

บทคัดย่อ

“การใช้เถ้าลอยเป็นสารตัวเติมแบบเสริมแรงร่วมกับพรีซิปิตเซชันในยางธรรมชาติ สำหรับงานด้านการสึกหรอแบบขัดถู”

ในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการใช้เถ้าลอยเป็นสารตัวเติมแบบเสริมแรงร่วมกับพรีซิปิตเซชันในยางธรรมชาติสำหรับงานด้านการสึกหรอแบบขัดถู โดยทำการศึกษาถึงอิทธิพลของปริมาณซิลิกาและขนาดอนุภาคเถ้าลอยที่มีต่อสมบัติการเสริมแรงในยางธรรมชาติ ทำการเตรียมยางคอมปาวด์ที่มีซิลิกาของเถ้าลอย 10-40 phr และใช้เถ้าลอยขนาดไม่เกิน 150 ไมครอน แล้วนำไปทดสอบสมบัติด้านทนแรงดึง ทนแรงฉีกขาด และความต้านทานการสึกหรอแบบขัดถู จากนั้นทำการศึกษาประสิทธิภาพการเสริมแรงของการใช้เถ้าลอยร่วมกับพรีซิปิตเซชันในยางธรรมชาติด้วยสัดส่วน 100:0 75:25 50:50 25:75 และ 0:100 รวมถึงศึกษาอิทธิพลของการปรับผิวพรีซิปิตเซชันด้วย โดยตรวจสอบคุณลักษณะการคงรูปยาง สมบัติทางกล สมบัติเชิงกลพลวัตด้วยเทคนิค Dynamic Mechanical Analysis (DMA) สมบัติไทรโบโลยีจากเครื่องไทรโบมิเตอร์แบบ Ball-on-Disc และสมบัติการสึกหรอแบบขัดถูจากเครื่องที่จัดสร้างขึ้น พบว่า ยางธรรมชาติที่เติมปริมาณซิลิกาของเถ้าลอยสูงขึ้นส่งผลต่อความทนแรงดึง ทนแรงฉีกขาด และความต้านทานการสึกหรอแบบขัดถูลดลง อย่างไรก็ตาม หากใช้ขนาดอนุภาคเถ้าลอยน้อยกว่า 25 ไมครอน ก็จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเสริมแรงให้ดีขึ้นได้ ยางธรรมชาติที่เติมซิลิกาถูกผสมระหว่างเถ้าลอยกับพรีซิปิตเซชันปริมาณ 10 phr เมื่อสัดส่วนของพรีซิปิตเซชันสูงขึ้นส่งผลให้สมบัติการคงรูปยางและสมบัติเชิงกลของยางไม่เปลี่ยนแปลงนักทั้งระบบไม่ปรับผิวและปรับผิวพรีซิปิตเซชัน ส่วนยางธรรมชาติที่เติมซิลิกาถูกผสมปริมาณ 40 phr ในระบบไม่ปรับผิวพรีซิปิตเซชัน เมื่อสัดส่วนของพรีซิปิตเซชันสูงขึ้นส่งผลให้สมบัติการคงรูปยางและสมบัติเชิงกลของยางด้อยลง แต่หากทำการปรับผิวพรีซิปิตเซชันจะสามารถช่วยปรับปรุงสมบัติต่างๆให้ดีขึ้นได้ โดยเฉพาะความทนแรงฉีกขาดและความต้านทานการสึกหรอดีกว่ายางธรรมชาติที่ไม่เติมสารตัวเติมด้วย ซึ่งสัดส่วนซิลิกาถูกผสมระหว่างเถ้าลอยกับพรีซิปิตเซชันที่เติมในยางธรรมชาติที่ให้สมบัติการเสริมแรงเหมาะสมคือ 25:75 โดยพิจารณาจากความทนแรงดึง ทนแรงฉีกขาด ความต้านทานการสึกหรอจากผ้าขัดและการทดสอบด้วยเครื่องไทรโบมิเตอร์แบบ Ball-on-Disc ตลอดจนการแสดงผลพฤติกรรมเสริมแรงของเถ้าลอยที่ใช้ร่วมกับพรีซิปิตเซชันจากเทคนิค DMA ด้วย การทดสอบด้วยเครื่องไทรโบมิเตอร์แบบ Ball-on-Disc ยังพบว่า ยางธรรมชาติที่เติมซิลิกาถูกผสมด้วยสัดส่วนพรีซิปิตเซชันที่สูงขึ้นส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางกับลูกบอลเหล็กเพิ่มขึ้นตามไปด้วย สำหรับการทดสอบสึกหรอแบบขัดถูด้วยเครื่องที่จัดสร้างขึ้น แสดงให้เห็นว่า สามารถนำยางธรรมชาติที่เติมซิลิกาถูกผสมระหว่างเถ้าลอยกับพรีซิปิตเซชันไปใช้งานด้านการสึกหรอแบบขัดถูได้เฉพาะกรณีที่เติมปริมาณซิลิกาถูกผสม 10 phr โดยยางที่สามารถต้านทานการสึกหรอแบบขัดถูบนผ้าขัดความหยาบผิวน้อยได้ดีเมื่อมีสัดส่วนพรีซิปิตเซชัน 50% โดยน้ำหนัก แต่เมื่อขัดถูบนผ้าขัดความหยาบผิวมากควรใช้สัดส่วนพรีซิปิตเซชัน 75% โดยน้ำหนัก

