

ยางรีเคลมกับการใช้งานที่เพิ่มมากขึ้น



ปัจจุบันอุตสาหกรรมยางล้อรถยนต์มีการเติบโตอย่างมากเนื่องจากความต้องการใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์ที่ขยายตัวสูงโดยเฉพาะในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา ส่งผลให้ยางล้อเก่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นมาก ส่วนใหญ่จะถูกนำไปเผาเป็นเชื้อเพลิงและใช้ในโรงงานปูนซีเมนต์ แต่ยังมีขยะยางล้ออีกเป็นจำนวนมากที่กำจัดยาก และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตามมา ด้วยสาเหตุดังกล่าวประกอบกับอุตสาหกรรมยางล้อรถยนต์ที่ขยายตัวอย่างรวดเร็ว และต้นทุนยางแปรรูปขั้นต้นที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลักมีราคาแพงตัวและผันผวน จึงเกิดแนวความคิดในการนำยางล้อเก่ามาแปรรูปเพื่อผลิตยางรีเคลม โดยผ่านกระบวนการตีวัลคาไนซ์ คือใช้สารเคมีและความร้อนเข้าไปทำลายพันธะเชื่อมโยงระหว่างสายโซ่โพลีเมอร์ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อลดต้นทุนการผลิต

กระบวนการรีเคลม

กระบวนการรีเคลมเริ่มจากการแยกเอาชิ้นส่วนต่างๆ ของยางล้อที่ไม่สามารถนำไปรีไซเคิลได้ เช่น ขอบลวดออกไปก่อน แล้วนำส่วนของดอกยางและแก้มยางที่ได้ไปบดละเอียดและนำไปผ่านกระบวนการตีวัลคาไนซ์ (devulcanization process)

ในช่วงเริ่มแรกของการพัฒนาเทคโนโลยีการตีวัลคาไนซ์ จะใช้สารตีวัลคาไนซ์ (devulcanising agents) ทำปฏิกิริยาภายในหม้อนึ่งอัดไอ (autoclave) ซึ่งวิธีการนี้ต้องใช้เวลาและอันตราย ต่อมาได้มีการปรับปรุงเทคโนโลยีโดยใช้วิธีการต่างๆ เช่น กระบวนการทางฟิสิกส์ (อัลตราโซนิคและไมโครเวฟ) การใช้ความร้อนร่วมกับแรงเชิงกล (thermo-mechanical stress) และการใช้แรงเชิงกลร่วมกับสารเคมี (ใช้สารตีลิงค์; De-Link) ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะช่วยให้ยางรีเคลมที่ได้มีคุณภาพดีขึ้น การทำยางรีเคลมหรือการตีวัลคาไนซ์ยังสามารถทำได้หลายวิธีโดยมีกระบวนการหลักๆ ดังนี้

1. กระบวนการย่อย (digester process)

กระบวนการย่อยเป็นการตีวัลคาไนซ์ยางที่อุณหภูมิสูง (150 -250°C) ร่วมกับการกวนเป็นเวลานาน 5-12 ชั่วโมง ซึ่งจะทำให้เกิดการแตกของพันธะโพลีซัลไฟด์ แต่ก็อาจทำให้เกิดการแตกของสายโซ่หลักของโพลีเมอร์อีกด้วย ส่งผลทำให้ค่าความต้านทานต่อแรงดึงของยางรีเคลมต่ำลง (4-5 MPa) ซึ่งถือว่าเป็นข้อจำกัดของกระบวนการนี้

ส่วนในกรณีที่ผลิตยางรีเคลมภายใต้สภาวะความร้อนที่ต่ำลงและใช้เครื่องจักรที่ออกแบบมาเป็นพิเศษ เช่น เครื่องเอกซ์ทรูดชนิดเกลียวคู่ที่มีแรงเฉือนสูง (high shear mix (HSM) twin screw extruder) หรือในหม้อนึ่งอัดไอ และใช้สารรีเคลมและสภาวะการผลิตที่เหมาะสม จะทำให้ได้ยางรีเคลมที่ได้มีความแข็งแรงปานกลาง (6-9 MPa)

2. กระบวนการตีลิงค์ (De-Link process)

กระบวนการตีลิงค์เป็นการใช้สารตัวเร่งปฏิกิริยา สารกระตุ้นปฏิกิริยา และสารรีเคลมใส่ลงในยางมาสเตอร์แบตช์ ซึ่งจะผสมในเครื่องบดผสมแบบ 2 ลูกกลิ้งหรือเครื่อง banbury ที่อุณหภูมิต่ำ (80-90°C) ทำให้เกิดการแตกออกของพันธะเชื่อมโยงก้ำมะถันของยางวัลคาไนซ์

3. การใช้คลื่นไมโครเวฟและคลื่นอัลตราโซนิก

เทคโนโลยีการดีวัลคาไนซ์ยางด้วยคลื่นไมโครเวฟ (ที่ความถี่ 915-2450 เมกะเฮิร์ตซ์ ปริมาณคลื่นที่ใช้อยู่ในช่วง 41-177 วัตต์-ชั่วโมงต่อปอนด์) และคลื่นอัลตราโซนิก (20-50 กิโลเฮิร์ตซ์) สามารถใช้ได้กับขยะยางทั่วไปขนาด 30-40 เมช (mesh) และให้ยางรีเคลมที่มีความทนต่อแรงดึงสูง วิธีนี้แม้ว่าจะผลิตด้วยอุปกรณ์ที่ทันสมัย แต่ก็ยังไม่สามารถให้ผลผลิตทางอุตสาหกรรมที่มีประสิทธิภาพได้

4. กระบวนการอื่นๆ

กระบวนการอื่นๆ สำหรับทำยางรีเคลม เช่น เทคนิคการดีวัลคาไนซ์ยางด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤต (supercritical CO₂) ทำโดยใช้เครื่องเอกซ์ทрудแบบเกลียวคู่ (ที่ความเร็วรอบ 100-200 rpm อุณหภูมิ 200°C) และให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤตเข้าไปในระบบ ซึ่งจะทำให้โครงสร้างร่างแห (rubber network) ของยางเกิดการบวมตัวและพันธะก้ำมะถัน-ก้ำมะถันเกิดการแตกออก ปริมาณยางรีเคลมที่ได้จากกระบวนการนี้อยู่ที่ 100-200 ปอนด์ต่อชั่วโมง

การทำยางรีเคลม 3 กระบวนการหลังนี้ จะทำให้ยางรีเคลมมีค่าความทนต่อแรงดึงสูง (10-16 MPa) เมื่อเทียบกับยางธรรมชาติที่มีค่าความทนต่อแรงดึงอยู่ที่ประมาณ 20 MPa วิธีการเหล่านี้มีผลอย่างมากต่อพันธะก้ำมะถัน-ก้ำมะถัน และพันธะคาร์บอน-ก้ำมะถัน แต่จะไม่ส่งผลต่อพันธะคาร์บอน-คาร์บอนที่เป็นสายโซ่หลักของโพลิเมอร์ ทั้งนี้ เนื่องจากความแข็งแรงของพันธะเชื่อมโยงก้ำมะถัน-ก้ำมะถัน (54 kcal/mole) ต่ำกว่าพันธะคาร์บอน-คาร์บอนที่เป็นสายโซ่หลัก (83 kcal/mole) พลังงานที่ทำให้พันธะคาร์บอน-ก้ำมะถันแตกออกได้จึงอยู่ระหว่าง 2 ค่านี้ และพันธะเชื่อมโยงก้ำมะถัน-ก้ำมะถันจะแตกก่อนพันธะคาร์บอน-ก้ำมะถันและพันธะคาร์บอน-คาร์บอน ที่เชื่อมติดอยู่กับสายโซ่หลักของโพลิเมอร์

การประยุกต์ใช้งานยางรีเคลม

ยางรีเคลมสามารถนำไปใช้ผสมยางใหม่เพื่อลดต้นทุนวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ ลดเวลาในการผสมยางทำให้ประหยัดพลังงานมากขึ้น และลดปริมาณการใช้สารเคมี นอกจากนี้ ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต เช่น ในกระบวนการเอ็กซ์ทрудและคาเลนเดอร์ ยางรีเคลมสามารถช่วยลดการบวมพองและการหดตัวระหว่างการเอ็กซ์ทрудลงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่เอ็กซ์ทрудมีขนาดและรูปร่างสม่ำเสมอ หรือการวัลคาไนซ์สามารถทำได้เร็วขึ้น ความต้านทานต่อการบ่มเร่ง (age resistance) ดีขึ้น และช่วยลดปริมาณของเสีย

อุตสาหกรรมที่ใช้ยางรีเคลมมากได้แก่อุตสาหกรรมรถยนต์ อุตสาหกรรมรองเท้า ทอຍงและสายพานลำเลียง

