



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ เทอร์โมพลาสติกอีลาสโตเมอร์จากการเบลนด้วยธรรมชาติกับ
เมทิล เมทาคริเลทโดยกระบวนการวัลคาไนเซชันแบบไดนามิกซ์

**Thermoplastic Elastomer from Natural Rubber and Poly(methyl
methacrylate) Blends by Dynamic Vulcanization Process**

โดย รองศาสตราจารย์ ดร. เจริญ นาคะสรรค์และคณะ

กันยายน 2548

บทคัดย่อ

ดัดแปลงโมเลกุลยางธรรมชาติเป็นยางธรรมชาติอีพอกไซค์ (ENR) ยางธรรมชาติมาลีเอต (MNR) และกราฟต์โคพอลิเมอร์ของยางธรรมชาติกับพอลิเมทิลเมทาคริเลท (NR-g-PMMA) หลังจากนั้นทดสอบสมบัติของยางชนิดต่างๆ โดยพบว่าค่าความหนืดมูนิ ความดันเฉือน และความหนืดเฉือน ของยางชนิดต่างๆมีค่าสูงกว่ายางธรรมชาติที่ไม่ได้ดัดแปลงโมเลกุลและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณหมู่อีพอกไซค์ในยาง ENR เพิ่มขึ้นตามปริมาณมาลิกแอนไฮไดรด์ที่ใช้ในการเตรียมในกรณียาง MNR และเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนโดยโมลของยางธรรมชาติกับเมทิลเมทาคริเลท ในกรณี NR-g-PMMA หลังจากนั้นเตรียมพอลิเมอร์เบลนด์ของยางธรรมชาติชนิดต่างๆกับพอลิเมทิลเมทาคริเลท (PMMA) โดยเทคนิคการเบลนด์แบบปกติโดยไม่ใช้สารวัลคาไนซ์ และการเบลนด์โดยผ่านกระบวนการวัลคาไนเซชันแบบไดนามิกส์ จากการเบลนด์ ENR/PMMA พบว่าเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์ (TPVs) ที่ได้มีค่าความต้านทานต่อแรงดึงสูงในกรณีการใช้ยาง ENR ที่มีระดับหมู่อีพอกไซค์ 10 และ 30 % โมล (ENR-10 และ ENR-30) ตามลำดับ เนื่องจากยางยังเกิดผลึกได้เมื่อดึง แต่ถ้าเพิ่มปริมาณหมู่อีพอกไซค์เป็น 40% ทำให้ค่าความต้านทานต่อแรงดึงลดลง การเพิ่มปริมาณหมู่อีพอกไซค์สูงกว่า 40% โมลจะทำให้ค่าความต้านทานต่อแรงดึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอีก เนื่องจากการเพิ่มแรงดึงคู่ระหว่างเฟสของพอลิเมอร์เนื่องจากการเพิ่มสภาพขั้ว นอกจากนี้พบว่าความสามารถในการยืดมีแนวโน้มลดลงตามการเพิ่มระดับหมู่อีพอกไซค์ แต่ค่าความแข็งแรง อุณหภูมิการสลายตัวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่พบว่าขนาดอนุภาคของยางวัลคาไนซ์มีแนวโน้มลดลงตามการเพิ่มปริมาณหมู่อีพอกไซค์ การเตรียม TPVs จากการเบลนด์ NR-g-PMMA/ PMMA พบว่าค่าความต้านทานต่อแรงดึง ความแข็งแรงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณเมทิลเมทาคริเลทที่ใช้ในปฏิกิริยาการเตรียมกราฟต์โคพอลิเมอร์ แต่ความสามารถในการยืดและขนาดของอนุภาคยางวัลคาไนซ์ที่กระจายตัวในเฟสต่อเนื่องของเทอร์โมพลาสติกมีแนวโน้มลดลง ในกรณีการเตรียม TPVs จากการเบลนด์ MNR/PMMA พบว่าความต้านทานต่อแรงดึง ความแข็งแรงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณพอลิเมทิลเมทาคริเลทที่ใช้ในพอลิเมอร์เบลนด์ ส่วนความสามารถในการยืดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณยางธรรมชาติมาลีเอต ขนาดอนุภาคยางวัลคาไนซ์จะมีความแข็งแรงมีแนวโน้มลดลงตามการเพิ่มปริมาณยาง MNR ในพอลิเมอร์เบลนด์ นอกจากนี้ทดลองใช้ยางธรรมชาติที่ดัดแปลงโมเลกุลเป็นสารเพิ่มความเข้ากันได้ในการเบลนด์ธรรมชาติดิบ (STR 5L) กับพอลิเมทิลเมทาคริเลท พบว่าการใช้ยางธรรมชาติอีพอกไซค์และยางธรรมชาติมาลีเอตจะไม่มีผลต่อความเข้ากันได้ของการเบลนด์ แต่การใช้กราฟต์โคพอลิเมอร์ของยางธรรมชาติกับพอลิเมทิลเมทาคริเลทจะทำให้เกิดความเข้ากันได้ของการเบลนด์ STR 5L/PMMA โดยเฉพาะที่ปริมาณของกราฟต์พอลิเมอร์ 3% โดยน้ำหนักของพอลิเมทิลเมทาคริเลท

Abstract

Chemical modification of natural rubber molecules was performed. This was to prepare epoxidized natural rubber (ENR), meleated natural rubber (MNR) and graft copolymer of natural rubber and poly(methyl methacrylate) (NR-g-PMMA). Various properties of these modified rubbers were later characterized. It was found that Mooney viscosity, shear stress, shear viscosity of the modified rubber were higher than that of the un-modified NR. They increased with level of epoxide groups in the ENR molecules. Also, these rheological properties increased as increasing concentration of maleic anhydride (MA) used in the preparation procedure of MNR. Furthermore, the values increased with increasing concentration of methyl methacrylate monomer used in the graft copolymerization of NR-g-PMMA. Polymer blend of the modified NR with poly(methyl methacrylate) was later prepared via a simple blend and dynamic vulcanization techniques (i.e., with the curing agent). We found that tensile strength of TPVs based on ENR/PMMA exhibited higher values for the blend with ENR-10 and ENR-30. This was attributed to a capable of strain induced crystallization of these types of ENRs. However, decreasing trend was observed as increasing level of epoxide groups to 40 % mole. Increasing level of epoxide groups more than 40 % mole caused marginal increasing trend of tensile strength again because of increasing trend of chemical interaction between the polar groups of ENR and PMMA. Elongation at break of the TPVs based on ENR/PMMA decreased but hardness and decomposition temperature increased with increasing level of epoxide groups in the ENR molecules. In TPVs based on NR-g-PMMA/PMMA blends, we found increasing trends of tensile strength, hardness but decreasing trends of elongation at break and size of dispersed rubber domains with increasing concentration of MMA used in the graft copolymerization. Tensile strength of TPVs prepared from MNR/PMMA increased with increasing PMMA contents but elongation at break increased with increasing MNR content in the blends. Furthermore, sizes of dispersed vulcanized rubber domains decreased with increasing levels of MNR in the blend formulation. Modified NR was also used as blend compatibilizer for NR (STR 5L)/PMMA blends. We found that ENR and MNR did not provide compatibilizing effect to the blends. However, incorporation of NR-g-PMMA at 3% wt of PMMA caused the highest degree of compatibilization of STR 5L/PMMA blends.