บทที่ 2

ทฤษฎี

2.1 โครงสร้างพื้นฐานของโพลิเมอร์

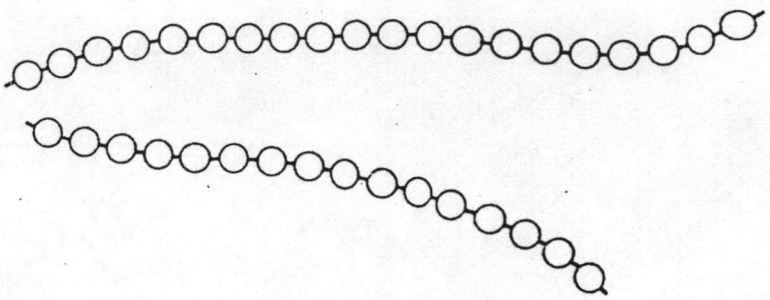
โพลิเมอร์ มีทั้งแบบที่ได้จากธรรมชาติ และที่สังเคราะห์ขึ้น โพลิเมอร์ส่วนมากเป็นสารอินทรีย์ ประกอบด้วย ไฮโดรคาร์บอนเป็นหลัก โมเลกุลของคาร์บอนสามารถที่จะเกิดพันธะคู่หรือสูงกว่าได้ โพลิเมอร์โมเลกุล เป็นโมเลกุลขนาดใหญ่ที่ประกอบด้วยโมเลกุลเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ โควาเลนท์ และโมเลกุลที่ได้จะมีเส้นยาว และยืดหยุ่น โค้งงอได้

คุณสมบัติของโพลิเมอร์ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของโมเลกุลและรูปร่างของโมเลกุล การแบ่งประเภทต่างๆ ของโครงสร้างโพลิเมอร์ จึงแบ่งได้เป็นแบบเส้น แบบกิ่ง แบบตาข่าย หรือแบบเชื่อมขวาง

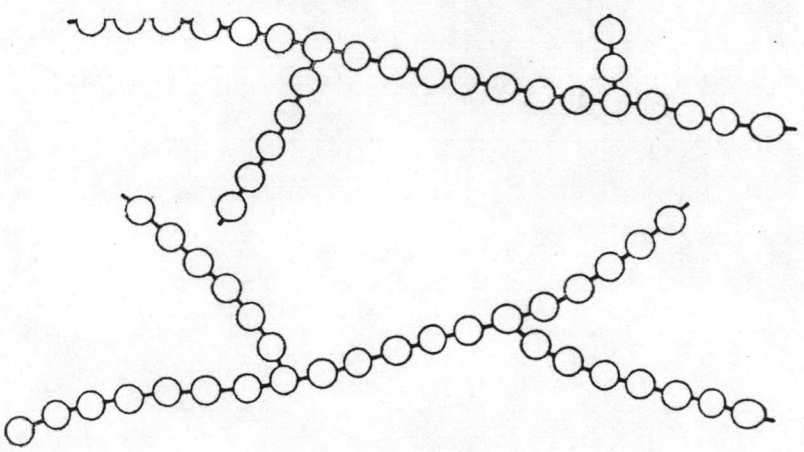
โพลิเมอร์แบบเส้นประกอบด้วยโมโนเมอร์เชื่อมต่อกันเป็นเส้นยาว สามารถ โค้งงอได้ โพลิเมอร์แบบนี้จะมีพันธะวันเดอร์วาล(Van der Waals) เป็นแรงยึดเหนี่ยวระหว่างสายโซ่โมเลกุล ตัวอย่างโพลิเมอร์แบบนี้ได้แก่ โพลิเอทธิลีน โพลิสไตรีน เป็นต้น

โพลิเมอร์แบบกิ่ง โพลิเมอร์แบบนี้จะถูกสร้างให้มีกิ่งต่อกัน แกนหลักของโพลิเมอร์แต่ละกิ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของโพลิเมอร์ เป็นผลเนื่องมาจาก ปฏิกิริยาข้างเคียง ที่เกิดขึ้นขณะสังเคราะห์โพลิเมอร์ โพลิเมอร์แบบกิ่งจะมีความสามารถในการจัดเรียงตัวให้เป็นระเบียบต่ำ ทำให้ความหนาแน่นต่ำลง

