การกำจัดความขุ่นโดยถังทำน้ำใสแบบหมุนเวียนตะกอน

นายวิจารณ์ ตันติธรรม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พศ.2537

ISBN 974-584-698-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17152144

TURBIDITY REMOVAL BY SOLIDS RECIRCULATION CLARIFIER

MR. WIJARN THUNTHITHUM

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Environmental Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
1994

ISBN 974-584-698-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การกำจัดความขุ่นโดยถังทำน้ำใสแบบหมุนเวียนตะกอน
โดย	นายวิจารณ์ ตันติธรรม
ภาควิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เกรอต

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เกรอต)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ไพพรรณ พรประภา)

.....กรรมการ
(อาจารย์อรทัย ชวาลภาฤทธิ์)

วิจารณ์ ตันติธรรม : การกำจัดความขุ่นโดยถังทำน้ำใสแบบหมุนเวียนตะกอน
(TURBIDITY REMOVAL BY SOLIDS RECIRCULATION CLARIFIER)
: อ.ที่ปรึกษา รศ.ดร.ธีระ เกรอต , 123 หน้า ISBN 974-584-698-6

การกำจัดความขุ่นโดยถังทำน้ำใสแบบหมุนเวียนตะกอน กระทำโดยใช้แบบจำลองขนาดเส้นผ่าน-ศูนย์กลาง 15 ซม. น้ำขุ่นสังเคราะห์ที่ใช้เตรียมจากดินคาโอลินผสมน้ำประปาให้มีความขุ่น 50 เอ็นทียู ใช้สารส้มเป็นโคแอกกูแลนท์ และใช้โพลิเมอร์ประจุลบความเข้มข้น 0.3 มก./ล. เป็นโคแอกกูแลนท์เอด ตัวแปรที่ศึกษา คือ ความเข้มข้นของสารส้มในช่วง 10 ถึง 30 มก./ล. ความเร็วรอบใบกวนในช่วง 5 ถึง 20 รอบ/นาที และ อัตราน้ำล้นผิวในช่วง 30 ถึง 60 ซม./นาที

ผลการวิจัยพบว่า ค่าความขุ่นของน้ำผลิตขึ้นอยู่กับทั้งอัตราน้ำล้นผิว และความเข้มข้นของสารส้ม ในช่วงอัตราน้ำล้นผิว 30 ถึง 45 ซม./นาที ค่าความขุ่นของน้ำผลิตจะลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารส้ม เพิ่มขึ้น แต่ในช่วงอัตราน้ำล้นผิว 45 ถึง 60 ซม./นาที ค่าความขุ่นของน้ำผลิตจะเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้ม-ข้นของสารส้มเพิ่มขึ้น การเพิ่มอัตราน้ำล้นผิว และ/หรือ การเพิ่มความเร็วรอบใบกวน นอกจากจะทำให้ค่าความขุ่นของน้ำผลิตเพิ่มขึ้น ยังจะทำให้ความเข้มข้นโดยปริมาตรของตะกอน และความเข้มข้นของแข็ง-แขวนลอยในถังทำน้ำใสลดลง

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
สาขาวิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล
ปีการศึกษา 2536

ลายมือชื่อนิสิต .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

C216482 :MAJOR SANITARY ENGINEERING

KEY WORD : TURBIDITY / CLARIFIER / COAGULANT

WIJARN THUNTHITHUM : TURBIDITY REMOVAL BY SOLIDS RECIRCULATION CLARIFIER : THESIS ADVISER : ASSO.PROF. THEERA KAROT, Ph.D. 123 pp.

ISBN 974-584-698-8

Turbidity removal by solids recirculation clarifier was studied by using a pilot scale reactor with diameter of 15 cm. The synthesized turbid-water was prepared from kaolinite clay and tap-water having a turbidity of 50 NTU. Alum was used as a coagulant and anionic polymer was used as a coagulant aids with a concentration of 0.3 mg/l throughout the study. The studied parameters were alum dosage range from 10 to 30 mg/l , paddle speeds range from 5 to 20 rpm. and overflow rates ranged from 30 to 60 cm./min.

It was found that the turbidity of treated water depended upon both overflow rate and alum concentration. For the overflow rate range from 30 to 45 cm./min. , the turbidity of treated water was decreased as alum concentration was increased. But for the overflow rate range from 45 to 60 cm./min. , the turbidity of treated water was increased as alum concentration was increased. The increment of overflow rate and/or paddle speed resulted in not only increasing turbidity of treated water but also decreasing the volumetric and suspended solids concentration in the clarifier.

