COMMERCIAL PREPARATION OF NANOCLAY INCORPORATED WOOD PLASTIC COMPOSITES

Nutcha Praseertnasung

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of 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,

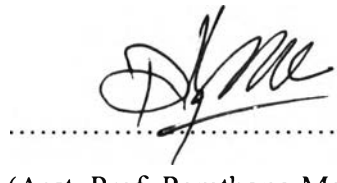
and Case Western Reserve University

2013

I 28372414

Thesis Title:	Commercial Preparation of Nanoclay Incorporated Wood Plastic Composites
By:	Nutcha Prasertnasung
Program:	Polymer Science
Thesis Advisors:	Asst. Prof. Thanyalak Chaisuwan
	Assoc. Prof. Sujitra Wongkasemjit

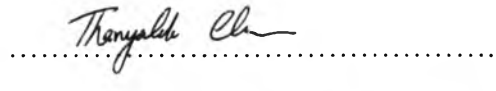
Accepted by The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science.



..... College Dean

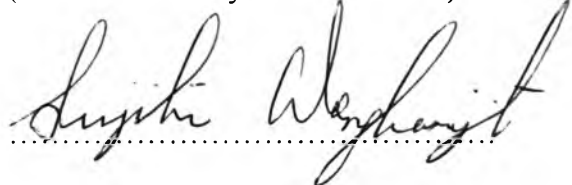
(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

Thesis Committee:



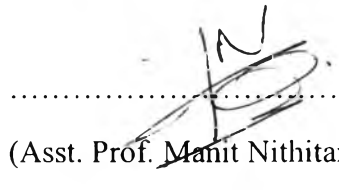
.....

(Asst. Prof. Thanyalak Chaisuwan)



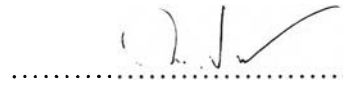
.....

(Assoc. Prof. Sujitra Wongkasemjit)



.....

(Asst. Prof. Manit Nithitanakul)



.....

(Assoc. Prof. Manop Panapoy)

561017

ABSTRACT

5372014063: Polymer Science Program
Nutcha Prasertnasung : Commercial Preparation of Nanoclay Incorporated Wood Plastic Composites.
Thesis Advisors: Asst. Prof. Thanyalak Chaisuwan and Assoc. Prof. Sujitra Wongkasemjit 34 pp.
Keywords: Wood Plastic Composites/ Nanoclay/ Bentonite/ Maleic anhydride grafted polypropylene

In this study, polypropylene (PP), one of the most widely used polyolefins, was used to make a hybrid material of wood flour and nanoclay. The hybridization was carried out by melt compounding and followed by injection molding. Bentonite, phyllosilicate-based nanoclay found in Thailand, was initially treated with hexadecyl-trimethyl-ammonium bromide (CTAB) in order to broaden the gallery of nanoclay. XRD confirmed the d-spacing at 20.48 and 42.21Å. The treated nanoclay was blended with PP and wood flour with addition of maleic anhydride grafted polypropylene (MAPP) as a compatibilizer. The exfoliation and intercalation of nanoclay were characterized by XRD. The effect of MAPP and nanoclay on the mechanical and thermal properties of the hybrid material was investigated.

บทคัดย่อ

นัชชา ประเสริฐณะสังข์ : ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์ การเตรียมวีสดุไม้เทียมเชิงอุตสาหกรรมจากพอลิโพรพิลีนโดยเติมนาโนเคลย์ (Commercial Preparation of Nanoclay Incorporated Wood Plastic Composites) อ. ที่ปรึกษา: ผศ.ดร. ธัญญลักษณ์ ฉายสุวรรณ และ รศ.ดร. สุจิตรา วงเกษมจิตต์ 34 หน้า

ในงานวิจัยชิ้นนี้ พอลิโพรพิลีนซึ่งเป็นพอลิโอเลฟินที่ได้รับความนิยมมากที่สุดชนิดหนึ่งบนโลก ได้ถูกนำมาผลิตเป็นวัสดุลูกผสมจากผงไม้และนาโนเคลย์ กระบวนการผลิตเริ่มจากการผสมวัตถุดิบในเครื่องผสม twin screw extruder จากนั้นจึงนำไปขึ้นรูปโดยการฉีด เบนโทไนต์ซึ่งใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นนาโนเคลย์ชนิดหนึ่งมีแหล่งกำเนิดอยู่ในประเทศไทย โดยในขั้นแรกเบนโทไนต์ได้ถูกปรับปรุงคุณสมบัติด้วย hexadecyl-trimethyl-ammonium bromide (CTAB) ซึ่งเป็นสารลดแรงตึงผิวชนิดอินทรีย์ชนิดหนึ่ง เป้าหมายของการปรับปรุงเบนโทไนท์ด้วยสารลดแรงตึงผิวคือ การเพิ่มระยะห่างระหว่างอนุภาคของนาโนเคลย์ โดยสามารถตรวจสอบผลการปรับปรุงได้จาก เทคนิคเอ็กเรย์ ดิฟแฟรกชั่น พบว่าระยะห่างของระหว่างอนุภาคของนาโนเคลย์ได้เพิ่มขึ้นจาก 15.09 อังสตรอม เป็น 20.48 อังสตรอมและ 42.21 อังสตรอมตามลำดับ หลังจากนั้นนำนาโนเคลย์ซึ่งผ่านการปรับปรุงคุณสมบัติด้วยสารลดแรงตึงผิวแล้ว มาผสมกับผงไม้และพอลิโพรพิลีนเรซิน โดยมีการเติม maleic anhydride grafted polypropylene (MAPP) เป็นสารเพิ่มความเข้ากันได้ ชิ้นงานที่ได้จากการขึ้นรูปถูกนำไปวัดการกระจายของอนุภาคนาโนเคลย์ในเมทริก ผลจากการวัดคุณสมบัติเชิงกล คุณสมบัตเชิงความร้อน และการวัดการดูดซึมน้ำ สามารถสรุปได้ว่า การเติมนาโนเคลย์และสารเพิ่มความเข้ากันได้ มีประสิทธิภาพในการเพิ่มคุณสมบัติต่างๆของวัสดุไม้เทียมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ACKNOWLEDGEMENTS

The author is grateful for the scholarship and funding of the thesis work provided by the Petroleum and Petrochemical College; the National Center of Excellence for Petroleum, Petrochemical, and advanced materials, Thailand. Thai Nippon Chemical Industry Co., Ltd. for bentonite supplement and Tanasiam Industry Co., Ltd. for facilities and advisory.

Furthermore, the author gratefully acknowledges the assistance of Asst. Prof. Thanyalak Chaisuwan and Assoc. Prof. Sujitra Wongkasemjit for suggestion and advisory in experimental work.

Finally, the author would like to give an expression of gratitude to my family for graceful 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	viii
	List of Figures	ix
CHAPTER		
I	**INTRODUCTION**	1
II	**LITERATURE REVIEW**	2
	2.1 Wood Plastic Composites	2
	2.2 Wood Flour	3
	2.3 Silicate Clay	4
	2.4 Polypropylene	6
	2.5 Compatibilizer	7
	2.6 Mechanical Properties	8
	2.7 Water Absorption	10
	2.8 Thermal Stability	11
III	**EXPERIMENTAL**	13
	3.1 Materials	13
	3.2 Equipments	13
	3.2.1. Scanning Electron Microscope	13
	3.2.2. Universal Testing Machine	13
	3.2.3 Pendulum Impact Tester	13
	3.2.4. X-ray Diffractometer	13
	3.2.5. Twin Screw Extruder	13

	3.2.6. Thermogravimatric Analyzer	13
	3.2.7. Compression Molding Machine	13
	3.2.8. Injection Molding Machine	13
	3.3 Methodology	13
	3.3.1 Preparation of nanoclay, wood flour and PP/MAPP blends	13
	3.3.2 Compounding of the organoclay and wood flour	14
	3.3.3 Preparation of spacimens	14
	3.4 Characterizations and Testings	15
	3.4.1 Characterizations	15
	3.4.2 Water Absorption	16
IV	**RESULTS AND DISCUSSION**	17
	4.1 XRD Patterns of Bentonite Modification	17
	4.2 Mechanical Properties of WPC	18
	4.2.1 Effect of MAPP on Mechanical Properties of WPC	18
	4.2.2 Effect of Nanoclay on Mechanical Properties of WPC	22
	4.3 Thermal Property	26
	4.4 XRD Patterns of WPC	27
	4.5 Water Absorption	28
V	**CONCLUSIONS AND RECOMMEDATIONS**	30
	REFFERENCES	31
	CURRICULUM VITAE	34

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
2.1	Carbon emissions from two Minneapolis Homes	3
2.2	Chemical formulas and characteristic parameters of commonly used 2:1 phyllosilicates	6
2.3	Results of the mechanical test of PP/WF* composites	8
3.1	Chemical Compositions of bentonite clay	14

LIST OF FIGURES

FIGURES		PAGE
2.1	Global market for applications for WPCs from 2008 - 2016.	2
2.2	The structure of 2:1 layer silicate.	5
2.3	Esterification of maleated polyethylene and wood fiber.	7
2.4	Flexural modulus of sample vs. clay content at different PP-g-MA levels.	9
2.5	TGA curves for composites containing wood powder particles and different MAPP contents.	11
2.6	SEM micrograph the composite contains 20% of wood particle.	12
4.1	XRD patterns of modified bentonite nanoclay at different CTAB levels and untreated bentonite.	17
4.2	Tensile strength (a) and tensile modulus (b) of WPC at nanoclay content of 0%, 1%, 3%, 5% and 7% w/w at different MAPP levels.	18
4.3	Flexural strength (a) and flexural modulus (b) of WPC at nanoclay content of 0%, 1%, 3%, 5% and 7% w/w at different MAPP levels.	20
4.4	Impact strength of WPC at nanoclay content of 0%, 1%, 3%. 5% and 7% w/w at different MAPP levels.	21
4.6	Flexural strength (a) and flexural modulus (b) of WPC at MAPP content of 0%, 3%, 6% and 9% at different nanoclay levels.	24
4.7	Impact strength of WPC at MAPP content of 0%, 3%, 6% and 9% w/w at different nanoclay levels.	25
4.8	Effect of nanoclay and MAPP content on thermal stability of nanoclay incorporated wood plastic composites.	26
4.9	XRD patterns of WPC at different CTAB levels and Nanoclay content.	27
4.10	Effect of nanoclay and MAPP content on water uptakes of nanoclay incorporated wood plastic composites.	28