

51402213 : สาขาวิชาวิทยาการและวิศวกรรมพอลิเมอร์

คำสำคัญ : ซิลิกาเจล อินสิท/ซิลิกา/ยางธรรมชาติ/

เขาวน ศรีเพชรดี : การศึกษาการใช้ซิลิกาเจลขนาดนาโนชนิดมีรูพรุน ที่สังเคราะห์จาก
เถ้าแกลบเพื่อเสริมแรงในยางธรรมชาติ โดยกระบวนการโซลเจล. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ :
ผศ.ดร.จันทร์ฉาย ทองปิ่น. 245 หน้า.

แกลบข้าวเป็นของเหลือจากภาคการเกษตรที่อุดมไปด้วยซิลิกาซึ่งเป็นสารเสริมแรง
สำคัญที่ใช้ในอุตสาหกรรมยาง ซิลิกาจากเถ้าแกลบสามารถสกัดให้อยู่ในรูปของสารละลายโซเดียม
ซิลิเกตได้ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสโดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ การปรับค่า pH ให้
เป็นกลางส่งผลให้สารละลายโซเดียมซิลิเกตที่ได้กลายเป็นซิลิกาเจล ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ใน
การเตรียมซิลิกาเจลที่มีรูพรุน โดยกระบวนการโซลเจล ซึ่งกระบวนการโซลเจลนี้เกิดพร้อมกับการ
จับตัวเป็นก้อนของเนื้อยางในน้ำยางธรรมชาติ ยางแห้งที่ได้จะมีการเสริมแรงด้วยซิลิกาเจลซึ่งอยู่ใน
ลักษณะของยางธรรมชาติที่แทรกตัวอยู่ใน โครงสร้างของซิลิกาเจล ผลคือยางที่ได้จะมีสมบัติพิเศษ
ในเรื่องคุณสมบัติเชิงกล และเชิงความร้อนที่สูงขึ้น นอกจากนี้ยังศึกษาในส่วนของการนำยางที่มี
การเสริมแรงด้วยซิลิกาเจลมาทำการเติมสารเสริมแรงร่วมอีก 2 ชนิดคือ ซิลิกาแบบตกตะกอนและ
เถ้าลอย ปริมาณสารคู่ควบโซลเจลที่มากเกินไปจะถูกใช้ป็นสารปรับปรุงพื้นผิวแก่ซิลิกาแบบ
ตกตะกอนและเถ้าลอย เอกลักษณะการบ่ม สมบัติเชิงกล โครงสร้างสัณฐานวิทยา และสมบัติทาง
กายภาพ จะถูกศึกษาในงานวิจัยนี้ พบว่าเวลาสก็อช เวลาในการบ่ม แรงบิดต่ำสุดและสูงสุดมีค่า
เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณซิลิกาเพิ่มขึ้น ส่วนกรณีที่เติมเถ้าลอยพบว่าเวลาสก็อช เวลาในการบ่ม แรงบิด
ต่ำสุดและสูงสุดมีค่าลดลง ค่ามอดูลัสที่ 100 และ 200 เปอร์เซ็นต์การดึงยึดของทั้งสองระบบมีค่า
เพิ่มขึ้น ค่าความต้านทานแรงดึงและแรงฉีกมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณซิลิกาแบบตกตะกอนที่ปรับปรุง
พื้นผิวเพิ่มขึ้น ส่วนในกรณีของการเติมเถ้าลอยที่ปรับปรุงผิวพบว่าค่าความต้านทานแรงดึงมีค่าลดลง
ส่วนค่าความต้านทานต่อแรงฉีกมีค่าเพิ่มขึ้นที่ปริมาณเถ้าลอยเป็น 10 phr อย่างไรก็ตามค่าความยาว
ณ จุดขาดมีค่าลดลงเนื่องมาจากผลของปริมาณซิลิกาและเถ้าลอย ภาพถ่ายจากกล้อง
จุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสดงให้เห็นถึงการกระจายตัวของซิลิกาในเมตริกซ์ของยาง และความเข้า
กันกับเมตริกซ์ยางของเถ้าลอยที่ได้รับการปรับปรุงผิว

ภาควิชาวิทยาการและวิศวกรรมวัสดุ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2553
ลายมือชื่อนักศึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

51402213 : MAJOR : POLYMER SCIENCE AND ENGINEERING

KEY WORDS : SI-GEL IN-SITU/ PRECIPITATED SILICA/ NATURAL RUBBER

CHAO SRIPETHDEE : THE STUDY OF NATURAL RUBBER REINFORCED BY NANO-POROUS SILICA GEL SYNTHESIZED FROM RICE HUSK ASH VIA SOL-GEL PROCESS. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. CHANCHAI THONGPIN,Ph.D. 245 pp.

Rice husk is a waste from the agricultural industries that is rich in silica, a substance important in reinforcing the compounding rubber. Silica from rice husk ash can be extracted in the form of sodium silicate solution at the temperature of 100 ° C in a sodium hydroxide solution to adjust pH to neutral resulting in sodium silicate solution has become a silica gel and sodium sulfate salt. This research is aimed to preparing nanoporous silica gel by the sol-gel process. The sol-gel process and the coagulation of rubber particles in natural rubber latex occurred simultaneously, then dried in a hot air oven at 60 ° C, this dry rubber is reinforced with silica gel (In-situ nanoporous silica gel/NR reinforcement), which is in the form of silica gel-natural rubber-silica gel cluster structure. The result is a vulcanized rubber that increased on the mechanical properties and thermal properties. Furthermore, this research also studies the application of rubber that is reinforced with silica gel to be additive with the other two types of reinforcement is a precipitated silica and fly ash, precipitated silica and fly ash was used as hybrid filler. The excess amount of silane coupling agent used to modify precipitated silica and fly ash would affect the second filler incorporating in the natural rubber. Treated and untreated, precipitated silica and fly ash would add into natural rubber reinforced by silica gel from rice husk ash via sol-gel process. Cure characteristics, mechanical properties, morphology and physical property of vulcanized rubber was studied in this work. Scorch time, cure time, minimum torque and maximum torque were increased with the amount of silica due to the good dispersion of treated precipitated silica affect to compatibility between silica particle and rubber matrix. In case of fly ash as filler was found that scorch time, cure time, minimum torque and maximum torque were decreased with amount of fly ash due to metal oxide in fly ash composition act as accelerator. Modulus at 100 and 200 %strain was increased with amount of both precipitated silica and fly ash. Tensile strength and tear strength were increased with amount of precipitated silica but decreased in case of fly ash. Tear strength was increased at the content of fly ash as 10 phr. However, elongation at break was decreased due to the effect of silica and fly ash content. SEM micrograph was shown that the good dispersion of silica in rubber matrix and compatibility of treated fly ash with natural rubber.

Department of Materials Science and Engineering Graduate School, Silpakorn University Academic Year 2010

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นไปได้ด้วยดี เป็นผลมาจากการได้รับความอนุเคราะห์จากหลากหลายฝ่าย ทั้งนี้ต้องขอขอบพระคุณ ภาควิชาวิทยาการและวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร สำหรับการสนับสนุนด้านเงินทุน อุปกรณ์ และห้องปฏิบัติการที่ใช้ในงานวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร สำหรับความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่อง SEM ขอขอบพระคุณกลุ่มวิจัย P-PROF สำหรับความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือในการทดสอบชิ้นงานตัวอย่าง และ บริษัทอินโนเวชั่นกรุ๊ป สำหรับความอนุเคราะห์ในการจัดหาสารเคมีบาง เพื่อใช้ในการดำเนินงานวิจัย

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จันทร์ฉาย ทองปิ่น ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ แนะนำแนวทางในการศึกษา วิเคราะห์ พร้อมให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ยิ่งด้วยความเอาใจใส่มาโดยตลอด ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงและขอระลึกถึงพระคุณของท่านอาจารย์ตลอดไป

กราบขอบพระคุณคณาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรมทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ คุณธรรมและศีลธรรมให้แก่ผู้ศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งคณาจารย์ภาควิชาวิทยาการและวิศวกรรมวัสดุทุกท่านที่เป็นเสมือนพี่ เสมือนบิดามารดา ที่ให้ความเมตตาอบรม สั่งสอน แก่ผู้ศึกษาตลอดระยะเวลาที่ศึกษา

ผู้วิจัยขอขอบคุณคุณพินิจ เจียนระลึก และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวิทยาการและวิศวกรรมวัสดุทุกท่านที่ให้ความสะดวกในการเบิกจ่ายวัสดุอุปกรณ์ และประสานงานในด้านต่างๆ ตลอดการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบคุณพี่น้องชาวศิลปากร สำหรับการใช้ชีวิตอยู่ร่วมกันอย่างมีความสุข ตลอดระยะเวลาในการศึกษาเล่าเรียน และขอขอบคุณสังคมแห่งศิลปากรที่ไม่มีที่ใดเหมือน ทำให้กระผมได้ใช้ชีวิตในบรรยากาศแห่งอิสรภาพ ที่รู้จักรับผิดชอบ

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบคุณครอบครัวและเครือญาติ ที่คอยส่งเสริมและให้โอกาสทางการศึกษา คอยเป็นที่ปรึกษาทางใจ ให้มีกำลังเข้มแข็งและพร้อมที่จะเผชิญกับปัญหา จนการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี