

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
คำอุทิศ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 คำถามของการวิจัย	4
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.4 ขอบเขตและข้อจำกัดของการวิจัย	4
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น	5
1.6 กรอบแนวความคิดของการวิจัย	5
1.7 คำจำกัดความหรือนิยามศัพท์เฉพาะ	7
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	9
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	10
2.1 การเกิดตะกอนในระบบผลิตน้ำประปา	10
2.2 องค์ประกอบที่มีผลต่อการสร้างตะกอนและการตกตะกอน	11
2.3 สารสร้างตะกอน	13
2.4 การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	23
3.1 สิ่งทดลอง	23
3.2 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง	24
3.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย	29
3.4 วิธีการวัดตัวแปร	29
3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	30
3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล	30
3.7 การควบคุมคุณภาพของข้อมูล	31

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.8 การวิเคราะห์ข้อมูล	31
3.9 สถานที่ทำการวิจัย	32
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	33
4.1 ผลการวิจัย	34
4.2 อภิปรายผล	56
บทที่ 5 สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ	62
5.1 สรุปการวิจัย	62
5.2 ข้อเสนอแนะ	67
บรรณานุกรม	70
ภาคผนวก	74
ภาคผนวก ก. ข้อมูลดิบ	75
ภาคผนวก ข. ภาพกิจกรรม	121
ภาคผนวก ค. วิธีการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการที่ใช้ในการวิจัย	125
ประวัติผู้เขียน	140

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ชนิดของสารสร้างตะกอนและช่วงพีเอชที่เหมาะสม	12
ตารางที่ 4.1 แสดงคุณลักษณะของตัวอย่างน้ำดิบที่ใช้สร้างตะกอน	34
ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ หลังจากการทำจาร์เทสต์ เพื่อหาปริมาณและพีเอชที่เหมาะสมของการสร้างตะกอน	35
ตารางที่ 4.3 คุณลักษณะของตัวอย่างตะกอน	39
ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบการนำสารประกอบสารส้มในรูปของอลูมินาที่ตกค้าง ออกจากตัวอย่างตะกอนสร้างกับตัวอย่างตะกอนจริง ที่พีเอช ต่าง ๆ กัน	46
ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบการนำสารประกอบสารส้มในรูปของอลูมินาที่ตกค้าง ออกจากตัวอย่างตะกอนชนิดเดียวกัน ที่พีเอช 0.5 และพีเอช 1.0	47
ตารางที่ 4.6 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการนำสารประกอบสารส้มในรูปของอลูมินา ที่ตกค้างออกจากตัวอย่างตะกอนสร้างกับตัวอย่างตะกอนจริง ที่พีเอช ต่าง ๆ กัน	51
ตารางที่ 4.7 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการนำสารประกอบสารส้มในรูปของอลูมินา ที่ตกค้างออกจากตัวอย่างตะกอนชนิดเดียวกัน ที่พีเอช 2.5 และพีเอช 3.0	52
ตารางที่ 4.8 คุณลักษณะทางเคมีของสารส้มอุตสาหกรรม	59
ตารางที่ ก.1 คุณลักษณะของตัวอย่างตะกอนที่สร้างขึ้น อายุต่าง ๆ กัน ก่อนปรับพีเอชด้วยกรดซัลฟูริก	76
ตารางที่ ก.2 คุณลักษณะของตัวอย่างตะกอนจริง อายุต่าง ๆ กัน ก่อนปรับพีเอชด้วยกรดซัลฟูริก	78
ตารางที่ ก.3 คุณลักษณะของตัวอย่างตะกอนจริงซ้ำ 4 ครั้ง อายุ 1 วัน ในรอบ 1 เดือน ที่ทำการทดลอง วันที่ 1, 10, 20 และ 30 ก่อนปรับพีเอชด้วยกรดซัลฟูริก	80
ตารางที่ ก.4 ปริมาณอลูมินาที่สามารถนำออกจากตะกอนสร้างที่อายุต่าง ๆ กัน	81
ตารางที่ ก.5 ปริมาณอลูมินาที่สามารถนำออกจากตะกอนจริงที่อายุต่าง ๆ กัน	92
ตารางที่ ก.6 ปริมาณอลูมินาที่สามารถนำออกจากตะกอนจริง อายุ 1 วัน ซ้ำ ที่พีเอชต่าง ๆ กัน	103
ตารางที่ ก.7 ปริมาณกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการปรับพีเอชของตัวอย่างตะกอนสร้าง ที่อายุต่าง ๆ กัน	105
ตารางที่ ก.8 ปริมาณกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการปรับพีเอชของตัวอย่างตะกอนสร้าง ที่อายุต่าง ๆ กัน	108

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ ก.9 ปริมาณกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการปรับพีเอชของตัวอย่างตะกอนจริง อายุ 1 วัน ช้ำ	111
ตารางที่ ก.10 ตารางบันทึกอุณหภูมิห้องปฏิบัติการและภายนอกห้องปฏิบัติการ	112
ตารางที่ ก.11 สรุปงานด้านปฏิบัติการของโรงกรองน้ำบ้านโกทา การประปาขอนแก่น ประจำปี 2537-2540	115
ตารางที่ ก.12 สรุปปริมาณการผลิตน้ำประปาและปริมาณการใช้สารส้ม ในการผลิตน้ำประปา ของโรงกรองน้ำบ้านโกทา การประปาขอนแก่น	116
ตารางที่ ค.1 ตารางสารละลายสอบเทียบสำหรับวิเคราะห์หาปริมาณเหล็ก	129
ตารางที่ ค.2 ค่ามาตรฐานความขุ่นในแต่ละช่วงการวัด	133

