

53402219: สาขาวิชาวิทยาการและวิศวกรรมพอลิเมอร์

คำสำคัญ : ยางธรรมชาติ, ซิลิกาแบบตกตะกอน, ซิลิกาเจลแบบอินซิทู, พอลิเอทิลีน ไกลคอล

รศติญา รอดสันเทียะ : การศึกษาสมบัติการบ่มสุก สมบัติเชิงกลและสมบัติเชิงกล

พลวัตของยางธรรมชาติที่ผสมซิลิกาเจลแบบอินซิทูที่มีการปรับปรุงด้วยพอลิออล.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผศ.ดร. จันทรณ์ฉาย ทองปิ่น. 168 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเติม พอลิเอทิลีน ไกลคอล (PEG) ต่อสมบัติการบ่มสุก สมบัติเชิงกล สมบัติเชิงกลพลวัตของยางธรรมชาติที่ผสมซิลิกาเจลแบบอินซิทู(Si-gel)เปรียบเทียบกับซิลิกาแบบตกตะกอน (PSi) งานวิจัยครั้งนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 5 ตอน โดยตอนที่ 1 ศึกษาการเตรียมสารละลายโซเดียมซิลิเกตโดยการสกัดจากขี้เถ้าแกลบด้วยสารละลายเบส ตอนที่ 2 นำสารละลายโซเดียมซิลิเกตมาผสมกับน้ำยางธรรมชาติและทำการปรับ pH ให้เป็นกลาง เพื่อให้โซเดียมซิลิเกตเกิดเป็นซิลิกา จากนั้นตกตะกอนของผสมดังกล่าวจนกระทั่งได้ยางแห้งที่มีซิลิกาเจลผสมอยู่ปริมาณ 15 phr(15Si-gel/NR) เพื่อเปรียบเทียบกับระบบยางที่มีซิลิกาแบบตกตะกอน (15PSi/NR) ตอนที่ 3 ศึกษาผลของน้ำหนักโมเลกุลPEG ที่มีน้ำหนักโมเลกุลระหว่าง 200-1000 (PEG200-PEG1000) ต่อสมบัติการบ่มสุก สมบัติเชิงกล ของSi-gel/NR+PEG และ PSi/NR+PEG โดยปริมาณ PEG ที่สนใจคือ 2 phr ตอนที่ 4 ศึกษาผลของปริมาณ PEG1000 โดยปริมาณPEG1000 ที่ศึกษาคือ 0-15 phr ที่เติมลงใน Si-gel/NR และ PSi/NR ต่อสมบัติการบ่มสุกและสมบัติเชิงกล ตอนที่ 5 ศึกษาความเสถียรทางความร้อน ความต้านทานต่อการขีดถู และการวิเคราะห์สมบัติเชิงกลพลวัต (DMA) ของ15Si-gel/NR+PEG และ 15PSi/NR+PEG โดยปริมาณ PEG ที่สนใจศึกษาคือ 8 phr จากผลการทดลองพบว่าสามารถเตรียมสารละลายโซเดียมซิลิเกตจากเถ้าแกลบขาว ซึ่งเมื่อนำสารละลายโซเดียมซิลิเกตมาทำปฏิกิริยากับกรด พบว่ามี Si-gel เกิดขึ้น 2.81%โดยมวลต่อปริมาตร และเมื่อวิเคราะห์ความเป็นรูพรุนของซิลิกาพบว่า Si-gel มีรูพรุนมากกว่า PSi ทั้งยังพบว่า Si-gel มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า PSi การเติม PEG ลงในยางพบว่าสามารถช่วยลดเวลาในการไหลและเวลาทรงรูปในขณะที่ช่วยเพิ่มค่าแรงบิดสูงสุดและผลต่างแรงบิด การใช้ PEG น้ำหนักโมเลกุลต่ำส่งผลให้ยางมีความหนาแน่นของพันธะเชื่อมขวางมากกว่าการใช้ PEG น้ำหนักโมเลกุลสูง เมื่อศึกษาการเพิ่มปริมาณ PEG1000 พบว่าค่าแรงบิดสูงสุดและผลต่างแรงบิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและเริ่มลดลงเมื่อเติมปริมาณมาก ในส่วนสมบัติเชิงกลพบว่า PEG1000 ส่งผลให้โมดูลัส ความต้านทานต่อแรงดึง ความต้านทานต่อการฉีกขาดและความแข็งที่ผิวเพิ่มขึ้นและเมื่อเปรียบเทียบความเสถียรทางความร้อนและความต้านทานต่อการขีดถู พบว่าการเติม PEG ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ช่วยให้ยางมีความเสถียรทางความร้อนและความต้านทานต่อการขีดถูมากกว่าการใช้ PEG ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ในส่วนของการศึกษาสมบัติเชิงกลพลวัตพบว่า ยางมีค่า storage modulus ใกล้เคียงกันยกเว้นในกรณีเติม PEG200 ลงในยางระบบ 15PSi/NR ทำให้ยางมี storage modulus ต่ำสุด ทั้งยังพบว่าการเติม PEG ช่วยให้ยางธรรมชาติที่มีการเสริมแรงด้วย Si-gel ยังให้ค่า Tg สูงกว่าระบบที่เติม PSi การศึกษาโครงสร้างสัณฐานพบว่าระบบ 15Si-gel/NR มีการกระจายตัวของซิลิกาดีกว่าระบบ 15PSi/NR

