

บทคัดย่อ

ภาษาไทย

ส่วนที่ 1

ชื่อโครงการ การประยุกต์ใช้โคพอลิเมอร์และออร์กาโนเคลย์เพื่อใช้เป็นสารช่วยผสม และสารปรับปรุงสมบัติในพอลิเมอร์ผสม

ชื่อผู้วิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริรัตน์ วัชรวิชานันท์ หัวหน้าโครงการ
หน่วยงานที่สังกัด ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี
อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร

แหล่งทุนอุดหนุนการวิจัย งบประมาณแผ่นดิน
ปีที่เสร็จ 2559

ส่วนที่ 2 บทคัดย่อ

ส่วนที่หนึ่งศึกษาผลของสารช่วยผสมพอลิโพรพิลีนกราฟต์มาเลอิกแอนไฮไดรต์ (Polypropylene-g-Maleic Anhydride, PP-g-MA) ที่มีต่อสมบัติทางกล ทางความร้อน และสัณฐานวิทยาของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิออกซีเมทิลีน (polyoxymethylene, POM) และอะครีโลไนไตรล์บิวทาไดอินสไตรีน (acrylonitrile-butadiene-styrene, ABS) มีการใช้สารช่วยผสม 2 ชนิดคือ PP-g-MA ที่มีมาเลอิกแอนไฮไดรต์ 0.50% โดยน้ำหนัก (PP-g-MA3150) และ PP-g-MA ที่มีมาเลอิกแอนไฮไดรต์ 1.305% โดยน้ำหนัก (PP-g-MA353) พอลิเมอร์ผสม POM/ABS ที่ไม่มีและมีการช่วยผสม PP-g-MA เปรียบโดยการหลอมผสมด้วยเครื่องผสมแบบปิดและขึ้นรูปชิ้นงานโดยวิธีการอัด ผลการทดลองพบว่าพอลิเมอร์ผสม POM/ABS แสดงการแยกสองเฟสอย่างชัดเจนของเฟสกระจาย ABS และเฟสเมทริกซ์ POM และเฟส ABS กระจายเป็นทรงกลมในเมทริกซ์ POM ในช่วงปริมาณ ABS 10-30% โดยน้ำหนัก และพอลิเมอร์ผสมที่มี ABS มากกว่า 30% โดยน้ำหนัก แสดงโครงสร้างยาวของเฟสของเฟส ABS สมบัติทางกลแสดงว่าความต้านทานต่อแรงกระแทกของ POM/ABS ที่มีปริมาณ ABS 10-20% โดยน้ำหนักลดลงตามการเพิ่มขึ้นของปริมาณ ABS พอลิเมอร์ผสม POM/ABS มีมอดูลัสของยังเพิ่มขึ้นจนถึงปริมาณ ABS 30% โดยน้ำหนักและหลังจากนั้นลดลง การเติม PP-g-MA เพิ่มความต้านทานต่อแรงดึงของพอลิเมอร์ผสม POM/ABS ในช่วงปริมาณ ABS 30-40% โดยน้ำหนัก

ส่วนที่สองศึกษาผลของสารช่วยผสม PP-g-MA มีต่อสมบัติทางกล ทางความร้อน และสัณฐานวิทยาของพอลิเมอร์ผสมระหว่าง POM และพอลิโพรพิลีน (polypropylene, PP) พอลิเมอร์ผสม POM/PP ที่ไม่มีและมีการช่วยผสมเตรียมโดยการหลอมผสมด้วยเครื่องผสมแบบปิดและขึ้นรูปชิ้นงานโดยวิธีการอัด ผลการทดลองพบว่าสัณฐานวิทยาของ พอลิเมอร์ผสม POM/PP แสดงการแยกสองเฟสอย่างชัดเจนของเฟสกระจาย PP และเฟสเมทริกซ์ POM และการเติม PP-g-MA ทำให้เกิดการ

เปลี่ยนแปลงลักษณะของสัณฐานวิทยาของพอลิเมอร์ผสม พอลิเมอร์ผสม POM/PP มีสมบัติทางกลที่ลดลงตามการเพิ่มขึ้นของปริมาณ PP ที่มากขึ้น การเติม PP-g-MA ช่วยเพิ่มมอดูลัสของยังและมอดูลัสสะสมของพอลิเมอร์ผสม POM/PP การเติม PP ช่วยปรับปรุงอุณหภูมิการสลายตัวของ POM

ส่วนที่สามศึกษาผลของนาโนเคลย์ที่ปรับปรุงพื้นผิวด้วย octadecylamine 25-30% โดยน้ำหนัก (Clay-ODA) ที่มีต่อสมบัติทางกลและสัณฐานวิทยาของพอลิเมอร์ผสมคอมโพสิตพอลิเมทิลเมทาคริเลต (poly(methyl methacrylate), PMMA)/เอทิลีนออกทีนโคพอลิเมอร์ (ethylene-octene copolymer, EOC8180)/Clay-ODA พอลิเมอร์ผสม PMMA/EOC8180 ที่ไม่มีและมี Clay-ODA เตรียมโดยการหลอมผสมในเครื่องผสมแบบปิด เตรียมพอลิเมอร์ผสม PMMA/EOC8180 ในอัตราส่วน 80/20 โดยน้ำหนัก และปริมาณ Clay-ODA เท่ากับ 3 และ 5 ส่วนในร้อยละของพอลิเมอร์ ผลการทดลองพบว่ามอดูลัสของยังของคอมโพสิตเพิ่มขึ้นตามปริมาณ Clay-ODA ที่มากขึ้น ในขณะที่ความต้านทานต่อแรงกระแทก ความต้านทานต่อแรงดึง และความเครียด ณ จุดแตกหักของคอมโพสิตลดลงตามปริมาณ Clay-ODA ที่มากขึ้น การวิเคราะห์ผลจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงให้เห็นเม็ดของเฟสกระจาย EOC8180 ในเมทริกซ์ PMMA ถูกเปลี่ยนไปเป็นโครงสร้างยาวหลังจากการเติม Clay-ODA

ส่วนที่สี่ศึกษาผลของออร์กาโนเคลย์สามชนิดที่มีต่อสมบัติทางกลและสัณฐานวิทยาของพอลิเมอร์ผสมคอมโพสิตพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (high density polyethylene, HDPE)/เอทิลีนโคพอลิเมอร์ (ethylene copolymer, EC)/ออร์กาโนเคลย์ มีการใช้เอทิลีนโคพอลิเมอร์สองชนิดคือ เอทิลีนเมทิลอะคริเลตโคพอลิเมอร์ (ethylene-methyl acrylate copolymer, EMAC) และ EOC8180 เพื่อเตรียมพอลิเมอร์ผสม ออร์กาโนเคลย์สามชนิดประกอบด้วย นาโนเคลย์ที่ปรับปรุงพื้นผิวด้วย trimethyl stearyl ammonium 25-30% โดยน้ำหนัก (Clay-TSA) นาโนเคลย์ที่ปรับปรุงพื้นผิวด้วย dimethyl dialkyl (C14-C18) amine 35-45% โดยน้ำหนัก (Clay-DDA) นาโนเคลย์ที่ปรับปรุงพื้นผิวด้วย methyl dihydroxyethyl hydrogenated tallow ammonium 25-30% โดยน้ำหนัก (Clay-MHA) พอลิเมอร์ผสม HDPE/EC ที่ไม่มีและมีออร์กาโนเคลย์เตรียมโดยการหลอมผสมในเครื่องผสมแบบปิด เตรียมพอลิเมอร์ผสม HDPE/EC ในอัตราส่วน 80/20 โดยน้ำหนัก และปริมาณออร์กาโนเคลย์ เท่ากับ 3 ส่วนในร้อยละของพอลิเมอร์ ผลการทดลองพบว่ามอดูลัสและความเค้นดึง ณ จุดแตกหักของพอลิเมอร์ผสม HDPE/EMAC เพิ่มขึ้นหลังจากการเติม Clay-MHA ในขณะที่มอดูลัสของพอลิเมอร์ผสม HDPE/EOC8180 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเติมออร์กาโนเคลย์ทุกชนิด ความเครียดดึง ณ จุดแตกหักของพอลิเมอร์ผสม HDPE/EOC8180 ที่ไม่มีและมีออร์กาโนเคลย์สูงกว่าพอลิเมอร์ผสม HDPE/EMAC ที่ไม่มีและมีออร์กาโนเคลย์ การเติมออร์กาโนเคลย์ทุกชนิดไม่มีผลต่อความเครียดดึง ณ จุดแตกหักของพอลิเมอร์ผสม HDPE/EMAC อย่างมีนัยสำคัญ การวิเคราะห์ผลจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดสังเกตเห็นว่ามีการผสมเข้ากันได้ของเฟส HDPE และ EC ในพอลิเมอร์ผสมทั้งที่ไม่มีและมีออร์กาโนเคลย์เนื่องจาก HDPE สามารถผสมเข้ากันได้กับ EC และออร์กาโนเคลย์ อย่างไรก็ตาม การเติม Clay-MHA สังเกตพบผลการส่งเสริมสัณฐานวิทยาของเฟสพอลิเมอร์ที่แสดงสัณฐานวิทยาที่แตกต่างมาจากออร์กาโนเคลย์ชนิดอื่นและแสดงถึงคอมโพสิตที่มีความเหนียวมากขึ้น ดังนั้นโครงสร้างนี้ทำให้มอดูลัสและความเค้นดึง ณ จุดแตกหักเพิ่มขึ้น

ส่วนที่ห้าศึกษาผลของออร์กาโนเคลย์สามชนิด (Clay-DDA, Clay-TSA, Clay-MHA) ที่มีต่อสมบัติทางกลและสัณฐานวิทยาของพอลิเมอร์ผสมคอมโพสิต POM/PP ผลทางสัณฐานวิทยาพบว่าขนาดของเฟสกระจาย PP ลดลงตามปริมาณออร์กาโนเคลย์ที่มากขึ้น ผลของ X-ray diffraction แสดงให้เห็นว่าเคลย์เกิดโครงสร้างแบบ exfoliated structure ในคอมโพสิต POM/PP/organoclay (80/20/5) ทุกชนิดของออร์กาโนเคลย์ การเติมออร์กาโนเคลย์ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของยังของพอลิเมอร์ผสมแต่ความเครียด ณ จุดแตกหักลดลง และพอลิเมอร์ผสม POM/PP ที่เติม Clay-MHA พบว่ามีความต้านทานต่อแรงดึงสูงที่สุดเนื่องจากมีโครงสร้าง exfoliated ดีกว่าที่เกิดในคอมโพสิต POM/PP/Clay-MHA

ส่วนที่หกศึกษาผลของ Clay-MHA มีต่อสมบัติทางกลและสัณฐานวิทยาของพอลิเมอร์ผสม poly(lactic acid) (PLA4043D)/EC ที่ไม่มีและมียออร์กาโนเคลย์ และใช้ EC สองชนิดคือ EMAC และ EOC8100 เพื่อเตรียมพอลิเมอร์ผสม PLA4043D/EC พอลิเมอร์ผสม PLA4043D/EC ที่ไม่มีและมียออร์กาโนเคลย์เตรียมโดยการหลอมผสมในเครื่องผสมแบบปิด เตรียมพอลิเมอร์ผสม PLA4043D/EC ในอัตราส่วน 80/20 โดยน้ำหนัก และปริมาณออร์กาโนเคลย์ เท่ากับ 1, 3 และ 5 ส่วนในร้อยส่วนของพอลิเมอร์ การวิเคราะห์ผลจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงให้เห็นว่าการเติมออร์กาโนเคลย์สามารถปรับปรุงการผสมเข้ากันได้ของเฟส PLA4043D และ EC เนื่องจากขนาดโดเมนของเฟสกระจาย EC ลดลงตามการเพิ่มขึ้นของปริมาณออร์กาโนเคลย์ สิ่งนี้ชี้ให้เห็นว่าออร์กาโนเคลย์มีบทบาทสำคัญในการลดขนาดโดเมนของเฟสกระจาย EC ของพอลิเมอร์ผสม PLA4043D/EC สมบัติทางกลแสดงให้เห็นว่าโมดูลัสของยังและความเค้น ณ จุดแตกหักของพอลิเมอร์ผสมคอมโพสิต PLA4043D/EC/organoclay เพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของปริมาณออร์กาโนเคลย์ ในขณะที่ความเครียด ณ จุดแตกหักลดลงตามการเพิ่มขึ้นของปริมาณออร์กาโนเคลย์ ยิ่งกว่านั้นสมบัติทางกลส่วนใหญ่ของพอลิเมอร์ผสมคอมโพสิต PLA4043D/EMAC/organoclay ดีกว่าสมบัติทางกลของพอลิเมอร์ผสมคอมโพสิต PLA4043D/EOC8100/organoclay

คำสำคัญ : โคพอลิเมอร์, ออร์กาโนเคลย์, พอลิเมอร์ผสม, สารช่วยผสม, พอลิเมอร์คอมโพสิต

ภาษาอังกฤษ

ส่วนที่ 1

Research Title Application of Copolymer and Organoclay as Compatibilizer and Property Modifier for Polymer Blends

Researcher Assistant Professor Dr.Siriratchacharawichanant

Office Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering and Industrial Technology, Silpakorn University

Research Grants Government Budget

Year 2016

ส่วนที่ 2 Abstract

The first parts studied the effects of polypropylene-graft-maleic anhydride (PP-g-MA) compatibilizers on the morphology and mechanical properties of polyoxymethylene (POM)/acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS) blends. Two types of compatibilizers, PP-g-MA with maleic anhydride 0.50 wt% (PP-g-MA3150) and PP-g-MA with maleic anhydride 1.305 wt% (PP-g-MA353) were used. POM/ABS blends without and with PP-g-MA compatibilizer were prepared by an internal mixer and molded by compression molding. The results found that POM/ABS blends clearly demonstrated a two phase separation of dispersed ABS phase and the POM matrix phase, and ABS phase dispersed as spherical domains in POM matrix in a range of ABS 10-30 wt% and the blends containing ABS more than 30 wt% showed the elongated structure of ABS phase. The mechanical properties showed that the impact strength of POM/ABS with ABS content of 10-20 wt% decreased with the increase of ABS content. The Young's modulus of POM/ABS blends increased up to 30 wt% of ABS and then decreased. The addition of PP-g-MA increased the tensile strength of POM/ABS blends in a range of 30-40 wt% of ABS.

The second parts studied the effects of PP-g-MA compatibilizer on the mechanical thermal and morphological properties of POM/polypropylene (PP) blends. POM/PP blends without and with PP-g-MA compatibilizer were prepared by an internal mixer and molded by compression molding. The results found that the morphology of POM/PP blends clearly demonstrated a two phase separation of dispersed PP phase and the POM matrix phase and the addition of PP-g-MA changed the morphological characteristics of blends. POM/PP blends showed the decrease of mechanical properties with increasing of PP content. The addition of PP-g-MA improved Young's modulus and storage modulus of POM/PP blends. The incorporation of PP improved the degradation temperature of POM.

The third parts studied the effects of the nanoclay with modified surface by 25-30 wt% of octadecylamine (Clay-ODA) on mechanical and morphological properties of poly(methyl methacrylate) (PMMA)/ethylene-octene copolymer (EOC8180)/Clay-ODA composites. The PMMA/EOC blends without and with Clay-ODA were prepared by melt mixing in an internal mixer. The ratio of PMMA and EOC8180 was 80/20 by weight and the Clay-ODA content was 3 and 5 phr. The results showed Young's modulus of the composites increased with increasing Clay-ODA content. While the impact strength, tensile strength and strain at break of the composites decreased with increasing Clay-ODA content. Scanning electron microscopy analysis showed that the droplet of dispersed EOC8180 phase in PMMA matrix was changed to the elongated structure after adding Clay-ODA.

The forth parts studied the effects of three types of organoclay on mechanical and morphological properties of high density polyethylene (HDPE)/ethylene copolymer (EC)/organoclay composites. The two types of EC; ethylene-methyl acrylate copolymer (EMAC) and EOC8180 were used to prepare polymer blends. The three types of organoclay; nanoclay with modified surface by 25-30 wt% of trimethyl stearyl ammonium (Clay-TSA), nanoclay with modified surface by 35-45 wt% of dimethyl dialkyl (C14-C18) amine (Clay-DDA), nanoclay with modified surface by 25-30 wt% of methyl dihydroxyethyl hydrogenated tallow ammonium (Clay-MHA). The HDPE/EC blends without and with organoclay were prepared by melt mixing in an internal mixer. The ratio of HDPE and EC was 80/20 by weight and the organoclay content was 3 phr. The results found that the modulus and tensile stress at break of HDPE/EMAC blends increased after adding Clay-MHA, while the modulus of HDPE/EOC8180 blends did not change when added all organoclay types. The tensile strain at break of HDPE/EOC8180 blends without and with organoclay was higher than that of HDPE/EMAC blends without and with organoclay. The addition of all organoclay types had not effect significantly on the tensile strain at break of HDPE/EMAC blends. Scanning electron microscopy analysis observed that the compatibility of HDPE and EC phases in polymer blends both without and with organoclay due to HDPE can be miscible with EC and organoclay. However, the addition of Clay-MHA observed the promoting effect on polymer phase morphology that displayed the completely different morphology from the other organoclay types, and showed the more ductile of composites, so this structure induced the increment of the modulus and tensile stress at break.

The fifth parts studied the effects of three organoclay types; Clay-DDA, Clay-TSA and Clay-MHA on mechanical and morphological properties of POM/PP blends. The morphology results revealed the size of dispersed PP phase decreased with increasing organoclay content. X-ray diffraction results showed clay occurred the exfoliated structure in POM/PP/organoclay

(80/20/5) composites at all types of organoclay. Incorporation of organoclay improved the Young's modulus but dropped the strain at break of the blends. The POM/PP blends containing Clay-MHA revealed the highest tensile strength due to better exfoliated structure in the POM/PP/Clay-MHA composites.

The sixth parts studied the effects of Clay-MHA on morphology and mechanical properties of poly(lactic acid) (PLA4043D)/EC blends without and with organoclay. The two types of EC; EMAC, ethylene-octene copolymer (EOC8100), were used to prepare PLA4043D/EC blends. The blends of PLA4043D/EC without and with organoclay were prepared by melt mixing in an internal mixer. The ratio of PLA4043D and EC was 80/20 by weight and the organoclay contents were 1, 3 and 5 phr. Scanning electron microscopy analysis showed that the addition of organoclay could improve the miscibility of PLA4043D and EC phases due to the domain size of dispersed EC phase decreased with increasing organoclay content. This indicated that the organoclay played an important role in reducing domain size of the dispersed EC phase of the PLA4043D/EC blends. The mechanical properties showed that Young's modulus and stress at break of the PLA4043D /EC/organoclay composites increased with increasing organoclay content. While the strain at break decreased with increasing organoclay content. Additionally, the most mechanical properties of PLA4043D/EMAC/organoclay composites were better than that of PLA4043D/EOC8100/organoclay composites.

Key words : Copolymer, Organoclay, Polymer Blends, Compatibilizer, Polymer Composites.