บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

อุตสาหกรรมงานหล่อโลหะเป็นอุตสาหกรรมพื้นฐานในการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ซึ่งอุตสาหกรรมยานยนต์มีความสำคัญต่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมหล่อโลหะมีผู้ประกอบการเป็นจำนวนมากที่เป็นทั้งโรงงานระดับSME ไปจนถึงโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ อุตสาหกรรมหล่อโลหะทำหน้าที่สนับสนุนอุตสาหกรรมการผลิตด้านต่างๆ โดยผลิตชิ้นส่วน (ชิ้นงานหล่อ) ป้อนให้กับอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ เพื่อใช้ในกระบวนการผลิตและประกอบขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์ชิ้นสุดท้ายอีกในลำดับต่อมา

ในอุตสาหกรรมการหล่อโลหะผสมอะลูมิเนียมมีแนวโน้มการขยายตัวอย่างรวดเร็วและมีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากโลหะผสมอะลูมิเนียมมีน้ำหนักเบาใช้สำหรับผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ได้หลากหลาย ทำให้มีความ ต้องการใช้งานในประเทศและทั่วโลกมีมากขึ้น อย่างไรก็ตาม อะลูมิเนียมมีข้อจำกัดในการใช้งานคือ การสูญเสียความแข็งแรงเมื่อผ่านการใช้งานที่อุณหภูมิสูง ดังที่จะกล่าวในส่วนของความสำคัญเชิงเทคนิค

การปรับปรุงสมบัติทางกลของโลหะอะลูมิเนียมผสมหล่อ สามารถทำได้หลายวิธีคือ การปรับสภาพเกรนละเอียด การปรับรูปร่างและการกระจายตัวของซิลิคอน และการทำการบ่มแข็ง (Precipitation hardening) ซึ่งโดยทั่วไปส่งผลให้สมบัติทางกลสูงขึ้น แต่เมื่อผ่านการใช้งานที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน ทำให้สมบัติทางกลลดลงได้ จึงเป็นข้อจำกัดของโลหะอะลูมิเนียมผสมหล่อ โดยเฉพาะอะลูมิเนียมเกรด A356 ที่นิยมใช้ในการผลิต เสื้อสูบเครื่องยนต์ ฝาสูบ โครงสร้างเกียร์อัตโนมัติรถยนต์ ใช้งานที่อุณหภูมิ 200 °C จะมีค่าความแข็งแรงลดลงมาก งานวิจัยนี้จะนำสแกนเดียมมาใช้เป็นโลหะผสมหลัก ซึ่งคาดว่าจะทำให้เกิดเป็นอะลูมิเนียมผสมหล่อชนิดใหม่ที่มีสมบัติทางกลดีขึ้น และจะได้ศึกษาถึงสมบัติในการทนต่อการใช้งานที่อุณหภูมิสูง ซึ่งนับว่าเป็นจุดอ่อนของโลหะผสมอะลูมิเนียมโดยทั่วไป จึงทำให้มีโอกาสเป็นอย่างมากในการนำไปผลิตเป็นชิ้นส่วนยานยนต์ อากาศยาน ทำให้มีน้ำหนักที่เบาขึ้น ทำให้สามารถประหยัดพลังงานที่ใช้ในการขับเคลื่อนได้ดีขึ้น ปัจจุบันเทคโนโลยีที่มีอยู่ในต่างประเทศนั้น ล้วนมีข้อจำกัดเช่น หากใช้ Sr พบว่าเกิดการเสื่อมสภาพหลังจากค้างอะลูมิเนียมหลอมเหลวไว้ในเตาเป็นเวลานาน และเกิดการดูดซึมไฮโดรเจนมากเป็นพิเศษ นอกจากนั้นยังไม่สามารถเพิ่มความสามารถในการทนต่อการใช้งานที่อุณหภูมิสูงได้

