# A STABILITY DIAGRAM FOR THE ONSET OF HDPE, MDPE AND LLDPE SHARKSKIN EXTRUDATES

Ms. Jeerawan Banyam



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
1998

ISBN 974-638-479-1

**Thesis Title** : A Stability Diagram for the Onset of HDPE and LLDPE Sharkskin Extrudates

**By** : Ms. Jeerawan Banyam

**Program** : Polymer Science

**Thesis Advisors** : Prof. Ronald G. Larson

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**

..........................................

(Prof. Ronald G. Larson)

..........................................

(Assoc. Prof. Anuvat Sirivat)

..........................................

(Dr. Rathanawan Magaraphan)

# ABSTRACT

## 962002 : POLYMER SCIENCE PROGRAM

KEY WORDS : Sharkskin Defect/ Flow Instability / Critical Wall Shear Stress/ Stability Diagram/ Unique Line

Jeerawan Banyam: A Stability Diagram for the Onset of HDPE, MDPE and LLDPE Sharkskin Extrudates. Thesis Advisors: Prof. Ronald G. Larson and Assoc. Prof. Anuvat Sirivat, 173 pp. ISBN 974-638-479-1

Sharkskin defect and flow instability of HDPE, MDPE, and LLDPE polymer melts were studies by capillary and parallel plates rheometers. The onset conditions of HDPE, MDPE, and LLDPE sharkskin were investigated in terms of molecular weight, melt temperature, and die geometry. The recoverable shear ($S_R$), obtained by normalizing the critical wall shear stress with the liquidlike entanglement storage modulus, was found to depend only on material type. Stability diagram of sharkskin defects can be constructed by using the normalized length scale ratio of the sharkskin wavelength ($\lambda_s$) and amplitude ($\varepsilon_s$) and the recoverable shear ($S_R$). There are two sharkskin boundaries depending on the material type: one unique line for HDPE, and one unique line for LLDPE and MDPE.

# บทคัดย่อ

จีราวรรณ บานแย้ม : การสร้างแผนภาพของเสถียรภาพการไหลสำหรับผิวหนังปลาฉลาม (sharkskin) ของพอลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นเชิงเส้นสูง กลาง และ ต่ำ ( A Stability Diagram for the Onset of HDPE, MDPE and LLDPE sharkskin Extrudates) อ.ที่ปรึกษา : Prof. Ronald G. Larson และ รศ. ดร. อนุวัฒน์ ศิริวัฒน์ 173 หน้า ISBN 974-638-479-1

การสร้างแผนภาพของเสถียรภาพการไหลสำหรับผิวหนังปลาฉลาม (sharkskin) ของพอลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นเชิงเส้นสูง, กลาง และ ต่ำ ของพลาสติกที่หลอมเหลวโดยเครื่อง Capillary and Parallellates Rheometer การเกิดผิว sharkskin ของพอลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นเชิงเส้นสูง กลาง และ ต่ำ ศึกษาในเทอมของ มวลโมเลกุล อุณหภูมิ และ ขนาดของไดล์ (die geometry)

เราจะสามารถสร้างแผนภาพของเสถียรภาพการไหลสำหรับผิวหนังปลาฉลาม (sharkskin) ได้โดยการปรับอัตราส่วนค่าความสูงครีบของผิว ($\lambda_s$) และความยาวระหว่างครีบของผิว ($\varepsilon_s$) sharkskin และ recoverable shear ($S_R$) โดยพบว่า แผนภาพของเสถียรภาพการไหลจะแบ่งเป็นสองบริเวณ ขึ้นกับสารที่นำมาทดลองโดย เส้นหนึ่งจะเป็นของพอลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นเชิงเส้นสูง (HDPE) และอีกเส้นหนึ่งจะเป็นของพอลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นเชิงเส้นกลาง และ ต่ำ (MDPE and LLDPE)

## ACKNOWLEDGMENTS

The author would like to gratefully acknowledge all professors who have taught her at the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, especially those in the Polymer Science Program.

She greatly appreciates the efforts of her research advisors, Professor Ronald G. Larson and Associate Professor Anuvat Sirivat for their constructive criticisms, suggestions and proof-reading of this manuscript. She would like to give sincere thanks to Dr. Rathanawan Magaraphan for being a thesis committee member.

The author would like to thank the Siam Chemical Trading Co., Ltd. and Thai Polyethylene Co., Ltd. for the raw materials of HDPE, LDPE, LLDPE, MDPE and PP and performing characterization measurements.

She wishes to express her thanks to all of her friends who have given her encouragements and also College staff for providing the use of research facilities.

Finally, she is deeply indebted to her presents for their love, understanding, encouragements, and for being a constant source of her inspiration.

## TABLE OF CONTENTS

CHAPTER PAGE

# LIST OF TABLES

**TABLE** **PAGE**

# LIST OF FIGURES

**FIGURE** **PAGE**