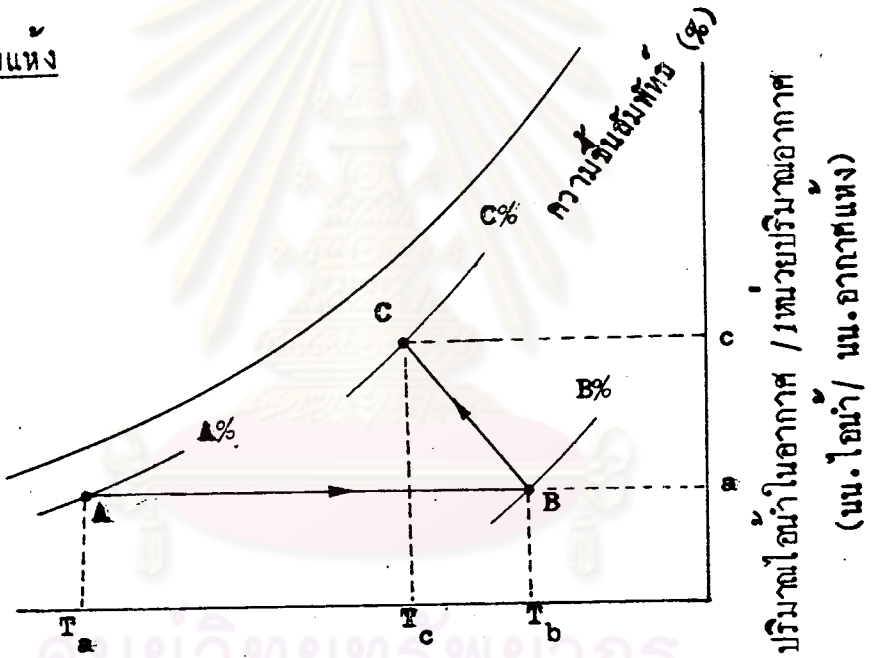
บทที่ 2

ทฤษฎี

การอบแห้ง

การอบแห้งคือ การให้ความร้อนแก่วัสดุที่อบ เพื่อต้องการให้น้ำในเนื้อวัสดุระเหยออกมา ทำให้วัสดุที่อบแห้งนั้น แห้งลง

ขบวนการอบแห้ง

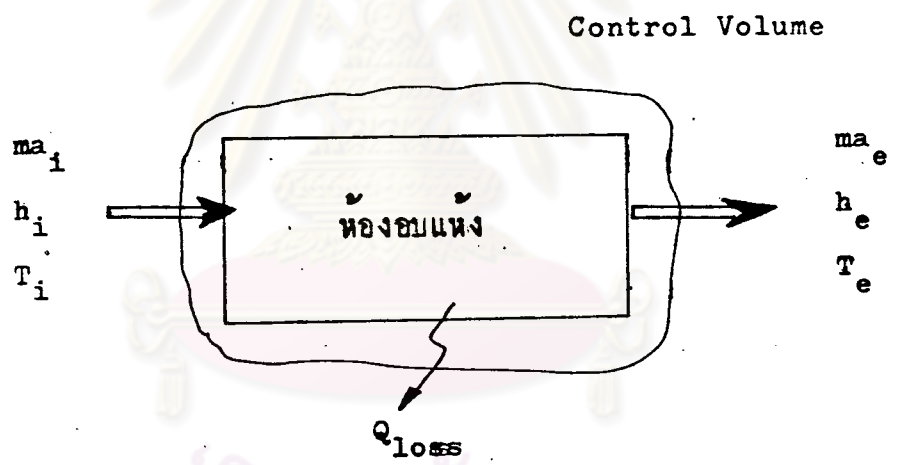


รูปที่ 3. แผนภูมิแสดงขบวนการอบแห้ง

อากาศภายนอกซึ่งมีอุณหภูมิปกติ T_a มีความชื้นสัมพัทธ์ A % และมีปริมาณไอน้ำในอากาศเท่ากับ a กิโลกรัมต่อปริมาณอากาศแห้ง 1 กิโลกรัม เมื่ออากาศนี้ผ่านขบวนการให้ความร้อนซึ่งประกอบด้วยแผงรับแสงอาทิตย์และขดลวดไฟฟ้าแล้ว อุณหภูมิของอากาศจะสูงขึ้นเป็น T_b และความชื้นสัมพัทธ์จะต่ำลงเป็น B % อากาศร้อนนี้จะผ่านเข้าห้องอบแห้ง ถ่ายเทความร้อนให้แก่วัสดุที่อบในห้องอบแห้ง และจะทำให้น้ำที่อยู่ในเนื้อวัสดุระเหย ออกมาจากนั้นไอน้ำนี้จะถูกอากาศร้อนพัดพาไป อากาศที่ออกจากห้องอบแห้งจะมีอุณหภูมิลดลงเหลือ T_c ส่วนความชื้นสัมพัทธ์จะเพิ่มขึ้นเป็น C %

และปริมาณไอน้ำต่อหน่วยอากาศจะเพิ่มขึ้นเป็น e กิโลกรัมต่อปริมาณอากาศแห้ง 1 กิโลกรัม

พิจารณาตู้อบแห้ง ที่มีวัสดุอบแห้งอยู่ภายใน เมื่อเขียน CONTROL VOLUME ล้อมรอบตู้อบแห้งแล้ว จะเห็นว่า เมื่ออากาศร้อนปริมาณ ma_i ซึ่งมีค่า เอนทาลปี (Enthalpy) เท่ากับ h_i และอุณหภูมิ T_i ไหลเข้าตู้อบแห้งแล้ว อากาศร้อนนี้จะถ่ายเทความร้อนให้กับวัสดุอบแห้ง ทำให้ไอน้ำในเนื้อวัสดุอบแห้งระเหยออกมา และอากาศร้อนจำนวนนี้จะพาไอน้ำออกจากห้องอบแห้ง ดังนั้นสิ่งที่ออกจากห้องอบแห้งจะเป็นอากาศชื้น มีปริมาณ ma_e ซึ่งประกอบด้วย ปริมาณอากาศแห้งที่เข้าตู้อบ ma_i รวมกับปริมาณไอน้ำที่ระเหยออกมาจากกล้วย m_w อากาศชื้นปริมาณ ma_e นี้จะมีค่า เอนทาลปี(Enthalpy) เท่ากับ h_e และมีอุณหภูมิลดลงจาก T_i เหลือ T_e



รูปที่ 4. แสดง Control Volume ล้อมรอบห้องอบแห้ง

ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการอบแห้ง เพื่อจะทำให้น้ำที่อยู่ในเนื้อวัสดุระเหยออกมานั้น จะมีค่าเท่ากับ Q นั่นคือ

$$Q = ma_i h_i = ma_e h_e + (m_{b2}u_2 - m_{b1}u_1) + Q_{loss} \quad \cdots (1)$$

ให้การเปลี่ยนแปลงของผลคูณระหว่าง นน.น้ำในเนื้อกล้วยกับค่าพลังงานภายในของน้ำในเนื้อกล้วยในระหว่างการอบแห้ง($m_{b2}u_2 - m_{b1}u_1$) ให้มีค่าใกล้เคียงกับ $m_w h_{fg}$ (7)

พลังงานความร้อนจำนวนนี้ จะมีค่าเท่ากับ ผลรวมของพลังงานที่ใช้ในการระเหยน้ำจากวัสดุจริง(Q_1) กับ ความร้อนส่วนหนึ่งที่สูญเสียจากตัวตู้อบให้กับ

บรรยากาศรอบ ๆ พลังงานที่ใช้ในการระเหยน้ำจากวัสดุจะมีค่าเท่ากับผลคูณของค่าความร้อนแฝงในการกลายเป็นไอของน้ำกับน้ำหนักน้ำที่ระเหยออกจากวัสดุอบแห้ง ซึ่งแสดงเป็นสมการได้ดังนี้

$$Q = Q_1 + Q_{loss} + m_a h_e$$

$$= m_w . h_{fg} + Q_{loss} + m_a h_e$$

เมื่อ

Q = ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการอบแห้งทั้งหมด

Q_1 = ปริมาณพลังงานความร้อนที่ใช้ระเหยน้ำออกจากวัสดุอบแห้ง

Q_{loss} = พลังงานความร้อนที่ระบบสูญเสียให้แก่บรรยากาศล้อมรอบ

m_w = น้ำหนักของน้ำที่ระเหยจากวัสดุอบแห้ง

m_a = น้ำหนักของอากาศที่ไหลผ่านวัสดุอบแห้ง

h_i = เอนทาลปี ของอากาศที่เข้าตู้อบแห้ง

h_e = เอนทาลปี ของอากาศที่ออกจากตู้อบแห้ง

h_{fg} = ค่าความร้อนแฝงในการกลายเป็นไอของน้ำ

C_p = ค่าความร้อนจำเพาะของอากาศ

T_i = อุณหภูมิของอากาศที่เข้าตู้อบแห้ง

T_e = อุณหภูมิของอากาศที่ออกจากตู้อบแห้ง

น้ำหนักของน้ำที่ระเหยออกจากวัสดุอบแห้ง m_w นี้ เรียกว่า Cooling Load สามารถหาได้จากความชื้นเริ่มแรกของวัสดุที่จะอบแห้งกับความชื้นที่ต้องการตอนสุดท้ายคือ

$$m_w = \frac{W_i (M_i - M_f)}{(100 - M_f)} \qquad \text{.....(2)}$$

เมื่อ

W_i = น้ำหนักเริ่มแรกก่อนอบของวัสดุที่จะอบแห้ง

M_i = ความชื้นเริ่มแรกของวัสดุ % (มาตรฐานเปียก)

M_f = ความชื้นสุดท้ายของวัสดุ % (มาตรฐานเปียก)

สมการที่ (2) ได้มาจากสมการของความชื้น ซึ่งแสดงได้ดังนี้

$$M = \frac{(w - d) \times 100}{w} \quad \% \text{ (มาตรฐานเปียก)}$$

เมื่อ

M = ความชื้น

w = น้ำหนักเริ่มแรกของวัสดุ

d = น้ำหนักของเนื้อวัสดุล้วน ๆ ที่แห้งสนิทโดยไม่มีน้ำเหลืออยู่เลย.

น้ำหนัก d สามารถหาได้โดยอบวัสดุนั้นในตู้อบ โดยใช้อุณหภูมิ 100 °C อบจนน้ำหนักของวัสดุไม่เปลี่ยนแปลง (7)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย