



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ ผลของชนิดและปริมาณสารแทกคิไฟเออร์ต่อความแข็งแรงของกาวน้ำยางธรรมชาติ

Effect of tackifier types and contents to shear strength of natural rubber latex adhesive

โดย ดร. อรสา ภัทรไพบุญชัย และคณะ

เมษายน 2548

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ ผลของชนิดและปริมาณสารแทกกีไฟเออร์ต่อความแข็งแรงของกาวน้ำยางธรรมชาติ

Effect of tackifier types and contents on shear strength of natural rubber latex
adhesive

คณะผู้วิจัย

ดร. อรสา ภัทรไพบุญชัย
นางสาว สายไหม พัฒน์ไกร

สังกัด

สาขาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

กลุ่มโครงการวิจัยขนาดเล็กวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากยางธรรมชาติ-มอ.(7)

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปของผู้บริหาร

(Executive Summary)

ในการวิจัยนี้จะเป็นการเตรียมกาวน้ำยางธรรมชาติ โดยการนำน้ำยางธรรมชาติผสมกับสารเคมีและสารแทรกฟิโอฟออร์ชนิดต่างๆ เพื่อปรับปรุงสมบัติของกาวน้ำยางให้ดีขึ้น เช่น ด้าน Shear Strength และ Cleavage Peel Strength ตามมาตรฐาน ASTM D2339 และ ASTM D3807 ตามลำดับ โดยใช้ไม้อัดเตรียมเป็นชิ้นทดสอบ โดยที่กาวน้ำยางที่ได้ควรมีความเสถียร เพื่อที่จะสามารถเก็บได้นานมากขึ้น โดยพบว่า การใช้ 10% KOH ในการปรับค่า pH ของทั้งน้ำยางและ tackifier ทุกชนิด จะสามารถช่วยเพิ่มความเสถียรของกาวน้ำยางทำให้เก็บได้นานมากขึ้น และปริมาณของ Tackifier ชนิดต่างๆ มีผลต่อการเสถียรภาพของกาวน้ำยาง กล่าวคือ กาวน้ำยางที่ใช้ structol และ wood rosin เป็นสารเพิ่มความเหนียว ในปริมาณ 1-40 phr สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานกว่า 90 (3 เดือน) โดยไม่เสถียรภาพ ขณะที่กาวน้ำยางที่ใช้ coumarone resin เป็นสารเพิ่มความเหนียว ในปริมาณ 10 , 20 , 30 และ 40 phr สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน 51 , 42 , 36 และ 27 วัน ตามลำดับ และกาวน้ำยางที่ใช้ koresin เป็นสารเพิ่มความเหนียว ในปริมาณ 10 , 20 , 30 และ 40 phr สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน 27 , 18 , 15 และ 9 วัน ตามลำดับ สมบัติด้าน Shear strength และ Cleavage peel strength ของกาวน้ำยางจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณ tackifier ที่มากขึ้น และเมื่อมีอายุการเก็บนานขึ้น สมบัติของกาวด้าน Shear strength และ Cleavage peel strength ของกาวน้ำยางจะลดลงเรื่อยๆ สมบัติของด้าน Shear strength ของกาวน้ำยางผสม tackifier ชนิดต่างๆ ให้สมบัติที่ดีเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้

ปริมาณ 10 phr structol, wood rosin, coumarone resin และ koresin

ปริมาณ 20 phr structol, wood rosin , coumarone resin และ koresin

ปริมาณ 30 phr wood rosin , structol , coumarone resin และ koresin

ปริมาณ 40 phr wood rosin , coumarone resin , structol และ koresin

สมบัติของด้าน cleavage peel strength ของกาวน้ำยางผสม tackifier ชนิดต่างๆ ให้สมบัติที่ดีเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้

ปริมาณ 10 phr wood rosin, structol , koresin และ coumarone resin

ปริมาณ 20 phr wood rosin , koresin, structol , และ coumarone resin

ปริมาณ 30 phr wood rosin , coumarone resin , koresin และ structol

ปริมาณ 40 phr wood rosin , coumarone resin , structol และ koresin

และเมื่อเปรียบเทียบกับกาวทางการค้า ซึ่งเป็นกาวสังเคราะห์ที่เตรียมในรูป emulsion โดยสมบัติด้าน shear strength จะสูงกว่ากาวน้ำยางที่เตรียมได้ทุกสูตร แต่สมบัติด้าน cleavage peel strength ของกาวทางการค้าดีกว่ากาวน้ำยางผสม tackifier ทุกชนิด

กาวที่ได้สามารถวัลคาไนซ์ และเซ็ดตัวที่อุณหภูมิห้อง โดยระยะเวลาที่ใช้จะลดลงตาม ปริมาณ tackifier ที่เพิ่มขึ้น และกาวผสม koresin จะเซ็ดตัวเร็วกว่า coumarone resin , wood rosin และ structol ตามลำดับ ซึ่งกาว koresin ใช้ระยะเวลาเซ็ดตัวประมาณ 10-60 นาที , coumarone resin ใช้ระยะเวลาเซ็ดตัวประมาณ 10-60 นาที , wood rosin ใช้ระยะเวลาเซ็ดตัวประมาณ 20-60 นาที และ structol ใช้ระยะเวลาเซ็ดตัวประมาณ 30-60 นาที

บทคัดย่อ

โครงการวิจัย : RDG 4850015

ชื่อโครงการวิจัย : ผลของชนิดและปริมาณสารแทกคิไฟเออร์ต่อความแข็งแรงของกาวน้ำยาง

นักวิจัย : ดร. อรสา ภัทรไพบุญชัยและคณะ (สาขาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่) อ. หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

E-mail Address: Orasa.p@psu.ac.th

ระยะเวลาที่ทำการวิจัย : 19 สิงหาคม 2547 – 20 กุมภาพันธ์ 2548

น้ำยางธรรมชาติลดน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 350,000-700,000 สามารถเตรียมได้โดย 40% hydropersol ปริมาณ 0.3 phr ที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อการเตรียมกาวน้ำยางธรรมชาติที่ใช้ tackifier ชนิดต่างๆ ปรับปรุง สมบัติด้านความแข็งแรงของกาว ซึ่งกาวน้ำยางที่ไม่ใส่ tackifier สามารถเก็บได้นานเกิน 90 วัน โดยไม่เสียสภาพ ส่วนกาวน้ำยางผสม structol และกาวน้ำยางผสม wood rosin สามารถเก็บได้นานเกิน 90 วัน โดยไม่เสียสภาพ แต่กาวน้ำยางผสม coumarone resin เก็บไว้ได้เป็นเวลาประมาณ 27-51 วัน และกาวน้ำยางผสม korosin เก็บไว้ได้เป็นเวลาประมาณ 9-27 วัน โดยสูตรกาวที่มีปริมาณ tackifier มาก จะเสียสภาพเร็วกว่าสูตรกาวที่มีปริมาณน้อย สำหรับสมบัติด้าน shear strength และ cleavage peel strength ของกาวน้ำยาง จะเพิ่มตามปริมาณ tackifier เมื่อมีอายุการเก็บที่นานขึ้น สมบัติทั้งสองนี้จะค่อยๆลดลง โดยกาวน้ำยางผสม wood rosin มีสมบัติดีที่สุด ตามด้วยกาวน้ำยางผสม coumarone resin, structol และ korosin ตามลำดับ นอกจากนี้กาวน้ำยางสามารถเชื่อมที่อุณหภูมิห้อง โดยระยะเวลาที่ใช้จะลดลงตามปริมาณ tackifier ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งกาวน้ำยางผสม korosin เชื่อมได้เร็วกว่า coumarone resin, wood rosin และ structol ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบสูตรกาวน้ำยางที่ใช้ structol, wood rosin, coumarone resin และ korosin เป็น tackifier กับกาวทางการค้า พบว่ากาวทางการค้าจะมีสมบัติด้าน shear strength ที่ดีกว่าแต่มีสมบัติด้าน cleavage peel strength ที่ด้อยกว่ากาวน้ำยางที่เตรียมได้

คำสำคัญ : สารแทกคิไฟเออร์, ความแข็งแรง, กาวน้ำยางธรรมชาติ

Abstract

Project Code : RDG 4850015

Investgator : Miss Orasa Patarapaiboolchai, et al. (polymer science program, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hadyai Campus, Songkhla 90112

E-mail Address: Orasa.p@psu.ac.th

Project Period: August 19, 2004 – February 20, 2005

Natural rubber latex with reduce molecular weigth using 0.3 phr 40% hydroperse at temperature 70⁰C, for prepared adhesive latex using tackifier modifier propertie of latex adhesive. Latex adhesive without tackifier loading can be stored more than 90 days without latex stabilization while latex adhesive using structol modifier and wood rosin modifier adhesive latex can be stored more than 90 days without latex stabilization but coumarone resin modifier and korosin modifier adhesive latex can be stored 27-51 days and 9-27 days without latex destabilization. For shear strength and cleavage peel strength properties of latex adhesives increase with increasing the amount of tackifier but their properties decrease with increasing the storage time. In addition, we that adhesive latex using 30 phr wood rosin give the highest properties followed by latex adhesives using 30 phr coumarone resin, 30 phr structol and 30 phr korosin, respectily. Latex adhesive setting at room temperature decrease with increasing amount of tackifier, Korosin modifier set faster than coumarone resin, wood rosin and structol modifier . Furthermore, commercial adhesive show better shear strength properties than every types of tackifier, but ever types of tackifier show cleavage peel strength properties than tackifier modifier modifier latex adhesives.

Keyword : tackifier, shear strength, natural rubber latex adhesive

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สำหรับทุนวิจัย ที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

ขอขอบคุณสาขาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้

ขอขอบคุณ นายยุทธนา มั่นอารีย์ และเจ้าหน้าที่ประจำสาขาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาการทำวิจัย จนทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

ดร. อรสา ภัทรไพบุญชัย

25 มีนาคม 2548

สารบัญ

	หน้า
บทสรุปของผู้บริหาร	I
บทคัดย่อ	III
Abstract	IV
กิตติกรรมประกาศ	V
สารบัญ	VI
รายการตาราง	IX
รายการภาพ	XI
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 จุดมุ่งหมายในการทำวิจัย	2
1.2 ขอบเขตการวิจัย	2
1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ทฤษฎีของการติดประสาน	3
2.2 พันธะที่เกิดขึ้นในระดับโมเลกุลของกาว	4
2.2.1 พันธะทางเคมี	4
2.2.2 พันธะทางกายภาพ	5
2.3 หลักการติดประสาน	5
2.3.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการติดประสาน	5
2.3.2 ผลของการเตรียมผิววัสดุ	5
2.3.3 สมบัติของกาวที่ต้องการ	6
2.4 ประเภทของกาวแบ่งตามลักษณะการใช้งาน	7
2.4.1 สารละลายกาว (solvent adhesive)	7
2.4.2 Hot melt adhesive	7
2.4.3 Reactive adhesive	7
2.4.4 Pressure sensitive adhesive	7
2.4.5 กาวอิมัลชัน (Emulsion adhesive)	7
2.4.5.1 การใช้งานของกาวน้ำยาง	8
2.4.5.2 ข้อได้เปรียบและข้อเสียเปรียบของกาวน้ำยาง	8
2.4.5.3 หลักการโดยทั่วไปของสูตรกาวน้ำยาง	9

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2.5 น้ำหนักโมเลกุลของยางธรรมชาติ	13
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
2 สารเคมี วัสดุอุปกรณ์ และ วิธีการทดลอง	19
3.1 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	19
3.2 เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	20
3.3 วิธีการทดลอง	22
3.1.1 การเตรียมน้ำยางลดน้ำหนักโมเลกุล	22
3.3.2 การเตรียมสารเคมี ในรูป dispersion	23
3.3.3 การเตรียมแทกคิไฟเออร์ ในรูป emulsion	25
3.3.4 วิธีการเตรียมกาว	27
3.4 วิธีการทดลอง	28
3.4.1 ศึกษาการเตรียมน้ำยางธรรมชาติที่มีการลดน้ำหนักโมเลกุล	28
3.1.2 ศึกษาอายุการเก็บของกาว	29
3.4.3 ศึกษาสมบัติของกาวน้ำยางธรรมชาติผสม Tackifier ชนิดต่างๆ เปรียบเทียบกับกาวทางการค้า	30
3.4.4 ศึกษาการทดสอบสมบัติของกาวด้าน shear strength ตามมาตรฐาน ASTM D2339 และ Cleavage peel strength ตามมาตรฐาน ASTM D3807	31
4 ผลการทดลองและวิจารณ์การทดลอง	33
4.1 ข้อมูลเบื้องต้นของน้ำยาง, Tackifier, สมบัติของกาวตามมาตรฐาน มอก .521-2527	33
4.1.1 สมบัติเบื้องต้นของน้ำยาง	33
4.1.2 สมบัติเบื้องต้นของ Tackifier ที่เตรียมในรูปอิมัลชัน	33
4.1.3 สมบัติของกาวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกาวยาง (มอก. 521- 2527)	34
4.2 ผลของการลดน้ำหนักโมเลกุลในน้ำยางธรรมชาติ	34
4.2.1 แสดงค่าน้ำหนักโมเลกุลในน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ 40% Hydroperse	34
4.2.2 แสดงค่าน้ำหนักโมเลกุลในน้ำยางธรรมชาติ ที่ใส่ 40% Hydroperse ปริมาณ 0.3 phr อบที่อุณหภูมิต่างๆ	34
4.3 ผลของ tackifier ต่อการเสถียรภาพของน้ำยาง	36
4.3.1 pH ของน้ำยางที่ผสมในปริมาณต่างๆ	36
4.3.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมดของกาวน้ำยาง ที่แปรปริมาณ tackifier ชนิดต่างๆ	39
4.3.3 เวลาการเซตตัวของกาวน้ำยาง ที่แปรปริมาณ tackifier ชนิดต่างๆ	40

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4.4 ปริมาณ tackifier ที่มีผลต่ออายุการเก็บของกาวน้ำยาง	44
4.4.1 pH และอายุของการเก็บของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ tackifier ชนิดต่างๆ	
4.4.2 ความหนืด และอายุการเก็บของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ tackifier ชนิดต่างๆ	52
3.1.3 shear strength และอายุการเก็บของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ tackifier ชนิดต่างๆ	58
4.4.4 Cleavage peel strength และอายุการเก็บของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ tackifier ชนิดต่างๆ	63
4.4.5 shear strength และ Cleavage peel strength ต่ออายุการเก็บของกาวน้ำยาง ธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ tackifier ชนิดต่างๆเปรียบเทียบกับกาวทางการค้า	68
5 สรุปผลของการทดลองและข้อเสนอแนะ	72
5.1 สรุปผลการทดลอง	72
5.2 ข้อเสนอแนะ	74
เอกสารอ้างอิง	75
ภาคผนวก	77

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 การเตรียมน้ำยางลดน้ำหนักโมเลกุล 40% Hydroperse	21
3.2 สูตรกาวน้ำยางธรรมชาติที่ใช้	27
3.3 สูตรที่ใช้ในการคำนวณค่า relative viscosity , specific viscosity , และ inherent viscosity	29
4.1 สมบัติเบื้องต้นของน้ำยาง	33
4.2 สมบัติเบื้องต้นของ Tackifier ที่เตรียมในรูปอิมัลชัน	33
4.3 คุณสมบัติของการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกาวยาง (มอก.521-2527)	34
4.4 ค่าน้ำหนักโมเลกุลในน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ 40% Hydroperse อบที่อุณหภูมิ 70° c	34
4.5 ค่าน้ำหนักโมเลกุลในน้ำยางธรรมชาติที่ใส่ 40% Hydroperse ปริมาณ 0.3 phr อบที่อุณหภูมิต่างๆ	35
4.6 pH ของการผสมน้ำยาง NR latex (HA – type) ที่แปรปริมาณ Structol	37
4.7 pH ของการผสมน้ำยาง NR latex (HA – type) ที่แปรปริมาณ Wood rosin	37
4.8 pH ของการผสมน้ำยาง NR latex (HA – type) ที่แปรปริมาณ coumarone resin	38
4.9 pH ของการผสมน้ำยาง NR latex (HA – type) ที่แปรปริมาณ Koresin	38
4.10 ปริมาณของแข็งทั้งหมดของกาวน้ำยาง ที่แปรปริมาณ tackifier	39
4.11 เวลาการเซตตัวของกาวน้ำยาง ที่แปรปริมาณ structol	40
4.12 เวลาการเซตตัวของกาวน้ำยาง ที่แปรปริมาณ Wood rosin	41
4.13 เวลาการเซตตัวของกาวน้ำยาง ที่แปรปริมาณ coumarone resin	42
4.14 เวลาการเซตตัวของกาวน้ำยาง ที่แปรปริมาณ Koresin	43
4.15 pH และอายุการเก็บของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ structol	44
4.16 pH และอายุการเก็บของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ Wood rosin	46
4.17 pH และอายุการเก็บของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ coumarone resin	48
4.18 pH และอายุการเก็บของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ Koresin	50
4.19 ความหนืด และอายุการเก็บของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ structol	52
4.20 ความหนืด และอายุการเก็บของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ Wood rosin	53
4.21 ความหนืด และอายุการเก็บของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ coumarone resin	55
4.22 ความหนืด และอายุการเก็บของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ Koresin	56
4.23 shear strength และอายุการเก็บของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ structol	58

