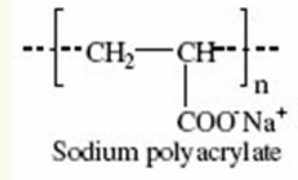


ยางดูดน้ำ/ยางพองน้ำ

การผลิตผลิตภัณฑ์ซิลยางที่ใช้ป้องกันน้ำเข้าในงานทางทะเลหรือท่อขนส่งน้ำมัน โดยการนำยางมาผสมกับสารพอลิเมอร์ที่สามารถดูดน้ำและพองตัวในน้ำได้ ซึ่งพอลิเมอร์ที่สามารถดูดน้ำได้อย่างน้อย 500 เท่าของน้ำหนักเดิม เรียกว่า สารพอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวด (super absorbent polymer; SAP)

พอลิเมอร์ชนิดนี้เตรียมได้จากกระบวนการพอลิเมอไรเซชันของกรดอะคริลิกกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ให้อยู่ในรูปของโซเดียมพอลิอะคริเลต (sodium polyacrylate) การนำ SAP ไปผสมกับยางสามารถผสมได้ทั้งยางธรรมชาติหรือยางสังเคราะห์ ซึ่งเกณฑ์การเลือกใช้ SAP ต้องคำนึงถึงค่าความสามารถในการละลาย (solubility parameter, δ) ของยางและ SAP หากยางและ SAP มีค่าความสามารถในการละลายที่แตกต่างกันมาก จะทำให้ความเข้ากันระหว่างยางและ SAP มีความเข้ากันได้ต่ำ นอกจากนี้ ระดับการพองตัวของยางขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ชนิดของยาง ระดับความหนาแน่นในการเชื่อมโยง ชนิดและปริมาณของพอลิเมอร์ดูดน้ำ ชนิดและปริมาณของสารตัวเติม ดังนั้นหากยางและ SAP มีความเป็นขั้วที่แตกต่างกันมากอาจมีการเติมพอลิเอทิลีนออกไซด์ซึ่งเป็นสารที่ชอบน้ำผสมลงไปเพื่อช่วยเพิ่มการดูดน้ำของยางได้มากขึ้น



รูปที่ 1 สูตรโครงสร้างเคมีของโซเดียมพอลิอะคริเลต

ตารางที่ 1 ความสามารถในการละลายของยางและ SAP บางชนิด

ชนิดพอลิเมอร์	Solubility parameter (cal/cm^3) ^{1/2}
ยางธรรมชาติ (NR)	8.25
ยางพอลิไอโซพรีน (IR)	8.25
ยางสไตรีนบิวทาไดอีน (SBR)	8.29
ยางฟลูออโรคาร์บอน (FKM)	8.6
ยางคลอโรพรีน (CR)	9.26
ยางไนไตรล์ (NBR) (40% ACN)	9.92
โพลีเอทิลีนออกไซด์ (PEO)	9.9

การศึกษายางพองน้ำจากยางไนไตรล์ โดยการศึกษาความสามารถในการดูดน้ำของยางไนไตรล์เพื่อนำมาใช้ในการผลิตซีลในหลุมชุดเจาะน้ำมันในทะเล ซึ่งซีลนี้นอกจากต้องสัมผัสน้ำมันแล้ว ยังต้องสามารถรับแรงดันที่สูงมาก ยางที่นำมาใช้จึงต้องทนน้ำมัน ความร้อน และความดัน ทั้งพื้นดินและน้ำทะเล โดยในปี ค.ศ. 2008 McElfresh และคณะได้ทำการศึกษาความสามารถในการดูดน้ำของยางไนไตรล์ภายใต้สภาวะต่างๆ เพื่อใช้สำหรับงานซีลในหลุมชุดเจาะ โดยทำการศึกษาผลของความดันน้ำต่ออัตราการบวมตัวและสัดส่วนการบวมตัวของยางไนไตรล์ที่ผสมกับสารดูดน้ำ (เช่น โซเดียมอะซิเตทหรือ โซเดียมฟอร์มेट) โดยศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการบวมตัวของยางคือ อุณหภูมิ ชนิดสารดูดน้ำ และความเข้มข้นและชนิดของสารละลายน้ำเกลือ (สารละลายโซเดียมคลอไรด์) การศึกษาผลของอุณหภูมิของยางไนไตรล์ที่ผสมกับโซเดียมอะซิเตทที่แช่ในน้ำเกลือเข้มข้น 3.5% ที่อุณหภูมิ 82 และ 93 องศาเซลเซียส พบว่า การบวมตัวของยางที่อุณหภูมิ 93 องศาเซลเซียสมีค่าการบวมตัวของยางสูงกว่าการบวมตัวของยางที่อุณหภูมิ 82 องศาเซลเซียส เพราะว่าที่อุณหภูมิสูงขึ้นโมเลกุลของน้ำมีพลังงานจลน์มากขึ้น โมเลกุลจึงเคลื่อนที่ได้เร็ว ทำให้การแพร่ของโมเลกุลเกิดได้เร็วขึ้น ดังนั้นการบวมตัวจึงเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ



รูปที่ 2 ตัวอย่างการนำยางพองน้ำมาผลิตท่อ Freecap
ใช้งานแทนที่ปูนซีเมนต์

อัตราการบวมตัวของยางไนไตรล์ในสารละลายน้ำเกลือเรียงลำดับ ดังนี้

สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ > สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ > สารละลายโซเดียมคลอไรด์

ดังนั้น การนำยางพองน้ำมาใช้สำหรับงานขุดเจาะทางทะเล โดนนำมาผลิตเป็นตัวปิดกั้น (packer) แทนที่ปูนซีเมนต์ในท่อใต้ดินหรือท่อน้ำมัน ทำหน้าที่ควบคุมความดันและการไหลของน้ำมัน ป้องกันการสนิม ลดการปะปนของน้ำก่อนเข้าสู่กระบวนการกลั่นน้ำมัน ยางพองน้ำนี้สามารถขยายตัวได้ 2-3 เท่าของขนาดยางเดิมเมื่อถูกน้ำแต่ไม่ดูดน้ำมัน จึงนิยมนำมาใช้ในงานขุดเจาะไม่ว่าจะเป็นงานขุดเจาะน้ำมัน ท่อส่งน้ำมัน หรือแม้กระทั่งอุโมงค์ใต้ดินหรือใต้น้ำ

สำหรับการศึกษายางพองน้ำจากยางธรรมชาติ ในปี ค.ศ. 2001 Park และคณะ ได้ทำการศึกษาการเตรียมและการทดสอบยางพองน้ำจากยางธรรมชาติ การเตรียมโดยการนำยางธรรมชาติมาเติมสารไกลซิดีลเมทาคริเลต (glycidyl methacrylate) ทำการบดผสมให้เข้ากันแล้วเติมโซเดียมพอลิอะคริเลต พอลิเอทิลีนออกไซด์ เขม่าดำ หลังจากนั้นเติมกำมะถันและ MBT (2-mercaptobenzothiazole) และซิงค์ออกไซด์ลงไปผสมให้เข้ากัน และนำยางคอมพาวด์ไปขึ้นรูปที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ทางคณะวิจัยได้ศึกษาผลของปริมาณพอลิเอทิลีนออกไซด์ต่อระดับการดูดน้ำของยางธรรมชาติ พบว่า การเติมพอลิเอทิลีนออกไซด์เพิ่มขึ้นจะช่วยเพิ่มการดูดน้ำของยางธรรมชาติได้มากขึ้น

นอกจากนี้ทางคณะวิจัยได้ศึกษาผลของเขม่าดำต่อการดูดน้ำของยางธรรมชาติที่มีการเติมพอลิเอทิลีนออกไซด์ (30 phr) พบว่า การเติมเขม่าดำในปริมาณ 10 phr จะช่วยให้ยางธรรมชาติดูดน้ำได้เพิ่มขึ้น แต่หากเติมปริมาณเขม่าดำมากกว่า 10 phr กลับทำให้ยางธรรมชาติดูดน้ำได้น้อยลง ทางคณะวิจัยอธิบายว่าการเติมเขม่าดำมีส่วนช่วยในการป้องกันไม่ให้อนุภาคโซเดียมพอลิอะคริเลตหลุดออกไปจากพื้นผิวยาง ทำให้ยางดูดน้ำได้มากขึ้น แต่เมื่อเพิ่มปริมาณเขม่าดำสูงกว่า 10 phr จะทำให้มีการเพิ่มความหนาแน่นของการเชื่อมโยงและทำให้เขม่าดำขัดขวางการแพร่จึงทำให้ยางธรรมชาติดูดน้ำได้น้อยลง

ดังนั้น การนำยางแต่ละชนิดมาผสมกับสารพอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวด (SAP) เพื่อผลิตเป็นยางพองน้ำและนำมาใช้งานด้านต่างๆ ต้องพิจารณาถึงชนิดของยาง ชนิดและปริมาณของพอลิเมอร์ดูดน้ำที่นำมาใช้ รวมถึงชนิดและปริมาณของสารเติมแต่ง และสารตัวเติมที่ใช้ให้เหมาะสม

แหล่งอ้างอิง

1. McElfresh, P. and Guo, L., Rubber World 238(2), 2008
2. Park, J.H. and Kim, D., J.App. Pol. Sci, 80, 2001
3. https://www.tamintl.com/images/pdfs/brochures/FREECAP_Brochure.pdf
4. ชินรัตน์ ลากพูลธนะอนันต์ .วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 2 ฉบับที่ 4, 2551.