

**INFLUENCE OF AROMATIC CONTENT IN RUBBER  
PROCESSING OILS ON VISCOELASTIC BEHAVIOUR AND  
MECHANICAL PROPERTIES OF RUBBER FOR TYRE TREAD  
APPLICATION**



**YOTWADEE CHOKANANDSOMBAT**

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

**2014**

Copyright by Mahidol University

**COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY**

INFLUENCE OF AROMATIC CONTENT IN RUBBER PROCESSING OILS ON VISCOELASTIC BEHAVIOUR AND MECHANICAL PROPERTIES OF RUBBER FOR TYRE TREAD APPLICATION

YOTWADEE CHOKANANDSOMBAT 5338859 SCPO/D

Ph.D. (POLYMER SCIENCE AND TECHNOLOGY)

THESIS ADVISORY COMMITTEE: CHAKRIT SIRISINHA, Ph.D. (RUBBER ENGINEERING), ALASTAIR M. NORTH, D.Sc. (POLYMER SCIENCE), PONGDHORN SAE-OUI, Ph.D. (RUBBER ENGINEERING)

ABSTRACT

In this research, an extensive study has been carried out on the aromatic and polycyclic aromatic (PCAs) contents in rubber processing oils (RPOs) that are capable of affecting different properties (i.e., cure characteristics, rheological properties and mechanical properties) of Styrene Butadiene Rubber (SBR), Butadiene Rubber (BR) and Acrylonitrile Styrene Butadiene Rubber (NSBR) products. Attention was paid to the compatibility between those RPOs that are used and the rubber matrices with different chemical natures.

Results obtained suggest that the variation of aromatic content in RPOs does not affect the bulk viscosity and cure characteristics of the three various rubbers. Due to the aromatic group of SBR and NSBR, the Payne effect is reduced with increased aromatic compounds and PCA contents in the RPOs. This implies that there is an enhancement in the degree of filler dispersion in the rubber compounds, which is due to the increasing compatibility between the RPO and the rubber matrix. In contrast, the compatibility between the RPOs and the BR matrix is relatively low. Furthermore, the variation of aromatic and PCA contents in the RPOs affects properties sensitive to the interaction between aromatic groups in the polymer and those in the RPOs. Both SBR and NSBR vulcanisates provide an increase in tensile strength, elongation at break, and tear strength point with increasing aromaticity of the RPOs, while these properties are comparable for all BR compounds. Regarding the hardness, modulus at 100% strain, abrasion resistance, and compression set, the aromatic and PCA contents in the RPOs play an insignificant role on these properties of all three rubbers. Additionally, the wet grip, dry grip, and rolling resistance performances are not significantly affected by aromatic content and PCA content in the RPOs.

KEY WORDS: RUBBER PROCESS OIL/ AROMATIC OIL/ CURE CHARACTERISTIC/ VISCOELASTIC BEHAVIOUR/ MECHANICAL PROPERTIES

247 pages

อิทธิพลของปริมาณอะโรมาติกในน้ำมันอะโรมาติกต่อสมบัติวิสโคอิลาสติกและสมบัติเชิงกลของยางเพื่อการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมยางล้อ

INFLUENCE OF AROMATIC CONTENT IN RUBBER PROCESSING OILS ON VISCOELASTIC BEHAVIOUR AND MECHANICAL PROPERTIES OF RUBBER FOR TYRE TREAD APPLICATION

ยศวดี โชคอนันต์สมบัติ 5338859 SCPO/D

ปร.ค. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพอลิเมอร์)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ชาคริต สิริสิงห์, Ph.D. (RUBBER ENGINEERING), อลาสแตร์ เอ็ม. นอร์ท, D.Sc. (POLYMER SCIENCE), พงษ์ธร แซ่ฮุย, Ph.D. (RUBBER ENGINEERING)

#### บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของปริมาณอะโรมาติกคาร์บอนและปริมาณพอลิไซคลิกอะโรมาติก (PCA) ในน้ำมันช่วยกระบวนการแปรรูปยาง (Rubber process oil; RPO) ที่มีต่อสมบัติด้านต่างๆของยางที่มีโครงสร้างอะโรมาติกเป็นองค์ประกอบ ซึ่งได้แก่ ยางสไตรีน-บิวตะไดอิน (SBR) ยางที่ไม่มีโครงสร้างอะโรมาติกเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ ยางบิวตะไดอิน (BR) และ ยางมีซิวและมีโครงสร้างอะโรมาติกเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ ยางอะครีโลไนไตรล์-สไตรีน-บิวตะไดอิน (NSBR) โดยทำการศึกษาอิทธิพลต่อทั้งสมบัติการขึ้นรูป สมบัติวิสโคอิลาสติก ตลอดจนสมบัติเชิงกลของยางวัลคาไนซ์ ทั้งนี้เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมยางล้อ

จากผลการทดลองที่ได้ พบว่า ปริมาณอะโรมาติกและพอลิไซคลิกอะโรมาติกที่เปลี่ยนแปลงไป ไม่มีอิทธิพลต่อ ความหนืดและพฤติกรรมการสูกตัวของยางคอมพาวด์ทั้งสามชนิด นอกจากนี้ การแตกตัวของสารตัวเติมในยางคอมพาวด์ SBR และ NSBR มีแนวโน้มที่ดีขึ้นเมื่อปริมาณอะโรมาติกในน้ำมันเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เชื่อว่าเกิดจากความเข้ากันได้ระหว่างน้ำมันกับยางที่เพิ่มขึ้น อันเนื่องมาจากความเข้ากันได้ระหว่างหมู่อะโรมาติกในยาง SBR และ NSBR กับหมู่อะโรมาติกในน้ำมัน ในทางกลับกันเมื่อปริมาณอะโรมาติกและ PCA เปลี่ยนแปลงไป การแตกตัวของสารตัวเติมในยาง BR กลับลดลงเล็กน้อย เนื่องจากความเข้ากันได้ระหว่างยาง BR กับน้ำมันนั้นต่ำกว่า นอกจากนี้การปรับเปลี่ยนปริมาณอะโรมาติกในน้ำมันช่วยกระบวนการแปรรูปยาง ยังส่งผลต่อสมบัติเชิงกลบางอย่างของยาง กล่าวคือทั้งยางวัลคาไนซ์ SBR และ NSBR จะมีความทนต่อแรงดึง การยืดตัว ณ จุดที่ขาด และความทนต่อการฉีกขาดที่ดีขึ้น ในขณะที่ยางวัลคาไนซ์ BR จะมีสมบัติเชิงกลเหล่านี้ที่ใกล้เคียงกันเมื่อปริมาณอะโรมาติกในน้ำมันเพิ่มขึ้น ในกรณีของสมบัติเชิงกลอื่นๆ เช่น ความแข็ง โมดูลัสที่ 100% ความเครียด ความต้านทานต่อการขีดถู และ ค่าการเสียดจลน์จากแรงกดอัด พบว่าปริมาณอะโรมาติกและพอลิไซคลิกอะโรมาติกที่เปลี่ยนแปลงไป ไม่ส่งผลต่อสมบัติเชิงกลเหล่านี้ในยางวัลคาไนซ์ทุกชนิด นอกจากนี้ ความต้านทานการหมุน (Rolling resistance) การยึดเกาะถนนบนพื้นเปียก (Wet grip) และการยึดเกาะถนนบนพื้นแห้ง (Dry grip) ปริมาณอะโรมาติกและ PCA ที่เปลี่ยนแปลงไป จะไม่ส่งผลต่อคุณสมบัติเหล่านี้ของยางวัลคาไนซ์ทุกชนิดเช่นกัน