PROPERTY ENHANCEMENT OF POLYPROPYLENE WOOD FLOUR COMPOSITE USING NEW COUPLING AGENT

Kirida Kunanuruksapong

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University
in Academic Partnership with
The University of Michigan, The University of Oklahoma,
and Case Western Reserve University
2011

I 28374A84

Thesis Title:	Property Enhancement of Polypropylene Wood Flour Composite Using New Coupling Agent
By:	Kirida Kunanuruksapong
Program:	Polymer Science
Thesis Advisors:	Asst. Prof. Thanyalak Chaisuwan
	Assoc. Prof. Sujitra Wongkasemjit

Accepted by the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, in partial fulfilment of the requirements for the Degree of Master of Science.

..... College Dean

(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

Thesis Committee:

.....

(Asst. Prof. Thanyalak Chaisuwan)

.....

(Assoc. Prof. Sujitra Wongkasemjit)

.....

(Asst. Prof. Hathaikarn Manuspiya)

.....

(Asst. Prof. Bussarin Ksapabutr)

ABSTRACT

5272007063: Polymer Science Program
Kirida Kunanuruksapong: Property Enhancement of Polypropylene Wood Flour Composite Using New Coupling Agent.
Thesis Advisors: Asst. Prof. Thanyalak Chaisuwan, and Assoc. Prof. Sujitra Wongkasemjit 31 pp.
Keywords: Wood plastic composites/ Polypropylene/ Acrylic acid monomer

Wood Plastic Composite (WPC) is composites that contain thermosets or thermoplastics and wood flour or sawdust. They can be applied in several fields such as construction, marine, electronic component, and automotive, etc. Application of WPCs in automotive industry is the largest proportion on the market when compared with other WPCs applications. The ratio of polymer and wood has many effects on mechanical and physical properties and appearance also. The advantages of WPCs are low cost, low water absorption and processing flexibility. Because polymer and wood are hydrophobic and hydrophilic, coupling agent is generally required. Acrylic acid monomer was used for a new coupling agent in this work. New aliphatic monomer can be grafted onto polypropylene main chains to improve the mechanical properties and some functional groups can be reacted with hydroxyl groups of cellulose resulting in enhancing interfacial adhesion through chemical bonding. The results showed when increased the coupling agent from 0, 2, 6, and 10%w/w found that mechanical properties, water resistance and degradation temperature increased respectively.

บทคัดย่อ

กิริฎา คุณานุรักษพงศ์ : ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์ การเพิ่มคุณสมบัติของวัสดุไม้เทียมพอลิพรอพิลีนโดยใช้สารช่วยประสานชนิดใหม่ (Property Enhancement of Polypropylene Wood Flour Composite Using New Coupling Agent) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. ธัญญลักษณ์ ฉายสุวรรณ และ รศ. ดร. สุจิตรา วงเกษมจิตต์ 31 หน้า

วัสดุไม้เทียม (Wood Plastic Composites) คือ วัสดุที่ประกอบขึ้นจากเทอร์โมเซ็ตหรือเทอร์โมพลาสติกผสมรวมกับขี้เลื่อย วัสดุไม้เทียมสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย อาทิ งานก่อสร้าง งานทางทะเล อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ วัสดุภายในรถยนต์ ฯลฯ ส่วนแบ่งผลประกอบการในการนำไปใช้เป็นวัสดุภายในรถยนต์มีมูลค่าสูงสุดเมื่อเทียบกับส่วนอื่น อัตราส่วนผสมระหว่างพลาสติกและขี้เลื่อยในการทำวัสดุไม้เทียมส่งผลอย่างยิ่งต่อสมบัติเชิงกล สมบัติทางกายภาพ และรูปลักษณ์ ข้อดีที่ทำให้วัสดุไม้เทียมมีการใช้อย่างแพร่หลายกว้างขวาง คือ ราคาถูก ดูดซึมน้ำและความชื้นต่ำ กระบวนการผลิตง่ายไม่ซับซ้อน ทั้งนี้ เนื่องจากพลาสติกมีคุณสมบัติไม่ชอบน้ำ แต่ขี้เลื่อยซึ่งเป็นเซลลูโลสมีหมู่ฟังก์ชั่นนอลที่สามารถดูดซึมน้ำได้ดี ทำให้ทั้งสองส่วนนี้เข้ากันได้ยาก จึงจำเป็นต้องใส่สารช่วยประสานเพื่อเพิ่มคุณสมบัติการยึดติด อคริลิกแอซิดมอนอเมอร์ถูกใช้เป็นสารช่วยประสานชนิดใหม่ในงานวิจัยชิ้นนี้ สายไฮโดรคาร์บอนของมอนอเมอร์สามารถนำไปกราฟต์ลงบนสายโซ่หลักของพอลิพรอพิลีนเพื่อเพิ่มสมบัติเชิงกลบางประการ และหมู่ไฮดรอกซิลบนเซลลูโลสยังสามารถเกิดปฏิกิริยากับหมู่ฟังก์ชั่นนอลของอคริลิกแอซิด ส่งผลให้การเชื่อมประสานแบบพันธะเคมีเกิดขึ้นระหว่างทั้งสองส่วน ผลที่ได้เมื่อเพิ่มปริมาณสารเชื่อมประสาน 0%, 2%, 6%, 10% โดยน้ำหนัก พบว่า สมบัติเชิงกล ความต้านทานต่อความชื้น ความทนทานต่ออุณหภูมิ เพิ่มขึ้นตามลำดับ

ACKNOWLEDGEMENTS

The author is Kirida Kunanuruksapong grateful for the scholarship and funding of the thesis work provided by the Petroleum and Petrochemical College; and the National Center of Excellence for Petroleum, Petrochemicals, and Advanced Materials, Thailand; and PTT Chemical Co,Ltd.

Moreover, the author gratefully acknowledge the help of Asst. Prof. Thanyalak Chaisuwan and Assoc. Prof. Sujitra Wongkasemjit for suggestion of the experiment.

Finally, the author would like to thank my friends and my family for helpfulness, cheerfulness, suggestions, and encouragements.

TABLE OF CONTENTS

		PAGE
Title Page		i
Abstract (in English)		iii
Abstract (in Thai)		iv
Acknowledgements		v
Table of Contents		vi
List of Tables		vii
List of Figures		viii
CHAPTER		
I	**INTRODUCTION**	1
II	**LITERATURE REVIEW**	3
	2.1 Wood Plastic Composite	3
	2.2 Wood	4
	2.3 Plastic	5
	2.4 Additives	6
	2.5 Manufacturing	7
	2.6 Marketing	9
	2.7 Mechanical Properties	11
	2.8 Degradation Temperature	15
	2.9 Water Absorption	16
III	**EXPERIMENTAL**	18
	3.1 Materials	18
	3.2 Equipments	18
	3.2.1 Thermalgravimatry Analysis	18
	3.2.2 Scanning Electron Microscope	18
	3.2.3 Differential Scanning Calorimeter	18

CHAPTER **PAGE**

3.2.4 Pendulum Impact Tester 18
3.2.5 Universal Testing Machine 18
3.2.6 Twin Screw Extruder 18
3.2.7 Injection Machine 18
3.2.8 Beaker 18
3.2.9 Stainless Trey 18
3.3 Methodology 18
3.3.1 Grafting of Acrylic acid onto Wood Flour 18
3.3.2 Compounding 19
3.3.3 Specimens Preparation 19
3.4 Characterizations and Testings 19
3.4.1 Characterizations 19
3.4.2 Water Absorption 20

IV RESULTS AND DISCUSSION 21
4.1 Characterization of Wood Plastic Composite 21
4.1.1 Tensile Test 21
4.1.2 Impact Test 23
4.1.3 Flexural Test 24
4.1.4 Thermalgravimatric Analyzer 26
4.1.5 Scanning electron microscope 27
4.2 Water Absorption 28

V CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS 29

REFERENCES 30

CURRICULUM VITAE 31

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
1.1	Cabon Emission from Two Minneapolis Homes	1
1.2	Glass temperature, melting temperature and density of thermoplastics	2
2.1	Mechanical Properties of Wood-PP composites	6
2.2	Raw material requirements for a typical WPC plant	10
2.3	Capital investment estimates for WPC plant – starting with 2 extruders in Phase 1, and expanding to 10 extruders in Phase 2 and 20 extruders in Phase 3	10

LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
2.1	The WPC manufacturing process, with extrusion forming.	7
2.2	Tensile properties of WPC without and with MAPP.	11
2.3	Effect of surface modification on the deformation behavior of PP/wood composites. Wood content: 20 wt.%.	12
2.4	Tensile strength of PP composites containing 30wt% Wood Flour (WF) as a function of the coupling agent concentration.	13
2.5	Tensile Young's modulus of PP/$Mg(OH)_2$ composites with various AAc grafting amount.	14
2.6	TGA curves of the composites (30wt% WF).	15
2.7	Water absorption kinetics of neat wood and wood modified with StAc as well as benzylation.	16

LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
4.1	Tensile Test of WPC at the ratio of Wood:PP are 30:70, 40:60 and 50:50, respectively, using acrylic acid as a coupling agent.	21
4.2	Percent of increased Young's Modulus of Tensile Test of WPC at the ratio of Wood:PP are 30:70, 40:60 and 50:50, respectively, using acrylic acid as a coupling agent.	22
4.3	Impact Test of WPC at the ratio of Wood:PP are 30:70, 40:60 and 50:50, respectively, using acrylic acid as a coupling agent.	23
4.4	Percent of increased Young's Modulus of Impact Test of WPC at the ratio of Wood:PP are 30:70, 40:60 and 50:50, respectively, using acrylic acid as a coupling agent.	23
4.5	Flexural Test of WPC at the ratio of Wood:PP are 30:70, 40:60 and 50:50, respectively, using acrylic acid as a coupling agent.	24
4.6	Percent of increased Young's Modulus of Flexural Test of WPC at the ratio of Wood:PP are 30:70, 40:60 and 50:50, respectively, using acrylic acid as a coupling agent.	25
4.7	TGA of WPC at the ratio Wood:PP is 30:70 wt%.	26
4.8	SEM micrograft of WPC at ratio of Wood:PP is 30:70, a) no coupling agent, b) AAc 2%, c) AAc 6% and d) AAc 10%.	27
4.9	Water Absorption of WPC at the ratio of Wood:PP are 50:50, using acrylic acid as a coupling agent.	28