นอกจากนั้นในกระบวนการปรับสภาพเกรนละเอียด เพื่อช่วยปรับปรุงสมบัติด้านต่างๆ เช่น การลดการแตกร้าว เพิ่มอัตราการป้อนเติม การลดการเกิดรูพรุนจากการหดตัวและอื่นๆ อย่างไรก็ตามการใช้

โลหะผสมหลักของ Al-Ti-B มีข้อจำกัดในงานที่ต้องการรับภาระทางกลที่อุณหภูมิสูง เช่น ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ต่างๆ อีกทั้งหากค้างโลหะหลอมเหลว ที่เติมโลหะผสมหลักนานเกินไป ย่อมทำให้การปรับสภาพเกรนเสื่อมเกรนที่ได้จะมีขนาดใหญ่ ทำให้คุณสมบัติทางกลไม่ดี

ปัจจุบันได้มีการนำธาตุสแกนเดียมมาเป็นส่วนประกอบของโลหะผสมอะลูมิเนียม [1] โลหะผสมอะลูมิเนียมสแกนเดียม มีความแข็งแรง สูงกว่า high strength alloys อื่นๆ มีผลทางด้านการปรับสภาพเกรน ความแข็งแรงของการเชื่อม กำจัดปัญหาการแตกร้าวในแนวเชื่อม ต้านทานต่อการกัดกร่อนได้ดี และที่สำคัญสแกนเดียมจะเพิ่มอุณหภูมิ recrystallization ของโลหะผสมอะลูมิเนียมสูงเกิน 600 ^{o}C ซึ่งสแกนเดียมเป็นสินแร่ที่ทำการถลุงเพียงแห่งเดียวที่ Zhovti Vody, Ukraine ผลิตออกมาในรูปของ โลหะผสมหลัก อะลูมิเนียมสแกนเดียม ในสหพันธรัฐรัสเซีย ใช้ โลหะผสมหลักอะลูมิเนียมสแกนเดียมอย่างแพร่หลายในการผลิตชิ้นส่วนเครื่องบินรบ ในสหรัฐอเมริกา นำมาผลิตปืนและจักรยานที่มีน้ำหนักเบา งานวิจัยที่เกี่ยวกับการผสมสแกนเดียมในอะลูมิเนียมผสมชนิด A356 ยังมีน้อยในปัจจุบัน เพื่อเพิ่มคุณสมบัติการปรับสภาพเกรนละเอียด และการปรับปรุงรูปร่างและการกระจายตัวของยูเทคติคซิลิคอน และความแข็งที่อุณหภูมิสูง

จากเหตุผลดังกล่าวจึงเห็นได้ว่างานวิจัยที่เสนอนี้เป็นงานวิจัยที่เป็นงานวิจัยมีความใหม่ และเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงสมบัติทางกลของงานหล่ออะลูมิเนียมผสมซิลิคอนหลังการใช้งานที่อุณหภูมิสูงซึ่งนับว่าเป็นงานที่จะช่วยแก้ไขจุดอ่อนในการใช้งานอะลูมิเนียมผสมหล่อ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1. เพื่อศึกษาโครงสร้างจุลภาคของอะลูมิเนียมผสมชนิดA356 ที่มีการเติมธาตุสแกนเดียมและสแกนเดียมร่วมกับเซอร์โคเนียม ภายหลังให้มีการเย็นตัวในแบบหล่อชนิดเย็นตัวช้าและชนิดเย็นตัวเร็ว

1.2.2. เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาในการปรับสภาพด้วยความร้อนที่มีต่อค่าความแข็งของอะลูมิเนียมผสมชนิด A356 ที่ผสมสแกนเดียมและผ่านการบ่มแข็งแล้ว

1.3 ขอบเขตการดำเนินงานวิจัย

1.3.1. ศึกษาโครงสร้างปรับสภาพเกรนละเอียด โลหะผสมอะลูมิเนียมซิลิคอน A356 ด้วยโลหะผสมหลักอะลูมิเนียมสแกนเดียม 2wt.% ที่ส่วนผสมทางเคมี ไม่เติม เติม 0.2% 0.4% 0.6%wt และเติมสแกนเดียม 0.2wt.% ร่วมกับ เซอร์โคเนียม 0.2wt.%

1.3.2. ศึกษาโครงสร้างยูเทคติคซิลิคอนที่เกิดจากการเติมอนุภาคของโลหะผสมอะลูมิเนียมซิลิคอน A356 ด้วย โลหะผสมหลักอะลูมิเนียมสแกนเดียม 2wt.% ที่ส่วนผสมทางเคมี ไม่เติม เติม 0.2% 0.4% 0.6%wt และเติมสแกนเดียม 0.2wt.% ร่วมกับ เซอร์โคเนียม 0.2wt.%

1.3.3. ศึกษาผลความแข็ง จากการบ่มแข็งโลหะผสมอะลูมิเนียมแต่ละส่วนผสมทางเคมีด้วยกระบวนการ T6

1.3.4. วิเคราะห์ผลของการทนต่อภาระทางความร้อนที่อุณหภูมิ 150 250 และ 350 °C ที่เวลาต่างๆกันคือ 1 2 3 4 และ 5 ชั่วโมง

1.3.5. วิเคราะห์โครงสร้างชิ้นงานหล่อด้วย Optical Microscope

1.4 วิธีดำเนินการวิจัยโดยสังเขป

1.4.1. ศึกษาการแข็งตัว และกลไกการปรับสภาพเกรนละเอียดของ อะลูมิเนียมหล่อA356 โดยการเติมโลหะผสมหลัก Al-Sc

1.4.2. ทำการหลอมอะลูมิเนียมหล่อA356 โดยใช้เตาขดลวดเหนี่ยวนำขนาด 12 KW

1.4.3. ทำการหล่อในแบบหล่อทรงกระบอก วัสดุสเตนเลส 304 ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มม. สูง 40 มม. และแบบหล่อชิ้นงานเพื่อทดสอบแรงดึง

1.4.4. ศึกษาผลการปรับสภาพเกรน และ ปรับรูปร่างยูเทคติคซิลิคอนของอลูมิเนียมหล่อ

1.4.5. ศึกษาโครงสร้างจุลภาค และอนุภาคของอลูมิเนียมหล่อ

1.4.6. วิเคราะห์ผลความสัมพันธ์ของ Sc และธาตุประกอบในอะลูมิเนียมหล่อ A356 ที่มีผลต่อโครงสร้างมหภาค และ ขนาดเกรน

1.4.7. ทำการทดสอบความแข็งชิ้นงานผ่านการรับภาระที่อุณหภูมิสูงของอะลูมิเนียมหล่อ A356

1.4.8. วิเคราะห์และสรุปผลทางโลหะวิทยาของ Sc อะลูมิเนียมหล่อA356

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1. เพื่อใช้เป็นประโยชน์ในการพัฒนาอุตสาหกรรมการหล่ออะลูมิเนียม

1.5.2. เพื่อให้สามารถใช้งานในสภาวะแวดล้อมที่อุณหภูมิสูง โดยใช้การปรับสภาพเกรน การปรับปรุงรูปร่างและการกระจายตัวของซิลิคอนในอะลูมิเนียมหล่อโลหะผสมหลักอะลูมิเนียม อะลูมิเนียม สแกนเดียม อีกทั้งยังเป็น

1.5.3. งานวิจัยใหม่ที่ยังไม่มีผู้วิจัยตีพิมพ์ เผยแพร่มาก่อน

1.5.4. เพื่อพัฒนาแนวทางในการนำอะลูมิเนียมหล่อ A356 มาใช้งานรับภาระทางกลที่อุณหภูมิสูง โดยการเติมสแกนเดียม เพื่อสามารถนำไปใช้ผลิตเป็นชิ้นส่วนยานยนต์ได้

1.5.5. เพื่อเสริมสร้างงานวิจัยที่ตอบสนองต่ออุตสาหกรรมหล่อโลหะชิ้นส่วนยานยนต์ ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมหลักของประเทศและมีอัตราการเติบโตสูง