ผลของสารต้านการเกิดออกซิเดชันและผลกระทบร่วมต่อ HDPE

นาย มนตรี ชาญดำเนินกิจ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-332-310-4

EFFECTS OF ANTIOXIDANTS AND THEIR INTERACTIONS ON HDPE

Montree Chandamneamkij

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering in Chemical Engineering

Department of Chemical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1998

ISBN 974-332-310-4

Thesis Title	Effects of Antioxidants and Their Interactions on HDPE
By	Mr. Montree Chandamnearnkij
Department	Chemical Engineering
Thesis Advisor	Sirijutaratana Covavisaruch, Ph.D.

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree.

..... Dean of Graduate School

(Professor Supawat Chutivongse, M.D.)

Thesis Committee

..... Chairman

(Associate Professor Suwattana Puangperksuk, M.S.)

..... Thesis Advisor

(Sirijutaratana Covavisaruch, Ph.D.)

..... Member

(Assistant Professor Sasithorn Boon-Long, Dr. 3ième Cycle)

มนตรี ชาญดำเนินกิจ : ผลของสารต้านการเกิดออกซิเดชันและผลกระทบร่วมต่อ HDPE
(EFFECTS OF ANTIOXIDANTS AND THEIR INTERACTIONS ON HDPE)
อ.ที่ปรึกษา : ดร.สิริจุฑารัตน์ โควาวิสารัช , 268 หน้า, ISBN 974-332-310-4

งานวิจัยนี้เน้นการศึกษาผลของสารต้านการเกิดออกซิเดชันประเภทปฐมภูมิและทุติยภูมิ สาร optical brightener และผลกระทบร่วมที่สารเติมแต่งเหล่านี้มีต่อ HDPE เนื่องจากการทดลองเพื่อศึกษาผลกระทบร่วมของสารเติมแต่งชนิดต่าง ๆ เป็นการทดลองที่มีจำนวนตัวแปรหลายตัว ผู้วิจัยจะต้องผสม HDPE กับสารเติมแต่งทั้งหลายในปริมาณต่าง ๆ กันเป็นจำนวนมาก ตลอดจนทดสอบตัวอย่างเป็นจำนวนมาก ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายและเวลา เพื่อขจัดปัญหาดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมีการออกแบบการทดลองโดยประยุกต์ใช้หลักการทางสถิติเพื่อให้สามารถลดจำนวนการทดลองลง แต่ยังได้ผลการวิเคราะห์ในเชิงสถิติในระดับที่เชื่อถือได้ การวิจัยนี้ได้ออกแบบการทดลองปรับสูตรส่วนผสมของ HDPE โดยวิธีการออกแบบเซ็นทรัลคอมโพสิทโรเทเทเบิล (Central Composite Rotatable Design, CCR) เพื่อแปรปริมาณสารเติมแต่งชนิดต่างๆ ที่เลือกใช้และวิเคราะห์ผลการทดลองโดยวิธีพื้นผิวตอบสนอง (Response Surface Methodology, RSM) ทำให้ได้สมการพื้นผิวตอบสนองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารเติมแต่งชนิดต่าง ๆ กับสมบัติตอบสนองของ HDPE การผสม HDPE กับสารเติมแต่งชนิดต่าง ๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้กระทำโดยใช้เครื่องอัดรีดระบบสกรูเดียว โดยได้อัดรีดซ้ำจนครบ 5 รอบ การทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงความร้อนของ HDPE พบว่าเมื่อปริมาณสารต้านการเกิดออกซิเดชันประเภทปฐมภูมิที่สูงขึ้น มีผลให้ระยะเวลาต้านการเหนี่ยวนำออกซิเดชัน (oxidative induction time, OIT) เพิ่มขึ้นด้วย แต่มักจะเกิดปัญหาคือสีของ HDPE เปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากขึ้น การเติมสารต้านการเกิดออกซิเดชันประเภททุติยภูมิและสาร optical brightener สามารถช่วยปรับปรุงสีของ HDPE ให้ขาวขึ้นได้ นอกจากนี้ งานวิจัยนี้ยังพบว่าการผสมรวมกันในอัตราส่วนที่แตกต่างกันของสารเติมแต่งชนิดต่าง ๆ นั้นมีผลต่อสมบัติของ HDPE เช่นการผสมรวมกันของสารต้านการเกิดออกซิเดชันที่ผสมกันแล้วระหว่างประเภทปฐมภูมิกับทุติยภูมิและสาร optical brightener ให้ผลที่เสริมกันดีที่สุดสำหรับการวัดค่า OIT และการผสมรวมกันของ 0.06% ของสารต้านการเกิดออกซิเดชันประเภทปฐมภูมิชนิด Octadecyl 3-(3,5-di-tert.butyl-4-hydroxy phenyl)-propionate กับ 0.02% ของสารต้านการเกิดออกซิเดชันประเภททุติยภูมิชนิด Distearyl thiodipropionate และสาร 2,5-thiophenediylbis(5-tert-butyl-1,3-benzoxazole) optical brightener 0.00072% จะให้ค่า OIT ที่ยาวนานที่สุด ซึ่งผลการวิเคราะห์ของงานวิจัยนี้ทำให้ได้สมการพื้นผิวตอบสนองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของ HDPE กับปริมาณสารเติมแต่งชนิดต่าง ๆ

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี	ลายมือชื่อนิสิต มนตรี ชาญดำเนินกิจ
สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา S. Covavisaruch
ปีการศึกษา 2541	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม —

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

3971337921 : MAJOR CHEMICAL ENGINEERING
KEY WORD: INTERACTION / HDPE / SYNERGISTIC EFFECTS / ANTIOXIDANTS / OPTICAL BRIGHTENER / HINDERED AMINE LIGHT STABILIZER
MONTREE CHANDAMNEARNKIJ : EFFECTS OF ANTIOXIDANTS AND THEIR INTERACTIONS ON HDPE. THESIS ADVISOR : SIRIJUTARATANA COVAVISARUCH, Ph.D. 268 pp. ISBN 974-332-310-4.

This research aims to investigate the effects of primary, secondary antioxidants, an optical brightener and their interactions on high density polyethylene (HDPE). Five commercially available antioxidants, an optical brightener and an hindered amine light stabilizer (HALS) were compounded with the HDPE. Designing quality formulation compounds generally requires numerous experimental samples and runs which are costly and time-consuming. To minimize the number of experiments, an experimental design had been applied so that the results, obtained from a minimal number of experiments, would still be statistically conclusive. The present study had chosen the technique of Central Composite Rotatable (CCR) for the experimental design. Empirical models depicting relationships between the concentration of additives and their corresponding response will be analyzed by the technique of Response Surface Methodology (RSM). After each compounding formula was designed, the selected additives of the designed amount were compounded by mixing with the unstabilized HDPE. The compounding was conducted by using a single screw extruder. Extrusion was repeatedly performed up to five passes. Physical properties and the thermal stability of the compounded HDPE were investigated. It was found that increasing the concentration of the primary antioxidant enhances the Oxidative Induction Time (OIT) but it also generates considerable discoloration to the appearance of the compounded HDPE. The problem of yellowness can be remedied by adding a secondary antioxidant and an optical brightener. Moreover, the combination of and the ratio of additives used had significant effects on the properties of the HDPE. In this work the combination of the blended antioxidant and the optical brightener gave the strongest synergistic effects on the OIT. The combined use of Octadecyl 3-(3,5-di-tert.butyl-4-hydroxy phenyl)-propionate primary antioxidant by 0.06%, 0.02% Distearyl thiodipropionate secondary antioxidant and 0.00072% of 2,5-thiophenediylbis(5-tert-butyl-1,3-benzoxazole) optical brightener was found to give the best OIT. Further analysis yielded empirical equation showing the relationship between the properties of compounded HDPE and the additives studied.

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่อนิสิต มนตรี ชาญอำนวย

สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา A. Covavisaruch

ปีการศึกษา 2541 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม —

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to sincerely express my deepest appreciation to my advisor, Dr. Sirijutaratana Covavisaruch, for her indefatigable support, constructive guidance, and incessant encouragements throughout the course of this Master Degree study. Furthermore, I am also thankful to members of my thesis committee, specifically Assistant Professor Dr. Sasithorn Boon-Long and Assosicate Professor Suwattana Poungpearksuk, who had magnanimously given invaluable time to comment on my thesis.

An indebtedness is also felt for the scholarship from the National Science and Technology Development Agency (NSTDA). At the same time, I must acknowledge my undescribable gratefulness to the following companies. They are Ciba-Geigy (Thailand) Limited and Bangkok Polyethylene Public Company Limited for the supplying of materials and the incomparable help on the use of the company's excellent testing equipments. Without their supports this research may not have been achievable.

Last but not least, I wish to convey my most wholehearted gratitude to all my friends and members of my family, especially my Father who have stood by me unrelentlessly throughout all the difficult years.

CONTENTS

CHAPTER PAGE

CHAPTER PAGE

LIST OF TABLES

TABLE PAGE

TABLE PAGE

TABLE PAGE

TABLE PAGE

TABLE PAGE

TABLE PAGE

TABLE PAGE

TABLE PAGE

TABLE PAGE

TABLE PAGE

TABLE PAGE

TABLE PAGE

TABLE PAGE

TABLE PAGE

TABLE PAGE

TABLE PAGE

TABLE PAGE

TABLE PAGE

TABLE PAGE

TABLE PAGE

TABLE PAGE

TABLE PAGE

LIST OF FIGURES

FIGURE PAGE

FIGURE PAGE

FIGURE PAGE

FIGURE PAGE

FIGURE PAGE

FIGURE PAGE