คำสำคัญ: เถ้าลอย ซิลิกา สารตัวเติมแบบเสริมแรง ยางธรรมชาติ การสึกหรอ

Abstract

“Use of Fly Ash as Co-reinforcing filler with Precipitated Silica in NR Vulcanizates for Abrasive Wear Applications”

This research work deals with the use of silica from fly ash (FASi) as co-reinforcing filler with precipitated silica (PSi) in natural rubber (NR) vulcanizates for abrasive wear applications. The effects of silica content and particle size of fly ash on the enhancement for properties of natural rubber were studied. The silica contents of fly ash were varied from 10-40 phr, and the fly ash particle size was less than 150 micron. The FASi-filled NR vulcanizates were investigated by tensile and tear properties, and abrasion resistance. Both fly ash and precipitated silica were mixed and loaded into NR compounds with the FASi:PSi weight fractions of 100:0 75:25 50:50 25:75 and 0:100 for studying the reinforcement performance of the vulcanizates. The effect of precipitated silica treatment was also interest. The FASi/PSi-filled NR vulcanizates were characterized in term of cure and mechanical properties, dynamic mechanical analysis (DMA), tribology properties using the Ball-on-Disc tribometer, and abrasive wear properties with a home-built abrader device. It was found that the incorporation of FASi decreased the tensile and tear properties, and abrasive wear resistance of NR compounds with increasing FASi. However, the rubber vulcanizates filled with fly ash particle size of less than 25 micron improved the reinforcing property. The adding FASi/PSi hybrid silica content of 10 phr had no noticeable effect on the cure and mechanical properties of the NR composites in both untreated and treated precipitated silica systems. At hybrid silica content of 40 phr, the cure and mechanical properties deteriorated with increasing untreated PSi to be introduced into the FASi/PSi-filled NR vulcanizates. There was improvement of the overall properties with using treated PSi, especially the tear strength and wear resistance of NR composites were better than the unfilled compounds. This article recommends 25:75 of FASi/PSi weight fraction to be filled into the NR compounds to achieve the optimum reinforcing properties by considering tensile and tear properties, and wear resistance from abrasive cloth and Ball-on-Disc tribometer. In addition, the reinforcing behavior of FASi/PSi-filled NR vulcanizates evidenced from DMA technique. The results from Ball-on-Disc tribometer can be observed that the coefficient of friction between rubber and steel ball increased with an increase in the PSi fraction of the FASi/PSi-filled NR composites. For the test with a home-built abrader device, it was obvious that NR compounds filled with fly ash and precipitated silica can be used for abrasive wear applications, this being the case only for the adding 10 phr hybrid silica content. The 50 and 75% PSi by weight fraction of the FASi/PSi hybrid silica to be introduced into rubber vulcanizates can be resistant to abrasive cloth with low and high surface roughness, respectively.

Keywords: Fly ash/Silica/Reinforcing filler/Natural rubber/Wear