



บทที่ 3

อุปกรณ์ วัสดุ และวิธีการทดลอง

3.1 อุปกรณ์และวัสดุ

อุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการเคลือบโลหะด้วยพลาสติก ประกอบด้วย

- 3.1.1 โลหะตัวอย่าง
- 3.1.2 ผงพลาสติก โพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (LDPE)
- 3.1.3 เต้าอบ
- 3.1.4 ฟลูอิดไซซันคอลลัมน์
- 3.1.5 เทอร์โมคัปเปิล
- 3.1.6 เครื่องบันทึกอุณหภูมิ

3.1.1 โลหะตัวอย่าง

โลหะที่นำมาใช้เคลือบพลาสติก คือ สแตนเลสสตีล (เหล็กปลอดสนิม) มีรูปทรงและขนาด ดังนี้

ก) ทรงกลม

ตัวอย่างที่ 1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 ซม. น้ำหนัก 68 กรัม

ตัวอย่างที่ 2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.0 ซม. น้ำหนัก 124.9 กรัม

ข) ทรงกระบอก

ตัวอย่างที่ 3 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 ซม. สูง 3.0 ซม.

น้ำหนัก 115.8 กรัม

ตัวอย่างที่ 4 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.0 ซม. สูง 3.0 ซม.

น้ำหนัก 162.4 กรัม

ค) ทรงสี่เหลี่ยม

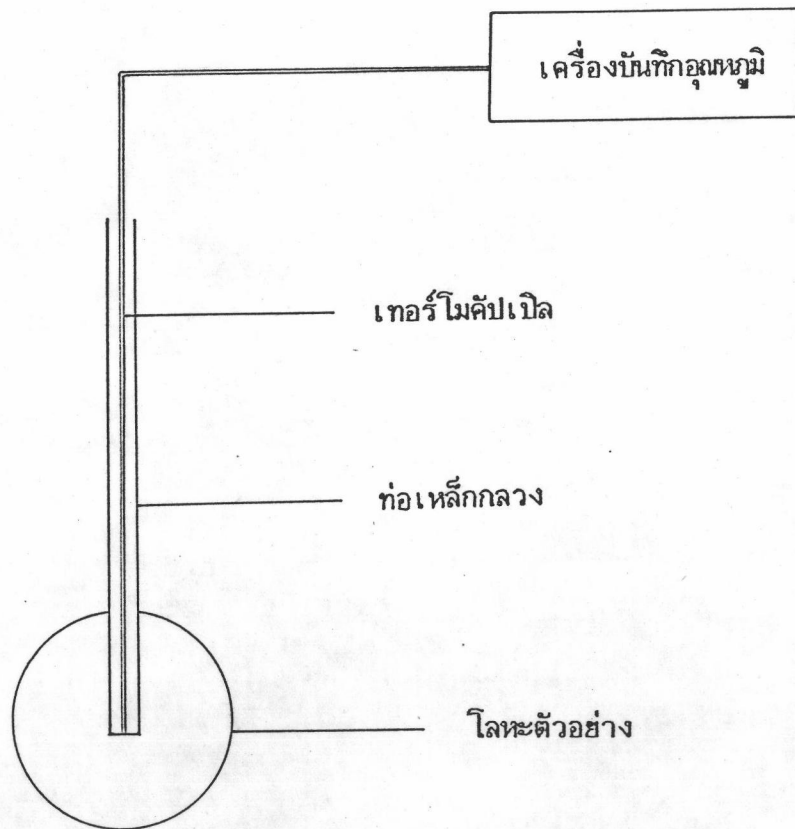
ตัวอย่างที่ 5 ขนาดกว้าง x ยาว 3.0 x 3.0 ซม. หนา 2.0 ซม.

น้ำหนัก 154 กรัม

ตัวอย่างที่ 6 ขนาดกว้าง x ยาว 3.0 x 3.0 ซม. หนา 3.0 ซม.