ภาควิชาวิทยาการและวิศวกรรมวัสดุ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ปีการศึกษา 2555

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

53402219 : MAJOR : POLYMER SCIENCE AND ENGINEERING

KEY WORD : NATURAL RUBBER, PRECIPITATED SILICA, IN-SITU SILICA GEL

RATTIYA RODSUNTHIA: STUDY OF CURE CHARACTERISTICS, MECHANICAL PROPERTIES AND DYNAMIC MECHANICAL PROPERTIES OF POLYOL MODIFIED NR CONTAINING SILICA GEL IN-SITU.

THESIS ADVISOR: ASST.PROF. DR.CHANCHAI THONGPIN. 168 pp.

This research was aimed to investigate cure characteristics, mechanical properties, thermal aging resistance, dynamic mechanical property and morphology of natural rubber (NR) containing silica gel in-situ (Si-gel/NR) and precipitated silica (PSi) which was modified with polyethylene glycol (PEG). There are five sections in this study. The first section, preparation of sodium silicate solution by using the extraction method, which was involved dissolving silica in RHA with alkali solution to form sodium silicate solution. The second section was preparation of Si-gel in-situ reinforced NR. The third section was studied the effect of PEG molecular weight, the types of PEG used for modification were varied by their molecular weight from 200 to 1000 at 2 phr with respect to NR. In the fourth section was interested PEG that has molecular weight 1000 (PEG1000) in varied by their content from 0-15 phr and finally section was studied in thermal aging resistance, abrasion resistance and interaction between Si-gel and rubber chain by using dynamic mechanical analysis of rubber vulcanizates. The types of PEG used for modification were PEG200 and 1000 at 8 phr. The content of Si-gel and precipitated silica (PSi) in the composite, in this study, was 15 phr with respect to NR. The PEG was mixed after mastication of NR and silica, or Si-gel/NR, on a two roll mill. From cure characteristic property of the compound, it was shown that the addition of PEG can reduce scorch time and cure time, whereas maximum torque and torque difference were enhanced due to the increased in crosslink density. It was also showed that the low molecular weight of PEG provided the highest crosslink density. Considering the secondary section, the results showed that the increasing of PEG1000 content resulted in the decreasing of scorch time and cure time. Maximum torque and torque difference were enhanced indicating the increased in crosslink density. It was also showed that the increasing of PEG1000 content provided the high crosslink density. It was not the case of Si-gel/NR+PEG for PEG1000 at 8 to 15 phr where maximum torque and torque difference were found to drop, that PEG could also act as a plasticizer in the system. In case of mechanical properties, it was indicated that modulus, tensile strength and tear strength were increased when PEG1000 was added to the composite. In the case of thermal aging resistance, rubber vulcanizate having PEG as silica modifier exhibit thermally stability upon heat treatment. It was also shown that having PEG with lower molecular weight, would be able to slow down the deterioration of mechanical properties in the vulcanizates upon heating. Furthermore, the SEM images demonstrated the morphology of composites was improved.

