

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของซีโอไลต์จากธรรมชาติต่อสมบัติการวัลคาไนซ์ สมบัติกายภาพเชิงกล และสมบัติการลามไฟของยางธรรมชาติ พบว่าการเติมซีโอไลต์ทำให้ระยะเวลาของกระบวนการวัลคาไนซ์ และความหนืดของยางคอมปาวด์เพิ่มขึ้น ส่วนสมบัติเชิงกลของยางพบว่าทั้ง tensile strength และ elongation at break ของยางคงรูปนั้นมีค่าต่ำลงเมื่อปริมาณซีโอไลต์เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่า modulus (100%, 300%, 500%) ของยางคงรูปพบว่าเมื่อปริมาณของซีโอไลต์เพิ่มขึ้นค่า modulus ก็มีค่าเพิ่มขึ้น สำหรับค่า hardness และค่า compression set มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับค่า modulus และจากการศึกษาสมบัติการลามไฟพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณซีโอไลต์ อัตราการลุกไหม้ของยางคงรูปลดต่ำลง โดยซีโอไลต์ที่เติมลงไปช่วยยับยั้งการลามไฟในลักษณะการเกิดเป็น char ใน condense phase ซึ่งช่วยลดการส่งผ่านความร้อน และออกซิเจน และนอกจากนี้จากการศึกษาสมบัติความเสถียรทางอุณหภูมิยังพบว่ายางที่เติมซีโอไลต์ที่มีปริมาณน้ำหนักระดับสูงจะเสถียรลงเมื่อปริมาณซีโอไลต์เพิ่มขึ้น

จากการศึกษาผลของการปรับปรุงสภาพผิวของซีโอไลต์จากธรรมชาติด้วยสารควบคู่ไซเลนต่อสมบัติการวัลคาไนซ์ สมบัติกายภาพเชิงกล การทนความร้อนและน้ำมันของยางธรรมชาติ โดยเลือกใช้ Bis-[3-(triethoxysilyl)-propyl]-tetrasulfide (Coupling 89) และ 3-Octanoylthio-1-propyltriethoxysilane (NXT) เป็นสารควบคู่ไซเลนที่ปริมาณ 2, 4 และ 8% โดยน้ำหนัก พบว่าการปรับปรุงสภาพผิวของซีโอไลต์โดยการเติมสารควบคู่ไซเลนทั้งสองชนิด ทำให้ความหนืดของยางคอมปาวด์ และ optimum cure time เพิ่มขึ้น ในขณะที่ scorch time ลดลง โดยความหนืดของยางคอมปาวด์ที่เติมซีโอไลต์ที่ปรับปรุงสภาพผิวด้วย Coupling 89 มีค่ามากขึ้นเมื่อปริมาณ Coupling 89 เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามปริมาณของ NXT ในการปรับปรุงสภาพผิวของซีโอไลต์นั้นไม่ส่งผลต่อสมบัติการวัลคาไนซ์ของยางคอมปาวด์อย่างเป็นนัยสำคัญ ชนิดและปริมาณของสารควบคู่ไซเลนในการปรับปรุงสภาพผิวของซีโอไลต์มีผลกระทบต่อสมบัติเชิงกลของยางโดยค่า Tensile strength, Modulus, Hardness และ Compression set มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณสารควบคู่ไซเลนทั้งสองชนิดเพิ่มขึ้น โดยค่า modulus มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณ Coupling 89 เพิ่มขึ้นถึง 4% และลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณเป็น 8% อย่างไรก็ตามพบว่าการปรับปรุงสภาพผิวของซีโอไลต์ด้วย NXT ให้ผลที่ดีกว่า Coupling 89 เนื่องจาก NXT ทำให้เกิดการกระจายตัวของซีโอไลต์จากธรรมชาติและเพิ่มอันตรกิริยาระหว่างยางกับซีโอไลต์ได้ดีกว่า

