

ชุดเครื่องมือทดสอบอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการอบสารเคลือบแผ่นโลหะ

Optimal Temperature and Time Tester (OTTT) for Metal Plate Coating Incubation

อัครเดช จวงถาวร¹⁾, อัจฉรา ฉายา¹⁾, จักรกฤษณ์ มหัจฉริยวงศ์²⁾

- 1) ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- 2) ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ Email : fscijkm@ku.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการอบสารเคลือบแผ่นโลหะของโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์จากเหล็กกล้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและลดการใช้ทรัพยากร จากการศึกษารอบเคลือบ 3 ชนิด ได้แก่ แล็กเกอร์ สารเคลือบขาวและสารเคลือบเงา โดยใช้เตาอบด้วยอากาศร้อน พบว่าสามารถลดการใช้อุณหภูมิและ/หรือเวลาในการอบสารเคลือบจากที่โรงงานใช้อยู่เดิม กล่าวคือ แล็กเกอร์และสารเคลือบขาว ลดอุณหภูมิลงได้ 80 และ 30 องศาเซลเซียส ตามลำดับและลดเวลาลงได้ 3 นาทีทั้งสองชนิด ส่วนสารเคลือบเงาไม่สามารถลดอุณหภูมิลงได้ แต่ลดเวลาลงได้ 2 นาที โดยที่คุณภาพของชิ้นงานยังคงเดิม ซึ่งตรวจสอบได้จากคุณสมบัติความติดแน่นของฟิล์มสารเคลือบกับแผ่นโลหะ

ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือในการทดสอบอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการอบสารเคลือบแผ่นโลหะ ทำการทดลองโดยใช้เตาไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ส่งผ่านความร้อนสู่แผ่นโลหะโดยตรง แล้วนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับระหว่างอุณหภูมิของเตาอบระบบอบด้วยอากาศร้อน(แบบเดิม)กับการส่งผ่านความร้อนสู่แผ่นเหล็กโดยตรง(แบบใหม่) โดยการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศร้อนในเตาอบกับอุณหภูมิที่แผ่นโลหะแล้วนำมาเป็นค่ามาตรฐานในการปรับอุณหภูมิ จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการอบสารเคลือบสองชนิด คือ แล็กเกอร์และสารเคลือบขาวสามารถใช้การส่งผ่านความร้อนโดยตรงในการอบได้ โดยประสิทธิภาพของชิ้นงานที่ได้ไม่มีความแตกต่างกับการอบด้วยอากาศร้อน ส่วนการอบสารเคลือบเงาไม่สามารถใช้การอบวิธีนี้ได้โดยตรง จำเป็นต้องนำสารเคลือบเงาไปเคลือบทับบนสารเคลือบชนิดอื่นก่อน ซึ่งเป็นวิธีที่สอดคล้องกับสภาพการทำงานจริงของการเคลือบสารเคลือบเงาที่โรงงานปฏิบัติ พบว่าประสิทธิภาพของการอบด้วยการส่งผ่านความร้อนสู่แผ่นเหล็กโดยตรงเหมือนกับการอบด้วยอากาศร้อน

นอกจากประสิทธิภาพของเตาอบทั้งสองชนิดในการทดลองจะเหมือนกันแล้ว การใช้เตาอบระบบส่งผ่านความร้อนสู่แผ่นโลหะโดยตรง ยังมีค่าอุปกรณ์ในการติดตั้งและดำเนินการที่ต่ำกว่า จึงเป็นทางเลือกใหม่สำหรับสถานประกอบการที่จะใช้เป็นอุปกรณ์ในการทดสอบอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมก่อนปรับค่าเหล่านี้ในกระบวนการผลิตต่อไป

คำสำคัญ: สารเคลือบ ฟิล์มสารเคลือบ การวัดความติดแน่น แผ่นโลหะ .

Keywords : coated substrate, coating film, measuring adhesion, metallic sheet

บทนำ

ในกระบวนการผลิตภาชนะและบรรจุภัณฑ์ ประเภท
กระป๋อง ถังและป้อนจากแผ่นโลหะ มีขั้นตอนการพิมพ์

และเคลือบสารเคลือบผิวโลหะชนิดต่างๆ เช่น แล็กเกอร์
สารเคลือบเงา (varnish) สารรองพื้น (sizing) และสาร
เคลือบขาว (white coating) เป็นต้น ซึ่งเป็นขั้นตอนการ

ผลิตที่สำคัญ ขั้นตอนดังกล่าวจำเป็นต้องมีการอบเพื่อให้สารเคลือบแห้งสนิทและเกาะติดแน่นกับพื้นผิวโลหะ

อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบสารเคลือบแผ่นเหล็ก ผู้ปฏิบัติงานมักใช้จากค่ามาตรฐานที่ผู้ผลิตสารเคลือบกำหนดไว้เป็นข้อมูลทางเทคนิค (technical data) ของสารเคลือบชนิดนั้นๆ หรืออาจมาจากการสับการณของตัวผู้ปฏิบัติงานเอง ซึ่งอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ นั้นยังไม่มีความเหมาะสมและถูกต้องอยู่มาก เป็นเหตุให้ประสิทธิภาพในการทำงานต่ำและชิ้นงานไม่ได้มาตรฐานตามต้องการ เกิดการสูญเสียทรัพยากรและพลังงาน รวมถึงเวลาการทำงาน

ผลการตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาด (Cleaner Technology) ของบริษัทยูนิเวอร์แซล สตีล จำกัด ซึ่งเป็นโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภาชนะและบรรจุภัณฑ์จากแผ่นเหล็กวิลาส ได้มีข้อเสนอทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด (CT-option) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้เตาอบสีของโรงงาน คือ การลดอุณหภูมิที่ใช้ในการอบสีและสารเคลือบแผ่นโลหะหลังจากอุณหภูมิปกติที่ใช้อยู่เดิม การศึกษาถึงความเป็นไปได้ของข้อเสนอในห้องปฏิบัติการและนำผลของการทดลองไปประยุกต์ใช้กับสภาวะการปฏิบัติงานจริงของโรงงาน พบว่าสามารถปรับลดอุณหภูมิในการอบสารเคลือบลงได้เฉลี่ยไม่น้อยกว่า 12 เปอร์เซ็นต์ โดยที่คุณภาพของชิ้นงานจากการตรวจสอบยังคงมีคุณภาพเหมือนเดิมหรือดีขึ้นกว่าเดิม สามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้ประมาณ 133,200 ต่อปี และไม่ต้องมีการลงทุนเพิ่ม (พรชัยและอัครเดช, 2546)

ผลของโครงการเทคโนโลยีสะอาดข้างต้น เป็นเครื่องยืนยันถึงความเหมาะสมของอุณหภูมิและเวลาในการปฏิบัติงานของอุตสาหกรรมผลิตภาชนะและบรรจุภัณฑ์ได้เป็นอย่างดี และผลตอบแทนที่ทางโรงงานจะได้รับเป็นแรงกระตุ้นให้เกิดแนวความคิดหัวข้องานวิจัยครั้งนี้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการอบสารเคลือบแผ่นโลหะแต่ละชนิด ได้แก่ แล็กเกอร์ สารเคลือบเงาและสารเคลือบขาว และเพื่อสร้างหรือออกแบบเครื่องมือต้นแบบสำหรับทดสอบอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมสำหรับในโรงงานและห้องปฏิบัติการ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการลดการใช้ใช้

ทรัพยากรและพลังงานในอุตสาหกรรมผลิตภาชนะและบรรจุภัณฑ์จากแผ่นโลหะและอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ ที่จำเป็นต้องมีการพิมพ์และเคลือบผิวโลหะ ตลอดจนใช้สำหรับการปฏิบัติงานห้องปฏิบัติการ

ข้อมูลเบื้องต้นการใช้อุณหภูมิและเวลาของโรงงาน ในการอบสารเคลือบชนิดต่างๆ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นการใช้อุณหภูมิและเวลาของโรงงานในการอบสารเคลือบแต่ละชนิด

ชนิดสารเคลือบ	น้ำหนักฟิล์ม (GMS)	อุณหภูมิ (°C)	เวลามาตรฐาน (นาที)	เวลาอบจริง (นาที)
สารเคลือบเงา (vanish)	5.0-7.0	160	10-12	22
แล็กเกอร์ (lacquer)	5.0-8.0	200-205	10-12	22
สารเคลือบขาว (white coating)	14.0-17.0	170	10-12	22

