สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(9)
รายการภาพประกอบ	(17)
ตัวย่อและสัญลักษณ์	(21)
บทที่	
1 บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
ตรวจเอกสาร	2
วัตถุประสงค์	23
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	23
2 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	24
สารเคมี	24
อุปกรณ์	24
วิธีการทดลอง	25
3 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	30
ผลของความเร็วรอบต่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวล	30
ผลของอุณหภูมิของแหล่งน้ำต่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวล	41
สมการเอ็มพิริคัลของ k_La และ k_Ga	49
การเปรียบเทียบ $K_{OL}a$ ที่ทำนายด้วยสมการเอ็มพิริคัลกับผลการทดลอง	50
ผลของสารลดแรงตึงผิวต่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวล	59

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4 บทสรุป และข้อเสนอแนะ	70
บทสรุป	70
ข้อเสนอแนะ	70
บรรณานุกรม	72
ภาคผนวก	75
ภาคผนวก ก Calibration Curve ของ VOCs	76
ภาคผนวก ข ความเข้มข้นของ VOCs จากกระบวนการระเหย จากแหล่งน้ำที่ความเร็วรอบเปลี่ยนและอุณหภูมิของแหล่งน้ำคงที่เท่ากับ 27 ^{0}C	80
ภาคผนวก ค ความเข้มข้นของ VOCs จากกระบวนการระเหย จากแหล่งน้ำที่อุณหภูมิเปลี่ยนและความเร็วรอบคงที่เท่ากับ 0 rpm	101
ภาคผนวก ง การเกรเดียนของอุณหภูมิตามความลึกในถังกวนที่อุณหภูมิต่างๆ	120
ภาคผนวก จ ความเข้มข้นของ VOCs จากกระบวนการระเหย จากแหล่งน้ำเมื่อเติม sodium dodecyl sulphate เท่ากับ 300 ppm ที่ความเร็วรอบเปลี่ยน และอุณหภูมิของแหล่งน้ำคงที่เท่ากับ 27 ^{0}C	126
ภาคผนวก ฉ ความเข้มข้นของ VOCs จากกระบวนการระเหย จากแหล่งน้ำที่ความเร็วรอบคงที่เท่ากับ 100 rpm อุณหภูมิของแหล่งน้ำคงที่เท่ากับ 27 ^{0}C และความเข้มข้นของ sodium dodecyl sulphate เปลี่ยน	131
ภาคผนวก ช การเปรียบเทียบระหว่าง $K_{OL}a$ ที่ได้จากการทำนายกับผลการทดลอง	136
ภาคผนวก ซ สมบัติทางกายภาพของ VOCs	141

ภาคผนวก ฌ ตัวอย่างการคำนวณ 145
ประวัติผู้เขียน 152

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
1 ค่าคงที่ของสารอินทรีย์ 7 ชนิด ที่ได้จากการพล๊อตกราฟระหว่าง k_G กับอุณหภูมิในสเกล log-log	20
2 สภาวะการทดลอง : ผลของความเร็วรอบต่อสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวล	32
3 สภาวะการทดลอง : ผลของอุณหภูมิของแหล่งน้ำ	42
4 แสดงค่าการคำนวณ k_Ga และ k_La ของ VOCs	51
5 ข้อมูลการทดลอง	54
6 แสดงค่าการคำนวณ k_Ga และ k_La ของ VOCs	55
7 สภาวะการทดลอง : ผลของสารลดแรงตึงผิว	60
8 ร้อยละการลดลงของสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลเชิงปริมาตรของฟิล์มของเหลวที่ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวต่างๆ	63
9 ร้อยละการลดลงของสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลเชิงปริมาตรของฟิล์มแก๊สที่ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวต่างๆ	65
10 สภาวะการทดลอง : ผลของสารลดแรงตึงผิวต่อ k_Ga และ k_La ที่ความเร็วรอบต่างๆ	67
11 ความเข้มข้นของเมทานอลในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 1 ความเร็วรอบเท่ากับ 0 rpm	81
12 ความเข้มข้นของเมทานอลในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 2 ความเร็วรอบเท่ากับ 20 rpm	82
13 ความเข้มข้นของเมทานอลในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 3 ความเร็วรอบเท่ากับ 60 rpm	83
14 ความเข้มข้นของเมทานอลในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 4 ความเร็วรอบเท่ากับ 100 rpm	84
15 ความเข้มข้นของเมทานอลในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 5 ความเร็วรอบเท่ากับ 260 rpm	85

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
16 ความเข้มข้นของเมทานอลในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 6 ความเร็วรอบเท่ากับ 470 rpm	86
17 ความเข้มข้นของอะซีโตนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 13 ความเร็วรอบเท่ากับ 0 rpm	87
18 ความเข้มข้นของอะซีโตนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 14 ความเร็วรอบเท่ากับ 20 rpm	88
19 ความเข้มข้นของอะซีโตนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 15 ความเร็วรอบเท่ากับ 100 rpm	89
20 ความเข้มข้นของอะซีโตนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 16 ความเร็วรอบเท่ากับ 260 rpm	90
21 ความเข้มข้นของอะซีโตนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 17 ความเร็วรอบเท่ากับ 470 rpm	90
22 ความเข้มข้นของ MEK ในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 18 ความเร็วรอบเท่ากับ 0 rpm	91
23 ความเข้มข้นของ MEK ในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 19 ความเร็วรอบเท่ากับ 20 rpm	92
24 ความเข้มข้นของ MEK ในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 20 ความเร็วรอบเท่ากับ 100 rpm	93
25 ความเข้มข้นของ MEK ในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 21 ความเร็วรอบเท่ากับ 260 rpm	93
26 ความเข้มข้นของ MEK ในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 22 ความเร็วรอบเท่ากับ 470 rpm	94
27 ความเข้มข้นของเบนซีนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 23 ความเร็วรอบเท่ากับ 0 rpm	94

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
28 ความเข้มข้นของเบนซีนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 24 ความเร็วรอบเท่ากับ 20 rpm	95
29 ความเข้มข้นของเบนซีนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 25 ความเร็วรอบเท่ากับ 100 rpm	95
30 ความเข้มข้นของเบนซีนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 26 ความเร็วรอบเท่ากับ 260 rpm	96
31 ความเข้มข้นของเบนซีนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 27 ความเร็วรอบเท่ากับ 470 rpm	96
32 ความเข้มข้นของทูโลอีนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 7 ความเร็วรอบเท่ากับ 0 rpm	97
33 ความเข้มข้นของทูโลอีนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 8 ความเร็วรอบเท่ากับ 20 rpm	98
34 ความเข้มข้นของทูโลอีนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 9 ความเร็วรอบเท่ากับ 60 rpm	99
35 ความเข้มข้นของทูโลอีนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 10 ความเร็วรอบเท่ากับ 100 rpm	99
36 ความเข้มข้นของทูโลอีนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 11 ความเร็วรอบเท่ากับ 260 rpm	100
37 ความเข้มข้นของทูโลอีนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 12 ความเร็วรอบเท่ากับ 470 rpm	100
38 ความเข้มข้นของเมทานอลในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 28 อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 300.15 K	102
39 ความเข้มข้นของเมทานอลในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่29 อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 315.15 K	103

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
40 ความเข้มข้นของเมทานอลในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 30 อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 321.15 K	104
41 ความเข้มข้นของเมทานอลในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 31 อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 327.15 K	105
42 ความเข้มข้นของเมทานอลในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 32 อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 331.15 K	106
43 ความเข้มข้นของอะซีโตนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 38 อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 300.15 K	107
44 ความเข้มข้นของอะซีโตนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 39 อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 315.15 K	108
45 ความเข้มข้นของอะซีโตนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 40 อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 327.15 K	109
46 ความเข้มข้นของ MEK ในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 41 อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 300.15 K	110
47 ความเข้มข้นของ MEK ในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 42 อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 304.15 K	111
48 ความเข้มข้นของ MEK ในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 43 อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 315.15 K	112
49 ความเข้มข้นของ MEK ในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 44 อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 321.15 K	113
50 ความเข้มข้นของ MEK ในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 45 อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 327.15 K	114
51 ความเข้มข้นของเบนซีนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 46 อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 300.15 K	115

