เรื่องน่ารู้

พลาสติกรีไซเคิล

โดย วิวรรณ ธรรมมงคล

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย

ในปัจจุบันพลาสติกได้กลายเป็นผลิตภัณฑ์สำคัญอย่างหนึ่ง ที่เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวัน และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้น และนำมาแทนทรัพยากรธรรมชาติได้หลายอย่าง เช่น ไม้ เหล็ก เนื่องจากพลาสติกมีราคาถูก มีน้ำหนักเบาและมีขอบข่ายการใช้งานได้กว้าง เนื่องจากเราสามารถผลิตพลาสติกให้มีคุณสมบัติต่างๆ ตามที่ต้องการได้ โดยขึ้นกับการเลือกใช้วัตถุดิบ ปฏิกริยาเคมี กระบวนการผลิต และกระบวนการขึ้นรูปทรงต่างๆ ได้อย่างมากมาย และนอกจากนี้ ยังสามารถปรุงแต่งคุณสมบัติได้ง่าย โดยการเติมสารเติมแต่ง (Additives) เช่น สารเสริมสภาพพลาสติก (Plasticizer) สารปรับปรุงคุณภาพ (Modifier) สารเสริม (Filler) สารคงสภาพ (Stabilizer) สารยับยั้งปฏิกริยา (Inhibitor) สารหล่อลื่น (Lubricant) และผงสี (Pigment) เป็นต้น

พลาสติกโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastics) เป็นพลาสติกที่อ่อนตัวเมื่อถูกความร้อน และแข็งตัวเมื่อเย็นลง พลาสติกประเภทนี้สามารถนำมาหลอมและขึ้นรูปใหม่ได้ ตัวอย่างของพลาสติกประเภทนี้ ได้แก่ โพลีเอทธิลีน (PE) โพลีโพรพิลีน (PP) โพลีสไตรลีน (PS) โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) โพลีเอสเตอร์ (PET)
2. เทอร์โมเซตติ้ง (Thermosetting) เป็นพลาสติกที่เกิดปฏิกริยาเคมีเมื่อนำไปขึ้นรูป พลาสติกประเภทน้ำไม่สามารถนำไปหลอมเพื่อนำมาใช้ใหม่ ตัวอย่างของพลาสติกประเภทนี้ ได้แก่ โพลียูเรเธน (PUR) อีพอกซี่ (Epoxy) ฟีโนลิค (Phenolic) เมลามีน (Melamine)

การจำกัดขยะพลาสติกสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การนำไปฝัง (Burial) หรือนำไปถมดิน (Landfill) การนำไปเผาเป็นเชื้อเพลิง (Incineration) และการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) อย่างไรก็ตาม การนำพลาสติกกลับมาใช้ใหม่ โดยทั่วไปแล้วถูกพิจารณาว่า เป็นทางเลือกที่ให้ประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดทางหนึ่ง ในการแก้ไขปัญหาขยะพลาสติก อย่างไรก็ตาม การนำพลาสติกกลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่นั้น ประเด็นสำคัญอยู่ที่การแยกประเภทของพลาสติกก่อนที่จะนำไปรีไซเคิล และการกำจัดสิ่งที่ไม่ต้องการออกไป โดยปกติแล้วพลาสติกผสมเกือบทุกประเภทจะมีหลายเฟส เนื่องจากโพลีเมอร์ที่ถึงแม้จะมีโครงสร้างทางเคมีที่เหมือนกัน แต่ไม่สามารถเข้ากันได้เสมอไป (Incompatible) ตัวอย่างเช่น โพลีเอสเตอร์ ที่ใช้ทำขวดพลาสติก จะเป็นโพลีเอสเตอร์ที่มีมวลโมเลกุลสูงกว่า เมื่อเทียบกับโพลีเอสเตอร์ที่ใช้ในการผลิตเส้นใย (Fiber) อย่างไรก็ตาม ยังมีสารเติมแต่งอีกประเภท ได้แก่ พวก Compatibilizer ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการรีไซเคิลของพลาสติก สารเติมแต่งนี้จะช่วยให้เกิดพันธะทางเคมีระหว่างโพลีเมอร์ 2 ประเภทที่เข้ากันไม่ได้ ดังนั้น Compatibilizer จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการ รีไซเคิล ตัวอย่างเช่น การใช้ Chlorinated PE สำหรับพลาสติกผสม PE/PVC