Department of Materials Science and Engineering

Student's signature

Thesis Advisor's signature

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2012

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จันทร์ฉาย ทองปิ่น อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางการวิจัย การวิเคราะห์ผลการวิจัยและการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนอบรมสั่งสอนและดูแลผู้วิจัยเปรียบเสมือนลูกหลานคนหนึ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านของภาควิชาวิทยาการและวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่เคยอบรมสั่งสอนให้ความรู้ และขอขอบคุณภาควิชาวิทยาการและวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่ให้โอกาสในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งการสนับสนุนทางด้านสถานที่ อุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์ ขอขอบคุณคุณพิณิจ เขียนระลึก นักวิทยาศาสตร์ ประจำภาควิชา สำหรับคำแนะนำและการอำนวยความสะดวกทางด้านการจัดหาวัสดุอุปกรณ์ และสารเคมี ขอขอบคุณคุณ ไพโรจน์ ตั้งศุภรวัช นายช่างเทคนิคประจำภาควิชา สำหรับความช่วยเหลือและการอำนวยความสะดวกทางด้านเครื่องมือและเครื่องจักร ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของภาควิชา สำหรับการอำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงานในทุกๆด้าน ขอขอบคุณบริษัทเจริญทัศน์ จังหวัดสมุทรปราการ ทั้งเจ้าของบริษัท ที่เจ้าหน้าที่ทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกทางด้านเครื่องมือและเครื่องจักร พร้อมทั้งดูแลผู้วิจัยอย่างดี เปรียบเสมือนเป็นลูกหลานคนหนึ่ง จนกระทั่งงานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณเงินทุนสนับสนุนงานวิจัย ทุกการศึกษา และทุนการนำเสนอผลงานวิจัย จาก ศูนย์ความเป็นเลิศแห่งชาติทางด้านปิโตรเลียม ปิโตรเคมี และวัสดุขั้นสูง และทุนอุดหนุนการวิจัย สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาโท จากภาควิชาวิทยาการและวิศวกรรมวัสดุ มหาวิทยาลัยศิลปากร ขอขอบคุณ ผศ.ดร.พูนทรัพย์ ตริภพนาถกุล อีกครั้งสำหรับความอนุเคราะห์เมทาบอลที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ขอขอบคุณ ดร.ศุภกิจ สุทธิเรืองวงศ์ ที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องการทดสอบ BET ขอขอบคุณบริษัทอินโนเวชั่นกรุ๊ป และบริษัท Reliance Technochem สำหรับความอนุเคราะห์สารเคมียาง ขอขอบคุณ คุณลุงยามประจำหอถล่มสโกโต มารดา นางสาวครุณี และนายเอกสิทธิ์ ที่คอยปลุกผู้วิจัยมาทำการทดลองและเดินทางไปยังสถานที่ต่างๆ ขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ นักศึกษาภาควิชาวิทยาการและวิศวกรรมวัสดุทุกท่านสำหรับความห่วงใย ความมีน้ำใจ ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา และที่ขาดไม่ได้ ขอขอบพระคุณบิดา มารดา เป็นอย่างยิ่ง สำหรับทุกสิ่งอย่างที่มีให้อย่างไม่สิ้นสุด จนกระทั่งงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี