บทที่ 4

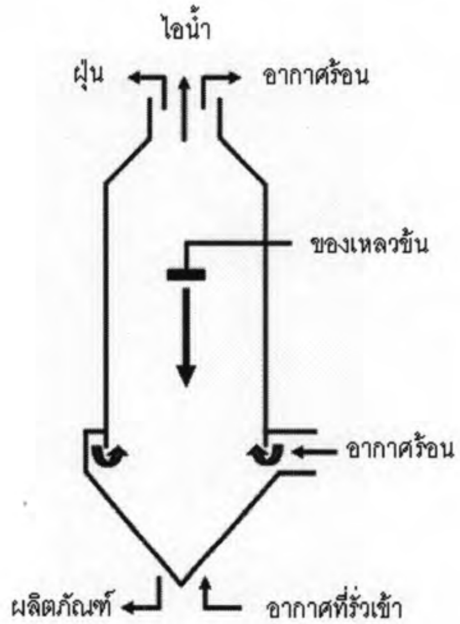
กรณีศึกษา

4.1 การประยุกต์ใช้การปรับให้สอดคล้องของข้อมูลสำหรับหออบแห้งแบบพ่นฝอยในกระบวนการผลิตผงซักฟอก

งานวิจัยนี้จะศึกษาการปรับให้สอดคล้องของข้อมูลสำหรับหออบแห้งแบบพ่นฝอยในกระบวนการผลิตผงซักฟอก 2 กรณีคือ

4.1.1 การปรับให้สอดคล้องของข้อมูลให้เป็นไปตามสมการสมดุลมวลสารและสมการสมดุลความร้อน โดยทำตามสมการสมดุลมวลสารก่อนแล้วนำผลที่ได้ไปทำตามสมการสมดุลความร้อน

การทำงานของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยเริ่มจากการสูบของเหลวข้นที่ต้องการจะทำให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในรูปของผงแห้งขึ้นไปยังหออบแห้งแบบพ่นฝอย เพื่อฉีดพ่นของเหลวข้นผ่านหัวทำละอองฝอยให้มีลักษณะเป็นละอองของเหลวขนาดเล็ก มาสัมผัสกับอากาศร้อนที่ไหลสวนทางกันภายในภาชนะอบแห้ง จนกระทั่งไอน้ำถูกระเหยออกไปทางด้านบนพร้อมกับอากาศร้อนและจะมีผงผลิตภัณฑ์ที่ลอยไปกับอากาศด้วยเล็กน้อย ส่วนผงผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะแห้งจะตกลงมาทางด้านล่าง ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 กระบวนการอบแห้งแบบพ่นฝอย

สมการสมดุลมวลสารของตัวแปรต่างๆ รอบหออบแห้งแบบพ่นฝอยสามารถเขียนได้ดังนี้

$$F_S + F_{HA} + F_{LA} - F_P - F_{EA} - F_{EW} - F_D = 0 \qquad (4.1)$$

สมการสมดุลความร้อนของหออบแห้งแบบพ่นฝอย สามารถเขียนได้ดังนี้

$$F_S Q_{S,i} + F_{HA} Q_{A,i} + Q_{AL,i} - F_{EA} Q_{A,o} - F_P Q_{S,o} - Q_L = 0 \qquad (4.2)$$

เมื่อ Q_S = $C_{ds}(\Delta T) + (W_s)_1 C_w \Delta T$

C_{ds} = ค่าความจุความร้อนของของแข็งที่แห้ง

C_w = ค่าความจุความร้อนของความชื้น (ในรูปของเหลว)

ΔT = ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างอุณหภูมิของของเหลวกับอุณหภูมิที่อ้างถึง

$(W_s)_1$ = น้ำหนักความชื้นต่อน้ำหนักของแข็ง (ในสายของเหลวข้น)

