ภานุวัฒน์ ภักดีโชติ : การเตรียมวัสดุเชิงประกอบพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงจากผงเปลือกไข่และผงเปลือกไข่ที่ดัดแปรด้วยความร้อน (PREPARATION OF HIGH DENSITY POLYETHYLENE COMPOSITES FROM EGGSHELL POWDER AND HEAT-TREATED EGGSHELL POWDER) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลลักษณ์ สุตะพันธ์, 139 หน้า

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาการเตรียมผงเปลือกไข่ เปลือกไข่ที่ดัดแปรด้วยความร้อน และพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงที่ถูกเติมด้วยผงเปลือกไข่ และผงเปลือกไข่ที่ดัดแปรด้วยความร้อน สำหรับการเตรียมเปลือกไข่ที่ดัดแปรด้วยความร้อน อิทธิพลของเวลา และอุณหภูมิในการดัดแปรได้ถูกศึกษา เปลือกไข่ที่ดัดแปรด้วยความร้อนถูกเตรียมที่อุณหภูมิ 650 670 770 และ 800 องศาเซลเซียส ที่เวลาดัดแปรต่าง ๆ สำหรับพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงที่ถูกเติมด้วยผงเปลือกไข่ อิทธิพลของปริมาณและขนาดอนุภาคของผงเปลือกไข่ และการเติมสารช่วยให้เข้ากันต่อสมบัติการไหล สมบัติทางความร้อน และสมบัติทางกลของวัสดุเชิงประกอบพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงได้ถูกศึกษา สำหรับพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงที่ถูกเติมด้วยผงเปลือกไข่ที่ดัดแปรด้วยความร้อน อิทธิพลของปริมาณผงเปลือกไข่ที่ดัดแปรด้วยความร้อน และการเติมสารช่วยให้เข้ากันต่อสมบัติการไหล สมบัติทางความร้อน และสมบัติทางกลของวัสดุเชิงประกอบพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงได้ถูกศึกษา วัสดุเชิงประกอบพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงถูกเตรียมที่ปริมาณสารตัวเติม 10 20 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดอนุภาค (D_{50}) ของผงเปลือกไข่คือ 17.1 ไมโครเมตร และ 14.4 ไมโครเมตร D_{50} ของผงเปลือกไข่ที่ดัดแปรด้วยความร้อน คือ 4.6 ไมโครเมตร ผงเปลือกไข่ที่มี D_{50} เท่ากับ 14.4 ไมโครเมตร ถูกใช้สำหรับการเตรียมวัสดุเชิงประกอบพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงทั้งที่ไม่เติม และเติมสารช่วยให้เข้ากันที่ 40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักผงเปลือกไข่ วัสดุเชิงประกอบพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงที่มีการเติมสารช่วยให้เข้ากันที่ 40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักผงเปลือกไข่ที่ดัดแปรด้วยความร้อนถูกเตรียมด้วยเช่นกันพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงกราฟต์ด้วยมาเลอิกแอนไฮไดรด์ในปริมาณ 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงถูกใช้เป็นสารช่วยให้เข้ากัน

จากการศึกษาพบว่า เปลือกไข่ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนตประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักในรูปผลึกแคลไซต์ เมื่อเพิ่มเวลา และอุณหภูมิในการดัดแปร แคลเซียมคาร์บอเนตในเปลือกไข่ถูกเปลี่ยนไปเป็นแคลเซียมออกไซด์มากขึ้น และในที่สุดก็เปลี่ยนไปเป็นแคลเซียมไฮดรอกไซด์เมื่อสัมผัสกับอากาศ เปลือกไข่ที่ดัดแปรด้วยอุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมงถูกใช้เป็นสารตัวเติมสำหรับวัสดุเชิงประกอบพอลิเอทิลีน

ความหนาแน่นสูง ผงเปลือกไข่ที่ดัดแปรด้วยความร้อนประกอบด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นองค์ประกอบหลัก

