กิตติรัช วรคุฒ : อิทธิพลของไทเทเนียมต่อพฤติกรรมการแข็งตัว โครงสร้างจุลภาคและสมบัติเชิงกลของเหล็กหล่อเทา (INFLUENCES OF TITANIUM ON SOLIDIFICATION BEHAVIOR, MICROSTRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES IN GRAY CAST IRON)
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สารัมภ์ บุญมี, 100 หน้า.

คำสำคัญ: อัตราการสึกหรอ/ความต้านทานการสึกหรอ/ไทเทเนียม/ไทเทเนียมคาร์ไบด์/เหล็กหล่อเทา

งานวิจัยนี้ศึกษาอิทธิพลของไทเทเนียมต่อพฤติกรรมการแข็งตัว โครงสร้างจุลภาคและสมบัติเชิงกลของเหล็กหล่อเทา ซึ่งการเติมไทเทเนียมส่งผลดีต่อสมบัติเชิงกลของเหล็กหล่อเทา อย่างไรก็ตาม งานวิจัยเกี่ยวกับสมบัติด้านการสึกหรอของเหล็กหล่อผสมไทเทเนียมยังคงมีข้อมูลอยู่อย่างจำกัด โดยมีระเบียบการวิจัย คือ ผลิตตัวอย่างชิ้นงาน พร้อมวิเคราะห์กราฟการเย็นตัวที่ส่วนผสมใกล้ยูเทคติกที่ปริมาณไทเทเนียมแตกต่างกันในช่วง 0.033 - 0.349% โดยน้ำหนัก ตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) วิเคราะห์อนุภาคสารประกอบไทเทเนียมด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยสเปกโตรเมตรีรังสีเอกซ์แบบกระจายพลังงาน (EDS) การทดสอบความแข็งแรงดึง การทดสอบความแข็ง และการทดสอบความต้านทานการสึกหรอ ผลการวิจัยพบว่า ปริมาณไทเทเนียม 0.033% อุณหภูมิยูเทคติกอันเดอร์คูลริ่ง (T_{EU}) ต่ำสุด คือ 1130.69 °C กับอุณหภูมิยูเทคติกรีแคลเลสเซนต์ (T_{ER}) สูงสุด คือ 1161.78 °C สำหรับระดับรีแคลเลสเซนต์ต่ำสุด (ΔT_r) คือ 5.09 °C และอัตราการเย็นตัวสูงสุด (MCR) คือ -2.21 °C/s ที่ปริมาณไทเทเนียม 0.132% ในส่วนปริมาณแกรไฟต์มีแนวโน้มใกล้เคียงกัน ไทเทเนียมที่เติมนั้น ทำให้แกรไฟต์มีลักษณะสัณฐานเป็น Type D และแกรไฟต์หยาบบางส่วน สำหรับตัวอย่างที่มีปริมาณไทเทเนียม 0.033% โครงสร้างพื้นหลัก คือ เพิร์ลไลท์ (Pearlite) เมื่อเพิ่มไทเทเนียมเป็น 0.132% ปริมาณเพิร์ลไลท์ลดลงเหลือ 20.8% นอกจากนี้ยังพบว่า TiC มีแนวโน้มอยู่ในบริเวณระหว่างเดนไดรต์ จำนวนอนุภาค TiC เพิ่มขึ้นตามปริมาณไทเทเนียม (Ti) ทั้งในบริเวณเดนไดรต์และระหว่างเดนไดรต์ จากการทดสอบความแข็งแรงดึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมากจาก 133.04 MPa ไปยัง 184.67 MPa ที่ปริมาณไทเทเนียม 0.033% และ 0.132% ตามลำดับ จากผลความแข็งพบว่าค่าสูงสุดคือ 200.46 HB ที่ปริมาณไทเทเนียม 0.222% ซึ่งไม่สอดคล้องกับความแข็งแรง ความต้านทานการสึกหรอจะอาศัยข้อมูล สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน การสูญเสียปริมาตร และอัตราการสึกหรอจำเพาะของชิ้นงานตัวอย่าง โดยมีค่าต่ำสุดคือ 0.206 0.316 mm^3 และ 3.16×10^{-5} mm^3/Nm ตามลำดับ ที่ปริมาณไทเทเนียม 0.132%

สาขาวิชา วิศวกรรมโลหการ
ปีการศึกษา 2568

ลายมือชื่อนักศึกษา..........
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..........

KITTIRAT WORAKHUT: INFLUENCES OF TITANIUM ON SOLIDIFICATION BEHAVIOR MICROSTRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES IN GRAY CAST IRON. THESIS ADVISOR: ASST.PROF. SARUM BOONMEE, Ph.D., 100 PP.

Keyword: wear rate/wear resistance/titanium/titanium carbide/gray cast iron

This research investigates the influence of titanium on the solidification behavior, microstructure, and mechanical properties of gray cast iron. The addition of titanium was found to enhance the mechanical properties of gray cast iron. However, research on the wear properties of titanium-alloyed gray cast iron remains limited. The experimental procedure involved producing sample specimens and analyzing cooling curves for near eutectic compositions with varying titanium contents ranging from 0.033 to 0.349 wt%. The microstructures were examined using optical microscopy and Scanning Electron Microscopy (SEM). Titanium containing compound particles were analyzed by Energy-Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS). Tensile strength, hardness, and wear resistance tests were conducted in accordance. The results revealed that at a titanium content of 0.033%, the minimum eutectic undercooling temperature (T_{EU}) was 1130.69 °C, while the maximum eutectic recalescence temperature (T_{ER}) was 1161.78 °C. The lowest recalescence interval (ΔT_r) was 5.09 °C, and the highest maximum cooling rate (MCR) of −2.21 °C/s occurred at 0.132%Ti. The graphite content exhibited a similar trend across compositions. The addition of titanium promoted the formation of Type D graphite and partially coarse graphite. At 0.033%Ti, the predominant matrix structure was pearlite; however, when titanium content increased to 0.132%, the pearlite fraction decreased to 20.8%. Titanium carbide (TiC) particles tended to form in interdendritic area, with the number of TiC particles increasing proportionally to titanium content in both dendritic and interdendritic areas. The tensile strength significantly increased from 133.04 MPa to 184.67 MPa at 0.033% and 0.132%Ti, respectively. The maximum hardness value of 200.46 HB was observed at a titanium content of 0.222%, which did not correspond directly with the tensile strength. Wear resistance was evaluated based on the friction coefficient, volume loss, and specific wear rate. The lowest values 0.206, 0.316 mm^3, and 3.16×10^{-5} mm^3/Nm, respectively were obtained at 0.132%Ti.

School of Metallurgical Engineering Student Signature Kittirat

Academic Year 2025 Advisor's Signature Sarum