

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
พลาสติกและประเภทของพลาสติก

พลาสติกและประเภทของพลาสติก

ปัจจุบันพลาสติก (plastic) มีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก เครื่องมือเครื่องใช้ และวัสดุก่อสร้างหลายชนิดทำด้วยพลาสติก เช่น เครื่องใช้ในครัวเรือนจำพวกจานชาม ขวดโหล ต่างๆ ของเล่นเด็ก วัสดุก่อสร้าง สีทาบ้าน กาวติดไม้และติดโลหะ อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์และ วิทยาศาสตร์การแพทย์ เป็นต้น เหตุที่พลาสติกเป็นที่นิยมเพราะมีราคาถูก มีน้ำหนักเบา ทนความชื้น ได้ดี ไม่เป็นสนิม ทำให้เป็นรูปร่างต่าง ๆ ตามต้องการได้ง่ายกว่าโลหะ เป็นฉนวนไฟฟ้า มีทั้งชนิด โปร่งใสและมีสีต่าง ๆ กัน ด้วยเหตุนี้พลาสติกจึงใช้แทนโลหะหรือวัสดุบางชนิด เช่น แก้ว ได้เป็นอย่างดี แต่พลาสติกก็มีข้อเสียหลายอย่างด้วยกันคือ ไม่แข็งแรง (รับแรงดึง แรงบิดและแรงเฉือนได้ ต่ำมาก) ไม่ทนความร้อน (มีจุดหลอมเหลวต่ำ ติดไฟง่าย และไม่คงรูป จึงทำให้ขอบเขตการใช้งาน ของพลาสติกยังไม่กว้างเท่าที่ควร

คำว่า "พลาสติก" มาจากรากศัพท์ภาษากรีกว่า plastikos ซึ่งหมายความว่า หล่อหรือหลอม เป็นรูปร่างได้ง่าย ทั้งนี้เพราะพลาสติกสามารถนำมาหล่อให้เป็นรูปร่างต่าง ๆ ตามแบบโดยใช้ความร้อนและแรงอัดเพียงเล็กน้อย จุดหลอมตัวของพลาสติกอยู่ระหว่าง 80-350 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับชนิดของพลาสติก จะเห็นได้ว่าจุดหลอมตัวของพลาสติกต่ำกว่าโลหะมาก วัสดุเครื่องใช้ที่ทำด้วยพลาสติกและเราเห็นคุ้นเคยอย่างได้แก่ ตู้วิทยุ ตู้โทรทัศน์ โทรศัพท หวี กรอบแว่นตา ถังพลาสติกใส่ของ ของเล่นเด็ก ผ้าปูโต๊ะ เป็นต้น นอกจากนี้ พลาสติกยังใช้ประโยชน์กับโลหะหรือ วัสดุบางชนิด เช่น ทำพวงมาลัยรถยนต์ ใช้พลาสติกหุ้มเหล็กทำให้ไม่เป็นสนิมและกระชับมือยิ่งขึ้น พลาสติกใช้ทำไส้กลางระหว่างกระจกสองแผ่นประกบกัน เรียกว่า กระจกนิรภัย ใช้เป็นกระจก รถยนต์ เพราะเมื่อกระจกแตกจะไม่กระจาย พลาสติกใช้หุ้มสายไฟเป็นฉนวนไฟฟ้า พลาสติกที่ใช้ ส่วนใหญ่ได้จากปฏิกิริยาสังเคราะห์ทางเคมี ส่วนพลาสติกที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและใช้มากคือ เซลลูลอส (cellulose) พลาสติกเป็นสารประกอบอินทรีย์ (สารอินทรีย์หมายถึงสารซึ่งในโมเลกุลมีธาตุ ไฮโดรเจน และคาร์บอนรวมกันอยู่ อาจมีเพียงอะตอมของธาตุทั้งสองหรือมีอะตอมของธาตุอื่น รวมอยู่ด้วย เช่น มีเทน CH_4 เป็นสารอินทรีย์ที่มีแต่อะตอมของไฮโดรเจน และคาร์บอน กรดน้ำส้ม CH_3COOH มีอะตอมของไฮโดรเจน คาร์บอน และออกซิเจนรวมอยู่ด้วย เป็นต้น) พลาสติก ประกอบไปด้วยโมเลกุลของธาตุหลาย ๆ ธาตุจับกันเป็นโมเลกุลใหญ่ที่เรียกว่า พอลิเมอร์ ลักษณะที่เด่นชัดของพลาสติกอยู่ตรงที่โมเลกุลของพลาสติกมีขนาดใหญ่โตกว่าสารอื่น ๆ มาก

พลาสติกที่ใช้กันทั่วไปในชีวิตประจำวันที่สำคัญมีอยู่ประมาณ 40-50 ประเภท แบ่งเป็น ประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภทตามสมบัติ ได้แก่

