บทที่ 2

เอกสาร และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

DEANIN AND SHETH (1980:27-30) ได้ศึกษาผลของปริมาณ ACRYLONITRILE และ ค่าความหนืด (MOONEY VISCOSITY) ของยางไนไตรล์ที่มีต่อค่า MECHANICAL PROPERTIES ในโพลิเมอร์ผสม PVC/NBR เขาได้ทำการแบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ โดยมีค่า PLASTICIZING เท่ากัน (พบว่าประสิทธิภาพของการเป็น PLASTICIZING ของ DOP จะมากกว่า NBR โดยต้องใช้ปริมาณ NBR เป็น 2.8 เท่าของ DOP จึงจะให้ค่า PLASTICIZING เท่ากัน)

- PVC/DOP ที่อัตราส่วน 67/33
- PVC/NBR " 50/50 โดยมีค่า ACRYLONITRILE (AN CONTENT) และ MOONEY VISCOSITY ต่าง ๆ กัน

จากการศึกษาพบว่า ยางไนไตรล์ที่มีค่า AN CONTENT และ ค่า MOONEY VISCOSITY มาก จะให้ค่าความแข็งกระด้าง (STIFFNESS) ที่มากกว่า ซึ่งทำให้สมบัติเชิงกล เช่น ค่าโมดูลัสและแรงดึงมีค่าสูง และ ยังมีค่าความยืด (ELONGATION) มากกว่าการใช้ DOP เป็นสารเพิ่มความนุ่มเพียงอย่างเดียว ค่า AN CONTENT และ ค่า MOONEY VISCOSITY ของยางไนไตรล์จะมีผลต่อความเข้ากันได้ของ NBR ใน PVC โดยเฉพาะมีผลต่อพีวีซีเกรดนุ่ม DOP เป็นสารเพิ่มความนุ่มที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ จึงทำให้มีค่าการระเหย การถูกสกัด และ การเคลื่อนย้ายของโมเลกุลมาก ขณะที่ NBR โดยมากจะมีน้ำหนักโมเลกุลมากจะไม่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าว ค่าโมดูลัสของ PVC/NBR จะมีค่าสูงกว่า ยางไนไตรล์ที่ผ่านการวัลคาไนเซชั่นเพียงอย่างเดียว ดังนั้น การผสม PVC/NBR เพื่อให้ได้พลาสติกที่เรียกว่า THERMOPLASTIC ELASTOMER จะให้เกิดผลดีที่สุด ต้องพิจารณาปัจจัย 3 ประการคือ ปริมาณ ACRYLONITRILE (AN CONTENT), น้ำหนักโมเลกุล (ดูจากค่า MOONEY VISCOSITY) และ อัตราส่วนผสม PVC / NBR เพื่อให้ได้สมบัติที่ดีที่สุดสำหรับการใช้งาน

DEANIN AND SHETH (1980:23-26) ได้ศึกษา การปรับปรุงค่าแรงกระทบในพีวีซีเกรดแข็งโดยใช้ยางไนไตรล์ โดยศึกษาถึงผลของค่า ACRYLONITRILE (AN CONTENT) และ ค่า MOONEY VISCOSITY (MOLECULAR WEIGHT) มีผลต่อการปรับปรุงแรงกระทบในพีวีซีเกรดแข็งอย่างไร ทั้งสองได้ทำการผสมพีวีซีกับยางไนไตรล์ที่มีค่า AN CONTENT และค่า MOONEY VISCOSITY ต่าง ๆ 6 ชนิด แล้วนำไปทดลองแรงดึง (TENSILE

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

STRENGTH) ทดสอบ IZOD NOTCHED IMPACT STRENGTH และ ทดสอบค่า HEAT DEFLECTION TEMPERATURE (HDT)

