บทคัดย่อ

T 146692

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงอิทธิพลของโครงสร้างต่อความต้านทานการสึกหรอของเหล็กกล้าแมงกานีสสูง ซึ่งมีส่วนผสมหลักทางเคมีประกอบด้วย 1.15%C, 13%Mn และ 0.5%Si โดยทำการทดสอบความต้านทานการสึกหรอด้วยวิธี Jaw Crusher Test ตามมาตรฐาน ASTM G81-97 ชิ้นทดสอบที่มีโครงสร้างแตกต่างกันได้จากการแปรปริมาณเศษเหล็กกล้าแมงกานีสสูงที่ใช้ในการหลอม การแปรอุณหภูมิเท การแปรอุณหภูมิอบชุบ และการแปรอัตราการเย็นตัวหลังอบชุบ

ขั้นตอนในการวิจัยประกอบด้วยการหลอมเหล็กกล้าแมงกานีสสูงด้วยเตาไฟฟ้าเหนี่ยวนำ และเทลงในแบบหล่อทรายCO_2 โดยเทชิ้นงานที่อุณหภูมิ 1,470°C และ1,430°C ใช้ปริมาณเศษเหล็กกล้าแมงกานีสสูงในการหลอม 0%, 40% และ 80%โดยน้ำหนัก ชิ้นทดสอบทั้งหมดถูกนำไปศึกษาโครงสร้างมหภาค โครงสร้างจุลภาค และทดสอบความแข็งในสภาพหล่อ จากนั้นจะนำไปอบที่ 1,050°C และ 1,150°C และให้เย็นตัวที่อัตราการเย็นตัวแตกต่างกัน โดยใช้สารชุบต่างชนิดกัน คือ น้ำ น้ำมัน และอากาศ ทั้งนี้เพื่อให้ได้โครงสร้างที่แตกต่างกัน จากนั้น ศึกษาโครงสร้างจุลภาค และทดสอบความแข็งทั้งก่อนและหลังทดสอบความต้านทานการสึกหรอ

โครงสร้างมหภาคภาคตัดขวางของชิ้นทดสอบในสภาพหล่อ ประกอบด้วย 3 บริเวณ คือ ชิลล์ คอลัมน่า และอิควิแอคซ์ และจากการศึกษาโครงสร้างจุลภาค พบว่า ในบริเวณชิลล์นั้น ทุกชิ้นงานมีขนาดใกล้เคียงกัน เกรนในบริเวณคอลัมน่ามีความยาวโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 4.73 มม. ส่วนขนาดเกรนโดยเฉลี่ยในบริเวณอิควิแอคซ์เพิ่มขึ้น 1.5 มม. ปริมาณสารมลทินโดยเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 0.65% เป็น 1.15% ต่อพื้นที่ และยังพบว่าปริมาณคาร์ไบด์โดยเฉลี่ยในแต่ละบริเวณมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ที่

ประมาณ 3.53% ต่อพื้นที่ เมื่อเพิ่มปริมาณเศษเหล็กกล้าแมงกานีสสูงที่ใช้ในการหลอมจาก 0% เป็น 80% โดยน้ำหนัก

ขนาดเกรนของชิ้นทดสอบขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเท กล่าวคือ เมื่อเทชิ้นทดสอบที่ 1,430°C และ 1,470°C ขนาดเกรนโดยเฉลี่ยในบริเวณอิควิแอคซ์มีค่า 0.22 มม. และ 1.22 มม. ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าชิ้นทดสอบซึ่งอบที่ 1,150°C มีขนาดเกรนและขนาดคาร์ไบด์โตขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับ ชิ้นทดสอบที่ผ่านการอบที่1,050°C สำหรับคาร์ไบด์โดยเฉลี่ยที่เกิดขึ้นตามขอบเกรนและภายในเกรนหลังอบชุบนั้นมีปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 0.02% เป็น 3.6% ต่อพื้นที่ เมื่อเปลี่ยนสารชุบจากน้ำเป็นอากาศ

จากการทดสอบความแข็ง พบว่า เมื่อขนาดเกรนโดยเฉลี่ยเล็กลง จาก 2.72 มม. เป็น 1.22 มม. ค่าความแข็งโดยเฉลี่ยหลังอบชุบเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 11.25 และ เมื่อชิ้นทดสอบมีปริมาณคาร์ไบด์โดยเฉลี่ยที่เกิดขึ้นหลังอบชุบเพิ่มขึ้นจาก 0.02% เป็น 3.6% ต่อพื้นที่ ค่าความแข็งโดยเฉลี่ยจะเพิ่มสูงขึ้นคิดเป็นร้อยละ4.85 นอกจากนี้ยังพบว่าหลังทดสอบความต้านทานการสึกหรอ ชิ้นทดสอบมีค่าความแข็งที่ผิวเพิ่มขึ้น และค่อย ๆ ลดลงจนกระทั่งมีค่าเท่าเดิมที่ระยะห่างจากผิว 2 มม.

