DEVELOPMENT OF EVALUATION CRITERIA FOR BLOWN FILM WITH POLYETHYLENE RESIN

Ms. Nguyen Thi Thanh Huong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment 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
1999

ISBN 974-331-927-1

I19337674X

Thesis Title	:	Development of Evaluation Criteria for Blown Film with Polyethylene Resin.
By	:	Ms. Nguyen Thi Thanh Huong
Program	:	Polymer Science
Thesis Advisors	:	Prof. Erdogan Gulari
		Dr. Nantaya Yanumet

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

.....College Director
(Prof. Somchai Osuwan)

Thesis Committee

.....
(Prof. Erdogan Gulari)

.....
(Dr. Nantaya Yanumet)

.....
(Dr. Ratana Rujiravanit)

ASTRACT

972012 : POLYMER SCIENCE PROGRAM

KEY WORDS : LDPE/ Blown Film/ Molecular Structure/ Chain Branching/ Orientation

Nguyen Thi Thanh Huong: Development of Evaluation Criteria for Blown Film with Polyethylene Resin. Thesis Advisors: Prof. Erdogan Gulari and Dr. Nantaya Yanumet, 43pp ISBN 974-331-927-1

Low density polyethylene (LDPE) is a thermoplastic resin widely used in the manufacture of blown film. In this work, the correlation between properties of the resin and blown film was investigated. Primary molecular structure of the resin was found to have intimate relationship to film properties besides the processing conditions. Three LDPE resins of similar melt index and density and their resulting blown films were characterized in terms of molecular structure, film morphology and film strength. It has been found that narrow MWD and low degree of long chain branching in resin produce the film having improved strength and optical properties. The broader MWD in resin causes flow irregularities, which induces molecular orientation imbalance resulting in film of poorer optical and mechanical properties.

บทคัดย่อ

Nguyen Thi Thanh Huong: ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์ (ภาษาไทย) การพัฒนามาตรฐานในการวัดคุณภาพของพลาสติกชนิดพอลีเอทิลีนที่ผ่านขบวนการขึ้นรูปด้วยการเป่าเป็นฟิล์ม (Development of Evaluation Criteria for Blown Film with PE Resins) อาจารย์ที่ปรึกษา : ศ. ดร. เออโดแกน คูรารี (Prof. Erdogan Gulari) และ ดร. นันทยา ยานุเมศ (Dr. Nantaya Yanumet) 43 หน้า ISBN 974-331-927-1

พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ เป็นพลาสติกชนิดหนึ่งที่มีการใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมการเป่าฟิล์ม งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของเม็ดพลาสติกที่ยังไม่ผ่านกระบวนการผลิต และที่ผ่านกระบวนการขึ้นรูปเป็นฟิล์มแล้ว พบว่านอกจากสภาวะในการขึ้นรูปพลาสติกแล้ว โครงสร้างโมเลกุลพื้นฐานของพลาสติกยังมีผลโดยตรงต่อสมบัติของฟิล์มอีกด้วย ตัวอย่างพอลิเอทิลีนเรซินชนิดความหนาแน่นต่ำ 3 ชนิด และฟิล์มที่ได้จากการนำเรซินทั้ง 3 ชนิดมาขึ้นรูปได้ถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อหาลักษณะโครงสร้างโมเลกุล โครงสร้างของฟิล์ม และความแข็งแรงของฟิล์ม ผลการวิเคราะห์พบว่า พลาสติกที่มีการกระจายของน้ำหนักโมเลกุลและจำนวนกิ่งก้านขนาดยาวต่ำ จะสามารถผลิตฟิล์มซึ่งมีสมบัติด้านความแข็งแรงและการส่องผ่านแสงดีขึ้น ในขณะที่ฟิล์มที่มีการกระจายของน้ำหนักโมเลกุลสูง จะทำให้เกิดความไม่สม่ำเสมอในการไหลของเรซินเหลว เป็นผลให้เกิดการเรียงตัวของโมเลกุลไม่สมดุลกัน ทำให้ได้ฟิล์มซึ่งมีสมบัติการส่องผ่านแสงและสมบัติทางเชิงกลต่ำ

ACKNOWLEDGMENTS

I would like to express my gratitude to the PetroVietnam for giving me the scholarship for attending the Master Degree course for two academic years. I would also like to give thanks to all the professors who gave me valuable knowledge in the Polymer Science Program at the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University.

I greatly appreciate the efforts of my advisors, Prof. Erdogan Gulari and Dr.Nantaya Yanumet, who not only originated the thesis and gave valuable suggestions, but also took much care in guiding and encouraging me devotedly throughout my work.

I would like to give special thanks to Mr. John W. Ellis for his enthusiastic guidance and useful suggestions in polymer testing.

I would like to extend my sincere thanks to Thantawan Industry Public Company Ltd. for providing the materials. My thanks are also expressed to all the staff of the College for giving their helps.

Finally, I would like to thank all of my friends at the College who always gave me their hand and encouragement.

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
	1.1 Background	1
	1.2 Research Objectives	3
II	**LITERATURE SURVEY**	5
	2.1 Optical Properties	5
	2.2 Mechanical Properties	7
III	**EXPERIMENTAL**	9
	3.1 Materials	9
	3.2 Equipment and Methods	9
	3.2.1 Resin Characterization	9
	3.2.2 Blown Film Characterization	11

CHAPTER		PAGE
IV	**RESULTS AND DISCUSSIONS**	15
	4.1 Resin Characterization	15
	4.1.1 Polymer Characterization	15
	4.1.2 n-Hexane Extraction	15
	4.1.3 Determination of Chain Branching	16
	4.1.4 Crystallinity	18
	4.1.5 Rheological Properties	19
	4.1.6 Tensile Properties	21
	4.1.7 Summary of Resin Properties	22
	4.2 Blown Film Characterization	22
	4.2.1 Optical Properties	22
	4.2.2 Tensile Properties	24
	4.2.3 Thermal Shrinkage	25
	4.2.4 Tear Resistance	27
	4.2.5 Crystallinity of the Blown Films	28
	4.2.6 Orientation Study by Polarized Optical Microscope	29
	4.2.6 Summary for Film Properties	31
V	**CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS**	32
	REFERENCES	33
	APPENDICE	34
	CURRICULUM VITAE	43

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
3.1	Tensile Testing Conditions	12
4.1	Polymer Chracterization of Resins	15
4.2	Amount of n-Hexane Extractables and Characterization	16
4.3	Methyl Groups and MFR of the Three Resins	18
4.4	Crystallinity of the Resins	19
4.5	Gloss of the Blown Films	23
4.6	Tear Resistance of the Films	27
4.7	Birefringence Values of the Films	29

LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
1.1	Schematic of Effects of Primary Molecular Structure and Processing Conditions Including Film Structure on the Properties of PE Blown Film	4
3.1	Constant-Radius Test Specimen for Tear Resistance Test	13
4.1	IR Spectra of LDPE and HDPE and the Spectrum with Isolated Methyl Band	17
4.2	Apparent Viscosity and Shear Stress vs. Shear Rate for the Resins at 150°C	20
4.3	Stress at Yield and Elongation at Break	21
4.4	SEM Micrographs of Surfaces of Film A and Film C	23
4.5	Tensile Strength at Break of the Films	24
4.6	Elongation at Break of the Films	25
4.7	Shrinkage of the Films in MD	26
4.8	Tear Resistance of the Films	27
4.9	XRD spectrum of the blown films	28
4.10	Polarized Microscope Images of the Films	30