บทคัดย่อ

243305

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรในกระบวนการทางความร้อนที่มีผลต่อสมบัติทางกลและโครงสร้างจุลภาคของอลูมิเนียมหล่อแบบอัดกึ่งของแข็ง A356 โดยกระบวนการที่ใช้ในการเตรียมอลูมิเนียมหล่อแบบกึ่งของแข็งโดยกรรมวิธีการอัดขึ้นรูป คือ Gas Induced Semi-Solid Squeezed Casting (GISS-SC)และกระบวนการทางความร้อนที่ใช้คือ T5 และ T6 โดยกระบวนการ T5 กระทำโดยนำชิ้นงานไปบ่มโดยไม่ได้อบละลาย และกระบวนการ T6 ประกอบด้วยขั้นตอนการอบละลาย (Solution treatment) ที่อุณหภูมิ 520°C และ 540°C เป็นระยะเวลา 4 และ 8 ชั่วโมง และผ่านขั้นตอนการชุบ (Quenching) ด้วยการชุบชิ้นทดสอบในน้ำและนำชิ้นทดสอบเหล่านั้นผ่านขั้นตอนการบ่ม (Aging) ด้วยการอบชิ้นทดสอบที่อุณหภูมิ 135 ,165 และ 195°C เป็นระยะเวลา 4, 8, 12 และ 16 ชั่วโมง ตามลำดับ และตรวจดูลักษณะโครงสร้างจุลภาคโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Optical Microscopy) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอนแบบส่องผ่าน (TEM) และทดสอบสมบัติทางกล ได้แก่ การทดสอบความแข็งและความต้านทานแรงดึง

จากผลการทดลองพบว่า ชิ้นทดสอบในสภาวะหล่อแบบ Semisolid โครงสร้างจุลภาคประกอบด้วยเฟส α-Al แบบก้อนกลม (Globular structure) ที่ล้อมรอบด้วยเฟสยูเทคติก (Eutectic Silicon) มีลักษณะเป็นแท่งยาวปลายแหลม แต่เมื่อพิจารณาโครงสร้างจุลภาคภายหลังการอบละลายในทุกสภาวะพบว่าชิ้นทดสอบมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจุลภาคที่เหมือนกันคือ เฟสยูเทคติกซิลิกอนจะมีความกลมมนมากขึ้น ซึ่งเกิดจากการแพร่ของอะตอมซิลิกอนจากเฟสยูเทคติกละลายเข้าสู่เนื้อเมตริกซ์ จากการศึกษาโครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการทางความร้อน T6 โดยใช้ TEM พบว่าชิ้นงานที่ให้ความแข็งสูงสุดประกอบไปด้วยเฟส β″ ขนาดเฉลี่ย 10 นาโนเมตรที่อยู่กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอและหนาแน่นในเมตริกซ์ของเฟส α-Al ในขณะที่ชิ้นงานที่สภาวะ Overaging จะพบเฟส β′ ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นและมีความหนาแน่นลดลง เมื่อพิจารณาความแข็งของชิ้นทดสอบในทุกสภาวะหลังจากการบ่มเทียม พบว่าค่าความแข็งเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามระยะเวลาการบ่มเทียม และเริ่มลดลงเมื่อผ่านจุดความแข็งสูงสุดที่อุณหภูมิคงที่ ซึ่งสภาวะที่ให้ค่าความแข็งสูงสุดในงานวิจัยนี้เท่ากับ 149.90 Hv เป็นชิ้นงานที่ผ่านการอบละลายที่อุณหภูมิ 540°C เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง และบ่ม ที่อุณหภูมิ 135 °C เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง ชิ้นงานขึ้นรูปแบบ Conventional Squeezed Casting (CSC) ที่ผ่านกรรมวิธีทางความร้อนแบบ T6 มีค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุด และเปอร์เซ็นต์การยืดตัวเท่ากับ 236.92 MPa และ 5.90% ในขณะที่ชิ้นงาน GISS-SC ที่ผ่านกรรมวิธีทางความร้อนแบบ T6 มีค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุดของชิ้นงานเท่ากับ 297.07 MPa และเปอร์เซ็นต์การยืดตัวมีค่าเท่ากับ 9.66%

สำหรับชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการทางความร้อน T5 โครงสร้างจุลภาคประกอบด้วยเฟส α-Al ลักษณะแบบก้อนกลมที่ล้อมรอบด้วยเฟสยูเทคติก เมื่อพิจารณาความแข็ง

ของชิ้นทดสอบหลังผ่าน T5 พบว่าค่าความแข็งสูงสุดที่ได้ในงานวิจัยนี้เท่ากับ 109.27 Hv เป็นชิ้นงานที่ผ่านการบ่มเทียมที่อุณหภูมิ 195 °C เป็นระยะเวลา16 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบผลของการทดสอบแรงดึงพบว่าค่าความต้านทานแรงดึงของชิ้นงานในสภาวะหล่อที่ขึ้นรูปแบบ CSC และแบบ GISS-SC นั้นพบว่า ค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุดและเปอร์เซ็นต์การยืดตัวของชิ้นงานแบบ CSC มีค่าเท่ากับ 145 MPa และ 5.66 % ตามลำดับซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าดังกล่าวของชิ้นงานแบบ GISS-SC (172.13 MPa และ 6.61% ตามลำดับ) เมื่อชิ้นงาน GISS-SC ถูกนำไปผ่านกระบวนการทางความร้อนแบบ T5 ของชิ้นงาน ค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุดของชิ้นงานเพิ่มขึ้นเป็น 228.35 MPa และเปอร์เซ็นต์การยืดตัวมีค่าเท่ากับ 5.06%

Abstract

243305

The goal of this research was to study the influence of heat treatment processing parameters on the mechanical properties and the microstructure of semi-solid aluminum alloy A356 . The process in preparation semi-solid aluminum alloy is called Gas Induced Semi-Solid Squeezed Casting (GISS-SC). The selected heat treatment process was T5 and T6. T5 was done by aging the specimens at various temperature and time of 135, 165 and 195°C for 4, 8,12 and 16 hrs, respectively while T6 comprises of 3 steps: 1) solution treatment process (at the temperature of 520°C and 540°C for 4 and 8 hrs.), 2) quenching and 3) aging process (at the temperature of 135, 165 and 195°C for 4, 8, 12 and 16 hr, respectively). Microstructure observations were performed on optical microscopy (OM) and transmission electron microscopy (TEM). The measured mechanical properties are hardness and tensile properties.

From the microstructure observation, it was found that the structure of as-cast specimen from GISS process consists of two main phase, globular α -Al phase and rod eutectic Si phase along the grain boundaries. After solution treated process, the structure also consists of α -Al phase. However, and eutectic Si phase; the eutectic Si were clearly fragmented and spheroidized. From TEM observation of the optimum-aged specimen, the β'' phase was found to densely distributed all over the matrix of α -Al with the average size of 10 nm while the β' phase was mainly found in the over-aged specimen with the average size of 50 nm. The optimum condition for the T6 process was solution treated at 540°C for 4 hr and aged at 135°C for 12 hr. which the hardness of 149.90 Hv. The ultimate tensile strength and % elongation of the CSC and GISS-SC specimens after receiving T6 process were 236.92 MPa and 5.90%, and 297.03 MPa and 9.66%, respectively.

The microstructure of a specimen after passing T5 heat treatment process consisted of α -Al phase and eutectic Si phase. The optimum condition was aged at 195°C for 16 hr. which the hardness of 109.27 Hv. After performing T5 process on the GISS-SC specimen, the ultimate tensile strength was increased to 228.35 MPa with the percent elongation of 5.06%.