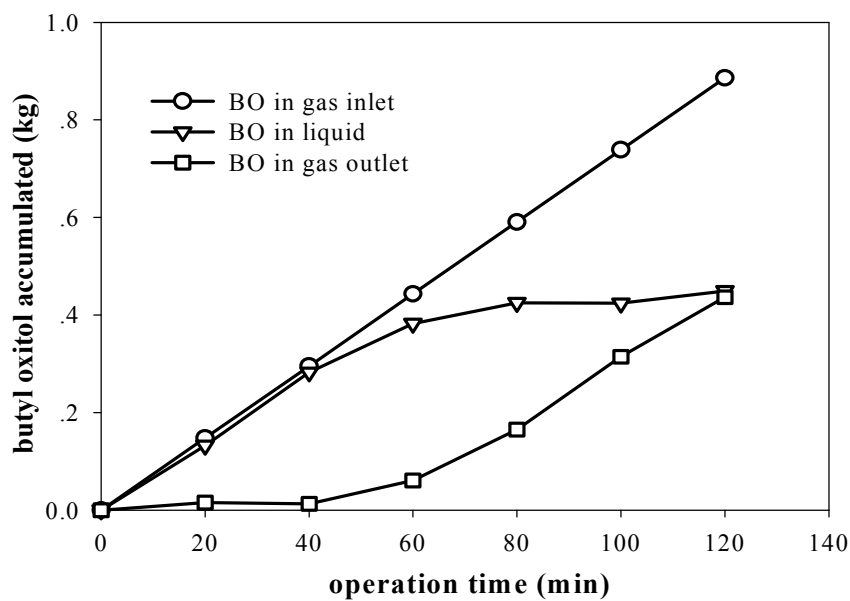




(ฉ)

รูปที่ 4.8 การสะสมของ butyl oxitol ในก๊าซและของเหลว

(ก)-(ค) อัตราการไหลก๊าซขาเข้า 14.29 m³/h อุณหภูมิของน้ำ 30, 40 และ 50°C

(ง)-(ฉ) อัตราการไหลก๊าซขาเข้า 17.96 m³/h อุณหภูมิของน้ำ 30, 40 และ 50°C

(ช)-(ฉ) อัตราการไหลก๊าซขาเข้า 20.00 m³/h อุณหภูมิของน้ำ 30, 40 และ 50°C

เมื่อพิจารณาการสะสมของ butyl oxitol ที่อัตราการไหล 20.0 m³/h รูปที่ 4.8 (ช)-(ฉ) อัตราการไหลก๊าซขาเข้า 20.0 m³/h อุณหภูมิของน้ำ 30, 40 และ 50°C จะเห็นได้ว่าที่อุณหภูมิ 30°C มีการสะสมของ butyl oxitol ในน้ำมากที่สุดและปล่อยไอระเหย butyl oxitol ออกมาน้อยที่สุด ประมาณ 0.13 kg และจะเริ่มมี butyl oxitol ออกมาที่ช่วงเวลา 100-120 นาที เมื่อเปรียบเทียบกับเวลาในการดำเนินงานเดียวกันคือ 100-120 นาที ที่อุณหภูมิสูงขึ้นที่ 40 และ 50°C พบว่าประมาณไอระเหยของ butyl oxitol จะออกมากับกระแสก๊าซมากขึ้น 0.15 และ 0.3 kg แต่ที่อุณหภูมิ 40 และ 50°C ไอระเหยของ butyl oxitol จะเริ่มออกมาตั้งแต่วันที่ 60 และ 40 ตามลำดับ เนื่องจากสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอัตราการไหลของก๊าซขาเข้า ดังแสดงในสมการที่ 4.2 ดังนั้นที่อัตราการไหลของก๊าซขาเข้าสูงจะมีการถ่ายเทมวลระหว่างก๊าซกับของเหลวมากกว่าที่อัตราการไหลต่ำ

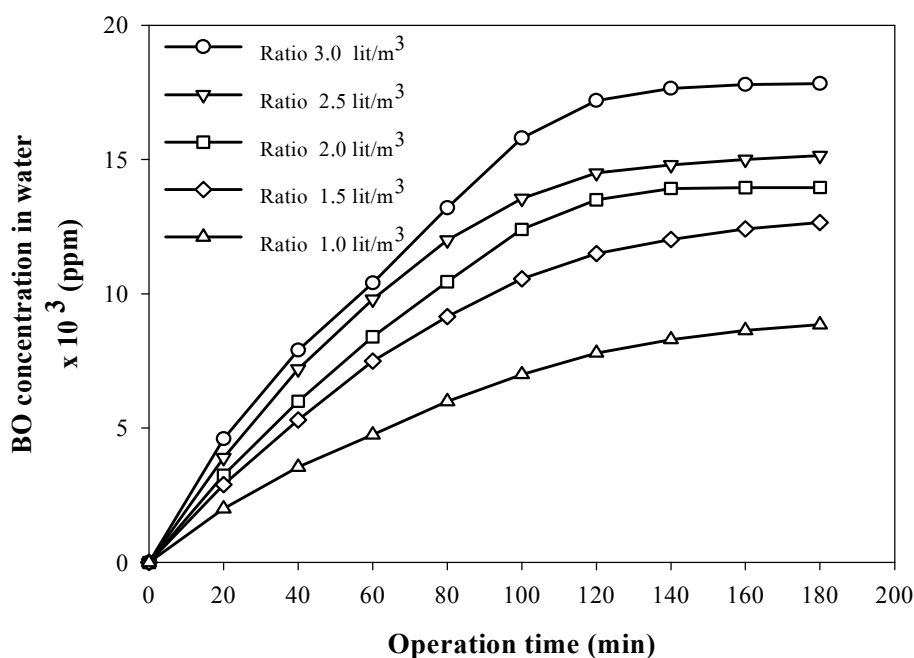
สำหรับที่อัตราการไหลอื่นๆ ก็มีแนวโน้มเป็นไปในทำนองเดียวกันคือที่อุณหภูมิต่ำจะมีไอระเหย butyl oxitol ออกมาจากหอสเปรย์น้อยและใช้เวลามากกว่าที่อุณหภูมิสูงขึ้น และเมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิของน้ำเท่ากันคือ 30°C และที่อัตราการไหลต่างกัน พบว่าที่อัตราการไหล 20.0 m³/h จะมี

ไอระเหย butyl oxitol ออกมาที่เวลาประมาณ 100-120 นาที ซึ่งใช้สามารถดำเนินการได้นานกว่าที่ อัตราการไหล 17.96 และ 14.29 m³/h คือ 60-80 และ 40-60 นาที ตามลำดับ

4.2.3 ผลของอัตราส่วนระหว่างอัตราการไหลของน้ำกับอัตราการไหลของไอระเหย

(Loading ratio)

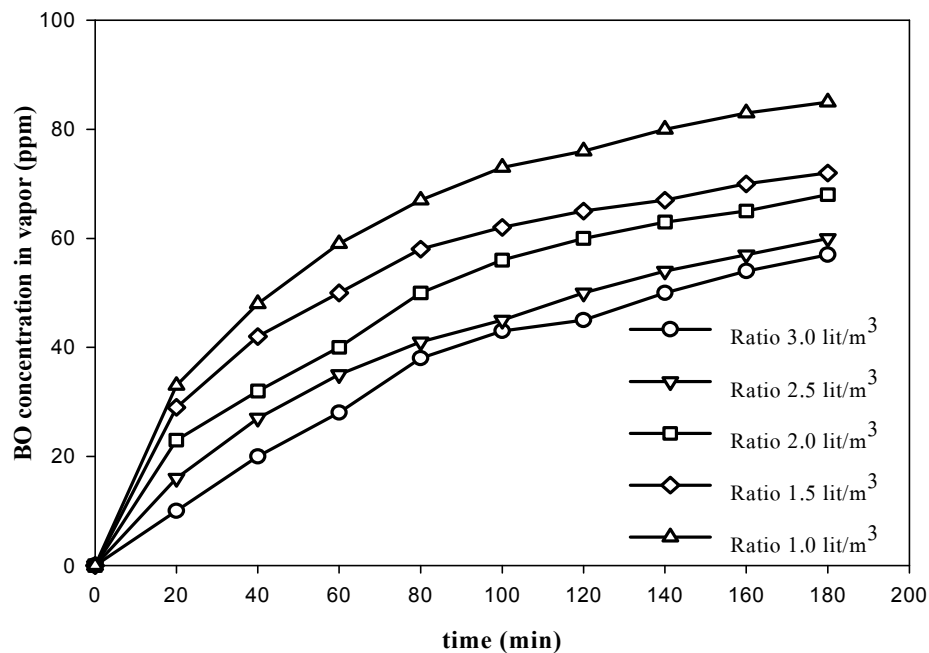
จากการทำการทดลองในโรงงานนั้นได้ทำการทดลองที่อัตราการไหลของน้ำเข้าสู่หอสเปรย์คือ 14.56, 19.65 และ 24.68 m³/h และอัตราการไหลของไอระเหยเข้าคือ 167 m³/min ซึ่งก็คือที่ loading ratio เท่ากับ 1.5, 2.0 และ 2.5 lit/m³ ตามลำดับ ในการทดลองส่วนนี้จึงได้ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองในโรงงานกับในห้องปฏิบัติการ โดยทำการทดลองในห้องปฏิบัติการที่ loading ratio เท่ากับ 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 และ 3.0 lit/m³ ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการแสดงดังรูปที่ 4.9 โดยที่ loading ratio เท่ากับ 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 และ 3.0 lit/m³ จะสามารถดูดกลืน butyl oxitol ได้เท่ากับ 8,800, 12,000, 14,500, 15,000 และ 17,500 ppm ตามลำดับ และจากการที่ทำการทดลองในโรงงาน (รูปที่ 4.3) นั้นพบว่ามีความโน้มเป็นไปในทางเดียวกัน



รูปที่ 4.9 ผลของอัตราส่วนระหว่างอัตราการไหลของน้ำกับอัตราการไหลของไอระเหย (Loading ratio) ต่อความเข้มข้นของ butyl oxitol ในน้ำ

และเมื่อพิจารณารูปที่ 4.10 ผลของอัตราส่วนระหว่างอัตราการไหลของน้ำกับอัตราการไหลของไอระเหย (loading ratio) ต่อความเข้มข้นของ butyl oxitol ในอากาศจากหอสเปรย์ พบว่าที่ loading ratio 1.0 lit/m³ มีไอระเหยออกมาจากหอสเปรย์มากที่สุด ซึ่งสัมพันธ์กับความเข้มข้น butyl

oxitol ในน้ำจากรูปที่ 4.8 คือที่ loading 1.0 lit/m^3 มีความเข้มข้นของ butyl oxitol ในน้ำต่ำสุด และเมื่อเวลาในการดำเนินการเพิ่มขึ้นความเข้มข้นของ butyl oxitol จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรก เนื่องน้ำยังสามารถจับ butyl oxitol ได้ดี จากนั้นความเข้มข้นจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ เนื่องจากความเข้มข้นของน้ำที่ใช้สเปรย์สูงขึ้น ซึ่งจะเป็นอย่างนี้ในทุกๆ การทดลอง จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าที่ loading ratio สูงขึ้น จะเป็นผลทำให้ความสามารถในการดูดกลืนไอระเหยของ butyl oxitol เพิ่มขึ้น เนื่องจากที่ loading ratio สูงขึ้น จะทำให้พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างไอระเหยกับน้ำ (α) มากขึ้น ดังแสดงได้ดังตารางที่ 4.2 เนื่องจากขนาดของหยดของเหลวที่ผ่านหัวสเปรย์ออกมามีค่าลดลง เป็นผลทำให้อัตราการถ่ายมวลระหว่างวัฏภาคก๊าซและของเหลวมีค่ามากขึ้น ซึ่งก็คือโมเลกุลของ butyl oxitol สามารถเคลื่อนผ่านไปยังน้ำได้มากขึ้นทำให้ที่ loading ratio สูงจึงสามารถจับ butyl oxitol ได้มากขึ้นนั่นเอง



รูปที่ 4.10 ผลของอัตราส่วนระหว่างอัตราการไหลของน้ำกับอัตราการไหลของไอระเหย (Loading ratio) ต่อความเข้มข้นของ butyl oxitol ในอากาศขาออกจากหอสเปรย์

แม้ว่าที่ loading ratio เท่ากับ 3.0 lit/m^3 จะสามารถจับไอระเหย butyl oxitol ได้มากที่สุดก็ตาม แต่ก็ไม่ใช่เป็นอัตราส่วนที่ดีที่สุดเนื่องจากว่าในขณะที่ทำการทดลองจะมีละอองน้ำหลุดออกมาทางท่อขาออกของหอสเปรย์เป็นปริมาณมาก เนื่องจากขนาดของหยดของเหลวที่ออกมาจากหัวสเปรย์ที่อัตราการไหลนี้มีขนาดเล็กมากทำให้มีน้ำหนักเบา และปลิวออกไปกับลมได้ซึ่งทำให้เป็นการสูญเสียน้ำไป โดยในการออกแบบหอสเปรย์ส่วนมากจะทำการออกแบบโดยให้อัตราส่วนระหว่างอัตราการไหลของน้ำและอัตราการไหลของไอระเหยอยู่ที่ $0.4\text{-}2.67 \text{ lit/m}^3$ และเมื่อนำข้อมูลนี้มาพิจารณาร่วมกับการ

ทำการทดลองทั้งในห้องปฏิบัติการและการทดลองในโรงงาน จึงสรุปได้ว่าควรให้หอสเปรย์
ดำเนินงานที่ loading ratio เท่ากับ 2.5 lit/m^3 (ความดันของน้ำ 2 kg/cm^2) จึงเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.2 การคำนวณค่า a

Q (ml/min)	τ (s)	V_w (m ³ /s)	D_p (μ m)	$V_D = \pi D_p^3 / 6$ (m ³ /drop)	$n = 4V_w \tau / V_D$ (drops)	V_D (m ³)	$S = n \pi D_p^2$ (m ²)	$V = \pi D^2 h / 4$ (m ³)	$a = S/V$ (m ² /m ³)
320	0.763	5.34E-06	1624	2.24E-09	7267	1.630E-05	0.0602	0.0684	0.8803
468	0.888	7.80E-06	1538	1.90E-09	14545	2.771E-05	0.1081	0.0684	1.5802
620	1.1	1.03E-05	1314	1.19E-09	38151	4.532E-05	0.2069	0.0684	3.0254
740	1.216	1.20E-05	1082	6.63E-10	88002	5.837E-05	0.3237	0.0684	4.7320
845	1.421	1.41E-05	1004	5.30E-10	151242	8.014E-05	0.4790	0.0684	7.0022

4.3 วิเคราะห์และทำนายการทำงานของระบบ wet scrubber

4.3.1 การวิเคราะห์ค่าอัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol

สำหรับการหาอัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol ทั้งในอากาศ และในน้ำนั้น จะใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดลองในข้อที่ 4.2.3 มาวิเคราะห์ โดยเป็นการเปรียบเทียบในระดับโรงงาน และในห้องปฏิบัติการที่ loading ratio 1.0-2.5 lit/m³ ซึ่งมีการวนกลับของน้ำที่ใช้สเปรย์ โดยในการทดลองจะให้ความเข้มข้นของไอระเหยเข้าหอสเปรย์อยู่ที่ 115 ppm หรือ 5.635 x 10⁻⁴ kg/m³ และไอระเหยมีอัตราการไหลเชิงปริมาตรเท่ากับ 0.005 m³/s

จากการทำสมดุลมวลในปริมาตรควบคุม สามารถเขียนสมการได้ดังนี้
สำหรับไอระเหย

$$-r_B = \frac{V_s \frac{dC_B}{dt} - [(V_B C_B)_{in} - (V_B C_B)_{out}]}{V_s} \quad 4.7$$

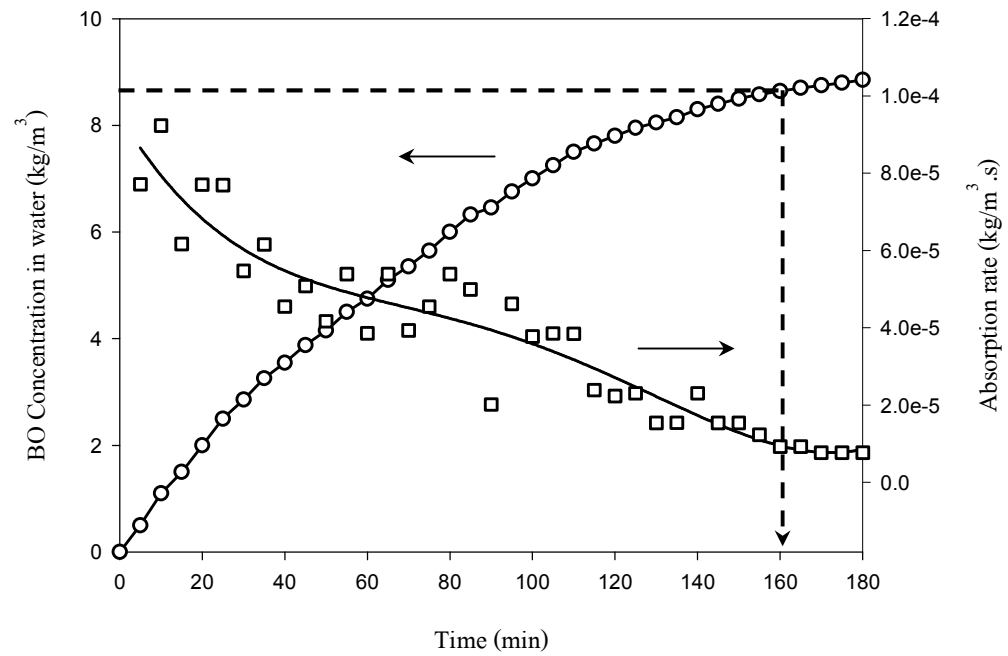
สำหรับน้ำ

$$r_w = \frac{V_D \frac{dC_w}{dt} - [(V_w C_w)_{in} - (V_w C_w)_{out}]}{V_w} \quad 4.8$$

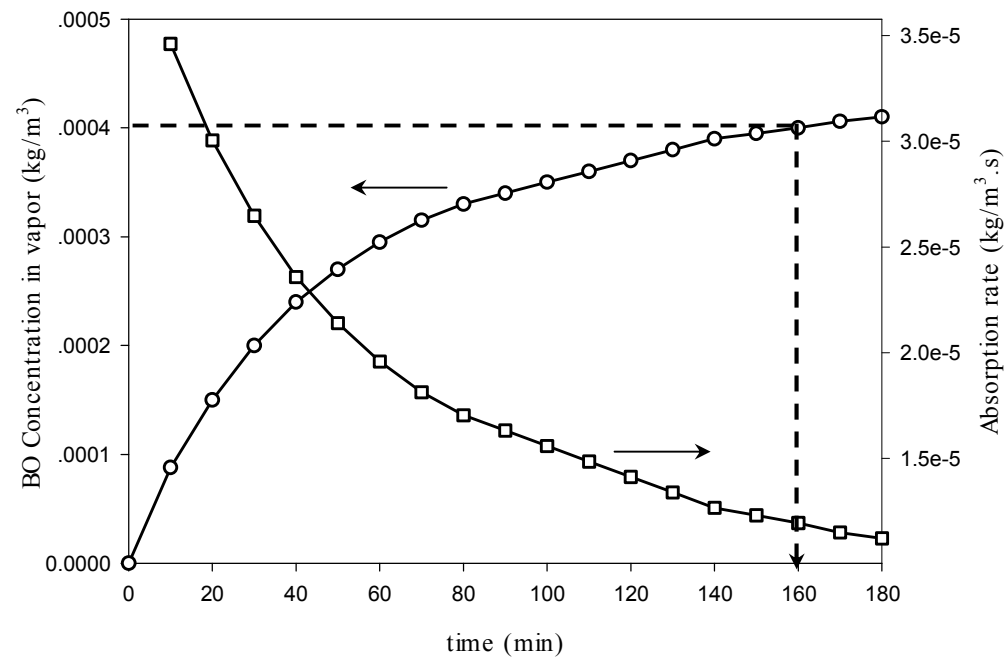
โดย r_B คือ อัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol ในอากาศ ต่อปริมาตรของหอสเปรย์ (kg/m³.s)

r_w คือ อัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol ในน้ำ ต่อปริมาตรของน้ำที่ใช้ (kg/m³.s)

เมื่อเปรียบเทียบอัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol ทั้งในอากาศและในน้ำ จะได้กราฟดังแสดงในรูป 4.11-4.14 สำหรับที่ loading ratio 1.0-2.5 lit/m³ ตามลำดับ จากการทดลองจะเห็นได้ว่า อัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหยจะมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรก และจะค่อยๆ ลดลงอย่างช้าๆ เมื่อเวลาผ่านไป เนื่องจากน้ำสามารถจับ butyl oxitol ได้น้อยลงเมื่อความเข้มข้นของ butyl oxitol มีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งจะมีแนวโน้มเดียวกันในทุกๆ อัตราส่วนและสอดคล้องกับอัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol ในโรงงาน รูปที่ 4.15-4.17

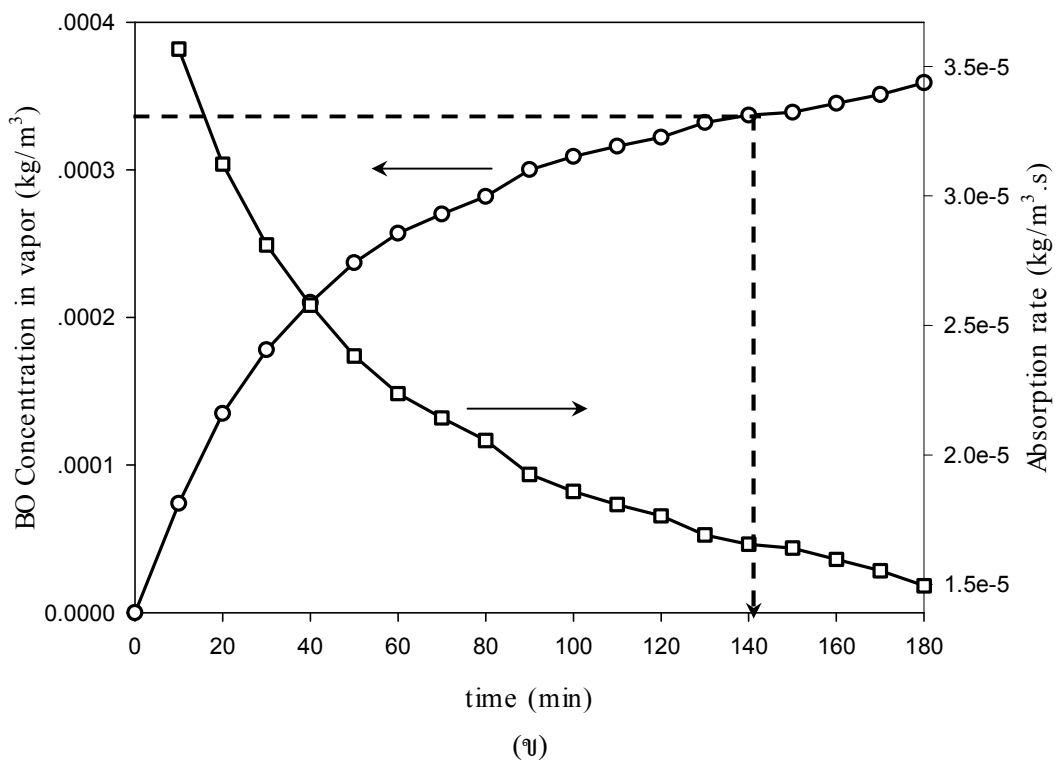
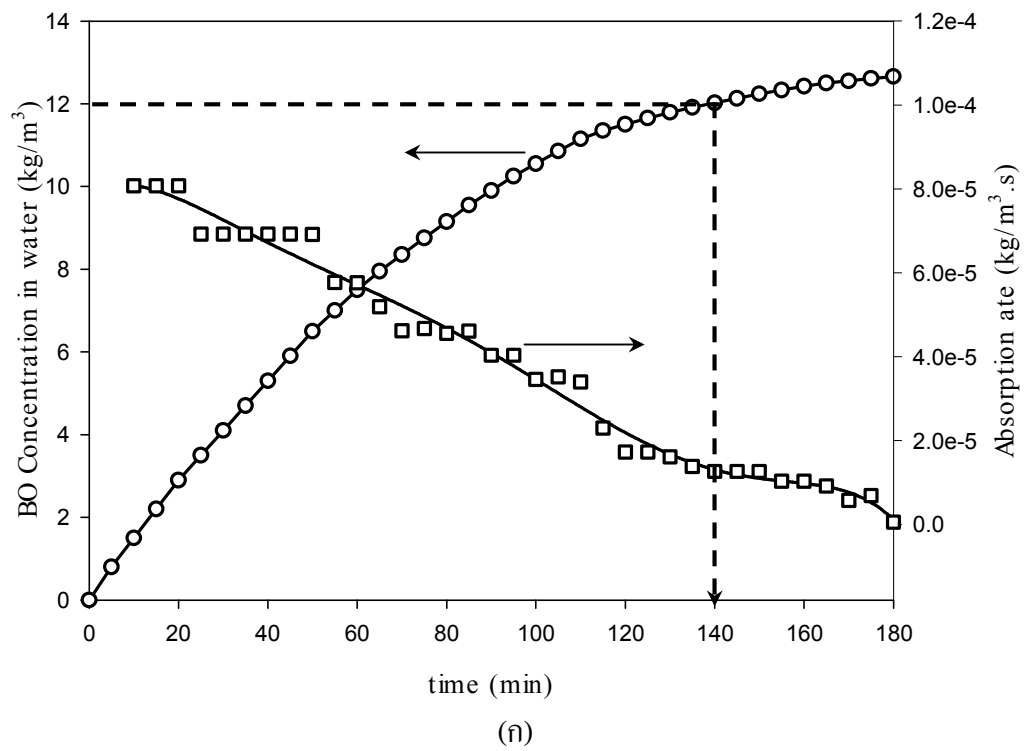


