1190

ความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติของการกำจัดความขุ่นโดยกระบวนการสร้างเม็ดตะกอนแบบไหลขึ้นสำหรับน้ำดิบความขุ่นต่ำ

นาย สุรเชษฎ์ พลวณิช

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2539

ISBN 974-634-591-5

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 16892045

PRACTICALITY OF TURBIDITY REMOVAL BY THE UPFLOW PELLETIZATION PROCESS FOR LOW-TURBIDITY RAW WATER

Mr. Surachet Polwanich

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Environmental Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1996

ISBN 974-634-591-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติของการกำจัดความขุ่นโดยกระบวนการสร้างเม็ดตะกอนแบบไหลขึ้นสำหรับน้ำดิบความขุ่นต่ำ

โดย นาย สุรเชษฎ์ พลวณิช

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร. ธงชัย พรรณสวัสดิ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ ถุงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ไพพรรณ พรประภา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ศาสตราจารย์ ดร. ธงชัย พรรณสวัสดิ์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุรพล สายพานิช)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

สุรเชษฐ์ พลวณิช : ความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติของการกำจัดความขุ่นโดยกระบวนการสร้างเม็ดตะกอนแบบไหลขึ้นสำหรับน้ำดิบความขุ่นต่ำ (PRACTICALITY OF TURBIDITY REMOVAL BY THE UPFLOW PELLETIZATION PROCESS FOR LOW-TURBIDITY RAW WATER) อ.ที่ปรึกษา : ศ.ดร. ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 301 หน้า ISBN 974-634-591-5

กระบวนการสร้างเม็ดตะกอนแบบไหลขึ้นเป็นกระบวนการกำจัดความขุ่นโดยการสร้างเม็ดตะกอนที่มีน้ำหนักสูง จมตัวได้ดี ทำหน้าที่ดักจับอนุภาคของความขุ่น ในการศึกษานี้ได้ใช้น้ำดิบจริงที่โรงงานผลิตน้ำบางเขน ซึ่งมีความขุ่นแปรตามสภาพสนาม ในที่นี้ได้ใช้สารส้มเหลวเป็นโคแอกกูแลนต์ ปริมาณความเข้มข้นของสารส้มที่ใช้จะแปรผันตามสภาพสนามเพื่อที่จะผลิตน้ำคุณภาพสูง ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบ โพลีเมอร์ไม่มีประจุ และโพลีเมอร์ประจุบวกเป็นโคแอกกูแลนต์ และ/หรือ โคแอกกูแลนต์เอด ที่ความเข้มข้น 0.3 มก./ล. การทดลองได้แบ่งออกเป็น 2 ช่วงกล่าวคือ ช่วงที่ 1 เป็นการทดลองช่วงสั้น (6 ชม./ครั้ง) เพื่อหาปริมาณความเข้มข้นของสารส้มและความเร็วน้ำไหลขึ้นที่เหมาะสม และนำไปประยุกต์ใช้กับการทดลองช่วงที่ 2 ต่อไป ช่วงที่ 2 เป็นการเดินระบบช่วงยาวนาน 72 ชม./ครั้ง เพื่อศึกษาสมรรถนะ ผลกระทบ และประสิทธิภาพของระบบเมื่อเดินระบบเป็นเวลานาน โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำดิบและน้ำผลิต รวมทั้งได้เก็บตัวอย่างเม็ดตะกอนเพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าความขุ่น พีเอช สภาพด่างและความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอย เพื่อนำมาหาขนาดและความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับ 130 ซม. ด้วย

จากการวิจัยพบว่า

1. กระบวนการสร้างเม็ดตะกอนแบบไหลขึ้นนี้สามารถผลิตน้ำที่มีคุณภาพสูงได้ (5 เอ็นทียู) ภายในเวลา 13 นาที นับจากน้ำดิบเริ่มเข้าสู่ระบบจนเป็นน้ำผลิตออกจากระบบไป

2. ปริมาณสารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล. ที่ใช้ในกระบวนการผลิต คุณภาพน้ำผลิตที่ได้มีความแปรผันตรงกับปริมาณสารส้มที่ใช้

3. โพลีเมอร์ไม่มีประจุและประจุบวกปริมาณ 0.3 มก./ล. สามารถผลิตน้ำที่มีคุณภาพและความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนสูงกว่ากรณีใช้โพลีเมอร์ประจุลบปริมาณ 0.3 มก./ล. เป็นโคแอกกูแลนต์ และ/หรือ โคแอกกูแลนต์เอด

4. สารส้มอาศัยกลไกการดูดผิว ทำลายประจุ หรือการห่อหุ้มอนุภาคด้วยผลึกในการทำลายเสถียรภาพของอนุภาคคอลลอยด์ ในขณะที่โพลีเมอร์ประจุลบอาศัยกลไกการต่อเชื่อมอนุภาคด้วยสายโครงสร้างโมเลกุลของโพลีเมอร์เอง โพลีเมอร์ไม่มีประจุอาศัยกลไกการต่อเชื่อมร่วมกับการสะเทินประจุ และโพลีเมอร์ประจุบวกอาศัยกลไกการดูดติดผิว การสะเทินประจุ และการต่อเชื่อมด้วยสายโครงสร้างโมเลกุลของโพลีเมอร์เอง

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2538 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

C617633 : MAJOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING
KEY WORD: : COAGULANT / COAGULANT AID / PELLET / TURBIDITY

SURACHET POLWANICH : PRACTICALITY OF TURBIDITY REMOVAL BY THE UPFLOW PELLETIZATION PROCESS FOR LOW - TURBIDITY RAW WATER. THESIS ADVISOR : PROF. THONGCHAI PANSWAD, Ph.D. 301 pp. ISBN 974-634-591-5

The upflow pelletization process is a turbidity removal process performance in a pellet reactor. The turbidity particles in raw water were trapped in the reactor of high weights and high settling velocities. In this study, the turbidity particles in raw water (feed at Bangkhaen water treatment plant) varying according to conditions of testing area were destabilized by alum as coagulant in a rapid mixing unit. In addition different types of polymers such as anionic nonionic and cationic polymers were added at fixed dose of 0.3 mg./l. as coagulant and/or coagulant aid. Experiments were made at two intervals ; 1. short run experiments of six hours, with samplings being taken to analyze appropriate alum doses and upflow velocities in the reactor, 2. long run experiments of 72 hours with samplings being taken to analyze values of turbidity, pH, alkalinity, suspension solid concentration, pellet diameter and settling velocities at level 130 cm, effect and efficiency of the process.

Conclusion

1. The upflow pelletization process could treat high quality water (5 NTU) within 13 minutes (from raw water coming in rapid mixing unit to treated water out of the process)

2. Alum doses : 0, 10, 15, 20 and 25 mg./l., quality of water directly varied according to the alum doses.

3. Fixed polymer dose of 0.3 mg./l., nonionic and cationic polymers could treat pellet-flocs higher weights and settling velocities than anionic polymer's

4. Alum could destabilize colloids by adsorption/charge neutralization or sweep coagulation; anionic polymer by bridging and its high molecular weights/chain structure; nonionic polymer by charge neutralization and its high molecular weights/chain structure; and cationic polymer by adsorption/charge neutralization and its high molecular weights/chain structure.

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2538 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. ธงชัย พรรณสวัสดิ์ เป็นอย่างสูงที่ให้ความกรุณาในการให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางในการวิจัย แง่คิดทางวิชาการตลอดจนดูแลเอาใจใส่ผู้วิจัยตลอดเวลาและให้ความอนุเคราะห์ในการให้ยืมอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งล้วนเป็นส่วนประกอบสำคัญที่ทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ไพพรรณ พรประภา , รองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และ รองศาสตราจารย์ ดร. สุรพล สายพานิช ที่ได้ให้คำแนะนำ อนุมัติโครงร่างงานวิจัย ตรวจสอบและเป็นคณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ให้แก่ผู้วิจัย รวมทั้งคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้แก่ผู้วิจัยตลอดระยะเวลที่ศึกษาอยู่

ขอขอบคุณการประปานครหลวง คุณเติมศักดิ์ โชติวรรณวิรัช และเจ้าหน้าที่ส่วนวิเคราะห์คุณภาพน้ำระบบผลิต การประปานครหลวงทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่และห้องทดลอง ตลอดจนให้คำแนะนำ ข้อมูล และความเป็นกันเองตลอดระยะเวลาที่ทำการวิจัย

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ห้องธุรการ ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม และเจ้าหน้าที่สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทยทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือตลอดมา

ขอขอบคุณ คุณนฤชา ฤชุพันธ์ , คุณปริญญา ณ. นคร , คุณคณิศ ม่วงศิริ และคุณสีวิกา ลีพหาชีวะ ที่ได้เอื้อเฟื้อข้อมูล เอกสาร และ เทคนิคในการวิจัย

คุณความดีและประโยชน์ทั้งหลายอันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบให้ บิดา มารดา ซึ่งเป็นผู้ให้ทุกอย่างกับผู้วิจัยตลอดมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญรูป ..... ฑ

บทที่

1. บทนำ 1
2. วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย 2
   2.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
   2.2 ขอบเขตของการวิจัย 2
3. ทบทวนเอกสาร 4
   3.1 ทฤษฎี สมมติฐาน หลักการและเหตุผล 4
      3.1.1 คอลลอยด์ 4
      3.1.2 กระบวนการโคแอกกูเลชั่น 6
      3.1.3 ความขุ่น 9
      3.1.4 การผสม 10
      3.1.5 การสร้างฟล็อก 13
      3.1.6 ตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการโคแอกกูเลชั่น 14
   3.2 สารโคแอกกูแลนต์ 15
   3.3 โพลีเมอร์ 17
      3.3.1 ชนิดของสารโพลีอิเล็กโตรไลต์ 17
      3.3.2 กลไกการทำลายเสถียรภาพของอนุภาคคอลลอยด์ ด้วยสารอิเล็กโตรไลต์ 23
   3.4 กระบวนการตกตะกอนผลึก 26
   3.5 กระบวนการสภาวะเมตะ 30

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.6 การสร้างเม็ดตะกอนแบบไหลขึ้น 30
3.7 การศึกษาที่ผ่านมา 33
4. การดำเนินการวิจัย 52
4.1 ขอบเขตการศึกษา 52
4.1.1 ช่วงที่ 1 การทดลองช่วงสั้น 52
4.1.1.1 กรณีไม่ได้ปรับพีเอชน้ำดิบ 53
4.1.1.2 กรณีปรับพีเอชน้ำดิบ 54
4.1.2 ช่วงที่ 2 การทดลองเดินระบบยาวนาน(หรือ 72 ชม./ครั้ง) 55
4.2 แผนการศึกษาและดำเนินการ 56
4.2.1 ลำดับขั้นการศึกษา 56
4.2.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย 57
4.2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ 59
4.2.4 อุปกรณ์วิเคราะห์ลักษณะน้ำ 62
4.3 วิธีการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ 62
4.3.1 การเก็บตัวอย่าง 62
4.3.2 การวิเคราะห์ 62
5. ผลการทดลองและวิจารณ์ 65
5.1 อิทธิพลสารส้มที่มีต่อความขุ่นน้ำผลิต 65
5.1.1 กรณีทดลองช่วงสั้น(นานครั้งละ 6 ชม.) 65
5.1.1.1 กรณีใช้โพลีเมอร์ประจุลบ 65
5.1.1.1.1 กรณีไม่ได้ปรับพีเอชน้ำดิบ 65
5.1.1.1.2 กรณีปรับพีเอชน้ำดิบ 70
5.1.1.2 กรณีใช้โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 77
5.1.1.2.1 กรณีไม่ได้ปรับพีเอชน้ำดิบ 77
5.1.1.2.2 กรณีปรับพีเอชน้ำดิบ 80
5.1.1.3 กรณีใช้โพลีเมอร์ประจุบวก 87
5.1.2 กรณีทดลองเดินระบบยาวนาน(หรือ 72 ชม./ครั้ง) 95
5.1.2.1 กรณีใช้โพลีเมอร์ประจุลบ 95

