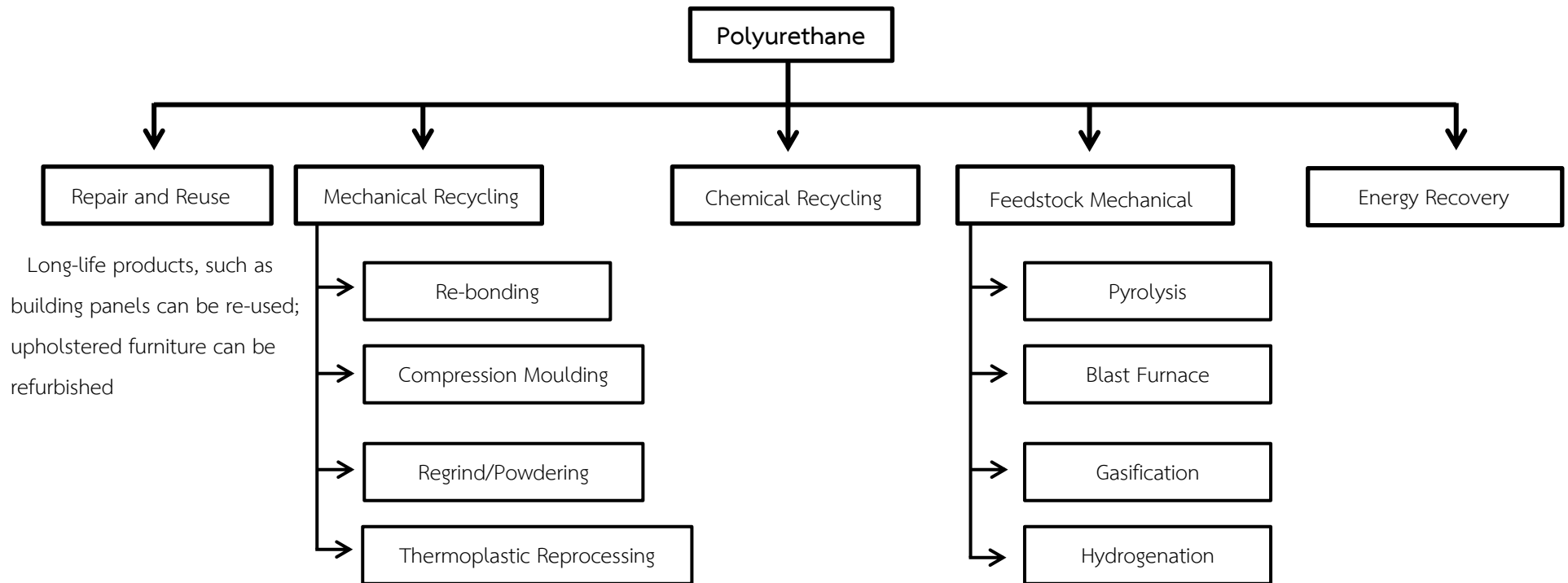




Options for Polyurethane Recycling and Recovery



Source: Fact Sheet “RECYCLING AND RECOVERING POLYURETHANES”, ISOPA, 2001



กระบวนการนำโพลียูรีเทนกลับมาใช้ใหม่

โพลียูรีเทนจะถูกนำกลับมาใช้ใหม่ใน 2 วิธีหลัก คือ 1. การนำกลับมาใช้ใหม่โดยใช้เครื่องจักร คือนำวัสดุกลับมาใช้ในรูปแบบของโฟลิมเมอร์ และ 2. การนำกลับมาใช้ใหม่โดยทางเคมี ทำให้วัสดุกลับไปอยู่ในรูปขององค์ประกอบต่างๆ

การนำกลับมาใช้ใหม่โดยใช้เครื่องจักร (Mechanical Recycling)

- **รีบอนดิง (Rebonding)**

คุณสมบัติของโฟมรีบอนดิงที่หลากหลายขึ้นอยู่กับโดยการคัดเลือกวัสดุพื้นฐาน, ขนาด, อัตราส่วนการบีบอัด, ชนิด และคุณภาพของสารยึดเกาะ ทำให้ฟองน้ำอัด (Rebonded flexible foam) ได้รับการยอมรับในการใช้งาน ซึ่งฟองน้ำใหม่ไม่สามารถทำได้