(ก)

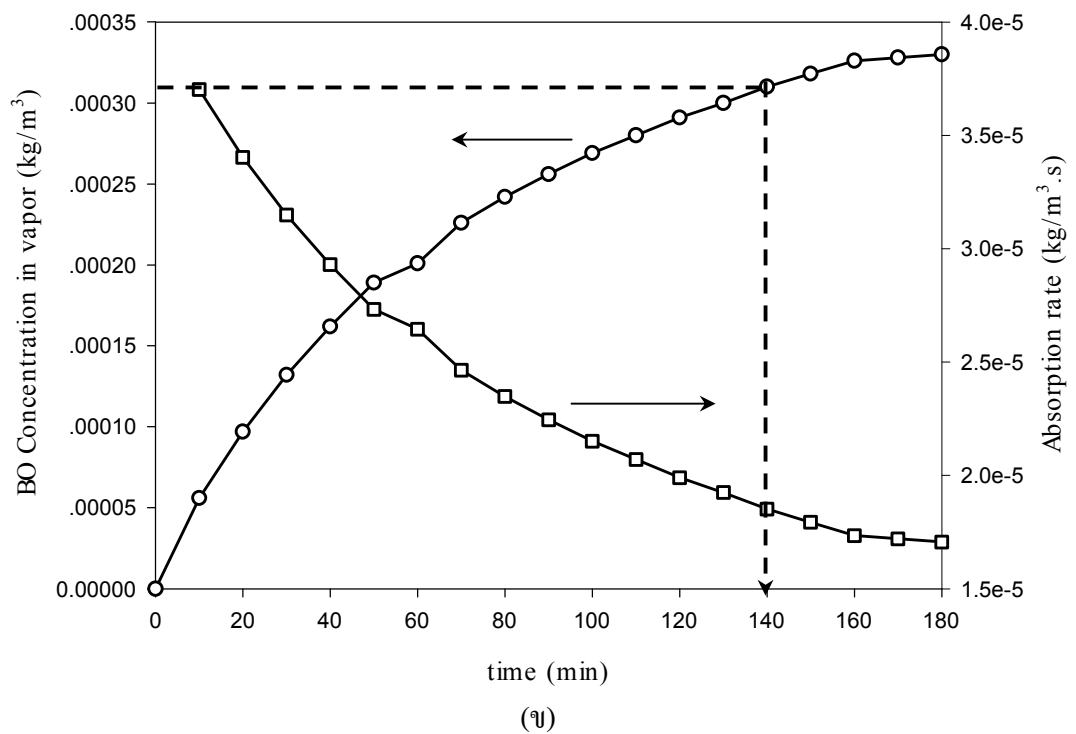
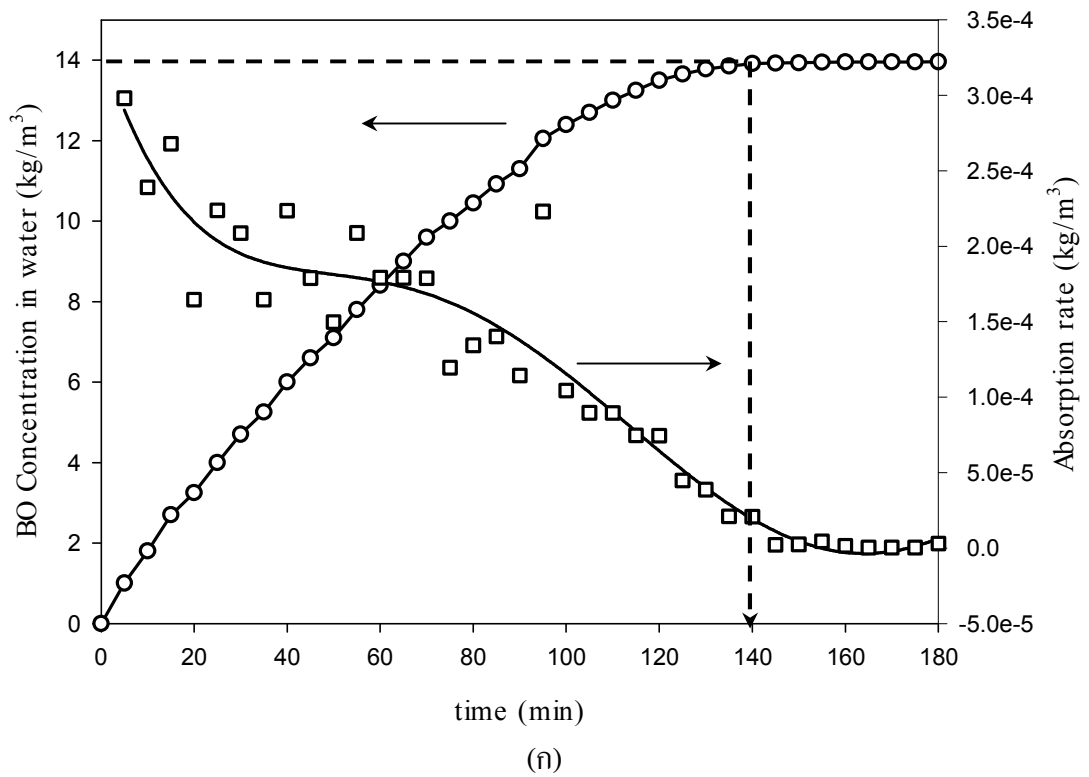


(ข)

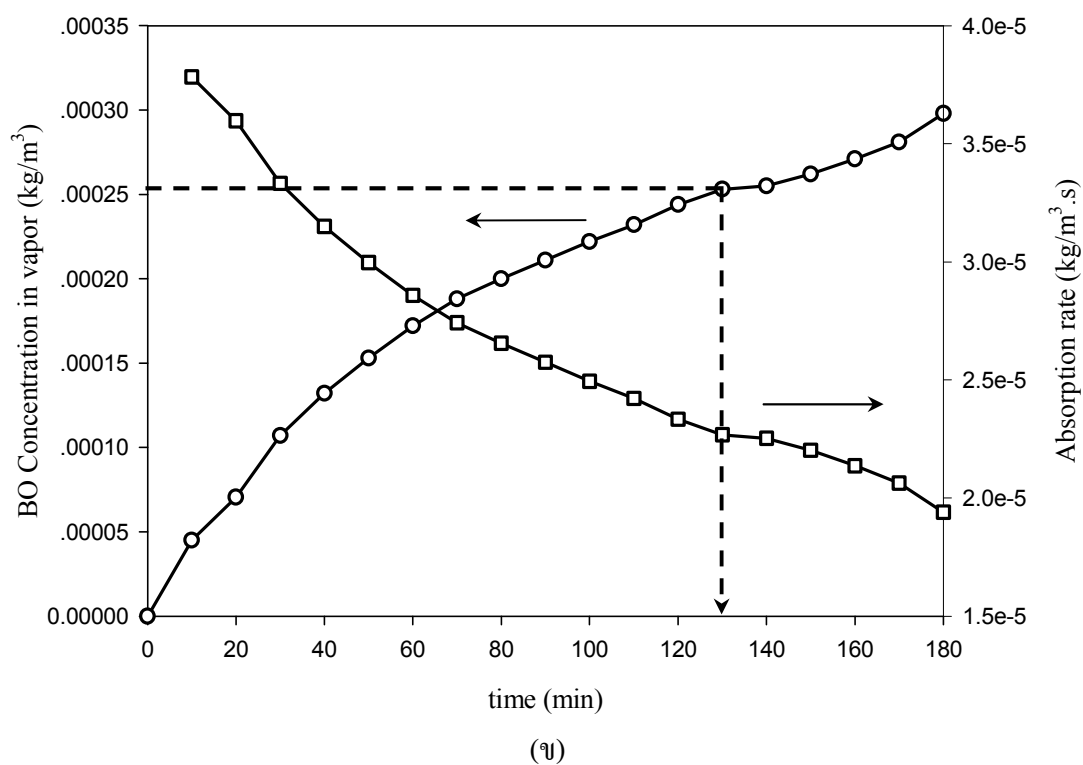
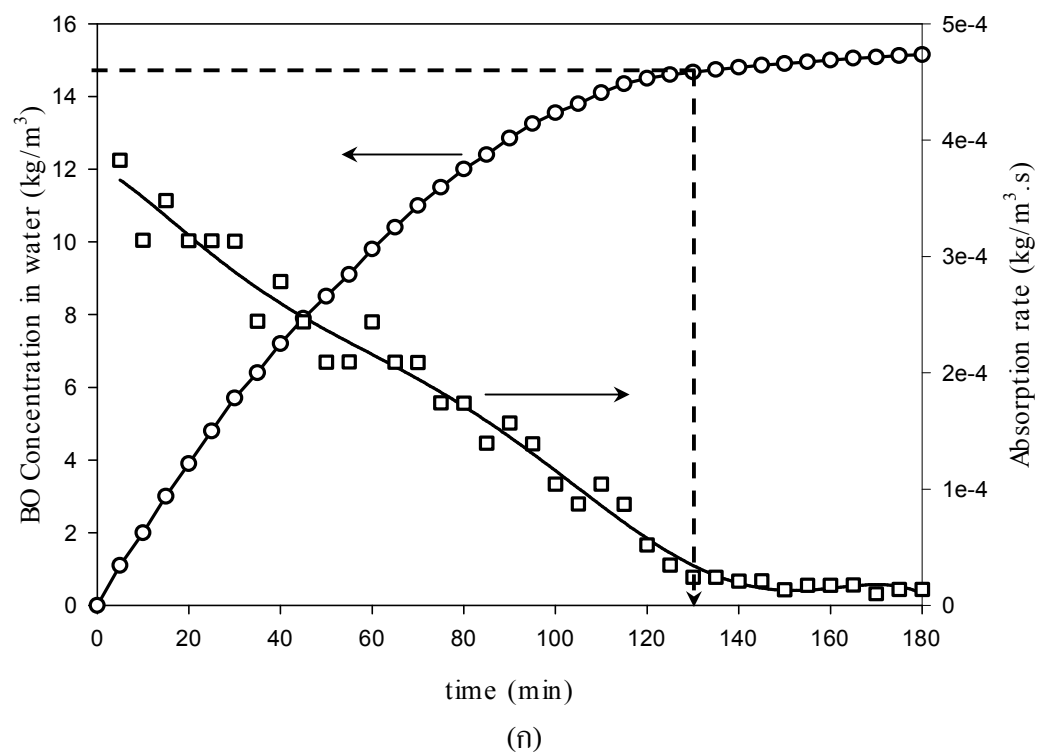
รูปที่ 4.11 อัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหยของ butyl oxitol ที่ loading ratio 1.0 lit/m^3
(ก) น้ำ (ข) ไอระเหย (ข้อมูลในห้องปฏิบัติการ)



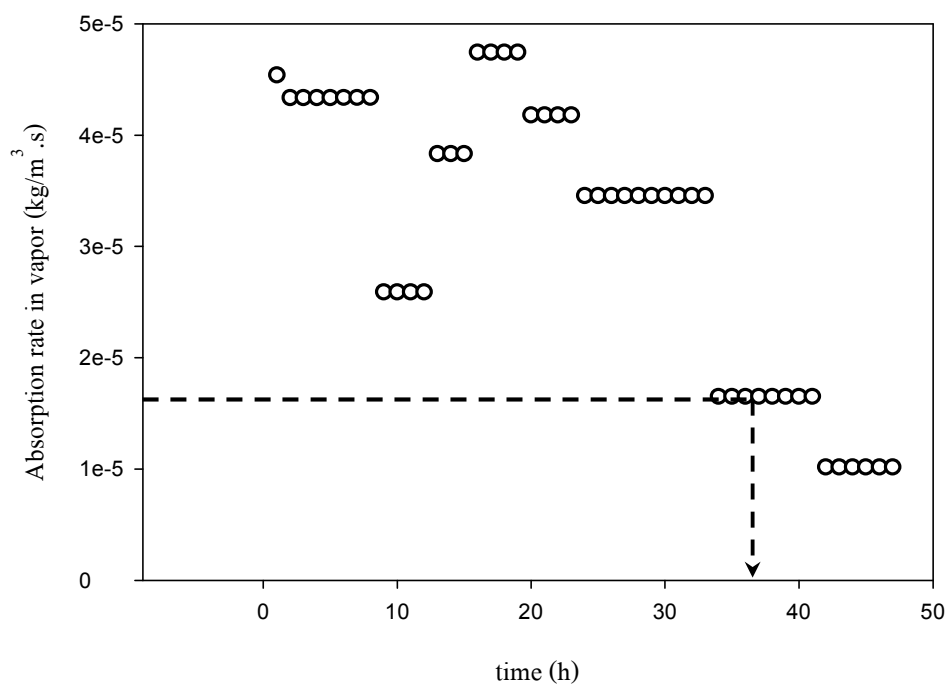
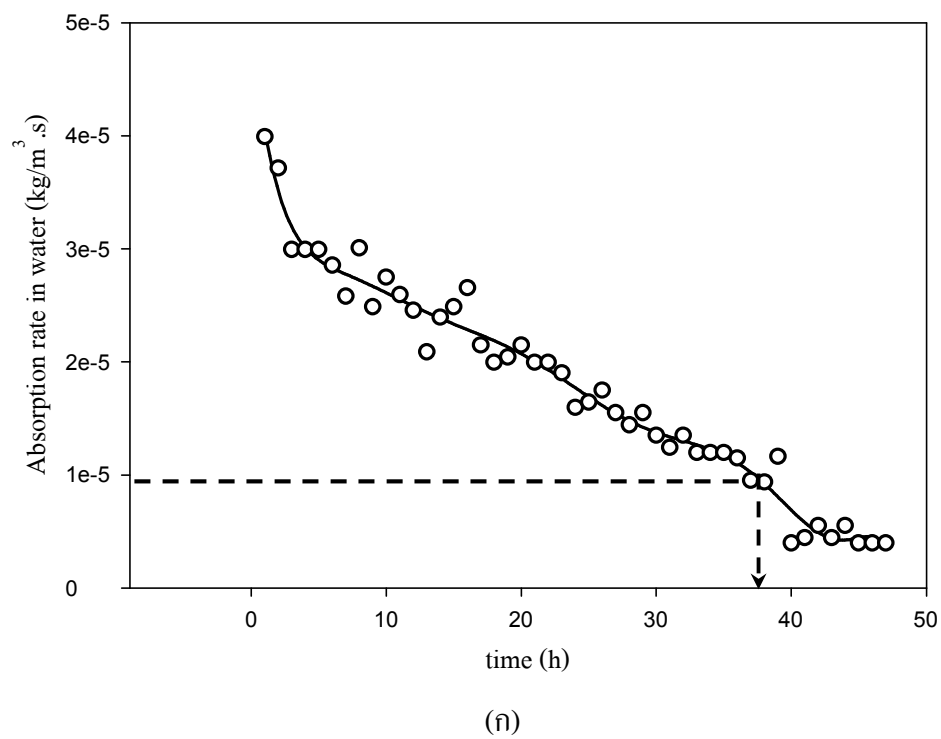
รูปที่ 4.12 อัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหยของ butyl oxitol ที่ loading ratio 1.5 lit/ m^3
 (ก) น้ำ (ข) ไอระเหย (ข้อมูลในห้องปฏิบัติการ)



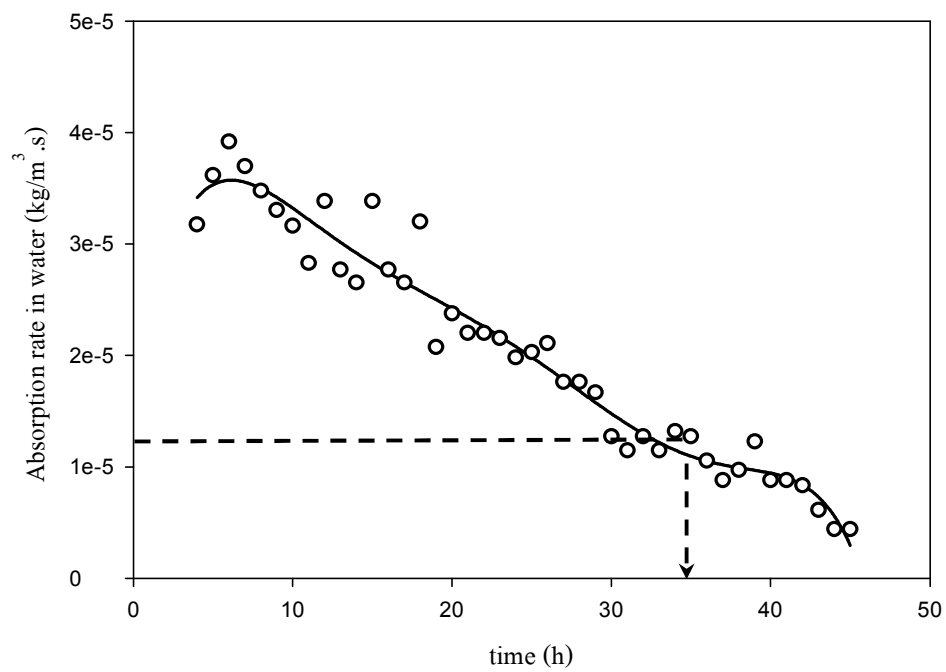
รูปที่ 4.13 อัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหยของ butyl oxitol ที่ loading ratio 2.0 lit/m^3
(ก) น้ำ (ข) ไอระเหย (ข้อมูลในห้องปฏิบัติการ)



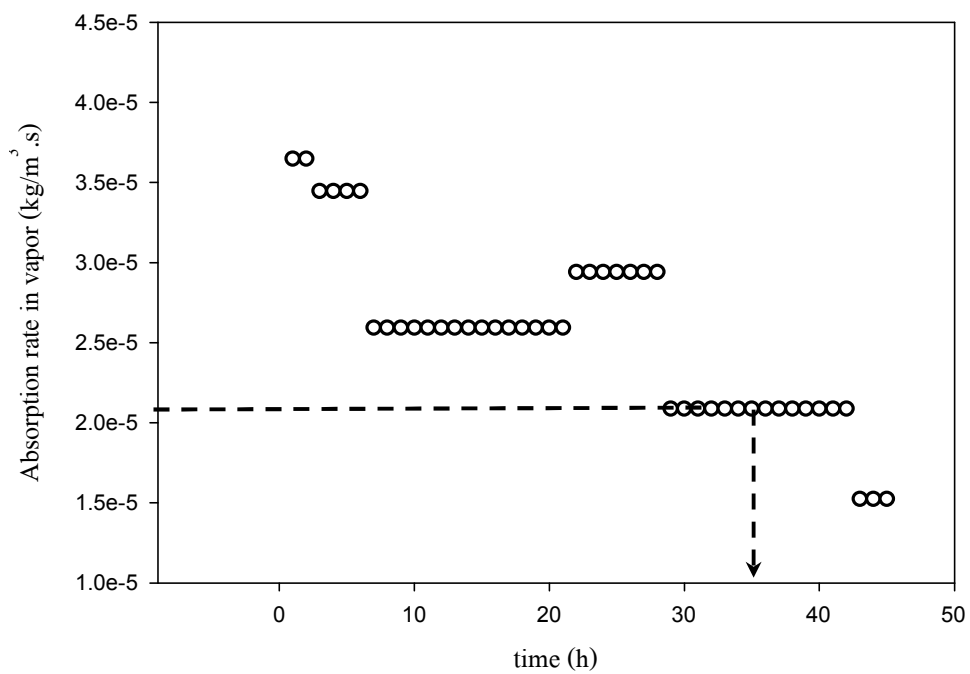
รูปที่ 4.14 อัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหยของ butyl oxitol ที่ loading ratio 2.5 lit/m^3
 (ก) น้ำ (ข) ไอระเหย (ข้อมูลในห้องปฏิบัติการ)



รูปที่ 4.15 อัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหยของ butyl oxitol ที่ loading ratio 1.5 lit/m³
(ก) น้ำ (ข) ไอระเหย (ข้อมูลในโรงงาน)

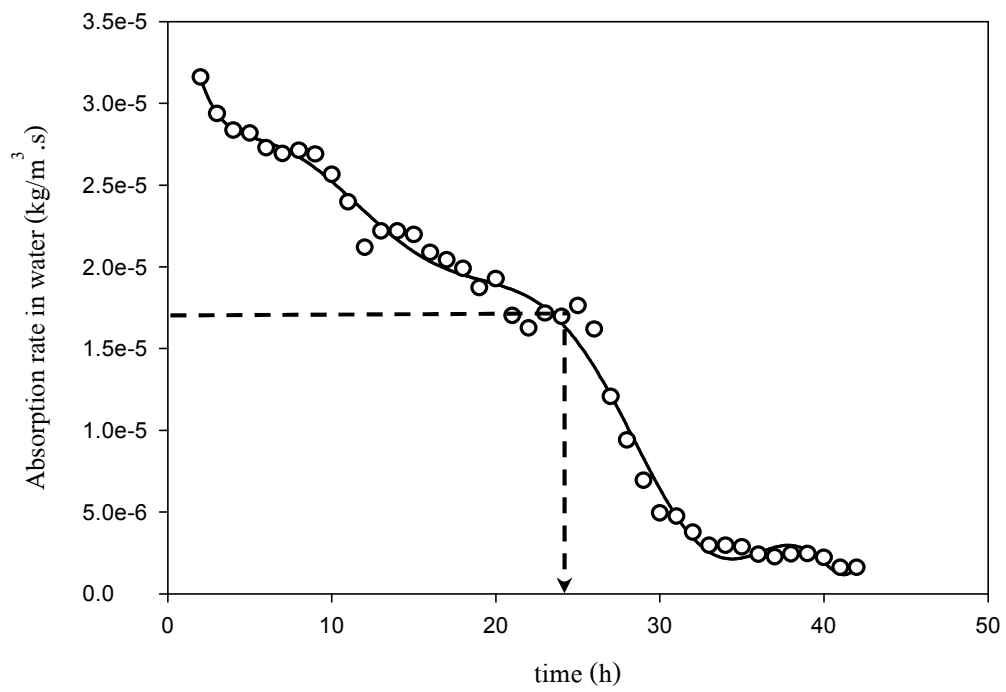


(ก)