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต Wijarn T.T.

สาขาวิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา Theera Karot

ปีการศึกษา 2536 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ของผู้วิจัยที่ได้ให้ความรัก และเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยมาโดยตลอด

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระเกรอต ที่ได้ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการวิจัยนี้ด้วยดีตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมทุก ๆ ท่าน ที่ให้ความรู้ คำแนะนำต่าง ๆ แก่ผู้วิจัยตั้งแต่เริ่มศึกษาในระดับปริญญาตรีจนถึงปัจจุบัน

ขอกราบขอบพระคุณผู้บังคับบัญชาของผู้วิจัยในกรมโยธาธิการทุกท่านที่ได้ให้โอกาสผู้วิจัยลาราชการมาเพื่อศึกษาต่อในระดับปริญญาโท และได้ทำการวิจัยนี้

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ที่เรียน และใช้ห้องปฏิบัติการร่วมกันทุกท่าน ที่ได้มีความเอื้อเฟื้อช่วยเหลือผู้วิจัย ขณะที่ทำการวิจัย

คำศัพท์

ความขุ่น	turbidity
ของแข็งแขวนลอย	suspended solids
อัตราน้ำล้นผิว	overflow rate
ความเข้มข้นสารส้ม	alum dose
ความเร็วรอบใบกวน	paddle speed
การทำลายเสถียรภาพ	destabilization
การสมานตะกอน	flocculation

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ฆ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
คำศัพท์ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญรูป ..... ญ

บทที่

1. บทนำ 1

2. วัตถุประสงค์ และขอบเขตของการวิจัย 3

3. ทฤษฎี และแนวความคิด
   - องค์ประกอบ และลักษณะสมบัติของน้ำขุ่น 5
   - เคมีของสารส้มในน้ำ 9
   - การทำลายเสถียรภาพของอนุภาคความขุ่นด้วยสารส้ม 11
   - การกวนเร็วในท่อ 17
   - การสมานตะกอน 21
   - การใช้โพลิเมอร์เป็น Coagulant Aid 25
   - การสมานตะกอนโดยใช้ใบกวน 27
   - ลักษณะโครงสร้าง และคุณสมบัติของฟลอค 32
   - ทฤษฎีการตกตะกอน 34
   - ทฤษฎีฟลูอิดไดซ์เบด 40
   - ลักษณะ และการทำงานของถังทำน้ำใสแบบหมุนเวียนตะกอน.. 43

4. การศึกษา และประวัติความเป็นมา 45

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ หน้า

5. การดำเนินการวิจัย
- วัสดุอุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย 50
- รูปแบบของการวิจัย 53
- ขอบเขตการวิจัย 58
- จำนวน และรายละเอียดของการทดลอง 59

6. ผลการทดลอง และวิจารณ์
- การเลือกชนิดและความเข้มข้นของโคแอกกูแลนท์เอด 64
- การเข้าสู่สภาวะคงตัวของระบบ 66
- อิทธิพลของความเข้มข้นสารส้ม 75
- อิทธิพลของความเร็วรอบใบกวน 87
- อิทธิพลของอัตราน้ำล้นผิว 97

7. สรุปผลการทดลอง 107

8. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต 108

เอกสารอ้างอิง 109

ภาคผนวก ก. ตารางแสดงผลการทำ JAR TEST 113

ภาคผนวก ข. ตารางแสดงค่าความขุ่นของน้ำผลิตที่ชั่วโมงต่าง ๆ 115

ภาคผนวก ค. ตารางแสดงผลการทดลอง 119

ประวัติผู้วิจัย 123

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 5.1 การทดลองชุดที่ 1 อัตราน้ำล้นผิว 30 ซม./นาที 60
ตารางที่ 5.2 การทดลองชุดที่ 2 อัตราน้ำล้นผิว 40 ซม./นาที 61
ตารางที่ 5.3 การทดลองชุดที่ 3 อัตราน้ำล้นผิว 50 ซม./นาที 62
ตารางที่ 5.4 การทดลองชุดที่ 4 อัตราน้ำล้นผิว 60 ซม./นาที 63
ตาราง ภาคผนวก ก. แสดงผลการทำ JAR TEST 113
ตารางที่ ข.1 แสดงค่าความขุ่นของน้ำผลิตที่ ชม.ต่าง ๆ
การทดลองชุดที่ 1 อัตราน้ำล้นผิว 30 ซม./นาที 115
ตารางที่ ข.2 แสดงค่าความขุ่นของน้ำผลิตที่ ชม.ต่าง ๆ
การทดลองชุดที่ 2 อัตราน้ำล้นผิว 40 ซม./นาที 116
ตารางที่ ข.3 แสดงค่าความขุ่นของน้ำผลิตที่ ชม.ต่าง ๆ
การทดลองชุดที่ 3 อัตราน้ำล้นผิว 50 ซม./นาที 117
ตารางที่ ข.4 แสดงค่าความขุ่นของน้ำผลิตที่ ชม.ต่าง ๆ
การทดลองชุดที่ 4 อัตราน้ำล้นผิว 60 ซม./นาที 118
ตารางที่ ค.1 แสดงค่าความขุ่นของน้ำผลิต ความเข้มข้นโดยปริมาตร-
ของตะกอน และความเข้มข้นของแข็งแขวนลอย
การทดลองชุดที่ 1 อัตราน้ำล้นผิว 30 ซม./นาที 119
ตารางที่ ค.2 แสดงค่าความขุ่นของน้ำผลิต ความเข้มข้นโดยปริมาตร-
ของตะกอน และความเข้มข้นของแข็งแขวนลอย
การทดลองชุดที่ 2 อัตราน้ำล้นผิว 40 ซม./นาที 120
ตารางที่ ค.3 แสดงค่าความขุ่นของน้ำผลิต ความเข้มข้นโดยปริมาตร-
ของตะกอน และความเข้มข้นของแข็งแขวนลอย
การทดลองชุดที่ 3 อัตราน้ำล้นผิว 50 ซม./นาที 121
ตารางที่ ค.4 แสดงค่าความขุ่นของน้ำผลิต ความเข้มข้นโดยปริมาตร-
ของตะกอน และความเข้มข้นของแข็งแขวนลอย
การทดลองชุดที่ 4 อัตราน้ำล้นผิว 60 ซม./นาที 122

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 3.1 ลักษณะโครงสร้างโมเลกุลของ silicon tetrahedral sheet 5

รูปที่ 3.2 ลักษณะโครงสร้างโมเลกุลของ aluminium hydroxide sheet และ magnesium hydroxide sheet 6

รูปที่ 3.3 โครงสร้างโมเลกุลของดินคาโอลิน 7

รูปที่ 3.4 รูปถ่ายอนุภาคดินคาโอลิน 8

รูปที่ 3.5 Stability diagram ของสารส้มในน้ำที่ไม่มีความขุ่น 10

รูปที่ 3.6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบอลูมินัมต่าง ๆ กับความเข้มข้นของอลูมินัมในสารละลายสารส้ม 10

รูปที่ 3.7 การทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์ด้วยกลไกแบบต่าง ๆ ... 11

รูปที่ 3.8 การทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์ที่ค่า pH ต่าง ๆ 12

รูปที่ 3.9 อิทธิพลของซัลเฟตอิออนที่มีต่อเวลาในการเกิดฟลอค 16

รูปที่ 3.10 อิทธิพลของออโธฟอสเฟตที่มีต่อค่า pH ในกระบวนการรวมตะกอน 16

รูปที่ 3.11 รูปแบบการกวนผสมแบบ jet 18

รูปที่ 3.12 การกระจายของกระแส jet ที่ฉีดเข้าข้างท่อ 20

รูปที่ 3.13 ท่อกวนเร็วที่ใช้ในการทดลอง 20

รูปที่ 3.14 กลไกการทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์แบบต่อเชื่อมด้วยโพลิเมอร์ 26

รูปที่ 3.15 ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อกำลังงานในการกวนผสม 27

รูปที่ 3.16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Power number กับ Reynolds number 28

รูปที่ 3.17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างใบกวน กับ drag coefficient 31

รูปที่ 3.18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ปรับแก้ค่า drag coefficient กับค่าอัตราส่วนขนาดอนุภาคต่อขนาดภาชนะที่ตกตะกอนแบบโดด 39