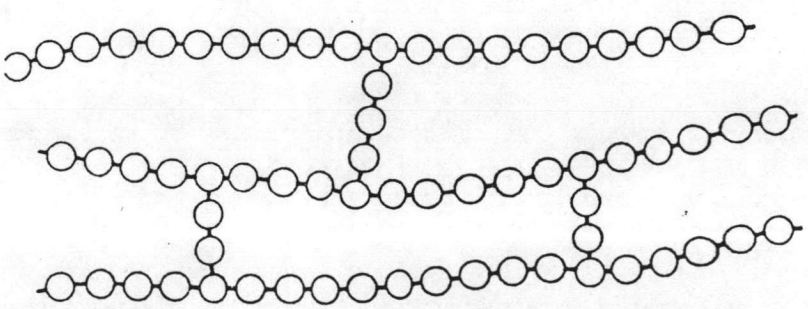
โพลิเมอร์แบบเชื่อมขวาง สายโซ่โมเลกุลของโพลิเมอร์จะเชื่อมติดกันด้วยพันธะ โควาเลนท์ ที่ตำแหน่งต่างๆ การเชื่อมขวางเกิดจากการเกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิสูง หรือจากการเติมโมเลกุลอื่นเข้าไป เช่นในกรณีของยาง การเชื่อมขวางนี้จะเรียกวา การวัลคาไนซ์ ทำได้โดยการควบคุมอุณหภูมิ เวลา และการเติมกำมะถันลงไปในระหว่างการผลิต



รูปที่ 2.1 โพลิเมอร์แบบเส้น

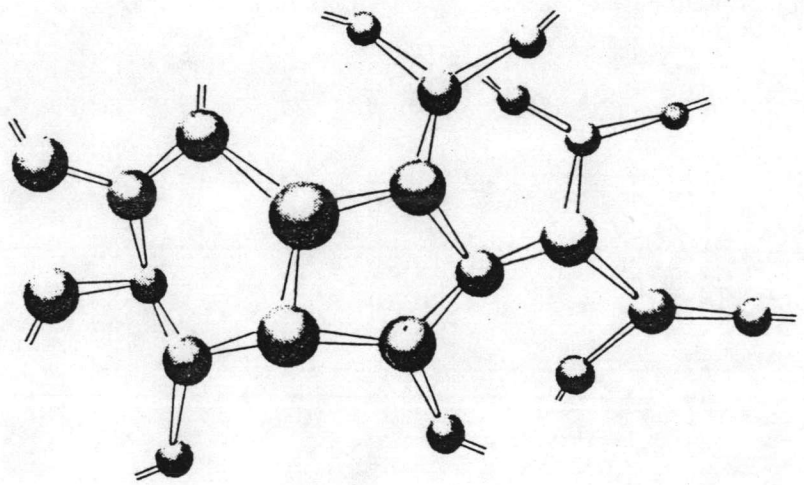


รูปที่ 2.2 โพลิเมอร์แบบกิ่ง



รูปที่ 2.3 โพลิเมอร์แบบเชื่อมขวาง

โพลิเมอร์แบบตาข่าย เป็นโพลิเมอร์ที่มีรูปร่างเป็น 3 มิติรูปตาข่าย เชื่อมโยง 3 มิติด้วยพันธะโควาเลนท์ ทำให้สมบัติทางกลแข็งแรงและสามารถทนความร้อนได้ดี ตัวอย่างเช่น อิพอกซี่ ฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ เป็นต้น



รูปที่ 2.4 โพลิเมอร์แบบตาข่าย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

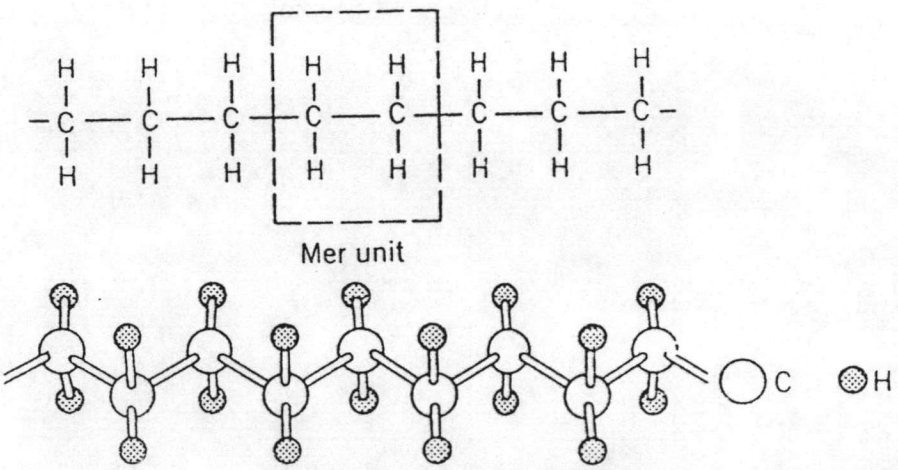
2.2 การจัดเรียงตัวของโมเลกุล

สำหรับโพลิเมอร์ที่มีกิ่งประกอบด้วยอะตอม หรือกลุ่มของอะตอมต่อกับสายโซ่หลัก การจัดเรียงของกลุ่มโมเลกุลหรืออะตอมนี้ จะมีผลกับคุณสมบัติของโพลิเมอร์ การจัดเรียงตัวเช่นนี้โดยที่โมเลกุลหรืออะตอมไม่สามารถย้ายที่ได้นอกจากจะต้องทำลายพันธะนั้นเรียกว่า Configuration อาจมีแบบต่างๆ ได้ เช่น Head to tail configuration, head to head configuration

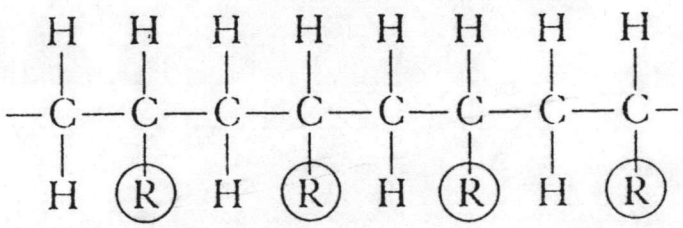
head to head configuration

head to tail configuration

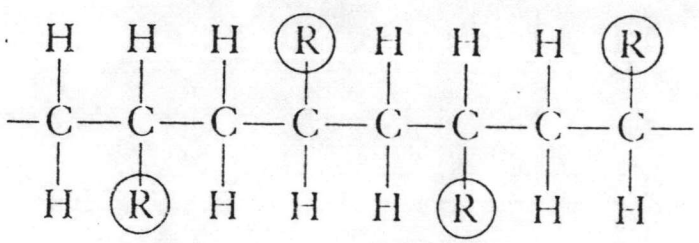
นอกจากนี้มีการจัดเรียงแบบ stereoisomerism เช่น กลุ่ม R จะเรียงตัวอยู่ข้างเดียวของโซ่โมเลกุล เรียก isotactic ถ้ากลุ่ม R อยู่คนละข้างและสลับกันไปเรียกว่า syndiotactic ถ้ากลุ่ม R จัดเรียงไม่เป็นระเบียบ ก็เรียกว่า atactic



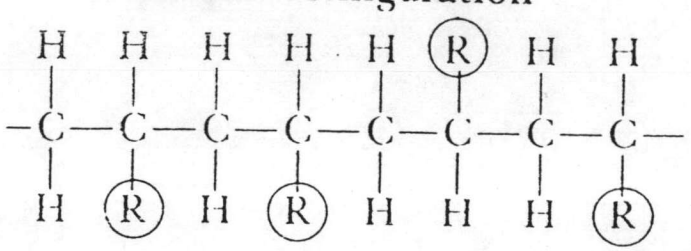
isotactic configuration.



syndiotactic configuration.

