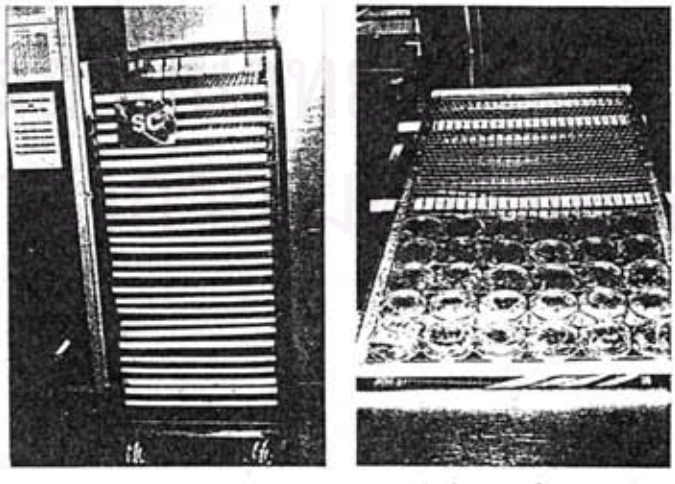
บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันมีการนำลมร้อนมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมกันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะการใช้งานในส่วนของตู้อบลมร้อนซึ่งจะพบในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมอาหาร, อุตสาหกรรมการบำบัดพื้นผิวโลหะ, อุตสาหกรรมเซรามิกส์และเครื่องปั้นดินเผา, อุตสาหกรรมการผลิตยางแผ่น, อุตสาหกรรมพลาสติก เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าการใช้ลมร้อนในอุตสาหกรรมมีวัตถุประสงค์ต่างกันออกไป ตั้งแต่การใช้ความร้อนเพื่อระเหยเอาน้ำที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ออกไป จนกระทั่งการใช้ความร้อนช่วยทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี ถึงอย่างไรก็ตาม ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานด้วยวัตถุประสงค์ใด สิ่งสำคัญที่สุดก็คือการกระจายตัวของอุณหภูมิที่สม่ำเสมอเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะที่สม่ำเสมอตามต้องการ ตัวอย่างหนึ่งของการใช้ประโยชน์จากลมร้อนในรูปของตู้อบลมร้อนก็คือ อุตสาหกรรมการผลิตเลนส์แว่นตา ซึ่งเป็นกรณีที่นำมาศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้

ขั้นตอนที่สำคัญในกระบวนการผลิตเลนส์แว่นตาคือ กระบวนการโพลิเมอร์ไรเซชันของโมโนเมอร์ในแบบพิมพ์ ซึ่งเกิดขึ้นในขณะที่ทำการอบแบบพิมพ์ที่มีโมโนเมอร์บรรจุอยู่ การดำเนินไปของปฏิกิริยาจะเริ่มต้นด้วยการถ่ายเทความร้อนจากลมร้อนผ่านแบบพิมพ์ไปยังโมโนเมอร์และกระตุ้นให้เริ่มเกิดปฏิกิริยา (Initiation Step) เมื่อปฏิกิริยาดำเนินต่อไป (Propagation Step) จะมีความร้อนจำนวนหนึ่งถูกคายออกมา ซึ่งลมร้อนก็ทำหน้าที่พาความร้อนส่วนเกินนี้ออกไป โดยที่ช่วยรักษาอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมของปฏิกิริยาไว้ให้คงที่ไม่เพิ่มหรือลดลงอย่างกระทันหันอันจะส่งผลต่อคุณภาพของเลนส์ที่ได้ เมื่อปฏิกิริยาโพลิเมอไรเซชั่นสิ้นสุดลงก็จะค่อยๆ ลดอุณหภูมิภายในตู้อบจนถึงอุณหภูมิห้อง

รายละเอียดการทำงานในขั้นตอนการโพลิเมอร์ไรเซชันอธิบายได้ดังต่อไปนี้ นำแบบพิมพ์ที่มีโมโนเมอร์บรรจุอยู่วางเรียงบนรถเข็นที่มีจำนวนชั้นต่างๆ ดังรูปที่ 1-1