Q_A = $(0.24 + 0.46H_a)\Delta T + \lambda H_a$

H_a = เปอร์เซ็นต์ความชื้น

λ = ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ

$Q_{AL,i}$ = $F_{AL} C_{p_a} \Delta T$

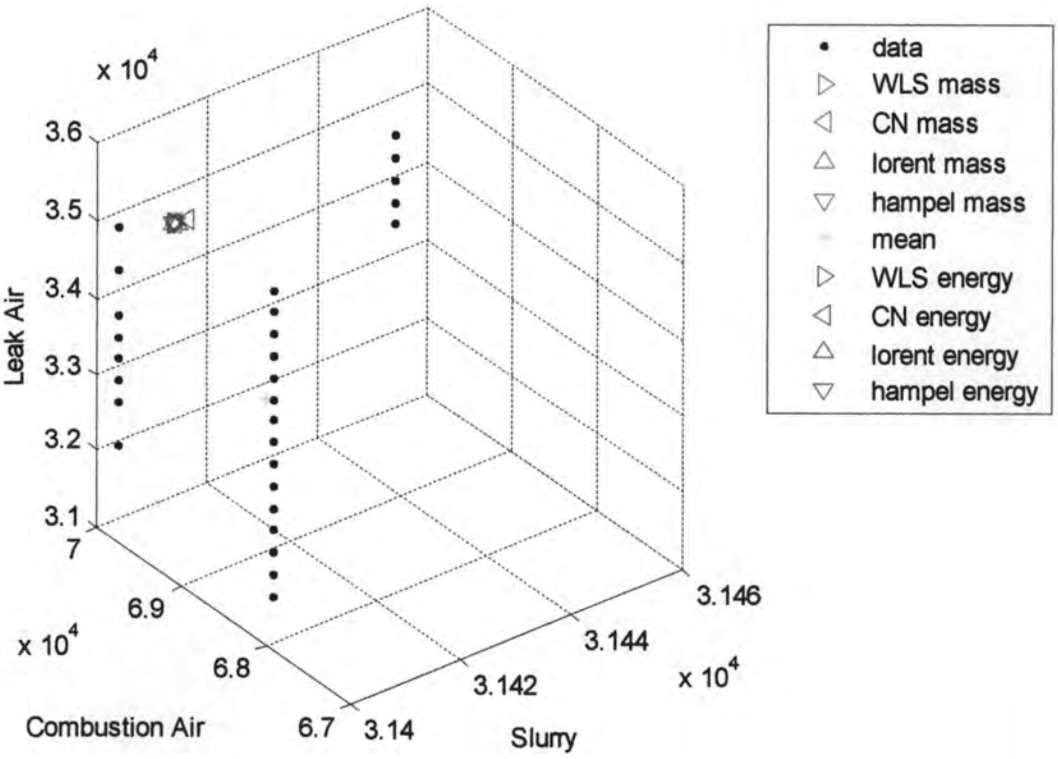
กรณีนี้จะทำการศึกษาการปรับให้สอดคล้องของข้อมูลในกรณีที่มีบางตัวแปรไม่ได้วัด ซึ่งตัวแปรที่ไม่ได้ทำการวัดคือ ความร้อนที่สูญเสีย ซึ่งค่าของตัวแปรที่เป็นตัวแทนแสดงถึงสภาวะที่แท้จริงของกระบวนการ

จากการศึกษาวิธีการปรับให้สอดคล้องของข้อมูล ที่นำมาใช้แก้ปัญหาหาค่าของตัวแปรที่เป็นตัวแทนแสดงถึงสภาวะที่แท้จริงของข้อมูลการวัดแต่ละตัวแปร ซึ่งวิธีที่นำมาศึกษามี 4 วิธีคือ Weighted Least-Square, Contaminated Normal, Lorentzian distribution function และ Hampel's redescending M-estimator โดยนำข้อมูลที่ซ้ำซ้อนของกระบวนการ มาใช้ในการตรวจสอบการวัดที่เวลาปัจจุบัน โดยวัดค่าตัวแปรทุกตัวจำนวน 50 ค่า ทำการวัดข้อมูลทุกๆ 30 วินาที ทำให้ได้ค่าของตัวแปรที่เป็นตัวแทนแสดงถึงสภาวะที่แท้จริงของกระบวนการ ดังแสดงในตารางที่ 4.1

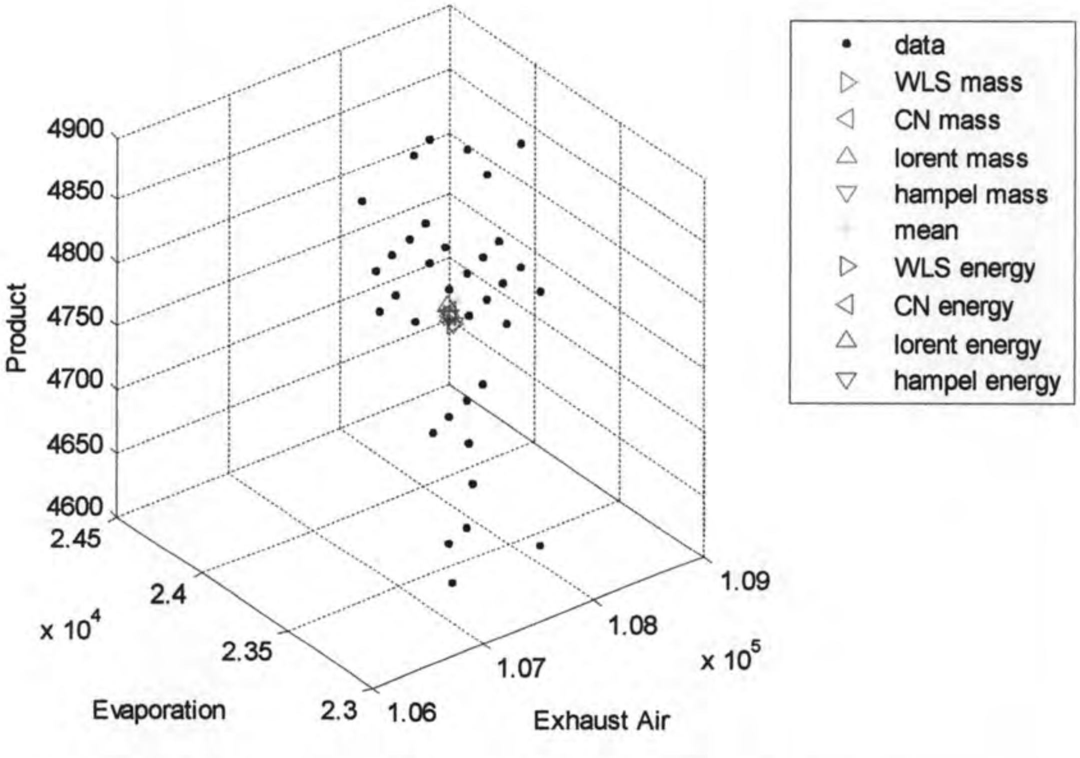
ตารางที่ 4.1 ผลการปรับให้สอดคล้องของข้อมูลแต่ละวิธีในการทำสมดุลมวลสารและสมการสมดุลความร้อน โดยทำตามสมการสมดุลมวลสารก่อนแล้วนำผลที่ได้ไปทำตามสมการสมดุลความร้อน

อัตราการไหล	วิธีการปรับให้สอดคล้องของข้อมูล			
(kg/hr)	WLS	CN	Lorent	Hampel
ของเหลวข้น	31408.30	31408.28	31408.11	31408.30
ลมร้อนเข้า	69621.56	69621.25	69618.77	69621.56
อากาศที่รั่วเข้า	35013.91	35014.38	35018.08	35013.91
ลมร้อนออก	107637.15	107637.23	107637.98	107637.15
ไอน้ำ	23616.94	23616.94	23616.87	23616.94
ฝุ่น	7.84	7.84	7.84	7.84
ผลิตภัณฑ์	4781.84	4781.89	4782.26	4781.84
อุณหภูมิ	วิธีการปรับให้สอดคล้องของข้อมูล			
(องศาเซลเซียส)	WLS	CN	Lorent	Hampel
ของเหลวข้น	73.39	73.39	73.39	73.39
ลมร้อนเข้า	314.00	314.00	314.02	314.00
อากาศที่รั่วเข้า	37.78	37.78	37.77	37.78
ลมร้อนออกและไอน้ำ	107.26	107.26	107.25	107.26
ผลิตภัณฑ์	83.88	83.88	83.88	83.88
ความร้อนสูญเสีย	70.01	70.00	69.95	70.01

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการวัดของสายเข้ามาเปรียบเทียบกับค่าของตัวแปรที่เป็นตัวแทนแสดงถึงสภาวะที่แท้จริงของกระบวนการที่ได้จากการปรับให้สอดคล้องของข้อมูลแต่ละวิธี แสดงดังรูปที่ 4.2 และข้อมูลที่ได้จากการวัดของสายออกมาเปรียบเทียบกับค่าของตัวแปรที่เป็นตัวแทนแสดงถึงสภาวะที่แท้จริงของกระบวนการที่ได้จากการปรับให้สอดคล้องของข้อมูลแต่ละวิธี แสดงดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.2 เปรียบเทียบผลการปรับให้สอดคล้องของข้อมูลในแต่ละวิธีของตัวแปรสายเข้า



