

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมเหล็กหล่อจัดเป็นอุตสาหกรรมพื้นฐานที่สนับสนุนหรือเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการผลิตอื่นๆ เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมการเกษตร อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องจักรกล เป็นต้น และเป็นอุตสาหกรรมการผลิตที่ถือได้ว่ามีบทบาทสำคัญอย่างมากต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย เนื่องจากข้อมูลการส่งออกในปี พ.ศ. 2538 ถึงปี พ.ศ. 2541 มีแนวโน้มสูงขึ้นตามลำดับคือ 1,137 ล้านบาท 1,232 ล้านบาท 1,598 ล้านบาท 1,682 ล้านบาท ประเทศไทยมีโรงงานเหล็กหล่อทั่วประเทศประมาณ 284 โรงงาน ซึ่งกระจายตัวตามภูมิภาคต่างๆ ได้แก่ ภาคเหนือ 12 โรงงาน ภาคใต้ 20 โรงงาน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 26 โรงงาน และภาคกลาง 226 โรงงาน โดยมีปริมาณการผลิตโดยรวมประมาณ 500,000 ตันต่อปี (สมาคมอุตสาหกรรมหล่อโลหะไทย, 2543) ซึ่งถือได้ว่าอุตสาหกรรมเหล็กหล่อเป็นอุตสาหกรรมที่มีส่วนสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย อย่างไรก็ตาม อุตสาหกรรมเหล็กหล่ออาจได้รับผลกระทบจากปัจจัยหลาย ๆ ด้าน ได้แก่ ราคาวัตถุดิบที่มีแนวโน้มสูงขึ้น ขาดแคลนช่างฝีมือ และคนงานที่ชำนาญการ ระดับของเทคโนโลยี คุณภาพมาตรฐานสินค้า เป็นต้น ดังนั้นการรักษาระดับและคุณภาพของสินค้าก็จะสามารถช่วยพัฒนาศักยภาพการแข่งขันของประเทศได้

ในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็กหล่อคุณภาพของชิ้นงานถือว่ามี اهمความสำคัญมาก เนื่องจากการผลิตโดยส่วนใหญ่เป็นการผลิตตามความต้องการของลูกค้าเป็นหลัก ดังนั้น การสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าจึงเป็นสิ่งสำคัญ สำหรับข้อบกพร่องที่มีผลต่อคุณภาพของชิ้นงานหล่อสามารถแบ่งเป็นกลุ่มได้ 7 กลุ่มคือ การไหลย่นของเนื้อโลหะ โพรง เนื้องานไม่ต่อเนื่อง พื้นผิวที่บกพร่อง งานหล่อไม่สมบูรณ์ ขนาดรูปร่างไม่ถูกต้อง และความผิดปกติเชิงโครงสร้าง ดังนั้น ในกระบวนการผลิตจำเป็นต้องบริหารจัดการหรือแก้ไขข้อบกพร่องนี้ให้หมดไป เพื่อให้คุณภาพของชิ้นงานได้ตรงตามมาตรฐานและเป็นที่ยอมรับของลูกค้า อย่างไรก็ตาม การผลิตชิ้นงานหล่อให้ปราศจากข้อบกพร่องเป็นเรื่องที่ยาก เพื่อหลีกเลี่ยงข้อบกพร่องในชิ้นงานหล่อและทำให้ได้ชิ้นงานหล่อที่สมบูรณ์ ถูกต้องแม่นยำ และตรงตามความต้องการของลูกค้า ต้องมีการควบคุมกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพ โดยจะต้องให้ความสำคัญกับตัวแปรในทุกขั้นตอนของการผลิตซึ่งจะช่วยลดข้อบกพร่องให้ลดน้อยลงได้

กระบวนการผลิตงานหล่อโดยทั่วไปจะใช้แบบหล่อ (mold) เป็นแบบสำหรับหล่อโลหะให้ได้ผลิตภัณฑ์หล่อตามต้องการ แบบหล่อที่นำมาใช้งานในกระบวนการหล่อสามารถแยกตามกรรมวิธีการผลิตได้ 6 ชนิด (ณรงค์ รัตนะ, 2530) คือ แบบหล่อทราย แบบปูนปลาสเตอร์ แบบไดแคสติ้ง แบบใช้แรงเหวี่ยง แบบหล่ออินเวสต์เมนต์ และแบบหล่อโดยกรรมวิธีพิเศษอื่นๆ แต่

กรรมวิธีการผลิตงานหล่อโดยใช้แบบหล่อทรายเป็นที่นิยมกันมากที่สุด และในปัจจุบันมีโรงงานผลิตเหล็กหล่อจากแบบหล่อทรายเป็นจำนวนมาก เนื่องจากการหล่อโดยใช้แบบหล่อทรายมีข้อดีคือ ต้นทุนในการผลิตต่ำ สามารถนำทรายหล่อนำกลับมาใช้ใหม่ได้ และสามารถออกแบบชิ้นงานตามความต้องการของลูกค้าได้ อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่เกิดจากแบบหล่อทรายของผู้ผลิตโดยเฉพาะผู้ประกอบการอุตสาหกรรมขนาดย่อมที่พบมากคือ ชิ้นงานผลิตยังมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ มีข้อบกพร่องเกิดขึ้นในชิ้นงานบ่อยครั้ง เช่น ความเที่ยงตรงของขนาด ลักษณะผิวที่ไม่เป็นที่ยอมรับแก่ลูกค้า เป็นผลทำให้เกิดชิ้นงานเสียทำให้ต้องนำชิ้นงานกลับมาทำเป็นเศษเหล็กเพื่อนำกลับมาหล่อใหม่เป็นจำนวนมาก จากการสำรวจโรงหล่อโลหะภายในประเทศพบว่า มีชิ้นงานเสียจากงานหล่อคิดเป็น 60-70 เปอร์เซ็นต์ เป็นผลมาจากข้อบกพร่องจากทรายหล่อโลหะและแบบหล่อทราย (สุนิมนต์ ตั้งสกุล, 2544)

โรงงานกรณีศึกษาเป็นหนึ่งในโรงงานที่ผลิตเหล็กหล่อจากแบบหล่อทรายที่เป็นชนิดแบบหล่อทรายขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่สำคัญของโรงงานคือ พู่เล่ย์สายพานขนาดเล็กและขนาดกลาง ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเป็นประจำและชิ้นส่วนอะไหล่เครื่องจักรกลทางการเกษตร และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเกษตร ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นการรับคำสั่งจากลูกค้าโดยตรง จากการสอบถามข้อมูลปัญหาของโรงงานพบว่า มีของเสียหรือชิ้นงานที่มีความเสียหายจากการหล่อเหล็กคิดเป็น ร้อยละ 11 ซึ่งปัญหาที่พบส่วนใหญ่เกิดจากสภาพแวดล้อมภายนอก ร้อยละ 2 การออกแบบที่ผิดพลาด ร้อยละ 2-3 และเกิดจากแม่แบบหล่อทรายคิดเป็น ร้อยละ 5-6 ผลกระทบจากแบบหล่อทรายนั่นเป็นปัญหาที่สำคัญซึ่งทำให้ชิ้นงานเกิดการแตกหัก บริเวณผิวและรอยต่อมีรอยขรุขระ และชิ้นงานมีรูพรุนหรือโพรงอากาศ (Pearce และคณะ, 2544) โรงงานกรณีศึกษาใช้ทรายที่ถูกใช้งานแล้วนำกลับมาใช้งานใหม่เพื่อเป็นส่วนผสมของแบบหล่อทรายเป็นผลให้กระบวนการผลิตมีปริมาณของเสียหรือชิ้นงานมีความเสียหายเกิดขึ้น ก่อให้เกิดต้นทุนในกระบวนการผลิตสูงขึ้น และคุณภาพชิ้นงานไม่เป็นไปตามความต้องการ ผลกระทบที่สำคัญคือ การทำให้ความเชื่อมั่นของโรงงานและโอกาสทางการตลาดลดลง ดังนั้น การที่จะทำใหทรายที่นำกลับมาใช้งานใหม่จำเป็นต้องคำนึงถึงคุณภาพของทรายเพื่อให้สามารถนำกลับมาใช้งานใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ส่วนผสมของแบบหล่อทรายที่ประกอบไปด้วย ทรายที่ผ่านการใช้งานแล้ว เบนโทไนต์ และน้ำ จำเป็นต้องศึกษาส่วนผสมที่เหมาะสม ซึ่งทำให้สมบัติเชิงกลและความสามารถในการปล่อยซึมอากาศของแบบหล่อทรายมีสมบัติที่พอเหมาะในการผลิตชิ้นงานที่มีคุณภาพ การหาส่วนผสมที่เหมาะสมของแบบหล่อทรายสามารถทำได้โดยใช้หลักการออกแบบการทดลองแบบส่วนผสม (mixture experiment) วิธีพื้นผิวผลตอบสนอง (response surface methodology) ซึ่งเป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์และสถิติที่เป็นประโยชน์ในการสร้างตัวแบบจำลองและวิเคราะห์ปัญหาที่แสดงผลตอบสนองต่อผลจากตัวแปรต่าง ๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาจุดหรือความเหมาะสมต่อผลตอบสนองนั้น ๆ (Montgomery, 1999) รวมถึงการวิเคราะห์การแพร่กระจายความคลาดเคลื่อนโดยใช้ร่วมกับฟังก์ชันความพึงพอใจ (desirability function)

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาหาส่วนผสมของแบบหล่อทรายในอุตสาหกรรมเหล็กหล่อ โดยการประยุกต์ใช้หลักการออกแบบการทดลอง และวิธีพื้นผิวผลตอบสนอง รวมทั้งการวิเคราะห์การแพร่กระจายความคลาดเคลื่อนร่วมกับฟังก์ชันความพึงพอใจ ในการหาส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดของแบบหล่อทรายในการนำทรายที่ผ่านการใช้งานแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ โดยคำนึงถึงสมบัติเชิงกลของแบบหล่อทรายที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ความแข็งแรงอัดในสภาพเปียกและความสามารถในการปล่อยซิมอากาศของแบบหล่อทรายให้มีสมบัติเหมาะสมที่สุด

2. วัตถุประสงค์

เพื่อหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของแบบหล่อทรายในอุตสาหกรรมเหล็กหล่อ ด้วยการประยุกต์ใช้หลักการออกแบบการทดลอง และวิธีพื้นผิวผลตอบสนอง ในการนำทรายที่นำกลับมาใช้ใหม่ผสมกับเบนโทไนต์และน้ำด้วยกระบวนการอัดขึ้นรูป โดยคำนึงถึงสมบัติด้านความแข็งแรงอัดในสภาพเปียกและความสามารถในการปล่อยซิมอากาศของแบบหล่อทราย พร้อมกับการทดสอบสมบัติเชิงกลทางกายภาพและตรวจสอบสภาพผิวภายนอกชิ้นงานที่หล่อได้

3. ขอบเขตของการศึกษา

3.1 ส่วนผสมของของแบบหล่อทรายที่ใช้ในการทดลอง คือ ทรายระยองที่ผ่านการใช้งานแล้วครั้งที่ 1 เบนโทไนต์ และน้ำ

3.2 ทดสอบสมบัติเชิงกลของแบบหล่อทราย ได้แก่ ความแข็งแรงอัดในสภาพเปียก และความสามารถในการปล่อยซิมอากาศของแบบหล่อทราย

3.3 ชิ้นงานหล่อเป็นเหล็กหล่อเทาที่ใช้สำหรับเครื่องจักรกลและอุปกรณ์การเกษตร ได้แก่ พู่เล่ย์สายพาน

3.4 ทดสอบสมบัติเชิงกลของชิ้นงานหล่อ ได้แก่ การทดสอบความแข็ง การตรวจสอบสภาพผิวภายนอกชิ้นงานหล่อ

4. วิธีดำเนินการศึกษา

งานวิทยานิพนธ์นี้ได้กำหนดวิธีการดำเนินการศึกษา เพื่อให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานโรงงานกรณีศึกษา โดยศึกษาสภาพปัจจุบันของส่วนผสมของแบบหล่อทรายและคุณภาพของชิ้นงานหล่อ

4.2 สํารวจงานวิจัยและรวบรวมทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแบบหล่อทรายและการนำทรายที่ผ่านการใช้งานแล้วนำกลับมาทำเป็นแบบหล่อทราย รวมทั้งการศึกษาผลกระทบของแบบหล่อทรายที่มีผลต่อชิ้นงานหล่อ

4.3 กำหนดอัตราส่วนและข้อจำกัดปริมาณของส่วนผสมแบบหล่อทรายตามแผนการทดลองแบบส่วนผสม (mixture experiment)

4.4 ทดสอบสมบัติเชิงกลของแบบหล่อทรายพร้อมบันทึกผล ได้แก่ ความแข็งแรงอัดในสภาพเปียกและความสามารถในการปล่อยซึมอากาศ

4.5 วิเคราะห์ผลการทดลอง เพื่อหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดของแบบหล่อทรายที่ทำให้สมบัติของแบบหล่อทรายและสมบัติของชิ้นงานหล่อเป็นไปตามมาตรฐานของชิ้นงานหล่อนั้นๆ

4.6 กำหนดราคาต้นทุนวัตถุดิบตามอัตราส่วนผสมของแผนการทดลองส่วนผสม

4.7 วิเคราะห์ผลการทดลอง เพื่อเลือกอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้ราคาต้นทุนวัตถุดิบต่ำที่สุด

4.8 หล่อชิ้นงานในแบบหล่อทรายที่มีอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด

4.9 ทดสอบสมบัติเชิงกล ได้แก่ ทดสอบความแข็งแรงและตรวจสอบสภาพผิวภายนอกของชิ้นงานที่หล่อได้ พร้อมบันทึกผล

4.10 เปรียบเทียบชิ้นงานที่ได้จากแบบหล่อทรายที่มีอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด กับชิ้นงานที่ได้จากแบบหล่อทรายในปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา โดยใช้หลักการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

4.11 สรุปผลการศึกษาและเสนอแนะที่เหมาะสมในการทำแบบหล่อทรายให้ผู้ประกอบการพิจารณา

4.12 จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 ทราบอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของแบบหล่อทรายที่ใช้ในการหล่อแบบของเหล็กหล่อที่ทำให้แบบหล่อนั้นมีสมบัติเชิงกล ได้แก่ ความแข็งแรงอัดในสภาพเปียกและความสามารถในการปล่อยซึมอากาศที่เหมาะสมที่สุดซึ่งมีผลต่อคุณภาพของชิ้นงานหล่อ

5.2 ทราบอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของแบบหล่อทรายที่ยังคงรักษาสมบัติของแบบหล่อทรายให้ตรงตามมาตรฐาน (ความแข็งแรงอัดในสภาพเปียกและความสามารถในการปล่อยซึมอากาศ) โดยมีราคาต้นทุนวัตถุดิบต่ำที่สุด

5.3 ผู้ประกอบการสามารถนำทรายที่ผ่านการใช้งานแล้วมาใช้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลเป็นผลให้สามารถลดต้นทุนการผลิตได้

5.4 ได้ชิ้นงานหล่อที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการของลูกค้า