บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ในปัจจุบันกระบวนการผลิตยางเชิงอุตสาหกรรม อุตสาหกรรมการผลิตยางรถยนต์ ผลิตภัณฑ์ยางรับแรงกระแทก ผลิตภัณฑ์ยางชิ้นส่วนในเครื่องจักรกล โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ยางซีลกันรั่ว สำหรับชิ้นส่วนกันรั่วที่มีการใช้งานมากในชิ้นส่วนอุปกรณ์ในเครื่องจักร เช่น ซีลยางในเครื่องยนต์ ชุดเกียร์ส่งกำลังหรือซีลเพลาขับเคลื่อน โดยวัตถุดิบส่วนใหญ่ที่เลือกใช้ในการผลิตซีลยาง คือ ยางอะคริโลไนไตรต์บิวตะไดอีนหรือยางสังเคราะห์ไนไตรต์ (Nitrite rubber: NBR) นอกจากนี้สามารถเรียกชื่อยางนี้ว่ายางเอ็นบีอาร์ เนื่องจากมีสมบัติต้านทานน้ำมัน ทนต่อโอโซนและอุณหภูมิการใช้งานค่อนข้างสูง สามารถรับแรงและต้านทานต่อการขัดสี อีกทั้งมีราคาถูก โดยที่สมบัติที่สำคัญของซีลยางทนน้ำมัน คือ สามารถการคืนกลับตัวได้ดีเมื่อได้รับแรงกดอัด วัสดุประเภทยางที่ได้จากการสังเคราะห์สามารถปรับปรุงหรือดัดแปรสมบัติให้เหมาะสมกับการใช้งานได้โดยใช้สารเติมแต่งต่างๆ อาทิเช่น สารเสริมแรงเพื่อเพิ่มความแข็งแรงทางกล สารกระตุ้นหรือสารเร่งปฏิกิริยาทำให้ยางมีการสุกตัวได้เร็วขึ้น สารเติมแต่งที่ทำยางให้ทนต่อสภาวะโอโซน รังสียูวี สภาวะแวดล้อมได้ดี โดยสารเติมแต่งหรือสารตัวเติมจากวัสดุธรรมชาตินิยมใช้กันมากในอุตสาหกรรมยาง ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่มหลักๆ ดังนี้ กลุ่มแรก คือ สารตัวเติมกลุ่มที่ช่วยเสริมแรง ได้แก่ ผงเขม่าดำ และซิลิกา ที่สามารถเพิ่มสมบัติความต้านแรงดึง ความต้านการฉีกขาด และความต้านการขัดสีในยางได้ดี กลุ่มที่สอง เป็นสารตัวเติมที่ใช้ในการเพิ่มเนื้อ ได้แก่ คัลเซียมคาร์บอเนต ซอล์ค แป้ง ดิน เป็นต้น มีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนในการผลิต ซึ่งสารตัวเติมกลุ่มเสริมแรงเป็นที่นิยมนำมาใช้ในกระบวนการผลิตยางและมีความต้องการใช้อย่างต่อเนื่อง

จากงานวิจัยที่ผ่านมาของกลุ่มวิจัยการผลิตและขึ้นรูปพอลิเมอร์ (Polymer Processing and Flow; P-PROF Group) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ได้ศึกษาสารตัวเติมเถ้าลอย (Fly ash) ซึ่งมีซิลิกาเป็นส่วนประกอบหลัก โดยเติมในยางธรรมชาติ ยางเอ็นบีอาร์ และยางผสมระหว่างยางธรรมชาติกับยางเอ็นบีอาร์ พบว่าการเติมเถ้าลอยที่ปริมาณ 20 ส่วนในยางหนึ่งร้อยส่วน ทำให้สมบัติเชิงกลโดยรวมของยางเพิ่มขึ้นและมีสมบัติด้านการคืนกลับตัวเมื่อได้รับแรงกดอัดได้ดี [1, 2] ในปัจจุบันมีบริษัทที่ผลิตและจำหน่ายสารเคมี (บริษัท เบ็นไมเยอร์ เคมีคอล (ที) จำกัด ประเทศไทย) ได้เสนอสารตัวเติมชนิดที่ช่วยเพิ่มสมบัติการเสริมแรงและการกลับคืนตัวยาง คือ สารตัวเติมชนิดซิลิติน (Sillitin) ที่มีองค์ประกอบของซิลิกาเป็นองค์ประกอบหลัก และโลหะออกไซด์เป็นองค์ประกอบรอง ผู้วิจัยจึงมีความสนใจการศึกษาเปรียบเทียบกับสารตัวเติมเถ้าลอย และ

