

# นํ้ายางชั้นพรีวัลคาไนซ์

เรียบเรียงโดย ชินรัตน์ ลาภพลชนะอนันต์

นํ้ายางพรีวัลคาไนซ์ (pre-vulcanized latex; PVL) คือ นํ้ายางกัวัลคาไนซ์ในสภาวะของเหลวและขึ้นรูปเป็นยางวัลคาไนซ์ได้โดยไม่ต้องให้ความร้อนอีก การพรีวัลคาไนซ์ (pre-vulcanization) เป็นกระบวนการที่นำนํ้ายางวัลคาไนซ์มาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งในกรณีนี้คำว่า นํ้ายางพรีวัลคาไนซ์และนํ้ายางวัลคาไนซ์สามารถจะนำมาใช้แทนกันได้

นํ้ายางพรีวัลคาไนซ์ยังคงสถานะเป็นของไหลและมีลักษณะทั่วไปเหมือนเดิม การวัลคาไนซ์จะเกิดขึ้นภายในอนุภาคนํ้ายางแต่ละอนุภาคโดยไม่มีกระบวนการเปลี่ยนแปลงสถานะของการกระจายตัวของอนุภาคนํ้ายาง

## การพัฒนา

ในปี พ.ศ. 2464 เริ่มมีการใช้สารตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดอินทรีย์ (organic accelerator) ซึ่งนำไปสู่การพัฒนา นํ้ายางธรรมชาติพรีวัลคาไนซ์ ต่อมาในปี พ.ศ. 2466 นํ้ายางคอมพาวด์พรีวัลคาไนซ์ได้รับการพัฒนาขึ้นเป็นครั้งแรกโดย Schidrowitz ทำได้โดยการเติมกำมะถัน ซิงก์ออกไซด์และสารตัวเร่งปฏิกิริยาลงไปเพื่อรักษาสภาพนํ้ายางและให้ความร้อนแก่ของผสมภายใต้สภาวะที่เหมาะสม

เริ่มแรกการทำพรีวัลคาไนซ์จะให้ความร้อนแก่นํ้ายางคอมพาวด์ที่เหนือจุดเดือดของนํ้า (boiling point) ในตู้อบความดัน (pressure chamber) แต่ต่อมาเนื่องจากมีการใช้สารตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีความว่องไวสูงเป็นพิเศษ (ultra-accelerator) จึงทำให้การทำนํ้ายางพรีวัลคาไนซ์สามารถทำได้ภายใต้ความดันบรรยากาศที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100°C ซึ่งวิธีนี้ได้รับการพัฒนาต่อมาและสามารถจะทำพรีวัลคาไนซ์ได้โดยใช้อุณหภูมิ 70°C โดยใช้เวลาเพียง 1 ชั่วโมง

เนื่องด้วยความต้องการนํ้ายางพรีวัลคาไนซ์มีเพิ่มขึ้น ทำให้มีความพยายามที่จะพัฒนานํ้ายางพรีวัลคาไนซ์เกรดต่างๆ ให้เหมาะสมกับความต้องการในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ มากขึ้นด้วยเช่นกัน ในเบื้องต้นได้มีการผลิตนํ้ายางพรีวัลคาไนซ์ขึ้นมา 3 เกรด ด้วยกันคือ เกรดที่ให้ค่าโมดูลัสสูง เกรดที่ให้ค่าโมดูลัสปานกลาง และเกรดที่ให้ค่าโมดูลัสต่ำ