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการอบสารเคลือบผิวโลหะ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่ง การทดลองเพื่อหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการอบสารเคลือบผิวโลหะ โดยใช้ระบบอบด้วยอากาศร้อน ส่วนที่สอง การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเตาอบระบบอบด้วยอากาศร้อน(แบบเดิม)กับระบบส่งผ่านความร้อนสู่แผ่นโลหะโดยตรง(แบบใหม่)

2.1 การหาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิของอากาศร้อนภายในเตาอบกับอุณหภูมิของผิวโลหะภายในเตาอบ

การทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิของอากาศร้อนภายในเตาอบกับอุณหภูมิของผิวโลหะภายในเตาอบ เพื่อใช้ในการปรับตั้งค่าอุณหภูมิสำหรับเตาอบระบบส่งผ่านความร้อนสู่แผ่นโลหะโดยตรง นำแผ่นโลหะทดสอบขนาด 10×10 เซนติเมตร อบในเตาอบอากาศร้อน (hot air oven) โดยตั้งค่าอุณหภูมิเตาอบให้เป็นค่าที่ต้องการ โดยการทดลองจะใช้ช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ 100 – 200 องศาเซลเซียส วัดค่าอุณหภูมิด้วย

เทอร์โมมิเตอร์แบบสัมผัส ทุกช่วงระยะเวลา 5 นาที นับตั้งแต่เริ่มใส่แผ่นโลหะลงไป เป็นเวลาหนึ่งชั่วโมง บันทึกค่าอุณหภูมิของผิวแผ่นโลหะภายในเตาอบ นำค่าอุณหภูมิที่ได้มาสร้างกราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าอุณหภูมิของอากาศร้อนภายในเตาอบที่ตั้งไว้กับค่าอุณหภูมิของผิวโลหะภายในเตาที่วัดได้ เพื่อนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

2.2 การทดลองเพื่อหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการอบสารเคลือบผิวโลหะ โดยใช้ระบบอบด้วยอากาศร้อน

2.2.1 การหาสารเคลือบลงบนแผ่นโลหะ

เทสารเคลือบลงในภาตใส่สารเคลือบที่ต้องการทดลองลงบนภาต ให้มีปริมาณสารเคลือบเพียงพอ และเหมาะสมกับการทดลองในแต่ละครั้ง ซึ่งน้ำหนักของแผ่นโลหะทดสอบและจุดบันทึกค่าที่อ่านได้ จากนั้นวางแผ่นโลหะทดสอบบนกระดาษรอง ใช้ไซลิงค์ขนาด 10 ซีซี ตูดสารเคลือบประมาณ 3 - 5 ซีซี แล้วฉีดลงบนแผ่นโลหะให้ทั่ว จากนั้นใช้ลูกกลิ้งยางกลิ้งสารเคลือบไปมาเบาๆ ตามแนวยาวและแนวขวาง ประมาณ 3 - 5 ครั้ง

2.2.2 การอบสารเคลือบด้วยเตาอบอากาศร้อน

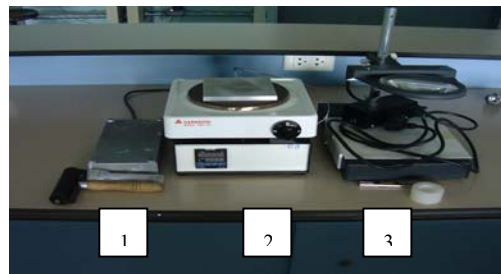
นำแผ่นโลหะทดสอบที่หาสารเคลือบแล้ว ไปอบที่อุณหภูมิที่ต้องการใช้ในการทดลอง บันทึกเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการอบ ทั้งแผ่นโลหะให้เย็นสักครู่ ซึ่งน้ำหนักของแผ่นโลหะและสารเคลือบหลังการอบ คำนวณค่าน้ำหนักฟิล์มของสารเคลือบ (film weight) โดยนำน้ำหนักแผ่นเหล็กก่อนหาสารเคลือบมาลบออกด้วยน้ำหนักแผ่นโลหะและสารเคลือบหลังการอบ

2.2.3 การทดสอบความติดแน่นด้วยวิธี tape test

นำแผ่นโลหะที่อบเสร็จแล้วมาทดสอบความติดแน่นของฟิล์มสารเคลือบด้วยวิธีทดสอบมาตรฐานของ ASTM 3359 – 97 วิธีทดสอบ - A การกรีดกากบาท ในการทดสอบจะทำซ้ำเป็นจำนวน 3 ตัวอย่าง บันทึกผลการทดสอบ และวิเคราะห์ผลการทดลอง

2.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างเตาอบระบบอบด้วยอากาศร้อน(แบบเดิม)กับระบบส่งผ่านความร้อนสู่แผ่นโลหะโดยตรง(แบบใหม่)

ระบบส่งผ่านความร้อนสู่แผ่นโลหะโดยตรงใช้เตาไฟฟ้าเป็นตัวแทนระบบ โดยมีเครื่องมือในการตรวจวัดและควบคุมอุณหภูมิ เป็นอุปกรณ์เสริมในการใช้งาน ชุดเครื่องมือทดสอบอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมระบบส่งผ่านความร้อนสู่แผ่นโลหะโดยตรง แสดงดังภาพที่ 1

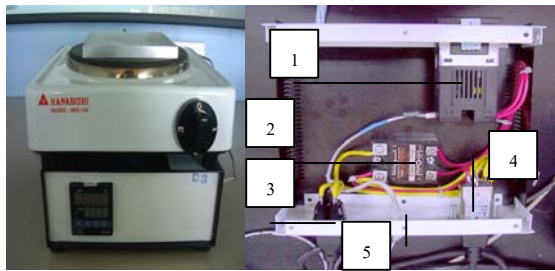


ภาพที่ 1 ชุดเครื่องมือทดสอบอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมระบบส่งผ่านความร้อนสู่แผ่นโลหะโดยตรงประกอบด้วย 1) ชุดหาสารเคลือบ 2) ชุดเตาไฟฟ้า 3) ชุดทดสอบความติดแน่นของสารเคลือบ

2.3.1 การสร้างชุดเครื่องมือตรวจวัดและควบคุมอุณหภูมิ

การประกอบอุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ ชุดควบคุมอุณหภูมิ¹⁾ ชุดรับสัญญาณและแปลงสัญญาณ (solid state replay)²⁾ ชุดกรองกำลังไฟฟ้า(AC line filter)³⁾ ชุดปลั๊กไฟฟ้า(AC main line)⁴⁾ และสายสัญญาณ (detector)⁵⁾ เข้าเป็นชุดเครื่องมือตรวจวัดและควบคุมอุณหภูมิ แสดงดังภาพที่ 2

นอกจากนี้ชุดเครื่องมือวัดและควบคุมอุณหภูมิสำหรับการทดลอง ยังประกอบด้วยแผ่นอะลูมิเนียมความหนาประมาณ 1 เซนติเมตร ต่อติดเข้ากับหัวตรวจวัดอุณหภูมิ วางลงบนผิวหน้าของเตาไฟฟ้า ซึ่งจะทำให้หน้าที่ส่งผ่านความร้อนต่อไปยังแผ่นโลหะที่ทำการทดสอบ ช่วยให้สามารถกระจายความร้อนได้อย่างสม่ำเสมอ



ภาพที่ 2 A) ชุดอุปกรณ์ตรวจวัดและควบคุมอุณหภูมิ
B) องค์ประกอบภายในชุดอุปกรณ์ฯ

2.3.2 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพเตา อบระบบส่งผ่านความร้อนสู่แผ่นโลหะโดยตรง

นำค่าอุณหภูมิและเวลาที่ได้ จากผลทดลองหา
ที่อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการอบสารเคลือบแผ่น
แผ่นแผ่นโลหะแต่ละชนิด ของระบบอบด้วยอากาศร้อน
(ข้อ 2.2) มาเปรียบเทียบกับตารางค่าความสัมพันธ์
ระหว่างอุณหภูมิที่เตาอบกับอุณหภูมิที่แผ่นโลหะ เพื่อ
หาค่าที่จะนำไปปรับอุณหภูมิของเตาไฟฟ้า จากนั้นนำ

ค่าดังกล่าวไปปรับตั้งค่าที่เครื่องตรวจวัดและควบคุม
อุณหภูมิ ที่ต่อเข้ากับเตาไฟฟ้า

