

ผลของการผสมโพลิพรพิลีนชนิดโคโพลิเมอร์ที่มีต่อสมบัติเชิงกล
และสมบัติทางกายภาพของโพลิพรพิลีนชนิดโฮโมโพลิเมอร์



นายนาคินทร์ สดสุขชาติ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2539

ISBN 974-634-270-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**EFFECTS OF POLYPROPYLENE-COPOLYMER BLENDING ON MECHANICAL
AND PHYSICAL PROPERTIES OF POLYPROPYLENE HOMOPOLYMER**



Mr. Nakin Sodsuchart

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Chemical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1996

ISBN 974-634-270-3

C416686 : MAJOR CHEMICAL ENGINEERING
KEY WORD: POLYPROPYLENE / POLYMER BLENDING / HOMOPOLYMER / COPOLYMER

NAKIN SODSUCHART : EFFECTS OF POLYPROPYLENE-COPOLYMER BLENDING ON
MECHANICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF POLYPROPYLENE HOMOPOLYMER. THESIS
ADVISOR : ASSO. PROF. URA PANCHAROEN, D.Eng.Sc. THESIS CO-ADVISOR : MR. CHAIWAT
SRIBENJAMAPORN. 84 PP. ISBN 974-634-270-3



The objective of this thesis was to evaluate the effects of Polypropylene-Copolymer blending on mechanical and physical properties of Polypropylene-Homopolymer i.e. :- Melt Flow Index, Melting Temperature, Izod Notched Impact Strength, Hardness, Tensile Strength at Yield, Flexural Strength, Flexural Modulus and Heat Deflection Temperature. Kinds of copolymer are Block copolymer and Random copolymer with the various composition 10-90 percent by weight. The specimens was fabricated by Injection Molding Machine. It was found that the properties of Polymer Blends lay between Homopolymer and Copolymer the better impact strength was found in the case of blending with Block copolymer and the lower Melting Temperature was found in the case of blending with Random copolymer.

ภาควิชา.....วิศวกรรมเคมี

สาขาวิชา.....วิศวกรรมเคมี

ปีการศึกษา..... 2538

ลายมือชื่อนิสิต.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



C416686 : MAJOR CHEMICAL ENGINEERING
KEY WORD: POLYPROPYLENE / POLYMER BLENDING / HOMOPOLYMER / COPOLYMER

NAKIN SODSUCHART : EFFECTS OF POLYPROPYLENE-COPOLYMER BLENDING ON
MECHANICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF POLYPROPYLENE HOMOPOLYMER. THESIS
ADVISOR : ASSO. PROF. URA PANCHAROEN, D.Eng.Sc. THESIS CO-ADVISOR : MR. CHAIWAT
SIRIBENJAMAPORN. 84 PP. ISBN 974-634-270-3

The objective of this thesis was to evaluate the effects of Polypropylene-Copolymer blending on mechanical and physical properties of Polypropylene-Homopolymer i.e. :- Melt Flow Index, Melting Temperature, Izod Notched Impact Strength, Hardness, Tensile Strength at Yield, Flexural Strength, Flexural Modulus and Heat Deflection Temperature. Kinds of copolymer are Block copolymer and Random copolymer with the various composition 10-90 percent by weight. The specimens was fabricated by Injection Molding Machine. It was found that the properties of Polymer Blends lay between Homopolymer and Copolymer the better impact strength was found in the case of blending with Block copolymer and the lower Melting Temperature was found in the case of blending with Random copolymer.

ภาควิชา.....วิศวกรรมเคมี

สาขาวิชา.....วิศวกรรมเคมี

ปีการศึกษา..... 2538

ลายมือชื่อนิสิต..... *Quat. mt*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... *Tom*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... *S. CHAIWAT*

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของการผสมโพลิโพรพิลีนชนิดโคโพลิเมอร์ที่มีต่อสมบัติเชิงกล
และสมบัติทางกายภาพของโพลิโพรพิลีนชนิดโฮโมโพลิเมอร์
โดย นายนาทินทร์ สดสุชาติ
ภาควิชา วิศวกรรมเคมี
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. อูรา ปานเจริญ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม นายชัยวัฒน์ สิริเบญจมาภรณ์



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

Sanit Suw...

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ อังสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

S. P... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. ปิยะสาร ประเสริฐธรรม)

Ura P... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. อูรา ปานเจริญ)

S. Ch... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(นายชัยวัฒน์ สิริเบญจมาภรณ์)

Suwan P... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. สุพจน์ พัฒนะศรี)



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้เขียนได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร. อูรา ปานเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางการวิจัย และให้ข้อคิดเห็นต่างๆ ในการแก้ไขปัญหา ตลอดจนช่วยแก้ไขและเพิ่มเติมวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จเป็นรูปเล่ม ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย ศาสตราจารย์ ดร.ปิยะสาร ประเสริฐธรรม ประธานกรรมการ, อาจารย์ ดร.สุพจน์ พัฒนะศรี และ คุณชัยวัฒน์ สิริเบญจภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้ให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ของแผนกควบคุมคุณภาพ บริษัท อุตสาหกรรมปิโตร เคมีกัลไทย จำกัด (มหาชน) ที่ได้ให้ข้อมูลและสนับสนุนทางเครื่องมือ อุปกรณ์ในการทำวิจัย

ขอขอบคุณ คุณอัครพร สุทธิบุญชร และ คุณอนุวัชร โภธินาม ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการจัดพิมพ์วิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายนี้ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณบิดาและมารดา ที่ให้กำลังใจมาโดยตลอด และขอขอบพระคุณท่านอาจารย์และอีกหลายท่านที่ได้กล่าวนามในที่นี้ ที่ได้ช่วยเหลือและให้คำแนะนำจนทำให้การวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สารบัญ



	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช

บทที่

1. บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	5
1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย.....	6
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	6
2. ทฤษฎี.....	7
2.1 โครงสร้างพื้นฐานของโพลิเมอร์.....	7
2.2 การจัดเรียงตัวของโมเลกุล.....	10
2.3 ความเป็นผลึก (Crystallinity).....	14
2.4 อิทธิพลของความเป็นผลึกต่อสมบัติของโพลิเมอร์.....	15
2.5 โพลิเมอร์แบบผสม.....	15
2.6 โพลิโพรพิลีน.....	16
2.7 โพลิโพรพิลีนชนิดไฮโมโพลิเมอร์.....	17
2.8 โพลิโพรพิลีนชนิดโคโพลิเมอร์.....	17
2.9 กระบวนการผลิตโพลิโพรพิลีนในเชิงอุตสาหกรรม.....	18

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3. การทดลอง.....	21
3.1 วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการทดลอง.....	21
3.2 สูตรที่ใช้ในการทดลอง.....	22
3.3 วิธีการทดลอง.....	22
3.4 การทดสอบดัชนีการไหล.....	28
3.5 การทดสอบความต้านทานแรงกระแทก.....	30
3.6 การทดสอบความแข็ง.....	33
3.7 การทดสอบความต้านทานแรงดึง.....	36
3.8 การทดสอบความทนต่อการบิดงอและ โมดูลัสของการบิดงอ.....	38
3.9 การทดสอบอุณหภูมิการบิดเบี้ยวด้วยความร้อน.....	41
3.10 การหาค่าอุณหภูมิหลอมเหลว.....	43
4. ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	44
4.1 การทดสอบค่าดัชนีการไหล.....	44
4.1.1 ผลของการผสมโพลีโพรพิลีนชนิดบล็อกโคโพลิเมอร์.....	44
4.1.2 ผลของการผสมโพลีโพรพิลีนชนิดแรนดัมโคโพลิเมอร์.....	44
4.2 การทดสอบค่าอุณหภูมิหลอมเหลว.....	45
4.2.1 ผลของการผสมโพลีโพรพิลีนชนิดบล็อกโคโพลิเมอร์.....	45
4.2.2 ผลของการผสมโพลีโพรพิลีนชนิดแรนดัมโคโพลิเมอร์.....	46
4.3 การทดสอบค่าความต้านทานแรงกระแทก.....	47
4.3.1 ผลของการผสมโพลีโพรพิลีนชนิดบล็อกโคโพลิเมอร์.....	47
4.3.2 ผลของการผสมโพลีโพรพิลีนชนิดแรนดัมโคโพลิเมอร์.....	47
4.4 การทดสอบค่าความต้านทานแรงดึง.....	48
4.4.1 ผลของการผสมโพลีโพรพิลีนชนิดบล็อกโคโพลิเมอร์.....	48
4.4.2 ผลของการผสมโพลีโพรพิลีนชนิดแรนดัมโคโพลิเมอร์.....	48

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.5 การทดสอบค่าความทนต่อการบิดงอ.....	49
4.5.1 ผลของการผสมโพลีพรพิลีนชนิดบล็อกโคโพลิเมอร์.....	49
4.5.2 ผลของการผสมโพลีพรพิลีนชนิดแรนดัมโคโพลิเมอร์.....	49
4.6 การทดสอบค่าโมดูลัสของการบิดงอ.....	51
4.6.1 ผลของการผสมโพลีพรพิลีนชนิดบล็อกโคโพลิเมอร์.....	51
4.6.2 ผลของการผสมโพลีพรพิลีนชนิดแรนดัมโคโพลิเมอร์.....	51
4.7 การทดสอบค่าความแข็ง.....	52
4.7.1 ผลของการผสมโพลีพรพิลีนชนิดบล็อกโคโพลิเมอร์.....	52
4.7.2 ผลของการผสมโพลีพรพิลีนชนิดแรนดัมโคโพลิเมอร์.....	52
4.8 การทดสอบค่าอุณหภูมิการบิดเบี้ยวด้วยความร้อน.....	53
4.8.1 ผลของการผสมโพลีพรพิลีนชนิดบล็อกโคโพลิเมอร์.....	53
4.8.2 ผลของการผสมโพลีพรพิลีนชนิดแรนดัมโคโพลิเมอร์.....	54
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	56
5.1 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	56
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	57
รายการอ้างอิง.....	58

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ก	รายละเอียดผลการทดลอง.....	62
ภาคผนวก ข	การเลือกใช้ความเร็วฉีดและความดันฉีดแช่แบบเป็นชั้น.....	73
ภาคผนวก ค	ระยะเวลาในการฉีดพลาสติกต่อวัฏจักร.....	75
ภาคผนวก ง	อุณหภูมิสำหรับฉีดโพลีโพรพิลีน.....	78
ภาคผนวก จ	ราคาเม็ดพลาสติกในประเทศไทย.....	79
ภาคผนวก ฉ	ปริมาณการผลิตโพลีโพรพิลีนในประเทศไทย.....	80
ภาคผนวก ช	การกระจายตัวของน้ำหนักโมเลกุล.....	81
ภาคผนวก ซ	การคำนวณต้นทุน.....	83
ชีวประวัติ	84

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่	
1.1 ปริมาณความต้องการใช้เม็ดพลาสติกในประเทศไทยช่วงปี 1989-2000.....	3
1.2 จำนวนโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกที่จดทะเบียนต่อ กระทรวงอุตสาหกรรมในปี พ.ศ. 2529-2536.....	4
2.1 สมบัติทางกายภาพของโพลิโพรพิลีน	18
3.1 สมบัติโดยทั่วไปของโพลิโพรพิลีน.....	21
3.2 อัตราส่วนของสูตรผสมที่ใช้ในการทดลอง.....	22
ก.1 สมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของโพลิโพรพิลีน.....	62
ก.2 สมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของการผสมโพลิโพรพิลีนชนิด บล็อกโคโพลิเมอร์ลงในโพลิโพรพิลีนชนิดโฮโมโพลิเมอร์.....	63
ก.3 สมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของการผสมโพลิโพรพิลีนชนิด แรนดัมโคโพลิเมอร์ลงในโพลิโพรพิลีนชนิดโฮโมโพลิเมอร์.....	64
ก.4 แสดงค่าดัชนีการไหล (Melt Flow Index) ของPolyblends ระหว่าง PP-Homopolymer กับ PP-Block Copolymer.....	65
ก.5 แสดงค่าดัชนีการไหล (Melt Flow Index) ของPolyblends ระหว่าง PP-Homopolymer กับ PP-Random Copolymer.....	65
ก.6 แสดงค่าอุณหภูมิหลอมเหลว (Melting Temperature) ของPolyblends ระหว่าง PP-Homopolymer กับ PP-Block Copolymer.....	66
ก.7 แสดงค่าอุณหภูมิหลอมเหลว (Melting Temperature) ของPolyblends ระหว่าง PP-Homopolymer กับ PP-Random Copolymer.....	66
ก.8 แสดงค่าความต้านทานแรงกระแทก (Izod Notched Impact Strength) ของPolyblends ระหว่าง PP-Homopolymer กับ PP-Block Copolymer.....	67
ก.9 แสดงค่าความต้านทานแรงกระแทก (Izod Notched Impact Strength) ของPolyblends ระหว่าง PP-Homopolymer กับ PP-Random Copolymer.....	67
ก.10 แสดงค่าความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength at Yield) ของPolyblends ระหว่าง PP-Homopolymer กับ PP-Block Copolymer.....	68

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ก.11 แสดงค่าความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength at Yield)	
ของPolyblends ระหว่าง PP-Homopolymer กับ PP-Random Copolymer.....	68
ก.12 แสดงค่าความทนต่อการบิดงอ (Flexural Srtength)	
ของPolyblends ระหว่าง PP-Homopolymer กับ PP-Block Copolymer.....	69
ก.13 แสดงค่าความทนต่อการบิดงอ (Flexural Srtength)	
ของPolyblends ระหว่าง PP-Homopolymer กับ PP-Random Copolymer.....	69
ก.14 แสดงค่าโมดูลัสของการบิดงอ (Flexural Modulus)	
ของPolyblends ระหว่าง PP-Homopolymer กับ PP-Block Copolymer.....	70
ก.15 แสดงค่าโมดูลัสของการบิดงอ (Flexural Modulus)	
ของPolyblends ระหว่าง PP-Homopolymer กับ PP-Random Copolymer.....	70
ก.16 แสดงค่าความแข็ง (Rockwell Hardness)	
ของPolyblends ระหว่าง PP-Homopolymer กับ PP-Block Copolymer.....	71
ก.17 แสดงค่าความแข็ง (Rockwell Hardness)	
ของPolyblends ระหว่าง PP-Homopolymer กับ PP-Random Copolymer.....	71
ก.18 แสดงค่าอุณหภูมิบิดเบี้ยวด้วยความร้อน (Heat Deflection Temperature)	
ของPolyblends ระหว่าง PP-Homopolymer กับ PP-Block Copolymer.....	72
ก.19 แสดงค่าอุณหภูมิบิดเบี้ยวด้วยความร้อน (Heat Deflection Temperature)	
ของPolyblends ระหว่าง PP-Homopolymer กับ PP-Random Copolymer.....	72
จ.1 สถิติราคาเม็ดพลาสติกในประเทศไทยปี 2538.....	79
ฉ.1 ประมาณการปริมาณการผลิตโพลิโพรพิลีนในประเทศไทย.....	80
ช.1 ค่า Mw/Mn ในโพลิเมอร์สังเคราะห์.....	82

สารบัญญภาพ

รูปที่	หน้า
1.1 แนวโน้มการใช้เหล็กและพลาสติกของโลก.....	1
2.1 โพลีเมอร์แบบเส้น.....	8
2.2 โพลีเมอร์แบบกึ่ง.....	8
2.3 โพลีเมอร์แบบเชื่อมขวาง.....	8
2.4 โพลีเมอร์แบบตาข่าย.....	9
2.5 โครงสร้างของโพลีเมอร์.....	11
2.6 โครงสร้างของโคโพลีเมอร์.....	13
2.7 แผนภูมิแสดงการผลิตโพลิโพรพิลีนในเชิงอุตสาหกรรม.....	20
3.1 การเตรียมเม็ดพลาสติก (Polyblends Pellet).....	24
3.2 Twin Screw Extruder “LEISTRITZ” และ Trumbler Mixer “BOSCO”.....	25
3.3 การเตรียมชิ้นงานทดสอบ (Specimens).....	26
3.4 Injection Molding Machine “JSW” Model J-101 SBS.....	27
3.5 Capillary Rheometer “KAYENESS”.....	29
3.6 ชิ้นงานที่จะนำมาวัดค่าความต้านทานแรงกระแทก.....	31
3.7 Izod Impact Tester “YASUDA”.....	32
3.8 ชิ้นงานที่จะนำมาวัดค่าความแข็ง.....	33
3.9 Hardness Tester “MATSUZAWA SEIKI” DXT-1.....	35
3.10 ชิ้นงานที่จะนำมาวัดค่าความต้านทานแรงดึง.....	36
3.11 Universal Testing Machine “INSTRON 4302”.....	37
3.12 การทดสอบค่าความต้านทานต่อการบิดงอและค่าโมดูลัสของการบิดงอ.....	40
3.13 การทดสอบอุณหภูมิการบิดเบี้ยวด้วยความร้อน.....	42
3.14 Differential Scanning Calorimeter “NETZSCH DSC 200”.....	43
4.1 แสดงการเปรียบเทียบ Melt Flow Index 230/2.16 ของ PP-Homopolymer ที่มีการเติม Random Copolymer และ Block Copolymer.....	44

สารบัญญภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.2 แสดงการเปรียบเทียบ Melting Temperature ของ PP-Homopolymer ที่มีการเติม Random Copolymer และ Block Copolymer.....	46
4.3 แสดงการเปรียบเทียบ Izod Notched Impact Strength ของ PP-Homopolymer ที่มีการเติม Random Copolymer และ Block Copolymer.....	47
4.4 แสดงการเปรียบเทียบ Tensile Strength at Yield ของ PP-Homopolymer ที่มีการเติม Random Copolymer และ Block Copolymer.....	48
4.5 แสดงการเปรียบเทียบ Flexural Strength ของ PP-Homopolymer ที่มีการเติม Random Copolymer และ Block Copolymer.....	50
4.6 แสดงการเปรียบเทียบ Flexural Modulus ของ PP-Homopolymer ที่มีการเติม Random Copolymer และ Block Copolymer.....	51
4.7 แสดงการเปรียบเทียบ Rockwell Hardness ของ PP-Homopolymer ที่มีการเติม Random Copolymer และ Block Copolymer.....	53
4.8 แสดงการเปรียบเทียบ Heat Deflection Temp. ของ PP-Homopolymer ที่มีการเติม Random Copolymer และ Block Copolymer.....	54
ค.1 ระยะเวลาในการฉีดต่อวัฏจักร.....	75
ง.1 อุณหภูมิในช่วงต่างๆ สำหรับฉีดโพลีโพรพิลีน.....	78
ข.1 การกระจายตัวของ Molecular Weight.....	81