นอกจากนี้ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการใช้ซีโอไลต์ร่วมกับสารป้องกันการติดไฟอื่นๆ ได้แก่ aluminum trihydrate (ATH) และ intumescent flame retardant (IFR) จากผลการทดลองพบว่าเมื่อใช้ซีโอไลต์ร่วมกับ ATH อัตราการลุกไหม้จะต่ำลงและให้ค่าดีที่สุดในอัตราส่วนซีโอไลต์ต่อ ATH ที่ 20:80 phr แต่อย่างไรก็ตาม ยางที่เติมซีโอไลต์ร่วมกับ ATH ไม่สามารถจัดระดับการติดไฟตามมาตรฐาน UL94-V ได้ ในขณะที่ยางที่เติม ซีโอไลต์ร่วมกับ IFR สามารถจัดระดับการติดไฟตามมาตรฐาน UL94-V โดยที่ปริมาณของซีโอไลต์ที่ใช้ร่วมกับ IFR นั้นมีผลต่อการหน่วงไฟ ซึ่งจากการศึกษาที่ปริมาณต่างๆ (0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 phr) พบว่าที่อัตราส่วนการเติมซีโอไลต์ที่ปริมาณ 1.5 และ 2.0 ร่วมกับ IFR ที่ปริมาณ 60 phr สามารถจัดระดับการติดไฟที่ V-1 และที่อัตราส่วนการเติมซีโอไลต์ร่วมกับ IFR อื่นๆ ให้ค่าระดับการติดไฟที่ V-0 โดยจากการศึกษาด้วยเครื่อง cone calorimeter พบว่าซีโอไลต์มีกลไกการสลายตัวเมื่อโดนความร้อนต่างจาก IFR ซึ่งก่อให้เกิดการสร้าง char barrier ที่เสถียรต่อความร้อนมากกว่า

Abstract

In this research the effect of natural zeolite on cure characteristics, physical properties, mechanical properties and flammability of natural rubber was undertaken. It was found that the addition of natural zeolite leads to the increase in scorch time and viscosity of the rubber compounds. In terms of mechanical properties, tensile strength and elongation at break of vulcanized rubbers decrease with increasing natural zeolite loading. However, modulus of vulcanizates increases with the increase in zeolite content. Similar trend was observed in hardness and compression set. The addition of natural zeolite could decrease the burning rate of vulcanizates. Moreover, from the determination of thermal stability, it was found that the weight loss of vulcanizates decreases as natural zeolite increases.

Bis-[3-(triethoxysilyl)-propyl]-tetrasulfide (Coupling 89) and 3-Octanoylthio-1-propyltriethoxysilane (NXT) at 2, 4, 8% by weight were used as silane coupling agent for surface treatment of natural zeolite for using as filler in natural rubber application. Effect of amount and type of coupling agent on cure characteristics, physical, mechanical, thermal ageing properties and oil resistance of vulcanized rubbers was investigated. It was found that the surface treatment of natural zeolite by both silane coupling agents (Coupling 89 and NXT) gave the increase in the viscosity of rubber compound and optimum cure time, while the decrease in scorch time was obtained. Particularly, the viscosity of rubber compound increased when increasing Coupling 89. However, the amount of NXT showed no significantly effect on the cure characteristics properties of compound. Moreover the amount and type of silane coupling agent were found to influence the mechanical properties of vulcanized rubbers, as a result of the increase in the tensile strength, modulus, hardness as well as compression set of rubber vulcanizates with the increase in both silane coupling agents loading. It can be seen that the tensile modulus increased with increasing Coupling 89 content up to 4.0 wt% and then started to decrease at higher Coupling 89 loadings. It was found that natural zeolite treated with NXT greater improved mechanical properties of rubber vulcanizates than natural zeolite treated with Coupling 89. This might be attributed to the combined effects of better filler dispersion and stronger rubber-filler interaction

Study of the synergistic effect of natural zeolite in additives in fire retardant (FR) natural rubber based formulation, i.e., intumescent ammonium polyphosphate (APP)/pentaerythritol (PER) system and aluminum trihydrate (ATH) system has been conducted. It was observed that natural zeolite could lead to the decrease in the burning rate of the composites. It shows the optimum effect in the ratio of natural zeolite/ATH at 20/80. However, it could not be rated in UL94-V. Whereas, natural zeolite adducted in IFR system can be rated in UL94-V. The amount of natural zeolite loading appears to influence the extent of synergistic effect and, among the entire amount studied (0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 phr), 1.5 and 2.0 phr of natural zeolite in composites filled with 60 phr of IFR can be rated in V-1 while other compositions are rated in V-0. Measurement of the performances using the cone calorimeter puts forward that the natural zeolite causes different degradation of the intumescent material and thus the formation in fire of a more thermally stable coating.