

ผลของใบพัดต่อการกำจัดความขุ่นด้วยถังน้ำใสแบบหมุนเวียนตะกอน

นางสาว ลัดดา ธรรมการัญย์



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2536

ISBN 974-582-804-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018982.117376600

EFFECT OF PADDLE ON TURBIDITY REMOVAL BY
SOLIDS RECIRCULATION CLARIFIER

MISS LADDA THUMKARUN

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 974-582-804-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของใบพัดต่อการกำจัดความชื้นด้วยถังทำน้ำใส
แบบหมุนเวียนตะกอน

โดย

นางสาวลัดดา ชุรรณการณีย์

ภาควิชา

วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษา

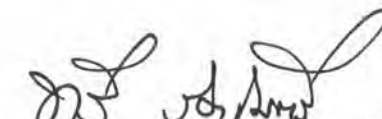
รองศาสตราจารย์ ดร. ชีระ เกรอต




บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

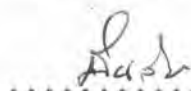
 คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรามัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

 ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ทวี จิตไมตรี)

 อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชีระ เกรอต)

 กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ไพพรรณ นรประภา)

 กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.มันลีน ตันกุลเวศม์)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

ลัดดา ธรรมการณีย์ : ผลของใบพัดต่อการกำจัดความขุ่นด้วยถังทำน้ำใสแบบหมุนเวียนตะกอน (EFFECT OF PADDLE ON TURBIDITY REMOVAL BY SOLIDS RECIRCULATION CLARIFIER) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ธีระ เกรอต, จำนวน 178 หน้า ISBN 974-582-804-1

การศึกษาผลของรูปร่าง และการจัดใบพัดที่มีต่อประสิทธิภาพของการกำจัดความขุ่นของถังทำน้ำใสแบบหมุนเวียนตะกอน ทำโดยใช้แบบทดลองในห้องปฏิบัติการ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. ความขุ่นน้ำดิบสังเคราะห์ที่ใช้เท่ากับ 50 เอ็นทียู ใช้สารส้มเป็นโคเอกูแลนต์และมีโพลีเมอร์ประจุลบเป็นโคเอกูแลนต์เอค ตัวแปรในการทดลองได้แก่ รูปร่างใบพัด ช่วงห่างใบพัด และความเร็วรอบใบพัด

พบว่าใบพัดแบบราบที่มีอัตราส่วนความยาวต่อความกว้างเท่ากับ 7.0 ผลการบำบัดจะขึ้นกับรูปร่างใบพัด ความเร็วรอบหมุน และระยะห่างใบพัด ใบพัดที่มีรูเล็กจำนวนมากให้ผลดีกว่าใบพัดที่มีรูใหญ่จำนวนน้อยที่มีพื้นที่เปิดเท่ากัน และใบพัดที่มีผิวขรุขระให้ผลดีกว่าใบพัดที่มีผิวเรียบ

ใบพัดขนาดกว้าง 2 ซม. ยาว 14 ซม. ที่ให้ประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นสูงสุดได้แก่ ใบพัดแบบเจาะรูขนาด 0.3 ซม. 32 รู ซึ่งให้ประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นสูงสุดเท่ากับ 99% ที่ความเร็วรอบ 5 รอบ/นาที และระยะห่างใบพัด 15 ซม. ซึ่งมีค่า G ประมาณ 5.2 s^{-1}



ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
สาขาวิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล
ปีการศึกษา 2535

ลายมือชื่อนิสิต 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C116642 : MAJOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING
KEY WORD: FLOC / SLUDGE BLANKET / TURBIDITY

LADDA THUMKARUN : EFFECT OF PADDLE ON TURBIDITY
REMOVAL BY SOLIDS RECIRCULATION CLARIFIER. THESIS ADVISOR:
ASSO. PROF. THEERA KAROT, Ph.D. 178 pp. ISBN 974-582-804-1

Effects of paddle configurations on turbidity removal in a solids contact recirculation clarifier were studied by using a pilot scale reactor with diameter of 15 cm. The turbidity of synthetic raw water used was 50 NTU. Alum was used as a coagulant. Anionic polymer was used as a coagulant aid. The parameters studied were paddle shapes, distance between paddles and paddle speeds.

