ดารารัตน์ อาภาจิรสกุล : ความต้านทานการสึกหรอของเหล็กกล้าไร้สนิมมาร์เทนซิติค AISI 440C และเหล็กกล้าเครื่องมือเย็น AISI D2 (WEAR RESISTANCE OF AISI 440C MARTENSITIC STAINLESS STEEL AND AISI D2 COLD WORK TOOL STEEL) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษณีย์ กิตกำธร, 81 หน้า.

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาอัตราการสึกหรอของเหล็กกล้าไร้สนิมชนิดมาร์เทนซิติค AISI 440C และเหล็กกล้าเครื่องมือเย็น AISI D2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งกับอัตราการสึกหรอ และความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างจุลภาคกับอัตราการสึกหรอของเหล็กกล้าทั้งสองชนิดภายหลังการชุบแข็งและการอบคืนไฟ การวิจัยเริ่มจากการขึ้นรูปเหล็กกล้าทั้งสองชนิดเป็นแผ่นจานและหมุด โดยแผ่นจานมีลักษณะเป็นแผ่นกลมที่มีความหนา 5 มิลลิเมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ส่วนหมุดมีรูปร่างเป็นทรงกระบอกที่มีความยาว 20 มิลลิเมตร และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ชิ้นงานเหล็กกล้าไร้สนิมมาร์เทนซิติคและเหล็กกล้าเครื่องมือเย็นถูกนำไปชุบแข็งด้วยการอบที่อุณหภูมิ 1050 และ 1020 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามด้วยการเย็นตัวในอากาศ แล้วบำบัดเย็นด้วยไนโตรเจนเหลวที่อุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส ในส่วนของแผ่นจานถูกนำไปอบคืนไฟที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ส่วนหมุดนำไปอบคืนไฟที่อุณหภูมิ 150 300 450 และ 600 องศาเซลเซียส จากนั้นนำชิ้นงานไปตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคและค่าความแข็ง เตรียมผิวชิ้นงานสำหรับทดสอบการสึกหรอให้มีความหยาบผิวประมาณ 0.8 ไมครอน ทดสอบการสึกหรอด้วยเครื่องทดสอบพินออนดิสก์ โดยทดสอบที่แรงกด 10 และ 50 นิวตัน ระยะทาง 200-1,000 เมตร ตรวจสอบน้ำหนักที่สูญเสียไปจากการทดสอบการสึกหรอ ตรวจสอบผิวชิ้นงานภายหลังการทดสอบการสึกหรอด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโอ และหาอัตราการสึกหรอจากการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักที่สูญเสียไปกับระยะทางที่ทดสอบ ผลการศึกษาพบว่า โครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้าไร้สนิมมาร์เทนซิติคและเหล็กกล้าเครื่องมือเย็นภายหลังจากการชุบแข็งและอบคืนไฟประกอบไปด้วยเทมเปอร์มาร์เทนไซต์ คาร์ไบด์ปฐมภูมิและคาร์ไบด์ทุติยภูมิ ซึ่งปริมาณของคาร์ไบด์ทุติยภูมิเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิในการอบคืนไฟที่เพิ่มขึ้น ผลการทดสอบค่าความแข็งที่ได้ภายหลังจากการอบคืนไฟพบว่าค่าความแข็งที่ได้มีค่าลดลงตามอุณหภูมิในการอบคืนไฟที่สูงขึ้น จากการทดสอบการสึกหรอพบว่าแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างการทดสอบมีค่าลดลงตามอุณหภูมิอบคืนไฟของหมุดที่เพิ่มขึ้น และคู่การทดสอบเหล็กกล้าไร้สนิมมาร์เทนซิติคมีอัตราการสึกหรอสูงกว่าคู่ทดสอบเหล็กกล้าเครื่องมือเย็น เมื่อพิจารณาปริมาตรที่สูญเสียไปพบว่าคู่ทดสอบเหล็กกล้าไร้สนิมมาร์เทนซิติคที่หมุดผ่านการอบคืนไฟที่ 600 องศาเซลเซียส มีปริมาตรการสูญเสียมากที่สุด และคู่ทดสอบเหล็กกล้าเครื่องมือเย็นที่หมุดผ่านการการอบคืนไฟที่ 150 องศา

เซลเซียส มีปริมาตรการสูญเสียไปต่ำที่สุด อัตราการสึกหรอของหมุดและแผ่นจานเพิ่มขึ้นเมื่อค่าความแข็งของหมุดลดลง พื้นผิวการสึกหรอที่พบหลังจากการทดสอบแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าที่แรงกด 10 นิวตัน หมุดเหล็กกล้าไร้สนิมมาร์เทนซิติคที่ผ่านการอบคืนไฟที่ 150 องศาเซลเซียส เกิดการสึกหรอแบบยึดติด และหมุดที่ผ่านการอบคืนไฟที่ 300 และ 450 องศาเซลเซียส เกิดการสึกหรอแบบยึดติดและแบบขูดขีด ส่วนหมุดที่ผ่านการอบคืนไฟที่ 600 องศาเซลเซียส เกิดการสึกหรอแบบแบบขูดขีด ส่วนหมุดเหล็กกล้าเครื่องมือเย็นทั้งหมด พบการสึกหรอแบบยึดติด โดยพื้นผิวการสึกหรอปรากฏการเชื่อมติดกันของวัตถุเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิการอบคืนไฟ และเมื่อทดสอบที่แรงกด 50 นิวตัน ทั้งในกรณีหมุดเหล็กกล้าไร้สนิมมาร์เทนซิติค และหมุดเหล็กกล้าเครื่องมือเย็นพบว่าลักษณะพื้นผิวเป็นการสึกหรอแบบขูดขีดในทุกๆชิ้นงานโดยความรุนแรงในการสึกหรอค่อยๆเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิในการอบคืนไฟที่เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาถึงขนาดอนุภาคของการสึกหรอเห็นได้ชัดเจนว่าเหล็กกล้าไร้สนิมมาร์เทนซิติคมีขนาดอนุภาคจากการสึกหรอใหญ่กว่าเหล็กกล้าเครื่องมือเย็น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมโลหการ ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2556 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

DARARAT ARPARJIRASAKUL : WEAR RESISTANCE OF AISI 440C MARTENSITIC STAINLESS STEEL AND AISI D2 COLD WORK TOOL STEEL. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. USANEE KITKAMTHORN, Ph.D., 81 PP.

WEAR/COLD WORK TOOL STEEL/MARTENSITIC STAINLESS STEEL

This research studied 1) wear rates of the cold work tool steel AISI D2 and martensitic stainless steel AISI 440C, 2) relationship between wear rates and hardness values, and 3) relationship between wear rates and microstructures of the quenched and tempered steels. Disc and pin samples of both steels were machined. The thickness and diameter of discs were 5 mm, and 25 mm, respectively where as those of pins were 20 mm, and 5 mm, respectively. All AISI 440C and D2 samples were austenitized for an hour at 1050°C, and 1020°C, respectively. The samples were then cooled in air and sub-zero treated with liquid nitrogen at -196°C. All discs were further tempered at 600°C. Pins were tempered at 150, 300, 450, and 600°C. The treated pins and discs were ground and the surface roughness was controlled at 0.8 μm. Wear tests were carried out using pin-on-disc wear testing apparatus. Test loads were 10 and 50 N. Testing distances were 200-1,000 m. Weight losses were determined. Worn surfaces were investigated by stereoscopic microscope. Wear rates were obtained from the plots of wear volumes versus sliding distances in each test condition. Microstructure and hardness were also studied. The results showed that microstructure of AISI 440C and D2 after quenching and tempering consisted of tempered martensite, primary carbides, and secondary carbides. Volume and number

of secondary carbides increased with an increase of tempering temperature. Therefore, hardness decreased with tempering temperature. Friction forces occurred during pin-on-disc tests were recorded. It was found that friction forces decreased with an increase of pin tempering temperature. Wear rates of AISI 440C were higher than those of AISI D2. The highest volume loss was found in the test using AISI 440C pin tempered at 600°C. The lowest volume loss was found in the test using AISI D2 pin tempered at 150°C. Wear rate of pin and disc increased when the hardness of pin decreased. Worn surface of AISI 440C after wear testing at 10 N loading showed adhesive wear in pin tempered at 150°C, mixed of adhesive and abrasive wears in pin tempered at 300 and 450°C, and abrasive wear in pin tempered at 600°C. In case of AISI D2, all samples showed adhesive wear. After wear testing using 50 N loading, all pins of AISI 440C and D2 revealed abrasive wear. Severe wear occurred in pin tempered at high temperature and wear debris of AISI 440C were larger than those of D2.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Metallurgical Engineering Student's Signature_____

Academic Year 2013 Advisor's Signature_____