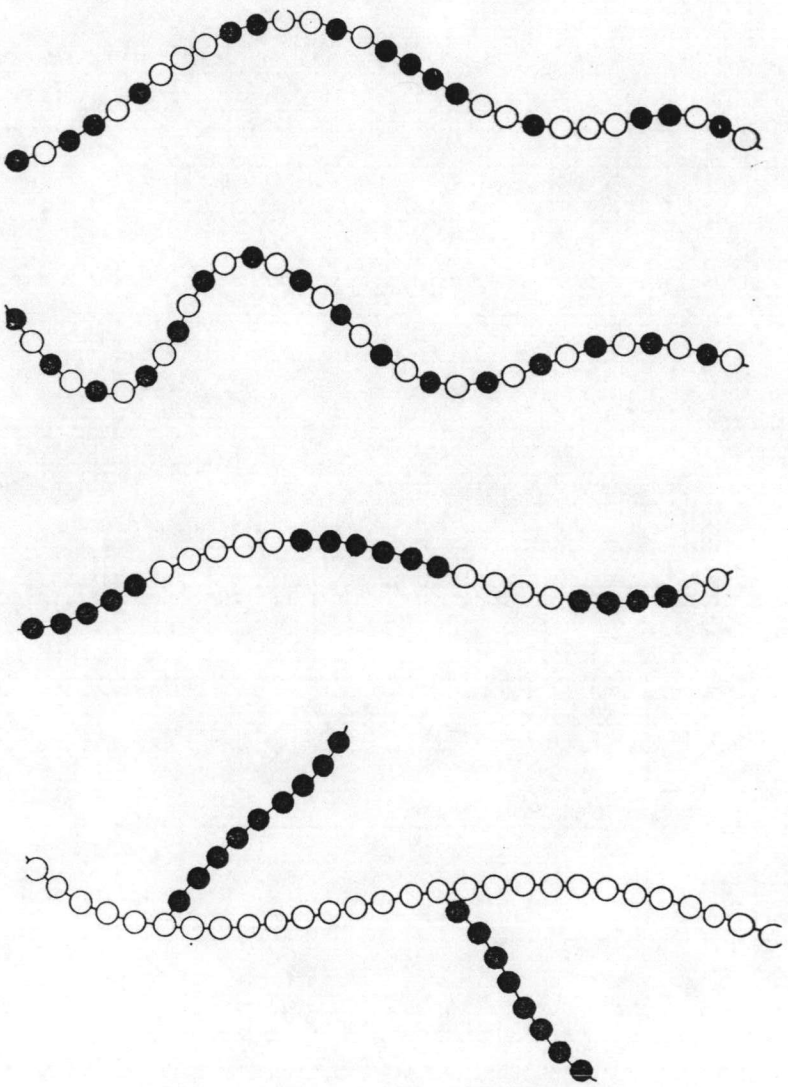


atactic configuration



รูปที่ 2.5 แสดงโครงสร้างของโพลิเมอร์

ในกรณีที่ในสายโซ่หลักของโพลิเมอร์มีโมโนเมอร์ชนิดอื่นอยู่ด้วยจะเรียกว่าโคโพลิเมอร์ การจัดเรียงตัวของโมเลกุลภายในสายโซ่หลักก็จะเปลี่ยนไป สามารถแบ่งออกเป็น 4 แบบคือ แบบแรนดัม (random) คือโมโนเมอร์ทั้ง 2 ชนิดอยู่สลับสับหว่าง โดยไม่มีรูปแบบที่แน่นอน แบบ alternating คือ โมโนเมอร์ทั้ง 2 อยู่สลับกันอย่างสม่ำเสมอ แบบบล็อค (block) ก็คือโมโนเมอร์แต่ละชนิดอยู่กันเป็นกลุ่มๆ และแบบสุดท้ายคือ แบบ graft จะเป็นลักษณะที่โมโนเมอร์ในโซ่หลักกับตัวที่มาต่อนั้นเป็นโมโนเมอร์ต่างชนิดกัน



รูปที่ 2.6 แสดงโครงสร้างของโคโพลิเมอร์

2.3 ความเป็นผลึก (Crystallinity)

โพลิเมอร์เป็นวัสดุอยู่ในสภาพของแข็ง มีรูปแบบที่เป็นได้ทั้งอสัณฐาน กึ่งอสัณฐาน และไม่มีอสัณฐาน อสัณฐานของโพลิเมอร์จะมีความยาวอยู่ในช่วง 5-50 มาโนมิเตอร์

สมบัติทางกายภาพของโพลิเมอร์ตามความเป็นผลึก

1. ความเป็นผลึกต่ำ การเชื่อมโยงระหว่างโมเลกุลอาศัยพันธะโควาเลนท์ ความแข็งแรงน้อย ความหนาแน่นต่ำจุดหลอมเหลวก็จะต่ำ

2. ความเป็นผลึกสูง โพลิเมอร์ในกลุ่มอาจจะมีความเป็นผลึกสูงถึง 98% แต่สิ่งที่ปนมาในผลึก เช่น ความไม่บริสุทธิ์ สิ่งเจือปน และตำแหน่งต่างๆ จะลดความเป็นผลึกลงไป จุดหลอมเหลวสูง ความหนาแน่นสูง ความแข็งสูง

2.1 Fringed micelle model

เป็นแบบจำลองโพลิเมอร์ที่เป็นผลึก โดยประกอบด้วยบริเวณที่เป็นผลึก สลับปะปนกับโพลิเมอร์อสัณฐาน โดยที่โมเลกุลจะเรียงตัวกันแน่นเป็นระเบียบมีความยาวประมาณ 200-300 อังสตรอม (Å) ถ้าโมเลกุลได้รับแรงดึงจะทำให้โพลิเมอร์บริเวณที่ไม่เป็นผลึกจัดเรียงตัว ทำให้ความเป็นผลึกสูงขึ้น ความเป็นผลึกจะมีการกระทบโดยตรงกับสมบัติทางกลของโพลิเมอร์ ไม่ว่าจะเป็นการเสื่อมสภาพ การละลาย หรือการทนต่อสารเคมีหรือความร้อน

2.2 Folded chain crystallites

ความเป็นผลึกของโพลิเมอร์ พบเริ่มแรกจากการเป็นผลึกจากสารละลายเจือจางของโพลิเมอร์ ที่นำมาทำให้เย็น หรือทำให้น้ำระเหยออกไป จะได้ผลึกเป็นรูปแผ่นบาง เป็นรูปทรงปิรามิด ซึ่งเรียกว่า lamellae ประกอบด้วยพวก folded chain ความหนาประมาณ 100 Å (100 Å = 1 ไมครอน) พวก folded chain model เป็นแบบจำลองสำหรับผลึกเดี่ยว ประกอบด้วยคาร์บอนประมาณ 50-60 ตัว ความหนาของโพลิเมอร์แบบนี้จะขึ้นกับความยาวของโมเลกุลที่ขดตัว และอุณหภูมิที่ใช้ในการตกผลึกในตัวทำละลายชนิดต่างๆ

2.3 Spherulites

นอกจากสองแบบที่กล่าวมาแล้ว ยังมีโพลิเมอร์ที่เป็นผลึกอยู่ในแบบที่ต่างออก ไป เช่น เป็นลักษณะที่เติบโตจากจุดศูนย์กลางไปตามแนวรัศมี ขนาดของ spherulites ขึ้นอยู่กับจำนวนของนิวเคลียสที่มีอยู่ ปริมาณของ spherulites ขนาดใหญ่ ถ้ามีมากโพลิเมอร์ก็จะแข็งและเปราะ ดังนั้นนิยมเติม nucleating agent เพื่อให้ปริมาณของ spherulites ขนาดเล็กเพิ่มมากขึ้น เพื่อเพิ่มความทนทานต่อการกระแทก ความเปราะจะลดลง