It was found that, for the paddles with length to width ratio of 7.0, gave the turbidity removal efficiency depended on paddle shapes, distance between paddles and paddle speeds. The perforated paddles with large number of smaller holes gave higher efficiency than that with the same opening area but had small number of large holes. The paddle with a rough surface gave higher removal efficiency than the paddle with a smooth surface.

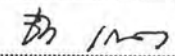
The paddle with 2 cm. width and 14 cm. length which gave the highest turbidity removal efficiency was the paddle with 32 of 0.3 cm. holes. It gave the highest efficiency of 99% when operated at 5 rpm. with 15 cm. paddle distance. The corresponding value of G was about 5.2 S^{-1}

ภาควิชา..... วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

สาขาวิชา..... วิศวกรรมสุขาภิบาล

ปีการศึกษา..... 2535

ลายมือชื่อนิสิต..... 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เกรอต ที่ท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยด้วยดีตลอดมา พร้อมทั้งให้แง่คิดในเชิงวิชาการที่มีประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้วิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ คณะอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมทุก ๆ ท่านที่กรุณาให้ความรู้แก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ คุณวิจารณ์ ตันติธรรม ที่ได้เอื้อเฟื้ออุปการะในการวิจัยและให้คำแนะนำ ในระหว่างการวิจัย

ขอขอบพระคุณ อาจารย์จักรี ทิมภาคย์วิศิษฐ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้เอื้อเฟื้ออุปการะในการเก็บข้อมูลและจัดทำรูปเล่มวิจัย และขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนร่วมในความสำเร็จทุกท่าน

เหนือสิ่งอื่นใด ความรักที่บุพการีมีให้ เป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

สารบัญ



หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญรูป.....	ญ

บทที่

1. บทนำ.....	1
2. ทฤษฎี แนวความคิด และการทดลองที่ผ่านมา.....	3
2.1 ทฤษฎีของกระบวนการรวมตะกอน.....	3
2.1.1 ทฤษฎีกระบวนการโคเอกูเลชัน.....	3
2.1.2 ทฤษฎีของการสมานตะกอน.....	8
2.1.3 การใช้โพลีเมอร์เป็นโคเอกูแลนต์เอ็ด.....	10
2.2 อุปกรณ์กวนเร็วในเส้นท่อ.....	12
2.3 อุปกรณ์ในการสมานตะกอน.....	13
2.3.1 การสมานตะกอนโดยใช้แผ่นกั้นน้ำ.....	14
2.3.2 การสมานตะกอนโดยใช้ใบพัด.....	14
2.4 การศึกษาที่ผ่านมา.....	17
3. วัตถุประสงค์และขอบเขต ของการวิจัย.....	29
3.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	29
3.2 ขอบเขตของการวิจัย.....	29
4. การดำเนินการวิจัย.....	34
4.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย.....	34
4.1.1 น้ำขุ่นสังเคราะห์.....	34
4.1.2 สารเคมี.....	34

สารบัญ (ต่อ)

บทที่

หน้า

4.1.3.	เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง.....	36
4.1.4	ใบพัด.....	37
4.1.5.	อุปกรณ์วิเคราะห์ลักษณะสมบัติของน้ำ.....	37
4.2	ขั้นตอนการศึกษา.....	40
4.3	การดำเนินการศึกษา.....	41
4.3.1	การกำหนดค่าตัวแปรคงที่และตัวแปรอิสระ.....	41
4.3.2	วิธีการทดลอง.....	42
4.3.3	การเก็บตัวอย่าง.....	43
4.3.4	การวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของตัวอย่าง.....	43
4.3.5	การสรุปผลการทดลองและเสนอแนะ สำหรับงานวิจัยในอนาคต.....	44
4.4	จำนวนและรายละเอียดของการทดลอง.....	44
5.	ผลการทดลองและวิจารณ์.....	49
5.1	ความสัมพันธ์ระหว่างความชุ่มของน้ำผลิตกับเวลา.....	49
5.1.1	การศึกษาโดยนิยามที่เส้นความเร็วรอบคงที่..	50
5.1.2	การศึกษาโดยนิยามที่เส้นระยะห่างใบพัดคงที่..	50
5.2	ความสัมพันธ์ระหว่างความชุ่มกับระยะห่างใบพัด ที่สภาวะ คงตัว.....	68
5.2.1	การศึกษาโดยนิยามที่เส้นความเร็วรอบคงที่..	68
5.2.2	การศึกษาโดยนิยามที่ความเร็วใบพัดคงที่ค่า หนึ่งกับผลการบำบัดความชุ่มของระบบ ที่ระยะ ห่างใบพัดค่าต่างๆ.....	76
5.3	ความสัมพันธ์ระหว่างความชุ่มกับความเร็วใบพัด ที่สภาวะ คงตัว.....	84

