

บทคัดย่อ

การเพิ่มความสามารถในการรับแรงกระแทกในวัสดุทดแทนไม้จากเมตริกชนิดพอลิไวนิลคลอไรด์โดยใช้สารเพิ่มการรับแรงกระแทกกลุ่มสไตรีนโคพอลิเมอร์

โครงการการเพิ่มความสามารถในการรับแรงกระแทกในวัสดุทดแทนไม้จากเมตริกชนิดพอลิไวนิลคลอไรด์โดยใช้สารเพิ่มการรับแรงกระแทกกลุ่มสไตรีนโคพอลิเมอร์ โดยการสนับสนุนของ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และบริษัท วินิไทย จำกัด (มหาชน) ได้จัดทำรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ (ส.ค. 2552 – ส.ค. 2554) ประกอบด้วยรายงาน 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นรายงานวิจัย เรื่อง “การเพิ่มความสามารถในการรับแรงกระแทกในวัสดุทดแทนไม้จากเมตริกชนิดพอลิไวนิลคลอไรด์โดยใช้เอปียีสเป็นสารเพิ่มการรับแรงกระแทก” ส่วนที่สองเป็นรายงานวิจัย เรื่อง “การเพิ่มความสามารถในการรับแรงกระแทกในวัสดุทดแทนไม้จากเมตริกชนิดพอลิไวนิลคลอไรด์โดยใช้อะครีโลไนไตรล์ สไตรีน อะครีเลต”

ผลการศึกษาในส่วนแรก งานวิจัยนี้พัฒนาวัสดุคอมพอสิตทดแทนไม้ ซึ่งประกอบด้วยเมตริกซ์พอลิเมอร์ผสมระหว่างพีวีซีและเอปียีสและสารเติมชนิดผงไม้ โดยมีการศึกษาผลของปริมาณพอลิเมอร์ชนิดเอปียีสตั้งแต่ร้อยละ 0-50 โดยน้ำหนัก ในพอลิเมอร์ผสมระหว่างพีวีซีและเอปียีสต่อสมบัติทางกล สมบัติทางความร้อน และสมบัติทางกายภาพ พบว่า พอลิเมอร์ผสมที่อัตราส่วนเอปียีสร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก จะเกิดงานร่วมขึ้นในสมบัติการทนแรงกระแทก โดยความแข็งแรงภายใต้แรงกระแทกมีค่าสูงถึง 65 กิโลจูลต่อตารางเมตร ซึ่งสูงกว่าค่าความแข็งแรงภายใต้แรงกระแทกของพีวีซีซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.5 กิโลจูลต่อตารางเมตร สำหรับสมบัติทางกล คือ ค่าความแข็งแรงดึงและค่าความแข็งแรงภายใต้แรงดึงและแรงดัดโค้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณพีวีซีในพอลิเมอร์ผสมมากขึ้น ส่วนสมบัติทางความร้อนของเมตริกซ์พอลิเมอร์ผสมระหว่างพีวีซีและเอปียีส ในด้านอุณหภูมิที่มีผลต่อการเสียรูปของชิ้นงาน เช่น อุณหภูมิโก่งตัวด้วยความร้อน (เอชดีที) และอุณหภูมิอ่อนตัวไวแคดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณเอปียีสในพอลิเมอร์ผสมเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ชิ้นงานที่มีอัตราส่วนเอปียีสร้อยละ 50 โดยน้ำหนักจะมีค่าอุณหภูมิโก่งตัวด้วยความร้อนเท่ากับ 73 องศาเซลเซียสและมีค่าอุณหภูมิอ่อนตัวไวแคดเท่ากับ 84 องศาเซลเซียส ในขณะที่ชิ้นงานพีวีซีมีค่าอุณหภูมิโก่งตัวเท่ากับ 68 องศาเซลเซียสและค่าอุณหภูมิอ่อนตัวเท่ากับ 77 องศาเซลเซียส จากนั้นศึกษาวัสดุคอมพอสิตทดแทนไม้โดยใช้เมตริกซ์ที่เป็นพอลิเมอร์ผสมระหว่างพีวีซีและเอปียีสที่อัตราส่วนของเอปียีสเท่ากับร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก โดยศึกษาผลของการเติมผงไม้ในอัตราส่วนระหว่างร้อยละ 10-50 โดยน้ำหนัก จะได้ว่าคอมพอสิตมีสมบัติทางกลและทางความร้อนที่ดีขึ้นเมื่อปริมาณผงไม้เพิ่มสูงขึ้น และที่อัตราส่วนผงไม้ร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก วัสดุคอมพอสิตทดแทนไม้ที่ได้จะมีสมบัติทางความร้อนและสมบัติทางกลที่ดีที่สุด โดยจะมีค่าอุณหภูมิโก่งตัวด้วยความร้อน (เอชดีที) และอุณหภูมิอ่อนตัวไวแคดสูงถึง 87 องศาเซลเซียสและ 98 องศาเซลเซียสตามลำดับ โดยวัสดุคอมพอสิตยังมีค่าสเตรจโมดูลัสที่อุณหภูมิห้องสูงถึง 5.44 จิกกะปาสคาล นอกจากนี้วัสดุคอมพอสิตทดแทนไม้ที่ใช้พอลิเมอร์เมตริกซ์ผสมระหว่างพีวีซีและเอปียีสยังมีค่าความสามารถในการรับแรงกระแทกที่ดีกว่าวัสดุคอมพอสิตทดแทนไม้ที่ใช้พอลิโอสเตฟิน เช่น พอลิเอทิลีนและพอลิพรอพิลีนเป็นเมตริกซ์อีกด้วย

ผลการศึกษาในส่วนที่สอง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวัสดุคอมพอสิตทดแทนไม้จากพีวีซีและเส้นใยมะพร้าว โดยใช้อะครีโลไนไตรล์ สไตรีน อะครีเลต (เอเอสเอ) เป็นสารเพิ่มสมบัติการรับแรงกระแทก โดยศึกษาปริมาณสารเพิ่มสมบัติการทนแรงกระแทกชนิดเอเอสเอตั้งแต่ร้อยละ 0-50 โดยน้ำหนัก ในพอลิเมอร์ผสมระหว่างพีวีซีและเอเอสเอ ที่ส่งผลต่อสมบัติทางกล สมบัติทางความร้อน และสมบัติทางกายภาพ พบว่าการทนแรงกระแทกของพอลิเมอร์ผสมมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วที่ปริมาณเอเอสเอ 30-40% โดยน้ำหนัก และที่ปริมาณเอเอสเอ 50% โดยน้ำหนัก พอลิเมอร์ผสมจะมีค่าความแข็งแรงภายใต้การรับแรงกระแทกสูงที่สุดถึง 77 กิโลจูลต่อตารางเมตร ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าความแข็งแรงภายใต้การรับแรงกระแทกของพีวีซีซึ่งมีค่าเพียง 6.8 กิโลจูลต่อตารางเมตร นอกจากนี้ยังพบว่า ความแข็งแรงและความแข็งแรงภายใต้แรงดึงและแรงคดโค้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณพีวีซีในพอลิเมอร์ผสมมากขึ้น สำหรับสมบัติทางความร้อนของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพีวีซีและเอเอสเอพบว่าอุณหภูมิโค้งตัวด้วยความร้อน (เอชดีที) และอุณหภูมิอ่อนตัวไวแคดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณเอเอสเอในพอลิเมอร์ผสมเพิ่มขึ้น โดยพอลิเมอร์ผสมที่มีอัตราส่วนเอเอสเอร้อยละ 50 โดยน้ำหนักจะมีค่าอุณหภูมิโค้งตัวด้วยความร้อนเท่ากับ 70 องศาเซลเซียสและมีค่าอุณหภูมิอ่อนตัวไวแคดเท่ากับ 83 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังพบว่าพอลิเมอร์ผสมที่มีอัตราส่วนเอเอสเอร้อยละ 50 จะมีความทนทานต่อสภาวะอากาศ ได้ดีกว่าพีวีซีมาก จากนั้นจึงศึกษาวัสดุคอมพอสิตทดแทนไม้โดยใช้เมทริกซ์ที่เป็นพอลิเมอร์ผสมระหว่างพีวีซีและเอเอสเอที่อัตราส่วนของเอเอสเอเท่ากับร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก โดยศึกษาผลของการเติมเส้นใยมะพร้าวในอัตราส่วนระหว่างร้อยละ 10-50 โดยน้ำหนัก พบว่าวัสดุคอมพอสิตแสดงสมบัติทางกลและทางความร้อนที่ดีขึ้นเมื่อปริมาณเส้นใยมะพร้าวเพิ่มสูงขึ้น และที่อัตราส่วนเส้นใยมะพร้าวร้อยละ 50 โดยน้ำหนักวัสดุคอมพอสิตจะมีค่าสทอแรงมอดูลัสที่อุณหภูมิห้องสูงถึง 5.06 จิกกะปาสกาล และมีสมบัติทางความร้อนที่ดีที่สุดโดยจะมีค่าอุณหภูมิโค้งตัวด้วยความร้อน (เอชดีที) และอุณหภูมิอ่อนตัวไวแคดสูงถึง 82 องศาเซลเซียสและ 96 องศาเซลเซียสตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าวัสดุคอมพอสิตทดแทนไม้ที่ใช้พอลิเมอร์เมทริกซ์ผสมระหว่างพีวีซีและเอเอสเอเสริมแรงด้วยเส้นใยมะพร้าว ยังมีค่าความแข็งแรงภายใต้การรับแรงกระแทกสูงกว่าระบบวัสดุคอมพอสิตทดแทนไม้ที่ใช้พอลิเมอร์เมทริกซ์พีวีซีเสริมแรงด้วยเส้นใยมะพร้าว และวัสดุคอมพอสิตทดแทนไม้ที่ใช้พอลิโอฟีน เช่น พอลิเอทิลีนและพอลิพรอพิลีนเป็นเมทริกซ์อีกด้วย

ABSTRACT

Impact Property Enhancement of PVC-Wood Composites Using Styrenic Copolymer

This is the cooperative research between Thailand Research Fund, Vinythai Public Company Limited, Bangkok, Thailand and Polymer Engineering Laboratory (PEL), Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand. The report consists of 2 parts: Part One, the research entitled “*Impact Property Enhancement of PVC-Wood Composites Using ABS as Impact Modifier*,” and Part Two, the research entitled “*Impact Property Enhancement of PVC-Wood Composites Using Acrylonitrile Styrene Acrylate*”.

Significant findings of part one can be summarized as follows:

The aim of this research is to develop of the high impact strength wood-substituted composites based on PVC with an incorporation of ABS. The characteristics of the PVC/ABS blend as a polymer matrix were firstly investigated by varying ABS content from 0-50 wt%, in PVC/ABS blends on mechanical, thermal and physical properties were investigated. The results showed that the PVC/ABS matrix at 50 wt% of ABS content provided the synergistic behavior on impact strength as high as 65 kJ/m^2 , being higher than the impact strength of the PVC which was 6.5 kJ/m^2 . In terms of mechanical properties, the modulus and strength under tensile and flexural test tended to increase with the increase of the PVC content in the blends. Additionally, thermal properties of the PVC/ABS blends, heat distortion temperature (HDT) and vicat softening temperature, systematically increased with increasing ABS content. HDT of the PVC/ABS blend was found to increase from 68°C for the neat PVC to 73°C for the PVC/ABS blend at 50/50 mass ratio and vicat softening temperature was found to increase from 77°C to 84°C . From those outstanding properties, PVC/ABS at a fixed mass ratio of 50/50 was selected to use as polymer matrix and then the effects of woodflour content varying from 10-50 wt% on the composites properties were studied. At 50 wt% of woodflour content, the composite provided the highest thermal stability with the service temperature as high as 87°C and 98°C for HDT and vicat softening temperature, respectively. Moreover, the storage modulus at room temperature of the PVC/ABS/wood composite at 50 wt% of woodflour content was high up to 5.44 GPa. Additionally, the impact strength value of the obtained

PVC/ABS/wood composites was also found to be higher than that of polyolefin composites such as HDPE/wood and PP/wood composites.

Significant findings of part two can be summarized as follows:

The aim of this research is to develop the high impact strength wood-substituted composites based on PVC and coconut fiber with an incorporation of ASA as impact modifier. The effect of ASA content ranging from 0-50 wt% on mechanical, thermal and physical properties of PVC/ASA matrix was firstly investigated. The results showed that the impact strength of the PVC/ASA matrix increased drastically at the ASA content of about 30-40 wt%. At the ASA content of 50 wt%, the greatest impact strength as high as 77 kJ/m² was obtained; this value was higher than the impact strength of the PVC which was only 6.8 kJ/m². The modulus and strength under tensile and flexural test tended to increase with the increase of the PVC content in the blends. In terms of thermal properties, heat distortion temperature (HDT) and vicat softening temperature of PVC/ASA blends systematically increased with increasing ASA content. HDT values of the PVC/ASA blend increased from 64°C (for the neat PVC) to 70°C (for the PVC/ASA blend at 50 wt% of ASA content). In addition, vicat softening temperature was found to increase from 77°C to 83°C. Moreover, PVC/ASA blends at a fixed mass ratio of 50/50 showed the superior weatherability than PVC. According to the results, PVC/ASA at a fixed mass ratio of 50/50 was used as polymer matrix for PVC/ASA/coconut fiber composites. The effects of coconut fiber content ranging from 10-50 wt% on the composites properties were studied. At 50 wt% of coconut fiber content, the composite provided the storage modulus at room temperature as high as 5.06 GPa, the highest service temperatures as high as 82°C, and 96°C for HDT and vicat softening temperature, respectively. Additionally, the impact strength of the obtained PVC/ASA/coconut fiber composites was also found to be higher than those of PVC/coconut fiber composite and other polyolefin composites (such as HDPE/wood fiber and PP/wood fiber composites).