สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(8)
รายการภาพประกอบ	(12)
บทที่	
1. บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
ตรวจเอกสาร	2
สารอินทรีย์ระเหยง่าย	2
การบำบัดอากาศโดยใช้ wet scrubber	6
ปฏิกิริยาออกซิเดชัน	15
โซเดียมไฮโปคลอไรท์ (Sodium hypochlorite, NaOCl)	17
แนวทางการบำบัดสารอินทรีย์ระเหยง่ายโดยใช้ wet scrubber ร่วมกับปฏิกิริยาออกซิเดชัน	18
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
วัตถุประสงค์	22
ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย	23
2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ	24
สารเคมี	24
อุปกรณ์	24
วิธีการทดลอง	26
3. ผลการทดลองและวิจารณ์	36
ผลของตัวแปรดำเนินการ ที่มีต่อประสิทธิภาพในการบำบัดโทลูอีนโดยใช้ wet scrubber ร่วมกับปฏิกิริยาออกซิเดชัน	36
ผลของขนาดอนุภาคสารดูดซึม (r_d) ที่มีต่อประสิทธิภาพในการบำบัด	46

โทลูอีนโดยใช้ wet scrubber ร่วมกับปฏิกิริยาออกซิเดชัน
แบบจำลองอธิบายผลของสภาวะดำเนินการ 50
การหาค่าสภาวะดำเนินการที่เหมาะสม (optimum condition) 54
การประยุกต์ใช้ระบบบำบัดกับสารอินทรีย์ระเหยง่ายชนิดอื่น 55

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ผลจากการดูดซึม (absorption) และความสามารถในการละลาย (solubility) 60
ของสารอินทรีย์ระเหยง่ายชนิดต่างๆ ที่มีต่อประสิทธิภาพในการบำบัด
ด้วย wet scrubber
ปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดขึ้นระหว่างสารอินทรีย์ระเหยง่ายชนิดต่างๆ 63
กับโซเดียมไฮโปคลอไรท์
4. สรุปผลการทดลอง 65
ข้อเสนอแนะ 66
บรรณานุกรม 67
ภาคผนวก
ก. ข้อมูลเบื้องต้นของโทลูอีน 73
ข. ความเป็นพิษของตัวทำละลายอินทรีย์ระเหยง่ายชนิดต่างๆ ที่มีต่อร่างกาย 76
ค. การหาประสิทธิภาพของ sorbent tube 78
ง. กราฟมาตรฐาน 80
จ. การเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ในสารดูดซึม 82
(C_{NaOCl}) ระหว่างการบำบัดโทลูอีน
ฉ. ความเข้มข้นของโทลูอีนทางเข้า ($C_{T,in}$) ความเข้มข้นของโทลูอีนทางออก ($C_{T,out}$) 83
ของ wet scrubber และประสิทธิภาพการบำบัดสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่เวลาต่างๆ
ช. การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Regression 102
ประวัติผู้เขียน 104

รายการตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 ชุดการทดลองจากการออกแบบด้วย RSM เพื่อศึกษาผลของ Q_G, C_T, Q_L และ C_{NaOCl} ที่มีต่อประสิทธิภาพในการบำบัดโทลูอีนโดยใช้ wet scrubber ร่วมกับปฏิกิริยาออกซิเดชัน 27

2 ชุดการทดลองเพื่อศึกษาผลของ r_d ที่มีต่อประสิทธิภาพในการบำบัดโทลูอีนโดยใช้ wet scrubber ร่วมกับปฏิกิริยาออกซิเดชัน 28

3 ชุดการทดลองเพื่อศึกษาผลการประยุกต์ใช้ระบบบำบัดด้วย wet scrubber ร่วมกับปฏิกิริยาออกซิเดชันกับ MEK และ อะซิโตน 28

4 ชุดการทดลองเพื่อศึกษาผลจากการดูดซึมที่มีต่อประสิทธิภาพการบำบัดสารอินทรีย์ระเหยง่ายชนิดต่างๆ ในระบบ wet scrubber 29

5 ผลของสภาวะดำเนินการต่อประสิทธิภาพในการบำบัดโทลูอีน 38

6 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่ได้จากการทดลองกับค่าที่ได้จากการคำนวณโดยใช้แบบจำลอง 53

7 ฟังก์ชันเป้าหมาย และขอบเขตในการหาสภาวะดำเนินการที่เหมาะสม 54

8 สภาวะดำเนินการที่เหมาะสมและประสิทธิภาพในการบำบัดโทลูอีนสูงสุดที่ได้จากการคำนวณโดยใช้โปรแกรม Matlab 55

9 ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีน MEK และอะซิโตน 59

10 ค่า Henry's law constant 62

11 ประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ระเหยง่ายชนิดต่างๆ โดยใช้ wet scrubber ร่วมกับปฏิกิริยาออกซิเดชันเปรียบเทียบกับระบบ wet scrubber แบบทั่วไป 62

12 ความเป็นพิษของตัวทำละลายอินทรีย์ระเหยง่ายชนิดต่างๆที่มีต่อร่างกาย 76

13 การเปลี่ยนแปลง C_{NaOCl} ในระหว่างการบำบัดโทลูอีน 82

14 $C_{T,in}$ $C_{T,out}$ **แ ล ะ** ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ (Q_G = 100 m^3/h, C_T = 350 ppm , Q_L = 0.65 m^3/h, C_{NaOCl} = 13 mmol/l, r_d = 1 mm) 83

15 $C_{T,in}$ $C_{T,out}$ **แ ล ะ** ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ (Q_G = 250 m^3/h, C_T = 350 ppm , Q_L = 0.65 m^3/h, C_{NaOCl} = 13 mmol/l, r_d = 1 mm) 83

16 $C_{T,in}$ $C_{T,out}$ **แ ล ะ** ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ (Q_G = 175 m^3/h, C_T = 150 ppm , Q_L = 0.65 m^3/h, C_{NaOCl} = 13 mmol/l, r_d = 1 mm) 84

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
17	$C_{T,in}$ $C_{T,out}$ และ ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ (Q_G = 175 m^3/h, C_T = 550 ppm , Q_L = 0.65 m^3/h, C_{NaOCl} = 13 mmol/l, r_d = 1 mm)	84
18	$C_{T,in}$ $C_{T,out}$ และ ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ (Q_G = 100 m^3/h, C_T = 550 ppm , Q_L = 0.65 m^3/h, C_{NaOCl} = 20 mmol/l, r_d = 1 mm)	85
19	$C_{T,in}$ $C_{T,out}$ และ ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ (Q_G = 250 m^3/h, C_T = 550 ppm , Q_L = 0.65 m^3/h, C_{NaOCl} = 20 mmol/l, r_d = 1 mm)	85
20	$C_{T,in}$ $C_{T,out}$ และ ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ (Q_G = 175 m^3/h, C_T = 350 ppm , Q_L = 0.65 m^3/h, C_{NaOCl} = 20 mmol/l, r_d = 1 mm)	86
21	$C_{T,in}$ $C_{T,out}$ และ ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ (Q_G = 100 m^3/h, C_T = 150 ppm , Q_L = 0.65 m^3/h, C_{NaOCl} = 20 mmol/l, r_d = 1 mm)	86
22	$C_{T,in}$ $C_{T,out}$ และ ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ (Q_G = 100 m^3/h, C_T = 150 ppm , Q_L = 0.65 m^3/h, C_{NaOCl} = 6 mmol/l, r_d = 1 mm)	87
23	$C_{T,in}$ $C_{T,out}$ และ ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ (Q_G = 250 m^3/h, C_T = 350 ppm , Q_L = 0.65 m^3/h, C_{NaOCl} = 6 mmol/l, r_d = 1 mm)	87
24	$C_{T,in}$ $C_{T,out}$ และ ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ (Q_G = 100 m^3/h, C_T = 550 ppm , Q_L = 0.65 m^3/h, C_{NaOCl} = 6 mmol/l, r_d = 1 mm)	88
25	$C_{T,in}$ $C_{T,out}$ และ ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ (Q_G = 250 m^3/h, C_T = 550 ppm , Q_L = 0.65 m^3/h, C_{NaOCl} = 6 mmol/l, r_d = 1 mm)	88
26	$C_{T,in}$ $C_{T,out}$ และ ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ (Q_G = 175 m^3/h, C_T = 350 ppm , Q_L = 0.65 m^3/h, C_{NaOCl} = 6 mmol/l, r_d = 1 mm)	89
27	$C_{T,in}$ $C_{T,out}$ และ ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ (Q_G = 250 m^3/h, C_T = 150 ppm , Q_L = 0.65 m^3/h, C_{NaOCl} = 20 mmol/l, r_d = 1 mm)	89
28	$C_{T,in}$ $C_{T,out}$ และ ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ (Q_G = 175 m^3/h, C_T = 350 ppm , Q_L = 0.65 m^3/h, C_{NaOCl} = 13 mmol/l , r_d = 1 mm)	90
29	$C_{T,in}$ $C_{T,out}$ และ ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ (Q_G = 175 m^3/h, C_T = 350 ppm , Q_L = 0.65 m^3/h, C_{NaOCl} = 13 mmol/l, r_d = 1 mm)	90

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

30 $C_{T,in}$ $C_{T,out}$ และ ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ 91
(Q_G = 100 m^3/h, C_T = 150 ppm , Q_L = 0.65 m^3/h, C_{NaOCl} = 13 mmol/l, r_d = 1 mm)

31 $C_{T,in}$ $C_{T,out}$ และ ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ 91
(Q_G = 175 m^3/h, C_T = 350 ppm , Q_L = 0.5 m^3/h, C_{NaOCl} = 13 mmol/l, r_d = 1 mm)

32 $C_{T,in}$ $C_{T,out}$ และ ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ 92
(Q_G = 175 m^3/h, C_T = 350 ppm , Q_L = 0.8 m^3/h, C_{NaOCl} = 13 mmol/l, r_d = 1 mm)

33 $C_{T,in}$ $C_{T,out}$ และ ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ 92
(Q_G = 175 m^3/h, C_T = 750 ppm , Q_L = 0.65 m^3/h, C_{NaOCl} = 13 mmol/l, r_d = 1 mm)

34 $C_{T,in}$ $C_{T,out}$ และ ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ 93
(Q_G= 175 m^3/h, C_T= 1,500 ppm , Q_L=0.65 m^3/h, C_{NaOCl} = 13 mmol/l, rd = 1 mm)

35 $C_{T,in}$ $C_{T,out}$ และ ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ 93
(Q_G = 175 m^3/h, C_T = 350 ppm , Q_L = 0.5 m^3/h, C_{NaOCl} = 6 mmol/l, r_d= 0.5 mm)

36 $C_{T,in}$ $C_{T,out}$ และ ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ 94
(Q_G = 175 m^3/h, C_T = 350 ppm , Q_L = 0.5 m^3/h, C_{NaOCl} = 13 mmol/l, r_d= 0.5 mm)

37 $C_{T,in}$ $C_{T,out}$ และ ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ 94
(Q_G = 175 m^3/h, C_T = 350 ppm , Q_L = 0.5 m^3/h, C_{NaOCl} = 20 mmol/l, r_d= 0.5 mm)

38 $C_{T,in}$ $C_{T,out}$ และ ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ 95
(Q_G = 175 m^3/h, C_T = 350 ppm , Q_L = 0.8 m^3/h, C_{NaOCl} = 6 mmol/l, r_d= 0.5 mm)

39 $C_{T,in}$ $C_{T,out}$ และ ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ 95
(Q_G = 175 m^3/h, C_T = 350 ppm , Q_L = 0.8 m^3/h, C_{NaOCl} = 13 mmol/l, r_d= 0.5 mm)

40 $C_{T,in}$ $C_{T,out}$ และ ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ 96
(Q_G = 175 m^3/h, C_T = 350 ppm , Q_L = 0.8 m^3/h, C_{NaOCl} = 20 mmol/l, r_d= 0.5 mm)

41 $C_{T,in}$ $C_{T,out}$ และ ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ 96
(Q_G = 175 m^3/h, C_T = 350 ppm , Q_L = 0.8 m^3/h, C_{NaOCl} = 30 mmol/l, r_d= 0.5 mm)

42 $C_{MEK,in}$ $C_{MEK,out}$ และ ประสิทธิภาพการบำบัด MEK ที่เวลาต่างๆ
97
(Q_G = 175 m^3/h, C_{MEK} = 350 ppm , Q_L = 0.8 m^3/h, C_{NaOCl} = 20 mmol/l, r_d= 0.5 mm)

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

43 $C_{MEK,in}$ $C_{MEK,out}$ **และ** ประสิทธิภาพการบำบัด MEK ที่เวลาต่างๆ
97

(Q_G = 175 m^3/h, C_{MEK} = 350 ppm , Q_L = 0.8 m^3/h, C_{NaOCl} = 30 mmol/l, r_d= 0.5 mm)

44 $C_{MEK,in}$ $C_{MEK,out}$ **และ** ประสิทธิภาพการบำบัด MEK ที่เวลาต่างๆ
98

(Q_G = 175 m^3/h, C_{MEK} = 350 ppm , Q_L = 0.8 m^3/h, C_{NaOCl} = 40 mmol/l, r_d= 0.5 mm)

45 $C_{MEK,in}$ $C_{MEK,out}$ **และ** ประสิทธิภาพการบำบัด MEK ที่เวลาต่างๆ
98

(Q_G = 175 m^3/h, C_{MEK} = 350 ppm , Q_L = 0.8m^3/h, C_{NaOCl} = 50 mmol/l, r_d= 0.5 mm)

46 $C_{A,in}$ $C_{A,out}$ **และ** ประสิทธิภาพการบำบัดอะซิโตนที่เวลาต่างๆ
98

(Q_G = 175 m^3/h, C_A = 350 ppm , Q_L = 0.8 m^3/h, C_{NaOCl} = 20 mmol/l, r_d= 0.5 mm)

47 $C_{A,in}$ $C_{A,out}$ **และ** ประสิทธิภาพการบำบัดอะซิโตนที่เวลาต่างๆ
99

(Q_G = 175 m^3/h, C_A = 350 ppm , Q_L = 0.8 m^3/h, C_{NaOCl} = 30 mmol/l, r_d= 0.5 mm)

48 $C_{A,in}$ $C_{A,out}$ **และ** ประสิทธิภาพการบำบัดอะซิโตนที่เวลาต่างๆ
99

(Q_G = 175 m^3/h, C_A = 350 ppm , Q_L = 0.8 m^3/h, C_{NaOCl} = 40 mmol/l, r_d= 0.5 mm)

49 $C_{A,in}$ $C_{A,out}$ **และ** ประสิทธิภาพการบำบัดอะซิโตนที่เวลาต่างๆ
99

(Q_G = 175 m^3/h, C_A = 350 ppm , Q_L = 0.8 m^3/h, C_{NaOCl} = 50 mmol/l, r_d= 0.5 mm)

50 $C_{T,in}$ $C_{T,out}$ **และ** ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่เวลาต่างๆ 100

(Q_G = 175 m^3/h, C_T = 350 ppm , Q_L = 0.8 m^3/h, C_{NaOCl} = 0 mmol/l, r_d= 0.5 mm)

51 $C_{MEK,in}$ $C_{MEK,out}$ **และ** ประสิทธิภาพการบำบัด MEK ที่เวลาต่างๆ
100

(Q_G = 175 m^3/h, C_{MEK} = 350 ppm , Q_L = 0.8 m^3/h, C_{NaOCl} = 0 mmol/l, r_d= 0.5 mm)

52 $C_{A,in}$ $C_{A,out}$ และ ประสิทธิภาพการบำบัดอะซิโตนที่เวลาต่างๆ
101
(Q_G = 175 m^3/h, C_A = 350 ppm , Q_L = 0.8 m^3/h, C_{NaOCl} = 0 mmol/l, r_d= 0.5 mm)
53 ข้อมูลทางสถิติของแบบจำลอง 102
54 ตาราง ANOVA ที่ได้จากการวิเคราะห์ผลของสภาวะดำเนินการ โดยใช้ 103
โปรแกรม Regression

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบที่ **หน้า**

1 ปริมาณการปล่อยสารอินทรีย์ระเหยง่ายของอุตสาหกรรมต่างๆ 4
2 ปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายชนิดต่างๆ ที่ปล่อยออกสู่บรรยากาศ 5
3 ลักษณะภายในของ spray tower scrubber 7
4 ลักษณะภายในของ impingement spray scrubber 8
5 ลักษณะภายในของ cyclone spray scrubber 9
6 ลักษณะภายในของ venturi scrubbers 10
7 กลไก direct impaction 12
8 กลไก interception 13
9 กลไก diffusion 13
10 ลักษณะและส่วนประกอบของ wet scrubber ที่ใช้ในการทดลอง 25
11 ชุดควบคุมความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยง่ายในอากาศเสียจำลอง 30
12 ลักษณะถังผสมสำหรับการเตรียมสารดูดซึม 30
13 วิธีการเก็บตัวอย่างด้วยปั๊มเก็บอากาศ และ sorbent tube 31
14 ผลการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของ C_{NaOCl}
กับเวลา 36
(Q_G = 175 m^3/h, C_T = 350 ppm, Q_L = 0.65 m^3/h, r_d = 1 mm)

15 $C_{T,in}$ และ $C_{T,out}$ ของ wet scrubber
37
(Q_G = 175 m^3/h , C_T = 350 ppm , Q_L = 0.8 m^3/h, C_{NaOCl} = 13 mmol/l, r_d = 0.5 mm)
16 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการบำบัดโทลูอีนกับเวลาที่ Q_G= 100-250 m^3/h 39
(C_T = 350 ppm, Q_L = 0.65 m^3/h, C_{NaOCl}= 13 mmol/l, r_d = 1 mm)
17 ประสิทธิภาพในการบำบัดโทลูอีนที่ Q_G = 100-300 m^3/h 40
(C_T = 350 ppm, Q_L = 0.65 mol/l, C_{NaOCl}= 13 mmol/l, r_d = 1 mm)
18 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการบำบัดโทลูอีนกับเวลาที่ C_T=150-1,500 ppm 41
(Q_G=175 m^3/h, Q_L=0.65 m^3/h, C_{NaOCl}=13 mmol/l, r_d = 1 mm)
19 ประสิทธิภาพในการบำบัดโทลูอีนที่ C_T=150-1,500 ppm 42
(Q_G = 175 m^3/h, Q_L = 0.65 m^3/h, C_{NaOCl}= 13 mmol/l, r_d = 1 mm)
20 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการบำบัดโทลูอีนกับเวลาที่ Q_L=0.5-0.8 m^3/h 43
(Q_G = 175 m^3/h, C_T = 350 ppm, C_{NaOCl}= 13 mmol/l, r_d = 1 mm)

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบที่ **หน้า**

21 ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอีนที่ Q_L= 0.5-0.8 m^3/h 44
(Q_G = 175 m^3/h, C_T = 350 ppm, C_{NaOCl}= 13 mmol/l, r_d = 1 mm)
22 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการบำบัดโทลูอีนกับเวลาที่ C_{NaOCl}=6-30 mmol/l 45
(Q_G = 175 m^3/h, C_T = 350 ppm, Q_L = 0.65 m^3/h, r_d = 1 mm)
23 ประสิทธิภาพในการบำบัดโทลูอีนที่ C_{NaOCl}= 6-30 mmol/l 46
(Q_G = 175 m^3/h, C_T = 350 ppm, Q_L = 0.65 m^3/h, r_d = 1 mm)
24 ผลการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของ C_{NaOCl} กับเวลาเมื่อลด r_d 47
(Q_G = 175 m^3/h, C_T = 350 ppm, Q_L = 0.65 m^3/h, r_d = 0.5 mm)
25 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการบำบัดโทลูอีนกับเวลาที่ r_d = 1 และ 0.5 mm 47

(Q_G = 175 m^3/h , C_T = 350 ppm , Q_L = 0.8 m^3/h, C_{NaOCl} = 30 mmol/l)
26 ผลของ r_d ที่มีต่อประสิทธิภาพในการบำบัดโทลูอีนที่ Q_L= 0.5 และ 0.8 m^3/h 49
(Q_G = 175 m^3/h , C_T = 350 ppm, C_{NaOCl} = 30 mmol/l)
27 ผลของ r_d ที่มีต่อประสิทธิภาพในการบำบัดโทลูอีนที่ C_{NaOCl}= 6-30 mmol/l 49
(Q_G = 175 m^3/h , C_T = 350 ppm, Q_L = 0.8 m^3/h)
28 กราฟพื้นผิวแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง C_T และ C_{NaOCl} ที่มีต่อประสิทธิภาพ 51
ในการบำบัดโทลูอีน
29 กราฟพื้นผิวแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Q_G และ C_T ที่มีต่อประสิทธิภาพ 51
ในการบำบัดโทลูอีน
30 กราฟพื้นผิวแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Q_L และ ขนาดหัวพ่นฝอยที่มีต่อ 52
ประสิทธิภาพในการบำบัดโทลูอีน
31 กราฟพื้นผิวแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง C_T และ Q_L ที่มีต่อประสิทธิภาพ 52
ในการบำบัดโทลูอีน
32 ผลการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของ C_{NaOCl} กับเวลาในระหว่างการบำบัด MEK 56
(Q_G=175 m^3/h, C_{MEK}=350 ppm, Q_L=0.8 m^3/h, r_d= 0.5 mm)
33 ประสิทธิภาพในการบำบัด MEK ที่ $C_{NaOC\ 1}$ ในช่วง 0-50 mmol/l 57
(Q_G=175 m^3/h, C_{MEK}=350 ppm, Q_L=0.8 m^3/h, r_d= 0.5 mm)

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบที่ **หน้า**

34 ผลการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของ C_{NaOCl} กับเวลาในระหว่างการบำบัดอะซิโตน 58
(Q_G=175 m^3/h, C_A=350 ppm, Q_L=0.8 m^3/h, r_d= 0.5 mm)
35 ประสิทธิภาพในการบำบัดอะซิโตนที่ C_{NaOCl} ในช่วง 0-50 mmol/l
36 (Q_G=175 m^3/h, C_A=350 ppm, Q_L=0.8 m^3/h, r_d= 0.5 mm)
36 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดสารอินทรีย์ระเหยง่ายชนิดต่างๆ กับเวลา 60
(Q_G=175 m^3/h, C_{VOCs}=350 ppm, Q_L=0.8 m^3/h, r_d= 0.5 mm)
37 ประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ระเหยง่ายชนิดต่างๆ โดยใช้น้ำเป็นสารดูดซึม 61
(Q_G=175 m^3/h, C_{VOCs}=350 ppm, Q_L=0.8 m^3/h, r_d= 0.5 mm)
38 ลักษณะและส่วนประกอบของ sorbent tube 78

39 กราฟมาตรฐานของโทลูอีน 80
40 กราฟมาตรฐานของ MEK 80
41 กราฟมาตรฐานของอะซิโตน 81
42 กราฟมาตรฐานโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 81