รูปที่ 1-1 แสดงรถเข็นสำหรับใส่แบบพิมพ์บรรจุโมโนเมอร์ในการผลิตเลนส์แว่นตา

แล้วนำเข้าไปอบในตู้อบลมร้อนที่มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 1-2 ซึ่งมีโครงสร้างและองค์ประกอบหลักดังนี้ :

โครงสร้างของตู้อบประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็ก และมีการบุฉนวนไว้ที่ผนังสามด้าน, ประตู และเพดาน ส่วนที่พื้นตู้อบเป็นแผ่นเหล็กไม่บุฉนวน ภายในตู้อบมีการแบ่งออกเป็นส่วนของห้องอบที่มีส่วนของเพดานเป็นแผ่นเหล็กทึบ และผนังด้านซ้าย-ขวาถูกเจาะเป็นช่องว่างไว้เป็นระยะๆ เพื่อบังคับทิศทางการไหลของลมร้อนที่เข้าสู่ตู้อบ บริเวณรอบนอกห้องอบด้านบนถูกกั้นด้วยแผ่นเหล็กที่ช่วงทางออกของพัดลมดูดอากาศซึ่งทำให้บริเวณดังกล่าวถูกแบ่งออกเป็นส่วนดูดอากาศเข้า (A) และส่วนปล่อยอากาศออก (B) ส่วนประกอบอื่นๆ ที่สำคัญได้แก่

1 Power and Control Cabinet เป็นชุดควบคุมอุณหภูมิในตู้อบ

2 Heater เป็นอุปกรณ์ให้ความร้อนกับตู้อบ

3 Neumatics Control For Access Door เป็นส่วนควบคุมการเปิดปิดช่องอากาศเข้า

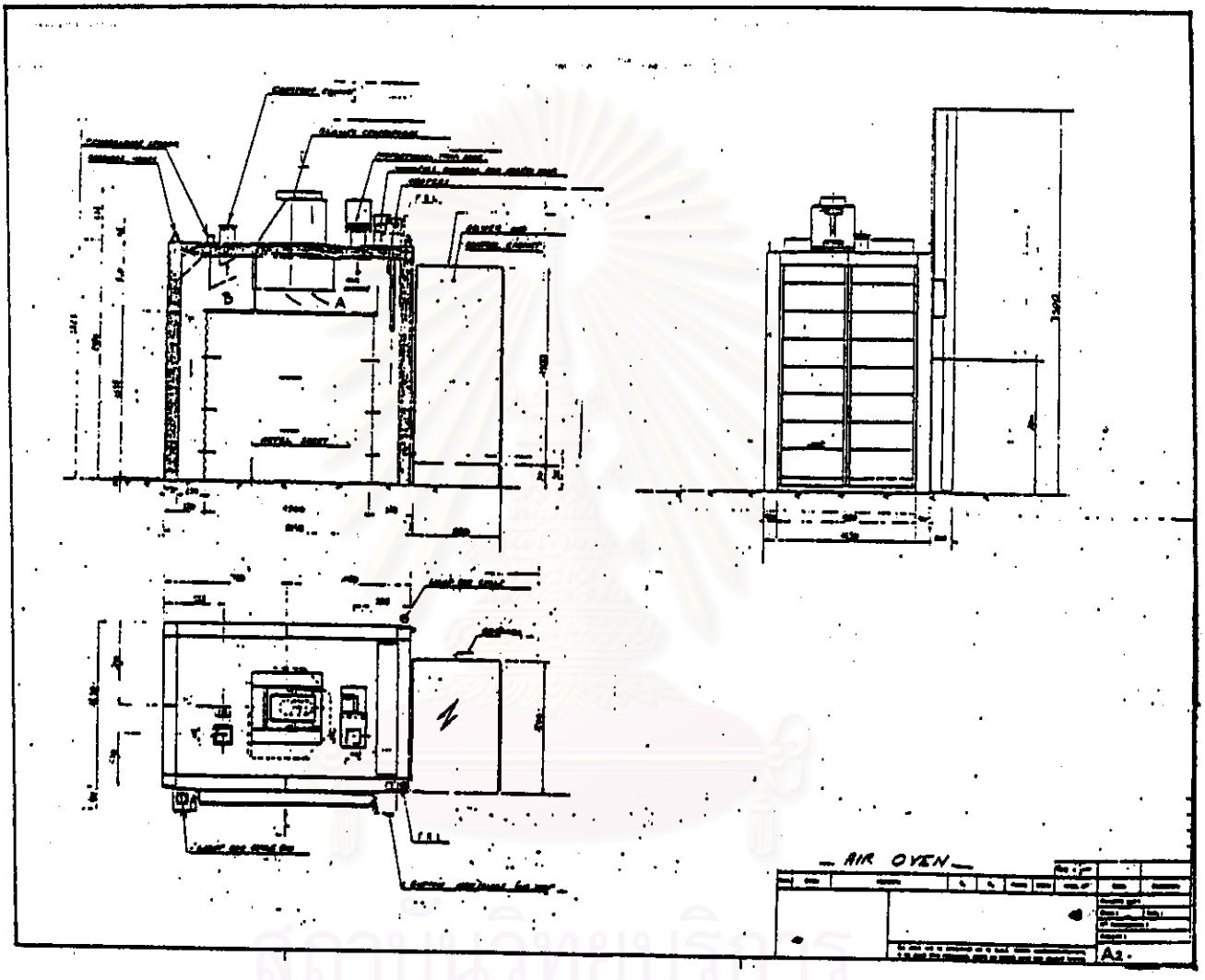
4 Proportional Trap Door ทำหน้าที่เปิดให้อากาศจากภายนอกเข้าสู่ตู้อบ