## ขั้นตอนการผลิตนํ้ายางชั้นพรีวัลคาไนซ์

ขั้นตอนการผลิตนํ้ายางชั้นพรีวัลคาไนซ์ทำได้ดังนี้

1. เติมสารรักษาสภาพนํ้ายางลงในนํ้ายางชั้นและถายนํ้ายางไปยังถังเหล็กกล้าไร้สนิมที่มีการกวนตลอดเวลา
  2. ให้ความร้อนกับนํ้ายางในถังที่อุณหภูมิ 32-38°C แล้วเติมดิสเพอซันของซิงก์ออกไซด์ กำมะถัน และสารตัวเร่งปฏิกิริยาลงในนํ้ายาง
  3. ให้ความร้อนกับนํ้ายางคอมพาวด์ที่อุณหภูมิ 70-80°C กวนนํ้ายางคอมพาวด์ตลอดเวลา และรักษาอุณหภูมิของนํ้ายางคอมพาวด์ให้อยู่ในช่วง 70-80°C (เวลาและอุณหภูมิที่เกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับระบบการวัลคาไนซ์ที่ใช้และระดับการเชื่อมโยงของพันธะที่ต้องการ)
  4. ลดอุณหภูมิของนํ้ายางคอมพาวด์ลงมาที่ 30°C โดยการหล่อเย็นและนำนํ้ายางคอมพาวด์ออกมาจากถัง เก็บไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
  5. นำนํ้ายางไปปั่นหมุนเหวี่ยงเพื่อแยกเอาส่วนที่ไม่ทำปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์ออก เติมสารต้านออกซิเดชันลงไปนำนํ้ายางที่ได้ไปทดสอบและบรรจุต่อไป
- สูตรผสมเคมีของนํ้ายางชั้นพรีวัลคาไนซ์ในระบบกำมะถันเป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรผสมเคมีของนํ้ายางชั้นพรีวัลคาไนซ์ในระบบกำมะถัน

| สูตรผสมเคมี  | ปริมาณ (phr) |
|--|--------------|
| นํ้ายางชั้นชนิดแอมโมเนียสูง (HA)                               | 167          |
| สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (ความเข้มข้นร้อยละ 10)            | 2.5          |
| สารละลายโพแทสเซียมลอเรต (ความเข้มข้นร้อยละ 20)                 | 1.3          |
| ดิสเพอซันของกำมะถัน (ความเข้มข้นร้อยละ 50)                     | 2.0          |
| ดิสเพอซันของซิงก์ไดเอทิลไดไทโอคาร์บาเมต (ความเข้มข้นร้อยละ 10) | 0.8          |
| ดิสเพอซันของซิงก์ออกไซด์ (ความเข้มข้นร้อยละ 50)                | 0.4          |

ปัจจุบันสูตรผสมเคมีตามตารางที่ 1 นี้เป็นที่นิยมใช้ในการผลิตน้ำยางพรีวัลคาไนซ์มากที่สุด สารวัลคาไนซ์ต่างชนิดกันจะให้ น้ำยางพรีวัลคาไนซ์ที่มีสมบัติแตกต่างกัน การใช้สารให้กำมะถันประเภทไทพูแรม (thiuram-type sulfur donor) จะให้ ค่าความทนต่อแรงดึงสูงและสมบัติหลังการบ่มเร่งด้วยความร้อนที่ดีกว่าน้ำยางพรีวัลคาไนซ์ที่มีโมดูลัสค่อนข้างต่ำ การใช้ เพอร์ออกไซด์/ไฮโดรเพอร์ออกไซด์จะให้ค่าความทนต่อแรงดึงและการยืดตัว ณ จุดขาดสูงสำหรับน้ำยางพรีวัลคาไนซ์ที่มี ค่าโมดูลัสต่ำ ซึ่งจะทำให้ น้ำยางพรีวัลคาไนซ์ที่ได้เหมาะกับการนำไปผลิตผลิตภัณฑ์ที่ต้องการสีอ่อนและโปร่งใส

น้ำยางชั้นพรีวัลคาไนซ์ที่ผลิตด้วยการวัลคาไนซ์ในระบบเพอร์ออกไซด์ทำได้โดยนำน้ำยางชั้นมาผสมกับสารเพอร์ออกไซด์ ชนิดอินทรีย์ (organic peroxide) ให้ความร้อนเพื่อกระตุ้นให้เพอร์ออกไซด์เกิดการแตกตัว สูตรผสมเคมีของน้ำยางชั้นพรีวัลคาไนซ์ ในระบบเพอร์ออกไซด์แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สูตรผสมเคมีของน้ำยางชั้นพรีวัลคาไนซ์ในระบบเพอร์ออกไซด์

| สูตรผสมเคมี  | ปริมาณ (phr) |
|--|--------------|
| น้ำยางชั้นชนิดแอมโมเนียสูง (HA)                      | 167          |
| สารละลายโพแทสเซียมลอรต (ความเข้มข้นร้อยละ 20)        | 1.2          |
| เทอร์บิวทิล ไฮโดรเพอร์ออกไซด์ (สารออกฤทธิ์ร้อยละ 70) | 0.65         |
| สารละลายฟรักโทส (ความเข้มข้นร้อยละ 20)               | 2.65         |
| น้ำ  | 33.8         |