ความต้องการและแนวโน้มการใช้งานยางรีเคลม

Ram Murthy Krishnan อดีตรองกรรมการที่เชี่ยวชาญในการผลิตยางล้อและนวัตกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของบริษัท Goodyear Tire & Rubber Company และมีสิทธิบัตรเป็นจำนวนมาก ได้ให้สัมภาษณ์ในวารสาร Polymer & Tyre Asia ว่า เขาสนับสนุนให้มีการใช้ยางรีเคลมและยางรีเคลมบิวท์ไทล์ในการผลิตยางล้อ และด้วยเทคโนโลยีใหม่ที่ได้พัฒนาขึ้นนี้จะช่วยทำให้คุณภาพของยางรีเคลมดีขึ้น จึงทำให้มีการคาดการณ์ว่าจะมีการใช้ยางรีเคลมในการผลิตยางล้อเพิ่มขึ้นร้อยละ 10-20 หรืออาจจะสูงกว่านี้ก็ได้

ที่ผ่านมามีความต้องการใช้ยางรีไซเคิลเพิ่มขึ้นทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ เมื่อพิจารณาการใช้จากการเติบโตของการนำเข้าของประเทศผู้ใช้รายสำคัญของโลกในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2551-2556 พบว่า การนำเข้ายางรีไซเคิลของประเทศต่างๆ เกือบทั้งหมดขยายตัว (CAGR) เพิ่มขึ้น โดยเนเธอร์แลนด์ บราซิล และเยอรมนี มีการเติบโตสูงถึงร้อยละ 31.92, 23.76 และ 29.55 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความต้องการใช้ยางรีไซเคิลของประเทศต่างๆ ขยายตัวเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในช่วง 6 ปีที่ผ่านมา และสหรัฐอเมริกาเป็นประเทศที่มีการใช้ปริมาณมากและมีการนำเข้าสูงสุด รองลงมาคือ จีน อินโดนีเซีย เยอรมนี ตุรกี ตามลำดับ (ดังตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ปริมาณการนำเข้ายางรีไซเคิลของประเทศต่างๆ ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2556

ลำดับ	ประเทศ	ปริมาณการนำเข้ายางรีไซเคิลของแต่ละประเทศ (ตัน)						การเติบโต (CAGR)
		2551	2552	2553	2554	2555	2556	
1	สหรัฐอเมริกา	61,173	36,279	52,377	57,954	66,263	57,714	-1.16
2	จีน	20,532	13,725	19,035	22,300	23,993	35,659	11.67
3	อินโดนีเซีย	13,867	14,663	15,923	15,198	12,914	16,946	4.09
4	เยอรมนี	3,291	4,908	12,561	13,109	12,564	12,011	29.55
5	ตุรกี	5,536	3,876	7,174	10,800	10,176	10,528	13.72
6	สาธารณรัฐเช็ก	8,256	7,129	9,054	10,436	9,499	10,414	4.75
7	เกาหลีใต้	5,038	4,943	4,998	6,843	9,363	11,819	18.59
8	บราซิล	4,082	3,793	4,858	5,777	8,273	11,851	23.76
9	เนเธอร์แลนด์	2,602	1,400	1,918	2,105	8,076	10,395	31.92
10	ญี่ปุ่น	5,791	4,881	5,737	5,911	7,955	6,389	1.98
13	ไทย	7,972	5,003	5,822	7,276	7,121	7,742	-0.58

ที่มา: Global Trade Atlas

แนวโน้มความต้องการใช้ยางรีไซเคิลในอุตสาหกรรมต่างๆ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมรถยนต์ที่มีการใช้ปริมาณมาก คาดว่า จะเพิ่มขึ้นต่อเนื่องและกว้างขวางมากขึ้น ด้วยเหตุผลด้านการลดต้นทุนการผลิต และประสิทธิภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น รวมถึงการขยายตัวของเศรษฐกิจโลกที่มีแนวโน้มดีขึ้น นอกจากนี้ ยังช่วยลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมอีกด้วย และความต้องการที่เพิ่มขึ้นดังกล่าวจะสนับสนุนให้มีการผลิตยางรีไซเคิลเพิ่มขึ้น และจะเป็นโอกาสและความท้าทายในการพัฒนายางรีไซเคิลให้มีคุณภาพดีขึ้นได้อีกในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

1. วารสาร Polymers & Tyre Asia ฉบับเดือนเมษายน-พฤษภาคม 2554
2. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ ปีที่ 3 ฉบับที่ 3 เดือนกรกฎาคม-กันยายน 2552

