

46402202 : สาขาวิชาวิทยาการและวิศวกรรมพอลิเมอร์

คำสำคัญ : พอลิไวนิลคลอไรด์ / เสถียรภาพทางความร้อน / พอลิเมอร์ผสม / กระบวนการอัดรีด

อาทิชา โยธารักษ์ : ผลของสภาวะที่ใช้ในกระบวนการอัดรีดที่มีต่อโครงสร้างที่เปลี่ยนแปลงของ พอลิไวนิลคลอไรด์ในพอลิเมอร์ผสมแบบหลอม. อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ : ศศ.ดร.จันทร์ฉาย ทองปิ่น และ ศ.ดร.ณรงค์ฤทธิ์ สมบัติสมภพ. 113 หน้า.

งานวิจัยนี้ศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิ ความเร็วรอบสกรูของเครื่องอัดรีด อิทธิพลของชนิดและดัชนีการไหลของ PE ที่ปริมาณ 5, 15 และ 25 phr ผสมใน PVC ที่มีผลต่อสมบัติทางความร้อน ทางกล ของพอลิเมอร์ผสม โดยทำการผสมแบบหลอมผ่าน เครื่องอัดรีดถึงรอบที่ 5 ซึ่งผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค TGA พบว่า ณ ความเร็วรอบสกรู 100 rpm ที่อุณหภูมิเครื่องอัดรีดที่หัวตาย 160, 180 และ 210 °C พบว่าการผสม LDPE ปริมาณ 5 phr จะสามารถปรับปรุงเสถียรภาพทางความร้อนของ PVC ในพอลิเมอร์ผสม ได้ ซึ่งการเพิ่มเสถียรภาพทางความร้อนนี้สามารถเกิดได้ที่อุณหภูมิการผสม กลไกการเพิ่มเสถียรภาพ เกิดจากปฏิกิริยาการ เคลื่อนย้ายอนุมูลอิสระ (Radical transfer reaction) จากสายโซ่ PVC ที่เริ่มเกิดการสลายตัวไปยัง LDPE สำหรับที่ปริมาณการผสม LDPE 15 phr นั้น อุณหภูมิสลายตัวของ PVC มีแนวโน้มลดลง เนื่องจาก LDPE ในพอลิเมอร์ผสม ณ ขณะทำการอัดรีดนั้น เกิด การสลายตัวแล้วเกิดการใช้ Heat stabilizer ใน PVC ที่ปริมาณการผสม LDPE 25 phr นั้น อุณหภูมิสลายตัวของ PVC ในพอลิเมอร์ผสม มีค่าสูงขึ้นอีกครั้ง เนื่องจากการแยกวัฏภาคของพอลิเมอร์ทั้งสองชนิดนี้ ในพอลิเมอร์ผสม ทำให้ Heat Stabilizer ใน PVC สามารถทำ หน้าที่ในการเพิ่ม เสถียรภาพทางความร้อนของ PVC ได้เต็มประสิทธิภาพ สำหรับอิทธิพลของ MFI ของ LDPE ซึ่งผสมลงในพอลิ เมอร์ผสมที่มีต่อ การสลายตัวทางความร้อน ของ PVC ในพอลิเมอร์ผสมนั้น พบว่า LDPE ที่มี ค่า MFI สูงกว่า สามารถเพิ่ม เสถียรภาพทางความร้อนให้กับ PVC ได้ดีกว่า LDPE ที่มีค่า MFI ต่ำกว่า อย่างไรก็ตาม การเพิ่มเสถียรภาพทางความร้อนของ PVC ด้วย LDPE นั้น ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิสลายตัวของ LDPE ด้วย สำหรับอิทธิพลของความเร็วรอบในการหมุนของสกรูนั้น ที่ 40 rpm และอุณหภูมิของเครื่องอัดรีดที่หัวตาย 160 °C 180 °C และ 210 °C พบว่า การผสม LDPE ที่ MFI 5 g/10 mm ปริมาณ 5 phr ส่งผล ให้อุณหภูมิสลายตัวของ PVC ในพอลิเมอร์ผสมลดลงเมื่ออุณหภูมิการอัดรีดที่หัวตายเพิ่มขึ้น และที่ความเร็วรอบสกรูที่เพิ่มขึ้น อุณหภูมิสลายตัวของ PVC ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักเนื่องจากเมื่อ พอลิเมอร์ผสมอยู่ในห้องหลอมเป็นเวลานาน จะเกิดการ สลายตัวได้มากขึ้น ทั้งวัฏภาคของ LDPE และ PVC ในขณะเดียวกัน Heat stabilizer จะถูกใช้ไป ในขณะที่พอลิเมอร์ผสมอยู่ในห้อง หลอม เมื่ออยู่นาน Heat stabilizer ก็เหลือน้อยลง ทำให้ PVC เกิดการสลายตัวได้ง่ายขึ้น

ในการเปรียบเทียบสภาวะการผสมและความแตกต่างของชนิด PE ในงานวิจัยนี้ ศึกษาการเปรียบเทียบเฉพาะที่ความเร็ว รอบสกรู 100 rpm โดย ศึกษา อุณหภูมิของเครื่องอัดรีดที่หัวตาย 160, 180 และ 210 °C เช่นกัน ซึ่งจากการทดลองพบว่า เมื่อมีการ ผสม HDPE ที่ปริมาณ 5 phr ลงในพอลิเมอร์ผสม สามารถปรับปรุงเสถียรภาพทางความร้อนของ PVC ได้ดีกว่า LDPE และพบผล เช่นนี้ในทุกๆ อุณหภูมิการผสม ซึ่งสามารถอธิบายได้จากการที่ HDPE มีองศาของความเป็นกิ่งน้อยกว่า LDPE ดังนั้น HDPE จะ สามารถกระจายไปในวัฏภาคของ PVC ได้ดีกว่า การผสม LDPE ลงในพอลิเมอร์ผสม

สำหรับการศึกษาสภาวะในการอัดรีดที่มีต่อสมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์ผสมนั้น พบว่า ค่าความต้านทานต่อการเสียรูป และค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุดของพอลิเมอร์ผสม จะขึ้นอยู่กับปริมาณของ PE แต่เมื่อมีการเพิ่มความเร็วรอบในการผสม เพิ่ม จำนวนรอบการอัดรีด และ เพิ่มอุณหภูมิของเครื่องอัดรีด สมบัติดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก หรืออาจสามารถพูดได้ว่า สมบัติที่กล่าวข้างต้นนี้ไม่ได้รับอิทธิพลจาก สภาวะในการขึ้นรูปพอลิเมอร์ผสม อย่างไรก็ตามค่าความทนต่อแรงกระแทกของพอลิ เมอร์ผสม ที่ปริมาณการผสม LDPE 5 phr นั้น ค่าความต้านทานต่อแรงกระแทก เพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มจำนวนรอบการอัดรีด และพบผล เช่นนี้ในทุกๆ อุณหภูมิที่หัวตาย ซึ่งตัวแปรสำคัญที่มีต่อสมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์ผสมคือ ระดับการกระจายตัวของ PE ในวัฏภาค ของ PVC

46402202 : MAJOR : POLYMER SCIENCE AND ENGINEERING
KEY WORD: POLY (VINYL CHLORIDE) / THERMAL STABILITY / POLYMER
BLENDS / REPEATED EXTRUSION

ATHICHA YOTHARUK: EFFECT OF REPEATED EXTRUSION
CONDITION ON THE STRUCTURE CHANGES OF PVC IN PVC/PE MELT
BLENDS. THESIS ADVISORS: ASST.PROF.DR.CHANCHAI THONGPIN AND
THESIS CO – ADVISORS: PROF.DR.NARONGRIT SOMBATSOMPOP. 114 pp.

The purposes of this research are to study the effects of twin screw process conditions such as die temperatures and screw speeds, the variations of polyethylene type, melt flow index are also studied. In this research, the content of the PE in the blends were varied at 5, 15 and 25 phr. The properties concerned in this study were thermal and mechanical properties of PVC in the PVC-PE melt blended. Thermogravimetric analysis (TGA) results showed that at the rotating screw speed of 100 rpm and die temperature of 160, 180 and 210 °C, PVC in the blend with LDPE of 5 phr could be thermally stabilized in every die temperature used. This could be explained by the radical transfer reaction from PVC to PE molecules. At higher PE loading, 15 phr, the PVC encountered more degradation as a result of a competitive consumption of the heat stabilizer by PE degradation. On the other hand, at relatively high PE contents, 25 phr, the decomposition temperature of PVC in the blends increased again. This was due to the effect of phase separation between PVC and PE in the blend leading to the stabilization with optimum efficiency of the added heat stabilizer. In the case of melt flow index of LDPE added in the blends, it was found that the PVC decomposition temperatures increased with higher MFI than those with lower MFI. However, it was dependent on decomposition temperature of LDPE. It was also shown in this study that the low screw speeds used for blending would lower the Td of the PVC in the blend at any die temperatures as the longer the blend stayed in the barrel the more heat stabilizer to be consumed, during the heating experienced in the barrel.

In the case of effect of PE type used in the blend with various die temperatures at 160, 180, and 210 °C, the screw speed at 100 rpm was selected. It was shown that the stabilization of PVC in the blend by adding 5 phr of HDPE was better than LDPE. This was because LDPE was a long chain branching PE whereas HDPE was a straight with rarely short chain branching which could lead to very well dispersion in PVC phase.

The mechanical properties of the blends were also studied and it was shown that the ultimate tensile strength and Young's modulus were dependent upon PE contents. However those mentioned parameters did not affect these properties. On the other hand, the impact properties of PVC-PE blended with 5 phr LDPE showed higher impact strength when the recycle pass were increased. The phenomena were similar in any die process temperatures. The main variable that affected the mechanical properties of PVC-PE blended was dispersion of PE in PVC matrix.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยและวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ทั้งนี้ผู้วิจัยได้รับความรู้ คำแนะนำ แนวทางในการแก้ไขปัญหา ประสบการณ์การทำงาน รวมทั้งความดูแลเอาใจใส่ จากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์ฉาย ทองปิ่น และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ ศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ฤทธิ์ สมบัติสมภพ (อาจารย์คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี)

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.อรัญ วสันตกรณีย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑารัตน์ ปรัชญาวารากร อาจารย์ ดร.ณัฐกาญจน์ หงส์ศรีพันธ์ และอาจารย์ภาควิชาวิทยาการและวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร สำหรับความรู้ ข้อเสนอแนะ และการสละเวลาสำหรับการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สำหรับการสนับสนุนทุนสำหรับงานวิจัยนี้ ขอขอบคุณภาควิชาวิทยาการและวิศวกรรมวัสดุ มหาวิทยาลัยศิลปากร ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหะการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล (คลองหก) บริษัทแปซิฟิก คัลเลอร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้อุปกรณ์ และเครื่องทดสอบ และขอขอบคุณ บริษัท Thai Plastic and Chemicals จำกัด และ บริษัท Thai Petrochemical Industry จำกัด สำหรับความอนุเคราะห์เม็ดพลาสติกที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบคุณเพื่อน รุ่นพี่ รุ่นน้อง เจ้าหน้าที่ทุกท่านในภาควิชาวิทยาการและวิศวกรรมวัสดุ มหาวิทยาลัยศิลปากร และสมาชิกกลุ่ม Polymer Processing and Flow (P-PROF) สำหรับความช่วยเหลือทั้งร่างกาย กำลังใจ และข้อเสนอแนะในการทำงาน สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่ และครอบครัว สำหรับกำลังใจและทุนทรัพย์ตลอดระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา