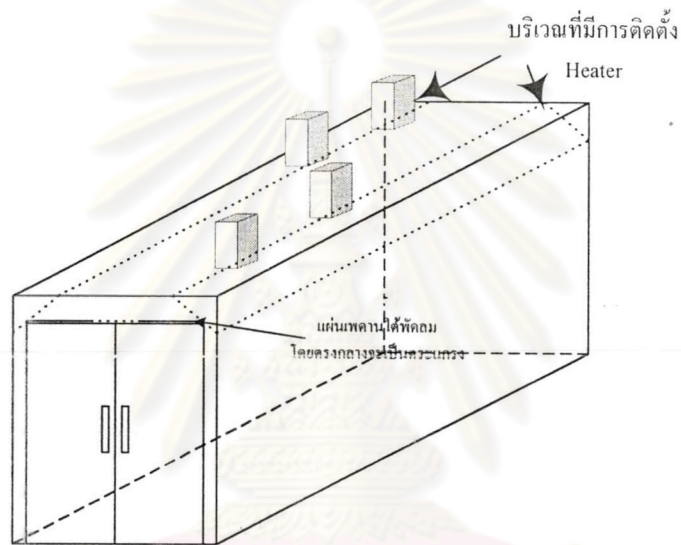


บทที่ 4

การศึกษาวิเคราะห์สถานภาพเดิมของเครื่องอบแห้งแบบวงดที่ใช้ในโรงงาน

ในบทนี้จะเป็นการศึกษาวิเคราะห์เชิงพลังงานของเครื่องอบแห้งในปัจจุบันที่ใช้อยู่ในโรงงาน โดยเครื่องอบแห้งที่ใช้อยู่เป็นแบบถาดที่ภายในประกอบด้วยรถเข็นจำนวน 9 คัน มีลักษณะการจัดเรียงดังรูปที่ 4.2

