

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

5.1 สรุปผลการศึกษาวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของชนิดสารตัวเติมต่อสมบัติต่างๆของยางผสมระหว่างยางธรรมชาติและยางโพรไมบิวไทล์ โดยมีสารตัวเติมเป็นแป้งทัลคัมและแร่ดินเหนียว (Clay) 3 ชนิด ได้แก่ แร่ดินเหนียว montmorillonite, แร่ดินเหนียว kaolinite และแร่ดินเหนียวขัดสี (Bleaching clay) และศึกษาการปรับสภาพผิวของสารตัวเติมทั้งสาม รวมถึงการใช้ตัวประสาน (Compatibilizer) คือ ยาง Epoxidised Natural Rubber (ENR) สมบัติต่างๆ ที่ศึกษา ได้แก่ ความต้านทานแรงดึง โมดูลัส ความสามารถในการดึงยืด ความแข็งที่ผิว การยุบตัวเนื่องจากแรงอัด ความทนทานต่อการสึกหรอ และการลดการซึมผ่านของก๊าซ รวมถึงการกระจายตัวของยางและสารตัวเติมในยางคอมพอสิต ผลการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

1. เมื่อทำการปรับสภาพผิวของสารตัวเติม พบว่า แร่ดินเหนียว montmorillonite ที่ปรับสภาพผิวด้วย Octadecylamine (C_{18}) ได้ผล thermogram ของ TGA และ กราฟ XRD เช่นเดียวกับที่เคยมีผู้ทำการทดลองไว้แล้ว คือ Arroyo และคณะ ในปี 2003 แต่ในกรณีของแร่ดินเหนียว kaolinite และแร่ดินเหนียวขัดสี ที่ปรับสภาพผิวด้วย Silane-69 นั้น ผลที่ได้แตกต่างออกไปจากของคุณสุทธิณี เนตรพุกคณะ ในปี 2548 คือ thermogram ของแร่ดินเหนียว kaolinite และแร่ดินเหนียวขัดสีแทบจะไม่แตกต่างกัน อาจเนื่องจากหมู่ hydroxyl บนผิวของแร่ดินเหนียวที่สามารถเกิดปฏิกิริยา silylation ได้นั้น มีอยู่ในปริมาณน้อย

2. จากการทดสอบความเข้ากันได้ของยางธรรมชาติและยางโพรไมบิวไทล์ พบว่าการเข้ากันได้ของยางธรรมชาติกับยางโพรไมบิวไทล์มีการเข้ากันได้ดีโดยมีค่า T_g เพียงค่าเดียวและมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันซึ่งการผสมกันที่ได้อยู่ในระดับไมโครเมตร แต่ยังไม่ถึงระดับโมเลกุลตามความสัมพันธ์ของ Fox

3. จากการศึกษาผลของชนิดสารตัวเติมแบบแผ่น พบว่า คอมพอสิตที่ไม่มีการใช้สารตัวเติมแบบแผ่นชนิดใดเลยนั้น จะมีสมบัติเด่นในด้านความต้านทานแรงดึง, ความสามารถในการดึงยืดและโมดูลัสที่ 100% ในขณะที่โมดูลัสที่ 300% มีค่าต่ำ หลังจากที่ได้มีการใช้สารตัวเติมทั้ง 4 ชนิด พบว่า สารตัวเติมแร่ดินเหนียว montmorillonite และแร่ดินเหนียว kaolinite ทำให้

สมบัติด้านความทนทานแรงดึงดีขึ้น นอกจากนี้ การใช้สารตัวเติมทั้ง 4 ชนิด จะทำให้ค่าโมดูลัสที่ 300%, สมบัติด้านความแข็งแรงที่ผิวและความทนทานต่อการสึกหรอดีขึ้นทั้งหมด

4. จากการศึกษาผลของการปรับสภาพผิวของสารตัวเติมแร่ดินเหนียวทั้ง 3 ชนิด พบว่า ยางผสมที่ใช้สารตัวเติมเป็นแร่ดินเหนียว kaolinite ที่ปรับสภาพผิวแล้ว มีสมบัติด้านความทนทานแรงดึง โมดูลัสและความสามารถในการดึงยึดที่ดีกว่าสารตัวเติมชนิดอื่น สำหรับในส่วน of แร่ดินเหนียว montmorillonite ที่ปรับสภาพผิวแล้ว มีสมบัติด้านโมดูลัส ความแข็งแรง และ ความทนทานต่อการสึกหรอ ที่ดีกว่าสารตัวเติมชนิดอื่น ซึ่งส่วนใหญ่มีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน กับสารตัวเติมทั้งสองก่อนการปรับสภาพผิว ในขณะที่การปรับสภาพผิวของแร่ดินเหนียวขดสี ทำให้สมบัติในทุกๆ ด้านมีค่าลดลงทั้งหมด

5. จากการศึกษาผลของยาง ENR ที่เป็นตัวประสาน พบว่า ยาง ENR ทำให้ยางมีสมบัติเปลี่ยนจากแข็งยืดหยุ่นไปเป็นแข็งเปราะ คือ ทำให้ความแข็งแรง (Stiffness) ของยางมีค่าเพิ่มขึ้น แต่จะแตกหักได้ง่ายขึ้นด้วย รวมทั้งช่วยให้สมบัติด้านความแข็งแรงที่ผิว และความทนทานต่อการสึกหรอดีขึ้นด้วย

6. ด้านการศึกษาสมบัติการลดการซึมผ่านของก๊าซ ดังที่ทราบกันโดยทั่วไปว่า ยางโบรโมบิวไทล์มีความสามารถในการลดการซึมผ่านของก๊าซได้ดี แต่เนื่องด้วยราคาที่แพงของ ยางโบรโมบิวไทล์ วงการอุตสาหกรรมยางทั่วไปจึงนิยมใช้ยางธรรมชาติผสมกับยางโบรโมบิวไทล์ เพื่อลดต้นทุนการผลิต งานวิจัยนี้พบว่าการผสมยางธรรมชาติเข้าไป 25 % นั้นส่งผลให้การซึมผ่านของก๊าซเพิ่มขึ้นถึง 125.3% และพบว่าวิธีการที่ดีในการลดการซึมผ่านของก๊าซมี 2 แนวทางคือ การใช้ยาง ENR เป็นตัวประสานและการใช้สารตัวเติมเป็นแป้งทัลคัม โดยการใช้ยาง ENR ใน ปริมาณ 10 phr สามารถลดการซึมผ่านของก๊าซลงได้ 38.1% ในขณะที่การใช้สารตัวเติมเป็น แป้งทัลคัมในปริมาณ 10 phr สามารถลดการซึมผ่านของก๊าซลงได้ 30.4% อย่างไรก็ตามเมื่อใช้ยาง ENR ร่วมกับแป้งทัลคัมกลับไม่ช่วยลดการซึมผ่านของก๊าซได้ดีกว่าการใช้แป้งทัลคัมเพียงอย่างเดียว ส่วนสารตัวเติมแบบแผ่นชนิดอื่นทั้งก่อนและหลังการปรับสภาพผิวแล้วก็ตาม แม้ว่าจะช่วยให้สมบัติอื่นมีความโดดเด่นมากขึ้นแต่กลับไม่สามารถช่วยลดการซึมผ่านของแก๊สในยางผสม NR/BIIR ได้

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

1. เนื่องจากสูตรเดิมที่ผู้วิจัยได้รับมาจากบริษัทผู้ผลิตยางนั้น ไม่มีกำมะถันในสูตร แต่ทว่าเมื่อนำไปทำการขึ้นรูป ปรากฏว่า ยางไม่สุก แม้จะใช้อุณหภูมิที่สูงและเวลานานกว่าที่คำนวณได้แล้วก็ตาม ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงสูตรโดยการเติมกำมะถันปริมาณ 1 phr บดรวมไปด้วย ซึ่งในการทดลองครั้งต่อไป อาจจะลองปรับเปลี่ยนปริมาณของการเติมกำมะถันดูว่ามีผลต่อสมบัติต่างๆ หรือไม่

2. ปริมาณของสารตัวเติมและตัวประสาน (Compatibilizer) คือ ยาง ENR อาจจะลองทำการปรับเปลี่ยนไปใช้ในปริมาณที่ต่างกันไป เพื่อดูผลของปริมาณของสารตัวเติมและตัวประสานที่ใส่ด้วยเช่นกัน