รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง
การพัฒนาแท่งห้ามล้อสำหรับอุตสาหกรรมรถไฟไทย
Development of Brake Shoes for Thailand Railway

คณะนักวิจัย

ผศ.ดร. สมใจ จันทร์อุดม

ผศ.ดร. ประภาศ เมืองจันทร์บุรี

ผศ.ดร. นริศรา มหาธนินวงศ์

ผศ.ดร. เธียรศักดิ์ ชูชีพ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการแผนงานบูรณาการวิจัยและนวัตกรรม จากเงินงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประจำปีงบประมาณ 2561-2562

รหัสโครงการ ENG610407S

ล.๑๐

เลขหมู่.....

Bib Key..... 449590

..... 5 พ.ย. 2564 .....

เอกสารห้ามเผยแพร่

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้สนใจที่จะศึกษาและพัฒนาเหล็กหล่อฟอสฟอรัสสูงเพื่อผลิตเป็นแท่งห้ามล้อ จากการศึกษาข้อมูลพบว่าการรถไฟแห่งประเทศไทยมีการใช้แท่งห้ามล้อชนิด LV4 และ DR2 ประมาณ 150,000 แท่ง/ปี (485 บาท/แท่ง) แน่นอนว่าปัญหาของเรื่องคุณภาพและอายุการใช้งานของแท่งห้ามล้อมีผลต่อค่าใช้จ่ายของการรถไฟแห่งประเทศไทย โดยการพัฒนากระบวนการหล่อแท่งห้ามล้อมีเป้าหมายเพื่อปรับปรุงโครงสร้างจุลภาค ลดข้อบกพร่อง และปรับปรุงสมบัติเชิงกลให้มีความเหมาะสม เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเบรก ช่วยยืดอายุการใช้งานทั้งตัวแท่งห้ามล้อและล้อรถไฟ ช่วยลดงบประมาณด้านการซ่อมบำรุงของการรถไฟแห่งประเทศไทย

จากการทำงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าตัวแปรสำคัญคือ ส่วนผสมทางเคมี และการออกแบบแม่พิมพ์มีผลต่อโครงสร้างจุลภาค ปริมาณโพรงอากาศ ความแข็ง และการสึกหรอของแท่งห้ามล้อ การเติมธาตุฟอสฟอรัสลงไปในเหล็กหล่อในปริมาณที่สูงจะมีการฟอร์มตัวของเฟสสเตไดต์ (Fe_3P) ทำให้เหล็กหล่อมีความแข็งที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานลดลงซึ่งมีผลต่อระยะการเบรก การเติมคาร์บอนและสารอินนอคคูแลนต์ซิลิกอนประมาณ 0.3% จะช่วยในการฟอร์มตัวของแกรไฟต์ ซึ่งช่วยหล่อลื่นระหว่างการเบรกและลดการติดของแท่งห้ามล้อกับล้อรถไฟ

ในการออกแบบแม่พิมพ์ พบว่าการวางตำแหน่งของแผ่นเหล็กซับแรง (Back plate) ด้านบนหีบมีการเกิดโพรงอากาศที่สูงกว่าการวางแผ่นเหล็กซับแรงด้านล่างหีบหล่อ และอัตราส่วนพื้นที่หน้าตัดระหว่างทางรูเทและทางเข้า (A_s:A_g) ควรอยู่ในช่วง 1.2-1.6 และมีขนาดทางเข้าที่เหมาะสม จะให้ชิ้นงานที่มีคุณภาพดี และเพื่อความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์จะออกแบบให้รูล้นมีขนาดเล็กกว่าตามสัดส่วนที่เหมาะสม ซึ่งสามารถทำหน้าที่ชดเชยน้ำโลหะได้เฉพาะช่วงแรก คือ Liquid feeding และอุณหภูมิเทน้ำโลหะที่สูงกว่า 1,300°C จะมีโพรงหดตัวแบบท่อที่มากกว่าการเทน้ำโลหะที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งเกิดโพรงหดตัวขนาดเล็กกระจายตัวทั่วชิ้นงาน และการอบชุบเหล็กหล่อฟอสฟอรัสสูงที่อุณหภูมิ 800-930°C หลังการอบชุบโครงสร้างจุลภาคไม่ได้แปลงเปลี่ยนจากเดิม แต่มีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น

และแท่งห้ามล้อจากการผลิตในงานวิจัยนี้ที่เหมาะสมจะมีค่าความแข็งประมาณ 220±20HB มี %Porosity น้อยกว่า 8% และมีการสึกหรอประมาณ 3-4 g (ตาม ASTM G65)

Abstract

This reseach was to investigated and developed high phosphorous cast iron brake shoes. The investigations found that state railway of Thailand had been used LV4 and DR2 brake shoes of 150,000 pieces/year (485 Baht/piece), which there were quality and service life problems of these brake shoes and affecting the cost of state railway of Thailand. Therefore, this research focused on the development of brake shoe casting in order to improve their mechanical properties and microstructures, including reduce defects. In addition, the brake performane will increase and service life extend leading to decrease the maintanance cost.

This research found that chemical compositions and mold designs affected to microstructures, porosities, hardness, and wear of casting brake shoes. Adding high phosphorous into cast iron resulted in the formation of the Fe_3P phase. As a result, the hardness increased and the friction coefficient decreased, which affected the braking distance. On the other hand, the addition of carbon and 0.3%wt silicon inoculant contributed to form the graphites which lubricated during braking and reduce sticking between wheel and brake shoe.

It was found the back plate placed above the molding box was cavitatation higher than that of below the molding box. Cross-section area ratio between the sprue and the ingate (A_s:A_g) should be in the range of 1.2-1.6 and the ingate was suitable size. The brake shoe casting part had a good quality. In view of the economic worthiness, the riser should be designed in a smaller size and appropriate propotion. However, the riser could compensate the liquid metal in the first stage of liquid feeding. Pouring temperture of liquid metal at over 1,300°C had more tubular shrinkage cavities than that of lower poring temperature and small shrinkage cavity size distributed throughout the brake shoe casting part. On the other hand, the microstructures of high phosphorous cast irons did not change after heat treatment at temperature of 800-930°C, but their hardness increased.

This research could produce brake shoes with hardness of 220±20HB, porosity of 8% and wear of 3-4 g (according to the ASTM G65).

เอกสารห้ามเผยแพร่