

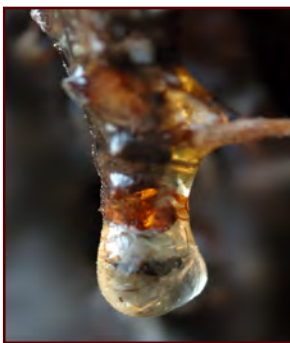
เรซินที่ใช้ในอุตสาหกรรมยาง

วิมลสินทร์ อินทร์ติยะ และ ดร. พงษ์ธร แซ่ฮุย

ISBU คือ ของแข็งหรือสารที่มีลักษณะกึ่งของแข็งมีโครงสร้างไม่เป็นผลึก (non-crystalline) มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ลักษณะทางกายภาพเมื่อมองด้วยตาเปล่าจะเห็นว่าโปร่งแสงหรือโปร่งใส นอกจากนั้นยังมีลักษณะที่ปราศจากการย่อยสลายและรวมทั้งสามารถติดไฟได้ โดยทั่วไปเรซินสามารถละลายได้ในแอลกอฮอล์ อีเทอร์ และสารละลายไฮโดรคาร์บอนอื่น ๆ แต่ไม่สามารถละลายได้ในน้ำ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเรซินจะอ่อนตัวและอาจหลอมเหลวได้เมื่อได้รับความร้อนสูงเพียงพอ องค์ประกอบทางเคมีของเรซินค่อนข้างหลากหลายขึ้นอยู่กับชนิดและแหล่งกำเนิด

ประเภทของเรซินโดยทั่วไปสามารถแบ่งเรซินออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ตามแหล่งที่มา ได้แก่

1. เรซินธรรมชาติ คือ เรซินที่ได้จากธรรมชาติซึ่งส่วนใหญ่จะพบเห็นในรูปของของเหลวที่มีลักษณะเป็นหยดก้อนกลม ๆ คล้ายหยดน้ำตาไหลซึมผ่านออกมาทางรอยแตกหรือรอยกรีดของเปลือกไม้ เช่น จากต้นสน (pine) หรือต้นเฟอร์ (firs) เป็นต้น ลักษณะของเรซินที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1 หลังจากที่เราที่ไหลซึมออกมานี้เกิดการแข็งตัวจนกลายเป็นของแข็งที่สามารถนำไปใช้งานได้เราก็จะเรียกเรซินเหล่านี้ว่า เรซินธรรมชาติ โดยทั่วไปเรซินธรรมชาติเหล่านี้จะมีลักษณะโปร่งแสงและมีสีเหลืองจนถึงสีน้ำตาลเข้ม ปัจจุบัน ได้มีการนำเอาเรซินธรรมชาติไปประยุกต์ใช้งานในอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากมาย เช่น อุตสาหกรรมน้ำหอม อุตสาหกรรมสีและเครื่องขัดเงา และอุตสาหกรรมการตกแต่งภาชนะ เป็นต้น



รูปที่ 1 ลักษณะเรซินที่ได้จากธรรมชาติ [1]

วิมลสินทร์ อินทร์ติยะ

การศึกษา : ปริญญาโท (เทคโนโลยีเซรามิกส์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานที่ทำงานปัจจุบัน : ผู้ช่วยนักวิจัย

ฝ่ายวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีโพลิเมอร์

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ

ดร. พงษ์ธร แซ่ฮุย

การศึกษา : ปริญญาเอก (วิศวกรรมยาง)

Loughborough University ประเทศอังกฤษ

สถานที่ทำงานปัจจุบัน : นักวิจัย

ฝ่ายวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีโพลิเมอร์

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ

2. เรซินสังเคราะห์ คือ เรซินที่ได้จากการสังเคราะห์ที่มีลักษณะทางกายภาพหรือมีสมบัติคล้ายเรซินที่ได้จากธรรมชาติ กล่าวคือ เป็นของเหลวหนืดที่สามารถแข็งตัวได้ มีสีเหลืองจนถึงสีน้ำตาลเข้ม (ลักษณะของเรซินสังเคราะห์แสดงดังรูปที่ 2) ตัวอย่างที่สำคัญของเรซินสังเคราะห์ ได้แก่ ฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์เรซิน (phenol-formaldehyde resin) และฟีนอลิกเรซิน (phenolic resin) เป็นต้น

นอกจากแหล่งที่มาแล้ว ปัจจุบันนิยมแบ่งประเภทของเรซินตามหน้าที่การใช้งานได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ เรซินที่ทำหน้าที่เป็นสารทำให้ยางเหนียวติดกัน (tackifying resin) เรซินที่ทำให้ยางวัลคาไนซ์ (curing resin) และเรซินที่ทำหน้าที่เสริมแรงให้แก่ยาง (reinforcing resin) ตัวอย่างที่สำคัญของเรซินในแต่ละกลุ่มแสดงไว้ในตารางที่ 1



รูปที่ 2 ลักษณะทั่วไปของเรซินที่ได้จากการสังเคราะห์ [1]

แม้ว่าจะมีการแบ่งประเภทของเรซินตามการใช้งานดังแสดงในตารางข้างต้น แต่ในทางปฏิบัติแล้ว การกำหนดบทบาทและหน้าที่ที่แน่นอนของเรซินแต่ละชนิดนั้นถือว่าเป็นเรื่องที่ยากลำบาก ทั้งนี้เพราะเรซินแต่ละชนิดที่นำมาใช้งานนั้นอาจสามารถทำหน้าที่ได้หลายอย่างในเวลาเดียวกัน นอกจากหน้าที่ต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นแล้ว บ่อยครั้งที่พบว่าการเติมเรซินบางชนิดลงไปในการจะส่งผลทำให้ยางนั้นมั่ง ทำให้กระบวนการผลิตเป็นไปได้อย่างขึ้น นอกจากนี้ ในบางกรณียังพบว่าการเติมเรซินสามารถส่งผลทำให้สารตัวเติมกระจายตัวได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย ตารางที่ 2 แสดงตัวอย่างผลของเรซินในกลุ่มที่ทำให้ยางเหนียวติดกันต่อสมบัติของยางธรรมชาติทั้งที่อยู่ในรูปของยางคอมพาวด์และยางวัลคาไนซ์ อย่างไรก็ตาม ผู้ออกสูตรควรตระหนักไว้ด้วยว่าข้อมูลในตารางดังกล่าวเป็นเพียงข้อมูลคร่าว ๆ เท่านั้น ผลกระทบแท้จริงของเรซินแต่ละชนิดต่อสมบัติต่าง ๆ ของยางอาจเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับชนิดของเรซินและปริมาณที่นำมาใช้งานด้วย

ตารางที่ 1 ตัวอย่างเรซินในกลุ่มต่างๆ

สารทำให้ยางเหนียวติดกัน	สารทำให้ยางวัลคาไนซ์	สารเสริมแรง
- ฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์เรซินชนิดโนโวแลก (Novolak) - ปิโตรเลียมเรซิน - อนุพันธ์ของโรซิน - อนุพันธ์ของเทอร์พีน - คูมาโรอินดีนเรซิน - ยางมะตอยและปิทุเมน	- ฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์เรซินชนิดรีโซล (Resol)	- ฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์เรซินชนิดโนโวแลก (Novolak) - โพลิสไตรีนชนิดทนแรงกระแทก (high impact polystyrene, HIPS) - รีโซซินอลเรซิน - รีโซซินอลฟอร์มัลดีไฮด์เรซิน - เรซินที่ให้หมู่เมทิลีน (methylene donor resin)

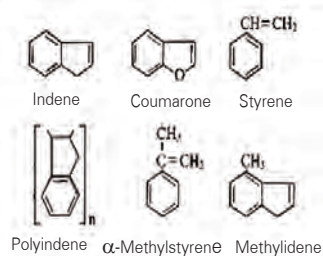
ตารางที่ 2 ผลของเรซินต่อสมบัติของยางธรรมชาติ [2]

ยางคอมพาวด์	ยางวัลคาไนซ์
- o ทำให้ความหนืดลดลง - o ทำให้สารตัวเติมแตกตัวได้ดียิ่งขึ้น - o ทำให้อุณหภูมิในระหว่างการผสมลดลง - o ทำให้ยางมีสมบัติความเหนียวติดกันสูงขึ้น	- o ทำให้ยางมีความแข็งและโมดูลัสลดลงเล็กน้อย - o ทำให้ยางมีค่าการยืดตัว ณ จุดขาดสูงขึ้น - o ทำให้ความทนต่อแรงดึงเปลี่ยนแปลงดังนี้ - สูงขึ้น (ในกรณีที่มิใช่เข้ามาดำเป็นสารตัวเติม) - ต่ำลง (ในกรณีที่มิใช่เข้ามาดำเป็นสารตัวเติม) - o ทำให้ความทนต่อการฉีกขาดสูงขึ้น - o ทำให้ยางมีความทนต่อการเสื่อมสภาพสูงขึ้น - o ทำให้ยางมีความทนต่อการพองสูงขึ้น

เรซินที่นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมยาง [1,6]

คูมาโรนเรซิน (Coumarone resins)

เรซินชนิดนี้เป็นไฮโดรคาร์บอนเรซินที่ได้จาก coal-tar และเป็นเรซินสังเคราะห์ชนิดแรกที่มีการนำมาใช้เป็นสารเติมแต่งในยางเพื่อปรับปรุงสมบัติในกระบวนการผลิต ทั้งนี้เพราะเรซินชนิดนี้นอกจากจะช่วยทำให้ยางมีสมบัติเหนียวติดกันสูงขึ้นแล้ว ยังมีส่วนช่วยทำให้สารตัวเติมกระจายตัวได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย เรซินชนิดนี้จัดเป็นอะโรมาติกโพลิเมอร์ (คือโพลิเมอร์ที่มีหมู่วงแหวนเบนซีนอยู่ในโครงสร้าง) ที่มีโพลิอินดีน (polyindene) เป็นองค์ประกอบหลัก นอกจากนี้ ในโครงสร้างโมเลกุลของเรซินชนิดนี้ยังมีองค์ประกอบอื่น ๆ ผสมอยู่ด้วย เช่น เมทิลอินดีน (methylindene) คูมาโรน (coumarone) เมทิลคูมาโรน (methylcoumarone) สไตรีน (styrene) และเมทิลสไตรีน (methylstyrene) ดังแสดงในรูปที่ 3 สำหรับคุณสมบัติในการหลอมเหลวของคูมาโรนเรซินจะอยู่ในช่วง 35-170 °C



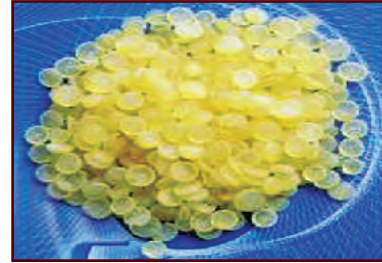
รูปที่ 3 ชนิดของโครงสร้างทางเคมีของคูมาโรนเรซิน [6]

ปิโตรเลียมเรซิน (petroleum resins)

เรซินชนิดนี้เป็นโพลิเมอร์ที่เกิดจากไฮโดรคาร์บอนหลากหลายชนิด เช่น ไซโคลเพนทาไดอิน (cyclopentadiene) ไดไซโคลเพนทาไดอิน (dicyclopentadiene) สไตรีน (styrene) เมทิลสไตรีน (methylstyrene) อินดีน (indene) เมทิลอินดีน (methyl indene) ฯลฯ

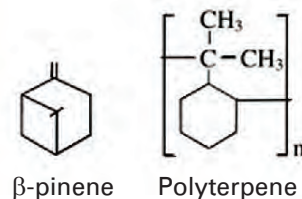
ด้วยเหตุนี้เรซินชนิดนี้จึงสามารถผสมให้เข้ากันได้ง่ายกับยางหลากหลายชนิด โดยทั่วไป เรซินชนิดนี้จะมีองค์ประกอบหลักเป็นไฮโดรคาร์บอนที่มีโครงสร้างแบบค่อนข้างอิมิตัว อย่างไรก็ตามปิโตรเลียมเรซินบางเกรดก็มีไฮโดรคาร์บอนที่มีโครงสร้างแบบอะโรมาติกในปริมาณที่สูง นอกจากจะสามารถทำหน้าที่เป็นพลาสติกไซเซอร์แล้ว เรซินชนิดนี้ยังสามารถทำหน้าที่เป็นสารทำให้ยางเหนียวติดกันได้อีกด้วย เนื่องจากเรซินชนิดนี้มีราคาค่อนข้างถูก

ผู้ผลิตจึงสามารถเติมลงไปได้อย่างได้ในปริมาณที่ค่อนข้างสูง (บางครั้งอาจเติมได้ในปริมาณที่สูงถึง 10 phr หรือมากกว่านั้นตามความเหมาะสม) โดยไม่กระทบกับต้นทุนการผลิตมากนัก



เทอร์พีนเรซิน (Terpene resins)

เรซินชนิดนี้มีความสามารถในการผสมให้เข้ากันกับยางได้ค่อนข้างดีเพราะองค์ประกอบหลักของเรซินชนิดนี้ คือ เบตาไพเนน (β -pinene) โดยมีแอลฟาไพเนน (α -pinene) ผสมอยู่ด้วยเล็กน้อย ดังแสดงในรูปที่ 4 โดยทั่วไป เทอร์พีนเรซิน นอกจากจะสามารถทำหน้าที่เป็นสารทำให้ยางเหนียวติดกันแล้ว เรซินชนิดนี้ยังช่วยปรับปรุงสมบัติการยึดติด (adhesive) ของยางให้ดีขึ้นอีกด้วย ยิ่งไปกว่านั้นได้มีการรายงานว่าเรซินชนิดนี้สามารถช่วยป้องกันยางจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) ได้เป็นอย่างดี ดังนั้นการเติมเทอร์พีนเรซินลงไปจึงทำให้ยางมีความทนต่อการเสื่อมสภาพสูงขึ้น



รูปที่ 4 ชนิดของโครงสร้างหลักทางเคมีของเทอร์พีนเรซิน [6]

ยางมะตอย (asphalt) และบิทูเมน (bitumen)

เรซิน 2 ชนิดนี้จัดเป็นเรซินกลุ่มแรก ๆ ที่มีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมยาง เนื่องจากยางมะตอยเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากธรรมชาติในขณะที่บิทูเมนก็เป็นกากของเสีย (residue) ที่ได้จากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมัน ดังนั้น เรซินทั้ง 2 ชนิดนี้จึงมีราคาที่ถูกกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเรซินชนิดอื่น ๆ การเติมเรซินทั้ง 2 ชนิดนี้ลงไปจะส่งผลทำให้สารตัวเติมกระจายตัวได้ดียิ่งขึ้น ยางคอมพาวด์มีความเหนียวติดทนและมีสมบัติความเหนียวติดกันสูงขึ้น โดยทั่วไป ทั้งยางมะตอยและบิทูเมนนิยมนำไปใช้กับยางที่ต้องการขึ้นรูปด้วยวิธีการอัดรีด (extrusion) เพราะเรซินเหล่านี้จะช่วยให้ยางที่ขึ้นรูปแล้วหรือที่เรียกกันทั่วไปว่าเอ็กทราเดต (extrudate) มีความแข็งแรง ไม่เกิดการบิดเบี้ยวหรือเสียรูปร่างได้ง่าย

ลิกนิน (lignin)

เรซินชนิดนี้จัดเป็นเรซินที่มีโครงสร้างทางเคมีที่ค่อนข้างจะซับซ้อน เนื่องจากลิกนินจัดเป็นผลพลอยได้ (by-product) จากอุตสาหกรรมการผลิตเซลลูโลสโดยเฉพาะอย่างยิ่งจากอุตสาหกรรมผลิตกระดาษ ดังนั้นลิกนินจึงมีราคาที่ถูกกว่าด้วยเหตุนี้ในอดีต เรซินชนิดนี้จึงมักได้รับการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมผลิตพื้นรองเท้า (shoe sole) เพราะลิกนินจะมีส่วนช่วยให้สารตัวเติมผสมและแตกตัวเข้าไปในเนื้อยางได้ดียิ่งขึ้น

โรซิน (rosins)

เรซินชนิดนี้เป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่ได้จากต้นสน โรซินจัดเป็นของผสมของสารอินทรีย์หลากหลายชนิด ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกรดอินทรีย์ชนิดที่ไม่อิ่มตัว เช่น กรดอะบิติก (abietic acid) และกรดไพมาริก (pimaric acid) ความเป็นกรดของเรซินชนิดนี้จะส่งผลให้อัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์ของยางลดลง โดยทั่วไป เรซินชนิดนี้จะช่วยปรับปรุงสมบัติความต้านทานต่อการขาดของผลิตภัณฑ์ยาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับผลิตภัณฑ์ที่ทำจากยางสไตรีนบิวทาไดอีน (SBR)

ฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน (phenol formaldehyde resins)

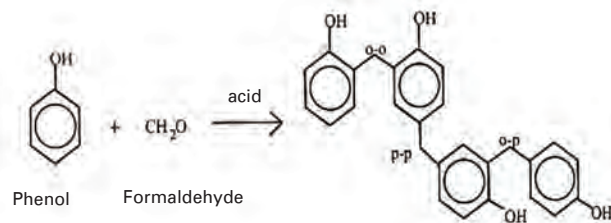
เรซินชนิดนี้จัดเป็นเรซินที่ได้รับการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมยางมากที่สุดในปัจจุบัน เพราะสามารถทำหน้าที่ในการปรับปรุงสมบัติต่าง ๆ ของยางได้อย่างหลากหลาย โดยทั่วไป เรซินชนิดนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดตามบทบาทและหน้าที่ในการใช้งานได้ดังนี้

1. เรซินที่ทำหน้าที่เสริมแรง (reinforcing resins)

ตัวอย่างที่สำคัญของเรซินชนิดนี้คือฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์เรซินชนิดโนโวลัค ซึ่งเป็นเรซินที่ได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่างฟีนอลและฟอร์มาลดีไฮด์ภายใต้สภาวะที่เป็นกรดโดยมีสัดส่วนโดยโมลของฟีนอลต่อฟอร์มาลดีไฮด์สูงกว่า 1 โนโวลัคเรซินที่ได้จากการทำปฏิกิริยาดังกล่าวจะมีโครงสร้างโมเลกุลแบบกิ่งก้านสาขา (branched structure) ดังแสดงในรูปที่ 5 หากทำการแทนที่ฟีนอลหรือฟอร์มาลดีไฮด์บางส่วนด้วยสารประกอบฟีนอลิกหรือแอลดีไฮด์ชนิดอื่น ๆ หรืออาจทำการปรับเปลี่ยนชนิดของสารตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อปรับเปลี่ยนโครงสร้างของโมเลกุล (สัดส่วนระหว่างโมเลกุลเชิงเส้นและโมเลกุลแบบกิ่งก้านสาขา) ผู้ผลิตก็จะได้นโนโวลัคเรซินเกรดต่าง ๆ ที่มีสมบัติแตกต่างกัน

โดยทั่วไป โนโวลัคเรซินชนิดที่ทำหน้าที่เสริมแรงนั้นจัดเป็นเทอร์โมพลาสติกที่ต้องถูกทำให้เกิดการเชื่อมโยงให้กลายเป็นเทอร์โมเซตด้วยเรซินชนิดที่ให้หมู่เมทิลีน (methylene donor resin) เช่น เฮกซะเมทิลีนเตตระมีน (hexamethylenetetramine, HMT) หรือเฮกซะเมทอกซีเมทิลโลเมลามีน (hexamethoxymethylomelamine, HMMM) เป็นต้น ปริมาณของ HMT หรือ HMMM ที่จะใช้ในการวัลคาไนซ์โนโวลัคเรซินนั้นขึ้นอยู่กับระดับความแข็งแรงที่ต้องการ แต่โดยทั่วไปจะนิยมใช้ในปริมาณร้อยละ 8-15 เมื่อเทียบกับน้ำหนักของโนโวลัคเรซิน โดยทั่วไป HMT จะมีประสิทธิภาพในการเพิ่มความแข็งแรงสูงกว่า HMMM เล็กน้อย

แม้ว่าฟีนอลิกเรซินที่ทำหน้าที่เสริมแรงจะสามารถผสมให้เข้ากันได้ดีกับยางได้หลากหลายชนิด แต่ความสามารถในการเข้ากันได้กับยางแต่ละชนิดก็แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของยาง ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 3



Novolak phenol formaldehyde resin

รูปที่ 5 สูตรโครงสร้างทางเคมีของโนโวลัคเรซินที่ทำหน้าที่เสริมแรง

ตารางที่ 3 ปริมาณการใช้งานและระดับความเข้ากันได้ของเรซินในยางชนิดต่างๆ

ชนิดของยาง	ระดับความเข้ากันได้	ปริมาณการใช้งานสูงสุด (phr)	ประโยชน์
NBR	ดีมาก	100	เพิ่มความแข็งแรง
EPDM	ดี	30	เพิ่มความแข็งแรงและความต้านทานต่อการขาด
SBR, BR, NR	น้อย	20*	เพิ่มความแข็งแรงและความต้านทานต่อการขาด
CR	น้อยมาก	10**	เพิ่มความแข็งแรงและความต้านทานต่อการขาด

* หากต้องการเติมเรซินในปริมาณที่สูงกว่า 20 phr ให้เติมยาง NBR ลงไป 15-25 phr เพื่อเพิ่มความเข้ากันได้ให้สูงขึ้น

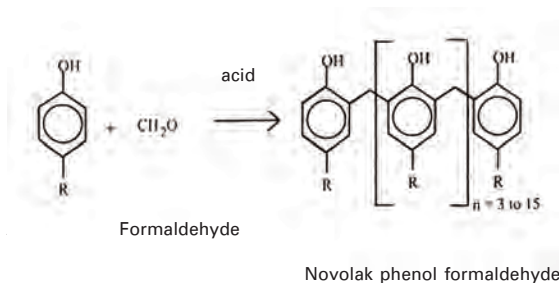
** หากต้องการเติมเรซินในปริมาณที่สูงกว่า 15 phr ให้เติมยาง NBR ลงไป 15-25 phr เพื่อเพิ่มความเข้ากันได้ให้สูงขึ้น

2. เรซินที่ทำหน้าที่ทำให้ยางเหนียวติดกัน (tackifying resins)

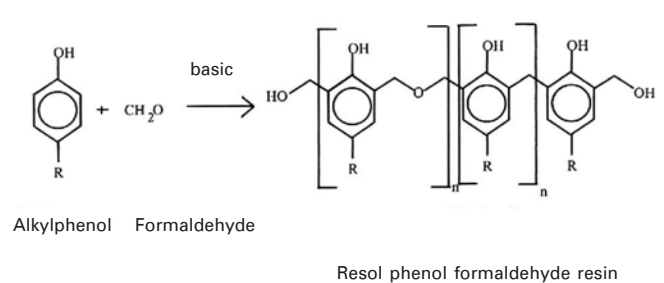
ตัวอย่างของเรซินในกลุ่มนี้คือโนโวลาคเรซินที่มีโครงสร้างโมเลกุลเป็นแบบเชิงเส้นดังแสดงในรูปที่ 6 ซึ่งมีหมู่ R เป็นหมู่ออกทิล (octyl) หรือหมู่บิวทิล (t-butyl) โดยทั่วไปแล้ว ประสิทธิภาพในการทำให้ยางเหนียวติดกันของเรซินในกลุ่มนี้จะขึ้นอยู่กับน้ำหนักโมเลกุลและจุดอ่อนตัว (softening point) ของเรซินที่นำมาใช้งาน กล่าวคือ เรซินที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงและมีจุดอ่อนตัวที่สูงก็จะทำให้ยางมีสมบัติความเหนียวติดกันที่สูงตามไปด้วย แม้ว่าฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์เรซินจะมีราคาที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับเรซินชนิดอื่น ๆ เช่น ปิโตรเลียมหรือคумаโรอินดีนเรซิน แต่เรซินชนิดนี้ก็มีประสิทธิภาพในการทำใหยางเหนียวติดกันสูงกว่า และยางคอมพาวด์ที่ได้ก็สามารถรักษาสมบัติความเหนียวติดกันได้ยาวนานกว่าอีกด้วย

3. เรซินที่ทำใหยางวัลคาไนซ์ (curing resins)

ตัวอย่างที่สำคัญของเรซินในกลุ่มนี้คือฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์เรซินชนิดรีโซล (resol) ซึ่งเป็นเรซินที่ได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่างฟีนอลและฟอร์มาลดีไฮด์ในสภาวะที่เป็นด่าง ดังแสดงในรูปที่ 7 โดยมีสัดส่วนโดยโมลของฟีนอลต่อฟอร์มาลดีไฮด์ต่ำกว่า 1 เรซินชนิดนี้จัดเป็นเรซินที่มีความไวต่อความร้อนสูง นิยมใช้เป็นสารวัลคาไนซ์สำหรับยางบิวทิล (IIR) หรือยางชนิดอื่น ๆ ที่มีปริมาณพันธะคู่ต่ำ โดยทั่วไป เรซินชนิดนี้มักใช้ในการวัลคาไนซ์ผลิตภัณฑ์ต่อไปนี้ ถุงลมนิรภัย (air bags) ถุงที่ใช้ในการวัลคาไนซ์ (curing bladders) ยางซีล (seals) ยางเทอร์โมพลาสติก (TPE) รวมถึงผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ต้องนำไปใช้งานภายใต้ความร้อนหรือความดันสูง ๆ เป็นต้น ปริมาณการใช้งานของเรซินชนิดนี้ส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงประมาณ 7-10 phr แม้ว่าเรซินชนิดนี้จะสามารถวัลคาไนซ์ยางได้ แต่อัตราเร็วในการวัลคาไนซ์จะสูงมากขึ้น



รูปที่ 6 สูตรโครงสร้างทางเคมีของโนโวลาคเรซินที่กำหนดไว้เป็นสารทำให้ยางเหนียวติดกัน



รูปที่ 7 สูตรโครงสร้างทางเคมีของรีโซลเรซินที่กำหนดไว้เป็นสารทำให้ยางวัลคาไนซ์

ปริมาณการใช้งานของเรซินชนิดนี้ส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงประมาณ 7-10 phr แม้ว่าเรซินชนิดนี้จะสามารถวัลคาไนซ์ได้ แต่อัตราเร็วในการวัลคาไนซ์จะสูงมากขึ้น ถ้าใช้เรซินชนิดนี้ร่วมกับสารประกอบที่มีธาตุหมู่ 7 หรือธาตุฮาโลเจนเป็นองค์ประกอบ ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการใช้เรซินชนิดนี้ในการคงรูปยางบิวไทล์ ผู้ออกสูตรก็สามารถเติมยางคลอโรพรีน (CR) ลงไปด้วยเล็กน้อย (ประมาณ 3-5 phr) เพื่อช่วยทำให้ยางเกิดการวัลคาไนซ์ได้เร็วยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม ผู้ออกสูตรเคมีบางส่วนใหญ่เริ่มหันมาใช้ สแตนเนส คลอไรด์ (stannous chloride, SnCl_2) เป็นสารตัวเร่งปฏิกิริยาวัลคาไนซ์แทนการใช้ยางคลอโรพรีนกันมากขึ้นในปัจจุบัน

เรซินที่ให้หมู่เมทิลีน (methylene donor resins)

ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วว่าเรซินที่ให้หมู่เมทิลีน เช่น HMT และ HMMM นั้นมักจะนำไปใช้ร่วมกับฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์เรซินชนิดโนโวแลกเพื่อเสริมแรงให้แกยาง ทั้งนี้เพราะเรซินในกลุ่มนี้จะทำหน้าที่เป็นสารวัลคาไนซ์ทำให้นโนโวแลกเปลี่ยนสภาพจากเทอร์โมพลาสติกไปเป็นเทอร์โมเซต นอกจากนี้โนโวแลกแล้ว เรซินในกลุ่มนี้ยังสามารถวัลคาไนซ์เรซินชนิดอื่น ๆ ได้อีกด้วย เช่น ริโซซินอลฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน ริโซซินอลเรซิน รวมถึงเรซินชนิดอื่น ๆ ที่มีริโซซินอลเป็นองค์ประกอบ

ไฮสไตรีนเรซิน (high styrene resin)

เรซินชนิดนี้คือโคโพลิเมอร์ของสไตรีนและบิวทาไดอีนที่มีปริมาณของสไตรีนสูงกว่าร้อยละ 50 เรซินชนิดนี้มีราคาที่ไม่สูงมากนัก นิยมใช้ในการเสริมแรงหรือเพิ่มความแข็งแรงให้แกยางโดยที่ไม่จำเป็นต้องเติมสารวัลคาไนซ์เหมือนเช่นในกรณีของการใช้ฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์เรซินชนิดโนโวแลก อย่างไรก็ตาม การใช้ไฮสไตรีนเรซินเป็นสารเพิ่มความแข็งแรงให้แกยางนั้นเหมาะสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ยางที่นำไปใช้งานที่อุณหภูมิไม่สูงเท่าไร เพราะหากนำไปใช้งานที่อุณหภูมิสูง ความแข็งแรงของยางจะลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้ เพราะเรซินชนิดนี้จัดเป็นเทอร์โมพลาสติกที่อ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อนสูงกว่าอุณหภูมิของการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว (glass transition temperature, T_g) ของเรซินตัวนี้ แม้ว่าโดยทั่วไปแล้วโพลีสไตรีนจะมีจุดอ่อนตัวที่ประมาณ 100 °C แต่เรซินชนิดนี้ส่วนใหญ่ที่มีจำหน่ายในเชิงการค้าจะมีจุดอ่อนตัวที่ต่ำกว่านี้มาก เพราะมักพบว่ายางที่ได้รับการเสริมแรงด้วยเรซินชนิดนี้จะเริ่มสูญเสียความแข็งแรงที่อุณหภูมิประมาณ 70 °C

เรซินที่มีริโซซินอลเป็นองค์ประกอบ (resorcinol-based resins)

เรซินชนิดนี้นิยมใช้ร่วมกับ HMT หรือ HMMM เพื่อช่วยปรับปรุงสมบัติการยึดติด (adhesion) ระหว่างยางและโลหะที่เคลือบด้วยทองเหลืองหรือระหว่างยางและผ้าใบที่เคลือบกาวเรียบร้อยแล้ว

สรุป

เรซินเป็นวัสดุองค์ฐานที่มีความแข็งแรง มีลักษณะใส มีน้ำหนักโมเลกุลสูง รวมทั้งมีคุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงสถานะคล้ายแก้วที่สูงด้วย เรซินจัดเป็นสารเติมแต่งที่มีบทบาทในการปรับปรุงสมบัติของยางได้อย่างหลากหลาย เช่น ช่วยปรับปรุงสมบัติการผลิตและหรือปรับปรุงสมบัติความเหนียวติดกันของยาง นอกจากนี้ เรซินบางชนิดยังสามารถทำหน้าที่เป็นสารเคมีที่ช่วยเสริมแรงให้แกยาง (ทำให้ยางมีความแข็งแรงสูงขึ้น) และช่วยทำให้สารตัวเติมเกิดการกระจายตัวได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย แม้ว่าเรซินจะมีส่วนช่วยในการปรับปรุงสมบัติบางอย่างของยาง แต่เนื่องจากเรซินที่มีจำหน่ายในท้องตลาดนั้นมีอยู่หลากหลายชนิด ซึ่งเรซินแต่ละชนิดก็มีสมบัติและหน้าที่ที่แตกต่างกัน ด้วยเหตุนี้ ก่อนที่จะนำเรซินชนิดใด ๆ ไปใช้งาน ผู้ออกสูตรควรทำการศึกษารายละเอียดและหน้าที่ รวมถึงปริมาณการใช้งานที่เหมาะสมของเรซินชนิดนั้น ๆ อย่างละเอียดเสียก่อน นอกจากนี้ ผู้ออกสูตรเคมีควรตระหนักไว้ด้วยว่าการนำเรซินเหล่านี้บางชนิดไปใช้งานอาจส่งผลกระทบต่อต้นทุนในการผลิตได้ด้วยเช่นกัน เพราะเรซินที่นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมยางส่วนใหญ่เป็นเรซินที่ได้จากการสังเคราะห์ซึ่งมีราคาค่อนข้างแพง

เอกสารอ้างอิง

1. <http://www.answers.com/topic/resin?cat=health>
2. Prager, G. "Resins in Natural Rubber", Newsletter of the Rubber Foundation Information Center for Natural Rubber, December 1997.
3. Hofmann, W. "Rubber Technology Handbook", Hanser Publishers, Munich Vienna, New York ; 1989.
4. Menon, A.R.R., Aigbodion, A.I., Pillai, C.K.S., Mathew, N.M. "Processability characteristics and physico-mechanical properties of natural rubber modied with cashewnut shell liquid and cashewnut shell liquid-formaldehyde resin", *Eur Pol J.*, **38**,163 (2002)
5. Dick, J. S. "Rubber technology compounding testing for performance", Hanser Gardner Publications Inc., Cincinnati, 2001, 438-447.
6. <http://www.struktol.com>