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.24 Shear strength และอายุการเก็บของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ wood rosin	59
4.25 Shear strength และอายุการเก็บของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ coumarone resin	60
4.26 Shear strength และอายุการเก็บของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ Koresin	62
4.27 Cleavage peel strength และอายุการเก็บของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ structol	63
4.28 Cleavage peel strength และอายุการเก็บของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ wood rosin	65
4.29 Cleavage peel strength และอายุการเก็บกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ coumarone resin	66
4.30 Cleavage peel strength และอายุการเก็บกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ Koresin	67
4.31 Shear strength ของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่ใช้ tackifier ชนิดต่างๆ เปรียบเทียบกับกาวทางการค้า	68
4.32 Cleavage peel strength ของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่ใช้ tackifier ชนิดต่างๆ เปรียบเทียบกับกาวทางการค้า	69

รายการภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 กระบวนการบดขย้างในบรรยากาศออกซิเจน และก๊าซเฉื่อย	15
2.2 กลไกการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในน้ำยางธรรมชาติโดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	16
3.1 แสดงขั้นตอนทดสอบไม้ และแนวแรงดึงของการทดสอบสมบัติด้าน Shear strength ตามมาตรฐาน ASTM 2339	31
3.2 แสดงขั้นตอนทดสอบไม้ และแนวแรงดึงของการทดสอบสมบัติด้าน Cleavage peel strength ตามมาตรฐาน ASTM 3807	32
4.1 คำนวณน้ำหนักโมเลกุลในน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ 40% Hydroperse อบที่อุณหภูมิ 70° c	35
4.2 คำนวณน้ำหนักโมเลกุลในน้ำยางธรรมชาติ ที่ใส่ 40% Hydroperse ปริมาณ 0.3 phr อบที่อุณหภูมิต่างๆ	35
4.3 เวลาการเซตตัวของกาวน้ำยาง ที่แปรปริมาณ structol	40
4.4 เวลาการเซตตัวของกาวน้ำยาง ที่แปรปริมาณ wood rosin	41
4.5 เวลาการเซตตัวของกาวน้ำยาง ที่แปรปริมาณ coumarone resin	42
4.6 เวลาการเซตตัวของกาวน้ำยาง ที่แปรปริมาณ Koresin	43
4.7 pH และอายุการเก็บของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ structol	45
4.8 pH และอายุการเก็บของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ wood rosin	47
4.9 pH และอายุการเก็บของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ coumarone resin	49
4.10 pH และอายุการเก็บของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ Koresin	50
4.11 ความหนืด และอายุการเก็บของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ structol	52
4.12 ความหนืด และอายุการเก็บของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ wood rosin	54
4.13 ความหนืด และอายุการเก็บของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ coumarone resin	55
4.14 ความหนืด และอายุการเก็บของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ Koresin	57
4.15 Shear strength และอายุการเก็บของกาวน้ำยาง ที่แปรปริมาณ structol	58
4.16 Shear strength และอายุการเก็บของกาวน้ำยาง ที่แปรปริมาณ wood rosin	60
4.17 Shear strength และอายุการเก็บของกาวน้ำยาง ที่แปรปริมาณ coumarone resin	61
4.18 Shear strength และอายุการเก็บของกาวน้ำยาง ที่แปรปริมาณ Koresin	62
4.19 Cleavage peel strength และอายุการเก็บของกาวน้ำยาง ที่แปรปริมาณ structol	64
4.20 Cleavage peel strength และอายุการเก็บของกาวน้ำยาง ที่แปรปริมาณ wood rosin	65

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.21 Cleavage peel strength และอายุการเก็บของกาวน้ำยาง ที่แปรปริมาณ coumarone resin	66
4.22 Cleavage peel strength และอายุการเก็บของกาวน้ำยาง ที่แปรปริมาณ Koresin	67
4.23 Shear strength ของกาวน้ำยางธรรมชาติ ที่ใช้ tackifier ชนิดต่างๆ เปรียบเทียบกาวทางการค้า	69
4.24 Cleavage peel strength ของกาวน้ำยางธรรมชาติที่ใช้ tackifer ชนิดต่างๆ เปรียบเทียบกาวทางการค้า	70

บทที่ 1

บทนำ

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตยางธรรมชาติส่งออกเป็นอันดับหนึ่งของโลก โดยมีศักยภาพในการผลิตปีละประมาณ 2.2 ล้านตันหรือประมาณร้อยละ 32 ของการผลิตยางธรรมชาติทั้งหมดของโลก (โสพน, 2543) และมีอุตสาหกรรมภายในประเทศ คือ โรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปยาง 196 โรงงาน และอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ยาง ที่มีจำนวนถึง 518 โรงงาน (ฉัตรการณ, 2545)

ผลิตภัณฑ์จากน้ำยางธรรมชาติที่ใช้งานอยู่มีหลายชนิดโดยใช้งานทั้งที่อยู่ในรูปยางแห้งและน้ำยาง ที่ใช้งานในรูปยางแห้งปัจจุบันมีอยู่มากมายหลายชนิด เช่น ยางล้อรถยนต์ ยางรองคอสพาน ยางสายพาน ฯลฯ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำยาง เช่น ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการชุบได้แก่ ถุงมือต่างๆ และลูกโป่ง ผลิตภัณฑ์ที่เป็นฟองน้ำ ได้แก่ หมอน ที่นอน ส่วนประกอบเฟอร์นิเจอร์ และ กาว

ปัจจุบันกาวที่ใช้ในประเทศไทยมีการนำเข้าเป็นส่วนใหญ่ทั้งกาวที่ทำจากยางแห้งและยางเปียก กาวมีบทบาทเป็นอย่างมากในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมเทปกาว อุตสาหกรรมไม้และเฟอร์นิเจอร์ และอุตสาหกรรมกระดาษ เป็นต้น และมีการใช้วัสดุอื่นที่ได้จากการสังเคราะห์เพื่อมาผลิตเป็นกาว แต่มีราคาแพง และมีข้อดี ข้อด้อย แตกต่างกันไปตามวัสดุที่นำมาใช้ทำการผลิตเป็นกาวชนิดนั้นๆ ซึ่งถ้าเป็นกาวที่ผลิตจากน้ำยางธรรมชาติจะมีราคาที่ถูกลงกว่ามาก อีกทั้งขั้นตอนการผลิตที่ไม่ยุ่งยาก ไม่มีอันตรายที่เกิดขึ้นจากตัวทำละลายที่เป็นสารมีพิษที่ระเหยง่ายซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ หากมีการสูดดมเข้าไปในร่างกาย ไม่มีสารไวไฟ และวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตหาได้ง่าย แต่ข้อดีของการชนิดนี้คือ กาวน้ำยางธรรมชาติ มีสมบัติการยึดติดและความแข็งแรงไม่ดึ้นัก

ด้วยเหตุนี้จึงต้องมีการศึกษาให้มีการพัฒนา ซึ่งในการวิจัยนี้จะเป็นการเตรียมกาวน้ำยางธรรมชาติ โดยมีการทดลองใช้ tackifier ชนิด และปริมาณต่างๆ โดยคาดว่า การทดลองนี้จะสามารถช่วยในการปรับปรุงและพัฒนา กาวน้ำยางธรรมชาติให้มีสมบัติทางกายภาพที่ดีขึ้น ดังนั้นถ้าการปรับปรุงและพัฒนา กาวน้ำยางธรรมชาติให้มีคุณสมบัติด้านการยึดติดและความแข็งแรงที่ดีหรือใกล้เคียงกาวสังเคราะห์ จนสามารถผลิตออกมาในรูปการค้าได้ กาวน้ำยางธรรมชาติจะสามารถแพร่หลายแทนที่กาวสังเคราะห์ได้ เป็นการเพิ่มมูลค่าและปริมาณการใช้ให้กับยางธรรมชาติที่มีในประเทศจำนวนมากต่อไปในอนาคต

1.1 จุดมุ่งหมายในการทำวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาวิธีการเตรียมกาวน้ำยางธรรมชาติที่มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 350,000 - 700,000
- 2) เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของกาวน้ำยาง เมื่อเติมสารแทกทิไฟเออร์ชนิดและปริมาณต่างๆ
- 3) เพื่อพัฒนาสูตรกาวน้ำยางให้มีสมบัติที่ดี

1.2 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยนี้จะเป็นการเตรียมกาวน้ำยางธรรมชาติ โดยการนำน้ำยางธรรมชาติผสมกับสารเคมีและสารแทกทิไฟเออร์ชนิดต่างๆ เพื่อปรับปรุงสมบัติบางประการของกาวน้ำยางให้ดีขึ้นซึ่งมีขอบเขตของการวิจัยคือ

1. เตรียมกาวน้ำยางธรรมชาติที่มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 350,000-700,000
2. เตรียมสารเคมีสำหรับน้ำยางด้วยเครื่องบดสารเคมี (Ball mill) เพื่อบดสารเคมีให้อยู่ในรูป dispersion
3. ศึกษาการเตรียมแทกทิไฟเออร์ชนิดต่างๆ โดยเป็นการเตรียมในรูปอิมัลชันเพื่อนำไปเตรียมกาวน้ำยางธรรมชาติ
4. ศึกษาผลของสารแทกทิไฟเออร์ชนิดต่างๆ ต่อสมบัติทางกายภาพของกาวโดยแปรปริมาณแทกทิไฟเออร์ที่ 0, 10, 20, 30 และ 40 phr เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมตรงตามความต้องการ
5. วิเคราะห์ผลการทดสอบที่ได้ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) สามารถเตรียมกาวน้ำยางที่มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 350,000 -700,000
- 2) ได้ข้อมูลเพื่อที่จะเป็นพื้นฐานสำหรับการวิจัยและพัฒนา กาวน้ำยาง เพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรม
- 3) ทราบข้อดีและวิธีการปรับปรุงกาวน้ำยางธรรมชาติ ให้มีสมบัติทางกายภาพที่ดี โดยการควบคุมปริมาณและชนิดของสารแทกทิไฟเออร์ ซึ่งที่ใช้ในการวิจัยนี้คือ Wood rosin, coumarone resin, structol และ koresin
- 4) เป็นแนวทางในการพัฒนากาวน้ำยาง

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กาวยางที่ใช้งานต่างๆ ทำมาจากสารละลายยางหรือทำจากน้ำยาง แต่กาวจากน้ำยางได้เปรียบในเรื่องราคาต่ำ ไม่มีส่วนของตัวทำละลายที่มักเป็นพิษหรือไวไฟ มีช่วงความหนืดกว้างตลอดทั้งทนทานต่อการเสื่อมสภาพดีกว่า อย่างไรก็ตามกาวน้ำยางก็มีข้อเสียอยู่บ้างในเรื่องของการหดตัวทำให้สิ่งของเป็นรอยยุบ อัตราความเร็วของการแห้งช้ารวมทั้งการเกิดความแข็งแรงของการยึดติดก็ช้าด้วย กาวน้ำยางเหมาะกับการใช้งานที่ต้องการติดหรือยึดพวกของประเภทผิวหน้าเป็นรูพรุน ผิวหน้าเปื่อยได้ง่าย ฟิล์มที่แห้งแล้วจากกาวน้ำยางไม่สามารถล้างออกด้วยน้ำหรือด่าง และแม้แต่ตัวทำละลายก็อาจล้างฟิล์มออกได้ยากเพราะเนื่องมาจากน้ำหนักโมเลกุลยางที่สูงของยาง (วรารักษ์, 2525)

2.1 ทฤษฎีของการติดประสาน

การติดประสาน หมายถึง กระบวนการนำสิ่งต่างๆ ที่ต้องการจะนำมาเชื่อมต่อติดเข้าด้วยกัน โดยใช้กาวหรือ อีกความหมายหนึ่ง คือ การที่สถานะที่สองพื้นผิวยึดติดกันโดยแรงกระทำระหว่างผิว อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือประกอบกันของแรงอันเนื่องมาจากอิเล็คตรอนวงนอก แรงทางกายภาพ หรือ การติดกันโดยการเกี่ยวระหว่างผิว ทฤษฎีของการติดประสานแบ่งได้ดังนี้

1. Mechanical Interlocking

ในการยึดติดกันของผิวที่ขรุขระไม่เรียบ เช่น ไม้กระดานหรือเส้นใยเมื่อทา กาวจะซึมเข้าไปตามช่องว่างบนผิว และทำให้มีพื้นที่ผิวในการยึดติดมากขึ้น

2. Interdiffusion of chain

เป็นการแพร่ของสายโซ่โมเลกุลภายใน มีการเคลื่อนไหวและการบิดตัวของสายโซ่ สามารถเพิ่มความสามารถในการแพร่ของสายโซ่โมเลกุลกาวได้ โดยเพิ่มแรงกด เพิ่มอุณหภูมิ เพิ่มเวลาในการติด หรือลดน้ำหนักโมเลกุลของสายโซ่ นอกจากนี้อาจใช้ plasticizer หรือ tackifier ร่วมด้วย

3. Electrical Interection

เป็นการเคลื่อนที่ของอิเล็คตรอนเนื่องจากมีอิเล็คตรอนมาก ไปยังที่มีอิเล็คตรอนน้อย

4. Chemical Interection

เป็นการยึดติดเนื่องจากการแทรกซึมระหว่างกาวกับวัสดุ ซึ่งเกี่ยวข้องกับพันธะ Primary, พันธะไอออนิก และพันธะโควาเลนต์

2.2 พันธะที่เกิดขึ้นในระดับโมเลกุลของแก๊ว

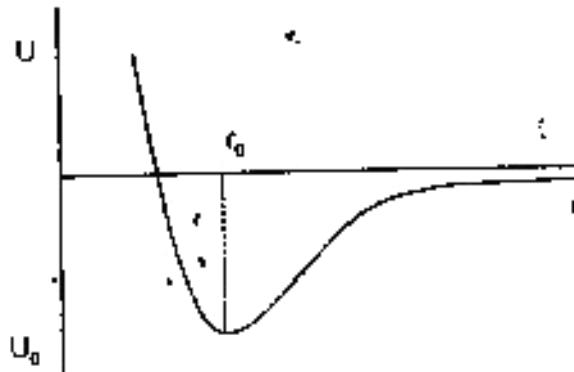
แรงที่ใช้ในการดึงดูดประสานระหว่างแก๊วและวัสดุ เพื่อให้มีความแข็งแรงในการยึดติดของวัสดุในระดับอะตอมและ โมเลกุลประกอบไปด้วยพันธะทางเคมี (Chemical bond) และ พันธะทางกายภาพ (Physical bond)

2.2.1 พันธะทางเคมี (Chemical bond) ทำให้เกิดการเชื่อมโยงของอะตอม ได้แก่

2.2.1.1 พันธะโควาเลนต์ (Covalent bond) เป็นผลที่เกิดขึ้นระหว่างอะตอม ซึ่งอธิบายโดยสมการของ Lennard – Jones

$$U = -A/2(2/r^6 - r^6/r^{12})$$

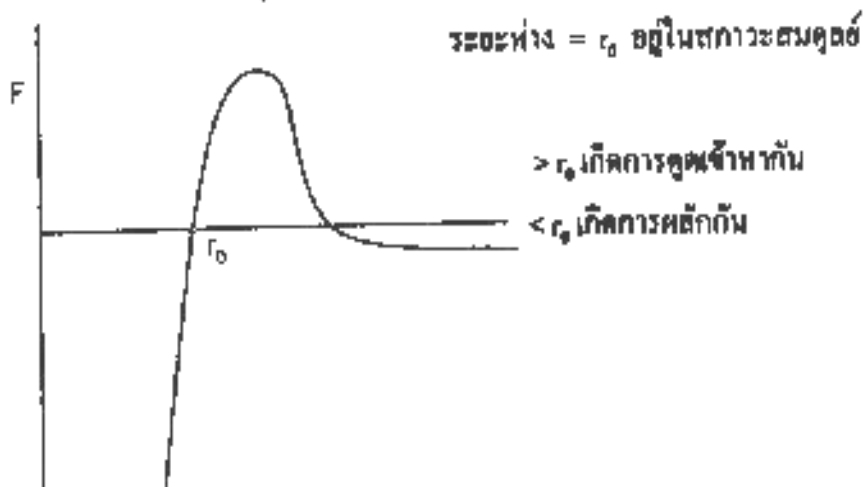
โดยที่ U คือพลังงานแฝง (Potential energy) ของระบบที่ตอบสนองต่อการแยกออกของอะตอม เป็นระยะ r



ถ้าอะตอมห่างกันมากจะทำให้ Potential energy (U) สูง แต่ถ้าอะตอมอยู่ใกล้กันมาก จะทำให้ Potential energy (U_0) ต่ำสุด

ซึ่งอธิบายโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่าง แรงกับระยะห่าง

$$F = -dU/dr = 6A(1/r^7 - r^6/r^{13})$$



2.2.1.2 พันธะไอออนิก (Ionic bonds)

เป็นผลที่เกิดจากปฏิกิริยา ระหว่างประจุ 2 ประจุที่ตรงข้ามกัน เช่น Na^+ และ Cl^- ซึ่งอธิบายได้โดยสมการดังต่อไปนี้

$$U_{\text{ionic}} = q^+ q^- / r^6$$

$$F_{\text{ionic}} = q^+ q^- / r^2$$

โดยที่ $q^+ q^-$ คือ ผลคูณของประจุไอออนิก

r คือ ระยะห่างของอะตอม

2.2.2 พันธะทางกายภาพ (Physical bond) จะมีความแข็งแรงของพันธะน้อยกว่า พันธะโควาเลนต์และพันธะไอออนิก ซึ่งเป็นพันธะทางเคมี ได้แก่

2.2.2.1 พันธะไฮโดรเจน (Hydrogen bonds)

มีพลังงานต่ำกว่าของพันธะไฮโดรเจนคือ ประมาณ 24 kJ/mole มีความสำคัญต่อความแข็งแรง ของพอลิเอทิลีน และ Polyamide อื่น ๆ รวมทั้งเป็นพันธะที่เกี่ยวข้องกับอิทธิพลของน้ำต่อสมบัติของพอลิเมอร์หลายชนิด โดยที่น้ำอาจทำให้พอลิเมอร์บางชนิดอ่อนตัวลงได้

2.2.2.2 แรงวันเดอร์วาลส์ (Van der Waals Forces)

มีความเกี่ยวข้องกับความแข็งแรงของเนื้อแก้ว และความแข็งแรงของการยึดติด ระหว่างแก้วกับวัสดุ โดยมีพลังงานประมาณ 4-8 kJ/mole

2.3 หลักการติดประสาน

2.3.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการติดประสาน

2.3.1.1 ลักษณะของผิววัสดุ

2.3.1.2 สมบัติทางกลของผิว

2.3.1.3 ลักษณะของแก้ว

2.3.1.4 สภาพะของการเกิดพันธะ

2.3.1.5 สภาพะก่อนการนำไปทดสอบ

2.3.1.6 สภาพะการทดสอบ

2.3.2 ผลของการเตรียมผิววัสดุ (Effect of surface pretreatment) (William C.Wake et al. ,1984)

ในการเตรียมผิววัสดุที่จะติดกาวนั้น เป็นการเพิ่มพื้นที่ในการยึดติด และเพิ่มการกระจายตัวบนพื้นผิวของวัสดุที่ต้องการยึดติด รวมทั้งเป็นการเตรียมมุมในการยึดติดให้เหมาะสมกับกาวที่จะนำมายึดติด โดยวิธีการเตรียมผิวแก้วที่ต้องการนำมายึดติด สามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

2.3.2.1 วิธีทางเคมี (Chemical Method) เป็นการใช้สารเคมีเพื่อขจัดผิวภายนอกออกซึ่งจะทำให้มีผิวหยาบทำให้การเปียกผิวของกาวดีขึ้น เช่น การแช่ หรือการกัดด้วยกรดและสารเคมี (etching) การกราฟ (grafting) , การทำพลาสมาพอลิเมอร์ไรเซชัน (plasma polymerization)

2.3.1.2 วิธีทางกายภาพ (Physical Method) เป็นการช่วยขจัดชั้นผิวที่อ่อนแอออกไป และยังช่วยเพิ่มความแข็งแรงของรอยต่อได้คืออีกด้วย เช่น การทำเฟลม และพลาสมาทรีทเมนต์ (Flame and Plasma treatment)

2.3.1.3 วิธีบัลค์ (Bult Method) ถือเป็นวิธีทางอ้อมของการเตรียมผิว ซึ่งจะมีผลทำให้เพิ่มความแข็งแรงของรอยต่อ เช่น การเบลนค์, recrytallization

2.3.3 สมบัติของกาวที่ต้องการ

- 1) มีความสามารถในการติดประสานวัสดุ 2 ชนิด ซึ่งอาจมีความแตกต่างกันด้วยพันธะที่แข็งแรง
- 2) ง่ายต่อการนำไปใช้งาน โดยที่มีการเปียกผิว (Wetting) อย่างรวดเร็ว
- 3) มีความเหนียวต่ำเพื่อให้ง่ายต่อการกระจายตัวของกาวที่ผิววัสดุ
- 4) มีความตึงผิวต่ำกว่าค่า Critical surface tension ของตัวประสาน
- 5) ต้องมีการเซตตัวที่เร็วหลังจากที่ทาลงไป
- 6) มีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรน้อยหลังจากที่กาวเซตตัว หรือหลังเกิดการวัลคาไนซ์ เพราะจะช่วยลดการหดตัวของกาวทำให้ไม่เกิดช่องว่างกลายเป็นจุดที่อ่อนแอเกิดขึ้นได้
- 7) ความแข็งแรงภายในเนื้อกาว (Cohesive strength) สูง หลังจากเกิดการวัลคาไนซ์แล้ว
- 8) มีความทนทานต่อการใช้งาน (Durability) จากปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิและสภาพแวดล้อมรวมไปถึงปัจจัยทางเคมี ได้แก่ การเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส, ปฏิกิริยาออกซิเดชัน เป็นต้น
- 9) ต้องไม่ก่อปัญหาให้กับสถานะแวดล้อม และกาวที่ใช้ควรจะต้องมีความปลอดภัยทั้งก่อนระหว่าง และหลังการใช้งาน
- 10) มีราคาเหมาะสมกับลักษณะของงาน ซึ่งจะต้องพิจารณาคุณสมบัติทางเคมี ของส่วนประกอบที่จะทำหน้าที่เป็นตัวยึดประสาน และการเกิดพันธะของกาว

2.4 ประเภทของกาบแบ่งตามลักษณะการใช้งาน

2.4.1 สารละลายกาบ (Solvent adhesive)

เป็นกาบที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมยางรถยนต์สายพาน เพราะข้อได้เปรียบของกาบชนิดนี้ คือ มีการเปียกผิวที่ดี (Wetting) มีการเซตตัวเร็ว ทนทานต่อน้ำ และสามารถปรับปรุงให้เกิดพันธะที่แข็งแรงได้ แต่การใช้กาบชนิดนี้จะต้องระมัดระวังเป็นพิเศษในเรื่องอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากตัวทำละลายที่เป็นสารระเหยง่ายซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้ใช้หากมีการสูดดม และการเป็นสารที่ไวไฟ จึงต้องระมัดระวังในการเก็บให้เหมาะสม ตัวอย่างกาบชนิดนี้ ได้แก่ สารละลายกาบจากยางธรรมชาติ กาบโพลีเอไมด์ เป็นต้น

2.4.2 Hot melt adhesive

กาบชนิดนี้โดยปกติแล้วอยู่ในรูปของแข็ง สามารถใช้งานได้โดยการใช้ความร้อนซึ่งจะทำให้กาบหลอม นิยมใช้ในอุตสาหกรรมที่ต้องการให้กระบวนการผลิตที่ต้องการความรวดเร็วเพราะกาบชนิดนี้ เมื่อเย็นจะเซตตัวได้เร็ว แต่มีข้อเสีย คือ ใช้ในงานที่ละเอียดและมีพื้นที่ผิวมาก ๆ ไม่ได้ติดเฉพาะผิวที่ทนต่ออุณหภูมิสูง ตัวอย่างวัสดุที่ใช้ผลิตกาบชนิดนี้ได้แก่ ไนลอน (Nylon) โพลีเอสเตอร์ (Polyester) โพลีเอทิลีน ไวนิลอะซิเตท (Ethylene – vinyl acetate) เป็นต้น

2.4.3 Reactive adhesive

กาบชนิดนี้เป็นกาบที่สามารถเกิดการโพลิเมอร์ไรซ์ได้ โดยที่ข้อดีของกาบชนิดนี้คือ มีการเซตตัวที่เร็วมากที่อุณหภูมิห้องเมื่อเปรียบเทียบกับกาบ hot melt ดังนั้นในการเก็บรักษากาบชนิดนี้จึงเป็นปัญหาสำคัญ อีกทั้งยังมีราคาแพง ตัวอย่างกาบชนิดนี้ได้แก่ กาบอีพอกซีเรซิน (Epoxy resin adhesive) กาบอะครีลิก (Acrylic monomer adhesive) กาบไอโซไซยานาต เป็นต้น

2.4.4 Pressure sensitive adhesive

เป็นกาบที่เตรียมอยู่ในรูปแถบกาบ (Tape) ซึ่งจะเคลือบลงบนเซลโลเฟน (Cellophane) โพลีเอทิลีน (Polyethylene) พีวีซี (PVC) เป็นต้น ปัจจุบันนี้นิยมใช้กันมากทางการแพทย์ด้านการผ่าตัด โดยวัสดุที่นิยมนำมาใช้ผลิตกาบชนิดนี้ คือ ยางธรรมชาติ

2.4.5 กาบอิมัลชัน (Emulsion adhesive)

เป็นกาบที่เตรียมอยู่ในรูปน้ำยางมีข้อดี คือ ราคาถูกการผลิตไม่ยุ่งยาก สามารถใช้งานกับวัสดุที่พื้นผิวเป็นรูพรุน (Porous substrate) เช่น ไม้ กระดาษ พื้นปูนที่หยาบเนื่องจากกาบชนิดนี้มีส่วนประกอบที่เป็นน้ำอยู่ ซึ่งจะซึมเข้าไปในเนื้อวัสดุที่ทำได้ง่าย แต่การที่ส่วนประกอบของกาบมีน้ำอยู่จะทำให้การเซตตัวช้า และข้อด้อยที่สำคัญคือ มีอายุการเก็บที่สั้น ตัวอย่างวัสดุที่ใช้ผลิตกาบชนิดนี้ได้แก่ น้ำยางโพลีไวนิลอะซิเตท น้ำยางธรรมชาติ เป็นต้น ในที่นี้เมื่อใช้น้ำยางทำกาบจะเรียกว่า กาบน้ำยาง

2.4.5.1 การใช้งานของกาวน้ำยาง

กาวน้ำยางเป็นกาวที่ผลิตจากน้ำยางโดยมีน้ำเป็นตัวกลาง (Blacklay, 1997) ซึ่งสมบัติของกาวน้ำยางที่ได้ขึ้นขึ้นอยู่กับการเลือกใช้ชนิดของพอลิเมอร์ของน้ำยางที่ใช้ในการผลิตกาว สารเคมีที่ใส่ลงไปเพื่อปรับปรุงสมบัติของกาวรวมทั้งส่วนประกอบอื่นๆ ในสูตรกาว

กาวน้ำยางที่ใช้กันกว้างขวางมากในอุตสาหกรรมหลายชนิด ซึ่งใช้กาวน้ำยางเป็นตัวติดประสาน เช่น อุตสาหกรรมกล่องนม , อุตสาหกรรมกระดาษ, อุตสาหกรรมหนังสือ อุตสาหกรรมเทปกาว, อุตสาหกรรมติดหนัง โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมรองเท้า เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในการติดประสานวัสดุที่แข็ง โดยเฉพาะการใช้งานเกี่ยวกับการติดเซรามิกกับพื้นแข็ง เช่น ผนังกับพื้น กาวน้ำยางยังสามารถใช้ในการติดวัสดุจำพวกแก้วและพลาสติกด้วย ตามแต่สมบัติชนิดพอลิเมอร์ หรือชนิดของน้ำยางที่นำมาผลิตกาว

การใช้งานที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของกาวน้ำยาง คือ การใช้ติดไม้ ซึ่งแต่เดิมในอดีตจะใช้กาวที่ทำจากโปรตีนที่ได้จากกระดูกและเขาสัตว์ การใช้กาวชนิดนี้จะยุ่งยากกว่ากาวน้ำยาง คือ ก่อนใช้งานต้องนำไปแช่แล้วทำการอบก่อน แต่ข้อดีของกาวที่ทำจากกระดูกและเขาสัตว์ คือ ราคาถูก และสามารถปรับปรุงความแข็งแรงของพันธะได้ง่าย แต่ข้อเสียการเตรียมยุ่งยาก มีกลิ่นไม่ดี ให้พันธะของกาวที่ข้อจำกัดคือ ไม่ทนต่อความชื้น และเมื่อใช้ไปนานๆ ตัวกาวจะแตกเปราะ และเป็นอาหารแก่พวกจุลินทรีย์ แต่กาวน้ำยางใช้งานง่าย สะอาด และสะดวกในการเตรียม นอกจากนี้แล้ว การใช้งานของกาวน้ำยางอีกด้านหนึ่งที่สำคัญ คือ ใช้เป็นตัวเกิดพันธะระหว่างการยึดติดยางกับเส้นใย ในอุตสาหกรรมยางล้อรถยนต์ และสายพาน

2.4.5.2 ข้อได้เปรียบและข้อเสียเปรียบของกาวน้ำยาง

ก. ข้อได้เปรียบของกาวน้ำยาง

1. มีราคาและต้นทุนการผลิตถูก
2. ปราศจากสารที่ติดไฟ เนื่องจากไม่มีส่วนที่เป็นตัวทำละลาย ซึ่งมักเป็นสารติดไฟ
3. ปราศจากสารละลายที่เป็นพิษ
4. มีการยึดติดผิวดี
5. มีขอบข่ายในการใช้งานอย่างกว้างขวาง ละลายน้ำได้ในอัตราส่วนไม่จำกัดสามารถเลือกน้ำหนักโมเลกุล เพื่อให้ได้สารละลายกาวที่แปรความหนืดได้ตามกาย
6. ถ้าใช้กับผิววัสดุที่มีรูพรุนจะมีข้อดี คือ ความแข็งแรงของการติดประสานเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในช่วงต้นๆ เพราะรูพรุนของผิววัสดุจะดูดซับน้ำได้ดี และปัญหาเรื่องการหดตัวของกาวมีน้อย

ข. ข้อเสียเปรียบของกาวน้ำยาง

1. ในการติดประสานกระดาษจะทำให้กระดาษเสียรูป บิดงอ และถ้าใช้ติดเส้นใยจะเกิดการหดตัว
2. ความทนทานต่อน้ำจะด้อยกว่าแบบที่ใช้ตัวทำละลาย
3. อาจเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย
4. ความเร็วในการแห้งจะช้าและระเหยยากกว่าแบบที่ใช้ตัวทำละลาย
5. การปรับปรุงความแข็งแรงของพันธะได้น้อยกว่าแบบที่ใช้ตัวทำละลาย
6. การยึดติดกับวัสดุที่ไม่ชอบน้ำทำได้ยาก เช่น ผิวที่มีไขมัน
7. กรณีที่ปรับปรุงสมบัติกาวด้วยการใช้เรซินที่ไม่ละลายน้ำในการผสมเรซินกับน้ำยางที่ทำได้ยากมาก

2.4.5.3 หลักการโดยทั่วไปของสูตรกาวน้ำยาง (Blacklay, 1997)

1) การเลือกชนิดของพอลิเมอร์

พอลิเมอร์ที่เป็นส่วนประกอบในกาวน้ำยาง จะต้องสามารถเกิดเป็นฟิล์ม ที่อุณหภูมิของวัสดุที่ต้องการติด ซึ่งจะต้องสูงกว่าค่า glass transition temperature (T_g) ของพอลิเมอร์นั้น นั่นคือตัวของพอลิเมอร์จะต้องไม่มีการปรับปรุงโครงสร้าง แต่ทำโดยการเติมพลาสติกไซเซอร์ ทั้งชนิดถาวรและชั่วคราว เติมลงไปเพื่อลดค่า T_g ของพอลิเมอร์ให้ต่ำลง นอกจากนั้นพอลิเมอร์จะต้องสามารถเกิดพันธะกับผิววัสดุภายใต้สภาวะที่ใช้งานได้ และขนาดของพอลิเมอร์จะต้องสามารถซึมเข้าไปในรูพรุน และช่องว่างของช่องวัสดุที่ติด ทำให้แผ่นฟิล์มมีความแข็งแรง อีกทั้งจะต้องไม่มีการกัดกันที่เกิดแรงผลักดันทางไฟฟ้าสถิตระหว่างอนุภาคของน้ำยาง และบนผิววัสดุที่เป็นประจุที่เหมือนกัน ปัญหานี้จะเป็นมากกับพวกที่เป็นพวกโปรตีน ซึ่งจะมีประจุลบเหมือนกับน้ำยาง นอกจากนี้จะพบปัญหาที่คล้ายกันในน้ำยางที่ใช้กับเส้นใยและปรับผิวกระดาษ ถ้าผิววัสดุไม่มีรูพรุนพอลิเมอร์ที่เลือกใช้ต้องมีช่องว่างระหว่างพอลิเมอร์และผิววัสดุสอดคล้องกัน ถ้าประจุที่ผิวของน้ำยางและผิววัสดุที่เป็นลบเหมือนกัน อาจมีการแก้ปัญหาได้ โดยปกติแล้วการรักษาประจุลบจะทำให้ในตัวกลางที่เป็นด่าง การแก้ปัญหานี้อาจทำได้โดยทำให้ผิวของอนุภาคน้ำยางที่อยู่ในตัวกลางที่เป็นด่างที่มีประจุเป็นบวก

ถ้าผิวของวัสดุที่ต้องการยึดติดมีขั้วแตกต่างกัน อาจมีการแก้ปัญหา คือ การใช้การเบลนด์ของกาว โดยกาวชนิดหนึ่งยึดติดกับวัสดุด้านหนึ่ง และกาวอีกชนิดหนึ่งยึดติดกับวัสดุอีกด้านหนึ่ง ซึ่งวิธีนี้จะใช้งานได้ดี เมื่อกาวชนิดหนึ่งไม่ไปรบกวนหน้าที่ของกาวอีกชนิดหนึ่ง และจะต้องมีความแข็งแรงของพันธะที่ใช้ในการติดเข้าด้วยกันของวัสดุ (cohesive strength) มากพอด้วยนอกจากนี้อาจแก้ปัญหาจาก การใช้น้ำยางที่ทำจากกราฟต์หรือบล็อกโคพอลิเมอร์ ซึ่งบล็อกหนึ่งจะยึดกับวัสดุอีก

ด้านหนึ่ง อีกบล็อกหนึ่งจะจับยึดกับผิววัสดุอีกด้านหนึ่งซึ่งระดับของการแยกของหน่วยซ้ำของพอลิเมอร์ทั้งสองจะมีผลต่อความเป็นขั้วของพอลิเมอร์ ในบางครั้งพบว่าการใช้ส่วนผสมจากโคพอลิเมอร์ไรเซชัน(copolymerization) โดยใช้โคโมโนเมอร์(comonomer) ปริมาณเล็กน้อย จะใช้ผลดีกว่าการใช้พอลิเมอร์ชนิดเดียวกัน เช่น น้ำยางพอลิไวนิลอะซิเตท(polyvinyl acetate) จะใช้งานได้ดีเท่ากับการใช้ไวนิลสเตียเรต (vinyl stearate) ร่วมด้วย ซึ่งจะทำให้การยึดติดกับพลาสติกดีขึ้นและทำให้ความต้านทานต่อน้ำดีขึ้น ทำให้ได้พันธะการยึดติดที่ดี และถ้านำกาวพอลิไวนิลอะซิเตท(polyvinyl acetate) มาโคพอลิเมอร์ไรเซชันกับ ได-นอร์มัล-บิวทิลมาเลเอต (di-n-butylmaleate) จะให้การยึดติดกับ โพลีไวนิลคลอไรด์(polyvinyl chloride) ที่ดีมาก

พันธะของกาวที่เกิดขึ้นจากกาวประเภท Latex –based ควรมีความทนทานภายใต้สภาวะการใช้งาน เช่น การใช้งานที่สัมผัสกับความชื้น, น้ำ, อุณหภูมิสูง, โอโซน, แสงอัลตราไวโอเลต, น้ำมันและตัวทำละลายชนิดต่างๆ เนื่องจากตัวทำละลายและน้ำมันจะทำให้พันธะของกาวอ่อนแอลง เพราะจะซึมเข้าไปภายใต้ชั้นของพอลิเมอร์ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะมีผลต่อความแข็งแรงของพันธะของกาวซึ่งสามารถปรับปรุงทำให้พันธะของกาวสามารถต้านสิ่งต่างๆ ที่มีอิทธิพลเหล่านี้ได้ โดยเลือกใช้ส่วนผสมพอลิเมอร์ให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น ยางพอลิคလိုโรพรีน (polychloroprene) มีความทนทานที่ดีต่อความร้อนและโอโซน และมีความทนทานต่อการปานกลางต่อการบวมในน้ำมัน, ไฮโดรคาร์บอน, ยางอะครีโลไนไตรล์- บิวตาไดอินพอลิเมอร์ มีความทนทานที่ดีต่อการบวมพองในของเหลวไฮโดรคาร์บอน พอลิเมอร์ไฮโดรคาร์บอน และโคพอลิเมอร์ไฮโดรคาร์บอน จะให้ผลความทนทานต่อการบวมพองสารละลายมีขั้ว เช่น น้ำได้เยี่ยม ซึ่งความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมในการใช้งานยังขึ้นกับธรรมชาติ และจำนวนของส่วนไฮโดรฟิลิก (hydrophilic) ด้วย

2) สารช่วยปรับความเหนียว

นอกจากการเลือกใช้นิคมของพอลิเมอร์ เพื่อให้ได้กาวน้ำยางที่เหมาะสมกับการใช้งานแล้ว ในการปรับปรุงกาวน้ำยางให้ได้การที่มีลักษณะตามที่ต้องการ ยังสามารถทำได้โดยการเติมสารเคมีในกาว ซึ่งสารเคมีที่ใช้สำหรับปรับปรุงกาวมีด้วยกันหลายชนิด ได้แก่

2.1) แทคทิไฟเออร์ (Tackifier)

ใช้ผสมในกาวเพื่อปรับปรุงสมบัติในด้านความเหนียวของแผ่นฟิล์มกาวและเพิ่มระยะเวลาในการเก็บรักษาความเหนียวของแผ่นฟิล์ม นอกจากนี้ tackifier จะปรับปรุงให้ความสามารถของการเกิดพันธะเริ่มต้นเกิดได้เร็วในการยึดติดวัสดุ ขณะที่พันธะหลักของกาวจะเกิดขึ้นตามมา

สารช่วยปรับความเหนียวติดกันเอง (tackifier) เป็นสารที่ใช้ช่วยปรับให้กาวเหนียวติดอยู่ได้นาน(tack life) โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีการใช้งานประเภทที่เมื่อทาแล้วกับของสิ่งหนึ่งแล้วรอจนฟิล์มของกาวที่ทาแล้วแห้งก่อน จึงนำไปติดกับสิ่งหนึ่งที่ต้องการให้เชื่อมติดกัน สารที่ใช้เป็น tackifier

สำหรับใช้กับกาวน้ำยางปกติแล้วจะเป็นกลุ่มของเรซินความยากในการผสมเรซินกับน้ำยาง คือถ้าเลือกใช้เรซินที่ไม่ละลายน้ำจะทำให้ผสมในน้ำยางได้ยาก ตัวอย่างของ tackifier ที่ใช้กับกาวน้ำยาง ได้แก่ phenol-formaldehyde, coumarone indene resin ใช้ร่วมกับน้ำยางโพลิไวนิลอะซิเตต และสารพวก rosin ester กับ เอสเทอร์ของไฮโดรคาร์บอน โรซิน ใช้กับน้ำยางโพลีคลอโรพรีน ปริมาณของเรซินที่เหมาะสมที่ใช้ในการเพิ่มความเหนียวในน้ำยางไม่ควรเกินปริมาณ 70 % w/w ของเรซิน โดยความเหนียวจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณ tackifier จนช่วงประมาณ 60-70 % w/w ของเรซิน หลังจากนั้นความเหนียวจะลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อยังเพิ่มปริมาณเรซิน การเพิ่มปริมาณ tackifier จะปรับปรุงสมบัติด้านความเหนียว เป็นการลดต้นทุนแต่ความแข็งแรงของพันธะจะลดลงและความต้านทานต่อการบ่มเร่งและตัวทำละลายอินทรีย์จะลดลง

2.2) แป้งเปียก (Cooked starches)

แป้งที่ใช้ในการผสมกาวน้ำยาง ที่จะใช้ในการติดพวกกระดาษ การใช้แป้งนี้อาจใช้เพื่อเป็นตัวปรับความเหนียว หรืออาจใช้เพื่อเป็นตัวปรับต้นทุน หรืออาจใช้เพื่อช่วยให้ฟิล์มของกาวมีคุณสมบัติหักงอและมีคุณสมบัติทนต่อน้ำ

2.3) แป้งที่ยังไม่ทำให้สุก (Uncooked starches)

แป้งที่ใช้ในการทำกาวน้ำยางประเภทต้องใช้ความร้อนกระตุ้นกล่าวคือในการที่จะใช้งานกาวชนิดนี้ต้องถูกให้ความร้อน ซึ่งแป้งที่ผสมอยู่ในลักษณะดิบก็จะสุกทำให้กาวนั้นเหนียวมากขึ้น เพราะอนุภาคของแป้งจะดูดเอาน้ำจากส่วนที่เป็นชุ่มไปจนอนุภาคของแป้งพองบวมขึ้น และในที่สุดก็จะทำให้กาวนี้มีความเหนียวได้อย่างรวดเร็ว

3) พลาสติไซเซอร์ (Plasticizer)

พลาสติไซเซอร์ที่ใช้ในการผลิตกาวน้ำยาง เพื่อใช้ในการปรับปรุงของกาวด้านความอ่อนตัวของฟิล์มกาว ให้มีระดับตามที่ต้องการ โดยเฉพาะที่อุณหภูมิต่ำ นอกจากนี้ยังช่วยให้พอลิเมอร์ที่มีผิวแตกแยกเมื่อแห้งเกิดเป็นแผ่นฟิล์มที่สมบูรณ์เป็นเนื้อเดียวกันโดยการลดค่า T_g ของพอลิเมอร์หลักในกาว ซึ่งพลาสติไซเซอร์ที่ใช้กันมีหลายชนิด แต่ในบางครั้งตัวทำละลายพอลิเมอร์ อาจใช้เป็นพลาสติไซเซอร์ชนิดชั่วคราวได้ เช่น เบนซีน โทลูอิน คาร์บอนเตตระคลอไรด์ เป็นต้น ปริมาณการใช้พลาสติไซเซอร์ถ้ามากเกินไปจะทำให้เกิดการบวมขึ้นที่รอยต่อระหว่างกาวและวัสดุ และซึมขึ้นมาที่ส่วนของวัสดุทำให้เกิดความอ่อนแอของพันธะกาวและเกิดการตกสีที่ผิววัสดุได้ นอกจากนี้ปริมาณการใช้พลาสติไซเซอร์ขึ้นอยู่กับสถานะของงานและความสามารถรวมเป็นเนื้อเดียวระหว่างสารที่ใช้กับพอลิเมอร์

4) สารวัลคาไนซ์ (Crosslink agent)

พอลิเมอร์บางชนิดที่ใช้ในการผลิตกาวน้ำยาง สามารถเกิดการวัลคาไนซ์ได้ ถ้าอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมต่อการเกิดการเชื่อมโยง และมีสารเคมีที่เหมาะสมต่อการเกิดพันธะเชื่อมโยงในสูตรกาว ประโยชน์ของการเชื่อมพันธะของกาวจะทำให้ความแข็งแรงของพันธะสูงขึ้น ลดความว่องไว และการเคลื่อนไหวยของพันธะ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ปรับปรุงความทนทานต่อการบ่มเร่ง และเสริมความต้านทานต่อน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์ การใช้หรือไม่ขึ้นอยู่กับการศึกษาตัดสินใจว่าข้อได้เปรียบของการเกิดการวัลคาไนซ์ในพอลิเมอร์ของกาวนั้นจะคุ้มกับต้นทุนที่เพิ่มและคุ้มกับความเสียหายเกี่ยวกับความเหนียวของกาวที่อาจเกิดขึ้นหรือไม่

5) สารตัวเติม (Filler)

สารตัวเติมอินทรีย์ที่ใส่ในกาวน้ำยางอาจจะใช้เพียงชนิดเดียวหรือหลายชนิดก็ได้ การเติมสารตัวเติมในกาวน้ำยางเพื่อประโยชน์ต่างๆดังนี้

1. ลดต้นทุน
2. เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและลดการขยายตัวของฟิล์มกาว
3. เพื่อเพิ่มปริมาณของแข็งรวม (TSC) ของกาว
4. เพื่อเพิ่มความต้านทานต่อตัวทำละลาย โดยลดการบวมพอง
5. ปรับปรุงสมบัติการไหล
6. ป้องกันการติดที่อุณหภูมิต่ำของกาวชนิด heat – sensitive แต่การเติมสารตัวเติมในกาวน้ำยางก็มีข้อเสียด้วยเช่นกันคือจะทำให้ความเหนียวและความแข็งแรงของพันธะลดลง

6) สารเพิ่มความหนืด (Thickeners)

Thickeners เป็นสารเพิ่มความหนืดของกาวน้ำยาง ส่วนใหญ่ Thickeners ที่ใช้มากที่สุดในการเตรียมกาวน้ำยางเป็นกลุ่มของสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ เช่น เซลลูโลสอีเทอร์ (Cellulose ether) โพลีอะครีเลต (Polyacrylates) โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ (Polyvinyl alcohol) และพวกริโพรตีน แต่ที่นิยมที่สุด คือ เซลลูโลส (Cellulose) ไฮดรอกซีเอทิลเซลลูโลส (Hydroxyethylcellulose) โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (sodium carboxy methyl cellulose) และกลุ่มของโปรตีนที่นิยมใช้กันมากคือ เคซีน (casein)

7) สารเคมีอื่น

นอกจากสารที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ยังมีสารเคมีอื่นที่ใช้เติมในกาวน้ำยาง ได้แก่

1. สารป้องกันเสื่อมสภาพ (antioxidant) เป็นตัวที่ทำให้การเสื่อมสภาพของพันธะคู่ของพอลิเมอร์ช้าลงขณะที่ถูกการบ่มเร่งเนื่องจากการใช้งาน

2. สารช่วยเสริมประสิทธิภาพของผิว (surface active) เป็นตัวเสริมความเสถียรภาพของคอลลอยด์และความสามารถในการเปียกผิว
3. สารป้องกันการแข็งตัว เป็นกลุ่มของสาร stabilizer เช่น เอทิลีนไกลคอล (ethylene glycol) และ กลีเซอรอล (glycerol) เป็นต้น
4. สารป้องกันเชื้อรา เช่น เพนตะคลอโรฟีนอล (pentachlorophenol) และ สารประกอบอินทรีย์ของปรอท เป็นต้น
5. สารป้องกันการกร่อน เช่น โซเดียมเบนโซเอต (sodiumbenzoate)
6. สารป้องกันการเกิดฟอง เช่น n – hexyl alcohol , n – octyl alcohol ซึ่งทำให้เกิดเป็นฟองเมื่อทา จะทำให้จุดนั้นเป็นจุดหลอมเหลวของกาว
7. สารป้องกันการติดไฟ เช่น antimony trioxide และ chlorinate paraffin waxes
8. สี

2.5 น้ำหนักโมเลกุลของยางธรรมชาติ

น้ำหนักโมเลกุลของยางธรรมชาติมีค่าแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์และอายุของต้นยาง โดยค่าของน้ำหนักโมเลกุลของยางธรรมชาติ โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 ช่วง ที่ $1.0-2.0 \times 10^5$ และ $1.0-2.5 \times 10^6$ โดยสัดส่วนระหว่างส่วนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำต่อส่วนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงจะมีค่าลดลง เมื่ออายุของต้นยางมากขึ้น ยางที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงจะมีค่าลดลง เมื่อผ่านการเอสเทอริฟิเคชัน ทั้งนี้คาดว่ายางส่วนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงเป็นส่วนกิ่งก้าน (Branching) ของสายโซ่ซึ่งเมื่อผ่านการเอสเทอริฟิเคชัน ส่วนของกิ่งก้านของสายโซ่จะลดลง

การลดน้ำหนักโมเลกุลของยางธรรมชาติ

น้ำหนักโมเลกุลของยางธรรมชาติโดยทั่วไปแล้วต้องพิจารณาถึงการนำไปใช้ประโยชน์ และการเลือกใช้สารเคมีในการลดน้ำหนักโมเลกุลของยางธรรมชาติ การลดน้ำหนักโมเลกุลของยางธรรมชาติที่มีการศึกษามาแล้วแบ่งตามระดับของน้ำหนักโมเลกุลที่ได้ ออกเป็น 4 ประเภท (Roberts, 1988)

การลดน้ำหนักโมเลกุลของยางธรรมชาติตามระดับการสลายตัว(Degradation)

1. การลดน้ำหนักโมเลกุลของยางธรรมชาติในระดับต่ำที่มีการควบคุมการสลายของพันธะ โดยที่จะทำให้น้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยของยางธรรมชาติ ($\bar{M}_w$) อยู่ในระดับ $4 \times 10^5 - 1.0 \times 10^6$ จุดมุ่งหมายของการทำเป็นการลดความหนืดของยางดิบ (Internal viscosity) และเป็นการจัดส่วนที่แข็งที่อยู่ในยาง (Gel) ซึ่งทำได้ง่ายในโรงงานทั่วไป โดยการใส่สารเคมีลงไปยางธรรมชาติในรูปน้ำยาง หรือยางแห้ง เพื่อทำลายสายโซ่ของโมเลกุลยางให้สั้นลง โดยที่ความหนืดของยางไม่มีการเปลี่ยนแปลง สารที่ใส่ลงไปยางต้องไม่ทำปฏิกิริยาที่ทำให้ความแข็งแรงของยางระหว่างการเก็บเพิ่มขึ้น

2. การลดน้ำหนักโมเลกุลของยางธรรมชาติในระดับกลาง โดยจะทำให้น้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยของยางธรรมชาติ ($\bar{M}_w$) อยู่ในระดับ $1.5 \times 10^5 - 4.0 \times 10^5$ ยางที่ได้จะนิ่ม และมีสมบัติการติดที่ดี ทำให้ยางประเภทนี้ถูกนำไปใช้งานหลักในโรงงานทำกาวยาง (Latex adhesive) ข้อจำกัดของการทำวิธีนี้คือ สารที่ใช้จะต้องไม่มีความว่องไวในการทำปฏิกิริยาทั้งนี้เพื่อให้การเกิดออกซิเดชันมีความเสถียรเพื่อรักษาระดับน้ำหนักโมเลกุลของยางไม่ให้ลดลงกว่าที่กำหนด เพื่อประโยชน์ในการใช้งานต่อไป

3. การลดน้ำหนักโมเลกุลของยางธรรมชาติในระดับที่สูง ซึ่งมีการใช้งานอย่างกว้างขวาง หรือที่เรียกว่า ยางเหลว (Liquid Rubber) โดยจะทำให้น้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยของยางธรรมชาติ ($\bar{M}_w$) อยู่ในระดับต่ำกว่า 150,000

4. การลดน้ำหนักโมเลกุลของยางธรรมชาติในระดับพิเศษ โดยจะทำให้น้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยของยางธรรมชาติ ($\bar{M}_w$) อยู่ในระดับต่ำกว่า 500 วิธีที่เคยทำมาแล้ว คือ การทำไพโรไลซิส (Pyrolysis) ยางที่ได้น่าจะเป็นที่สนใจทางด้านเคมี แต่ยังไม่เป็นที่ยอมรับ

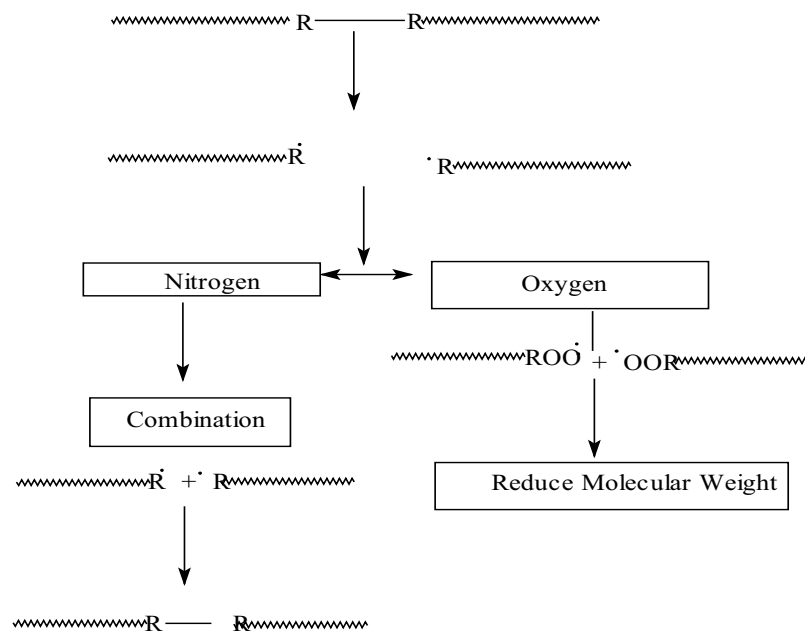
การลดน้ำหนักโมเลกุลของยางธรรมชาติที่มีการศึกษามาแล้วคือ 3 ประเภทแรก ซึ่งมีลักษณะที่คล้ายกัน คือการตัดสายโซ่โมเลกุลของยางดิบในรูปของอนุมูลอิสระหรือการใช้สารย่อยยาง (Peptizing agent) ซึ่งเป็นการออกซิเดชันยาง โดยใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide) หรือสารออกาโนไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (Organic hydroperoxide) (Kendall, 1951) แต่พบว่าการใช้ออกซิเจนหรือออกซิเจนจะช่วยลดต้นทุนได้มากกว่า (Hasting, 1939) หรืออาจใช้พวกอะโรมาติกไทออล (aromatic thiol) (Conte, 1953), Thiocarbonyl compound (Kendall, 1951), Sulphinic acid (Pautrat and Marteau, 1976), และ Phenylhydrazine (Levesque et al, 1978) ซึ่งวิธีการเลือกใช้สารดังกล่าวจะขึ้นกับระดับการทำลายสายโซ่และต้นทุนในการผลิต

วิธีลดน้ำหนักโมเลกุลโดยใช้สารเคมีในยางธรรมชาติ

การดีพอลิเมอไรซ์ยางธรรมชาติหรือการทำยางเหลว ซึ่งจะให้สมบัติเด่น ๆ คือมีค่าการติดที่สูง และมีความว่องไวต่อการเชื่อมโยง (Cross ling) ที่มีการใช้งานอย่างกว้างขวาง เช่น การทำกาว (Pressure – sensitive adhesive) วัสดุกันรั่วซึม (Sealing material) ยางที่ใช้ในการประสาน (Caulking compound) และการใช้เป็นพลาสติกไซเซออร์ เพื่อช่วยในการแปรรูปของยางแห้งเพื่อทำยางรถยนต์ ในปัจจุบันมีความสนใจในการลดน้ำหนักโมเลกุลของยางธรรมชาติที่เพิ่มขึ้นค่อนข้างมาก ทั้งนี้เพราะเมื่อเปรียบเทียบระหว่างยางแห้งกับยางเหลวแล้ว พบว่ายางเหลวมีข้อได้เปรียบหลายอย่าง เช่น สามารถทำผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายและใช้พลังงานในการแปรรูปน้อยกว่า โดยทั่วไปการดีพอลิเมอไรซ์ยางธรรมชาติทำได้หลายวิธี ดังนี้

1. การบดยาง (Mastication) เป็นวิธีการเร่งน้ำหนักโมเลกุลของยางธรรมชาติโดยการทำลายสายโซ่ของโมเลกุลยาง ด้วยวิธีทางกลและความร้อน โดยใช้เครื่องผสมแบบเปิด (Mixing roller mill) หรือ เครื่องผสมแบบปิด (Internal mixer) เมื่อโมเลกุลของยางถูกบดโดยงานกลให้ขาดออก หากทำ

การบดในบรรยากาศของก๊าซเฉื่อยหรือบรรยากาศของไนโตรเจน อนุโมลที่เกิดขึ้นจะจับตัวกันใหม่ ทำให้น้ำหนักโมเลกุลไม่ลดลง แต่ถ้าทำการบดในบรรยากาศของออกซิเจน หรือบดในอากาศ อนุโมลอิสระที่เกิดขึ้น จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจน เกิดเป็นอนุโมลเปอร์ออกไซด์ และ cyclic diperoxide หรือ hydroperoxide ทำให้เกิดการตัดโมเลกุลของยางต่อเนื่องไปเรื่อยๆ ทำให้ไม่สามารถต่อกันดังเดิมได้ ดังรูป 2.1 ดังนั้น การบดที่มีประสิทธิภาพจึงต้องทำในบรรยากาศที่มีออกซิเจนอยู่



รูปที่ 2.1 กระบวนการบดยางในบรรยากาศออกซิเจน และก๊าซเฉื่อย

การเติมสารย่อยยาง เช่น สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ หรือ ออร์แกนิก ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จะทำให้ยางนิ่มขึ้น แม้จะเติมในปริมาณเพียงเล็กน้อย และยังช่วยลดระยะเวลาในการบด ดังนั้นจึงเรียกสารดังกล่าวว่า สารเร่งการบดยาง (Mastication accelerator) หรือเปปไทเซอร์ (Peptizer) และการใช้ Mercaptan มีผลในการป้องกันการรวมกันใหม่ของโมเลกุลยางที่ขาดออกจากกันได้ แต่พบว่าการใช้อากาศหรือออกซิเจน จะช่วยลดต้นทุนได้มากกว่า วิธีดังกล่าวจะได้ยางที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่ต่ำ แต่มีการกระจายของน้ำหนักโมเลกุลที่กว้างและยากต่อการควบคุม

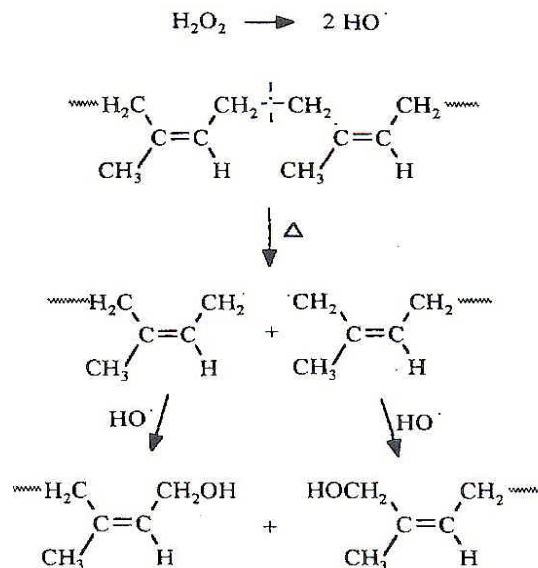
2. ไพโรไลซิส (Pyrolysis) จะอาศัยการทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิสูง ดังนั้นสามารถเกิดได้ทั้งการทำลายสายโซ่ และการเชื่อมโยง หรือการกลับมารวมกันใหม่ได้ ทำให้ยากต่อการกระจายตัวของน้ำหนักโมเลกุล

3. โฟโตเคมีคอล (Photochemical) เป็นวิธีการทำลายสายโซ่โมเลกุลที่ใช้พลังงานแสง เช่น อุลตราไวโอเลต (Ultraviolet light) วิธีนี้จะเกิดขึ้นพร้อมๆ กับการเสียไปของเปอร์ออกไซด์ หรือส่วนของคีโตนที่ปลายสายโซ่ ซึ่งผลจากการทำลายสายโซ่ มีผลทำให้เกิดการทำลายสายโซ่ได้อย่าง

สมบูรณ์ แต่การที่มีความว่องไวสูง ทำให้การควบคุมน้ำหนักโมเลกุลและการกระจายของน้ำหนักโมเลกุลยังทำได้ยาก

4. Chemical decomposition, ozone degradation, oxidative degradation โดยใช้สารออกซิไดซ์เช่น Hydrogen peroxide หรือ Phenylhydrazine และ Oxidative degradation เช่น Metal ionic catalyst การใช้ Ozone degradation จะใช้เฉพาะในการวิเคราะห์ทางอุตสาหกรรมเท่านั้น โดยปฏิกิริยาจะเกิดที่อุณหภูมิต่ำแต่จะเกิด Ozonide ที่เป็นอันตราย

การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในยางธรรมชาติโดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เป็นตัวตัดสายโมเลกุลทำให้เกิดการ degradation ของยางธรรมชาติ โดยที่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เกิดการแตกตัวเป็น hydroxyl radicals ซึ่ง radical นี้จะเข้า interaction กับ พันธะ C-H ได้หมู่ปลายเป็น hydroxyl



รูปที่ 2.2 กลไกการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในยางธรรมชาติโดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

โดยใช้สารออกซิไดซ์ เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ หรือฟีนิลไฮไดรราซีน และ oxidative degradation โดย metal ionic catalyst ส่วนการเสื่อมสลายด้วยโอโซน (ozone degradation) จะใช้เฉพาะในการวิเคราะห์ทางอุตสาหกรรมเท่านั้น ซึ่งไม่ค่อยนิยมใช้ เนื่องจากต้องควบคุมปฏิกิริยาให้เกิดที่อุณหภูมิต่ำ ไม่เช่นนั้นจะเกิดโอโซนในปริมาณที่มากซึ่งเป็นอันตรายได้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุรัชย์ สันติวงศ์สถิต (2543) ศึกษาการเตรียมกาวน้ำยางธรรมชาติ พบว่าการเตรียม tackifier จาก Coumarone Indene Resin เพื่อใช้เตรียมกาวน้ำยางธรรมชาติไม่สามารถใช้ในรูปแบบ 50 % dispersion ได้ เนื่องจากทำให้น้ำยางเสียสภาพ ต้องเตรียมในรูปแบบอัลชั่น และใช้ polyvinyl alcohol เป็นสารเพิ่มความเสถียร การใช้ KOH ปรับ pH ในตอนเริ่มต้นของกาว ทำให้กาวมีอายุการเก็บที่นานขึ้นและสมบัติด้าน Shear Strength และ Cleavage Peel Strength ใกล้เคียงกับกาว latex ในทางการค้า แต่มีสมบัติการทนทานต่อน้ำดีกว่า

เรวดี แด่งเกลี้ยง(2544) ศึกษาการเตรียมกาวน้ำยางธรรมชาติโดยใช้สารเทกทิไฟเออร์ที่เตรียมในรูปแบบอัลชั่น จาก wood rosin ที่ใส่ลงในน้ำยางแล้วไม่ทำให้เสียสภาพควรใช้ไม่เกิน 80 phr การปรับ pH ของกาวน้ำยางในช่วงเริ่มต้นควรปรับอยู่ในช่วง 12.5-12.6 เพื่อเพิ่มความเสถียรให้กับกาวน้ำยางมากยิ่งขึ้น กาวที่เตรียมได้จะสามารถเก็บไว้ได้นานมากกว่า 4 เดือน ปริมาณ wood rosin ที่ใช้ไม่ควรเกิน 30 phr หากใช้ปริมาณสูงกว่านี้ จะทำให้สมบัติด้าน Shear strength ตามมาตรฐาน ASTM D3807 จะลดลง และจะทำให้สมบัติดังกล่าวลดลงมากเมื่ออายุการเก็บกาวนานขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับกาวที่ใช้ Coumarone Indene Resin และ wood rosin เป็นเทกทิไฟเออร์ กับกาวทางการค้า พบว่า กาวทางการค้าจะมีสมบัติด้าน Shear Strength และ Cleavage Peel Strength ดีกว่า และกาวที่ใช้ wood rosin จะใช้เวลาในการเซตตัวเร็วกว่าการที่ใช้ Coumarone Indene Resin ร่วมกับ chlorinated alkyl phosphate oil

นาฏยา แซ่ลิ้ม (2545) ศึกษาการเตรียมกาวน้ำยางธรรมชาติชนิดทนน้ำมัน โดยเปลี่ยนโครงสร้างยางธรรมชาติเป็นยางอีพอกไซด์ โดยใช้ wood rosin เป็นสารเทกทิไฟเออร์ พบว่ากาวน้ำยาง ENR-50 ที่ใส่ tackifier มีอายุการเก็บยาวกว่ากาวน้ำยาง ENR-25 สำหรับสมบัติด้าน shear strength และ cleavage peel strength ของกาวน้ำยาง เพิ่มขึ้นตามปริมาณ wood resin และเมื่อกาวมีอายุการเก็บนานขึ้นสมบัติด้าน shear strength และ cleavage peel strength ของกาวจะค่อย ๆ ลดลง แต่สมบัติยังคงผ่านมาตรฐานอุตสาหกรรมกาวยาง (มอก.521-2527) เมื่อเปรียบเทียบสมบัติความทนน้ำมันพบว่าสารละลายกาวยาง ENR-25 และ ENR-50 ที่ใช้สารตัวเร่ง TMTD ร่วมกับ ZDEC มีสมบัติทนทานต่อน้ำมันดีกว่าในกรณีที่ใช้สารตัวเร่ง TBBS และสารละลายกาวยาง ENR-50 ทนทานต่อน้ำมันได้ดีกว่าสารละลายกาวยาง ENR-25 ทุกปริมาณของ tackifier

ณัฐการณ์ ชูใหม่ (2545) ศึกษาการลดน้ำหนักโมเลกุลน้ำยางธรรมชาติเพื่อผลิตยางแท่ง การลดน้ำหนักโมเลกุลของยางธรรมชาติ ในรูปแบบน้ำยางสด โดยใช้ ไดเบนโซโทอะซิลได ซัลไฟด์ โดยมีการควบคุมปริมาตรและเวลาในการทำปฏิกิริยา ทำให้น้ำหนักโมเลกุลลดลง แต่ส่วนของสมบัติยางดิบ คือ ความหนืด ความอ่อนตัว ดัชนีความอ่อนตัว และปริมาณเจลมีค่าลดลงเช่นกัน การศึกษาพฤติกรรมกรเก็บยาง ที่ 30 และ 60 วัน พบว่ายางใส่สารควบคุมความหนืดมีการเปลี่ยนแปลง ในด้านสมบัติของยางดิบที่น้อยมาก เมื่อเทียบกับยางที่ไม่ใส่สารควบคุมความหนืด การทดสอบสมบัติ

ของยางก่อนการวัลคาไนซ์ พบว่า ยางลดน้ำหนักโมเลกุล ใช้พลังงานในการแปรรูปน้อยกว่า ยางที่ไม่ผ่านการลดน้ำหนักโมเลกุล และการศึกษาสมบัติหลังการวัลคาไนซ์ พบว่ายางลดน้ำหนักโมเลกุลมีสมบัติที่ใกล้เคียงยางที่ไม่ผ่านการลดน้ำหนักโมเลกุล

J.comyn (1994) ศึกษาการแสดงลักษณะพื้นผิวของ pentaerythritol rosin ester (PERE) ที่เคยใช้เป็น tackifier ในกาว เป็นการอธิบายลักษณะพื้นผิวโดยอาศัย X-ray photoelectron spectroscopy ,secondary ion mass spectroscopy และการวัดมุมสัมผัส แสดงชั้นของผิวหน้าของ PERE ที่เป็นตัวเชื่อมหลักกับ 3 และ 4- ester และระดับต่างๆที่แสดงโดยแถบแสงที่เกิดการหักเหผ่านปริซึมใน secondary ion mass spectroscopy พลังงานที่พื้นผิวของ PERE โดยคาดว่าจะน่าจะเป็นปัจจัยในการทำให้ PERE มีความสามารถในการเป็นสารเพิ่มความเหนียว

นอกจากงานวิจัยที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมกาวน้ำยาง ที่ได้รับการจดสิทธิบัตรแล้วมีดังนี้

Evens,et al. (1983) การทำให้เรซินที่เป็นสารเพิ่มความเหนียวมีการกระจายตัวที่มีความเสถียร ในที่นี้จะเป็นการเตรียม tackifier ที่ทำให้มีความเสถียรในสถานะที่เป็นน้ำ คือ มีน้ำเป็นตัวกลางของเรซินที่ประกอบขึ้น มีปริมาณกรด ระหว่าง 30-150 และจุดที่ทำให้อ่อนตัวระหว่าง -40 - 150 องศา มี nonionic หรือ anionic เล็กน้อย และมีน้ำยางที่มีสมบัติยึดหยุ่นได้ในปริมาณที่น้อย เป็นวิธีการเตรียมให้ tackifier อยู่ในรูปอิมัลชันที่มีความเสถียร ที่ประกอบกันขึ้นมากับสิ่งที่เติม ให้มีพื้นผิวและมีสมบัติยึดหยุ่นได้เล็กน้อย

Makati,et al.(1987) ศึกษาการเตรียมกาวน้ำยางโดย emulsion polymerization ซึ่งจะทำให้การประกอบกาวน้ำยางเป็นส่วนแรก(ส่วน กาว) ที่เป็นพอลิเมอร์ที่มีโมโนเมอร์ที่เป็นของแข็งส่วนหนึ่ง มีโมโนเมอร์ที่มีความอ่อนตัวส่วนหนึ่งและเลือกมาทำปฏิกิริยา copolymerize กับ carboxylic acid comonomer ที่มี ค่า Tg ประมาณ -70 –5 °c และ ส่วนประกอบที่สอง (ส่วน tackifier) ผสมเข้ากันกับส่วนของกาวที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำกว่า 5,000 และมีค่า Tg ประมาณ -10 -50 °c ดังนั้น ทั้งส่วนของกาว และส่วนของ tackifier จึงมีการเตรียมแยกกันโดยใช้เทคนิค โดย emulsion polymerization

Adam,et al.(1998) การปรับปรุงกาวน้ำยางธรรมชาติเพื่อให้ระยะการเซตตัวให้เร็วขึ้นสำหรับการใช้งานกับวัสดุที่มีรูพรุนโดยใช้ chlorinate alkyl phosphate oil (เช่น tri (2- chloro isoprene)phosphate ,tri (1,3 – dichloro isopropyl)phosphate ,tri(2-chloro ethyl) phosphate แปรปริมาณในช่วง 1-12 % โดยน้ำหนักซึ่งสามารถเติมได้ โดยตรงภายใต้สถานะที่มีการกวน โดยกำหนดคุณสมบัติของกาวน้ำยางธรรมชาติ ดังนี้ คือ ปริมาณแอมโมเนียน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.8 % โดยน้ำหนัก และปริมาณของแข็งทั้งหมดอยู่ในช่วง 61-62%

Banba, et al.(2001)ได้ทำการศึกษาการผลิตกาวน้ำยางธรรมชาติ PSA โดยเลือกการลดน้ำหนักโมเลกุลน้ำยางธรรมชาติเพื่อให้ได้ความหนืดต่ำและมีปริมาณเนื้อของแข็งสูงพบว่าน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยประมาณ 700,000 หรือน้อยกว่าจะทำให้ได้สมบัติของการเป็นกาว PSA ที่ดี

บทที่ 3

สารเคมี วัสดุอุปกรณ์ และ วิธีการทดลอง

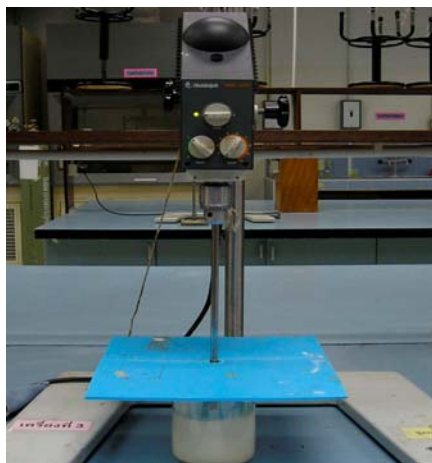
3.1 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1. น้ำยางข้น 60% ชนิดแอมโมเนียสูง(HA-type) ผลิตโดย บริษัท จะนะน้ำยาง จำกัด
2. wood rosin ใช้สำหรับเป็นสารเพิ่มความเหนียว (tackifier) เตรียมในรูป 50% emulsion จัดจำหน่ายโดยบริษัท กิจไพบูลย์
3. coumarone idene resin ใช้สำหรับเป็นสารเพิ่มความเหนียว (tackifier)เตรียมในรูป 50% emulsion จัดจำหน่ายโดยบริษัท กิจไพบูลย์
4. structol ใช้สำหรับเป็นสารเพิ่มความเหนียว (tackifier)เตรียมในรูป 50% emulsion จัดจำหน่ายโดยบริษัท กิจไพบูลย์
5. Koresin ใช้สำหรับเป็นสารเพิ่มความเหนียว (tackifier)เตรียมในรูป 50% emulsion จัดจำหน่ายโดยบริษัท กิจไพบูลย์
6. Benzene สูตรทางเคมี C_6H_6 มีน้ำหนักโมเลกุล 78.11 เป็นเกรดสำหรับวิเคราะห์ ใช้เป็นตัวทำละลายสารพอลิเมอร์ ที่ใช้ในการเตรียม tackifier ผลิตโดยบริษัท Lab-SCAN ประเทศไอร์แลนด์
7. Polyvinyl alcohol มีลักษณะเป็นผงสีขาว ใช้เป็นสารรักษาความเสถียรในการ เตรียม tackifier เป็น PVA เกรดทางการค้า จัดจำหน่ายโดยบริษัท วิทยาสรม
8. Hydroporse ใช้เป็นสารลดน้ำหนักโมเลกุลของน้ำยางธรรมชาติ เตรียมในรูป 40%dispersion เป็นชื่อทางการค้า จัดจำหน่ายโดยบริษัท สยามนาวกรม
9. ซิงค์ออกไซด์ (zinc oxide ,ZnO) เป็นผงสีขาว ชนิด white seal ใช้สำหรับเป็นสารกระตุ้นปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์ เตรียมในรูป 50% dispersion
10. Bentonite มีลักษณะเป็นผงสีเขียวอ่อน เป็นสารช่วยป้องกันการตกตะกอนของ สารเคมี และใช้เป็นสารช่วยการกระจายของสารเคมีในการบด
11. Anchoid มีลักษณะเป็นผงสีขาว เป็นสารช่วยการกระจายตัวของสารเคมี ที่บดอยู่ในรูป dispersion
12. กำมะถัน (sulphur, S_8) มีลักษณะเป็นผงสีเหลือง ใช้สำหรับเป็นสารวัลคาไนซ์ เตรียมในรูป 50% dispersion
13. Zinc-N-diethyldithio carbamate (ZDEC) เกรด G-90 ผลิตโดยบริษัท Nippon steel ประเทศ อิตาลี จำกัด ใช้เป็นสารตัวเร่ง ในรูป 50% dispersion

14. Wingstay L สารป้องกันการเสื่อม เป็นเกรดที่ใช้ในอุตสาหกรรม เตรียมในรูป 50% dispersion
15. กรดโอลิก (Olaic acid , $C_{18}H_{34}O_2$) ใช้ในการเตรียมสบู่โพแทสเซียมโอเลต และ tackifier ผลิตโดยบริษัท Fluka Chemie ประเทศ สวิตเซอร์แลนด์
16. โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) เตรียมในรูปสารละลาย 10% และ 20% โดยน้ำหนัก ผลิตโดยบริษัท Merck ประเทศเยอรมนี
17. Methyl cellulose (CMC) เป็นสารเพิ่มความหนืด เตรียมในรูปความเข้มข้น 15% โดยน้ำหนัก

3.2 เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องบดสารเคมี (Ball mill) เพื่อบดสารเคมีให้อยู่ในรูป dispersion โดยขวดที่ใช้เป็น ขวดพลาสติก ขนาดบรรจุ 1000 มิลลิลิตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร
2. แม่พิมพ์กระຈก ใช้สำหรับการเตรียมชิ้นงานเพื่อหาน้ำหนักโมเลกุลของน้ำยางธรรมชาติ
3. ตู้อบ รุ่น ECOCELL 55 ที่อุณหภูมิ 20-250 °C ผลิตโดยบริษัท MMM -Group
4. เครื่องกวน (Mechanical sterrier) รุ่น RZR 2020 MERIT YECH CO., LYD



5. เครื่องวัดค่าความหนืด Capillary Viscometer ของสารละลายยางเพื่อนำค่าที่ได้ไปหาค่าน้ำหนักโมเลกุล ผลิตโดยบริษัท schott ประเทศเยอรมนี
6. นาฬิกาจับเวลา ผลิตโดยบริษัท CASIO มีความแม่นยำ 1/100 วินาที
7. water bath รุ่น TV-4000 ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิของสารละลายยางไว้ที่ 30 องศาเซลเซียส เพื่อหาความหนืดของสารละลาย และนำไปคำนวณหาน้ำหนักโมเลกุล



8. เครื่อง pH meter รุ่น HI 9321 ผลิตในประเทศโปรตุเกส
9. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง รุ่น PL 3002 มีความละเอียด 0.01 กรัม สามารถชั่งได้สูงสุด 3100 g ผลิตโดย Metter – Toledo Group
10. เครื่องวัดค่าความหนืด ใช้สำหรับหาความหนืด เป็นแบบ Brookfield Rheometer รุ่น RVED-II+ ผลิตโดยบริษัท SCIENTIFIC PROMOTION ประเทศสหรัฐอเมริกา
11. เครื่องทดสอบแรงดึง ใช้สำหรับหาค่าความแข็งแรงของกาว เป็นเครื่องทดสอบแบบ Ensile Testing Machain รุ่น LLOYD 10k ผลิตโดยบริษัท LLOYD Instruments
12. ไม้อัด ใช้สำหรับเตรียมชิ้นทดสอบ โดยทา กาวบนไม้อัด ติดประกบกันแล้วจึงนำไปทดสอบความแข็งแรงของกาว วังชิ้นทดสอบมีขนาดดังนี้
 - (1) ชิ้นทดสอบ Shear strength ความหนาของไม้ 5 มิลลิเมตร กว้าง 1 นิ้ว ยาว 2.2 นิ้ว ตามมาตรฐาน ASTM D2339
 - (2) ชิ้นทดสอบ Cleavage peel strength ความหนาของไม้ 5 มิลลิเมตร กว้าง 1 นิ้ว ยาว 7 นิ้ว ตามมาตรฐาน ASTM D3807

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1. การเตรียมน้ำยาง เพื่อทำการลดน้ำหนักโมเลกุลของน้ำยางธรรมชาติให้อยู่ในช่วง

350,000-700,000 ด้วย 40%Hydroperse

3.3.1.1 การเตรียมน้ำยาง เพื่อทำการลดน้ำหนักโมเลกุลของน้ำยางธรรมชาติให้อยู่ในช่วง

350,000-700,000 ด้วย 40%Hydroperse แปรปริมาณ ดังนี้

ตารางที่ 3.1 การเตรียมน้ำยาง ลดน้ำหนักโมเลกุล 40%Hydroperse

น้ำยาง HA 60%(g)	167	167	167	167	167	167	167	167	167
40%Hydroperse (phr)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.00	1.25
40%Hydroperse (g.)	0	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.88	2.5	3.12

การเตรียมน้ำยาง

น้ำยาง 167 กรัม

↓ กรอง

เติม 40%Hydroperse ที่ปริมาณต่างๆ

↓

กวนให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วบ่มไว้ 24 ชั่วโมง

↓

เทลงในแม่พิมพ์กระดาษ และนำไปอบที่อุณหภูมิ 70° c จนแห้งแล้วนำแผ่นยางที่ได้ไปหา

ค่าน้ำหนักโมเลกุลจากความหนืดด้วยเครื่อง Capillary Viscometer

3.3.1.2 การเตรียมน้ำยาง เพื่อทำการลดน้ำหนักโมเลกุลของน้ำยางธรรมชาติให้อยู่ในช่วง

350,000-700,000 ด้วย 40%Hydroperse ปริมาณ 0.3 phr โดยนำไปอบที่

อุณหภูมิต่างๆ

น้ำยาง 167 กรัม

↓ กรอง

เติม 40%Hydroperse ที่ปริมาณ 0.3 phr

↓

กวนให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วบ่มไว้ 24 ชั่วโมง

↓

เทลงในแม่พิมพ์กระดาษ และนำไปอบที่อุณหภูมิห้อง , 70, 100 และ 130° c จนแห้งแล้วนำแผ่นยางที่

ได้ไปหาค่าน้ำหนักโมเลกุลจากความหนืดด้วยเครื่อง Capillary Viscometer

3.3.2. การเตรียมสารเคมี สำหรับน้ำยางด้วยเครื่องบดสารเคมี (Ball mill) เพื่อบดสารเคมีให้อยู่ในรูป dispersion

การเตรียมสารเคมี

2.1 สารตัวกระตุ้น ซึ่งคือออกไซด์ในรูป 50% dispersion โดยใช้สูตร ดังนี้

ชนิดของสารเคมี	ปริมาณ (กรัม)
Zinc Oxide	100
Bentonite	3
Anchoid	3
น้ำกลั่น	94

นำสารที่เตรียมได้จากสูตรนี้ไปบดด้วยเครื่องบดผสมเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.2 สารวัลคาไนซ์ กำมะถันในรูป 50% dispersion โดยใช้สูตร ดังนี้

ชนิดของสารเคมี	ปริมาณ (กรัม)
กำมะถัน	100
Bentonite	3
Anchoid	3
น้ำกลั่น	94

นำสารที่เตรียมได้จากสูตรนี้ไปบดด้วยเครื่องบดผสมเป็นเวลา 72 ชั่วโมง

2.3 สารตัวเร่ง ZDEC ในรูป 50% dispersion โดยใช้สูตร ดังนี้

ชนิดของสารเคมี	ปริมาณ (กรัม)
ZDEC	100
Bentonite	3
Anchoid	3
น้ำกลั่น	94

นำสารที่เตรียมได้จากสูตรนี้ไปบดด้วยเครื่องบดผสมเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.4 สารป้องกันการเสื่อม ในรูป 50% dispersion โดยใช้สูตร ดังนี้

ชนิดของสารเคมี	ปริมาณ (กรัม)
Wingstay L	100
Bentonite	3
Anchoid	3
น้ำกลั่น	94

นำสารที่เตรียมได้จากสูตรนี้ไปบดด้วยเครื่องบดผสมเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.5 Bentonite ในรูป 10% dispersion โดยใช้สูตร ดังนี้

ชนิดของสารเคมี	ปริมาณ (กรัม)
Bentonite	10
Anchoid	3
น้ำกลั่น	87

นำสารที่เตรียมได้จากสูตรนี้ไปบดด้วยเครื่องบดผสมเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.6 น้ำสบู่โพแทสเซียมโอเลต เข้มข้น 20% โดยใช้กรดโอเลอิกผสมน้ำมันและโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ผสมกับน้ำดังนี้

สารที่ใช้	ส่วนโดยน้ำหนัก
ส่วนที่ 1 กรดโอเลอิก	100
น้ำกลั่น	402
ส่วนที่ 2 โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์	23.3
น้ำกลั่น	43

นำส่วนที่ 1 ไปอุ่นที่อุณหภูมิ 70 °C แล้วเติมส่วนที่ 2 ลงในส่วนที่ 1 กวนอย่างแรงแล้วอุ่นต่ออีก 1 ชั่วโมง

2.7 สารละลายโพแทสเซียมเข้มข้น 10% โดยมวลเตรียมได้ดังนี้

นำโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัม ละลายน้ำ โดยเติมน้ำลงไปจนครบ 100 กรัม

2.8 สารละลาย Methyl cellulose 15% โดยโมล เตรียมได้โดยการชั่ง 15 กรัม ละลายน้ำ โดยจะเติมน้ำจนครบ 100 กรัม

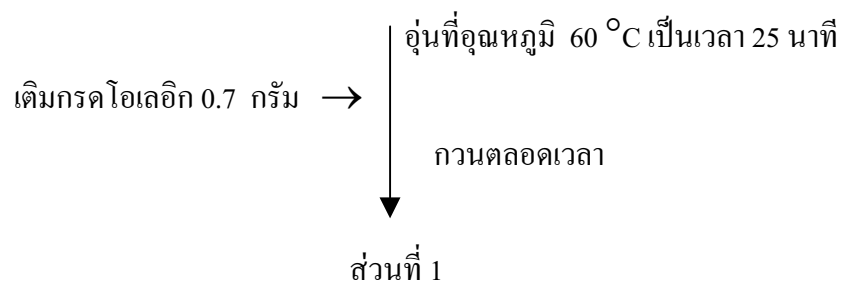
3.3.3. การเตรียมแทกลิไฟเออร์ ที่จะใช้เตรียมกาวน้ำยางเพื่อปรับปรุงสมบัติด้านการยึดติดให้ดีขึ้นโดยการเตรียมอยู่ในรูปอิมัลชัน ซึ่งเรซินที่ใช้มีหลายชนิด เช่น Wood rosin, coumarone resin, structol และ koresin โดยมีสารแทกลิไฟเออร์ชนิดต่างๆ และแปรปริมาณแทกลิไฟเออร์ที่ 0, 10, 20, 30 และ 40 phr เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมตรงตามความต้องการ

การเตรียม tackifier ในรูปอิมัลชัน (สุรชัย ,2543)

การเตรียมแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนที่1

ละลาย tackifier 40 กรัม ในเบนซีน หรือ toluene 43 กรัม ที่อุณหภูมิห้องจนตลอดเวลา
เพื่อทำการระเหยเบนซีนออกไปบางส่วน



ส่วนที่2

ละลาย KOH 0.51 กรัม ในน้ำ 18 กรัม
กวนให้เข้ากัน

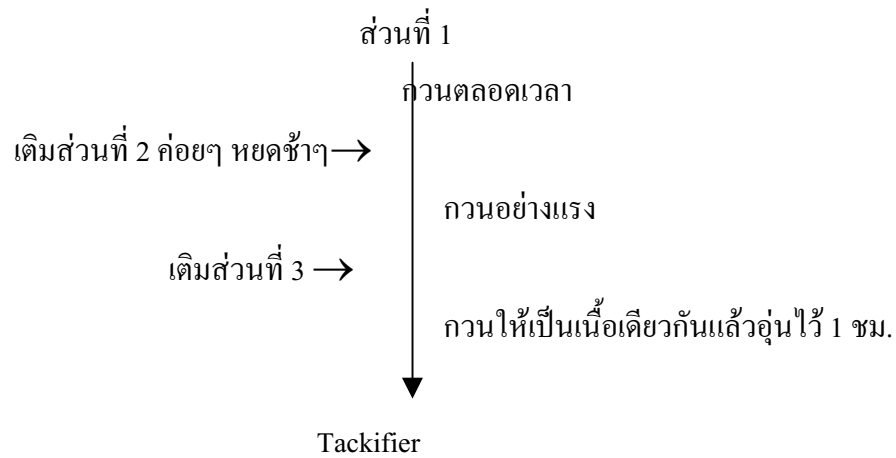
ส่วนที่ 2

ส่วนที่3

ละลาย Polyvinyl alcohol 10 กรัม ในน้ำ 100 กรัม
กวนให้เข้ากันที่อุณหภูมิ 70-80 °C

ส่วนที่ 3

ขั้นตอนการเตรียม tackifier ในรูปอิมัลชัน



หมายเหตุ การเตรียมอิมัลชันของ Tackifier อุณหภูมิที่ใช้ในการเตรียมมีผลอย่างมากต่อลักษณะสารที่ได้ ซึ่งไม่ควรจะใช้อุณหภูมิสูงเกิน 60 °c และเวลาในการกวนหลังการเติมส่วนที่ 3 นั้นขึ้นอยู่กับปริมาณสาร ถ้ามากก็จำเป็นต้องใช้เวลาในการกวนนานมากขึ้นไปด้วย เพื่อให้การไล่เบนซินออก

3.3.4 วิธีการเตรียมกาว

ตารางที่ 3.2 สูตรกาวน้ำยางธรรมชาติที่ใช้

สูตร	สารเคมี	สูตรแห้ง (phr)	สูตรเปียก(กรัม)
	NR Latex (60%HA-type)	100	167
	40%Hydroperse	0.3	0.75
	50% sulphur	2.0	4
	50% ZDEC	1.0	2
	20% Potassium oleate	3.0	15
	10% Bentonite	3	30
	50% ZnO	2.0	4
	15% CMC	3.0	20
	50%Wingstay L	1.0	2
	Tackifier *	0,10,20,30,40	0,20,40,60,80

1. ชั่งน้ำยางและสารเคมีตามสูตรที่แสดงในตาราง 3.2
2. ปรับ pH น้ำยางและ tackifier ด้วย 10%KOH ให้มี pH ประมาณ 12 และ 9 ตามลำดับ
3. เติม 40%hydroperse ในน้ำยาง กวนให้เข้ากัน
4. กวนน้ำยางด้วยความเร็ว 200 รอบต่อนาที เติม 20% Potassium oleate กวน 10 นาที
5. ค่อยๆ เติม tackifier กวน โดยเพิ่มความเร็วขึ้นจนผสมเข้ากัน
6. เติมสารเคมีอื่น ๆ ลงไปกวนด้วยความเร็ว 200 รอบต่อนาทีเวลา 30 นาที
7. ปรับ pH ด้วย 10% KOH ให้เป็น 12.4 แล้วลดความเร็วลงช้าบ่มกาวไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนนำไปใช้

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 ศึกษาการเตรียมน้ำยางธรรมชาติที่มีการลดน้ำหนักโมเลกุล

- 1) หาค่าน้ำหนักโมเลกุลในน้ำยางธรรมชาติ โดยแปรปริมาณ 40 % Hydroperse ที่ 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.75, 1.00 และ 1.25 phr อบที่อุณหภูมิ 70 °c
- 2) หาค่าน้ำหนักโมเลกุลในน้ำยางธรรมชาติ โดยใส่ 40 % Hydroperse ปริมาณ 0.3 phr อบที่อุณหภูมิ 70, 100 และ 130 °c
- 3) ศึกษาการทดสอบสมบัติของยางโมเลกุลต่ำ โดยการหาน้ำหนักโมเลกุลจากความหนืดด้วยเครื่อง Capillary Viscometer

การหาน้ำหนักโมเลกุลจากความหนืดด้วยเครื่อง Capillary Viscometer

1. เตรียมสารละลายยางในตัวทำละลาย(benzene) ให้มีความเข้มข้น 0.5 กรัม/เดซิลิตร ให้มีปริมาตร 50 มิลลิลิตร เขย่าจนยางละลายหมด
2. ปิเปตสารละลายยางมา 25 มิลลิลิตรลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตรแล้วเติม เบนซีน จนครบ 50 มิลลิลิตร ซึ่งจะได้สารละลายยางที่มีความเข้มข้น 0.25 กรัม/เดซิลิตร จากนั้นเตรียมสารละลายยาง ให้มีความเข้มข้น 0.125 และ 0.063 กรัม/เดซิลิตร ตามวิธีข้างต้น
3. ล้าง Viscometer ด้วย เบนซีน 2-3 ครั้ง แล้วหาเวลาที่สารไหลผ่าน ตำแหน่งที่ขีดไว้ที่ตัว Viscometer (efflux time) ของเบนซีน (t_0) ที่มีการควบคุม
4. กรองสารละลายยาง แล้วใส่ใน Viscometer ล้าง 2-3 ครั้ง แล้วใส่สารละลายยางตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 30 °c เป็นเวลา 5 นาที แล้วหา efflux time ที่ความเข้มข้นต่างๆ คือ 0.5, 0.25, 0.125 และ 0.063 กรัม/เดซิลิตร
5. คำนวณค่า relative viscosity, specific viscosity และ inherent viscosity ดังสูตรในตาราง 3.2

ตารางที่ 3.2 สูตรที่ใช้ในการคำนวณค่า Relative viscosity, specific viscosity และ inherent viscosity

Common name	Recommended name	<i>Symbol and Define Equation</i>
Relative viscosity	Viscosity ratio	$\eta_r = \eta/\eta_0 = t/t_0$
Specific viscosity	-	$\eta_{sp} = \eta_r - 1 = (\eta - \eta_0)/\eta_0$
Reduce viscosity	viscosity number	$\eta_{red} = \eta_{sp}/c$
Intrinsic viscosity	Logarithmic viscosity number	$\eta_{inh} = (\ln \eta)/c$
<i>Inherent viscosity</i>	<i>Limiting viscosity number</i>	$[\eta] = (\eta_{sp}/c) = [(\ln \eta)/c]_{c=0}$

- เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง η_{sp}/c กับ c และ $(\ln \eta)/c$ กับ c แล้วหาค่า Intrinsic viscosity จากความชันของกราฟ
- คำนวณน้ำหนักโมเลกุล Mv จากสมการ Mark-Houwink-Sakurada equation

$$[\eta] = KM^a \dots\dots\dots(3.1)$$

เมื่อ η = Intrinsic viscosity

ในกรณีที่ใช้เบนซีนเป็นตัวทำละลาย ที่อุณหภูมิ 30 °C ค่า a = 0.74 , K = 1.85×10⁻⁵

3.4.2 ศึกษาอายุการเก็บของกาว

3.4.2.1 ศึกษาผลของ Tackifier ต่อการเสถียรภาพของกาวน้ำยาง

ทำการผสมน้ำยางกับอิมัลชันของ Tackifier โดยแปรปริมาณที่ 0,10,20,30 และ 40 phr โดยทำการทดสอบหาค่าต่างๆ ดังนี้

- วัดค่า pH ของการผสมน้ำยางกับ Tackifier
- หาค่า %TSC เริ่มต้น
- หาระยะเวลาที่ใช้ในการเซตตัวของกาวที่อุณหภูมิห้อง

3.4.2.2 ศึกษาผลของปริมาณ Tackifier ต่อการเสถียรภาพของกาวน้ำยาง

โดยทำการเตรียมกาวตามสูตร (ตารางที่) ซึ่งแปรปริมาณ Tackifier ที่ 0,10,20,30 และ 40 phr โดยทำการทดสอบหาค่าต่างๆ ดังนี้

- 1) ตรวจวัดค่า pH ต่ออายุการเก็บของกาว ทุกๆ 3 วัน
- 2) ตรวจวัดค่าความหนืดต่ออายุการเก็บของกาวทุกๆ 7 วัน โดยใช้ spindle เบอร์ 4 ความเร็ว 100 รอบ/นาที
- 3) ศึกษาสมบัติด้าน shear strength ตามมาตรฐาน ASTM D2339 ต่ออายุการเก็บของกาวทุกๆ 7 วัน โดยทาการบ่มไม้อัดขึ้นทดสอบ ทั้ง 2 แผ่น จากนั้นนำมาประกบกัน รอให้กาวเซตตัวก่อน โดยตั้งทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ แล้วจึงนำไปทดสอบด้วยเครื่อง Tensometer
- 4) ศึกษาสมบัติด้าน Cleavage peel strength ตามมาตรฐาน ASTM D3807 ต่ออายุการเก็บของกาวทุกๆ 7 วัน โดยทาการบ่มไม้อัดขึ้นทดสอบ ทั้ง 2 แผ่น จากนั้นนำมาประกบกัน รอให้กาวเซตตัวก่อน โดยตั้งทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ แล้วจึงนำไปทดสอบด้วยเครื่อง Tensometer

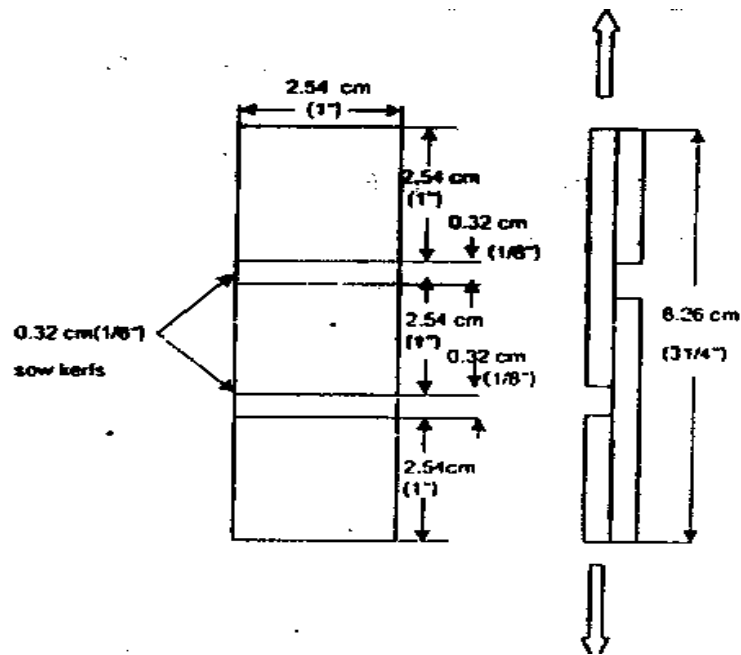
3.4.3 ศึกษาสมบัติของกาวน้ำยางธรรมชาติผสม Tackifier ชนิดต่างๆ เปรียบเทียบกับกาวทางการค้า

- 1) ศึกษาการทดสอบสมบัติของกาวด้าน shear strength ตามมาตรฐาน ASTM D2339 และ Cleavage peel strength ตามมาตรฐาน ASTM D3807
- 2) หาระยะเวลาที่ใช้ในการเซตตัวของกาวที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งทำการทดสอบสมบัติดังต่อไปนี้ (มอก.521-2527)
 - ช่วงเวลาทาทิ้งไว้ (Open tack time ,OT) หมายถึง ระยะเวลาดังแต่เริ่มทา กาวยางทิ้งไว้บนวัสดุจนถึงประกบผิววัสดุเข้าด้วยกัน
 - ช่วงเวลาแห้งตัว(drying time,DT) หมายถึง ระยะเวลาดังแต่ประกบผิววัสดุติดกันและรีดปล่อยทิ้งไว้จนกาวยางแห้งตัวเต็มที่

3.4.4 ศึกษาการทดสอบสมบัติของกาวด้าน Shear strength ตามมาตรฐาน ASTM D2339 และ Cleavage peel strength ตามมาตรฐาน ASTM D3807

1. วิธีการทดสอบกาวด้าน Shear strength ตามมาตรฐาน ASTM 2339

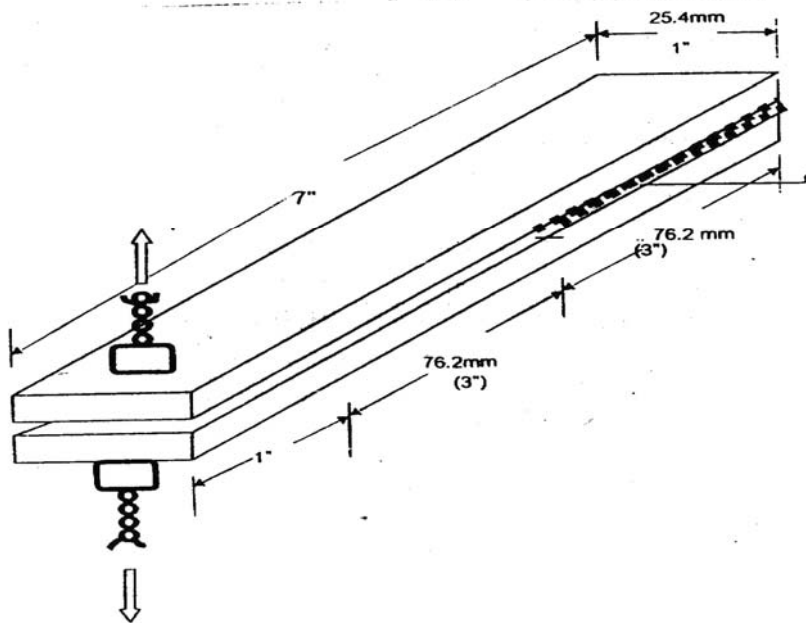
นำกาวที่เตรียมได้ทาบนชิ้นทดสอบไม้ ที่เตรียมไว้ ตามมาตรฐาน ASTM 2339 ทั้งสองชั้น รองหน้าผิวหน้าของกาวทั้งหมด จากนั้นประกบแผ่นไม้ทั้งสองเข้าด้วยกัน ในการทดสอบแต่ละครั้งใช้ตัวอย่างจำนวน 5 ชิ้น จากนั้นรอกกาวเซ็ดตัวแล้ว นำไปทดสอบการดึงแบบเฉือนด้วยเครื่อง tensometer รายงานผลการทดลองที่ได้ในหน่วย lbf/in^2



รูปที่ 3.1 แสดงชิ้นทดสอบไม้ และแนวแรงดึงของการทดสอบสมบัติ ด้าน Shear strength ตามมาตรฐาน ASTM 2339

2. วิธีการทดสอบการฉีกด้าน Cleavage peel strength ตามมาตรฐาน ASTM D3807

นำกาบที่เตรียมได้ทาบนชั้นทดสอบไม้ ที่เตรียมไว้ ตามมาตรฐาน ASTM D3807 ทั้งสองชั้น รองหน้าผิวหน้าของกาบทั้งหมด จากนั้นประกบแผ่นไม้ทั้งสองเข้าด้วยกัน ในการทดสอบแต่ละครั้งใช้ตัวอย่างจำนวน 5 ชิ้น จากนั้นรองกาบเซ็ดตัวแล้ว นำไปทดสอบการดึงแบบแยกออกด้วย เครื่อง tensometer รายงานผลการทดลองที่ได้ในหน่วย kN/m



รูปที่ 3.2 แสดงชั้นทดสอบไม้ และแนวแรงดึงของการทดสอบสมบัติ ด้าน Cleavage peel strength ตามมาตรฐาน ASTM 3807

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์การทดลอง

4.1 ข้อมูลเบื้องต้นของน้ำยาง, Tackifier, สมบัติของกาวตามมาตรฐาน มอก.521-2527

4.1.1 สมบัติเบื้องต้นของน้ำยาง

เมื่อนำน้ำยางและแทกคิไฟเออร์ที่จะใช้สำหรับการเตรียมกาวน้ำยางมาวิเคราะห์หาสมบัติเบื้องต้น ได้ดังตารางที่ 4.1 และ 4.2 ส่วนสมบัติของกาวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกาวยางได้ผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.1 สมบัติเบื้องต้นของน้ำยาง

สมบัติ	ผลที่ได้
%TSC	60.15
Viscosity (cps)	48
pH	9.58

4.1.2 สมบัติเบื้องต้นของ Tackifier ที่เตรียมในรูปอิมัลชัน

ตารางที่ 4.2 สมบัติเบื้องต้นของ Tackifier ที่เตรียมในรูปอิมัลชัน

ชนิด tackifier	ลักษณะที่ได้	pH	viscosity	%TSC
structol	สีขาว มีความหนืดมาก มีกลิ่นเหม็น	7.58	1480	49.35
wood rosin	สีเหลือง มีความหนืดมาก มีกลิ่นเหม็น	8.45	875	47.01
coumarone resin	สีเหลือง มีความหนืดมาก มีกลิ่นเหม็น	7.85	1728	51.20
Koresin	สีเขียว สีความหนืดมาก มีกลิ่นเหม็น	7.24	1664	49.95

4.1.3 สมบัติของกาวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกาวยาง (มอก. 521-2527)

ตารางที่ 4.3 คุณลักษณะของกาวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกาวยาง(มอก.521-2527)

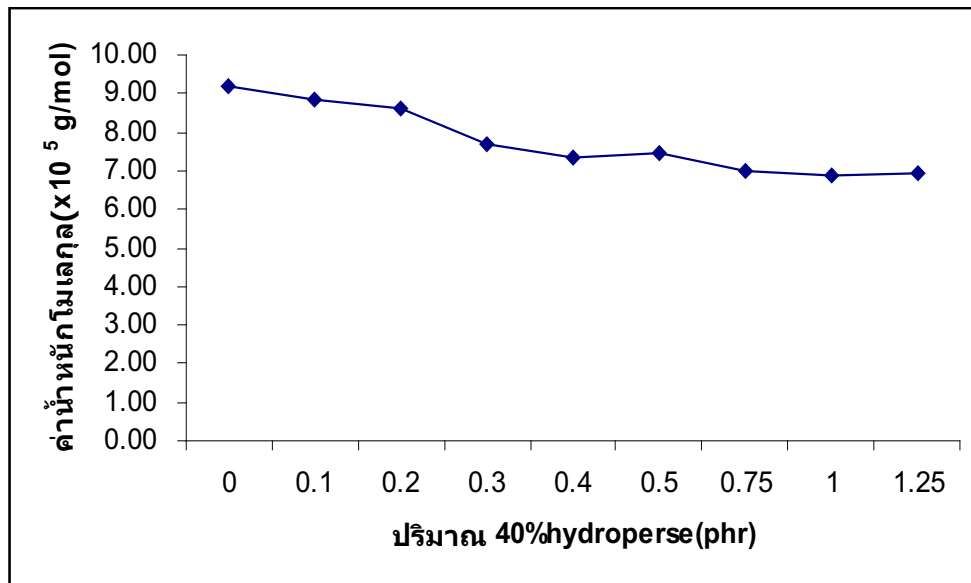
สมบัติ	เกณฑ์ที่กำหนด
ปริมาณเนื้อกาว (% TSC)	40
ความหนืด (cps)	1500-5000
Shear strength (kPa)	220(31.9 lbf/in ²)
Cleavage peel strength (N/25mm)	50(2 kN/m)

4.2 ผลของการลดน้ำหนักโมเลกุลในน้ำยางธรรมชาติ

4.2.1 แสดงค่าน้ำหนักโมเลกุลในน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ 40 % Hydroperse

ตารางที่ 4.4 ค่าน้ำหนักโมเลกุลในน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ 40 % Hydroperse อบที่อุณหภูมิ 70 °c

40% hydroperse	ค่าน้ำหนักโมเลกุล (x10 ⁵ g/mol)
0	9.20
0.1	8.83
0.2	8.63
0.3	7.66
0.4	7.35
0.5	7.44
0.75	7.01
1.00	6.87
1.25	6.95



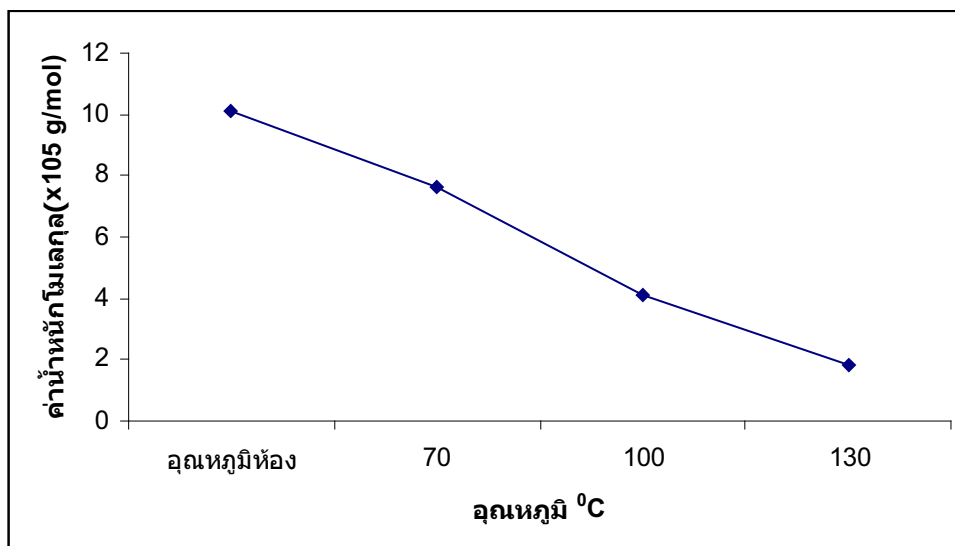
รูปที่ 4.1 ค่าน้ำหนักโมเลกุลในน้ำยางธรรมชาติ ที่แปรปริมาณ 40 % Hydroperse อบที่อุณหภูมิ 70 °C

จากตารางที่ 4.4 และ รูปที่ 4.1 พบว่าเมื่อใส่ 40 % Hydroperse โดยแปรปริมาณต่างๆ ในน้ำยาง HA-type จะทำให้ค่าน้ำหนักโมเลกุลลดลงเรื่อยๆ เมื่อมีปริมาณ 40 % Hydroperse ที่เพิ่มขึ้น โดยที่ ไม่ใส่ 40 % Hydroperse จะมีค่าน้ำหนักโมเลกุลมากที่สุด และ ที่ 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.75, 1.00 และ 1.25 phr ลดลงมา ตามลำดับ เนื่องจาก 40 % Hydroperse เมื่อใส่ลงไปในน้ำยางจะไปทำลายสายโซ่ของโมเลกุลยางให้สั้นลง ทำให้น้ำยางมีค่าน้ำหนักโมเลกุลที่ลดลง

4.2.2 แสดงค่าน้ำหนักโมเลกุลในน้ำยางธรรมชาติ ที่ใส่ 40 % Hydroperse ปริมาณ 0.3 phr อบที่อุณหภูมิต่างๆ

ตารางที่ 4.5 ค่าน้ำหนักโมเลกุลในน้ำยางธรรมชาติ ที่ใส่ 40 % Hydroperse ปริมาณ 0.3 phr อบที่อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิที่ใช้อบ (°C)	ค่าน้ำหนักโมเลกุล
อุณหภูมิห้อง	10.12
70	7.66
100	4.12
130	1.85



รูปที่ 4.2 ค่าน้ำหนักโมเลกุลในน้ำยางธรรมชาติ ที่ใส่ 40 % Hydroperse ปริมาณ 0.3 phr อบที่อุณหภูมิต่างๆ

จากตารางที่ 4.5 และ รูปที่ 4.2 พบว่าเมื่อใส่ 40 % Hydroperse ในน้ำยาง HA-type แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิต่างกัน คือที่อุณหภูมิห้อง, 70, 100 และ 125 °C จะทำให้ค่าน้ำหนักโมเลกุลลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น โดยที่อุณหภูมิห้อง จะมีค่าน้ำหนักโมเลกุลมากที่สุด และ ที่อุณหภูมิ 70, 100 และ 125 °C ลดลงตามลำดับ ซึ่งอาจเป็นผลมาจาก 40 % Hydroperse เมื่อใส่ลงไปในน้ำยางจะไปทำลายสายโซ่ของโมเลกุลยางให้สั้นลงและถ้าอุณหภูมิที่ใช้ในการอบเพิ่มขึ้นอาจจะทำให้เกิดปฏิกิริยาไพโรไลซิส (Pyrolysis) สามารถเกิดได้ทั้ง การทำลายสายโซ่ และการเชื่อมโยง หรือการกลับมารวมกันใหม่ได้ ทำให้ยากต่อการกระจายตัวของน้ำหนักโมเลกุลทำให้น้ำยางมีค่าน้ำหนักโมเลกุลลดลง (โสภณ, 2544)

4.3 ผลของ Tackifier ต่อการเสถียรภาพของน้ำยาง

เนื่องจาก tackifier ที่เตรียมนั้นอยู่ในรูป emulsion จะไม่สามารถใส่ในน้ำยางธรรมชาติได้โดยตรงเพราะ emulsion ที่เตรียมได้มีค่า pH ที่ต่ำมาก ถ้าใส่เข้าไปในน้ำยางจะทำให้น้ำยางเกิดมีความหนืดเพิ่มขึ้นและรวมตัวกันเป็นก้อนเสถียรภาพทันที ด้วยเหตุนี้จึงต้องทำการปรับค่า pH ของทั้งน้ำยาง และอิมัลชันของ tackifier ให้ใกล้เคียงกันหรือมีค่าที่สามารถจะทำการผสมกันได้เสียก่อน โดยสามารถปรับ pH นี้ได้ด้วย 10% โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ดังตารางที่ 4.6, 4.7, 4.8 และ 4.9 จากนั้นก็จะทำการปรับ pH ของกาวในทุกสูตรให้เท่ากัน แล้วศึกษาหาปริมาณของ tackifier ที่มีผลต่อการเสถียรภาพของกาวน้ำยางต่อไป