

บทคัดย่อ

ผงเปลือกไข่ลอกเมมเบรนประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนตในรูปผลึกแคลไซต์ในปริมาณไม่ต่ำกว่าร้อยละ 97 โดยน้ำหนัก ใกล้เคียงกับความบริสุทธิ์ร้อยละ 98-99 โดยน้ำหนัก ของสารตัวเติมแคลเซียมคาร์บอเนตทางการค้า ผงเปลือกไข่ลอกเมมเบรนมี ธาตุ Mg, Na, S, P, K, Cl, Si เป็นองค์ประกอบน้อยกว่าร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก มีธาตุ Sr, Al, Fe, Ba, Zn ในปริมาณน้อยกว่าร้อยละ 0.01 และมีปริมาณสารอินทรีย์ร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก ผงเปลือกไข่ลอกเมมเบรนเสื่อมสลายเนื่องจากความร้อนที่ อุณหภูมิ 324-327 องศาเซลเซียส และ 777 องศาเซลเซียส

พอลิบิวทิลีนซัคซิเนตที่เติมผงเปลือกไข่ลอกเมมเบรนเป็นสารตัวเติมจะมีพฤติกรรมการแตกหักแบบเปราะ ในขณะที่พอลิบิวทิลีนซัคซิเนตมีพฤติกรรมการแตกหักแบบเหนียว เมื่อปริมาณผงเปลือกไข่เพิ่มขึ้น ความทนทานต่อแรงดึง ร้อยละการยืดออก ณ จุดขาด และความทนทานต่อแรงกระแทกลดลง ในขณะที่มอดูลัสของยังก์เพิ่มขึ้น ความทนทานต่อแรงดัดและมอดูลัสแรงดัดของพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตที่เติมผงเปลือกไข่เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณผงเปลือกไข่เพิ่มขึ้น พอลิบิวทิลีนซัคซิเนตที่เติมผงเปลือกไข่ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก จะมีสมบัติความเหนียวที่ต้านการแตกหัก (fracture toughness) ใกล้เคียงกับพอลิบิวทิลีนซัคซิเนต และพื้นผิวของผงเปลือกไข่ลอกเมมเบรนสามารถยึดติดได้บางส่วนกับเมทริกซ์พอลิบิวทิลีนซัคซิเนต

การเติมผงเปลือกไข่ลอกเมมเบรนในพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตทำให้พอลิบิวทิลีนเกิดทรานซิชันทางความร้อนสองขั้น ณ 413 องศาเซลเซียส เนื่องจากการเสื่อมสลายของเมทริกซ์พอลิบิวทิลีนซัคซิเนต และ 481-486 องศาเซลเซียส เนื่องจากพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตที่เกิดอันตรกิริยากับอนุภาคผงเปลือกไข่ (bound PBS) การใช้ผงเปลือกไข่ลอกเมมเบรนเป็นสารตัวเติมในพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตไม่ทำให้อุณหภูมิการเสื่อมสลายเนื่องจากความร้อนของเมทริกซ์พอลิบิวทิลีนซัคซิเนตเปลี่ยนแปลง แต่การเสื่อมสลายทางความร้อนของพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตที่เกิดอันตรกิริยากับอนุภาคผงเปลือกไข่ (bound PBS) เกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูงกว่าการเสื่อมสลายทางความร้อนของเมทริกซ์พอลิบิวทิลีนซัคซิเนต

นอกจากนี้ ปริมาณผงเปลือกไข่ไม่ส่งผลต่ออุณหภูมิการหลอมเหลวและอุณหภูมิการเกิดผลึกเย็นของเมทริกซ์พอลิบิวทิลีนซัคซิเนต อุณหภูมิการเกิดผลึก (crystallization temperature, T_c) ของพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตที่เติมผงเปลือกไข่จะต่ำกว่าของพอลิบิวทิลีนซัคซิเนต การเพิ่มปริมาณผงเปลือกไข่ไม่มีนัยสำคัญต่ออุณหภูมิการเกิดผลึกของเมทริกซ์พอลิบิวทิลีนซัคซิเนต ปริมาณผลึกของพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตสูงกว่าปริมาณผลึกของพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตที่เติมผงเปลือกไข่ และเมื่อปริมาณผงเปลือกไข่เพิ่มขึ้นปริมาณผลึกของเมทริกซ์พอลิบิวทิลีนซัคซิเนตลดลง การทำให้พอลิบิวทิลีนซัคซิเนตเย็นตัวอย่างช้า ๆ ทำให้ได้รูปผลึก 2 แบบ แต่รูปผลึกของพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตที่เติมผงเปลือกไข่ที่ได้จากการทำให้เย็นตัวอย่างช้า ๆ มีเพียงรูปผลึกเดียว

Abstract

Membrane peeled eggshell powder comprised calcium carbonate of calcite crystal form not lesser than 97 wt.% . The purity of the eggshell powder is close to the purity of commercial calcium carbonate filler. The eggshell powder contained trace amounts, less than 1 wt.%, of Mg, Na, S, P, K, Cl, and Si, and less than 0.01 wt.% of Sr, Al, Fe, Ba, and Zn. It also comprises 3 wt.% of organic compounds. Thermal transitions of the membrane peeled eggshell powder were 324-327°C and 777°C.

The eggshell filled PBS fractured in brittle manner whereas neat PBS did in more ductile manner. Tensile strength, elongation at break, and impact strength of the filled PBS were lower than those of neat PBS. However, Young's modulus of the filler PBS increased with more inclusion of the eggshell powder. On the other hand, flexural modulus and flexural strength of the filled PBS increased with increasing content of the eggshell powder. The fracture toughness of neat PBS and PBS filled with 20 wt.% membrane peeled eggshell powder was not significantly different. It was discovered that there was partial adhesion occurring at PBS matrix-eggshell powder interface.

The thermal transitions of poly (butylene succinate) (PBS) filled with membrane peeled eggshell powder occurred at 413°C and 481-485°C due to thermal degradation of PBS matrix and bound PBS, respectively. The addition of membrane-peeled eggshell powder did not affect degradation temperature of the matrix PBS. The bound PBS thermally degraded at higher temperature than the matrix PBS.

Addition of the eggshell powder did not affect melting and cold crystallization temperatures of PBS matrix but resulted in decreased crystallization temperature relatively comparing to neat PBS. In addition, increasing the eggshell powder content insignificantly influenced crystallization of PBS matrix. Neat PBS contained a higher degree of crystallinity than PBS matrix and the crystallinity decreased with more addition of the eggshell powder. Upon slow heating, neat PBS crystallized into two crystal forms but PBS matrix crystallized into one crystal form.