CARBOXYLATE IONOMER AS BLEND COMPATIBILIZER

Ms. Rungravee Pattanaolarn

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
2001

ISBN 974-13-0728-4

I19744584

Thesis Title: Carboxylate Ionomer as Blend Compatibilizer

By: Rungravee Pattanaolarn

Program: Polymer Science

Thesis Advisors: Assoc. Prof. Brian P. Grady

Dr. 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 Director

(Assoc. Prof. Kunchana Bunyakiat)

Thesis Commitee:

.....

(Assoc. Prof. Brian P. Grady)

.....

(Dr. Manit Nithitanakul)

.....

(Assoc. Prof. Anuvat Siriwat)

บทคัดย่อ

นางสาวรุ่งรวี พัฒนโอฬาร: การใช้คาร์บอกซิเลตไอโอโนเมอร์ เป็นตัวช่วยในการผสมพอลิเมอร์ (Carboxylate Ionomer as Blend Compatibilizer) อ.ที่ปรึกษา: รศ. ดร. ไบรอัน พีเกรดี้ และ ดร. มานิตย์ นิธิธนากุล 48 หน้า ISBN 974-13-0728-4

ในการศึกษาผลขององค์ประกอบต่ออสัณฐาน คุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์ผสมระหว่างไนล่อน 6 และพอลิเอทธิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำทุก ๆองค์ประกอบ ทั้งชนิดที่ไม่ใช้ตัวเชื่อมประสาน และที่ใช้ตัวเชื่อมประสาน โดยมวลนั้น โดนในด้านคุณสมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์ผสมชนิดที่ไม่ได้ใช้ตัวเชื่อมประสานนั้น จะมีการสูญเสียความแข็งแรงต่อการดึง และความแข็งแรงต่อการรับแรงกระแทก เนื่องจากความสูญเสียการยึดเกาะระหว่างพื้นผิว โดยในการเติมไอโอโนเมอร์ได้แก่ เซอร์ลีน ซึ่งเป็นโคพอลิเมอร์ระหว่างพอลิเอทธิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ และกรดเมธาไครลิก เป็นตัวเชื่อมประสานนั้นสามารถช่วยในการปรับปรุงคุณสมบัติเชิงกลดีขึ้น เนื่องจากความสามารถในการส่งผ่านแรงผ่านระหว่างพื้นผิวดีขึ้น ส่วนคุณสมบัติทางด้านอสัณฐานของพอลิเมอร์ผสมระหว่างไนล่อน 6 และพอลิเอทธิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ ชนิดที่ใช้ตัวเชื่อมประสานนั้น ปริมาณของเซอร์ลีนที่เติมเข้าไปจะช่วยในการลดขนาดขององค์ประกอบที่กระจายตัวอยู่ในองค์ประกอบหลัก ปริมาณของเซอร์ลีนที่เติมมากขึ้นจะยิ่งช่วยในการลดขนาดขององค์ประกอบที่กระจายตัวเนื่องจากปฏิกริยาระหว่างส่วนที่มีประจุของไอโอโนเมอร์ และ ส่วนที่มีขั้วของไนล่อน 6 ซึ่งการลดลงของขนาดขององค์ประกอบที่กระจายตัวจะมีมากขึ้นเมื่อองค์ประกอบที่กระจายตัวเป็นไนล่อน 6

ABSTRACT

4272012063: POLYMER SCIENCE PROGRAM
Rungravee Pattanaolarn: Carboxylate Ionomer as Blend Compatibilizer.
Thesis Advisors: Assoc. Prof. Brian P. Grady, Dr. Manit Nithitanakul, 48 pp ISBN 974-13-0728-4
Keywords: Ionomer; Surlyn®; Compatibilization; Nylon; LDPE; Polymer blend

The effect of composition on resulting morphology, physical property and mechanical properties of uncompatibilized and compatibilized blends of nylon 6 and LDPE were studied in a whole range of weight fraction. The mechanical properties of the uncompatibilized blends showed loss in tensile and impact strength from mixing. This could be due to poor interfacial adhesion between the two polymers. It was found that the addition of Surlyn® ionomer (ethylene-co-methacrylic acid) as a compatibilizer can improve mechanical properties. This is because the stress can transfer through the interfacial of the blends. The morphology of the compatibilized blend was found to be significantly dependent on the concentration of Surlyn® in the blend. Adding more Surlyn® into the blend caused greater reduction of the dispersed phase size due to the interaction between ionic part of ionomer and amide groups of nylon 6 especially when nylon 6 is the dispersed phase of the blend.

ACKNOWLEDGEMENT

I greatly appreciate my advisor, Dr. Manit Nithitanakul, for intensive suggestions and vital help throughout this research and also deeply touched Assoc. Prof. Brian P. Grady for his kind help and suggestions.

I appreciate Ube Nylon Co., Ltd. for supplying Nylon 6 and M.C. Industrial Co., Ltd. for supplying Low density polyethytlene material. I would like to give a special thank Du Pont (U.S.A.) Co. for Ionomer compatibilizer.

My special thanks also go to Mr. John W. Ellis and Dr. Pitt Supapol for advices and helps. And special thank to Mr. Polrat and Ms. Pastra for helpfulness in the polymer processing lab and thermal analysis.

Special thanks are due also to all Petroleum and Petrochemical College's staff.

Finally, I would like to thank my friends for their friendship, helpfulness, cheerfulness, suggestions, and encouragement. I am so greatly indebted to my parents for their support, understanding and patience during this work.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER		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
I	**INTRODUCTION**	1
	1.1 Theoritical Background	3
	1.1.1 Low Density Polyethylene	3
	1.1.2 Polyamide	4
	1.1.3 Ionomer	5
	1.1.4 Polymer Blending	7
II	**LITERATURE SURVEY**	9
	2.1 Blending of Nylon and LDPE	9
	2.2 Ionomer	12
	2.3 Objectives	14
III	**EXPERIMENT**	15
	3.1 Materials	15
	3.1.1 Ionomer	15
	3.1.2 Low Density Polyethylene	16
	3.1.3 Polycaprolactam	16

CHAPTER **PAGE**

3.2 Experimental Procedures 17

3.2.1 Blends Preparation 17

3.2.1.1 Nylon 6/LDPE blend (with out compatibilizer) 17

3.2.1.2 Nylon 6/LDPE blend (with Surlyn® ionomer as compatibilizer) 17

3.2.2 Compression Molding 18

3.2.3 FT-IR Analysis 18

3.2.4 Testing 19

3.2.4.1 Thermal Analysis 19

3.2.4.1.1 Thermal Gravimetric Analysis (TGA) 19

3.2.4.1.2 Differential Scanning Calorimeter (DSC) 19

3.2.4.2 Spectrophotometer Analysis 19

3.2.4.3 Mechanical and Physical Properties Testing Lab 19

3.2.4.3.1 Tensile Properties Testing 20

3.2.4.3.2 Impact Property Testing 20

3.2.4.3.3 Hardness Testing 20

3.2.4.4 Microstructure Characterization 20

IV RESULTS AND DISCUSSION 21

4.1 Blend Preparation 21

4.2 Mechanical Properties 22

4.2.1 Tensile Properties 22

CHAPTER		PAGE
	4.2.2 Impact Property	26
	4.3 Physical Property	28
	4.3.1 Hardness	28
	4.4 Microstructure Characterization	30
	4.5 Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR)	37
V	**CONCLUSIONS**	39
	REFERENCES	40
	APPENDICES	43
	CURRICULUM VITAE	48

LIST OF TABLES

TABLE **PAGE**

3.1 Mechanical and thermal properties of Surlyn® (9020) ionomer. 15

3.2 Physical and rheological properties of LDPE (LD 1450J). 16

3.3 Chemical and rheological properties of nylon 6 (1013B). 16

3.4 Processing condition of Collin twin screw extruder (T-20) used for blending (with/without compatibilizer). 18

4.1 Melting temperature and crystallization temperature or raw materials before blending. 21

A1 Tensile Strength of nylon 6/LDPE blends (without compatibilizer). 43

A2 Tensile strength of nylon 6/LDPE blends (with compatibilizer). 43

A3 Tensile modulus of nylon 6/LDPE blends (without compatibilizer). 44

A4 Tensile modulus of nylon 6/LDPE blends (with compatibilizer). 44

A5 Impact strength of nylon 6/LDPE blends (without compatibilizer). 45

A6 Impact strength of nylon 6/LDPE blends (with compatibilizer). 45

B1 Hardness of nylon 6/LDPE blends (without compatibilizer). 46

B2 Hardness of nylon 6/LDPE blends (with compatibilizer). 46

C1 Particle size of dispersed phase of nylon 6/LDPE blends (without compatibilizer). 47

C2 Particle size of dispersed phase of nylon 6/LDPE blends (with compatibilizer). 47

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

1.1 The repeating unit of polyamide (nylon) 4

1.2 The structure of comonomer units in Surlyn A® 12

4.1 Effect of LDPE content on tensile strength of uncompatibilized nylon 6/LDPE blends. 22

4.2 Effect of LDPE content on tensile modulus of uncompatibilized nylon 6/LDPE blends. 23

4.3 Effect of Surlyn® compatibilizer content on tensile strength of compatibilized PA6/LDPE blends. 25

4.4 Effect of Surlyn® compatibilizer content on tensile modulus of compatibilized PA6/LDPE blends. 26

4.5 Effect of LDPE content on impact strength of uncompatibilized nylon 6/LDPE blends. 27

4.6 Effect of Surlyn® content on impact strength of compatibilized nylon 6/LDPE blends. 28

4.7 Effect of LDPE content on hardness of uncompatibilized nylon 6/LDPE blends. 29

4.8 Effect of Surlyn® content on hardness of compatibilized nylon 6/LDPE blends. 30

4.9 Effect of LDPE composition on morphology of nylon 6/LDPE blends at magnification 2000. 31

4.10 Effect of LDPE content on the particle size of uncompatibilized nylon 6/LDPE blends. 32

FIGURE **PAGE**

4.11 Effect of compatibilizer on morphology of nylon 6/LDPE blend containing 80 % of nylon 6 and 20 % of LDPE (LDPE as a dispersed phase). 34

4.12 Effect of compatibilizer on morphology of nylon 6/LDPE blend containing 80 % of LDPE and 20 % of nylon 6 (nylon 6 is dispersed phase). 35

4.13 Effect of compatibilizer on morphology of compatibilized nylon 6/LDPE blends. 36

4.14 FT-IR spectra of uncompatibilized and compatibilized nylon 6/LDPE blends. 37