ขั้นตอน

1. คัดเลือกและแยกฟองน้ำ
2. ตัดให้เป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย
3. เคลือบด้วยกาว
4. ทำการบีบอัดให้ได้ความหนาแน่นและรูปร่างที่ต้องการ
5. กระบวนการทำงานของสารยึดเกาะ/กาว
6. การบ่มของสารยึดเกาะ/กาว
7. การเปลี่ยนรูปขึ้นส่วนฟองน้ำอัด

- **การอัดขึ้นรูปในแม่พิมพ์ (Compression Moulding)**

RIM และ RIM เสริมแรงโพลียูรีเทน จะถูกบดเป็นชิ้นส่วนเล็กๆ ภายใต้แรงดันสูงและความร้อนเพื่อสร้างวัสดุใช้งานในชิ้นส่วนยานยนต์ เทคนิคการบดและขั้นตอนการอัดขึ้นรูปในแม่พิมพ์จำเป็นต้องมีการควบคุมอย่างถูกต้องสำหรับการใช้งานของแต่ละอย่าง

- ในขณะที่มีการลดการยึดตัวหรือการทนต่อแรงกระแทกเล็กน้อย แต่เวลาที่เหมาะสม, ความดันและอุณหภูมิสามารถที่จะรักษาคุณสมบัติของโพลียูรีเทนเดิมไว้ได้
- การใช้ผงโพลียูรีเทนบดละเอียดในขั้นตอนการอัดขึ้นรูปในแม่พิมพ์ช่วยให้คุณสมบัติกลับคืนได้ถึง 100%

- **การบดเป็นผง (Regrind/Powdering)**

เทคโนโลยีการบดเป็นผงเป็นกระบวนการในการนำขยะโพลียูรีเทนมาใช้ใหม่ เป็นสารเติมแต่งในโพลียูรีเทนหรือโพลียูรีเทนอีลาสโตเมอร์ซึ่งมี 2 ขั้นตอน

1. การบดวัสดุโพลียูรีเทนเป็นผงละเอียด

ขั้นตอนแรกคือลดการตัดแต่งผลิตภัณฑ์โพลียูรีเทนหรือชิ้นส่วนที่ใช้งานแล้วเป็นชิ้นเล็กๆ เหมาะกับการผสมหรือการนำมาใช้ใหม่ ขนาดที่เหมาะสมจะอยู่ระหว่าง 50 – 200 ไมครอน (0.05-0.2 มิลลิเมตร) ขึ้นอยู่กับการใช้งานต่างๆ

Source: Fact Sheet “RECYCLING AND RECOVERING POLYURETHANES”, ISOPA, 2001



อีกขั้นตอนที่ประสบความสำเร็จในระดับโครงการนำร่องสำหรับโฟมชนิดนิ่ม (Flexible Foam) คือ เครื่องอัดเม็ดที่ประกอบไปด้วย ลูกกลิ้งโลหะ 2 ลูกหรือมากกว่า ซึ่งจะกด PU foam ผ่านแผ่นโลหะที่มีรูขนาดเล็ก (ดายด์)

เทคโนโลยีอื่นๆ เช่น ใบบดที่มีความเที่ยงตรงยังอยู่ภายใต้การประเมินผลสำหรับการบดละเอียดของ โฟมชนิดนิ่ม กระบวนการเฉพาะที่รวมการตัดและการผสมด้วยเครื่องผสมแบบแรงเฉือนสูงที่ถูกติดตั้งในถังโพลีออล เป็นข้อดีเพิ่มเติมของกระบวนการนี้คือการป้องกันการเสื่อมสภาพโดยความร้อนในระหว่างการลดขนาด

ชิ้นส่วน RIM ที่ใช้แก้วเสริมแรง จะต้องมีการบดพิเศษ เครื่องบดชนิดแผ่นทนแรงกระแทกจะมีความเหมาะสมที่จะใช้เทคนิคพิเศษสำหรับชิ้นส่วนที่มีความเหนียวมาก

2. การผสมผงกับองค์ประกอบของโพลีออลที่จะทำโพลียูรีเทนใหม่

ในโครงการนำร่องเครื่องผสมแบบแรงเฉือนสูง เหมาะที่จะให้การผสมที่มีคุณภาพ อย่างไรก็ตามในกระบวนการทำงานต้องการเครื่องจักรที่จะสามารถสูบส่งผงที่ผสมกับโพลีออลได้เพียงพอ ชุดส่ง (Metering Unit) ของเครื่องจักรโพลียูรีเทนทั้งหมดจะต้องเหมาะสมกับการทำงานกับโพลีออลที่ผสมสิ่งเติมแต่ง