ตัวอย่างการรีไซเคิลขวดพลาสติกที่บรรจุ

น้ำอัดลม บนขวดพลาสติกที่บรรจุน้ำอัดลม จะระบุรหัสว่าเป็น โพลีเอสเตอร์ (PET-เบอร์ 1) แต่ความจริงแล้ว ส่วนฐานของขวดพลาสติกนั้นจะทำด้วยโพลีเอทธิลีนความหนาแน่นสูง (HDPE - เบอร์ 2) นอกจากนี้ขวดพลาสติกยังมีส่วนประกอบอื่นอีก ได้แก่ ป้ายกระดาษและกาว ซึ่งทำมาจากโพลีไวนิลอะซีเตทจำนวนเล็กน้อย รวมถึงฝาปิดขวดที่อาจเป็นอะลูมิเนียมหรือพลาสติกและมีโพลีโพรพิลีนเป็นชั้นใน

การลดขนาดของวัสดุ (Size Reduction) หลังจากทำการแยกชิ้นส่วนในขั้นต้น ขวดพลาสติกจะถูกนำมาบดโดยเครื่อง Shredder และ Granulator ให้ได้ขนาดประมาณ 1/4 นิ้ว ชิ้นพลาสติกที่มีขนาดใหญ่กว่านี้ จะก่อให้เกิดปัญหาอุดตันในกระบวนการ ขั้นตอนนี้เองเป็นสาเหตุหนึ่ง ที่ทำให้พลาสติกรีไซเคิลมีคุณสมบัติความแข็งแรงทางกายภาพลดลง เนื่องจากแรงเฉือนเชิงกล (Mechanical Shear) ในเครื่องบดไปทำลายโซ่ของโพลีเมอร์ให้แตกออก ทำให้ความยาวของโมเลกุลและน้ำหนักมวลโมเลกุลลดลง ซึ่งส่งผลให้คุณสมบัติเชิงกลของพลาสติกลดลง

การแยกกระดาษ (Paper Separation) การแยกวัสดุสามารถทำได้โดยวิธี Gravimetric ซึ่งอาศัยความแตกต่างของมวลหรือน้ำหนัก และวิธี Densiometric ซึ่งอาศัยความแตกต่างของความหนาแน่น ซึ่งวิธีหลังนี้จะให้ประสิทธิภาพในการแยกที่ดีกว่า เนื่องจากความหนาแน่นเป็นค่าเฉพาะของสาร ดังนั้นขนาดของวัสดุจะไม่มีผลต่อการแยกวิธีนี้ อย่างไรก็ตาม ไม่ควรบดพลาสติกให้มีขนาดเล็กจนเกินไป เพราะอาจจะเกิดการสูญเสียพลาสติกได้ เนื่องจากมวลของพลาสติกใกล้เคียงกับกระดาษโพลีไวนิลอะซีเตท กระดาษ และ โพลีเอทธิลีนความหนาแน่นสูงใกล้เคียงกัน แต่เนื่องจากกระดาษเป็นส่วนประกอบที่มีรูปร่างบางที่สุด จึงมีน้ำหนักเบาที่สุด ทำให้แยกออกไปได้ง่าย โดยทั่วไปแล้วกระดาษจะถูกแยกออกมาก่อน วิธีที่นิยมใช้ คือ Fluidized Bed หรือใช้ Cyclone ซึ่งเป็นวิธี Gravimetric ในกระบวนการ Fluidized Bed อากาศจะถูกป้อนเข้าทางส่วนล่างของ Bed ส่วนที่มีน้ำหนักเบาจะถูกอากาศพัดออกทางส่วนบน และส่วนที่หนักจะตกลงสู่ด้านล่างและถูกแยกออกไป การทำงานของ Cyclone ก็ใกล้เคียงกัน เพียงแต่วัสดุจะถูกป้อนเข้าทางส่วนบนในแนวสัมผัส (Tangentially) กับผนังของกรวย

การแยกส่วนที่เป็นโลหะ (Metal Removal) สามารถใช้วิธี Gravimetric หรือ Densiometric ก็ได้ อย่างไรก็ตาม วิธี Gravimetric ไม่เป็นที่นิยม เพราะความสามารถในการแยกจะขึ้นกับขนาดของวัสดุ ดังนั้นชิ้นโลหะที่ถึงแม้จะมีความหนาแน่นมากกว่าพลาสติก ก็อาจจะเบากว่าถ้ามีขนาดเล็กกว่ามาก ถ้าโลหะที่ปนอยู่ส่วนใหญ่เป็นเหล็ก ใช้วิธีแยกโดยใช้แม่เหล็ก (Magnetic) แต่ถ้าเป็นโลหะประเภทอื่น นิยมใช้วิธีไฟฟ้าสถิตย์ (Electrostatic) ซึ่งจะทำการแยกโดยอาศัยความแตกต่างในการนำไฟฟ้าของวัสดุ โดยอาศัยหลักที่ว่า วัสดุที่เป็นตัวนำไฟฟ้า จะสูญเสียประจุได้รวดเร็วกว่าวัสดุที่เป็นฉนวน ดังนั้นเมื่อผ่านวัสดุที่ถูกชาร์จ ด้วยประจุไฟฟ้าไปบนวัตถุที่เป็นกลาง แล้วผ่านไปบนวัตถุที่มีประจุตรงข้าม วัสดุที่เป็นฉนวนจะถูกดึงดูดได้ง่ายกว่า เนื่องจากมีประจุตกค้างอยู่มากกว่า

การลอยตัวในของเหลว (Direct Flotation) เนื่องจากโพลีเอททิลีนมีความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำ การแยกจึงสามารถทำได้ง่าย โดยอาศัยวิธีการลอยตัว วิธีนี้ทำการแยกวัสดุโดยอาศัยความแตกต่างของความหนาแน่นโดยวัสดุผสมจะถูกส่งผ่านเข้าไปในแท็งค์ หรือกระบอกซึ่งบรรจุของเหลว ที่มีความหนาแน่นมากกว่าส่วนประกอบที่มีความหนาแน่นต่ำที่สุด เพื่อให้ส่วนประกอบนั้นลอยขึ้นมาส่วนบน และสามารถแยกออกไปได้ง่าย

การแยกวัสดุโดยใช้ตัวทำละลาย (Solvent - Based Separation) การแยกวัสดุโดยวิธีนี้จะทำให้ได้โพลีเมอร์ที่มีความบริสุทธิ์สูง และเหมาะสำหรับจะนำกลับมาใช้ใหม่ วิธีนี้กระทำโดยการเลือกใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสม เพื่อกำจัดส่วนประกอบที่ไม่ต้องการให้ละลายอยู่ในสารละลาย ตัวอย่างเช่น การใช้ตัวทำละลายผสมของ Xylene กับ Cyclohexanone ในการแยกพลาสติกผสม PS-PVC-HDPE-PP ออกเป็น 3 เฟส หรือการใช้ N-Methy 1-2-Pyrolidinone (NMP) ในการแยกพลาสติกผสม PET-HDPE ข้อเสียของวิธีนี้ก็คือ การเพิ่มค่าใช้จ่าย เนื่องจากต้องใช้อุปกรณ์ที่ซับซ้อน และใช้พลังงานมากกว่าวิธีแห้ง

หลังจากที่ทำการแยกประเภทพลาสติกและทำความสะอาดแล้ว ก็สามารถนำพลาสติกนั้นกลับมาหลอมและขึ้นรูปใหม่ได้ ในกรณีที่พลาสติกนั้นเป็นประเภทเทอร์โมพลาสติก สำหรับพลาสติกบางประเภทสามารถทำให้เกิดปฏิกริยา Depolymerization ได้ เช่น โพลีเอสเตอร์ สามารถทำปฏิกริยากับเมธานอลกลับไปเป็นสารตั้งต้น คือ Dimethylterephthalate และ Ethylene Glycol ซึ่งสารเคมีทั้งสองตัวนี้สามารถนำมาทำให้บริสุทธิ์ได้โดยการกลั่น และนำมาใช้ใหม่ในการผลิตโพลีเอสเตอร์ หรือไม่ก็สามารถเปลี่ยนโพลีเอสเตอร์ ให้เป็นไปอยู่ในรูปสารเคมีอื่นที่นำมาใช้ประโยชน์ได้ โดยใช้ปฏิกริยา Esterification หรือ Hydrolysis โพลีสไตรลีน สามารถเปลี่ยนกลับไปเป็นโมโนเมอร์ (Monomer) ได้โดยกระบวนการ Pyrolysis โดยทั่วไปการใช้โพลีเมอร์ประเภทเดียวกันมีความจำเป็นต่อการเกิดปฏิกริยา Depolymerization อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นวิธีนี้จึงนิยมใช้กับเศษพลาสติกจากกระบวนการผลิต และขึ้นรูปจากโรงงานอุตสาหกรรมมากกว่าขยะพลาสติกจากผู้ใช้ผู้บริโภค

นอกจากนี้ยังมีการสังเคราะห์โพลีเมอร์ที่สามารถย่อยสลายได้โดยธรรมชาติ เช่น จากแสงอาทิตย์และจุลินทรีย์ โพลีเมอร์สามารถทำให้ย่อยสลายโดยแสงอาทิตย์ (Photodegradable) ได้โดยการใส่กลุ่มคาร์บอนิว (Carbonyl) ซึ่งจะดูดซึมรังสีอุลตร้าไวโอเล็ต เพื่อไปแตกพันธะของโพลีเมอร์เพื่อให้เกิดการย่อยสลาย โพลีเมอร์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (Biodegradable) จะมีกลุ่ม Hydrolyzable ที่สามารถเกิดปฏิกริยา Hydrolysis และปฏิกริยา Oxidation ได้ง่าย

การพัฒนากระบวนการและเทคโนโลยีในการแยกวัสดุ มีความจำเป็นสำหรับพลาสติกผสม ถ้าจะให้มีการรีไซเคิลมาใช้อย่างกว้างขวาง นอกจากนี้ ยังมีการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการขึ้นรูปพลาสติกรีไซเคิล ตัวอย่างเช่น กรรมวิธีขึ้นรูปแบบขับดันร่วม (Coextrusion) ซึ่งเครื่องมือนี้ได้ออกแบบมาในครั้งแรกเพื่อใช้กับ HDPE โดยการประกบ HDPE ที่ได้มาจากการรีไซเคิลให้อยู่ระหว่าง HDPE ที่ยังไม่ได้ผ่านการขึ้นรูปมาก่อน นอกจากนี้ ยังมีการพัฒนากรรมวิธีการขึ้นรูปแบบเป่ากลวงร่วม (Coinjection Blow Molding) สำหรับโพลีเอสเตอร์อีกด้วย

ทางเลือกอีกทางหนึ่งที่เป็นไปได้คือใช้พลาสติกผสม แต่ถึงแม้ว่าทางเลือกนี้ จะประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านการแยกสารและการทำให้บริสุทธิ์ รวมถึงกระบวนการผลิตที่ใช้ก็ซับซ้อนน้อยกว่าก็ตาม การใช้งานพลาสติกรีไซเคิลประเภท 2 นี้ มักจะจำกัดอยู่กับการใช้งานบางประเภท ที่ไม่ต้องการคุณลักษ ณะเฉพาะทางกายภาพและทางเคมีของโพลีเมอร์ตั้งต้น พลาสติกผสมรีไซเคิลนี้มักจะถูกทำให้อยู่ในรูปท่อนพลาสติก (Plastic Lumber) ซึ่งจะนำมาใช้ในการทำที่นั่งสาธารณะ เสารั้ว ท่าเรือ และเครื่องเล่นเด็ก เป็นต้น

http://kanchanapisek.or.th/kp11/articles/article-2.th.html