FUNCTIONALIZED NATURAL RUBBER: RUBBER PARTS FOR GASOHOL RESISTANCE

Khantharat Phothiphon

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
2010

Thesis Title:	Functionalized Natural Rubber: Rubber Parts for Gasohol Resistance
By:	Khantharat Phothiphon
Program:	Polymer Science
Thesis Advisors:	Assoc. Prof. Rathanawan Magaraphan

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:

.....
(Assoc. Prof. Rathanawan Magaraphan)

.....
(Dr. Thanyalak Chaisuwan)

.....
(Dr. Orasa Onjun)

ABSTRACT

5172014063: Polymer Science Program
Khantharat Phothiphon: Functionalized Natural Rubber: Rubber Parts for Gasohol Resistance.
Thesis Advisors: Assoc. Prof. Rathanawan Magaraphan 116 pp.
Keywords: Dynamic vulcanization/ Thermoplastic vulcanizate (TPV)/ Natural Rubber (NR)/ Poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate) (PHBV)/ Poly(vinylidene fluoride) (PVDF)/ Conventional vulcanization system (CV system)/ Efficient vulcanization system (EV system)/ 2,5-Bis(tert-butylperoxy)-2,5-dimethylhexane (DBPH)/ Epoxidized soybean oil (ESO)

Nowadays, the global warming and the increasing of oil price lead to use petroleum resources carefully and reduce the use of petroleum by using other alternative energy resources. Gasohol is the one of those alternative energy which important for automobile and has a widely use in Thailand. It is a kind of the combination between gasoline and ethanol or hydrocarbon and polar solvent. The material which can resist deteriorating from gasohol is limited. NR and PHBV do not dissolve in ethanol which can be developed to be a thermoplastic vulcanizate (TPV) incorporated with PVDF, the high chemical resistant. The TPV is derived from dynamic vulcanization process which has a melt mixing of polymers and vulcanization reaction by peroxide, DBPH, is occur at the same time. The results found that the increasing amount of DBPH provides the high mechanical properties and reduce the degree of swelling in gasohol. The addition of ESO can improve the mechanical properties and the resistance to swell from gasohol with the swelling percentage lower 50 and 150 % at the temperatures of 25 and 100 °C, respectively. The morphology of TPV was also improved. The rubber phase was deformed into particles with the sized of 1 micron and had well dispersed in thermoplastic phase.

บทคัดย่อ

คันธารัตน์ โพธิผล : การปรับปรุงยางธรรมชาติเพื่อใช้งานด้านชิ้นส่วนยางทนน้ำมันแก๊สโซฮอล (Functionalized Natural Rubber: Rubber Parts for Gasohol Resistance) อ.ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.รัตนวรรณ มกรพันธุ์ 116 หน้า

จากสภาวะโลกร้อนในปัจจุบันประกอบกับราคาน้ำมันที่พุ่งสูงขึ้นทำให้มีการใช้พลังงานจากปิโตรเลียมลดน้อยลงและทดแทนโดยการใช้พลังงานทางเลือกอื่นๆ เพิ่มมากขึ้น น้ำมันแก๊สโซฮอลเป็นหนึ่งในพลังงานทางเลือกที่จำเป็นสำหรับยานพาหนะที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย แก๊สโซฮอลได้จากการผสมน้ำมันเบนซินกับเอทานอลที่สัดส่วนต่างๆ ซึ่งก็คือของผสมระหว่างไฮโดรคาร์บอนที่ไม่มีขั้วกับตัวทำละลายมีขั้ว ดังนั้นวัสดุที่สามารถทนทานได้ทั้งสารละลายมีขั้วและไม่มีขั้วจึงค่อนข้างมีจำกัดและมีราคาแพง ด้วยสมบัติของยางธรรมชาติซึ่งมีมากมายในประเทศไทยและพลาสติกชีวภาพอย่าง PHBV ที่ไม่ละลายในเอทานอลนั้น สามารถนำมาพัฒนาเป็นวัสดุที่สามารถทนแก๊สโซฮอลร่วมกับพลาสติกทนสารเคมีสูงอย่าง PVDF ได้ กลายเป็นวัสดุใหม่ที่เรียกว่า เทอร์โมพลาสติกยางวัลคาไนซ์ (Thermoplastic vulcanizate: TPV) วัสดุเทอร์โมพลาสติกยางวัลคาไนซ์นี้เตรียมได้จากเทคนิคการคงรูปแบบพลวัต (dynamic vulcanization) ซึ่งเป็นการผสมพลาสติกในสภาวะหลอมเหลวไปพร้อมๆกับการคงรูปยางด้วยสารคงรูปเปอร์ออกไซด์อย่าง DBPH ผลการศึกษาพบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณสารคงรูป DBPH สมบัติทางกลและสมบัติการต้านทานต่อการบวมพองในน้ำมันแก๊สโซฮอลจะเพิ่มขึ้นด้วย เมื่อใส่น้ำมันถั่วเหลืองอิพ็อกซิไดซ์ซึ่งเป็นสารช่วยผสมชีวภาพลงไปในของผสมที่มีส่วนผสมของวัสดุทั้งสามในสัดส่วน NR/PVDF/PHBV เท่ากับ 50/40/10 พบว่า สารช่วยผสมมีบทบาทสำคัญในการลดความหนืดและปรับปรุงความเข้ากันได้ของวัสดุทั้งสาม รวมทั้งปรับปรุงสมบัติทางกล สมบัติการต้านทานต่อการบวมในน้ำมันแก๊สโซฮอลที่ดีขึ้น โดยมีเปอร์เซ็นต์การบวมพองไม่เกิน 50 และ 150 % ที่อุณหภูมิ 25 และ 100 องศาเซลเซียส ตามลำดับ สารช่วยผสม ESO ยังช่วยปรับปรุงโครงสร้างสัณฐานวิทยาของวัสดุเทอร์โมพลาสติกยางวัลคาไนซ์โดยทำให้ยางกระจายตัวเป็นอนุภาคขนาดเล็กประมาณ 1 ไมครอน อยู่ในเฟสของเทอร์โมพลาสติกด้วย

ACKNOWLEDGEMENT

This work would not have been possible without the assistance of the following individuals:

First of all, the author would like to gratefully give special thanks to her advisor Assoc. Prof. Rathanawan Magaraphan, the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University for her constructive criticism, very useful suggestions, valuable guidance, and vital help throughout this research work with warmth and proximity.

The author would also like to thank Dr. Orasa Onjun, and Dr. Thanyalak Chaisuwan for being on the thesis committee, giving very kind help and suggestions, and proof-reading this thesis book.

The author gratefully appreciates to thank Mr. Robert Wright for his invaluable suggestion and criticism.

The author would like to acknowledge the Petroleum and Petrochemical College; the National Excellence Center for Petroleum, Petrochemicals, and Advanced Materials, Thailand; the National Research Council of Thailand; and, the Polymer Processing and Polymer Nanomaterials Research Unit for the financial support of this project.

Finally, the author would like to take the opportunity to thank all of her friends and the staff at this college for their friendly assistance, creative suggestions, and strong encouragement. The author is also greatly indebted to her parents for their love, support, understanding, and encouragement during this pursuit.

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES

TABLE **PAGE**

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

CHAPTER IV

FIGURE **PAGE**

CHAPTER V

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**