บทคัดย่อ

ไฮโดรเจนถือว่าเป็นอันตรายอย่างยิ่งสำหรับกระบวนการหล่อขึ้นรูปอะลูมิเนียมผสมในทางอุตสาหกรรม เนื่องจากทำให้เกิดรูพรุนตกค้างในชิ้นงานหล่อ การปรับปรุงคุณภาพของน้ำโลหะอะลูมิเนียมหลอมเหลวก่อนการเทหล่อแบบขึ้นรูปชิ้นงานนั้นมีความจำเป็นและมีอิทธิพลอย่างมากต่อสมบัติเชิงกลของชิ้นงานหล่อ งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือกำจัดก๊าซไฮโดรเจนเคลื่อนที่โดยใช้หลักการทำให้เกิดฟองก๊าซอาร์กอนขนาดเล็กละเอียดจำนวนมาก กระจายอยู่ทั่วในน้ำโลหะอะลูมิเนียมหลอมเหลว เพื่อให้ไฮโดรเจนสามารถแพร่เข้าสู่ฟองก๊าซอาร์กอนและลอยขึ้นสู่ผิวหน้าเพื่อถูกกำจัดออกไป ทำให้น้ำอะลูมิเนียมหลอมเหลวมีปริมาณไฮโดรเจนลดลงและเป็นผลให้ปริมาณรูพรุนจากก๊าซลดลงตามลำดับ

กระบวนการทดลองประกอบไปด้วยการหลอมโลหะอะลูมิเนียมผสม ในเตาไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่มีความถี่ 1000 เฮิร์ทส และกำลัง 20-30 กิโลวัตต์ โดยทำการหลอมอะลูมิเนียมผสมเกรด 356 ปริมาณ 80% และเศษชิ้กลึงอะลูมิเนียมจำนวน 20% ในเบ้าหลอมเซรามิคปริมาณ 20 กิโลกรัม เพื่อเพิ่มการเจือปนของไฮโดรเจนและสิ่งสกปรกที่อาจเกิดขึ้นในสภาวะการหล่อจริง โดยในการทดลองมีการควบคุมตัวแปรดังนี้คือ 1) ความเร็วในการปั่นแท่งกราไฟต์ 2) อัตราการไหลของก๊าซอาร์กอน 3) ระยะเวลาในการกำจัดก๊าซ โดยจากผลการทดลองพบว่า การเพิ่มความเร็วรอบในการปั่นแท่งกราไฟต์จะทำให้ลักษณะฟองก๊าซอาร์กอนเล็กละเอียดขึ้นเป็นผลทำให้เกิดพื้นที่ในการแพร่ของไฮโดรเจนสูง การใช้อัตราการไหลของก๊าซอาร์กอนที่ไม่สูงจนเกินไปจะให้ฟองก๊าซที่เล็กละเอียด อีกทั้งไม่เกิดความปั่นป่วนของน้ำโลหะระหว่างกระบวนการกำจัดก๊าซ รวมทั้งการเพิ่มระยะเวลาในการกำจัดก๊าซจะช่วยทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดก๊าซเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน จากผลการทดลองพบว่าการกำจัดก๊าซที่ความเร็วในการปั่นแท่ง กราไฟต์ 1000 รอบ/นาที โดยมีอัตราการไหลของก๊าซอาร์กอน 10 ลิตร/นาที และใช้เวลาในการกำจัดก๊าซ 20 นาทีจะให้ประสิทธิภาพในการกำจัดก๊าซที่ดีที่สุด ดังผลการทดลองที่สอดคล้องกับการตรวจสอบปริมาณรูพรุน ความหนาแน่น ค่าความแข็งและสมบัติเชิงกล

การเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดก๊าซโดยเพิ่มกระบวนการฉีดฟลักซ์จากด้านบน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มกระบวนการทำความสะอาดน้ำโลหะในเวลาเดียวกันกันการกำจัดก๊าซ พบว่าชิ้นงานหล่อมีสมบัติทางกายภาพและเชิงกลที่ดีขึ้น นอกจากนี้ การใช้ฟลักซ์ชนิดเม็ดจะให้ประสิทธิภาพในการปรับปรุงคุณภาพน้ำโลหะที่ดีกว่า อีกทั้งไม่เป็นมลพิษต่อผู้ปฏิบัติงานและสภาพแวดล้อม

Abstract

Hydrogen is considered as a major enemy for aluminium casting due to its effects on gas porosity left after the casting solidifies. The improvement of aluminium melt prior to casting is therefore necessary and has a great impact on mechanical properties of the castings. This research aimed to solve this inherent problem through the construction of a mobile degassing unit to produce large amount of fine argon bubbles uniformly distributed throughout the aluminium melt. Hydrogen can therefore diffuse into these fine bubbles, which are carried up to the melt surface, leaving less hydrogen content in the melt and reduced porosity in the castings.

Experimental procedure included melting of 80% aluminium 356 ingot and 20% aluminium chip in a 20 kg crucible using an induction furnace of 1000 Hz and 20-30 kwatt capacity. The aluminum chip addition aimed to simulate the contaminated environment of hydrogen in the industrial foundry. The controlling degassing factors are 1) rotational speed, 2) argon gas flow rate and 3) degassing time. It is found that increasing rotational speed produced finer argon bubbles aiding hydrogen diffusion more efficiently. Proper argon gas flow rate facilitated both fine argon gas bubbles and eliminate surface melt turbulence. Increasing degassing time also provided enhanced degassing efficiency. According to experimental results, degassing conditions using rotational speed of the graphite shaft at 1000 rpm, argon gas flow rate at 10/min and degassing time for 20 min provided the most effective results, which were in good agreement with property assessment for example, porosity, density, hardness and tensile properties.

Improvement of degassing efficiency by integrating a top-feeding flux injection unit aimed to include the cleaning effect of the aluminium melt along with the degassing technique. As a result, enhanced physical and mechanical properties were obtained. Furthermore, the usage of granular flux yielded the melt quality improvement with less emission and environment friendly in comparison to power flux usage.