

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : MRG5480285

ชื่อโครงการ : จุลทรรศนศาสตร์อิเล็กตรอนของเหล็กหล่อโครเมียมสูงเพอร์ริติกที่มีการเติมซิลิกอน (0-3)wt%Si เพื่อใช้งานที่อุณหภูมิสูง และความสัมพันธ์กับความแข็งและการเกิดออกซิเดชัน

ชื่อนักวิจัย : ผศ.ดร. อัมพร เวียงมูล
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรจังหวัดพิษณุโลก

อีเมลล์ : ampornw@nu.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : 2 ปี (15 มิถุนายน 2554 – 14 มิถุนายน 2556)

บทคัดย่อ : เหล็กหล่อโครเมียมสูงเพอร์ริติก สามารถนำไปใช้งานสำหรับเป็นวัสดุทนความร้อนที่อุณหภูมิสูงถึง 1050 °C เช่น ในเตาเผาอุณหภูมิสูง ชั้นส่วนของเตาซินเตอร์ ท่อทางออกของเปลวไฟ (burner nozzle) การเติมซิลิกอนเพื่อปรับปรุงความต้านทานการเกิดออกซิเดชันของเหล็กหล่อกลุ่มนี้เป็นอีกวิธีหนึ่งที่น่าสนใจ ดังนั้น ในโครงการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเกิดออกซิเดชันและการเปลี่ยนเฟสของเหล็กหล่อที่มีส่วนผสม 31%Cr-1%C ที่เติมซิลิกอน 0.3-3% สำหรับการทดสอบออกซิเดชันโดยนำเหล็กหล่อมาขัดเงาทั้งสองด้านและนำไปวางในเตาที่อุณหภูมิ 1000 °C เป็นเวลา 1-48 ชั่วโมง จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นที่เวลาต่างๆ ขึ้นงานภาคตัดขวางและผิวออกไซด์นำมาศึกษาด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ (XRD) กล้องจุลทรรศน์แสง (LM) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ส่วนการทดสอบเสถียรภาพหรือการเปลี่ยนเฟสโดยนำเหล็กหล่อมอบที่อุณหภูมิ 700-1000 °C เป็นเวลา 2-8 วัน เฟสทุติยภูมิที่เกิดขึ้นศึกษาโดย XRD, LM, SEM และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (TEM) จากผลการทดลองพบว่าโครงสร้างจุลภาคในสภาพหล่อของเหล็กหล่อทุกส่วนผสม ประกอบด้วยยูเทคติกคาร์ไบด์ชนิด M_7C_3 และเมทริกซ์ของเฟอร์ไรต์ ในเหล็กหล่อที่มีซิลิกอน 1%Si จะมีความต้านทานการเกิดออกซิเดชันสูงที่สุด จากการวิเคราะห์ด้วยกล้อง LM และ SEM-EDS พบว่าออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะแยกเป็นหลายชั้นบนผิวชิ้นงานซึ่งประกอบด้วยออกไซด์ของ SiO_2 , Cr_2O_3 , $(Fe,Cr)_2O_3$, $FeCr_2O_4$ และ Fe_2O_3 การเกิดออกซิเดชันของเหล็กหล่อกลุ่มนี้จะลดลงเมื่อมีปริมาณซิลิกอนที่เหมาะสมและการเกิดชั้นออกไซด์ของ SiO_2 ที่ต่อเนื่อง การเติมซิลิกอนที่มากเกินไปจะทำให้เกิดการหลุ่ร้อนของออกไซด์และส่งผลให้เกิดออกซิเดชันดำเนินต่อไป ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพลังงานยึดติดระหว่างชั้นออกไซด์กับโลหะลดลง หลังการทดสอบเสถียรภาพที่อุณหภูมิสูงพบว่ามีเฟสทุติยภูมิเกิดขึ้นตามรอยต่อของยูเทคติกคาร์ไบด์ M_7C_3 กับเฟอร์ไรต์ จากการวิเคราะห์ด้วย TEM พบว่าเฟสทุติยภูมิเป็นคาร์ไบด์ชนิด $M_{23}C_6$ โดยคาร์ไบด์นี้จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณซิลิกอนในเหล็กหล่อเพิ่มขึ้น การเกิดเฟสทุติยภูมิจึงส่งผลให้ความแข็งแรงของเหล็กหล่อเพิ่มขึ้น

คำหลัก : เหล็กหล่อโครเมียมสูงเพอร์ริติก โครงสร้างจุลภาค ออกซิเดชัน ความแข็ง

Abstract

Project Code : MRG5080186

Project Title : Microstructure and properties of 20wt%Cr, 27wt%Cr and 36wt%Cr high chromium cast iron

Investigator : Asst. Prof. Dr. Amporn Wiengmoon
Department of Physics, Faculty of Science, Naresuan University,
Phitsanulok

E-mail address : ampornw@nu.ac.th

Project Period : 2 Years (15 June 2011 – 14 June 2013)

Abstract : Ferritic, high-chromium cast irons can be used as a heat-resistance material at up to 1050°C in applications such as furnace, sinter plant parts and burner nozzles. Effect of Si addition on improving oxidation of these irons is of interest. In the present work, electron microscopy study on oxidation behavior and phase transition in 31%Cr-1%C irons containing up to 3%Si was investigated. For oxidation tests, polished samples were exposed to air at 1000°C for 1-48 hours followed by weight-gain measurement at the different times. The oxidized surfaces and their cross-sections were characterized by X-ray diffractometer (XRD), light microscope (LM) and scanning electron microscopy (SEM). For phase stability test, the as-cast samples were held at 700-1000°C for 2-8 days. The nature of secondary phases was examined by XRD, LM, SEM and transmission electron microscopy (TEM). It was found that the as-cast microstructure of these irons consisted of M_7C_3 eutectic carbide and ferrite matrix. The iron containing 1%Si possessed the highest oxidation resistance. LM and SEM-EDS analysis revealed a formation of multi-oxide layers on the iron surface, including SiO_2 , Cr_2O_3 , $(Fe,Cr)_2O_3$, $(Fe, Cr)_3O_4$ and Fe_2O_3 . It is suggested that, at the optimum content of Si, the formation of continuous SiO_2 layer reduce susceptibility for oxidation of these irons. Excessive Si addition will leads to spalling and hence further oxidation, possibly because of reduced adhesion of the multi-oxide layers. After stability test, a secondary phase was observed along M_7C_3 carbide/ferrite interfaces. TEM analysis revealed that this phase is $M_{23}C_6$ carbide. The volume fraction of $M_{23}C_6$ was increased with increasing Si content in the irons. The formation of second phase increased the hardness of the irons.

Keywords : Ferritic high chromium cast iron; Microstructure; Oxidation; Hardness