

บทที่ 7

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้นำเสนอแนวความคิดและการประยุกต์ใช้หลักการออกแบบการทดลอง เพื่อใช้ในการปรับปรุงส่วนผสมแบบหล่อทรายของโรงงานกรณีศึกษา เนื่องจากโรงงานกรณีศึกษาใช้ทรายที่ถูกใช้งานแล้วนำกลับมาใช้งานใหม่ เพื่อเป็นส่วนผสมของแบบหล่อทรายซึ่งมีผลทำให้สมบัติของแบบหล่อทรายลดลง และเป็นผลให้กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่เป็นงานประจำคือ พู่เล่ย์สายพาน มีปริมาณของเสียหรือข้อบกพร่องเกิดขึ้น ดังนั้น การที่จะทำให้ทรายที่นำกลับมาใช้งานใหม่จำเป็นต้องคำนึงถึงคุณภาพของทรายเพื่อให้สามารถนำกลับมาใช้งานใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการปรับปรุงสมบัติของแบบหล่อทรายในการนำทรายที่ผ่านการใช้งานแล้วนำกลับมาเป็นส่วนผสม โดยการหาส่วนผสมระหว่างทรายที่ผ่านการใช้งานแล้วกับตัวประสานให้มีอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตชิ้นงานหล่อให้มีคุณภาพ การศึกษานี้ใช้หลักการออกแบบการทดลองแบบส่วนผสมแบบ D-optimal เพื่อนำมาใช้ในการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ส่วนผสมของแบบหล่อทราย วิธีพื้นผิวผลตอบสนองนำมาใช้ในการหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด โดยพิจารณาสมบัติของแบบหล่อทรายคือ ความแข็งแรงอัดในสภาพเปียกและความสามารถในการปล่อยซิมอากาศ ให้มีสมบัติตรงตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดของแบบหล่อทรายที่ใช้สำหรับหล่อชิ้นงานที่ผลิตเป็นประจำของโรงงานกรณีศึกษา รวมถึงการวิเคราะห์การแพร่กระจายความคลาดเคลื่อนโดยใช้ร่วมกับฟังก์ชันความพึงพอใจ เพื่อใช้อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่ทำให้ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลมีค่าน้อยที่สุดและมีความพึงพอใจสูงสุด ส่วนผสมของแบบหล่อทรายที่ใช้ในการทดลองคือ ทรายที่ผ่านการใช้งานแล้วครั้งที่ 1 (A) เบนโทไนต์ (B) และน้ำ (C) โดยมีเงื่อนไขข้อจำกัดแต่ละส่วนผสมที่ทำการศึกษาในหน่วยเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก คือ $90.00 \leq A \leq 99.9$, $0.05 \leq B \leq 5.0$, $0.05 \leq C \leq 5.0$

ผลการศึกษาพบว่าอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดที่ได้จากการใช้เส้นโครงร่างของพื้นผิวผลตอบสนองมาวางซ้อนทับกันคือ ส่วนผสมของทรายที่ผ่านการใช้งานแล้วครั้งที่ 1 ร้อยละ 93.2 ส่วนผสมของเบนโทไนต์ร้อยละ 5 และส่วนผสมของน้ำร้อยละ 1.8 ซึ่งทำให้ได้ค่าความแข็งแรงอัดในสภาพเปียก (GCS) ประมาณ 7.6 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และค่าความสามารถในการปล่อยซิมอากาศประมาณ 31.3 ผลการวิเคราะห์การแพร่กระจายความคลาดเคลื่อนร่วมกับการใช้ฟังก์ชันความพึงพอใจพบว่า อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่ทำให้การแพร่กระจายความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ประกอบไปด้วย ส่วนผสม A ร้อยละ 93.3 ส่วนผสม B ร้อยละ 5 และส่วนผสม C ร้อยละ 1.7 โดยให้ค่าการแพร่กระจายความคลาดเคลื่อนของความแข็งแรงอัดในสภาพเปียกและความสามารถในการปล่อยซิมอากาศที่น้อยที่สุดที่ทำนายได้ เท่ากับ 1.058 และ 4.28 ตามลำดับ โดยให้ค่าความพึงพอใจสูงสุดเท่ากับ 72.4%

อย่างไรก็ตาม อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดมีราคาต้นทุนวัตถุดิบ (2.50 บาท/กิโลกรัม) สูงกว่าราคาต้นทุนวัตถุดิบของอัตราส่วนผสมแบบเดิมของโรงงาน (2.39 บาท/กิโลกรัม) ซึ่งเป็นการเพิ่มภาระให้กับผู้ประกอบการ ดังนั้น จึงได้หาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของแบบหล่อทรายที่ทำให้ค่าความแข็งแรงอัดในสภาพเปียกและความสามารถในการปล่อยซึมอากาศตรงตามมาตรฐานที่กำหนดในราคาต้นทุนวัตถุดิบต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่า อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้ราคาต้นทุนวัตถุดิบต่ำที่สุด โดยใช้พื้นผิวผลตอบสนองมาวางซ้อนทับกันคือ อัตราส่วนผสมที่ประกอบด้วยทรายที่ผ่านการใช้งานแล้วครั้งที่ 1 ร้อยละ 97.2 เบนโทไนต์ ร้อยละ 2.76 และน้ำ ร้อยละ 0.05 ซึ่งทำให้ได้ค่าความแข็งแรงอัดในสภาพเปียก (GCS) ประมาณ 7 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ค่าความสามารถในการปล่อยซึมอากาศประมาณ 36.78 และมีค่าต้นทุนวัตถุดิบ 2.40 บาท/กิโลกรัม และเมื่อนำมาหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้ค่าการแพร่กระจายความคลาดเคลื่อนของข้อมูลน้อยที่สุดพบว่า อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดที่มีค่าการแพร่กระจายความคลาดเคลื่อนของข้อมูลน้อยที่สุดคือ อัตราส่วนผสมที่ประกอบไปด้วยทรายที่ผ่านการใช้งานแล้วครั้งที่ 1 ร้อยละ 94.6 เบนโทไนต์ ร้อยละ 3.9 และน้ำ ร้อยละ 1.5 ซึ่งทำให้ได้ค่าความแข็งแรงอัดในสภาพเปียกเท่ากับ 7 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ค่าความสามารถในการปล่อยซึมอากาศเท่ากับ 35.6 และค่าต้นทุนวัตถุดิบเท่ากับ 2.43 บาท/กิโลกรัม โดยให้ค่าความพึงพอใจสูงสุดเท่ากับ 57.4% ถึงแม้ว่าต้นทุนวัตถุดิบจะสูงกว่าเดิมเล็กน้อย แต่ให้สมบัติของแบบหล่อทราย (ความแข็งแรงอัดในสภาพเปียกและความสามารถในการปล่อยซึมอากาศ) ดีกว่าอัตราส่วนแบบเดิมของโรงงาน

การประเมินประสิทธิภาพของอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของแบบหล่อทรายที่มีค่าการแพร่กระจายความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด 2 อัตราส่วนผสมคือ อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่ทำให้ค่าการแพร่กระจายความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของ 2 ผลตอบสนอง (ความแข็งแรงอัดในสภาพเปียกและความสามารถในการปล่อยซึมอากาศ) และอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่ทำให้ค่าการแพร่กระจายความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของ 3 ผลตอบสนอง (ความแข็งแรงอัดในสภาพเปียก ความสามารถในการปล่อยซึมอากาศและต้นทุนวัตถุดิบ) มาทำการผลิตชิ้นงานหล่อทดสอบเพื่อนำมาวิเคราะห์ถึงคุณภาพของชิ้นงานหล่อและเปรียบเทียบกับชิ้นงานหล่อของโรงงานกรณีศึกษา โดยการวิเคราะห์ลักษณะสภาพผิวภายนอกของชิ้นงานหล่อ และการทดลองเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงของชิ้นงานหล่อ

ผลจากการตรวจสอบสภาพผิวภายนอกของชิ้นงานหล่อพบว่า อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของแบบหล่อทรายที่มีค่าการแพร่กระจายความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทั้ง 2 อัตราส่วนผสม มีลักษณะผิวของชิ้นงานที่ราบเรียบกว่าชิ้นงานที่ได้จากอัตราส่วนผสมแบบเดิมของโรงงาน

จากการทดลองเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงของชิ้นงานหล่อโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (one-way analysis of variance) และทำการทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison) โดยใช้โปรแกรมทางสถิติ SPSS เวอร์ชัน 16 โดยกำหนดปัจจัย

ที่พิจารณาในการทดลองนี้มีจำนวน 1 ปัจจัย คือ ประเภทของส่วนผสมแบบหล่อทราย โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวพบว่า ประเภทของส่วนผสมอย่างน้อย 1 คู่ มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จากการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของข้อมูลของระดับคู่ใดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ด้วยวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณแบบ Duncan's multiple range test การวิเคราะห์พบว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของประเภทของส่วนผสมของอัตราส่วนผสมแบบเดิมของโรงงานกรณีศึกษาและประเภทของส่วนผสมของอัตราส่วนผสมของการแพร่กระจายความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของ 3 ผลตอบสนองไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.11 HRC และ 17.55 HRC ตามลำดับ แต่ประเภทของส่วนผสมของอัตราส่วนผสมของการแพร่กระจายความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของ 2 ผลตอบสนอง มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงแตกต่างและมากกว่าประเภทของส่วนผสมอื่นๆ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.4 HRC

2. ข้อเสนอแนะให้ผู้ประกอบการพิจารณา

จากผลการศึกษาหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของแบบหล่อทรายที่ประกอบไปด้วย ทรายที่ผ่านการใช้งานแล้วครั้งที่ 1 เบนโทไนต์ และน้ำ เพื่อนำมาสร้างเป็นแบบหล่อทรายสำหรับหล่อชิ้นงานที่ผลิตเป็นประจำของโรงงานกรณีศึกษามีด้วยกัน 2 อัตราส่วนผสมคือ

2.1 อัตราส่วนผสมที่ประกอบไปด้วยส่วนผสมของทรายที่ผ่านการใช้งานแล้วครั้งที่ 1 ร้อยละ 93.3 ส่วนผสมเบนโทไนต์ ร้อยละ 5 และส่วนผสมน้ำ ร้อยละ 1.7 เป็นอัตราส่วนผสมที่ทำให้สภาพผิวภายนอกของชิ้นงานหล่อที่ได้มีลักษณะผิวที่ราบเรียบ และให้ค่าความแข็งแรงของชิ้นงานหล่อที่ได้สูงกว่าอัตราส่วนผสมแบบเดิมของโรงงาน

2.2 อัตราส่วนผสมที่ประกอบไปด้วยทรายที่ผ่านการใช้งานแล้วครั้งที่ 1 ร้อยละ 94.6 ส่วนผสมของเบนโทไนต์ ร้อยละ 3.9 และส่วนผสมของน้ำ ร้อยละ 1.5 เป็นอัตราส่วนผสมที่มีค่าต้นทุนวัตถุดิบต่ำกว่าอัตราส่วนผสมแบบแรก และอัตราส่วนผสมนี้เป็นอัตราส่วนผสมที่ทำให้สภาพผิวภายนอกของชิ้นงานหล่อที่ได้มีลักษณะสภาพผิวภายนอกของชิ้นงานหล่อที่ได้มีลักษณะที่ราบเรียบเหมือนกับอัตราส่วนผสมแบบแรก แต่ให้ค่าความแข็งแรงของชิ้นงานน้อยกว่าเมื่อเทียบกับอัตราส่วนผสมแบบแรก

อย่างไรก็ตาม ในการเลือกใช้อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมแบบใดมาใช้ในกระบวนการผลิตจริง ผู้ประกอบการควรพิจารณาการใช้สอยของชิ้นงานเป็นหลัก ถ้างานใดต้องการความแข็งแรงของชิ้นงานหล่อที่สูงควรเลือกใช้อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมแบบที่ 1 แต่สำหรับชิ้นงานหล่อที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมากนักเพื่อให้ง่ายต่อการตกแต่งชิ้นงานด้วยเครื่องจักร ควรเลือกใช้อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมแบบที่ 2



3. ข้อเสนอแนะงานวิจัยในอนาคต

ข้อเสนอแนะในการทำงานวิจัยต่อไปในอนาคต

3.1 ศึกษาผลของชิ้นงานหล่อในแบบหล่อทรายที่มีอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดในการนำทรายที่ผ่านการใช้งานแล้วครั้งที่ 1 มาเป็นส่วนผสม โดยละเอียดมากขึ้น เช่น โครงสร้างทั้งเชิงมหภาคและจุลภาค ส่วนผสมทางเคมี แรงดึง ฯลฯ เป็นต้น

3.2 พิจารณาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดของแบบหล่อทรายที่นำทรายที่ผ่านการใช้งานแล้วครั้งที่ 2 มาเป็นส่วนผสมต่อไป

3.3 พิจารณาความแตกต่างของสมบัติทางกลของส่วนผสมที่เหมาะสมของทรายที่ผ่านการใช้งานแล้วครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 รวมทั้งพิจารณาความแตกต่างของสมบัติทางกลของชิ้นงาน