หาสารเคลือบบนแผ่นโลหะ ดังวิธีในข้อ 2.2.1

แล้วนำไปวางลงบนแผ่นอะลูมิเนียมหน้าเตา บันทึก
อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ คำนวณค่าน้ำหนักฟิล์มของสาร
เคลือบ และทำการทดสอบความติดแน่นด้วยวิธี tape test
ดังวิธีในข้อ 2.2.3

ในการตั้งค่าอุณหภูมิเตาไฟฟ้า เพื่อยืนยันผลการทดลอง
นอกจากใช้อุณหภูมิที่ได้จากการทดลองข้อ 2.2 แล้ว ยัง
ใช้ค่าอุณหภูมิที่สูงกว่าและต่ำกว่าผลที่ได้ อย่างละ 2 ค่า
ในการทดลองด้วย

3. ผลการทดลอง

3.1 การหาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิของอากาศ ร้อนภายในเตาอบกับอุณหภูมิของผิวโลหะภายใน เตาอบ

อุณหภูมิที่ผิวโลหะภายในเตาที่อุณหภูมิของ
อากาศร้อนภายในเตาอบต่างๆ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของอากาศกับอุณหภูมิของผิวโลหะภายในเตาอบ

อุณหภูมิของ อากาศร้อน(°C)	อุณหภูมิของผิวโลหะ(°C)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
200	164	172.5	164.1	178.3	180.5	171.1	176.2	167.9	178.1	184.8	186.5	172.1	174.67
190	166.2	161.5	170.2	164	167	175.5	158.6	162.1	159.7	162.5	173.1	168	165.7
180	161	157.3	160.4	156.3	168	152.2	161.2	166.7	158.3	164.1	153.5	157.6	159.72
170	155	154.9	155.1	151.2	149.7	157.4	155.9	146.9	139.3	154.2	151.4	152.6	151.97
160	144.8	144.2	150.7	145.6	141.4	156.5	147.5	144.7	148.3	153.3	140.8	139.4	146.43
150	127.9	142.4	143	139.8	137.3	130	145.9	138.9	140.1	140.5	139.1	142.4	139.02
140	132.3	128.1	133.2	128.5	132.3	133.5	134	135.2	124.6	131.2	128.5	127.4	130.73
130	127.5	127.3	128.9	123.1	121.1	119	126.2	124.8	123.5	121	121.8	127.7	124.33
120	112.9	120.3	128.2	116.1	123	125	122.9	111.6	110.2	113.9	119.5	109.4	117.07
110	112.1	107.4	114	117.9	109.8	105.7	106.5	101.8	111.5	107.9	102.6	111.9	109.09
100	96.7	101.1	104.1	96.9	103	95.9	98.9	101.9	97.2	96.2	103.6	100.8	99.78

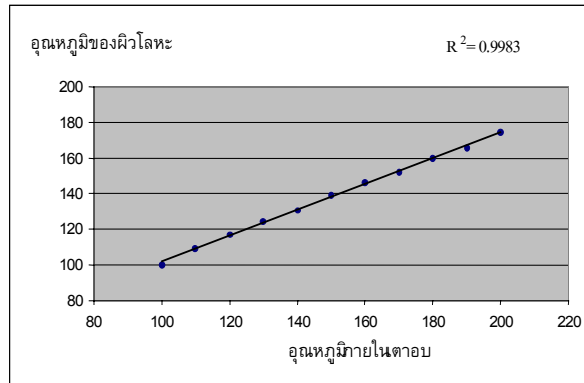
ค่าอุณหภูมิอากาศร้อนภายในเตาอบกับค่า
อุณหภูมิของแผ่นโลหะ สามารถนำมาสร้างกราฟความ
สัมพันธ์ ได้ดังภาพที่ 3

จากความสัมพันธ์ดังกล่าว สามารถแสดงใน
รูปสมการความสัมพันธ์ได้ คือ

$$Y = 0.7271x + 28.98 \quad (1)$$

ใช้สมการความสัมพันธ์ คำนวณค่าอุณหภูมิ
ของแผ่นโลหะที่อุณหภูมิต่างๆ ของเตาอบด้วยอากาศ
ร้อน ผลแสดงดังตารางที่ 3

ภาพที่ 3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศกับอุณหภูมิของผิวโลหะภายในเตาอบ



ตารางที่ 3 ค่าอุณหภูมิแผ่นโลหะที่อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิของอากาศร้อนภายในเตาอบ (°C)	อุณหภูมิของแผ่นโลหะ (°C)
200	174.40
190	167.13
180	159.89
170	152.59
160	145.32
150	138.05
140	130.78
130	123.50
120	116.23
110	108.96
100	101.69
90	94.42
80	87.15

3.2 การทดลองเพื่อหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการอบสารเคลือบผิวโลหะ โดยใช้ระบบอบด้วยอากาศร้อน

ผลการทดลองพบว่า การอบสารเคลือบแผ่นโลหะสามารถลดการใช้อุณหภูมิได้ 2 ชนิด และลดเวลาในการอบได้ทุกชนิด จากอุณหภูมิและเวลาที่โรงงานใช้อยู่เดิม ทั้งนี้ สารเคลือบเงาไม่สามารถลดอุณหภูมิลงได้จากเดิม 170 องศาเซลเซียส แต่สามารถลดเวลาใน

การอบลงได้ 2 นาที จาก 10 นาทีเหลือ 8 นาที แล็กเกอร์สามารถลดอุณหภูมิลงได้ 80 องศาเซลเซียส จากเดิม 200 องศาเซลเซียส เหลือ 120 องศาเซลเซียสและลดเวลาลงได้ 3 นาที จากเดิม 10 นาทีเหลือ 7 นาที สารเคลือบขาวสามารถลดอุณหภูมิลงได้ 30 องศาเซลเซียสจากเดิม 170 องศาเซลเซียส เหลือ 140 องศาเซลเซียสและลดเวลาลงได้ 3 นาที จากเดิม 10 นาทีเหลือ 7 นาที โดยที่คุณสมบัติของชิ้นงานยังเหมือนเดิม ซึ่งทดสอบได้จากคุณสมบัติความดัดแน่นบนแผ่นโลหะ น้ำหนักฟิล์มสารเคลือบ โทนสี และความเงางาม

ผลการทดสอบเพื่อหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม โดยใช้เตาอบด้วยอากาศร้อนเป็นอุปกรณ์ให้ความร้อนแก่ชิ้นงาน สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการอบสารเคลือบแผ่นโลหะที่ได้จากการทดลอง

ชนิดสารเคลือบแผ่นโลหะ	อุณหภูมิ (°C)		เวลา (นาที)	
	ปกติ	การทดลอง	ปกติ	การทดลอง
สารเคลือบเงา	170	170	10	8
แล็กเกอร์	200	120	10	7
สารเคลือบขาว	170	140	10	7

3.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างเตาอบระบบอบด้วยอากาศร้อน(แบบเดิม)กับระบบส่งผ่านความร้อนสู่แผ่นโลหะโดยตรง(แบบใหม่)

การศึกษาประสิทธิภาพของเตาอบระบบส่งผ่านความร้อนสู่แผ่นโลหะโดยตรง ซึ่งปรับตั้งค่าอุณหภูมิจากสมการความสัมพันธ์ (1) นั่นคือ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบสารเคลือบเงา แล็กเกอร์และสารเคลือบขาวด้วยเตาอบอากาศร้อน 170 120 และ 140 องศาเซลเซียส ตามลำดับเท่ากับตั้งค่าอุณหภูมิที่เตาไฟฟ้า 152.59 116.23 และ 130.78 องศาเซลเซียส ตามลำดับ พบว่า ณ อุณหภูมิเตาอบส่งผ่านความร้อนโดยตรงดังกล่าว แล็กเกอร์และสารเคลือบขาวสามารถ

อบสารเคลือบบนแผ่นโลหะได้ชิ้นงานที่มีคุณสมบัติ
เหมือนกับการอบด้วยเตาอบอากาศร้อนทุกประการ
ส่วนสารเคลือบเงา ไม่สามารถใช้วิธีการอบ
โดยตรงได้ เพราะมีปัญหาเรื่องความติดแน่นของสาร
เคลือบ แต่หากนำสารเคลือบเงาไปเคลือบทับบนสาร
เคลือบชนิดอื่นก่อน สามารถใช้การอบระบบนี้ได้ ซึ่งวิธี
การดังกล่าวสอดคล้องกับสภาวะการทำงานจริงที่โรง
งานปฏิบัติในการเคลือบสารเคลือบเงา

ผลการการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่าง
เตาอบระบบอบด้วยอากาศร้อนกับระบบส่งผ่านความ
ร้อนสู่แผ่นโลหะโดยตรง สรุปดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างเตา
อบอากาศร้อนและเตาอบส่งผ่านความร้อนสู่แผ่นโลหะ
โดยตรง

ชนิดสารเคลือบ	อุณหภูมิ(°C)		เวลา (นาที)	เปรียบเทียบ ประสิทธิภาพ
	อากาศ ร้อน	เตา ไฟฟ้า		
สารเคลือบเงา	170	152.59	8	เท่ากัน
แล็กเกอร์	120	116.23	7	เท่ากัน
สารเคลือบขาว	140	130.78	7	เท่ากัน

หมายเหตุ : การอบสารเคลือบเงาต้องเคลือบลงบนสาร
เคลือบชนิดอื่นก่อน

4. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่สามารถลดอุณหภูมิและ/
หรือลดเวลาในการอบสารเคลือบได้ แสดงให้เห็นถึง
ศักยภาพในการปรับปรุงวิธีการดำเนินงานของโรงงาน
อุตสาหกรรมให้มีแนวโน้มในการอนุรักษ์พลังงานและสิ่ง
แวดล้อมได้ รวมทั้งเป็นการประหยัดต้นทุนในการ
ดำเนินงานของโรงงานด้วย

การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ
เตาอบระบบอบด้วยอากาศร้อนและเตาอบที่ส่งผ่าน
ความร้อนสู่แผ่นโลหะโดยตรง พบว่าประสิทธิภาพของ
ทั้งสองระบบเท่าเทียมกัน โดยวัดจากคุณสมบัติของชิ้น
งาน เป็นการพัฒนารูปแบบของเครื่องมือในการทดสอบ
ให้มีความหลากหลายมากขึ้น ซึ่งในการใช้เตาอบระบบ

ส่งผ่านความร้อนสู่แผ่นโลหะโดยตรงจะมีค่าอุปกรณ์ใน
การติดตั้งและดำเนินการที่ต่ำกว่าอีกระบบ จึงน่าจะเป็น
ทางเลือกสำหรับสถานประกอบการในการใช้เป็น
อุปกรณ์ในการทดสอบอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม

อย่างไรก็ตาม ชุดเครื่องมือในการทดสอบจาก
การศึกษานี้ เป็นเพียงเครื่องมือต้นแบบในการทดสอบ
อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม ยังมีข้อบกพร่องอยู่บ้าง
คือ เป็นการยากที่จะหาสารเคลือบลงบนแผ่นโลหะ ให้
สม่ำเสมอและเรียบเนียน รวมทั้งวิธีการทดสอบความ
ติดแน่น ต้องใช้ความละเอียดในการสังเกตผลการการ
ทดสอบ จึงน่าจะมีการปรับปรุงและพัฒนาให้ชุดอุปกรณ์
มีความสะดวกในการใช้งานมากยิ่งขึ้นต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนเงินทุนจาก
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม
โครงการโครงงานอุตสาหกรรมสำหรับนักศึกษาปริญญา
ตรี ประจำปี 2546 และได้รับความร่วมมือจากบริษัทยูนิ
เวอร์แซล สตีล จำกัด ด้านข้อมูลและความสะดวกต่างๆ
คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

6. เอกสารอ้างอิง

พรชัย พิลหาเวสและอัครเดช จวงถาวร.โครงงาน
เทคโนโลยีสะอาดเรื่อง“การเพิ่มประสิทธิ
ภาพเตาอบสีโรงงานผลิตกระป๋อง”.สำนัก
งานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่ง
ชาติ, กรุงเทพฯ . 2546.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. วิธีทดสอบ
สี วาร์นิชและวัสดุที่เกี่ยวข้อง. กระทรวงอุต
สาหกรรม. กรุงเทพฯ.2530

American society for standard and materials (ASTM).
Standard test methods for measuring adhesion
by tape test. West Conshohocken. United States.
www.optimumaircorp.com/drying_ovens.htm. 3 July,
2003.