บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

การเตรียมเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์ (Thermoplastic vulcanizates, TPVs) ของยางธรรมชาติ หรือเรียกว่ายางธรรมชาติเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic natural rubber, TPNR) โดยการเบลนด์ยางธรรมชาติที่เติมสารวัลคาไนซ์ร่วมกับเทอร์โมพลาสติก เป็นเทคนิคที่สามารถปรับปรุงสมบัติการแปรรูปของยางธรรมชาติ วัสดุที่เตรียมได้จะแสดงสมบัติคล้ายยางและมีพฤติกรรมการแปรรูปของเทอร์โมพลาสติก คือ สามารถใช้กระบวนการฉีดเข้าเบ้าและกระบวนการเอกซ์ทรูดในการแปรรูป ทำให้มีข้อได้เปรียบเชิงเศรษฐศาสตร์ เนื่องจากใช้เวลาในการแปรรูปสั้นและสามารถแปรรูปซ้ำได้ โดยเทอร์โมพลาสติกชนิดหนึ่งที่นิยมเบลนด์ร่วมกับยางธรรมชาติ คือ พอลิโพรไพลีน เนื่องจากมีอุณหภูมิหลอมที่ต่ำกว่าอุณหภูมิสลายตัวของยางธรรมชาติและมีสมบัติการไหลดี ทำให้แปรรูปได้ง่าย นอกจากนี้ในระหว่างการเย็นตัวโซ่โมเลกุลของพอลิโพรไพลีนจะจัดเรียงตัวเป็นระเบียบเกิดเป็นผลึก ทำให้สามารถเตรียมเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์ที่มีสมบัติเด่นด้านความแข็งแรง อย่างไรก็ตามการเตรียมเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์จากการเบลนด์ระหว่างยางธรรมชาติกับพอลิโพรไพลีน (NR/PP TPVs) กระทำที่อุณหภูมิและแรงเฉือนสูงเป็นผลให้โมเลกุลยางบางส่วนเกิดการเสื่อมสภาพระหว่างกระบวนการไดนามิกส์วัลคาไนซ์ และมีข้อจำกัดในการใช้งานที่อุณหภูมิสูง เนื่องจากการเสื่อมสภาพของยางธรรมชาติในสภาพแวดล้อมที่มีบรรยากาศออกซิเจน โดยมีแสงแดดหรือความร้อนเป็นปัจจัยเสริมในการเกิดปฏิกิริยาการแตกออกของโซ่โมเลกุล (Oxidative degradation) ที่ตำแหน่งพันธะคู่ของโมเลกุลยางที่เหลือจากปฏิกิริยาวัลคาไนซ์ ส่งผลให้มีสมบัติเชิงกลต่ำลง

ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติเชิงกลและความต้านทานต่อการบ่มเร่งของ NR/PP TPVs โดยศึกษาอิทธิพลของระบบวัลคาไนซ์แบบผสมระหว่างระบบกำมะถันกับระบบเปอร์ออกไซด์ (Sulfur/Peroxide mixed system) ต่อสมบัติของ NR/PP TPVs ได้แก่ สัดส่วนสารวัลคาไนซ์ในระบบวัลคาไนซ์แบบผสม ชนิดของระบบกำมะถันในระบบวัลคาไนซ์แบบผสม และชนิดและปริมาณสารกระตุ้นที่ใช้ในระบบวัลคาไนซ์แบบผสม และการศึกษาอิทธิพลของชนิดและปริมาณสารป้องกันการเสื่อมสภาพต่อสมบัติของ NR/PP TPVs

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาผลของของสัดส่วนสารวัลคาไนซ์ในระบบวัลคาไนซ์แบบผสมระหว่างระบบกำมะถันกับระบบเปอร์ออกไซด์

1.2.2 เพื่อศึกษาผลของชนิดของระบบกำมะถันในระบบวัลคาไนซ์แบบผสมระหว่างระบบกำมะถันกับระบบเปอร์ออกไซด์

1.2.3 เพื่อศึกษาผลของชนิดและปริมาณสารกระตุ้นที่ใช้ในระบบวัลคาไนซ์แบบผสมระหว่างระบบกำมะถันกับระบบเปอร์ออกไซด์

1.2.4 เพื่อศึกษาผลของชนิดและปริมาณสารป้องกันการเสื่อมสภาพต่อสมบัติเชิงกลและความต้านทานต่อการบ่มเร่งของ NR/PP TPVs

1.2.5 เพื่อศึกษาสมบัติเชิงกล (Mechanical property) สมบัติเชิงกลพลวัต (Dynamic mechanical property) สมบัติการไหล (Rheological property) ความต้านทานต่อความร้อน (Thermal resistance) สมบัติการบ่มเร่ง (Aging property) ความต้านทานต่อน้ำมันและตัวทำละลาย (Oil and solvent resistance) และสมบัติทางสัณฐานวิทยา (Morphological property) ของ NR/PP TPVs

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1.3.1 ศึกษาผลของสัดส่วนสารวัลคาไนซ์ในระบบวัลคาไนซ์แบบผสมระหว่างระบบกำมะถันกับระบบเปอร์ออกไซด์ที่สัดส่วน 100/0, 90/10, 70/30, 50/50, 30/70, 10/90 และ 0/100 (ระบบกำมะถันตั้งต้นใช้กำมะถัน 2 phr ร่วมกับสารตัวเร่ง 1 phr และระบบเปอร์ออกไซด์ตั้งต้นใช้เปอร์ออกไซด์ 1 phr ร่วมกับสารโคเอเจนท์ 2 phr)

1.3.2 ศึกษาชนิดของระบบกำมะถันในระบบวัลคาไนซ์แบบผสมระหว่างระบบกำมะถันกับระบบเปอร์ออกไซด์ โดยจะศึกษาระบบวัลคาไนซ์กำมะถันปกติ (Conventional sulfur vulcanization system, CV) ระบบวัลคาไนซ์กำมะถันกึ่งประสิทธิภาพ (Semi-Efficient vulcanization system, Semi-EV) และระบบวัลคาไนซ์กำมะถันประสิทธิภาพ (Efficient vulcanization system, EV)

1.3.3 ศึกษาผลของชนิดและปริมาณสารกระตุ้นที่ใช้ในระบบวัลคาไนซ์แบบผสมระหว่างระบบกำมะถันกับระบบเปอร์ออกไซด์ โดยจะศึกษาการใช้สารกระตุ้นซิงค์ออกไซด์ (ZnO) ทำการแปรปริมาณในช่วง 0-20 phr และสารกระตุ้นกรดสเตียริก (Stearic acid) แปรปริมาณในช่วง 0-5 phr

1.3.4 ศึกษาผลของชนิดและปริมาณสารป้องกันการเสื่อมสภาพที่ใช้ในระบบวัลคาไนซ์แบบผสมระหว่างระบบกำมะถันกับระบบเปอร์ออกไซด์ โดยจะศึกษาการใช้สารป้องกันการเสื่อมสภาพ 2 กลุ่ม ได้แก่ สารป้องกันการเสื่อมสภาพกลุ่มอนุพันธ์ของฟีนอล คือ พอลิเมอริกฮินเดอเรดฟีนอลหรือวิงสเตย์ แอล (Polymeric hindered phenol, Wingstay L) และบิวทิลเลทเตทไฮดรอกซีโทลูอีน (Butylated hydroxytoluene, BHT) และสารป้องกันการเสื่อมสภาพกลุ่มอนุพันธ์ของเอมีน ได้แก่

1,3-ไดเมทิลบิวทิลฟีนิลฟีนิลีนไดอะมีน (*N*-(1,3-Dimethylbuthyl)-*N'*-phenyl-p-phenylenediamine, 6PPD) และ 2,2,4-ไตรเมทิล-1,2-ไดไฮโดรควิโนน (2,2,4-Trimethyl-1,2-dihydroquinone, TMQ) ทำการแปรปริมาณในช่วง 0-2 phr

1.3.5 การทดสอบและการวิเคราะห์สมบัติของ NR/PP TPVs ดังนี้

1.3.5.1 สมบัติเชิงกลด้วยเครื่อง Tensile testing machine ได้แก่ มอดูลัส (Modulus) ความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile strength) ความสามารถในการยืดจนขาด (Elongation at break) และความสามารถในการคืนรูปหลังการยืด (Tension set)

1.3.5.2 สมบัติเชิงกลพลวัตด้วยเครื่อง Dynamic mechanical analyzer (DMA) และเครื่อง Moving die processability tester (MDPT) ได้แก่ มอดูลัสสะสม (Storage modulus) และแทนเจนท์สูญเสีย (Loss tangent or Tan delta)

1.3.5.3 สมบัติการไหลทดสอบโดยใช้เครื่อง MDPT ได้แก่ ความหนืดเชิงซ้อน (Complex viscosity)

1.3.5.4 สมบัติเชิงความร้อนด้วยเครื่อง Thermogravimetric analyzer (TGA) ได้แก่ อุณหภูมิการสลายตัว และเครื่อง Differential scanning calorimeter (DSC) ได้แก่ อุณหภูมิหลอม อุณหภูมิเกิดผลึก (Crystallization temperature, T_c) และปริมาณผลึก (Degree of crystallinity)

1.3.5.5 ความต้านทานต่อการบ่มเร่ง

1.3.5.6 ความต้านทานต่อน้ำมันและตัวทำละลาย

1.3.5.7 สัณฐานวิทยาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope, SEM) และเครื่องวัดการกระเจิงรังสีเอกซ์ (X-Ray diffractometer, XRD)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบอิทธิพลของสัดส่วนสารวัลคาไนซ์ ชนิดของระบบวัลคาไนซ์กำมะถัน และผลของสารกระตุ้นในระบบวัลคาไนซ์แบบผสมระหว่างระบบกำมะถันกับระบบเปอร์ออกไซด์ต่อสมบัติเชิงกล สมบัติเชิงกลพลวัต สมบัติการไหล ความต้านทานต่อความร้อน ความต้านทานต่อการบ่มเร่ง ความต้านทานต่อน้ำมันและตัวทำละลาย และลักษณะสัณฐานวิทยาของ NR/PP TPVs

1.4.2 ทราบอิทธิพลของชนิดและปริมาณสารป้องกันการเสื่อมสภาพที่มีผลต่อสมบัติเชิงกล สมบัติเชิงกลพลวัต สมบัติการไหล ความต้านทานต่อความร้อน ความต้านทานต่อการบ่มเร่ง ความต้านทานต่อน้ำมันและตัวทำละลาย และลักษณะสัณฐานวิทยาของ NR/PP TPVs