



บทที่ 3

ทฤษฎีเกี่ยวกับเคมีของน้ำยางธรรมชาติ

3.1 น้ำยาง (Latex)

น้ำยาง หมายถึง สารละลายที่ประกอบด้วยส่วนของโพลีเมอร์ (polymeric substance) แขนงลอยอยู่ในตัวกลางที่เป็นน้ำ (aqueous phase) จึงอาจกล่าวได้ว่าน้ำยางประกอบด้วยสาร 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนของสารที่แขวนลอยหรือกระจายตัวอยู่ (disperse phase) และส่วนของสารที่เป็นตัวกลาง (dispersion medium) ในส่วนของสารที่กระจายตัวประกอบด้วยอนุภาคเล็ก ๆ รูปร่างลักษณะกลม (globule) ของสารโพลีเมอร์ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 5 ไมครอนลงไป สำหรับส่วนของสารที่เป็นตัวกลางนั้นโดยทั่วไปเรียกว่า เซรั่ม (serum) ยางเป็นส่วนประกอบของไฮโดรคาร์บอนประกอบด้วยหน่วยของไอโซพรีน (isoprene units) เชื่อมต่อกัน ประมาณกันว่า 1 โมเลกุลของยางประกอบด้วยไอโซพรีน 2,000 - 5,000 หน่วยมีน้ำหนักโมเลกุลตั้งแต่ 50,000 - 3,000,000

น้ำยางมีลักษณะเป็นสารละลายคอลลอยด์ (colloid) ชนิด ไฮโดรโซล (Hydrosol หมายถึง ที่มีน้ำเป็นตัวทาลละลาย) ที่มีความพิเศษกว่าไฮโดรโซลทั่ว ๆ ไป กล่าวคือ น้ำยางมีคุณสมบัติก้ำกึ่งระหว่างไฮโดรฟิลิก (Hydrophilic หมายถึง ลักษณะที่เป็นสารละลายได้ง่ายเมื่อมีน้ำเป็นตัวทาลละลาย) กับ ไฮโดรโฟบิก (Hydrophobic หมายถึง ลักษณะที่ไม่ยอมรวมกับน้ำจึงเกิดเป็นสารละลายได้ยากเมื่อมีน้ำเป็นตัวทาลละลาย) แต่ลักษณะไฮโดรโฟบิกจะเด่นชัดกว่า¹ แหล่งที่มาของน้ำยางอาจมาจากธรรมชาติ คือ ได้จากต้นพืช (น้ำยางธรรมชาติ) หรือได้จากมนุษย์สังเคราะห์ขึ้น (น้ำยางสังเคราะห์)

ตามปกติแล้วกระบวนการวัลคาไนซ์คือ การเปลี่ยนสถานะพลาสติกของยางเป็นสถานะอีลาสติกของยาง

กระบวนการวัลคาไนซ์คาดว่าพบก่อนปี 1790 แต่ Charles Goodyear²² ได้รับการยกย่องให้เป็นคนพบคนแรกในปี 1893 โดยพบว่าเมื่อให้ความร้อนกับยางผสมกำมะถันจะทำให้ยางมีคุณสมบัติดีกว่ายางดิบธรรมชาติ ได้จดทะเบียนลิขสิทธิ์การค้นพบดังกล่าวไว้หลัง William Hancock เล็กน้อย Hancock เป็นผู้ตั้งชื่อกระบวนการดังกล่าวว่า Vulcanization ซึ่งมาจาก Vulcan หมายถึง เทพเจ้าแห่งไฟและ Valcanoes หมายถึง ภูเขาไฟที่มีทั้งไฟและกำมะถันขณะที่ Goodyear ใช้คำว่า cure

3.1.1 ค่าความหนาแน่นของการครอสลิงค์ (Crosslink Density)

ค่าความหนาแน่นครอสลิงค์ของกลุ่ม elastomer คือค่าที่ระบุจำนวนตำแหน่งที่เกิดครอสลิงค์ เนื่องจากคุณสมบัติทางการยืดหยุ่นของกลุ่ม elastomer นี้ จะขึ้นโดยตรงกับจำนวนครอสลิงค์ไม่ได้ขึ้นกับธรรมชาติทางเคมี

3.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติทางกายภาพของยางวัลคาไนซ์กับความหนาแน่นครอสลิงค์

ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นครอสลิงค์กับความต้านแรงดึง (Tensile strength) จะเป็นความสัมพันธ์โดยตรงต่อกันคือ ถ้าค่าความหนาแน่นครอสลิงค์สูงค่าความต้านแรงดึงจะสูงตาม ค่าความต้านแรงดึงเมื่อขาดจะเป็นฟังก์ชันของความหนาแน่นครอสลิงค์เช่นกัน ถ้าการครอสลิงค์สูงหรือต่ำเกินไปก็จะให้ค่า ageing ไม่ดี ค่า ageing จะดีที่สุดในช่วงการวัลคาไนซ์ที่เหมาะสม แต่ค่าการต่อต้านโอโซนไม่ขึ้นกับค่าความหนาแน่นครอสลิงค์

3.1.3 ผลของโครงสร้างของครอสลิงค์ต่อคุณสมบัติทางกายภาพของยางวัลคาไนซ์

จากผลข้างต้นส่วนใหญ่จะเห็นว่าความต้านทานแรงดึงขึ้นกับค่าครอสลิงค์เป็นหลัก ในทางปฏิบัติแล้ว ชนิดของครอสลิงค์หรือโครงสร้างก็มีความสำคัญไม่แพ้กัน โครงสร้างของครอสลิงค์แบ่งเป็นสามกลุ่มคือ C-C, C-S-C, C-(S)_x-C, กลุ่มสุดท้ายนี้จะขึ้นอยู่กับค่า X สายโซ่โมเลกุลจะยาวขึ้นเมื่อ X สูงขึ้น จะขาดง่าย ถ้าพบกับความเครียดทางเชิงกล ในกรณี C-C ครอสลิงค์ ครอสลิงค์ชนิดนี้โมเลกุลจะยึดกันเองด้วยความแข็งแรงมากกว่าและระยะทางมากกว่า ยังผลให้ความยืดหยุ่นระหว่างสายโซ่ดีกว่าด้วย นอกจากนี้ โครงสร้างทางตาแหน่งและพลังงานของพันธะทางเคมีก็แตกต่างกัน

ค่าพลังงานพันธะชนิดต่าง ๆ แสดงค่าดังนี้²¹⁻²²

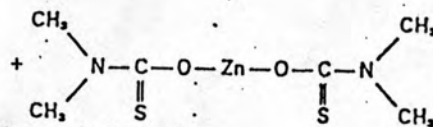
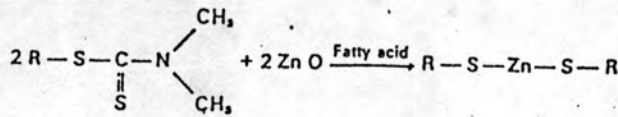
ชนิดของพันธะ	C-(S) _x -C-	พลังงาน	น้อยกว่า 64	kCal/mol
ชนิดของพันธะ	-C-S-S-C-	พลังงาน	64	kCal/mol
ชนิดของพันธะ	-C-S-C-	พลังงาน	68	kCal/mol
ชนิดของพันธะ	-C-C-	พลังงาน	84	kCal/mol

จะเห็นว่า C-C จะมีพลังงานพันธะมากกว่าครอสลิงค์ ชนิดอื่นๆ โดย C-(S)_x-C จะมีค่าน้อยที่สุด สรุปแล้วข้อดีของครอสลิงค์แบบ C-C, C-S-C, จะให้คุณสมบัติ Permanent set; Compression set; Heat stability; Resistance to reversion ดีที่สุด ส่วนข้อดีของกลุ่มครอสลิงค์ยาว C-(S)_x-C คือ Tensile Strength; Rebound resilience; Fatigue cracking จะดีที่สุด

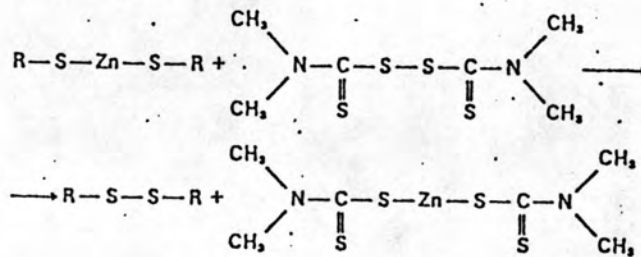
3.2 การวัลคาไนซ์โดยซัลเฟอร์ที่มีตัวเร่งร่วมปฏิกิริยา²¹⁻²⁴

