

สมรรถนะการคืนสภาพสารดูดความชื้นด้วยตู้อบและกลั่นความชื้นรังสีอาทิตย์ Performance of Adsorbent Regeneration by Solar Dryer and Moisture Condensing Cabinet

จารุวัฒน์ เจริญจิต^{1*}, สิทธิพร บุญญานูวัตร์¹ และเสรี ทองชุม¹

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
เลขที่ 1 ถนนราชดำเนินนอก ตำบลบ่อยาง อำเภอ เมือง จังหวัด สงขลา 90000
*ติดต่อ: Email:jaruwat@gmail.com, 086-6856747, 074-315185

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบ สร้าง และทดสอบสมรรถนะของตู้อบและกลั่นความชื้นรังสีอาทิตย์ สำหรับการคืนสภาพสารดูดความชื้น (โมเลกุลาร์ซีฟ ชนิด 3A และ ซิลิกาเจล) เครื่องอบแห้งดังกล่าวเป็นเครื่องอบแห้งแบบ Passive ทำงานในระบบปิด ที่ปิดคลุมด้วยแผ่นกระจกเอียงทำมุมกับพื้นระดับ 12 องศา เพื่อให้สามารถรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ได้สูงสุด และแผ่นอะครีลิคใส ตัวเครื่องอบแห้งมีขนาด 83 x 77 x 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร โครงสร้างของเครื่องอบแห้ง ประกอบด้วยถาด 5 ชั้น โดยสารดูดซับอยู่ชั้นบนสุด (ชั้น 5) มีรางรองรับความชื้นที่ควมแน่นบริเวณกระจกด้านบน และด้านหน้า ระบายออกภายนอกตู้อบ สำหรับพารามิเตอร์ที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการศึกษาสมรรถนะการอบแห้ง คือ การวัดความชื้นของผลผลิต (Moisture Content) อัตราส่วนความชื้น (Moisture Ratio) และอัตราการอบแห้ง ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ในช่วงเวลา 09.00-15.00 น. เป็นเวลา 6 ชั่วโมงต่อวัน ผลการศึกษาพบว่าเครื่องอบแห้ง สามารถคืนสภาพสารดูดความชื้น โมเลกุลาร์ซีฟ ชนิด 3A และ ซิลิกาเจล 3000 กรัม (น้ำหนักแห้ง) ที่มีความชื้นเฉลี่ย 49.33 % (d.b.) จนเหลือประมาณ 12.33 % (d.b.) และ 25.00 % (d.b.) จนเหลือประมาณ 3.33 % (d.b.) ตามลำดับ ภายในเวลา 4 วัน (24 ชั่วโมง)

คำหลัก: รังสีอาทิตย์ การอบคืนสภาพ สารดูดซับ

Abstract

In this work, a Solar Dryer & Moisture Condensing Cabinet was designed, constructed and performance tested for regenerated the adsorbents (Molecular Sieves & Silica Gel). The cabinet dryer is constructed as a passive type close system covered with a glass with a horizontal angle of 12° and a transparent acrylic sheet to receive maximum solar energy. A dimension of the dryer cabinet was 83 cm x 77 cm x 100 cm containing 5 trays each placed in a horizontal shelf. Adsorbent (shelf 5) was in the top position. The gutters were placed to receive the condensed moisture from the front and the top pieces of glass and vented outside the cabinet. The parameters used to study the performance of the dryer cabinet were moisture content moisture ratio and drying rates. The data were collected 6 hours a day from 9 am to 3 pm. The result also reveals that the drying cabinet was used to reduce average 49.33% (d.b.) and 25.00 % (d.b.) moisture of 3000 g (dry) of adsorbent (Molecular Sieves & Silica Gel) to average 12.33 % (d.b.) and 3.33 % (d.b.) respectively in 4 days (24 hrs.).

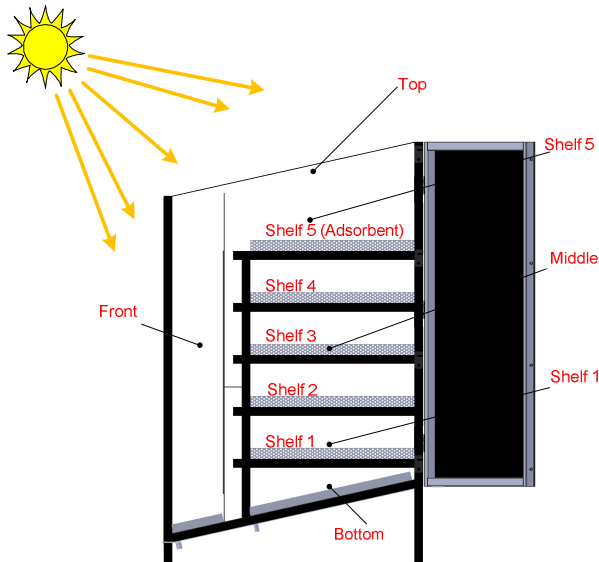
Keywords: solar radiation regeneration adsorbent

1. บทนำ

ปัจจุบันโมเลกุลาร์ซีฟ และซิลิกาเจล เป็นสารดูดซับ ถูกนำมาใช้ในหลายอุตสาหกรรมในทางตรงและทางอ้อม รวมถึงอุตสาหกรรมด้านเชื้อเพลิง ในการเพิ่มความเข้มข้น เอทานอล โดยใช้กระบวนการดูดซับทั้งที่เป็นสารจากธรรมชาติ เช่น แป้ง[1, 2] และตัวดูดซับที่เกิดจากการสังเคราะห์ [3, 4] เช่น โมเลกุลาร์ซีฟ ซึ่งเป็นสารประเภทซีโอไลต์ที่สังเคราะห์ขึ้น โดยมีความแตกต่างที่ขนาดของรูพรุน ทำให้ความสามารถในการดูดซับแตกต่างกัน ส่วนสารดูดซับเมื่ออิมตัวด้วยไอน้ำก็จะนำไปทำการคืนสภาพสารดูดซับด้วยความร้อน เพื่อไล่ไอน้ำออก สามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้ นอกจากนี้มีการประยุกต์รังสีอาทิตย์มาใช้ในกระบวนการกลั่นเอทานอล [5] เพื่อช่วยลดการใช้พลังงานในกระบวนการกลั่นเอทานอล [6] อย่างเป็นทางการจึงมีแนวคิดในการประยุกต์ใช้รังสีอาทิตย์ในการอบคืนสภาพสารดูดซับโมเลกุลาร์ซีฟ และซิลิกาเจล ด้วยรังสีอาทิตย์ เพื่อลดการใช้พลังงานในกระบวนการอบคืนสภาพ

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 ชุดทดสอบ



รูปที่ 1 ตู้อบแห้งและกลั่นความชื้นรังสีอาทิตย์ และตำแหน่งการวัดอุณหภูมิ

ตู้อบที่ใช้ในการศึกษาตั้งรูปที่ 1 แสดงการจัดวาง ตะแกรงอบและตำแหน่งวัดอุณหภูมิต่าง ๆ ภายในตู้อบ รังสีอาทิตย์ ทำงานโดยอาศัยคุณสมบัติของกระจก ที่ยอมให้รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ ผ่านลงมายังตู้อบได้ แต่จะดูดกลืนรังสีคลื่นยาวช่วงอินฟราเรดที่แผ่ออกจากตู้อบ

เอาไว้ จากนั้นก็จะคายพลังงานความร้อนให้กระจายอยู่ภายในตู้กระจก จนมีอุณหภูมิสูงขึ้น ส่งผลให้อากาศมีความหนาแน่นน้อยลงหรือน้ำหนักเบาขึ้น และลอยตัวขึ้นไปบริเวณส่วนบนของตู้อบผ่านวัสดุที่ต้องการอบแห้งพาความชื้นไปควบแน่นที่บริเวณผิวกระจกด้านบน และด้านหน้า ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศต่ำลง มีความหนาแน่นมากขึ้นเคลื่อนที่ลง มาทดแทน อากาศร้อนที่เคลื่อนที่ขึ้นไปส่วนบนของตู้อบ ตามหลักการพาความร้อนตามธรรมชาติในลักษณะเช่นนี้ ประกอบกับรูปทรงสี่เหลี่ยมด้านขนาน ของตู้อบทำให้เกิดการไหลเวียนขึ้นของอากาศในตู้ ในขณะที่น้ำที่ควบแน่นจะถูก ระบายออกจากตู้อบผ่านทางท่อทางออกตลอดเวลา

2.2 วิธีการทดลอง

ดำเนินการทดสอบสมรรถนะการคืนสภาพสารดูดซับโมเลกุลาร์ซีฟ ชนิด 3A และซิลิกาเจล ด้วยตู้อบและกลั่นความชื้นรังสีอาทิตย์ [7] โดยเตรียมสารดูดซับน้ำหนัก 3500 กรัม อบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 290 °C และ 180 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ตามลำดับ นำสารดูดซับที่อบไล่ความชื้น 3000 กรัม ดูดซับน้ำโดยแช่ในน้ำเป็นเวลา 3 ชั่วโมง เพื่อให้สารดูดซับอิมตัว ก่อนนำมาวางไว้ในสิ่งแวดล้อม (บันทึกน้ำหนัก) หลังจากนั้นนำสารดูดซับดังกล่าวอบในชั้นบนสุดของตู้อบรังสีอาทิตย์ ในช่วงเวลา 9:00-15:00 น. หรือ 6 ชั่วโมงต่อวัน โดยบันทึกน้ำหนักทุกๆ 3 ชั่วโมง รวมถึงบันทึกอุณหภูมิในตู้อบ และรังสีอาทิตย์ ทุก ๆ 1 นาที โดยดำเนินการทดลองจนกว่า น้ำหนักของสารดูดซับจะคงที่ หรือน้ำหนักสารดูดซับไม่เปลี่ยนแปลง ทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่เหลืออยู่ในสารดูดซับ ตามลำดับ เพื่อทำการวัดความชื้นของสารดูดซับ, อัตราการอบแห้ง และอัตราส่วนความชื้น

2.3 การวัดความชื้นของผลผลิต

การวัดความชื้นของผลผลิต(Moisture Content, MC) นั้น ส่วนใหญ่จะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ มี 2 วิธี คือ

1. คิดเป็นเปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก (Wet Basis) เป็นการวัดโดยใช้น้ำหนักของผลผลิต ที่ขึ้นเป็นหลักดังนี้

$$MC (\% \text{ w.b.}) = \frac{W_w}{W_w + W_d} \times 100 \quad (1)$$

2. คิดเป็นเปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง (Dry Basis) เป็นการวัดโดยใช้น้ำหนักของผลผลิตแห้งเป็นหลักดังนี้

$$MC (\% \text{ d.b.}) = \frac{W_w}{W_d} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ W_w = น้ำหนักของน้ำที่อยู่ภายในเนื้อของวัสดุ
 W_d = น้ำหนักของเนื้อวัสดุแห้ง



อัตราการอบแห้ง พิจารณาจากความชันของกราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับเวลา

$$\text{(Drying Rate, DR)} = \frac{dW}{dt} \quad (3)$$

อัตราส่วนความชื้น (Moisture Ratio, MR) สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{(Moisture Ratio, MR)} = \frac{M - M_e}{M_o - M_e} \quad (4)$$

เมื่อ M = ความชื้นขณะเวลาใด ๆ (% d.b.)

M_e = ความชื้นสมดุล (% d.b.)

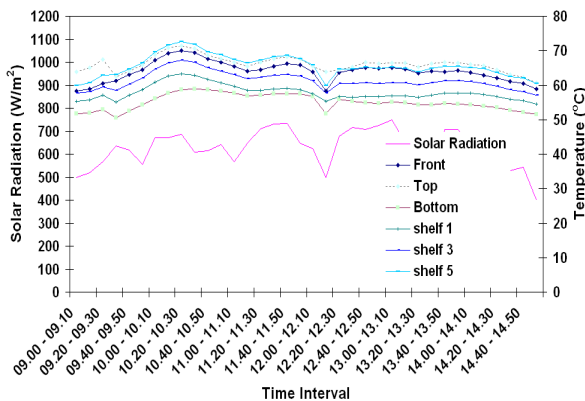
M_o = ความชื้นเริ่มต้น (% d.b.)

3. ผลการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ ได้ทดลองและวิเคราะห์การอบคั้น สภาพสารดูดซับโมเลกุลาร์ซีฟ ชนิด 3A และซิลิกาเจล ด้วยตู้อบรังสีอาทิตย์ ซึ่งผลจากการศึกษาสามารถสรุปได้ ดังนี้

3.1 อุณหภูมิตู้อบ และกลั่นความชื้นรังสีอาทิตย์

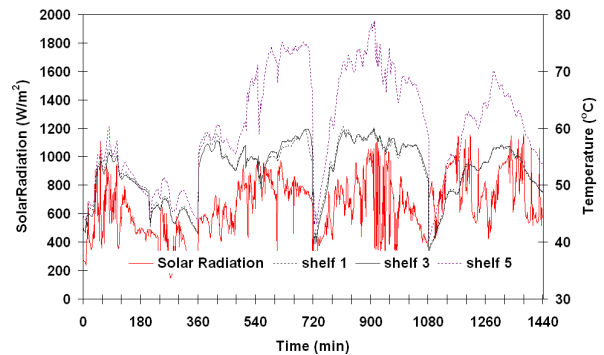
การศึกษาในส่วนนี้ ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาถึงผลของอุณหภูมิอากาศอบแห้ง ที่มีต่อพฤติกรรมการอบคั้น สภาพสารดูดซับโมเลกุลาร์ซีฟ ชนิด 3A และซิลิกาเจล ซึ่งมีรายละเอียดของผลการศึกษา ดังนี้



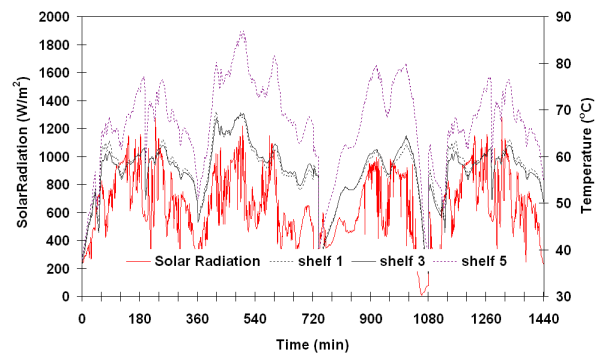
รูปที่ 2 อุณหภูมิภายในตู้อบเปล่าที่ตำแหน่งต่าง ๆ

รูปที่ 2 แสดงอุณหภูมิภายในตู้อบที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในตู้อบรังสีอาทิตย์ ที่ยังไม่มีสารดูดซับภายในตู้ โดยอาศัยหลักการหมุนเวียนของอากาศร้อนตามธรรมชาติ จากรูปพบว่าอุณหภูมิในตู้อบมีการแยกชั้นตามที่ตั้ง สมมุติฐาน โดยชั้นบนสุดมีอุณหภูมิสูงที่สุด อุณหภูมิในช่องด้านบน และลดลง ในตำแหน่งวัดต่ำลงมา โดยอุณหภูมิชั้นบนต่างจากชั้นล่างสุด ประมาณ $10^{\circ}C$ โดยอุณหภูมิสูงสุดภายในตู้อบแต่ละชั้นเฉลี่ยชั้นที่ 5 (shelf 5)

อยู่ที่ $60-70^{\circ}C$ แปรผันตามค่ารังสีอาทิตย์ โดยอุณหภูมิ บริเวณด้านหน้าตู้อบที่ทำด้วยกระจกมีอุณหภูมิต่ำกว่า ด้านบน พิจารณาว่ามีการระบายความร้อน ที่กระจก ทำให้เกิดมีการหมุนเวียนภายในอากาศ จึงทำการอบคั้น สภาพสารดูดซับโมเลกุลาร์ซีฟ ชนิด 3A และซิลิกาเจล ใน การทดลองถัดมา และทำการวัดอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ใน ตู้อบเมื่อทำการอบสารดูดซับอิมตัว จำนวน 3 kg



รูปที่ 3 อุณหภูมิภายในตู้อบโมเลกุลาร์ซีฟ ชนิด 3 A ที่ตำแหน่งต่าง ๆ



รูปที่ 4 อุณหภูมิภายในตู้อบซิลิกาเจล ที่ตำแหน่งต่าง ๆ

รูปที่ 3-4 แสดงอุณหภูมิภายในตู้อบที่ตำแหน่งต่าง ๆ กรณี ที่มีสารดูดซับโมเลกุลาร์ซีฟ ชนิด 3A และซิลิกาเจล ภายในตู้ ตามลำดับ ในช่วงการทดลองกรณีละ 4 วัน (24 ชั่วโมง) จากรูปพบว่าอุณหภูมิในตู้อบมีการแยกชั้น แปรผันตามค่ารังสีอาทิตย์ ส่งผลให้อัตราการระเหยน้ำจาก สารดูดซับสูงขึ้น แปรผันตามอุณหภูมิ และความชื้นใน สารดูดซับ ดังนั้นจากเหตุผลที่กล่าวมา จึงสามารถลด ความชื้นได้เร็วขึ้น เมื่อทำการอบในชั้นบนสุด โดยพบว่า ในช่วงแรก (6-12 ชั่วโมง) พบว่าโดยปกติอัตราการระเหย มีค่าสูงเนื่องจากปริมาณความชื้นสูงในช่วงแรก ส่งผลให้ อุณหภูมิในตู้อบมีค่าต่ำ จากปัจจัยของความชื้นในตู้อบมี ค่าสูงในช่วงเวลาดังกล่าว และสูงขึ้นความชื้นต่ำลง



3.2 การอบคืนสภาพโมเลกุลาร์ซีฟ ชนิด 3A และซิลิกาเจล ด้วยตู้อบ และกลั่นความชื้นรังสีอาทิตย์

การศึกษาในส่วนการอบคืนสภาพโมเลกุลาร์ซีฟ ชนิด 3A และซิลิกาเจล ด้วยตู้อบรังสีอาทิตย์ ดังกล่าว ได้ศึกษาถึงผลที่มีผลต่อพฤติกรรมการอบแห้ง สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งแสดงน้ำหนักก่อนและหลังการอบแห้งทุกๆ 3 ชั่วโมง โดยน้ำหนักของสารดูดซับแห้งมีค่าเท่ากับ 3000 กรัม เมื่อนำข้อมูลมาศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับเวลา เป็น % (w. b.), (d.b.) และอัตราส่วนความชื้น (MR) ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ผลการทดลองการอบคืนสภาพโมเลกุลาร์ซีฟด้วยตู้อบแห้ง และกลั่นความชื้นรังสีอาทิตย์

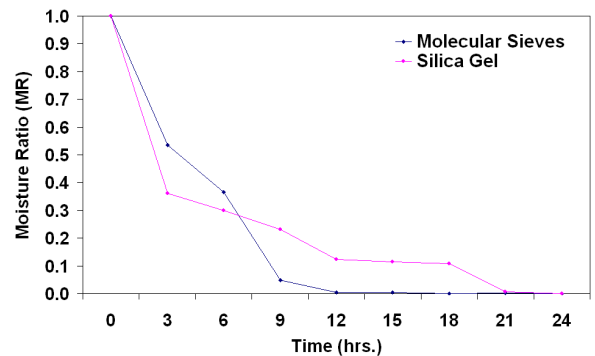
Time (hrs.)	W _t (g)	W _d (g)	W _w (g)	MC (% d.b)	MC (% w.b)	MR
0	4,480	3,000	1,480	49.33	33.04	1.0000
3	3,965	3,000	965	32.17	24.34	0.5360
6	3,775	3,000	775	25.83	20.53	0.3649
9	3,425	3,000	425	14.17	12.41	0.0495
12	3,375	3,000	375	12.50	11.11	0.0045
15	3,374	3,000	374	12.47	11.08	0.0036
18	3,370	3,000	370	12.33	10.98	0.0000
21	3,373	3,000	373	12.43	11.06	0.0027
24	3,370	3,000	370	12.33	10.98	0.0000

ตารางที่ 2 ผลการการอบคืนสภาพซิลิกาเจลด้วยตู้อบแห้ง และกลั่นความชื้นรังสีอาทิตย์

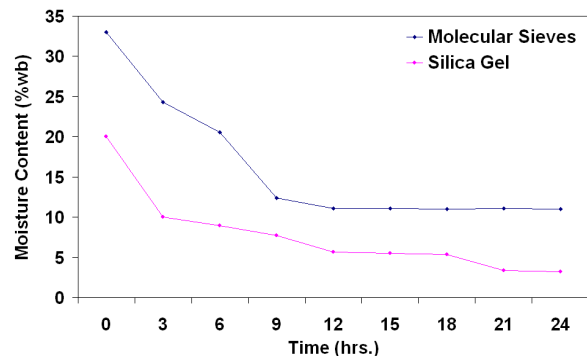
Time (hrs.)	W _t (g)	W _d (g)	W _w (g)	MC (% d.b)	MC (% w.b)	MR
0	3,750	3,000	750	25.00	20.00	1.0000
3	3,335	3,000	335	11.17	10.04	0.3615
6	3,295	3,000	295	9.83	8.95	0.3000
9	3,250	3,000	250	8.33	7.69	0.2308
12	3,180	3,000	180	6.00	5.66	0.1231
15	3,175	3,000	175	5.83	5.51	0.1154
18	3,170	3,000	170	5.67	5.36	0.1077
21	3,105	3,000	105	3.50	3.38	0.0077
24	3,100	3,000	100	3.33	3.23	0.0000

ผลการศึกษาพบว่าอัตราส่วนความชื้น (MR) ของโมเลกุลาร์ซีฟ โดยรวมลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อเทียบกับ ซิลิกาเจล ดังแสดงในรูปที่ 5 เนื่องจากมีปริมาณความชื้นในโมเลกุลาร์ซีฟ ลดลงมากกว่าซิลิกาเจล แต่เนื่องจากสมบัติทางกายภาพของสารดูดซับทั้งสอง มีความแตกต่างของขนาดของรูพรุนที่ต่างกัน คือโมเลกุลาร์ซีฟ ชนิด 3A มีขนาดรูพรุนเท่ากับ 3 อังสตรอม ในขณะที่ซิลิกาเจลโดยทั่วไปมีขนาดมากกว่า 20 อังสตรอมขึ้นไป โดยน้ำมีขนาดของโมเลกุลประมาณ 3 อังสตรอม ส่งผลให้การไล่น้ำ หรือความชื้นที่ถูกดูดซับโดยโมเลกุลาร์ซีฟ ชนิด 3A เป็นไปได้ยากกว่า การไล่น้ำจากซิลิกาเจล ส่งผลให้

สามารถคืนสภาพสารดูดความชื้น โมเลกุลาร์ซีฟ ชนิด 3A และ ซิลิกาเจล ปริมาณ 3000 กรัม(น้ำหนักแห้ง) ที่มีความชื้นเฉลี่ย 49.33 % (d.b.) เหลือประมาณ 12.33 % (d.b.) และ 25 % (d.b.) เหลือประมาณ 3.33 % (d.b.) ตามลำดับ ภายในเวลา 4 วัน (24 ชั่วโมง) ดังแสดงในรูปที่ 6 - 7 ดังนั้นจากผลการทดสอบในขั้นต้นไม่สามารถไล่ความชื้นได้ทั้งหมดด้วยการอบด้วยรังสีอาทิตย์ แต่เป็นไปในลักษณะของการเป็นตัวช่วยลดพลังงานในการคืนสภาพสารดูดซับ



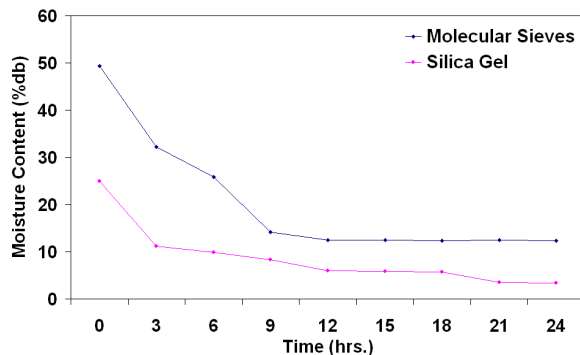
รูปที่ 5 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นกับเวลา ในการอบคืนสภาพโมเลกุลาร์ซีฟ และซิลิกาเจลด้วยตู้อบแห้ง และกลั่นความชื้นรังสีอาทิตย์



รูปที่ 6 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นมาตรฐานเทียบกับเวลา ในการอบคืนสภาพโมเลกุลาร์ซีฟ และซิลิกาเจลด้วยตู้อบแห้ง และกลั่นความชื้นรังสีอาทิตย์

นอกจากนี้ไอน้ำที่ระเหยออกจากสารดูดซับสามารถควบแน่นที่บริเวณกระจกส่วนบน และด้านหน้าของตู้อบ ไทลระบายออกจากตู้ได้ตลอดเวลา โดยอาศัยหลักการของเครื่องกลั่นน้ำรังสีอาทิตย์ โดยไม่มีอากาศภายนอกเข้ามาในตู้อบ ทำให้อากาศในตู้แห้งหรือมีความชื้นลดลงด้วยเหตุนี้ทำให้น้ำภายในสารดูดซับสามารถระเหยได้เร็ว

ขึ้น นอกจากนี้การหมุนเวียนตามธรรมชาติโดยปราศจากการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม เป็นการประหยัดพลังงานเช่นกัน



รูปที่ 7 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นมาตรฐานแห้งกับเวลา ในการอบคืนสภาพโมเลกุลาร์ซีฟ และซิลิกาเจลด้วยตู้อบ และกลิ่นความชื้นรังสีอาทิตย์

4. อภิปรายผลการทดลอง

จากการทดลองเปรียบเทียบการอบการอบคืนสภาพโมเลกุลาร์ซีฟ และซิลิกาเจล ด้วยตู้อบและกลิ่นความชื้นรังสีอาทิตย์ พบว่าการอบคืนสภาพโมเลกุลาร์ซีฟ ชนิด 3A ด้วยตู้อบรังสีอาทิตย์มีอัตราการอบแห้งสูงกว่า ซิลิกาเจล แปรผันตามค่ารังสีอาทิตย์ และปริมาณความชื้นในสารดูดซับ เนื่องจากพฤติกรรมการระเหยของความชื้น อาศัยปัจจัยของปริมาณความชื้นของสารดูดซับ อุณหภูมิ และความชื้นของตัวกลาง ในตู้อบ ดังนั้นการอบในตู้อบส่งผลให้อุณหภูมิที่ผิวของสารดูดซับสูงขึ้น จึงทำให้เกิดการถ่ายเทมวลจากสารดูดซับ ไปสู่อากาศมากกว่า อีกทั้งการควบแน่นของไอน้ำที่กลั่นตัวออกจากระบบอย่างต่อเนื่อง ทำให้ความชื้นของตัวกลางในตู้อบลดลง และมีค่าต่ำกว่าผิวสารดูดซับ ส่งผลให้อัตราการระเหยของความชื้นที่ผิวสารดูดซับสูงกว่าการอบแห้งในตัวกลางที่มีความชื้นสูง โดยพบว่าปริมาณความชื้นในสารดูดซับโมเลกุลาร์ซีฟ ชนิด 3A สูงกว่าซิลิกาเจล ส่งผลให้อัตราการอบแห้งโมเลกุลาร์ซีฟชนิด 3A สูงกว่า ซิลิกาเจล ตามลำดับ

ในขณะที่สมบัติทางกายภาพของสารดูดซับ ในส่วนของขนาดรูพรุนที่ต่างกัน ระหว่างโมเลกุลาร์ซีฟ ชนิด 3A (3 อังสตรอม) และซิลิกาเจล (>20 อังสตรอม) ที่ใช้ในการดูดซับความชื้น หรือ น้ำ ซึ่งมีขนาดของโมเลกุลประมาณ (3อังสตรอม) ส่งผลให้ปริมาณความชื้นที่ถูกดูดซับจนอิ่มตัว หลังจากทิ้งในสิ่งแวดล้อม มีความแตกต่างกัน และ

ส่งผลให้การไล่น้ำ หรือความชื้นที่ถูกดูดซับโดยโมเลกุลาร์ซีฟ ชนิด 3A เป็นไปได้ยากกว่า การไล่น้ำความชื้นจากซิลิกาเจล

5. สรุป

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะการคืนสภาพสารดูดซับโมเลกุลาร์ซีฟ ชนิด 3A และซิลิกาเจล ด้วยตู้อบและกลิ่นความชื้นรังสีอาทิตย์ พบว่าการอบคืนสภาพโมเลกุลาร์ซีฟ ชนิด 3A มีอัตราการอบแห้งสูงกว่าซิลิกาเจล โดยสามารถอบคืนสภาพโมเลกุลาร์ซีฟ ชนิด 3A และ ซิลิกาเจล ที่มีความชื้นเฉลี่ย 49.33 % (d.b.) เหลือประมาณ 12.33 % (d.b.) และ 25.00 % (d.b.) เหลือประมาณ 3.33 % (d.b.) ตามลำดับ ภายในเวลา 4 วัน (24 ชั่วโมง) แปรผันตามค่ารังสีอาทิตย์ที่ส่งผลต่ออุณหภูมิในตู้อบตามลำดับ นอกจากนี้สมบัติทางกายภาพของสารดูดซับ ในส่วนของขนาดรูพรุนที่ต่างกัน เป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อปริมาณความชื้นที่ถูกดูดซับเริ่มต้น โดยสารดูดซับที่มีรูพรุนขนาดใหญ่ปริมาณความชื้นสามารถถ่ายเทมวลสู่สิ่งแวดล้อม ในอัตราที่สูงกว่า สารดูดซับที่มีรูพรุนขนาดเล็ก ส่งผลให้ปริมาณความชื้นเริ่มต้นและการไล่น้ำความชื้นในสารดูดซับ มีความแตกต่างกัน อีกทั้งเป็นระบบปิดไม่มีอิทธิพลจากอุณหภูมิ และความชื้นในบรรยากาศภายนอก

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Beery, K.E. and Ladisch, M.R. (2001). Adsorption of Water from Liquid-Phase Ethanol-water Mixtures at Room Temperature Using Starch-Based Adsorbents. *Ind. Eng. Chem. Res.* Vol. 40, June 2001, pp. 2112-2115.
- [2] Chang, H., Yuan, X., Tian, H. and Zeng A. (2006). Experiment and Prediction of Breakthrough Curves for Packed Bed Adsorption of Water Vapor on Cornmeal. *Chemical Engineering and Processing.* Vol. 45, March 2006, pp. 747-754.



- [3] Carmo, M.J. and Gubulin, J.C. (1997). Ethanol-Water Adsorption on Commercial 3A Zeolites: Kinetic and Thermodynamic Data. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. Vol. 14(3), September 1997, pp.217-224.
- [4] Salem M. and Ben-Shebil. (1999). Effect of heat of adsorption on the adsorptive drying of solvents at equilibrium in a packed bed of zeolite. *Chemical Engineering and Processing*. Vol. 74, July 1999, pp. 197-204.
- [5] Tiwari, G.N., Singh, H.N. and Tripathi, R. (2003). Present status of solar distillation. *Solar Energy*. Vol. 75, July 2003, pp. 367-363.
- [6] Jareanjit, J., Siangsukone, P., Therdyothin, A., Tia, W., Wongwailikit, K. and Tiansuwan, J. (2009). Modification of Thai Local Brewery Tank for a Large Scale Solar Ethanol Distillation Plant, paper presented in *the International Workshop on Advanced Material for New and Renewable Energy 2009*, Putri Duyung Cottage Ancol, Jakarta, Indonesia.
- [7] Jaruwat Jareanjit, Yafad Dusamoh, Supat Detsopha and Suriya Chuyin. (2011). A Solar Dryer & Moisture Condensing Cabinet with Thermosyphon Heat Flow, *KKU Engineering Journal*, Vol.38, No.1, March 2011, pp. 35-42 (In Thai).