- กระบวนการทำเทอร์โทพลาสติกใหม่ : ใช้สำหรับเกรดเทอร์โมพลาสติก

การนำกลับมาใช้ใหม่โดยทางเคมี (Chemical Recycling)

● ไกลคอลไลซิส (Glycolysis)

กระบวนการนี้เป็นการผสมโพลียูรีเทนจากภาคอุตสาหกรรมและหลังการใช้งานเข้ากับสารไดออล ในความร้อนสูง ก่อให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีได้สารโพลีออลใหม่ ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ผลิตโพลียูรีเทน และสามารถรักษาคุณสมบัติเดิมของโพลีออล และนำมาใช้ในการใช้งานได้หลากหลาย

● ไฮโดรไลซิส (Hydrolysis)

เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาระหว่างโพลียูรีเทนที่ใช้แล้วและน้ำ ซึ่งก่อให้เกิดโพลีออลและสารตัวกลางต่างๆ โพลีออลสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงหรือตัวกลางสำหรับผลิตเป็นสารตั้งต้นของโพลียูรีเทน

● ไพโรไลซิส (Pyrolysis)

เป็นการแตกตัวของโพลียูรีเทนภายใต้สภาพแวดล้อมที่ปราศจากออกซิเจนเพื่อทำเป็นก๊าซและน้ำมัน



กลไกการทำเป็นสารตั้งต้น

ในความเป็นจริงขยะโพลียูรีเทน มักจะถูกพบในของเสีย กระบวนการนำวัตถุดิบกลับมาใช้ใหม่ จะได้รับการพัฒนาไปเป็นน้ำมันและแก๊ส จากการผสมขยะพลาสติกต่างๆ ซึ่งขยะโพลียูรีเทนอาจเป็นหนึ่งในส่วนประกอบนั้นๆ

- **ไพโรไลซิส (Pyrolysis)**

ในกระบวนการไพโรไลซิส การผสมพลาสติกจะมีความร้อนในก๊าซเฉื่อย และโมเลกุลจะแตกตัวออกเป็นของเหลวและก๊าซไฮโดรคาร์บอน ไพโรไลซิสในส่วนนี้เป็นขั้นตอนการเตรียมสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะถูกดำเนินการต่อในกระบวนการผลิตปิโตรเคมี ซึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย

มีความร่วมมือกันของบริษัทในสหราชอาณาจักรเพื่อสร้างโรงงานที่มีการออกแบบที่เหมาะสมสำหรับการทำงานที่สามารถผสมวัสดุพลาสติก บรรจุภัณฑ์ ขยะอิเล็กทรอนิกส์ และพลาสติกจากชิ้นส่วนยานยนต์

- **เตาเผาแบบเตาสูง (Blast Furnace)**

ในอดีตที่ผ่านมา น้ำมันหนักหรือละอองถ่านหินถูกนำมาใช้เป็นสารลด (Reducing agent) ในเตาหลอมสำหรับการแปลงแร่เหล็กเป็นโลหะเหล็ก ขณะนี้เกือบ 30% ของวัสดุเหล่านี้ ถูกแทนที่ด้วยพลาสติกผสม ซึ่งจะถูกฉีดเข้าไปในเตาหลอมเหล็ก

ณ อุณหภูมิที่เกินกว่า 2,000°C พลาสติกจะแตกตัวเป็นคาร์บอนมอนอกไซด์ และไฮโดรเจน ปรากฏการณ์ที่ทำให้ได้ออกซิเจนจากแร่เหล็ก ซึ่งทำให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์ ไอน้ำและเหล็กดิบ

ผู้ประกอบการเตาหลอมอื่นๆ กำลังแสดงถึงความสนใจในการผสมขยะพลาสติก และมันอาจจะเป็นตัวเลือกในการแก้ปัญหาขยะจำนวนมาก ซึ่งจะพร้อมใช้งานในอนาคตอันใกล้

- **แกสริฟิเคชัน (Gasification)**

ขั้นตอนการนำกลับมาใช้ใหม่วัสดุทั้งหมด ขั้นตอนการทำให้เป็นก๊าซเป็นการแก้ปัญหาอย่างหนึ่งที่น่าสนใจที่สุดสำหรับโพลียูรีเทนในกระบวนการที่มี 2 ขั้นตอนคือ พลาสติกผสมจะถูกทำให้ร้อนแล้วนำไปผสมกับออกซิเจน ก๊าซสังเคราะห์ที่เกิดขึ้น ประกอบไปด้วยคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรเจน ก๊าซสามารถใช้ได้ในกระบวนการของโรงงานเช่นเดียวกับการผลิตเมทานอล แอมโมเนียและออกซิแอลกอฮอล์

ในการทดลอง วัสดุโพลียูรีเทน ถูกทำให้เป็นชิ้นเล็กๆ ในการบ่อนขยะพลาสติก สารไนโตรเจนที่อยู่ในโพลียูรีเทน ได้พิสูจน์แล้วว่าเป็นประโยชน์ในกระบวนการทำให้เฮอร์ดเป็นกลาง ดังนั้นเป็นการลดต้นทุนของกระบวนการผลิต



- ไฮโดรเจนเนชัน (Hydrogenation)

พลาสติกจะไปบำบัดด้วยไฮโดรเจนภายใต้เงื่อนไขอุณหภูมิและแรงดันสูงทำให้เกิดการแบ่งแยกของพันธะโพลิเมอร์เป็นของเหลวและก๊าซไฮโดรคาร์บอน ผลิตภัณฑ์นี้จะใช้อีกครั้งในโรงงานและเครื่องมือทางเคมี

กระบวนการนี้โดยใช้น้ำมันดิบเพื่อแยกการกลั่นแยกผลิตภัณฑ์ของเสีย และขณะนี้ได้ถูกนำไปใช้กับการผสมขยะพลาสติกจากบรรจุภัณฑ์ในเยอรมัน และยังได้ทดลองใช้กับขยะพลาสติกที่ไม่ใช่บรรจุภัณฑ์

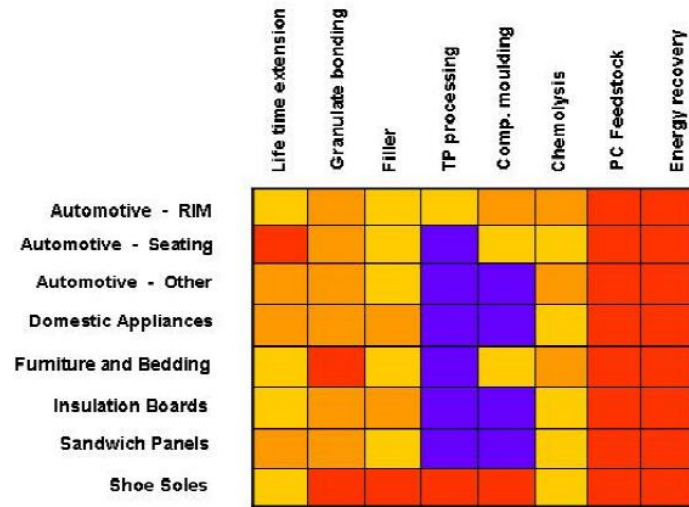
การนำกลับมาใช้เป็นพลังงาน (Energy Recovery)

เตาเผาที่มีการนำพลังงานมาใช้มีบทบาทสำคัญในบริบทของช่วงการเจริญเติบโตของการนำกลับมาใช้ใหม่และการใช้ซ้ำ พลาสติกและโพลียูรีเทน ด้วย 86% ของน้ำมันและถ่านหินของโลก ได้ถูกเผาเพื่อเป็นพลังงาน มีกรณีที่เชื่อถือได้อย่างมากว่าพลังงานจากขยะพลาสติกสามารถทดแทนได้บางส่วน

โพลียูรีเทนสามารถเผาได้อย่างปลอดภัย การเผาใน MSW หรือเตาเผาที่ทันสมัย การบำบัดนี้เป็นการนำกลับมาใช้ใหม่ โดยไม่กระทบต่อสิ่งแวดล้อมและต่อเศรษฐกิจเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ ปริมาณขยะพลาสติกของ MSW ช่วยการเผาสารอื่นๆ ใน MSW โดยไม่ต้องเพิ่มเชื้อเพลิง มีการทดลองเพิ่มเพิ่มโพลียูรีเทน 2% (เพิ่มปริมาณมากกว่า 30%) โดยใช้ขยะโพลีเอทิลีนและแข็งให้ผลดี ซึ่งช่วยลดขยะโพลียูรีเทนที่จะต้องฝังกลบได้ เหลือเพียง 1% ของปริมาณเริ่มต้น



Applications areas/waste sectors and the recycling and recovery technologies which are relevant



Source: Fact Sheet “RECYCLING AND RECOVERING POLYURETHANES”, ISOPA, 2001