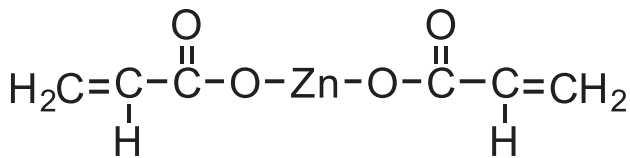


แนะนำสารเคมีในอุตสาหกรรมยาง

Zinc diacrylate (ZDA) : ซิงก์ไดอะไครเลต

คาร์นิ เจริญสุข



สูตรโครงสร้างทางเคมี

คาร์นิ เจริญสุข

การศึกษา : ปริญญาโท สาขาปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 สถานที่ทำงานปัจจุบัน : เจ้าหน้าที่สารสนเทศ
 ศูนย์วิจัยเทคโนโลยียาง มหาวิทยาลัยมหิดล

ZDA เป็นเกลือโลหะสังกะสีของกรดอะไครลิกซึ่งมีความว่องไวต่อปฏิกิริยาสูง สามารถใช้เป็นโคเอเจนต์ในปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์ยางอิมตัวและไม่อิมตัวด้วยเพอร์ออกไซด์เช่นการวัลคาไนซ์ยางไนไตรล์ ยางบิวทาไดอีน และยางอีพิตีเอ็ม ZDA ทำหน้าที่เป็นสารที่ทำให้เกิดพันธะเชื่อมโยงแบบไอออนิก (ionic crosslink) ซึ่งการวัลคาไนซ์ยางด้วยเพอร์ออกไซด์ปกติจะเกิดพันธะเชื่อมโยงแบบโควาเลนต์แต่เมื่อมีการเติม ZDA ลงไปเป็นโคเอเจนต์ในปริมาณเล็กน้อยจะทำให้เกิดพันธะไอออนิกเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มประสิทธิภาพของปฏิกิริยาที่เกิดจากอนุมูลอิสระ ผลที่ได้คือยางที่วัลคาไนซ์จะมีความหนาแน่นในการเชื่อมโยงที่สูงขึ้น ทำให้สมบัติเชิงกลและเชิงพลวัตของยางดีขึ้น อาทิเช่น ความทนทานต่อการฉีกขาด (tear strength) สูงขึ้น การยึดติด (adhesion) บนพื้นผิวที่มีขี้ผึ้งเพิ่มขึ้น และมีความทนทานต่อการเสื่อมสภาพเนื่องจากความร้อนสูงขึ้น

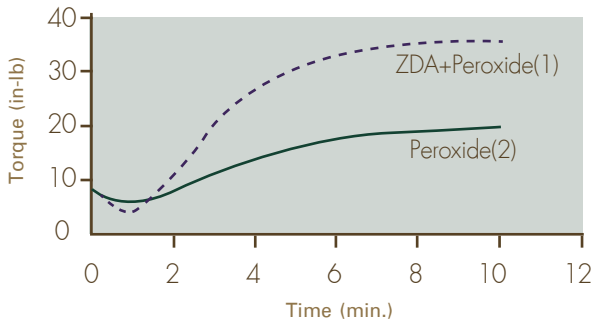
สำหรับ ZDA ที่ผลิตโดยบริษัท Sartomer มีชื่อทางการค้าว่า Saret® เป็นโคเอเจนต์ที่มี ZDA และ สารหน่วงปฏิกิริยา (retarder) ผสมรวมอยู่ด้วย เพื่อช่วยยืดเวลาในการวัลคาไนซ์ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงในการที่จะเกิดยางตายในระหว่างกระบวนการผลิต โดยมีให้เลือกใช้อยู่หลายเกรดขึ้นกับสัดส่วนปริมาณของสารหน่วงปฏิกิริยา อาทิเช่น Saret SR 633, SR 705, SR 706

ทางบริษัท Sartomer [1] ศึกษาผลของโคเอเจนต์ในการวัลคาไนซ์ยางด้วยเพอร์ออกไซด์ ศึกษาเกี่ยวกับยาง 2 ชนิด ได้แก่ ยางไนไตรล์ และยางอีพิตีเอ็ม สูตรผสมเคมีที่ใช้แสดงในตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 สูตรผสมเคมีของยางไนไตรล์

