การปรับปรุงความทนการโค้งงอของพอลิเมอร์ผสมพีพี/อีพีดีเอ็ม

นายชวลัตว์ โชติกุลพิศาล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-639-738-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE FLEXURAL STRENGTH IMPROVEMENT OF PP/EPDM BLENDS

Mr. Chawalat Chotikunpisarn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Petrochemistry and Polymer Science
Program of Petrochemistry and Polymer Science
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 1998

ISBN 974-639-738-9

Thesis Title	THE FLEXURAL STRENGTH IMPROVEMENT OF PP/EPDM BLENDS
By	Mr. Chawalat Chotikunpisarn
Department	Petrochemical and Polymer Science
Thesis Advisor	Assistant Professor Amorn Petsom, Ph.D.
Thesis Co-advisor	Mr. Patipol Tadakorn, M.S.

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree.

..... Dean of Graduate School
(Professor Supawat Chutivongse, M.D.)

Thesis Committee

..... Chairman
(Associate Professor Supawan Tantayanon, Ph.D.)

..... Thesis Advisor
(Assistant Professor Amorn Petsom, Ph.D.)

..... Thesis Co-advisor
(Mr. Patipol Tadakorn, M.S.)

..... Member
(Associate Professor Sophon Roengsumran, Ph.D.)

..... Member
(Assistant Professor Somchai Pengprecha, Ph.D.)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

ชวลัตว์ โชติกุลพิศาล : การปรับปรุงความทนการโค้งงอของพอลิเมอร์ผสมพีพี/อีพีดีเอ็ม (THE FLEXURAL STRENGTH IMPROVEMENT OF PP/EPDM BLENDS) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. อมร เพชรสม, อ. ที่ปรึกษาร่วม : นายปฏิพล ธาดากร, 76 หน้า. ISBN 974-639-738-9

ได้มีการนำสารเสริมแรงคือ แร่ทัลค์ ดินขาว ผงถ่าน ใยแก้วและพอลิเอทธิลีนชนิดความหนาแน่นสูง มาใช้เพื่อปรับปรุงสมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์ผสมพีพี/อีพีดีเอ็ม ผลิตภัณฑ์ผสมพีพี/อีพีดีเอ็มเตรียมโดยการผสมพีพี อีพีดีเอ็มและสารเสริมแรงในปริมาณต่างๆกันและ 0.2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของแอนติออกซิแดนท์ในเครื่องผสมแบบทูโรลมิลส์ และนำไปอัดขึ้นรูปเป็นชิ้นงานตัวอย่างเพื่อทดสอบสมบัติเชิงกล นำผลิตภัณฑ์ผสมที่ได้ไปศึกษาด้วยเครื่องเอ็กซเรย์ฟลูออเรสเซนท์ เครื่องดิฟเฟอเรนเชียลสแกนนิงคัลเลอริมิเตอร์และเครื่องสแกนนิงอิเล็คตรอนไมโครสโคปเพื่อศึกษาถึงธาตุที่เป็นองค์ประกอบ อุณหภูมิหลอมเหลวและการแพร่กระจายของพอลิเมอร์ผสม ตามลำดับ ในส่วนแรกได้ศึกษาถึงสมบัติเชิงกลของผลิตภัณฑ์ผสมที่ประกอบด้วยพีพีและอีพีดีเอ็มที่ปริมาณต่างๆกันกับแร่ทัลค์ พบว่าการเพิ่มปริมาณอีพีดีเอ็มทำให้การทนแรงกระแทกสูงขึ้น ในส่วนที่สองศึกษาชนิดและปริมาณของสารเสริมแรงที่ระดับต่างๆกันต่อสมบัติเชิงกล พบว่าการเพิ่มขึ้นของแร่ทัลค์ทำให้ความทนการโค้งงอและความแข็งสูงขึ้น ขณะที่ดินขาวทำให้สมบัติเชิงกลเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ผงถ่านซึ่งมีขนาดอนุภาคเล็กกว่าดิสเพิร์สเฟสทำให้การทนแรงกระแทกดีขึ้น ส่วนใยแก้วแม้ว่าจะให้ค่าความทนการโค้งงอสูงสุดแต่ทำให้ดัชนีการไหลลดลงมาก และเมื่อเปรียบเทียบสมบัติเชิงกลกับเม็ดพลาสติกที่มีจำหน่ายเชิงพาณิชย์ 2 ชนิด พบว่าผลิตภัณฑ์ผสมที่ประกอบไปด้วย พีพี 90 เปอร์เซ็นต์ อีพีดีเอ็ม 10 เปอร์เซ็นต์ และสารเสริมแรงคือ แร่ทัลค์ 30 เปอร์เซ็นต์ และผงถ่าน 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของพีพีและอีพีดีเอ็มให้สมบัติเชิงกลที่สามารถเทียบเคียงได้กับเม็ดพลาสติกที่มีจำหน่ายเชิงพาณิชย์ชนิดหนึ่ง