จากการศึกษาพบว่า อัตราส่วน PVC/NBR (75/25) เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่ทำให้พีวีซีเกรดแข็งมีค่าโมดูลัสลดลงอย่างรวดเร็ว NBR ที่มีค่า AN CONTENT ต่ำ ๆ และ มีค่า MOONEY VISCOSITY สูง ๆ จะเข้ากันกับพีวีซีได้น้อยทำให้ค่า IMPACT STRENGTH และ TENSILE STRENGTH สูงกว่าตัวอย่างอื่นๆ และค่า ULTIMATE ELONGATION จะมีค่าสูงสุดเมื่อมีค่า MOONEY VISCOSITY สูง ๆ และ ค่า ELONGATION จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณ BUTADIENE NBR ที่มีค่า AN CONTENT สูง ๆ และมีค่า MOONEY VISCOSITY สูง ๆ จะทำให้มีค่า IMPACT STRENGTH สูงที่สุด และค่า HDT มีค่า 25-37°C โดยมีค่าต่ำกว่าพีวีซีที่ไม่มีส่วนผสมของ NBR ทั้งนี้ เพราะโครงสร้างที่เป็น BUTADIENE จะคอยควบคุมปัจจัยที่ทำให้ HDT มีค่าต่ำลง สำหรับ NBR ที่มีค่า AN CONTENT มาก ๆ มีค่า MOONEY VISCOSITY มาก ๆ แต่มีปริมาณ BUTADIENE อยู่น้อย จะทำให้ได้ค่า HDT สูงที่สุด

WOOD AND FRAZER (1974:426-428) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการปรับปรุงพีวีซีโดยใช้ผงยางไนไตรล์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจะแสดงถึงสมบัติและการเตรียมสารประกอบพีวีซี และ NBR ที่เป็นผง ทั้งนี้เนื่องจากข้อดีหลาย ๆ ประการของ NBR คือ มีค่าการระเหยต่ำ โมเลกุลเคลื่อนที่ได้ยาก และ ไม่สามารถที่จะสกัดออกได้ด้วยตัวทำละลายไม่มีขั้ว โดยจัดให้ NBR เป็น POLYMERIC PLASTICIZER ซึ่งการทดลองในงานนี้ได้ทำการทดลอง 3 เรื่องคือ ความเค้น-ความเครียด, ทดสอบ GRAVE TEAR และ LOW TEMPERATURE BRITTLENESS

การเตรียม DRY BLEND ต้องผสมพีวีซีและสารประกอบอื่น ๆ เข้ากันก่อนการเติม NBR ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่า ส่วนประกอบที่เป็นของเหลว (สารเพิ่มความนุ่ม) ถูกดูดซับจนหมด ผู้ทดสอบได้เลือกพีวีซี SUSPENSION GRADE และมีค่าความพรุน (POROSITY) สูง ๆ ทั้งนี้เพราะพีวีซีที่มีลักษณะดังกล่าว จะมีความสามารถในการดูดซับสารเพิ่มความนุ่มได้ดี

จากการศึกษาพบว่า NBR ซึ่งจัดเป็น POLYMERIC PLASTICIZER มีประสิทธิภาพต่ำกว่า MONOMERIC PLASTICIZER เช่น DOP และ ผลการทดสอบในเรื่องความแข็ง (HARDNESS) พบว่า ยางไนไตรล์จะทำให้ค่าโมดูลัส และ ค่าแรงดึง มีค่าลดลง แต่สมบัติที่อุณหภูมิต่ำ (LOW TEMPERATURE PROPERTIES) ปรับตัวดีขึ้น ทั้งนี้เพราะค่า Tg ของยางไนไตรล์ = -29°C NBR ที่ผ่านการเชื่อมโยง (CROSSLINKED) เกิดขึ้น จะทำให้ยาง

ไนไตรล์ชนิดนั้นสามารถที่จะเข้ากันได้กับพีวีซีลดลงทำให้ยางไนไตรล์ที่เกิดการ CROSSLINKED ทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความนุ่มที่มีประสิทธิภาพด้อยกว่า

FITZGERALD AND MILLER, CITED IN NASS AND HEIBERGER (1988:191) ได้ศึกษา DIMETHYLTHIAN-THRENE ในพีวีซีเกรดนุ่มที่มีปริมาณสารเพิ่มความนุ่มตั้งแต่ 0 ถึง 100% โดยการวัดค่า DIELECTRIC CONSTANT ที่ช่วงอุณหภูมิกว้าง ๆ สรุปว่า การเกิดสภาพขั้ว (DIPOLE) ของโมเลกุลสารเพิ่มความนุ่ม และ DIPOLE ROTATION ของส่วนของโซ่โพลิเมอร์ เนื่องมาจากการกระจายตัวของ DIELECTRIC (DIELECTRIC DISPERSION) ในส่วนประกอบของสารเพิ่มความนุ่ม และ โพลิเมอร์ที่มีขั้ว