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

5.1.2.2 กรณีใช้โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 106
5.1.2.3 กรณีใช้โพลีเมอร์ประจุบวก 110
5.2 พีเอชของน้ำดิบ,น้ำหลังกวนเร็ว และน้ำผลิต 130
5.2.1 กรณีทดลองช่วงสั้น(นานครั้งละ 6 .ชม.) 130
5.2.1.1 กรณีใช้โพลีเมอร์ประจุลบ 130
5.2.1.1.1 กรณีไม่ได้ปรับพีเอชน้ำดิบ 130
5.2.1.1.2 กรณีปรับพีเอชน้ำดิบ 134
5.2.1.2 กรณีใช้โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 138
5.2.1.2.1 กรณีไม่ได้ปรับพีเอชน้ำดิบ 138
5.2.1.2.2 กรณีปรับพีเอชน้ำดิบ 141
5.2.1.3 กรณีใช้โพลีเมอร์ประจุบวก 141
5.2.2 กรณีทดลองเดินระบบยาวนาน(หรือ 72 ชม./ครั้ง) 147
5.2.2.1 กรณีใช้โพลีเมอร์ประจุลบ 147
5.2.2.2 กรณีใช้โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 155
5.2.2.3 กรณีใช้โพลีเมอร์ประจุบวก 163
5.3 สภาพน้ำด่างและน้ำผลิต 171
5.3.1 กรณีทดลองช่วงสั้น(นานครั้งละ 6 ชม.) 171
5.3.1.1 กรณีใช้โพลีเมอร์ประจุลบ 171
5.3.1.1.1 กรณีไม่ได้ปรับพีเอชน้ำดิบ 171
5.3.1.1.2 กรณีปรับพีเอชน้ำดิบ 171
5.3.1.2 กรณีใช้โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 174
5.3.1.2.1 กรณีไม่ได้ปรับพีเอชน้ำดิบ 174
5.3.1.2.2 กรณีปรับพีเอชน้ำดิบ 174
5.3.1.3 กรณีใช้โพลีเมอร์ประจุบวก 177
5.3.2 กรณีทดลองเดินระบบยาวนาน(หรือ 72 ชม./ครั้ง) 177
5.3.2.1 กรณีใช้โพลีเมอร์ประจุลบ 177
5.3.2.2 กรณีใช้โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 185
5.3.2.3 กรณีใช้โพลีเมอร์ประจุบวก 192

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

5.4 สภาพด่างน้ำดิบและน้ำผลิต 199
5.4.1 กรณีทดลองช่วงสั้น(นานครั้งละ 6 ชม.) 199
5.4.1.1 กรณีใช้โพลีเมอร์ประจุลบ 199
5.4.1.1.1 กรณีไม่ได้ปรับพีเอชน้ำดิบ 199
5.4.1.1.2 กรณีปรับพีเอชน้ำดิบ 201
5.4.1.2 กรณีใช้โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 201
5.4.1.2.1 กรณีไม่ได้ปรับพีเอชน้ำดิบ 201
5.4.1.2.2 กรณีปรับพีเอชน้ำดิบ 205
5.4.1.3 กรณีใช้โพลีเมอร์ประจุบวก 208
5.4.2 กรณีทดลองเดินระบบยาวนาน(หรือ 72 ชม./ครั้ง) 208
5.4.2.1 กรณีใช้โพลีเมอร์ประจุลบ 208
5.4.2.2 กรณีใช้โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 212
5.4.2.3 กรณีใช้โพลีเมอร์ประจุบวก 212
5.5 ดุลมวล 218
5.5.1 กรณีใช้โพลีเมอร์ประจุลบ 218
5.5.2 กรณีใช้โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 218
5.5.3 กรณีใช้โพลีเมอร์ประจุบวก 221
5.6 ขนาดและความหนาแน่นของเม็ดตะกอน 224
5.6.1 กรณีใช้โพลีเมอร์ประจุลบ 224
5.6.2 กรณีใช้โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 227
5.6.3 กรณีใช้โพลีเมอร์ประจุบวก 227
5.7 ปริมาณความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยในระบบ 234
5.7.1 กรณีใช้โพลีเมอร์ประจุลบ 234
5.7.2 กรณีใช้โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 237
5.7.3 กรณีใช้โพลีเมอร์ประจุบวก 237
6. สรุปผลการวิจัย 239
7. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต 241

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
รายการอ้างอิง	242
ภาคผนวก ก	245
ภาคผนวก ข	248
ภาคผนวก ค	266
ภาคผนวก ง	287
ประวัติผู้เขียน	301

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

3.1 การเลือกใช้โพลีเมอร์ในการผลิตน้ำ 13
3.2 สารโพอิเล็กโตรไลท์ที่ใช้เป็นสารรวมตะกอน 19
3.3 คุณสมบัติของน้ำดิบและเม็ดตะกอน 44
4.1 ขอบเขตการทดลองเมื่อใช้น้ำดิบไม่ได้ปรับพีเอช (การทดลองช่วงสั้น) 54
4.2 ขอบเขตการทดลองเมื่อใช้น้ำดิบปรับพีเอช (การทดลองช่วงสั้น) 55
4.3 ขอบเขตการทดลองเมื่อเดินระบบยาวนาน 56
4.4 ลักษณะสมบัติทั่วไปของสารส้มเหลว 57
4.5 ลักษณะของโพลีเมอร์ประจุลบที่ใช้ในการทดลอง 58
4.6 ลักษณะของโพลีเมอร์ไม่มีประจุที่ใช้ในการทดลอง 58
4.7 ลักษณะของโพลีเมอร์ประจุบวกที่ใช้ในการทดลอง 59
4.8 ตารางความถี่การเก็บตัวอย่างน้ำช่วงที่ 1 63
4.9 ตารางความถี่การเก็บตัวอย่างน้ำช่วงที่ 2 64
5.1 ความขุ่นน้ำดิบ น้ำผลิต และประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นของระบบ กรณีใช้ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบปริมาณ 0.3 มก./ล. (การทดลองช่วงสั้น) 66
5.2 ความขุ่นน้ำดิบปรับพีเอช (pH 7.5) น้ำผลิต และประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นของระบบ กรณีใช้ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบปริมาณ 0.3 มก./ล. (การทดลองช่วงสั้น) 71
5.3 ความขุ่นน้ำดิบ น้ำผลิต และประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นของระบบ กรณีใช้ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุปริมาณ 0.3 มก./ล. (การทดลองช่วงสั้น) 77
5.4 ความขุ่นน้ำดิบปรับพีเอช (pH 7.5) น้ำผลิต และประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นของระบบ กรณีใช้ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุปริมาณ 0.3 มก./ล. (การทดลองช่วงสั้น) 84
5.5 ความขุ่นน้ำดิบ น้ำผลิต และประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นของระบบ กรณีใช้ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกปริมาณ 0.3 มก./ล. (การทดลองช่วงสั้น) 87
5.6 ความขุ่นน้ำดิบ น้ำผลิต และประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นของระบบ กรณีใช้ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบปริมาณ 0.3 มก./ล. (72 ชม./ครั้ง) 100

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

ตารางที่

5.7 ความขุ่นน้ำดิบ น้ำผลิต และประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นของระบบ กรณีใช้ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุปริมาณ 0.3 มก./ล. (72 ชม./ครั้ง)..... 106
5.8 ความขุ่นน้ำดิบ น้ำผลิต และประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นของระบบ กรณีใช้ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกปริมาณ 0.3 มก./ล. (72 ชม./ครั้ง)..... 119
5.9 พีเอชน้ำดิบ น้ำหลังกวนเร็ว และน้ำผลิต กรณีใช้ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบปริมาณ 0.3 มก./ล. (การทดลองช่วงสั้น)..... 134
5.10 พีเอชน้ำดิบปรับพีเอช น้ำหลังกวนเร็ว และน้ำผลิต กรณีใช้ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบปริมาณ 0.3 มก./ล. (การทดลองช่วงสั้น)..... 138
5.11 พีเอชน้ำดิบ น้ำหลังกวนเร็ว และน้ำผลิต กรณีใช้ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุปริมาณ 0.3 มก./ล. (การทดลองช่วงสั้น)..... 138
5.12 พีเอชน้ำดิบปรับพีเอช น้ำหลังกวนเร็ว และน้ำผลิต กรณีใช้ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุปริมาณ 0.3 มก./ล. (การทดลองช่วงสั้น)..... 141
5.13 พีเอชน้ำดิบ น้ำหลังกวนเร็ว และน้ำผลิต กรณีใช้ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกปริมาณ 0.3 มก./ล. (การทดลองช่วงสั้น)..... 147
5.14 พีเอชน้ำดิบ น้ำหลังกวนเร็ว และน้ำผลิตเฉลี่ยที่ 18 ชม.สุดท้าย กรณีใช้ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบปริมาณ 0.3 มก./ล. (72 ชม./ครั้ง)..... 155
5.15 พีเอชน้ำดิบ น้ำหลังกวนเร็ว และน้ำผลิตเฉลี่ยที่ 18 ชม.สุดท้าย กรณีใช้ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุปริมาณ 0.3 มก./ล. (72 ชม./ครั้ง)..... 163
5.16 พีเอชน้ำดิบ น้ำหลังกวนเร็ว และน้ำผลิตเฉลี่ยที่ 18 ชม.สุดท้าย กรณีใช้ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกปริมาณ 0.3 มก./ล. (72 ชม./ครั้ง)..... 163
5.17 สภาพด่างน้ำดิบ และน้ำผลิต กรณีใช้ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบ ปริมาณ 0.3 มก./ล. (การทดลองช่วงสั้น)..... 171
5.18 สภาพด่างน้ำดิบปรับพีเอช และน้ำผลิต กรณีใช้ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบ ปริมาณ 0.3 มก./ล. (การทดลองช่วงสั้น)..... 174
5.19 สภาพด่างน้ำดิบ และน้ำผลิต กรณีใช้ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ ปริมาณ 0.3 มก./ล. (การทดลองช่วงสั้น)..... 174

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

ตารางที่

5.20 สภาพด่างน้ำดิบปรับพีเอช และน้ำผลิต กรณีใช้ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ ปริมาณ 0.3 มก./ล. (การทดลองช่วงสั้น)..... 177
5.21 สภาพด่างน้ำดิบ และน้ำผลิต กรณีใช้ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวก ปริมาณ 0.3 มก./ล. (การทดลองช่วงสั้น)..... 177
5.22 สภาพด่างน้ำดิบ และน้ำผลิต กรณีใช้ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบ ปริมาณ 0.3 มก./ล. (72 ชม./ครั้ง)..... 185
5.23 สภาพด่างน้ำดิบ และน้ำผลิต กรณีใช้ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ ปริมาณ 0.3 มก./ล. (72 ชม./ครั้ง)..... 192
5.24 สภาพด่างน้ำดิบ และน้ำผลิต กรณีใช้ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวก ปริมาณ 0.3 มก./ล. (72 ชม./ครั้ง)..... 192
5.25 ของแข็งแขวนลอยที่เข้าและออกจากระบบกระบวนการสร้างเม็ดตะกอน กรณีที่ใช้โพลีเมอร์ประจุลบ..... 219
5.26 ของแข็งแขวนลอยที่เข้าและออกจากระบบกระบวนการสร้างเม็ดตะกอน กรณีที่ใช้โพลีเมอร์ไม่มีประจุ..... 220
5.27 ของแข็งแขวนลอยที่เข้าและออกจากระบบกระบวนการสร้างเม็ดตะกอน กรณีที่ใช้โพลีเมอร์ประจุบวก..... 222
5.28 ขนาดเม็ดตะกอนกรณีใช้โพลีเมอร์ประจุลบ..... 225
5.29 ความหนาแน่นของเม็ดตะกอนที่เวลาต่างๆกรณีใช้โพลีเมอร์ประจุลบ..... 225
5.30 ขนาดเม็ดตะกอนกรณีใช้โพลีเมอร์ไม่มีประจุ..... 229
5.31 ความหนาแน่นของเม็ดตะกอนที่เวลาต่างๆกรณีใช้โพลีเมอร์ไม่มีประจุ..... 229
5.32 ขนาดเม็ดตะกอนกรณีใช้โพลีเมอร์ประจุบวก..... 232
5.33 ความหนาแน่นของเม็ดตะกอนที่เวลาต่างๆกรณีใช้โพลีเมอร์ประจุบวก..... 232
5.34 ปริมาณความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยในระบบกรณีที่ใช้โพลีเมอร์ประจุลบ..... 236
5.35 ปริมาณความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยในระบบกรณีที่ใช้โพลีเมอร์ไม่มีประจุ..... 236
5.36 ปริมาณความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยในระบบกรณีที่ใช้โพลีเมอร์ประจุบวก..... 236

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

3.1 ซีตาโพเทนเทียลจากการวัดประจุบนอนุภาคคอลลอยด์และระยะความหนาของชั้นประจุ
3.1 ก) ประจุบนเฟอริคออกไซด์หลังจากเติมเฟอริคคลอไรด์ 5
3.1 ข) ซีตาโพเทนเทียลกับระยะห่างจากผิวหน้า..... 6
3.2 รูปแบบการทำลายเสถียรภาพของอนุภาคคอลลอยด์..... 8
3.3 กระบวนการโคแอกกูเลชั่นของสารส้ม
3.3 ก) ความขุ่นสูง..... 11
3.3 ข) ความขุ่นต่ำ..... 11
3.4 การทำลายประจุและการสร้างสะพานเชื่อมอนุภาค..... 20
3.5 โครงสร้างโมโนเมอร์และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ ประจุลบ และประจุบวก..... 21
3.6 กลไกการทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์แบบต่อเชื่อมด้วยโพลีเมอร์..... 25
3.7 อุปกรณ์ลดความกระด้างของน้ำ..... 28
3.8 ระบบการผลิตน้ำแบบฟล็อกแบลงเคทคลาริฟีเคชั่น..... 29
3.9 การกระจายแรงกระทำต่อฟล็อกเมื่ออยู่กับที่..... 31
3.10 การกระจายแรงกระทำต่อฟล็อกเมื่อเคลื่อนที่..... 32
3.11 การเรียงตัวของอนุภาคก่อนได้รับแรงกระทำ..... 32
3.12 การเรียงตัวของอนุภาคหลังได้รับแรงกระทำ..... 33
3.13 ความสัมพันธ์ของขนาดและความหนาแน่นของฟล็อกที่ค่า ALT. ต่างกัน..... 34
3.14 ก)ความหนาแน่นของฟล็อกเมื่อใช้โคแอกกูแลนต์ clay-iron flocs..... 35
3.14 ข)ความหนาแน่นของฟล็อกเมื่อใช้โคแอกกูแลนต์ clay-magnesium flocs..... 35
3.15 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของฟล็อกกับจำนวนรอบของการกวน..... 36
3.16 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของฟล็อกกับจำนวนรอบของการกวนในกรณีที่โพลีเมอร์ต่างกัน..... 37
3.17 อุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอนแบบฟลูอิดไดซ์เบด..... 39
3.18 ความเข้มข้นของสารแขวนลอยของน้ำดิบและน้ำผลิต..... 39
3.19 ก) การเดินระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวในระยะเวลา 6 ชั่วโมงแรก..... 40
3.19 ข) การเดินระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวในระยะเวลา 6 ชั่วโมงแรก 41

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่

3.20 กระบวนการผลิตน้ำแบบฟลูอิดไดซ์เบด..... 43

3.21 ความเข้มข้นสีตกค้าง..... 44

3.22 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับขนาดของเม็ดตะกอนที่อัตราส่วน c.u./turbidity ต่างกัน..... 45

3.23 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นและขนาดของเม็ดตะกอนที่ความเข้มข้นของอนุภาคเริ่มต้นต่างกัน..... 45

3.24 ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นของสารส้มและโพลีอลูมินัมคลอไรด์ที่อุณหภูมิต่างๆ..... 47

4.1 อุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอนแบบไหลขึ้นเมื่อใช้โพลีเมอร์ประจุลบและไม่มีประจุ (* จุดเก็บตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์)..... 60

4.2 อุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอนแบบไหลขึ้นเมื่อใช้โพลีเมอร์ประจุบวก (* จุดเก็บตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์)..... 61

5.1 ความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 0, 20, 25, 30, 40, 45, 50 และ 55 มก./ล. และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น) 67

5.2 เปรียบเทียบความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 0, 20 ,25, 30, 40, 45, 50 และ 55 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 68

5.3 ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นของระบบเมื่อใช้สารส้ม 0, 20, 25, 30, 40, 45, 50 และ 55 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 69

5.4 ความขุ่นน้ำดิบปรับพีเอช(pH 7.5)และน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 72

5.5 เปรียบเทียบความขุ่นน้ำดิบปรับพีเอชและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 73

5.6 ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นของระบบกรณีน้ำดิบปรับพีเอชเมื่อใช้สารส้ม 15, 20 และ 25 มก./ล. และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 74

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่

5.7 เปรียบเทียบความขุ่นน้ำดิบไม่ปรับหรือปรับพีเอชและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 20 และ 25 มก./ล. และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 75
5.8 เปรียบเทียบการกำจัดความขุ่นน้ำดิบไม่ปรับและปรับพีเอชเมื่อใช้สารส้ม 20 และ 25 มก./ล. และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 76
5.9 ความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 0, 15, 20, 25, 35 และ 60 มก./ล. และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 78
5.10 เปรียบเทียบความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 0, 15, 20, 25, 35 และ 60 มก./ล.และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 79
5.11 ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นของระบบเมื่อใช้สารส้ม 0, 15,20, 25, 35 และ 60 มก./ล.และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 81
5.12 ความขุ่นน้ำดิบปรับค่าพีเอชและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 15, 20 และ 25 มก./ล. และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 82
5.13 เปรียบเทียบความขุ่นน้ำดิบปรับพีเอชและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 83
5.14 ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นของระบบเมื่อใช้น้ำดิบปรับพีเอชเมื่อใช้สารส้ม 15, 20 และ 25 มก./ล. และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล. (การทดลองช่วงสั้น)..... 85
5.15 เปรียบเทียบความขุ่นน้ำดิบไม่ปรับและปรับพีเอชและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 15, 20 และ 25 มก./ล. และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล. (การทดลองช่วงสั้น)..... 86
5.16 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นน้ำดิบไม่ปรับและปรับพีเอช เมื่อใช้สารส้ม 15, 20 และ 25 มก./ล. และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล. (การทดลองช่วงสั้น)..... 88
5.17 ความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล. และโพลีเมอร์ประจุบวก 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)และความขุ่นต่ำกว่าปกติ..... 89
5.18 เปรียบเทียบความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล. และโพลีเมอร์ประจุบวก 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 90

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่

5.19 ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นของระบบเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุบวก 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 92
5.20 ความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้โพลีเมอร์ทั้งสามประจุปริมาณ 0.3 มก./ล. เป็นโคแอกกูแลนต์(การทดลองช่วงสั้น)..... 93
5.21 เปรียบเทียบความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 0, 20 และ 25 มก./ล. และโพลีเมอร์ประจุลบหรือไม่มีประจุหรือประจุบวก 0.3 มก./ล. (การทดลองช่วงสั้น)..... 94
5.22 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นเมื่อใช้สารส้ม 0, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบหรือไม่มีประจุหรือประจุบวก 0.3 มก./ล. (การทดลองช่วงสั้น)..... 96
5.23 เปรียบเทียบความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 15, 20 และ 25 มก./ล. และโพลีเมอร์ประจุลบหรือไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 97
5.24 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นเมื่อใช้น้ำดิบปรับพีเอชเมื่อใช้สารส้ม 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบหรือไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 98
5.25 เปรียบเทียบความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้โพลีเมอร์ประจุลบหรือไม่มีประจุหรือประจุบวก 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 99
5.26 ความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้โพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 101
5.27 ความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 10 มก./ล. และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 102
5.28 ความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 15 มก./ล. และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 103
5.29 ความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 20 มก./ล. และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 104
5.30 ความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 25 มก./ล. และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 105
5.31 ความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตที่ 18 ชม.สุดท้ายเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15 ,20 และ 25

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่

มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 107
5.32 เปรียบเทียบความขุ่นเฉลี่ย 18 ชม.สุดท้ายของน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 0, 10 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 108
5.33 ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นของระบบที่ 18 ชม. สุดท้ายของการเดินระบบเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล. (72 ชม./ครั้ง)..... 109
5.34 ความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง) .. 111
5.35 ความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 10 มก./ล. และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 112
5.36 ความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 15 มก./ล. และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 113
5.37 ความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 20 มก./ล. และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 114
5.38 ความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 25 มก./ล. และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 115
5.39 ความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตที่ 18 ชม.สุดท้ายเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 116
5.40 เปรียบเทียบความขุ่นเฉลี่ย 18 ชม.สุดท้ายของน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง).. 117
5.41 ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นของระบบที่ 18 ชม. สุดท้ายของการเดินระบบเมื่อใช้สารส้ม 0,10,15,20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล. (72 ชม./ครั้ง)..... 118
5.42 ความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้โพลีเมอร์ประจุบวก 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง).. 120
5.43 ความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 10 มก./ล. และโพลีเมอร์ประจุบวก 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 121
5.44 ความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 15 มก./ล. และโพลีเมอร์ประจุบวก 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 122
5.45 ความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 20 มก./ล. และโพลีเมอร์ประจุบวก

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่

0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 123
5.46 ความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 25 มก./ล. และโพลีเมอร์ประจุบวก 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 124
5.47 ความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตที่ 18 ชม.สุดท้ายเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุบวก 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 126
5.48 เปรียบเทียบความขุ่นเฉลี่ย 18 ชม.สุดท้ายของน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุบวก 0.3 มก./ล. (72 ชม./ครั้ง)..... 127
5.49 ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นของระบบที่ 18 ชม. สุดท้ายของการเดินระบบเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุบวก 0.3 มก./ล. (72 ชม./ครั้ง)..... 128
5.50 เปรียบเทียบความขุ่นเฉลี่ย 18 ชม.สุดท้ายของน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบหรือไม่มีประจุหรือประจุบวก 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 129
5.51 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นของระบบที่ 18 ชม. สุดท้ายของการเดินระบบเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15 ,20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบหรือไม่มีประจุหรือประจุบว0.3มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 131
5.52 ค่าพีเอชน้ำดิบ,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 0, 20, 25 30, 40, 45, 50 และ 55 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล. (การทดลองช่วงสั้น)..... 132
5.53 เปรียบเทียบค่าพีเอชน้ำดิบ,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 0, 20, 25, 30, 40, 45, 50 และ 55 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล. (การทดลองช่วงสั้น)..... 133
5.54 ค่าพีเอชน้ำดิบปรับค่าพีเอช,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 15, 20 และ 25 มก./ล. และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 135
5.55 เปรียบเทียบค่าพีเอชน้ำดิบปรับค่าพีเอช,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล. (การทดลองช่วงสั้น)..... 136

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่

5.56 เปรียบเทียบค่าพีเอชน้ำดิบไม่ปรับและปรับค่าพีเอช,น้ำหลังกวนเร็ว และน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 137
5.57 ค่าพีเอชน้ำดิบ,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 0, 15, 20, 25, 35 และ 60 มก./ล. และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 139
5.58 เปรียบเทียบค่าพีเอชน้ำดิบ,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 0, 15 ,20, 25, 35 และ 60 มก./ล.และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)... 140
5.59 ค่าพีเอชน้ำดิบปรับค่าพีเอช,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 142
5.60 เปรียบเทียบค่าพีเอชน้ำดิบปรับค่าพีเอช,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ0.3 มก./ล. (การทดลองช่วงสั้น)..... 143
5.61 เปรียบเทียบค่าพีเอชน้ำดิบไม่ปรับและปรับค่าพีเอช,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 144
5.62 ค่าพีเอชน้ำดิบ,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล. และโพลีเมอร์ประจุบวก 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 145
5.63 เปรียบเทียบค่าพีเอชน้ำดิบ,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุบวก 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 146
5.64 เปรียบเทียบค่าพีเอชน้ำดิบ,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 0, 10 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบหรือไม่มีประจุหรือประจุบวก 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 148
5.65 เปรียบเทียบค่าพีเอชน้ำดิบที่ปรับค่าพีเอช,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล..... 149
5.66 ค่าพีเอชน้ำดิบ,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้โพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล. (72 ชม./ครั้ง)..... 150
5.67 ค่าพีเอชน้ำดิบ,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 10 มก./ล.และ

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่

โพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 151
5.68 ค่าพีเอชน้ำดิบ,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 15 มก./ล.และ
โพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 152
5.69 ค่าพีเอชน้ำดิบ,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 20 มก./ล.และ
โพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 153
5.70 ค่าพีเอชน้ำดิบ,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 25 มก./ล.และ
โพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 154
5.71 เปรียบเทียบค่าพีเอชน้ำดิบ,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตที่ 18 ชม. สุดท้าย
ของการเดินระบบเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์
ประจุลบ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 156
5.72 ค่าพีเอชน้ำดิบ,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3
มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 156
5.73 ค่าพีเอชน้ำดิบ,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 10 มก./ล.และ
โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 158
5.74 ค่าพีเอชน้ำดิบ,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 15 มก./ล.และ
โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 159
5.75 ค่าพีเอชน้ำดิบ,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 20 มก./ล.และ
โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 160
5.76 ค่าพีเอชน้ำดิบ,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 25 มก./ล.และ
โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 161
5.77 เปรียบเทียบค่าพีเอชน้ำดิบ,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตที่ 18 ชม. สุดท้ายของ
การเดินระบบเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ไม่มี
ประจุ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 162
5.78 ค่าพีเอชน้ำดิบ,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้โพลีเมอร์ประจุบวก 0.3 มก./ล.
(72 ชม./ครั้ง)..... 164
5.79 ค่าพีเอชน้ำดิบ,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 10 มก./ล.และ
โพลีเมอร์ประจุบวก 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 165

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่

5.80 ค่าพีเอชน้ำดิบ,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 15 มก./ล.และ โพลีเมอร์ประจุบวก 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 166
5.81 ค่าพีเอชน้ำดิบ,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 20 มก./ล.และ โพลีเมอร์ประจุบวก 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 167
5.82 ค่าพีเอชน้ำดิบ,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 25 มก./ล.และ โพลีเมอร์ประจุบวก 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 168
5.83 เปรียบเทียบค่าพีเอชน้ำดิบ,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตที่ 18 ชม. สุดท้ายของ การเดินระบบเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุ บวก 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 169
5.84 เปรียบเทียบค่าพีเอชน้ำดิบ,น้ำหลังกวนเร็วและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบหรือไม่มีหรือประจุบวก 0.3 มก./ล. (72 ชม./ครั้ง)..... 170
5.85 สภาพด่างน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 0, 20, 25, 30, 40, 45, 50 และ 55 มก./ล. และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล. .(การทดลองช่วงสั้น)..... 172
5.86 สภาพด่างน้ำดิบปรับค่าพีเอชและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 15, 20 และ 25 มก./ล. และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล. .(การทดลองช่วงสั้น)..... 173
5.87 สภาพด่างน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 0, 15, 20, 25, 35 และ 60 มก./ล. และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล. .(การทดลองช่วงสั้น)..... 175
5.88 สภาพด่างน้ำดิบปรับค่าพีเอชและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 15, 20 และ 25 มก./ล. และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล. .(การทดลองช่วงสั้น)..... 176
5.89 สภาพด่างน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล. และโพลีเมอร์ประจุบวก 0.3 มก./ล. (การทดลองช่วงสั้น)..... 178
5.90 สภาพด่างน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้โพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)... 179
5.91 สภาพด่างน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 10 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 180
5.92 สภาพด่างน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 15 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 181

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่

5.93 สภาพด่างน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 20 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 182
5.94 สภาพด่างน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 183
5.95 สภาพด่างของน้ำดิบและน้ำผลิตที่ 18 ชม. สุดท้ายของการเดินระบบเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.. (72 ชม./ครั้ง)..... 184
5.96 สภาพด่างน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล. (72 ชม./ครั้ง)..... 186
5.97 สภาพด่างน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 10 มก./ล.และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 187
5.98 สภาพด่างน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 15 มก./ล.และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 188
5.99 สภาพด่างน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 20 มก./ล.และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 189
5.100 สภาพด่างน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 190
5.101 สภาพด่างของน้ำดิบและน้ำผลิตที่ 18 ชม. สุดท้ายของการเดินระบบเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล. (72 ชม./ครั้ง)..... 191
5.102 สภาพด่างน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้โพลีเมอร์ประจุบวก 0.3 มก./ล. (72 ชม./ครั้ง)..... 193
5.103 สภาพด่างน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 10 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุบวก 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 194
5.104 สภาพด่างน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 15 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุบวก 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 195
5.105 สภาพด่างน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 20 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุบวก

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่

0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 196
5.106 สภาพด่างน้ำดิบและน้ำผลิตเมื่อใช้สารส้ม 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุบวก 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 197
5.107 สภาพด่างของน้ำดิบและน้ำผลิตที่ 18 ชม. สุดท้ายของการเดินระบบเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุบวก 0.3 มก./ล.. (72 ชม./ครั้ง)..... 198
5.108 ความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่เวลาต่างๆเมื่อใช้สารส้ม 0, 20, 25 และ 30 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 200
5.109 ความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่เวลาต่างๆเมื่อใช้สารส้ม 40, 45, 50 และ 55 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 200
5.110 ความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่เวลาต่างๆกรณีน้ำดิบปรับค่าพีเอช เมื่อใช้สารส้ม 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 202
5.111 เปรียบเทียบความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนกรณีน้ำดิบไม่ปรับและปรับค่าพีเอชเมื่อใช้สารส้ม 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 203
5.112 ความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่เวลาต่างๆเมื่อใช้สารส้ม 0, 15 และ 20 มก./ล.และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 204
5.113 ความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่เวลาต่างๆเมื่อใช้สารส้ม 25, 35 และ 60 มก./ล.และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 204
5.114 ความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่เวลาต่างๆกรณีน้ำดิบปรับค่าพีเอช เมื่อใช้สารส้ม 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 206
5.115 เปรียบเทียบความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนกรณีน้ำดิบไม่ปรับและปรับค่าพีเอชเมื่อใช้สารส้ม 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.30 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 207
5.116 ความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่เวลาต่างๆเมื่อใช้สารส้ม 0 และ 10

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่

มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุบวก 0.3 มก./ล.(การทดลองชวงสั้น)..... 209
5.117 ความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่เวลาต่างๆเมื่อใว้สสารส้ม 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุบวก 0.3 มก./ล.(การทดลองช่วงสั้น)..... 209
5.118 เปรียบเทียบความเร็วในการจมตัวเฉลี่ยของเม็ดตะกอนเมื่อใช้สารส้มและโพลีเมอร์ทั้งสามประจุ(การทดลองช่วงสั้น)..... 210
5.119 ความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่เวลาต่างๆเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 211
5.120 ความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่เวลาต่างๆเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 213
5.121 ความเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่เวลาต่างๆเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุบวก 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 214
5.122 เปรียบเทียบความเร็วในการจมตัวเฉลี่ยของเม็ดตะกอนที่ 18 ชม. สุดท้ายของการเดินระบบเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ทั้งสามประจุ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 216
5.123 เปรียบเทียบความเร็วในการจมตัวเฉลี่ยของเม็ดตะกอนที่ 18 ชม. สุดท้ายของการเดินระบบเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ทั้งสามประจุ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 217
5.124 ขนาดเม็ดตะกอนที่เวลาต่างๆเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล. และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 226
5.125 ความหนาแน่นของเม็ดตะกอนที่เวลาต่างๆเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 228
5.126 ขนาดเม็ดตะกอนที่เวลาต่างๆเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล. และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 230
5.127 ความหนาแน่นของเม็ดตะกอนที่เวลาต่างๆเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 231
5.128 ขนาดเม็ดตะกอนที่เวลาต่างๆเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล. และโพลีเมอร์ประจุบวก 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 233
5.129 ความหนาแน่นของเม็ดตะกอนที่เวลาต่างๆเมื่อใช้สารส้ม 0, 10, 15, 20 และ 25 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุบวก 0.3 มก./ล.(72 ชม./ครั้ง)..... 235