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
52 ความเข้มข้นของเบนซีนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 47 อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 315.15 K	115
53 ความเข้มข้นของเบนซีนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 48 อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 327.15 K	116
54 ความเข้มข้นของทูโลอีนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 33 อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 300.15 K	116
55 ความเข้มข้นของทูโลอีนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 34 อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 315.15 K	117
56 ความเข้มข้นของทูโลอีนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 35 อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 321.15 K	117
57 ความเข้มข้นของทูโลอีนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 36 อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 327.15 K	118
58 ความเข้มข้นของทูโลอีนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 37 อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 331.15 K	119
59 การเกรเดียนของอุณหภูมิตามความลึก ที่อุณหภูมิ 300.15 K	121
60 การเกรเดียนของอุณหภูมิตามความลึก ที่อุณหภูมิ 315.15 K	122
61 การเกรเดียนของอุณหภูมิตามความลึก ที่อุณหภูมิ 321.15 K	123
62 การเกรเดียนของอุณหภูมิตามความลึก ที่อุณหภูมิ 327.15 K	124
63 การเกรเดียนของอุณหภูมิตามความลึก ที่อุณหภูมิ 331.15 K	125
64 ความเข้มข้นของเมทานอลในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 67 ความเร็วรอบเท่ากับ 0 rpm	127
65 ความเข้มข้นของเมทานอลในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 68 ความเร็วรอบเท่ากับ 20 rpm	127
66 ความเข้มข้นของเมทานอลในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 69 ความเร็วรอบเท่ากับ 100 rpm	128

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
67 ความเข้มข้นของเมทานอลในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 70 ความเร็วรอบเท่ากับ 260 rpm	128
68 ความเข้มข้นของทูโลอีนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 63 ความเร็วรอบเท่ากับ 0 rpm	129
69 ความเข้มข้นของทูโลอีนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 64 ความเร็วรอบเท่ากับ 20 rpm	129
70 ความเข้มข้นของทูโลอีนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 65 ความเร็วรอบเท่ากับ 100 rpm	130
71 ความเข้มข้นของทูโลอีนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 66 ความเร็วรอบเท่ากับ 260 rpm	130
72 ความเข้มข้นของเมทานอลในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 59 สารลดแรงตึงผิวเท่ากับ 100 ppm	132
73 ความเข้มข้นของเมทานอลในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 60 สารลดแรงตึงผิวเท่ากับ 200 ppm	132
74 ความเข้มข้นของเมทานอลในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 61 สารลดแรงตึงผิวเท่ากับ 300 ppm	133
75 ความเข้มข้นของเมทานอลในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 62 สารลดแรงตึงผิวเท่ากับ 400 ppm	133
76 ความเข้มข้นของทูโลอีนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 55 สารลดแรงตึงผิวเท่ากับ 100 ppm	134
77 ความเข้มข้นของทูโลอีนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 56 สารลดแรงตึงผิวเท่ากับ 200 ppm	134
78 ความเข้มข้นของทูโลอีนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 57 สารลดแรงตึงผิวเท่ากับ 300 ppm	135

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
79 ความเข้มข้นของทูโลอีนในแหล่งน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 58 สารลดแรงตึงผิวเท่ากับ 400 ppm	135
80 การเปรียบเทียบระหว่าง $K_{OL}a$ ของอะซีโตนที่ได้จากการทดลองกับค่าที่ได้จากการทำนาย ที่ความเร็วรอบเปลี่ยนและอุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 27 ^{0}C	137
81 การเปรียบเทียบระหว่าง $K_{OL}a$ ของ MEK ที่ได้จากการทดลองกับค่าที่ได้จากการทำนาย ที่ความเร็วรอบเปลี่ยนและอุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 27 ^{0}C	137
82 การเปรียบเทียบระหว่าง $K_{OL}a$ ของเบนซีนที่ได้จากการทดลองกับค่าที่ได้จากการทำนาย ที่ความเร็วรอบเปลี่ยนและอุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 27 ^{0}C	138
83 การเปรียบเทียบระหว่าง $K_{OL}a$ ของอะซีโตนที่ได้จากการทดลองกับค่าที่ได้จากการทำนาย ที่ความเร็วรอบเปลี่ยนและอุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 315.15 K	138
84 การเปรียบเทียบระหว่าง $K_{OL}a$ ของเบนซีนที่ได้จากการทดลองกับค่าที่ได้จากการทำนาย ที่ความเร็วรอบเปลี่ยนและอุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 315.15 K	139
85 การเปรียบเทียบระหว่าง $K_{OL}a$ ของอะซีโตนที่ได้จากการทดลองกับค่าที่ได้จากการทำนาย ที่อุณหภูมิของแหล่งน้ำเปลี่ยนและความเร็วรอบเท่ากับ 0 rpm	139
86 การเปรียบเทียบระหว่าง $K_{OL}a$ ของ MEK ที่ได้จากการทดลองกับค่าที่ได้จากการทำนาย ที่อุณหภูมิของแหล่งน้ำเปลี่ยนและความเร็วรอบเท่ากับ 0 rpm	140

