

ภาคผนวก ก

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

วัตถุดิบของอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

1. นาฟธา (Naptha)

นาฟธา เป็นสารผสมของไฮโดรคาร์บอนหลายชนิด ตั้งแต่ไฮโดรคาร์บอนที่มีอะตอมของคาร์บอนในโมเลกุลตั้งแต่ 5 อะตอมจนถึง 9 อะตอม มีจุดเดือดระหว่าง 70-200 องศาเซลเซียส นาฟธาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบหรือจากการแยกคอนเดนเสท นาฟธา สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ นาฟธาเบา (Light Naptha) มีจุดเดือดอยู่ระหว่าง 70-150 องศาเซลเซียส เป็นสารผสมของไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอนในโมเลกุล 5-6 ตัวเป็นส่วนใหญ่ และนาฟธาหนัก (Heavy Naptha) มีจุดเดือดอยู่ระหว่าง 150-200 องศาเซลเซียส เป็นสารผสมของไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอนในโมเลกุล 7-9 ตัวเป็นส่วนใหญ่

นอกจากนาฟธา จะใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีแล้ว นาฟธาสามารถถูกปรับปรุงคุณสมบัติ โดยการเติมสารเติมแต่งต่างๆ เช่น การเพิ่มค่าออกเทนเพื่อใช้เป็นก๊าซโซลีน (Gasoline) หรือที่รู้จักกันในนามของน้ำมันเบนซินได้ นาฟธาสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซหุงต้มหรือสามารถให้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรงได้

2. อีเทน (Ethane)

อีเทน เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอน 2 อะตอมในโมเลกุล มีสูตรโมเลกุลเป็น C_2H_6 อีเทนเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกก๊าซธรรมชาติ ซึ่งในก๊าซธรรมชาติจะมีมีเทน (Methane) เป็นองค์ประกอบหลัก ส่วนอีเทน โพรเพน บิวเทน มีปะปนอยู่บ้าง สัดส่วนขององค์ประกอบของก๊าซธรรมชาติจะมีความแตกต่างกันไปตามแหล่งผลิตก๊าซธรรมชาติ ก๊าซธรรมชาติที่เหมาะสมสำหรับนำมาผลิตวัตถุดิบของอุตสาหกรรมปิโตรเคมี จะเป็นก๊าซธรรมชาติที่มีองค์ประกอบเป็นอีเทนจำนวนมากหรือที่เรียกว่าเว็ทก๊าซ (Wet Gas)

3. โพรเพน (Propane)

โพรเพน เป็นอีกผลิตภัณฑ์หนึ่ง ที่ได้จากการกลั่นแยกก๊าซธรรมชาติจากโรงแยกก๊าซ โพรเพนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีอะตอมคาร์บอน 3 อะตอมในโมเลกุลของโพรเพน ซึ่งโพรเพนมีสูตรโมเลกุลเป็น C_3H_8

4. ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG: Liquefied Petroleum Gas)

ก๊าซปิโตรเลียมเหลว เป็นก๊าซผสมที่มีองค์ประกอบของสารไฮโดรคาร์บอน 2 ชนิด คือ ชนิดที่มีจำนวนอะตอมคาร์บอนในโมเลกุล 3 อะตอม และ 4 อะตอม เช่น โพรเพน บิวเทน เป็นต้น ก๊าซปิโตรเลียมเหลว สามารถผลิตได้จากการกลั่นแยกก๊าซธรรมชาติ การกลั่นคอนเดนเสทก็ได้ ก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีชื่อเรียกกันทั่วไปว่าก๊าซหุงต้ม ทั้งนี้เนื่องจากนอกจากก๊าซปิโตรเลียมเหลวจะสามารถใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมปิโตรเคมีแล้ว ก๊าซปิโตรเลียมเหลวยังมีการนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ที่มีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์อย่างมาก คือ สามารถนำไปใช้เป็นก๊าซหุงต้มเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในการให้ความร้อนในการประกอบอาหารหรือใช้เป็นเชื้อเพลิงรถยนต์ เนื่องจากก๊าซปิโตรเลียมเหลวเชื้อเพลิงที่สามารถใช้งานได้สะดวก มีความสะอาดและมีประสิทธิภาพในการให้ความร้อน

5. สารเหลวก๊าซธรรมชาติ (NGL: Natural Gas Liquid)

สารเหลวก๊าซธรรมชาติสถานะภาพเป็นของเหลว ซึ่งแหล่งที่มา 2 แห่ง คือจากหลุมก๊าซธรรมชาติ และจากหลุมน้ำมันดิบ สารเหลวก๊าซธรรมชาติจากหลุมน้ำมันสามารถใช้เป็นวัตถุดิบให้แก่อุตสาหกรรมปิโตรเคมีได้ ขณะที่สารเหลวก๊าซธรรมชาติหนัก (Heavy NGL) กำลังอยู่ในระหว่างการวิจัย ที่จะนำมาใช้ประโยชน์ สารเหลวก๊าซธรรมชาตินอกจากจะสามารถนำมาเป็นวัตถุดิบให้กับอุตสาหกรรมปิโตรเคมีแล้ว ยังสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้

6. ก๊าซออยล์ (Gas Oil)

ก๊าซออยล์ เป็นของผสมของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีอะตอมคาร์บอนในโมเลกุล อยู่ 15-25 อะตอม มีจุดเดือดอยู่ระหว่าง 200-400 องศาเซลเซียส ก๊าซออยล์สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ทั้งเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ใช้ทำน้ำมันดีเซล (Diesel) และใช้ทำน้ำมันก๊าซโซลีน

ภาพผนวกที่ ก1 แสดงกระบวนการผลิตวัตถุดิบของอุตสาหกรรมปิโตรเคมีจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมแต่ละชนิด

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้น

1. สารโอเลฟินส์ (Olefins)

1.1 เอทิลีน (Ethylene)

เอทิลีน เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีจำนวนอะตอมคาร์บอนในโมเลกุล 2 อะตอม จับกันด้วยพันธะคู่ ที่บรรยากาศปกติเอทิลีนจะมีสภาพเป็นก๊าซ โดยในการผลิตเอทิลีนมี 2 วิธีสำคัญ คือการผลิตเอทิลีนจากอีเทน (Gas Base) และการผลิตจากนาฟธา (Naphtha Base)

การผลิตเอทิลีนจากอีเทนนั้นจะนำอีเทนที่ได้จากโรงแยกก๊าซธรรมชาติมาผ่านกระบวนการแตกสลายโมเลกุล (Cracker) จากนั้นทำการแยกเอทิลีนที่ได้จากการแตกสลายโมเลกุลออกมา ส่วนการผลิตเอทิลีนจากนาฟธานั้น นาฟธาที่ใช้สำหรับการผลิตสารเอทิลีนนั้นจะใช้นาฟธาในการผลิต โดยจะนำนาฟธาเข้ามาทำการแตกสลายโมเลกุลและทำการกลั่นแยกเอทิลีนออกมา ในการใช้นาฟธาเป็นวัตถุดิบนี้จะมีโพรไพลีน มิกซ์ซีลล์ โพรไลซิลก๊าซโซลีนหรือที่เรียกว่าพายก๊าซ (Pyrolysis Gasoline: Pygas) เป็นผลพลอยได้ (By Product) (ภาพผนวกที่ ก2)

