 283

ค.51 ผลการทดลองที่ 51 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN1) 0.10 มก./ล. และปริมาณ PACl 0.0 มก./ล..... 284

ค.52 ผลการทดลองที่ 52 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN1) 0.30 มก./ล. และปริมาณ PACl 0.0 มก./ล..... 285

ค.53 ผลการทดลองที่ 53 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN1) 0.30 มก./ล. และปริมาณ PACl 0.0 มก./ล..... 286

ค.54 ผลการทดลองที่ 54 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN2) 0.10 มก./ล. และปริมาณ PACl 0.0 มก./ล..... 287

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

ค.55 ผลการทดลองที่ 55 เมื่อความเร็วน้ำไหลขั้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN2) 0.30 มก./ล. และปริมาณ PACl 0.0 มก./ล..... 288

ค.56 ผลการทดลองที่ 56 เมื่อความเร็วน้ำไหลขั้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แอนไอออน (AN2) 0.30 มก./ล. และปริมาณ PACl 0.0 มก./ล..... 289

ค.57 ผลการทดลองที่ 57 เมื่อความเร็วน้ำไหลขั้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON1) 0.10 มก./ล. และปริมาณ PACl 0.0 มก./ล..... 290

ค.58 ผลการทดลองที่ 58 เมื่อความเร็วน้ำไหลขั้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON1) 0.30 มก./ล. และปริมาณ PACl 0.0 มก./ล..... 291

ค.59 ผลการทดลองที่ 59 เมื่อความเร็วน้ำไหลขั้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON1) 0.10 มก./ล. และปริมาณ PACl 0.0 มก./ล..... 292

ค.60 ผลการทดลองที่ 60 เมื่อความเร็วน้ำไหลขั้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON1) 0.30 มก./ล. และปริมาณ PACl 0.0 มก./ล..... 293

ค.61 ผลการทดลองที่ 61 เมื่อความเร็วน้ำไหลขั้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON2) 0.10 มก./ล. และปริมาณ PACl 0.0 มก./ล..... 294

ค.62 ผลการทดลองที่ 62 เมื่อความเร็วน้ำไหลขั้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON2) 0.30 มก./ล. และปริมาณ PACl 0.0 มก./ล..... 295

ค.63 ผลการทดลองที่ 63 เมื่อความเร็วน้ำไหลขั้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON2) 0.10 มก./ล. และปริมาณ PACl 0.0 มก./ล..... 296

ค.64 ผลการทดลองที่ 64 เมื่อความเร็วน้ำไหลขั้น 60 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-นอนไอออน (NON2) 0.30 มก./ล. และปริมาณ PACl 0.0 มก./ล..... 297

ค.65 ผลการทดลองที่ 65 เมื่อความเร็วน้ำไหลขั้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แคทไอออน (CAT1) 0.30 มก./ล. และปริมาณ PACl 0.0 มก./ล..... 298

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

ค.66 ผลการทดลองที่ 66 เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปริมาณโพลีเมอร์-แคทไอออน (CAT2) 0.30 มก./ล. และปริมาณ PACl 0.0 มก./ล..... 299

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย