

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมเหล็กหล่อในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ที่มีบทบาทสำคัญต่อภาคเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของประเทศโดยรวม ซึ่งในปี พ.ศ. 2549 มีปริมาณการส่งออกผลิตภัณฑ์งานเหล็กหล่อทั้งสิ้น 42,140 ตัน มีตลาดรองรับที่สำคัญหลายแห่ง ได้แก่ ฮองกง สหรัฐอเมริกา เม็กซิโก ตุรกี เนเธอร์แลนด์ และสหรัฐอเมริกาบริติช (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2549) เหล็กหล่อสามารถแบ่งออกได้หลายประเภทตามชนิดและโครงสร้างของแกรไฟต์ โดยประเภทของเหล็กหล่อที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมการหล่อมากที่สุด ได้แก่ เหล็กหล่อเทา ซึ่งมีลักษณะแกรไฟต์เป็นแกรไฟต์แผ่น (Flake graphite) เนื่องจากเป็นชนิดที่มีราคาถูกที่สุดในบรรดาเหล็กหล่อทุกชนิด อีกทั้งยังมีสมบัติทางวิศวกรรม (Engineering properties) ที่ยอมรับได้ มีสมบัติที่ดีในการหล่อ และมีความเหมาะสมกับประโยชน์การใช้สอยหลากหลายชนิด ดังนั้นจึงถือได้ว่าเหล็กหล่อเทาเป็นต้นกำเนิดของอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่มีความสำคัญหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ และอุตสาหกรรมเครื่องจักรกล โดยมีผลิตภัณฑ์หลักที่สำคัญ ได้แก่ ชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลการเกษตร ชิ้นส่วนรถยนต์ ท่อเหล็กหล่อ ชิ้นส่วนปั๊มและวาล์ว ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลก่อสร้าง ชิ้นส่วนยานพาหนะทางน้ำ ชิ้นส่วนงานโลหะขึ้นรูป และชิ้นส่วนอุปกรณ์เครื่องใช้ในบ้านและสำนักงาน เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันอุตสาหกรรมเหล็กหล่อได้รับผลกระทบจากหลายปัจจัย เช่น ปัจจัยด้านราคาของวัตถุดิบมีแนวโน้มสูงขึ้น และปัจจัยด้านการแข่งขันทางการค้าที่เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการรักษาระดับคุณภาพและมาตรฐานของสินค้า จึงเป็นสิ่งสำคัญที่สามารถช่วยพัฒนาศักยภาพในการแข่งขันในอุตสาหกรรมนี้ได้

ปัจจุบันในอุตสาหกรรมเหล็กหล่อ ส่วนใหญ่ได้มีการนำเศษเหล็กที่ผ่านการใช้งานแล้วกลับมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตใหม่ ที่เรียกว่ากระบวนการรีไซเคิล (Recycle) อย่างแพร่หลาย เหล็กเป็นวัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้งานใหม่ได้ และมีกระบวนการในการนำกลับมาใช้ใหม่ที่ไม่ซับซ้อน เนื่องจากเหล็กมีสมบัติเฉพาะ คือ ความเป็นแม่เหล็ก ทำให้สามารถแยกออกจากขยะประเภทอื่นได้ง่าย และเมื่อนำกลับมาหลอมเพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ จะไม่ส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติของเหล็ก (สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย, 2551) ซึ่งเป็นการช่วยลดต้นทุนในส่วน of วัตถุดิบ และก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงเป็นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด เหล็กหล่อเทามีธาตุผสมหลัก คือ คาร์บอนและซิลิกอน ดังนั้นในการผลิตเหล็กหล่อเทาจะต้องควบคุมส่วนผสมทางเคมีของคาร์บอนและซิลิกอนเป็นส่วนใหญ่ โดยโรงงานการศึกษาในงานวิจัยนี้ เป็นโรงงานผลิตเหล็กหล่อ ที่มีผลิตภัณฑ์หลักเป็นเหล็กหล่อเทา ส่วน

ใหญ่จะผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกลทางการเกษตร ทั้งนี้การผลิตเหล็กหล่อเทามีส่วนผสมหลักที่สำคัญอยู่ 4 ส่วนผสม ได้แก่ เศษเหล็กหล่อ เศษเหล็กเหนียว ผงคาร์บอน และเฟอร์โรซิลิกอน ในกระบวนการผลิตเหล็กหล่อเทานั้นอาจเกิดข้อเสียหรือชิ้นงานที่มีความเสียหาย (Defect) เนื่องจากสาเหตุหนึ่ง คือ อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบแต่ละชนิดที่ใช้ไม่เหมาะสม ก่อให้เกิดต้นทุนในการผลิตที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งยังส่งผลให้ได้ชิ้นงานที่ได้ไม่ได้มาตรฐาน(บัญชา ธนบุญสมบัติ และคณะ, 2544)

ด้วยเหตุนี้จึงได้เสนอแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมเหล็กหล่อ โดยประยุกต์ใช้หลักการออกแบบการทดลอง (Design of experiments: DOE) และวิธีพื้นผิวผลตอบสนอง (Response surface methodology: RSM) ที่เป็นเครื่องมือทางสถิติมาใช้ในการทดลองหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสม (Pande et al., 2002) ของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเหล็กหล่อเทของโรงงานกรณีศึกษา ได้แก่ เศษเหล็กหล่อ เศษเหล็กเหนียว ผงคาร์บอน และเฟอร์โรซิลิกอน ที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุดสำหรับกระบวนการ โดยคำนึงถึงสมบัติเชิงกลและส่วนผสมของธาตุทางเคมี รวมทั้งพิจารณาโครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานที่ได้จากการหล่อนอกจากนี้การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ถูกนำมาใช้ประกอบการตัดสินใจ เพื่อหาอัตราส่วนผสมที่มีต้นทุนในการผลิตต่ำสุด โดยชิ้นงานมีสมบัติเชิงกลที่เหมาะสม ส่วนผสมของธาตุทางเคมี และโครงสร้างจุลภาคอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ โดยใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล (Monte Carlo technique) เพื่อนำมาใช้พิจารณาประกอบการตัดสินใจสำหรับทางเลือกในการเพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขันของผู้ประกอบการ

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานเหล็กหล่อเทา โดยใช้การออกแบบการทดลอง และวิธีพื้นผิวผลตอบสนองโดยคำนึงถึงสมบัติเชิงกล พร้อมทั้งพิจารณาส่วนผสมของธาตุทางเคมี และโครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานเหล็กหล่อ รวมถึงการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ โดยใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล เพื่อหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่มีต้นทุนในการผลิตต่ำที่สุด

3. ขอบเขตของการวิจัย

3.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเฉพาะในส่วนของการผลิตเหล็กหล่อเทาของโรงงานกรณีศึกษา

3.2 ส่วนผสมที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ เศษเหล็กหล่อ เศษเหล็กเหนียว ผงคาร์บอน และเฟอร์โรซิลิกอน

3.3 ทดสอบสมบัติเชิงกลของชิ้นงานเหล็กหล่อ ได้แก่ การทดสอบความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile strength) และการทดสอบความแข็ง (Hardness test)

3.4 เตาที่ใช้ในการทดลองเป็นเตาไฟฟ้า (Induction furnace) ในห้องปฏิบัติการ ภาควิชา

วิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

3.5 ควบคุมปัจจัยอื่น ๆ ให้อยู่ในสภาวะคงที่ เช่น อุณหภูมิที่ใช้ในการหลอมเหล็ก แหล่งที่มาของวัตถุดิบ และผู้ควบคุมในห้องปฏิบัติการ

3.6 ใช้แบบหล่อทรายที่มีส่วนผสมแต่ละชนิดแบบเดียวกันทั้งกระบวนการทดลองทั้งหมด

3.7 ชิ้นงานหล่อเป็นแบบเดียวกัน

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของโรงงานกรณีศึกษา เช่น กระบวนการผลิตในการหลอมเหล็กและส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานเหล็กหล่อ คุณภาพของชิ้นงาน ราคาของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต และปริมาณการผลิต เป็นต้น

4.2 สํารวจงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เช่น การออกแบบการทดลองแบบส่วนผสม (Mixture experiment) การจำลองสถานการณ์ด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล กระบวนการผลิตชิ้นงานเหล็กหล่อ ผลกระทบของส่วนผสมวัตถุดิบที่มีต่อชิ้นงานเหล็กหล่อและสมบัติเชิงกลของเหล็กหล่อ เป็นต้น

4.3 ออกแบบการทดลองโดยใช้วิธีการออกแบบการทดลองแบบส่วนผสม ที่มีส่วนผสมประกอบด้วย เศษเหล็กหล่อ เศษเหล็กเหนียว ผงคาร์บอน และเฟอร์โรซิลิกอน ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ตามแผนการทดลอง

4.4 ทำการผลิตชิ้นงานหล่อ ตามแผนการทดลองตามข้อ 4.3

4.5 ทดสอบสมบัติเชิงกลของชิ้นงานหล่อ พร้อมบันทึกผลการทดลอง

4.6 วิเคราะห์ผลการทดลอง เพื่อหาอัตราส่วนผสมของ เศษเหล็กเหนียว เศษเหล็กหล่อ ผงคาร์บอน และเฟอร์โรซิลิกอน ที่ให้สมบัติเชิงกลที่ดีที่สุด โดยวิธีพื้นผิวผลตอบสนอง พร้อมทั้งวิเคราะห์หาอัตราส่วนผสมที่ให้สมบัติเชิงกลที่ดีที่สุด โดยวิธีแพร่กระจายความคลาดเคลื่อน

4.7 วิเคราะห์ผลการทดลองเชิงเศรษฐศาสตร์ โดยเปลี่ยนแปลงปริมาณการผลิตและราคาของวัตถุดิบแต่ละชนิด โดยใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล

4.8 ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบค่าความแข็ง องค์ประกอบของธาตุทางเคมี และโครงสร้างจุลภาค ระหว่างชิ้นงานที่หล่อตามอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดที่ได้จากการวิเคราะห์ตามข้อ 4.7 กับชิ้นงานจากโรงงานกรณีศึกษา

4.9 สรุปผลการศึกษาพร้อมเสนอแนะผู้ประกอบการในการเลือกอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด

4.10 จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

- 5.1 ทราบอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของชิ้นงานเหล็กหล่อ ที่ทำให้มีสมบัติเชิงกลดีที่สุด
- 5.2 ทราบอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของชิ้นงานเหล็กหล่อ ที่มีต้นทุนที่ต่ำ มีสมบัติเชิงกล ส่วนผสมของธาตุทางเคมี และโครงสร้างจุลภาคอยู่ในระดับที่ยอมรับได้
- 5.3 สามารถใช้เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม
อื่นๆ