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5.3.1 การศึกษาค่าของความขุ่นโดยพิจารณาที่รูปร่างของใบแบบหนึ่ง กับผลการบำบัดความขุ่นของระบบที่ความเร็วใบพัดที่ค่าต่างๆ.....	84
5.3.2 การศึกษาค่าของความขุ่นโดยพิจารณา ที่ระยะห่างใบพัดค่าหนึ่ง กับผลการบำบัดความขุ่นของระบบที่ความเร็วใบพัดที่ค่าต่างๆ.....	91
5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นกับรูปร่างใบพัด ที่สภาวะคงตัว.	99
5.4.1 การศึกษาค่าความขุ่นโดยพิจารณา ที่ระยะห่างใบพัดที่ค่าหนึ่งกับผลการบำบัดความขุ่นของระบบที่รูปร่างใบพัดแบบต่างๆ.....	99
5.4.2 การศึกษาค่าความขุ่น โดยพิจารณาที่ความเร็วใบพัดที่ค่าหนึ่งกับผลการบำบัดความขุ่นของระบบที่รูปร่างใบพัดแบบต่างๆ.....	107
5.5 พีเอชของน้ำ.....	116
5.5.1 กรณีใช้ใบพัดแบบที่ I กับระยะห่างใบพัดที่ค่าหนึ่ง.....	117
5.5.2 กรณีใช้ใบพัดแบบที่ II กับระยะห่างใบพัดที่ค่าหนึ่ง.....	122
5.5.3 กรณีใช้ใบพัดแบบที่ III กับระยะห่างใบพัดที่ค่าหนึ่ง.....	127
5.5.4 กรณีใช้ใบพัดแบบที่ IV กับระยะห่างใบพัดที่ค่าหนึ่ง.....	132
5.6 ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำผลิต.....	136
5.7 เปอร์เซนต์ของแข็งของสลัดจ์ก่อนและหลังการตกตะกอน..	140
6. สรุปผลการวิจัย.....	150

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
7. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต.....	151
เอกสารอ้างอิง.....	152
ภาคผนวก.....	156
ประวัติผู้วิจัย.....	178

สารบัญตาราง



ตารางที่

หน้า

3.1	ขอบเขตในการศึกษา.....	30
3.2	การจัดระยะห่าง และจำนวนใบพัดของใบพัดทั้ง 4 แบบ....	32
3.3	การเก็บและการวิเคราะห์ตัวอย่าง.....	33
4.1	รายละเอียดของโพลีเมอร์ที่ใช้ในการทดลอง.....	35
4.2	รายละเอียดการทดลองที่ใบพัดแบบที่ I.....	45
4.3	รายละเอียดการทดลองที่ใบพัดแบบที่ II.....	46
4.4	รายละเอียดการทดลองที่ใบพัดแบบที่ III.....	47
4.5	รายละเอียดการทดลองที่ใบพัดแบบที่ IV.....	48

สารบัญรูป



รูปที่

หน้า

2.1	ความเข้มข้นของสารประกอบเชิงซ้อนของอลูมิเนียมในสถานะ สมดุลที่พีเอชต่าง ๆ.....	4
2.2	Polymer Bridging model.....	11
2.3	อุปกรณ์กวนเร็วแบบ Static Mixer ซึ่งใช้กวนน้ำในท่อโดยตรง.	12
2.4	อุปกรณ์กวนเร็วแบบเครื่องบด (In-Line Blender).....	13
2.5	แสดงถึงกวนช้าแบบใช้แผ่นกั้นน้ำ 2 ประเภท.....	15
2.6	แสดงใบพัดแบบต่าง ๆ.....	16
2.7	แสดงของเหลวเมื่อไหลผ่านรูใบพัด.....	17
2.8	ถังโพลิตคอนแทคแคลรีไฟเออร์แบบ Mechanically Agitated bed.....	22
2.9	ถังโพลิตคอนแทคแคลรีไฟเออร์แบบ Hydraulically Fluidized bed.....	23
2.10	ถังโพลิตคอนแทคแคลรีไฟเออร์แบบ Sludge Circulation....	23
2.11	ถังโพลิตคอนแทคแคลรีไฟเออร์แบบ Unsteady Discharge....	24
2.12	ถังโพลิตคอนแทคแคลรีไฟเออร์แบบ Hopper Bottom Hydraulically Fluidized.....	24
3.1	แสดงใบพัดที่ใช้ในการทดลอง.....	31
4.1	แสดงอุปกรณ์ทำน้ำใส.....	38
4.2	แสดงขนาดใบพัดในการทดลอง.....	39
4.3	แผนผังแสดงขั้นตอนการศึกษา.....	40
5.1	ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำหลังการบำบัดกับเวลา เมื่อ ระยะห่างใบพัด 5 ซม. ของใบพัดแบบที่ I.....	51
5.2	ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำหลังการบำบัดกับเวลา เมื่อ ระยะห่างใบพัด 5 ซม. ของใบพัดแบบที่ II.....	51
5.3	ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำหลังการบำบัดกับเวลา เมื่อ ระยะห่างใบพัด 5 ซม. ของใบพัดแบบที่ III.....	52

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
5.30	ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำหลังการบำบัดกับเวลา เมื่อความเร็วไหล 20 รอบ/นาทิจ ของใบพัดแบบที่ II.....	66
5.31	ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำหลังการบำบัดกับเวลา เมื่อความเร็วไหล 20 รอบ/นาทิจ ของใบพัดแบบที่ III.....	67
5.32	ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำหลังการบำบัดกับเวลา เมื่อความเร็วไหล 20 รอบ/นาทิจ ของใบพัดแบบที่ IV.....	67
5.33	ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำที่สภาวะคงตัว และค่า G กับระยะห่างใบพัดเมื่อใช้ใบพัดแบบที่ I.....	69
5.34	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น กับระยะห่างใบพัดเมื่อใช้ใบพัดแบบที่ I.....	69
5.35	ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำที่สภาวะคงตัว และค่า G กับระยะห่างใบพัดเมื่อใช้ใบพัดแบบที่ II.....	71
5.36	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น กับระยะห่างใบพัดเมื่อใช้ใบพัดแบบที่ II.....	71
5.37	ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำที่สภาวะคงตัว และค่า G กับระยะห่างใบพัดเมื่อใช้ใบพัดแบบที่ III.....	73
5.38	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น กับระยะห่างใบพัดเมื่อใช้ใบพัดแบบที่ III.....	73
5.39	ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำที่สภาวะคงตัว และค่า G กับระยะห่างใบพัดเมื่อใช้ใบพัดแบบที่ IV.....	75
5.40	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น กับระยะห่างใบพัดเมื่อใช้ใบพัดแบบที่ IV.....	75
5.41	ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำที่สภาวะคงตัว และค่า G กับระยะห่างใบพัดที่ความเร็วไหล 5 รอบ/นาทิจ.....	77
5.42	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น กับระยะห่างใบพัดที่ความเร็วไหล 5 รอบ/นาทิจ.....	77

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.43 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำที่สภาวะคงตัว และค่า G กับระยะห่างใบพัดที่ความเร็วใบพัด 10 รอบ/นาที.....	79
5.44 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น กับระยะห่างใบพัดที่ความเร็วใบพัด 10 รอบ/นาที.....	79
5.45 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำที่สภาวะคงตัว และค่า G กับระยะห่างใบพัดที่ ความเร็วใบพัด 15 รอบ/นาที.....	81
5.46 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น กับระยะห่างใบพัดที่ความเร็วใบพัด 15 รอบ/นาที.....	81
5.47 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำที่สภาวะคงตัว และค่า G กับระยะห่างใบพัดที่ความเร็วใบพัด 20 รอบ/นาที.....	83
5.48 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น กับระยะห่างใบพัดที่ความเร็วใบพัด 20 รอบ/นาที.....	83
5.49 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำที่สภาวะคงตัว และค่า G กับความเร็วใบพัดเมื่อใช้ใบพัดแบบที่ I.....	86
5.50 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น กับความเร็วใบพัดเมื่อใช้ใบพัดแบบที่ I.....	86
5.51 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำที่สภาวะคงตัว และค่า G กับความเร็วใบพัดเมื่อใช้ใบพัดแบบที่ II.....	88
5.52 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น กับความเร็วใบพัดเมื่อใช้ใบพัดแบบที่ II.....	88
5.53 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำที่สภาวะคงตัว และค่า G กับความเร็วใบพัดเมื่อใช้ใบพัดแบบที่ III.....	90
5.54 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น กับความเร็วใบพัดเมื่อใช้ใบพัดแบบที่ III.....	90
5.55 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำที่สภาวะคงตัว และค่า G กับความเร็วใบพัดเมื่อใช้ใบพัดแบบที่ IV.....	92

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
5.56	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดความชื้น กับความ เร็วใบพัดเมื่อใช้ใบพัดแบบที่ IV.....	92
5.57	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของน้ำที่สภาวะคงตัว และค่า G กับความเร็วใบพัดที่ระยะห่าง 5 ซม.....	94
5.58	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดความชื้น กับความ เร็วใบพัดที่ระยะห่างใบพัด 5 ซม.....	94
5.59	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของน้ำที่สภาวะคงตัว และค่า G กับความเร็วใบพัดที่ระยะห่าง 10 ซม.....	96
5.60	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดความชื้น กับความ เร็วใบพัดที่ระยะห่างใบพัด 10 ซม.....	96
5.61	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของน้ำที่สภาวะคงตัว และค่า G กับความเร็วใบพัดที่ระยะห่าง 15 ซม.....	98
5.62	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดความชื้น กับความ เร็วใบพัดที่ระยะห่างใบพัด 15 ซม.....	98
5.63	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของน้ำที่สภาวะคงตัว และค่า G กับความเร็วใบพัดที่ระยะห่าง 20 ซม.....	100
5.64	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดความชื้น กับความ เร็วใบพัดที่ระยะห่างใบพัด 20 ซม.....	100
5.65	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของน้ำที่สภาวะคงตัว และค่า G กับรูปร่างใบพัดที่ระยะห่างใบพัด 5 ซม.....	102
5.66	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดความชื้นกับรูปร่าง ใบพัด ที่ระยะห่างใบพัด 5 ซม.....	102
5.67	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของน้ำที่สภาวะคงตัว และค่า G กับรูปร่างใบพัดที่ระยะห่างใบพัด 10 ซม.....	104
5.68	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดความชื้นกับรูปร่าง ใบพัด ที่ระยะห่างใบพัด 10 ซม.....	104

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
5.69	ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำที่สภาวะคงตัว และค่า G กับรูปร่างใบพัดที่ระยะห่างใบพัด 15 ซม.....	106
5.70	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นกับรูปร่างใบพัด ที่ระยะห่างใบพัด 15 ซม.....	106
5.71	ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำที่สภาวะคงตัว และค่า G กับรูปร่างใบพัดที่ระยะห่างใบพัด 20 ซม.....	108
5.72	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นกับรูปร่างใบพัด ที่ระยะห่างใบพัด 20 ซม.....	108
5.73	ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำที่สภาวะคงตัว และค่า G กับรูปร่างใบพัดที่ความเร็วใบพัด 5 รอบ/นาที.....	110
5.74	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นกับรูปร่างใบพัด ที่ความเร็วใบพัด 5 รอบ/นาที.....	110
5.75	ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำที่สภาวะคงตัว และค่า G กับรูปร่างใบพัดที่ความเร็วใบพัด 10 รอบ/นาที.....	112
5.76	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นกับรูปร่างใบพัด ที่ความเร็วใบพัด 10 รอบ/นาที.....	112
5.77	ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำที่สภาวะคงตัว และค่า G กับรูปร่างใบพัดที่ความเร็วใบพัด 15 รอบ/นาที.....	113
5.78	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นกับรูปร่างใบพัด ที่ความเร็วใบพัด 15 รอบ/นาที.....	113
5.79	ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำที่สภาวะคงตัว และค่า G กับรูปร่างใบพัดที่ความเร็วใบพัด 20 รอบ/นาที.....	115
5.80	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นกับรูปร่างใบพัด ที่ความเร็วใบพัด 20 รอบ/นาที.....	115
5.81	ความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชกับเวลาที่ใช้ในการบำบัด เมื่อใช้ใบพัดแบบที่ I ที่ระยะห่าง 5 ซม.....	117

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
5.95	ความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชกับเวลาที่ใช้ในการบำบัดเมื่อใช้ไบพัตแบบที่ IV ที่ระยะห่าง 15 ซม.....	135
5.96	ความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชกับเวลาที่ใช้ในการบำบัดเมื่อใช้ไบพัตแบบที่ IV ที่ระยะห่าง 20 ซม.....	137
5.97	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำผลิต กับค่าความขุ่น เมื่อใช้ไบพัตแบบที่ I.....	138
5.98	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำผลิต กับค่าความขุ่น เมื่อใช้ไบพัตแบบที่ II.....	138
5.99	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำผลิต กับค่าความขุ่น เมื่อใช้ไบพัตแบบที่ III.....	139
5.100	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำผลิต กับค่าความขุ่น เมื่อใช้ไบพัตแบบที่ IV.....	139
5.101	ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของแข็งก่อนตั้งทิ้งไว้ 30 นาที กับรูปร่างไบพัตที่ความเร็วไบพัต 5 รอบ/นาที.....	141
5.102	ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของแข็งก่อนตั้งทิ้งไว้ 30 นาที กับรูปร่างไบพัตที่ความเร็วไบพัต 10 รอบ/นาที.....	141
5.103	ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของแข็งก่อนตั้งทิ้งไว้ 30 นาที กับรูปร่างไบพัตที่ความเร็วไบพัต 15 รอบ/นาที.....	142
5.104	ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของแข็งก่อนตั้งทิ้งไว้ 30 นาที กับรูปร่างไบพัตที่ความเร็วไบพัต 20 รอบ/นาที.....	142
5.105	ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของแข็งหลังตั้งทิ้งไว้ 30 นาที กับรูปร่างไบพัตที่ความเร็วไบพัต 5 รอบ/นาที.....	143
5.106	ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของแข็งหลังตั้งทิ้งไว้ 30 นาที กับรูปร่างไบพัตที่ความเร็วไบพัต 10 รอบ/นาที.....	143
5.107	ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของแข็งหลังตั้งทิ้งไว้ 30 นาที กับรูปร่างไบพัตที่ความเร็วไบพัต 15 รอบ/นาที.....	144

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
5.108	ความล้มพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของแข็งหลังตั้งทิ้งไว้ 30 นาที กับรูปร่างใบพัดที่ความเร็วใบพัด 20 รอบ/นาที.....	144
5.109	ความล้มพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของแข็งก่อนตั้งทิ้งไว้ 30 นาที กับระยะห่างใบพัดเมื่อใช้ใบพัดแบบที่ I.....	146
5.110	ความล้มพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของแข็งก่อนตั้งทิ้งไว้ 30 นาที กับระยะห่างใบพัดเมื่อใช้ใบพัดแบบที่ II.....	146
5.111	ความล้มพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของแข็งก่อนตั้งทิ้งไว้ 30 นาที กับระยะห่างใบพัดเมื่อใช้ใบพัดแบบที่ III.....	147
5.112	ความล้มพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของแข็งก่อนตั้งทิ้งไว้ 30 นาที กับระยะห่างใบพัดเมื่อใช้ใบพัดแบบที่ IV.....	147
5.113	ความล้มพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของแข็งหลังทิ้งไว้ 30 นาทีกับ ระยะห่างใบพัดเมื่อใช้ใบพัดแบบที่ I.....	148
5.114	ความล้มพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของแข็งก่อนตั้งทิ้งไว้ 30 นาที กับระยะห่างใบพัดเมื่อใช้ใบพัดแบบที่ II.....	148
5.115	ความล้มพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของแข็งหลังทิ้งไว้ 30 นาทีกับ ระยะห่างใบพัดเมื่อใช้ใบพัดแบบที่ III.....	149
5.116	ความล้มพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของแข็งก่อนตั้งทิ้งไว้ 30 นาที กับระยะห่างใบพัดเมื่อใช้ใบพัดแบบที่ IV.....	149