1.2 โพรไพลีน (Propylene)

โพรไพลีน เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ประกอบด้วยอะตอมคาร์บอน 3 อะตอมในโมเลกุล โดยมีพันธะคู่ระหว่างอะตอมคาร์บอน 1 พันธะ โพรไพลีน

สามารถผลิตได้จากการเป็นผลิตภัณฑ์ร่วมจากการผลิตเอทิลีน โดยใช้नाฟธาเป็นวัตถุดิบ นอกจากนี้ โพรไพลีนสามารถผลิตจากก๊าซโพรเพนที่ได้จากโรงแยกก๊าซธรรมชาติ โดยนำโพรเพนมาทำการดึงอะตอมของไฮโดรเจนออกจากโมเลกุล (Propane Dehydrogenation) แล้วทำการกลั่นแยกโพรไพลีนออกมา (ภาพผนวกที่ ก2)

1.3 มิกซ์ซีลี (Mixed C₄)

มิกซ์ซีลี เป็นผลพลอยได้ (By Product) ของการผลิตเอทิลีนจากนาฟธา (ภาพผนวกที่ 2) และก๊าซผสมมิกซ์ซีลี สามารถแยกออกเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนแต่ละชนิดได้โดยการสกัดซึ่งจะทำให้ได้สารโอเลฟินส์ที่เป็นนอลมอลบิวทีน ไอโซบิวทีน และบิวทาไดอิน

1.3.1 บิวทาไดอิน (Butadiene)

บิวทาไดอิน เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ประกอบด้วยอะตอมคาร์บอน 4 อะตอมในโมเลกุล โดยมีพันธะคู่ระหว่างอะตอมคาร์บอน 2 พันธะ

1.3.2 ไอโซบิวทีน (Iso-Butene)

ไอโซบิวทีน เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ประกอบด้วยอะตอมคาร์บอน 4 อะตอมในโมเลกุล ซึ่งมีลักษณะเป็นโซ่กิ่ง โดยมีพันธะคู่ระหว่างอะตอมคาร์บอน 1 พันธะ

1.3.3 นอลมอลบิวทีน (n-Butene)

นอลมอลบิวทีน เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีลักษณะการจับตัวกันของคาร์บอนเป็นแบบโซ่ตรง โดยมีพันธะคู่ระหว่างอะตอมคาร์บอน 1 พันธะ มี 2 ชนิด คือ 1 บิวทีน (1-Butene) และ 2-บิวทีน (2-Butene) ซึ่งต่างกันที่ตำแหน่งของพันธะคู่ที่อยู่ต่ออะตอมคาร์บอนที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

2. สารอะโรแมติกส์ (Aromatics)

ในการผลิตสารอะโรแมติกส์ วัตถุดิบที่สำคัญ คือ นาฟธาหนัก ซึ่งจะนำมาผ่านกระบวนการเปลี่ยนรูปทรง การเรียงโมเลกุล (Reforming) เพื่อให้เกิดเป็นสารอะโรแมติกส์ ทั้งเบนซีน โทลูอิน และไซลีน จากนั้นทำการสกัดแยกสารอะโรแมติกส์แต่ละชนิดออกมาเป็น เบนซีน โทลูอิน และไซลีน

2.1 เบนซีน (Benzene)

เบนซีน เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอน 6 อะตอม ในโมเลกุล ซึ่งต่อกันเป็นวง

2.2 โทลูอิน (Toluene)

โทลูอิน เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีอะตอมคาร์บอน 7 อะตอม ในโมเลกุล โดยมีคาร์บอน 6 โมเลกุลต่อกันเป็นวง

2.3 ไซลีน (Xylene)

ไซลีน เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีอะตอมคาร์บอน 8 อะตอมในโมเลกุล ไซลีนมีด้วยกัน 3 ชนิด คือ พาราไซลีน (P-Xylene) ออโรไซลีน (O-Xylene) และเมตาไซลีน (M-Xylene)

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นกลางและขั้นปลาย

จากที่กล่าวแล้วว่า อุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นกลางจะทำหน้าที่เชื่อมระหว่างอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้นกับอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นปลายบางชนิด ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นกลาง จะไม่ได้ถูกนำไปใช้ประโยชน์โดยตรง แต่จะถูกนำไปใช้ประโยชน์ผ่านอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นปลาย ผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นกลางมักจะเป็นเคมีภัณฑ์ที่มีลักษณะโมโนเมอร์ (Monomer) ซึ่งได้จากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของผลิตภัณฑ์

จากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้น ให้อยู่ในโครงสร้างที่เหมาะสมที่จะนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นปลายตามที่ต้องการได้ ผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีขั้นปลายที่สำคัญ ได้แก่ เอทิลีนออกไซด์ (Ethylene Oxide) เอทิลีน ไกลคอล (Ethylene Glycol) ไวนิลคลอไรด์โมโนเมอร์ (Vinyl Chloride Monomer) คาโพลแลคตัม (Caprolactam) สไตรีน โมโนเมอร์ (Styrene Monomer) เป็นต้น

อุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นปลาย จะทำหน้าที่ผลิตผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีขั้นสุดท้ายแล้วส่งผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปยังอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ อิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมยางรถยนต์ อุตสาหกรรมสิ่งทอ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีขั้นปลายมีมากมายหลายชนิด เช่น พลาสติกโพลิเอทิลีน (Polyethylene) โพลิโพรไพลีน (Polypropylene) โพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinylchloride) เอบีเอส (ABS) โพลีสไตรีน (Polystyrene) เป็นต้น ซึ่งการใช้งานของผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปตามลักษณะคุณสมบัติของแต่ละชนิด ผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรม ปิโตรเคมีสามารถแบ่งตามประเภทของผลิตภัณฑ์ที่สำคัญ ดังนี้

1. เรซินสังเคราะห์ (Synthetic Resin)

เรซินสังเคราะห์ เป็นผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีขั้นปลาย ที่เกิดจากการต่อกันของโมเลกุลเดี่ยว (Monomer) หลายๆ โมเลกุล จนทำให้ขนาดของโมเลกุลมีขนาดใหญ่ที่เรียกว่า โพลีเมอร์ (Polymer) โดยคุณสมบัติของเรซินแต่ละชนิด จะแตกต่างกันไปตามลักษณะโครงสร้างภายในโมเลกุลของโพลีเมอร์รวมถึงการวัดเรียงตัวกัน (Configuration) ของโพลีเมอร์ และสารเติมแต่ง (Additive) ที่เติมเข้าไป เพื่อปรับคุณสมบัติของเรซินสังเคราะห์ให้มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ ถึงแม้ว่าเรซินสังเคราะห์แต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติแตกต่างกัน แต่เรซินสังเคราะห์ยังมีคุณสมบัติร่วมบางประการ กล่าวคือเรซินสังเคราะห์จะมีน้ำหนักเบาแต่แข็งแรง สามารถขึ้นรูปเป็นชิ้นงานได้ง่าย แม้จะเป็นรูปทรงที่ซับซ้อนสามารถเติมสีให้ผลิตภัณฑ์ได้ตามต้องการ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะผิวมันเรียบสวยงาม ทนทานต่อแสงแดดและสารเคมี ทนการกัดกร่อนสีหรือได้สี นอกจากนี้ เรซินสังเคราะห์ยังเป็นฉนวนกันความร้อนและไฟฟ้าได้อีกด้วย

เรซินสังเคราะห์จำแนกออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ เรซินแบบเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic Resins) เรซินเทอร์โมเซตติง (Thermosetting Resins)

1.1 เรซินแบบเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic Resins)

เรซินแบบเทอร์โมพลาสติก เป็นเรซินที่มีคุณสมบัติเมื่อขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แล้ว สามารถหลอมเหลวด้วยความร้อนและแข็งตัวเมื่อเย็นตัวลงได้ ซึ่งจากคุณสมบัตินี้ทำให้เรซินสังเคราะห์ชนิดนี้ สามารถนำกลับมาหลอมเหลวขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่หลังจากใช้งานแล้วได้ (Recycle) เรซินประเภทนี้ได้แก่พลาสติกทั่วไป ซึ่งนอกจากเม็ดพลาสติกโพลีเอทิลีนแล้วยังมีเม็ดพลาสติกชนิดอื่นๆ เช่น โพลีโพรไพลีน โพลีสไตรีน โพลีไวนิลคลอไรด์ เป็นต้น

1.1.1 โพลีโพรไพลีน (Polypropylene)

โพลีโพรไพลีน เป็นพลาสติกที่มีน้ำหนักเบาที่สุดในบรรดาเทอร์โมพลาสติก โดยมีความหนาแน่นที่ 0.90 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ในการผลิตโพลีโพรไพลีนจะใช้สารตั้งต้นเป็นโพรไพลีนเข้าทำปฏิกิริยาต่ออนุมูล โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวทำละลาย โดยปฏิกิริยาต่ออนุมูลจะเป็นปฏิกิริยาต่ออนุมูลแบบเติม (Polymerization)

โพลีโพรไพลีน มีความแข็งแรง เหนียวแน่น ทนแรงดึงได้สูง มีจุดหลอมตัวที่ 165 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าโพลีเอทิลีน จึงเหมาะใช้กับงานที่อุณหภูมิสูงกว่าโพลีเอทิลีน ทนทานต่อไขมันและน้ำมันได้ดีและมีความใส โพลีโพรไพลีนสามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายในงานฉีด ใช้ทำเปลือกเบตเตอร์ ทำชิ้นส่วนรถยนต์ เช่น ถังน้ำมัน กันชนแผงหน้าปัทม์ เป็นต้นและใช้ทำเครื่องใช้ในบ้านต่างๆ ในงานฟิล์ม โพลีโพรไพลีนสามารถใช้ทำฟิล์มใส ถูร้อน ถูเย็น ฟิล์มห่ออาหาร เป็นต้น ในงานเป่า โพลีโพรไพลีนสามารถใช้ทำขวด ถัง ในลักษณะเดียวกับโพลีเอทิลีน ความหนาแน่นสูง นอกจากนี้โพลีโพรไพลีนยังสามารถใช้งานในงานสิ่งทอ ทำเส้นใย พ้นพรม กระสอบสาน เชือก แห อวนได้อีกด้วย

1.1.2 โพลีสไตรีน (Polystyrene: PS)

โพลีสไตรีน เป็นพลาสติกที่เริ่มมีกระบวนการผลิตในเชิงการค้าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2477 โมเลกุลจะมีลักษณะเป็นเส้นตรงยาว (Linear Long Chain Polymer) มีความหนาแน่นประมาณ 1.05-1.07 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตโพลีสไตรีน ได้แก่ สไตรีนโมโนเมอร์ (Styrene Monomer: SM) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นกลางที่ได้จากปฏิกิริยาระหว่างเบนซีนกับเอทิลีน ซึ่งจะให้เป็นเอทิลเบนซีน (Ethylbenzene) ก่อน แล้วนำไปผ่านกระบวนการดิงไฮโดรเจนออกจากโมเลกุล (Dehydrogenation) ได้เป็นสไตรีนโมโนเมอร์และในการผลิตโพลีสไตรีนจะนำสไตรีนโมโนเมอร์มาทำปฏิกิริยาต่ออนุมูลอิสระ (Free Radical) เป็นตัวเริ่มปฏิกิริยา

โพลีสไตรีนมีสามเกรด คือ โพลีสไตรีนชนิดใช้งานทั่วไป (General Purpose Polystyrene: GPPS) โพลีสไตรีนชนิดทนแรงกระแทกสูง (High Impact Polystyrene: HIPS) โพลีสไตรีนโฟม (Expandable Polystyrene: EPS)

ก) โพลีสไตรีนชนิดใช้งานทั่วไป มีลักษณะเป็นโฮโมโพลีเมอร์ (Homopolymer) คือมีโมโนเมอร์ชนิดเดียว คือ สไตรีน โพลีสไตรีนชนิดใช้งานทั่วไปมีคุณสมบัติขึ้นรูปได้ง่าย มีความโปร่งใส ผสมสีได้ง่าย ไม่นำไฟฟ้าเยื่อต่อสารเคมี ทนความร้อนได้ต่ำ แต่มีข้อเสียที่สำคัญคือไม่เหมาะสำหรับงานที่ต้องรับแรงกระแทกมากๆ เนื่องจากมีความเปราะสูง แตกหักได้ง่าย โพลีสไตรีนชนิดนี้นิยมใช้ทำกล่องพลาสติก คลับเทป ภาชนะใส่อาหารและชิ้นส่วนในรถยนต์ เป็นต้น

ข) โพลีสไตรีนชนิดทนแรงกระแทกสูง จะได้จากการเติมสารเติมแต่ง เช่น ยางสังเคราะห์เล็กน้อยผสมกับโพลีสไตรีน จะทำให้โพลีสไตรีนที่ได้มีลักษณะเหนียวขึ้น เหมาะกับการใช้งานที่ต้องรับแรงกระแทกซึ่งเป็นการแก้ไขข้อเสียของโพลีสไตรีนชนิดที่ใช้งานทั่วไป อย่างไรก็ตาม โพลีสไตรีนชนิดทนแรงกระแทกสูงจะเสียความใส ความแข็งและความทนต่อแรงดึง รวมถึงอุณหภูมิใช้งานจะต่ำลงด้วย ทั้งนี้คุณสมบัติเหล่านี้จะลดลงเล็กน้อยเพียงใดขึ้นกับปริมาณยางที่เติมเข้าไป พลาสติกชนิดนี้นิยมใช้ทำชิ้นส่วนรถยนต์และเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น เรือตู้เย็น วิทยุ และใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ต่างๆ เป็นต้น

