Rheological Behavior for Unfilled & Filled Natural Rubber (NR) and Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) Blends with Maleic Anhydride (MA) as a Compatibilizer

Ms. Kunjana Intharuksa

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 974-331-923-9

Thesis Title : Rheological Behavior for Unfilled & Filled Natural rubber (NR) and Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) Blends with Maleic anhydride (MA) as a Compatibilizer

By : Ms. Kunjana Intharuksa

Program : Polymer Science

Thesis Advisors : Professor Ica Manas-Zloczower

Dr. Rathanawan Magaraphan

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

.... College Director

(Prof. Somchai Osuwan)

Thesis Committee :

....

(Prof. Ica Manas-Zloczower)

....

(Dr. Rathanawan Magaraphan)

.... 28/4/99

(Assoc. Prof. Anuvat Sirivat)

ABSTRACT

##94XXX : POLYMER SCIENCE PROGRAM

KEY WORDS : Rheological Behavior/Polymer Blends/Linear Low Density Polyethylene/Natural Rubber/Compatibilizer

Ms. Kunjana Intharuksa: Rheological Behavior for Unfilled & Filled Natural Rubber (NR) and Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) Blends with Maleic anhydride (MA) as a Compatibilizer. Thesis Advisors: Prof. Ica Manas-Zloczower and Dr. Rattanawan Magaraphan, 81 pp ISBN 974-331-923-9

The rheological behavior of linear low density polyethylene (LLDPE), natural rubber (NR) and their blends were studied by a cone-and-plate rheometer in dynamic mode at a frequency ranges from 0.1-100 rad/sec and a capillary rheometer in steady mode at high shear rates. Maleic anhydride (MA) was added to the blends as a compatibilizer. The presence of a single tan δ; i.e. a single glass transition temperature, indicated that the compatibility of LLDPE/NR blends was improved by the addition of maleic anhydride. The results illustrated the effects of blend ratio, maleic anhydride concentration, shear stress/shear rate and temperature on melt viscosity and melt elasticity of the blends. Addition of NR caused the increase in viscosity and modulus. But blend viscosity reduced at high shear rate while the storage modulus increased. SEM analysis of the fracture surfaces of the compatibilized blends showed that the addition of a small percentage of the compatibilizer was enough to decrease and stabilize the domain size of dispersed NR phase. Without MA, the morphology was altered by shear rate due to the change of viscosity with shear rate. Dynamic mechanical properties of the blends were also investigated. Master curves of G' and G" for the blend system were constructed by using the time-temperature superposition principle. It was observed that the master curves of the blends did not fall on the same curve due to morphological changes induced by the viscosity difference and the drop-coalescence mechanism. Fine calcium carbonate was used as a filler in the blends. It was found that viscosity of the filled blends increased significantly with amount of filler at low frequency.

บทคัดย่อ

นางสาวกัญจนา อินทร์รักษา : ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาพฤติกรรมการไหลของพอลิเอททิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำเชิงเส้นตรง (LLDPE) ซึ่งผสมกับยางธรรมชาติ (NR) โดยมีมาเลอิกแอนไฮไดร์ (MA) เป็นตัวประสาน (Compatibilizer) (ภาษาอังกฤษ) (Rheological Behavior for Unfilled & Filled Natural Rubber (NR) and Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) Blends with Maleic Anhydride (MA) as a Compatibilizer) อ. ที่ปรึกษา : ศ. ไอก้า มานาส-สล็อคโซเวอร์ และ ดร. รัตนวรรณ มกรพันธุ์ 81 หน้า ISBN 974-331-939-5

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาพฤติกรรมการไหลของพอลิเอททิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำเชิงเส้นตรง, ยางธรรมชาติ และสารผสมระหว่างสารทั้งสองชนิดนี้ซึ่งมีมาเลอิกแอนไฮไดร์เป็นตัวช่วยประสานโดยใช้เครื่องมือวัดการไหลแบบโคนและเพลทที่ความถี่ต่ำ และเครื่องมือวัดการไหลแบบแคปปิลารีที่อัตราแรงเฉือนสูง จากผลของการทดสอบทางเชิงกลแบบไดนามิกส์พบว่ามาเลอิกแอนไฮไดร์ช่วยให้พอลิเอททิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำเชิงเส้นตรงและยางธรรมชาติผสมเข้ากันได้ดีซึ่งเห็นได้จากพีกของแทนเดลตาเกิดขึ้นเพียงเส้นเดียวที่ –64 องศาเซลเซียส นอกจากนี้การศึกษาโครงสร้างของสารผสมโดยใช้เครื่องมือแสกนนิ่งอิเล็กตรอนไมโครสโคป (SEM) พบว่าขนาดอนุภาคของยางลดลงเมื่อเติมมาเลอิกแอนไฮไดร์ลงไปในสารผสมนี้ ซึ่งบ่งบอกถึงการเพิ่มขึ้นของแรงกระทำระหว่างสารทั้งสอง จากการศึกษาคุณสมบัติการไหลของสารผสมเมื่อมีและไม่มีมาเลอิกแอนไฮไดร์พบว่าความหนืดและความยืดหยุ่นของสารผสมเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณมาเลอิกแอนไฮไดร์เพิ่มมากขึ้นจนถึงจุดอิ่มตัว หลังจากนั้นคุณสมบัติทั้งสองนี้จะลดลง

ACKNOWLEDGEMENTS

The author wishes to express the appreciation to Dr. Ratanawan Magaraphan and Prof. Ica Manas-Zloczower, who gave the inspiration to conduct this project and their valuable suggestion for the lab planning and problem solving of the instruments. The appreciation is extended to Assoc. Prof. Anuvat Sirivat for being a thesis committee member and his useful suggestions in cone and plate rheometer. Besides, I would like to thanks Mr. John W. Ellis for his kind suggestion on capillary rheometer.

The author would like to mention that this work can not be accomplished without the support from Ratchadaphisaek Sompoch Reserch Fund.

The author wishes to express her thanks to all of her friends who have given her encouragement and also to all of college staff for providing the use of research facilities.

Finally, the author is deeply indebted to her parents for their love, understanding encouragement and for being a constant source of her inspiration.

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

FIGURE PAGE

FIGURE PAGE

FIGURE PAGE

FIGURE PAGE