2.4 การหาค่าองศาของความเป็นผลึก

ในการบ่งชี้ถึงความเป็นผลึกมากน้อยเท่าใดของโพลิเมอร์ นิยมกำหนดด้วยค่าองศาของความเป็นผลึก

ค่าที่ได้จะอยู่ในช่วง 0-100% แต่จะไม่มีค่า 100% เนื่องจากความบกพร่องของผลึกเองที่มีปะปนอยู่ในโพลิเมอร์ อันได้แก่ การหักงอการบิดของโมเลกุล อาจกล่าวได้ว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อค่าองศาความเป็นผลึก ได้แก่ ขนาดของผลึก การเรียงตัวและการกระจายตัวของช่องว่าง โพรง หรือแม้แต่ความเค้นที่ตกค้างอยู่ในเนื้อของโพลิเมอร์ ขนาดความยาวและการกระจายตัวของโมเลกุล เป็นต้น

2.4 อิทธิพลของความเป็นผลึกต่อสมบัติของโพลิเมอร์

การมีปริมาณผลึกสูง ย่อมมีผลโดยตรงต่อสมบัติเชิงกลของโพลิเมอร์ พวกที่เป็นผลึกจะทำให้โพลิเมอร์มีความหนาแน่นสูง ความหนาแน่นก็เป็นตัวบ่งชี้ในการวัดความเป็นผลึกได้

การที่โพลิเมอร์มีปริมาณผลึกสูง ทำให้มีการจัดเรียงตัวของโมเลกุลเป็นระเบียบ มีแรงยึดเกาะสูง เป็นผลให้มีความแข็งแรง และความแข็งสูง

สมบัติทางแสงก็ขึ้นกับความเป็นผลึก โดยทั่วไปโพลิเมอร์ที่ใสและโปร่งแสง มาจากโพลิเมอร์ที่มีโครง สร้างอสัณฐานสมบูรณ์ แต่การที่โพลิเมอร์ไม่โปร่งใสและไม่โปร่งแสง ไม่ใช่เพราะการมีปริมาณผลึกสูงอย่างเดียว อาจเป็นอิทธิพลของสารปรุงแต่งก็ได้

2.5 โพลิเมอร์แบบผสม

โพลิเมอร์แบบผสม (Polymer Blending) เป็นเทคนิคใหม่ที่น่าสนใจ นับตั้งแต่มีการนำยางมาปรับปรุงคุณภาพของโพลิสไตรีน เพื่อให้มีความเหนียวแน่น ไม่เปราะแตกง่าย จนถึงการพัฒนาในระดับสูงเพื่อผลิตโพลิเมอร์ที่มีคุณสมบัติยอดเยี่ยม หรือที่เรียกว่าพลาสติกวิศวกรรมด้วยในการพัฒนาคุณสมบัติของวัสดุให้ได้เฉพาะความต้องการของงานนั้น จำเป็นต้องสร้างและพัฒนาวัสดุใหม่ๆ ขึ้น นำไปสู่เทคนิคของการผสมเพื่อปรับปรุงสมบัติที่ขาดไปในโพลิเมอร์ชนิดหนึ่งด้วยโพลิเมอร์อีกชนิดหนึ่ง เช่นการทนแรงกระแทก การทนความร้อน ตลอดจนรวมถึงเพื่อให้ง่ายในการผลิตขึ้นรูป โพลิเมอร์แบบผสมจึงได้รับความสนใจและมีความสำคัญมากขึ้นด้วยเหตุผลหลายอย่าง เหตุผลที่สำคัญที่สุดคือในด้านเศรษฐศาสตร์ โพลิเมอร์แบบผสม เป็นหนทางที่จะสร้างพลาสติกใหม่ที่ยังคงคุณสมบัติทางกายภาพของโพลิเมอร์ที่นำมาผสม การผสมโพลิเมอร์สองชนิดหรือมากกว่า สามารถเพิ่มคุณสมบัติที่ไม่อาจจะหาได้ในโพลิเมอร์เพียงตัวเดียว โพลิเมอร์แบบ

ผสมสามารถสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ซึ่งสามารถนำไปผลิตในขั้นอุตสาหกรรมได้ โดยมีคุณสมบัติตามต้องการและต้นทุนการผลิตที่ถูก

สิ่งสำคัญและยากคือการเลือกโพลิเมอร์ที่มีข้อดี สามารถทดแทนข้อด้อยในโพลิเมอร์ตัวที่สองหรือโพลิเมอร์ตัวอื่นๆ

ข้อดีของโพลิเมอร์แบบผสมคือ ต้นทุนการผลิต ในกรณีพลาสติกวิศวกรรมจะต่ำ สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของพลาสติกได้รวดเร็ว แต่อาจมีข้อเสียในเรื่องต้นทุนของการทำ compounding การรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันของโพลิเมอร์ผสมที่ได้ และการรีไซเคิล

