

**REACTIVE COMPATIBILIZATION OF POLY(BUTHYLENE
TEREPHTHALATE)/HIGH DENSITY POLYETHYLENE BY MALEIC
ANHYDRIDE GRAFTED HIGH DENSITY POLYETHYLENE**

Panu Lukkanapisest

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement
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 28372761

561049

Thesis Title: Reactive Compatibilization of Poly(buthylene terephthalate)/high Density Polyethylene by Maleic Anhydride Grafted High Density Polyethylene
By: Panu Lukkanapisest
Program: Polymer Science
Thesis advisors: Asst. Prof. Manit Nithitanakul

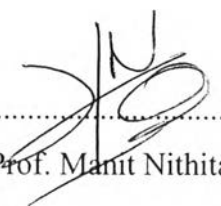
Accepted by the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science.



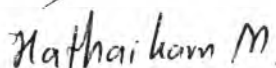
.....College Dean

(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

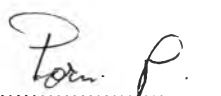
Thesis Committee:



.....
(Asst. Prof. Manit Nithitanakul)



.....
(Asst. Prof. Hathaikarn Manuspiya)



.....
(Dr. Pornsri Pakeyangkoon)

ABSTRACT

5472026063: Polymer Science Program

Panu Lukkanapisest: Reactive Compatibilization of Poly(buthylene terephthalate)/high Density Polyethylene by Maleic Anhydride Grafted High Density Polyethylene.

Thesis Advisors: Asst. Prof. Manit Nithitanakul 33 pp.

Keywords: Polymer blending/ Poly(butylene terephthalate)/ Maleic anhydride grafted high density polyethylene/ Compatibilizer/ Fusabond/ Miscible blend

Polymer blending is a technique used to fabricate a new material that has different physical properties. A common problem in the blending process is that mixing non polar and polar polymers together leads to unstable phase morphology and poor mechanical properties. Adding a small amount of compatibilizer can be solved these problems. Many researchers have successfully demonstrated that a compatibilizer molecule must physically or chemically interact with the polymer blend to reach maximum potential and attain stable phase morphology. In this research, we blended poly(butylene terephthalate) (PBT) and high density polyethylene (HDPE) by using maleic anhydride grafted high density polyethylene as a compatibilizer. This polymer blend had greater mechanical properties, an indication that a compatible blend was produced.

บทคัดย่อ

ภาณู ลัคนาภิเศรยฐ์ : การศึกษาความเข้ากันได้ของพอลิบิวทีลีนเทเรฟทาเลตกับพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงโดยการกราฟต์พอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงด้วยมาลิกแอนไฮไดรด์ (Reactive Compatibilization of Poly(buthylene terephthalate)/high Density Polyethylene by Maleic Anhydride Grafted High Density Polyethylene) อ. ที่ปรึกษา ผศ. ดร. มานิตย์ นิธิธนากุล จำนวน 33 หน้า

การนำพอลิเมอร์มากกว่าหนึ่งชนิดมาผสมกันเป็นเทคนิคในการผลิตวัสดุที่มีสมบัติเชิงกลแตกต่างไปจากพอลิเมอร์ที่ใช้เป็นสารตั้งต้น ปัญหาที่พบบ่อยในกระบวนการผสมพอลิเมอร์ที่มีขั้วกับพอลิเมอร์ที่ไม่มีขั้ว นั่นคือ พอลิเมอร์ผสมที่ได้มีการแยกวัฏภาคและมีสมบัติเชิงกลที่ไม่ดี ปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้โดยการเติมสารเพิ่มความเข้ากันได้ (คอมแพทิบิไลเซอร์) เพียงปริมาณเล็กน้อย นักวิจัยหลาย ๆ ท่านได้แสดงให้เห็นว่า วิธีที่สามารถทำให้พอลิเมอร์ทั้งสองผสมเข้ากันได้โดยไม่มีการแยกวัฏภาคและมีสมบัติเชิงกลที่ดีนั้น โมเลกุลของสารเพิ่มความเข้ากันได้ที่เติมลงไปนั้นจะต้องมีปฏิกิริยาทางกายภาพและทางเคมีต่อพอลิเมอร์ผสม ในงานวิจัยนี้ได้ทำการผสมพอลิบิวทีลีนเทเรฟทาเลตกับพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงโดยใช้พอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงกราฟต์ด้วยมาลิกแอนไฮไดรด์เป็นสารเพิ่มความเข้ากันได้ พอลิเมอร์ผสมที่ได้นั้นมีสมบัติเชิงกลที่ดีขึ้น ซึ่งเป็นการชี้ให้เห็นว่าพอลิเมอร์ทั้งสองสามารถผสมให้เข้ากันได้

ACKNOWLEDGEMENTS

This thesis would not have been possible without the help and support of Assit. Prof. Manit Nithitanakul and Prof. Brian P. Grady.

I would like to express my sincerest gratitude to my advisor Asst. Prof. Manit Nithitanakul who always supports me throughout my thesis with his patience and knowledge. His advice and guidance helped me in all the time of research and writing of this thesis. I could not have imagined having a better advisor for my master degree.

I am very much grateful to Prof. Brian P. Grady for his generous help in particular issues related to DSC data. With his invaluable time and his great efforts to explain things clearly and simply, he helped to make DSC technique interesting for me.

I would like to thank the other members of my committee, Asst. Prof. Hathaikarn Manuspiya and Dr. Pomsri Pakeyangkoon for their encouragement, insightful comments, and useful questions.

It is a pleasure to thank MN group for helping me get through the difficult times, and for all the emotional support.

Last but not the least, I wish to thank the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University and the Center of Excellence on Petrochemical and Materials Technology Thailand for financial, support and equipment.

TABLE OF CONTENTS

	PAGE
Title Page	i
Abstract (in English)	iii
Abstract (in Thai)	iv
Acknowledgements	v
Table of Contents	vi
List of Tables	ix
List of Figures	x
CHAPTER	
I INTRODUCTION	1
II LITERATURE REVIEW	3
2.1 Polymer Blends	3
2.2 Miscibility of Polymers	4
2.3 Type of Blends	4
2.4 Role of Compatibilizers in Blending Processes	5
2.5 Strategies for Compatibilization of Polymer Blends	5
2.6 Blending of PTT, PA and PE,PP with Compatibilizers	9
2.7 Blending of PBT/PE	10
2.8 Objectives	11
III EXPERIMENTAL	12
3.1 Materials	12
3.2 Equipment	12
3.2.1 Twin Screw Extruder	12
3.2.2 Compression Molding	12
3.2.3 Injection	13
3.2.4 Tensile Properties Testing	13

CHAPTER	PAGE
3.2.5 Impact Property Testing	13
3.2.6 Dynamic Mechanical Thermal Analyzer	13
3.2.7 Differential Scanning Calorimeter	13
3.2.8 Scanning Electron Microscope	13
3.3 Methodology	14
3.3.1 Preparation of PBT / Fasabond	14
3.3.2 Preparation of PBT / Fasabond (Master Batch)	14
3.3.3 Preparation of HDPE / PBT/ Fusabond	14
3.3.4 Preparation for Impact and Tensile Testing	14
IV RESULTS AND DISCUSSION	16
4.1 Mechanical Properties	16
4.2 Morphology	20
4.3 Thermal Properties of HDPE/PBT/Compatibilizer	22
V CONCLUSIONS	28
REFERENCES	29
APPENDIX	30
Appendix A	30
CURRICULUM VITAE	33

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
CHAPTER IV		
4.1	Degree of crystallinity, crystallization temperature and melting temperature of HDPE/PBT and PBT/HDPE-g-MAH blend	26
4.2	Degree of crystallinity, crystallization temperature and melting temperature of HDPE/PBT 50/50 with compatibilizer blend	27

LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
CHAPTER II		
2.1	Addition of low molecular weight chemicals and the type of copolymer formed during the reactive blending process.	7
2.2	Dehydration of the activated β -hydroxyl group of citric acid during extrusion with formation of unsaturation.	8
2.3	Commercially available ethylene-methacrylic based inomer used in blending studies.	9
CHAPTER IV		
4.1	Impact strength of HDPE/PBT, PBT/HDPE-g-MAH and HDPE/PBT with compatibilizer.	16
4.2	Stress at yield point of HDPE/PBT and HDPE/PBT with compatibilizer.	17
4.3	Percentage strain at yield point of HDPE/PBT and HDPE/PBT with compatibilizer.	18
4.4	Young's modulus of HDPE/PBT and HDPE/PBT with compatibilizer.	19
4.5	Phase morphology of HDPE/PBT and PBT/HDPE-g-MAH at 80/20 and 70/30.	20
4.6	Phase morphology of HDPE/PBT 50/50 0 - 5 phr.	21
4.7	DMA spectra of HDPE/PBT 80/20, HDPE/PBT 30/70 and HDPE/PBT 20/80 blend with no compatibilizer.	22
4.8	DMA spectra of HDPE/PBT 80/20 blend with compatibilizer 0, 1, 2.5, 5 and 10 phr.	22
4.9	Loss modulus of 50/50 HDPE with compatibilizer.	23

4.10	Tan δ of binary blend (HDPE/PBT) with different ratio.	24
4.11	Tan δ of binary blend (PBT/HDPE-g-MAH) with different ratio.	24
4.12	Tan δ of tertiary blend (HDPE/PBT with different content of compatibilizer).	25