ค) โพลีสไตรีนโฟม ได้จากการอัดก๊าซ เช่น เพนเทน (Pentane) กับโพลีสไตรีน จากนั้นนำไปขยายตัวด้วยไอน้ำแล้วขึ้นรูป จะได้เป็นโพลีสไตรีนโฟมที่มีน้ำหนักเบา ทนต่อการกระแทกและเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี จึงนิยมใช้เป็นวัสดุกันความร้อนในตู้เย็นและบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น

1.1.3 โพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinylchloride: PVC)

โพลีไวนิลคลอไรด์ เป็นพลาสติกที่มีการใช้งานอย่างกว้างขวางในการผลิตจะใช้ไวนิลคลอไรด์ โมโนเมอร์ (Vinylchloride Monomer) เป็นวัตถุดิบ โดยไวนิลคลอไรด์โมโนเมอร์เป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นกลางที่ได้จากการแตกสลายโมเลกุลของเอทิลีน ไดคลอไรด์ (Ethylene Dichloride: EDC) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นกลาง อีกขั้นหนึ่งที่เกิดมาจากการนำเอทิลีนมาทำปฏิกิริยาเติมคลอรีนลงใน โมเลกุล (Chlorination)

ไวนิลคลอไรด์ โมโนเมอร์ที่ได้จากการแตกสลายเอทิลีนไดคลอไรด์ จะถูกทำให้บริสุทธิ์โดยการกลั่นในหอกกลั่น แล้วนำมาทำปฏิกิริยาต่อออกซิเจน โดยเติมตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อช่วงเร่งปฏิกิริยาให้เกิดเป็นพลาสติกโพลีไวนิลคลอไรด์

โพลีไวนิลคลอไรด์ เป็นพลาสติกที่มีความแข็งแรงเปราะ การใช้งานจึงจำเป็นต้องมีการเติมสารเติมแต่ง (Additive) เพื่อช่วยปรับปรุงคุณสมบัติให้มีการใช้งานได้หลากหลายมากขึ้น เช่น พลาสติกไซเซออร์ (Plasticizer) จะช่วยทำให้พลาสติกมีความอ่อนนุ่ม หรือเติมสเตบิไลเซอร์ (Stabilizer) จะช่วยป้องกันการสลายตัวของพลาสติกเนื่องจากแสงแดดหรือความร้อน เป็นต้น การเติมสารเติมแต่งที่ต่างกันจะทำให้พลาสติกที่ได้มีคุณสมบัติที่แตกต่างหลากหลาย สามารถนำไปใช้งานได้กว้างขวาง เช่น งานฉีด จะใช้ผลิตข้อต่อหัวน้ำ รองเท้าพลาสติก ในงานดึงยืด (Extrusion) ใช้ผลิตท่อน้ำเปลือกหุ้มไฟฟ้า ในงานเป่า ใช้ทำขวดบรรจุภัณฑ์และในงานคาร์เลนเดอร์ริง (Calendering) ใช้ผลิตหนังเทียม เลื่อนน้ำมัน เป็นต้น

เรซินแบบเทอร์โมพลาสติกที่กล่าวมาแล้วทั้งสามชนิดนี้และเม็ดพลาสติกโพลีเอทิลีนถือว่าเป็นพลาสติกที่มีความสำคัญ เนื่องจากพลาสติกทั้งสี่ชนิดนี้มีราคาถูก สามารถใช้งานได้หลากหลายใช้ได้หลายๆ อุตสาหกรรม พลาสติกทั้งสี่ชนิดถูกจัดอยู่ในกลุ่มของพลาสติกที่ถูกใช้งานทั่วไป (Commodity Plastic) ซึ่งเป็นพลาสติกที่มีการนำไปใช้งานทั่วไป ใช้ทำบรรจุภัณฑ์ ของใช้พลาสติกในบ้าน ทำถุง ถังพลาสติก ภาชนะบรรจุอาหาร โต๊ะ เก้าอี้พลาสติก แปรงพลาสติก ซึ่งการใช้งานของผลิตภัณฑ์เหล่านี้ ไม่ได้ต้องการวัสดุที่มีความพิเศษมากนัก

ภาพผนวกที่ ก3 แสดงกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกที่ใช้งานทั่วไป ได้แก่ เม็ดพลาสติกโพลีโพรพิลีน โพลีไวนิลคลอไรด์ และ โพลีสไตรีน

1.1.4 เรซินแบบเทอร์โมพลาสติกชนิดอื่นๆ

เรซินแบบเทอร์โมพลาสติกมีด้วยกันมากมายหลายชนิด นอกจากพลาสติกหลักๆ ทั้งสี่ชนิดที่กล่าวมาแล้ว โดยเทอร์โมพลาสติกอื่นๆ ที่มีบทบาทพอสมควรในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ได้แก่

ก) เอสเอเอ็น (Styrene Acrylonitrile Resin: SAN) เกิดจากการทำปฏิกิริยาโคโพลิเมอร์ (Copolymerization) ระหว่างสไตรีนกับอะไครโลไนไตรล์ โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาต่ออนุได้ง่ายขึ้น

เอสเอเอ็น มีคุณสมบัติที่ทนสารเคมีได้ดี มีความแข็งแรงและโปร่งใส นิยมใช้ทำชิ้นส่วนอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนรถยนต์ เช่น ใช้ทำใบพัดของพัดลม เป็นต้น

ข) เอบีเอส (Acrylonitrile-Butadiene-Styrene Resin: ABS) เป็นเรซินสังเคราะห์ที่จัดอยู่ในกลุ่มพลาสติกวิศวกรรม (Engineering Plastic) เนื่องจากเป็นพลาสติกที่มีความแข็งแรงทนทานเป็นพิเศษ พลาสติกชนิดนี้มีการพัฒนามาจาก สไตรีน อะไครโลไนไตรล์ เรซิน โดยการเพิ่มบิวทาไดอีน (Butadiene) ลงไปในโคโพลิเมอร์ ซึ่งช่วยปรับปรุงคุณสมบัติให้มีจุดหลอมเหลวสูงขึ้น และสามารถทนแรงกระแทกได้ดียิ่งขึ้น

การที่พลาสติกเอบีเอส เกิดจากเคมีภัณฑ์สามชนิดมารวมกันเป็นโคโพลิเมอร์ ทำให้พลาสติกชนิดนี้มีคุณสมบัติที่ดีของเคมีภัณฑ์ทั้งสามชนิด กล่าวคือ จะมีคุณสมบัติที่ดีในด้านการทนต่อความร้อน ความแข็งแรงสูง และทนต่อสารเคมีตามลักษณะของอะไครโลไนไตรล์ บิวทาไดอีน จะให้ความทนต่อแรงกระแทกไม่แตกหักง่าย และสไตรีนจะให้ความแข็งแรงและความสวยงามของผลิตภัณฑ์ จากคุณสมบัติเหล่านี้จึงนิยมนำพลาสติกเอบีเอสไปใช้ในการผลิตสินค้าที่ต้องการความแข็งแรงทนทานและสวยงาม เช่น ชิ้นส่วนรถยนต์ ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า หมวกกันน็อก ชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ เป็นต้น