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
87 การเปรียบเทียบระหว่าง $K_{OL}a$ ของเบนซีนที่ได้จากการทดลอง กับค่าที่ได้จากการทำนาย ที่อุณหภูมิของแหล่งน้ำเปลี่ยนและ ความเร็วรอบเท่ากับ 0 rpm	140
88 ค่าคงที่ของเฮนรี่ของ VOCs ที่สนใจที่อุณหภูมิต่างๆ	142
89 ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ในฟิล์มแก๊สของ VOCs ที่สนใจ ที่อุณหภูมิต่างๆ	142
90 ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ในฟิล์มของเหลวของ VOCs ที่สนใจ ที่อุณหภูมิต่างๆ	143
91 น้ำหนักโมเลกุลของ VOCs ที่สนใจ	143
92 จุดเดือดของ VOCs ที่สนใจ	144

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	ชุดการทดลองเพื่อการศึกษาผลของการกวนและผลของอุณหภูมิต่อการระเหยของ VOC 1-9 คือตำแหน่งที่วัดอุณหภูมิในขณะทดลอง A และ B คือตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างสารละลายเพื่อวิเคราะห์หาความเข้มข้นของ VOC	25
2	แสดงตำแหน่งบริเวณเก็บตัวอย่าง	30
3	การเปรียบเทียบความเข้มข้นของอะซีโตนที่ตำแหน่งต่างๆภายในถังกวน โดยที่ความเร็วรอบเท่ากับ 260 rpm และที่อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับอุณหภูมิห้อง (~27 ^{0}C)	31
4	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นกับเวลา สำหรับกระบวนระเหยของอะซีโตนที่อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 27^{0}C และความเร็วรอบเท่ากับ 0, 100, 260 และ 470 rpm	34
5	ลักษณะทั่วไปของความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln(C_{L,t}/C_{L,0})$ กับ t สำหรับกระบวนการระเหยของอะซีโตนที่อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 27^{0}C และความเร็วรอบของการกวนในช่วง 0-470 rpm	35
6	ความสัมพันธ์ระหว่าง $K_{OL}a$ กับความเร็วรอบในช่วง 0-470 rpm สำหรับ VOCs ที่มีค่าคงที่ของเฮนรี่ต่ำ อุณหภูมิของน้ำเท่ากับ 27 ^{0}C	36
7	ความสัมพันธ์ระหว่าง $K_{OL}a$ กับความเร็วรอบในช่วง 0-470 rpm สำหรับ VOCs ที่มีค่าคงที่ของเฮนรี่สูง อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ27 ^{0}C	36
8	ความสัมพันธ์ระหว่าง k_La (toluene) กับ Re ที่อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 300.15 K	39
9	ความสัมพันธ์ระหว่าง k_Ga (methanol) กับ Re ที่อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 300.15 K	40
10	การเกรเดียนของอุณหภูมิตามความลึก ที่อุณหภูมิ 315.15 K	41

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
11	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นกับเวลา สำหรับกระบวนการระเหยของ MEK ที่ความเร็วรอบ 0 rpm และอุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 300.15, 315.15, และ 327.15 K	45
12	ความสัมพันธ์ระหว่าง $K_{OL}a$ ของ VOCs กับอุณหภูมิของแหล่งน้ำในช่วง 300.15 K – 331.15 K ที่ความเร็วรอบ 0 rpm	46
13	ความสัมพันธ์ระหว่าง k_La (toluene) กับอุณหภูมิของแหล่งน้ำในช่วง 300.15 K- 331.15 K ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 0 rpm	47
14	ความสัมพันธ์ระหว่าง k_Ga (methanol) กับอุณหภูมิของแหล่งน้ำในช่วง 300.15 K – 331.15 K ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 0 rpm	49
15	การเปรียบเทียบค่า $K_{OL}a$ จากผลการทดลองกับค่าที่ทำนายด้วยสมการเอ็มพิริคัลสำหรับการระเหยของอะซีโตนจากแหล่งน้ำที่สภาวะอุณหภูมิแปรเปลี่ยนในช่วง 300.15 K - 327.15 K และความเร็วรอบเท่ากับ 0 rpm	52
16	การเปรียบเทียบค่า $K_{OL}a$ จากผลการทดลองกับค่าที่ทำนายด้วยสมการเอ็มพิริคัล สำหรับการระเหยของ MEK จากแหล่งน้ำที่สภาวะอุณหภูมิแปรเปลี่ยนในช่วง 300.15 K - 327.15 K และความเร็วรอบเท่ากับ 0 rpm	52
17	การเปรียบเทียบค่า $K_{OL}a$ จากผลการทดลองกับค่าที่ทำนายด้วยสมการเอ็มพิริคัล สำหรับการระเหยของเบนซีนจากแหล่งน้ำที่สภาวะอุณหภูมิแปรเปลี่ยนในช่วง 300.15 K - 327.15 K และความเร็วรอบเท่ากับ 0 rpm	53
18	การเปรียบเทียบค่า $K_{OL}a$ จากผลการทดลองกับค่าที่ทำนายด้วยสมการเอ็มพิริคัล (สมการ (3.12) ถึงสมการ(3.13)) สำหรับการระเหยของอะซีโตนจากแหล่งน้ำที่สภาวะความเร็วรอบเปลี่ยนในช่วง 0-470 rpm และอุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 300.15 K	56

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
19	การเปรียบเทียบค่า $K_{OL}a$ จากผลการทดลองกับค่าที่ทำนายด้วยสมการเอ็มพิริคัล (สมการ (3.12) ถึงสมการ(3.13)) สำหรับการระเหยของอะซีโตน จากแหล่งน้ำที่สภาวะความเร็วรอบ เปลี่ยนในช่วง 0-470 rpm และอุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 315.15 K	57
20	การเปรียบเทียบค่า $K_{OL}a$ จากผลการทดลองกับค่าที่ทำนายด้วยสมการเอ็มพิริคัล (สมการ (3.12) ถึงสมการ(3.13)) สำหรับการระเหยของ MEK จากแหล่งน้ำที่สภาวะความเร็วรอบ เปลี่ยนในช่วง 0-470 rpm และอุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 300.15 K	57
21	การเปรียบเทียบค่า $K_{OL}a$ จากผลการทดลองกับค่าที่ทำนายด้วยสมการเอ็มพิริคัล (สมการ (3.12) ถึงสมการ(3.13)) สำหรับการระเหยของเบนซีนจากแหล่งน้ำที่สภาวะความเร็วรอบ เปลี่ยนในช่วง 0-470 rpm และอุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 300.15 K	58
22	การเปรียบเทียบค่า $K_{OL}a$ จากผลการทดลองกับค่าที่ทำนายด้วยสมการเอ็มพิริคัล (สมการ (3.12) ถึงสมการ(3.13)) สำหรับการระเหยของเบนซีนจากแหล่งน้ำที่สภาวะความเร็วรอบ เปลี่ยนในช่วง 0-470 rpm และอุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ 315.15 K	58
23	แสดงอัตราส่วนของสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลเชิงปริมาตรของฟิล์มของเหลวที่ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวต่างๆ	62
24	ร้อยละการลดลงของสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลเชิงปริมาตรของฟิล์มของเหลวที่ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวต่างๆ	63
25	แสดงอัตราส่วนของสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลเชิงปริมาตรของฟิล์มแก๊สที่ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวต่างๆ	64
26	ร้อยละการลดลงของสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลเชิงปริมาตรของฟิล์มแก๊สที่ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวต่างๆ	66

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
27	เปรียบเทียบ k_La ของโทลูอีนที่มีความเร็วรอบของการกวนอยู่ในช่วง 0-260 rpm สำหรับกรณีที่เติมและไม่เติม SDS	68
28	เปรียบเทียบ k_Ga ของเมทานอลที่มีความเร็วรอบของการกวนอยู่ในช่วง 0-260 rpm สำหรับกรณีที่เติมและไม่เติม SDS	69
29	สารละลายเมทานอลมาตรฐาน	77
30	สารละลายอะซีโตนมาตรฐาน	77
31	สารละลาย MEK มาตรฐาน	78
32	สารละลายเบนซีนมาตรฐาน	78
33	สารละลายโทลูอีนมาตรฐาน	79

ตัวย่อและสัญลักษณ์

ตัวย่อ

A_r = พื้นที่ผิวน้ำ , acres

a = พื้นที่ของการระเหย , m^2

a_A , a_G , a_L = ค่าคงที่

b_A , b_G , b_L = ค่าคงที่

$C_{G,t}$ = ความเข้มข้นของ VOC ในวัฏภาคแก๊สที่เวลา t , mol m^{-3}

C_i = ความเข้มข้นของสารประกอบ i ในของเหลว

$C_{L,0}$ = ความเข้มข้นของVOC ในวัฏภาคของเหลวที่เวลาเริ่มต้น , mol m^{-3}

$C_{L,avg}$ = ความเข้มข้นของ VOC แบบเฉลี่ยในแหล่งน้ำ , mol m^{-3}

$C_{L,f}$ = ความเข้มข้นของVOCในวัฏภาคของเหลวที่เวลาสุดท้าย , mol m^{-3}

$C_{L,t}$ = ความเข้มข้นของ VOC ในวัฏภาคของเหลวที่เวลา t , mol m^{-3}

c_L,c_G = ค่าคงที่

D_{AB} = การแพร่ของสาร A ในตัวทำละลาย B , $m^2 s^{-1}$

D = สัมประสิทธิ์การแพร่ของโมเลกุล , $m^2 s^{-1}$

D_G,D_L = สัมประสิทธิ์การแพร่ของโมเลกุลในวัฏภาคแก๊สและแหล่งน้ำตามลำดับ , $m^2 s^{-1}$

D_R = เส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัด , m

$D_{i\text{-}air}$ = สัมประสิทธิ์การแพร่ของสารประกอบ i ในอากาศ

$D_{methanol\text{-}air}$ = สัมประสิทธิ์การแพร่ของสารประกอบเมทานอลในอากาศ , $cm^2 s^{-1}$

$D_{toluene\text{-}water}$ = สัมประสิทธิ์การแพร่ของสารประกอบโทลูอีนในน้ำ , $cm^2 s^{-1}$

$D_{VOC\text{-}gas}$ = สัมประสิทธิ์การแพร่ของ VOC ในวัฏภาคแก๊ส , $cm^2 s^{-1}$

$D_{VOC\text{-}Liquid}$ = สัมประสิทธิ์การแพร่ของ VOC ในวัฏภาคของเหลว , $cm^2 s^{-1}$

$D_{VOC,ref\text{-}gas}$ = สัมประสิทธิ์การแพร่ของ VOCอ้างอิงในวัฏภาคแก๊ส , $cm^2 s^{-1}$

$D_{VOC,ref\text{-}liquid}$ = สัมประสิทธิ์การแพร่ของVOC อ้างอิงในวัฏภาคของเหลว, $cm^2 s^{-1}$

$D_{VOCs\text{-}air}$ = สัมประสิทธิ์การแพร่ของVOCในอากาศ , $cm^2 s^{-1}$

$D_{VOCs\text{-}water}$ = สัมประสิทธิ์การแพร่ของVOCในแหล่งน้ำ , $cm^2 s^{-1}$

d = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ aerator

d_p = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหยดของของเหลว

Fr = Froude number (ไม่มีหน่วย)

$f(kT/\varepsilon_{AB})$ = collision function

G = velocity gradient , s^{-1}

g = ค่าคงที่เนื่องจากแรงโน้มถ่วง (Gravitational constant)

H = ค่าคงที่เฮนรี่ , atm $m^3 mol^{-1}$

J = อัตราการถ่ายโอนออกซิเจนของ aerator = 3 lb O_2/hr-hp

K_{OL} = สัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลรวมเมื่อเทียบกับวัฏภาคของเหลว , $m\ s^{-1}$

$K_{OL}a$ = สัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลเชิงปริมาตร , $m^3\ s^{-1}$

k = Boltzmann's constant , $m\ s^{-1}$

k_Ga = สัมประสิทธิ์ฟิล์มแก๊ส , $m^3\ s^{-1}$

k_LA_C = สัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลในท่อ , $L\ min^{-1}$

k_La = สัมประสิทธิ์ฟิล์มของเหลว , $m^3\ s^{-1}$

$k_{L,aerated}$ = สัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลในวัฏภาคของเหลวสำหรับ aerated surface, lbmol/ft^2hr

$k_G(VOC)$ = สัมประสิทธิ์ฟิล์มแก๊สของ VOC , $m\ s^{-1}$

$k_L(VOC)$ = สัมประสิทธิ์ฟิล์มของเหลวของ VOC , $m\ s^{-1}$

$k_G(VOC,ref)$ = สัมประสิทธิ์ฟิล์มแก๊สของ VOC อ้างอิง , $m\ s^{-1}$

$k_L(VOC,ref)$ = สัมประสิทธิ์ฟิล์มของเหลวของ VOC อ้างอิง , $m\ s^{-1}$

L = ความยาวของเพลทบาง , m

M_A, M_B = น้ำหนักโมเลกุลของสาร A และสาร B ตามลำดับ , $g\ mol^{-1}$

M_{VOC} = น้ำหนักโมเลกุลของ VOC , $g\ gmol^{-1}$

$M_{VOC,ref}$ = น้ำหนักโมเลกุลของ VOC อ้างอิง , $g\ gmol^{-1}$

MW_L = น้ำหนักโมเลกุลของของเหลว , $g\ gmol^{-1}$

MW_{VOC} = น้ำหนักโมเลกุลของ VOC , $g\ gmol^{-1}$

N = ความเร็วรอบ , rps

N_p = Power number (ไม่มีหน่วย)

n = สัมประสิทธิ์ (coefficient)

P_o = กำลังที่ให้แก่ชุดกวน , hp

p_t = ความดันสัมบูรณ์ , bar

R = ค่าคงที่สากลแก๊ส (Universal gas constant) , atm $m^3 mol^{-1} K^{-1}$

$R_{VOCs,t}$ = อัตราการระเหยของ VOCs ที่เวลา t , mol s^{-1}

Re = เลข Renolds (ไม่มีหน่วย)

r_{AB} = molecular separation of collision , ^0A

Sc = เลข Schmidt (ไม่มีหน่วย)

$Sc_{VOC\text{-}gas}$ = ตัวเลขของ Schmidt ในวัฏภาคแก๊ส (ไม่มีหน่วย)

$Sc_{VOC\text{-}Liquid}$ = ตัวเลขของ Schmidt ในวัฏภาคของเหลว (ไม่มีหน่วย)

T = อุณหภูมิของน้ำ , K

t = เวลาที่ใช้ , s

t_f = เวลาสุดท้ายสำหรับการระเหย , s

$U_{average}$ = ความเร็วลมเฉลี่ยเหนือผิวน้ำ , m s^{-1}

U_{10} = ความเร็วลมเหนือระยะผิวน้ำ 10 เมตร , m s^{-1}

U_δ = ความเร็วลมเหนือผิวน้ำ , ft s^{-1}

U_∞ = ความเร็วลม , m s^{-1}

U^* = friction velocity , m s^{-1}

V = ปริมาตรของสารละลาย , m^3

v_A = solute molal volume at normal boiling point , $cm^3\ mol^{-1}$

สัญลักษณ์

δ_G , δ_L = ความหนาของชั้นฟิล์ม , m

τ = average residence time for an element in the interface , s

μ_G , μ_L = ความหนืดของสารในวัฏภาคแก๊สและวัฏภาคของเหลวตามลำดับ

ρ_G , ρ_L = ความหนาแน่นของสารในวัฏภาคแก๊สและวัฏภาคของเหลวตามลำดับ

ω = ความเร็วรอบของ aerator

ν = kinematic viscosity , $m^2 s^{-1}$

ε_{AB} = energy of molecular attraction