การวัลคาไนซ์ในระบบเพอร์ออกไซด์ โมเลกุลเพอร์ออกไซด์และอนุมูลอิสระที่เกิดจากการแตกตัวของสารเพอร์ออกไซด์จะ แพร่กระจายจากผิวภาคของของเหลวไปสู่ผิวภาคของยางได้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอนุภาคของยางที่ถูกพรีวัลคาไนซ์ด้วยเพอร์ออกไซด์ จะเกิดการวัลคาไนซ์อย่างสม่ำเสมอและทำให้เกิดการเชื่อมโยงพันธะสูงที่บริเวณผิวของอนุภาคยาง ขณะที่จุดตรงกลางของอนุภาค จะมีความหนาแน่นของการเชื่อมโยงพันธะต่ำ ทำให้สมบัติเชิงกลของน้ำยางพรีวัลคาไนซ์ในระบบเพอร์ออกไซด์ด้อยกว่า น้ำยางพรีวัลคาไนซ์ในระบบกำมะถัน

### น้ำยางธรรมชาติวัลคาไนซ์ด้วยรังสี (Radiation-vulcanized; RVNRL)

ในการวัลคาไนซ์ด้วยรังสี ชั้นแรกผสมน้ำยางเข้ากับสารเซนซิไทเซอร์ (sensitizer) เช่น n-butyl acrylate (n-BA) และรักษา สภาพน้ำยางไว้ก่อนที่จะมีการฉายรังสี (รังสีที่นิยมใช้ ได้แก่ รังสีแกมมา)

ข้อดีของน้ำยาง RVNRL เมื่อเทียบกับน้ำยางพรีวัลคาไนซ์ในระบบกำมะถัน คือ

1. เกิดการแพ้โปรตีนลดลง
2. ไม่มีสารไนโตรซามีน (N-nitrosamines)
3. สามารถย่อยสลายได้ดีในสภาวะแวดล้อม
4. มีความเป็นพิษต่อเซลล์ต่ำ (cytotoxicity)
5. ไม่มีการปนเปื้อนของซิงก์ออกไซด์
6. ลดปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศและลดปริมาณการเกิดฝ้าจากการเผาไหม้ยาง
7. โปร่งแสงและมีความนิ่ม
8. ประหยัดพื้นที่และลดพลังงานในการผลิตของโรงงานผู้ผลิตผลิตภัณฑ์จากน้ำยาง



จากข้อได้เปรียบเหล่านี้ ทำให้น้ำยาง RVNRL สามารถใช้ในการผลิตถุงมือยางที่ใช้งานพิเศษ (special-purpose gloves) ในภาคอุตสาหกรรมนิวเคลียร์และสุขภาพ เช่น จุกนมยางของเด็กทารกและจุกนมยางดูดเล่นที่ดัดแปลงเป็นพิเศษในเรื่องของ ปริมาณสารไนโตรซามีน

## สรุป

น้ำยางชั้นพีวีแอลคาไนซ์เป็นน้ำยางธรรมชาติที่ผลิตมาเพื่อตอบสนองต่อความต้องการ (tailor-cut form) ของผู้ผลิตสินค้าจากน้ำยางธรรมชาติ โดยเฉพาะในกรณีที่ใช้ น้ำยางในปริมาณน้อย การใช้งานทำได้ง่ายสะดวกเพียงแค่นำน้ำยางคอมพาวด์ไปขึ้นรูปเป็นแผ่นฟิล์มและทำให้แห้ง

## เอกสารอ้างอิง

1. “Pre-vulcanized latex concentrated”, Global Handbook and Directory on NR&SR Lattices, Rubber Asia Publication, 2006.
2. K. Makuuchi, “An Introduction to Radiation Vulcanization of Natural Rubber Latex : Introduction”, T.R.I.Global, Thailand, 2003.
3. <http://th.wikipedia.org/wiki/ริงส์แกมมา>