

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
หน้าอำนวยการ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูปภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย	2
1.5 สมมติฐานการวิจัย	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.7 นิยามศัพท์	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 น้ำเสีย	5
2.1.1 ความหมายของน้ำเสีย	5
2.1.2 แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	5
2.1.3 มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม	6
2.1.4 สารปนเปื้อนที่ทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ	7
2.1.5 ลักษณะและสมบัติของน้ำเสีย	8
2.1.6 การบำบัดน้ำเสีย	16
2.2 กระบวนการไฟฟ้าเคมี	22
2.3 สภาวะแวดล้อมที่มีผลต่อระบบไฟฟ้าเคมี	30
2.4 ตัวแปรทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการเกาะของโลหะที่ขั้ว	33
2.5 ตัวแปรทางเคมีที่มีอิทธิพลต่อการเกาะของโลหะที่ขั้ว	33
2.6 การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยไฟฟ้า	35
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	36

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	39
3.1 ตัวอย่าง	39
3.2 ตัวแปรที่ศึกษาในงานวิจัย	39
3.3 อุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือ	40
3.4 วิธีการทดลอง	42
3.4.1 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตกตะกอนและสภาวะที่เหมาะสม	42
3.4.2 การสร้างอุปกรณ์ต้นแบบในการตกตะกอนน้ำเสียด้วยไฟฟ้า	47
3.4.3 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนและหลังตกตะกอนด้วยไฟฟ้าเคมี	51
บทที่ 4 ผลการทดลอง	59
4.1 การศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการตกตะกอนด้วยไฟฟ้าเคมี	59
4.2 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตกตะกอนด้วยไฟฟ้าเคมี	63
4.2.1 การศึกษาผลของขั้วไฟฟ้าที่มีต่อการตกตะกอนด้วยไฟฟ้าเคมี	71
4.2.2 การศึกษาผลของความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าที่มีต่อการตกตะกอนด้วยไฟฟ้าเคมี	71
4.2.3 การศึกษาผลของจำนวนแผ่นของขั้วไฟฟ้าที่มีต่อการตกตะกอนด้วยไฟฟ้าเคมี	72
4.2.4 การศึกษาผลของเวลาที่มีต่อการตกตะกอนด้วยไฟฟ้าเคมี	72
4.2.5 การศึกษาผลของน้ำแต่ละชนิดที่มีต่อการตกตะกอนด้วยไฟฟ้าเคมี	72
4.3 การทดสอบอุปกรณ์ต้นแบบในการตกตะกอนน้ำเสียด้วยไฟฟ้าเคมี	73
4.4 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนและหลังตกตะกอนด้วยไฟฟ้าเคมี	73
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	79
5.1 สรุปผลการทดลอง	79
5.1.1 ผลการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการตกตะกอนด้วยไฟฟ้าเคมีเพื่อใช้ในการทดลอง	79
5.1.2 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตกตะกอนด้วยไฟฟ้าเคมี	79
5.1.3 ผลการทดสอบอุปกรณ์ต้นแบบในการตกตะกอนน้ำเสียด้วยไฟฟ้าเคมี	80
5.1.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนและหลังตกตะกอนด้วยอุปกรณ์ต้นแบบ	80
5.2 ข้อเสนอแนะ	81
บรรณานุกรม	82
ภาคผนวก	83
ประวัติผู้วิจัย	91

