

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(8)
คำอธิบายสัญลักษณ์และอักษรย่อ	(12)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	3
การตรวจเอกสาร	4
น้ำชะมูลฝอย	4
กระบวนการสร้างตะกอน	13
การดูดติดผิว	23
ถ่านกัมมันต์	31
อุปกรณ์และวิธีการ	42
อุปกรณ์	42
วิธีการ	43
ผลการทดลองและการวิจารณ์	60
การศึกษาประสิทธิภาพการตกตะกอนทางเคมีในน้ำชะมูลฝอย	61
การทดสอบการดูดติดผิวแบบต่อเนื่อง	80
การศึกษาการทำงานร่วมกันระหว่างวิธีการตกตะกอนทางเคมีกับกระบวนการ ดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์	109
การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะมูลฝอย	117
สรุป	119
ข้อเสนอแนะ	124
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	125

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	130
ภาคผนวก ก	คุณสมบัติของสารสร้างตะกอนและถ่านกัมมันต์ที่ใช้ในการศึกษา 131
ภาคผนวก ข	การคำนวณความเข้มข้นของสารสร้างตะกอนที่ใช้ในการศึกษา 135
ภาคผนวก ค	การคำนวณค่าพลังงานที่ใช้ในการกวนผสม (P) ความเร็ว เกรเดียนท์ (G) และค่า Gt สำหรับวิธีการตกตะกอนทางเคมี 139
ภาคผนวก ง	ผลการทดลองการตกตะกอนทางเคมีโดยใช้จาร์เจสต์ 143
ภาคผนวก จ	มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2539) 156
ภาคผนวก ฉ	การคำนวณค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำชะมูลฝอย 162
ภาคผนวก ช	ผลการทดลองการดูดซับแบบต่อเนื่อง 172
ภาคผนวก ซ	ผลการทดลองการบำบัดน้ำชะมูลฝอยด้วยวิธีการตกตะกอน ทางเคมีและกระบวนการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ 197

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ลักษณะสมบัติของน้ำชะมูลฝอยจากสถานที่ฝังกลบใหม่กับสถานที่ฝังกลบเก่า	8
2 การปนเปื้อนของน้ำชะมูลฝอยลงสู่แหล่งน้ำบาดาลใกล้เคียง	9
3 การบำบัดน้ำชะมูลฝอยโดยวิธีต่างๆ สำหรับสถานที่ฝังกลบมูลฝอยใหม่และเก่า	12
4 ลักษณะสมบัติของถ่านกัมมันต์ในท้องตลาด	32
5 พารามิเตอร์ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำชะมูลฝอย	44
6 ค่าตัวแปรที่ใช้ในการศึกษากระบวนการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์	53
7 คุณภาพน้ำชะมูลฝอย	61
8 ประสิทธิภาพในการบำบัดตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 1 ด้วยอลูมิเนียมซัลเฟต ที่เหมาะสม 3,000 มก./ล. และค่า pH ที่เหมาะสม 8.0	64
9 ประสิทธิภาพในการบำบัดตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 1 ด้วยเฟอร์ริกคลอไรด์ ที่เหมาะสม 1,450 มก./ล. และค่า pH ที่เหมาะสม 8.5	66
10 ประสิทธิภาพในการบำบัดตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 1 ด้วยโพลีอลูมิเนียมคลอไรด์ ที่เหมาะสม 2,700 มก./ล. และค่า pH ที่เหมาะสม 8.5	68
11 ประสิทธิภาพในการบำบัดตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 2 ด้วยอลูมิเนียมซัลเฟต ที่เหมาะสม 3,200 มก./ล. และค่า pH ที่เหมาะสม 8.5	71
12 ประสิทธิภาพในการบำบัดตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 2 ด้วยเฟอร์ริกคลอไรด์ ที่เหมาะสม 1,650 มก./ล. และค่า pH ที่เหมาะสม 8.0	73
13 ประสิทธิภาพในการบำบัดตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 2 ด้วยโพลีอลูมิเนียมคลอไรด์ ที่เหมาะสม 3,400 มก./ล. และค่า pH ที่เหมาะสม 8.5	75
14 สรุปประสิทธิภาพในการบำบัดตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยด้วยอลูมิเนียมซัลเฟต	76
15 สรุปประสิทธิภาพในการบำบัดตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยด้วยเฟอร์ริกคลอไรด์	76
16 สรุปประสิทธิภาพในการบำบัดตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยด้วยโพลีอลูมิเนียมคลอไรด์	77
17 เปรียบเทียบประสิทธิภาพเฉลี่ยในการบำบัดตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยด้วย สารสร้างตะกอน	77
18 สรุปค่าใช้จ่ายสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการตกตะกอนทางเคมี	78

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
19 คุณภาพน้ำทิ้งของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 1 หลังผ่านการบำบัดด้วยวิธีการตกตะกอนทางเคมี	79
20 คุณภาพน้ำทิ้งของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 2 หลังผ่านการบำบัดด้วยวิธีการตกตะกอนทางเคมี	80
21 เวลาที่ถ่านกัมมันต์หาคประสิทธิภาพในการดูดซับฟิฟซีไอดีที่อัตราน้ำล้นผิวและชั้นถ่านความสูงต่างๆ	81
22 สรุปค่าใช้จ่ายถ่านกัมมันต์ที่ใช้ในกระบวนการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์	108
23 คุณภาพน้ำชะมูลฝอยเมื่อผ่านการบำบัดโดยกระบวนการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ที่อัตราน้ำล้นผิว 0.02 ลบ.ม./ตร.ม.-นาที่ และความสูงชั้นถ่าน 0.8 ม.	109
24 สรุปค่าใช้จ่ายสารเคมีที่ใช้ในการบำบัดน้ำชะมูลฝอยด้วยวิธีการตกตะกอนทางเคมีร่วมกับกระบวนการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์	116
25 คุณภาพน้ำชะมูลฝอยเมื่อผ่านการบำบัดด้วยวิธีการตกตะกอนทางเคมีโดยใช้อลูมิเนียมซัลเฟตเป็นสารสร้างตะกอนร่วมกับการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ที่อัตราน้ำล้นผิว 0.02 ลบ.ม./ตร.ม.-นาที่ และความสูงชั้นถ่าน 0.8 ม.	117
 ตารางผนวกที่	
ก1 คุณสมบัติของอลูมิเนียมซัลเฟตที่ใช้ในการศึกษา	132
ก2 คุณสมบัติของเฟอร์ริกคลอไรด์ที่ใช้ในการศึกษา	132
ก3 คุณสมบัติของโพลีอลูมิเนียมคลอไรด์ที่ใช้ในการศึกษา	133
ก4 คุณสมบัติของถ่านกัมมันต์ที่ใช้ในการศึกษา	134
ง1 คุณภาพน้ำชะมูลฝอย	144
ง2 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณอลูมิเนียมซัลเฟตที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นหยาบเริ่มต้น	144
ง3 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเฟอร์ริกคลอไรด์ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นหยาบเริ่มต้น	145