ความหนืดเฉือนปรากฏของวัสดุเชิงประกอบพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณผงเปลือกไข่ เสถียรภาพทางความร้อนของพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงไม่ได้รับผลกระทบจากการเพิ่มปริมาณผงเปลือกไข่ มอดุลัสของยังค์ มอดุลัสของการโค้งงอ และอุณหภูมิการโค้งงอด้วยความร้อนของวัสดุเชิงประกอบมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ความทนทานต่อแรงดึง ณ จุดครากเปอร์เซ็นต์การยืด ณ จุดขาด และความทนทานต่อแรงกระแทกของวัสดุเชิงประกอบมีค่าลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณผงเปลือกไข่ ความทนทานต่อแรงดึง ณ จุดขาด และความทนทานต่อการโค้งงอของวัสดุเชิงประกอบไม่ได้รับผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเพิ่มปริมาณผงเปลือกไข่ ความแข็งของวัสดุเชิงประกอบมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเพิ่มปริมาณผงเปลือกไข่

การลดขนาดอนุภาคผงเปลือกไข่จาก D_{50} เท่ากับ 17.1 ไมโครเมตรเป็น D_{50} เท่ากับ 14.4 ไมโครเมตรไม่มีผลต่อความหนืดเฉือนปรากฏ เสถียรภาพทางความร้อน และสมบัติทางกลต่าง ๆ ของวัสดุเชิงประกอบ

สมบัติการไหล สมบัติทางความร้อน และสมบัติทางกลต่าง ๆ ของวัสดุเชิงประกอบพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงที่มีการเติมพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงกราฟต์ด้วยมาเลอิกแอนไฮไดรด์ในปริมาณ 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักไม่ได้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากวัสดุเชิงประกอบพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงที่ไม่มีการเติมสารช่วยให้เข้ากัน

ความหนืดเฉือนปรากฏของพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงที่ถูกเติมด้วยผงเปลือกไข่ที่ดัดแปรด้วยความร้อน มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณผงเปลือกไข่ที่ดัดแปรด้วยความร้อน เสถียรภาพทางความร้อนของพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญเมื่อเพิ่มปริมาณผงเปลือกไข่ที่ดัดแปรด้วยความร้อน มอดุลัสของยังค์ ความทนทานต่อแรงดึง ณ จุดขาด มอดุลัสของการโค้งงอ ความทนทานต่อการโค้งงอ และอุณหภูมิการโค้งงอด้วยความร้อนของวัสดุเชิงประกอบมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณผงเปลือกไข่ที่ดัดแปรด้วยความร้อน ความแข็งของวัสดุเชิงประกอบมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อเพิ่มปริมาณผงเปลือกไข่ที่ดัดแปรด้วยความร้อน เปอร์เซ็นต์การยืด ณ จุดขาด และความทนทานต่อแรงกระแทกของวัสดุเชิงประกอบมีค่าลดลง แต่ความทนทานต่อแรงดึง ณ จุดครากของวัสดุเชิงประกอบไม่ได้รับผลกระทบ เมื่อเพิ่มปริมาณผงเปลือกไข่ที่ดัดแปรด้วยความร้อน

สมบัติการไหล สมบัติทางความร้อน สมบัติการดึง สมบัติการโค้งงอ และความแข็งของวัสดุเชิงประกอบพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับวัสดุเชิงประกอบพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงที่ไม่มีการเติมสารช่วยให้เข้ากัน แต่ความทนทานต่อ

แรงกระแทกของวัสดุเชิงประกอบถูกปรับปรุงให้ดีขึ้นด้วยการเติมพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง กราฟต์ด้วยมาเลอิกแอนไฮไดรด์

สาขาวิชาวิศวกรรมพอลิเมอร์ ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2553 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____

PANUWAT PAKDEECHOTE : PREPARATION OF HIGH DENSITY POLYETHYLENE COMPOSITES FROM EGGSHELL POWDER AND HEAT-TREATED EGGSHELL POWDER. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. WIMONLAK SUTAPUN, Ph.D., 139 PP.

