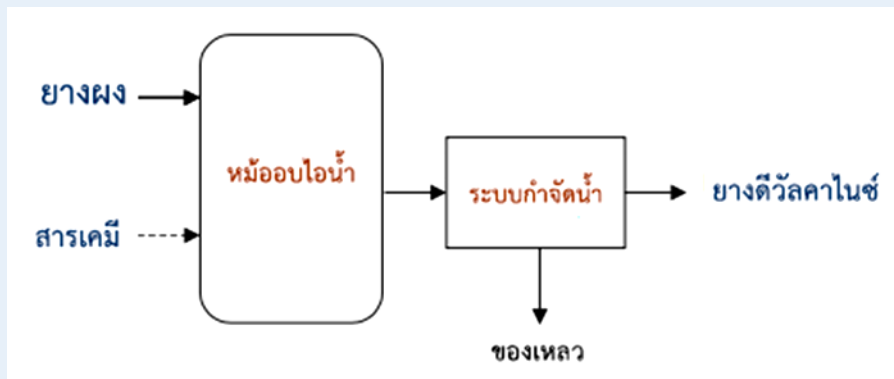


กระบวนการดีวัลคาไนซ์เป็นการนำเศษยางวัลคาไนซ์ มาตัด/บดให้เป็นผงขนาดประมาณ 20-30 เมช ก่อน แล้วนำมาผ่านกระบวนการดีวัลคาไนซ์เพื่อทำลายพันธะเชื่อมโยงโมเลกุลของยางคงรูป (ยางวัลคาไนซ์) เพื่อให้ได้ยางที่มีน้ำหนักโมเลกุลลดลง สามารถไหลได้ ยางที่ผ่านการดีวัลคาไนซ์แล้วสามารถนำมาขึ้นรูปหรือวัลคาไนซ์ใหม่ได้

## เทคโนโลยีการดีวัลคาไนซ์

### 1. การใช้สารเคมีร่วมกับความร้อน

เทคโนโลยีการดีวัลคาไนซ์ยางโดยใช้สารเคมีร่วมกับความร้อน เริ่มจากการนำยางผงไปผสมสารเคมี เช่น ไตเอริลไดซัลไฟด์ ไดฟีนิลไดซัลไฟด์ แล้วให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียสด้วยหม้ออบไอน้ำเป็นเวลา 5-10 ชั่วโมง ภายในหม้ออบไอน้ำจะมีใบกวนเพื่อให้ยางได้รับความร้อนอย่างทั่วถึง ยางจะเกิดการดีพอลิเมอร์ จะมีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลวและจะนิ่มลง จากนั้นยางที่ผ่านการดีพอลิเมอร์แล้วผ่านเข้ากระบวนการล้างเพื่อกำจัดสารเคมีที่ตกค้างผ่านระบบการกำจัดน้ำ ทำใหยางแห้งและรีดผ่านลูกกลิ้งให้เป็นแผ่นในขั้นตอนสุดท้าย ยางดีวัลคาไนซ์ที่ได้สามารถนำมาใช้ผสมกับยางดิบหรือยางคอมพาวด์แล้วขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ตามต้องการ



รูปที่ 1 แผนภาพการผลิตยางดีวัลคาไนซ์ด้วยสารเคมีร่วมกับความร้อน

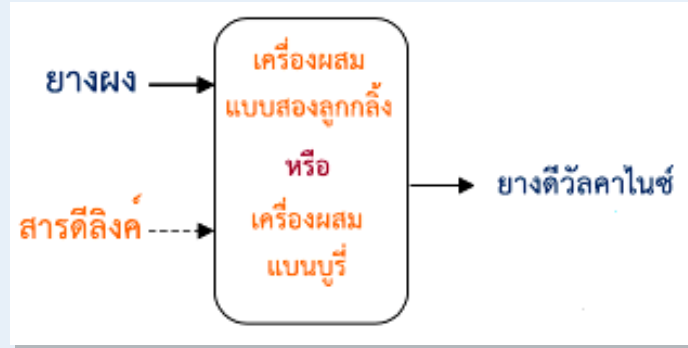
### 2. กระบวนการดีลิงค์ (De-Link Process)