1.2. เรซินแบบเทอร์โมเซตติง (Thermosetting Resin)

เรซินแบบเทอร์โมเซตติง เป็นเรซินสังเคราะห์ที่มีคุณสมบัติ คือ เมื่อขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปแล้วเรซินประเภทนี้จะไม่สามารถหลอมเหลวหรือเปลี่ยนแปลงรูปทรงด้วยความร้อนได้ เนื่องจากโครงสร้างจับตัวในโมเลกุล, ของเรซินประเภทนี้จะมีลักษณะที่จับตัวกันเป็น 3 มิติ ซึ่งทำให้เรซินที่ได้มีความแข็งแรงมาก เรซินชนิดนี้ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เรซินที่สำคัญในกลุ่มนี้ ได้แก่ ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ เรซิน (Phenol-Formaldehyde Resin) ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ เรซิน (Urea-Formaldehyde Resin) เมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ เรซิน (Melamine-Formaldehyde Resin) และอีพ็อกซี เรซิน (Epoxy Resin) เป็นต้น

1.2.1 ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ เรซิน (Phenol Formaldehyde Resin: PF)

ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ เรซิน มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ฟีนอลิก เรซิน (Phenolic Resin) เกิดจากปฏิกิริยาต่ออนุมูลของเคมีภัณฑ์สองชนิด คือ ฟีนอลกับฟอร์มาลดีไฮด์ ที่อยู่ในรูปของสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ เรซิน ที่เกิดขึ้นจะมีความแข็งแรงมาก เนื่องจากโครงสร้างมีลักษณะเป็นร่างแห สามารถทนความร้อน ทนสารเคมีได้ดี และเป็นฉนวนไฟฟ้า ใช้ในการผลิตแผ่นวงจรไฟฟ้า สารเคลือบผิวต่างๆ เป็นต้น

1.2.2 ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ เรซิน (Urea-Formaldehyde Resin)

ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ เรซิน เรียกอีกอย่างว่า ยูเรีย เรซิน (Urea Resin) ผลิตได้จากการผสมยูเรียกับสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ เรซิน ที่ได้จะมีคุณสมบัติทนความร้อน ทนน้ำมัน ทนสารเคมีและน้ำได้ดี นิยมนำไปใช้ในการผลิตแผ่นกระดานอัด

1.2.3 เมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ เรซิน (Melamine-Formaldehyde Resin)

เมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ เรซิน เรียกอีกอย่างว่า เมลามีน เรซิน (Melamine-Formaldehyde Resin) จัดว่าเป็นพลาสติกกลุ่มอะมิโนเรซิน (Amino Resin) ผลิตได้จากการเกิดปฏิกิริยาต่ออนุมูลของวัตถุดิบ 2 ชนิด คือ เมลามีนและสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ เมลามีนเรซินมี

ความแข็งแรงสูง ทนความร้อนและน้ำได้ดี นิยมใช้ทำภาชนะใส่อาหาร ใช้เคลือบผิวหน้ากระดาษ และโต๊ะ เป็นต้น

1.2.4 อีพ็อกซี เรซิน (Epoxy Resin)

อีพ็อกซี เรซิน เกิดจากวัตถุดิบสองชนิด คือ บิสฟีนอล-เอ (Bisphenol-A) และอีพิกลอร์ไฮไดรด์ นำมาปฏิกิริยาต่ออนุมูลเกิดเป็นโครงสร้างตาข่าย อีพ็อกซี เรซิน มีคุณสมบัติทนความร้อน ทนสารเคมีและน้ำ เป็นฉนวนกันไฟฟ้า และมีคุณสมบัติในการยึดเกาะได้ดี จึงนิยมใช้ทำสารยึดเกาะต่างๆ (Adhesive) ใช้ในอุตสาหกรรมสี แผ่นวงจรพิมพ์ กาววิทยาศาสตร์ เป็นต้น

2. เส้นใยสังเคราะห์ (Synthetic Fiber)

เส้นใยสังเคราะห์เข้ามามีบทบาทอย่างมากในอุตสาหกรรมเส้นใยของโลกในปี 2538 การผลิตเส้นใยสังเคราะห์ของโลกคิดเป็นร้อยละ 41.0 ของการผลิตเส้นใยทั้งหมดของโลกและเมื่อรวมกับการผลิตเส้นใยเซลลูโลส (Cellulose Fiber) และเส้นใยของแร่ธาตุ (Mineral Fiber) อีกร้อยละ 10.1 จะได้การผลิตของเส้นใยประดิษฐ์ (Man-Made Fiber) ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 51.1 ขณะที่การประดิษฐ์เส้นใยธรรมชาติคิดเป็นร้อยละ 48.9 ของการผลิตเส้นใยทั้งหมด

คุณสมบัติที่ดีของเส้นใยสังเคราะห์คือ มีน้ำหนักเบา ทนสารเคมี ไม่เป็นอาหารของแมลงต่าง ๆ แต่ก็มีข้อเสียคือ การย้อมสีทำได้ยาก เกิดไฟฟ้าสถิตได้ เส้นใยสังเคราะห์ที่สำคัญที่มีบทบาทอย่างมากต่อชีวิตประจำวัน ได้แก่ เส้นใยโพลีเอสเตอร์ เส้นใยไนลอน เส้นใยอะคริลิก และเส้นใยโพลีโพรไพลีน

2.1 เส้นใยโพลีเอสเตอร์ (Polyester Fiber)

เส้นใยโพลีเอสเตอร์ สามารถผลิตได้ 2 วิธี คือ การทำปฏิกิริยาต่ออนุมูลระหว่างไดเมทิลเทอเรฟทาเลต (Dimethylterephthalate: DMT) กับ โมโน เอทิลีน ไกลคอล (Mono Ethylene Glycol: MEG) วิธีหนึ่งและอีกวิธีหนึ่งคือการทำปฏิกิริยาต่ออนุมูลระหว่างกรดเทอเรฟทาลิก (Pure Terephthalic Acid: PTA) กับ โมโน เอทิลีน ไกลคอล ในปัจจุบันวิธีที่สองนี้จะเป็นที่นิยมมากกว่า ทั้งไดเมทิลเทอเรฟทาเลต กรดเทอเรฟทาลิก และ โมโน เอทิลีน ไกลคอล ต่างก็เป็น

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปิโตรเคมีชั้นกลาง โดเมทรีเทอเรพทาเลตและกรดเทอเรพทาลิก ผลิตมาจาก พาราไซลีนซึ่งเป็นสารปิโตรเคมีขั้นต้นในกลุ่มอะโรแมติกส์ ส่วนโมโน เอทิลีน ไกลคอลนั้นผลิตจากเอทิลีน ออกไซด์ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปิโตรเคมีชั้นกลางอีกชิ้นหนึ่งที่ผลิตได้จากการ ออกซิไดซ์ (Oxidation) เอทิลีน