น้ำหนัก 238.4 กรัม

โลหะที่จะนำมาเคลือบพลาสติกแต่ละตัวอย่าง จะนำมาต่อเข้ากับท่อโลหะกลวง สำหรับยึดกับที่แขวนวัตถุขณะทำการเคลือบ ภายในเนื้อโลหะเจาะเป็นช่องไว้ สำหรับเสียบเทอร์โมคัปเปิล เพื่อใช้วัดอุณหภูมิภายในเนื้อของโลหะ ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ตัวอย่างโลหะที่นำมาเคลือบด้วยพลาสติก

3.1.2 พงพลาสติก

พงพลาสติกที่ใช้เคลือบคือ โพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (LDPE) ขนาด 300 ไมโครเมตร มีคุณสมบัติทนต่อสารละลายกรดและด่างได้ดี ผิวเป็นมันวาว กันน้ำได้ดี ทนต่อแรงกระแทกไม่แตกหักง่าย

3.1.3 ตู้อบ

ตู้อบทำด้วยเหล็กขนาด 50 x 50 x 50 ซม. ภายในมีขดลวดไฟฟ้าขนาด 2000 วัตต์ เป็นตัวให้พลังงานความร้อน ขดลวดต่อกับเครื่องควบคุมอุณหภูมิ สามารถเพิ่มอุณหภูมิได้ถึง 250 °C ตู้นี้ใช้สำหรับอบโลหะตัวอย่าง ที่จะนำไปเคลือบให้ร้อนจนถึงอุณหภูมิที่ต้องการ

3.1.4 ฟลูอิดเซชันคอลัมน์

เครื่องมือในการเคลือบโลหะด้วยพลาสติกในฟลูอิดเซชันเบด แสดงดังรูป 3.2 ประกอบด้วย

1. หอทดลอง

หอทดลองเป็นคอลัมน์ทรงสี่เหลี่ยม ทำด้วยพลาสติกใส (plexiglass) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 ซม. สูง 40 ซม. เป็นส่วนที่บรรจุพลาสติกที่ใช้เคลือบชิ้นโลหะ ส่วนบนของหอทดลองทำด้วยพลาสติกใส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 ซม. สูง 10 ซม. ส่วนล่างของหอทดลองมีแผ่นกระจายอากาศ (distributor) สำหรับกระจายอากาศที่เข้าสู่หอทดลอง

2. เทอร์โมคัปเปิล

ติดตั้งไว้ภายในหอทดลอง เพื่อวัดอุณหภูมิภายในเบด

3. เครื่องทำอากาศร้อน

เครื่องทำอากาศร้อนกำลังไฟฟ้าขนาด 2000 วัตต์ สำหรับเพิ่มอุณหภูมิภายในเบดให้สูงขึ้น เครื่องนี้จะต่อเข้ากับเครื่องควบคุมอุณหภูมิ

4. เครื่องควบคุมอุณหภูมิ

ใช้ควบคุมอุณหภูมิของอากาศร้อนที่เข้าสู่เบต

5. เครื่องเป่าลม

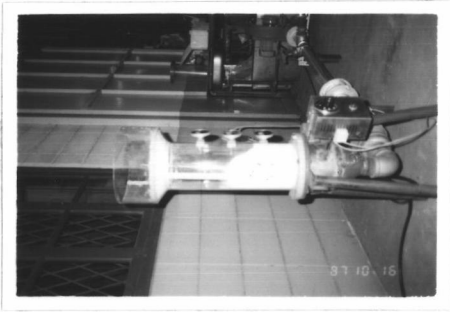
อากาศจากเครื่องเป่าลมผ่านท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว เข้าสู่หอทดลอง เพื่อให้เบตเกิดสภาวะพลูอิโดเซชัน