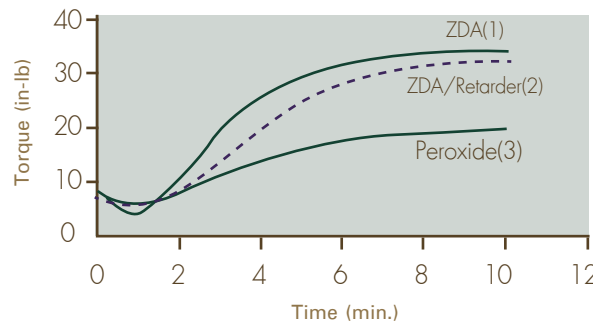
ส่วนผสม	ปริมาณที่ใช้ (phr)
Hycar 1042	100
N 365 Black	65
Diocetyl Phthalate	15
Zinc Oxide	5
Stearic Acid	1
Agerite Resin D (Antioxidant)	1
DiCup 40KE (Dicumyl peroxide)	5
Coagent	0, 5, 10, 15, 20

สมบัติการวัลคาไนซ์ของยางไนไตรล์ (วัดโดยเครื่อง Oscillating Disk Rheometer) แสดงในรูปที่ 1 และ 2



รูปที่ 1 สมบัติการวัลคาไนซ์ของยางไนไตรล์ 1) ใช้ ZDA ร่วมกับเพอร์ออกไซด์ 2) ใช้เพอร์ออกไซด์อย่างเดียว

รูปที่ 1 แสดงสมบัติการวัลคาไนซ์ของยางคอมพาวด์ไนไตรล์ เมื่อใช้เพอร์ออกไซด์ 5 phr และใช้ ZDA 20 phr ที่อุณหภูมิ 160°C พบว่าการใช้ ZDA ร่วมกับเพอร์ออกไซด์จะให้ค่าแรงบิดสูงกว่าการใช้เพอร์ออกไซด์เพียงอย่างเดียว ซึ่งแรงบิดที่เพิ่มขึ้นแสดงให้เห็นว่ามีการเชื่อมโยงระหว่างโมเลกุลมากขึ้น ทำให้มีสมบัติเชิงกลดีขึ้น แต่จะให้เวลาสกรอชต่ำกว่าการใช้เพอร์ออกไซด์เพียงอย่างเดียว กล่าวคือจะมีอัตราเร็วในการวัลคาไนซ์สูงขึ้น ซึ่งจะทำให้เสี่ยงที่จะเกิดยางตายในขณะขึ้นรูปสูงขึ้น จากปัญหาดังที่กล่าวมา จึงได้มีการพัฒนานำสารหน่วงปฏิกิริยามาผสมกับ ZDA เพื่อช่วยยืดเวลาสกรอชให้นานขึ้น ซึ่งโคเอเจนต์ดังกล่าวมีชื่อทางการค้าว่า “ Saret ” สมบัติการวัลคาไนซ์ของยางไนไตรล์ที่ใช้ Saret แสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 สมบัติการวัลคาไนซ์ของยางไนไตรล์ 1) ใช้ ZDA ร่วมกับเพอร์ออกไซด์ 2) ใช้ ZDA-Saret ร่วมกับเพอร์ออกไซด์ 3) ใช้เพอร์ออกไซด์อย่างเดียว

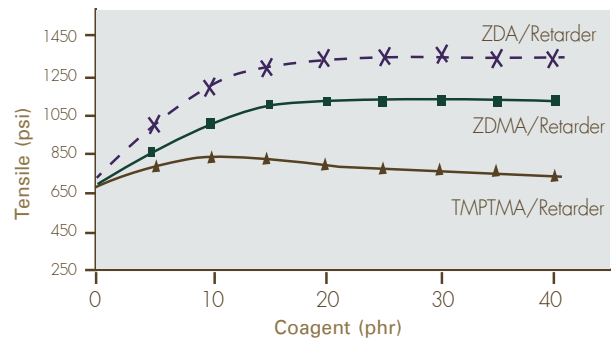
จากรูปที่ 2 สรุปได้ว่าเมื่อใช้ ZDA-Saret ร่วมกับเพอร์ออกไซด์จะให้เวลาสกรอชยาวกว่าการใช้ ZDA ร่วมกับเพอร์ออกไซด์อย่างเดียว ฉะนั้นจึงช่วยลดโอกาสเสี่ยงในการเกิดยางตายใน

