บทคัดย่อ

202805

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสภาวะการผลิตและสมบัติของผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติที่มีเถ้าลอยเป็นสารเติมแต่ง โดยใช้เถ้าลอยจากแหล่งต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วยเถ้าลอยจากแม่เมาะ (จ.ลำปาง) ระยอง และบ้านโป่ง (ราชบุรี) วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ การหาความเป็นไปได้ของการใช้เถ้าลอยจากแหล่งต่าง ๆ ในประเทศไทยเป็นสารเสริมแรงในผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติ และหาวิธีการเตรียมเถ้าลอยแบบปรับปรุงผิวเพื่อเพิ่มสมบัติของยางธรรมชาติให้ดียิ่งขึ้น

ในระหว่างปีแรกเป็นการศึกษาปริมาณการเติมซิลิกาเกรดการค้าและซิลิกาของเถ้าลอยแบบไม่ปรับปรุงผิวลงในยางธรรมชาติที่ส่งผลต่อสมบัติการคงรูปยางและสมบัติด้านต่าง ๆ ของยางธรรมชาติ จากผลการทดลอง พบว่า ยางธรรมชาติที่การเติมซิลิกาเกรดการค้าในช่วง 0-30 phr ไม่ส่งผลกระทบต่อเวลาในการคงรูปยางและแรงบิดต่ำสุดและสูงสุด แต่เมื่อเติมซิลิกาเกรดการค้าปริมาณสูงขึ้นทำให้เวลาในการคงรูปยางและแรงบิดต่ำสุดและสูงสุดเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ ส่วนการเติมเถ้าลอยที่มีโครงสร้างซิลิกาเป็นองค์ประกอบอยู่นั้นส่งผลให้เวลาในการคงรูปยางและแรงบิดต่ำสุดและสูงสุดลดลงโดยเฉพาะที่มีการเติมซิลิกาปริมาณมาก ๆ ซึ่งสมบัติของยางธรรมชาติที่เติมเถ้าลอยนั้นให้สมบัติเทียบเท่ากับการเติมซิลิกาเกรดการค้าในช่วงปริมาณ 0-30 phr ส่วนการเติมซิลิกาปริมาณที่สูงกว่านี้ทำให้สมบัติของยางธรรมชาติที่เติมซิลิกาเกรดการค้าดีเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ ในขณะที่การเติมเถ้าลอยนั้นไม่ทำให้สมบัติของยางธรรมชาติเปลี่ยนแปลงไปมากนัก

ในปีที่สองเป็นการเลือกศึกษาการเติมซิลิกาของเถ้าลอยปริมาณ 30 และ 60 phr เพื่อใช้เป็นสารเสริมแรงในยางธรรมชาติ และเพิ่มสมบัติการคงรูปยางและสมบัติทางกลของยางธรรมชาติ โดยการปรับปรุงผิวเถ้าลอยด้วยการใช้สารคู่ควบทางเคมีคือ บิส-(3-ไตรเอธอกซีไซลิลโพรพิล) เตตระซัลเฟน (Si69) และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ในปริมาณต่าง ๆ จากการทดลอง พบว่า ยางธรรมชาติที่เติมเถ้าลอยแบบปรับปรุงผิวด้วย Si69 สามารถเพิ่มสมบัติของยางธรรมชาติให้ดีขึ้นอย่างน่าพอใจด้วยการเกิดพันธะ C-S ระหว่างโมเลกุลยางและสายโซ่เชื่อมไซลอกเซนกับเถ้าลอย ส่วนการเติมเถ้าลอยแบบปรับปรุงผิวด้วยสารละลาย NaOH ไม่ช่วยในการเพิ่มสมบัติทางกลของยางธรรมชาติเท่าไรนัก การเพิ่มขึ้นของสมบัติทางกลของยางธรรมชาติที่เติมเถ้าลอยเห็นได้อย่างชัดเจนเมื่อปรับปรุงผิวเถ้าลอยด้วยสารคู่ควบ Si69 ปริมาณน้อย ๆ ในช่วง 2.0-4.0 %โดยน้ำหนัก แต่หากใช้สารคู่ควบ Si69 ปริมาณมากขึ้นในช่วง 6.0-8.0%โดยน้ำหนัก กลับทำให้สมบัติทางกลของยางธรรมชาติลดลง ซึ่งเป็นผลจากการลดลงของปริมาณพันธะข้ามและการเกิดโครงสร้างพอลิไซลอกเซนที่อ่อนตัวจากปฏิกิริยาควบแน่นกันเองของสารคู่ควบ Si69 เนื่องจากสารคู่ควบ Si69 ไปรบกวนการเกิดพันธะข้ามด้วยซัลเฟอร์ และยางธรรมชาติที่เติมเถ้าลอยแบบปรับปรุงผิวด้วยสารละลาย NaOH แล้วตามด้วยสารคู่ควบ Si69 ไม่ช่วยทำให้สมบัติของยางดีขึ้น ดังนั้น การปรับปรุงผิวเถ้าลอยด้วยสารคู่ควบ Si69 ปริมาณ 2.0-4.0%โดยน้ำหนัก เพื่อเติมลงในยางธรรมชาติ จะช่วยทำให้ได้สมบัติของยางธรรมชาติเหมาะสมที่สุด นอกจากนี้การเติมเถ้าลอยจากแม่เมาะลงในยางธรรมชาติยังให้สมบัติทนทานต่อความร้อนได้ดีกว่าเถ้าลอยจากแหล่งอื่น ๆ ด้วย