พรีซิพิเตตซิลิกา เพื่อศึกษาความสามารถในการคืนกลับตัวของยางเอ็นบีอาร์ นอกจากนี้ จากงานวิจัยของบริษัท Imerys Performance Minerals ได้ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของสารตัวเติมซิลิกาให้ดียิ่งขึ้น โดยใช้น้ำมันปิโตรเลียมเป็นสารสารเสริมสภาพพลาสติกช่วยในการกระจายตัวของสารตัวเติมในยาง พบว่าการเติมสารสารเสริมสภาพพลาสติกชนิดน้ำมันอะโรมาติกส่งผลให้ยางมีสมบัติความแข็งแรงและการยึดตัวเพิ่มขึ้น [3] ดังนั้น โครงการวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงสารตัวเติมที่มีองค์ประกอบของสารประกอบซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO_2) ดังนี้ พรีซิพิเตตซิลิกา (Precipitated silica) ซิลิติน (Sillitin) และเถ้าลอย (Fly ash) โดยเติมในยางเอ็นบีอาร์ และทำการศึกษา 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนแรกศึกษาชนิดและปริมาณของสารตัวเติม คือ (1) พรีซิพิเตตซิลิกา (เกรด Tokusil 233) (2) เถ้าลอย (3) ซิลิตินไม่ปรับปรุงผิว (เกรด Sillitin Z86) และชนิดที่ปรับผิวทางเคมีด้วยสารคู่ควบไซเลน ชนิด Bis-(3triethoxy-silyl)-propyl – tetrasulphane (เกรด Aktisil PF216) โดยที่พรีซิพิเตตซิลิกา และเถ้าลอย ทำการปรับปรุงผิวทางเคมีด้วยสารคู่ควบไซเลน ส่วนที่ 2 ศึกษาปริมาณของสารสารเสริมสภาพพลาสติก (น้ำมันอะโรมาติก) และมีสมบัติที่ศึกษาด้านปรับปรุงการคืนกลับตัวเมื่อได้รับแรงอัด การต้านทานการขัดสี ความต้านทานน้ำมันไฮดรอลิก นอกจากนี้ ทำการตรวจสอบสมบัติความร้อนเชิงกลพลวัตเพื่อใช้อธิบายพฤติกรรมความเป็นอิลาสติก และสมบัติทางความร้อนของยางเอ็นบีอาร์ที่สารเติมแต่งกลุ่มซิลิกาด้วยเทคนิค Dynamic Mechanical Thermal Analysis (DMTA) โดยคาดว่า ปริมาณที่เหมาะสมของสารตัวเติมแต่ละชนิดที่เติมในยางเอ็นบีอาร์ และปริมาณของสารสารเสริมสภาพพลาสติก (น้ำมันอะโรมาติก) สามารถช่วยในการกระจายตัวของสารตัวเติมในยางเอ็นบีอาร์ได้ดีขึ้น ซึ่งอาจส่งผลทำให้สมบัติการคืนกลับตัวของยางเอ็นบีอาร์เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ทดสอบผลิตภัณฑ์ซีลยางด้วยเครื่องทดสอบซีลจำลองสภาวะการใช้งานจริงในระบบไฮดรอลิก