ขณะขึ้นรูปได้

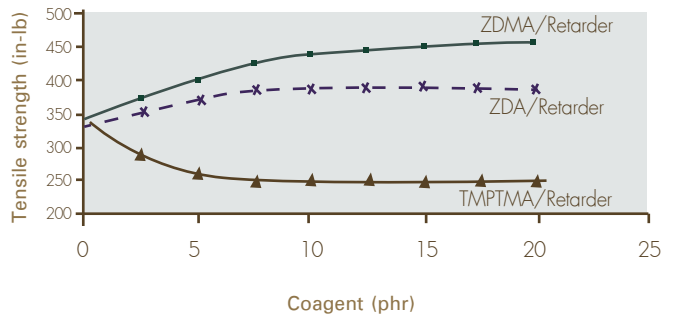
สำหรับการนำโคเอเจนต์มาใช้ในการวัลคาไนซ์ยางอีพดีเอ็ม โดยใช้สูตรผสมเคมี ดังแสดงในตารางที่ 2 และใช้โคเอเจนต์ 3 ชนิด คือ 1) ZDA-Saret 2) ZDMA-Saret 3) TMPTMA-Saret ให้ผลดังแสดงในรูปที่ 3-6

ตารางที่ 2 สูตรผสมของยางอีพดีเอ็ม

ส่วนผสม	ปริมาณที่ใช้ (phr)
Nordel 1040 (Dupont EPDM)	100
N 762 black (Furnace black)	100
Sunpar 2280 (Plasticizer)	50
Zinc Oxide	5
Stearic Acid	1
Agerite Resin D (Antioxidant)	1
DiCup 40KE (Dicumyl peroxide)	5
Coagent	0, 5, 10, 15, 20



รูปที่ 3 เปรียบเทียบค่าความทนต่อแรงดึงของยางอีพดีเอ็ม เมื่อใช้โคเอเจนต์ชนิดต่างๆ



รูปที่ 4 เปรียบเทียบค่าความทนต่อแรงดึงขนาดของยางอีพดีเอ็ม เมื่อใช้โคเอเจนต์ชนิดต่างๆ

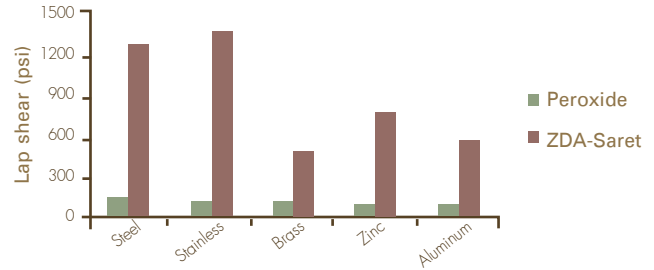
รูปที่ 3 เปรียบเทียบค่าความทนต่อแรงดึงของยางอีพดีเอ็มที่วัลคาไนซ์ด้วยกำมะถันเมื่อใช้โคเอเจนต์ชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 0-20 phr เมื่อเปรียบเทียบที่ความเข้มข้นเท่ากัน พบว่าค่าความทนต่อแรงดึงของยางอีพดีเอ็มที่ใช้ ZDA สูงกว่าที่ใช้ ZDMA และสูงกว่าที่ใช้ TMPTMA ตามลำดับ แต่เป็นที่สังเกตว่าการใช้ TMPTMA จะให้ค่าความทนต่อแรงดึงลดลงเมื่อใช้ปริมาณ TMPTMA เกิน 15 phr

รูปที่ 4 เปรียบเทียบค่าความทนต่อแรงฉีกขาดของยางอีพดีเอ็มที่ใช้โคเอเจนต์ชนิดต่างๆ ที่ในปริมาณตั้งแต่ 0-20 phr พบว่า TMPTMA จะทำให้ค่าความทนต่อแรงฉีกขาดลดลง และคงที่เมื่อใช้ TMPTMA มากกว่า 5 phr ส่วน ZDA และ ZDMA จะให้ค่าความทนต่อแรงฉีกขาดสูงขึ้น โดยที่ ZDMA ให้ค่าความทนต่อแรงฉีกขาดสูงกว่า ZDA ค่าความทนต่อการฉีกขาดของ ZDA คงที่ เมื่อความเข้มข้นของ ZDA เพิ่มมากกว่า 5 phr นั่นคือไม่ได้ทำให้ความสามารถในการทนต่อแรงฉีกขาดสูงขึ้น

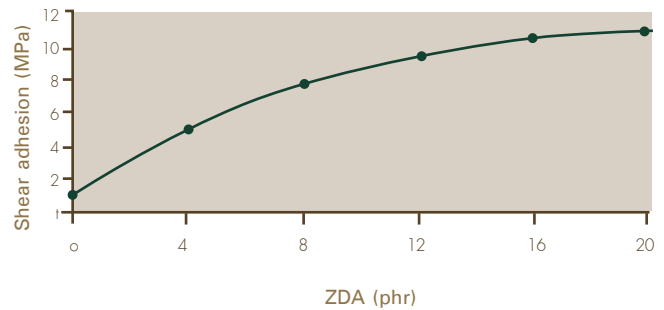
นอกจากนี้ การใช้โคเอเจนต์ ZDA ยังมีข้อดีอีกอย่างก็คือสามารถช่วยเพิ่มความมีขั้วให้กับสายโซ่ของโพลีเมอร์ ทำให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวหรือเกิดพันธะระหว่างยางกับโลหะสูงขึ้น ทำให้ยางสามารถยึดติดบนพื้นผิวโลหะได้ดีขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 5 สูตรผสมเคมีของยางอีพดีเอ็มที่ใช้ติดโลหะ แสดงในตารางที่ 3

ตาราง ที่ 3 สูตรผสมเคมีของยางอีพดีเอ็มที่ใช้ติดโลหะ

ส่วนผสม	ปริมาณที่ใช้ (phr)
Nordel 1040	100
N 762 black	100
Sunpar 2280	50
Zinc Oxide	5
Stearic Acid	1
Agerite Resin	1
DiCup 40 KE	7.5
ZDA-Saret	10



รูปที่ 5 ความสามารถในการยึดติดโลหะของยางอีพดีเอ็ม [2]



รูปที่ 6 การยึดติดของยางอีพดีเอ็มกับ STEEL เมื่อใช้ ZDA ที่ความเข้มข้นต่างๆ

รูปที่ 6 แสดงให้เห็นว่า หากใช้ ZDA ในปริมาณสูงขึ้นไปจะมีผลให้ความสามารถในการยึดติดโลหะของยางอีพดีเอ็มเพิ่มขึ้นด้วย โดยสรุป การใช้ ZDA ร่วมกับเพอร์ออกไซด์ในการวัลคาไนซ์ยางตามที่กล่าวมา สามารถก่อให้เกิดผลดีดังต่อไปนี้

- ยางมีการยึดเกาะที่ดีขึ้นกับพื้นผิวที่มีขั้ว เช่น โลหะ
- ยางมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น (ความทนต่อแรงดึง ความทนต่อแรงฉีกขาด) ยางมีค่าโมดูลัสสูงขึ้นไป

ทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงชนิดของยาง และปริมาณ ZDA ที่ใช้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- 1.SARTOMER, Application Bulletin, New Metallic Coagents for Curing Elastomer,5540 05/05, <http://www.sartomer.com/TechLit/5540.pdf>
- 2.Costin,R., and Nagel, W., "Metallic coagent for rubber-to-metal adhesion" *Rubber World*, **213**, 18, (1995).
- 3.Costin,R., and Nagel, W., "Techniques for bonding rubber to metal using metallic coagents " *Rubber World*, **219**, 18, (1998).