



7 JUL 1993

**RHEOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL STUDIES OF  
POLYPROPYLENE / POLYOCTENAMER BLENDS**

**WILAI PHITAKSURACHAI**

**อภินันทนากา**

๒๓๓

*"พหุชาติสารพลาสม่า ผ.พ.น.ค."*

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF  
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE  
(POLYMER SCIENCE)**

**IN**

**FACULTY OF GRADUATE STUDIES**

**MAHIDOL UNIVERSITY**

**1993**

Copyright by Mahidol University

23121

ชื่อวิทยานิพนธ์ การศึกษาสมบัติการไหลและลักษณะโครงสร้างของโพลิเมอร์  
ผสมระหว่างโพลิโพรพิลีน และโพลิออกทีนาเมอร์

ผู้วิจัย วิไล พัทธ์ศรีชัย

ปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ Frederick Henry Axtell, Ph.D  
อรพินท์ เผ่าวิบูล, Dr.rer.nat.  
ปราณี ภิญโญทัย, Doctorat de

วันที่สำเร็จการศึกษา 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2536

### บทคัดย่อ

จากการศึกษาสมบัติการไหลของโพลิโพรพิลีน และโพลิออกทีนาเมอร์พบว่า สมบัติการไหลจะขึ้นกับสภาวะการทดสอบ เช่น อุณหภูมิ, อัตราเร็วการไหล และ รูปทรงทางเรขาคณิตของหัวฉีด วิสคัทั้งหมดที่ทดสอบแสดงสมบัติเป็น pseudoplastic โดย PP แสดงสมบัติเป็น pseudoplastic มากกว่ายาง TOR ในกรณีของโพลิเมอร์ผสมปริมาณยางจะมีผลต่อระดับความหนืดของโพลิเมอร์ผสมนั้นๆ แต่ไม่พบความสัมพันธ์ใดๆชัดเจนระหว่างปริมาณยางกับระดับความหนืดของโพลิเมอร์ผสมทั้ง PP/TOR 6 และ PP/TOR 8 นอกจากนี้แล้วความหนืดของ PP จะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิมากกว่าความหนืดของยาง TOR ในกรณีของโพลิเมอร์ผสมทั้ง PP/TOR 6 และ PP/TOR 8 พบว่า ปริมาณยางไม่มีผลต่อความไวในการเปลี่ยนแปลงความหนืดเมื่อเปลี่ยนอุณหภูมิ ความเร็วในการผสมเกือบจะไม่มีผล หรือ มีผลน้อยมากต่อค่าความหนืดของโพลิเมอร์ผสมที่มียางเป็นองค์ประกอบอยู่ 20% โดยน้ำหนัก

สมบัติของโพลิเมอร์ผสมที่ได้จากการคำนวณจากสมการ โดยอาศัยแบบจำลองจะไม่ใช่ค่าที่แท้จริง เนื่องจากเป็นผลจากการคำนวณโดยอาศัยแบบจำลองอย่างง่ายสำหรับ Newtonian fluid แต่สามารถใช้ในการเปรียบเทียบกันได้ ความถูกต้องแม่นยำในการทำนายค่าความหนืดของโพลิเมอร์ผสมจากแบบจำลองขึ้นกับธรรมชาติของโพลิเมอร์ (ยิ่งโพลิเมอร์แสดงพฤติกรรมคล้าย Newtonian fluid มากขึ้น ความถูกต้องแม่นยำของค่าที่ทำนายได้ก็จะมีมากขึ้น) การ

ทำนายระดับการกระจายตัวของยาง TOR ใน PP จากอัตราส่วนความหนืดของยาง TOR กับ PP ที่ได้จากการคำนวณโดยอาศัยแบบจำลองอาจไม่ถูกต้องนัก เนื่องจากโพลีเมอร์มีธรรมชาติเป็น pseudoplastic ข้อเสียประการสำคัญของค่าอัตราส่วนความหนืดที่คำนวณได้จากแบบจำลองของเครื่องผสมอย่างง่ายคือ ค่าที่ได้จะไม่ขึ้นกับปริมาณยางที่มีในโพลีเมอร์ผสม

จากการเปรียบเทียบค่าความหนืดจากผลการทดลอง และ จากการทำนายโดยคำนวณจากสมการทั้ง 3 สมการสรุปได้ว่า สมการที่ใช้ในที่นี้ทำนายค่าความหนืดของโพลีเมอร์ผสมได้ไม่ถูกต้องนัก แต่เมื่อเทียบค่าความหนืดของโพลีเมอร์ผสมระหว่าง PP กับ TOR 8 ที่อัตราการไหล 1000 ต่อวินาที กับ ค่าความหนืดจาก additivity rule พบว่า ค่าความหนืดของโพลีเมอร์ผสมนี้เบี่ยงเบนไปจาก additivity rule แบบ Positive - Negative Deviation Behaviour (PNDB) โดยจะเกิด phase inversion เมื่อโพลีเมอร์ผสมมียางเป็นองค์ประกอบประมาณ 30-50% โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นช่วงที่พฤติกรรมการไหลเปลี่ยนจาก Positive - Deviation Behaviour เป็น Negative - Deviation Behaviour และภาพถ่ายของลักษณะโครงสร้างจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนก็บ่งชี้ว่าเกิด phase inversion ขึ้น ในตัวโพลีเมอร์ผสมที่มียางอยู่ 50% โดยน้ำหนัก

ลักษณะโครงสร้างของโพลีเมอร์ผสมขึ้นกับอุณหภูมิ อัตราการไหล ความเร็วในการผสม และ ปริมาณยางที่เป็นองค์ประกอบ ยาง TOR ทั้งสองชนิดจะกระจายตัวใน PP ได้ดีขึ้นเมื่ออุณหภูมิต่ำลง และ/หรือ อัตราการไหลเพิ่มขึ้น ผลของความเร็วมวลขึ้นกับชนิดของโพลีเมอร์ผสม ในกรณี PP/TOR 6 การกระจายตัวของยางจะดีขึ้นเมื่อความเร็วในการผสมสูงขึ้น ซึ่งต่างจากกรณีของ PP/TOR 8 ที่การกระจายตัวของยางจะดีขึ้นเมื่อผสมที่ความเร็วต่ำลง นอกจากนี้ที่อัตราการไหล 12 ต่อวินาที ระดับการกระจายตัวของยาง TOR ทั้งสองชนิดใน PP จะต่ำลงเมื่อปริมาณยางสูงขึ้น ขณะที่ที่อัตราการไหล 1000 ต่อวินาที ระดับการกระจายตัวของยาง TOR 6 ใน PP จะต่ำลงเมื่อปริมาณยางสูงขึ้น ซึ่งต่างจากกรณีของ PP/TOR 8 และเพื่อให้ผลการทำนายลักษณะโครงสร้างถูกต้องขึ้น ควรเปลี่ยนแปลงแก้ไขค่าเศษส่วนปริมาณยาง  $\phi_1$  ในสมการ  $\eta_1/\eta_2 \approx \phi_1/\phi_2$  เป็นความหนืดของโพลีเมอร์ เพื่อให้สามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงของลักษณะโครงสร้างได้จากการทดสอบสมบัติการไหล

Thesis Rheological and Morphological Studies of  
Polypropylene / Polyoctenamer Blends

Name Wilai Phitaksurachai

Degree Master of Science (Polymer Science)

Thesis Supervisory Committee

Frederick Henry Axtell, Ph.D.

Orapin Phaovibul, Dr.rer.nat.

Pranee Phinyocheep, Doctorat de

Date of Graduate 12 May B.E. 2536 (1993)

### ABSTRACT

The rheological properties of polypropylene (PP), polyoctenamer (TOR) and PP/TOR blends were measured and depended on the testing conditions (temperature, shear rate and die geometry). All the materials were pseudoplastic. The PP had higher degrees of pseudoplasticity than those of the TOR elastomers. For the blends the degrees of pseudoplasticity were affected by the elastomer content. But there were no clear relationships between the blend ratio and the degree of pseudoplasticity for both the PP/TOR 6 or the PP/TOR 8 systems. In addition, the viscosity of PP was more sensitive to temperature than those of the TOR elastomers. In both cases of blend systems, the elastomer content did not affect the temperature sensitivity of the blend viscosity. In the case of the blend containing 20% elastomers, it was found that the mixing speed had either a slight or no influential affect on the viscosity of the blends.

The rheology of the blends from model calculations can only be used for comparison purposes due to their relative nature. They should not be considered the true values because they resulted from highly simplified models for Newtonian fluids. Furthermore, the accuracy of the predicted viscosity of the polymer from model calculations depended on the nature of the polymer (the more Newtonian-like behaviour, the more accurate the predicted value). The degree of dispersion of the elastomer in the PP' may not be accurately predicted from the calculated viscosity ratio from the equations (models) used, due to their pseudoplastic nature. The major disadvantage of the viscosity ratio obtained from the rheology of the mixer was that the calculated viscosity ratio did not depend on the elastomer content. From comparison of the experimental and predicted viscosities of the blends using the three model equations, it can be concluded that these equations were too simple for accurate predictions of the viscosity of these blends. Relative to the additivity rule the PP/TOR 8 blend system at  $1000 \text{ s}^{-1}$  exhibited Positive-Negative Deviation Behaviour (PNDB). Phase inversion occurred within the range of 30-50 wt% TOR 8 where the behaviour changed from PDB to NDB. The morphology results confirmed this observation, showing that phase inversion occurred at 50% TOR 8 content.

The morphology of the blend was found to be dependent on temperature, shear rate, mixing speed and the elastomer concentration. The degree of dispersion of both PP/TOR 6 and PP/TOR 8 blends increased with decreasing temperature and with increasing rates of shear. The effect of mixing speed on blend morphology depended on the blend system. For PP/TOR 6 blends, a higher mixing speed gave a better dispersion. Conversely, higher mixing speed gave a lower dispersion level for the PP/TOR 8 blends. In addition, at  $12 \text{ s}^{-1}$ , the degree of dispersion of both the PP/TOR 6 and PP/TOR 8 blends decreased when the rubber concentration increased. Whereas, at  $1000 \text{ s}^{-1}$ , the degree of dispersion of PP/TOR 6 blends decreased with increasing the rubber content, which was the

inverse of behaviour observed for PP/TOR 8 blends. For accurate morphological predictions, the equation

$$\frac{\eta_1(\dot{\gamma})}{\eta_2(\dot{\gamma})} \approx \frac{\phi_1}{\phi_2}$$

would need to be modified so that the term for the volume fraction of the rubber accounts for the possible changes observed in experiments.