กลไกของปฏิกิริยาที่มี Polythiocarbamic acid เป็นตัวเร่งและมี Zinc oxide เป็นตัว activator โดยปฏิกิริยากว้าง ๆ แล้วจะมีกลไกดังนี้

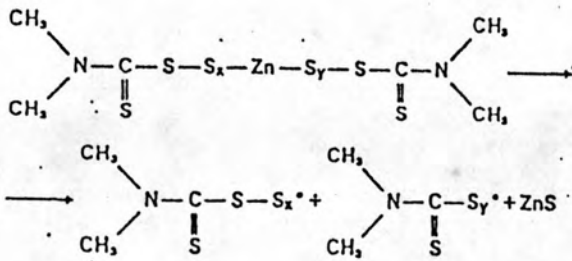
(Zinc crosslinking)



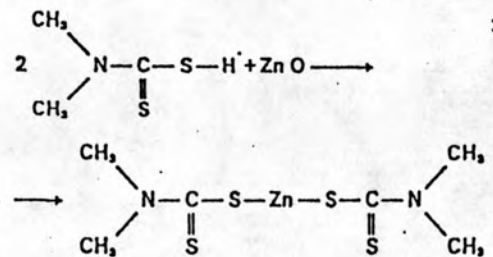
(Dithioether crosslinking)



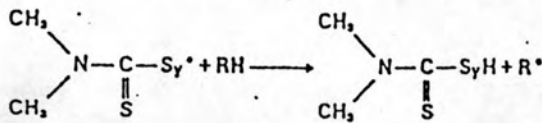
(Fission of accelerators)



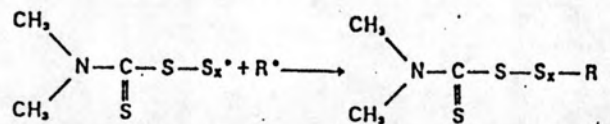
(Regeneration of accelerators)



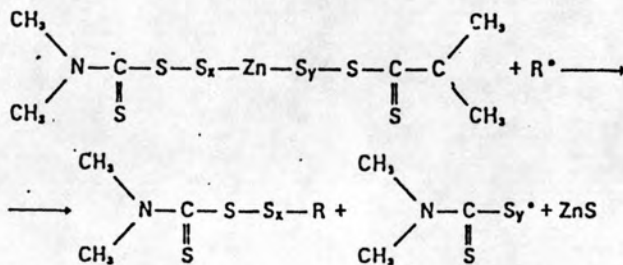
(Formation of chain radicals)



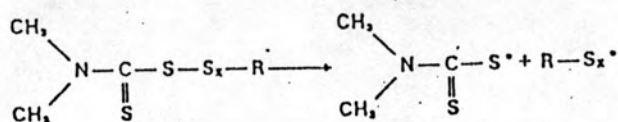
(Addition of polythiocarbamate to polymer chain)



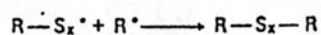
(Reproduction of polythiocarbamate radicals)



(Formation of chain persulphenyl radicals)

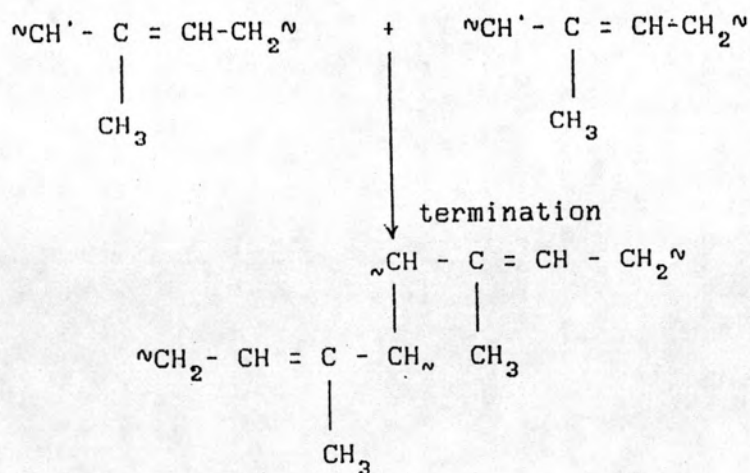
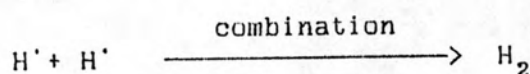
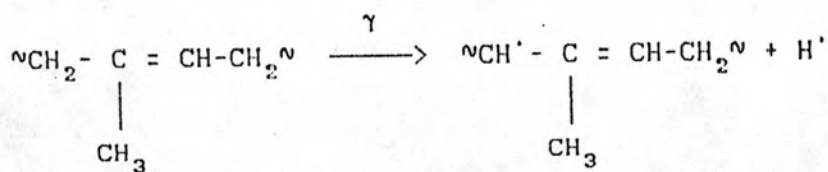


