บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เทคโนโลยีการผลิตใหม่มักจะดึงดูดความสนใจเสมอ โดยเฉพาะเมื่อเทคโนโลยีนั้นสามารถแก้ปัญหาและ/หรือเพิ่มพูนประสิทธิภาพหรือประสิทธิผลให้กับผู้ผลิตในอุตสาหกรรมได้จริง

กระบวนการฉีดพลาสติกโดยใช้แก๊สช่วย (Gas-assisted Injection Molding) ถือเป็นตัวอย่างในการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตที่ประสบผลสำเร็จ และเป็นที่นิยมแพร่หลายในปัจจุบันด้วยข้อดีหลายประการในเทคโนโลยีนี้ ทั้งในด้านการแก้ไขปัญหาที่เทคโนโลยีการผลิตแบบเดิมทำได้ยากและมีข้อจำกัด ให้ทำได้ง่ายขึ้น เช่น การฉีดไม่เต็ม (short shot) รอยยุบ (sink marks) การหดตัวและโก่งตัว (shrinkage & warpage) การไหลผ่านหน้าตัดแคบ หรือในด้านการเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผล เช่น ลดปริมาณเนื้อพลาสติกที่ใช้ได้ 25-30 % ในบางกรณีอาจลดได้ถึง 75 % ลดวงรอบเวลาการผลิต (cycle time) ได้ 55% ลดเวลาในการทำให้เย็น (cooling time) ได้ถึง 80% เมื่อเปรียบเทียบกับการฉีดด้วยเทคโนโลยีการผลิตแบบเดิม (วุฒิพงษ์ รังษีสันติวานนท์ , 2547) แต่การพัฒนาในทุกเทคโนโลยีย่อมมีข้อจำกัดของตัวเอง จึงยังคงมีความพยายามค้นหาและพัฒนาวิธีการ หรือนวัตกรรมใหม่ ๆ เพื่อเอาชนะข้อจำกัดเหล่านั้นอยู่เสมอ

เมื่อเปรียบเทียบกับแก๊สไนโตรเจน ซึ่งถูกใช้โดยทั่วไปในกระบวนการฉีดพลาสติกแบบใช้แก๊สช่วย โดยน้ำซึ่งมีสมบัติทางกายภาพคือ กดอัดไม่ได้ มีค่าความหนืด (viscosity) ค่าการนำความร้อน (thermal conductivity) และค่าความจุความร้อน (heat capacity) โดยประมาณเป็น 50เท่า (Rainer P,2003,p2) 40 เท่าและ 4 เท่าตามลำดับ (วุฒิพงษ์ รังษีสันติวานนท์,2547) ทำให้ลักษณะสมบัติเหล่านี้กลายเป็นข้อดีในแง่ของการลดความขรุขระของผิวกลวงที่เกิดภายในชิ้นงาน ลดรอบระยะเวลาการเย็นตัว (cooling cycle) ซึ่งอาจลดได้ถึง 55% (Rainer P,2003) เมื่อเปรียบเทียบกับการฉีดพลาสติกโดยใช้แก๊สช่วย ด้วยความที่เป็นเทคโนโลยีใหม่และมีศักยภาพความเป็นไปได้สูงจึงทำให้หลายหน่วยงานในประเทศทางยุโรปและอเมริกา ทั้งภาครัฐและเอกชนเช่น Institut fur Kunststoffverarbeitung (IKV) ซึ่งเป็นศูนย์วิจัยและพัฒนากระบวนการขึ้นรูปพลาสติกในประเทศเยอรมนี ผู้ผลิตเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการฉีดพลาสติก

รวมทั้งผู้ผลิตวัตถุดิบ ให้การสนับสนุนและ/หรือดำเนินการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการฉีดพลาสติกแบบใช้น้ำช่วย (Water-assisted Injection Molding Tecnology,WIT) อย่างเป็นรูปธรรมและต่อเนื่อง เพื่อค้นหาคำตอบทางเทคนิคในหลายด้าน เช่น อุณหภูมิ ความดัน และปริมาณการไหลของน้ำที่เหมาะสม ผลกระทบของการระบายความร้อนที่รวดเร็วต่อชิ้นงานและแม่พิมพ์ และได้มีการสร้างเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในเทคโนโลยีนี้ขายโดยผู้ผลิตหลายรายทั้งในยุโรป อเมริกา และเอเชียบ้างแล้ว

กระบวนการฉีดพลาสติกแบบใช้น้ำช่วยในประเทศไทย ถือเป็นเรื่องใหม่ที่ยังไม่พบรายงาน การวิจัยหรือการทำในเชิงการค้า การซื้อเทคโนโลยีนี้จากต่างประเทศนับเป็นการลงทุนที่สูงมาก โดยประมาณการอาจต้องลงทุนสูงเป็น 4 เท่าของกระบวนการฉีดแบบใช้แก๊สช่วย (วุฒิพงษ์ รังษีสันติวานนท์,2547) แต่เนื่องจากกระบวนการฉีดแบบใช้น้ำช่วยมีความแตกต่างกว่าในเชิงบวกหลายประการดังกล่าวข้างต้น เมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการฉีดแบบใช้แก๊สช่วย เช่น การลดปริมาณเนื้อพลาสติกที่ใช้ การลดระยะเวลาต่อรอบการผลิต (cycle time) การผลิตชิ้นงานที่มีขนาดหรือรูปร่างเกินขีดจำกัดของการฉีดแบบใช้แก๊สช่วย การใช้ประโยชน์จากแกนกลวง (hollow core) ที่เกิดขึ้น อีกทั้งการใช้น้ำแทนแก๊สไนโตรเจนบริสุทธิ์ (Rainer P,2003) ยังเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายผันแปร (variable cost) ในกระบวนการผลิต การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีนี้จึงน่าจะเป็นประโยชน์โดยรวม การสร้างเครื่องต้นแบบในเบื้องต้นของการวิจัยและพัฒนาโดยมีเป้าหมายเพื่อให้ได้เครื่องมือและชุดควบคุมการผลิต สำหรับผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ขึ้นรูปด้วยเทคโนโลยีการฉีดพลาสติกแบบใช้น้ำช่วย ถือเป็นการลงทุนที่น้อยกว่าแต่เกิดองค์ความรู้ที่กว้างไกลกว่าการซื้อเทคโนโลยี ผลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้จักเป็นพื้นฐานเพื่อการพัฒนาสู่ภาคการผลิตต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการสร้างเครื่องต้นแบบระบบอัดน้ำความดันสูงและอุปกรณ์ประกอบสำหรับกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์พลาสติกแบบใช้น้ำช่วย

1.2.2 เพื่อทดลอง เปรียบเทียบกระบวนการฉีดแบบใช้น้ำช่วยกับกระบวนการฉีดแบบใช้แก๊สช่วยในการฉีดชิ้นงานพลาสติก

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 สร้างเครื่องอัดน้ำความดันสูงและอุปกรณ์ประกอบ สำหรับกระบวนการฉีดแบบใช้น้ำช่วย ในระดับการทำงานทางห้องปฏิบัติการทางการวิจัย (lab scale)

1.3.2 ศึกษาเรื่องผลของการใช้เครื่องอัดน้ำความดันสูงที่สร้างขึ้นร่วมกับเครื่องฉีดพลาสติกขนาด 100 ตัน เปรียบเทียบกับกระบวนการฉีดแบบใช้แก๊สช่วย โดยใช้เนื้อพลาสติกชนิดเดียวกัน จำนวน 1 ชนิด คือ โพลีโพรพิลีน (PP) ใช้แม่พิมพ์เดียวกัน ใช้วิธีการฉีดพลาสติกเริ่มต้นแบบไม่เต็มแม่พิมพ์ (short shot) และเปรียบเทียบเฉพาะกรณีดังนี้

1.3.2.1 ใช้ค่าความดันสุดท้ายในการฉีดน้ำจำนวน 3 ค่า เปรียบเทียบโดยกำหนดเวลาในการฉีดโดยรวม (cycle time) คงที่ ปริมาณเนื้อพลาสติกที่ฉีดเริ่มต้นคงที่และตรวจสอบลักษณะทางกายภาพเบื้องต้นของรูปร่างลักษณะทั้งภายนอกชิ้นงานและภายในแกนกลวงที่เกิดขึ้น

1.3.2.2 เก็บข้อมูลความดันภายในแม่พิมพ์แบบต่อเนื่องตลอดรอบระยะเวลาการฉีดโดยรวมในการฉีดชิ้นงานจำนวน 20 ชิ้นต่อหนึ่งค่าความดัน และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการทางสถิติ ทดสอบความสม่ำเสมอของลักษณะสมบัติของระบบที่ออกแบบและสร้างขึ้น

1.3.2.3 ทำการทดลองเพื่อการเปรียบเทียบ ตามหัวข้อ 1.3.2.2 โดยใช้วิธีการฉีดแบบใช้แก๊สช่วย ในการฉีดชิ้นงานจำนวน 10 ชิ้นต่อหนึ่งค่าความดัน และวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความสม่ำเสมอของลักษณะสมบัติ

1.4 วิธีดำเนินการศึกษาวิจัย

1.4.1 ศึกษาข้อมูลโดยทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีการฉีดพลาสติกโดยใช้น้ำช่วย เช่น วิธีการ ข้อดี ข้อจำกัด ความสามารถของระบบเครื่องอัดน้ำความดันสูงและอุปกรณ์ประกอบตลอดจนหลักการและวิธีการของระบบดังกล่าว

1.4.2 ออกแบบระบบเครื่องอัดน้ำความดันสูง ระบบหัวฉีดน้ำความดันสูงในแม่พิมพ์ และแม่พิมพ์ที่ใช้ในการทดลองเปรียบเทียบ ให้สามารถใช้งานได้กับทั้งเทคโนโลยีการฉีดพลาสติกแบบใช้น้ำช่วยและแบบใช้แก๊สช่วย

1.4.3 สร้างระบบเครื่องอัดน้ำความดันสูง ระบบหัวฉีดน้ำความดันสูง และระบบแม่พิมพ์ ตลอดจนเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานให้กับระบบเครื่องอัดน้ำความดันสูงให้สามารถทำงานร่วมกันกับเครื่องฉีดพลาสติกขนาด 100 ตันได้

1.4.4 ทดลองฉีดพลาสติก วิเคราะห์ผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองตามขอบเขตของการศึกษาวิจัย

1.4.5 นำเสนอโครงงาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ผลการวิจัยทำให้ได้เครื่องต้นแบบระบบเครื่องอัดน้ำความดันสูงเพื่อใช้ในกระบวนการฉีดพลาสติกโดยใช้น้ำช่วย โดยมีความสามารถของระบบในระดับห้องปฏิบัติการทางการวิจัย

1.5.3 ผลการวิจัยทำให้ทราบและเข้าใจในระบบเครื่องอัดน้ำความดันสูง ข้อดี ข้อเสีย ปัญหา และอุปสรรคในขั้นต้นของการวิจัยในการสร้างระบบเครื่องอัดน้ำความดันสูง ระบบหัวฉีด ระบบแม่พิมพ์ ระบบการฉีดพลาสติกโดยใช้น้ำช่วย

1.5.4 ผลการวิจัยทำให้ได้ข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการสร้าง หรือพัฒนาระบบเครื่องอัดน้ำความดันสูงเพื่อใช้ในกระบวนการฉีดพลาสติกโดยใช้น้ำช่วยในภาคการผลิต

1.5.5 ผลการวิจัยทำให้ได้ข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการทดลอง วิจัยและพัฒนาตลอดจนส่งเสริม สนับสนุนและปรับปรุงในเทคโนโลยีการฉีดพลาสติกโดยใช้น้ำช่วย เพื่อพัฒนาสู่ภาคการผลิตต่อไป