ภาควิชา – ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา ปิโตรเคมี และวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2541 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

C649923 : MAJOR PETROCHEMISTRY AND POLYMER SCIENCE
KEY WORD: PP/EPDM BLENDS / FLEXURAL STRENGTH / TALC / CARBON BLACK
CHAWALAT CHOTIKUNPISARN : THE FLEXURAL STRENGTH IMPROVEMENT OF PP/EPDM BLENDS.
THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. AMORN PETSOM, Ph.D. THESIS CO-ADVISOR :
MR. PATIPOL TADAKORN, M.S. 76 pp. ISBN 974-639-738-9

Reinforced additives, i.e., talc, clay, carbon black, glass fiber and HDPE were used to improve in mechanical properties of PP/EPDM blends. The composites were prepared by mixing various amounts of PP, EPDM, reinforced additives and 0.2 wt% antioxidant on two-roll mills and subjected to compression molding to obtain the specimens for testing. X-ray fluorescence spectrometry, differential scanning colorimeter (DSC) and scanning electron microscopy (SEM) were used to study elemental materials, melting temperature and dispersion of the composite, respectively. In the first part, the mechanical properties of composite containing various amounts of PP and EPDM with talc used as the main reinforced additive were measured. It indicated that addition of EPDM increased in the impact strength (NI) while decreased flexural strength (FS), melt flow index (MFI) and hardness. The second part involved various types and amounts of reinforced additives that affected mechanical properties. It indicated that addition of talc gave specific improvement on FS and hardness while clay provided almost no improvement on properties. Carbon black, which has smaller particle size than dispersed phase, increased specifically in NI. Glass fiber gave highest FS but its MFI decreased. The best composite comparable in properties to the commercial resin composed of 90 wt% PP, 10 wt% EPDM and reinforced additives at 30 wt% talc and 15 wt% carbon black of mixed PP and EPDM.

ภาควิชา - ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา ปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2541 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

ACKNOWLEDGEMENTS

With the assistance of many people, this research thesis is completed. I wish to express my gratitude and appreciation to my advisor, Assistant Professor Amorn Petsom and my co-advisor, Mr. Patipol Tadakorn, for their valuable guidance, kindness and encouragement throughout the course of the thesis. Furthermore, I am also thank the chairman and members of my thesis committee Associate Professor Supawan Tantayanont, Associate Professor Sophon Roengsumran and Assistant Professor Somchai Pengprecha for their helpful comment and suggestion.

I am very grateful to PI Industry Company Limited, Bangkok Polyethylene Company Limited (BPE) and HMC Polymers Company Limited (HMC) for the use of equipments and the facilities. Thanks are also extended to Thai Petrochemical Industry Public Company Limited (TPI), Polymer Industrial Company Limited, Ciba-Geigy Company Limited, JJ-Degussa Company Limited and O.S.I. Specialty Company Limited for their gifts of materials.

At last, I would like to thank you all members of my family for their unfailing support and encouragement.

CONTENTS

Page

ABSTRACT (in Thai)..... iv

ABSTRACT (in English)..... v

ACKNOWLEDGEMENTS..... vi

CONTENTS..... vii

LIST OF TABLES..... x

LIST OF FIGURES..... xi

CHAPTER

I INTRODUCTION..... 1

1.1 Statement of problem..... 1

1.2 Purpose of the research..... 2

1.3 Scope of the research..... 3

II THEORY..... 4

2.1 Polymer blends..... 4

2.2 PP/EPDM blends..... 5

2.2.1 Main components of PP/EPDM blends..... 6

2.2.1.1 Polypropylene..... 6

2.2.1.2 Ethylene propylene diene monomer..... 7

2.2.1.3 Reinforced additives..... 12

2.2.1.4 Minor components..... 13

2.2.2 Processing technique..... 14

2.2.3 Morphology..... 15

2.3 Literature reviews..... 16

Page

III EXPERIMENTAL 23

3.1 Materials..... 23

3.2 Apparatus..... 23

3.3 Experimental procedure..... 24

3.3.1 Mixing procedure..... 25

3.3.2 Molding procedure..... 25

3.3.3 Effect of EPDM level..... 27

3.3.4 Effect of reinforced additives loading 27

3.3.5 Effect of PP level..... 27

3.3.6 Effect of talc loading 27

3.3.7 Effect of glass fiber 28

3.3.8 Effect of HDPE..... 28

3.3.9 Mechanical measurement..... 28

3.3.10 X-ray fluorescence spectrometry 29

3.3.11 Differential scanning calorimeter..... 29

IV RESULTS AND DISCUSSION..... 30

4.1 Preparation of composite..... 30

4.2 Mechanical properties of commercial resins..... 31

4.3 Effect of EPDM level..... 32

4.4 Effect of reinforced additives loading..... 33

4.5 Effect of PP level..... 34

4.6 Effect of talc loading..... 37

4.7 Effect of glass fiber loading..... 37

4.8 Effect of HDPE loading..... 38

4.9 The state of dispersion of the blends..... 38

4.10 Economic consideration..... 39

Page

V CONCLUSION AND SUGGETIONS..... 41
5.1 Conclusion.....41
5.2 Suggestion..... 42
REFFERENCES.....43
APPENDIX I.....46
APPENDIX II..... 49
APPENDIX III.....72
VITAE.....76

LIST OF TABLES

TABLE Page

2.1 The effect of structure and particle size of reinforced additives.....13

2.2 Effect of particle diameter of calcium carbonate in polymer blends..... 17

2.3 Physical property of composites..... 18

3.1 Materials and source of supplier used in PP/EPDM composition..... 23

3.2 Formulation of PP/EPDM blends.....26

4.1 Mechanical properties of commercial resins.....31

4.2 Cost of analysis of the prepared composite..... 40

1. Typical data of polypropylene grade 2500 TC.....47

2. Product specification of EPDM grade EP35.....47

3. Product specification of Talcum no.35.....48

4. Product specification of carbon black grade PRINTEX G..... 48

5. Typical data of high density polyethylene grade V1160..... 48

6. Mechanical properties analysis date sheet of PP/EPDM composites.....64

7. Mechanical properties analysis date sheet of PP/EPDM composites (repeated).....68

8. Average mechanical analysis of PP/EPDM composites.....71

9. Value of imported auto part and auto equipment.....75

LIST OF FIGURES

FIGURE Page

2.1 Interrelation in polymer blends.....5

2.2 Craze formation 8

2.3 The structure of EPDM 8

2.4 EPDM manufacturing process 9

2.5 Two-roll mills 15

4.1 Effect of EPDM level on mechanical properties compared of PP/EPDM blends compared to commercial resins A and B.....32

4.2 Effect of reinforced additives on mechanical properties of PP/EPDM blends 34

4.3 Effect of PP on mechanical properties of PP/EPDM blends.....35

4.4 Effect of talc on mechanical properties of PP/EPDM blends 35

4.5 Effect of glass fiber on mechanical properties of PP/EPDM blends.....36

4.6 Effect of HDPE on mechanical properties of PP/EPDM blends..36

1. X-ray fluorescence pattern of commercial resin A.....50

2. X-ray fluorescence pattern of commercial resin B.....53

3. X-ray fluorescence pattern of the prepared PP/EPDM blends.....56

4. DSC curve of pure PP.....59

5. DSC curve of pure EPDM.....59

6. DSC curve of pure HDPE.....60

7. DSC curve of commercial resin A.....60

8. DSC curve of commercial resin B.....61

9. DSC curve of the prepared PP/EPDM/talc at 80/20/10.....61

10. SEM micrograph of commercial resin A.....62

11. SEM micrograph of commercial resin B.....62

FIGURE Page

12. SEM micrograph of prepared PP/EPDM/talc at 80/20/10.....63
13. SEM micrograph of prepared PP/EPDM/talc/carbon black at 90/10/15/15.....63
14. The growth rate of car industry in Thailand.....73
15. Worldwide rubber industry.....74