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวความคิดของการวิจัย	6
2 แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของการสร้างตะกอน (Coagulation) ในระบบผลิตน้ำประปา	10
3 Solubility Curves for ferric and aluminium hydroxides	17
4 แสดงกระบวนการนำสารส้มออกจากตะกอนและนำไปใช้ใหม่ ที่ระบบประปา เมืองแทมปา รัฐฟลอริดา	20
5 ผังการทดลองนำสารส้มออกจากตะกอนที่อายุต่าง ๆ กัน ที่พีเอชที่เหมาะสมที่สุด	25
6 ผังการทดลองหาค่าพีเอชที่เหมาะสมในการนำสารส้มออกจากตะกอน	27
7 ผังการนำสารส้มออกจากตะกอนจริงในระบบผลิตน้ำประปา	28
8 การหาปริมาณที่เหมาะสมที่สุดของสารสร้างตะกอน	37
9 การหาพีเอชที่เหมาะสมที่สุดของสารสร้างตะกอน	38
10 ปริมาณสารประกอบสารส้มในรูปของอลูมินาที่ตกค้าง ของตะกอนสร้าง เปรียบเทียบกับตะกอนจริงที่อายุต่าง ๆ กัน ก่อนเติมกรดซัลฟูริก (โดยคิดจากร้อยละของน้ำหนักตะกอน)	41
11 ปริมาณสารประกอบสารส้มในรูปของอลูมินาที่ตกค้าง ของตะกอนสร้าง เปรียบเทียบกับตะกอนจริงที่อายุต่าง ๆ กัน ก่อนเติมกรดซัลฟูริก (โดยคิดจากร้อยละของน้ำหนักของของแข็งทั้งหมด)	42
12 การนำสารประกอบสารส้มในรูปของอลูมินาที่ตกค้างออกจากตะกอนสร้าง ที่อายุต่าง ๆ กัน	44
13 การนำสารประกอบสารส้มในรูปของอลูมินาที่ตกค้างออกจากตะกอนจริง ที่อายุต่าง ๆ กัน	45
14 ประสิทธิภาพการนำสารประกอบสารส้มในรูปของอลูมินาที่ตกค้าง ออกจากตะกอนสร้างที่อายุต่าง ๆ กัน	49
15 ประสิทธิภาพการนำสารประกอบสารส้มในรูปของอลูมินาที่ตกค้าง ออกจากตะกอนจริงที่อายุต่าง ๆ กัน	50
16 สารประกอบสารส้มในรูปของอลูมินาที่ตกค้างในตะกอนจริงอายุ 1 วัน เก็บซ้ำ 4 ครั้ง ในช่วงที่ทำการทดลอง	54
17 การนำสารประกอบสารส้มในรูปของอลูมินาที่ตกค้างในตะกอนจริงอายุ 1 วัน เก็บซ้ำ 4 ครั้ง ในช่วงที่ทำการทดลอง ในช่วงพีเอชต่าง ๆ กัน	55
ก.1 ปริมาณน้ำที่ผลิตต่อเดือน ของโรงกรองน้ำบ้านโกทา การประปาขอนแก่น ปี พ.ศ. 2537 - 2540	116

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ก.2 ปริมาณสารส้มที่ใช้ในแต่ละเดือน ของโรงกรองน้ำบ้านโกทา การประปาขอนแก่น ปี พ.ศ. 2537 - 2540	117
ก.3 ปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นในระบบผลิตน้ำประปาต่อเนื่อง ของโรงกรองน้ำบ้านโกทา การประปาขอนแก่น ปี พ.ศ. 2537 - 2540	118
ก.4 ปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นในระบบผลิตน้ำประปา ของโรงกรองน้ำบ้านโกทา การประปาขอนแก่น ปี พ.ศ. 2531 - 2540	119
ข.1 โรงกรองน้ำบ้านโกทา การประปาขอนแก่น	122
ข.2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำดิบ ที่ถังน้ำดิบก่อนเติมสารส้มในระบบผลิตน้ำประปา	122
ข.3 สารส้มอุตสาหกรรม ชั้นคุณภาพที่ 1 ที่ใช้ในการทดลองซึ่งเป็นชนิดเดียวกับ ที่ใช้ในการผลิตน้ำประปา ของโรงกรองน้ำบ้านโกทา การประปาขอนแก่น	123
ข.4 การทำจาร์เทสต์ (Jar Test) เพื่อหา ปริมาณและพีเอชที่เหมาะสมของสารส้ม สำหรับใช้สร้างตัวอย่างตะกอนในการทดลอง	123
ข.5 ตัวอย่างตะกอนที่สร้างเสร็จแล้ว เตรียมไว้สำหรับวิเคราะห์ ที่อายุ 1-30 วัน	124
ข.6 ตัวอย่างตะกอนจริงที่นำภาชนะไปรองรับที่ถังตกตะกอนจนครบ 24 ชั่วโมง	124
ค.1 แสดงตัวอย่างกราฟสอบเทียบของการวิเคราะห์หาปริมาณเหล็ก	131