จากสมบัติเด่นทางกลและสมบัติความเป็นอิลาสติกของยางธรรมชาติที่เติมเถ้าลอยนี้สามารถนำไปประยุกต์กับการผลิตผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติต่าง ๆ ได้ อาทิ ยางรองแท่นเครื่อง โอริง ปะเก็น เป็นต้น ขณะนี้ผลงานวิจัยจากโครงการนี้ได้ถูกนำไปดำเนินการวิจัยอย่างต่อเนื่อง โดยได้รับทุนสนับสนุนจาก สกว. ร่วมกับบริษัท คอมพาวด์ โปรเฟสชั่นแนล จำกัด เพื่อพัฒนาพอลิเมอร์ผสมระหว่างยางธรรมชาติกับยางเอ็นบีอาร์ที่มีเถ้าลอยเป็นสารเติมแต่งเพื่อขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โอริง

Abstract

202805

This research project studied the processing conditions and the properties of the fly ash filled natural rubber (NR) composites. In this work, the fly ash particles were obtained from three different sources, these including Mae Moh (Lampang), Rayong, and Banphong (Rajburi). The aim of this research was to seek possibilities of using fly ash from different sources in Thailand, as a reinforcing filler in natural rubber products and to discover the preparation methods of fly ash surface treatment for property development of the natural rubber composites.

In the first year of the work, untreated commercial silica and silica from fly ash loaded at different amounts into NR compounds and the cure characteristics and final properties were monitored. The results suggested that the cure time and minimum and maximum torques of NR compounds were unaffected by the commercial silica loadings from 0-30phr, and after these concentrations, the values progressively increased with commercial silica loadings. Using silica from fly-ash particles resulted in reductions of cure time and low minimum-maximum torques especially at high silica loadings, this being related to the silica structure within the filler. The vulcanizate properties of fly ash-filled vulcanizates were found to be similar to those of commercial silica-filled vulcanizates at silica contents of 0-30phr. Above these concentrations, the properties of the commercial silica-filled vulcanizates improved whereas those of the fly ash-filled compounds remained the same.

In the second year, the silica in fly ash particles of 30 and 60 phr were selected and incorporated as reinforcing filler in NR compounds, and the improvements of cure characteristics and mechanical properties of the fly ash-filled NR composites were carried out by surface treatment of the fly ash particles, this being carried out using various contents of bis-(3-triethoxysilylpropyl) tetrasulfane (Si69), as a chemical silane coupling agent, and sodium hydroxide (NaOH) solution. The results suggested that the Si69 coupling agent was a satisfactory property promoter in the fly ash-filled NR composites through C-S bonding with rubber molecules and siloxane linkages with fly ash particles. Using NaOH solution did not improve the mechanical properties of the composites. The mechanical properties of the fly ash-filled NR composites appeared to increase at low Si69 concentrations of 2.0-4.0%wt, but decreased at high Si69 loadings of 6.0-8.0%wt. The decrease in mechanical properties resulted from a reduction of crosslink density and a formation of flexible polysiloxane from the self-condensation reaction of the Si69. The presence of Si69 was observed to interfere with the sulphur crosslink formation. No synergetic effect on the properties of the rubber composites was observed when using a mixture of NaOH and Si69. It was recommended that concentrations of 2.0-4.0 %wt Si69 to be introduced into the fly ash-filled NR composites to achieve the optimum properties. Moreover, the heat aging properties of the NR composites with fly ash particles from Mae Moh were better than those with fly ash particles from the other sources.

Taking account the mechanical properties and elastic properties of the NR composites, the applications of the fly ash filled NR composites include rubber cushion, o-ring, gasket and so on. Currently, the results of this project have led to another research project which is financially supported by the TRF and the Compound Professional Co., Ltd to develop the fly ash filled NR/NBR blends for production of O-ring rubber products.