A STUDY OF THERMAL OXIDATIVE AGEING IN NATURAL RUBBER (NR)

VORAPONG PIMOLSIRIPHOL

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
(POLYMER SCIENCE AND TECHNOLOGY)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY
2005

ISBN 974-04-6273-1
COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY

การศึกษาการเสื่อมสภาพของยางธรรมชาติ(ที่เชื่อมโยงด้วยพันธะซัลเฟอร์)ภายใต้การบ่มเร่งด้วยความร้อน
(A STUDY OF THERMAL OXIDATIVE AGEING IN NATURAL RUBBER (NR))

วรพงษ์ พิมลศิริผล 4536704 SCPO/M

วท.ม. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพอเมอร์)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : ชาคริต สิริสิงห, Ph.D. (RUBBER ENGINEERING), ปราณี ภิญโญชีพ, DOCTORAT DE L′ UNIVERSITE′ DU MAINE (POLYMER CHEMISTRY), พงษ์ธร แซ่อุย Ph.D. (RUBBER ENGINEERING)

บทคัดย่อ

โดยปกติแล้วการนำยางธรรมชาติไปผ่านกระบวนการทำให้สุกด้วยซัลเฟอร์จะช่วยปรับปรุงสมบัติของยางธรรมชาติได้ อย่างไรก็ตามถึงแม้จะนำยางธรรมชาติไปผ่านกระบวนการทำให้สุกด้วยซัลเฟอร์แต่ยางผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังไม่สามารถนำไปใช้งานภายใต้ความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะทำการศึกษาอิทธิพลของสารเคมีที่ใช้ในการผสมยางและสภาวะการใช้งานภายใต้การบ่มเร่งด้วยความร้อนต่อสมบัติของยางธรรมชาติที่ผ่านกระบวนการทำให้ยางสุกด้วยระบบซัลเฟอร์

ผลการทดลองในส่วนแรกพบว่า สมบัติของยางธรรมชาติที่ผ่านกระบวนการทำให้สุกด้วยระบบซัลเฟอร์จะขึ้นอยู่กับระบบที่ใช้ในการทำให้ยางสุกและสภาวะการบ่มเร่งด้วยความร้อน นอกจากนี้ยังพบว่าสมบัติของยางผลิตภัณฑ์ที่ได้จะขึ้นอยู่กับปริมาณการเชื่อมโยงของสายโซ่ของยางธรรมชาติที่เปลี่ยนแปลงขณะที่ยางธรรมชาติอยู่ภายใต้การบ่มเร่งดังกล่าว

ในการศึกษาส่วนที่สองเป็นการศึกษาอิทธิพลของสารยับยั้งการเสื่อมสภาพของพอลิเมอร์ต่อสมบัติของยางผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำให้สุกด้วยระบบซัลเฟอร์ภายใต้การบ่มเร่งด้วยความร้อน ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าสมบัติของยางธรรมชาติที่ผ่านกระบวนการทำให้ยางสุกด้วยระบบการคงรูปแบบดั้งเดิม (CV) ขึ้นอยู่กับชนิดของสารยับยั้งการเสื่อมสภาพของพอลิเมอร์ ขณะที่พบว่าสมบัติของยางธรรมชาติที่ผ่านกระบวนการทำให้ยางสุกด้วยระบบการ ไม่ขึ้นคงรูปแบบประสิทธิภาพ (EV) อยู่กับชนิดของสารยับยั้งการเสื่อมสภาพของพอลิเมอร์

ในส่วนสุดท้ายเป็นการศึกษาอิทธิพลของสารเสริมแรง (ซิลิกาและเขม่าดำ) ต่อสมบัติของของยางธรรมชาติที่ผ่านการทำให้สุกด้วยระบบซัลเฟอร์ภายใต้การบ่มเร่งด้วยความร้อน จากผลจากทดลองพบว่าเขม่าดำช่วยเร่งการเชื่อมโยงสายโซ่ยางธรรมชาติขณะที่ซิลิกาขัดขวางการเชื่อมโยงสายโซ่ยางธรรมชาติ นอกจากนี้ยังพบว่าสมบัติหลังผ่านการบ่มเร่งด้วยความร้อนดังกล่าวไม่ขึ้นกับชนิดของเขม่าดำ

108 หน้า ISBN 974-04-6273-1

A STUDY OF THERMAL OXIDATIVE AGEING IN NATURAL RUBBER (NR)

VORAPONG PIMOLSIRIPHOL 4536704 SCPO/M

M.Sc. (POLYMER SCIENCE AND TECHNOLOGY)

THESIS ADVISORS: CHAKRIT SIRISINHA, Ph.D. (RUBBER ENGINEERING), PRANEE PHINYOCHEEP, DOCTORAT DE L′ UNIVERSITE′ DU MAINE (POLYMER CHEMISTRY), PONGDHORN SAE-OUI, Ph.D. (RUBBER ENGINEERING)

ABSTRACT

Natural rubber (NR) has particularly been recognised in terms of its high green strength, low-temperature crystallisation and low hysteresis. However, NR has a main limitation in terms of poor thermal, oil and chemical resistances. A process known as vulcanisation, i.e., peroxide and sulphur, associated with the appropriate compounding ingredients can improve these negative properties of NR. Nevertheless, when sulphur-cured NR compounds are exposed to a thermal oxidative ageing environment, significant changes in physical and dynamic mechanical properties are observed. To overcome this problem, some compounding ingredients, e.g., antioxidants and reinforcing fillers are added to rubber mixes. Therefore, this study aims to investigate the influences of thermal oxidative ageing conditions and compounding ingredients on the ageing properties of sulphur-cured NR vulcanisates**.**

Results obtained from the part of the effect of ageing conditions show that types of curing systems (conventional vulcanisation, CV, and efficient vulcanisation, EV) and thermal oxidative ageing conditions (ageing temperature and time) affect the change of crosslink density, which strongly controls the ageing properties of NR vulcanisates. The thermal oxidative ageing dominantly causes the post-curing and chain-scission for CV and EV systems, respectively.

The second part focuses mainly on the antioxidant effect on ageing properties of NR vulcanisates. The results illustrate that the ageing properties of vulcanisates cured with a CV system depend strongly on types of antioxidants. By contrast, those cured with an EV system is independent of types of antioxidant.

Finally, the effect of reinforcing fillers (e.g., precipitated silica and carbon black) on ageing properties of NR vulcanisates was investigated. The results demonstrate that carbon black accelerates the curing process while precipitated silica retards cure. The ageing properties of carbon black filled-vulcanisates are independent of grade of carbon black.

KEY WORDS: NATURAL RUBBER / THERMAL OXIDATIVE AGEING / POST-CURING / CHAIN-SCISSION

108 P. ISBN 974-04-6273-1