CHICKEN EGGSHELL/HIGH DENSITY POLYETHYLENE/HDPE/EGGSHELL POWDER/ESP/HEAT-TREATED EGGSHELL POWDER/ COMPATIBILIZATION

In this thesis, eggshell powder, heat-treated eggshell and high density polyethylene filled with eggshell powder and heat-treated eggshell powder were prepared. For preparing heat-treated eggshell, the effect of treatment time and temperature was investigated. The heat-treated eggshell was prepared at temperature of 650°C, 670°C, 770°C, and 800°C at various treatment times. For eggshell powder filled high density polyethylene, the effect of eggshell powder content and particle size, and compatibilization on rheological, thermal, and mechanical properties of high density polyethylene composites were studied. For heat-treated eggshell powder filled high density polyethylene, the effect of heat-treated eggshell powder content and compatibilization on those properties were investigated. The filled high density polyethylene was prepared at filler contents of 10, 20, 30, and 40 wt%. The particle size (D_{50}) of eggshell powder was 17.1 μm and 14.4 μm. The D_{50} of heat-treated eggshell powder was 4.6 μm. The eggshell powder with D_{50} of 14.4 μm was employed for preparing the uncompatibilized and compatibilized high density polyethylene composites at 40 wt% eggshell powder. The compatibilized high density

polyethylene composites at 40 wt% heat-treated eggshell powder were also prepared. Maleic anhydride grafted high density polyethylene (HDPE-g-MAH) at 2 wt% high density polyethylene was used as compatibilizer.

It was found that the eggshell used in this study comprised calcium carbonate about 95 wt% in calcite crystal form. With increasing treatment time and temperature, calcium carbonate deposited in eggshell was increasingly transformed to calcium oxide and finally turned into calcium hydroxide after atmospheric exposure. The eggshell treated at 800°C for 3 h was used to prepared high density polyethylene composite. The heat-treated eggshell powder consisted of calcium hydroxide as main component.

For high density polyethylene composite, the apparent shear viscosity was increased with increasing eggshell powder content. The thermal stability of high density polyethylene was not affected by increasing eggshell powder content. Young's modulus, flexural modulus, and heat distortion temperature of composites were increased but yield strength, elongation at break, and impact strength of the composites were decreased with increasing eggshell powder content. Tensile stress at break and flexural strength of the composites were not significantly affected by increasing eggshell powder content. Hardness of the composites was slightly increased with increasing ESP content.

The reduction of particle size of eggshell powder from D_{50} of 17.1μm to D_{50} of 14.4 μm did not much affect apparent shear viscosity, thermal stability, and mechanical properties of composites.

The rheological, thermal, and mechanical properties of compatibilized high density polyethylene composites with 2 wt% HDPE-g-MAH were not much different from uncompatibilized HDPE composites.

For high density polyethylene filled with heat-treated eggshell powder, the apparent shear viscosity was increased with increasing heat-treated eggshell powder content. The thermal stability of high density polyethylene insignificantly increased with increasing heat-treated eggshell powder content. Young's modulus, tensile stress at break, flexural modulus, flexural strength, and heat distortion temperature of composites were increased with increasing heat-treated eggshell powder content. The hardness of the composites was slightly increased with increasing heat-treated eggshell powder. Elongation at break and impact strength of the composites were decreased but yield strength of the composites was not affected with increasing heat-treated eggshell powder content.

The rheological, thermal, tensile, flexural, and hardness of compatibilized high density polyethylene composites were insignificant change comparing to those of uncompatibilized high density polyethylene composites. However, impact strength of the composites was improved by compatibilization with HDPE-g-MAH.

School of Polymer Engineering

Academic Year 2010

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____

Co-advisor's Signature _____

Co-advisor's Signature _____