THE EFFECT OF VARYING HDPE/PP BLEND COMPOSITION ON THE CHARACTERISTICS OF THE MELT FLOW OSCILLATING REGIMES

Ms. Nattakamol Naiyakul

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
1997

ISBN 974-636-179-1

Thesis Title	:	The Effect of Varying HDPE/PP Blend Composition on the Characteristics of the Melt Flow Oscillating Regimes
By	:	Ms. Nattakamol Naiyakul
Program	:	Polymer Science
Thesis Advisors	:	Assoc. Prof. Shi Qing Wang
		Assoc. Prof. Anuvat Sirivat

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

.....Director of the College
(Prof. Somchai Osuwan)

Thesis Committee

.....
(Assoc. Prof. Shi Qing Wang)

.....
(Assoc. Prof. Anuvat Sirivat)

.....
(Assoc. Prof. Kanchana Trakulcoo)

บทคัดย่อ

ณัฐกมล ไนยะกูล : อิทธิพลของโพลิเมอร์ผสมระหว่างโพลิเอทธิลลีนและโพลิโพรพิลีนที่มีต่อคุณสมบัติการไหลที่ไร้เสถียรภาพของโพลิเมอร์บนผิวขรุขระชนิด oscillation (The Effect of Varying HDPE/PP Blend Composition on the Characteristics of the Melt Flow Oscillating Regimes) อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร. ชิ ดิง หวัง และ รศ.ดร. อนุวัฒน์ ศิริวัฒน์ 106 หน้า ISBN 974-636-179-1

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสนอการค้นคว้าและทดลองทางภาคปฏิบัติเกี่ยวกับอิทธิพลของโพลิเมอร์ผสมระหว่างโพลิเอทธิลลีนและโพลิโพรพิลีนที่มีต่อผิวขรุขระชนิด oscillation บนชิ้นส่วนพลาสติกที่ถูกรีดจากท่อกลม ผิวขรุขระชนิด oscillation เกิดจากการไร้เสถียรภาพในการไหล เนื่องจากโพลิเมอร์สูญเสียแรงยึดเหนี่ยวกับท่อกลม และสามารถไหลลื่นได้เมื่อค่าความเค้นของโพลิเมอร์ถึงจุดวิกฤต จุดวิกฤตของค่าความเค้นในผิวขรุขระชนิด oscillation เกิดในช่วง 3.29 - 3.25 (10^5 N/m^2) จากการทดลองพบว่าความเร็วลื่นซึ่งมีความสัมพันธ์ต่อการเกิดผิวขรุขระชนิด oscillation และความยาวของการลื่นระหว่างโพลิเมอร์กับโลหะนั้น เปลี่ยนแปลงไปตามแรงเค้น และพบว่าปริมาณโพลิโพรพิลีนที่ถูกเติมลงไปมีผลทำให้ความลื่นระหว่างโพลิเมอร์กับโลหะลดลง ดังนั้นความเร็วลื่น หรือความยาวของการลื่นระหว่างโพลิเมอร์กับโลหะจะน้อยลงไปด้วย ในท้ายที่สุดการเกิดผิวขรุขระชนิด oscillation จะถูกหยุดเอาไว้ จนกระทั่งถูกกำจัดออกไป ส่วนความยาวของการลื่นระหว่างโพลิเมอร์และโลหะนั้น พบว่าขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของโพลิเมอร์ผสม ในทางตรงกันข้ามอัตราส่วนของโพลิเมอร์ผสมไม่มีผลต่อจุดวิกฤตของค่าความเครียด ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อความเข้าใจถึงที่มาของการเกิดผิวขรุขระซึ่งลดผลผลิต เพิ่มต้นทุนการผลิต และลดความสามารถในการประกอบชิ้นส่วนพลาสติกเล็ก ๆ

ABSTRACT

952011 : POLYMER SCIENCE PROGRAM
KEY WORD : WALL SLIP / STICK-SLIP TRANSITION / MELT FRACTURE/ EXTRAPOLATION LENGTH
NATTAKAMOL NAIYAKUL : THE EFFECT OF VARYING HDPE/PP BLEND COMPOSITION ON THE CHARACTERISTICS OF THE OSCILLATING REGIMES. THESIS ADVISORS : ASSOC. PROF. SHI QING WANG AND ASSOC. PROF. ANUVAT SIRIVAT, 106 pp.
ISBN 974-636-179-1

This experiment aims at investigating the effect of varying HDPE/PP blend composition on the melt flow through a capillary in the oscillating regime. The oscillation regime is the result of some flow instability; it may originate when a polymer melt loses adhesion at the metallic wall and slip occurs when the wall shear stress exceeds a critical value. The critical wall shear stress, τ_w, of the oscillation regime occurs between 3.29 - 3.25 (10^5 N/m^2). The slip velocity is found to vary linearly with the apparent strain rate, γ_a. Adding PP reduces the slippage between the polymer and metal surfaces, resulting in a smaller slip velocity or a smaller extrapolation length, b. The load oscillating regime is suppressed and eventually eliminated. The extrapolation length, b, varies linearly with HDPE content whereas the critical wall shear stress of the oscillating regime is independent of the blend composition. The slip data can be correlated with the extrudate skin defects. The extrapolation length was calculated to test the three possible regimes: entanglement, marginal and Rouse. The data provides some understanding of the origins of the extrudate distortions whose occurrences limit processing speed, increases operating cost, and reduces manufacturing capability.

ACKNOWLEDGMENTS

I would like to give special thanks to Assoc. Prof. Shi Qing Wang of Case Western Reserve University and Assoc. Prof. Anuvat Sirivat of The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, for their guidance throughout this work. I wish to express my special gratitude to The National Metal and Materials Technology Center (MTEC) for giving her financial support. Very special thanks are given to The Siam Chemical Trading Co., Ltd. and Thai Polyethylene Co., Ltd. for the raw materials of HDPE, PP and for providing a service for the density measurements.

Grateful appreciation is extended to Mr. Bernd - Udo Jacob and Mr. John W. Ellis for their help and useful suggestions on testing procedures. A special thank is extended to my family for giving love, encouragement and financial support.

Last but not least, I wish to express my special appreciation to the staff of the Petroleum and Petrochemical College and also to my friends in the Polymer Science Program.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER **PAGE**

CHAPTER **PAGE**

LIST OF TABLES

TABLE **PAGE**

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**