รูปที่ 3.19 ถังทำน้ำใสแบบหมุนเวียนตะกอน 43

รูปที่ 5.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 51

รูปที่ 5.2 ท่อกวนเร็วที่ใช้ในการทดลอง 54

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นกับความเข้มข้นสารส้ม ในการทดลองทำ jar test 65
รูปที่ 6.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นกับความเข้มข้นโพลิเมอร์ ในการทดลองทำ jar test 65
รูปที่ 6.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตกับเวลาเมื่ออัตราน้ำล้นผิว เป็น 30 ซม./นาที ความเข้มข้นสารส้ม 30 มก./ล..... 67
รูปที่ 6.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตกับเวลาเมื่ออัตราน้ำล้นผิว เป็น 30 ซม./นาที ความเข้มข้นสารส้ม 20 มก./ล..... 67
รูปที่ 6.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตกับเวลาเมื่ออัตราน้ำล้นผิว เป็น 30 ซม./นาที ความเข้มข้นสารส้ม 15 มก./ล..... 68
รูปที่ 6.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตกับเวลาเมื่ออัตราน้ำล้นผิว เป็น 30 ซม./นาที ความเข้มข้นสารส้ม 10 มก./ล..... 68
รูปที่ 6.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตกับเวลาเมื่ออัตราน้ำล้นผิว เป็น 40 ซม./นาที ความเข้มข้นสารส้ม 30 มก./ล..... 69
รูปที่ 6.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตกับเวลาเมื่ออัตราน้ำล้นผิว เป็น 40 ซม./นาที ความเข้มข้นสารส้ม 20 มก./ล..... 69
รูปที่ 6.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตกับเวลาเมื่ออัตราน้ำล้นผิว เป็น 40 ซม./นาที ความเข้มข้นสารส้ม 15 มก./ล..... 70
รูปที่ 6.10 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตกับเวลาเมื่ออัตราน้ำล้นผิว เป็น 40 ซม./นาที ความเข้มข้นสารส้ม 10 มก./ล..... 70
รูปที่ 6.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตกับเวลาเมื่ออัตราน้ำล้นผิว เป็น 50 ซม./นาที ความเข้มข้นสารส้ม 30 มก./ล..... 71
รูปที่ 6.12 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตกับเวลาเมื่ออัตราน้ำล้นผิว เป็น 50 ซม./นาที ความเข้มข้นสารส้ม 20 มก./ล..... 71
รูปที่ 6.13 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตกับเวลาเมื่ออัตราน้ำล้นผิว เป็น 50 ซม./นาที ความเข้มข้นสารส้ม 15 มก./ล..... 72
รูปที่ 6.14 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตกับเวลาเมื่ออัตราน้ำล้นผิว เป็น 50 ซม./นาที ความเข้มข้นสารส้ม 10 มก./ล..... 72

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 6.15 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตกับเวลาเมื่ออัตราน้ำล้นผิวเป็น 60 ซม./นาที ความเข้มข้นสารส้ม 30 มก./ล..... 73
รูปที่ 6.16 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตกับเวลาเมื่ออัตราน้ำล้นผิวเป็น 60 ซม./นาที ความเข้มข้นสารส้ม 20 มก./ล..... 73
รูปที่ 6.17 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตกับเวลาเมื่ออัตราน้ำล้นผิวเป็น 60 ซม./นาที ความเข้มข้นสารส้ม 15 มก./ล..... 74
รูปที่ 6.18 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตกับเวลาเมื่ออัตราน้ำล้นผิวเป็น 60 ซม./นาที ความเข้มข้นสารส้ม 10 มก./ล..... 74
รูปที่ 6.19 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตและประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นกับความเข้มข้นสารส้ม เมื่ออัตราน้ำล้นผิวเป็น 30 ซม./นาที 76
รูปที่ 6.20 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตและประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นกับความเข้มข้นสารส้ม เมื่ออัตราน้ำล้นผิวเป็น 40 ซม./นาที 77
รูปที่ 6.21 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตและประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นกับความเข้มข้นสารส้ม เมื่ออัตราน้ำล้นผิวเป็น 50 ซม./นาที 78
รูปที่ 6.22 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตและประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นกับความเข้มข้นสารส้ม เมื่ออัตราน้ำล้นผิวเป็น 60 ซม./นาที 79
รูปที่ 6.23 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นโดยปริมาตรของตะกอนกับความเข้มข้นสารส้มที่อัตราน้ำล้นผิว 30 ซม./นาที 82
รูปที่ 6.24 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นโดยปริมาตรของตะกอนกับความเข้มข้นสารส้มที่อัตราน้ำล้นผิว 40 ซม./นาที 82
รูปที่ 6.25 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นโดยปริมาตรของตะกอนกับความเข้มข้นสารส้ม ที่อัตราน้ำล้นผิว 50 ซม./นาที 83
รูปที่ 6.26 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นโดยปริมาตรของตะกอนกับความเข้มข้นสารส้ม ที่อัตราน้ำล้นผิว 60 ซม./นาที 83

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 6.27 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยกับ
ความเข้มข้นสารส้ม ที่อัตราน้ำล้นผิว 30 ซม./นาที 85
รูปที่ 6.28 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยกับ
ความเข้มข้นสารส้ม ที่อัตราน้ำล้นผิว 40 ซม./นาที 85
รูปที่ 6.29 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยกับ
ความเข้มข้นสารส้ม ที่อัตราน้ำล้นผิว 50 ซม./นาที 86
รูปที่ 6.30 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยกับ
ความเข้มข้นสารส้ม ที่อัตราน้ำล้นผิว 60 ซม./นาที 86
รูปที่ 6.31 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำผลิตกับความเร็วรอบใบกวน
ที่อัตราน้ำล้นผิว 30 ซม./นาที 89
รูปที่ 6.32 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำผลิตกับความเร็วรอบใบกวน
ที่อัตราน้ำล้นผิว 40 ซม./นาที 89
รูปที่ 6.33 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำผลิตกับความเร็วรอบใบกวน
ที่อัตราน้ำล้นผิว 50 ซม./นาที 90
รูปที่ 6.34 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำผลิตกับความเร็วรอบใบกวน
ที่อัตราน้ำล้นผิว 60 ซม./นาที 90
รูปที่ 6.35 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นโดยปริมาตรของตะกอนกับ
ความเร็วรอบใบกวนที่อัตราน้ำล้นผิว 30 ซม./นาที 92
รูปที่ 6.36 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นโดยปริมาตรของตะกอนกับ
ความเร็วรอบใบกวนที่อัตราน้ำล้นผิว 40 ซม./นาที 92
รูปที่ 6.37 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นโดยปริมาตรของตะกอนกับ
ความเร็วรอบใบกวนที่อัตราน้ำล้นผิว 50 ซม./นาที 93
รูปที่ 6.38 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นโดยปริมาตรของตะกอนกับ
ความเร็วรอบใบกวนที่อัตราน้ำล้นผิว 60 ซม./นาที 93
รูปที่ 6.39 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยกับ
ความเร็วรอบใบกวนที่อัตราน้ำล้นผิว 30 ซม./นาที 95
รูปที่ 6.40 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยกับ
ความเร็วรอบใบกวนที่อัตราน้ำล้นผิว 40 ซม./นาที 95

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 6.41 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยกับ
ความเร็วรอบใบกวนที่อัตราน้ำล้นผิว 50 ซม./นาที 96
รูปที่ 6.42 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยกับ
ความเร็วรอบใบกวนที่อัตราน้ำล้นผิว 60 ซม./นาที 96
รูปที่ 6.43 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำผลิตกับอัตราน้ำล้นผิว
ที่ความเร็วรอบใบกวน 5 รอบ/นาที 98
รูปที่ 6.44 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำผลิตกับอัตราน้ำล้นผิว
ที่ความเร็วรอบใบกวน 10 รอบ/นาที 98
รูปที่ 6.45 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำผลิตกับอัตราน้ำล้นผิว
ที่ความเร็วรอบใบกวน 15 รอบ/นาที 99
รูปที่ 6.46 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำผลิตกับอัตราน้ำล้นผิว
ที่ความเร็วรอบใบกวน 20 รอบ/นาที 99
รูปที่ 6.47 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นโดยปริมาตรของตะกอนกับ
อัตราน้ำล้นผิวที่ความเร็วรอบใบกวน 5 รอบ/นาที 101
รูปที่ 6.48 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นโดยปริมาตรของตะกอนกับ
อัตราน้ำล้นผิวที่ความเร็วรอบใบกวน 10 รอบ/นาที 101
รูปที่ 6.49 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นโดยปริมาตรของตะกอนกับ
อัตราน้ำล้นผิวที่ความเร็วรอบใบกวน 15 รอบ/นาที 102
รูปที่ 6.50 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นโดยปริมาตรของตะกอนกับ
อัตราน้ำล้นผิวที่ความเร็วรอบใบกวน 20 รอบ/นาที 102
รูปที่ 6.51 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยกับ
อัตราน้ำล้นผิวที่ความเร็วรอบใบกวน 5 รอบ/นาที 104
รูปที่ 6.52 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยกับ
อัตราน้ำล้นผิวที่ความเร็วรอบใบกวน 10 รอบ/นาที 104
รูปที่ 6.53 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยกับ
อัตราน้ำล้นผิวที่ความเร็วรอบใบกวน 15 รอบ/นาที 105
รูปที่ 6.54 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยกับ
อัตราน้ำล้นผิวที่ความเร็วรอบใบกวน 20 รอบ/นาที 105