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ง4 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโพสเซียมคลอไรด์ที่เหมาะสมในการทดลอง ในชั้นหยาบเริ่มต้น	145
ง5 คุณภาพน้ำชะมูลฝอย	146
ง6 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณอลูมิเนียมซัลเฟตที่เหมาะสมในการทดลอง ในชั้นหยาบของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 1 ที่ pH เท่ากับ 8.25	147
ง7 ผลการวิเคราะห์หาค่า pH ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นหยาบของตัวอย่าง น้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 1 โดยใช้ปริมาณอลูมิเนียมซัลเฟต 3,000 มก./ล.	147
ง8 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณอลูมิเนียมซัลเฟตที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นละเอียด ของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 1 ที่ pH เท่ากับ 8.0	147
ง9 ผลการวิเคราะห์หาค่า pH ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นละเอียดของตัวอย่าง น้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 1 โดยใช้ปริมาณอลูมิเนียมซัลเฟต 3,000 มก./ล.	148
ง10 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเฟอร์ริกคลอไรด์ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นหยาบ ของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 1 ที่ pH เท่ากับ 8.25	148
ง11 ผลการวิเคราะห์หาค่า pH ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นหยาบของตัวอย่าง น้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 1 โดยใช้ปริมาณเฟอร์ริกคลอไรด์ 1,400 มก./ล.	148
ง12 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเฟอร์ริกคลอไรด์ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นละเอียด ของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 1 ที่ pH เท่ากับ 8.0	149
ง13 ผลการวิเคราะห์หาค่า pH ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นละเอียดของตัวอย่าง น้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 1 โดยใช้ปริมาณเฟอร์ริกคลอไรด์ 1,450 มก./ล.	149
ง14 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโพสเซียมคลอไรด์ที่เหมาะสมในการทดลอง ในชั้นหยาบของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 1 ที่ pH เท่ากับ 8.25	150
ง15 ผลการวิเคราะห์หาค่า pH ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นหยาบของตัวอย่าง น้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 1 โดยใช้ปริมาณโพสเซียมคลอไรด์ 2,500 มก./ล.	150
ง16 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโพสเซียมคลอไรด์ที่เหมาะสมในการทดลอง ในชั้นละเอียดของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 1 ที่ pH เท่ากับ 8.0	150
ง17 ผลการวิเคราะห์หาค่า pH ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นละเอียดของตัวอย่าง น้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 1 โดยใช้ปริมาณโพสเซียมคลอไรด์ 2,700 มก./ล.	151

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ง18 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณอลูมิเนียมซัลเฟตที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นหยาบของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 2 ที่ pH เท่ากับ 8.31	151
ง19 ผลการวิเคราะห์หาค่า pH ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นหยาบของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 2 โดยใช้ปริมาณอลูมิเนียมซัลเฟต 3,000 มก./ล.	151
ง20 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณอลูมิเนียมซัลเฟตที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นละเอียดของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 2 ที่ pH เท่ากับ 8.0	152
ง21 ผลการวิเคราะห์หาค่า pH ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นละเอียดของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 2 โดยใช้ปริมาณอลูมิเนียมซัลเฟต 3,200 มก./ล.	152
ง22 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเฟอร์ริกคลอไรด์ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นหยาบของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 2 ที่ pH เท่ากับ 8.3	153
ง23 ผลการวิเคราะห์หาค่า pH ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นหยาบของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 2 โดยใช้ปริมาณเฟอร์ริกคลอไรด์ 1,600 มก./ล.	153
ง24 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเฟอร์ริกคลอไรด์ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นละเอียดของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 2 ที่ pH เท่ากับ 8.0	153
ง25 ผลการวิเคราะห์หาค่า pH ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นละเอียดของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 2 โดยใช้ปริมาณเฟอร์ริกคลอไรด์ 1,650 มก./ล.	154
ง26 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโพอลิอลูมิเนียมคลอไรด์ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นหยาบของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 2 ที่ pH เท่ากับ 8.31	154
ง27 ผลการวิเคราะห์หาค่า pH ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นหยาบของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 2 โดยใช้ปริมาณโพอลิอลูมิเนียมคลอไรด์ 3,000 มก./ล.	154
ง28 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโพอลิอลูมิเนียมคลอไรด์ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นละเอียดของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 2 ที่ pH เท่ากับ 8.0	155
ง29 ผลการวิเคราะห์หาค่า pH ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นละเอียดของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 2 โดยใช้ปริมาณโพอลิอลูมิเนียมคลอไรด์ 3,400 มก./ล.	155
ณ1 สรุปค่าใช้จ่ายสารเคมีที่ใช้ในการปรับ pH ในกระบวนการตกตะกอนทางเคมี	165
ณ2 สรุปค่าใช้จ่ายสารสร้างตะกอนที่ใช้ในกระบวนการตกตะกอนทางเคมี	165
ณ3 สรุปค่าใช้จ่ายสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการตกตะกอนทางเคมี	166

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ฉ4 ค่าเฉลี่ยของผลการบำบัดน้ำชะมูลฝอยโดยกระบวนการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ที่อัตราน้ำล้นผิว 0.02 ลบ.ม./ตร.ม.-นาที่	166
ช1 ผลการบำบัดน้ำชะมูลฝอยที่อัตราน้ำล้นผิว 0.02 ลบ.ม./ตร.ม.-นาที่ ของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 1	173
ช2 ผลการบำบัดน้ำชะมูลฝอยที่อัตราน้ำล้นผิว 0.02 ลบ.ม./ตร.ม.-นาที่ ของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 2	176
ช3 ค่าเฉลี่ยของผลการบำบัดน้ำชะมูลฝอยที่อัตราน้ำล้นผิว 0.02 ลบ.ม./ตร.ม.-นาที่	179
ช4 ผลการบำบัดน้ำชะมูลฝอยที่อัตราน้ำล้นผิว 0.03 ลบ.ม./ตร.ม.-นาที่ ของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 1	182
ช5 ผลการบำบัดน้ำชะมูลฝอยที่อัตราน้ำล้นผิว 0.03 ลบ.ม./ตร.ม.-นาที่ ของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 2	184
ช6 ค่าเฉลี่ยของผลการบำบัดน้ำชะมูลฝอยที่อัตราน้ำล้นผิว 0.03 ลบ.ม./ตร.ม.-นาที่	187
ช7 ผลการบำบัดน้ำชะมูลฝอยที่อัตราน้ำล้นผิว 0.04 ลบ.ม./ตร.ม.-นาที่ ของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 1	190
ช8 ผลการบำบัดน้ำชะมูลฝอยที่อัตราน้ำล้นผิว 0.04 ลบ.ม./ตร.ม.-นาที่ ของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 2	192
ช9 ค่าเฉลี่ยของผลการบำบัดน้ำชะมูลฝอยที่อัตราน้ำล้นผิว 0.04 ลบ.ม./ตร.ม.-นาที่	194
ช1 ผลการบำบัดน้ำชะมูลฝอยโดยวิธีการตกตะกอนทางเคมีร่วมกับกระบวนการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 1	198
ช2 ผลการบำบัดน้ำชะมูลฝอยโดยวิธีการตกตะกอนทางเคมีร่วมกับกระบวนการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 2	201
ช3 ค่าเฉลี่ยของผลการบำบัดน้ำชะมูลฝอยโดยวิธีการตกตะกอนทางเคมีร่วมกับกระบวนการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์	204
ช4 ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำชะมูลฝอยโดยวิธีการตกตะกอนทางเคมีร่วมกับกระบวนการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์	207

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 การเกิดน้ำชะมูลฝอย	5
2 กลไกการทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์แบบต่อเชื่อมด้วยโพลีเมอร์	15
3 ขั้นตอนการเคลื่อนย้ายโมเลกุลของสารดูดติดผิว	24
4 น้ำหนักโมเลกุลของตัวละลายที่มีผลต่ออัตราการดูดติดผิว	28
5 ค่า pH ที่มีผลต่อการดูดติดผิวของถังดูดติดผิวแบบแท่ง	29
6 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาสัมผัสกับประสิทธิภาพการดูดติดผิว	30
7 การดูดติดผิวแบบไหลต่อเนื่อง	35
8 ลักษณะการดูดติดผิวแบบไหลต่อเนื่องในชั้นตรง	35
9 เขตการถ่ายเทมวลในถังดูดติดผิวแบบแท่ง	36
10 เขตการถ่ายเทมวลของอัตราการไหลที่ต่างกัน	37
11 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาในกระบวนการตกตะกอนทางเคมีโดยวิธีจาร์เทสต์	48
12 แผนผังการศึกษาปริมาณสารสร้างตะกอนและค่า pH ที่เหมาะสม ในการตกตะกอนแบบหยาบ	49
13 แผนผังการศึกษาปริมาณสารสร้างตะกอนที่เหมาะสมในการตกตะกอนแบบละเอียด	50
14 แผนผังการศึกษาหาค่า pH ที่เหมาะสมในการตกตะกอนแบบละเอียด	51
15 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาการดูดติดผิวแบบคอลัมน์	54
16 แผนผังการศึกษาอายุการใช้งานของถ่านกัมมันต์	55
17 แผนผังการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะมูลฝอยโดยกระบวนการดูดซับ ด้วยถ่านกัมมันต์	56
18 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษากระบวนการตกตะกอนทางเคมี	58
19 แผนผังการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะมูลฝอยโดยวิธีการตกตะกอนทางเคมี และกระบวนการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์	59
20 ปริมาณอลูมิเนียมซัลเฟตที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นละเอียดของตัวอย่าง น้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 1 ที่ pH 8.0	63
21 ค่า pH ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นละเอียดของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 1 โดยใช้ปริมาณอลูมิเนียมซัลเฟต 3000 มก./ล.	63

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
22	ปริมาณเฟอร์ริกคลอไรด์ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นละอียดของตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 1 ที่ pH 8.0	65
23	ค่า pH ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นละอียดของน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 1 โดยใช้ปริมาณเฟอร์ริกคลอไรด์ 1,450 มก./ล.	65
24	ปริมาณโพสเซียมไนเตรตที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นละอียดของน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 1 ที่ pH 8.0	67
25	ค่า pH ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นละอียดของน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 2 โดยใช้ปริมาณโพสเซียมไนเตรต 2,700 มก./ล.	68
26	ปริมาณอลูมิเนียมซัลเฟตที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นละอียดของน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 2 ที่ pH 8.0	70
27	ค่า pH ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นละอียดของน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 2 โดยใช้ปริมาณอลูมิเนียมซัลเฟต 3,200 มก./ล.	70
28	ปริมาณเฟอร์ริกคลอไรด์ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นละอียดของน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 2 ที่ pH 8.0	72
29	ค่า pH ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นละอียดของน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 2 โดยใช้ปริมาณเฟอร์ริกคลอไรด์ 1,650 มก./ล.	72
30	ปริมาณโพสเซียมไนเตรตที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นละอียดของน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 2 ที่ pH 8.0	74
31	ค่า pH ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นละอียดของน้ำชะมูลฝอยครั้งที่ 2 โดยใช้ปริมาณโพสเซียมไนเตรต 3,400 มก./ล.	75
32	ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะมูลฝอยที่อัตราน้ำล้นผิว 0.02 ลบ.ม./ตร.ม.-นาท	84
33	ค่า pH ในน้ำชะมูลฝอยเมื่อผ่านการบำบัดที่อัตราน้ำล้นผิว 0.02 ลบ.ม./ตร.ม.-นาท	85
34	ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะมูลฝอยที่อัตราน้ำล้นผิว 0.03 ลบ.ม./ตร.ม.-นาท	87
35	ค่า pH ในน้ำชะมูลฝอยเมื่อผ่านการบำบัดที่อัตราน้ำล้นผิว 0.03 ลบ.ม./ตร.ม.-นาท	89
36	ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะมูลฝอยที่อัตราน้ำล้นผิว 0.04 ลบ.ม./ตร.ม.-นาท	91
37	ค่า pH ในน้ำชะมูลฝอยเมื่อผ่านการบำบัดที่อัตราน้ำล้นผิว 0.04 ลบ.ม./ตร.ม.-นาท	92

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
38	ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะมูลฝอยที่ความสูงชันถ่าน 0.2 ม.	95
39	ค่า pH ในน้ำชะมูลฝอยเมื่อผ่านการบำบัดที่ความสูงชันถ่าน 0.2 ม.	96
40	ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะมูลฝอยที่ความสูงชันถ่าน 0.5 ม.	98
41	ค่า pH ในน้ำชะมูลฝอยเมื่อผ่านการบำบัดที่ความสูงชันถ่าน 0.5 ม.	99
42	ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะมูลฝอยที่ความสูงชันถ่าน 0.6 ม.	101
43	ค่า pH ในน้ำชะมูลฝอยเมื่อผ่านการบำบัดที่ความสูงชันถ่าน 0.8 ม.	103
44	ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอไซด์ที่อัตราน้ำล้นผิว 0.02 ลบ.ม./ตร.ม.-นาที่ และความสูงชันถ่าน 0.2 ม. ที่อัตราน้ำล้นผิว 0.03 ลบ.ม./ตร.ม.-นาที่ และความสูงชันถ่าน 0.5 ม. และที่อัตราน้ำล้นผิว 0.04 ลบ.ม./ตร.ม.-นาที่ และความสูงชันถ่าน 0.8 ม.	106
45	ประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำชะมูลฝอยโดยใช้อลูมิเนียมซัลเฟต เป็นสารสร้างตะกอนร่วมกับการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ที่อัตราน้ำล้นผิว 0.02 ลบ.ม./ตร.ม.-นาที่ และความสูงชันถ่าน 0.8 ม.	112
46	ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นในน้ำชะมูลฝอยโดยใช้อลูมิเนียมซัลเฟต เป็นสารสร้างตะกอนร่วมกับการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ที่อัตราน้ำล้นผิว 0.02 ลบ.ม./ตร.ม.-นาที่ และความสูงชันถ่าน 0.8 ม.	112
47	ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยในน้ำชะมูลฝอยโดยใช้อลูมิเนียมซัลเฟต เป็นสารสร้างตะกอนร่วมกับการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ที่อัตราน้ำล้นผิว 0.02 ลบ.ม./ตร.ม.-นาที่ และความสูงชันถ่าน 0.8 ม.	113
48	ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอไซด์ในน้ำชะมูลฝอยโดยใช้อลูมิเนียมซัลเฟต เป็นสารสร้างตะกอนร่วมกับการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ที่อัตราน้ำล้นผิว 0.02 ลบ.ม./ตร.ม.-นาที่ และความสูงชันถ่าน 0.8 ม.	113
49	ค่า pH หลังการบำบัดน้ำชะมูลฝอยโดยใช้อลูมิเนียมซัลเฟตเป็นสารสร้างตะกอนร่วมกับการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ที่อัตราน้ำล้นผิว 0.02 ลบ.ม./ตร.ม.-นาที่ และความสูงชันถ่าน 0.8 ม.	114

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
ง1 ปริมาณอลูมิเนียมซัลเฟตที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นหยาบเริ่มต้น	144
ง2 ปริมาณเฟอร์ริกคลอไรด์ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นหยาบเริ่มต้น	145
ง3 ปริมาณโพสลิอูมิเนียมคลอไรด์ที่เหมาะสมในการทดลองในชั้นหยาบเริ่มต้น	146

คำอธิบายสัญลักษณ์และอักษรย่อ

BOD	=	Biochemical Oxygen Demand (มก./ล.)
COD	=	Chemical Oxygen Demand (มก./ล.)
BOD:COD	=	Biochemical Oxygen Demand to Chemical Oxygen Demand ratio
NTU	=	หน่วยวัดความขุ่น (Nephelometric Turbidity Unit)
Pt-Co	=	หน่วยความเข้มข้นสีเทียบกับแพลตินัม-โคบอลต์
pH	=	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
η	=	ประสิทธิภาพการบำบัดของระบบ
$^{\circ}\text{A}$	=	อังสตรอม
$^{\circ}\text{C}$	=	องศาเซลเซียส
ϕ	=	เส้นผ่าศูนย์กลาง
ลบ.ม./ตร.ม.-นาทึ	=	ลูกบาศก์เมตร/ตารางเมตร-นาทึ ($\text{m}^3/\text{m}^2\text{-min}$)
ลบ.ม./ตร.ม.-ชม.	=	ลูกบาศก์เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง ($\text{m}^3/\text{m}^2\text{-hr}$)
บาท/ลบ.ม.	=	บาท/ลูกบาศก์เมตร
มก./ล.	=	มิลลิกรัม/ลิตร (mg/l)
ล./วัน	=	ลิตร/วัน (l/day)
ม.	=	เมตร (m)
มม.	=	มิลลิเมตร (mm)
มล.	=	มิลลิลิตร (ml)
ล.	=	ลิตร (l)
ลบ.ซม.	=	ลูกบาศก์เซนติเมตร (cm^3)