ผลการทดสอบความต้านทานการสึกหรอพบว่า เมื่อชิ้นทดสอบมีขนาดเกรนโดยเฉลี่ยเล็กลงจาก 2.72 มม. เป็น 1.22 มม. ค่าอัตราการสึกหรอมีแนวโน้มลดต่ำลงจาก 2.404 เป็น 0.806 และเมื่อชิ้นทดสอบมีปริมาณคาร์ไบด์โดยเฉลี่ยที่ตกผลึกตามขอบเกรนหลังอบชุบเพิ่มขึ้นจาก 0.04% เป็น 3.6% ต่อพื้นที่ ค่าอัตราการสึกหรอมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 0.893 เป็น 1.183 นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อชิ้นทดสอบมีปริมาณสารมลทินโดยเฉลี่ยลดต่ำลงจาก 1.15% เป็น 0.5% ต่อพื้นที่ ค่าอัตราการสึกหรอมีแนวโน้มต่ำลงจาก 2.404 เป็น 0.806 ด้วยเช่นกัน

จากผลการทดลองที่กล่าวมาสรุปได้ว่าปริมาณเศษเหล็กกล้าแมงกานีสสูงที่ใช้ในการหลอม อุณหภูมิเท อุณหภูมิอบชุบ และอัตราการเย็นตัวหลังอบชุบ มีอิทธิพลต่อโครงสร้าง และความต้านทานการสึกหรอ กล่าวคือ เหล็กกล้าแมงกานีสสูงที่มีขนาดเกรนออสเตนไนท์เล็ก และปราศจากโครงสร้างคาร์ไบด์หลังอบชุบ มีความต้านทานต่อการสึกหรอดีที่สุด

Abstract

TE 146692

This research project investigates the influence of microstructure on wear resistance of high manganese steel containing 1.15% C, 13% Mn and 0.5% Si. Wear testing was carried out by simulating the process using a jaw crusher, conforming to ASTM G81-97 standard. Test specimen microstructures were achieved by varying the amount of scraps in charge materials, pouring temperature and by heat treatments.

The charges were melted in an induction furnace. Then the melt was poured in CO_2 sand molds at 1470 ^{o}C and 1430 ^{o}C pouring temperatures employing 0%, 40% and 80% high manganese scraps. The heat treatments used involved heating the sample at 1,050^{o}C and 1,150 ^{o}C followed by water, oil, and air quench. Microstructure examination and hardness testings were carried out in the as-cast, heat-treated and after wear test conditions.

The macrostructure of the castings consist of chill, columnar and equiaxed zones. The grain size in chill zone are almost the same in all castings. When the amount of the scraps in charge materials was increased from 0% to 80% the average lengths of columnar grains were found to increase 4.73 mm. The average equiaxed grain size was also found to decrease 1.5 mm. and the amount of impurity increase from 0.65% to 1.15% by unit area. The amount of carbide in as-cast condition were almost the same irrespective of %scrap.

The equiaxed grain sizes of the castings are dependent on pouring temperatures. At pouring temperatures of 1430 ^{o}C and 1470 ^{o}C, average grain sizes were found to be 0.2 mm. and 1.22 mm. respectively. At higher heat treatment temperature of 1,150 ^{o}C, the larger grain size and larger carbide were obtained than 1050 ^{o}C. Besides that, the amount of carbide after quenching was increased from 0.02% to 3.6% by unit area when the cooling rate decreased by using water and air quench respectively.

The hardness of as-quench specimen was found to be slightly dependent on %scrap. It increased about 11.25% when %scraps decreased from 80% to 0%.The hardness was also found to be slightly dependent on the amount of carbide.It increased about 4.85% when the amount of carbide decreased from 3.6% to 0.02% by unit area.

The result of wear resistance testing under the same condition showed that the wear ratio was found to decrease from 2.404 to 0.806 as average equiaxed grain size decreased from 2.72 mm. to 1.22 mm. The wear ratio was also found to increase from 0.893 to 1.183 as the amount grain boundary carbide after heat treatment increased from 0.04% to 3.6% by unit area. Finally the wear ratio was found to decrease from 2.404 to 0.806 as the amount of impurity increased from 0.22% to 1.15% by unit area.

It can concluded that the microstructure of high manganese steel i.e. grain size, amount of carbide and amount of inclusions have influence on gouging wear resistance. Smaller austenitic grain size, small amount of carbide and inclusions content were the best resisting wear.