

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนิยาม	(ก)
Executive summary	(ข)
บทคัดย่อ	(ฉ)
Abstract	(ช)
ชื่อโครงการ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ต้องการวิจัย	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
รายละเอียดของวิธีการทดลอง ผลการทดลอง วิเคราะห์ สรุป และตารางข้อมูลเป็นรายกิจกรรม	8
กิจกรรมที่ 1 ทำการสำรวจข้อมูลขนาดของห้องรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ตามสถานประกอบการ ที่รมล่าใยด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์	8
1.1 ทำการคำนวณขนาดที่เหมาะสมของหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) มาตรฐานแบบเปียกสำหรับขนาดห้องรมแต่ละขนาด	11
1.2 ทำการประเมินราคาต้นทุนของหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) มาตรฐานแบบเปียกสำหรับขนาดห้องรมแต่ละขนาด	21
กิจกรรมที่ 2 การเขียนแบบและออกแบบส่วนประกอบหอบำบัด SO ₂ แบบมาตรฐาน	
2.1 การก่อสร้างหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) มาตรฐานแบบเปียก	24
2.2 การตรวจวัดค่าอัตราการไหลของพัดลมและเครื่องสูบน้ำของหอบำบัดก๊าซ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) มาตรฐานแบบเปียก	24 31
2.3 การศึกษาค่าความดันตกคร่อมของหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) มาตรฐานแบบเปียก	34
กิจกรรมที่ 3 การทดสอบหาสภาวะที่เหมาะสมของหอบำบัดแบบระบบไม่หมุนเวียนการบำบัด	
3.1 ขั้นตอนการเตรียมก่อนทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) มาตรฐานแบบเปียกแบบระบบไม่หมุนเวียนการบำบัด	35 35
3.2 การทดสอบประสิทธิภาพและเวลาที่ใช้ในการบำบัดเมื่ออัตราการไหลของ ก๊าซ (Flow) อัตราการไหลของน้ำป้อนใส่ (Feed) เปลี่ยนแปลง	39

3.3 การทดสอบประสิทธิภาพและเวลาที่ใช้ในการบำบัดเมื่อเปลี่ยนแปลงสารละลายที่ใช้ในการดูดซับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂)	45
3.4 การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการศึกษาหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) มาตรฐานแบบเปียกแบบระบบไม่หมุนเวียนการบำบัด	55
กิจกรรมที่ 4 การทดสอบหาสภาวะที่เหมาะสมของหอบำบัดแบบระบบหมุนเวียนการบำบัด	56
4.1 ขั้นตอนการเตรียมก่อนทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) มาตรฐานแบบเปียกแบบระบบหมุนเวียนการบำบัด	56
4.2 การทดสอบประสิทธิภาพและเวลาที่ใช้ในการบำบัดเมื่อใช้เวลากการดูดเข้าและเวลาการหมุนซ้ำเปลี่ยนแปลง	59
4.3 การทดสอบประสิทธิภาพและเวลาที่ใช้ในการบำบัดเมื่อเพิ่มอัตราการไหลของก๊าซมากขึ้น	65
4.4 การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการศึกษาหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) มาตรฐานแบบเปียกแบบระบบหมุนเวียนการบำบัด	74
ปัญหาและข้อเสนอแนะจากงานวิจัย	75
การใช้ประโยชน์จากงานวิจัย	75
เอกสารอ้างอิง	76
ภาคผนวก	78

สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะการทำงานของหอบำบัดก๊าซแบบแพคทาวเวอร์	4
2	มาตรฐานการปล่อยมลพิษในอากาศ	6
3	แสดงโรงรมในจังหวัดทางภาคเหนือซึ่งมีหลายขนาด	9
4	แสดงลักษณะภายในห้องรมแบบที่ใช้ทางการค้า	9
5	แสดงลักษณะห้องรมขนาดเล็ก	10
6	แสดงระบบหมุนเวียนอากาศภายในห้องรม	10
7	ความสัมพันธ์ของการท่วมของน้ำและความดันตก	16
8	ค่าพารามิเตอร์สำหรับวัสดุตัวกลาง	17
9	แสดงรายละเอียดของเครื่องสูบ	19
10	แสดงรายละเอียดของพัดลม	20
11	ลักษณะหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) มาตรฐานแบบเปียกต้นแบบ	23
12	แบบก่อสร้างหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) มาตรฐานแบบเปียก	25
13	แบบก่อสร้างหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) มาตรฐานแบบเปียก	25
14	แบบก่อสร้างหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) มาตรฐานแบบเปียก	26
15	ต้นแบบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ได (SO ₂) มาตรฐานแบบเปียกด้วยระบบหมุนเวียนการบำบัด	26
16	การดำเนินงานก่อสร้างหอบำบัด	27
17	การดำเนินงานก่อสร้างถึงน้ำปูนใส	27
18	การดำเนินงานติดตั้งท่อน้ำ และระบบเครื่องสูบน้ำ	28
19	การดำเนินงานก่อสร้างช่องกระจก และตะแกรง	28
20	การดำเนินงานก่อสร้างหัวฉีดน้ำในหอบำบัด	29

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
21	การดำเนินงานติดตั้งระบบพัดลม	29
22	การดำเนินงานติดตั้งข้อต่อระบบหมุนเวียนการบำบัด	30
23	การดำเนินงานก่อสร้างและตรวจสอบรอยรั่วของระบบหอบำบัด	30
24	การทดสอบวัดความเร็วลมเฉลี่ยในท่อทางออก	31
25	การวัดระดับอัตราการไหลของน้ำปฐุไนสโดยใช้โรตاميเตอร์ (Rotameter)	33
26	หอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) มาตรฐานแบบเปียก	35
27	หอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) มาตรฐานแบบเปียก	36
28	การประมาณค่าโดยการคำนวณความเข้มข้นเริ่มต้น	37
29	การปรับอัตราการไหลของพัดลม	37
30	พัดลมขนาด 2.0 แรงม้า ที่ใช้กับหอบำบัด	37
31	การปรับอัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำ	38
32	เครื่องสูบน้ำขนาด 1.0 แรงม้า ที่ใช้กับหอบำบัด	38
33	ความเข้มข้นของก๊าซทางเข้าหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ณ เวลาใดๆ ที่อัตราการไหลต่างๆของก๊าซ และอัตราการไหลของน้ำปฐุไนสคงที่ 70 ลิตรต่อนาที	43
34	ความเข้มข้นของก๊าซทางเข้าหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ณ เวลาใดๆ ที่อัตราการไหลต่างๆของน้ำปฐุไนส และอัตราการไหลของก๊าซคงที่ 165 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที	43
35	การเตรียมสารละลายที่ใช้ในการดูดซับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	46
36	ความเข้มข้นของก๊าซทางเข้าหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ณ เวลาใดๆ เมื่อสารละลายที่ใช้ในการดูดซับก๊าซต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นสุดท้ายหลังการรวม 5,000 ppm	51
37	ความเข้มข้นของก๊าซทางเข้าหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ณ เวลาใดๆ เมื่อสารละลายที่ใช้ในการดูดซับก๊าซต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นสุดท้ายหลังการรวม 10,000 ppm	52
38	ความเข้มข้นของก๊าซทางเข้าหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ณ เวลาใดๆ เมื่อสารละลายที่ใช้ในการดูดซับก๊าซต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นสุดท้ายหลังการรวม 15,000 ppm	52
39	การทำงานของระบบหอบำบัดแบบหมุนเวียนการบำบัดส่วนแรก	57
40	การทำงานของระบบหอบำบัดแบบหมุนเวียนการบำบัดส่วนที่สอง	57

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
41	หลักการทํางานของวาล์วสามทาง	58
42	วาล์วสามทางตำแหน่งทางเข้า (ซ้าย) และทางออกหอบำบัด (ขวา)	58
43	ความเข้มข้นของก๊าซทางเข้าหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ณ เวลาใดๆ เมื่อใช้ เวลาในการดูด 1 นาทีและเวลาในการหมุนซ้ำต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นสุดท้ายหลัง การรวม 5,000 ppm	62
44	ความเข้มข้นของก๊าซทางเข้าหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ณ เวลาใดๆ เมื่อใช้ เวลาในการดูด 1 นาทีและเวลาในการหมุนซ้ำต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นสุดท้ายหลัง การรวม 5,000 ppm	63
45	การตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซทางเข้าหอบำบัด	65
46	การตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซทางออกหอบำบัด	65
47	เครื่องตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	66
48	การอ่านค่าปริมาณความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	66

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวกที่		หน้า
1	เครื่อง Testo 340	80
2	คุณลักษณะของเครื่อง Testo 340	81
3	ต้นแบบวาล์วสามทางอัตโนมัติ	82
4	ระบบการทำงานของหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) มาตรฐานแบบเปียกแบบระบบหมุนเวียนการบำบัดด้วยสารละลายดูดซับระบบต่างคู่ (Double Alkali)	84
5	การเข้าศึกษาดูงานหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) มาตรฐานแบบเปียกแบบระบบหมุนเวียนการบำบัด	86
6	การเข้าศึกษาดูงานหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) มาตรฐานแบบเปียกแบบระบบหมุนเวียนการบำบัด (ต่อ)	86
7	การเข้าศึกษาดูงานหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) มาตรฐานแบบเปียกแบบระบบหมุนเวียนการบำบัด (ต่อ)	87
8	การเข้าศึกษาดูงานหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) มาตรฐานแบบเปียกแบบระบบหมุนเวียนการบำบัด (ต่อ)	87

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ขนาดของห้องรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์	8
2	ราคาค่าต้นทุนวัสดุและค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบหอบำบัด	21
3	สรุปการประมาณการออกแบบของหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) มาตรฐานแบบเปียก	23
4	การเปรียบเทียบค่าความดันตกคร่อมภายในหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) มาตรฐานแบบเปียก	34
5	ผลการทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) ที่อัตราการไหลของน้ำปูนใส 50 ลิตรต่อนาที และอัตราการไหลของก๊าซ 165 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที	39
6	ผลการทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) ที่อัตราการไหลของน้ำปูนใส 50 ลิตรต่อนาที และอัตราการไหลของก๊าซ 218 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที	39
7	ผลการทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) ที่อัตราการไหลของน้ำปูนใส 50 ลิตรต่อนาที และอัตราการไหลของก๊าซ 272 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที	40
8	ผลการทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) ที่อัตราการไหลของน้ำปูนใส 60 ลิตรต่อนาที และอัตราการไหลของก๊าซ 165 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที	40
9	ผลการทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) ที่อัตราการไหลของน้ำปูนใส 60 ลิตรต่อนาที และอัตราการไหลของก๊าซ 218 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที	40
10	ผลการทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) ที่อัตราการไหลของน้ำปูนใส 60 ลิตรต่อนาที และอัตราการไหลของก๊าซ 272 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที	41
11	ผลการทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) ที่อัตราการไหลของน้ำปูนใส 70 ลิตรต่อนาที และอัตราการไหลของก๊าซ 165 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที	41
12	ผลการทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) ที่อัตราการไหลของน้ำปูนใส 70 ลิตรต่อนาที และอัตราการไหลของก๊าซ 218 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที	41
13	ผลการทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) ที่อัตราการไหลของน้ำปูนใส 70 ลิตรต่อนาที และอัตราการไหลของก๊าซ 272 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที	42
14	สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าประสิทธิภาพของหอบำบัดเฉลี่ย และระยะเวลา ที่ใช้ในการบำบัดเมื่ออัตราการไหลของก๊าซ และอัตราการไหลของน้ำปูนใส เปลี่ยนแปลง	44
15	ปริมาณสารละลายที่ใช้ในการดูดซับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในหน่วยกิโลกรัม	46

16	ผลการทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) ที่ระดับความเข้มข้นสุดท้าย หลังการรม 5,000 ppm ด้วยสารละลายเป็นน้ำโซดาไฟ	47
17	ผลการทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) ที่ระดับความเข้มข้นสุดท้าย หลังการรม 5,000 ppm ด้วยสารละลายเป็นน้ำปูนใส	47
18	ผลการทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) ที่ระดับความเข้มข้นสุดท้าย หลังการรม 5,000 ppm ด้วยสารละลายเป็นน้ำโซดาไฟผสมน้ำปูนใส	48
19	ผลการทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) ที่ระดับความเข้มข้นสุดท้าย หลังการรม 5,000 ppm ด้วยสารละลายเป็นน้ำ	48
20	ผลการทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) ที่ระดับความเข้มข้นสุดท้าย หลังการรม 10,000 ppm ด้วยสารละลายเป็นน้ำโซดาไฟ	48
21	ผลการทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) ที่ระดับความเข้มข้นสุดท้าย หลังการรม 10,000 ppm ด้วยสารละลายเป็นน้ำปูนใส	49
22	ผลการทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) ที่ระดับความเข้มข้นสุดท้าย หลังการรม 10,000 ppm ด้วยสารละลายเป็นน้ำโซดาไฟผสมน้ำปูนใส	49
23	ผลการทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) ที่ระดับความเข้มข้นสุดท้าย หลังการรม 10,000 ppm ด้วยสารละลายเป็นน้ำ	49
24	ผลการทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) ที่ระดับความเข้มข้นสุดท้าย หลังการรม 15,000 ppm ด้วยสารละลายเป็นน้ำโซดาไฟ	50
25	ผลการทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) ที่ระดับความเข้มข้นสุดท้าย หลังการรม 15,000 ppm ด้วยสารละลายเป็นน้ำปูนใส	50
26	ผลการทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) ที่ระดับความเข้มข้นสุดท้าย หลังการรม 15,000 ppm ด้วยสารละลายเป็นน้ำโซดาไฟผสมน้ำปูนใส	50
27	ผลการทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) ที่ระดับความเข้มข้นสุดท้าย หลังการรม 15,000 ppm ด้วยสารละลายเป็นน้ำ	51
28	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าประสิทธิภาพหอบำบัดเฉลี่ย และเวลาที่ใช้ในการ บำบัดเมื่อสารละลายในการดูดซับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และระดับความเข้มข้น สุดท้ายหลังการรมเปลี่ยนแปลง	53
29	ผลการทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) ที่ใช้เวลาในการดูด 1 นาที และเวลาในการหมุนซ้ำ 1 นาที ที่ระดับความเข้มข้นสุดท้ายหลังการรม 5,000 ppm	59
30	ผลการทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) ที่ใช้เวลาในการดูด 1 นาที และเวลาในการหมุนซ้ำ 2 นาทีที่ระดับความเข้มข้นสุดท้ายหลังการรม 5,000 ppm	59

- 43 ผลการทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ที่ใช้เวลาในการดูด 1 นาที และเวลาในการหมุนซ้ำ 4 นาที ด้วยอัตราการไหลของก๊าซคงที่ 218 ลูกบาศก์ฟุตต่อ นาทีที่ระดับความเข้มข้นสุดท้ายหลังการรวม 15,000 ppm 70
- 44 ผลการทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ที่ใช้เวลาในการดูด 1 นาที และเวลาในการหมุนซ้ำ 4 นาที ด้วยอัตราการไหลของก๊าซคงที่ 272 ลูกบาศก์ฟุตต่อ นาทีที่ระดับความเข้มข้นสุดท้ายหลังการรวม 15,000 ppm 71
- 45 ผลการทดสอบของค่าประสิทธิภาพหอบำบัดเฉลี่ย และเวลาที่ใช้ในการบำบัดเมื่อ 72
- 46 ระดับความเข้มข้นหลังการรวมและอัตราการไหลของก๊าซเปลี่ยนแปลง
ผลการทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ระหว่างระบบไม่หมุนเวียนการ
บำบัดกับระบบหมุนเวียนการบำบัด 73