

## การปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องอบเม็ดพลาสติกแบบถัง Efficiency Improvement of Hopper Dryer

วิโรจน์ เตชะวิญญูธรรม\* และ \*\*ชนพัฒน์ ตั้งทรงเจริญ

### บทคัดย่อ

ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการอบไล่ความชื้นที่สะสมอยู่ในเม็ดพลาสติกโดยใช้เครื่องอบเม็ดพลาสติกแบบถัง คือ การกระจายตัวของลมร้อนภายในถังอบไม่ทั่วถึง ทำให้มีความชื้นหลงเหลือสะสมอยู่มาก จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงเครื่องอบเม็ดพลาสติกแบบถัง โดยการออกแบบและจัดสร้างอุปกรณ์เสริมสำหรับเพิ่มประสิทธิภาพการอบไล่ความชื้น โดยพิจารณาจาก ตัวกระจายลมร้อนจำนวน 4 รูปแบบ อุปกรณ์สำหรับทำลมแห้งจำนวน 2 ชุด และ blower ขนาด 200 วัตต์ โดยการชั่งน้ำหนักเม็ดพลาสติก ได้แก่ ABS และ PA66 ก่อนการอบ และหลังการอบ หลังจากนั้นนำน้ำหนักที่ได้ไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดลง และเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่เหลือตกค้างของพลาสติกทั้ง 2 ชนิด

จากผลการทดลองพบว่า อุณหภูมิและเวลาในการอบที่เหมาะสมสำหรับ ABS คือ ที่ 80 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ส่วน PA66 อบที่ 90 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง สำหรับตัวกระจายลมที่สามารถลดปริมาณความชื้นที่สะสมอยู่ใน ABS และ PA66 ได้มากที่สุด คือ แบบที่ 3 ช่วยให้ ABS และ PA66 มีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดลง ประมาณ 0.513 - 0.607% และ 0.767 - 0.880% ตามลำดับ นอกจากนี้ การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับทำลมแห้ง และการเปลี่ยน blower จาก 100 วัตต์ เป็น 200 วัตต์ สามารถลดปริมาณความชื้นที่สะสมอยู่ในเม็ดพลาสติก ทั้ง 2 ชนิดได้เป็นอย่างดี โดยวิธีการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับทำลมแห้ง ช่วยให้ ABS และ PA66 มีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดลงประมาณ 0.560 - 0.680% และ 0.827 - 0.967% ตามลำดับ ส่วนการเปลี่ยน blower ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นจะลดลงประมาณ 0.653 - 0.760% และ 0.947 - 1.033% ตามลำดับ

### Abstract

One of the most important problem when drying granulated plastic using hopper dryer is the non-uniform distribution of hot air, it can lead to the residual moisture content in granulated plastic. It is necessary to modify the hopper dryer, using supplementary apparatus, designed and manufactured to increase drying efficiency of four patterns of hot air spreader, two molecular sieve desiccants and a blower 200 Watts were considered. ABS and PA66 granulated plastic are weighed before and after drying process to calculate the percentage of reduced moisture content

The results showed that the optimum of drying temperature and drying time for ABS are 80 °C and 4 hours, where as 90°C and 6 hours for PA66. For the four patterns of hot air spreader, it was found that the third pattern of hot air spreader having highest percentage moisture content decreased in ABS and PA66 which were approximately 0.513 - 0.607% and 0.767 - 0.880%, respectively. Using the molecular sieve desiccant, the decreased percentage of moisture content in ABS and PA66 were approximately 0.560 - 0.680% and 0.827 - 0.967%, respectively. Moreover, changed the power of blower from 100 Watts to 200 Watts given the decreased percentage of moisture content at approximately 0.653 - 0.760% and 0.947 - 1.033%, respectively.

\* ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

\*\* ศูนย์เทคโนโลยีพลาสติก สำนักพัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออุตสาหกรรม

## 1. บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัญหาหรือข้อบกพร่อง (defects) ที่เกิดขึ้นกับชิ้นงานฉีดพลาสติกส่วนใหญ่เกิดขึ้นมาจากการเลือกใช้ชนิดของพลาสติกหรือสารเติมแต่ง (additives) ที่ไม่เหมาะสม ลักษณะการออกแบบแม่พิมพ์ พารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ในการฉีดขึ้นรูป เช่น อุณหภูมิ ความดัน เวลา และความเร็ว นอกจากนี้ ความชื้น (moisture) ที่สะสมอยู่ในเนื้อพลาสติกหลอมเหลวในขณะที่ทำการฉีดเข้าแม่พิมพ์เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของชิ้นงานเช่นเดียวกัน เช่น การเกิดฟองอากาศภายในเนื้อชิ้นงาน (bubbles หรือ voids) การทำให้ผิวของชิ้นงานมีความหยาบ (surface roughness) การเกิดประกายเงินที่ผิวชิ้นงาน (silver streak) [1-2] เป็นต้น ข้อบกพร่องดังกล่าวส่งผลกระทบต่อสมบัติเชิงกลของชิ้นงาน