3.1.5 เทอร์โมคัปเปิล

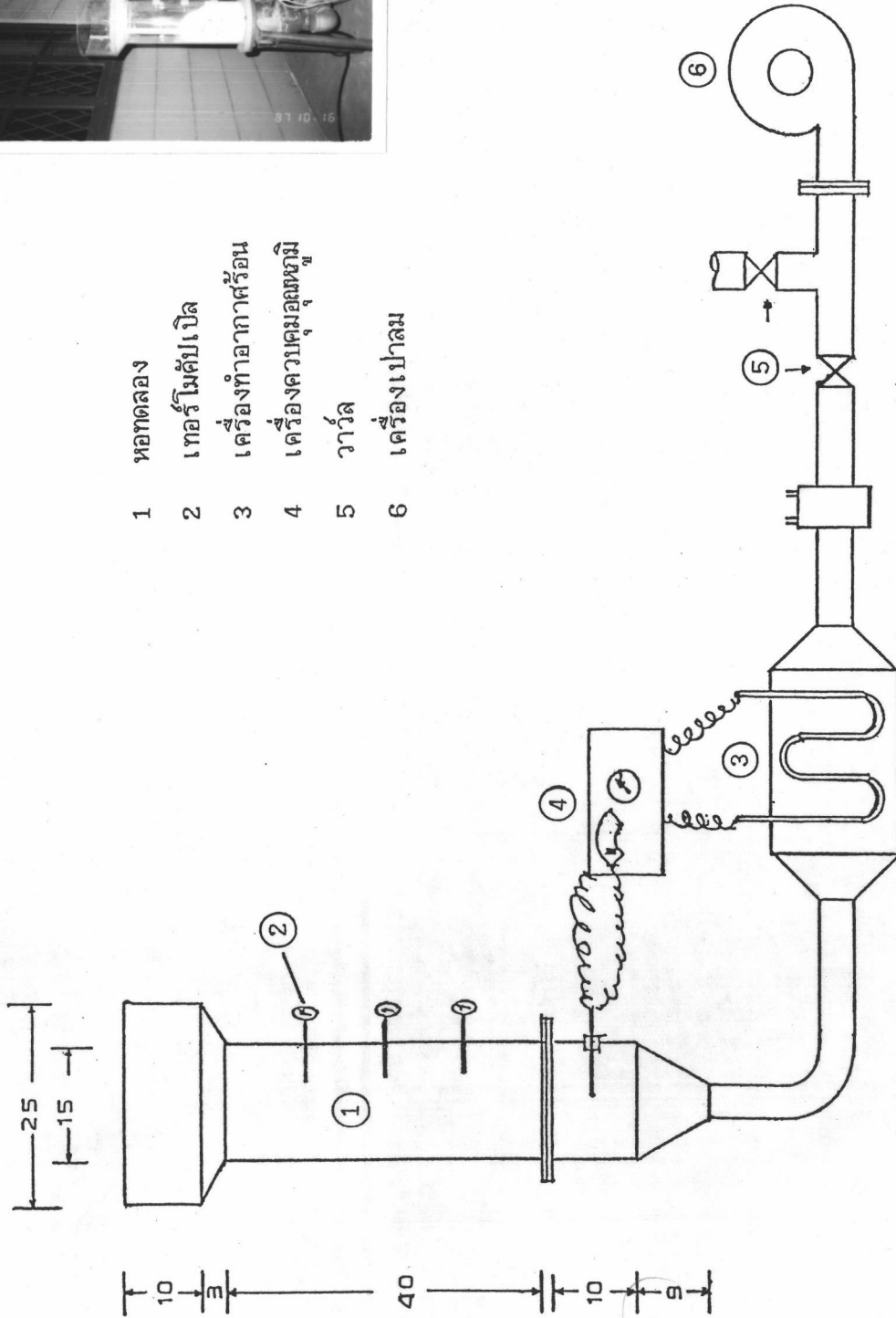
เทอร์โมคัปเปิลชนิดเค มี 2 ชุด ชุดแรกวัดอุณหภูมิภายในชั้นโลหะตัวอย่าง ชุดที่สองวัดอุณหภูมิที่ผิวภายนอกโลหะ เทอร์โมคัปเปิลทั้งสองชุดนี้ต่อเข้ากับเครื่องบันทึกอุณหภูมิและเครื่องวัดอุณหภูมิภายในเบตเป็นเทอร์โมมิเตอร์ ต่อตรงกับหน้าปัดมองอุณหภูมิโดยตรงจำนวน 3 ชุด