1. เทอร์โมเซตติงพลาสติก (Thermosetting Plastic) เป็นพลาสติกที่มีสมบัติพิเศษ คือทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และทนปฏิกิริยาเคมีได้ดี เกิดคราบและรอยเปื้อนได้ยาก พลาสติกแบบนี้เมื่อหลอมตัวเป็นรูปแบบใด จะเป็นรูปแบบนั้นอย่างถาวร หมายความว่า จะเอามาหลอมใช้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ไม่ได้ กล่าวคือ เกิดการเชื่อมต่อข้ามไปมาระหว่างสายโซ่ของโมเลกุลของโพลิเมอร์ (cross linking among polymer chains) เหตุนี้หลังจากพลาสติกเย็นจนแข็งตัวแล้ว จะไม่สามารถทำให้อ่อนได้อีกโดยใช้ความร้อน หากแต่จะสลายตัวทันทีที่ อุณหภูมิสูงถึงระดับการทำ พลาสติกชนิดนี้ให้เป็นรูปลักษณะต่าง ๆ ต้องใช้ความร้อนสูงและโดยมากต้องการแรงอัดด้วย ได้แก่ พลาสติกจำพวกที่เป็นจานเขี้ยวหรือ ชุดถ้วย ชาม จานพลาสติกชนิดพิเศษที่เรียกว่า เมลามีน (Melamine) ซึ่งมีสมบัติทนการแตกแตกและความร้อนได้ดีมาก เวลาถูกประกายไฟจะไม่ลุกไหม้ ที่พบเห็นกันทั่วไปเป็นผลิตภัณฑ์ภาชนะที่ใช้ในครัวเรือน เช่น จาน ชาม ถาด ถ้วยและช้อน เทอร์โมเซตติงพลาสติก ได้แก่

1.1 เมลามีน ฟอรัมาลดีไฮด์ (Melamine Formaldehyde) มีสมบัติทางเคมีทนแรงดันได้ 7,000 – 135,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ทนแรงอัดได้ 25,000-50,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ทนแรงกระแทกได้ 0.25 – 0.35 ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ทนความร้อนได้ถึง 140 องศาเซลเซียส และทนปฏิกิริยาเคมีได้ดี เกิดคราบและรอยเปื้อนยาก เมลามีนใช้ทำภาชนะ บรรจุอาหารหลายชนิด และนิยมใช้กันมาก มีทั้งที่เป็นสีเรียบและลวดลายสวยงาม ข้อเสียคือ น้ำส้มสายชูจะซึมเข้าเนื้อพลาสติกได้ง่าย ทำให้เกิดรอยด่าง แต่ไม่มีพิษภัยเพราะไม่มีปฏิกิริยากับพลาสติก

1.2 ฟีนอลฟอรัมาลดีไฮด์ (Phenol-Formaldehyde) มีความต้านทานต่อตัวทำละลาย สารละลายเกลือและน้ำมัน แต่พลาสติกอาจพองบวมได้เนื่องจากน้ำหรือแอลกอฮอล์ พลาสติกชนิดนี้ใช้ทำฝาขวดและหม้อ

1.3 อีพ็อกซี (Epoxy)

1.4 โพลีเอสเตอร์ (Polyester)

1.5 ยูรีเทน (Urethane)

1.6 โพลียูรีเทน (Polyurethane)

2. เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastics)

เป็นเม็ดพลาสติกที่เมื่อขึ้นรูปแล้วสามารถนำกลับมาหลอมและใช้ใหม่ได้ เทอร์โมพลาสติกที่สำคัญและพบมากในอุตสาหกรรมหลายประเภทของไทย อาจแบ่งย่อยออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

- พลาสติกเชิงพาณิชย์ (Commodity Plastic) เช่น PP, PE, PVC
- พลาสติกเชิงวิศวกรรม (Engineering Plastic) เช่น ABS, PMMA, PC ฯลฯ

สำหรับเทอร์โมพลาสติกที่สำคัญและใช้มากในประเทศไทยมีอยู่ประมาณ 8 ประเภท ได้แก่ โพลีเอทิลีน (PE), โพลีโพรพิลีน (PP), โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC), โพลีสไตรีน (PS), เอบีเอส (ABS), อะคริลิก (PMMA), โพลีอะซิทัล (Polyacetal) และโพลีคาร์บอเนต (PC) ซึ่งแต่ละประเภทจะมีลักษณะแตกต่างกันดังนี้

2.1 โพลีเอทิลีน (Polyethylene Resins : PE) โดยทั่วไป โพลีเอทิลีน มีสีขาวขุ่น (Milky White) ลักษณะคล้ายขี้ผึ้งไม่เกาะติดน้ำ สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ตามความต้องการ มีน้ำหนักเบามาก โพลีเอทิลีนมีปริมาณการใช้สูงสุดในประเทศขณะนี้ นิยมใช้ทำเครื่องใช้เครื่องเรือนทั่วไป ของเล่นเด็ก ดอกไม้พลาสติก ภาชนะบรรจุต่าง ๆ เช่น ถุงก๊อบแก๊บ เป็นต้น โพลีเอทิลีนมีหลายชนิด เช่น Low Density Polyethylene (LDPE), High Density Polyethylene (HDPE) และที่ได้พัฒนาใหม่ให้มีคุณสมบัติยิ่งขึ้น นิยมใช้มากคือ Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) กับ Ultra-High Molecule Weight Polyethylene (UHMW PE) สำหรับเม็ดพลาสติกโพลีเอทิลีนที่ใช้ในประเทศไทยมากมีอยู่ด้วยกัน 3 ประเภทใหญ่คือ