กรรมวิธีการอบไล่ความชื้น ให้ออกจากเนื้อพลาสติกนั้นสามารถกระทำได้ 2 วิธี คือ การใช้สกรูแบบมีรูระบาย (vented screw) ซึ่งเป็นการไล่ความชื้นออกจากเนื้อพลาสติกในสภาพหลอมเหลวสกรูลักษณะนี้ จะมีการเจาะรูไว้ที่กระบอกฉีด เพื่อให้ก๊าซหรือความชื้นที่แยกตัวออกมาจากเนื้อพลาสติกให้สามารถระเหยออกมาได้ [3] ส่วนอีกวิธีหนึ่งคือ การใช้เครื่องอบเม็ดพลาสติกแบบถัง (hopper dryer) ซึ่งเป็นการไล่ความชื้นออกจากเนื้อพลาสติกในสภาพที่เป็นเม็ดโดยใช้ลมร้อนเป็นตัวไล่ความชื้นที่สะสมอยู่ในเม็ดพลาสติก ข้อเสียของวิธีนี้คือ เม็ดพลาสติกที่เรียงซ้อนกันอยู่ตามความสูงของถังจะเป็นตัวกั้นไม่ให้ลมร้อนเคลื่อนที่จากด้านล่างขึ้นไปด้านบนของถังได้สะดวก ทำให้การกระจายตัวของลมร้อนภายในถังไม่สม่ำเสมอ ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการอบไล่ความชื้นมีค่าลดลง ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องมีวิธีการปรับปรุงเครื่องอบเม็ดพลาสติกแบบถังให้มีประสิทธิภาพในการอบสูงขึ้น สามารถลดเวลาในการอบเม็ดพลาสติกลง รวมทั้งเป็นการช่วยประหยัดพลังงาน ที่ต้องสูญเสียไปในช่วงของการอบได้อีกทางหนึ่ง

### 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องอบเม็ดพลาสติกแบบถังแบบเดิมให้สามารถอบไล่ความชื้นที่สะสมอยู่ในเม็ดพลาสติกได้อย่างทั่วถึงตลอดภายในถัง

### 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ออกแบบและจัดสร้างอุปกรณ์เสริมสำหรับกระจายลมร้อนในถังอบ ซึ่งใช้เหล็กแผ่นเจาะรู โดยจัดสร้างเพิ่มอีก 3 รูปแบบ เพื่อพิจารณาว่ารูปแบบไหนมีประสิทธิภาพในการอบดีที่สุด

2. ออกแบบ และสร้างอุปกรณ์สำหรับทำลมแห้ง 2 ชุด เพื่อสับเปลี่ยนการทำงานโดยใช้สารดูดความชื้น (molecular sieves) สำหรับเปลี่ยนลมชื้นให้เป็นลมแห้ง

3. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดลงและเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่เหลือตกค้างของเม็ดพลาสติกชนิด ABS และ PA66 ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่อง โดยการชั่งน้ำหนักของเม็ดพลาสติกก่อนการอบ และหลังการอบ

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้เครื่องอบเม็ดพลาสติกแบบถังเครื่องใหม่ที่ มีประสิทธิภาพในการอบไล่ความชื้นที่สูงขึ้น ทำให้ลดต้นทุนและเวลาในการผลิต และสามารถเป็นองค์ความรู้ในการพัฒนาเทคนิคการอบเม็ดพลาสติกต่อไป

## 2. ขั้นตอนการทดลอง

1. ชั่งเม็ดพลาสติกบนเครื่องชั่งให้ได้น้ำหนัก 15 กรัม บรรจุเข้าไปในช่องใส่เม็ดพลาสติกตัวอย่าง แล้วปิดให้มิดชิด เขียนหมายเลข และร้อยลวด จำนวน 16 ชอง

2. นำชองเม็ดพลาสติกตัวอย่างที่บรรจุแล้วชั่งบนเครื่องชั่ง บันทึกน้ำหนักที่อ่านได้ จากนั้นนำไปวางในถังอบที่ระยะ 20 ซม. จำนวน 8 ชอง และระยะ 70 ซม. จำนวน 8 ชอง จากกันถึง จากนั้นเทเม็ดพลาสติกให้เกือบเต็มถัง (สูงประมาณ 90 ซม. จากความสูงถัง 100 ซม.)

3. ตั้งอุณหภูมิอบ ตามชนิดของเม็ดพลาสติก สำหรับ PA66 และ ABS ตั้งอุณหภูมิที่ 90 °C และ 80 °C ตามลำดับ จากนั้นรอจนกระทั่งอุณหภูมิภายในถังอบเท่ากับที่ตั้งไว้ จึงเริ่มต้นจับเวลาในการอบ

4. ชั่งน้ำหนักของชองที่บรรจุเม็ดพลาสติกทุก ๆ 1 ชั่วโมง ที่ระยะ 20 ซม. และ 70 ซม. บันทึกน้ำหนักที่ชั่งได้จนกระทั่งครบ 8 ชั่วโมง

5. นำน้ำหนักภายหลังจากการอบที่ชั่งได้ทั้งหมด มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดลง (%) และนำค่าที่คำนวณได้มาเขียนเป็นกราฟเทียบกับเวลาในการอบ (ชั่วโมง) เมื่อ

เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดลง

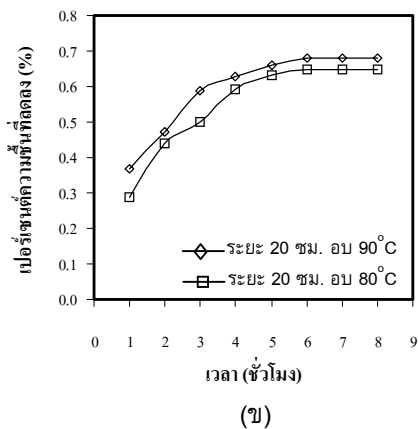
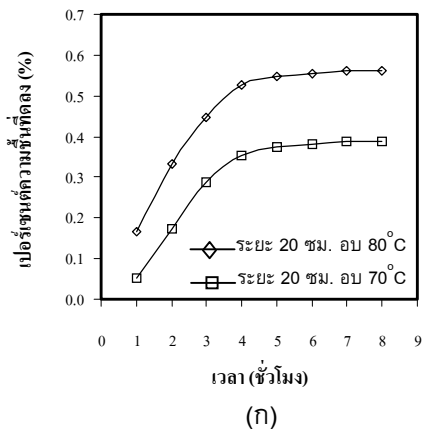
$$= \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ}}{\text{น้ำหนักเม็ดพลาสติกเท่ากับ 15 กรัม}} \times 100$$

6. ทดลองซ้ำอีกครั้งตั้งแต่ข้อ 1-5 กับสภาวะอื่นๆ เช่น เปลี่ยนอุณหภูมิการอบ เปลี่ยนมาใช้สารดูดความชื้น และเปลี่ยนขนาดกำลังของ blower จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบ และสรุปผลการทดลอง

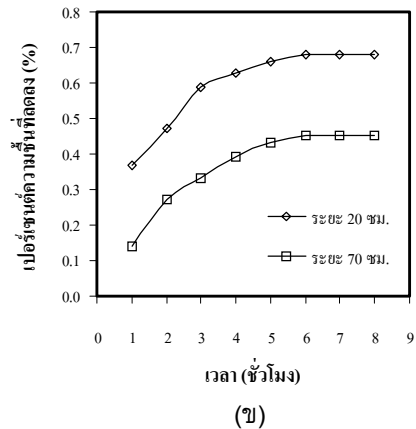
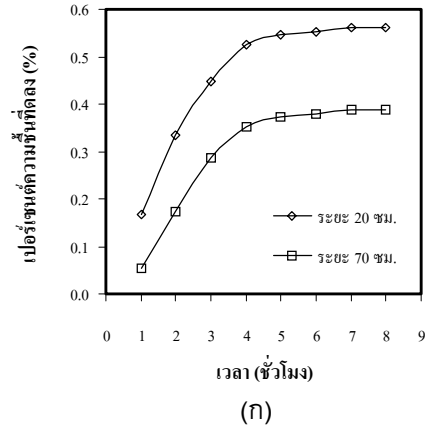
### 3. ผลการทดลอง

#### 3.1 ผลของอุณหภูมิในการอบที่มีต่อประสิทธิภาพการอบไล่ความชื้น

จากกราฟรูปที่ 1 (ก) และ (ข) เมื่อทดลองอบเม็ดพลาสติก ABS ที่อุณหภูมิ 70 °C และ 80 °C, PA66 ที่อุณหภูมิ 80 °C และ 90 °C ตามลำดับ โดยใช้ตัวกระจายลมแบบที่ 1 ไม่ใช้สารดูดความชื้นและวัตที่ระยะ 20 ซม. จากด้านล่างถึง สรุปว่า เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดลงของพลาสติกมีค่าสูงขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น กล่าวคือ เมื่อ



รูปที่ 1 ผลของอุณหภูมิการอบที่มีต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดลง (ก) ABS และ (ข) PA66



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดลงกับเวลาในการอบที่ระยะการวัด 20 ซม. และ 70 ซม. จากกันถึง (ก) ABS (ข) PA66

อบเม็ดพลาสติก ABS อุณหภูมิการอบ 70 °C และ 80 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดลงเท่ากับ 0.343% และ 0.527% ตามลำดับ ส่วน PA66 ที่อุณหภูมิการอบ 80°C และ 90°C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดลงเท่ากับ 0.647% และ 0.680% ตามลำดับ

#### 3.2 ผลของตำแหน่งของเม็ดพลาสติกภายในถังอบที่มีต่อประสิทธิภาพการอบไล่ความชื้น

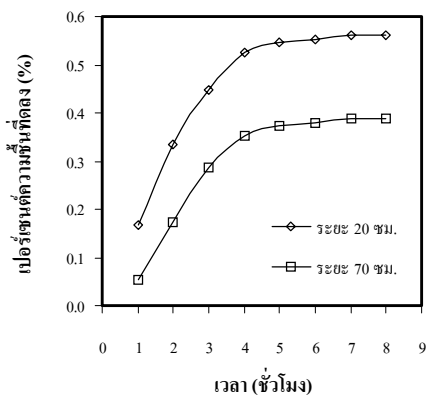
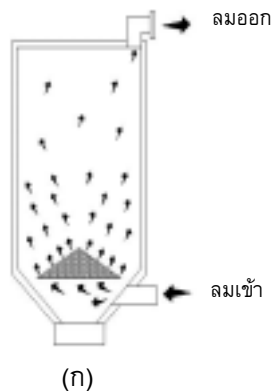
จากการทดลองเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดลงจากเม็ดพลาสติก ABS และ PA66 โดยการชั่งน้ำหนักเม็ดพลาสติกทั้ง 2 ชนิด ที่ระยะ 20 ซม. และ 70 ซม. ของถังอบ พบว่าตำแหน่งของเม็ดพลาสติกที่อยู่ในถังอบส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดลง กล่าวคือ เม็ดพลาสติกที่ระยะ 20 ซม. หรือบริเวณด้านล่างของถังอบมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดลงสูงกว่าเม็ดพลาสติกที่อยู่ด้านบนหรือที่ระยะ 70 ซม. จากรูปที่ 2 (ก) และ (ข) ประกอบ เนื่องจากเม็ดพลาสติกที่อยู่ด้านล่างได้รับลมร้อนจาก blower ใน

ปริมาณที่สูงกว่า ในขณะที่เม็ดพลาสติกบริเวณด้านบนถึงจะถูกเม็ดพลาสติกด้านล่างถึงกันไม่ให้อุณหภูมิเคลื่อนที่จากด้านล่างขึ้นไปด้านบนของถังได้สะดวก ปริมาณลมร้อนที่ส่งผ่านไปยังด้านบนจึงมีปริมาณน้อยกว่าด้านล่าง ดังนั้น เปอร์เซนต์ความชื้นที่ลดลงของเม็ดพลาสติกที่อยู่ด้านบนถึง จึงมีค่าต่ำกว่าด้านล่างถึง

### 3.3 ผลของตัวกระจายลมที่มีต่อประสิทธิภาพการอบไล่ความชื้น

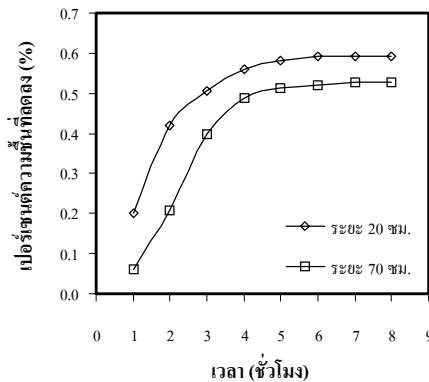
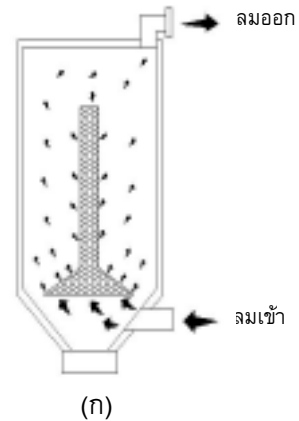
#### 3.3.1 ตัวกระจายลมแบบที่ 1

จากรูปที่ 3 (ก) แสดงทิศทางการกระจายลมของตัวกระจายลมแบบที่ 1 พบว่า มีการกระจายตัวของลมได้ดี บริเวณส่วนล่างของถังส่วนด้านบนมีเม็ดพลาสติกเป็นตัวกั้นทำให้ลมร้อนผ่านขึ้นไปได้น้อยทำให้ประสิทธิภาพการอบไล่ความชื้นทางด้านบนกับด้านล่าง มีความแตกต่างกันมาก ดังผลการทดลองที่แสดงในรูปที่ 3 (ข)



รูปที่ 3 (ก) ทิศทางการเคลื่อนที่ของลมที่ผ่านตัวกระจายลม แบบที่ 1

(ข) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์ความชื้นที่หายไปกับเวลาในการอบเม็ดพลาสติก ABS



รูปที่ 4 (ก) ทิศทางการเคลื่อนที่ของลมที่ผ่านตัวกระจายลม แบบที่ 2

(ข) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์ความชื้นที่ลดลงกับเวลาในการอบเม็ดพลาสติก ABS

พบว่า เปอร์เซนต์ความชื้นที่ลดลงของเม็ดพลาสติก ABS ที่ระยะ 20 ซม. และ 70 ซม. มีค่าประมาณ 0.527% และ 0.353% ตามลำดับ

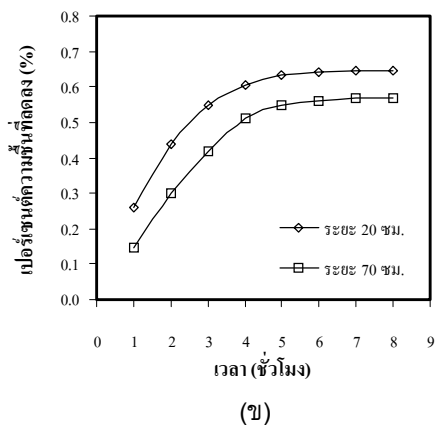
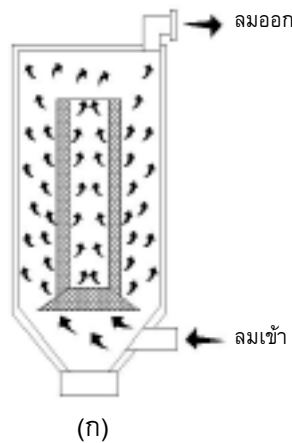
#### 3.3.2 ตัวกระจายลมแบบที่ 2

ลักษณะรูปร่างของตัวกระจายลมแบบที่ 2 มีความแตกต่างจากแบบที่ 1 ตรงที่มีการเพิ่มท่อตรงกลางกรวยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 ซม. สูง 40 ซม. ซึ่งท่อที่ต่อเพิ่มขึ้นมาจะช่วยให้อุณหภูมิเกิดการกระจายตัวได้มากขึ้น โดยลมสามารถเคลื่อนที่ไปตามท่อและกระจายออกมาปะทะกับเม็ดพลาสติกได้มากกว่าแบบเดิม ทำให้ประสิทธิภาพในการอบไล่ความชื้นโดยเฉพาะด้านบนของถังอบเพิ่มขึ้น และความแตกต่างระหว่างเปอร์เซนต์ความชื้นที่ลดลงของเม็ดพลาสติกด้านบนกับด้านล่างของถังอบมีค่าต่ำกว่าการใช้ตัวกระจายลมแบบที่ 1 ดังรูปที่ 4 (ก)

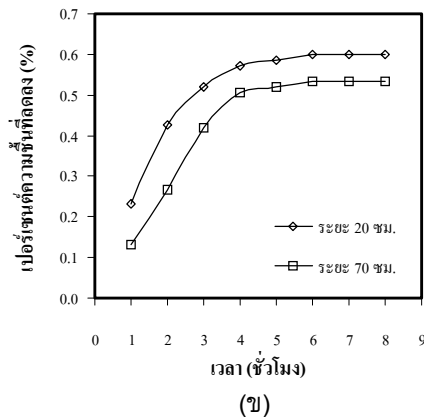
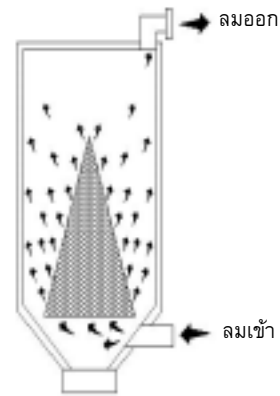
จากการทดลองอบเม็ดพลาสติก ABS โดยใช้ตัวกระจายลมแบบที่ 2 พบว่า เปอร์เซนต์ความชื้นที่ลดลงของเม็ดพลาสติกที่ระยะ 20 ซม. และ 70 ซม. มีค่าประมาณ 0.560% และ 0.487% ตามลำดับ ดังกราฟรูปที่ 4 (ข)

### 3.3.3 ตัวกระจายลมแบบที่ 3

ลักษณะรูปร่างของตัวกระจายลมแบบที่ 3 มีต่อทรงกระบอก 2 ชั้นต่อขึ้นมาจากกรวยโดยท่อในมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 ซม. สูง 40 ซม. ต่อด้านล่างกรวยลงไป ส่วนท่อชั้นนอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.5 ซม. สูง 40 ซม. จะเชื่อมอยู่บนผิวของกรวยที่เป็นตัวฐาน ทำให้มีช่องว่างระหว่างท่อทั้ง 2 ชั้น ซึ่งช่องว่างนี้มีส่วนช่วยให้ลมร้อนเกิดการกระจายตัวภายในถึงอบได้มากขึ้นโดยลมสามารถเคลื่อนที่ผ่านไปตามช่องว่าง และกระจายออกมาปะทะกับเม็ดพลาสติกบริเวณด้านบนของถังอบ



รูปที่ 5 (ก) ทิศทางการเคลื่อนที่ของลมที่ผ่านตัวกระจายลม แบบที่ 3  
(ข) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์ความชื้นที่ลดลงกับเวลาในการอบเม็ดพลาสติก ABS



รูปที่ 6 (ก) ทิศทางการเคลื่อนที่ของลมที่ผ่านตัวกระจายลม แบบที่ 4  
(ข) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์ความชื้นที่ลดลงกับเวลาในการอบเม็ดพลาสติก ABS

ได้มากกว่าตัวกระจายลมแบบที่ 1 และ 2 ส่งผลให้เม็ดพลาสติกด้านบนถึงเกิดการคายความชื้นออกมาได้มากกว่าเดิม ซึ่งทิศทางการไหลของลมร้อนแสดงดังรูปที่ 5 (ก) ผลการทดลองโดยใช้ตัวกระจายลมแบบที่ 3 ดังกราฟรูปที่ 5 (ข) ค่าเปอร์เซนต์ความชื้นที่ลดลงของเม็ดพลาสติกที่ระยะ 20 ซม. และ 70 ซม. มีค่าประมาณ 0.607% และ 0.513% ตามลำดับ

### 3.3.4 ตัวกระจายลมแบบที่ 4

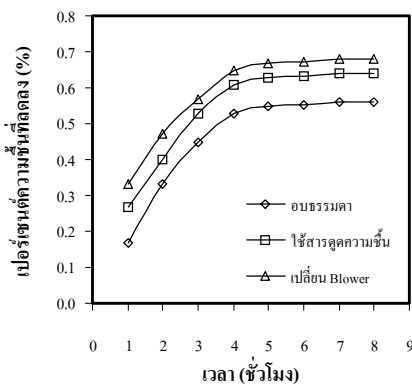
ลักษณะรูปร่างของตัวกระจายลมแบบที่ 4 เป็นแบบทรงกรวยคล้ายกับแบบที่ 1 แต่เพิ่มระยะความสูงประมาณ 50 ซม. เพื่อช่วยเพิ่มการกระจายตัวของลมร้อนทางด้านบนถึง สำหรับทิศทางการเคลื่อนที่ของลมร้อนที่ผ่านตัวกระจายลมแบบที่ 4 คล้ายกับแบบที่ 1 แต่มีการกระจายตัวของลมร้อนที่ดีกว่า ดูรูปที่ 6 (ก) ประกอบจาก

ผลการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดลงของเม็ดพลาสติกที่ระยะ 20 ซม. และ 70 ซม. มีค่าประมาณ 0.573% และ 0.507% ตามลำดับ ดังแสดงจากกราฟรูปที่ 6 (ข)

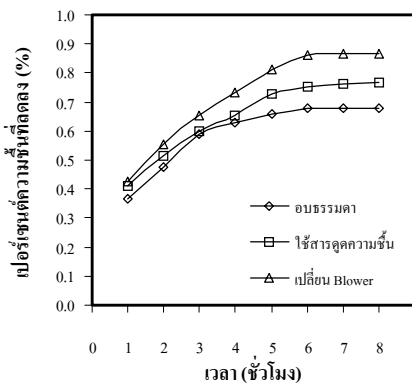
จากการเปรียบเทียบตัวกระจายลมทั้ง 4 แบบ พบว่าตัวกระจายลมที่มีประสิทธิภาพในการอบไล่ความชื้นโดยรวมดีที่สุดคือ แบบที่ 3 ซึ่งมีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดลงทั้งระยะ 20 ซม. และ 70 ซม. สูงที่สุด รองลงมาคือแบบที่ 4, 2 และ 1 ตามลำดับ ซึ่งเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดลงของตัวกระจายลมทั้ง 4 แบบ สรุปดังตารางที่ 1

### 3.4 ผลของสารดูดความชื้นที่มีต่อประสิทธิภาพการอบไล่ความชื้น

จากรูปที่ 7 (ก) และ (ข) เป็นการเปรียบเทียบกราฟระหว่างการใช้ และไม่ใช้สารดูดความชื้นในการอบเม็ดพลาสติก ABS และ PA66 โดยใช้ตัวกระจายลมแบบที่ 1 ที่ระยะ 20 ซม. พบว่า สารดูดความชื้นสามารถลดปริมาณ



(ก)



(ข)

รูปที่ 7 เปรียบเทียบกราฟระหว่างใช้และไม่ใช้สารดูดความชื้น เมื่อใช้ตัวกระจายลมแบบที่ 1 ระยะ 20 ซม. (ก) ABS (ข) PA66

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดลงของเม็ดพลาสติก ABS สำหรับตัวกระจายลมทั้ง 4 แบบ

ตัวกระจายลม	เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่	เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่
	ลดลง (%) (ระยะ 20 ซม.)	ลดลง (%) (ระยะ 70 ซม.)
แบบที่ 1	0.527	0.353
แบบที่ 2	0.560	0.487
แบบที่ 3	<b>0.607</b>	<b>0.513</b>
แบบที่ 4	0.573	0.507

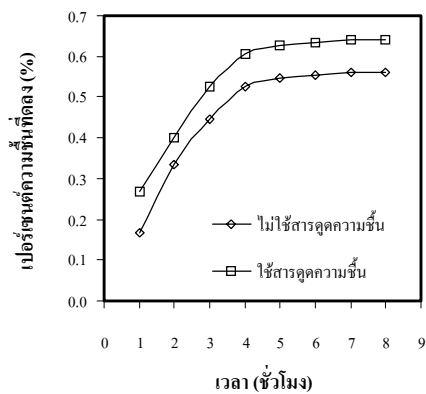
ความชื้นที่สะสมในเม็ดพลาสติกได้ กล่าวคือ ก่อนการใช้สารดูดความชื้น เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดลงของพลาสติก ABS และ PA66 มีค่าเท่ากับ 0.527% และ 0.680% ตามลำดับ แต่เมื่อใช้สารดูดความชื้น เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดลงของพลาสติก ABS และ PA66 เท่ากับ 0.607% และ 0.735% ตามลำดับ

### 3.5 ผลของขนาดกำลัง blower ที่มีต่อประสิทธิภาพการอบไล่ความชื้น

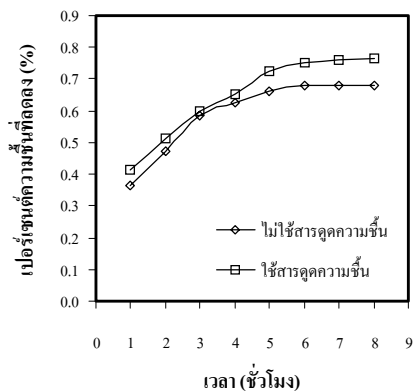
เมื่อเปลี่ยน blower จาก 100 วัตต์ เป็น 200 วัตต์ เป็นการเพิ่มปริมาณลมและแรงดันลมภายในถังอบให้สูงขึ้น ทำให้เกิดการปะทะกันระหว่างลมร้อนกับเม็ดพลาสติกเพิ่มมากขึ้น ลมร้อนสามารถนำพาความชื้นที่สะสมอยู่ออกไปได้มากขึ้น ดังกราฟรูปที่ 8 (ก) และ (ข) แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดลงของพลาสติก ABS และ PA66 โดยการอบที่สภาวะปกติ อบโดยใช้สารดูดความชื้น และอบโดยเพิ่มกำลัง blower เมื่อใช้ตัวกระจายลมแบบที่ 1 ระยะ 20 ซม. ผลการทดลองพบว่า การอบโดยเพิ่มกำลัง blower สามารถลดปริมาณความชื้นในเม็ดพลาสติก ABS และ PA66 ได้สูงที่สุด คือ มีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดลงประมาณ 0.647% และ 0.733% ตามลำดับ รองลงมาคือ การอบโดยใช้สารดูดความชื้น และการอบที่สภาวะปกติ ตามลำดับ แสดงไว้ในตารางที่ 2

### 3.6 ชนิดของพลาสติกที่มีต่อประสิทธิภาพการอบไล่ความชื้น

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการอบระหว่าง ABS และ PA66 พบว่า ก่อนการปรับปรุงถังอบมีความชื้นเหลือสะสมใน ABS ที่ระยะ 70 ซม. และ 20 ซม. จากกันถึง



(ก)



(ข)

**รูปที่ 8** เปรียบเทียบกราฟระหว่างวิธีการอบแบบปกติ แบบใช้สารดูดความชื้น และเพิ่มกำลัง blower เมื่อใช้ตัวกระจายลมแบบที่ 1 ระยะ 20 ซม. (ก) ABS (ข) PA66

ประมาณ 0.447% และ 0.273% ตามลำดับ ส่วน PA66 มีความชื้นเหลือสะสมอยู่ประมาณ 1.147% และ 1.020% ตามลำดับ แต่ภายหลังจากการจัดสร้างตัวกระจายลมเพิ่มอีก 3 แบบ ทำให้มีปริมาณความชื้นที่หลงเหลืออยู่ในเม็ดพลาสติก ABS ประมาณ 0.287-0.313% และ 0.193-0.240% ตามลำดับ สำหรับ PA66 เหลือความชื้นตกค้างอยู่ประมาณ 0.833-0.980% และ 0.720-0.813% ตามลำดับ ดูตารางที่ 3 ประกอบ (เมื่อเปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำของ ABS และ PA66 เท่ากับ 0.8% และ 1.6% ตามลำดับ)

#### 4. สรุปผลการทดลอง

1. สำหรับ ABS เมื่อเพิ่มอุณหภูมิการอบจาก 70 °C เป็น 80 °C พบว่า เปอร์เซนต์ความชื้นที่ลดลง ที่ระยะ 20 ซม. จากกันถึง ใช้ตัวกระจายลมแบบที่ 1 มีค่าเพิ่มขึ้น

**ตารางที่ 2** ผลของการเปลี่ยนสภาวะต่าง ๆ ที่มีต่อ เปอร์เซนต์ความชื้นที่ลดลงของ ABS และ PA66

พลาสติก	ตัวกระจายลม (แบบที่)	ระยะ (ซม.)	เปอร์เซนต์ความชื้นที่ลดลง สภาวะต่างๆ (%)		
			อบที่สภาวะปกติ	ใช้สารดูดความชื้น	เพิ่มขนาดกำลัง blower
ABS	1	20	0.527	0.607	0.647
		70	0.353	0.460	0.527
	2	20	0.560	0.593	0.707
		70	0.487	0.507	0.593
	3	20	0.607	0.680	0.760
		70	0.513	0.560	0.653
	4	20	0.573	0.633	0.733
		70	0.507	0.540	0.607
PA66	1	20	0.680	0.753	0.860
		70	0.453	0.520	0.687
	2	20	0.787	0.827	0.920
		70	0.620	0.713	0.827
	3	20	0.880	0.967	1.033
		70	0.767	0.827	0.947
	4	20	0.860	0.867	0.947
		70	0.713	0.753	0.867

จาก 0.343% เป็น 0.527% ส่วนการอบ PA66 จาก 80 °C เป็น 90 °C พบว่า เปอร์เซนต์ความชื้นที่ลดลง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 0.647% เป็น 0.680% แสดงว่า เมื่อเพิ่มอุณหภูมิการอบ ประสิทธิภาพในการอบไล่ความชื้นมีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย แต่การเพิ่มอุณหภูมิการอบสูงมากจนเกินไป อาจทำให้เม็ดพลาสติกเกิดการไหม้บริเวณผิวด้านนอกได้ ส่งผลต่อสมบัติเชิงกลมีค่าลดลงไปจากเดิม จึงควรเลือกอุณหภูมิการอบให้เหมาะสมกับชนิดของพลาสติก สำหรับอุณหภูมิการอบไล่ความชื้นที่เหมาะสมที่สุดสำหรับ ABS และ PA66 คือ 80 °C และ 90 °C ตามลำดับ

2. ตำแหน่งของเม็ดพลาสติกภายในถังอบมีผลต่อประสิทธิภาพการอบไล่ความชื้น กล่าวคือ พลาสติกที่อยู่ทางด้านล่างของถังอบใกล้กับช่องทางลมเข้าจะมีประสิทธิภาพการอบไล่ความชื้นสูงที่สุด เนื่องจากเม็ด

**ตารางที่ 3** เปอร์เซนต์ความชื้นที่เหลือตกค้างใน ABS และ PA66 หลังการอบที่สภาวะต่างๆ

พลาสติก	ตัวกระจายลม (แบบที่)	ระยะ (ชม.)	เปอร์เซนต์ความชื้นที่เหลือตกค้างในเม็ดพลาสติก (%)		
			อบที่สภาวะปกติ	ใช้สารดูดความชื้น	เพิ่มขนาดกำลัง blower
ABS	1	20	0.273	0.193	0.153
		70	0.447	0.340	0.273
	2	20	0.240	0.207	0.093
		70	0.313	0.293	0.207
	3	20	0.193	0.120	0.040
		70	0.287	0.240	0.147
	4	20	0.227	0.167	0.067
		70	0.293	0.260	0.193
PA66	1	20	0.920	0.847	0.740
		70	1.147	1.080	0.913
	2	20	0.813	0.773	0.680
		70	0.980	0.887	0.773
	3	20	0.720	0.633	0.567
		70	0.833	0.773	0.653
	4	20	0.740	0.733	0.653
		70	0.887	0.847	0.733

พลาสติกที่อยู่ด้านล่างของถังอบได้รับลมร้อนในปริมาณที่สูงกว่า ในขณะที่เม็ดพลาสติกด้านบนของถังอบจะถูกเม็ดพลาสติกที่อยู่ด้านล่างถึงเป็นตัวกั้นไม่ให้ลมร้อนเคลื่อนที่จากด้านล่างขึ้นไปด้านบนจนถึงได้สะดวก ปริมาณลมร้อนที่ส่งผ่านไปยังด้านบนจึงมีปริมาณน้อยกว่าด้านล่าง ดังนั้นเปอร์เซนต์ความชื้นที่ลดลงของเม็ดพลาสติกที่อยู่ด้านบนถึงจึงมีค่าต่ำกว่าด้านล่างถึง

3. ตัวกระจายลมที่ออกแบบเพิ่มขึ้นมาอีก 3 แบบ มีประสิทธิภาพในการอบไล่ความชื้นดีกว่าแบบที่ 1 ที่ติดตั้งมาพร้อมกับถังอบ โดยแบบที่ 3 มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณความชื้นที่สะสมอยู่ในเม็ดพลาสติกได้สูงสุด รองลงมาคือ แบบที่ 4, 2 และ 1 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะรูปร่างของตัวกระจายลมแบบที่ 3 มีช่องว่างตรงกลางระหว่างท่อชั้นในและชั้นนอกที่ต่อเพิ่มเข้าไป ทำให้ลมร้อนสามารถเคลื่อนที่ผ่านไปตามช่องว่าง และกระจายตัวออกมาปะทะกับเม็ดพลาสติกบริเวณด้านบน

ของถังอบได้มากกว่าตัวกระจายลมแบบที่ 1, 2 และ 4 ส่งผลให้เม็ดพลาสติกด้านล่างและด้านบนถึง เกิดการคายความชื้นออกมาได้มาก

4. นอกจากรูปแบบของตัวกระจายลมที่มีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพในการอบไล่ความชื้นแล้ว การอบที่สภาวะต่างๆ เช่น อบที่สภาวะปกติ อบโดยใช้สารดูดความชื้น และอบโดยการเพิ่มขนาดกำลังของ blower พบว่าการเพิ่มขนาดกำลังของ blower จะให้ประสิทธิภาพการอบไล่ความชื้นสูงสุด ทั้ง ABS และ PA66 รองลงมาคือการอบโดยใช้สารดูดความชื้น และการอบที่สภาวะปกติตามลำดับ เนื่องจากการเพิ่มขนาดกำลังของ blower จะมีส่วนช่วยเพิ่มปริมาณลม และแรงดันลมภายในถังอบให้สูงขึ้นจากเดิม ทำให้เกิดการปะทะกันระหว่างลมร้อนกับเม็ดพลาสติกที่อยู่ด้านบนและด้านล่างของถังอบได้เพิ่มมากขึ้นเกิดการนำพาเอาความชื้นที่สะสมอยู่ออกไปได้มาก

5. เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการอบเม็ดพลาสติกระหว่าง ABS และ PA66 โดยใช้เครื่องอบเม็ดพลาสติกแบบถัง พบว่าพลาสติกทั้ง 2 ชนิด มีความชื้นเหลือสะสมอยู่ โดยที่ PA66 มีความชื้นเหลือสะสมอยู่ในปริมาณที่มากกว่า ABS เนื่องจาก PA66 มีสภาพความเป็นขั้วสูงกว่า ทำให้เกิดการยึดเกาะกันด้วยพันธะไฮโดรเจนระหว่างสายโซ่โมเลกุลกับโมเลกุลของน้ำได้มากกว่า จึงทำให้มีความชื้นหลงเหลืออยู่สูงกว่า

### 5. กิตติกรรมประกาศ

ทางผู้จัดทำขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตรสถานันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ให้ทุนสนับสนุนโครงการวิจัย รหัสโครงการ 45-01-06-0081

### เอกสารอ้างอิง

1. Bryce, D.M. *Thermoplastic Troubleshooting for Injection Molder*. Brookfield : Society of Plastics Engineers. 1991.
2. วิโรจน์ เตชะวิญญูธรรม. *งานฉีดพลาสติก*. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2540.
3. วิโรจน์ เตชะวิญญูธรรม. "การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการไล่ความชื้นในเนื้อพลาสติกสำหรับการฉีดพลาสติกกระหว่างสกรูแบบมีรูระบายกับเครื่องอบ." *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*. 8, 4 (2541) : 28-35.