

สรุป

การวิจัยนี้ ได้ศึกษาการย่อยสลายทางความร้อนและพารามิเตอร์จลน์ของการย่อยสลายของแผ่นฟิล์มพลาสติกพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงที่เจือสารย่อยสลายแคลเซียมคาร์บอเนต ด้วยวิธีความร้อนโน้มถ่วง และศึกษาสัณฐานวิทยาของแผ่นฟิล์มพลาสติก โดยแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ใช้ในการศึกษามีอัตราส่วนของ HDPE:CaCO₃ 6 อัตราส่วน ดังนี้ HDPE:CaCO₃ = 100:0, 90:10, 85:15, 80:20, 75:25 และ 70:30 ซึ่งแผ่นฟิล์มแต่ละอัตราส่วนมีความหนา 3 ขนาด คือ 8, 10 และ 15 ไมครอน จึงมีแผ่นฟิล์มตัวอย่างรวมทั้งหมด 18 ตัวอย่าง โดยตัดแผ่นฟิล์มพลาสติกให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 cm น้ำหนักประมาณ 6 ± 2 mg ทำการทดลองภายใต้ก๊าซไนโตรเจน โดยมีอัตราการไหลของก๊าซไนโตรเจนเท่ากับ 20 ml/min อุณหภูมิเริ่มต้นการทดลองเท่ากับ 323.15 K และอุณหภูมิสุดท้ายเท่ากับ 1123.15 K ที่อัตราการเพิ่มอุณหภูมิคงตัว 6 อัตรา คือ 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 K/min

ผลการศึกษาการย่อยสลายทางความร้อน พารามิเตอร์จลน์ และสัณฐานวิทยาของแผ่นฟิล์มพลาสติก สามารถสรุปได้ดังนี้

1. จากกราฟความร้อนโน้มถ่วง พบว่าแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ไม่ได้ผสมแคลเซียมคาร์บอเนต มีการย่อยสลายแบบ 1 ขั้นตอน อยู่ในช่วงอุณหภูมิ 700-800 K และแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ผสมแคลเซียมคาร์บอเนตมีการย่อยสลายแบบ 2 ขั้นตอน โดยการย่อยสลายขั้นตอนแรกอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 700-800 K ซึ่งเป็นการย่อยสลายของพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง และการย่อยสลายขั้นตอนที่สองเป็นการย่อยสลายของแคลเซียมคาร์บอเนต อยู่ในช่วงอุณหภูมิ 900-1000 K

2. จากกราฟอนุพันธ์ความร้อนโน้มถ่วง สามารถหาอุณหภูมิที่จุดยอด (T_m) ความสูงที่จุดยอดของกราฟ (h_m) และปฏิกิริยาเศษส่วนที่อุณหภูมิจุดยอด (α_m) ซึ่งเมื่ออัตราการเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้น อุณหภูมิที่จุดยอด (T_m) ของกราฟอนุพันธ์ความร้อนโน้มถ่วงจะเลื่อนไปบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการส่งผ่านทางความร้อนจากเตามาตรฐานมาสู่แผ่นฟิล์มพลาสติก

ความสูงที่จุดยอดของกราฟ (h_m) มีค่าขึ้นอยู่กับความชันของกราฟความร้อนโน้มถ่วง ซึ่งการย่อยสลายในช่วงขั้นตอนแรก แผ่นฟิล์มพลาสติกมีการย่อยสลายไปในปริมาณมาก จึงทำให้กราฟความร้อนโน้มถ่วงมีความชันมาก ส่งผลให้ความสูงที่จุดยอดของกราฟของการย่อยสลายใน

ขั้นตอนแรกมีค่าสูงมากกว่าการย่อยสลายในขั้นตอนที่สองซึ่งเป็นการสลายตัวของแคลเซียมคาร์บอเนตเพราะแผ่นฟิล์มตัวอย่างมีปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตที่น้อยกว่า

3. การศึกษาพารามิเตอร์จลน์ เมื่อนำค่า T_m , h_m และ α_m ไปคำนวณค่าพารามิเตอร์จลน์ของการย่อยสลายทางความร้อนด้วยวิธีสมมติที่จุดยอด (PPM) พบว่าแผ่นฟิล์มพลาสติกทุกอัตราส่วนมีค่าอันดับการเกิดปฏิกิริยาเกือบคงตัวเท่ากับ 1 โดยไม่ขึ้นอยู่กับอัตราการเพิ่มอุณหภูมิ (β) และปริมาณของแคลเซียมคาร์บอเนตที่ผสมในแผ่นฟิล์มพลาสติก ซึ่งค่าอันดับการเกิดปฏิกิริยาเป็นตัวบ่งบอกสาเหตุของการเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลาย ถ้าอันดับการเกิดปฏิกิริยา $n = 0$ แสดงว่าปฏิกิริยาการย่อยสลายเกิดจากมอนอเมอร์ของปลายโซ่พอลิเมอร์ถูกตัดออกไป และถ้าอันดับการเกิดปฏิกิริยา $n = 1$ แสดงว่าโซ่หลักของพอลิเมอร์ถูกตัดแบบสุ่ม นั่นคือปฏิกิริยาของการย่อยสลายทางความร้อนเกิดจากโซ่หลักของพอลิเมอร์ถูกตัดแบบสุ่ม

พลังงานก่อกัมมันต์เป็นตัวบ่งบอกพลังงานที่ใช้ในการย่อยสลาย ซึ่งในแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ไม่ได้ผสมแคลเซียมคาร์บอเนตมีค่าพลังงานก่อกัมมันต์อยู่ในช่วง 250-300 kJ/mol ซึ่งสูงกว่าแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ผสม CaCO_3 แสดงว่าปฏิกิริยาการย่อยสลายของแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ไม่ได้ผสมแคลเซียมคาร์บอเนตเกิดขึ้นได้ยากกว่าแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ผสมแคลเซียมคาร์บอเนต

แฟกเตอร์ก่อนเอกซ์โพเนนเชียลเป็นตัวบ่งบอกจำนวนการปะทะกันระหว่างโมเลกุลของตัวทำปฏิกิริยา ซึ่งแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ไม่ได้ผสมแคลเซียมคาร์บอเนตมีค่าแฟกเตอร์ก่อนเอกซ์โพเนนเชียลอยู่ในช่วง $2.85 \times 10^{21} - 1.19 \times 10^{23} \text{ min}^{-1}$ ซึ่งสูงกว่าแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ผสมแคลเซียมคาร์บอเนต แสดงว่าแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ไม่ได้ผสมแคลเซียมคาร์บอเนตเกิดการปะทะกันระหว่างโมเลกุลในปฏิกิริยาการย่อยสลายมากกว่าแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ผสมแคลเซียมคาร์บอเนต

4. การศึกษาพื้นฐานวิทยาของแผ่นฟิล์มพลาสติกด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าขนาดและจำนวนของอนุภาคแคลเซียมคาร์บอเนตที่กระจายในแผ่นฟิล์มพลาสติกขึ้นอยู่กับความหนาและอัตราส่วนของ CaCO_3 ที่ผสมในแผ่นฟิล์มพลาสติก ซึ่งแผ่นฟิล์มพลาสติกที่มีความหนา 8 ไมครอน มีการกระจายตัวของ CaCO_3 น้อยกว่าแผ่นฟิล์มพลาสติกที่มีความหนา 10 และ 15 ไมครอน เมื่อปริมาณ CaCO_3 ที่ผสมในแผ่นฟิล์มพลาสติกมีค่ามากขึ้น CaCO_3 จะจับตัวเป็นก้อนและกระจายไปทั่วแผ่นฟิล์มพลาสติก โดย CaCO_3 จะจับตัวเป็นก้อนใหญ่ขึ้นหรือเป็นแผ่นใหญ่ขึ้นในแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ผสม CaCO_3 มากขึ้น