เส้นใยโพลีเอสเตอร์มีคุณสมบัติไม่ยับง่าย มีความแข็งแรงมาก ทนต่อการกัดและด่างได้ดี ดูดความชื้นได้น้อย นิยมใช้ผลิตผ้าผืนในอุตสาหกรรมสิ่งทอ เส้นใยโพลีเอสเตอร์สามารถปั่นด้าย รวมกับเส้นใยฝ้ายและลินินได้ เป็นเส้นใยผสมได้

โพลีเอสเตอร์นอกจากจะใช้ทำเส้นใยสังเคราะห์แล้ว โพลีเอสเตอร์ยังมีเกรดที่ใช้ผลิต ขวดใสหรือที่เรียกว่าขวดเพ็ต (PET Bottle) และเกรดฟิล์มที่ใช้ทำฟิล์มเอ็กซเรย์ (X-Ray) เป็นต้น

2.2 ไนลอน (Nylon)

ไนลอนจัดเป็นโพลิเมอร์ชนิดหนึ่งเรียกอีกอย่างว่า โพลีเอไมด์ (Polyamide) ซึ่งมีด้วยกันหลายชนิด เช่น ไนลอน-6 ไนลอน-66 ไนลอน 12 เป็นต้น แต่ที่นิยมใช้กันในปัจจุบันได้แก่ ไนลอน-6 และไนลอน-66 โดยไนลอน-6 จะผลิตจากสารคาโปแลคตัม (Caprolactam) มาทำปฏิกิริยาต่ออนุเกิดเป็นไนลอน-6 คาโปแลคตัมเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปิโตรเคมีชั้นกลางที่ผลิตมาจากไซโคลเฮกเซต (Cyclohexane) ซึ่งได้จากการทำปฏิกิริยาการเติมไฮโดรเจนลงในเบนซีนอีกทีหนึ่ง ส่วนไนลอน-66 ผลิตจากการนำกรดอะดิปิก (Adipic Acid) ทำปฏิกิริยากับเฮกซะเมทิลีนไดเอม (Hexamethylene Diamine: HMDA)

ไนลอนเป็นเส้นใยที่เบา มีความแข็งแรงมาก ทนสารเคมี ไม่ยับง่าย ทนการขีดได้คือนิยมใช้ทำเครื่องนุ่งห่ม ถูกรองสตรี แห อวน ต่างๆ เป็นต้น ไนลอน-6 และไนลอน-66 จะมีคุณสมบัติคล้ายกัน ต่างกันที่ไนลอน-6 มีช่วงอุณหภูมิการใช้งานกว้างกว่า ดูดความชื้นน้อยกว่า แต่ขึ้นรูปได้ยากกว่าไนลอน-66

ไนลอนสามารถใช้ในงานอื่นนอกจากเส้นใยคือใช้ทำเป็นพลาสติกวิศวกรรม เนื่องจากไนลอนมีความแข็งแรงมาก ทนแรงเสียดทานได้ดี จึงใช้ไนลอนในงานวิศวกรรมต่างๆ แทนโลหะ

ในบางส่วน เช่น ทำเฟือง ล้อเลื่อน ชิ้นส่วนเครื่องจักรเครื่องยนต์ และชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า เป็นต้น

2.3 เส้นใยอะคริลิก (Acrylic Fiber)

วัตถุดิบหลักของเส้นใยอะคริลิก คือ อะไครโลไนไตรล์ (Acrylonitrile) ประมาณไม่ต่ำกว่าร้อยละ 85 ของเส้นใยอะคริลิกเป็นอะไครโลไนไตรล์ ส่วนที่เหลือจะเป็นตัวโคโพลิเมอร์ที่จะมาผสมเพื่อปรับปรุงคุณภาพให้ดียิ่งขึ้น เช่น เมทิลเมทาไครเลต (Methyl Methacrylate) ไวนิลอะซิเตท (Vinyl Acetate) และไวนิลไพริดีน (Vinyl Pyridine) เป็นต้น

เส้นใยอะคริลิก มีน้ำหนักเบา มีความแข็งแรงทนทาน เหนียว ทนการขัดถู มีความยืดหยุ่นนิยมนำใช้ในอุตสาหกรรมทอผ้า ทำเสื่อถัก ไหมพรม นิยมใช้ทำขนสัตว์เทียม เช่น ใช้แทนขนแกะ และยังมีคุณสมบัติบางประการที่ดีกว่าขนแกะ ได้แก่ เส้นใยอะคริลิกจะสวมใส่สบาย มีความคงรูป ยับได้ยาก ดูดความชื้นน้อย และต้านแบคทีเรียและเชื้อราได้ดีกว่าขนแกะธรรมชาติ (ภาพผนวกที่ ก4)

3. ยางสังเคราะห์ (Synthetic Rubber)

ยางสังเคราะห์ที่สำคัญมี 2 ชนิด

3.1 ยางสไตรีนบิวทาไดอีน (Styrene-Butadiene Rubber: SBR)

ยางสไตรีนบิวทาไดอีน เป็นโคโพลิเมอร์ที่เกิดจากวัตถุดิบ 2 ชนิด ได้แก่ สไตรีนและบิวทาไดอีน ซึ่งจะมีส่วนประกอบของสไตรีนอยู่ที่ประมาณร้อยละ 3-25 กระจายอยู่ตามเนื้อยางบิวทาไดอีน

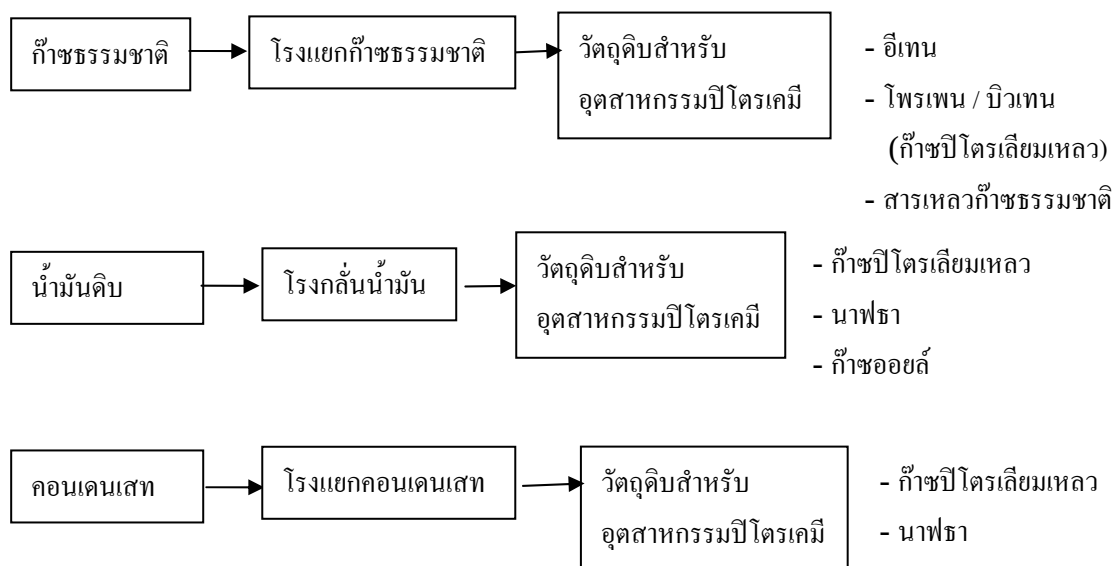
ยางสไตรีนบิวทาไดอีน สามารถนำใช้งานได้ 2 ลักษณะ

3.1.1 ชนิดแห้ง (Dry SBR) จะประกอบด้วยสไตรีนในอัตราส่วน 14-25% และบิวทาไดอิน ร้อยละ 70-85 จะนำไปใช้แทนยางธรรมชาติ มีความทนการขัดสีได้สูง นิยมใช้ทำล้อยางรถยนต์

3.1.2 ชนิดลาเทกซ์ (Latex SBR) ประกอบด้วย สไตรีน ร้อยละ 23-25 ใช้ทำกาวยาง (Adhesive) หนาฟิล์ม ใช้ทำถุงยางอนามัย ถุงมือแพทย์ เป็นต้น

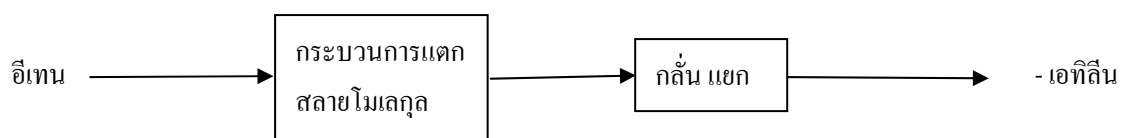
3.2 ยางบิวทาไดอิน (Butadiene Rubber)

ยางบิวทาไดอิน เป็นยางสังเคราะห์ที่เป็นโฮโมโพลิเมอร์ (Homopolymer) กล่าวคือเป็นโพลิเมอร์ที่เกิดจากวัตถุดิบหลักเพียงหนึ่งชนิด ได้แก่ บิวทาไดอิน ซึ่งมาทำปฏิกิริยาต่อออกซิเจนเพื่อให้เกิดเป็นยางบิวทาไดอิน ยางบิวทาไดอินมีความยืดหยุ่นสูงมาก ทนการสึกกร่อนได้ดี เกิดความร้อนน้อยกว่ายางสไตรีนบิวทาไดอินและยางธรรมชาติ ใช้ในอุตสาหกรรมทำล้อรถยนต์ นอกจากนี้ยังมีการนำยางบิวทาไดอินไปผสมกับโพลีสไตรีน เป็นโพลีสไตรีนชนิดทนแรงกระแทกสูง (ภาพผนวกที่ ก5)

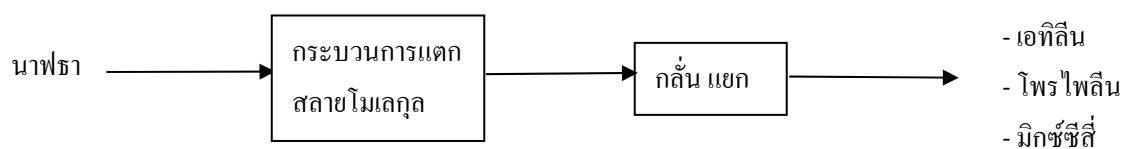


ภาพผนวกที่ ก1 การผลิตวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

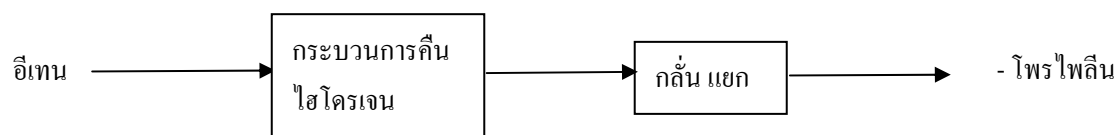
ที่มา: เกียรติก้อง (2541: 162)



กระบวนการผลิตเอทิลีนจากอีเทน



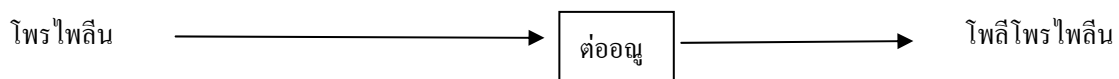
กระบวนการผลิตเอทิลีนจากนาฟธา



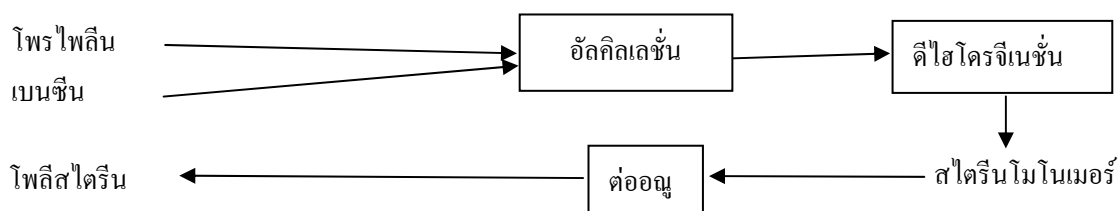
กระบวนการผลิตโพรไพลีนจากโพรเพน

ภาพผนวกที่ ก2 กระบวนการผลิตสารโอเลฟินส์

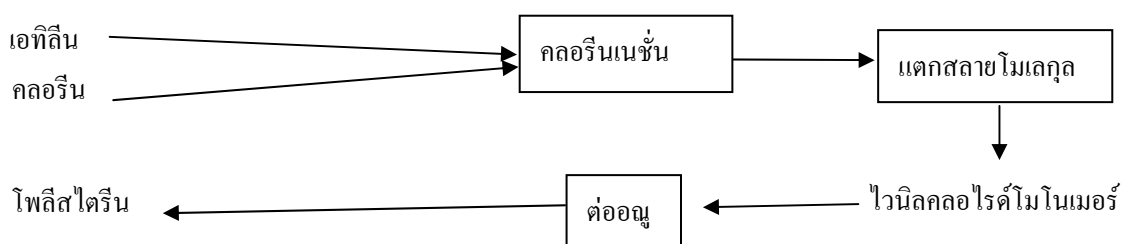
ที่มา: เกียรติกศักดิ์ (2541: 163)



กระบวนการผลิตโพลิโพรไพลีน

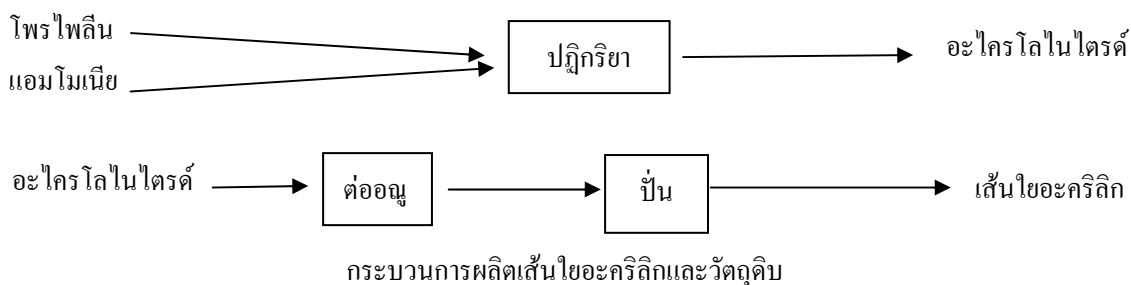
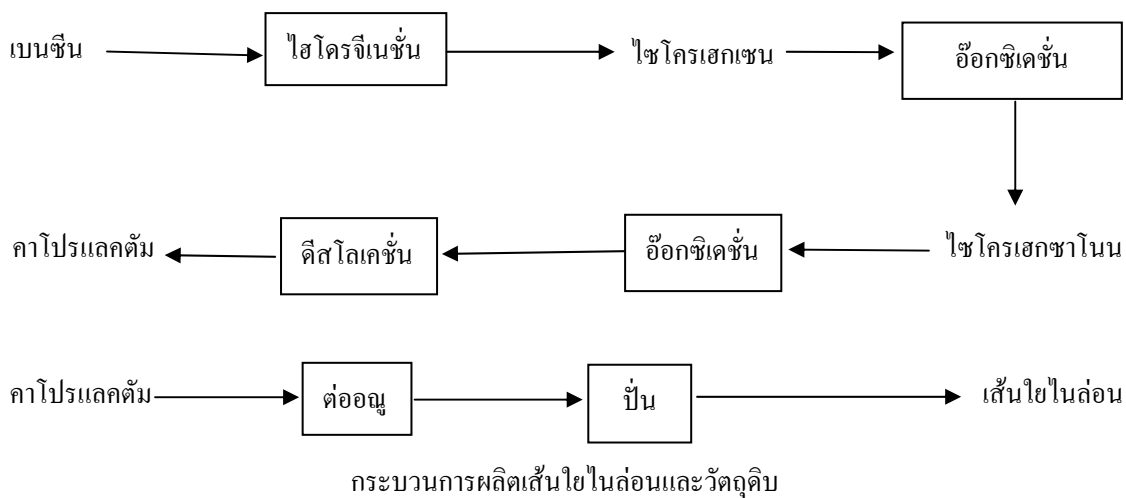
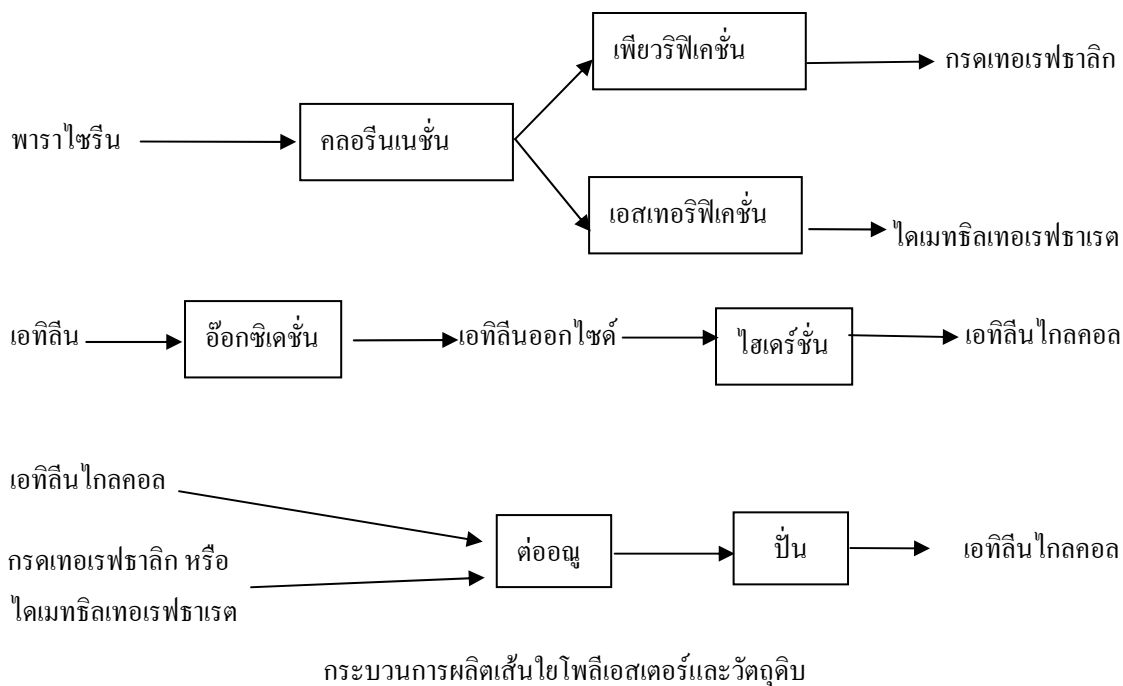


กระบวนการผลิตโพลีสไตรีน



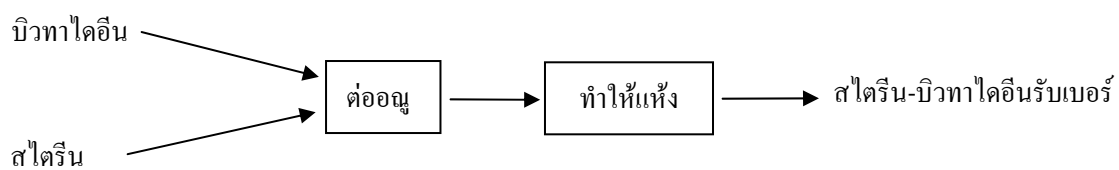
กระบวนการผลิตโพลีไวนิลคลอไรด์

ภาพผนวกที่ ก3 กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกใช้งานทั่วไป (ยกเว้นเม็ดพลาสติกโพลีเอทิลีน)
ที่มา: เกรียงศักดิ์ (2541: 171)

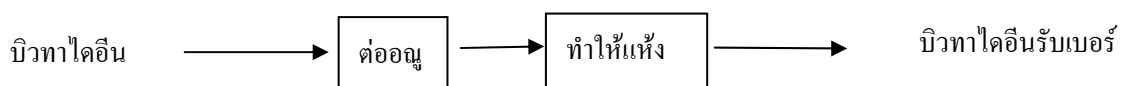


ภาพผนวกที่ ๓4 กระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์

ที่มา: เกรียงศักดิ์ (2541: 178)



กระบวนการผลิตยางสไตรีนบิวดาไอิน



กระบวนการผลิตยางบิวดาไอิน

ภาพผนวกที่ ๑๕ กระบวนการผลิตยางสังเคราะห์
ที่มา: เกษียงศักดิ์ (2541: 180)