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม	6
2.2 ช่วงของค่า BOD กับวิธีการเจือจางต่าง ๆ ของตัวอย่าง	14
3.1 แสดงกระแสไฟฟ้า (แอมแปร์) และความต่างศักย์ (โวลต์) ที่ใช้ในการหาสภาวะที่เหมาะสมในการตกตะกอนด้วยไฟฟ้าเคมี	45
3.2 ช่วงของค่า BOD กับวิธีการเจือจางต่าง ๆ ของตัวอย่าง	57
4.1 แสดงการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการตกตะกอนด้วยไฟฟ้าเคมีของน้ำทิ้งจากแม่น้ำเจ้าพระยา โดยใช้น้ำตัวอย่าง 1 ลิตร ใช้ขั้วไฟฟ้าอะลูมิเนียม	59
4.2 แสดงการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการตกตะกอนด้วยไฟฟ้าเคมีของน้ำทิ้งจากท่อระบายน้ำทิ้งในโรงเรียนสาธิต โดยใช้น้ำตัวอย่าง 1 ลิตร ใช้ขั้วไฟฟ้าอะลูมิเนียม	60
4.3 แสดงการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการตกตะกอนด้วยไฟฟ้าเคมีของน้ำทิ้งจากท่อระบายน้ำทิ้งตึก 7 โดยใช้น้ำตัวอย่าง 1 ลิตร ใช้ขั้วไฟฟ้าอะลูมิเนียม	60
4.4 แสดงการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการตกตะกอนด้วยไฟฟ้าเคมีของน้ำทิ้งจากแม่น้ำเจ้าพระยา โดยใช้น้ำตัวอย่าง 1 ลิตร ใช้ขั้วไฟฟ้าเหล็ก	61
4.5 แสดงการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการตกตะกอนด้วยไฟฟ้าเคมีของน้ำทิ้งจากท่อระบายน้ำทิ้งในโรงเรียนสาธิต โดยใช้น้ำตัวอย่าง 1 ลิตร ใช้ขั้วไฟฟ้าเหล็ก	61
4.6 แสดงการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการตกตะกอนด้วยไฟฟ้าเคมีของน้ำทิ้งจากท่อระบายน้ำทิ้งตึก 7 โดยใช้น้ำตัวอย่าง 1 ลิตร ใช้ขั้วไฟฟ้าเหล็ก	62
4.7 แสดงผลการตกตะกอนด้วยไฟฟ้าเคมีของน้ำทิ้งจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่ได้จากตลาดสะพานดำ จ. นครสวรรค์ โดยใช้ขั้วไฟฟ้าอะลูมิเนียมจำนวน 1 แผ่น ความต่างศักย์ 24 โวลต์ 10 แอมแปร์	63
4.8 แสดงผลการตกตะกอนด้วยไฟฟ้าเคมีของน้ำทิ้งจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่ได้จากตลาดสะพานดำ จ. นครสวรรค์ โดยใช้ขั้วไฟฟ้าอะลูมิเนียมจำนวน 2 แผ่น ความต่างศักย์ 24 โวลต์ 10 แอมแปร์	64
4.9 แสดงผลการตกตะกอนด้วยไฟฟ้าเคมีของน้ำทิ้งจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่ได้จากตลาดสะพานดำ จ. นครสวรรค์ โดยใช้ขั้วไฟฟ้าเหล็กจำนวน 1 แผ่น ความต่างศักย์ 24 โวลต์ 10 แอมแปร์	64
4.10 แสดงผลการตกตะกอนด้วยไฟฟ้าเคมีของน้ำทิ้งจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่ได้จากตลาดสะพานดำ จ. นครสวรรค์ โดยใช้ขั้วไฟฟ้าเหล็กจำนวน 2 แผ่น ความต่างศักย์ 24 โวลต์ 10 แอมแปร์	65

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงค่า BOD ที่เกิดจากการออกซิไดซ์สารอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจน	12
2.2 แสดงถังตกตะกอนที่ใช้ในการผลิตน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์	17
2.3 แสดงขั้นตอนการผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค	19
2.4 กระบวนการไฟฟ้าเคมี	23
2.5 การแจกแจงกระแสและประสิทธิภาพกระแส	31
2.6 การจัดเรียงขั้วไฟฟ้า	32
2.7 การตกตะกอนด้วยไฟฟ้าเคมี	35
3.1 แสดงน้ำทิ้งจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่ได้จากตลาดสะพานดำ จ. นครสวรรค์	42
3.3 แสดงน้ำจากท่อระบายน้ำทั้งตึก 7 มหาวิทยาลัยนครสวรรค์	42
3.2 แสดงน้ำจากท่อระบายน้ำทั้งในโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์	42
3.4 แสดงการเตรียมน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่ได้จากตลาดสะพานดำ จ. นครสวรรค์	43
3.5 แสดงการเตรียมน้ำจากโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์	43
3.6 แสดงการเตรียมน้ำจากท่อระบายน้ำทั้งข้างตึก 7 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์	43
3.7 (ก) แสดงการตัดตะแกรงอะลูมิเนียม (ข) แสดงตะแกรงอะลูมิเนียมที่ตัดแล้ว	44
3.8 (ก) แสดงตะแกรงเหล็กที่ยังไม่ได้ตัด (ข) แสดงตะแกรงเหล็กที่ตัดแล้ว	44
3.9 แสดงการต่อไฟฟ้ากระแสตรงจากเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ 30A (Battery Charger) ไปยังขั้วไฟฟ้า (ก) อะลูมิเนียม (ข) เหล็ก ในตัวอย่างน้ำทิ้งจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่ได้จากตลาดสะพานดำ จ. นครสวรรค์	46
3.10 แสดงการต่อขั้วบวกและลบเข้ากับขั้วไฟฟ้าอะลูมิเนียมของตัวอย่างน้ำทิ้งจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่ได้จากตลาดสะพานดำ จ. นครสวรรค์	46
3.11 แสดงภาพจำลองอุปกรณ์ต้นแบบถังตกตะกอนมองจากด้านบน	47
3.12 แสดงภาพจำลองอุปกรณ์ต้นแบบถังตกตะกอนมองจากด้านข้าง	47
3.13 แผนภาพจำลองอุปกรณ์ต้นแบบการบำบัดน้ำเสียด้วยไฟฟ้าเคมี	48
3.14 แสดงถังพลาสติกที่ใช้สร้างอุปกรณ์ต้นแบบการบำบัดน้ำเสียด้วยไฟฟ้าเคมี	48
3.15 แสดงถังตกตะกอนที่ทำการติดตั้งชิ้นส่วนตามภาพแบบจำลองมองจากด้านบน	49
3.16 (ก) และ (ข) แสดงด้านข้างถังตกตะกอนของอุปกรณ์ต้นแบบบำบัดน้ำเสียด้วยไฟฟ้าเคมี	49
3.17 แสดงการต่อเครื่องชาร์จแบตเตอรี่กับขั้วไฟฟ้าอะลูมิเนียมในถังตกตะกอน	50
3.18 (ก) และ (ข) แสดงอุปกรณ์ต้นแบบบำบัดน้ำเสียด้วยไฟฟ้าเคมี	50
3.19 (ก) และ (ข) แสดงการตกตะกอนน้ำจากท่อระบายน้ำทั้งตึก 7 มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ด้วยอุปกรณ์ต้นแบบบำบัดน้ำเสียด้วยไฟฟ้าเคมี	51

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.1 แสดงน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่ได้จากตลาดสะพานดำ จังหวัดนครสวรรค์ ก่อนและหลังตกตะกอนด้วยไฟฟ้าเคมี โดยใช้ขั้วไฟฟ้าอะลูมิเนียม	86
ข.2 แสดงน้ำจากท่อระบายน้ำทิ้งในโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ก่อนและหลังตกตะกอนด้วยไฟฟ้าเคมี โดยใช้ขั้วไฟฟ้าอะลูมิเนียม	86
ข.3 แสดงน้ำจากท่อระบายน้ำทิ้งตึก 7 มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ก่อนและหลัง ตกตะกอนด้วยไฟฟ้าเคมี โดยใช้ขั้วไฟฟ้าอะลูมิเนียม	86
ข.4 แสดงการตกตะกอนน้ำทิ้งจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่ได้จากตลาดสะพานดำ จ.นครสวรรค์ ด้วยอุปกรณ์ต้นแบบในการบำบัดน้ำเสียด้วยไฟฟ้าเคมี	87
ข.5 แสดงการตกตะกอนน้ำเสียจากท่อระบายน้ำทิ้งสาธิต มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ด้วยอุปกรณ์ต้นแบบในการบำบัดน้ำเสียด้วยไฟฟ้าเคมี	87
ข.6 แสดงการตกตะกอนน้ำเสียจากท่อระบายน้ำทิ้งตึก 7 มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ด้วยอุปกรณ์ต้นแบบในการบำบัดน้ำเสียด้วยไฟฟ้าเคมี	87