

รพีศา จารปัญญาชีพ : ผลของสารหน่วงไฟต่อสมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์คอมโพสิทระหว่างผงขี้เลื่อยและพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงที่ผ่านการใช้งานแล้ว

(EFFECT OF FLAME RETARDANTS ON PHYSICAL PROPERTIES OF SAWDUST/RECYCLED HIGH DENSITY POLYETHYLENE COMPOSITES)

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กษมา จารุกำจร, 131 หน้า.

งานวิจัยนี้ ผงขี้เลื่อยถูกนำมาใช้เป็นสารตัวเติมเสริมแรงสำหรับการเตรียมพอลิเมอร์คอมโพสิทระหว่างผงขี้เลื่อยและพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงที่ผ่านการใช้งานแล้ว ผงขี้เลื่อยถูกเตรียมในรูปผงขี้เลื่อยที่ไม่ผ่านการตัดแปรและผ่านการตัดแปรอัลคาไลน์ ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์คือ 2 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และเวลาในการตัดแปรคือ 30 และ 60 นาที ผลของสมบัติทางความร้อน สัมฐานวิทยา การวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชัน และองค์ประกอบของสารตัวเติม พบว่าการตัดแปรอัลคาไลน์ลดปริมาณเฮมิเซลลูโลสและลิกนินจากผงขี้เลื่อยลง ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงให้เห็นว่า ผงขี้เลื่อยที่ผ่านการตัดแปรอัลคาไลน์มีพื้นผิวที่สะอาดและขรุขระกว่า สภาวะที่เหมาะสมในการตัดแปรอัลคาไลน์ คือความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เป็นเวลา 30 นาที

ผลของปริมาณของผงขี้เลื่อยและการตัดแปรอัลคาไลน์ ต่อสมบัติทางกล สมบัติการต้านทานต่อไฟ สมบัติทางความร้อนและสัมฐานวิทยาของพอลิเมอร์คอมโพสิทระหว่างผงขี้เลื่อยและพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงที่ผ่านการใช้งานแล้วถูกวิเคราะห์ ปริมาณผงขี้เลื่อยคือ 30 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ความต้านทานต่อแรงดึง การยืดสูงสุด ณ จุดขาด ความต้านทานต่อแรงคด ความต้านทานต่อแรงกระแทก ความต้านทานต่อไฟ และความเสถียรต่อร้อนลดลงเมื่อปริมาณผงขี้เลื่อยที่ไม่ผ่านการตัดแปรอัลคาไลน์เพิ่มขึ้น ในขณะที่มอดูลัสแรงดึงและมอดูลัสแรงคดเพิ่มขึ้น การตัดแปรอัลคาไลน์ปรับปรุงสมบัติทางกล สมบัติการต้านทานต่อไฟ และสมบัติทางความร้อนของพอลิเมอร์คอมโพสิทที่ทุกปริมาณของผงขี้เลื่อย พอลิเมอร์คอมโพสิทระหว่างผงขี้เลื่อยที่มีการปรับปรุงพื้นผิวชนิดอัลคาไลน์และพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงที่ผ่านการใช้งานแล้ว ที่มีปริมาณผงขี้เลื่อย 30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก แสดงสมบัติทางกล สมบัติการต้านทานต่อไฟ ความเสถียรต่อความร้อนที่สูงที่สุด ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงให้เห็นถึงการปรับปรุงการยึดติดที่อินเตอร์เฟซระหว่างผงขี้เลื่อยและพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงที่ผ่านการใช้งานแล้วโดยการตัดแปรอัลคาไลน์

อลูมินัมไตรไฮดรอกไซด์ถูกนำมาใช้เป็นสารหน่วงไฟ ที่ปริมาณ 10 20 และ 30 ส่วนในหนึ่งร้อย ส่วนของพอลิเมอร์คอมโพสิท สมบัติการต้านทานต่อไฟและความเสถียรต่อความร้อนของพอลิ-

เมอร์คอมโพสิตถูกปรับปรุงเมื่อเพิ่มปริมาณของอลูมินัมไตรไฮดรอกไซด์ ในขณะที่ยังคงสมบัติทางกลไม่ส่งผลกระทบต่อมากนัก ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงให้เห็นการยึดติดที่อินเทอร์เฟซที่ไม่ดีระหว่างอลูมินัมไตรไฮดรอกไซด์ในพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงที่ผ่านการใช้งานแล้ว พอลิเมอร์คอมโพสิตที่มีอลูมินัมไตรไฮดรอกไซด์ในปริมาณ 30 ส่วนในหนึ่งร้อยส่วนของพอลิเมอร์คอมโพสิต มีสมบัติการต้านทานต่อไฟและความเสถียรต่อความร้อนที่สูงที่สุด

ซึ่งบอรรถถูกนำมาใช้ร่วมกับกับอลูมินัมไตรไฮดรอกไซด์ อัตราส่วนของอลูมินัมไตรไฮดรอกไซด์ต่อบอรรถ คือ 2 ต่อ 1 1 ต่อ 1 และ 1 ต่อ 2 การร่วมกันของอลูมินัมไตรไฮดรอกไซด์และบอรรถเพิ่มสมบัติทางกลของพอลิเมอร์คอมโพสิตระหว่างผงจี้เดี่ยวผ่านการตัดแปรอัลคาไลน์และพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงที่ผ่านการใช้งานแล้ว ที่มีปริมาณผงจี้เดี่ยว 30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับพอลิเมอร์คอมโพสิตที่มีการใส่อลูมินัมไตรไฮดรอกไซด์ พอลิเมอร์คอมโพสิตระหว่างผงจี้เดี่ยวที่ผ่านการตัดแปรอัลคาไลน์และพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงที่ผ่านการใช้งานแล้ว ที่มีปริมาณผงจี้เดี่ยวที่ผ่านการตัดแปรอัลคาไลน์ 30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และมีปริมาณบอรรถ 30 ส่วนในหนึ่งร้อยส่วนของพอลิเมอร์ มีสมบัติทางกล ความเสถียรต่อความร้อนที่สูงที่สุด แต่มีสมบัติการต้านทานต่อไฟต่ำที่สุด การร่วมกันของอลูมินัมไตรไฮดรอกไซด์และบอรรถ ที่อัตราส่วน 2 ต่อ 1 และ 1 ต่อ 1 แสดงผลการเสริมกันในการปรับปรุงสมบัติการต้านทานต่อไฟพอลิเมอร์คอมโพสิต พอลิเมอร์คอมโพสิตที่มีปริมาณอลูมินัมไตรไฮดรอกไซด์ 20 ส่วนในหนึ่งร้อยส่วนของพอลิเมอร์คอมโพสิต และมีปริมาณบอรรถ 10 ส่วนในหนึ่งร้อยส่วนของพอลิเมอร์คอมโพสิต มีสมบัติการต้านทานต่อไฟที่ดีที่สุด

นอกจากนี้ มาเลอิกแอนไฮไดรด์กราฟท์พอลิเอทิลีนถูกนำมาใช้เป็นสารช่วยให้เข้ากันที่ปริมาณ 1 3 และ 5 ส่วนในหนึ่งร้อยส่วนของพอลิเมอร์คอมโพสิต เมื่อเพิ่มปริมาณมาเลอิกแอนไฮไดรด์กราฟท์พอลิเอทิลีน สมบัติทางกลของพอลิเมอร์คอมโพสิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่สมบัติการต้านทานต่อไฟ และความเสถียรต่อความร้อนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงให้เห็น ไม่เพียงแต่การปรับปรุงการยึดติดที่อินเทอร์เฟซระหว่างสารตัวเติมและพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงที่ผ่านการใช้งานแล้ว แต่ยังแสดงการกระจายตัวที่ดีของสารหน่วงไฟและผงจี้เดี่ยวในพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงที่ผ่านการใช้งานแล้ว

RAPISA JARAPANYACHEEP : EFFECT OF FLAME RETARDANTS ON  
PHYSICAL PROPERTIES OF SAWDUST/RECYCLED HIGH DENSITY  
POLYETHYLENE COMPOSITES. THESIS ADVISOR : ASST. PROF.  
KASAMA JARUKUMJORN, Ph.D., 131 PP.

RECYCLED HIGH DENSITY POLYETHYLENE/SAWDUST/COMPOSITE/  
ALUMINUM TRIHYDRATE/ZINC BORATE/ALKALI TREATMENT/MALEIC  
ANHYDRIDE GRAFTED POLYETHYLENE

In this study, sawdust was used as reinforcing filler for preparing sawdust/recycled high density polyethylene (rHDPE) composites. Sawdust was prepared as untreated sawdust (UT) and alkali treated sawdust (AT). Sodium hydroxide (NaOH) concentrations were 2, 5 and 10% w/v and the treatment times were 30 and 60 min. Thermal properties, morphological properties, functional group analysis and filler composition determination results exhibited that alkali treatment removed hemicellulose and lignin from sawdust. SEM micrographs revealed cleaner and rougher surface of alkali treated sawdust. The optimum alkali treatment condition was 2% w/v NaOH for 30 min

Effects of sawdust content and alkali treatment on mechanical, flame retarding, thermal and morphological properties of sawdust/rHDPE composites were investigated. Sawdust contents were 30, 40 and 50 wt%. Tensile strength, elongation at break, flexural strength, impact strength, flame retardancy and thermal stability of the composites were decreased with increasing untreated sawdust content while tensile modulus and flexural modulus were increased. Alkali treatment enhanced mechanical, flame retarding and thermal properties of the composites at all sawdust contents. rHDPE/30AT composite showed the highest mechanical properties, flame retardancy

and thermal stability. SEM micrographs revealed the improvement of interfacial adhesion between sawdust and rHDPE matrix by alkali treatment.

Aluminum trihydrate (ATH) was used as a flame retardant at contents of 10, 20 and 30 phr. Flame retardancy and thermal stability of the composites were improved with increasing ATH content while mechanical properties were not much affected. SEM micrographs showed the poor interfacial adhesion between ATH and rHDPE matrix. The composite containing 30ATH showed the highest flame retardancy and thermal stability.

Zinc borate (ZB) was used in the combination with ATH. ATH/ZB ratios were 2:1, 1:1 and 1:2. The combination of ATH and ZB slightly increased mechanical properties of rHDPE/30AT composite comparing to the composite containing ATH. The composite containing 30ZB had the highest mechanical properties and thermal stability but the lowest flame retardancy. The combination of ATH and ZB at ATH:ZB ratios of 2:1 and 1:1 exhibited the synergistic effect in enhancing flame retardancy of the composites. The composite containing ATH/10ZB at the ratio of 2:1 showed the highest flame retardancy.

In addition, maleic anhydride grafted polyethylene (MAPE) was used as a compatibilizer and its contents were 1, 3 and 5 phr. With increasing MAPE content, mechanical properties of the composites were significantly improved while flame retardancy and thermal stability were slightly increased. SEM micrographs revealed not only the enhancement of interfacial adhesion between fillers and rHDPE matrix but also the good distribution of flame retardants and sawdust in rHDPE matrix.

School of Polymer Engineering

Academic Year 2013

Student's Signature\_\_\_\_\_

Advisor's Signature\_\_\_\_\_