

**REPROCESSING OF ENGINEERING THERMOPLASTICS  
(NYLON 6,6, PEI, POM)  
EFFECTS ON MECHANICAL PROPERTIES**

**Ms. Kamolrat Thienthanawanith**

**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 974-633-852-8**

**Thesis Title** : Reprocessing of Engineering Thermoplastics  
( Nylon 6,6, PEI, POM )  
Effects on Mechanical Properties

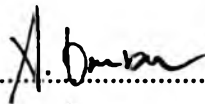
**By** : Ms. Kamolrat Thienthanawanith

**Program** : Polymer Science

**Thesis Advisors** : 1. Asst. Prof. David C. Martin  
2. Assoc. Prof. Kanchana Trakulcoo

---

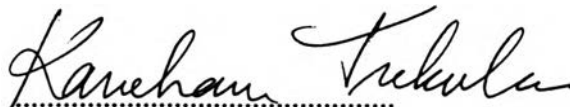
Accepted by the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science.

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

Thesis Committee



(Asst. Prof. David C. Martin)



(Assoc. Prof. Kanchana Trakulcoo)

  
.....

(Assoc. Prof. Anuvat Sirivat)

## ABSTRACT

##942002 : Major Polymer Science

Keyword : Nylon 6,6/Polyacetal/Polyetherimide/Mechanical Properties  
/Reprocessing/Degradation

Kamolrat Thienthanawanith : Reprocessing Of Engineering  
Thermoplastics (Nylon 6,6 Pei, Pom) Effects On The  
Mechanical Properties : Thesis Advisors : Asst. Prof. David  
C. Martin And Assoc. Prof. Kanchana Trakulcoo. Pp 40  
ISBN 974-633-852-8

The relationship between some mechanical properties (tensile strength, flexural strength, and impact resistance) and the number of reprocessing passes was studied in order to evaluate the degree of degradation of the materials.

The effects of reprocessing by a twin screw extruder on the mechanical properties of the engineering thermoplastics, namely Nylon 6,6 (Zytel), Poly (ether imide) (Ultem), and Poly (oxy methylene) (Delrin), were investigated. In addition, the density was measured to estimate the percentage of crystallinity which has a major effect on the mechanical properties.

## บทคัดย่อ

กมลรัตน์ เขียรธนาวิชย์ : ผลของการนำมาผลิตใหม่ต่อสมบัติทางกลของพลาสติก  
วิศวกรรม (ไนลอน 66 โพลีออกซีเมทิลีน และ โพลีเอเทอร์อิมมายด์) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. เดวิด  
ซี มาร์ติน รศ.ดร. กัญจนา ตระกูลคุ 48 หน้า ISBN 974-633-852-8

การนำพลาสติกหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่เป็นที่นิยมมากขึ้นในปัจจุบันเนื่องจากปัญหาสิ่งแวดล้อม และเป็น การลดต้นทุนการผลิต แต่การผ่านขบวนการผลิตมีผลทำให้สมบัติทางกลของพลาสติกลดลง เนื่อง จากเกิดการสลายตัวโดยทางกล ความร้อน หรือ ปฏิกิริยาออกซิเดชัน

งานวิจัยนี้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางกลกับจำนวนครั้งในการผลิต พลาสติกที่ใช้ในงาน  
วิจัยนี้ได้แก่ ไนลอน 66 โพลีออกซีเมทิลีน และ โพลีเอเทอร์อิมมายด์ จากการศึกษาพบว่าการนำพลาสติก  
หมุนเวียนมาใช้ใหม่ สามารถทำได้โดยผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปใหม่นั้น จะนำไปใช้ได้ในงานที่ไม่ต้องคำนึงถึงสมบัติ  
ทางกล โดยเฉพาะการทนต่อแรงกระแทกเป็นสมบัติหลัก

## ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to acknowledge the Petroleum Authority of Thailand for financial support. I would like to thank the Petroleum and Petrochemical college for giving me a chance to study and giving me great knowledge in this field

I would like to give special thanks to my advisors, Asst. Prof. David C. Martin and Asso. Prof. Kanchana Trakulcoo for their helpful advice. I would like to acknowledge UDLP for financial support of my visit to University of Michigan.

Thanks to the college staff for their help and also my friends in the polymer science major. Special thanks to my parents for giving me love and encouragement.

## TABLE OF CONTENTS

<b>CHAPTER</b>	<b>PAGE</b>
Title Page	i
Abstract	ii
Acknowledgment	iv
Table of Content	v
List of Tables	vii
List of Figures	viii
<b>I INTRODUCTION</b>	
1.1 Engineering Thermoplastics	1
1.1.1 Nylon 6, 6	1
1.1.2 Polyoxymethylene(POM, Polyacetal, Acetal)	3
1.1.3 Polyetherimide (PEI)	5
1.2 Mechanical properties	7
1.2.1 Tensile strength	7
1.2.2 Flexural strength	8
1.2.3 Impact resistance	8
1.3 Literature survey	9
1.4 Objective	11
<b>II METHODOLOGY</b>	
2.1 Materials and processing	12
2.2 Mechanical testing	13

<b>CHAPTER</b>	<b>PAGE</b>
2.2.1 Tensile testing	14
2.2.2 Flexural testing	14
2.2.3 Impact testing	15
2.3 Density	15
<b>III RESULTS AND DISCUSSION</b>	
3.1 Nylon 6, 6	16
3.2 Polyoxymethylene (POM)	23
3.3 Polyetherimide (PEI)	30
<b>IV CONCLUSIONS</b>	36
<b>REFERENCES</b>	37

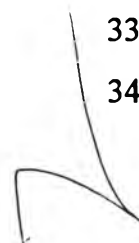
**LIST OF TABLES**

<b>TABLE</b>		<b>PAGE</b>
2.1	Processing conditions for engineering thermoplastics	13
2.2	Compression conditions for engineering thermoplastics	13
3.1	The mechanical properties of nylon 6,6 (Zytel101)	16
3.2	The mechanical properties of Polyoxymethylene (Delrin500)	23
3.3	The mechanical properties of Polyetherimide (Ultem1000)	30



## LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
1.1	The chemical structure of nylon 6,6.	2
1.2	The chemical structure of polyoxymethylene.	4
1.3	The chemical structure of polyetherimide.	6
2.1	The experimental step of reprocessing of engineering thermoplastics.	12
2.2	Dog bone shape dimension for tensile testing.	14
2.3	Three-point bending of flexural testing.	14
3.1	The tensile strength of reprocessed nylon 6, 6.	17
3.2	The flexural strength of reprocessed nylon 6, 6.	18
3.3	The impact strength of reprocessed nylon 6, 6.	19
3.4	The density of reprocessed nylon 6, 6.	20
3.5	The percentage of crystallinity of reprocessed nylon 6, 6.	20
3.6	The thermo-oxidation of nylon 6, 6.	21
3.7	The tensile strength of reprocessed polyoxymethylene.	24
3.8	The flexural strength of reprocessed polyoxymethylene.	25
3.9	The impact strength of reprocessed polyoxymethylene.	26
3.10	The density of reprocessed polyoxymethylene.	27
3.11	The Melt Flow Index of reprocessed polyoxymethylene.	27
3.12	The Molecular weight of reprocessed of polyoxymethylene.	28
3.13	The tensile strength of reprocessed polyetherimide.	31
3.14	The flexural strength of reprocessed polyetherimide.	32
3.15	The impact strength of reprocessed polyetherimide.	33
3.16	The density of reprocessed polyetherimide.	34



<b>FIGURE</b>		<b>PAGE</b>
3.17	The viscosity of reprocessed polyetherimide at shear rate 50.6 sec. <sup>-1</sup>	35