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณสารเติมแต่งกลุ่มซิลิกาที่มีต่อสมบัติความร้อนเชิงกลพลวัต พฤติกรรมการคืนกลับตัวทางอิลาสติก และความคงทนของยางเอ็นบีอาร์
2. เพื่อศึกษาปริมาณของสารเสริมสภาพพลาสติกที่มีต่อสมบัติความร้อนเชิงกลพลวัต พฤติกรรมการคืนกลับตัวทางอิลาสติก และความคงทนของยางเอ็นบีอาร์

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. วัตถุดิบที่ใช้เป็นเฟสหลัก คือ ยางเอ็นบีอาร์ที่มีปริมาณอะคริโลไนไตรต์ 33.5%
2. สารตัวเติมที่ใช้คือ
   (ก) ซิลิตินจากบริษัท เบ็นไมเยอร์ เคมีคอล (ที) จำกัด จังหวัดกรุงเทพฯ
   (ข) เถ้าลอยจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง
   (ค) พรีซิพิเตตซิลิกา เกรด Tokusil 233
3. สารเสริมสภาพพลาสติก ชนิดน้ำมันอะโรมาติก เกรด E101
4. การผสมโดยการใช้เครื่องบดผสมลูกกลิ้งคู่ (Two-roll mill)
5. ขึ้นรูปชิ้นงานโดยใช้เครื่องอัดความร้อนระบบแรงดัน
6. ทดสอบสมบัติของยาง ดังนี้
   (ก) ความแข็ง
   (ข) ความต้านต่อการขัดสี (Abrasion resistance) DIN 53516
   (ค) ความยุบตัวเมื่อได้รับแรงอัด (Compression set) ASTM D395-03
   (ง) สมบัติความร้อนเชิงกลพลวัต (Dynamic mechanical thermal properties)
   (จ) การบวมตัวในน้ำมันไฮดรอลิก ตามมาตรฐาน ASTM D471-06
   (ฉ) โครงสร้างจุลภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
   (ช) การทดสอบสภาวะการใช้งานจริงด้วยเครื่องทดสอบซีลจำลองสภาวะใช้งานจริง
7. สูตรยางที่ใช้ในงานวิจัย ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1.1 สูตรยางที่ใช้ในงานวิจัย [4]

Ingradients	Content (phr)*	Function	Company
NBR (grade KYRNAC 3345F), ACN 33.5%	100 Part	Matrix phase	Chemical Innovations (Thailand) Co., Ltd
Zinc oxide (ZnO)	5.0	Activator	Thai-Lysaght (Thailand) Co., Ltd
Stearic acid	1.5	Co-Activator	Imperial Industrial Chemical (Thailand) Co., Ltd
Dibenzothiazole disulphide (MBTS)	0.7	Accelerator	Zeon Chemical (Thailand) Co., Ltd
Tetramethyl Thiuramdisulfide (TMTD)	2.5	Co- Accelerator	Zeon Chemical (Thailand) Co., Ltd
Sulphur	2.0	Curing Agent	Zeon Chemical (Thailand) Co., Ltd
Carbon black (grade N550)	50.0	Reinforcing Agent	Thai carbon Black Public (Thailand) Co., Ltd
Aromatic oil (grade E101)	10.0 (Part I) And 10.0-40.0 (Part II)	Plasticizer	Esso (Thailand) Co., Ltd
Filler (Silica base) - Precipitated silica - Silica from Fly ash - Silica from Sillitin grade Z86 (Untreated), Aktisil PF216 (Treated)	Varying from 0-50.0 (Part I) And 50.0 (Part II)	Co-Reinforcing Agent	Tokuyama Siam Silica (Thailand) Co., Ltd K.N.R. Group (Thailand) Co., Ltd Behn Meyer Chemicals (T) (Thailand) Co., Ltd

* Part per hundred of rubber

1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัยโดยสังเขป

1. ศึกษาทฤษฎี วรรณกรรม/ผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับ ยางเอ็นบีอาร์ สารเติมแต่ง และสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย
2. จัดหาและเตรียมวัสดุวิจัย ดังนี้
   (ก) ยางเอ็นบีอาร์ เกรด KYRNAC 3345F
   (ข) สารเติมแต่งซิลิติน เกรด Z86 (ไม่ปรับปรุงผิว) และเกรด PF216 (ปรับปรุงผิวด้วยสารควบคู่ไซเลน จากบริษัท เบ็นไมเยอร์ เคมีคอน (ที) จำกัด)
   (ค) เถ้าลอย จากโรงไฟฟ้าถ่านหินแม่เมาะ จังหวัดลำปาง
   (ง) พรีซิพิเตตซิลิกา เกรด Tokusil 233
   (จ) สารเสริมสภาพพลาสติก (น้ำมันอะโรมาติก) เกรด E101
3. การพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารตัวเติม (ซิลิติน ผงเถ้าลอย และผงพรีซิพิเตตซิลิกา)
4. การเปรียบเทียบปริมาณสารเสริมสภาพพลาสติที่ปริมาณ 10-40 phr ในสารตัวเติมกลุ่มซิลิกา พรีซิพิเตตซิลิกา เถ้าลอย และซิลิติน (ชนิดปรับปรุงผิวและไม่ปรับปรุงผิว) ที่ปริมาณ 50 phr และผสมกับผงเขม่าดำเกรด N550 ที่ปริมาณ 50 phr ด้วยเครื่องบดผสมลูกกลิ้งคู่ ขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปร้อน ทดสอบสมบัติความร้อนเชิงกลพลวัต พฤติกรรมการคืนกลับตัวทางอิลาสติก และความคงทนของยางเอ็นบีอาร์
5. เตรียมชิ้นงานทดสอบลักษณะเช่นเดียวกับ วิธีการที่ 1.4.4 โดยเลือกปริมาณสารเสริมสภาพพลาสติกที่เหมาะสม จากนั้นปรับเปลี่ยนชนิดและปริมาณสารตัวเติมกลุ่มซิลิกา พรีซิพิเตต ซิลิกา เถ้าลอย และซิลิติน (ชนิดปรับปรุงผิวและไม่ปรับปรุงผิว) 0-50 phr จากนั้นทดสอบสมบัติเช่นเดียวกับ ขั้นตอนที่ 1.4.4
6. วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย และเผยแพร่ผลงานวิจัย
7. จัดทำรายงานการวิจัย และนำเสนอผลการวิจัยในการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี-เป็นการพัฒนาวัสดุเชิงประกอบยางเอ็นบีอาร์กับสารตัวเติมกลุ่มซิลิกาที่ได้จากวัสดุธรรมชาติ และมีผงเขม่าดำเป็นสารเติมแต่งหลัก
2. ด้านเศรษฐกิจและสังคม–การนำวัสดุทดแทนสารตัวเติมทางการค้าอื่น (ซิลิติน) เพื่อลดต้นทุนการผลิตและลดการนำเข้าสารเติมแต่งที่ใช้ในกระบวนการผลิตยางจากต่างประเทศ

3. ด้านสิ่งแวดล้อม-การนำวัสดุที่เหลือใช้ มาใช้ประโยชน์ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด เพื่อลดการก่อให้เกิดของเสีย
4. ด้านอุตสาหกรรมและพาณิชย์-สามารถนำผลงานวิจัยไปใช้ในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางในด้านต่างๆ ได้มากขึ้น และเป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัยระหว่างภาครัฐและอุตสาหกรรม
5. ด้านวิชาการ-จัดทำวิทยานิพนธ์และเผยแพร่ผลงานวิจัยในรูปบทความวิจัยในวารสารวิชาการ