-7 SEP 1999

LIBRARY AND INFORMATION CENTER
MAHIDOL UNIVERSITY

A STUDY OF ABRASION RESISTANCE OF SILICA-FILLED NATURAL RUBBER AND ITS IMPROVEMENT

PROMSAK SA-NGUANTHAMMARONG

With compliments
of
มัตถุดิบวิทยาลัย ม.มหิดล

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
(POLYMER SCIENCE)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY
1999

TH
P2526
222

ISBN 974-662-758-9

COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY

311338 e.1

3936612 SCPO/M : MAJOR: POLYMER SCIENCE; M.Sc. (POLYMER SCIENCE)
KEY WORDS : NATURAL RUBBER/ BUTADIENE RUBBER/ ABRASION RESISTANCE/ FRICTION/ PRECIPITATED SILICA/ SILANE COUPLING AGENT

PROMSAK SA-NGUANTHAMMARONG: A STUDY OF ABRASION RESISTANCE OF SILICA-FILLED NATURAL RUBBER AND ITS IMPROVEMENT. THESIS ADVISORS: KRISDA SUCHIVA, Ph.D., ARUNEE TABTIANG, Ph.D., CHAKRIT SIRISINHA, Ph.D. 145 p. ISBN 974-662-758-9

Natural rubber (NR) is known for its superior mechanical properties, but its abrasion resistance is poorer than those of many synthetic rubbers, in particular that of butadiene rubber (BR). The abrasion resistance of silica-reinforced NR vulcanisate is of interest for many applications, such as sport shoes and rice-husk remover where technology of blending of rubbers (NR/BR and NR/NBR blends) is used to improve the abrasion resistance. The present thesis was undertaken in order to understand why the abrasion resistance of NR is inferior to that of BR and how the abrasion resistance of NR might be improved. Particular consideration was given to the factors which might affect abrasion resistance of silica-filled NR and comparative study of abrasion properties of silica-filled NR and BR vulcanisates.

The controlled adhesion between rubber and silica by using silane coupling agent was shown to have small effect on improvement of abrasion resistance of NR, both by pre-treatment and by modification during mixing. Hardness also had comparatively small effect on improvement of abrasion resistance of NR. Increase in hardness from 60 to 73 (Shore A) resulted in only about 20% improvement in abrasion resistance of NR.

In the study of abrasion resistance of NR in comparison with BR, there appeared to be no direct correlation between ultimate properties of the two rubbers and their abrasion resistances. The thermal oxidative degradation of rubbers during abrasion test and the reduction of molecular weight of rubbers during processing were found to have minor influence on the abrasion resistant value. The study of aged vulcanisate samples showed that the abrasion resistance of silica-filled NR vulcanisate was not only inferior to that of BR initially, but would also deteriorate faster during use.

The very good correlation between DIN volume loss and coefficient of friction of NR/BR blend and also SEM study of the abraded rubber surface led to the conclusion that surface friction of rubber appears to be the major factor determining abrasion properties of rubber. Attempts to improve the abrasion resistance of silica-filled NR vulcanisate by lowering surface friction through chlorination and use of external lubricant (Struktol WB 16) were made with little success. In the case of surface chlorination, no improvement was obtained, but the use of external lubricant yielded 13% improvement when as high as 10 phr of the lubricant was used.

3936612 SCPO/M : สาขาวิชา วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์; วท.ม. (วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์)

พร้อมศักดิ์ สงวนธำมรงค์: การศึกษาและปรับปรุงสมบัติความคงทนต่อการสึกกร่อนของยางธรรมชาติที่เสริมแรงด้วยซิลิกา (A STUDY OF ABRASION RESISTANCE OF SILICA-FILLED NATURAL RUBBER AND ITS IMPROVEMENT). คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: กฤษฎา สุชีวะ, Ph.D., อรุณี ทับเที่ยง, Ph.D., ชาคริต สิริสิงห, Ph.D. 145 หน้า.
ISBN 974-662-758-9

ยางธรรมชาติเป็นยางที่มีสมบัติเชิงกลที่ดีมาก แต่มีสมบัติความคงทนต่อการสึกกร่อนที่ต่ำกว่ายางสังเคราะห์ เช่น ยางบิวทาไดอีน สมบัติความคงทนต่อการสึกกร่อนของยางธรรมชาติที่เสริมแรงด้วยซิลิกา มีความน่าสนใจสำหรับการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมยางพื้นรองเท้ากีฬา และยางสีข้าว ซึ่งใช้เทคโนโลยียางผสมระหว่างยางธรรมชาติกับยางบิวทาไดอีน และยางธรรมชาติกับยางไนไตรล์ ในการปรับปรุงสมบัติความคงทนต่อการสึกกร่อน งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาให้เข้าใจว่าทำไมยางธรรมชาติจึงมีสมบัติความคงทนต่อการสึกกร่อนที่ต่ำกว่ายางบิวทาไดอีน โดยการวิจัยจะมุ่งเน้นไปที่ปัจจัยที่น่าจะมีผลต่อความคงทนต่อการสึกกร่อนของยางธรรมชาติที่เสริมแรงด้วยซิลิกา และศึกษาสมบัติความคงทนต่อการสึกกร่อนของยางธรรมชาติที่เสริมแรงด้วยซิลิกาเทียบกับยางบิวทาไดอีน

การควบคุมการยึดเกาะระหว่างยางกับซิลิกาโดยใช้สารประสานไซเลน ทั้งแบบทำปฏิกิริยากับซิลิกาก่อน และแบบทำปฏิกิริยาในระหว่างการผสมยาง พบว่าสามารถปรับปรุงสมบัติความคงทนต่อการสึกกร่อนได้เล็กน้อย ความแข็งของยางธรรมชาติ มีผลเล็กน้อยต่อสมบัติความคงทนต่อการสึกกร่อนของยางธรรมชาติ โดยที่การเพิ่มขึ้นของความแข็งจาก 60 ถึง 73 (Shore A) ทำให้ความคงทนต่อการสึกกร่อนของยางธรรมชาติเพิ่มขึ้น 20%

ในการศึกษาสมบัติความคงทนต่อการสึกกร่อนของยางธรรมชาติเทียบกับยางบิวทาไดอีน พบว่า สมบัติทางกายภาพของยางทั้งสองชนิดไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าความคงทนต่อการสึกกร่อน การเสื่อมสภาพของยางเนื่องจากอุณหภูมิและออกซิเจนขณะทำการทดสอบความคงทนการสึกกร่อน และการลดลงของน้ำหนักโมเลกุลของยางขณะผสมยาง มีผลต่อค่าความคงทนต่อการสึกกร่อนเพียงเล็กน้อย ผลการศึกษาตัวอย่างที่ผ่านการ aged ด้วยความร้อน พบว่านอกจากยางธรรมชาติที่เสริมแรงด้วยซิลิกาจะมีความคงทนต่อการสึกกร่อนต่ำกว่ายางบิวทาไดอีนแล้ว ยังมีการเสื่อมสภาพที่เร็วกว่าขณะการใช้งานด้วย

ความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างค่าความคงทนต่อสึกกร่อนของยางกับค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของยางผสมระหว่างยางธรรมชาติกับยางบิวทาไดอีน และการศึกษาพื้นผิวของยางที่ถูกขัดโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด ทำให้สามารถสรุปได้ว่าค่าความเสียดทานที่ผิวของยางเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดสมบัติความคงทนต่อการสึกกร่อนของยาง ความพยายามในการปรับปรุงสมบัติความคงทนต่อการสึกกร่อนของยางธรรมชาติที่เสริมแรงด้วยซิลิกา โดยการลดแรงเสียดทานที่ผิวของยาง ด้วยการทำปฏิกิริยาคลอริเนชัน และการใช้สารหล่อลื่น พบความสำเร็จเพียงเล็กน้อย ในกรณีของการปรับปรุงผิวโดยการทำปฏิกิริยาคลอริเนชันไม่สามารถปรับปรุงความคงทนต่อการสึกกร่อนได้ แต่ในกรณีของการใช้สารหล่อลื่น สามารถทำให้ความคงทนต่อการสึกกร่อนเพิ่มขึ้น 13% เมื่อใช้สารหล่อลื่น 10 ส่วนต่อยาง 100 ส่วน