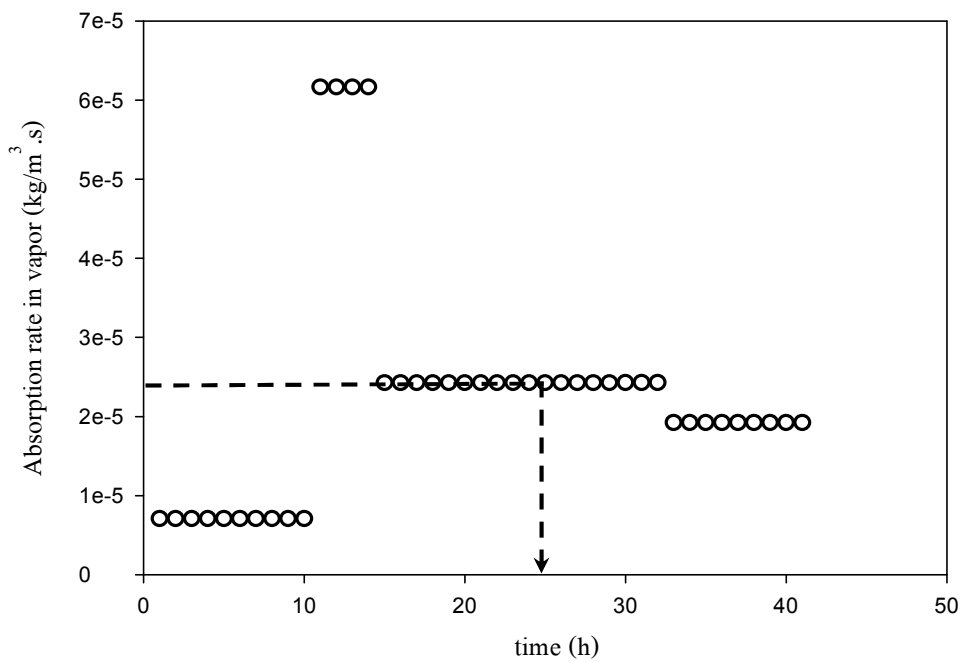


(ข)

รูปที่ 4.16 อัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหยของ butyl oxitol ที่ loading ratio 2.0 lit/m^3
(ก) น้ำ (ข) ไอระเหย (ข้อมูลในโรงงาน)



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.17 อัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหยของ butyl oxitol ที่ loading ratio 2.5 lit/m³
(ก) น้ำ (ข) ไอระเหย (ข้อมูลในโรงงาน)

จากรูปที่ 4.11-4.14 พิจารณาอัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol ในน้ำ เมื่อความเข้มข้นของน้ำเริ่มคงที่ในแต่ละการทดลอง และหาอัตราการดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol ในอากาศได้ที่เวลาเดียวกัน โดยค่าที่หาได้แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 อัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol ในห้องปฏิบัติการ

loading ratio (lit/m ³)	ความเข้มข้น BO ที่เริ่ม คงที่ในน้ำ (ppm)	อัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย (kg/m ³ .s)	
		น้ำ	อากาศ
1.0	8,800	1.20×10^{-5}	1.40×10^{-5}
1.5	12,000	1.60×10^{-5}	1.65×10^{-5}
2.0	14,000	2.10×10^{-5}	1.80×10^{-5}
2.5	15,000	2.50×10^{-5}	2.30×10^{-5}

และในทำนองเดียวกันสำหรับการพิจารณาอัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol ในโรงงาน พิจารณาจากจุดที่อัตราการดูดกลืนเริ่มลดลงอย่างรวดเร็วสำหรับในน้ำ และหาค่าอัตราการดูดกลืนในอากาศที่เวลาเดียวกัน จากรูปที่ 4.15-4.17 โดยค่าที่หาได้แสดงในตารางที่ 4.4

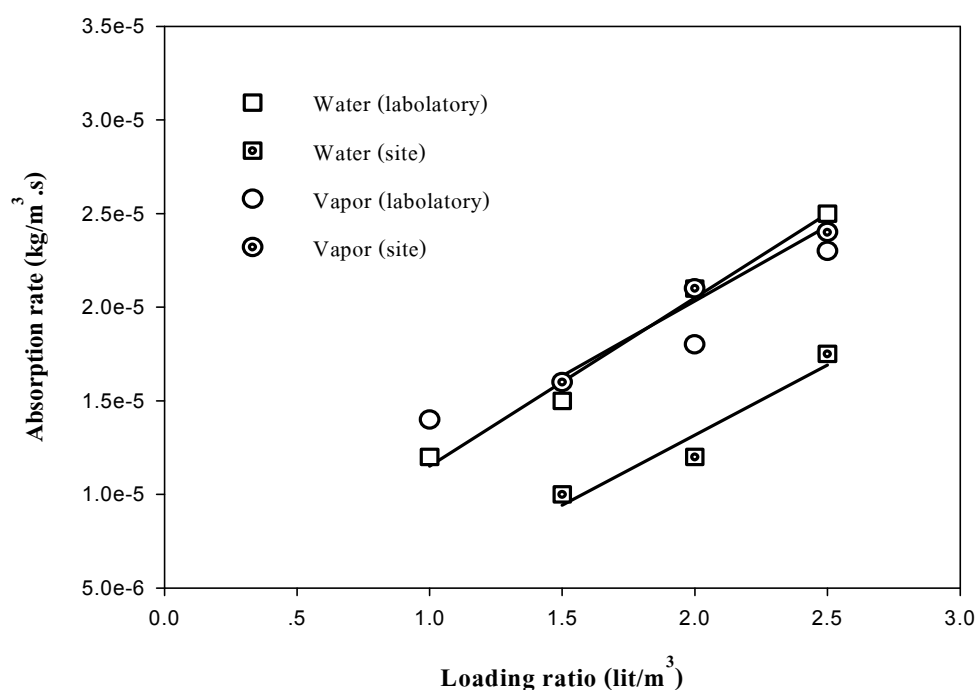
ตารางที่ 4.4 อัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol ในโรงงาน

loading ratio (lit/m ³)	อัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย (kg/m ³ .s)	
	น้ำ	อากาศ
1.5	1.0×10^{-5}	1.6×10^{-5}
2.0	1.2×10^{-5}	2.1×10^{-5}
2.5	1.7×10^{-5}	2.4×10^{-5}

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าที่ความเข้มข้นของ butyl oxitol ในน้ำประมาณ 12,000 ppm น้ำจะเริ่มหมดความสามารถในการจับ butyl oxitol แล้ว ดังนั้นจะใช้เวลาความเข้มข้นตรงจุดนี้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาเวลาในการเปลี่ยนน้ำ ซึ่งจะกล่าวต่อไป

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 4.3 และ 4.4 จะเห็นได้ว่าที่ loading ratio 2.5 lit/m³ จะมีอัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol สูงสุดทั้งในน้ำและในอากาศ และอัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหยจะ

ลดลงตาม loading ratio คือ 2.0, 1.5 และ 1.0 lit/m^3 ตามลำดับ เมื่อนำอัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol โดยพิจารณาทั้งในโรงงานและในห้องปฏิบัติการมาเปรียบเทียบกัน แสดงได้ในรูปที่ 4.18 แสดงให้เห็นว่าอัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหยในอากาศ และในน้ำที่ได้จากการทดลองทั้งในโรงงานจะมีค่าใกล้เคียงกัน และจะแปรผันตามกับ loading ratio เนื่องจากว่าอัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol ในอากาศเป็นการพิจารณาว่า butyl oxitol หายไปเท่าใดเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณ butyl oxitol ที่เข้าหอสเปรย์ และสำหรับการหาอัตราการดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol ในน้ำ เป็นการพิจารณาว่าน้ำสามารถจับ butyl oxitol ไปได้เท่าใด ดังนั้นในทางทฤษฎีแล้วปริมาณ butyl oxitol ที่หายไปจากไอระเหยหรืออากาศ จะมีค่าเท่ากับปริมาณ butyl oxitol ที่น้ำได้รับ



* หมายถึง BO absorption rate ในอากาศคิดเทียบกับปริมาตรของหอสเปรย์ สำหรับ BO absorption rate ในน้ำคิดเทียบกับปริมาตรทั้งหมดของน้ำที่ใช้

รูปที่ 4.18 อัตราเร็วในการดูดกลืน butyl oxitol

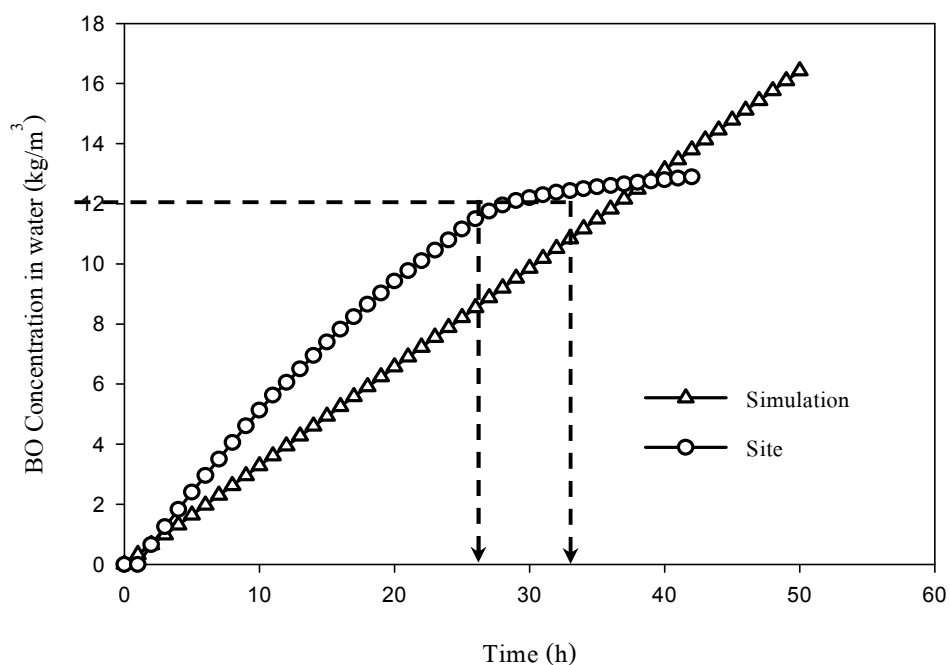
4.3.2 การทำนายสมรรถนะการดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol ของระบบ wet scrubber

จากรูปที่ 4.18 เมื่อนำมาหาอัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol เกลี่ย จะได้อัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหยของ butyl oxitol ในน้ำและอากาศ เท่ากับ 1.89×10^{-5} และ 1.92×10^{-5} $\text{kg/m}^3 \cdot \text{s}$ ที่ loading ratio 2.5 lit/m^3 ตามลำดับ และเมื่อนำมาคำนวณหาความเข้มข้นของ butyl oxitol ที่ออกมาเพื่อหาจำนวนวันที่เหมาะสมในการเปลี่ยนน้ำที่ใช้ในโรงงาน

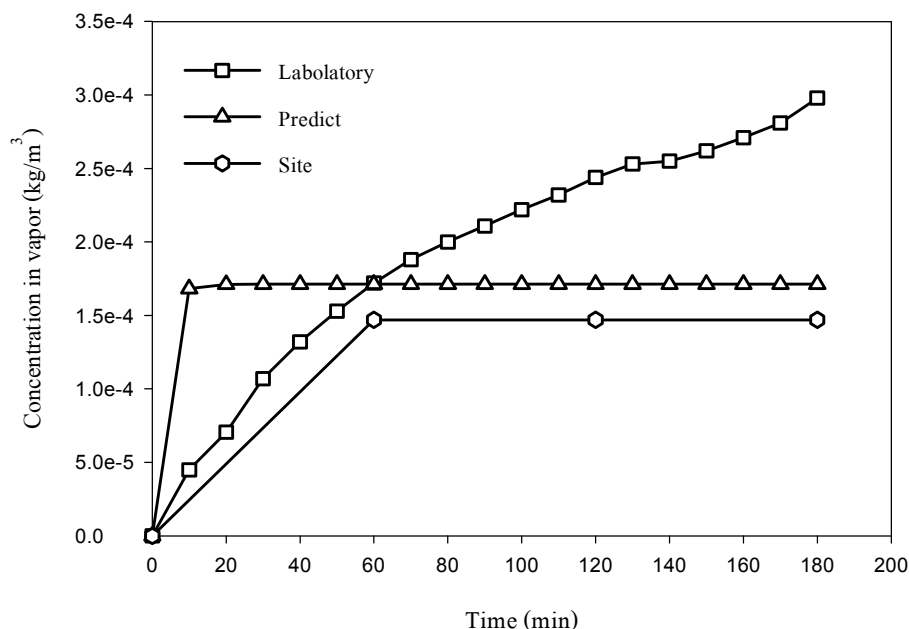
โดยค่าความเข้มข้นที่ทำนายมาจากการตั้งสมมติฐานว่า

1. ความเข้มข้นของไอระเหยขาเข้า เท่ากับ 115 ppm หรือ $5.635 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^3$ (เพื่อที่จะสามารถเปรียบเทียบกับในห้องปฏิบัติการ ($C_{in} = 115 \text{ ppm}$) และในโรงงาน (ข้อมูลในช่วง $C_{in} = 111 \text{ ppm}$) ได้
2. ปริมาณน้ำที่ใช้ (recycle water) 15 m^3 และปริมาณของหอสเปรย์ 57.73 m^3
3. ทำการทดลองที่ loading ratio 2.5 lit/m^3 , อัตราการไหลของน้ำที่ผ่านหัวสเปรย์ $4.62 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ และ อัตราการไหลของไอระเหย $2.78 \text{ m}^3/\text{s}$
4. ความเข้มข้นสูงสุดที่น้ำยังสามารถจับ butyl oxitol ได้ 12,000 ppm หรือ 12 kg/m^3 (จากการวิเคราะห์ในข้อที่ 4.3.1)

ค่าความเข้มข้นที่ทำนายได้ในน้ำและอากาศ แสดงได้ในรูปที่ 4.16 และ 4.17 ตามลำดับ



รูปที่ 4.19 ผลการคำนวณความเข้มข้นจากอัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหยในน้ำเปรียบเทียบกับความเข้มข้นที่ตรวจสอบได้จากโรงงาน



รูปที่ 4.20 ผลการคำนวณความเข้มข้นจากอัตราการดูดกลืนไอระเหยเปรียบเทียบกับความเข้มข้นที่ตรวจสอบได้จากโรงงานและในห้องปฏิบัติการ

จากรูปที่ 4.20 เป็นการเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นที่วัดได้จากโรงงาน ความเข้มข้นที่วัดได้จากห้องปฏิบัติการ และความเข้มข้นที่ทำนายได้จากอัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol ที่หามาได้ข้างต้น จะเห็นได้ว่าความเข้มข้นขาออกจากหอสเปรย์จะอยู่ในช่วงเดียวกัน และค่าที่ได้จากการทำนายเป็นค่าโดยเฉลี่ยระหว่างการทดลองทั้งสอง (โรงงาน และห้องปฏิบัติการ)

จากการคำนวณหาอัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol ในตอนที่แล้วทำให้ทราบความเข้มข้นที่น้ำสามารถจับไอระเหย butyl oxitol ได้สูงสุด ประมาณ 12,000 ppm หรือ 12 kg/m³ จากรูปที่ 4.19 พบว่าความเข้มข้นจากการทำนาย และความเข้มข้นที่วัดได้จริงมีค่าใกล้เคียงกัน และมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน เมื่อพิจารณาพร้อมกับความเข้มข้นสูงสุดที่น้ำสามารถจับ butyl oxitol ได้ จะเห็นว่าใช้เวลา 30 ชั่วโมง ถ้าคิดจากค่าที่โรงงาน และใช้เวลา 37 ชั่วโมง ถ้าคิดจากค่าที่ทำนาย ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงทำให้เห็นว่าถ้าเราทราบปริมาณน้ำที่ใช้ ขนาดของหอสเปรย์ และ loading ratio ต่างๆ เราจะสามารถทำนายเวลาในการดำเนินงานได้จากอัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย และข้อมูลต่างๆ ที่มี

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. จากการทดลองศึกษาการประสิทธิภาพของหอสเปรย์ในการดูดกลืนไอระเหยของ butyl oxitol โดยใช้น้ำเป็นตัวดูดกลืนนั้นสามารถกำจัดไอระเหยของ butyl oxitol ได้ดี ทั้งในระดับโรงงานและในห้องปฏิบัติการ ในระดับโรงงานพบว่าหอสเปรย์มีประสิทธิภาพในการดูดกลืนไอระเหยถึง 100% ในช่วงแรก และจะค่อยๆลดลงเหลือประมาณ 50-60 % หลังจากดำเนินงานไปได้ 5 วัน โดยที่อัตราการไหลของน้ำ $24.68 \text{ m}^3/\text{h}$ หรือที่อัตราส่วน Loading ratio $2.5 \text{ lit}/\text{m}^3$ มีประสิทธิภาพในการดูดกลืนไอระเหยสูงสุด
2. จากตารางที่ 5.1 เมื่อพิจารณาค่า pH ของสารละลายที่ออกมาจากหอสเปรย์พบว่าสารละลายมีค่า pH ประมาณ 6.5-7.5 ซึ่งมีความเป็นกลางจึงไม่ส่งผลต่อการเกิดการกัดกร่อนภายในหอสเปรย์
3. เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นการดูดกลืนไอระเหยของ butyl oxitol ลดลง เนื่องจากเป็นกระบวนการคายความร้อน ซึ่งมีค่า Heat Absorption (ΔH) = $-34.47 \text{ kJ}/\text{mol}$
4. จากการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่าที่อัตราการไหลของก๊าซขาเข้า $20.0 \text{ m}^3/\text{h}$ และที่อุณหภูมิ 30°C เป็นสถานะที่ทำให้หอสเปรย์สามารถจับไอระเหยของ butyl oxitol ได้ดีที่สุด คือ สามารถดำเนินงานได้ประมาณ 2 ชั่วโมง และปริมาณ butyl oxitol ออกมาจากหอสเปรย์เพียง 0.13 kg
5. จากการทำการทดลองเปรียบเทียบความสามารถในการดูดกลืนไอระเหยโดยใช้อัตราส่วน Loading ratio เท่ากับ $1.0\text{-}3.0 \text{ lit}/\text{m}^3$ พบว่าเมื่อ L/G ratio เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความสามารถในการจับไอระเหยเพิ่มขึ้นโดยที่อัตราส่วน 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 และ $3.0 \text{ lit}/\text{m}^3$ มีความเข้มข้น butyl oxitol ในน้ำ ประมาณ 8.8×10^3 , 12×10^3 , 14×10^3 , 15×10^3 และ $17.5 \times 10^3 \text{ ppm}$ ตามลำดับ และความเข้มข้นในไอระเหย ประมาณ 85, 70, 65, 60 และ 50 ppm ตามลำดับ และความเข้มข้นสูงสุดโดยเฉลี่ยที่น้ำยังสามารถจับไอระเหย butyl oxitol ได้คือ $12,000 \text{ ppm}$ หรือ $12 \text{ kg}/\text{m}^3$
6. จากการคำนวณค่าอัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol ทั้งในอากาศ และน้ำ ที่อัตราส่วน Loading ratio เท่ากับ 1.0, 1.5, 2.0 และ $2.5 \text{ lit}/\text{m}^3$ จะได้อัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหยของ butyl

oxitol ในน้ำ เท่ากับ 1.2×10^{-5} , 1.6×10^{-5} , 2.1×10^{-5} และ 2.5×10^{-5} kg/m³.s ตามลำดับ สำหรับในอากาศ เท่ากับ 1.4×10^{-5} , 1.65×10^{-5} , 1.8×10^{-5} และ 2.3×10^{-5} kg/m³.s ตามลำดับ

7. เวลาที่เหมาะสมในการเปลี่ยนน้ำคือเปลี่ยนน้ำ 3-4 วันต่อ 1 ครั้ง ทั้งนี้ขึ้นกับความเข้มข้นของไอระเหย butyl oxitol ที่เข้าสู่หอสเปรย์ด้วย โดยน้ำที่ใช้ในระบบ คือ 15 m³ และที่อัตราการไหลน้ำเข้า 24.68 m³/h (ความดันของน้ำ 2 kg/cm²) หรือ Loading ratio 2.5 lit/m³ โดยสามารถหาอัตราเร็วในการดูดกลืนเฉลี่ยทั้งในโรงงาน และห้องปฏิบัติการ สำหรับในน้ำ และในอากาศ ได้เท่ากับ 1.89×10^{-5} และ 1.92×10^{-5} kg/m³.s ซึ่งเป็นสภาวะที่มีการถ่ายเทมวลของ butyl oxitol มากและหอสเปรย์มีประสิทธิภาพสูง และน้ำที่ใช้สเปรย์ควรมีอุณหภูมิไม่เกิน 40°C

ตารางที่ 5.1 ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบหอสเปรย์ ณ บริษัท สหธารวัฒน์ จำกัด

Gas molar Flux (G) (kmol/m ² s)	Liquid Molar Flux (L) (kmol/m ² s)	Liquid Temperature (°C)	Gas Temperature (°C)		$K_g a$	ประสิทธิภาพการดูดกลืน (%)	pHของสารละลาย
			inlet	outlet			
1580.52	125.40	34-36	84-88	32-34	900-346	100-73	6.91-7.21
	99.84	34-36	82-88	32-34	761-210	100-55	6.81-7.13
	73.98	34-36	80-86	32-34	819-85	100-30	7.03-7.64

ข้อเสนอแนะสำหรับหอสเปรย์ของ บริษัท สหธารวัฒน์ จำกัด

1. ควรมีการควบคุมและดูแลการทำงานของหอสเปรย์ และควรทำความสะอาดบริเวณภายในตัวหอสเปรย์เป็นประจำ
2. ควรมีระบบป้องกัน หรือบำบัดกลิ่นที่เกิดจากแลคเกอร์ที่ใช้ในกระบวนการอบโลหะ
3. ควรสร้างฝาปิดบ่อพักน้ำ เพื่อป้องกันการระเหยของ butyl oxitol กรณีที่เกิดฝนตกอาจทำให้น้ำที่ปนเปื้อน butyl oxitol ล้นออกมาได้ ซึ่งเป็นเหตุให้บริเวณโรงงานเกิดความสกปรกได้
4. อาจมีการปรับปรุงระบบการทำงาน หรือขนาดของหอสเปรย์เพื่อนำไปใช้กับโรงงานอุตสาหกรรมอื่นๆไป

เอกสารอ้างอิง

1. Schrauwen, F.J.M. and Thoenes, D., 1998, "Selective Gas Absorption in a Cyclone Spray Scrubber", **Chemical Engineering Science**, Vol. 43, No. 8, pp. 2189-2194.
2. Nonhebel, G., 1972, "Gas Purification Process for Air Pollution Control", Butterworth, London, pp. 73-109.
3. รัตนา จิระรัตนานนท์, 2538, การถ่ายเทมวล, พิมพ์ครั้งที่ 1 , ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
4. Badger and Barchero, 1955, "Introduction of Chemical Engineering : Gas Absorption", **Asian Students ed.**, McGraw-Hill, New York, pp. 113-130.
5. Lewis, W.K. and Whitman, W.G., 1924, "Principles of Gas Absorption", **Industrial and Engineering Chemistry**, Vol. 16, No. 12, pp. 1215-1220.
6. Brooks, P.E. and Akzo Nobel, 2001, "Removing VOCs from Groundwater", **Environmental Technology**, Available : <http://www.environmentalindustry.com/et/archives/0398/398rv.htm> [2001, April 25]
7. Izumi Taniguchi, Yusuke Takamura and Koichi Asano, 1997, "Experimental Study of Gas Absorption with Spray Tower", **Journal of Chemical Engineering of Japan**, Vol. 30, No. 3, pp. 427-433.
8. Schrauwen, F.J.M. and Thoenes, D., 1998, "Selective Gas Absorption in a Cyclone Spray Scrubber", **Chemical Engineering Science**, Vol. 43, No. 8, pp. 2189-2194.
9. Izumi Taniguchi, Hiroki Yokoyama and Koichi Asano, 1999, "Mass transfer in application of lean gas using small spray column", **Journal of Chemical Engineering of Japan**, Vol. 32, No. 1, pp. 145-150.

10. Liang-Huei Chen and Yuh-Lang Lee, 1999, "The Effects of a Surfactant on The Mass Transfer in Spray Tower Extraction Column", **Chemical Engineering Journal**, Vol. 73, pp. 77-81.
11. Meyer, M., Hendou, M. and Prevost, M., 1995, "Simultaneous Heat and Mass Transfer Model for Spray Tower Design: Application on VOCs Removal, **Computers & Chemical Engineering Journal**, Vol. 19, No. 1, pp. s277-s282.
12. จุติมา เจริญผล เกลิมพล มหาโคตร และ สิริสุดา น้อยสำราญ, 2542, การออกแบบเครื่องดักจับไอระเหยของตัวทำละลายอินทรีย์ในโรงงานเคลือบสีแผ่นโลหะ, วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 32
13. บุญธิรา อุดมสถาพันธ์ ศรีสุดา แซ่อึ้ง และ ศิริชัย เกะกาใต้, 2543, การศึกษาและสร้างแบบจำลองการดูดกลืนไอระเหยของสารละลายอินทรีย์ด้วยสารละลายดแรงดึงผิว, วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 15
14. Rafson, H.J., 1998, **Odor and VOC Control Handbook**, McGraw-Hill, New York, pp. 56-105
15. Becker, H.G., 1924, "Mechanism of Absorption of Moderately Soluble Gases in Water", **Industrial and Engineering Chemistry**, Vol. 16, No. 12, pp. 1220-1224.
16. Haslam, R.T. et. al., 1924, "Effect of Gas Velocity and Temperature on Rate of Absorption", **Industrial and Engineering Chemistry**, Vol. 16, No. 12, pp. 1224-1230.
17. Dunn, R.F., Mahmoud M. El-Halwagi, 1996, "Design of Cost-Effective VOC-Recovery System", Tennessee Valley Authority Economic Development.
18. Trebal, R.E. , 1963, "**Mass Transfer Operation**", 2nd ed., McGraw-Hill, New York.

ภาคผนวก ก
ตารางแสดงการเปรียบเทียบข้อมูล

ตารางที่ ก.1 การเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นของ butyl oxitol ที่อ่านได้จาก gas detector tube กับค่าความเข้มข้นที่แท้จริง

ความเข้มข้นที่อ่านได้จาก gas detector tube (ppm)	ความเข้มข้นที่แท้จริงของ butyl oxitol (ppm)
50	30
100	81
125	145
200	235
300	375
400	486

ตารางที่ ก.2 การเปรียบเทียบระหว่างความดัน (ΔP) กับอัตราการไหลของน้ำที่เข้าสู่หอสเปรย์ โดยทำการ ทดลอง ณ บริษัท สหธารวัฒน์ จำกัด

pressure drop (kg/cm ²)	water flow rate (m ³ /hr)
2.2	26.95
2.0	24.60
1.5	19.68
1.25	17.00

ตารางที่ ก.3 ผลการเปรียบเทียบระหว่างความแตกต่างของระดับน้ำใน manometer (Δh) กับ Superficial upflow velocity (u)

Run No.	Δh (cmH ₂ O)	u (m/s)	Q (m ³ /s)	Q (m ³ /h)
1	1	2.00	0.0023	8.16
2	2	3.50	0.0040	14.29
3	3	4.40	0.0050	17.96
4	4	4.90	0.0056	20.00
5	5	6.00	0.0068	24.49
6	6	6.42	0.0073	26.21
7	6.6	6.95	0.0079	28.37

ตารางที่ ก.4 การเปรียบเทียบระหว่างความดัน (ΔP) กับอัตราการไหลของน้ำที่เข้าสู่หอสเปรย์ โดยทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ

ΔP (bar)	flow rate (ml/min)
0.50	467.97
0.75	619.13
1.00	738.54
1.25	845.13
1.50	943.75
1.75	1028.16
2.00	1102.14

ตารางที่ ก.5 การเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นของสารละลาย butyl oxitol กับ peak area

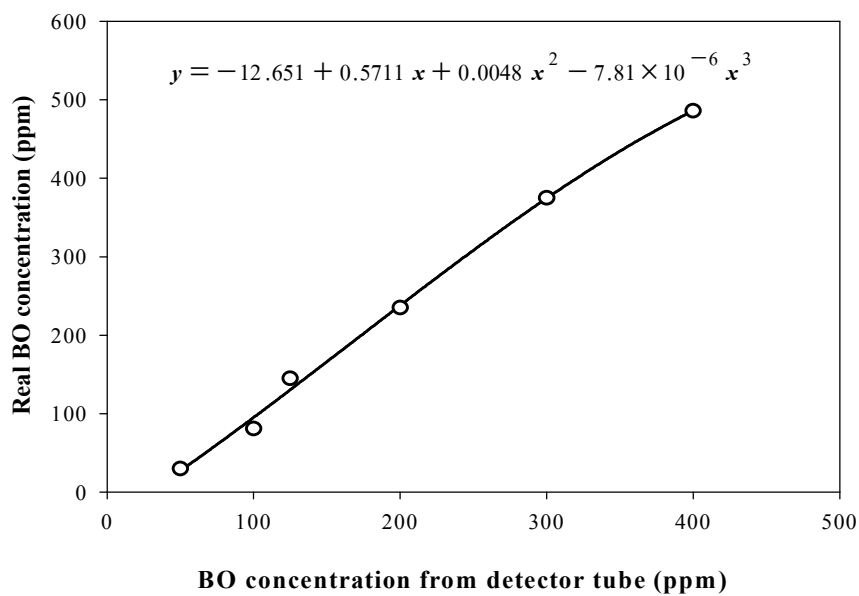
ความเข้มข้นของ สารละลาย butyl oxitol (ppm)	Peak area
100	13.0947
300	35.8097
500	62.7050
800	94.5292
1000	122.9315

ตารางที่ ก.6 การเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นของไอระเหย butyl oxitol กับ peak area

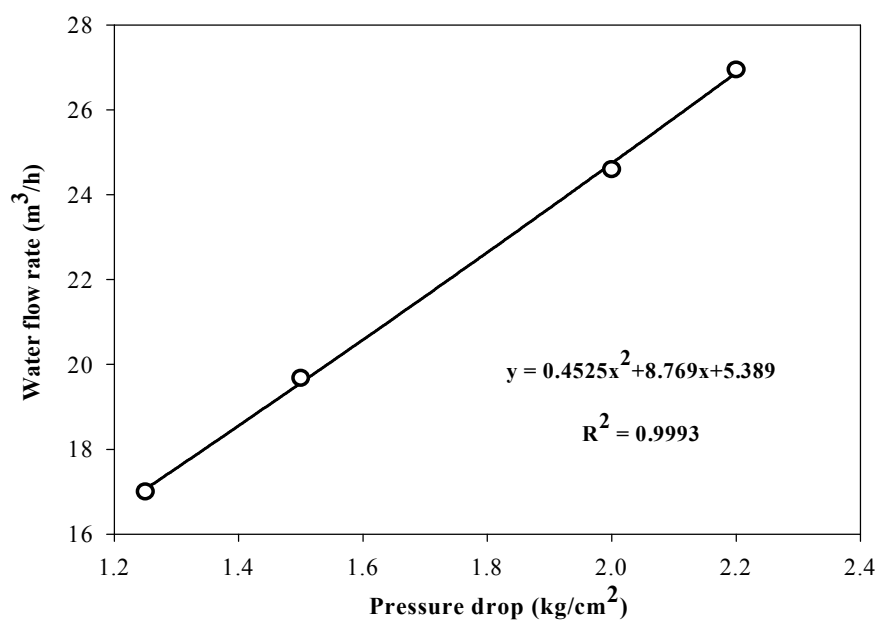
ความเข้มข้นของ ไอระเหย butyl oxitol (ppm)	Peak area
100	505.8155
200	1035.4620
300	1544.4690
500	2576.8680
800	4043.8432

ภาคผนวก ข

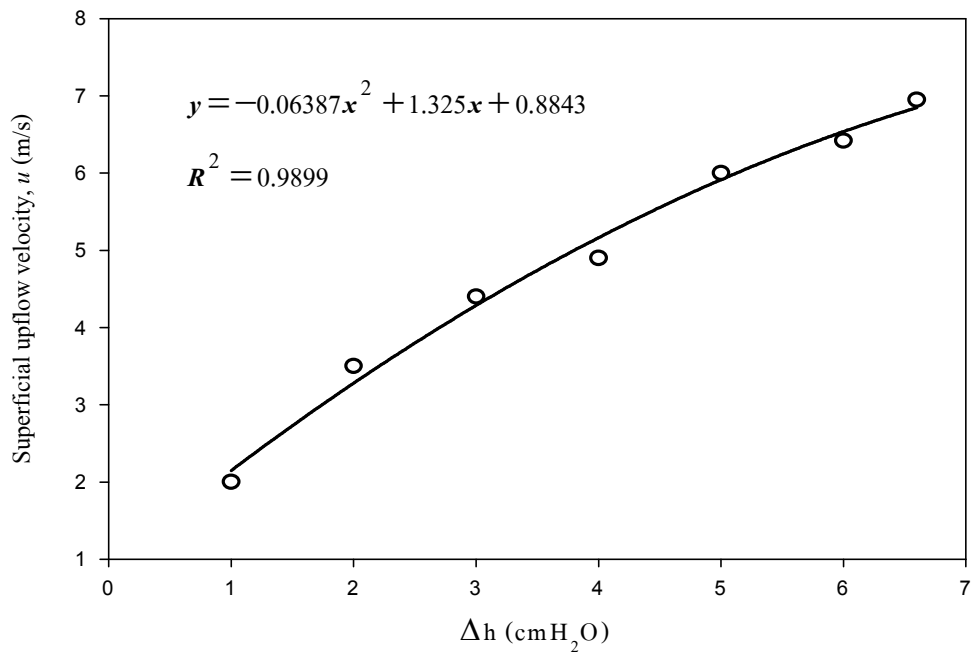
กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูล



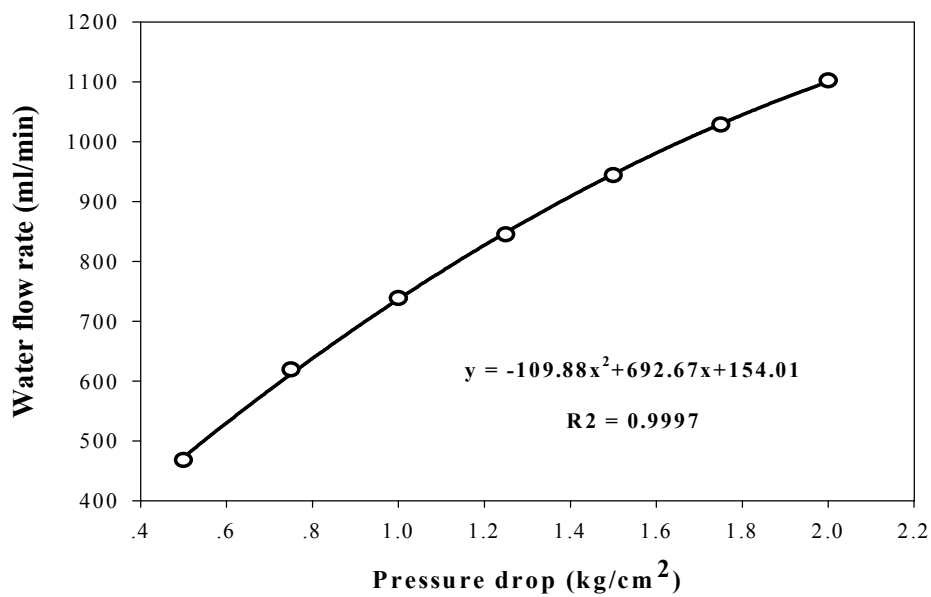
รูปที่ ข.1 การเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นของ butyl oxitol ที่อ่านได้จาก gas detector tube กับค่าความเข้มข้นที่แท้จริง



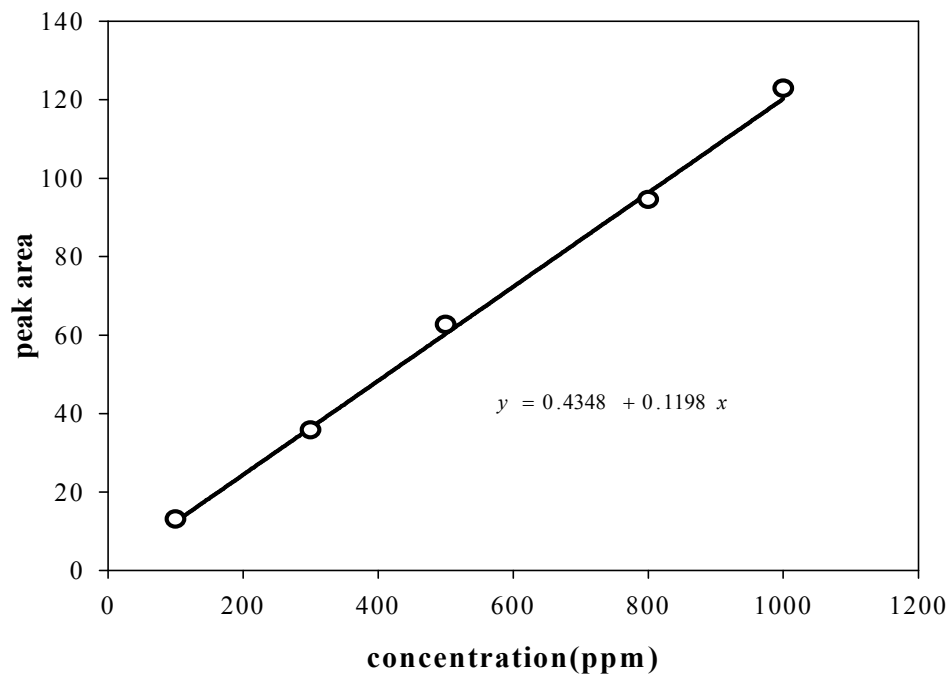
รูปที่ ข.2 การเปรียบเทียบระหว่างความดัน (ΔP) กับอัตราการไหลของน้ำที่เข้าสู่หอสเปรย์ โดยทำการ ทดลอง ณ บริษัท สหธารวัฒน์ จำกัด



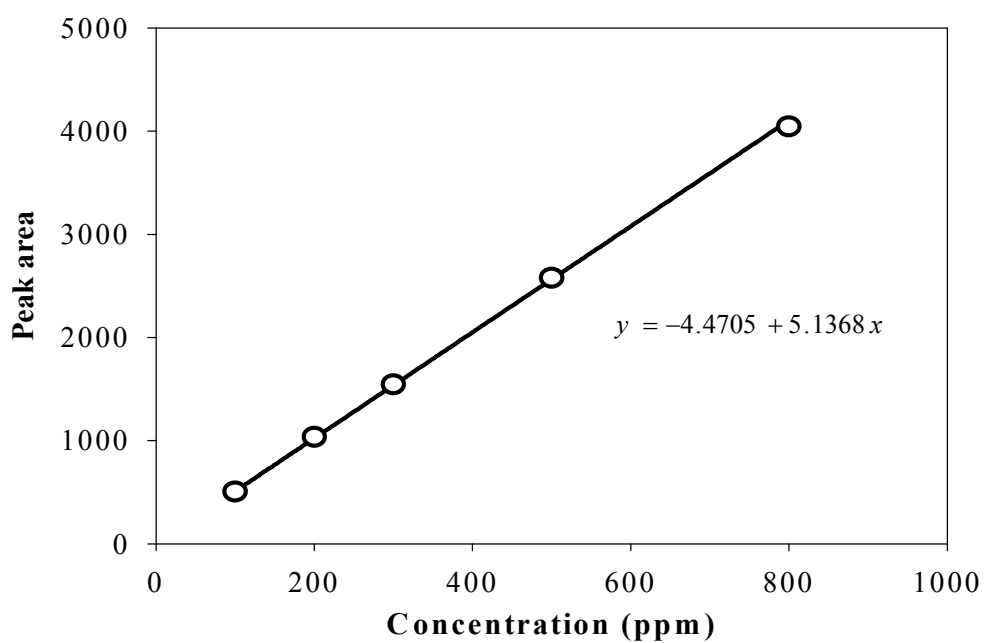
รูปที่ ข.3 การเปรียบเทียบระหว่างความแตกต่างของระดับน้ำใน manometer (Δh) กับ Superficial upflow velocity (u) ณ ห้องปฏิบัติการ



รูปที่ ข.4 การเปรียบเทียบระหว่างความดัน (ΔP) กับอัตราการไหลของน้ำที่เข้าสู่หอสเปรย์ ณ ห้องปฏิบัติการ



รูปที่ ข.5 การเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นของสารละลาย butyl oxitol กับ peak area



รูปที่ ข.6 การเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นของไอระเหย butyl oxitol กับ peak area

ภาคผนวก ค

ตารางแสดงข้อมูลจากทดลอง ณ บริษัท สหธาราวัฒน์ จำกัด

ตารางที่ ค.1 ข้อมูลที่อัตราการไหลของน้ำขาเข้าหอสเปรย์ 14.56 m³/h (ความดัน 1.0 kg/cm²)
อัตราการไหลของไอระเหยขาเข้า 167 m³/min

ชั่วโมงที่ (h)	turbidity (NTU)	solution concentration (ppm)	gas concentration		efficiency (%)	pH	temperature(°C)			$K_g a$ (kmol/m ³ .h.atm)
			(ppm)				gas		solution	
			inlet	outlet			inlet	outlet	outlet	
1.00	1.15	148.26	192.43	0.00	100.00	7.17	85	33	34	-
1.50	1.13	229.53	192.43	0.00	100.00	7.18	86	34	35	-
2.00	1.15	2209.07	192.43	8.59	95.54	7.23	84	34	35	819.01
2.50	1.18	1621.25	192.43	8.59	95.54	7.24	80	32	35	819.01
3.00	1.20	2576.22	192.43	8.59	95.54	7.25	82	32	35	819.01
3.50	1.22	3628.44	192.43	8.59	95.54	7.62	84	34	35	819.01
4.00	1.28	4720.69	192.43	8.59	95.54	7.64	84	34	36	819.01
9.50	1.84	6563.21	118.42	8.59	92.75	7.44	85	32	33	691.49
10.00	1.90	7092.84	118.42	8.59	92.75	7.35	87	34	36	691.49
10.50	2.01	7477.47	118.42	8.59	92.75	7.56	90	34	36	691.49
11.00	2.12	7740.01	118.42	8.59	92.75	7.54	88	36	37	691.49
11.50	2.30	8055.30	118.42	8.59	92.75	7.58	88	34	37	691.49
12.00	2.91	9640.89	118.42	8.59	92.75	7.63	90	35	36	691.49
12.50	3.38	10890.10	118.42	8.59	92.75	7.54	86	35	36	691.49
13.50	3.97	11045.65	192.43	30.00	84.41	7.59	86	34	36	489.58
14.00	4.08	11789.23	192.43	30.00	84.41	7.60	86	34	36	489.58
14.50	4.25	12394.16	192.43	30.00	84.41	7.61	86	34	36	489.58
15.00	4.87	13356.72	192.43	30.00	84.41	7.57	86	34	36	489.58
20.50	9.61	14205.36	231.08	84.65	76.68	7.54	84	32	35	383.49
21.00	9.82	14184.97	231.08	84.65	76.68	7.58	84	32	36	383.49
21.50	10.10	14161.58	231.08	84.65	76.68	7.41	85	32	36	383.49
22.00	10.30	14078.38	231.08	84.65	76.68	7.63	85	32	36	383.49
22.50	10.50	13493.46	231.08	84.65	76.68	7.57	88	32	36	383.49
23.00	10.90	14236.18	231.08	84.65	76.68	7.58	88	32	36	383.49
23.50	11.20	14471.77	231.08	84.65	63.37	7.60	90	32	36	264.54

ชั่วโมงที่ (h)	turbidity (NTU)	solution concentration (ppm)	gas concentration (ppm)		efficiency (%)	pH	temperature(°C)			$K_g a$ (kmol/m ³ .h.atm)
							gas		solution	
			inlet	outlet			inlet	outlet	outlet	
24.00	11.50	14534.37	231.08	84.65	63.37	7.52	90	34	37	264.54
24.50	11.90	15101.14	231.08	84.65	63.37	7.55	90	37	37	264.54
25.00	12.30	14805.20	231.08	84.65	63.37	7.47	90	37	37	264.54
25.50	12.80	14551.32	231.08	84.65	63.37	7.60	90	37	37	264.54
42.50	30.70	19421.22	154.65	111.50	27.90	7.14	84	34	35	86.18
43.50	31.40	20672.88	154.65	111.50	27.90	7.08	84	34	35	86.18
44.50	31.50	21134.35	154.65	111.50	27.90	7.11	85	34	35	86.18
45.50	32.70	22208.37	154.65	111.50	27.90	7.12	85	34	35	86.18
46.50	33.20	22546.96	154.65	111.50	27.90	7.14	86	34	35	86.18
47.50	33.90	22603.86	154.65	111.50	27.90	7.18	86	34	35	86.18

ตารางที่ ค.2 ข้อมูลที่อัตราการไหลของน้ำขาเข้าหอสเปรย์ 19.65 m³/h (ความดัน 1.5 kg/cm²)
อัตราการไหลของไอระเหยขาเข้า 167 m³/min

ชั่วโมงที่ (h)	turbidity (NTU)	solution concentration (ppm)	gas concentration (ppm)		efficiency (%)	pH	temperature(°C)			$K_g a$ (kmol/m ³ .h.atm)
							gas		solution	
			inlet	outlet			inlet	outlet	outlet	
0.5	1.29	389.24	154.65	0.00	100.00	6.84	85	29	33	-
1.0	1.31	726.94	154.65	0.00	100.00	6.81	84	30	33	-
1.5	1.42	1224.01	154.65	8.59	94.45	6.95	87	33	34	761.43
2.0	1.48	1887.21	154.65	8.59	94.45	7.01	88	33	34	761.43
2.5	1.58	1840.64	154.65	8.59	94.45	7.01	88	36	34	761.43
3.0	1.65	2485.19	154.65	8.59	94.45	6.91	84	36	35	761.43
3.5	1.71	2757.42	154.65	8.59	94.45	6.85	82	35	35	761.43
4.0	1.84	3468.24	154.65	8.59	94.45	6.83	86	36	35	761.43
4.5	1.90	3367.85	154.65	8.59	94.45	7.00	90	36	35	761.43
5.0	2.01	4435.49	154.65	8.59	94.45	6.95	90	35	36	761.43
5.5	2.12	4420.73	154.65	8.59	94.45	7.05	89	36	36	761.43
6.0	2.30	4768.87	154.65	8.59	94.45	7.03	90	36	36	761.43
11.5	2.91	8913.54	118.48	8.59	92.75	7.03	86	34	35	691.25
12.0	3.38	9870.54	118.48	8.59	92.75	7.03	86	34	35	544.76
12.5	3.97	9695.96	118.48	8.59	92.75	6.96	86	34	35	544.76
13.0	4.08	10541.51	118.48	8.59	92.75	6.99	86	34	35	544.76
13.5	4.25	11347.93	118.48	8.59	92.75	7.08	82	32	34	544.76
14.0	4.87	12089.78	118.48	8.59	92.75	7.06	82	32	35	544.76
16.0	5.00	12417.42	118.48	8.59	92.75	7.08	84	34	35	544.76
16.5	5.12	12614.48	118.48	8.59	92.75	7.10	84	34	35	544.76
17.0	5.23	12404.79	118.48	8.59	92.75	7.11	86	34	35	544.76
22.0	5.96	16565.44	154.65	30.00	80.60	7.09	85	32	35	432.00
23.5	6.17	15890.00	154.65	30.00	80.60	7.14	90	34	35	432.00
24.0	6.92	14994.17	154.65	30.00	80.60	7.11	91	36	35	432.00
24.5	7.00	15723.29	154.65	30.00	80.60	7.13	91	36	35	432.00
25.0	7.50	14817.28	154.65	30.00	80.60	7.17	89	35	35	432.00
26.0	7.89	14341.90	154.65	30.00	80.60	7.15	89	35	35	432.00
26.5	8.02	14035.40	154.65	30.00	80.60	7.11	89	36	35	432.00
27.0	8.63	15345.20	154.65	30.00	80.60	7.12	89	36	35	432.00

ชั่วโมงที่ ชั่วโมงที่ (h)	turbidity (NTU)	solution concentration (ppm)	gas concentration (ppm)		efficiency (%)	pH	temperature(°C)			$K_g a$ (kmol/m ³ .h.atm)
							gas		solution	
			inlet	outlet			inlet	outlet	outlet	
27.5	8.88	14823.24	154.65	30.00	80.60	7.13	89	36	35	432.00
28.0	9.10	15755.58	154.65	30.00	80.60	7.13	90	36	35	432.00
33.5	9.65	17861.12	118.48	30.00	74.68	7.08	84	34	35	361.82
34.0	9.89	18155.56	118.48	30.00	74.68	7.11	84	34	35	361.82
34.5	10.05	18396.65	118.48	30.00	74.68	7.12	86	35	35	361.82
35.0	10.55	18900.00	118.48	30.00	74.68	7.14	88	36	35	361.82
35.5	10.88	18864.08	118.48	30.00	74.68	7.18	88	36	35	361.82
36.0	11.00	18992.14	118.48	30.00	74.68	7.20	88	36	35	361.82
37.0	11.04	18650.09	118.48	30.00	74.68	7.14	84	36	35	361.82
37.5	11.56	18842.87	118.48	30.00	74.68	7.14	84	36	35	361.82
38.0	11.97	19151.09	118.48	30.00	74.68	7.03	85	36	35	361.82
38.5	11.87	19452.94	118.48	30.00	74.68	7.11	86	36	35	361.82
39.0	12.01	19812.82	118.48	30.00	74.68	7.12	86	36	35	361.82
44.0	12.24	19800.97	118.48	53.88	54.52	7.21	84	32	34	209.53
45.0	12.65	19953.45	118.48	53.88	54.52	7.17	86	34	35	209.53
46.0	12.98	20780.95	118.48	53.88	54.52	7.09	86	34	36	209.53
47.0	13.15	19449.61	118.48	53.88	54.52	7.10	86	34	36	209.53
48.0	13.75	19941.70	118.48	53.88	54.52	7.13	86	34	36	209.53
49.0	14.00	19301.20	118.48	53.88	54.52	7.20	86	34	36	209.53
50.0	14.34	19396.87	118.48	53.88	54.52	7.20	86	34	36	209.53

ตารางที่ ค.3 ข้อมูลที่อัตราการไหลของน้ำขาเข้าหอสเปรย์ 24.68 m³/h (ความดัน 2.0 kg/cm²)
อัตราการไหลของไอระเหยขาเข้า 167 m³/min

ชั่วโมงที่ (h)	turbidity (NTU)	solution concentration (ppm)	gas concentration (ppm)		efficiency (%)	pH	temperature(°C)			$K_g a$ (kmol/m ³ .h.atm)
							gas		solution	
			inlet	outlet			inlet	outlet	outlet	
0.5	1.35	170.43	30.00	0.00	100.00	7.00	84	32	35	-
1.0	1.40	241.23	30.00	0.00	100.00	6.91	84	34	35	-
1.5	1.43	268.41	30.00	0.00	100.00	6.95	83	34	36	-
2.0	1.47	511.13	30.00	0.00	100.00	7.10	83	34	36	-
2.5	1.51	657.14	30.00	0.00	100.00	7.07	83	34	36	-
4.0	2.00	853.52	30.00	0.00	100.00	6.98	84	35	36	-
4.5	2.37	897.09	30.00	0.00	100.00	6.99	84	34	36	-
5.0	2.41	1127.67	30.00	0.00	100.00	7.02	84	34	36	-
5.5	3.55	1339.71	30.00	0.00	100.00	7.00	84	34	36	-
6.0	4.01	1539.44	30.00	0.00	100.00	7.00	84	34	36	-
11.5	7.56	2019.76	269.88	8.59	96.82	6.97	84	32	35	908.11
12.0	7.70	2227.88	269.88	8.59	96.82	7.04	84	33	35	908.11
12.5	7.92	2236.53	269.88	8.59	96.82	7.05	86	34	35	908.11
13.0	7.92	2696.36	269.88	8.59	96.82	7.10	86	34	35	908.11
13.5	7.96	3467.77	269.88	8.59	96.82	6.98	86	34	35	908.11
14.0	8.77	3805.47	269.88	8.59	96.82	6.89	86	34	35	908.11
22.0	11.10	7706.00	111.5	8.59	92.30	7.10	82	32	34	503.01
22.5	11.40	8942.09	111.5	8.59	92.30	7.21	82	32	35	503.01
23.0	11.60	9405.48	111.5	8.59	92.30	7.09	84	34	35	503.01
23.5	12.00	10548.21	111.5	8.59	92.30	7.10	84	34	35	503.01
24.0	12.20	10587.71	111.5	8.59	92.30	7.06	86	34	35	503.01
24.5	12.54	11338.12	111.5	8.59	92.30	7.04	88	34	35	503.01
25.0	12.90	11990.76	111.5	8.59	92.30	7.10	90	34	35	503.01
26.0	13.02	12918.15	111.5	8.59	92.30	7.15	84	34	35	503.01
26.5	13.20	13255.29	111.5	8.59	92.30	7.08	86	34	35	503.01

ชั่วโมงที่ (h)	turbidity (NTU)	solution concentration (ppm)	gas concentration (ppm)		efficiency (%)	pH	temperature(°C)			$K_g a$ (kmol/m ³ .h.atm)
							gas		solution	
			inlet	outlet			inlet	outlet	outlet	
33.0	20.20	13641.78	111.5	30.00	73.09	7.06	80	32	35	345.83
34.0	21.10	13761.12	111.5	30.00	73.09	7.13	84	34	35	345.83
35.0	21.80	13621.38	111.5	30.00	73.09	7.16	84	34	35	345.83
36.0	22.30	13605.60	111.5	30.00	73.09	7.12	88	35	35	345.83
37.0	22.70	13771.13	111.5	30.00	73.09	7.14	84	35	35	345.83
38.0	23.00	13598.52	111.5	30.00	73.09	7.15	86	35	35	345.83
38.5	23.50	13665.54	111.5	30.00	73.09	7.14	85	34	35	345.83
39.0	23.70	13671.21	111.5	30.00	73.09	7.11	86	35	35	345.83
39.5	24.01	13680.60	111.5	30.00	73.09	7.12	86	35	35	345.83
40.0	24.00	13677.11	111.5	30.00	73.09	7.11	86	35	35	345.83

ตารางที่ ค.4 อัตราการดูดกลืนไอระเหยของ butyl oxitol ในส่วนของน้ำ และอากาศ
 ที่อัตราการไหลของน้ำเข้าหอสเปรย์ 14.56 m³/h หรือ L/G ratio 1.5 lit/m³
 อัตราการไหลของน้ำที่ผ่านหัวสเปรย์ 2.21x10⁻⁴ m³/s

time (h)	solution concentration (kg/m ³)	absorption rate (r _w) (kg/m ³ .s)	inlet vapor concentration (kg/m ³)	outlet vapor concentration (kg/m ³)	absorption rate (-r _B) (kg/m ³ .s)
0	0.00	-	0	0	-
1	1.00	3.992E-05	9.429E-04	0	4.539E-05
2	2.00	3.714E-05	9.429E-04	0	4.337E-05
3	2.75	2.994E-05	9.429E-04	4.209E-05	4.337E-05
4	3.50	2.994E-05	9.429E-04	4.209E-05	4.337E-05
5	4.25	2.994E-05	9.429E-04	4.209E-05	4.337E-05
6	5.00	2.855E-05	9.429E-04	4.209E-05	4.337E-05
7	5.60	2.580E-05	9.429E-04	4.209E-05	4.337E-05
8	6.40	3.008E-05	9.429E-04	4.209E-05	4.337E-05
9	7.00	2.488E-05	5.803E-04	4.209E-05	2.591E-05
10	7.70	2.748E-05	5.803E-04	4.209E-05	2.591E-05
11	8.35	2.595E-05	5.803E-04	4.209E-05	2.591E-05
12	9.00	2.456E-05	5.803E-04	4.209E-05	2.591E-05
13	9.50	2.089E-05	9.429E-04	4.209E-05	3.832E-05
14	10.10	2.395E-05	9.429E-04	1.470E-04	3.832E-05
15	10.70	2.488E-05	9.429E-04	1.470E-04	3.832E-05
16	11.40	2.655E-05	1.132E-03	1.470E-04	4.744E-05
17	11.95	2.149E-05	1.132E-03	1.470E-04	4.744E-05
18	12.45	1.996E-05	1.132E-03	1.470E-04	4.744E-05
19	12.95	2.042E-05	1.132E-03	1.470E-04	4.744E-05
20	13.50	2.149E-05	1.132E-03	1.470E-04	4.181E-05
21	14.00	1.996E-05	1.132E-03	2.641E-04	4.181E-05
22	14.50	1.996E-05	1.132E-03	2.641E-04	4.181E-05
23	15.00	1.903E-05	1.132E-03	2.641E-04	4.181E-05
24	15.40	1.597E-05	1.132E-03	2.641E-04	3.455E-05
25	15.80	1.643E-05	1.132E-03	4.148E-04	3.455E-05
26	16.25	1.750E-05	1.132E-03	4.148E-04	3.455E-05
27	16.65	1.550E-05	1.132E-03	4.148E-04	3.455E-05

time (h)	solution concentration (kg/m ³)	absorption rate (r_w) (kg/m ³ .s)	inlet vapor concentration (kg/m ³)	outlet vapor concentration (kg/m ³)	absorption rate ($-r_B$) (kg/m ³ .s)
28	17.00	1.443E-05	1.132E-03	4.148E-04	3.455E-05
29	17.40	1.550E-05	1.132E-03	4.148E-04	3.455E-05
30	17.75	1.351E-05	1.132E-03	4.148E-04	3.455E-05
31	18.05	1.244E-05	1.132E-03	4.148E-04	3.455E-05
32	18.40	1.351E-05	1.132E-03	4.148E-04	3.455E-05
33	18.70	1.198E-05	1.132E-03	4.148E-04	3.455E-05
34	19.00	1.198E-05	1.132E-03	4.148E-04	3.455E-05
35	19.30	1.198E-05	7.578E-04	4.148E-04	1.652E-05
36	19.60	1.151E-05	7.578E-04	4.148E-04	1.652E-05
37	19.85	9.517E-06	7.578E-04	4.148E-04	1.652E-05
38	20.05	9.373E-06	7.578E-04	4.148E-04	1.652E-05
39	20.40	1.166E-05	7.578E-04	4.148E-04	1.652E-05
40	20.50	3.992E-06	7.578E-04	4.148E-04	1.652E-05
41	20.60	4.455E-06	7.578E-04	4.148E-04	1.652E-05
42	20.75	5.525E-06	7.578E-04	4.148E-04	1.018E-05
43	20.85	4.455E-06	7.578E-04	5.464E-04	1.018E-05
44	21.00	5.525E-06	7.578E-04	5.464E-04	1.018E-05
45	21.10	3.992E-06	7.578E-04	5.464E-04	1.018E-05
46	21.20	3.992E-06	7.578E-04	5.464E-04	1.018E-05
47	21.30	3.992E-06	7.578E-04	5.464E-04	1.018E-05

ตารางที่ ค.5 อัตราการดูดกลืนไอระเหยของ butyl oxitol ในส่วนของน้ำ และอากาศ
 ที่อัตราการไหลของน้ำเข้าหอสเปรย์ 19.65 m³/h หรือ L/G ratio 2.0 lit/m³
 อัตราการไหลของน้ำที่ผ่านหัวสเปรย์ 3.83x10⁻⁴ m³/s

time (h)	solution concentration (kg/m ³)	absorption rate (r _w) (kg/m ³ .s)	inlet vapor concentration (kg/m ³)	outlet vapor concentration (kg/m ³)	absorption rate (-r _B) (kg/m ³ .s)
0	0.00	-	0	0	-
1	0.00	-	7.578E-04	0	3.649E-05
2	0.00	-	7.578E-04	0	3.649E-05
3	0.00	-	7.578E-04	4.209E-05	3.446E-05
4	0.70	3.176E-05	7.578E-04	4.209E-05	3.446E-05
5	1.50	3.617E-05	7.578E-04	4.209E-05	3.446E-05
6	2.40	3.918E-05	7.578E-04	4.209E-05	3.446E-05
7	3.25	3.698E-05	5.806E-04	4.209E-05	2.593E-05
8	4.05	3.478E-05	5.806E-04	4.209E-05	2.593E-05
9	4.80	3.304E-05	5.806E-04	4.209E-05	2.593E-05
10	5.55	3.165E-05	5.806E-04	4.209E-05	2.593E-05
11	6.15	2.828E-05	5.806E-04	4.209E-05	2.593E-05
12	6.95	3.385E-05	5.806E-04	4.209E-05	2.593E-05
13	7.60	2.771E-05	5.806E-04	4.209E-05	2.593E-05
14	8.15	2.654E-05	5.806E-04	4.209E-05	2.593E-05
15	8.95	3.385E-05	5.806E-04	4.209E-05	2.593E-05
16	9.60	2.771E-05	5.806E-04	4.209E-05	2.593E-05
17	10.15	2.654E-05	5.806E-04	4.209E-05	2.593E-05
18	10.95	3.200E-05	5.806E-04	4.209E-05	2.593E-05
19	11.40	2.075E-05	5.806E-04	4.209E-05	2.593E-05
20	11.95	2.377E-05	5.806E-04	4.209E-05	2.593E-05
21	12.45	2.203E-05	5.806E-04	4.209E-05	2.593E-05
22	12.95	2.203E-05	7.578E-04	1.470E-04	2.941E-05
23	13.45	2.156E-05	7.578E-04	1.470E-04	2.941E-05
24	13.90	1.982E-05	7.578E-04	1.470E-04	2.941E-05

time (h)	solution concentration (kg/m ³)	absorption rate (r_w) (kg/m ³ .s)	inlet vapor concentration (kg/m ³)	outlet vapor concentration (kg/m ³)	absorption rate ($-r_B$) (kg/m ³ .s)
25	14.35	2.029E-05	7.578E-04	1.470E-04	2.941E-05
26	14.85	2.110E-05	7.578E-04	1.470E-04	2.941E-05
27	15.25	1.762E-05	7.578E-04	1.470E-04	2.941E-05
28	15.65	1.762E-05	7.578E-04	1.470E-04	2.941E-05
29	16.05	1.669E-05	5.806E-04	1.470E-04	2.088E-05
30	16.35	1.275E-05	5.806E-04	1.470E-04	2.088E-05
31	16.60	1.148E-05	5.806E-04	1.470E-04	2.088E-05
32	16.90	1.275E-05	5.806E-04	1.470E-04	2.088E-05
33	17.15	1.148E-05	5.806E-04	1.470E-04	2.088E-05
34	17.45	1.322E-05	5.806E-04	1.470E-04	2.088E-05
35	17.75	1.275E-05	5.806E-04	1.470E-04	2.088E-05
36	18.00	1.055E-05	5.806E-04	1.470E-04	2.088E-05
37	18.20	8.810E-06	5.806E-04	1.470E-04	2.088E-05
38	18.40	9.736E-06	5.806E-04	1.470E-04	2.088E-05
39	18.70	1.229E-05	5.806E-04	1.470E-04	2.088E-05
40	18.90	8.810E-06	5.806E-04	1.470E-04	2.088E-05
41	19.10	8.810E-06	5.806E-04	1.470E-04	2.088E-05
42	19.30	8.347E-06	5.806E-04	1.470E-04	2.088E-05
43	19.45	6.145E-06	5.806E-04	2.640E-04	1.524E-05
44	19.55	4.405E-06	5.806E-04	2.640E-04	1.524E-05
45	19.65	4.405E-06	5.806E-04	2.640E-04	1.524E-05

ตารางที่ ค.6 อัตราการดูดกลืนไอระเหยของ butyl oxitol ในส่วนของน้ำ และอากาศ
 ที่อัตราการไหลของน้ำเข้าหอสเปรย์ 24.68 m³/h หรือ L/G ratio 2.5 lit/m³
 อัตราการไหลของน้ำที่ผ่านหัวสเปรย์ 4.62x10⁻⁴ m³/s

time (h)	solution concentration (kg/m ³)	absorption rate (r _w) (kg/m ³ .s)	inlet vapor concentration (kg/m ³)	outlet vapor concentration (kg/m ³)	absorption rate (-r _B) (kg/m ³ .s)
1	0	-	-	-	-
2	0.650	3.159E-05	0	0	7.074E-06
3	1.250	2.936E-05	0	0	7.075E-06
4	1.825	2.836E-05	1.470E-04	0	7.075E-06
5	2.400	2.817E-05	1.470E-04	0	7.075E-06
6	2.955	2.728E-05	1.470E-04	0	7.074E-06
7	3.500	2.692E-05	1.470E-04	0	7.075E-06
8	4.050	2.713E-05	1.470E-04	0	7.075E-06
9	4.600	2.689E-05	1.470E-04	0	7.075E-06
10	5.125	2.566E-05	1.470E-04	0	7.075E-06
11	5.625	2.396E-05	1.470E-04	0	7.075E-06
12	6.050	2.119E-05	1.470E-04	0	6.165E-05
13	6.500	2.219E-05	1.470E-04	0	6.165E-05
14	6.950	2.219E-05	1.322E-03	4.209E-05	6.165E-05
15	7.400	2.196E-05	1.322E-03	4.209E-05	6.165E-05
16	7.825	2.087E-05	1.322E-03	4.209E-05	1.069E-05
17	8.240	2.042E-05	1.322E-03	4.209E-05	1.069E-05
18	8.650	1.990E-05	5.464E-04	4.209E-05	1.069E-05
19	9.025	1.873E-05	5.464E-04	4.209E-05	1.069E-05
20	9.425	1.926E-05	5.464E-04	4.209E-05	1.069E-05
21	9.775	1.703E-05	5.464E-04	4.209E-05	1.069E-05
22	10.100	1.626E-05	5.464E-04	4.209E-05	1.069E-05
23	10.450	1.717E-05	5.464E-04	4.209E-05	1.069E-05
24	10.790	1.695E-05	5.464E-04	4.209E-05	1.069E-05
25	11.150	1.762E-05	5.464E-04	4.209E-05	1.069E-05
26	11.495	1.618E-05	5.464E-04	4.209E-05	1.069E-05
27	11.750	1.207E-05	5.464E-04	4.209E-05	1.069E-05
28	11.950	9.401E-06	5.464E-04	4.209E-05	1.069E-05
29	12.100	6.935E-06	5.464E-04	4.209E-05	1.069E-05

time (h)	solution concentration (kg/m ³)	absorption rate (r_w) (kg/m ³ .s)	inlet vapor concentration (kg/m ³)	outlet vapor concentration (kg/m ³)	absorption rate ($-r_B$) (kg/m ³ .s)
30	12.200	4.932E-06	5.464E-04	4.209E-05	1.069E-05
31	12.300	4.747E-06	5.464E-04	4.209E-05	1.069E-05
32	12.380	3.760E-06	5.464E-04	4.209E-05	1.069E-05
33	12.440	2.959E-06	5.464E-04	4.209E-05	1.069E-05
34	12.500	2.959E-06	5.464E-04	1.470E-04	1.923E-05
35	12.560	2.867E-06	5.464E-04	1.470E-04	1.923E-05
36	12.610	2.420E-06	5.464E-04	1.470E-04	1.923E-05
37	12.655	2.256E-06	5.464E-04	1.470E-04	1.923E-05
38	12.704	2.435E-06	5.464E-04	1.470E-04	1.923E-05
39	12.755	2.460E-06	5.464E-04	1.470E-04	1.923E-05
40	12.800	2.219E-06	5.464E-04	1.470E-04	1.923E-05
41	12.845	1.617E-06	5.464E-04	1.470E-04	1.923E-05
42	12.895	1.617E-06	5.464E-04	1.470E-04	1.923E-05

ภาคผนวก ง

ตารางแสดงข้อมูลจากทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ ง.1 ข้อมูลของระบบ butyl oxitol-water ที่สมดุลระหว่างไอระเหยกับสารละลาย

x* (mol/m ³)	P _a (atm)				
	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C
1.55E-04	9.96E-07	1.64E-06	3.13E-06	4.85E-06	8.57E-06
3.48E-03	1.39E-06	2.41E-06	4.90E-06	6.35E-06	9.97E-06
5.95E-03	1.70E-06	3.47E-06	6.33E-06	7.58E-06	1.19E-05
9.23E-03	1.86E-06	4.01E-06	6.61E-06	8.49E-06	1.42E-05
1.38E-02	2.11E-06	5.06E-06	7.60E-06	1.08E-05	1.54E-05
2.05E-02	2.31E-06	6.23E-06	8.29E-06	1.38E-05	1.75E-05
3.16E-02	2.64E-06	6.99E-06	8.95E-06	1.60E-05	2.30E-05
5.29E-02	3.26E-06	7.76E-06	1.09E-05	1.82E-05	3.01E-05

ตารางที่ ง.2 ข้อมูลที่อัตราการไหลไอระเหยขาเข้าหอสเปรย์ 14.29 m³/h (ΔH 2 cm.H₂O)

อัตราการไหลของน้ำขาเข้า 943.75 ml/min และอุณหภูมิของน้ำ 30, 40 และ 50 °C

time (min)	butyl oxitol concentration in water (ppm)		
	30 °C	40 °C	50 °C
0	0.00	0.00	0.00
20	2099.46	3400.07	5604.96
40	4373.92	7214.86	8284.47
60	6912.00	9708.59	12299.26
80	7841.05	11619.42	16016.10
100	10896.91	13848.16	17326.91
120	12952.61	15433.43	17721.88
140	14233.20	16722.39	21691.06
160	15450.00	17530.80	22721.30
180	16341.92	17968.76	21891.03
210	16597.44	-	-
240	17029.50	-	-
270	18115.52	-	-
300	18250.03	-	-

ตารางที่ ง.3 ข้อมูลที่อัตราการไหลไอระเหยขาเข้าหอสเปรย์ 17.96 m³/h (ΔH 3 cm.H₂O)

อัตราการไหลของน้ำขาเข้า 943.75 ml/min และอุณหภูมิของน้ำ 30, 40 และ 50 °C

time (min)	butyl oxitol concentration in water (ppm)		
	30 °C	40 °C	50 °C
0	0.00	0.00	0.00
20	2712.57	2981.13	4868.68
40	3434.92	5364.47	8377.56
60	5208.82	6947.18	11870.49
80	7349.43	9166.94	15857.06
100	7405.69	10992.53	16842.34
120	7430.91	14039.26	17778.84
140	-	13636.27	-

ตารางที่ ง.4 ข้อมูลที่อัตราการไหลไอระเหยขาเข้าหอสเปรย์ 20.00 m³/h (ΔH 4 cm.H₂O)

อัตราการไหลของน้ำขาเข้า 943.75 ml/min และอุณหภูมิของน้ำ 30, 40 และ 50 °C

time (min)	butyl oxitol concentration in water (ppm)		
	30 °C	40 °C	50 °C
0	0.00	0.00	0.00
20	3179.42	3441.17	3785.01
40	4548.86	5275.91	8069.21
60	6538.36	7815.99	10926.74
80	8639.13	9228.28	12151.56
100	11499.35	11506.94	12112.56
120	11278.65	11395.11	12841.89

ตารางที่ ๓.5 ข้อมูลความเข้มข้นที่ Loading ratio ต่างๆ

time (min)	BO concentration (ppm)									
	1.0 lit/m ³		1.5 lit/m ³		2.0 lit/m ³		2.5 lit/m ³		3.0 lit/m ³	
	water	vapor	water	vapor	water	vapor	water	vapor	water	vapor
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	2000	30.61	2900	27.55	3250	19.80	3900	14.39	4600	10.20
40	3550	48.98	5300	42.86	6000	33.06	7200	26.94	7900	20.00
60	4750	60.20	7500	52.45	8400	41.02	9800	35.10	10400	28.37
80	6000	67.35	9150	57.55	10450	49.39	12000	40.82	13200	36.53
100	7000	71.43	10550	63.06	12400	54.90	13550	45.31	15800	42.45
120	7800	75.51	11500	65.71	13500	59.39	14500	49.80	17200	46.94
140	8300	79.59	12020	68.78	13920	63.27	14800	52.04	17650	50.61
160	8640	81.63	12420	70.41	13955	66.53	15000	55.31	17790	53.88
180	8850	83.67	12660	73.27	13959	67.35	15150	60.82	17830	56.33

ตารางที่ ๓.6 อัตราการดูดกลืนไอระเหยของ butyl oxitol ในอากาศที่ Loading ratio ต่างๆ

time (min)	c (kg/m ³)				-r (kg/m ³ .s)			
	1.0 lit/m ³	1.5 lit/m ³	2.0 lit/m ³	2.5 lit/m ³	1.0 lit/m ³	1.5 lit/m ³	2.0 lit/m ³	2.5 lit/m ³
0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	8.800E-05	7.400E-05	5.600E-05	4.500E-05	3.461E-05	3.567E-05	3.702E-05	3.783E-05
20	1.500E-04	1.350E-04	9.700E-05	7.050E-05	3.005E-05	3.123E-05	3.403E-05	3.598E-05
30	2.000E-04	1.780E-04	1.320E-04	1.070E-04	2.648E-05	2.811E-05	3.148E-05	3.332E-05
40	2.400E-04	2.100E-04	1.620E-04	1.320E-04	2.358E-05	2.579E-05	2.930E-05	3.150E-05
50	2.700E-04	2.370E-04	1.890E-04	1.530E-04	2.140E-05	2.382E-05	2.733E-05	2.997E-05
60	2.950E-04	2.570E-04	2.010E-04	1.720E-04	1.959E-05	2.237E-05	2.645E-05	2.859E-05
70	3.150E-04	2.700E-04	2.260E-04	1.880E-04	1.813E-05	2.143E-05	2.464E-05	2.742E-05
80	3.300E-04	2.820E-04	2.420E-04	2.000E-04	1.704E-05	2.056E-05	2.347E-05	2.655E-05
90	3.400E-04	3.000E-04	2.560E-04	2.110E-04	1.632E-05	1.925E-05	2.245E-05	2.575E-05
100	3.500E-04	3.090E-04	2.690E-04	2.220E-04	1.559E-05	1.859E-05	2.151E-05	2.495E-05
110	3.600E-04	3.160E-04	2.800E-04	2.320E-04	1.486E-05	1.808E-05	2.071E-05	2.422E-05
120	3.700E-04	3.220E-04	2.910E-04	2.440E-04	1.413E-05	1.764E-05	1.990E-05	2.334E-05
130	3.800E-04	3.320E-04	3.000E-04	2.530E-04	1.340E-05	1.691E-05	1.925E-05	2.268E-05
140	3.900E-04	3.370E-04	3.100E-04	2.550E-04	1.267E-05	1.655E-05	1.851E-05	2.253E-05

150	3.950E-04	3.390E-04	3.180E-04	2.620E-04	1.231E-05	1.641E-05	1.793E-05	2.203E-05
160	4.000E-04	3.450E-04	3.260E-04	2.710E-04	1.194E-05	1.597E-05	1.735E-05	2.137E-05
170	4.060E-04	3.510E-04	3.280E-04	2.810E-04	1.150E-05	1.553E-05	1.720E-05	2.063E-05
180	4.100E-04	3.590E-04	3.300E-04	2.980E-04	1.121E-05	1.495E-05	1.707E-05	1.940E-05

ตารางที่ ง.7 อัตราการดูดกลืนไอระเหยของ butyl oxitol ในน้ำที่ Loading ratio ต่างๆ

time (min)	c (kg/m ³)				r (kg/m ³ .s)			
	1.0 lit/m ³	1.5 lit/m ³	2.0 lit/m ³	2.5 lit/m ³	1.0 lit/m ³	1.5 lit/m ³	2.0 lit/m ³	2.5 lit/m ³
0	0	0	0	0	-	-	-	-
5	0.500	0.800	1.000	1.100	7.714E-05	1.803E-04	2.982E-04	3.827E-04
10	1.100	1.500	1.800	2.000	9.232E-05	8.077E-05	2.391E-04	3.139E-04
15	1.500	2.200	2.700	3.000	6.173E-05	8.077E-05	2.680E-04	3.481E-04
20	2.000	2.900	3.250	3.900	7.706E-05	8.070E-05	1.647E-04	3.136E-04
25	2.500	3.500	4.000	4.800	7.695E-05	6.923E-05	2.238E-04	3.136E-04
30	2.855	4.100	4.700	5.700	5.475E-05	6.923E-05	2.087E-04	3.130E-04
35	3.255	4.700	5.250	6.400	6.157E-05	6.923E-05	1.647E-04	2.442E-04
40	3.550	5.300	6.000	7.200	4.549E-05	6.923E-05	2.236E-04	2.785E-04
45	3.880	5.900	6.600	7.900	5.081E-05	6.923E-05	1.789E-04	2.436E-04
50	4.150	6.500	7.100	8.500	4.168E-05	6.916E-05	1.497E-04	2.090E-04
55	4.500	7.000	7.800	9.100	5.387E-05	5.769E-05	2.088E-04	2.093E-04
60	4.750	7.500	8.400	9.800	3.861E-05	5.766E-05	1.792E-04	2.436E-04
65	5.100	7.950	9.000	10.400	5.387E-05	5.189E-05	1.792E-04	2.090E-04
70	5.355	8.350	9.600	11.000	3.933E-05	4.616E-05	1.787E-04	2.088E-04
75	5.650	8.755	10.000	11.500	4.551E-05	4.672E-05	1.196E-04	1.742E-04
80	6.000	9.150	10.450	12.000	5.392E-05	4.558E-05	1.344E-04	1.739E-04
85	6.325	9.550	10.920	12.400	4.994E-05	4.612E-05	1.402E-04	1.395E-04
90	6.455	9.900	11.300	12.850	2.017E-05	4.038E-05	1.143E-04	1.566E-04
95	6.755	10.250	12.050	13.250	4.619E-05	4.035E-05	2.231E-04	1.391E-04
100	7.000	10.550	12.400	13.550	3.776E-05	3.462E-05	1.044E-04	1.044E-04
105	7.250	10.855	12.700	13.800	3.853E-05	3.519E-05	8.958E-05	8.724E-05
110	7.500	11.150	13.000	14.100	3.846E-05	3.397E-05	8.947E-05	1.044E-04
115	7.655	11.350	13.250	14.350	2.388E-05	2.304E-05	7.465E-05	8.683E-05
120	7.800	11.500	13.500	14.500	2.235E-05	1.731E-05	7.444E-05	5.212E-05

125	7.950	11.650	13.650	14.600	2.308E-05	1.730E-05	4.475E-05	3.476E-05
130	8.050	11.790	13.780	14.670	1.541E-05	1.614E-05	3.869E-05	2.439E-05
135	8.150	11.910	13.850	14.740	1.545E-05	1.384E-05	2.090E-05	2.436E-05
140	8.300	12.020	13.920	14.800	2.308E-05	1.269E-05	2.077E-05	2.091E-05
145	8.400	12.130	13.927	14.861	1.541E-05	1.269E-05	2.092E-06	2.119E-05
150	8.500	12.240	13.935	14.900	1.540E-05	1.268E-05	2.404E-06	1.362E-05
155	8.580	12.330	13.950	14.950	1.231E-05	1.038E-05	4.458E-06	1.742E-05
160	8.640	12.420	13.955	15.000	9.247E-06	1.038E-05	1.514E-06	1.742E-05
165	8.700	12.500	13.956	15.051	9.240E-06	9.211E-06	2.690E-07	1.771E-05
170	8.750	12.550	13.957	15.080	7.706E-06	5.776E-06	2.986E-07	1.013E-05
175	8.800	12.610	13.958	15.120	7.706E-06	6.916E-06	2.986E-07	1.391E-05
180	8.850	12.660	13.959	15.150	7.706E-06	6.916E-06	2.986E-07	1.391E-05

ตารางที่ ๖.8 เปรียบค่าความเข้มข้นที่ทำนายได้ กับค่าความเข้มข้นที่วัดได้จริง โดยใช้อัตราเร็วในการ
 ดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol ในน้ำ เท่ากับ $1.62 \times 10^{-5} \text{ kg/m}^3 (\text{water volume}).s$

time (h)	Outlet concentration in water (kg/m ³)		time (h)	Outlet concentration in water (kg/m ³)	
	Predict	Site		Predict	Site
0	0.000	0.000	26	8.909	11.495
1	0.343	0.000	27	9.252	11.750
2	0.685	0.650	28	9.595	11.950
3	1.028	1.250	29	9.937	12.100
4	1.371	1.825	30	10.280	12.200
5	1.713	2.400	31	10.623	12.300
6	2.056	2.955	32	10.965	12.380
7	2.399	3.500	33	11.308	12.440
8	2.741	4.050	34	11.651	12.500
9	3.084	4.600	35	11.993	12.560
10	3.427	5.125	36	12.336	12.610
11	3.769	5.625	37	12.679	12.655
12	4.112	6.050	38	13.021	12.704
13	4.455	6.500	39	13.364	12.755
14	4.797	6.950	40	13.707	12.800
15	5.140	7.400	41	14.049	12.845
16	5.483	7.825	42	14.392	12.895

17	5.825	8.240	43	14.735	-
18	6.168	8.650	44	15.078	-
19	6.511	9.025	45	15.420	-
20	6.853	9.425	46	15.763	-
21	7.196	9.775	47	16.106	-
22	7.539	10.100	48	16.448	-
23	7.881	10.450	49	16.791	-
24	8.224	10.790	50	17.134	-
25	8.567	11.150	-	-	-

ตารางที่ ง.9 เปรียบค่าความเข้มข้นที่ทำนายได้ กับค่าความเข้มข้นที่วัดได้จริง โดยใช้อัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol ในอากาศ เท่ากับ $1.89 \times 10^{-5} \text{ kg/m}^3(\text{column volume}).s$

time (min)	Outlet concentration in vapor (kg/m^3)		
	labolatory	Site	Predict
0	0	0	0
10	4.500E-05	-	-
20	7.050E-05	-	-
30	1.070E-04	-	-
40	1.320E-04	-	-
50	1.530E-04	-	-
60	1.720E-04	1.470E-04	1.683E-05
70	1.880E-04	-	-
80	2.000E-04	-	-
90	2.110E-04	-	-
100	2.220E-04	-	-
110	2.320E-04	-	-
120	2.440E-04	1.470E-04	1.712E-05
130	2.530E-04	-	-
140	2.550E-04	-	-
150	2.620E-04	-	-
160	2.710E-04	-	-
170	2.810E-04	-	-
180	2.980E-04	1.470E-04	1.712E-05

ภาคผนวก จ
ตัวอย่างการคำนวณ

1. การหาประสิทธิภาพในการดูดกลืน

จากตารางที่ ค.1

ฉีดพ่นน้ำด้วยอัตราการไหล (Q_p) = 14.56 m³/h

อัตราการไหลของไอรระเหยขาเข้า (Q_g) = 167 m³/min

$$\begin{aligned}\text{ประสิทธิภาพในการดูดกลืน} &= \frac{C_i - C_o}{C_i} \times 100 \\ &= \frac{(192.43 - 8.59)}{192.43} \times 100 \\ &= 95.54 \%\end{aligned}$$

2. การหาค่า $K_g a$

จากตารางที่ ค.3

ฉีดพ่นน้ำด้วยอัตราการไหล (Q_p) = 14.56 m³/h

อัตราการไหลของไอรระเหยขาเข้า (Q_g) = 167 m³/min

ความดันรวม = 1 atm

อุณหภูมิ = 60 °C

ความเข้มข้นของไอรระเหยขาเข้า = 296.88 ppm

ความเข้มข้นของไอรระเหยขาออก = 8.59 ppm

ความสูงของหอสเปรย์ = 6 เมตร

ความหนาแน่นของอากาศ (ρ_a) = 1.061 kg/m³

ความหนาแน่นของน้ำ (ρ_w) = 983.2 kg/m³

MW_a = 29

MW_w = 18

MW_{BO} = 118

2.1 หา gas molar flux (G) ;

พื้นที่หน้าตัดของหอสเปรย์ 10.75 m²

ความเร็วของอากาศขาเข้า 12 m/s

อัตราการไหลของอากาศ = 12 x 10.75 = 129 m³/s

$$\begin{aligned}
 \text{คิดเป็นน้ำหนัก} &= 129 \times 1.061 \times 3600 = 496.73 \times 10^3 \text{ kg/h} \\
 &= 169.90 \text{ kmol/h} \\
 &= 1580.52 \text{ kmol/m}^2 \cdot \text{h}
 \end{aligned}$$

2.2 หา liquid molar flux (L) ;

$$\begin{aligned}
 \text{พื้นที่หน้าตัดของหอสเปรย์} & 10.75 \text{ m}^2 \\
 \text{อัตราการไหลของน้ำ} & 24.68 \text{ m}^3/\text{h} \\
 \text{คิดเป็นน้ำหนัก} &= 24.68 \times 983.2 = 24.265 \times 10^3 \text{ kg/h} \\
 &= 1348.1 \text{ kmol/h} \\
 &= 125.40 \text{ kmol/m}^2 \cdot \text{h}
 \end{aligned}$$

2.3 หาค่า log mean concentration gradient, $(\Delta y^*)_{\ln}$;

$$\text{ความแตกต่างของ butyl oxitol ในก๊าซขาเข้าและขาออก} = 269.88 - 8.59 = 261.29 \text{ ppm}$$

$$\text{จากอากาศ } \frac{10^6}{29} \text{ kmol/h} \quad \text{มี butyl oxitol อยู่ } \frac{261.29}{118} = 2.2106 \text{ kmol/h}$$

$$\text{จากอากาศ } 16990 \text{ kmol/h} \quad \text{มี butyl oxitol อยู่ } 1.08921 \text{ kmol/h}$$

$$\text{มีน้ำอยู่ } 1384.1 \text{ kmol/h}$$

$$\therefore \text{ mole fraction} = \frac{1.08921}{1348.1} = 8.08 \times 10^{-4}$$

จาก

$$y^* = \frac{Hx}{P_t} \quad \text{โดย } H = 4.31 \times 10^{-4} \text{ atm}$$

$$\therefore y^* = \frac{4.31 \times 10^{-4} \times 8.08 \times 10^{-4}}{1} = 34832 \times 10^{-7}$$

$$\begin{aligned}
 (y_{BO} - y_{BO}^*) &= \frac{(269.88 - 3.4832 \times 10^{-7}) - (8.59 - 0)}{\ln \frac{(269.88 - 3.4832 \times 10^{-7})}{(8.59 - 0)}} \\
 &= 75.794
 \end{aligned}$$

2.4 คำนวณค่า K_{ga}

$$\begin{aligned}\text{จาก } K_{ga} &= \frac{G}{ZP} \frac{(y_{BO1} - y_{BO2}^*)}{(y_{BO} - y_{BO}^*)} \\ &= \frac{1580.52 \text{ kmol/m}^2 \cdot \text{h}}{6 \text{ m} \times 1 \text{ atm}} \times \frac{(261.29 - 8.59)}{75.794} \\ &= 908.111 \text{ kmol/m}^3 \cdot \text{h} \cdot \text{atm}\end{aligned}$$

3. การหาค่า τ

ในการหาค่า τ จะใช้สมการทางฟิสิกส์ ดังนี้

ความเร็วของหยดของเหลว- ความเร็วของไอระเหย = ความสูงของหอสเปรย์/เวลา (τ)

โดยที่ ความเร็วของหยดของเหลว สามารถหาได้จากรูปที่ 2.6 (Free fall correlation) ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่าง D_p/Δ กับ V/W

$$\text{โดยที่ } \Delta = \left(\frac{3\mu_G^2}{4g\rho_G(\rho_P - \rho_G)} \right)^{1/3}$$

$$W = \left(\frac{4g\mu_G(\rho_P - \rho_G)}{3\rho_G^2} \right)^{1/3}$$

เมื่อ ρ_G คือ ความหนาแน่นของไอระเหย มีค่าเท่ากับ 0.05618 lb/ft^3

μ_G คือ ความหนืดของไอระเหย มีค่าเท่ากับ $2.35 \times 10^{-5} \text{ lb/ft} \cdot \text{s}$

ρ_P คือ ความหนาแน่นของหยดของเหลว มีค่าเท่ากับ 62.2 lb/ft^3

เมื่อคำนวณ Δ และ W จะได้

$$\begin{aligned}\Delta &= \left(\frac{3(2.35 \times 10^{-5})^2}{4(32.2)(0.05618)(62.2 - 0.05618)} \right)^{1/3} \\ &= 1.54 \times 10^{-4}\end{aligned}$$

$$W = \left(\frac{4(32.2)(2.35 \times 10^{-5})(62.2 - 0.05618)}{3(0.05618)^2} \right)^{1/3}$$

$$= 2.7$$

ที่อัตราการไหลของน้ำ (Q) = 620 ml/min หยดของเหลวมีขนาด (D_p) = 1,314 μm (ตารางที่ ข.1)

$$\frac{D_p}{\Delta} = \frac{(1314 \times 10^{-6}) \text{ m}}{(1.54 \times 10^{-4})(0.3048 \text{ m/ft})} = 28 \text{ ft}$$

จากกราฟรูปที่ 2.6 ที่ $\frac{D_p}{\Delta} = 28 \text{ ft}$ จะได้ $\frac{V}{W} = 7$

ดังนั้น $V = 2.7 \times 7$

$$= 18.9 \text{ ft/s หรือ } 5.76 \text{ m/s}$$

จากสูตรทางฟิสิกส์

ความเร็วของหยดของเหลว- ความเร็วของไอระเหย = ความสูงของหอสเปรย์/เวลา (τ)

เมื่อ ความเร็วของหยดของเหลว(V) เท่ากับ 5.76 m/s

ความเร็วของไอระเหย (u) เท่ากับ 4.4 m/s

ความสูงของหอสเปรย์ (Z) เท่ากับ 1.35 m

ดังนั้น $\tau = \frac{1.35}{(5.76 - 4.4)} = 1.1 \text{ s}$

4. การหาค่า a

จากตารางที่ 4.2

ที่ Q = 620 ml/min : $V_T = 1.032 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$

$$\tau = 1.1 \text{ s}$$

$$D_p = 1314 \mu\text{m}$$

$$V_D = \pi D_p^3 / 6$$

$$= \pi (1314 \times 10^{-6})^3 / 6$$

$$= 1.1 \times 10^{-9} \text{ m}^3/\text{drop}$$

$$n = V_T \pi / V_D$$

$$= (1.32 \times 10^{-5})(1.1) / 1.1 \times 10^{-9}$$

$$= 10,320$$

ใช้หัวสเปรย์ 4 หัว ดังนั้น

$$n = 10320 \times 4 = 41280 \text{ drops}$$

$$\begin{aligned} S &= n\pi D_p^2 \\ &= (41280)\pi (1314 \times 10^{-6})^2 \\ &= 0.2239 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

จากแบบจำลองหอสเปรย์ :

$$D = 0.254 \text{ m}$$

$$Z = 1.35 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} V &= \pi D^2 Z / 4 \\ &= \pi (0.254)^2 (1.35) / 4 \\ &= 0.0684 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= S/V \\ &= 0.2239 / 0.0684 \\ &= 3.2734 \text{ m}^2/\text{m}^3 \end{aligned}$$

5. การหาอัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหยของ butyl oxitol

5.1 การคำนวณอัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol ของโรงงาน

5.1.1 อัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol ในอากาศ

อัตราการไหลเข้าของไอระเหย butyl oxitol (V_g) = $2.78 \text{ m}^3/\text{s}$

ปริมาตรของหอสเปรย์ (V_s) = 57.73 m^3

จากตารางที่ ค.4 ชั่วโมงที่ 35

$C_{in} = 1.132 \times 10^{-3}$ และ $C_{out} = 4.148 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^3$

$dC/dt = 4.861 \times 10^{-10} \text{ kg/m}^3 \cdot \text{s}$

จากการทำสมดุลมวล

$$-r_B = \frac{V_s \frac{dC_{BO}}{dt} - [(V_{BO} C_{BO})_{in} - (V_{BO} C_{BO})_{out}]}{V_s}$$

แทนค่าลงในสมการ

$$\begin{aligned} -r_B &= \frac{(57.73 \times 4.861 \times 10^{-10}) - 2.78 [1.132 \times 10^{-3} - 4.148 \times 10^{-4}]}{57.73} \\ &= 3.455 \times 10^{-5} \text{ kg/m}^3 (\text{column volume}) \cdot \text{s} \end{aligned}$$

5.1.2 อัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol ในน้ำ

ปริมาตรน้ำที่ใช้ (recycle water), $V_w = 15 \text{ m}^3$

อัตราการไหลของน้ำที่ผ่านหัวสเปรย์ $= 2.21 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$

จากตารางที่ ค.4

ชั่วโมงที่ 35 Solution Concentration $= 19.3 \text{ kg/m}^3$

ชั่วโมงที่ 34 Solution Concentration $= 19.0 \text{ kg/m}^3$

$dC/dt = 8.333 \times 10^{-5} \text{ kg/m}^3.\text{s}$

กำหนดให้ ปริมาตรน้ำในหอสเปรย์ $= 1 \text{ m}^3$

จากการทำสมดุลมวล

$$r_w = \frac{V_D \frac{dC_w}{dt} - [(V_w C_w)_{in} - (V_w C_w)_{out}]}{V_w}$$

แทนค่าลงในสมการ

$$\begin{aligned} r_w &= \frac{(8.333 \times 10^{-5}) - 2.21 \times 10^{-4} [19 - 19.3]}{15} \\ &= 1.198 \times 10^{-5} \text{ kg/m}^3 (\text{water volume}).\text{s} \end{aligned}$$

5.2 การคำนวณอัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol ในห้องปฏิบัติการ

5.2.1 อัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol ในอากาศ

จากตารางที่ ค.4

อัตราการไหลเข้าของไอระเหย butyl oxitol (V_g) $= 0.005 \text{ m}^3/\text{s}$

ปริมาตรของหอสเปรย์ (V_s) $= 0.0684 \text{ m}^3$

$C_{in} = 5.635 \times 10^{-4}$ และ $C_{out} = 2.55 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^3$

$dC/dt = 1.667 \times 10^{-8} \text{ kg/m}^3.\text{s}$

จากการทำสมดุลมวล

$$-r_B = \frac{V_s \frac{dC_{BO}}{dt} - [(V_{BO} C_{BO})_{in} - (V_{BO} C_{BO})_{out}]}{V_s}$$

แทนค่าลงในสมการ

$$\begin{aligned} -r_B &= \frac{(0.0684 \times 1.667 \times 10^{-8}) - 0.005 [5.635 \times 10^{-4} - 2.55 \times 10^{-4}]}{0.0684} \\ &= 1.85 \times 10^{-5} \text{ kg/m}^3 (\text{column volume}).\text{s} \end{aligned}$$

5.2.2 อัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol

จากตารางที่ ง.7 Loading ratio 2.0 lit/m³

ปริมาตรน้ำที่ใช้ (recycle water), $V_w = 35 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

อัตราการไหลของน้ำที่ผ่านหัวสเปรย์ = $1.03 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$

นาที่ที่ 140 Solution Concentration = 13.920 kg/m^3

นาที่ที่ 135 Solution Concentration = 13.850 kg/m^3

$dC/dt = 1.283 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^3 \cdot \text{s}$

จากตารางที่ 4.2 ปริมาตรน้ำในหอสเปรย์ = $4.532 \times 10^{-5} \text{ m}^3$

จากการทำสมดุลมวล

$$r_w = \frac{V_D \frac{dC_w}{dt} - [(V_w C_w)_{in} - (V_w C_w)_{out}]}{V_w}$$

แทนค่าลงในสมการ

$$\begin{aligned} r_w &= \frac{(4.532 \times 10^{-5} \times 1.28 \times 10^{-4}) - 1.03 \times 10^{-5} [13.85 - 13.92]}{35 \times 10^{-3}} \\ &= 2.077 \times 10^{-5} \text{ kg/m}^3 (\text{water volume}) \cdot \text{s} \end{aligned}$$

6. การคำนวณความเข้มข้นของ butyl oxitol จากอัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย

จากข้อมูลในตารางที่ ค.3-ค.6 และ ง.6-ง.7

สามารถหาค่าของอัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย butyl oxitol ได้

สำหรับ อากาศ เท่ากับ $1.89 \times 10^{-5} \text{ kg/m}^3 \cdot \text{s}$ (คิดเทียบปริมาตรหอสเปรย์)

สำหรับ น้ำ เท่ากับ $1.62 \times 10^{-5} \text{ kg/m}^3 \cdot \text{s}$ (คิดเทียบปริมาตรน้ำทั้งหมดที่ใช้)

6.1 การทำนายความเข้มข้นของ butyl oxitol ในน้ำ

โดยใช้ อัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหย เท่ากับ $2.1 \times 10^{-5} \text{ kg/m}^3 (\text{water volume}) \cdot \text{s}$

ปริมาตรของน้ำที่ใช้ 15 m^3

อัตราการไหลของน้ำที่ผ่านหัวสเปรย์ $4.62 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$

ปริมาตรน้ำในหอสเปรย์ 1 m^3

จากการทำสมดุลมวล

$$(V_w C_w)_{in} - (V_w C_w)_{out} + r_w (V_w) = V_D \frac{dC_w}{dt}$$

แทนค่าในสมการ

$$4.62 \times 10^{-4} (C_{in} - C_{out}) + (2.1 \times 10^{-5} \times 15) = \frac{C_{out} - C_{in}}{3600}$$

$$C_{out} = \frac{1.134 + 2.6632 C_{in}}{2.6632}$$

จากตารางที่ ง.8

ชั่วโมงที่ 5 แทนค่าในสูตร

$$C_5 = \frac{1.134 + 2.6632 C_4}{2.6632}$$

$$= \frac{1.134 + (2.6632 \times 1.371)}{2.6632}$$

$$= 1.797 \text{ kg/m}^3$$

6.2 การทำนายความเข้มข้นของ butyl oxitol ในไอรระเหย

โดยใช้ อัตราเร็วในการดูดกลืนไอรระเหย เท่ากับ $2.3 \times 10^{-5} \text{ kg/m}^3 (\text{column volume}) \cdot s$

ความเข้มข้นไอรระเหยขาเข้า 115 ppm หรือ $5.635 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^3$

อัตราการไหลเข้าของไอรระเหย $2.78 \text{ m}^3/s$

ปริมาตรของหอสเปรย์ 57.73 m^3

จากสมมูลมวล

$$V_g (C_{in} - C_{out1}) + r_B V_s = V_s \left[\frac{C_{out1} - C_{out0}}{1200} \right]$$

แทนค่าลงในสมการ

$$C_{out1} = \frac{4.76 \times 10^{-4} + (0.0481 \times C_{out0})}{2.828}$$

จากตารางที่ ง.9

เวลาที่ 0 ความเข้มข้นขาออก (C_{out0}) = 0 kg/m^3

เวลาที่ 60 นาที ความเข้มข้น (C_{out1}) สามารถหาได้จาก

$$C_{out1} = \frac{4.76 \times 10^{-4} + (0.0481 \times 0)}{2.788}$$

$$= 1.683 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^3$$

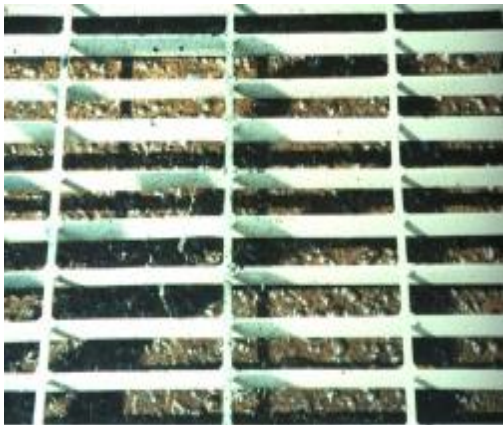
ภาคผนวก ฉ

ลักษณะของควันและน้ำที่เกิดขึ้นขณะดำเนินการของหอสเปรย์

ณ บริษัท สหธาราวัฒน์ จำกัด



รูปที่ น.1 ลักษณะของน้ำที่ผ่านการดักจับไอระเหย



รูปที่ น.2 ตะกอน lacquer ที่ปนเปื้อนในน้ำ



รูปที่ ๓.3 น้ำที่ผ่านการกรองตะกอน lacquer ก่อนกลับเข้าหอสเปรย์อีกครั้ง



รูปที่ ๓.4 ควันท่อออกจากหอสเปรย์ในกรณีใช้ lacquer สีเงินซึ่งไม่ผสม butyl oxitol

ภาคผนวก ข

ข้อมูลหัวฉีกสำหรับหอสเปรย์ ณ บริษัท สหธาราวัฒน์ จำกัด

ตารางที่ ข.1 Nozzle type 1/2 –FCN-S304-07

ITEM NUMBER	NOZZLE NUMBER	FLOW RATE(L/MIN)			SPRAY ANGLE(DEGREE)		
		0.7 BAR	1.5 BAR	2.0 BAR	0.7 BAR	1.5 BAR	2.0 BAR
1	14	6.3	7.9	9.6	53	62	64
2	20	6.2	7.8	9.8	55	62	65
3	34	6.8	7.7	9.5	56	60	62
AVERAGE		6.4	7.8	9.6	55	61	64

ตารางที่ ข.2 Nozzle type 1/2 –FCN-S304-14

ITEM NUMBER	NOZZLE NUMBER	FLOW RATE (L/MIN)			SPRAY ANGLE (DEGREE)		
		0.7 BAR	1.5 BAR	2.0 BAR	0.7 BAR	1.5 BAR	2.0 BAR
1	1	12.5	16.1	19.2	45	56	57
2	2	11.3	14.6	17.6	43	48	53
3	3	11.9	17.0	19.4	55	56	57
4	4	10.8	13.5	15.9	49	55	59
5	5	12.3	16.7	19.7	41	53	55
6	6	11.3	15.8	19.5	45	55	58
7	7	10.4	13.8	15.6	46	53	56
8	8	10.5	13.2	15.9	46	53	55
9	9	10.8	14.1	16.8	49	55	59
10	10	11.7	16.7	20.0	41	53	55
11	11	10.7	14.0	16.4	46	52	53
12	12	11.4	14.4	17.3	46	48	53
13	13	10.5	13.8	18.0	51	54	56
14	15	11.3	13.8	17.3	49	52	56
15	16	10.4	13.5	16.8	43	52	54
16	17	12.0	16.7	18.9	40	52	59

ITEM NUMBER	NOZZLE NUMBER	FLOW RATE(L/MIN)			SPRAY ANGLE(DEGREE)		
		0.7 BAR	1.5 BAR	2.0 BAR	0.7 BAR	1.5 BAR	2.0 BAR
17	18	12.0	15.9	17.7	52	55	58
18	19	10.5	13.7	15.9	43	53	55
19	21	10.7	16.7	20.4	45	53	55
20	22	11.9	15.3	18.0	46	53	55
21	23	12.8	17.8	20.1	45	52	59
22	24	11.1	13.8	17.9	51	53	59
23	26	11.6	15.5	18.5	41	53	55
24	27	11.6	16.7	18.6	45	55	59
25	28	11.0	14.4	17.0	53	54	59
26	29	11.0	17.3	19.4	41	53	56
27	30	11.1	16.3	19.2	41	53	55
28	31	11.0	14.4	17.9	49	52	56
29	32	11.9	17.6	19.2	45	54	56
30	33	11.4	15.8	19.5	41	52	53
31	35	11.3	14.6	18.0	43	48	51
32	36	11.6	14.9	17.6	49	55	56
33	37	11.3	14.4	17.4	46	55	57
AVERAGE		11.3	15.2	18.1	46	53	56

ภาคผนวก ซ

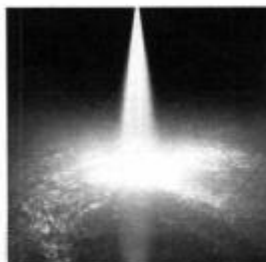
ข้อมูลหัวฉีดชนิด 1/8 GG-30 spray angle 30°

สำหรับหอสเปรย์ ณ ห้องปฏิบัติการ



FullJet Spray Nozzles • Narrow Angle Spray 15°/30° Small Capacity

FULL CONE NOZZLES



G-15



Removable cap & vane
1/8"-1/2" NPT or BSPT (F)

GG-15



Removable cap & vane
1/8"-1/2" NPT or BSPT (M)

G-30



Removable cap & vane
1/8"-1/2" NPT or BSPT (F)

DESIGN FEATURES

Narrow angle FullJet nozzles feature a solid cone-shaped spray pattern with a round impact area. The narrow spray angles of the 15° and 30° series produce uniform and coarse sprays with significantly higher impact per unit area than wider angle FullJet nozzles at the same

flow rate. They are precision-engineered and machined to exacting dimensions to assure optimal performance. Uniform spray distribution results from a unique and original vane design with large flow passages and superior spray control characteristics.

GG-30



Removable cap & vane
1/8"-1/2" NPT or BSPT (M)

COMMON APPLICATIONS

- Cleaning and washing of products requiring deep penetration and/or spray induced turbulence to ensure thorough washing
- Desuperheating of steam
- Spraying the inside of ducts and pipes for cooling or cleaning

ACCESSORIES

- Split-eyelet Connector
- Adjustable Ball Fittings
- Strainers
- Pressure Gauges
- Pressure Regulators
- Pressure Relief Valves
- Control Valves
- Solenoid Valves
- Check Valves

See Section L for more info.

ORDERING INFO

STANDARD SPRAY NOZZLE

1/4 G - SS 1530

Inlet Conn.	Nozzle Type	Material Code	Capacity Size
-------------	-------------	---------------	---------------

1/2 GG - SS 3030

Inlet Conn.	Nozzle Type	Material Code	Capacity Size
-------------	-------------	---------------	---------------

FullJet® Spray Nozzles • Narrow Angle Spray 15°/30° Small Capacity



FULL CONE NOZZLES

PERFORMANCE DATA

G-15, GG-15

Nozzle Inlet Conn. NPT or BSPT	Capacity Size	Orifice Dia. Nom. (mm)	Capacity (liters per minute)										Spray Angle		
			0.7 bar	1.5 bar	2 bar	3 bar	4 bar	5 bar	6 bar	7 bar	10 bar	20 bar	0.7 bar	3 bar	7 bar
1/8	1507	1.6	1.3	2.0	2.3	2.8	3.2	3.6	3.9	4.2	5.0	7.1	13°	15°	15°
	1514	2.4	2.7	3.9	4.5	5.5	6.4	7.1	7.8	8.4	10.1	14.3	13°	15°	15°
1/4	1530	3.2	5.7	8.4	9.7	11.8	13.7	15.3	16.7	18.1	22	31	13°	15°	15°
3/8	1550	4.4	9.5	14.0	16.1	19.7	23	25	28	30	36	51	13°	15°	15°
1/2	1590	5.6	17.2	25	29	36	41	46	50	54	65	92	13°	15°	15°

G-30, GG-30

Nozzle Inlet Conn. NPT or BSPT	Capacity Size	Orifice Dia. Nom. (mm)	Capacity (liters per minute)										Spray Angle		
			1 bar	2 bar	3 bar	4 bar	5 bar	6 bar	7 bar	10 bar	15 bar	20 bar	1 bar	3 bar	7 bar
1/8	3001.4	.79	.32	.45	.55	.64	.71	.78	.84	1.0	1.2	1.4	17°	30°	31°
	3002.5	.79	.57	.81	.99	1.1	1.3	1.4	1.5	1.8	2.2	2.5	17°	30°	32°
	3004	1.2	.91	1.3	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.9	3.5	4.1	26°	30°	32°
	3007	1.6	1.6	2.3	2.8	3.2	3.6	3.9	4.2	5.0	6.2	7.1	23°	30°	30°
1/4	3009	2.0	2.1	2.9	3.6	4.1	4.6	5.0	5.4	6.5	7.9	9.2	23°	30°	30°
3/8	3014	2.4	3.2	4.5	5.5	6.4	7.1	7.8	8.4	10.1	12.4	14.3	25°	30°	30°
1/2	3030	3.2	6.8	9.7	11.8	13.7	15.3	16.7	18.1	22	26	31	26°	30°	31°

DIMENSIONS & WEIGHTS

G-15, G-30  GG-15, GG-30 	Nozzle Type (Conn.)	Nozzle Inlet Conn. NPT or BSPT	Length (mm)	Hex. (mm)	Net Weight (kg)
	G-15, G-30 (F)	1/8	35.5	17.5	.06
		1/4	43	20.6	.09
		3/8	54	25.4	.17
		1/2	66.5	31.8	.31
	GG-15, GG-30 (M)	1/8	39	17.5	.06
		1/4	45	20.6	.09
		3/8	55.5	25.4	.17
		1/2	70	31.8	.31

Based on largest/heaviest version of each type.

MATERIALS

Material	Material Code	Nozzle Type			
		G-15	GG-15	G-30	GG-30
Brass	(none)	•	•	•	•
303 Stainless Steel	SS	•	•	•	•

Other materials available upon request.



Spraying Systems Co.®

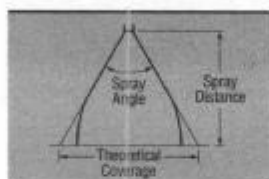
Phone 1-800-95-SPRAY, Fax 1-888-95-SPRAY
Outside the U.S., Phone 1(630) 665-5000, Fax 1(630) 260-0842
Visit our Web Site: <http://www.spray.com>

Spray Angle and Coverage

This table lists the theoretical coverage of spray patterns as calculated from the included spray angle of the spray and the distance from the nozzle orifice. These values are based on the assumption that the spray angle remains the same throughout the entire spray distance. In actual practice, the tabulated spray angle does not hold for long spray distances. Write for data sheets on actual spray coverage.

Tabulated spray angles indicate approximate spray coverages based on water. In actual spraying, the effective spray angle varies with spray distance. If the spray coverage requirement

is critical, write for specific spray coverage data. Liquids more viscous than water form relatively smaller spray angles (or even a solid stream), depending upon viscosity, nozzle capacity, and spraying pressure. Liquids with surface tensions lower than water will produce relatively wider spray angles than those listed for water.



Included Spray Angle	Theoretical Coverage at Various Distances (in cm)											
	From Nozzle Orifice											
	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm	100 cm
5°	.4	9	1.3	1.8	2.2	2.6	3.5	4.4	5.2	6.1	7.0	8.7
10°	.9	1.8	2.6	3.5	4.4	5.3	7.0	8.8	10.5	12.3	14.0	17.5
15°	1.3	2.6	4.0	5.3	6.6	7.9	10.5	13.2	15.8	18.4	21.1	26.3
20°	1.8	3.5	5.3	7.1	8.8	10.6	14.1	17.5	21.2	24.7	28.2	35.3
25°	2.2	4.4	6.7	8.9	11.1	13.3	17.7	22.2	26.6	31.0	35.5	44.3
30°	2.7	5.4	8.0	10.7	13.4	16.1	21.4	26.8	32.2	37.5	42.9	53.6
35°	3.2	6.3	9.5	12.6	15.8	18.9	25.2	31.5	37.8	44.1	50.5	63.1
40°	3.6	7.3	10.9	14.6	18.2	21.8	29.1	36.4	43.7	51.0	58.2	72.8
45°	4.1	8.3	12.4	16.6	20.7	24.9	33.1	41.4	49.7	58.0	66.3	82.8
50°	4.7	9.3	14.0	18.7	23.3	28.0	37.3	46.6	56.0	65.3	74.6	93.3
55°	5.2	10.4	15.6	20.8	26.0	31.2	41.7	52.1	62.5	72.9	83.3	104
60°	5.8	11.6	17.3	23.1	28.9	34.6	46.2	57.7	69.3	80.8	92.4	115
65°	6.4	12.7	19.1	25.5	31.9	38.2	51.0	63.7	76.5	89.2	102	127
70°	7.0	14.0	21.0	28.0	35.0	42.0	56.0	70.0	84.0	98.0	112	140
75°	7.7	15.4	23.0	30.7	38.4	46.0	61.4	76.7	92.1	107	123	153
80°	8.4	16.8	25.2	33.6	42.0	50.4	67.1	83.9	101	118	134	168
85°	9.2	18.3	27.5	36.7	45.8	55.0	73.3	91.6	110	128	147	183
90°	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	80.0	100	120	140	160	200
95°	10.9	21.8	32.7	43.7	54.6	65.5	87.3	109	131	153	175	218
100°	11.9	23.8	35.8	47.7	59.6	71.5	95.3	119	143	167	191	238
110°	14.3	28.6	42.9	57.1	71.4	85.7	114	143	171	200	229	286
120°	17.3	34.6	52.0	69.3	86.6	104	139	173	208	243		
130°	21.5	42.9	64.3	85.8	107	129	172	215	257			
140°	27.5	55.0	82.4	110	137	165	220	275				
150°	37.3	74.6	112	149	187	224	299					
160°	56.7	113	170	227	284							
170°	114	229										

Spray Drop Size (Atomization)

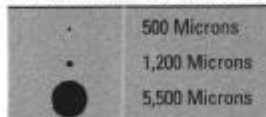
Drop size refers to the size of the individual spray drops which comprise a nozzle's spray pattern. All of the spray drops within a given spray are not the same size. Some of the different ways to describe drop sizes within a spray are defined below:

Volume Median Diameter (VMD) D_{v50} and Mass Median Diameter (MMD): A means of expressing drop size in terms of the volume of liquid sprayed. The Volume Median Diameter drop size when measured in terms of volume (or mass) is a value where 50% of the total volume of liquid sprayed is made up of drops with diameters larger than the median value and 50% with smaller diameters.

Sauter Mean Diameter (SMD) also expressed as D_{32} : A means of expressing the fineness of a spray in terms of the surface area produced by the spray. The Sauter Mean Diameter is the diameter of a drop having the same volume-to-surface area ratio as the total volume of all the drops to the total surface area of all the drops.

Number Median Diameter (NMD) expressed as NMD and DN_{50} : A means of expressing drop size in terms of the number of drops in the spray. This means that 50% of the drops by count or number are smaller than the median diameter and 50% of the drops are larger than the median diameter.

One Millimeter = 1,000 Microns



Actual Drop Sizes

These drop sizes are usually expressed in microns (micrometers). One micron equals 1/25,400 inch – or 0.001 mm. 3,175 microns equals 1/8 inch.

Other than the effects of the specific material being sprayed, the three major factors affecting drop size are nozzle type and capacity, spraying pressure, and spray pattern type. Lower spraying pressures provide larger drop sizes, while higher spraying pressures yield smaller drop

Spray Pattern Type	0.7 bar		3 bar		7 bar	
	CAPACITY l/min	VMD MICRONS	CAPACITY l/min	VMD microns	CAPACITY l/min	VMD microns
Air Atomizing	.02 .08	20 100	.03 30	15 200	.45 2.6	400 290
Fine Spray	.83	375	.1 1.6	110 330	.2 2.6	110 290
Hollow Cone	.19 45	360 3400	.38 91	300 1900	.61 144	200 1260
Flat Fan	.19 18.9	260 4300	.38 38	220 2500	.61 60	190 1400
Full Cone	.38 45	1140 4300	.72 87	850 2800	1.1 132	500 1720

Based on a sampling of nozzles selected to show the wide range of possible drop sizes available.

sizes. The smallest drop sizes are achieved by air atomizing nozzles. Generally speaking, the largest spray drops are produced by full cone hydraulic spray nozzles. In the hydraulic spray nozzle series the smallest drop sizes are produced by hollow cone spray nozzles, including the hydraulic atomizing type or fine spray.

Within each type of spray pattern the smallest capacities produce the smallest spray drops, and the largest capacities produce the largest spray drops. Because the Volume Median Diameter (VMD) is based on the volume of liquid

sprayed, it is a widely accepted reference and is used in the chart above.

More complete drop size data is available on all types of spray nozzles. Contact your local Spraying Systems Co. sales engineer for more information.



Spraying Systems Co.

Phone 1-800-95-SPRAY, Fax 1-888-95-SPRAY
Outside the U.S., Phone 1(630) 665-5000, Fax 1(630) 260-0842
Visit our Web Site: <http://www.spray.com>

ตารางที่ ๕.1 Particle drop size of full cone spray nozzle

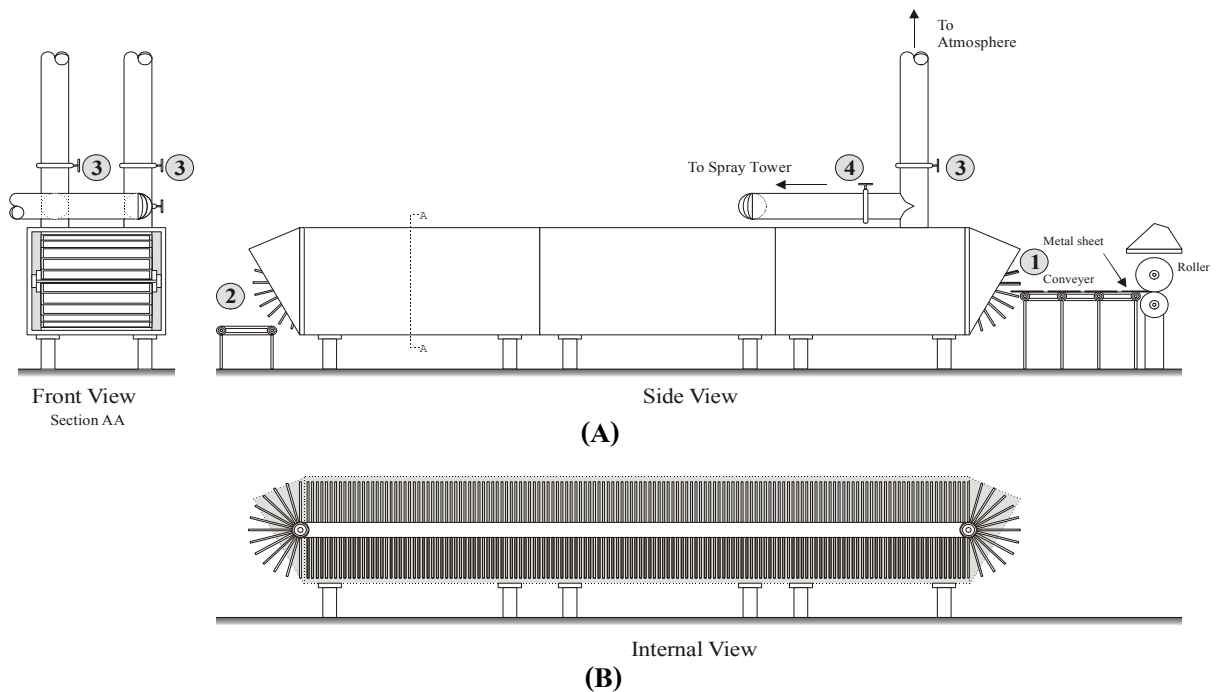
ΔP (kg/cm ²)	Water flow rate, Q_1 (ml/min)	d_p (μm)
0.25	320	1,624
0.5	468	1,538
0.75	620	1,314
1.0	740	1,082
1.25	845	1,004
1.5	944	796
2.0	1,102	600

ภาคผนวก ฅ

การตรวจสอบและผลการตรวจสอบอุณหภูมิภายในเตาอบ

เพื่อตรวจสอบว่า อุณหภูมิภายในเตาอบและอุณหภูมิที่ผิวของแผ่นโลหะในขณะที่เคลื่อนที่ผ่านเตาอบ มีค่าเท่ากับ 200°C ซึ่งจะใช้ชุดเครื่องมือในการวัดอุณหภูมิ เคลื่อนผ่านเข้าไปในเตาอบพร้อมกับแผ่นโลหะ โดยทำการวัดอุณหภูมิที่จุดต่างๆ ของแผ่นโลหะและอากาศภายในเตาอบ และเพื่อตรวจสอบว่า เมื่อมีการนำ blower มาต่อเข้ากับท่อด้านบนของเตาอบ เพื่อใช้ในการดูดไอระเหยของสารอินทรีย์ที่เกิดจากการอบให้เข้าสู่ spray tower เพื่อบำบัดไอระเหยของสารอินทรีย์ จะส่งผลทำให้อุณหภูมิภายในเตาอบลดลงหรือไม่

ในกระบวนการเคลือบผิวกระป๋อง แผ่นโลหะที่ผ่านการเคลือบแล้วจะถูกป้อนเข้าสู่เตาอบ ณ จุดที่ 1 ด้วยอัตราการป้อน 5,100 แผ่นต่อชั่วโมง โดยด้านในของเตาอบจะมีโครงเหล็กที่ต่อเข้ากับสายพาน ช้อนแผ่นโลหะเข้าไปข้างในเตาอบ สำหรับการทำงานของชุดสายพานในเตาอบ จะทำงานโดยเมื่อแผ่นโลหะถูกป้อนเข้าไปในเตาอบ โครงเหล็กที่ติดอยู่กับสายพานจะเป็นตัวยกแผ่นโลหะจากตัวป้อนเป็นมุมประมาณ 85° องศา และพาผ่านเข้าไปในเตาอบ แผ่นโลหะจะเคลื่อนผ่านเข้าไปในเตาอบเป็นเวลาประมาณ 20 นาที และหลังจากนั้นแผ่นโลหะจะถูกป้อนออกที่ทางออกของเตาอบ ณ จุดที่ 2 เพื่อนำไปใช้งานต่อไป โดยไอระเหยของสารอินทรีย์ที่เกิดจากการอบแผ่นโลหะนั้นจะถูกระบายออกทางด้านบนของเตาอบ ณ จุดที่ 3 และจากการปรับปรุงกระบวนการอบแผ่นโลหะ เพื่อลดมลพิษที่เกิดจากไอระเหยของสารอินทรีย์ที่เกิดขึ้นนั้น จึงได้มีการต่อท่อเพิ่มขึ้น ณ จุดที่ 4 โดยต่อเข้ากับ blower เพื่อดูดไอระเหยที่เกิดขึ้นเข้าสู่ spray tower เพื่อนำไปบำบัด



รูปที่ ๓.1 แสดงลักษณะของเครื่องอบแผ่นโลหะแสดงลักษณะของชุดสายพานภายในเตาอบ

การวัดอุณหภูมิ

อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิเป็นของ Datapaq co.,Ltd. , USA ซึ่งประกอบด้วย

1. Oven tracker Data logger (รูปที่ 2.2)
2. Thermocouples (รูปที่ 2.3)
3. Thermal Barrier (รูปที่ 2.4)

Note : ก่อนที่ทำการวัดอุณหภูมิภายในเตาอบ Data logger จะถูกนำไปใส่ไว้ใน Thermal barrier เพื่อป้องกันความร้อนที่จะก่อให้เกิดความเสียหายแก่ Data logger เนื่องจากในการวัดอุณหภูมิจำเป็นที่จะต้องนำ Data logger ผ่านเข้าไปในเตาอบด้วย

วิธีการทดลอง

1. ต่อ thermocouples เข้ากับ data logger ดังแสดงในรูปที่ 2.5
2. นำปลายอีกด้านของ thermocouples ไปติดที่จุดต่างๆ บนแผ่นโลหะ 6 จุด โดยแต่ละจุดที่ติดแสดงในรูปที่ 2.6
3. ปรับวาล์วที่ท่อระบายไอระเหยบนเตาอบที่ป้อนเข้าสู่ spray tower (จุดที่ 4 รูปที่ 2.1A) ให้ได้ตามตำแหน่งที่ต้องการ คือ เปิดวาล์ว 100 %, เปิดวาล์ว 50 % และ ปิดวาล์ว จากนั้นปรับวาล์วตัวที่ปล่อยไอระเหยออกสู่บรรยากาศ (จุดที่ 3 รูปที่ 2.1A) ให้มีตำแหน่งที่สอดคล้องกับวาล์วของท่อที่ป้อนไอระเหยเข้าสู่ spray tower เช่น ถ้าเปิดวาล์วของท่อที่ป้อนไอระเหยเข้าสู่ spray tower เป็น 100 % ก็จะต้องปิดวาล์วของท่อที่ปล่อยไอระเหยสู่บรรยากาศ หรือถ้าเปิดวาล์วของท่อที่ป้อนเข้าสู่ spray tower เป็น 50 % ก็จะต้องเปิดวาล์วของท่อที่ป้อนไอระเหยสู่บรรยากาศ 50 % เช่นกัน
4. นำชุดเครื่องมือวัดอุณหภูมิและแผ่นโลหะที่ต้องการวัดวางบนชุดสายพาน ณ จุดทางเข้าของเตาอบ
5. รอประมาณ 20 นาที จนกระทั่งแผ่นโลหะที่ติดกับชุดเครื่องมือวัดอุณหภูมิถูกป้อนออกมาจากเตาอบ ยกออกมา
6. นำ data logger ออกจาก thermal barrier จากนั้นนำ data logger ไปต่อกับ computer เพื่อประมวลผล



รูปที่ ๓.๒ Oven tracker Data logger



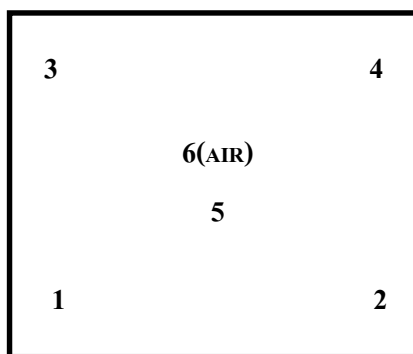
รูปที่ ๓.๓ Thermocouples



รูปที่ ๓.๔ Thermal barrier



รูปที่ ๓.๕ แสดงการต่อ thermocouple
เข้ากับ data logger



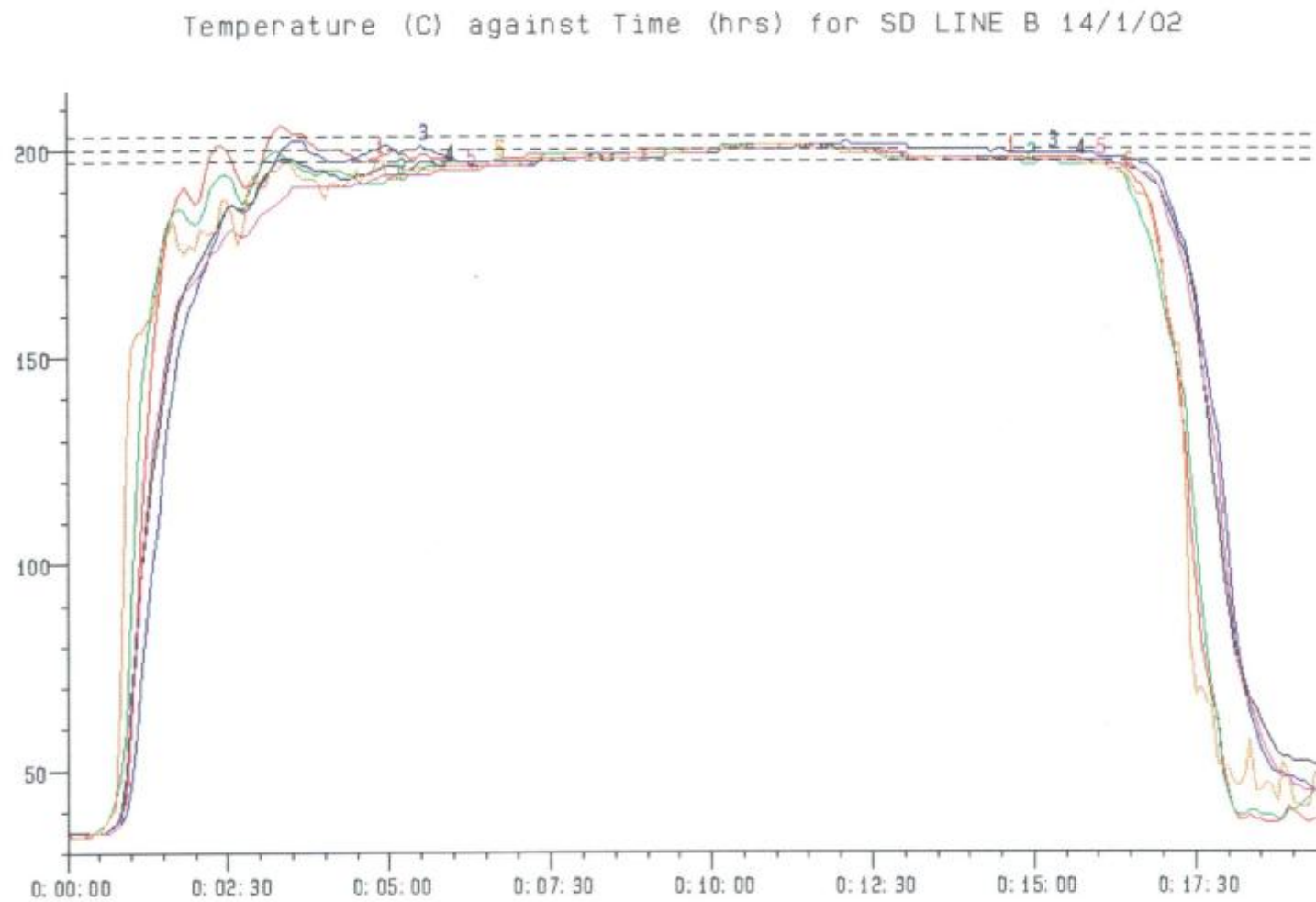
รูปที่ ๓.๖ แสดงตำแหน่งที่ติด thermocouples บนแผ่นโลหะ

ผลการวัดอุณหภูมิ

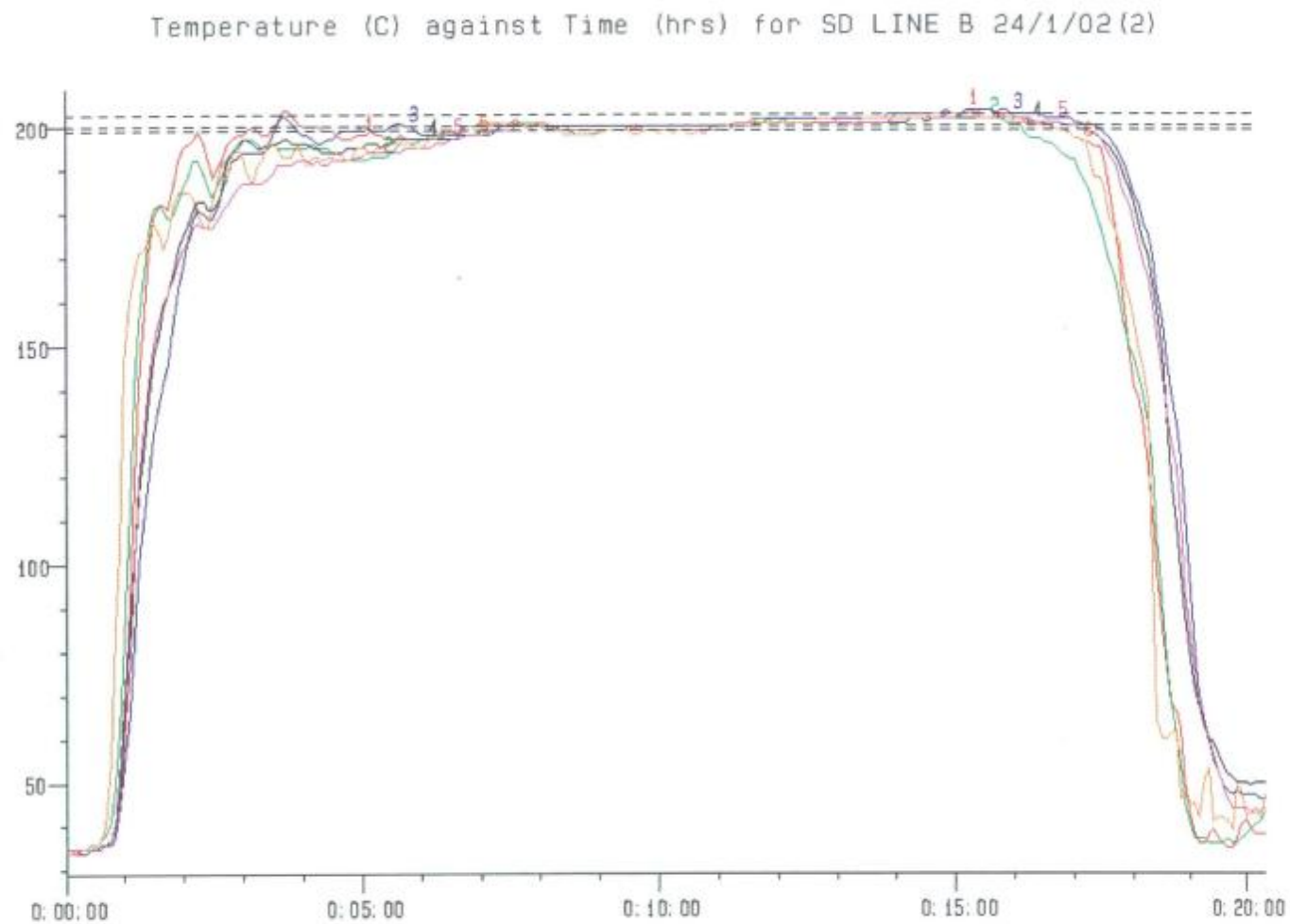
ลักษณะการกระจายตัวของอุณหภูมิที่วัดได้บนแผ่นโลหะและอากาศภายในเตาอบ เมื่อแผ่นโลหะเคลื่อนเข้าไปในเตาอบ จะแสดงได้ดังกราฟที่ 1, 2 และ 3 โดยรูปที่ ๗.7 แสดงถึงการวัดอุณหภูมิเมื่อไม่มีการเปิดวาล์วของท่อที่ป้อนไอระเหยเข้าสู่ spray tower (ปิดวาล์ว 100 %) รูปที่ ๗.8 แสดงถึงการวัดอุณหภูมิเมื่อมีการเปิดวาล์วของท่อที่ป้อนไอระเหยเข้าสู่ spray tower และวาล์วของท่อที่ปล่อยไอระเหยสู่บรรยากาศ อย่างละ 50 % และรูปที่ ๗.9 แสดงถึงการวัดอุณหภูมิเมื่อมีการเปิดวาล์วของท่อที่ป้อนไอระเหยเข้าสู่ spray tower 100 % ซึ่งเส้นกราฟแต่ละเส้นจะแสดงถึงการกระจายของอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ บนแผ่นโลหะ

จากการทดลองการวัดอุณหภูมิภายในเตาอบ เมื่อปรับตำแหน่งของการเปิดวาล์วของท่อที่ป้อนไอระเหยเข้าสู่ spray tower ให้อยู่ในตำแหน่งที่ต่างกัน เมื่อพิจารณาลักษณะการกระจายตัวของอุณหภูมิที่จุดต่างๆ บนแผ่นโลหะและอากาศแล้วนั้น โดยถ้าหากพิจารณาขณะที่แผ่นโลหะผ่านเตาอบในช่วง 5 นาทีแรก (เนื่องจากท่อที่ใช้ระบายไอระเหยติดตั้งอยู่ในช่วงต้นของเตาอบ) เมื่อเปรียบเทียบลักษณะการกระจายตัวของอุณหภูมิทั้ง 3 กรณี พบว่าลักษณะการกระจายตัวของอุณหภูมิไม่มีความแตกต่างกันมากนัก

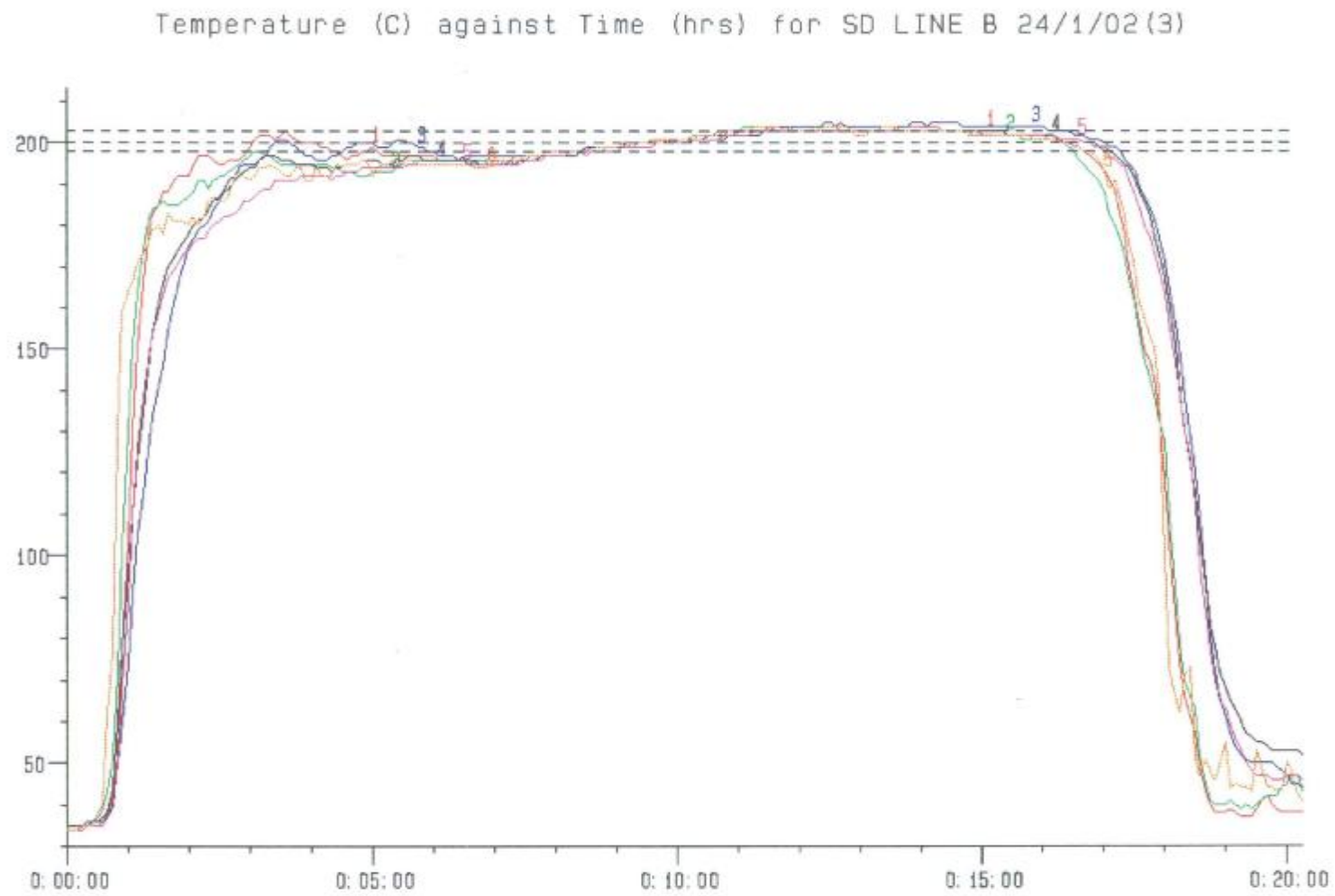
ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการปรับปรุงกระบวนการอบแผ่นโลหะโดยมีการติดตั้งระบบดักจับไอระเหยของสารอินทรีย์ และ blower เพื่อดูดไอระเหยของสารอินทรีย์ที่เกิดจากกระบวนการอบแผ่นโลหะนั้น เป็นผลทำให้อุณหภูมิภายในเตาอบลดลงเล็กน้อยประมาณ 1-2°C



รูปที่ ๗.๗ แสดงลักษณะการกระจายตัวของอุณหภูมิเมื่อไม่มีการเปิดวาล์วของท่อที่ต่อเข้า Spray tower (ปิดวาล์ว 100 %)



รูปที่ ๗.๘ แสดงลักษณะการกระจายตัวของอุณหภูมิเมื่อมีการเปิดวาล์วของท่อที่ต่อเข้า Spray tower 50 %



รูปที่ ๓.๙ แสดงลักษณะการกระจายตัวของอุณหภูมิเมื่อมีการเปิดวาล์วของท่อที่ต่อเข้า Spray tower 100 %

ภาคผนวก ก

ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้ และกิจกรรมที่ดำเนินมา
และผลที่ได้รับตลอดโครงการ

ตารางที่ ๑.1 รายละเอียดการดำเนินงานของโครงการตามแผนงานโดยสรุป

กิจกรรม (ตามแผน)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ	ผลการดำเนินงาน
ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการดักจับไอระเหยของ butyl oxitol โดยใช้น้ำ ด้วยเครื่อง wet scrubber ณ. โรงงาน - อัตราการไหลของน้ำเข้าสู่หอสเปรย์ - ผลกระทบของ BO ที่เพิ่มขึ้นในสารละลาย (น้ำ+สารละลาย)	ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบ wet scrubber	● อัตราการไหลของน้ำที่เข้าสู่หอสเปรย์มีผลต่อประสิทธิภาพในการดักจับไอระเหย โดยที่อัตราการไหลสูงจะทำให้หอสเปรย์มีประสิทธิภาพในการจับไอระเหยได้ดีกว่าที่อัตราการไหลต่ำ คือ สามารถจับไอระเหยได้ดีกว่า ● ผลกระทบของ BO ที่เพิ่มขึ้น พบว่าความเข้มข้นของ BO ในน้ำเพิ่มขึ้นเมื่อระบบทำงานนานขึ้น แสดงว่าน้ำสามารถจับ BO ได้อย่างต่อเนื่อง แต่ประสิทธิภาพของการดูดกลืนลดลง ● pH มีค่าประมาณ 6.5-7.5 ซึ่งมีสภาพเป็นกลาง ดังนั้นสารละลายที่เกิดขึ้นจึงไม่ส่งผลต่อการกัดกร่อนภายในหอสเปรย์และจากการวัดอุณหภูมิของระบบพบว่ามีความคงที่
การศึกษาในห้องปฏิบัติการ - การละลายของ ในน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ - ปัจจัยที่มีผลต่อการดูดกลืนไอระเหย โดยทำการทดลองด้วยแบบจำลองระบบ wet scrubber ที่สร้างขึ้นในห้องปฏิบัติการ ได้แก่อัตราการไหลของไอระเหยโดยใช้น้ำที่อุณหภูมิต่างๆ และอัตราส่วนระหว่างอัตราการไหลของน้ำต่ออัตราการไหลของไอระเหย (loading ratio)	ทำให้ทราบถึงความสามารถในการละลายของ BO ในน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ ได้ และทราบค่าความร้อนที่เกิดขึ้นจากการละลายของ BO ในน้ำ และผลกระทบของปัจจัยที่ศึกษาเพิ่มเติมต่อการดูดกลืนไอระเหย	● การละลายของ BO ที่อุณหภูมิต่างๆ พบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นทำให้ความสามารถในการละลายของ BO ในน้ำลดลงเนื่องจากการละลายเป็นกระบวนการคายความร้อน โดยมีค่า $\Delta H = -34.47 \text{ kJ/mol}$ ● พบว่าเมื่ออัตราการไหลไอระเหยสูงและอุณหภูมิของน้ำต่ำ จะทำให้การดูดกลืนไอระเหยสูงขึ้น เนื่องจากมีปริมาณ BO เข้าระบบมากขึ้น และเนื่องจากกระบวนการคายความร้อน

กิจกรรม (ตามแผน)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ	ผลการดำเนินงาน
วิเคราะห์และปรับปรุงการทำงานของระบบ	สามารถทำนายสมรรถนะภาพการทำงานของระบบ wet scrubber และทำนายเวลาในการเปลี่ยนน้ำที่ใช้ในการจับไอระเหยได้	จากการวิเคราะห์การทำงานของระบบ wet scrubber โดยพิจารณาจากการทดลองในโรงงานร่วมกับการทดลองในห้องปฏิบัติการ พบว่าน้ำที่ใช้ในการจับไอระเหยจะเริ่มอิ่มตัวเมื่อมีความเข้มข้นของ BO ในน้ำประมาณ 12,000 ppm และอัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหยทั้งในน้ำและก๊าซที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน จึงสามารถนำอัตราเร็วในการดูดกลืนที่ได้มาทำนายเวลาในการเปลี่ยนน้ำได้จากการนำอัตราเร็วในการดูดกลืนไอระเหยมาทำนายความเข้มข้นที่เกิดขึ้นในน้ำ และนำมาเปรียบเทียบกับค่าจริง พบว่าสามารถทำนายเวลาในการเปลี่ยนน้ำได้คือ 3 วัน