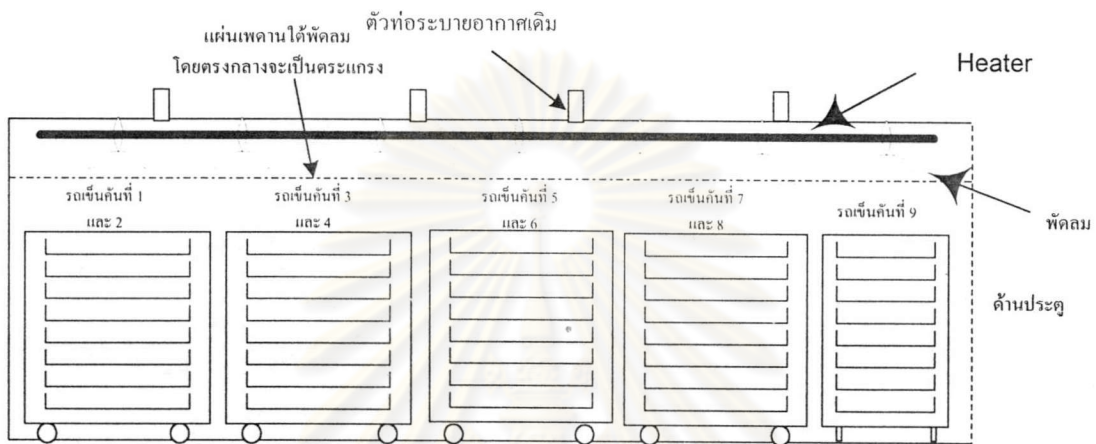


รูปที่ 4.1 ลักษณะภายนอกของเครื่องอบแห้งที่ใช้อยู่

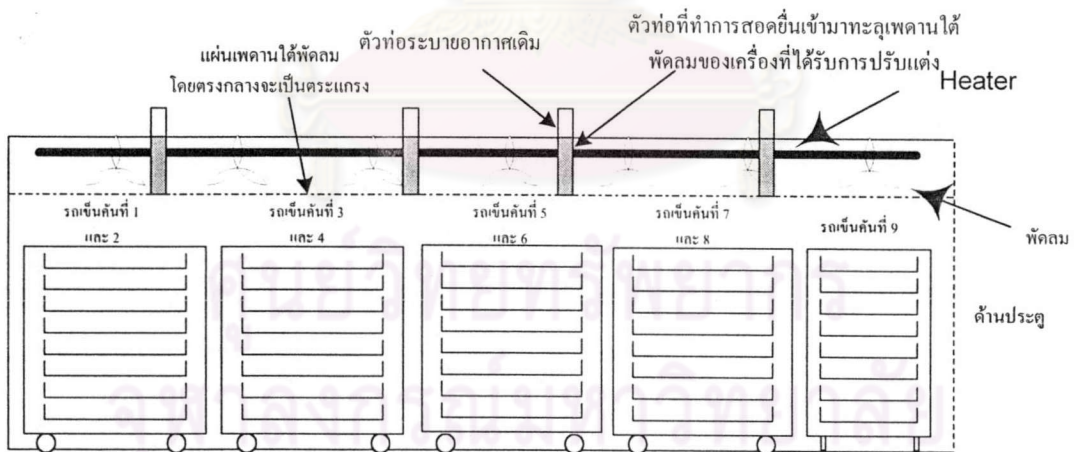
คันที่ 2	คันที่ 4	คันที่ 6	คันที่ 8	คันที่ 9
คันที่ 1	คันที่ 3	คันที่ 5	คันที่ 7	

รูปที่ 4.2 ลักษณะการจัดเรียงรถเข็นภายในเครื่องอบแห้งที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

ในการศึกษานี้ได้มีการติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิและความชื้นที่ผนังเครื่องอบแห้งดังรูปที่ 4.1 และในระหว่างการศึกษากการใช้พลังงานเครื่องอบแห้ง ทางโรงงานได้มีการติดตั้งท่อระบายไอน้ำเข้ากับเครื่องอบแห้ง โดยการติดตั้งท่อระบายไอน้ำดังรูปที่ 4.3 ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาเครื่องอบแห้งทั้งสองแบบ



(ก) เครื่องอบแห้งก่อนการติดตั้งท่อระบายไอน้ำ



(ข) เครื่องอบแห้งหลังการติดตั้งท่อระบายไอน้ำ

รูปที่ 4.3 ลักษณะด้านข้างของเครื่องอบแห้งที่ใช้อยู่ในโรงงาน

และเพื่อให้เข้าใจผลการศึกษาไปในแนวทางเดียวกัน จึงขอแนะนำนิยามของค่าบางค่าเพื่อความเข้าใจตรงกัน ดังนี้

- ค่า X คือ อัตราส่วนความชื้นในวัสดุ

$$X = \left[\frac{\text{มวลของน้ำในวัสดุ}}{\text{มวลของวัสดุแห้งสนิท}} \right]$$

ซึ่งจะนำไปใช้วิเคราะห์ถึงผลของความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ของการอบแห้งในเครื่องอบแห้งได้อย่างชัดเจน

- ประสิทธิภาพเชิงพลังงานของเครื่องอบแห้ง

$$\text{ประสิทธิภาพเชิงพลังงาน [\%]} = \frac{\bar{A} + \bar{B} + \bar{C}}{\Sigma_{\text{all}}}$$

โดยที่

- \bar{A} คือ พลังงานที่ใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิน้ำจนถึงอุณหภูมิกระเปาะเปียก
- \bar{B} คือ พลังงานในการระเหยน้ำให้เป็นไอ (ความร้อนแฝง)
- \bar{C} คือ พลังงานที่ใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิของไอน้ำจากอุณหภูมิกระเปาะเปียกจนถึงอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขึ้นภายในเครื่องอบแห้ง
- Σ_{all} คือ พลังงานที่ใช้ทั้งหมดในการเดินเครื่องอบแห้งซึ่งสามารถหาได้จากมิเตอร์ไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ที่เครื่องอบแห้ง

4.1 ขั้นตอนที่ทำการศึกษา มีดังนี้

1. ชั่งน้ำหนักของวัสดุพร้อมตะแกรงก่อนที่จะทำการอบวัสดุ
2. เมื่อเริ่มเปิดเครื่องอบจะทำการบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น และความเร็วลมบริเวณท่อปล่อยอากาศขึ้นเหนือตู้ทุกๆ ชั่วโมง

3. หลังจากอบเสร็จแล้วจะทำการชั่งน้ำหนักวัสดุพร้อมตะแกรงอีกครั้ง แล้วชั่งน้ำหนักตะแกรงเปล่า เพื่อทำการหาน้ำหนักของน้ำที่ระเหยออกไป และนำไปใช้ในการคำนวณประสิทธิภาพเชิงพลังงาน และคุณลักษณะการกระจายตัวของความชื้นวัสดุภายในเครื่องอบแห้งต่อไป

4.2 สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษา

ผลการทดลองที่สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.1 และ 4.2 ดังนี้

1. ช่วงความชื้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์จะอยู่ในช่วง 0.0533 กิโลกรัมน้ำต่อกิโลกรัมของวัสดุแห้งสนิท (กรณีการอบแห้งครั้งที่ 6 ซึ่งใช้เวลา 12 ชั่วโมง) ถึง 0.1229 กิโลกรัมน้ำต่อกิโลกรัมของวัสดุแห้งสนิท (กรณีการอบแห้งครั้งที่ 3 ซึ่งใช้เวลา 11.25 ชั่วโมง) ซึ่งทางโรงงานยอมรับคุณภาพ ผลิตภัณฑ์ได้ทั้งหมด
2. ระดับความไม่สม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์จากทั้งเครื่องที่ได้ติดตั้งท่อระบายไอน้ำและเครื่องเดิมที่ไม่ได้ติดตั้งท่อระบายไอน้ำเพิ่มมีความถี่ที่ใกล้เคียงกัน (สังเกตได้จากตารางสรุปที่ ก ถึง ฉ) อนึ่ง ความไม่สม่ำเสมอของความชื้นสุดท้ายในผลิตภัณฑ์แต่ละภาคที่แต่ละตำแหน่งในเครื่องเกิดขึ้นจากความไม่สม่ำเสมอของรูปแบบการไหลของอากาศภายในเครื่องที่เกิดจากพัดลมและช่องปรับทิศทางลมด้านข้างของเครื่องอบและลักษณะการวางรถเข็น
3. เมื่อเปรียบเทียบในสภาวะของเครื่องที่ได้ติดตั้งท่อระบายไอน้ำด้วยกัน ในครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 พบว่าเมื่ออบแห้งจนอัตราส่วนความชื้นสุดท้ายลดลงมาก มีผลทำให้ประสิทธิภาพการอบแห้งลดลง และความสม่ำเสมอลดลง
4. เมื่อเปรียบเทียบในสภาวะก่อนการติดตั้งท่อระบายไอน้ำและหลังการติดตั้งท่อระบายไอน้ำพบว่า ในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 5 สภาวะก่อนการติดตั้งท่อจะให้ค่าอัตราส่วนความชื้นสุดท้ายน้อยลง มีค่าประสิทธิภาพดีขึ้น และความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น และในครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 8 พบว่าค่าประสิทธิภาพจะมีค่ามากกว่ามากในสภาวะก่อนการติดตั้งท่อ และค่าความสม่ำเสมอมีค่าลดลงเล็กน้อย เมื่ออัตราส่วนความชื้นสุดท้ายลดลงเล็กน้อย
5. เปรียบเทียบหลังการติดตั้งท่อระบายไอน้ำพบว่า ในครั้งที่ 5 ที่อัตราส่วนความชื้นสุดท้ายน้อยกว่า จะมีค่าความสม่ำเสมอมาก แต่จะให้ค่าประสิทธิภาพเชิงพลังงานต่ำ
6. โดยการเปรียบเทียบอัตราการระเหยน้ำเฉลี่ย จะพบว่าตู้ที่ได้รับการติดตั้งท่อระบายไอน้ำนั้นจะมีอัตราการระเหยน้ำเฉลี่ยน้อยกว่าเครื่องที่ไม่ได้รับการติดตั้งมาก เปรียบเทียบผลระหว่างการอบแห้งครั้งที่ 1 (39.74 กิโลกรัมต่อชั่วโมง) กับครั้งที่ 8 (47.90 กิโลกรัมต่อชั่วโมง) ในตารางที่ 4.1

7. ประสิทธิภาพเชิงพลังงานของเครื่องอบที่ได้รับการติดตั้งท่อระบายไอน้ำจะมีค่าน้อยกว่าเครื่องอบที่ไม่มีการติดตั้ง นั่นคือเครื่องที่ได้รับการติดตั้งท่อจะกินไฟมากขึ้นเนื่องจากเมื่อมีการติดตั้งท่อแล้ว จะมีการไหลของลมร้อนออกตามรอยประคบระหว่างผนังเครื่องกับพื้นห้องด้านล่าง และดูดลมใหม่เข้ามาตามปล่องระบายอากาศอย่างต่อเนื่อง มีผลทำให้สิ้นเปลืองพลังงานค่อนข้างมาก ซึ่งต่างจากเครื่องที่ไม่ได้รับการติดตั้งที่แทบจะไม่มีมีการไหลเข้าออกของลมร้อนตามแนวตะเข็บระหว่างผนังกับพื้นห้อง จะมีเพียงบริเวณปล่องลมที่เท่านั้นและความเร็วลมที่ปล่องทิ้งก็ยังมีค่าต่ำกว่าด้วย โดยสังเกตได้จากการเปรียบเทียบผลการอบแห้งครั้งที่ 1 (ร้อยละ 41.92) กับครั้งที่ 8 (ร้อยละ 54.08) อนึ่งอัตราการระเหยน้ำเฉลี่ยของการอบแห้งครั้งที่ 8 ยังมีค่ามากกว่าการอบแห้งครั้งที่ 1 มากด้วย (47.90 กิโลกรัมต่อชั่วโมง กับ 39.74 กิโลกรัมต่อชั่วโมง)
8. จากการสังเกตเลขมิเตอร์ไฟฟ้าทุกๆ ชั่วโมงพบว่าอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้ามีแนวโน้มที่จะลดลงเรื่อยๆ เนื่องจากในช่วงแรกพลังงานถูกใช้ทั้งในการเพิ่มอุณหภูมิและระเหยน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ และเมื่อน้ำในผลิตภัณฑ์น้อยลงจนถึงอัตราส่วนความชื้นวิกฤต อัตราการระเหยน้ำก็จะลดลงอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้พลังงานก็จะถูกใช้ในปริมาณที่น้อยลงไปด้วย โดยเฉพาะในช่วงท้ายๆ (ประมาณ ชั่วโมงที่ 9-10) พลังงานจะลดลงอย่างมาก เนื่องจากการที่ผลิตภัณฑ์เข้าสู่ช่วงอัตราการอบแห้งช้าลงนั่นเอง

ตารางที่ 4.1 สรุปผลการทดลองเครื่องอบแห้งแบบวงรีที่ใช้อยู่ในโรงงาน

ประเภทของเครื่องอบแห้ง	การอบแห้งครั้งที่	ชนิดของผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิลมร้อนที่ตั้ง (°C)	X ₁	X ₂	เวลาที่ใช้อบ (ชม.นาที)	พลังงานที่ใช้ทั้งหมด (kW.hr)	อัตราการระเหยเฉลี่ย (kg/hr)	ประสิทธิภาพเชิงพลังงาน (ร้อยละ)	พลังงานจำเพาะ (kJ/kgผลิตภัณฑ์)
แบบหมุนเวียน	1	สีข้าว	70	0.5584	0.1147	11.50	780	39.74	41.92	2377.04
	2	สีช็อคโกแลต	60	0.4425	0.1188	12.00	662	32.15	40.46	1787.31
	3	สีข้าว+กาวแผ่น	70	0.5340	0.0628	11.20	796	45.41	44.81	2468.43
	4	สีช็อคโกแลต	60	0.4511	0.1229	11.25	605	33.56	43.56	1661.71
	5	สีข้าว	60	0.4632	0.0980	10.29	646	40.81	46.10	1808.26
แบบหมุนเวียน	6	สีข้าว	70	0.5012	0.0682	11.00	686	47.29	50.79	2018.80
	7	สีช็อคโกแลต	70	0.4222	0.0533	12.00	710	41.76	43.38	2044.47
	8	สีช็อคโกแลต	70	0.4744	0.0876	10.30	660	43.76	48.88	1842.00
	9	สีข้าว	70	0.5713	0.1051	9.50	651	47.90	54.08	1969.25

หมายเหตุ X₁ คือ อัตราส่วนความชื้นวัสดุก่อนอบ

X₂ คือ อัตราส่วนความชื้นวัสดุหลังจากอบแห้งแล้ว

ตารางที่ 4.2 สถิติความถี่มวลของน้ำที่ระเหยได้จากตะแกรงที่แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของรถเข็นมากกว่า
ค่าที่กำหนด

(ก) ครั้งที่ 1

รถเข็นคันที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	รวม
ความถี่ที่ผลต่าง อยู่ในช่วงร้อยละ 5-10	4	4	5	4	5	2	4	2	6	36
ความถี่ที่ผลต่าง มากกว่าร้อยละ 10	1	1	1	0	2	1	0	0	0	6

(ข) ครั้งที่ 2

รถเข็นคันที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	รวม
ความถี่ที่ผลต่าง อยู่ในช่วงร้อยละ 5-10	5	7	3	4	5	7	6	7	5	49
ความถี่ที่ผลต่าง มากกว่าร้อยละ 10	3	2	0	1	1	2	3	1	3	16

(ค) ครั้งที่ 3

รถเข็นคันที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	รวม
ความถี่ที่ผลต่าง อยู่ในช่วงร้อยละ 5-10	7	3	2	5	7	4	4	3	1	36
ความถี่ที่ผลต่าง มากกว่าร้อยละ 10	1	2	7	1	1	2	0	2	1	17

(ง) ครั้งที่ 4

รถเข็นคันที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	รวม
ความถี่ที่ผลต่าง อยู่ในช่วงร้อยละ 5-10	2	6	3	2	4	3	3	5	5	33
ความถี่ที่ผลต่าง มากกว่าร้อยละ 10	2	1	2	2	0	0	2	2	3	14

(จ) ครั้งที่ 5

รถเข็นคันที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	รวม
ความถี่ที่ผลต่าง อยู่ในช่วงร้อยละ 5-10	5	5	5	6	7	5	6	4	4	47
ความถี่ที่ผลต่าง มากกว่าร้อยละ 10	1	2	5	1	1	1	0	2	4	17

(ฉ) ครั้งที่ 6

รถเข็นคันที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	รวม
ความถี่ที่ผลต่าง อยู่ในช่วงร้อยละ 5-10	5	2	2	1	1	4	4	2	2	23
ความถี่ที่ผลต่าง มากกว่าร้อยละ 10	1	0	1	0	0	0	1	2	4	9

(ช) ครั้งที่ 7

รถเข็นคันที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	รวม
ความถี่ที่ผลต่าง อยู่ในช่วงร้อยละ 5-10	5	6	4	4	3	2	6	4	4	38
ความถี่ที่ผลต่าง มากกว่าร้อยละ 10	0	1	1	4	3	1	0	0	1	11

(ซ) ครั้งที่ 8

รถเข็นคันที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	รวม
ความถี่ที่ผลต่าง อยู่ในช่วงร้อยละ 5-10	6	6	1	7	3	5	5	3	1	37
ความถี่ที่ผลต่าง มากกว่าร้อยละ 10	3	0	0	0	0	0	1	1	2	7

(ฉ) ครั้งที่ 9

รถเข็นคันที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	รวม
ความถี่ที่ผลต่าง อยู่ในช่วงร้อยละ 5-10	1	3	3	6	7	6	7	2	6	41
ความถี่ที่ผลต่าง มากกว่าร้อยละ 10	0	0	0	0	0	2	1	3	0	6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย