การเสริมแรงเรซินพอลิสไตรีนชนิดทนแรงกระแทกสูงด้วยเส้นใย

นางสาววิภาพร มหจินดาวงษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-638-911-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FIBER REINFORCEMENT OF HIGH IMPACT POLYSTYRENE RESIN

Miss Vipaporn Mahajindawong

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 1997

ISBN 974-638-911-4

Thesis Title FIBER REINFORCEMENT OF HIGH IMPACT POLYSTYRENE

By Miss Vipaporn Mahajindawong

Department Petrochemistry and Polymer Science

Thesis Advisor Associate Professor Supawan Tantayanon, 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 Sophon Roengsumran, Ph.D.)

_____ Thesis Advisor

(Associate Professor Supawan Tantayanon, Ph.D.)

_____ Thesis Co-advisor

(Mr.Patipol Tadakorn, M.S.)

_____ Member

(Assistant Professor Prapaipit Chamsuksai Ternai, Ph.D.)

_____ Member

(Assistant Professor Amorn Petsom, Ph.D.)

วิภาพร มหจินดาวงษ์ : การเสริมแรงเรซินพอลิสไตรีนชนิดทนแรงกระแทกสูงด้วยเส้นใย (FIBER REINFORCEMENT OF HIGH IMPACT POLYSTYRENE RESIN) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ศุภวรรณ ตันตยานนท์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : นายปฏิพล ธาดากร, 69 หน้า. ISBN 974-638-911-4.

ใยแก้วสองชนิดคือ ช็อพและผงถูกนำมาใช้เพื่อเสริมแรงในเรซินพอลิสไตรีนชนิดทนแรงกระแทกสูง แกมมา-ไกลซิดอกซิโพรพิลเมทอกซิไซเลนถูกเติมลงไป เพื่อเพิ่มการยึดเกาะระหว่างพอลิสไตรีนชนิดทนแรงกระแทกสูงและใยแก้ว ผลิตภัณฑ์ประกอบแต่งถูกคอมเปานด์ โดยใช้เครื่องรีดแบบสกรูเดี่ยว และนำไปขึ้นรูปแบบฉีดเป็นชิ้นงานตัวอย่าง เพื่อทดสอบสมบัติกายภาพ ความต้านทานแรงดึง โมดูลัสความยืดหยุ่นต่อแรงดึง ความต้านทานแรงโค้งงอ โมดูลัสความยืดหยุ่นต่อแรงโค้งงอ การทนแรงกระแทกตามวิธีไอซอด อุณหภูมิอ่อนตัวไวแคตและอุณหภูมิอ่อนตัวเมื่อร้อนตามมาตรฐานเอเอสทีเอ็ม ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ใยแก้วที่ปริมาณต่างๆกัน ตั้งแต่ 5-15 เปอร์เซนต์และสารประกอบคู่ควบในปริมาณตั้งแต่ 0.1-0.4 ส่วนใน 100 ส่วน เครื่องสแกนนิงอิเล็คตรอนไมโครสโคปถูกใช้เพื่อพิจารณาการยึดเกาะระหว่างใยแก้วและพอลิเมอร์แมทริกซ์ พบว่าผลิตภัณฑ์ประกอบแต่งที่เหมาะสมที่สุดซึ่งเทียบเคียงได้กับสมบัติกายภาพของอะคริโลไนทริล-บิวทาไดอีน-สไตรีนผสมใยแก้ว (เอบีเอส/จีเอฟ) ที่มีการใช้ในท้องตลาดประกอบไปด้วย พอลิสไตรีนชนิดทนแรงกระแทกสูง 90 เปอร์เซนต์ ใยแก้วชนิดช็อพ 10 เปอร์เซนต์ และแกมมา-ไกลซิดอกซิโพรพิลเมทอกซิไซเลน 0.1 ส่วนใน 100 ส่วน ผลิตภัณฑ์ประกอบแต่งนี้นำไปขึ้นรูปเป็นชิ้นงานใบพัดของเครื่องปรับอากาศและผ่านการทดสอบความสมดุลมาตรฐานตามกระบวนการของผู้ผลิตชิ้นงานนี้ ผลที่ได้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าผลิตภัณฑ์ประกอบแต่งนี้สามารถนำมาใช้ทดแทนเอบีเอสผสมใยแก้วได้

ภาควิชา –
สาขาวิชา ปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์
ปีการศึกษา 2540

ลายมือชื่อนิสิต วิภาพร มหจินดาวงษ์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C717923 : MAJOR PETROCHEMISTRY AND POLYMERSCIENCE
KEY WORD: GLASS FIBER / HIGH IMPACT POLYSTYRENE / EPOXYSILANE
VIPAPORN MAHAJINDAWONG : FIBER REINFORCEMENT OF HIGH IMPACT POLYSTYRENE RESIN. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. SUPAWAN TANTAYANON, Ph.D. THESIS CO-ADVISOR : MR. PATIPOL TADAKORN, M.S. 69 pp. ISBN 974-638-911-4.

Two types of glass fiber, chopped and milled, were used as reinforcement in high impact polystyrene (HIPS) resin. Gamma-glycidoxypropylmethoxysilane was added to enhance adhesion between HIPS and glass fiber. The composites were compounded through a single screw extruder and subjected to injection molding to obtain the specimens for physical properties testing. Tensile strength, tensile modulus, flexural strength, flexural modulus, izod notched impact, vicat softening temperature and heat distortion temperature properties of those specimens were determined according to ASTM standards. In this research, the glass fiber content was varied from 5%-15% and the silane coupling agent was varied from 0.1-0.4 phr. The scanning electron microscopy (SEM) was used to monitor the adhesion between glass fiber and polymer matrix. It was found that the most suitable composite, which showed comparable physical properties to commercial acrylonitrile-butadiene-styrene/glass fiber (ABS/GF), composed of 90% weight of HIPS, 10% weight of chopped glass fiber and 0.1 phr of gamma-glycidoxypropylmethoxysilane. This composite was then injected as a blower of the air-conditioner and subjected to the standard balancing test of the manufacturing process. The result obviously indicated that it could replace ABS/GF.

ภาควิชา ..... ลายมือชื่อนิสิต วิภาพร มหาจินดาวงษ์

สาขาวิชา ปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2540 ลายมือชืออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

ACKNOWLEDGMENTS

With the assistance of many people, this research work and thesis is completed. I wish to express gratitude and appreciation to my advisor, Associate Professor Supawan Tantayanon and my co-advisor, Mr.Patipol Tadakorn, for their valuable guidance, kindness and encouragement throughout the course of the thesis. Furthermore, I am also thanks to members of my thesis committee Associate Professor Sophon Roengsunran, Assistant Professor Prapaipit Chamsuksai Ternai, Assistant Professor Amorn Petsom and Dr. John Cha Who have kindly given their valuable time to comment on my thesis. Thanks are also extended to Thai Petrochemical Industry Public Company Limited (TPI) , Nitto Boseki Company Limited and O.S.I. Specialty Company Limited for their supplying materials.

The last, I thanks all members of my family for their unfailing support and encouragement.

CONTENTS

Page

ABSTRACT (in Thai)..... IV

ABSTRACT (in English)..... V

ACKNOWLEDGMENTS..... VI

CONTENTS..... VII

LIST OF TABLES..... X

LIST OF FIGURES..... XI

CHAPTER

I INTRODUCTION..... 1

1.1 General..... 1

1.2 Objectives of The Research Work..... 2

1.3 Scope of The Research Work..... 2

II THEORY AND LITERATURE REVIEW..... 4

2.1 Polymer Matrix..... 4

2.1.1 High Impact Polystyrene..... 5

2.1.1.1 Mechanism of Rubber Reinforcement..... 5

2.1.1.2 Effect of Rubber Level..... 6

2.1.1.3 Rubber Particle Size..... 7

2.2 Principles of Glass Fiber Reinforcement..... 8

2.3 Silane Coupling Agent..... 11

2.3.1 Silane Chemical Structure..... 11

2.3.2 Chemistry of The Interface..... 12

2.4 Literature reviews..... 14

III EXPERIMENTAL..... 19

Page

3.1 Raw Materials and Reagents 19
3.1.1 High Impact Polystyrene (HIPS) 19
3.1.2 Glass Fiber 19
3.1.3 Coupling Agent 20
3.2 Apparatus and Equipment 20
3.3 Experiment Procedures 20
3.3.1Addition of A-187 Silane Coupling Agent to HIPS 20
3.3.2 Dry Blending of HIPS with Glass Fiber 21
3.3.3 Molding 23
3.4 Mechanical Testing 24
3.4.1 Tensile Properties 24
3.4.2 Flexural Properties 24
3.4.3 Heat Distortion Temperature 25
3.4.4 Flow Rates 26
3.5 Manufacturing The Finished Products 26
IV RESULTS AND DISCUSSIONS 28
4.1 Physical Properties of Acrylonitril Butadiene Stryrene/Glass Fiber Resin(ABS/GF) 28
4.2 Effect of Types of Glass Fiber 28
4.3 Effect of Silane Coupling Agent Loadings 32
4.4 Effect of Chopped Glass Fiber Loadings 40
4.5 Comparison with Commercial Fiber-Reinforced Thermoplastics 43

Page

4.6 Economics Consideration..... 45

V CONCLUSIONS AND SUGGESTIONS..... 46

5.1 Conclusion..... 46

5.2 Suggestions..... 47

REFERENCES..... 48

APPENDIX I..... 52

APPENDIX II..... 55

APPENDIX III..... 63

APPENDIX IV..... 66

VITAE..... 69

LIST OF TABLES

TABLE Page

2.1 Physical properties of the composites..... 15

2.2 Physical properties in each mixing..... 16

3.1 Formulation of HIPS compound..... 21

3.2 Formulation of glass fiber reinforced HIPS..... 22

4.1 Physical properties of HIPS, HIPS/GF and ABS/GF..... 43

4.2 Cost analysis of HIPS-epoxysilane treated glass fiber composite..... 45

1. Typical data of high impact polystyrene (Grade HI650)..... 53

2. Product specification of CS SPE-330 (E-Glass Chopped Strands)..... 53

3. Product specification of PF E 301 (E-Glass Milled Fibers)..... 53

4. Typical physical properties of γ-glycidoxypropyltrimethoxysilane (A-187)..... 54

5 Physical analysis data sheet of HIPS/GF composites..... 56

6. Physical properties of HIPS with chopped fibers..... 62

7. Physical properties of HIPS with filled fibers..... 62

8 The amount of import and export of HIPS from January-December 1997 in Thailand..... 65

LIST OF FIGURES

FIGURE Page

2.1 Craze formation of high impact polystyrene..... 6

2.2 Direct melt continuous filament process..... 9

3.1 The standard specimens according to the ASTM test method..... 23

3.2 Schematic dimension of tensile test specimen (type M)..... 24

4.1 Effect of type of glass fiber on tensile strength of HIPS with10% glass fiber..... 30

4.2 Effect of type of glass fiber on flexural strength of HIPS with10% glass fiber..... 30

4.3 Effect of type of glass fiber on heat distortion temperature of HIPS with 10% glass fiber..... 31

4.4 Effect of silane on physical properties of HIPS with 5% chopped fiber..... 33

4.5 Effect of silane on physical properties of HIPS with 10% chopped fiber..... 33

4.6 Effect of silane on physical properties of HIPS with 15% Ccopped fiber..... 34

4.7 The adsorption process of the silane coupling agents onto the glass surface..... 36

4.8 SEM micrograph of fracture surface of HIPS/GF without A-187 silane loading..... 37

4.9 SEM micrograph of fracture surface of HIPS/GF at 10% chopped glass Fiber with A-187 silane coupling..... 38

4.10 Effect of chopped glass fiber loading on physical properties..... 40

FIGURE Page

4.11 SEM Micrograph of HIPS with 5% Chopped Fiber at 0.1 phr. Silane Loading 41

4.12 SEM Micrograph of HIPS with 10% Chopped Fiber at 0.1 phr. Silane Loading 42

4.13 SEM Micrograph of HIPS with 15% Chopped Fiber at 0.1 phr. Silane Loading 42

5.1 A Blower in Air-Conditioner 44

1. The Amount of Import and Export of HIPS from January-December 1997 in Thailand 64

2. Horizontal Balancing Tester 67

3. Run Mode Screen of Horizontal Balancing Tester 68