

## บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง

### 5.1 สรุปผลการทดลอง

#### 5.1.1 การศึกษาปริมาณของสารเสริมสภาพพลาสติก (น้ำมันอะโรมาติก) ที่มีต่อสมบัติของยางเอ็นบีอาร์ที่มีสารตัวเติมพรีซิพิเตดซิลิกา ซิลิติน และถั่วลอ

- ความหนืดของยางเอ็นบีอาร์ลดลงเมื่อปริมาณน้ำมันอะโรมาติกเพิ่มขึ้น และพบว่า ยางเอ็นบีอาร์ที่เติมสารตัวเติมพรีซิพิเตดซิลิกามีความหนืดมากกว่าการเติมซิลิติน และถั่วลอ
- ปริมาณน้ำมันอะโรมาติกไม่ส่งผลต่อเวลาการไหลตัวในแม่พิมพ์ และเวลาในการบ่มสุกของยางเอ็นบีอาร์ที่มีสารตัวเติมพรีซิพิเตดซิลิกา ซิลิติน และถั่วลอ
- เมื่อปริมาณน้ำมันอะโรมาติกเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ยางเอ็นบีอาร์มีสมบัติการคืนกลับตัวเมื่อได้รับแรงกดอัดเพิ่มขึ้น ความแข็งที่ผิวลดลง ปริมาณการสูญเสียเนื้อวัสดุของยางเพิ่มขึ้น และพบว่า ปริมาณการสูญเสียเนื้อวัสดุของยางที่เติมสารตัวเติมพรีซิพิเตดซิลิกาน้อยกว่า การเติมถั่วลอ และซิลิติน
- ไม่พบการบวมตัวของยางเอ็นบีอาร์สถานะที่อุณหภูมิห้อง และสถานะที่อุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส พบว่า ยางเอ็นบีอาร์ที่มีปริมาณน้ำมันอะโรมาติก 10 phr มีสัดส่วนการบวมตัวน้อยมากที่ 1 เปอร์เซนต์
- สมบัติความร้อนเชิงกลพลวัตของยางเอ็นบีอาร์เมื่อปริมาณน้ำมันอะโรมาติก พบว่า ยางเอ็นบีอาร์มี Tan $\delta$  เพิ่มขึ้น โมดูลัสสะสมของยางเอ็นบีอาร์ลดลง แสดงถึงยางเอ็นบีอาร์มีความเป็นอีลาสติกลดลง และอุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้วไม่เปลี่ยนแปลง
- กระบวนการผสมยางเอ็นบีอาร์ พบว่า ปริมาณน้ำมันอะโรมาติกที่ 10 phr ช่วยทำให้สารตัวเติมกระจายตัวในยางได้ดี การผสมทำได้ง่าย ยางไม่ลื่นไถลจากลูกกลิ้ง

### 5.1.2 การศึกษาชนิด และปริมาณซิลิกาของสารตัวเติม พรีซิพิเตตซิลิกา ฝ้าลอย และ ซิลิติน (ชนิดปรับปรุงผิว และไม่ปรับปรุงผิว) ที่มีต่อสมบัติของยางเอ็นบีอาร์

- ความหนืดของยางเอ็นบีอาร์เพิ่มขึ้นตามปริมาณของซิลิกาที่เพิ่มขึ้น โดยที่การเติมพรีซิพิเตตซิลิกามีความหนืดมากกว่าการเติมฝ้าลอย และซิลิตินที่ปรับปรุงผิว
- ปริมาณซิลิกาในสารตัวเติมพรีซิพิเตตซิลิกา ฝ้าลอย และซิลิติน (ชนิดปรับปรุงผิวและไม่ปรับปรุงผิว) ไม่ส่งผลต่อเวลาการไหลตัวในแม่พิมพ์ และเวลาในการบ่มสุกของยางเอ็นบีอาร์ ยกเว้นการเติมฝ้าลอยทำให้เวลาการบ่มสุกของยางเอ็นบีอาร์ที่เติมฝ้าลอยเพิ่มขึ้น
- ยางเอ็นบีอาร์ที่มีปริมาณซิลิกาเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อสมบัติการคืนกลับตัวเมื่อได้รับแรงกดอัด ความแข็งที่ผิว และความต้านทานการขัดสีเพิ่มขึ้น ส่วนสมบัติเชิงกลโดยรวมของพรีซิพิเตตซิลิกาสูงกว่าสารตัวเติมชนิดอื่น ยกเว้นสมบัติการคืนกลับตัวเมื่อได้รับแรงกดอัด โดยที่การเติมซิลิตินชนิดปรับปรุงผิวให้ค่าที่ใกล้เคียงกับพรีซิพิเตตซิลิกา
- สมบัติความร้อนเชิงกลพลวัตของยางเอ็นบีอาร์ที่มีปริมาณซิลิกาเพิ่มขึ้น พบว่า มีค่า  $\tan \delta$  ลดลง โมดูลัสสะสมของยางเอ็นบีอาร์เพิ่มขึ้นแสดงถึงยางเอ็นบีอาร์มีความเป็นอีลาสติกเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ การเติมพรีซิพิเตตซิลิกามีโมดูลัสสะสมสูงกว่าซิลิตินชนิดปรับปรุงผิว และมีค่า  $\tan \delta$  ต่ำกว่าซิลิตินชนิดปรับปรุงผิว แต่ไม่ส่งผลต่อ  $T_g$  ของยางเอ็นบีอาร์

### 5.1.3 การทดสอบจำลองสภาวะการใช้งานจริงด้วยเครื่องทดสอบซิลของยางเอ็นบีอาร์ที่มีสารตัวเติมพรีซิพิเตตซิลิกาและซิลิตินชนิดปรับปรุงผิว โดยมีผงเขม่าดำเป็นสารตัวเติมหลัก

- ยางซิลกันรั่ว U-CUP ที่ได้จากงานวิจัยมีสมบัติเทียบเท่าซิลเกรดการค้าและไม่พบการเปลี่ยนแปลงของสมบัติเชิงกล/กายภาพ ก่อนและหลังการบ่มเร่งสภาวะ ผลิตภัณฑ์ยางซิลกันรั่วจากงานวิจัยสามารถใช้แทนผลิตภัณฑ์ยางซิลทางการค้าได้
- ราคาผลิตภัณฑ์ยางซิลกันรั่วเอ็นบีอาร์ที่ได้จากงานวิจัย มีราคาต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ยางซิลกันรั่วเอ็นบีอาร์ทางการค้าที่นำเข้าจากต่างประเทศ 88-91 เปอร์เซ็นต์

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

- ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมการนำสารตัวเติมซิลิโคน เติมในยางสังเคราะห์ชนิดต่างๆ เช่น ยางซิลิโคน ยางอีพ็อกซี เป็นต้น
- ควรศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงผิวสารตัวเติมซิลิโคนเกรดที่ไม่ปรับปรุงผิว ด้วยสารกลุ่มควบไซเลน เปรียบเทียบกับซิลิโคนเกรดปรับปรุงผิวทางการค้า ศึกษาคุณสมบัติที่เปลี่ยนแปลงและเชิงเศรษฐศาสตร์