3.1.6 เครื่องบันทึกอุณหภูมิ

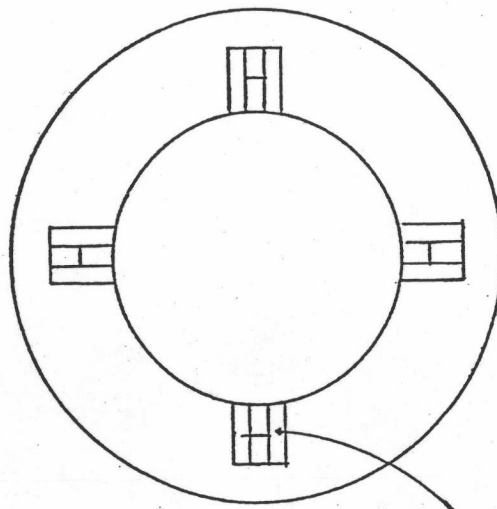
เครื่องบันทึกอุณหภูมิ LINSEIS L 6522 เครื่องนี้ต่อกับเทอร์โมคัปเปิลสองชุดสำหรับบันทึกอุณหภูมิโลหะที่ตำแหน่งภายในชั้นโลหะ และที่ผิวภายนอกโลหะ



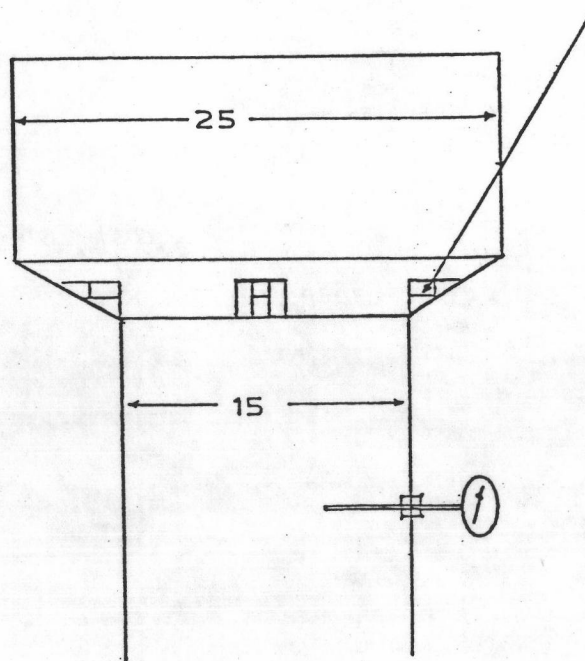
- 1 หอกทดลอง
- 2 เทอร์โมคัปเปิล
- 3 เครื่องทำอากาศร้อน
- 4 เครื่องควบคุมอุณหภูมิ
- 5 วาล์ว
- 6 เครื่องเป่าลม



รูปที่ 3.2 ชุดเครื่องมือการเคลื่อนที่ในฟลูอิดิกส์แบบ



ที่วางหรือที่ยึด ไม้แขวนโลหะตัวอย่าง



รูปที่ 3.3 ส่วนบนของหอกทดลองสำหรับแขวนวัตถุ

3.2 วิธีดำเนินการทดลอง

รูปที่ 3.2 แสดงเครื่องมือสำหรับการทดลองเคลือบพลาสติกโดยมีวิธีการดำเนินการ ดังนี้

3.2.1 ทำการทดลองหาค่าความเร็วลมต่ำสุดที่ทำให้เกิดฟลูอิดไรซ์ของผงพลาสติก

3.2.2 ทำการทดลองเคลือบพลาสติกบนผิวโลหะ โดยมีตัวแปร คือ

- อุณหภูมิโลหะ
- ความเร็วอากาศ
- อุณหภูมิเบต
- เวลาที่ใช้ในการเคลือบ
- รูปทรงและขนาดของวัตถุที่ต้องการเคลือบ

โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.2.2.1 ให้ความร้อนกับชิ้นโลหะตัวอย่างจนถึงอุณหภูมิประมาณ 180-200 °ซ

3.2.2.2 วัตถุดิบอุณหภูมิขึ้นโลหะด้วยเทอร์โมคัปเปิลสองชุด ชุดแรกวัดอุณหภูมิภายในเนื้อโลหะ ชุดที่สอง วัดอุณหภูมิที่ผิวโลหะ ต่อเทอร์โมคัปเปิลทั้งสองชุดเข้ากับเครื่องบันทึกอุณหภูมิ

3.2.2.3 จุ่มชิ้นโลหะลงในหอกทดลองที่มีผงพลาสติกเป็นฟลูอิดไรซ์เบต เป็นเวลา 6-30 วินาที

3.2.2.4 ยกชิ้นโลหะขึ้นจากเบต ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

3.2.2.5 ทำการทดลองเช่นเดียวกันนี้ โดยปรับค่าตัวแปรต่าง ๆ ซ้ำกัน

3.2.3 การวัดความหนาของพลาสติกที่เคลือบได้

การวัดความหนาของพลาสติกที่เคลือบได้ อุปกรณ์ที่ใช้คือ เวอร์เนียแคลิเปอร์ ขั้นแรกจะทำการตัดพลาสติกที่เคลือบได้ออกจากวัตถุก่อน แล้วจึงนำพลาสติกนั้นมาวัดความหนาที่ตำแหน่งต่าง ๆ นำค่าที่วัดได้หาค่าเฉลี่ย เป็นความหนาของฟิล์มที่เคลือบวัตถุทั้งหมด

ก. วัดอุทรทรงกลม

ตัดแบ่งพลาสติกเป็น 4 ส่วน รอบทรงกลม แต่ละส่วนที่ได้วัดความหนา 3 ตำแหน่ง ได้แก่ ตำแหน่งบน ① ตำแหน่งกลาง ② และตำแหน่งล่าง ③ รวมทั้งสิ้น 12 ตำแหน่ง ดังรูป 3.4 (ก)

ตัวอย่างเช่น ความหนาของพลาสติกที่ทำการทดลองสภาวะอุณหภูมิเริ่มต้น 200°C ความเร็วอากาศ 5.0 ซม./วินาที อุณหภูมิเบต 30°C เวลาที่ใช้เคลือบ 12 วินาที วัดความหนา 4 ส่วน แต่ละส่วนวัด 3 ตำแหน่ง ได้ผลตามลำดับดังนี้

ส่วนที่ 1	0.45	0.45	0.45
ส่วนที่ 2	0.50	0.45	0.45
ส่วนที่ 3	0.50	0.50	0.45
ส่วนที่ 4	0.45	0.50	0.45

จากความหนาทั้งหมดได้ความหนาเฉลี่ยเท่ากับ 0.47 มิลลิเมตร

ข. วัดอุทรทรงกระบอก

ตัดแบ่งพลาสติกเป็น 4 ส่วน รอบทรงกระบอก ตั้งแต่ผิวด้านบนถึงผิวด้านล่าง แต่ละส่วนที่ได้วัดความหนา 5 ตำแหน่ง ดังนี้ ผิวด้านบน ① ผิวด้านข้าง 3 ตำแหน่ง ② ③ ④ และผิวด้านล่าง ⑤ รวมจุดที่วัดทั้งสิ้น 20 ตำแหน่ง ดังรูป 3.4 (ข)

ตัวอย่างเช่น ความหนาของพลาสติกที่สภาวะอุณหภูมิเริ่มต้น 200°C ความเร็วอากาศ 5.0 ซม./วินาที อุณหภูมิเบต 30°C เวลาที่ใช้เคลือบ 6 วินาที วัดความหนา 4 ส่วน แต่ละส่วนวัด 5 ตำแหน่ง ได้ผลตามลำดับดังนี้

ส่วนที่ 1	0.45	0.40	0.35	0.35	0.35
ส่วนที่ 2	0.40	0.35	0.35	0.40	0.35
ส่วนที่ 3	0.45	0.40	0.35	0.35	0.35
ส่วนที่ 4	0.40	0.35	0.40	0.35	0.35

จากความหนาทั้งหมดได้ความหนาเฉลี่ยเท่ากับ 0.38 มิลลิเมตร

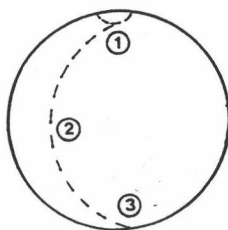
ค. วัดฤทรงสีเหลี่ยม

ตัดแบ่งพลาสติกเป็น 4 ส่วน ทั้ง 4 ด้านของวัตถุ แต่ละส่วนที่ได้วัดความหนา 5 ตำแหน่ง ดังนี้ ผิวด้านบน ① ผิวด้านข้าง 3 ตำแหน่ง ② ③ ④ และผิวด้านล่าง ⑤ รวมจุดที่วัดทั้งสิ้น 20 ตำแหน่ง ดังรูป 3.4 (ค)

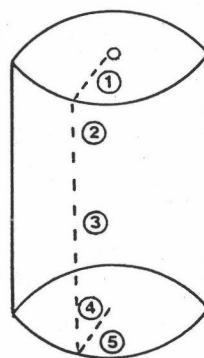
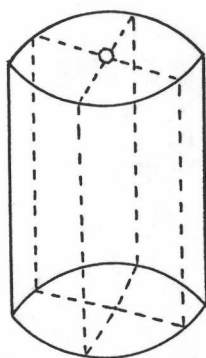
ตัวอย่างเช่น ความหนาของพลาสติกที่สภาวะอุณหภูมิเริ่มต้น 180°C ความเร็วอากาศ 5.0 ซม./วินาที อุณหภูมิเบด 50°C เวลาที่ใช้เคลือบ 6 วินาที วัดความหนา 4 ส่วน แต่ละส่วน วัด 5 ตำแหน่ง ได้ผลตามลำดับดังนี้

ส่วนที่ 1	0.45	0.40	0.40	0.35	0.35
ส่วนที่ 2	0.45	0.40	0.40	0.35	0.35
ส่วนที่ 3	0.40	0.40	0.35	0.35	0.40
ส่วนที่ 4	0.40	0.40	0.40	0.35	0.40

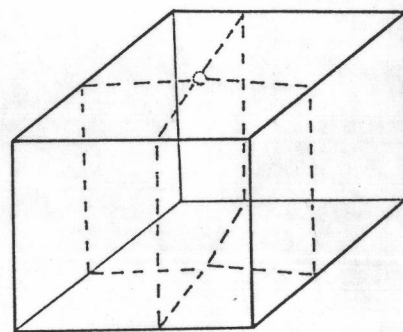
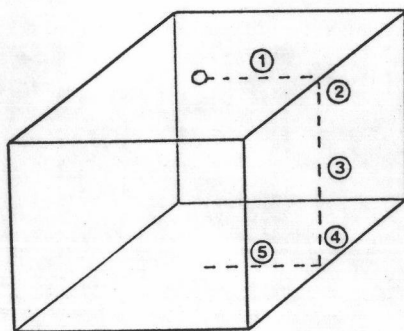
จากความหนาทั้งหมดได้ความหนาเฉลี่ยเท่ากับ 0.39 มิลลิเมตร



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 3.4 การวัดความหนาของฟิล์มที่เคลือบได้ (ก) โลหะทรงกลม
(ข) โลหะทรงกระบอก (ค) โลหะทรงสี่เหลี่ยม