เทคโนโลยีการดีวัลคาไนซ์ยางโดยกระบวนการดีลิงค์ เริ่มจากการนำยางบดมาเติมสารเคมีที่มีชื่อทางการค้าว่าดีลิงค์ (De-Link)<sup>1</sup> แล้วผสมในเครื่องผสมแบบสองลูกกลิ้งหรือเครื่องแบนบูรี่ (banbury)<sup>2</sup> ที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส ทำใหยางเกิดการดีวัลคาไนซ์ ซึ่งสารดีลิงค์สามารถใช้ในการดีวัลคาไนซ์ได้ทั้งเศษยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์ โดยในปี ค.ศ. 1997 Kohler และคณะ ได้ทำการศึกษานำยางดีวัลคาไนซ์ (ยางบดมาผสมสารดีลิงค์) มาผสมกับยางธรรมชาติหรือยางสไตรีนบิวทาไดอีนด้วยเครื่องผสมแบบสองลูกกลิ้ง ทำการวัลคาไนซ์ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส แล้วเปรียบเทียบกับยางธรรมชาติหรือ

<sup>1</sup> สารดีลิงค์ (De-Link) เป็นสารเคมีที่มีส่วนผสมของเกลือโลหะสังกะสี กรดสเตียริก ซิงก์ออกไซด์ กำมะถัน และไกลคอล เป็นสารเคมีที่ได้รับการจดสิทธิบัตรในปี ค.ศ. 1995 โดย Shekhar และ Komer

<sup>2</sup> เครื่องแบนบูรี่ (banbury) เป็นเครื่องผสมแบบปิดทำให้การผสมสารเคมีไม่ฟุ้งกระจาย ลดการสูญเสียสารเคมีในขณะผสม เครื่องผสมชนิดนี้มีประสิทธิภาพและความรวดเร็วในการผสมและสามารถผสมยางกับสารเคมีได้ในปริมาณสูง ตั้งแต่ 50-100 กิโลกรัม

ยางสไตรีนบิวทาไดอีนที่ไม่ผสมยางดีวัลคาไนซ์ พบว่า สมบัติของยางธรรมชาติหรือยางสไตรีนบิวทาไดอีนที่ผสมกับยางดีวัลคาไนซ์ มีค่าความทนต่อแรงดึง และค่าการยืดตัวใกล้เคียงกับยางที่ไม่ผสมยางดีวัลคาไนซ์

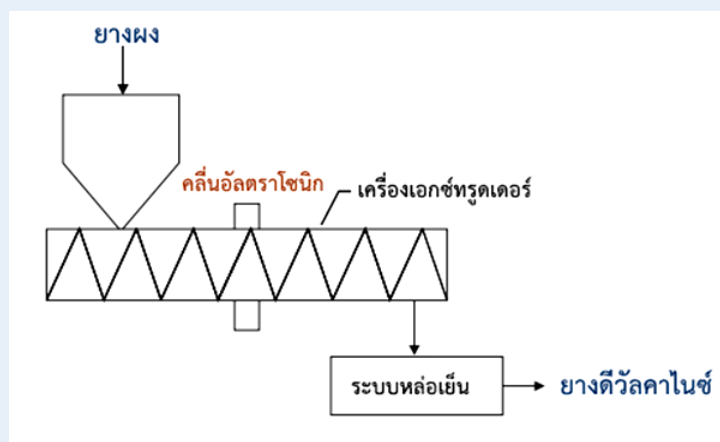


รูปที่ 2 แผนภาพการผลิตยางดีวัลคาไนซ์ด้วยสารดีลิ่งค์ [3]

### 3. การใช้คลื่นอัลตราโซนิก

เทคโนโลยีการดีวัลคาไนซ์ยางโดยใช้คลื่นอัลตราโซนิก เริ่มจากการนำยางผงมาผ่านเข้าเครื่องเอกซ์ทรูดที่มีการติดตั้งอัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ที่ให้คลื่นอัลตราโซนิก (ความถี่ในช่วง 10-40 กิโลเฮิร์ตซ์) และให้พลังงานมากกว่า 1,000 วัตต์ เข้าไปในยาง ทำให้พันธะเชื่อมโยงภายในยางทั้งพันธะคาร์บอน-กำมะถัน และ กำมะถัน-กำมะถัน ถูกทำลายลง ยางที่ได้นำมาผ่านระบบหล่อเย็น จะได้ยางดีวัลคาไนซ์

การใช้คลื่นอัลตราโซนิกเป็นวิธีการที่ง่ายและมีประสิทธิภาพสูง แต่มีข้อจำกัด ถ้ายางได้รับคลื่นอัลตราโซนิกเป็นเวลานานมากเกินไป ยางอาจเกิดการเสื่อมสภาพได้

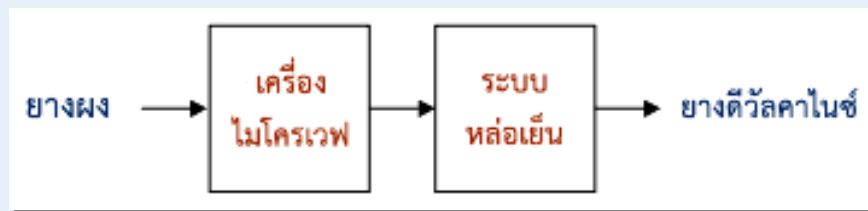


รูปที่ 3 แผนภาพการผลิตยางดีวัลคาไนซ์ด้วยคลื่นอัลตราโซนิก [3]

#### 4. การใช้คลื่นไมโครเวฟ

เทคโนโลยีการตีวัลคาไนซ์ยางโดยใช้คลื่นไมโครเวฟ เริ่มจากการนำเศษยางมาผ่านเข้าเครื่องไมโครเวฟที่ให้คลื่นไมโครเวฟ ความถี่ 915 และ 2,450 เมกะเฮิร์ตซ์ สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะเหนี่ยวนำให้โมเลกุลยางเกิดการเคลื่อนที่ ทำให้ยางมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนพันธะการเชื่อมโยงภายในโมเลกุลยาง (พันธะคาร์บอน-กำมะถัน และ กำมะถัน-กำมะถัน) ถูกทำลายลง ยางที่ได้นำมาผ่านระบบหล่อเย็น จะได้อย่างตีวัลคาไนซ์

การใช้คลื่นไมโครเวฟเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพและยางที่ตีวัลคาไนซ์ด้วยกระบวนการนี้จะให้สมบัติเชิงกลที่ดีกว่ายางที่ตีวัลคาไนซ์ด้วยวิธีอื่น แต่มีข้อจำกัดสำหรับยางที่นำมาใช้ด้วยวิธีนี้ควรเป็นยางที่มีขี้ (เช่น ยางคลอโรพรีน ยางไนไตรล์) หรือยางที่มีเขม่าดำเป็นองค์ประกอบในปริมาณสูง จะตอบสนองต่อคลื่นไมโครเวฟได้ดี



รูปที่ 4 แผนภาพการผลิตยางตีวัลคาไนซ์ด้วยคลื่นไมโครเวฟ [3]

#### การนำยางตีวัลคาไนซ์ไปใช้งาน

ยางตีวัลคาไนซ์สามารถนำไปใช้ผสมกับยางใหม่ ซึ่งจะช่วยลดเวลาและพลังงานในการผสมลง และช่วยลดความร้อนที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต และเมื่อนำยางตีวัลคาไนซ์ผสมกับยางคอมพาวด์จะช่วยให้การขึ้นรูปเป็นไปได้ง่ายขึ้น

การนำยางตีวัลคาไนซ์มาใช้ในงานในอุตสาหกรรมยางล้อ โดยนำมาใช้เป็นส่วนผสมในส่วนที่เป็นโครงยางสำหรับยางล้อรถยนต์นั้นส่วนบุคคลที่มีมาตรฐานชาติเป็นองค์ประกอบ เช่น ยางหุ้มขอบล้อ ส่วนผลิตภัณฑ์ยางอื่นๆ สามารถนำยางตีวัลคาไนซ์มาผลิตพื้นรองเท้า ปะเก็น เสื้อ เป็นต้น

#### เอกสารอ้างอิง

1. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียาง ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 ตุลาคม-ธันวาคม 2550
2. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียาง ปีที่ 3 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม-กันยายน 2552
3. <http://www.tyronemgmt.com/Rubberrecycling.html>
4. <http://www.centerplastics.com>