WARTMAN, CITED IN NASS AND HEIBERGER (1988:191) ได้ทำการวัดค่า VOLUME RESISTIVITY (VR) ของพีวีซีเกรดนุ่มในปริมาณสารเพิ่มความนุ่มที่ระดับต่าง ๆ โดยได้เติมสิ่งเจือปนที่มีสภาพเป็นอิออนลงไป เขาได้แสดงว่า ความนำไฟฟ้า (CONDUCTANCE) ไม่ได้ขึ้นอยู่กับค่าความแข็งกระด้าง (STIFFNESS) ของพีวีซีเกรดนุ่ม หรือ ค่าคงที่การหลอมเหลวของสารเพิ่มความนุ่ม แต่ได้สรุปว่า มี 2 ปัจจัยหลักที่เป็นตัวควบคุมสมบัติการนำไฟฟ้าของพีวีซีเกรดนุ่ม คือ

- DIELECTRIC CONSTANT ของส่วนประกอบต่าง ๆ ของพีวีซีเกรดนุ่ม ซึ่งจะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามปริมาณสารเพิ่มความนุ่มที่ใช้
- แรงที่เกิดจากความหนืด (VISCOSITY FORCE) ซึ่งต้านทานการเคลื่อนที่ของอิออน

เขาสังเกตว่า ความบริสุทธิ์ของสารเพิ่มความนุ่ม ทำให้สมบัติทางไฟฟ้าในพีวีซีปรับปรุงดีขึ้นได้เพียงบางส่วน และ จำเป็นต้องเป็นสารเพิ่มความนุ่มที่มีกำลังการนำไฟฟ้ามีค่าต่ำ ๆ (CONDUCTING POWER) ซึ่งจะทำให้ได้พีวีซีเกรดนุ่มที่มีสมบัติความเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีที่สุด

DEANIN ET AL.,CITED IN NASS AND HEIBERGER (1988:191) ได้ศึกษาผลของตัวแปรหลาย ๆ ตัว ที่มีต่อค่า VOLUME RESISTIVITY ในพีวีซีเกรดนุ่ม เขาสังเกตว่า ความบริสุทธิ์ของพีวีซีและสารเพิ่มความนุ่มไม่ได้ช่วยปรับปรุงคุณลักษณะความเป็นฉนวนไฟฟ้ามากไปกว่าที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ อย่างไรก็ตาม สิ่งแปลกปลอมที่เป็นอิออนในพีวีซีหรือสารเพิ่มความนุ่ม จะทำให้คุณลักษณะความเป็นฉนวนไฟฟ้าลดลง เขาได้ทดลองโดยเติมสารเพิ่มความเสถียรที่เป็นอิออนหลายตัว และ เติมสิ่งเจือปนที่เป็นอิออนต่าง ๆ ลงไป ได้ผลสรุปว่า คุณลักษณะความเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ลดลง เนื่องมาจาก สิ่งแปลกปลอมที่เป็นอิออนสามารถละลายในส่วนประกอบของพีวีซีเกรดนุ่ม และยังพบว่า สารเพิ่มความเสถียรที่

เป็นตะกั่ว (LEAD STABILIZER) และ ผลผลิตที่ได้จากการทำงานของสารเพิ่มความเสถียรเมื่อพีวีซีเกิดการเสื่อมสภาพ จะช่วยปรับปรุงค่า VOLUME RESISTIVITY และ ได้ทำการเปรียบเทียบพีวีซีที่ใช้สารเพิ่มความนุ่มที่เป็น POLYMERIC (POLYMERIC PLASTICIZER) และ DIOCTYL PHTHALATE (DOP) พบว่า ให้คุณลักษณะความเป็นฉนวนที่คล้าย ๆ กันที่ระดับความนุ่มเท่ากัน ยางไนไตรล์จัดเป็นสารเพิ่มความนุ่มที่อยู่ในสถานะของแข็ง (SOLID PLASTICIZER) จะให้ผลกระทบต่อค่า VOLUME RESISTIVITY น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ DOP เป็นสารเพิ่มความนุ่มในพีวีซีเกรดนุ่มที่ระดับความอ่อนตัวที่เท่ากัน ดังนั้น เขาจึงสรุปว่า การเคลื่อนไหวของสารเพิ่มความนุ่มไม่ได้เป็นปัจจัยที่สำคัญในการสนับสนุนให้สิ่งเจือปนที่อยู่ในสภาพอิออนเคลื่อนที่ โดยผู้ทดสอบยังได้ผลิตโคโพลิเมอร์ระหว่าง PVC กับ 2-ETHYLHEXYL ACRYLATE ซึ่งให้ค่า VOLUME RESISTIVITY ที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับ PVC RESIN ที่ระดับค่าโมดูลัสที่เท่ากัน