การผสมกันของโพลิเมอร์ตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปมีเงื่อนไขที่จะทำให้การกระจายตัวเข้ากันไม่ได้ดีคือ

1. เงื่อนไขทางพลังงาน

โพลิเมอร์ 2 ตัวเข้ากันไม่ได้ เพราะพลังงานที่ใช้ในการผสมโมเลกุลของโพลิเมอร์แต่ละชนิดต่างกัน ถ้ามีการเลือกจับคู่กันอย่างดี ก็มีโอกาสที่จะผสมเป็นเนื้อเดียวกันได้ การใช้เครื่องอัดรีดที่ดีก็มีส่วนช่วยให้การผสมดีขึ้นได้

2. เงื่อนไขทางขนาดและการเรียงตัวของโมเลกุล

อาจแก้ไขได้โดยใช้สารเคมี coupling agent เพื่อเชื่อมเอาโพลิเมอร์ 2 ชนิดเข้าด้วยกัน การผสมแบบนี้เป็นแบบเข้ากันเป็นเนื้อเดียว ส่วนใหญ่ค่อนข้างใสและโปร่ง เนื่องจากสามารถผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันได้ ส่วนการผสมที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน ช่วงระหว่างโพลิเมอร์ 2 ตัว จะเกิดการกระจายของแสงทำให้เกิดการทึบแสงในบางช่วง ทำให้การผสมแบบนี้แลดูค่อนข้างทึบแสง

2.6 โพลิโพรพิลีน

โพลิโพรพิลีน มีสมบัติโดยรวมดังต่อไปนี้

- ทนตัวทำละลายอินทรีย์ (organic solvent) และ สารอนินทรีย์ (inorganic chemical) ได้ดี ยกเว้นแต่ตัวออกซิไดซ์ (oxidizing agent) บางตัว เช่น กรดไนตริก และกรดซัลฟูริก
- ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) ต่ำที่สุดในหมู่เทอร์โมพลาสติกด้วยกัน
- มีค่าดัชนีการไหล (MFI) ได้กว้าง (0.3-800 g/10 min)
- จุดหลอมตัวสูง (165° C สำหรับ โฮโมโพลิเมอร์)
- สามารถรีไซเคิลได้

โพลิโพรพิลีน มีโครงสร้าง 3 แบบคือ isotactic, atactic และ syndiotactic แต่ในเชิงธุรกิจแล้วจะมีโครงสร้างแบบ isotactic ซึ่งมีโมเลกุลเป็นแบบบันไดเวียน (Helical) มีความเป็นผลึกมากทำให้มีความแข็ง (stiffness) และความต้านทานแรงดึง (tensile strength) สูง

Atactic โพลิโพรพิลีน มีโครงสร้างโมเลกุลไม่แน่นอนทำให้มีความเป็นผลึกน้อยมาก โครงสร้างเป็นแบบอสัณฐาน จะไม่ค่อยแกร่ง อยู่ในสภาวะกึ่งไข(wax) กึ่งยาง(elastomer) มักจะใช้ในงานพวก Adhesive หรือผสมกับพวก Asphalt เพื่อทำวัสดุมุงหลังคา

Syndiotactic โพลิโพรพิลีน ยังไม่มีการผลิตในเชิงธุรกิจ มีจุดหลอมเหลวต่ำ ทนแรงกระแทก (impact) ได้ดี มีความใสมากกว่า isotactic โฮโมโพลิเมอร์ โพลิโพรพิลีน

2.7 โพลิโพรพิลีนชนิดโฮโมโพลิเมอร์ (Polypropylene-Homopolymer)

Isotactic โพลิโพรพิลีน ในเชิงธุรกิจมี 3 แบบคือ โฮโมโพลิเมอร์, บล็อคโคโพลิเมอร์ และ แรนดัมโคโพลิเมอร์

โพลิโพรพิลีนชนิดโฮโมโพลิเมอร์ ถูกผลิตขึ้นจาก propylene monomer เพียงอย่างเดียว นำไปใช้งานในการผลิต Fiber, Filament, Castfilm, Injection molded partsและ Blow mold bottle ในงานวิจัยนี้จะเรียก โพลิโพรพิลีนชนิดโฮโมโพลิเมอร์ ว่า "HP"

2.8 โพลิโพรพิลีนชนิดโคโพลิเมอร์ (Polypropylene-Copolymer)

โพลิโพรพิลีนชนิดโคโพลิเมอร์ มีการนำไปใช้งานอย่างกว้างขวาง ทั้งบล็อคโคโพลิเมอร์และ แรนดัมโคโพลิเมอร์

บล็อคโคโพลิเมอร์ นิยมใช้ในการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ บล็อคโคโพลิเมอร์ มีการใช้ Ethylene monomer ร่วมกับ propylene monomer ในขั้นตอนการผลิต ซึ่งจะเกิดเป็น Rubber phase ของ Ethylene - Propylene Rubber ขึ้น ทำให้ความต้านทานแรงกระแทก (Impact) สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงอุณหภูมิต่ำๆ ในขณะที่ โฮโมโพลิเมอร์ จะมีความแกร่ง (Stiffness) มากกว่าในงานวิจัยนี้จะเรียกบล็อคโคโพลิเมอร์ (Block Copolymer) ว่า "BP"

แรนดัมโคโพลิเมอร์ (Random Copolymer) มีจุดเด่นทางด้านความใส มีช่วงอุณหภูมิการหลอมตัวต่ำและกว้าง แรนดัมโคโพลิเมอร์ถูกผลิตขึ้นโดยมีการเติม Ethylene monomer เข้าไปแบบ Random Addition ที่อุณหภูมิเยือกแข็ง (Refrigerator Temperature) แรนดัมโคโพลิเมอร์จะมีความต้านทานแรงกระแทก(Impact) สูงกว่า โฮโมโพลิเมอร์ แต่จะต่ำกว่า บล็อคโคโพลิเมอร์ ความใสจะดีกว่าบล็อคโคโพลิเมอร์ การนำไปใช้งานส่วนใหญ่จะเป็น Injection Molding, เครื่องใช้ภายในบ้านเรือน, งาน Blow Molding พวกขวด และ Cast Film ในงาน Blow molding ภาชนะบรรจุอาหาร จะมีความเด่นในเรื่องของความใส มีความเหมาะสมของความสามารถในการทนแรงกระแทก (Impact) หรือ ความเหนียวกับความแข็งแกร่ง (Stiffness) ในงาน Blow molding พวกขวดจะมีจุดเด่นที่ความใส ทนอุณหภูมิได้สูง ผิวงานมีความมันเงา และมีช่วง

การเชื่อมประสานด้วยความร้อนที่กว้างสำหรับงาน Cast Film ในงานวิจัยนี้จะเรียก แรนดัมโคโพลิเมอร์(Random Copolymer) ว่า "RP"

ตารางที่ 2.1 สมบัติทางกายภาพของ โพลิโพรพิลีน

สมบัติทางกายภาพ	โฮโมโพลิเมอร์	Random Copolymer	Block Copolymer
ความถ่วงจำเพาะ	0.904	0.90	0.91
ปริมาตร ลบนิ้ว/ปอนด์	30.6	31.0	30.5
ทนแรงดึง ปอนด์/ตร.นิ้ว (Tensile)	5,500	4,500	4,400
ทนแรงกระทบ (Impact)	1.5	10	15
ทนความร้อนโดยปกติ (HDT)	275° ฟ	220° ฟ	216° ฟ
ความใส (Clarity)	โปร่งใส	โปร่งใส	ทึบ
ทนแสงแดด	พอใช้	พอใช้	พอใช้
ทนกรดอ่อน	ได้	ได้	ได้
ทนกรดแก่	ถูกทำลาย	อย่างช้าๆจาก	Oxidizing Acid
ทนด่าง	ได้	ได้	ได้
ทนสารละลาย	ทนได้ถ้าต่ำกว่า	175° ฟ	ถูกทำลายโดย Hydrocarbons

2.9 กระบวนการผลิตโพลิโพรพิลีนในเชิงอุตสาหกรรม

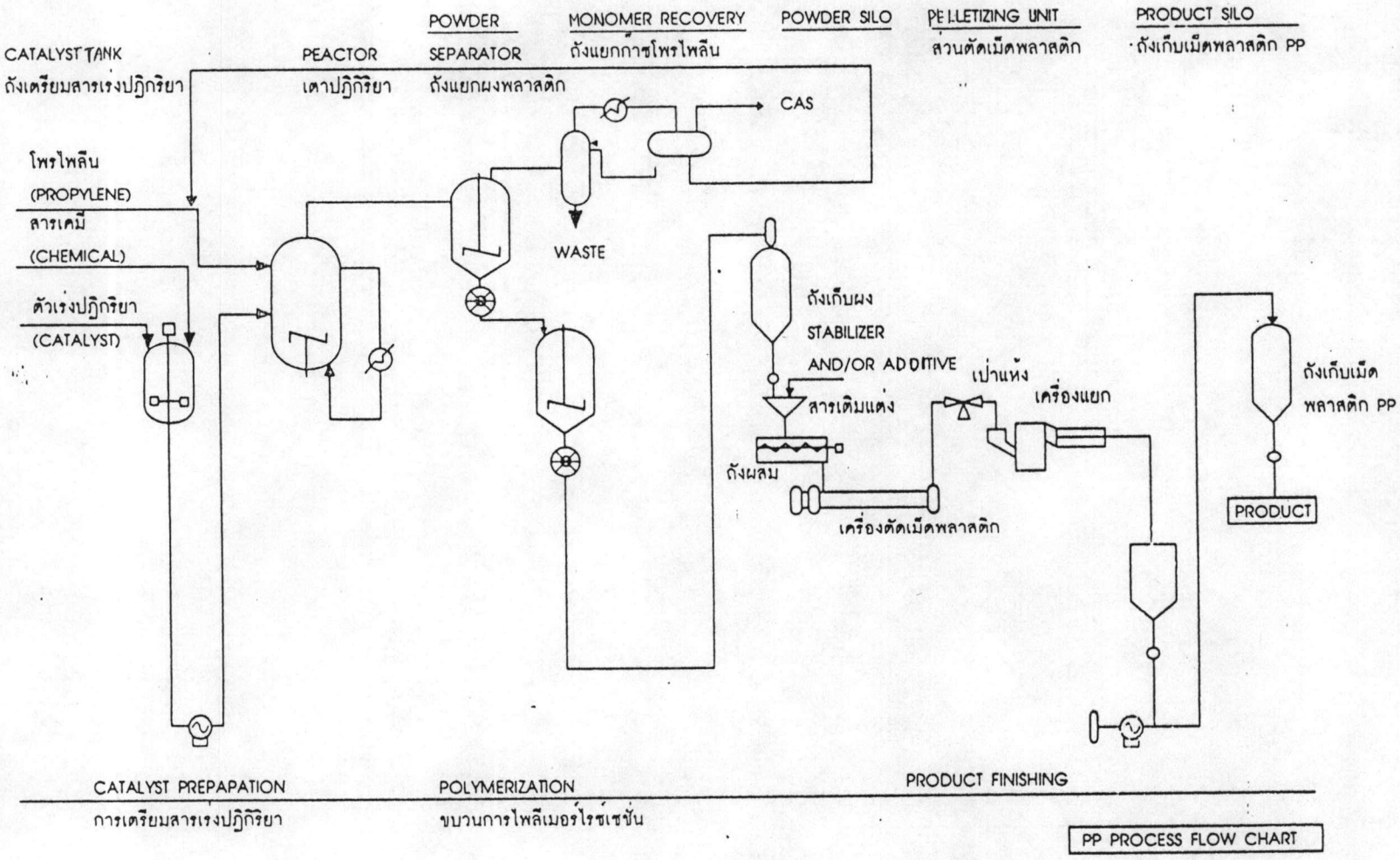
ก๊าซ Propylene ตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) ตัวเร่งปฏิกิริยาร่วม (Co-catalyst) จะถูกป้อนเข้าสู่ Reactor ในสภาวะอุณหภูมิและความดันที่เหมาะสม ปฏิกิริยาโพลิเมอไรเซชั่น (polimerization) จะเกิดขึ้น ได้เป็นผงพลาสติก (PP Powder) ความร้อนที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาจะถูกดึงออกโดยถ่ายเทความร้อนไปยังน้ำหล่อเย็น (Cooling water) ซึ่งจะทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิใน Reactor

เมื่อระดับของผงพลาสติกใน Reactor สูงขึ้น จะถูกถ่ายไปยังถังแยก (Powder Buffer Vessel) เพื่อแยกเอาก๊าซ Propylene ที่ติดมากับผงพลาสติกออก ผงพลาสติกที่แยกก๊าซ Propylene ออกแล้ว จะถูกส่งต่อไปยังถังแยก ส่วนก๊าซ Propylene จะถูกส่งไปยังระบบ Carrier Gas เพื่อส่ง

ไปยัง Gas Separation Unit เพื่อทำให้ก๊าซ Propylene บริสุทธิ์ แล้วนำกลับมาป้อนเข้าสู่ Reactor ใหม่อีกครั้ง

ผงพลาสติกจะถูกส่งเข้าสู่เครื่อง Extruder ที่จะอัดรีดพลาสติกออกมาเป็นเส้น และผ่านการตัดให้เป็นเม็ดด้วยใบมีดภายใต้น้ำหล่อเย็น จากนั้นเม็ดพลาสติกที่ตัดได้จะถูกทำให้แห้งด้วยเครื่องสลัดแห้ง (Dryer) และจะถูกลำเลียงผ่านกระแสลมที่มีความดันผ่านไปยังถังอบเม็ด ทำให้เม็ดพลาสติกเย็นแล้วลำเลียงเข้าสู่ถังโฮโมจิไนซ์ เพื่อคลุกเคล้าให้เม็ดพลาสติกเข้ากันได้ดี จากนั้นจะถูกส่งไปยังถังพักเม็ดเพื่อรอส่งเข้าเครื่องบรรจุถุงเม็ดพลาสติกต่อไป

โพลิโพรพิลีน ที่ผลิตแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ โฮโมโพลิเมอร์, บล็อคโคโพลิเมอร์ (ใช้ Ethylene เป็น Copolymer 1-15 %) และ แรนดัมโคโพลิเมอร์ (ใช้ Ethylene เป็น Copolymer 1-5 %)



รูปที่ 2.7 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการผลิตโพลิโพรพิลีน