

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวไกรสร ไทยแท้
วัน เดือน ปีเกิด	2 กุมภาพันธ์ 2525
ประวัติการศึกษา	
ระดับปริญญาตรี	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมพลาสติก ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พ.ศ. 2548
ระดับปริญญาโท	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พ.ศ. 2551
ทุนการศึกษา	ทุนสนับสนุนการวิจัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) พ.ศ. 2548 ทุนสนับสนุนการวิจัย เลขที่ TG-33-13-50-030M ของทุนสถาบัน บัณฑิตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทย (Thailand graduate institute of science and technology, TGIST) สำนักงานพัฒนา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ พ.ศ. 2550
ประวัติการทำงาน	-
ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์	การผลิตไม้เทียมจากเศษโฟมพีวีซีกับผงไม้ (Production of wood- plastic composite from PVC foam scrap and wood dust), รวบรวมผลงานโครงการที่ได้รับทุน IRPUS พ.ศ. 2548 การผลิตไม้เทียมจากเศษโฟมพีวีซีกับผงไม้ (Production of wood- plastic composite from PVC foam scrap and wood dust), วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี ISSN 1685-5280 พ.ศ. 2549

ประวัติผู้วิจัย (ต่อ)

ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

ผลของเศษเอทิลีนไวนิลอะซิเตตและสารประสานไซเลนต่อสมบัติการรับแรงกระแทกและการโค้งงอของวัสดุผสมพีวีซีที่นำกลับมาใช้ใหม่และผงไม้ (Effects of ethylene vinyl acetate wastes and silane coupling agent on impact and flexural properties of recycled PVC/wood flour composites), การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 34 (วทท 34) พ.ศ. 2551

ผลของเศษเอทิลีนไวนิลอะซิเตตและสารประสานไซเลนต่อสมบัติการรับแรงกระแทกและการโค้งงอของวัสดุผสมพีวีซีที่นำกลับมาใช้ใหม่และผงไม้ (Effects of ethylene vinyl acetate wastes and silane coupling agent on impact and flexural properties of recycled PVC/wood flour composites), การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 47 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2552

ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์



Abstracts

THE **34th** CONGRESS on SCIENCE
and TECHNOLOGY of THAILAND (STT 34)

การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
ครั้งที่ 34 (วทท 34)

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับโลกแห่งความท้าทาย
SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR GLOBAL CHALLENGES

- To Celebrate the 60th Anniversary of the Science Society of Thailand under the Patronage of His Majesty the King
- To Celebrate the 20th Anniversary of Faculty of Science, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

October 31 - November 2, 2008

Venue: Queen Sirikit National Convention Center, Bangkok, Thailand.

31 ตุลาคม - 2 พฤศจิกายน 2551 ณ ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ กรุงเทพมหานคร

WWW.STT34.SCISOC.OR.TH

Abstract : This research studied the effects of synthesis temperature, ratio of $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$:TPA, the amount of 30% H_2O_2 added, mixing methods and the rate of addition of triethylamine to the synthesis of MOF-5. It was found that these factors did not give the effect on the % yield but on the morphology of MOF-5. The XRD pattern of MOF-5 synthesized by using 2:1 of $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$:TPA, 6 drops of 30% H_2O_2 , dropwise addition of triethylamine within 1 hr. and using magnetic stirrer is similar to that of MOCP-H previously reported in literature. The synthesized MOF-5 has a size of about 800 nm. classified to a nanocrystal. The using of *meso*-tetra(4-carboxyphenyl)porphyrin as organic linker provided a nanocrystal porphyrin-based MOF with a size of about 50 nm. The BET nitrogen adsorption study reveals that porphyrin-based MOF has a mean pore diameter of 0.6326 nm. classified to micropore.

E_E0114 PREPARATION OF A COMPOSITE OF TITANIUM DIOXIDE AND CARBON FOR APPLICATION IN A CAPACITOR

Chamaiporn Mungthangtham¹, Orawon Chailapakul² and Aticha Chaisuwan^{2*}

¹ Program of Petrochemistry and Polymer Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand.

² Materials Chemistry and Catalysis Research Unit, Department of Chemistry, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand. E-mail: aticha.c@chula.ac.th

Abstract: The disposed bamboo chopsticks were employed as the carbon source in preparation of a composite of titanium dioxide and carbon for application in a capacitor because of plenty of bamboo chopsticks waste from restaurant in Thailand. A proposed preparation method contains 2 steps which are impregnation of the bamboo powder with a solution of titanium tetraisopropoxide in 2-propanol and subsequently carbonization at a required temperature. The carbonization temperatures were varied from 500 to 700°C. The XRD result showed the highly pure anatase phase in the titanium dioxide/carbon composite. This method provided nanocrystals of anatase with about one half smaller crystal sizes than that prepared by the conventional method which was performed in the alternative sequence of preparation steps. The crystal size of anatase is affected by the carbonization temperature and method of preparation. Impressively, that the structure of anatase was very stable even at 700°C although bulk anatase can readily transform to rutile structure at 600°C. The results indicate that carbon can stabilize the anatase even at the transform temperature. The adsorption isotherms of the composites show the characteristic of micropores. However, the composite prepared by this novel method has less BET specific area than that prepared by the conventional method. The composite can be applied further as composite electrode in electrochemistry.

E

E_E0115 EFFECTS OF ETHYLENE VINYL ACETATE WASTES AND SILANE COUPLING AGENT ON IMPACT AND FLEXURAL PROPERTIES OF RECYCLED PVC/WOOD FLOUR COMPOSITES

Kraisorn Thaitae¹, Monchai Tajan², Wararat Kangsumrith¹ and Thanawadee Leejarkpai²

¹ Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Thammasat University, Klong Luang, Pathumthani, 12120. Email: joom_999@hotmail.com

² National Metal and Materials Technology Center, National Science and Technology Development Agency, Klong Luang, Pathumthani, 12120.

Abstract: This study utilized EVA wastes from sports shoes sole manufacturer and silane coupling agent as an impact modifier and flexural properties of recycled PVC/wood flour composites. Three types of EVA waste are unvulcanized EVA, unvulcanized EVA/PE blend (80/20 % wt) and vulcanized EVA foam. The composite samples were prepared by mixing recycled PVC, wood flour and other processing additives such as Calcium carbonate (CaCO_3), Chlorinate polyethylene (CPE) and Dioctyl Phthalate (DOP) with varying amounts of EVA wastes (10-30 phr) and silane coupling agent (5-20 phr). The mixture was mixed using two-roll mill followed by compression molding. The effects of type and amount of EVA and silane coupling agent on the impact and flexural properties of the composites were investigated. The experimental results indicated that addition of 10 phr unvulcanized EVA provides the maximum notched impact strength whereas addition of silane coupling agent significantly improves the flexural properties of the composites.

E_E0116 DEVELOPMENT SAA PAPER COATED WITH TITANIUM DIOXIDE POWDERS

Hathaithip Ninsonti^{1*}, Sukon Phanichphat² and Pusit Pookmanee¹

¹ Department of Chemistry, Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai, 50290, Thailand
e-mail: i_hathaithip@hotmail.com

² Department of Chemistry, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200, Thailand

Abstract: Titanium dioxide (TiO_2) powders were synthesized by the hydrothermal route and used the starting precursors as titanium isopropoxide ($\text{Ti}[\text{OCH}(\text{CH}_3)_2]_4$), ammonium hydroxide (NH_4OH) and nitric



มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขอรับรองว่าผลงานวิจัย

เรื่อง

ผลของเศษเอทิลีนไวโนลอะซิเตตและสารประสานไซเลน
ต่อสมบัติการรับแรงกระแทกและการโค้งงอของวัสดุ
ผสมพีวีซีที่นำกลับมาใช้ใหม่และผงไม้

โดย

ไกรสร ไทยแท้ พศวรรณ์ ชัยวุฒินันท์
มนชัย ทาจันท์ วรรัตน์ กังสัมฤทธิ์
และธนาวดี ลีจากภัย

ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ

สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์

และได้นำเสนอในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47

ระหว่างวันที่ 17-20 มีนาคม 2552

(รองศาสตราจารย์ ดร.พนิต เข้มทอง)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ประธานคณะกรรมการดำเนินงานจัดการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 47



ผลของเศษเอทิลีนไวน์อะซิเตตและสารประสานไซเลนต่อสมบัติการรับแรงกระแทกและการโค้งงอของวัสดุผสมพีวีซีที่นำกลับมาใช้ใหม่และผงไม้

Effects of ethylene vinyl acetate wastes and silane coupling agent on impact and flexural properties of recycled PVC/wood flour composites

ไกรสร ไทยแท้¹ พศวรรณ์ ชัยวุฒินันท์² มนชัย ทาจันทร์² วรรัตน์ กังสุมฤทธิ¹ และ ธนาบดี ลีจากภัย²

Kraisorn Thaihae¹, Phasawat Chaiwutthinan², Monchai Tajan², Wararat Kangsumritthi¹ and Thanawadee Leejarkpai²

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการนำเศษเอทิลีนไวน์อะซิเตต (EVA) จากกระบวนการผลิตพื้นรองเท้ากีฬาและสารประสานไซเลน มาใช้ประโยชน์เป็นสารปรับปรุงการรับแรงกระแทกและการโค้งงอ ของผลิตภัณฑ์ไม้เทียมที่ผลิตขึ้นจากพีวีซีที่นำกลับมาใช้ใหม่และผงไม้ โดยเศษ EVA ที่ใช้ในการวิจัยนี้มี 3 ชนิด คือ EVA ที่ยังไม่ผ่านกระบวนการวัลคาไนซ์ สารผสมระหว่าง EVA และ โพลีเอทิลีนที่ยังไม่ผ่านกระบวนการวัลคาไนซ์ และโฟม EVA ที่ผ่านกระบวนการวัลคาไนซ์แล้ว โดยทำการเตรียมตัวอย่างวัสดุผสมระหว่างพีวีซีที่นำกลับมาใช้ใหม่ ผงไม้ สารเติมแต่งอื่นๆ ที่ใช้ในการผลิตไม้เทียม โดยแปรปริมาณเศษ EVA และสารประสานไซเลน (ในอัตราส่วน 0-30 phr) ใช้เครื่องผสมแบบสองลูกกลิ้ง จากนั้นนำไปขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อนและทำการศึกษาค่าของชนิดของ EVA และอัตราส่วนที่เติม ต่อสมบัติการรับแรงกระแทกและการโค้งงอของแผ่นไม้เทียม พบว่าการเติม EVA ที่ยังไม่ผ่านกระบวนการวัลคาไนซ์ ปริมาณ 10 phr ให้ค่าความทนต่อแรงกระแทกที่สูงที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าการเติมสารประสานไซเลนมีผลทำให้สมบัติการโค้งงอของวัสดุผสมมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

ABSTRACT

This study utilized EVA wastes from sports shoes sole manufacturer and silane coupling agent as impact and flexural modifier of recycled PVC/wood flour composites. Three types of EVA waste are unvulcanized EVA, unvulcanized EVA/PE blend (80/20 % wt) and vulcanized EVA foam. The composite samples were prepared by mixing recycled PVC, wood flour and other processing additives with varying amounts of EVA wastes and silane coupling agent (0-30 phr). The mixture was mixed using two-roll mill followed by compression molding. The effects of type and amount of EVA and silane coupling agent on the impact and flexural properties of the composites were investigated. The experimental results indicated that the addition of 10 phr unvulcanized EVA provides the maximum notched impact strength whereas the addition of silane coupling agent significantly improves the flexural properties of the composites.

Keywords: EVA, Silane coupling agents, Wood flour, Composites

Joom_999@hotmail.com

¹ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Thammasat University.

²ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

National Metal and Materials echnology Center, National Science and Technology Development Agency.

คำนำ

ปัจจุบันได้มีการนำพลาสติกมาผลิตขึ้นรูปแบบไม้จำนวนมาก เช่น การนำพีวีซีมาผสมกับขี้เลื่อย [1-2] ทำเป็นไม้เทียมสำหรับงานเฟอร์นิเจอร์ เพื่อลดปริมาณการใช้ไม้ให้ลดลงแล้วก็ตาม แต่ปริมาณการใช้ไม้ในแต่ละปี ยังคงมีปริมาณที่สูงอยู่ คือประมาณ 1,954,000 ต้นต่อปี ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิตโดยเฉพาะอย่างยิ่งขี้เลื่อยไม้จึงมีปริมาณมากตามไปด้วย ไม้ที่ถูกนำมาเป็นวัตถุดิบปริมาณมากที่สุดคือ ไม้จากต้นยางพารา โดยมีการนำไปผลิตเป็นไม้แผ่นชนิดต่างๆ อาทิเช่น ไม้อัด (Plywood) มีกำลังการผลิต 231,000 ต้นต่อปี แผ่นไม้ปาร์ติเคิล (Particleboard) มีกำลังการผลิต 950,000 ต้นต่อปี และแผ่นเอ็มดีเอฟ (Medium density fiberboard) มีกำลังการผลิต 563,000 ต้นต่อปี เพื่อเป็นการลดปริมาณขยะและ นำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่า ประกอบกับวัสดุผสมจากเทอร์โมพลาสติกและเส้นใยจากธรรมชาติมีสมบัติที่โดดเด่นอยู่ด้วยกันหลายประการเช่น สามารถขึ้นรูปและตัดแปรรูปทรงได้ง่ายเร็วกว่าไม้ ราคาถูก น้ำหนักเบา สามารถย่อยสลายด้วยวิธีทางชีวภาพ ไม่ถูกทำลายโดยมอด ปลวก หรือแมลงอื่นๆ จึงเป็นเหตุผลทำให้วัสดุผสมเทอร์โมพลาสติกและเส้นใยธรรมชาติได้รับความนิยมนำมาใช้งานมากขึ้น [3] ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาถึงการปรับปรุงสมบัติเชิงกลของไม้เทียมจากโฟมพีวีซี ผงไม้ และยางสังเคราะห์ ที่นำกลับมาใช้ใหม่ โดยศึกษาถึงผลของปริมาณเศษเอทิลีนไวโนลอะซิเตต และ ปริมาณของสารประสานไซเลน ต่อสมบัติการรับแรงกระแทกและการโค้งงอของไม้เทียม ให้มีสมบัติที่เหมาะสมกับการนำไปใช้งานให้มากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการนำวัสดุเหลือใช้มาทำให้เกิดประโยชน์เป็นการช่วยกำจัดสิ่งเหลือใช้จากกระบวนการผลิต เพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุ และยังเป็นการลดปริมาณวัสดุสังเคราะห์พีวีซี ทำให้มลพิษลดลง และเพื่อเป็นแนวทางในการนำมาประยุกต์ใช้ปรับปรุงสมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์ผสมชนิดอื่นๆ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. วัตถุดิบ

1.1 เศษ PVC (Scrap PVC)

ชนิดของโฟมแบ่งได้หลายชนิดขึ้นอยู่กับการพิจารณา เช่น ถ้าพิจารณาตามโครงสร้างสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ ชนิดโครงสร้างเซลล์ปิด (Close-cell structure) และชนิดโครงสร้างเซลล์เปิด (Open-cell structure) [4] สำหรับงานวิจัยนี้ได้เลือก พีวีซี เกรดอติวีตที่ใช้ในการอัดรีดผลิตภัณฑ์แผ่นซีส ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้ทั้งภายนอกและภายใน เช่น ผนังกันห้อง ระแนง รั้ว ทำป้ายสัญลักษณ์และป้ายโฆษณาต่างๆ เป็นเศษที่ได้จากกระบวนการผลิตในช่วงตัดขอบแผ่นซีส ชนิดฟรีโฟม (Free foam) ซึ่งมีโครงสร้างแบบเซลล์เปิด

1.2 ผงไม้ (Wood sawdust)

ผงไม้จากต้นยางพารา เป็นวัสดุเหลือใช้ได้มาจากอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ การแปรรูปไม้โดยการตัด ใบเลื่อยจะคายผงขี้เลื่อยออกมา ซึ่งในงานวิจัยนี้ เลือกมาใช้ 2 ชนิด คือ ผงไม้ยางพาราสีอ่อน ผงไม้ยางพาราสีเข้ม และมีการปรับปรุงผิวผงไม้โดยการ แช่ NaOH, แช่ Silane เพื่อกำจัด เอมีเซลลูโลส ลิกนิน ที่อยู่ในเนื้อไม้

1.3 เอทิลีนไวน์ลอะซิเตต (EVA)

ได้เลือกใช้กรดทำพื้นรองเท้ากีฬา เป็นเศษเหลือใช้ที่ได้จากกระบวนการผลิตในช่วงตัดแผ่น EVA ก่อนและหลังทำการขึ้นรูป ด้วยเครื่องอัดขึ้นรูป (Compression molding)

1.4 สารเติมแต่ง (Additives) ที่ใช้ในงานวิจัยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 สูตรและปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการทดลองการขึ้นรูปชิ้นงาน

Materials	phr (parts per hundred)
Scrap PVC	100
TLS (Stabilizer)	3
PA-20 (Processing aids)	10
CS (Lubricants)	1
Ac-508 (Blowing agent)	1
PE-wax (Lubricants)	0.4
CPE (Impact modifiers)	0 and 8
CaCO ₃ (Filler)	10
DOP (Plasticizer)	4
ผงไม้ยางพาราสีเข้ม	15
ผงไม้ยางพาราสีอ่อน	15
Silane (Coupling agents)	0, 5, 10, 20 and 30
EVA	0, 5, 10, 20 and 30
EVA/PE (80/20) blend	0, 5, 10, 20 and 30
EVA foam	0, 5, 10, 20 and 30
EVA+Silane (Coupling agents) 5 phr	0, 5, 10, 20 and 30
EVA+Silane (Coupling agents) 10 phr	0, 5, 10, 20 and 30

*phr: parts per hundred of resin by weight.

2. วิธีการ

2.1 การผสมพอลิเมอร์กับสารเติมแต่ง (Polymer compounding)

นำพีวีซีคอมปาวด์ มาผสมกับผงไม้ ด้วยเครื่องปั่นผสมแบบความเร็วสูง (High speed mixer) เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นทำการผสมด้วยเครื่องผสมแบบสองลูกกลิ้ง (Two roll mill) ตั้งอุณหภูมิระหว่างลูกกลิ้ง โดยลูกกลิ้งด้านหน้า 170 องศาเซลเซียส ด้านหลัง 160 องศาเซลเซียส ทำการผสมเป็นเวลา 15 นาที และทำการขึ้นรูปชิ้นงานเพื่อนำไปทดสอบสมบัติเชิงกลโดยใช้เครื่องอัดขึ้นรูป (Compression molding) เป็นเวลา 19 นาที

2.2 การทดสอบสมบัติเชิงกล

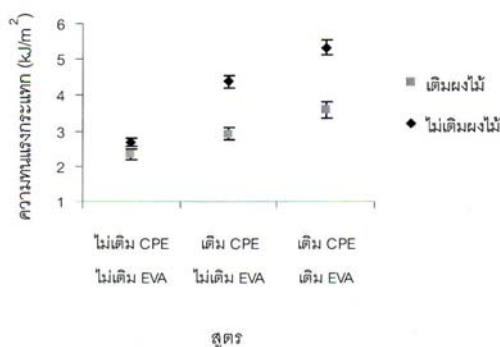
2.2.1 ทดสอบ ความต้านทานแรงกระแทก (Impact strength) ตามมาตรฐาน ASTM D 256

2.2.2 ทดสอบ สมบัติความต้านทานการโค้งงอ (Flexural properties) ตามมาตรฐาน ASTM D 790

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดสอบสมบัติความต้านทานแรงกระแทก

จากกราฟ รูปที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบ ความทนแรงกระแทกของพอลิเมอร์คอมโพสิตที่ไม่เติมผงไม้และเติมผงไม้ ในปริมาณ 30 phr



รูปที่ 1 ค่าความทนแรงกระแทก (Impact strength) ของพอลิเมอร์คอมโพสิต ไม่เติมผงไม้และเติมผงไม้ 30 phr

ในสูตรที่ไม่เติม CPE และไม่เติม EVA ค่าที่ได้มีค่าค่อนข้างต่ำใกล้เคียงกัน แต่เมื่อเติม CPE ซึ่งเป็นสารปรับปรุงสมบัติในการรับแรงกระแทกในปริมาณ 8 phr และเติม EVA ที่ยังไม่ผ่านกระบวนการวัลคาไนซ์ ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากการผลิตพื้นรองเท้า ในปริมาณ 10 phr ทำให้ ค่าความทนแรงกระแทกเพิ่มขึ้น ตามลำดับ และยังพบว่า การเติมผงไม้ส่งผลให้ ค่าความทนแรงกระแทกของพอลิเมอร์คอมโพสิต มีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน เนื่องจาก ผงไม้เป็นวัสดุที่ชอบน้ำ (Hydrophilic) ดังนั้น ผงไม้จึงสามารถดูดซับน้ำได้ ในระหว่างกระบวนการขึ้นรูป และในระหว่างการทดสอบ เนื่องจากความชื้น สามารถเข้าไปสร้างพันธะไฮโดรเจน (Hydrogen bonding) กับหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) ของเซลลูโลสในผงไม้ได้ แทนที่การสร้างพันธะไฮโดรเจนระหว่าง สายโซ่ของเซลลูโลสด้วยกันเอง จึงมีผลทำให้ สมบัติเชิงกลของวัสดุผสม มีค่าลดลง [5] และอาจมีสาเหตุมาจากจุดบกพร่องที่เกิดขึ้นภายในชิ้นงานที่เกิดจากการใช้ผงไม้ ที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงผิวจึงทำให้เกิดช่องว่างขึ้นระหว่างเฟส ผลของค่าความทนแรงกระแทก มีลักษณะคล้ายคลึงกับงานวิจัย ของ Bledzki และ Gassan [6] ซึ่งพบการลดลงของ ค่าความทนแรงกระแทก ในวัสดุผสมระหว่างพอลิเมอร์ และ เส้นใยธรรมชาติที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงผิวเกิดมาจากผลของการแตกออกของพันธะ (Debonding)



(2a) ไม่เติม CPE และ EVA

(2b) เติม CPE, ไม่เติม EVA

(2c) เติม CPE และ EVA

รูปที่ 2 2a-2c โครงสร้างจุลภาคของพอลิเมอร์คอมโพสิต ที่ไม่เติมผงไม้



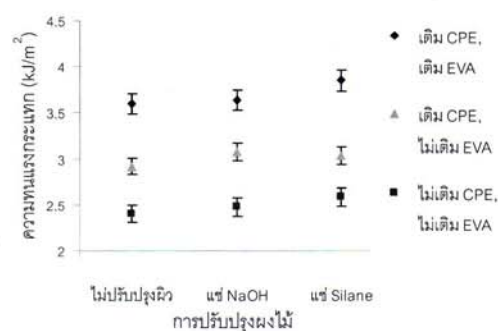
(3a) ไม่เติม CPE และ EVA

(3b) เติม CPE, ไม่เติม EVA

(3c) เติม CPE และ EVA

รูปที่ 3 3a-3c โครงสร้างจุลภาคของพอลิเมอร์คอมโพสิต ที่เติมผงไม้ในปริมาณ 30 phr

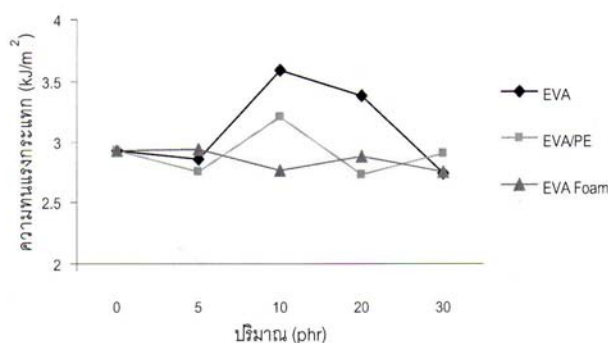
จากรูปที่ 2 และรูปที่ 3 พบว่าการเติมผงไม้ในวัสดุผสมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงผิว มีช่องว่างเกิดขึ้นระหว่างเฟสของพีวีซีและผงไม้ เนื่องจากพีวีซีและผงไม้มีพันธะระหว่างเฟสที่ไม่แข็งแรง รวมถึงในระหว่างการขึ้นรูปได้ มีขั้นตอนการให้ความร้อน และ หล่อเย็นวัสดุ ซึ่งวัสดุทั้งสองชนิดมีความสามารถในการหดตัวและขยายตัวที่แตกต่างกัน จึงส่งผลทำให้เกิดช่องว่างขึ้นระหว่างเฟส [7] ในส่วน (3c) พบว่าเฟสของ EVA สามารถเชื่อมประสานกับเฟสของพีวีซี ได้ดี ซึ่งภาพที่ได้สอดคล้องกับผลของสมบัติเชิงกล และได้ทำการปรับปรุงผิวของผงไม้โดยการแช่ด้วย NaOH และแช่ Silane ได้ผลดังแสดงในกราฟรูปที่ 4



รูปที่ 4 ค่าความทนแรงกระแทก (Impact strength) ของพอลิเมอร์คอมโพสิต ก่อนและหลัง การปรับปรุงผงไม้ด้วยวิธีต่างๆ (1% โดยน้ำหนักของผงไม้)

การปรับปรุงผิวผิวดังกล่าวด้วยวิธีการ แช่ NaOH และ แช่ Silane ที่ปริมาณสารปรับปรุง 1% โดยน้ำหนักของ ผงไม้โดยทั่วไปพบว่า ค่าความทนแรงกระแทก มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย สาเหตุที่ทำให้ค่าความทนแรงกระแทก ไม่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน อาจเนื่องมาจาก จำนวนหมู่ Methoxy มีน้อย ส่งผลให้มีการเชื่อมโยงกันด้วยพันธะ ทางเคมีระหว่างเฟสมีปริมาณน้อยและโอกาสที่สารปรับปรุง ส่วนเกินเกิดเป็นพอลิไซลอคเซน ที่มีน้ำหนักโมเลกุล สูงๆ มีโอกาสน้อย ส่งผลทำให้โอกาสการพันกัน (Entanglement) ของพอลิไซลอคเซนกับพืชีเมทริกซ์มีน้อย [8] ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้ค่าความทนแรงกระแทกมีแนวโน้มไม่ชัดเจนมากนัก ดังแสดงในกราฟรูปที่ 4

จากนั้นได้นำเศษ EVA อีก 2 ชนิด คือ EVA ผสมกับ PE ที่ยังไม่ผ่านการบดการวัลคาไนซ์ (80/20 โดยน้ำหนัก) และโฟม EVA ที่ผ่านการบดการวัลคาไนซ์แล้ว มาเปรียบเทียบกับกรณีเดิม EVA ที่ยังไม่ผ่านการบดการวัลคาไนซ์ จากการทดลองในตอนต้น โดยเติมในปริมาณ 0-30 phr ได้ผลการทดลองดังแสดงใน กราฟรูปที่ 5

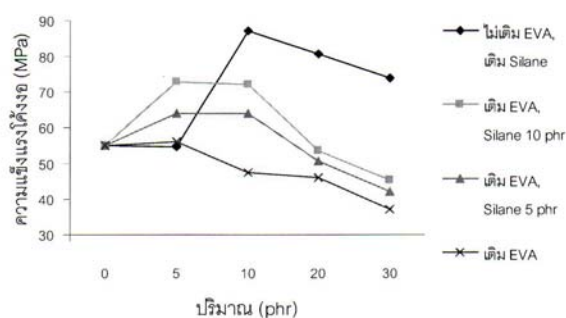


รูปที่ 5 เปรียบเทียบการเติมเศษ EVA, EVA/PE (80/20) Blend และ โฟม EVA กับความทนแรงกระแทก (Impact strength) ของพอลิเมอร์คอมโพสิต

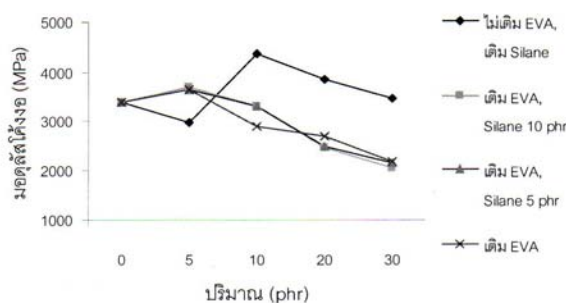
พบว่ากรณีเดิม EVA และ EVA/PE ที่ยังไม่ผ่านการบดการวัลคาไนซ์ ในปริมาณ 10 phr ให้ค่าความทนแรงกระแทกสูงที่สุดคือ 3.59 kJ/m² และ 3.38 kJ/m² ตามลำดับ ในขณะที่การเติม EVA Foam ที่ผ่านการบดการวัลคาไนซ์แล้ว ไม่ช่วยทำให้ค่าความทนแรงกระแทกเพิ่มขึ้น แต่กลับมีค่าลดลงเล็กน้อย ตามปริมาณที่ใส่ลงไป เนื่องจากการกระจายตัวของ โฟม EVA ในพืชีเมทริกซ์ น่าจะเกิดขึ้นได้ยาก เพราะผ่านการบดการวัลคาไนซ์ ซึ่งทำให้เกิดช่องแหว่ในโครงสร้างของ EVA จึงไม่ทำให้ค่าความทนแรงกระแทกเพิ่มขึ้น

ผลการทดสอบสมบัติความต้านทานการโค้งงอ

ได้ทำการทดลองโดยการเติม EVA ที่ยังไม่ผ่านการบดการวัลคาไนซ์ และสารประสาน Silane (Aminoethyl aminopropyl trimethoxy silane) ในปริมาณตั้งแต่ 0-30 phr และทดสอบสมบัติความต้านทานการโค้งงอ ได้ผลดังแสดงในกราฟรูปที่ 6 และรูปที่ 7



รูปที่ 6 ค่าความแข็งแรงโค้งงอ (Flexural strength) ของพอลิเมอร์คอมโพสิต ที่เติม Filler 0-30 phr



รูปที่ 7 ค่ามอดุลัสโค้งงอ (Flexural modulus) ของพอลิเมอร์คอมโพสิต ที่เติม Filler 0-30 phr

จากกราฟรูปที่ 6 และรูปที่ 7 พบว่า การเติม Silane (Aminoethyl aminopropyl trimethoxy silane) ที่ปริมาณ 10 phr ให้ค่าความแข็งแรงโค้งงอ (Flexural strength) และมอดุลัสโค้งงอ (Flexural modulus) สูงที่สุด คือ 86.99 MPa, 4386.23 MPa ตามลำดับ และการเติมเศษ EVA ที่ 5 phr ให้ค่าสมบัติความต้านทานการโค้งงอ (Flexural properties) สูงกว่าการเติมเศษ EVA ที่ 0, 10, 20 และ 30 phr ส่วนการเติม Silane ที่ปริมาณ 10 phr มีผลทำให้ ค่าสมบัติความต้านทานการโค้งงอ มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน

สรุป

จากผลการทดลองพบว่า วัสดุพีวีซีที่เมื่อเติม CPE, เศษ EVA และเศษ EVA/PE ที่ยังไม่ผ่านกระบวนการวัลคาไนซ์ ให้ค่าความทนแรงกระแทกเพิ่มขึ้น ในขณะที่การเติม โฟม EVA ที่ผ่านกระบวนการวัลคาไนซ์แล้ว ไม่ช่วยทำให้ค่าความทนแรงกระแทกเพิ่มขึ้น แต่กลับมีค่าลดลง

การเติมผงไม้ส่งผลให้ค่าความทนแรงกระแทกมีค่าลดลง จากโครงสร้างจุลภาค พบว่าการเติมผงไม้ในวัสดุผสมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงผิว มีช่องว่างเกิดขึ้นระหว่างเฟสของพีวีซีและผงไม้ ทำให้มีพื้นที่ระหว่างเฟสที่

ไม่แข็งแรง ส่วนเฟสของ EVA สามารถเชื่อมประสานกับเฟสของพีวีซีได้ดี

การปรับปรุงผิวผิวดังด้วยวิธีการ แช่ NaOH และ แช่ Silane ที่ 1% โดยน้ำหนักของผิวดัง พบว่า ค่าความทนแรงกระแทก มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

การเติม Silane ลงในวัสดุพีวีซี มีผลทำให้ค่าความต้านทานการโค้งงอเพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. Sombatsompop, N. and Phromchirasuk, C., 2004, Effects of acrylic based processing aids on processability, rheology, thermal and structural stability and mechanical properties of PVC/wood sawdust composites, Journal of Applied Polymer Science, Vol. 92, No. 2, pp. 782-790.
2. Sombatsompop, N. and Chaochanchaikul, K., 2005, Average mixing torque, tensile and impact properties and thermal stability of PVC/sawdust composites with different silane coupling agents, Journal of Applied Polymer Science, Vol. 96, No. 1, pp. 213-221.
3. กัลทิมา เชาวชัยกุล, 2546, การศึกษาสมบัติ การไหล โครงสร้างจุลภาคสมบัติเชิงกลและความร้อน ของ วัสดุผสมพีวีซี และซีล้อยไม้, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุ คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 1
4. Buckley and Bucknall, 1997, Principles of polymer engineering, Oxford University Press, USA
5. Matuana, L.M., Kamdem, D.P. and Zhang J., 2001, Photoaging and stabilization of rigid PVC /wood-fiber composites, Journal of Applied Polymer Science, Vol. 80, No. 11, pp. 1943-1950.
6. Bledzki, A.K. and Gassan, J., 1999, Composites reinforced with cellulose based fibers, Progress in Polymer Science, Vol. 24, pp. 221-274.
7. Karmaker, A.C., Hoffmann, A. and Hinrichsen, G., 1994, Influence of water uptake on the mechanical properties of jute fiber-reinforced polypropylene, Journal of Applied Polymer Science, Vol. 54, pp. 1803-1807.
8. Chiang, W.Y. and Hu, C.H., 1999, The relationship between molecular structure and the effect of coupling agents in flame-retardant ABS blends, European Polymer Journal, Vol. 35, pp. 1295-1303.

กิตติกรรมประกาศ

ทุนสถาบันบัณฑิตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทย (Thailand graduate institute of science and technology, TGIST) สำนักงานพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