

วิธีการลดความดันบรรยากาศระหว่างการแข็งตัว (Reduced Pressure Test : RPT) เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ตรวจสอบปริมาณก๊าซไฮโดรเจนและความสะอาดของอะลูมิเนียมหลอมเหลว เป็นวิธีการที่ได้ผลดี สะดวกและราคาถูก งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาผลของปัจจัย ได้แก่ ลักษณะของชิ้นงาน อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ ต่อประสิทธิภาพการตรวจสอบความสะอาดของอะลูมิเนียมหลอมเหลว เพื่อหาเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับอะลูมิเนียมหล่อเกรด AI-3Si, AC4C, ADC12 และ AI-13Si โดยอะลูมิเนียมหลอมเหลวที่ใช้ในการทดลองน้ำหนัก 130 กรัม ลักษณะต่างกัน จะปล่อยให้แข็งตัวภายใต้อุณหภูมิและสถานะความดันที่ต่างกันในห้องควบคุมความดันกระทั่งแข็งตัวสมบูรณ์ ปริมาตรรูพรุน ค่าความหนาแน่นและค่าครรชนความหนาแน่น จะถูกนำมาสร้างเป็นความสัมพันธ์กับปัจจัยที่ทำการศึกษา

ผลการทดลองพบว่าทั้ง 3 ปัจจัยส่งผลต่อประสิทธิภาพการตรวจสอบความสะอาดของอะลูมิเนียมหลอมเหลว กล่าวคือ ลักษณะของชิ้นงานส่งผลต่อปริมาณของรูพรุน โดยชิ้นงานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตรช่วยให้เห็นรูพรุนได้ชัดเจนมากที่สุดสำหรับอะลูมิเนียมผสมเกรดที่มีซิลิกอนผสมอยู่ในปริมาณน้อย (AI-3Si และ AC4C) เนื่องจากชิ้นงานมีขนาดพื้นที่ผิวเปิดสู่อากาศน้อยและมีความสูงมากช่วยให้กักเก็บก๊าซไฮโดรเจนในอะลูมิเนียมหลอมเหลวได้มาก สำหรับอะลูมิเนียมผสมเกรดที่มีซิลิกอนผสมอยู่ในปริมาณระหว่าง 10-13 wt.% (ADC12 และ AI-13Si) ชิ้นงานขนาด 50 มิลลิเมตรจะเห็นรูพรุนได้ชัดเจนมากที่สุด ส่วนอะลูมิเนียมเกรด AI-13Si นั้นสามารถใช้ได้ทั้งด้วยขนาด 50 และ 60 มิลลิเมตร

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าโลหะผสมอะลูมิเนียมที่มีปริมาณซิลิกอนผสมต่างกันควรมีการปรับเปลี่ยนลักษณะชิ้นงานให้เหมาะสมตามปริมาณซิลิกอนที่เพิ่มขึ้น เพื่อให้สามารถตรวจสอบการเกิดรูพรุนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากปริมาณซิลิกอนที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ช่วงการแข็งตัวของอะลูมิเนียมหลอมเหลวแคบลง อีกทั้งยังส่งผลต่อปริมาณความร้อนที่คายออกมาระหว่างการแข็งตัว ทำให้ระยะเวลาการแข็งตัวเพิ่มขึ้น ในขณะที่เดียวกันก็มีผลต่อความสามารถในการกักเก็บก๊าซไฮโดรเจนและการเกิดผิวแข็งที่บริเวณผิวเปิดซึ่งสัมพันธ์กับลักษณะชิ้นงานทดสอบ และเป็นเหตุผลที่ทำให้ต้องมีการเพิ่มขนาดพื้นที่ผิวเปิดของชิ้นงานตามปริมาณซิลิกอนที่เพิ่มขึ้น

ในกรณีของ AC4C และ ADC12 นั้นที่ความดันบรรยากาศที่ลดลงและอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นจากจุดหลอมเหลวช่วยให้สามารถเห็นรูพรุนในชิ้นงานได้อย่างชัดเจนมากขึ้น เนื่องจากความสามารถในการละลายของก๊าซไฮโดรเจนที่เพิ่มมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นและผลของความดันที่ลดลงช่วยให้รูพรุนเกิดการขยายตัวได้ขนาดที่โตขึ้น

The reduced pressure test (RPT) is an applicable approach to determine the amount of hydrogen and cleanliness in the molten aluminum due to the less of investment and the ease of utilizing. This research then attempts to study the effects of specimen geometry, temperature and pressure of the process on the investigating capability of the RPT method in order to enable the optimum conditions for measuring the amount of hydrogen gas porosity in various aluminum grades of Al-3Si, AC4C, ADC12 and Al-13Si. The different specimen shapes of 130 g liquid aluminum were applied in this study. They were melted and solidified under the different temperatures and pressures in controlled chamber. The number of porosity, density and density index were formulated their interactions to the studied parameters.

According to the results, the different specimen geometry, operating temperature and pressure affect the investigating capability where the porosity can be seen obviously when the specimen diameter of 40 mm is used for the low silicon grades (Al-3Si and AC4C). This is because the air-contact surface is less and the specimen is long in vertical that the hydrogen gas can easily be trapped and introduces the large number of porosity. For 10-13 wt.% silicon compositions (ADC12 and Al-13Si), the specimen diameter should be 50 mm in order to present the porosity apparently; the Al-13Si grade is however applicable for 50 and 60 mm in diameter.

It can be concluded from the results that the aluminum alloys with the different amount of silicon should be prepared in the different geometry in order to gain the investigating capability of RPT method. Since the increase of silicon decreases the allowable solidification period and affects the amount of heat in exothermic reaction during the solidifying process, a longer solidifying time, different gas collectability and hard surface appearance on the open-air area can be resulted. To remedy the effect, the increase of open-air surface area should be applied proportionally with the increase of contained silicon in the alloys.

Additionally, the porosity in the aluminum grades of AC4C and ADC12 can be seen obviously when low atmospheric pressure and high temperature is applied, since the solubility of hydrogen and the porosity size increase with the increase of temperature and the decrease of pressure respectively.