5 Blower Centrifugal เป็นตัวดูดอากาศจากภายนอกและหมุนเวียนอากาศภายในตู้อบ

6 Constant Exhaust เป็นช่องเปิดสำหรับระบายอากาศออกสู่ภายนอก

7 Temperature Sensor เป็นที่วัดอุณหภูมิภายในตู้อบและส่งสัญญาณไปยังชุดควบคุมอุณหภูมิในตู้อบเพื่อให้สั่งเปิด-ปิด Heater หรือ Proportional Trap Door

ในการทำงาน, อากาศจากภายนอกจะถูกดูดเข้าสู่ตู้อบทางช่อง "Proportional Trap Door" ด้วย "Blower Centrifugal" ซึ่งจะถ่ายเทอากาศผ่านไปด้าน B ของตู้อบ อากาศบางส่วนจะถูกระบายออกไปทางช่อง "Constant Exhaust" และส่วนที่เหลือจะหมุนวนกลับเข้าสู่ตู้อบโดยผ่านที่วัดอุณหภูมิ "Temperature Sensor" ซึ่งจะส่งสัญญาณไปยังชุดควบคุมอุณหภูมิภายในตู้อบให้เปิด "Heater" อากาศจะถูกบังคับให้ไหลเข้าสู่ห้องอบโดยผ่านช่องที่ผนังห้องอบแล้วออกไปยังด้าน A ของตู้อบโดยผ่านช่องที่ผนังอีกด้านหนึ่ง อากาศที่ไหลออกมานี้จะถูกดูดโดย "Blower Centrifugal" ทำให้ไหลผ่าน "Heater" และมีอุณหภูมิสูงขึ้น อากาศที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นนี้จะถูกถ่ายเทไปยังด้าน B ของตู้อบต่อไป และหมุนเวียนต่อไปเช่นนี้ เมื่ออุณหภูมิในตู้อบสูงเกินค่าที่ตั้งไว้ ชุดควบคุมจะสั่งปิด Heater และเพิ่มการเปิดช่อง Proportional Trap Door มากขึ้นเพื่อให้อากาศจากภายนอกเข้ามาลดอุณหภูมิในตู้อบลง เมื่ออุณหภูมิในตู้อบต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้ชุดควบคุมจะสั่งเปิด Heater และลดการเปิดช่อง Proportional Trap Door ลงเพื่อเพิ่มอุณหภูมิในตู้อบ



รูปที่ 2-1 แสดงตู้อบลมร้อนที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเลนส์แว่นตา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการทำงานในลักษณะดังกล่าวพบว่า เลนส์แว่นตาที่ผลิตได้จากการอบแต่ละครั้ง มีคุณภาพที่ไม่สม่ำเสมอกันตลอดทั้งชุด (การอบในตู้อบหนึ่งครั้ง) โดยเฉพาะความแข็ง (Hardness) ของเลนส์ เนื่องมาจากการเกิดโครงสร้างแบบร่างแห (Crosslink) ที่ไม่เท่ากัน โดยสังเกตุพบว่าเลนส์ที่อยู่บริเวนตอนล่างของตู้อบจะมีความแข็งน้อยกว่าเลนส์ที่อยู่บริเวณตอนบนๆ ของตู้อบ และบางครั้งก็ต้องมีการคัดเลนส์ที่มีลักษณะดังกล่าวทิ้งไป ซึ่งทำให้ผลผลิตไม่ได้ตามเป้าหมายที่ต้องการ ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาปัญหาดังกล่าว โดยตั้งสมมติฐานว่าเลนส์ที่มีคุณภาพที่ไม่สม่ำเสมอมีสาเหตุเนื่องมาจากการกระจายตัวของอุณหภูมิที่ไม่สม่ำเสมอจากลักษณะโครงสร้างภายในตู้อบ อันได้แก่ จำนวนชั้นของรถเข็นบรรจุแบบพิมพ์และตำแหน่งของเครื่องทำความร้อน

ในการวิจัยนี้ได้ทำการทดลองโดยใช้ตู้อบที่จำลองแบบมาจากตู้อบที่ใช้ในโรงงาน และได้แบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็นสามกลุ่มหลักคือ กลุ่มที่แหล่งให้ความร้อนหลัก (Major heat source) อยู่ภายในตู้อบเช่นเดียวกับการใช้งานจริง, กลุ่มที่แหล่งให้ความร้อนหลักอยู่นอกตู้อบ และกลุ่มที่มีแหล่งให้ความร้อนย่อย (Minor heat source) อยู่ภายในตู้อบเพื่อเป็นตัวแทนของปฏิกิริยาคายความร้อนที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ยังได้มีการใช้โปรแกรม PHOENICS 2.1 ในการจำลองแบบการไหลของลมร้อนในกรณีที่แหล่งให้ความร้อนย่อยอยู่ภายใน เพื่อเป็นแนวทางในการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการออกแบบหรือปรับปรุงตู้อบต่อไป

<u>วัตถุประสงค์ของการวิจัย</u>

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการกระจายความร้อนในตู้อบแบบลมร้อน (Hot air oven)
2. เพื่อนำเทคนิค Computational Fluid Dynamics (CFD) มาใช้ในการจำลองแบบพฤติกรรมการไหลของลมร้อนในตู้อบที่มีโครงสร้างแตกต่างกัน

<u>ขอบเขตของการศึกษา</u>

1. ศึกษาการกระจายความร้อนในตู้อบแบบลมร้อนที่มีโครงสร้างภายในต่างกัน
2. ศึกษาเทคนิค Computational Fluid Dynamic โดยโปรแกรม PHOENICS 2.1
3. ทำนายลักษณะการกระจายความร้อนในตู้อบแบบลมร้อนที่มีโครงสร้างภายในต่างกันโดยใช้โปรแกรม PHOENICS 2.1

<u>ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ</u>

1. ทราบพฤติกรรมการไหลของลมร้อนในตู้อบและสามารถนำมาอธิบายปัญหาที่พบในกระบวนการผลิตจริง
2. ทราบปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายความร้อนในตู้อบเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่พบ