



20 MAR 1992

**A STUDY TO DEVELOP THERMOPLASTIC ELASTOMERS FROM  
NATURAL RUBBER AND PLASTIC BLENDS**

วิทยานิพนธ์การ  
จาก  
มหาวิทยาลัยมหิดล

WANNEE SURANGSOPON

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF  
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE  
(POLYMER SCIENCE)**

**IN  
FACULTY OF GRADUATE STUDIES  
MAHIDOL UNIVERSITY**

1991

18374

ชื่อวิทยานิพนธ์	การศึกษาเพื่อพัฒนาอย่างเทอร์โมพลาสติกจาก ยางธรรมชาติผสมพลาสติก
ผู้วิจัย	วราณี สุรางค์โสภณ
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรพอลิเมอร์)
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์	กฤษฎา สุชีวะ, Ph.D. Frederick Henry Axtell, Ph.D. อรพินท์ เผ่าวิบูล, Dr.rer.nat.
วันที่สำเร็จการศึกษา	18 กันยายน พ.ศ. 2534

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการเตรียมและสมบัติของพอลิเมอร์ผสมจากยางธรรมชาติ และ โพลีไพพรพิลีน โดยมุ่งเน้นที่จะพัฒนาพอลิเมอร์ผสมดังกล่าวให้เป็นยางเทอร์โมพลาสติก จึงได้ศึกษาตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อสมบัติของพอลิเมอร์ผสมดังกล่าวซึ่งได้แก่ ชนิดของโพลีไพพรพิลีน, ความหนืดของยางธรรมชาติ, วิธีการผสม, คุณสมบัติของการผสม, อัตราส่วนของ ยางธรรมชาติ และ โพลีไพพรพิลีน, ชนิด และ ปริมาณของตัวเชื่อมโยงโมเลกุล, อุณหภูมิ และ เวลาที่ใช้ในการขึ้นรูป นอกจากนี้ยังได้ศึกษาโครงสร้างทางฟิสิกส์, สมบัติการไหลของพอลิเมอร์ผสมดังกล่าว และ การคอมพิวเตอร์พอลิเมอร์ผสมดังกล่าวนี้เพื่อนำไปใช้งานด้านการทำพื้นรองเท้า

จากการศึกษาพบว่า การเตรียมพอลิเมอร์ผสมจากยางธรรมชาติ และ โพลีไพพรพิลีน เพื่อให้ได้สมบัติที่ดีควรใช้โพลีไพพรพิลีนชนิดที่เป็นพอลิเมอร์ร่วม และ ยางธรรมชาติ TIR 5L การผสมควรทำที่อุณหภูมิ 175°C โดยการหลอมโพลีไพพรพิลีนก่อนใส่ยางธรรมชาติ แล้วจึงผสมต่อประมาณ 5-7 นาที ซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของ ยางธรรมชาติ และ โพลีไพพรพิลีน พอลิเมอร์ผสมจะมีความแข็งแรงและแสดงความเป็นยางถ้าหากมีการเชื่อมโยงโมเลกุล และพบว่า DCP เป็นตัวเชื่อมโยงโมเลกุลที่ดีกว่า HVA-2 แต่ให้ผลในทางกลับกันต่อ ageing properties แต่สามารถแก้ไขได้โดยใช้ส่วนผสมของ DCP และ HVA-2 เป็นตัวเชื่อมโยงโมเลกุลในอัตราส่วนระหว่าง DCP : HVA-2 1:10 จาก SEM พบว่า โพลีไพพรพิลีนเป็นเฟสที่เด่นสำหรับยางธรรมชาติ : โพลีไพพรพิลีน 60 : 40 ที่ไม่มีการเชื่อมโยงโมเลกุล หรือ มีการเชื่อมโยงโมเลกุลด้วย HVA-2 หรือ DCP : HVA-2 ในอัตราส่วน 1 : 10 สำหรับการเชื่อมโยงโมเลกุลด้วย DCP หรือ DCP : HVA-2 ในอัตราส่วน 10:1, 5:1, 1:1 และ 1:5 จะให้

ยางธรรมชาติ และ โพลีไพโรฟิลีนที่มีโครงสร้างเป็นเพสที่ต่อเนื่อง สำหรับ ยางธรรมชาติ : โพลีไพโรฟิลีน 70 : 30 นั้นพบว่า ยางธรรมชาติมีโครงสร้างเป็นเพสที่ต่อเนื่อง และ โพลีไพโรฟิลีนเป็นเพสกระจายตัว พอลิเมอร์ผสมที่เตรียมขึ้นนี้ ให้สมบัติใน 2 ทิศทาง (ที่ตั้งฉากกัน) ไม่เท่ากัน แต่สามารถลดความแตกต่างดังกล่าวได้ 3 วิธีด้วยกันคือ

1. โดยการเพิ่มอุณหภูมิขึ้นรูปเป็น  $210^{\circ}\text{C}$
2. โดยการ anneal ที่อุณหภูมิ  $180^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 7 นาที
3. โดยการนำพอลิเมอร์ผสมดังกล่าวซึ่งรีดจากลูกกลิ้งมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆแล้วนำไปขึ้นรูป

จากการศึกษาพบว่า วิธีที่ 3 เป็นวิธีที่ให้ผลดีที่สุด

สำหรับการศึกษาด้านการคอมพิวเตอร์พอลิเมอร์ผสมที่เตรียมได้เพื่อนำมาทำเป็นพื้นรองเท้า พบว่า silica เป็นตัวเสริมแรงที่ดีที่สุดในการปรับปรุงสมบัติด้านการทนทานต่อการสึกหรอ และคาดว่าจะสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการศึกษาต่อไป

**Thesis Title**                    A Study to Develop Thermoplastic Elastomers  
    from Natural Rubber and Plastic Blends

**Name**                                Wannee Surangsopon

**Degree**                             Master of Science (Polymer Science)

**Thesis Supervisory Committee**

    Krisda Suchiva, Ph.D.  
    Frederick Henry Axtell, Ph.D.  
    Orapin Phaovibul, Dr.rer.nat.

**Date of Graduation**        18 September B.E. 2534 (1991)

#### ABSTRACT

The present work involved the study of the preparation and properties of natural rubber (NR) and polypropylene (PP) blends. The aim was to develop thermoplastic elastomers from these blends. Thus, parameters which might affect the properties of blends were studied, viz. grades of PP used, viscosity of NR, mixing method, quality of mixing, composition of NR and PP, crosslinking agents, and moulding temperature and time. The morphology and rheological properties of the blends were also studied together with preliminary study of compounding of the blends for shoe sole applications.

The results obtained indicated that copolymer grade of PP and standard NR (TTR 5L) were necessary for the attainment of good quality blends. Mixing of NR and PP was best done at 175°C by premelting PP first, then adding NR and blending for 5-7 minutes depending on composition of blends. The results also showed that crosslinking of NR/PP blends was necessary since it gave blends with better tensile and elastic properties than the uncrosslinked blends. It was found that DCP is a better crosslinking agent in term of the

properties yielded than HVA-2. However, blends crosslinked with DCP exhibited poor ageing properties. This could be corrected by changing the crosslinking system to a mixture of DCP and HVA-2 in the ratio 1:10. SEM study of NR/PP (60/40) blends revealed that PP was the dominant phase for uncrosslinked, HVA-2 crosslinked and 1:10 of DCP:HVA-2 crosslinked blends, for DCP crosslinked and 10:1 to 1:5 of DCP:HVA-2 crosslinked, the SEM micrographs showed that NR and PP were co-continuous phases. For NR/PP 70/30 blends, SEM micrographs showed that NR was the continuous phase while PP was the dispersed phase. The NR/PP blends prepared also exhibited anisotropy in mechanical properties but the differences in properties in the along and across directions could be reduced by increasing the moulding temperature to 210°C, annealing specimens at 180°C for 7 minutes, or by moulding small pieces of the specimen randomly distributed in the mould, the last method being the most effective.

Compounding study of NR/PP blends for shoe sole application showed that silica was the best filler for improvement of abrasion resistance of the blends. However, more study of compounding of NR/PP blends is required in order to further improve the abrasion resistance of the blends.