(Crosslinking)

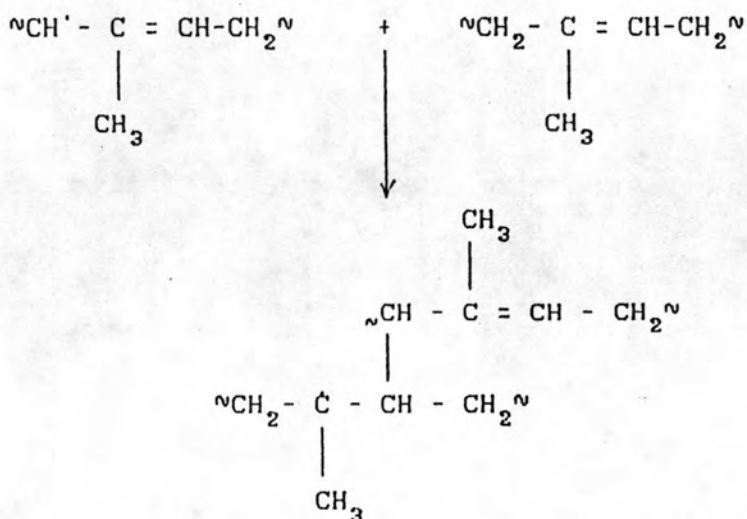


3.3 การวัลคาไนซ์โดยรังสีที่ปราศจากสารไวฏิกิริยา^{5.14.16}

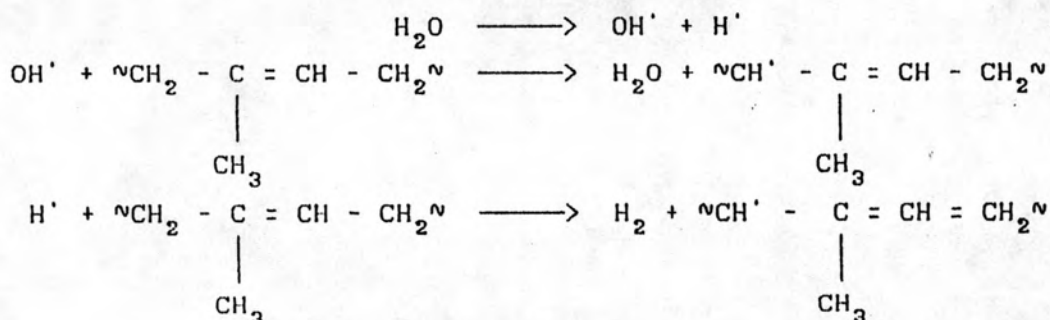
การเกิด Polymeric radical เกิด H[•] ที่ตำแหน่ง α-Methylene



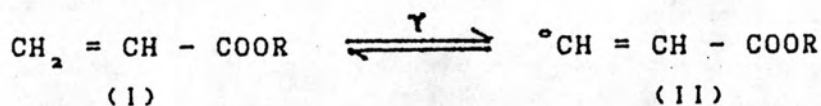
Polymeric radical + Natural rubber



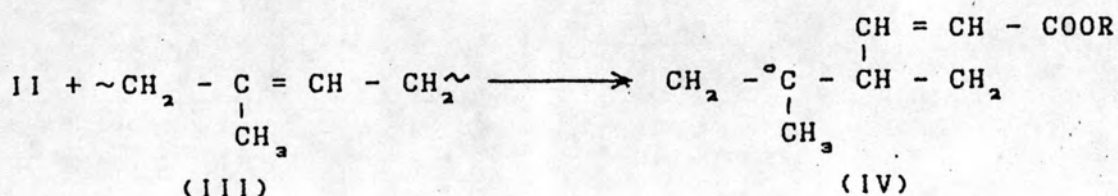
ถ้ามีน้ำเข้าร่วมจะเกิด ionize น้ำเพิ่ม radical ดังนี้



