

## กระบวนการขึ้นรูปขวดด้วยระบบ Reheat Blow Molding

กระบวนการเป่าขึ้นรูป (blow molding) เป็นกระบวนการหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับการขึ้นรูปวัสดุที่เป็นพอลิเมอร์ ซึ่งรวมไปถึงพอลิเมอร์ชีวภาพ การเลือกใช้เทคนิคเพื่อขึ้นรูปขวดด้วยกระบวนการเป่า (reheat stretch, injection stretch, single stage, หรือ extrusion and blow) ขึ้นอยู่กับปริมาณ รูปร่าง ขนาดและสมบัติจำเพาะที่ต้องการในบรรจุภัณฑ์

Reheat Stretch Blow Molding (RHSB) System เป็นเทคนิคแรกที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ผลิตขวดพลาสติกจากพอลิเอสเตอร์ อาทิเช่น PET โดยในขั้นแรก preform ที่มีรูปร่างคล้ายหลอดทดลองจะถูกหล่อขึ้นด้วยกระบวนการฉีด (injection molded) และถูกส่งต่อไปยัง blow molder และป้อนผ่านไปยังวงล้อ (in-feed wheel) และเสียบเข้ากับเข็มบนวงล้อ เพื่อส่งไปยังตูบที่มีระบบให้ความร้อนที่อาศัยความร้อนจากหลอดอินฟราเรดที่ถูกออกแบบความยาวคลื่นสูงสุดที่ผ่านได้อยู่นอกเหนือช่วงความยาวคลื่นสูงสุดที่ PET สามารถดูดซับได้ มิฉะนั้นพลังงานความร้อนจะถูกดูดซับไว้ที่ผิวของ preform ไม่สามารถทะลุผ่านเข้าไปยังผนังด้านในได้ และจะทำให้ภายใน preform มีอุณหภูมิต่ำเกินไปไม่สามารถขึ้นรูปได้

การเติมสารเติมแต่งจำพวก Reheat Additive สามารถช่วยทำให้วัสดุดูดซับความร้อนอินฟราเรดได้ในระดับที่เหมาะสมกับการขึ้นรูปด้วยระบบ reheat stretch blow molding หรือเป็นการขยายช่วงอุณหภูมิสำหรับการขึ้นรูปของวัสดุที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ

ภายในส่วนของตูบ preform จะถูกให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่าช่วงการเปลี่ยนสภาพคล้ายแก้วแต่ต่ำกว่าจุดหลอมเหลว แต่อย่างไรก็ตามทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพลาสติก อาทิเช่น PET และ PLA โดยทั่วไปจะเป่าขึ้นรูปที่อุณหภูมิ สูงกว่าอุณหภูมิการเปลี่ยนสภาพแก้วประมาณ 15-25 องศาเซลเซียส ในขณะที่พอลิเอเลฟินที่มีความเป็นผลึกสูง เช่น PP และ HDPE จะถูกเป่าขึ้นรูปที่อุณหภูมิใกล้กับจุดหลอมเหลว

เมื่อให้ความร้อนแก่ preform ในช่วงที่เหมาะสมแล้ว preform จะถูกวางในแม่พิมพ์เพื่อถูกเป่า ซึ่งบริเวณใกล้คอขวดจะอยู่บน support ledge ที่ถือว่าเป็นส่วนที่ทำให้ขวดที่ขึ้นรูปด้วยระบบ RHSB แตกต่างจากการขึ้นรูปขวดด้วยเทคนิคอื่น ในขั้นสุดท้ายแม่พิมพ์จะปิดและกระบวนการเป่าจะเกิดขึ้นภายในแม่พิมพ์ โดยภายในแม่พิมพ์ preform ถูกยึดตัวออกในแนวตั้งด้วย stretch rod เพื่อให้กระจายน้ำหนักอย่างเหมาะสม ในกระบวนการยึดตัว ลมที่ใช้มีแรงดันต่ำและได้ทำให้บรรจุภัณฑ์ถูกเป่าเป็นทรงบอลลูก ซึ่งเรียกว่า pre-blow sage จากนั้นลมที่มีแรงดันสูง (สูงถึง 40 บาร์) จะถูกเปิด ขวดจะขยายจนเต็มแม่พิมพ์และแข็งตัว จากนั้นจึงนำเอาออกจากแม่พิมพ์



รูปที่ 1 ตัวอย่าง preform และขวดจากพลาสติก PET, PP, และ PLA (จากซ้ายไปขวา)

ในกระบวนการขึ้นรูปด้วยการเป่ายังมีปัจจัยอีกมากมายที่ส่งผลต่อการขึ้นรูปขวดให้เป็นบรรจุภัณฑ์ตามที่ต้องการ เช่น ขวดที่ออกแบบให้มีรูปร่างจำเพาะ (ขวดก้นกลม, ขวดเหลี่ยม, หรือขวดทรงวงรี) หรือขวดที่ออกแบบให้สามารถรับน้ำหนักจากการซ้อนทับ หรือการบรรจุด้วยความร้อนหรือการพลาสเจอไรซ์ กระบวนการเป่าสามารถมีอัตรากำลังการผลิตสูงถึง 2,000 ขวด/ชั่วโมง/แม่พิมพ์ อย่างไรก็ตามกำลังการผลิตจริงยังขึ้นอยู่กับเครื่องจักร เรซิน และรูปแบบที่ออกแบบ

กระบวนการ RHSB เหมาะสำหรับการขึ้นรูปขวดจากพอลิเมอร์ชีวภาพ อาทิเช่น PLA PHA และ PEF ซึ่งแต่ละวัสดุจะมีสมบัติเฉพาะตัวที่ต้องการการออกแบบและค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในกระบวนการขึ้นรูปที่เหมาะสม



Principle of Reheat stretch blow molding (picture: KHS Corpoplast)

รูปที่ 2 หลักการของ Reheat Stretch Blow Molding

ตัวอย่างพอลิเอสเตอร์อื่น เช่น PLA ที่ผ่านกระบวนการดึง (orientation process) จะมีความแข็งแรงสูงขึ้น แต่เนื่องจาก PLA ความไวต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และมีช่วงอุณหภูมิการขึ้นรูปที่แคบ ดังนั้นการเติม reheat additive ลงใน preform ของ PLA ทำให้ PLA สามารถขึ้นรูปเป็นขวดด้วยกระบวนการ injection molding ได้ ทั้งนี้เนื่องจากโดยธรรมชาติ PLA มีสัดส่วนการยืดตัว (stretch ratio) ค่อนข้างต่ำกว่า PET ทำให้ PLA สามารถถูกขึ้นรูปเป็น preform หรือบรรจุภัณฑ์ได้ โดยใช้เครื่องมือที่ใช้ขึ้นรูป PET แต่ขึ้นอยู่กักรูปทรงที่ออกแบบที่เหมาะสมด้วย สำหรับ PHA เหมาะสำหรับการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์ด้วยกระบวนการ RHSB เนื่องจากสมบัติของวัสดุสามารถถูกปรับปรุงการเกิดผลึกในรูปแบบต่างๆได้ อีกทั้งสมบัติเชิงกลของ PHA มีลักษณะคล้ายกับยางในช่วงอุณหภูมิที่กว้างกว่า เมื่อเทียบกับ PLA และ PET นอกจากนี้ polyethylene furanoate (PEF) ยังสามารถนำมาฉีดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์ผ่านกระบวนการ RHSB ด้วยเช่นกัน ซึ่งในอนาคตบรรจุภัณฑ์จากพอลิเมอร์ชีวภาพน่าจะมีคุณสมบัติเทียบเท่าพอลิเมอร์ที่มาจากกระบวนการปิโตรเคมีได้

ในเชิงเปรียบเทียบ กระบวนการ Injection stretch blow molding มีความคล้ายกับ RHSB แต่ preform และขวดที่ขึ้นรูปได้จากกระบวนการ Injection stretch blow molding จะถูกผลิตขึ้นในเครื่องจักรเครื่องเดียว ความเร็วของเครื่องขึ้นอยู่กักรวมเวลาที่ใช้ต่อรอบของการฉีดขึ้นรูปและอัตราการผลิตที่ยังต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับระบบ RHSB อย่างไรก็ตาม กระบวนการ Injection Stretch Blow Molding เป็นอีกทางเลือกหนึ่งเหมาะสำหรับผลิตภาชนะ หรือบรรจุภัณฑ์ขนาดใหญ่สำหรับอาหาร ทำให้มีต้นทุนบรรจุภัณฑ์น้อยกว่า เมื่อใช้กระบวนการผลิตแบบระบบ RHSB



รูปที่ 3 เครื่องจักรสำหรับกระบวนการ Reheat Stretch Blow Molding

ที่มาของข้อมูล

Bioplastics MAGAZINE [04/2011] Vol. 6 P.48-49