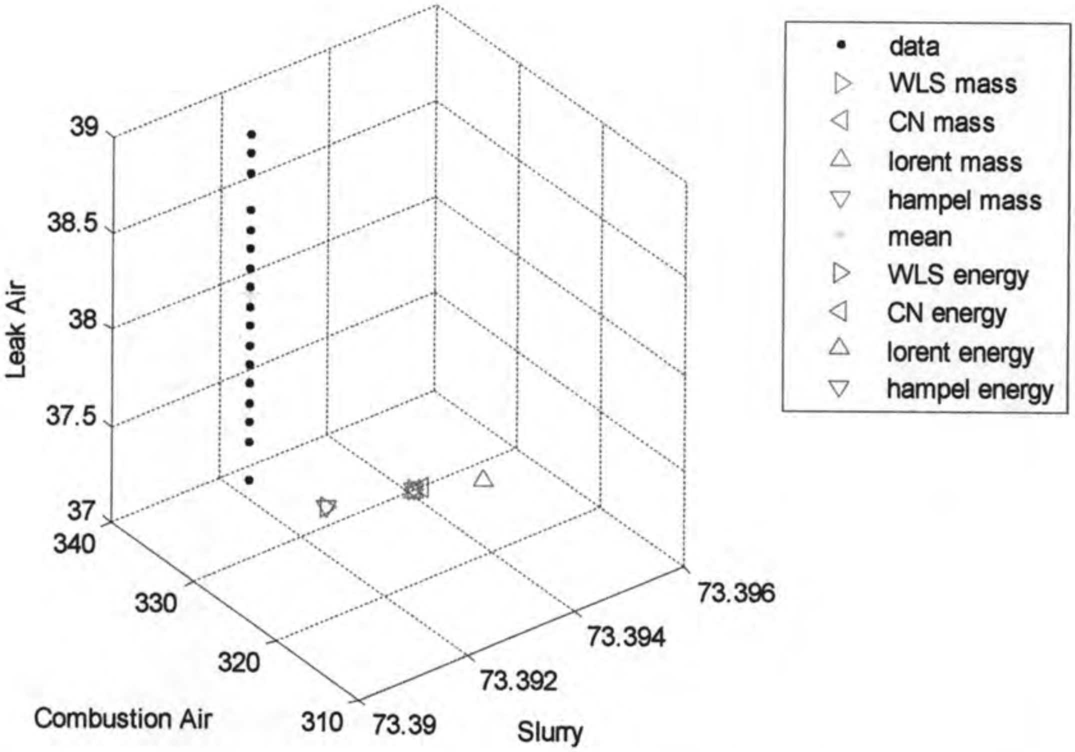
รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบผลการปรับให้สอดคล้องของข้อมูลในแต่ละวิธีของตัวแปรสายออก

4.1.2 การปรับให้สอดคล้องของข้อมูลให้เป็นไปตามสมการสมดุลมวลสารและสมการสมดุลความร้อนโดยทำพร้อมกัน

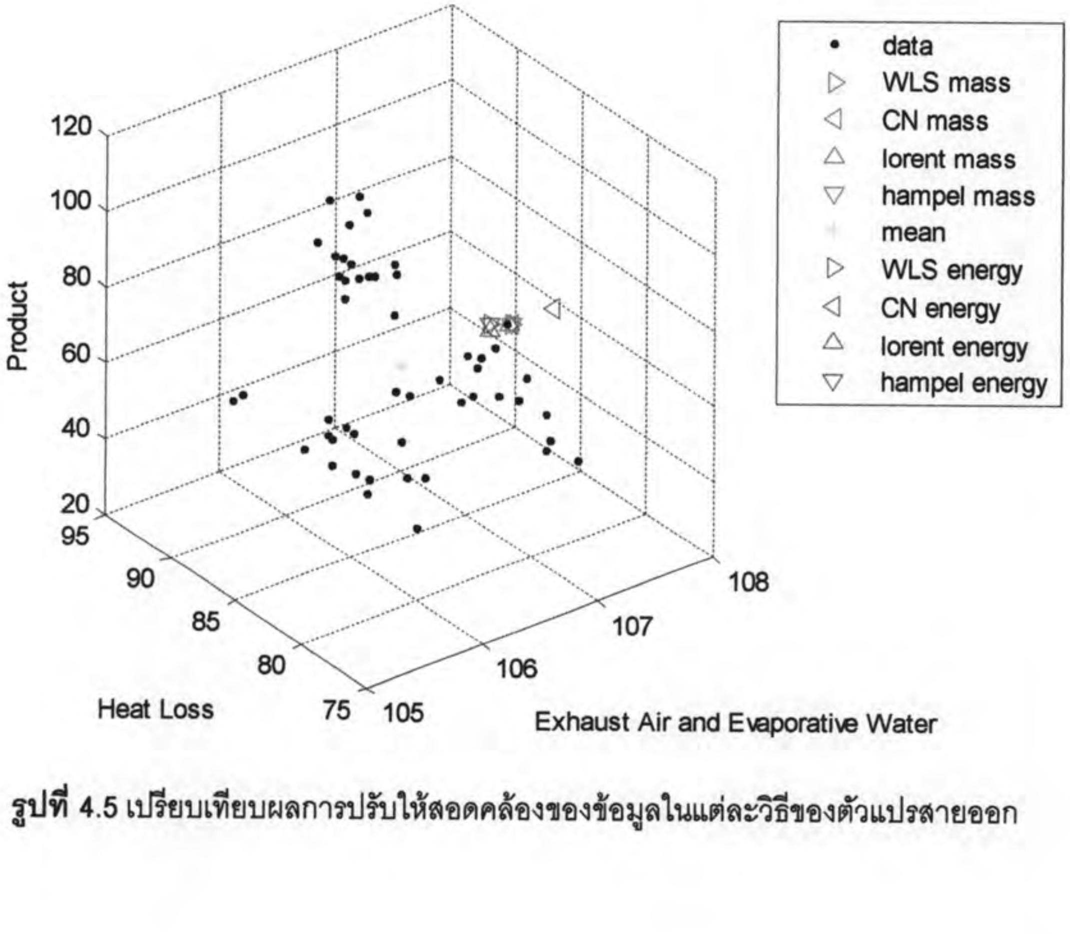
ตารางที่ 4.2 ผลการปรับให้สอดคล้องของข้อมูลแต่ละวิธีในการทำสมดุลมวลสารและสมการสมดุลความร้อนโดยทำพร้อมกัน

อัตราการไหล (kg/hr)	วิธีการปรับให้สอดคล้องของข้อมูล			
	WLS	CN	Lorent	Hampel
ของเหลวข้น	31407.68	31409.07	31407.53	31407.68
ลมร้อนเข้า	69598.13	69536.06	69550.90	69598.13
อากาศที่รั่วเข้า	35035.27	35105.73	35099.57	35035.27
ลมร้อนออก	107655.72	107637.26	107631.59	107655.72
ไอน้ำ	23600.45	23620.92	23629.88	23600.45
ฝุ่น	7.84	7.84	7.85	7.84
ผลิตภัณฑ์	4777.06	4784.84	4788.69	4777.06
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	**วิธีการปรับให้สอดคล้องของข้อมูล**			
	WLS	CN	Lorent	Hampel
ของเหลวข้น	73.39	73.39	73.39	73.39
ลมร้อนเข้า	315.50	315.45	314.91	315.50
อากาศที่รั่วเข้า	37.81	37.71	37.64	37.81
ลมร้อนออกและไอน้ำ	107.08	107.62	107.10	107.08
ผลิตภัณฑ์	83.90	83.78	84.13	83.90
ความร้อนสูญเสีย	71.82	68.77	69.34	71.82

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการวัดของสายเข้ามาเปรียบเทียบกับค่าของตัวแปรที่เป็นตัวแทนแสดงถึงสภาวะที่แท้จริงของกระบวนการที่ได้จากการปรับให้สอดคล้องของข้อมูลแต่ละวิธี แสดงดังรูปที่ 4.4 และข้อมูลที่ได้จากการวัดของสายออกมาเปรียบเทียบกับค่าของตัวแปรที่เป็นตัวแทนแสดงถึงสภาวะที่แท้จริงของกระบวนการที่ได้จากการปรับให้สอดคล้องของข้อมูลแต่ละวิธี แสดงดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.4 เปรียบเทียบผลการปรับให้สอดคล้องของข้อมูลในแต่ละวิธีของตัวแปรสายเข้า



รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบผลการปรับให้สอดคล้องของข้อมูลในแต่ละวิธีของตัวแปรสายออก