การวัลคาไนซ์โดยรังสีที่มีสารไวปฏิกิริยาเข้าร่วมโดยสารไวปฏิกิริยาในที่นี้คือ 2-EHA มีกลไกดังนี้^{5.14.16}



โดย acrylate free radicals จะไวกว่าสารโพลีเมอร์จะไปจับ double bond ที่ใกล้ที่สุด



3.4 การผลิตถุงมือยาง²⁵

ถุงมือยางซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำยาง โดยกระบวนการจุ่มแบบพิมพ์ (latex dipping process) ผลิตจำหน่ายเป็นชนิดต่าง ๆ เช่น ถุงมือใช้การแพทย์, ถุงมือใช้ในบ้านและถุงมือใช้ในงานไฟฟ้า กระบวนการที่สำคัญในการผลิตถุงมือยางเริ่มต้นจากการเตรียมน้ำยางผสมกับสารเคมีซึ่งทำให้อยู่ในสถานะที่เหมาะสมแล้วในอัตราส่วนและลำดับส่วนที่ถูกต้อง จุ่มแบบพิมพ์ลงในน้ำยางผสมสารเคมี (Compounded latex) แล้วทำให้ฟิล์มยางที่จับแบบพิมพ์แห้งและคงรูป (vulcanized) ขั้นตอนของกระบวนการการผลิตถุงมือยางในปัจจุบันนี้พอที่จะแยกพื้นฐานเทคโนโลยีที่จำเป็นและสำคัญดังนี้

3.4.1 การเตรียมน้ำยางผสมสารเคมี

การผลิตถุงมือยางจำเป็นต้องมีข้อพิจารณาต่าง ๆ เพื่อความสอดคล้องเกี่ยวกับชนิดของถุงมือ ข้อกำหนดสมบัติต่าง ๆ หรือคุณภาพของถุงมือ อายุการใช้งาน ความต้องการของผู้บริโภค ตลอดจนความสามารถและการทำงานของเครื่องจักรของโรงงาน

3.4.1.1 วัตถุดิบและสารเคมีหลักที่ต้องใช้

3.4.1.1.1 น้ำยางข้น (concentrated latex)

ในการผลิตถุงมือยาง โดยทั่วไปแล้วใช้น้ำยางข้นธรรมชาติ 60% DRC (ปริมาณเนื้อยางแห้ง) ที่ผลิตโดยวิธีการปั่นแยก (Centrifuging) มากกว่าวิธีการทำครีม (Creaming) และวิธีการระเหยน้ำ (Evaporation) น้ำยางข้นที่ใช้ผลิตถุงมือใช้ได้ทั้งน้ำยางข้นปกติที่ยังไม่ได้ทำให้คงรูป (unvulcanized latex) และน้ำยางที่คงรูปแล้ว (pre-vulcanized latex or Vulcanized latex)

Vulcanized latex หรือ น้ำยางคงรูปคือ น้ำยางที่ได้ทำให้โมเลกุลยางเกิดพันธะเคมี (chemical crosslinking) โดยการให้ความร้อนกับน้ำยาง ซึ่งได้ผสมสารเคมีที่จำเป็น ประเภทสารช่วยความคงตัว (stabilizer) และสารในระบบทำให้ยางคงรูป (Vulcanizing system) ไว้แล้ว หรือ น้ำยางคงรูปที่เตรียมด้วยการฉายรังสี (Vulcanization by Radiation) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วฉายด้วยรังสีแกมมาจากโคบอลต์-60 (Co-60)

3.4.1.1.2 สารเพิ่มความคงตัว (stabilizer)

สารเพิ่มความคงตัวที่ใช้โดยทั่วไปเป็นต่างและสบู่อของกรดไขมัน ใช้โบแตสเซียมไฮดรอกไซด์ เหมาะสมกว่า โซเดียมไฮดรอกไซด์ เพราะอนุมูลโบแตสเซียมมีผลต่อการลดความคงตัวของน้ำยางน้อยกว่าอนุมูลโซเดียม ปริมาณการใช้ต่างอยู่ระหว่าง 0.2 - 0.5 ส่วนต่อเนื้อยาง 100 ส่วน

3.4.1.1.3 น้ำยางคงรูปด้วยซัลเฟอร์

ประกอบด้วย ซัลเฟอร์เป็นสารทำให้ยางคงรูปแล้ว ใช้ซิงค์ออกไซด์ (ZnO) เป็นสารกระตุ้น (activator) และใช้สารเร่งปฏิกิริยาคงรูปด้วย Zinc diethyl dithiocarbamate

3.4.1.2 การผสมสารเคมีกับน้ำยาง

ข้อที่ควรนำมาพิจารณาในการผสมสารเคมีต่าง ๆ กับน้ำยาง คือ ควรตรวจสอบสถานะของน้ำยางและสารเคมีก่อนการผสมและหลังจากการผสมเสร็จแล้ว (Compounded latex) นอกจากนี้ยังจำเป็นต้องเรียงลำดับการผสมสารกลุ่มต่าง ๆ ด้วย

การทดสอบน้ำยางก่อนผสมสารเคมี เช่น

ปริมาณสารที่เป็นของแข็งทั้งหมด (Total solid content, TSC)

ปริมาณเนื้อยางแห้ง (Dry rubber content, DRC)

ปริมาณแอมโมเนีย (% NH_3)

เวลาความคงตัวของเครื่องกล (Mechanical stability time, MST)

กรดไขมันที่ระเหยได้ (Volatile fatty acid, VFA)

ลำดับการเติมสารเคมีผสมกับน้ำยาง

1. เติมน้ำให้ได้ความเข้มข้นของเนื้อยางที่ต้องการ
2. เติมสารกลุ่มที่ช่วยให้ยางคงตัว (Stabilizer)
3. เติมสารกลุ่มที่ทำให้น้ำยางคงรูป (Vulcanizing System)
4. เติมสารป้องกันยางเสื่อม (Antioxidant)
5. เติมสารสี (ถ้าต้องการ)

ภาชนะบรรจุน้ำยางผสม (Compounded latex) ควรเป็นเหล็กกล้าไร้สนิม การกวนน้ำยางภาชนะที่ใช้กวนนั้นจะต้องควบคุมความเร็วรอบได้ อยู่ในช่วง 5-60 รอบต่อนาที ระยะเวลาการกวนผสมอาจประมาณ 30-60 นาที

3.4.1.3 การกำจัดฟองอากาศในน้ำยางผสม

ก่อนที่จะนำน้ำยางผสมไปใช้งานจะต้องกำจัดฟองอากาศออกก่อนโดยการกวนน้ำยางเบา ๆ จะช่วยเร่งการลอยตัวของฟองอากาศที่อยู่ในน้ำยางผสมสู่ผิวหน้าของน้ำยาง ปัจจัยการเคลื่อนที่ของฟองอากาศสู่ผิวหน้าของน้ำยางจะขึ้นอยู่กับ

ขนาดของฟองอากาศ ความหนืดของน้ำยาง ถ้าฟองอากาศมีขนาดเล็กมากหรือน้ำยางมีความหนืดสูง อาจจะต้องกำจัดฟองอากาศโดยการใช้ระบบสุญญากาศ (Vacuum) โดยวิธีการลดความดันบรรยากาศที่เหนือผิวหน้า น้ำยางลงเหลือประมาณ 200 มิลลิเมตรของปรอท จะช่วยกำจัดฟองอากาศออกได้ภายในเวลา 12-16 ชั่วโมง การลดความดันดังกล่าวมีผลฟองอากาศขยายจึงทำให้ฟองอากาศลอยสู่ผิวหน้าได้เร็วขึ้น

3.4.2 คุณสมบัติน้ำยางผสมสาร เคมีแล้ว

3.4.2.1 ปริมาณของแข็งทั้งหมด

ปริมาณสารของแข็งของน้ำยาง ต้องอยู่ในระดับที่ให้ความสะดวกในกระบวนการผลิต ปกติแล้วถ้าปริมาณสารของแข็งต่ำ น้ำยางจะมีความเสถียรมากกว่าและสะดวกในกระบวนการผลิต แต่ต้องเสียเวลาในการอบแห้งผลผลิตนาน เพราะยางมีปริมาณน้ำมาก สูตรที่มีปริมาณสารของแข็งสูงจะใช้เวลาการอบแห้งน้อยกว่า จะเกิดปัญหาด้านความเสถียรและด้านการไหลของน้ำยาง ดังนั้น ระดับปริมาณของแข็งของน้ำยางผสมจึงจำเป็นต้องอยู่ในช่วงที่เหมาะสม

3.4.2.2 ความหนืด

ในกระบวนการผลิต การเก็บรักษา การขนส่ง และการแปรรูปน้ำยางชั้นจะต้องถูกกระทำโดยแรงเฉือนจากการกระทำต่าง ๆ เช่น การบีมน้ำยาง การกวนน้ำยาง การกระทำเหล่านี้เป็นผลให้น้ำยางเสียสภาพได้ ความเสถียรของน้ำยางผสมต่อการบีบจะต้องมีเพียงพอ เวลาความคงตัวของเครื่องกลเป็นสมบัติที่ใช้วัดความคงตัวของน้ำยาง

3.4.2.3 เวลาความคงตัวของเครื่องกล

วัดความคงตัวของน้ำยางผสมต่อเครื่องกลเพื่อประเมินหาความเสถียรของน้ำยางผสมต่อการกวน ซึ่งจะต้องเกิดขึ้นในถังจุ่มน้ำยางหากน้ำยางผสมมีความเสถียรไม่พอเพียงอาจเกิดปัญหาน้ำยางจับเป็นเม็ดได้

3.4.2.4 ความเป็นกรด-ด่าง

ความเป็น กรด-ด่าง ของน้ำยางผสมตรวจสอบโดยการใช้เครื่องวัด pH เนื่องจากความเป็น กรด-ด่าง จะมีผลต่อความเสถียร ความตึงผิว และความสามารถในการเกาะพิมพ์ของน้ำยาง ซึ่งถ้าน้ำยางผสมมีความเป็นด่างสูงน้ำยางจะมีความคงตัวสูงและความสามารถในการเกาะพิมพ์ของฟิล์มจะไม่แข็งแรงพอ นอกจากนี้การใช้เทคนิคการจุ่มอาศัยสารช่วยน้ำยางจับตัว (coagulant) จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็น กรด-ด่าง ของน้ำยางผสมเป็นอย่างมาก

3.4.3 การบ่มน้ำยางผสม (maturation)

เมื่อผสมน้ำยางกับสารเคมีต่าง ๆ แล้ว ควรเก็บไว้สักระยะหนึ่งหรือเรียกว่า การบ่มก่อนที่จะนำไปใช้ ทั้งนี้เพื่อให้โอกาสสารต่าง ๆ ที่ผสมลงไปได้กระจายอย่างทั่วถึงเป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำยางโดยตลอด การบ่มมีข้อดีคือทำให้น้ำยางผสมมีความหนืดสม่ำเสมอดี ในกรณีการเตรียมน้ำยางคงรูป (Vulcanized latex) ด้วยรังสี หลังจากเตรียมน้ำยางผสมเสร็จแล้วจะต้องมีการบ่มก่อนเพื่อให้สารไวปฏิกิริยากระจายอย่างทั่วถึงและ เป็นเนื้อเดียวกับน้ำยางก่อนที่จะนำไปฉายรังสี

3.4.4 การจุ่ม (Dipping technique)

เทคนิคการจุ่มเพื่อทาผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ นั้นมีหลายวิธี ได้แก่

1. การจุ่มน้ำยางโดยตรง (Straight dipping)
2. การจุ่มโดยใช้สารช่วยจับตัว (Coagulant dipping)
3. การจุ่มโดยใช้พิมพ์ร้อน (Heat sensitive dipping)
4. การจุ่มโดยใช้ขี้ไฟฟ้าช่วย (Electro Deposition)

เทคนิคทั้งหมดดังกล่าวนี้ เทคนิคการจุ่มโดยใช้สารช่วยจับตัวเป็นที่นิยมและเหมาะสมสำหรับการผลิตถุงมือ โดยทั่วไป

เทคนิคการจุ่มโดยใช้สารช่วยจับตัวมีวิธีการจุ่มพิมพ์ลงในสารช่วยทำให้น้ำยางจับตัวแห้งแล้วจึงจุ่มพิมพ์ลงในน้ำยางผสมสารช่วยทำให้น้ำยางจับตัวจะช่วยให้น้ำยางเกาะพิมพ์เทคนิคนี้ยังแบ่งออกเป็น 2 วิธีการคือ

1. ใช้สารช่วยจับตัวเปียก (Wet coagulant dipping)

หมายถึง การใช้สารที่เป็นของเหลว เช่น กรดอะซิติก, (acetic acid) กรดฟอร์มิก (formic acid) จุ่มพิมพ์ลงในสารนี้แล้วจุ่มพิมพ์ที่เปียกลงในน้ำยางผสมวิธีการแบบนี้ไม่เป็นที่นิยมในการทำถุงมือ

2. ใช้สารช่วยจับตัวแห้ง (Dry coagulant dipping)

หมายถึง การจุ่มพิมพ์ลงในสารช่วยจับตัว เช่น สารละลายของเกลือแคลเซียม แล้วทำให้พิมพ์แห้งหรือ หมาดก่อน จึงนำไปจุ่มลงในน้ำยางผสม

สารช่วยจับตัวที่นิยมใช้คือ สารละลายของเกลือแคลเซียม เช่น แคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมไนเตรต และแคลเซียมคาร์บอเนต เป็นต้น สารช่วยจับตัวจะให้ผิวยางเรียบสม่ำเสมอ แคลเซียมคาร์บอเนตทำให้แผ่นฟิล์มยางขุ่นขาวกว่าแคลเซียมคลอไรด์ และแคลเซียมไนเตรตถ้าต้องการความโปร่งแสงของแผ่นฟิล์มจะใช้ cyclohexylamine acetate (CHA) เป็นสารช่วยจับตัว การเตรียมสารละลายของสารช่วยจับตัวอาจใช้น้ำและแอลกอฮอล์หรือทั้งสองผสมกัน ซึ่งจะช่วยให้ระยะเวลาในระหว่างกระบวนการผลิตลงได้บ้าง

3.4.5 การล้าง (Leaching)

การล้าง หมายถึง การล้างฟิล์มยางที่จับอยู่บนพิมพ์ ซึ่งอาจทำได้ 2 วิธี คือ ล้างในระหว่างกระบวนการผลิต หรือล้างหลังจากถอดถุงมือออกจากพิมพ์แล้ว เพื่อกำจัดสารที่ละลายน้ำได้ออก ซึ่งได้แก่ พวกเกลือที่มีอยู่ในน้ำยางตั้งแต่แรกหรือที่เติมลงในน้ำยาง

เหตุผลจำเป็นที่ต้องการทำการล้างฟิล์มยาง

1. เพื่อป้องกันการดูดซึมน้ำโดยสารชนิดที่มีความสามารถดูดซึมหรือชอบน้ำที่ตกค้างอยู่ในฟิล์มยาง
2. เพื่อป้องกันผิวฟิล์มยางเหนียวอันเนื่องมาจากสารที่ตกค้าง
3. เพื่อไม่ให้มีสารตกค้างอยู่ในฟิล์มยาง เพราะอาจมีผลต่อการสัมผัสกับเนื้อเยื่อของคนขณะใช้งาน
4. เพื่อลดการระคายเคืองต่อผิวหนังเมื่อใช้ถุงมือ
5. เพื่อลดการเปลี่ยนสีของถุงมือเมื่อถูกกับแสง
6. เพื่อทำให้ถุงมือมีความแข็งแรงมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งแผ่นฟิล์มยางที่ได้จากน้ำยาง Prevulcanized latex.

3.4.6 การอบแห้งและการทำให้ยางคงรูป (Drying and Vulcanizing)

ปกติแล้วมักอบแห้งและทำให้คงรูปในตู้อบ โดยอบเพื่อให้ฟิล์มยางที่จับพิมพ์แห้งในตู้อบจะใช้อุณหภูมิประมาณ 100-140°C ส่วนระยะเวลาที่ขึ้นอยู่กักระบบของสารทำให้ยางคงรูปที่ใช้

3.4.7 การม้วนขอบ (Beading)

การม้วนขอบถุงมือเพื่อให้มีความแข็งแรงนั้น จะม้วนขอบในขณะที่ฟิล์มยางเกาะบนพิมพ์แห้งแล้วแต่ยังไม่ได้ทำให้คงรูป

3.4.8 การถอดถุงมือออกจากพิมพ์

การถอดถุงมือจากพิมพ์จะเป็นขั้นสุดท้ายของกระบวนการผลิต โดยทั่วไปมักใช้มือถอดและอาศัยแป้งเช่น แคลเซียมคาร์บอเนต ช่วยเพื่อป้องกันถุงมือยางติดกัน