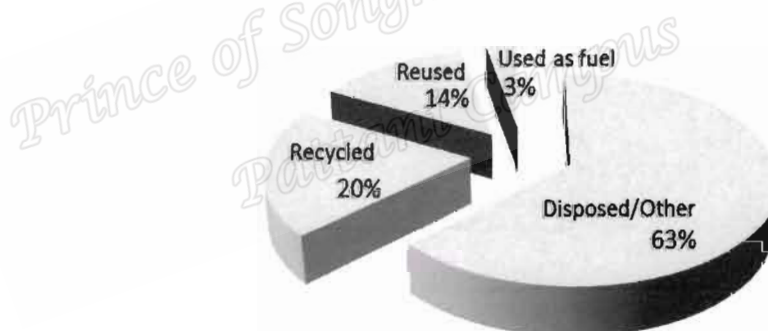


บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

จากปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมทำให้ในปัจจุบันมีความพยายามนำของเสียจากอุตสาหกรรมต่างๆ กลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ โดยทั่วโลกมีของเสียจำพวกยางวัลคาไนซ์จากอุตสาหกรรมยางล้อเป็นปริมาณมากถึง 20 ล้านตัน/ปี ในขณะที่ในประเทศไทยมีของเสียจากยางล้อประมาณ 400,000 - 600,000 ตัน (Duangburong *et al.*, 2015) อย่างไรก็ตามในประเทศไทยมีการใช้ประโยชน์จากของเสียดังกล่าว โดยการนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse) การรีไซเคิล (Recycle) หรือการใช้เป็นเชื้อเพลิง (Used as fuel) เพียงประมาณไม่เกินครึ่งหนึ่งของปริมาณของเสียทั้งหมด ส่วนที่เหลือจะถูกกำจัดโดยวิธีการฝังกลบและอื่นๆ ดังข้อมูลสรุปการจัดการของเสียจากยางล้อในประเทศไทย (Duangburong *et al.*, 2015) ดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 การจัดการของเสียจากยางล้อในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2554 (Duangburong *et al.*, 2015)

กระบวนการรีเคลม (Reclamation) เป็นกระบวนการที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อนำยางวัลคาไนซ์ที่มี การเชื่อมขวางระหว่างโซโมเลกุลกลับมาแปรรูปใหม่หรือรีไซเคิล โดยผ่านวิธีการต่างๆ ได้แก่ วิธีการ ย่อยทางกลร่วมกับความร้อน (Thermomechanical pulping process) วิธีการย่อยทางกลร่วมกับ ปฏิกิริยาเคมี (Chemomechanical pulping process) หรือวิธีการย่อยทางกลร่วมกับความร้อน และปฏิกิริยาเคมี (Thermo-chemomechanical pulping process) โดยกระบวนการดังกล่าวจะ ทำให้พันธะเชื่อมขวางตัดขาดออกบางส่วน ได้เป็นยางรีเคลม (Reclaimed rubber) ที่มีลักษณะแบบ

กึ่งของแข็งและของเหลว (Paste-like) (คลังศัพท์ไทย, สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ) ที่มีการเชื่อมขวางระหว่างสายโซ่โมเลกุลคงเหลืออยู่บางส่วน และอาจจะมีส่วนของสารตัวเติมและสารวัลคาไนซอร์อยู่ภายในร่วมด้วย ในการใช้งานยางรีเคลมโดยทั่วไปจะเป็นการนำยางรีเคลมมาเบลนด์ร่วมกับยางหรือเทอร์โมพลาสติกเพื่อลดต้นทุนการผลิต สมบัติของพอลิเมอร์เบลนด์ที่มียางรีเคลมเป็นองค์ประกอบจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น องค์ประกอบของยางรีเคลม ความเข้ากันได้ของยางรีเคลมกับวัสดุใหม่ ปริมาณของยางรีเคลม และระบบวัลคาไนซ์ เป็นต้น โดยในปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้นความเข้ากันได้ของยางรีเคลมกับวัสดุใหม่เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากหากพอลิเมอร์เบลนด์มีความไม่เข้ากันจะส่งผลให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างผิวประจัญ (Interfacial adhesion) ต่ำ การกระจายตัวของยางรีเคลมในเมทริกซ์ของวัสดุใหม่มีลักษณะแบบไม่สม่ำเสมอและมีโอกาสที่จะเกิดการรวมกันอยู่บางบริเวณ กอปรกับยางรีเคลมมีสมบัติเชิงกล เช่น ความทนทานต่อการสึกหรอ ความต้านทานต่อแรงดึง ความสามารถในการยืดจนขาด และความกระด้างตัว เป็นต้น ค่อนข้างต่ำ (พรพรรณ, 2528) จากการที่โซ่โมเลกุลบางส่วนขาดออกในระหว่างกระบวนการรีเคลม จึงส่งผลกระทบต่อให้สัดส่วนการใช้ยางรีเคลมเพื่อแทนที่ยางใหม่ทำได้น้อย และพอลิเมอร์เบลนด์ที่มียางรีเคลมเป็นองค์ประกอบมีสมบัติเชิงกลที่ด้อยลง การปรับปรุงความเข้ากันได้ของยางรีเคลมกับยางหรือเทอร์โมพลาสติกสามารถทำได้โดยการดัดแปรพื้นผิวของยางรีเคลม (Shanmugharaj *et al.*, 2007; Zhang *et al.*, 2009a; Zhang *et al.*, 2009b) และการใช้สารเพิ่มความเข้ากันได้ (Compatibilizers) (Zhang *et al.*, 2009b)

เทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์ (Thermoplastic vulcanizates, TPVs) เป็นวัสดุที่มีสมบัติการใช้งานแบบยางแต่สามารถแปรรูปได้ด้วยเครื่องแปรรูปเทอร์โมพลาสติกทั่วไป รวมถึงสามารถนำกลับมาขึ้นรูปใหม่ได้ง่ายเมื่อเทียบกับยางวัลคาไนซ์ โดยเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์ที่เตรียมขึ้นจากการเบลนด์ระหว่างยางกับเทอร์โมพลาสติกในสถานะไดนามิกวัลคาไนเซชัน (Dynamic vulcanization) ซึ่งเฟสของยางจะเกิดการเชื่อมขวางขึ้นในระหว่างการผลิตและเกิดการกระจายตัวในเมทริกซ์ต่อเนื่องของเทอร์โมพลาสติก เฟสของยางวัลคาไนซ์ส่งผลให้เทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์มีสมบัติแบบยาง ส่วนเฟสเทอร์โมพลาสติกทำหน้าที่ให้ความแข็งแรง และช่วยให้เทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์สามารถแปรรูปได้อย่างวัสดุเทอร์โมพลาสติก ดังจะเห็นได้ว่ากระบวนการดังกล่าวจะช่วยลดปริมาณของเสียจากยางวัลคาไนซ์ลงได้จากความสามารถในการนำกลับมาขึ้นรูปใหม่ อีกทั้งเป็นกระบวนการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และสิ้นเปลืองพลังงานน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการแปรรูปยางแบบทั่วไป

งานวิจัยนี้มีแนวคิดจากความต้องการในการเพิ่มปริมาณการใช้งานยางรีเคลมและวัสดุเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์ จึงทำการศึกษาการเตรียมเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์จากการเบลนด์ระหว่างยางธรรมชาติ ยางรีเคลม และโพรพิลีนเอทิลีนโคพอลิเมอร์ (NR/RR/PEC TPVs) โดยมุ่งเน้นการศึกษาการปรับปรุงแรงยึดเหนี่ยวระหว่างผิวประจัญของยางรีเคลมกับองค์ประกอบการเบลนด์ โดยใช้การ

ดัดแปรพื้นผิวของยางรีเคลม และการทำรีแอคทีฟเบลนด์ นอกจากนี้จะศึกษาการใช้สารเพิ่มความเข้ากันได้ และชนิดยางธรรมชาติ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาผลของวิธีการปรับปรุงความเข้ากันได้ ชนิดและปริมาณของสารดัดแปรต่อสมบัติของเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์จากการเบลนด์ระหว่างยางธรรมชาติ ยางรีเคลม และโพรพิลีนเอทิลีนโคพอลิเมอร์ เปรียบเทียบกับการใช้สารเพิ่มความเข้ากันได้

1.2.2 เพื่อศึกษาอิทธิพลของอัตราส่วนการเบลนด์และชนิดของยางธรรมชาติต่อสมบัติเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์จากการเบลนด์ระหว่างยางธรรมชาติ ยางรีเคลม และโพรพิลีนเอทิลีนโคพอลิเมอร์

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 การศึกษาสมบัติพื้นฐานของยางรีเคลม ได้แก่ โครงสร้างทางเคมี องค์ประกอบของยางรีเคลม ปริมาณส่วนที่ละลายได้และส่วนที่ไม่ละลาย (Sol-gel fraction) ความหนาแน่นพันธะเชื่อมขวางในยางรีเคลม และสัณฐานวิทยา

1.3.2 การศึกษาเปรียบเทียบผลของชนิดของสารดัดแปรต่อสมบัติของยางวัลคาไนซ์จากการเบลนด์ระหว่างยางธรรมชาติ และยางรีเคลม โดยแปรชนิดของสารดัดแปร 3 ชนิด ได้แก่ มาลิกแอนไฮไดรด์ (Maleic anhydride) ไกลซิไดล์เมทาคริเลต (Glycidyl methacrylate) และ ฟีนอลิกเรซิน (Phenolic resin)

1.3.3 การศึกษาเปรียบเทียบผลของวิธีการผสมสารดัดแปรต่อสมบัติของเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์จากการเบลนด์ระหว่างยางธรรมชาติ ยางรีเคลม และโพรพิลีนเอทิลีนโคพอลิเมอร์ (NR/RR/PEC TPVs) โดยศึกษาผลของวิธีการผสมสารดัดแปร 2 วิธี ได้แก่ วิธีที่ 1. วิธีการดัดแปรพื้นผิวของยางรีเคลมในสภาวะหลอม (Melt mixing method) และวิธีที่ 2. วิธีการเบลนด์แบบรีแอคทีฟ (Reactive blending method)

1.3.4 การศึกษาปริมาณสารดัดแปรต่อสมบัติของเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์จากการเบลนด์ NR/RR/PEC โดยแปรปริมาณสารดัดแปรที่ 0, 3, 5, 7 และ 10 phr โดยใช้สารริเริ่มปฏิกิริยาที่ปริมาณคงที่ที่ 1 phr

1.3.5 การศึกษาอิทธิพลของอัตราส่วนการเบลนด์ของ NR/RR/PEC TPV ที่อัตราส่วน 60/0/40, 45/15/40, 30/30/40, 15/45/40 และ 0/60/40 ส่วนโดยน้ำหนัก โดยเลือกใช้ชนิดสารดัดแปร วิธีการผสมสารดัดแปร และปริมาณของสารดัดแปรที่ให้ประสิทธิภาพดีที่สุดในการปรับปรุงความเข้ากันได้ของเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์

1.3.6 การศึกษาอิทธิพลของการใช้สารเพิ่มความเข้ากันได้ชนิดกราฟต์โคพอลิเมอร์ของโพรพิลีนเอทิลีนโคพอลิเมอร์กับฟีนอลิกเรซิน (Propylene ethylene copolymer grafted phenolic resin, PEC-g-Ph) ที่ปริมาณ 7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของโพรพิลีนเอทิลีนโคพอลิเมอร์ ร่วมกับวิธีการปรับปรุงความเข้ากันได้โดยใช้สารดัดแปรต่อสมบัติเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์

1.3.7 การศึกษาอิทธิพลของชนิดยางธรรมชาติ 2 ชนิด ได้แก่ยางแผ่นรมควัน (NR) และยางธรรมชาติอีพอกไซด์ที่มีปริมาณหมู่อีพอกไซด์ 10 (ENR-10), 20 (ENR-20), 30 (ENR-30), 40 (ENR-40) และ 50 (ENR-50) เปอร์เซ็นต์โดยโมล

1.3.8 การทดสอบสมบัติของเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์ ได้แก่ สมบัติเชิงกลก่อนและหลังบ่มแรงสมบัติการไหล สมบัติเชิงกลพลวัต และสัณฐานวิทยา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถเตรียมเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์จากการเบลนดระหว่างยางธรรมชาติ ยางรีเคลม และโพรพิลีนเอทิลีนโคพอลิเมอร์ได้

1.4.2 ทราบถึงผลของชนิดสารดัดแปร วิธีการผสมสารดัดแปร ปริมาณสารดัดแปร อัตราส่วนการเบลนด์ และชนิดยางธรรมชาติ ต่อสมบัติของเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์จากการเบลนดระหว่างยางธรรมชาติ ยางรีเคลม และโพรพิลีนเอทิลีนโคพอลิเมอร์

1.4.3 เพิ่มปริมาณของการใช้งานยางรีเคลมในการเตรียมวัสดุเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์