PRICE, CITED IN NASS AND HEIBERGER (1988:192) พบว่า สิ่งเจือปนที่เป็นอิออนที่สามารถละลายในสารเพิ่มความนุ่มจะทำให้ค่า VOLUME RESISTIVITY ลดลงเมื่อเทียบกับ DOP ที่ทำให้บริสุทธิ์ปราศจากสิ่งเจือปนที่เป็นอิออน แม้ว่าการทดลองหรืองานวิจัยต่าง ๆ ที่กล่าวถึงข้างต้นที่แสดงว่า ความบริสุทธิ์ของสารเพิ่มความนุ่มไม่ได้เป็นปัจจัยหลักในการทำให้สมบัติความเป็นฉนวนดีขึ้น แต่สิ่งเจือปนที่เป็นอิออนที่สามารถละลายได้ที่ได้จากสารประกอบต่าง ๆ ที่ใช้ในพีวีซีเกรดนุ่ม รวมถึง สารเพิ่มความนุ่มด้วย สามารถทำให้สมบัติความเป็นฉนวนไฟฟ้าลดลง

WHELAN AND CONN. (1975: 1-8) ได้ศึกษาองค์ประกอบของยางที่ต้านทานการติดไฟ โดยสามารถเพิ่มความสามารถในการหน่วงการติดไฟ และ ลดความเป็นพิษนั้น สามารถใช้สารประกอบเหล่านี้ คือ ยางไนไตรล์, โพลิไวนิลคลอไรด์ และ IRON OXIDE ซึ่งสามารถนำมาผลิตเป็นท่อยางที่ต้านทานการติดไฟ, สายพานลำเลียง วัสดุที่เป็นฉนวนไฟฟ้า วัสดุที่คอยดูดซับแรงกระแทก ซึ่งการใช้ IRON OXIDE เป็นสารช่วยลดการติดไฟ มีข้อดีหลายประการคือ ราคา และ มีความเป็นพิษต่ำ โดยอัตราส่วนผสมที่ให้ประสิทธิภาพในการต้านทานการติดไฟของ PVC/NBR คือ PVC 40-150 phr, NBR 100 phr และ ใช้ IRON OXIDE อย่างน้อย 0.1 phr แต่ปริมาณของ IRON OXIDE ที่ควรจะใช้คือ 1-10 phr เมื่อใช้ NBR 100 phr

ESHBACH, LENOX AND LANCASTER (1985: 1-6) ได้ศึกษา กระบวนการการเตรียมอนุภาคของ NBR ที่มีลักษณะเป็นผง สามารถที่จะผลิตให้เป็นวัสดุที่มีค่ากำลังแรงดึง (TENSILE STRENGTH) ที่สูงได้ ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนเหล่านี้คือ COPRECIPITATING

โดยการใช้ ALUMINUM CATION เป็นตัวที่ทำหน้าที่เป็น COPRECIPITATING AGENT, NBR LATEX และ ซิลิก้า ที่ได้จากการแขวนลอยของสารละลายโดยควบคุมที่อุณหภูมิ 0-50°C และ มีค่า PH ในช่วง 7-10 โดยการใช้ AMMONIUM HYDROXIDE ซึ่งทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่า NBR PARTICLES ในอดีตการเตรียม NBR ให้มีสมบัติทางด้านสมบัติเชิงกล เช่น กำลังแรงดึง (TENSILE STRENGTH) หรือ เป็นตัวช่วยให้การดำเนินการผลิตเป็นไปได้โดยง่าย จำเป็นต้องสังเคราะห์เป็นยางเสริมแรงโดยอาศัยสารเสริมแรงต่างๆ เช่น COLLOIDAL KAOLIN หรือ ACTIVATED CARBON โดยใช้วิธี COPRECIPITATION ของยางสังเคราะห์ และ ALKALI METAL SILICATE SOLUTION ซึ่งวิธีดังกล่าวมีข้อด้อยคือ จะได้ SILICA FILLER ในปริมาณน้อย จำเป็นต้องเติมสารเสริมแรงดังกล่าวข้างต้น แต่วิธีที่ ESHBACH, LENOX AND LANCASTER เสนอนั้น จะได้ของผสมยาง กับ SILICATE ที่ให้สมบัติเชิงกลที่ดีเยี่ยม โดยเฉพาะในเรื่องสมบัติกำลังแรงดึงโดยไม่จำเป็นต้องเติมสารเสริมแรง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย