TRANSIENT AND STEADY STATE DEFORMATIONS OF DISPERSED-PHASE DROPLETS IN IMMISCIBLE POLYMER BLENDS IN STEADY STATE SHEAR FLOW

Mr. Puritat Tanpaiboonkul

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
Case Western Reserve University, The University of Michigan,
The University of Oklahoma, and Institut Français du Pétrole
2004

ISBN 974-9651-63-4

Thesis Title:	Transient and Steady State Deformations of Dispersed-Phase Droplets of Immiscible Polymer Blends in Steady State Shear Flow
By:	Puritat Tanpaiboonkul
Program:	Polymer Science
Thesis Advisors:	Assoc. Prof. Anuvat Sirivat
	Prof. Ronald G. Larson

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

K. Bunyakiat.

..... College Director

(Assoc. Prof. Kunchana Bunyakiat)

Thesis Committee:

AnuvatSirivat

(Assoc. Prof. Anuvat Sirivat)

Ronald Larson

(Prof. Ronald G. Larson)

Supaphol

(Asst. Prof. Pitt Supaphol)

Sujitra Wongkasemjit

(Assoc. Prof. Sujitra Wongkasemjit)

ABSTRACT

4572019063: POLYMER SCIENCE PROGRAM
Puritat Tanpaiboonkul: Transient and Steady State Deformations of Dispersed-Phase Droplets in Immiscible Polymer Blends in Steady State Shear Flow
Thesis Advisors: Associate Professor Anuvat Sirivat and Professor Ronald G. Larson
Keywords: Vorticity stretching/Immiscible blend/Viscoelastic blend

Transient deformation and breakup of viscoelastic polystyrene (PS) droplets dispersed in an viscoelastic high density polyethylene (HDPE) matrix were observed under a simple steady state shearing flow between two transparent parallel disks. The influence of elasticity of the blend constituent components on the deformation and equilibrium size of dispersed-phase droplet was investigated. The viscosity ratios were fixed at 0.5, 1.0 and 2.6., After the startup of steady state shearing flow, the viscoelastic droplet shape initially showed small oscillations in the flow direction, after which its shape oscillated and deformed in the vorticity direction. The steady-state deformation of droplet in vorticity direction increased with increasing capillary number. When the critial capillary number, Ca_c, was exceeded, the droplet stretched and formed a string which became thinner and finally broke up. At a fixed capillary number, the deformation of droplet in the vorticity direction decreased with increasing droplet elasticity. When the capillary number and the Weissenberg number were kept fixed, the steady-state deformation in vorticity direction and the critical capillary number for breakup were found to increase as the viscosity ratio was varied from 0.5 to 1.0, and to 2.6.

บทคัดย่อ

ภูริทัต ตันไพบูลย์กุล: ศึกษาการแปรรูปของอนุภาคทรงกลมของพอลิเมอร์เหลวที่กระจายตัวในระบบพอลิเมอร์ผสมแบบไม่เข้ากันภายใต้แรงเฉือนที่คงที่ (Transient and Steady State Deformations in Dispersed-Phase Droplets of immiscible Polymer Blends in Steady State Shear Flow) อ.ที่ปรึกษา: รศ.ดร. อนุวัฒน์ ศิริวัฒน์ และ ศ.ดร.โรนัลด์ จี ลาร์ซัน 98 หน้า ISBN 974-9651-63-4

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาพฤติกรรมต่าง ๆ ของอนุภาคทรงกลมของพอลิเมอร์เหลวที่กระจายตัวอยู่อย่างเบาบางในพอลิเมอร์ส่วนต่อเนื่องในระบบพอลิเมอร์ผสมแบบไม่เข้ากันของพอลิสไตรีนในพอลิเอทธิลีน ซึ่งทดลองภายใต้อุปกรณ์กำเนิดแรงเฉือนชนิดโปร่งใส การทดลองถูกกำหนดค่าความยืดหยุ่นของพอลิเมอร์เฟสกระจายตัวต่อพอลิเมอร์เฟสต่อเนื่องคือ 0.5 1.0 และ 2.6 จากการศึกษาพบว่า ภายใต้แรงเฉือนคงที่ อนุภาคทรงกลมของพอลิเมอร์ส่วนกระจายตัวในตอนแรกจะเริ่มเสียรูปโดยการยืดออกในแนวเดียวกับแรงเฉือนแบบแกว่งไปมาแล้วค่อย ๆ หดตัวในแนวแรงเฉือนพร้อมกับยืดออกในแนวตั้งฉากกับแรงเฉือน จากการทดลองพบว่าเมื่อค่าแคปปิลลารีสมดุลย์มากขึ้น การแปรรูปสมดุลย์ของอนุภาคทรงกลมของพอลิเมอร์เหลวในแนวตั้งฉากกับแรงเฉือนจะมากขึ้น และเมื่อค่าแคปปิลลารีเกินค่าสมดุลย์หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าแคปปิลลารีวิกฤติ อนุภาคทรงกลมของพอลิเมอร์เหลวจะยืดออกจนกระทั่งปลายทั้งสองของอนุภาคพอลิเมอร์อยู่ห่างกันมากและอยู่ในระดับที่มีความแตกต่างของความเร็วของของไหลมากขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งอนุภาคพอลิเมอร์ส่วนกระจายตัวฉีกขาดในที่สุด และจากการทดลองที่กำหนดค่าแคปปิลลารี่สมดุลย์คงที่พบว่าเมื่อค่าความยืดหยุ่นของอนุภาคทรงกลมมากขึ้น การบิดเบี้ยวสมดุลย์ในแนวตั้งฉากกับแรงเฉือนจะลดลง ส่วนการทดลองที่ค่าความยืดหยุ่นของพอลิเมอร์เฟสกระจายตัวต่อพอลิเมอร์เฟสต่อเนื่องเพิ่มขึ้น จาก 0.5 1.0 และ 2.6 พบว่า การบิดเบี้ยวสมดุลย์ของอนุภาคทรงกลมในแนวตั้งฉากกับแรงเฉือนและค่าแคปปิลลารี่วิกฤติจะเพิ่มขึ้นตามลำดับ

ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to express his sincere gratitude to his advisors, Prof. Ronald G. Larson and Associate Professor Anuvat Sirivat for their sincere assistances. They have provided the very useful guidance and the great encouragement throughout this research.

The author is grateful to the Development and Promotion Science and Technology Talent Project for the grant. This organization provided the scholarship and financial support for his study and research. This thesis work is partially funded by Postgraduate Education and Research Programs in Petroleum and Petrochemical Technology (PPT Consortium) and the Ratchadapisek Somphot Endowment Fund for the foundation of the Conductive and Electroactive Polymers Research Unit.

The author would like to thank the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University where the author have gained invaluable knowledge in the Polymer Science and the author greatly appreciates all professors, lecturers and staffs who have tendered knowledge and technical support during his stay in this college.

Ultimately, extreme appreciation is to his family for their love, understanding, and constant encouragement during his studies and thesis work.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER PAGE

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

CHAPTER IV