REPROCESSING OF ENGINEERING THERMOPLASTICS (NYLON 6,6, PEI, POM) EFFECTS ON THERMO-PHYSICAL PROPERTIES

Ms. Suwimol Chaluaydumrong

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
1996

ISBN 974-633-850-1

I17723322

Thesis Title	:	Reprocessing of Engineering Thermoplastics (Nylon 6,6, PEI, POM) Effects on Thermo-physical Properties
By	:	Ms. Suwimol Chaluaydumrong
Program	:	Polymer Science
Thesis Advisors	:	1. Asst. Prof. David C. Martin 2. Assoc. Prof. Kanchana Trakulcoo

---

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

.....

(Asst. Prof. David C. Martin)

.....

(Assoc. Prof. Kanchana Trakulcoo)

.....

(Assoc. Prof. Anuvat Sirivat)

บทคัดย่อ

สุวิมล ฉลวยดำรง : การนำกลับมาผลิตของเทอร์โมพลาสติกวิศวกรรม (ไนลอน 6,6, โพลิอีเทอร์อิมมีด, โพลิออกซีเมทธิลลีน) ผลกระทบต่อสมบัติทางกายภาพ-ความร้อน อาจารย์ที่ปรึกษา: ผศ.ดร.เดวิด ซี มาร์ติน และ รศ.ดร.กัญจนา ตระกูลคู 45 หน้า ISBN 974-633-850-1.

เทอร์โมพลาสติกวิศวกรรมถูกนำมาใช้งานอย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีสมบัติทางกายภาพที่ดีกว่าเทอร์โมพลาสติกเชิงพาณิชย์ทั่วไป การวิจัยนี้ทำการศึกษาผลกระทบของการนำกลับมาผลิตของเทอร์โมพลาสติกที่มีต่อสมบัติทางกายภาพด้านความร้อนและความหนาแน่นของไนลอน 6,6 โพลิอีเทอร์อิมมีดและโพลิออกซีเมทธิลีน จากการศึกษาพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของค่ากลาสทรานซิชั่น (T_g) ความร้อนที่ใช้ในการหลอมตัวและความหนาแน่นของพอลิเมอร์หลังการนำกลับมาผลิตใหม่ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้ขึ้นอยู่กับโครงสร้างของพอลิเมอร์ โดยเฉพาะพอลิเมอร์ที่มีความเป็นผลึกสูงเช่นไนลอนและโพลิออกซีเมทธิลีนหลังจากการนำกลับมาผลิตพบว่าสภาพผลึกไม่เปลี่ยนแปลง แต่ความทนทานต่อความร้อนลดลง ส่วนโพลิอีเทอร์อิมมีดที่มีโครงสร้างเป็นพอลิเมอร์อสัณฐานหลังจากการนำกลับมาผลิตพบว่าความหนาแน่นและความทนทานต่อความร้อนลดลง

ABSTRACT

942015 : POLYMER SCIENCE PROGRAM

KEY WORDS : POLYETHERIMIDE/ POLYOXYMETHYLENE/ NYLON 6,6/ THERMO-PHYSICAL PROPERTY/ DENSITY

SUWIMOL CHALUAYDUMRONG: REPROCESSING OF ENGINEERING THERMOPLASTICS (NYLON 6,6, PEI, POM) EFFECTS ON THERMO-PHYSICAL PROPERTIES. THESIS ADVISORS: ASST. PROF. DAVID C. MARTIN, ASSOC. PROF. KANCHANA TRAKULCOO. 45 pp. ISBN 974-633-850-1

Engineering thermoplastics have become widely used because of their good physical properties compared with commodity thermoplastics. Polyether imide, nylon 66 and polyoxymethylene were selected in order to study the effects of reprocessing on their physical properties based on thermal characteristics and density measurement. The changes in glass transition temperature, heat of fusion and density were observed. The results showed that these engineering thermoplastics all showed the ability to be reprocessed and the effects of reprocessing were dependent on the structure of polymers. A constant degree of crystallinity and decrease in thermal stability was observed in reprocessed crystalline polymers, e.g. nylon and POM. The amorphous PEI polymer showed a decrease in density and slight decrease in thermal stability after reprocessing.

ACKNOWLEGEMENTS

I would like to give the special thanks to my advisors, Asst.Prof. David C. Martin of the University of Michigan and Asso.Prof. Kanchana Trakulcoo of the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, for their helpful suggestion and kindly take care throughout this work. I would also like to acknowledge the Petroleum Authority of Thailand and UDLP for the financial support during my study at the college and the visit to the University of Michigan in USA.

Thanks to all the staff of the Petroleum and Petrochemical College and my friends for their helps and kindness. Finally, the very special thanks to my family for giving love, encouragement and supporting in everything.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER		PAGE
	Title Page	i
	Abstract	ii
	Acknowledgments	iii
	Table Of Contacts	v
	List Of Figures	vii
I	**INTRODUCTION**	
	1.1 Background	1
	1.2 Engineering Thermoplastics	1
	1.3 Literature Review	3
	1.4 Objective	4
	1.5 Scope of Research Work	4
II	**EXPERIMENTAL DETAILS**	
	2.1 Materials	6
	2.1.1 Polyacetal	6
	2.1.2 Polyamide	7
	2.1.3 Polyetherimide	8
	2.2 Processing	8
	2.3 Characterization	10
	2.3.1 Thermal Analysis	10

CHAPTER PAGE

2.3.2 Density Measurement 11

III RESULTS AND DISCUSSIONS

3.1 Effects on Density 13
3.2 Effects on Transition Temperature 18
3.2.1 Effects on Glass Transition Temperature 19
3.2.2 Effects on Heat of Fusion 23
3.3 Effects on Thermal Stability 25

IV CONCLUSIONS 33

REFERENCES 34

LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
2.1	Chemical structure of POM.	6
2.2	Chemical structure of nylon 6,6.	7
2.3	Chemical structure of PEI.	8
2.4	Processing flow chart.	9
2.5	Sartorius density kit.	12
3.1	Density of reprocessing PEI.	14
3.2	Melt viscosity of reprocessing PEI by capillary rheometer at 355 ^{o}C and shear rate 59.06 sec $^{-1}$.	14
3.3	Density and % crystallinity of reprocessed nylon —▲— density ---◆- - - % crystallinity.	16
3.4	Density of reprocessed POM.	17
3.5	Melt flow index of reprocessed POM.	18
3.6	DSC thermogram of PEI.	20
3.7	T_g of reprocessed PEI.	20
3.8	DSC thermogram of nylon.	21
3.9	T_g of reprocessed nylon.	22
3.10	H_f and % crystallinity of reprocessed nylon —▲— density ---◆- - - % crystallinity.	23
3.11	DSC thermogram of POM.	24
3.12	H_f and % crystallinity of reprocessed POM —▲— H_f ---◆- - - % crystallinity.	25
3.13	TGA thermogram of POM, nylon and PEI.	26

FIGURE **PAGE**

3.14 Onset and half life temperature of reprocessed PEI
—▲— onset ---◆- - - half life. 27
3.15 Reaction interval of reprocessed PEI. 28
3.16 Onset and half life temperature of reprocessed nylon
—▲— half life ---◆- - onset. 29
3.17 Reaction interval of reprocessed nylon. 29
3.18 Optical photomicrographs of reprocessed nylon. 31
3.19 Onset and half life temperature of reprocessed POM
—▲— half life ---◆- - - onset. 31
3.20 Reaction interval of reprocessed POM. 32