2.1.1 HDPE (High Density Polyethylene) เป็นเม็ดพลาสติกที่มีคุณสมบัติเหนียว แข็ง มีสีขุ่น ทนต่อสารเคมี รักษารูปทรงได้ดีและสามารถทนอุณหภูมิได้ถึง 105 องศาเซลเซียส เม็ดพลาสติก HDPE ได้ถูกนำมาใช้ในการผลิตสินค้าพลาสติกต่าง ๆ ในหลายรูปแบบ โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภทดังนี้

1) งานแผ่นฟิล์ม (Film Grade) HDPE ในรูปของฟิล์ม มีลักษณะเหนียว ทนแรงกระแทกสูง สามารถทำให้เป็นแผ่นบางได้ง่ายจึงนิยมใช้ผสมกับ LDPE/LLDPE เพื่อผลิตเป็นถุง

ชนิดใช้งานหนัก เช่น ถุงใช้งานอุตสาหกรรม ทำเป็นถุงบรรจุสินค้าที่ต้องการความแข็งแรงและการทรงตัวอย่างกระด้าง เช่น ถุงใส่ของแบบมีหูหิ้วที่ใช้ตามห้างสรรพสินค้า HDPE ที่ใช้งานแผ่นฟิล์มมีสัดส่วนมากที่สุด

2) งานเป่าเข้าแบบ (Blow Molding) HDPE ชนิดเป่าเข้าแบบ มีลักษณะเนื้อแข็งทนต่อแรงบิด เข้าแบบง่าย รักษารูปทรงได้ดี จึงใช้ในการผลิตงานที่ต้องการความทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี เช่น ขวดบรรจุน้ำยาซักล้าง น้ำยาฟอกสี ขวดบรรจุน้ำมันเบรก น้ำมันเครื่อง ขวดเครื่องสำอางและแชมพู ขวดน้ำดื่ม ขวดนม ขวดน้ำกลั่น ถังน้ำ ถังน้ำมันเชื้อเพลิงและเคมี ฯลฯ HDPE ที่ใช้ในการเป่าเข้าแบบมีสูงเป็นอันดับสองรองจากงานแผ่นฟิล์ม

3) งานฉีดเข้าแบบ (Injection Molding) HDPE ชนิดการขึ้นรูปแบบฉีดมีลักษณะเนื้อแข็ง ทนต่อแรงบิดและแรงกระแทกสูง ค่าหดตัวต่ำ สามารถนำไปใช้ในการผลิตชิ้นงานเล็ก ๆ เช่น สำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ในบ้าน และภาชนะขนาดเล็ก และผลิตภัณฑ์ในงานอุตสาหกรรมที่ต้องรับน้ำหนักและแรงกระแทกบ่อย การใช้งาน HDPE ในงานนี้แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ

- ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม เช่น Palette (กระดานรอง) ภาชนะบรรจุหรือถังบรรจุ เครื่องดื่ม ถังบรรจุผลไม้

- เครื่องใช้ในบ้าน เช่น ถาด ชั้นวางของ

- ผลิตภัณฑ์ประเภทภาชนะขนาดเล็ก

4) Mono-Filament ได้แก่ แห อวน เชือก

5) อื่น ๆ

- ใช้ในการผลิตท่อ เนื่องจากมีลักษณะเนื้อเหนียวเป็นพิเศษทนต่อแรงบิดและแรงอัดสูง เหมาะกับการทำท่อน้ำ ท่อน้ำมัน ท่อแก๊สและท่อที่มีแรงดันอัดภายใน

- ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ขึ้นรูปแบบหมุน ซึ่งผลิตภัณฑ์ขึ้นรูปแบบหมุนส่วนใหญ่ใช้ทำรางสำหรับแช่แข็งเพื่อการขนส่งสัตว์น้ำ เช่น กุ้ง ปู ปลา เป็นต้น

2.1.2 LDPE (Low Density Polyethylene) มีความทนทานต่อสารเคมีกรดและด่าง อีกทั้งยังแปรรูปได้ง่าย เป็นฉนวนได้อย่างดีและไม่มีสารพิษที่เป็นอันตรายต่อร่างกายมนุษย์ มีความสามารถในการรับแรงกระแทกและความยืดหยุ่นแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

1) Homopolymer ได้แก่ เม็ดพลาสติก LDPE ทั่วไปแบ่งตามการใช้งานได้ดังนี้

- งานแผ่นฟิล์ม ได้แก่ ถุงขนาดต่าง ๆ ตั้งแต่ขนาดเล็กที่ใช้บรรจุสินค้าทั่วไปตลอดจนถึงขนาดใหญ่ที่ต้องการแบกรับน้ำหนักมาก เช่น ถุงน้ำแข็ง ถุงบรรจุอาหารแช่เย็น ถุงซ้อปิ้ง ใช้ทำวัสดุกันกระแทก ได้แก่ Air Bubble Sheet นอกจากนี้ แผ่นฟิล์มยังใช้งานในการรัดสินค้าให้อยู่ในสภาพทรงตัวเช่นฟิล์มรัดกล่อง ฟิล์มรัดสินค้าบนไม้พาเลทเพื่อการขนส่งไปจนกระทั่งแผ่นฟิล์มขนาดใหญ่มาๆใช้ในด้านเกษตรกรรม เช่น แผ่นฟิล์มรองพื้นปูบ่อน้ำเพื่อการเก็บกักน้ำ เรือนเพาะชำ (Green House)

- งานเป่าเข้าแบบ ได้แก่ การเป่าทำขวดต่าง ๆ เช่น ขวดน้ำเกลือ ขวดยาหยอดตา ขวดน้ำดื่มและเป่าเพื่อทำกระป๋องและกล่อง

- งานฉีดเข้าแบบ ได้แก่ ภาชนะ ของเล่นที่ต้องการลักษณะชิ้นงานที่นูนเล็กน้อย งานจัดของสวยงาม เช่น ดอกไม้พลาสติก ใบไม้พลาสติก รวมทั้งเครื่องใช้ในบ้านอื่น ๆ เช่น ตะกร้า ถัง ชาม อ่าง

- งานแผ่นเคลือบหรือแผ่นประกบ ได้แก่ งานเคลือบบนผิวฟิล์ม บนผิวแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ เช่น ซองบรรจุอาหารแห้งประเภทบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป อาหารเสริมเด็กอ่อน ซึ่งต้องการคุณสมบัติการป้องกันความชื้นและการซึมผ่านของก๊าซต่าง ๆ

- งานเคลือบผิวโลหะ ได้แก่ การเคลือบลวดเอนกประสงค์ เช่น ตะแกรงวางสินค้า ชั้นวางของ ตะกร้า รถจักรยานตลอดจนงานเคลือบพิเศษ เช่น สายเคเบิล สายโทรศัพท์ สายไฟฟ้า

2) Copolymer มีคุณสมบัติพิเศษกว่า LDPE ชนิดธรรมดา คือ มีความอ่อนนุ่ม มีความยืดหยุ่นสูง ใช้ผลิตหนังเทียมแทน PVC ชนิดอ่อน, พื้นรองเท้า, รองเท้ากีฬา

2.1.3 LLDE (Linear Low Density Polyethylene) เป็นเม็ดพลาสติก PE ที่ใหม่กว่า 2 ประเภทแรก ปัจจุบันกำลังได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีคุณสมบัติเด่นกว่า LDPE ในหลาย ๆ ด้านไม่ว่าจะเป็น การต้านแรงกระแทก การต้านแรงดันทะลุการต้านแรงดึงขาด การทรงรูป ความแข็งแรงของรอยเชื่อม ความมันเงา และความยืดตัวการนำเอา LLDE ไปใช้ประโยชน์จะมีด้วยกัน 2 ลักษณะโดยลักษณะแรกเป็นการนำมาผสมกับเม็ด LDPE หรือ HDPE ในสัดส่วนต่าง ๆ กันเพื่อปรับคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น โดยเฉพาะในด้านความเหนียว ซึ่งการนำมาใช้ในลักษณะนี้ ผู้ผลิตไม่จำเป็นต้องดัดแปลงเครื่องจักรแต่อย่างใด ส่วนการนำมาใช้ในอีกลักษณะ เป็นการนำเอา LLDE มาเป่าเป็นฟิล์มเดี่ยว ส่วนใหญ่ใช้ในการผลิตเป็นถุงบรรจุสินค้าที่มีน้ำหนักสูง เช่น ถุงข้าวสาร ถุงขยะ ถุงบรรจุอาหารสัตว์ เป็นต้น

2.2 โพลีโพรพิลีน (Polypropylene : PP) เป็นเม็ดพลาสติกที่มีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับเม็ดพลาสติกชนิด HDPE และ LDPE จึงสามารถใช้ทดแทนกันได้ระดับหนึ่ง แต่สามารถทนความร้อนได้สูงถึง 150 องศาเซลเซียส เหนียว แข็งแรง ทนต่อแรงอัดและแรงกระแทก ไม่สึกกร่อนง่าย ทนต่อสารเคมี เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

2.2.1 Homopolymer Polypropylene เป็นโพลีโพรพิลีนที่มีคุณสมบัติแข็งแรงกว่าโพลีเอทิลีน ขึ้นรูปง่ายในงานฉีดทั่วไป งานที่ใช้เม็ดพลาสติกประเภทนี้ ได้แก่

1) งานฉีดขึ้นรูป เช่น ถัง กระถาง ตะกร้า ของเด็กเล่น เฟอรัลเจอร์ เครื่องใช้ทางการแพทย์ ภาชนะบรรจุทั่วไป เป็นต้น

2) แผ่นฟิล์ม ใช้ทำฟิล์มใส ถุงร้อน ถุงเย็น ซองใส่เสื้อเชิ้ต ฟิล์มห่อหุ้มบรรจุอาหารที่ไม่ต้องการให้ออกซิเจนซึมผ่าน

3) งานเป่า เช่น เป่าขวด ที่นำมาใช้งานเช่นเดียวกับ HDPE

4) งานสิ่งทอ ทำเส้นใย กระสอบสาน เชือก แห อวน เป็นต้น

2.2.2 Block Copolymer Polypropylene เป็นโพลิโพรพิลีนที่รับแรงกระแทกสูงกว่าประเภท Homopolymer ขึ้นรูปง่าย งานที่ใช้เช่นเดียวกับ Homopolymer Polypropylene แต่ต้องรับแรงกระแทกสูงที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิต่ำ เช่น toptable ในตู้เย็น ชิ้นส่วนเครื่องซักผ้า อุปกรณ์รถยนต์ เฟอร์นิเจอร์ ภาชนะบรรจุที่ต้องการรับแรงกระแทกสูง แบตเตอรี่ แก้วีสนาม เป็นต้น

2.2.3 Random Copolymer Polypropylene เป็นโพลิโพรพิลีนที่มีความใสเป็นคุณสมบัติพิเศษ ใช้งานฉีดเป็นส่วนใหญ่ งานที่ใช้ได้แก่ กล่องบรรจุอาหารทั่ว ๆ ไป

2.3 โพลีไวนิล คลอไรด์ (Polyvinyl Chloride: PVC) มีคุณสมบัติทนต่อสารเคมี ก๊าซ และน้ำซึมผ่านเข้าไม่ได้ ใช้เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดี ทนต่อสภาพลมฟ้าอากาศได้ดี มีน้ำหนักเบา และมีราคาถูกกว่า ซึ่งจากคุณสมบัติที่ดีเหล่านี้ PVC จึงถูกนำมาใช้ในงานอย่างกว้างขวาง เช่น รางน้ำ รางกบหน้าต่าง ท่อน้ำ สายเคเบิลไฟฟ้า ใช้ในการบรรจุหีบห่อสินค้า และผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม PVC ที่นำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป เช่น ท่อน้ำ PVC ขวด PVC หนึ่งเหลี่ยม ฯลฯ ไม่ได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจาก PVC ผงเลยทีเดียว แต่จะผสมสารเติมแต่งอื่น ๆ อีกหลายชนิด เพื่อให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติต่าง ๆ ความต้องการ อาทิ สารปรับปรุงแรงกระแทก สารเสริมสภาพพลาสติก สารคงสภาพ ฯลฯ

2.4 โพลีสไตรีน (Polystyrene Resins: PS) มีความหดรัดน้อยมาก มีความแข็งแรงทนทานดี แต่เปราะ สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ ผิวเรียบและใส ไม่มีรสและกลิ่นเป็นฉนวนไฟฟ้าดี ความดูดซึมน้ำต่ำ ไม่เหมาะกับการใช้ภายนอก ทนความร้อนได้พอสมควร โพลีสไตรีนใช้ทำกล่องบรรจุอาหารชนิดใส กล่องบรรจุของใช้อื่น ๆ เช่น แปรงสีฟัน ถังบรรจุเครื่องดื่ม ของเด็กเล่น แปรงและตู้โทรศัพท์วิทยุ ไฟท้ายรถ ไม้บรรทัด ฯลฯ ในรูปโฟม ซึ่งเรารู้จักในชื่อ สไตรโอฟอัม (Styrofoam) ใช้ทำป้ายและสิ่งประดับในงานต่าง ๆ วัสดุกันแตกในกล่องบรรจุของแผ่นฉนวนกันความร้อนและเสียง ฯลฯ โพลีสไตรีน แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

2.4.1 โพลีสไตรีนชนิดธรรมดา (GPPS) จะแข็งแต่เปราะ โพลีสไตรีนชนิดนี้ที่ใช้ในประเทศ สามารถแบ่งอุตสาหกรรมการผลิตได้ดังนี้

- 1) อุตสาหกรรมของเด็กเล่นพลาสติกต่าง ๆ

2) อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไปเช่น เครื่องปั่นน้ำผลไม้ ชิ้นส่วนใส่ในตู้เย็น หน้ากากแอร์ เป็นต้น

3) อุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์ส่วนใหญ่ไม่นิยมใช้ เนื่องจากทนแรงกระแทกได้น้อย ที่พบในตลาด ได้แก่ ไฟท้ายรถยนต์

4) อุตสาหกรรมเครื่องใช้ครัวเรือน ได้แก่ สุขภัณฑ์ ภาชนะบรรจุอาหาร กล่องใส่ลูกกอล์ฟ ถาด ช้อน ส้อมพลาสติก เป็นต้น

5) อุตสาหกรรมงาน sheet และ film ใช้ในงานตกแต่งสถาปัตยกรรมงานขึ้นรูปเป็น Packing ได้แก่ ถ้วยใส่ไอศกรีม ถ้วยน้ำ กล่องใส่ของเด็กเล่น เป็นต้น

2.4.2 โพลีไทรินชนิดพิเศษ เช่น High Impact Copolymer (HIPS) จะแข็งแรงกว่ามากและไม่เปราะ ลักษณะของการใช้งานจะคล้ายกับแบบ GPPS แต่จะใช้งานที่ต้องการคุณสมบัติในการรับแรงกระแทกเพิ่มขึ้นและชิ้นงานที่ไม่โปรงแสง

2.5 อะครีโลไนไตรล์ บิวทาไดเอน สไตรีน (Acrylonitrile-Butadiene-Styrene: ABS) มีคุณสมบัติรับแรงกระแทกได้ดีมาก ทนความร้อนสูงถึง 212 องศาฟาเรนไฮด์ ทนกรดและด่างได้ดีพอสมควร เป็นฉนวนไฟฟ้าดี มีคุณสมบัติพิเศษที่นำไปชุบเคลือบผิวด้วยไฟฟ้าได้ดี เช่น ชุบโครเมียม ป้ายชื่อรถยนต์นิยมนำไปทำปุ่มหมุนวิทยุโทรทัศน์ ABS จะใช้ในอุตสาหกรรมหลัก ๆ ต่อไปนี้

2.5.1 อุตสาหกรรมของเด็กเล่น ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่มีการส่งออกจำนวนมาก

2.5.2 อุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์และรถจักรยานยนต์ เช่น กระจกมองข้าง กระจกหน้ารถยนต์ Console Box เป็นต้น ซึ่ง ABS จะถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมนี้มากที่สุด

2.5.3 อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น ชิ้นส่วนหม้อหุงข้าว เตาเรด เตาอบ ไมโครเวฟ โทรศัพท์ พัดลม เครื่องซักผ้า โทรทัศน์ หูจับตู้เย็น นาฬิกา หน้ากากแอร์ ปลั๊กไฟ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

2.5.4 อุตสาหกรรมเครื่องใช้ในครัวเรือน เช่น จาน ชาม ตะเกียบ

2.6 อะคริลิก (Acrylic) พลาสติก PMMA (Polymethyl Methacrylate) หรือที่รู้จักกันดีในนาม “อะคริลิก” เป็นพลาสติกที่ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายด้วยคุณสมบัติโดดเด่นในด้านความใส เทียบเคียงกระจก มีความมันเงา และทนทานต่อสภาพแวดล้อม PMMA สามารถนำมาใช้ทั้งในงานฉีดขึ้นรูป (Injection) และงานอัดรีด (Extrusion) ได้เป็นอย่างดี โดยชิ้นงานที่เห็นกันอยู่ทั่วไปในปัจจุบันไม่ว่า

จะเป็นรถยนต์ หน้าปัทม์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ฝาครอบไฟ ก้อนน้ำ กระจกใส เครื่องใช้ในครัวเรือนที่คล้ายเครื่องแก้ว เลนส์ ครอบแว่นตา ฯลฯ ล้วนแต่ทำ จาก PMMA ทั้งสิ้น

2.7 โพลีอะซีทัล (Polyacetal) จัดเป็น Engineering plastics ตัวหนึ่งใช้แทนชิ้นส่วนโลหะที่หล่อโดยวิธี Die Casting นอกจากนี้ยังใช้ทำชิ้นส่วนในรถยนต์และเครื่องจักรกล เช่น คาบูเรเตอร์ เกียร์ แบริง บูช ลูกกลิ้ง ชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนไหวและเสียดทาน นอกจากนี้ ยังใช้ทำเป็นขวดบรรจุสเปรย์ได้อีกด้วย

2.8 โพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate) เป็นเทอร์โมพลาสติกเรซิน (Thermoplastic Resin) มีคุณสมบัติที่สำคัญหลายด้าน ได้แก่

- ทนต่อแรงกระแทกสูง

- มีความใสทำให้นำมาประยุกต์ใช้ในงาน Optic ได้อย่างกว้างขวาง (แสงผ่านได้ 90%)

- มีขนาดคงที่ในระหว่างการขึ้นรูปและมีการเปลี่ยนแปลงขนาดเล็กน้อยหลังจากผ่านการขึ้นรูปแล้ว นั่นคือ มีการหดตัวเมื่อผ่านการขึ้นรูปต่ำ ดังนั้น Polycarbonate จึงเป็นพลาสติกที่มีขนาดคงที่เมื่อผ่านการขึ้นรูป

- ใช้งานได้ในช่วงอุณหภูมิกว้างตั้งแต่ - 40 องศาเซลเซียส จนถึง + 120 องศาเซลเซียส

- เมื่อเกิดการลุกไหม้สามารถดับได้เอง จึงถูกนำมาใช้งานในสถานที่ที่การลุกไหม้เป็นสิ่งอันตราย

- มีความทนทานต่อสภาวะอากาศ และโอโซนได้ดีมาก สามารถนำมาใช้กับงานภายนอกอาคารได้

- ไม่เป็นพิษ จึงนำมาใช้เป็นภาชนะในการบรรจุอาหารและยาได้

- มีคุณลักษณะทางไฟฟ้าที่ดีเยี่ยม นำมาใช้เป็นฉนวนไฟฟ้าโพลีคาร์บอเนตจึงสามารถนำมาใช้ในการผลิตสินค้าได้หลายประเภท เช่น ทำแว่นตานิรภัย, Compact Disc, กระจกหน้าต่าง, Housing ของคอมพิวเตอร์, ฝาครอบไฟฟ้าหม้อรถยนต์และขวด เป็นต้น

ภาคผนวก ข

การพัฒนาวัสดุทดแทนไม้จากระบบสารเติมปริมาณสูงของผงไม้และเบนซอกซาซีนเรซิน

ชื่อโครงการ: การพัฒนาวัสดุทดแทนไม้จากระบบสารเติมปริมาณสูงของผงไม้ และเบนซอกซาซีนเรซิน

Development of wood-substituted materials based on highly filled systems of wood flour and benzoxazine resin

ชื่อนักวิจัย: ผศ.ดร. สราวุธ ริมดุสิต (Dr. Sarawut Rimdusit)

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระยะเวลาโครงการ: 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2545- 30 มิถุนายน พ.ศ. 2547

General Introduction

Wood is an important raw material, which has been used by human beings since early years. The reason for its diverse and great utilization is related to its good physical strength, aesthetically pleasing characters, and low processing cost. As the world economy ascends to a new stage, demand for wood increases proportionally. Current statistics show that the timber trade in the world market has exceeded 1,500 million m³. The demand for good-quality timber will lead to nonrenewable logging of tropical hardwood forests in many developing countries, and give rise to serious global concern, especially in Asian countries. Indonesia's current dominance of export market is expected to end within 20 years at present rates of logging, while Thailand has banned all commercial logging in its hardwood forests. Therefore, a rise in the cost of natural timber products is expected in the near future. The development of new materials with the natural wood's properties to be used for substituting natural wood can partially reduce the consumption of natural wood.

Wood composite provide a unique combination of material properties and; therefore, can substitute many conventional materials. The combination of three driving forces has created an opportunity for advanced composite materials. The first driving force is the continuing population explosion, which has created a growing worldwide demand for building materials. The second driving force is the municipal solid waste crisis. Probably the most popular response to the municipal solid waste problem has been recycling, i.e., paper, glass, and metals. The third driving

force creating an opportunity for composites is the increase in price and decrease in the availability of wood. Polymeric matrices reinforced with special wood fillers are enjoying rapid growth due to their many advantages, such as light weight, reasonable strength, and stiffness. The processing is flexible, and economical. On the other hand, the use of waste wood will help solving the severe environmental problem.

There are two types of matrices for wood-polymer composite. The first type is thermoplastic i.e. polyethylene, polypropylene, polystyrene, polyvinyl chloride, and ABS, in which the filler in a form of wood particle, is dispersed into a thermoplastic matrix. Many researches in recent years have gained much attention in this type of matrix due to its ability to give promise for improved performance composites that may be produced from recycled materials. However, the main problem encountered in using this type of matrix is its rather poor interfacial adhesion between the untreated wood particle and the matrix. This behavior results in its characteristics of low strength, low stiffness and high moisture sorption. Another major shortcoming of this type of matrix is that relatively low filler content of less than 50-60 % by weight can be added into the matrix. To obtain higher filler content, a modification at the interface between the wood particle and the matrix is required by using some physical and chemical treatments. The effect of treatment wood particle can be improved the interfacial adhesion between wood particle filler and the matrix.

The second type, which has been increasingly used, is thermosetting matrix. This type of matrix is generally used with an introduction of some reinforcement fillers, such as natural fibers and/or particles, to the polymeric matrix. The thermosetting matrix was first introduced for a commercial purpose in the early 1900s under the trade name 'Bakelite' which is composed of phenol- formaldehyde and wood flour. Many efforts have continued on studying in this field over the past decade both from the academic and application points of view. The main application of thermosetting matrix is found in composites, particularly, in the production of particleboard. The addition, it shows promising application in packaging, construction, and automotive industrials. However, due to the problem in shortage of high-quality wood at present, the reconstituted wood materials become the important products of wood-based industries.

Filler particles are often incorporated into polymers to modify their properties to meet performance requirements. A wide variation of mechanical, thermal, and physical properties can be developed through an appropriate compounding of polymer and fillers. For polymeric matrices, phenolic resin was the first synthetic polymer derived from a condensation of phenol and formaldehyde in the presence of acid or alkaline catalysts and up to now is one of the most widely used thermosetting resins. The major advantages of phenolics are; high temperature resistance, flame retardancy, chemical resistance, dimension stability, and electrical insulation properties. Thus, traditional phenolic resins have been used in many applications such as construction and automotive industries. However, traditional phenolic resins still have many shortcomings. These include the need of strong acid or alkaline catalysts in the synthesis step, the release of by-product such as water or ammonia during the processing step, and their brittleness and limited shelf-life. A polymer that we choose as a matrix in this wood-substituted composite is polybenzoxazine.

Polybenzoxazine or oxazine-based phenolic resins are an alternative to traditional phenolics. It is synthesized by the ring-opening polymerization of aromatic oxazines, which can be modified by changing the functional groups on the backbone. Furthermore, it does not produce reaction by-products and can be synthesized via a simple (without strong acid or alkaline catalysts) solvent less technology. The resin has been reported to possess some intriguing properties such as low viscosity, low water absorption, high temperature properties, near-zero volumetric changes upon polymerization, and ease of processing due to self-polymerization upon heating via ring-opening polymerization. The latter property renders no volatile by-products; therefore, giving no void formation in the curing step (Ning and Ishida, 1994a,1994b). Low melt viscosity is one of the outstanding properties of polybenzoxazine which results in the ability to accommodate relatively large quantity of filler. Ishida and Rimdusit (1998) studied the effect of particle size and its distribution on thermal conductivity of boron nitride-filled polybenzoxazine. The authors used large aggregates of flake-like boron nitride crystals and were able to make a composite with a maximum filler content up to 78.5 % by volume (88 % by weight). The extraordinary high thermal conductivity value of 32.5 W/mK at the maximum filler content was achieved.

Materials

Woodflour (*Hevea brasiliensis*) was supplied by Department of Corrections, Nakorn Si Thammarat Province, Thailand. Bisphenol-A (Commercial grade) was kindly denoted by Thai Polycarbonate Co.,Ltd. (TPCC). Para-formaldehyde (AR grade) was purchased from Merck Company, and aniline (AR grade) was from APS Finechem Company. All chemicals were used without further purification.

Monomer Preparation

This bifunctional benzoxazine monomer is based on bisphenol-A and aniline. The molar ratio of bisphenol-A: para-formaldehyde: aniline was 1:4:2. The benzoxazine monomer is solid at the room temperature. It was ground into fine powder and kept in a refrigerator. The benzoxazine monomer was obtained as a yellow powder.

Preparation of Woodflour

The woodflour from *hevea brasiliensis* was selected for this work because of its availability and this wood is widely grown in Thailand. The density of the woodflour determined by using a gas pycnometer is 1.49 g/cm³. The particles that pass through a sieve of less than 149 μm , 250-297 μm , and 420-595 μm were used in this study. The over size wood particle was crushed using ball mill apparatus in order to reducing its particle size. All woodflour was dried at 105 oC for 24 hr in a vacuum oven and was kept in the desiccator.

Processing Method

Woodflour and benzoxazine resin molding compounds were prepared by measuring desirable mass fraction of both components. The mixture was mixed by hand in an aluminum container at 80 °C for at least 15 min to ensure particle wet out by the resin. The compression-molded compound was shaped using a metal spacer of various dimensions and a curing temperature of 180 °C. The reaction was carried out under hydraulic pressure of 35 MPa for 2.0

hr. Finally, the specimens were left to cool down at room temperature in the open mold before testing.

CONCLUSIONS

The effect of wood flour content and particle size on the thermal, mechanical and some important physical properties can be summarized as follows. From DSC experiment, the fully cured condition of the molding compound is 180°C and 2 hours. Moreover, the exothermic curing peaks were not affected by either the wood flour content or the particle size. The storage modulus of the composites was found to increase with the wood flour content and reach the maximum value at 75% by weight of wood flour. Beyond wood flour content of 75% by weight, the storage modulus decreases which may be due to the insufficient wood flour wetting in the obtained composites. The behavior may be caused by the formation of tiny void or air gap in the specimens and the results were confirmed by density measurement. The glass transition temperature of the composite was found to increase with wood flour content i.e. from 160°C in the case of the unfilled system to 220°C in the case of 75% by weight of wood flour. This indicates substantial adhesion between the wood flour filler and polybenzoxazine matrix. The flexural modulus at room temperature of the natural rubber wood (*Hevea brasiliensis* wood) is recorded as 9.7 GPa compared to the wood flour-filled polybenzoxazine composite with 75% wood flour content which exhibits the modulus value of 6.8-7.3 GPa. Therefore, the flexural modulus of our wood composite is in the vicinity of that of the natural wood. The highest achievable packing density of the composite having no void in the system is; therefore, 75 %by weight. Scanning electron micrographs show smooth interfaces between the filler and the matrix, which further signifies good interfacial adhesion between the wood flour filler and the polybenzoxazine matrix. In addition, our wood composite shows outstanding properties such as relatively high thermal stability (T_g , T_d), high char yield, and low water absorption.

ที่มา: สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย