

สมบัติเชิงกลของฟิล์มพอลิโพรพิลีนที่ผสมพอลิคาร์บอนเนต

นายอำนาจ ลาภเกษมสุข



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-639-003-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 14200795

**MECHANICAL PROPERTIES OF POLYCARBONATE FILLED
POLYPROPYLENE FILM**

Mr. Amnuay Larpkasemsuk

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Applied Polymer Science and Textile Technology**

Department of Materials Science

Graduate School

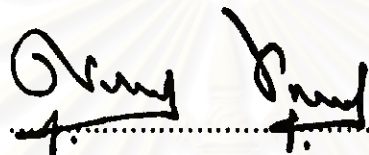
Chulalongkorn University

Academic Year 1997

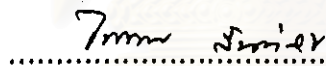
ISBN 974-639-003-1

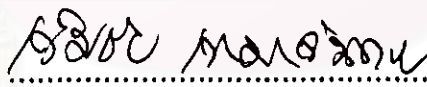
หัวข้อวิทยานิพนธ์ สมบัติเชิงกลของฟิล์มพอลิไพโรฟิลีนที่ผสมพอลิคาร์บอนเนต
โดย นายอำนาจ ลากเกษมสุข
ภาควิชา วัสดุศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เข็มชัย เหมะจันทร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทมหาบัณฑิต

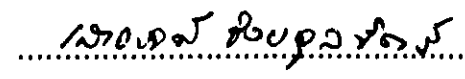

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชูติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ไพพรรณ ลั่นดีสุข)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เข็มชัย เหมะจันทร์)


..... กรรมการ
(อาจารย์ชวลิต แสงสวัสดิ์)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์เสาวรณ ชูช่วยจิตร)

อำนวช ลากเกษมสุข : สมบัติเชิงกลของฟิล์มพอลิโพรพิลีนที่ผสมพอลิคาร์บอเนต
(MECHANICAL PROPERTIES OF POLYCARBONATE FILLED POLYPROPYLENE)

อ.ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. เข็มชัย เหมะจันทร์, 90 หน้า, ISBN 974-639-003-1

การผลิตฟิล์มเนื้อผสมพอลิโพรพิลีนกับพอลิคาร์บอเนตได้ทำขึ้นโดยเพิ่มพอลิคาร์บอเนตหลายระดับจนถึง 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ฟิล์มเนื้อผสมนี้ได้เตรียมขึ้นเพื่อปรับปรุงความคงทนต่อการฉีกขาดของฟิล์มพอลิโพรพิลีน จุดประสงค์หลักของการทดลองนี้ เพื่อหาอิทธิพลของพอลิคาร์บอเนตที่มีต่อสมบัติเชิงกลของฟิล์มเนื้อผสมที่เปอร์เซ็นต์ต่างๆ โดยปริมาตรของพอลิคาร์บอเนต ฟิล์มเนื้อผสมเตรียมโดยการผสมด้วยการอัดรีดแบบสกรูคู่แบบที่มีการหมุนสวนทางกันแล้วนำไปขึ้นรูปเป็นฟิล์ม เพื่อทำการทดสอบสมบัติเชิงกลต่อไป

จากการทดสอบนี้พบว่า ฟิล์มเนื้อผสมของพอลิโพรพิลีนกับพอลิคาร์บอเนตที่มีปริมาณของพอลิคาร์บอเนต 5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรให้ค่าความคงทนต่อการฉีกขาดสูงสุดทั้งแนวเครื่องจักรและแนวขวางในขณะที่ฟิล์มเนื้อผสมที่มีปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรให้ค่าความเหนียวสูงสุดในแนวเครื่องจักร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วัสดุศาสตร์
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ
ปีการศึกษา 2540

ลายมือชื่อนิติกร
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C826352 : MAJOR APPLIED POLYMER SCIENCE AND TEXTILE TECHNOLOGY
KEY WORD: MECHANICAL PROPERTIES / POLYPROPYLENE FILM / POLYCARBONATE

AMNOUY LARPKASEMSUK : MACHANICAL PROPERTIES OF POLYCARBONATE FILLED
POLYPROPYLENE FILM. THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. KHEMCHAI HEMMACHANDRA,PhD.
90 pp. ISBN 974-639-003-1

Composite of polycarbonate blended polypropylene have been formulated with polycarbonate with a range of up to 25 volume percent. Such composites have been prepared to improve tear resistance of pure polypropylene film. The primary objective of this investigation was to evaluate the effect of polycarbonate on the subsequent mechanical properties of the composite films. The mechanical properties of the composites were determined for a range of volume percent of polycarbonate.

The composites were compounded by counter-rotating twin screw extrusion and then moulded into film for subsequent mechanical tests.

It was established that at five volume percent polycarbonate blended polypropylene composite film gave maximum tear resistance while ten volume percent polycarbonate gave maximum tensile strength in both machine and transverse direction.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วัสดุศาสตร์.....
วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ.....
สาขาวิชา.....
ปีการศึกษา..... 2540.....
ลายมือชื่อนิสิต.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ด้วยกำลังใจและการสนับสนุนให้โอกาสทางการศึกษาจากมารดาผู้วิจัย และคำแนะนำ ความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผศ.ดร.เข้มชัย เหมะจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ชวลิต แสงสวัสดิ์ หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

ขอขอบคุณคณาจารย์ประจำภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้ความรู้ ตลอดจนคำปรึกษา แนะนำต่างๆ คณาจารย์และเจ้าหน้าที่ทุกท่านประจำศูนย์วิจัยและมีกอบรมอุตสาหกรรมพลาสติก และ สาขาวิชาวิศวกรรมพลาสติก คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ที่ให้ความเอื้อเพื่อใช้สถานที่ และอุปกรณ์ทดสอบ

ขอขอบคุณบริษัท เอ็ม เอ็ม ซี โปลิเมอร์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์เม็ดพลาสติกพอลิโพรพิลีน

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณเพื่อนร่วมชั้นเรียนทุกท่านที่มีน้ำใจเอื้อเฟื้อและช่วยเหลือ ผู้วิจัยเสมอมา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	๖
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	๗
กิตติกรรมประกาศ	๘
สารบัญ	๗
สารบัญตาราง	๗
สารบัญภาพ	๗
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทัศน์	4
2.1 ความเป็นมาและการใช้ฟิล์มพลาสติกในงานบรรจุภัณฑ์	4
2.2 สมบัติของฟิล์มพลาสติก	6
2.2.1 สมบัติทางกล	6
2.2.2 สมบัติทางกายภาพและเคมี	8
2.2.3 สมบัติทางแสง	9
2.3 การผลิตฟิล์ม	9
2.4 สมบัติของพอลิโพรพิลีน	17
2.5 สมบัติของพอลิคาร์บอเนต	19
2.6 การผสมพลาสติก	21
2.7 การศึกษาพอลิเมอร์ผสม	28
3. การดำเนินการวิจัย	34
3.1 วัสดุและอุปกรณ์	34
3.1.1 วัสดุ	34
3.1.2 อุปกรณ์	35

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 วิธีการทดลอง	36
3.2.1 การออกแบบการทดลอง	36
3.2.2 การศึกษาสมบัติเชิงความร้อน	38
3.2.3 การเตรียมเม็ดพลาสติกผสม	39
3.2.4 การหาความหนาแน่น	43
3.2.5 การหาความหนาแน่นปรากฏ และ pourability	46
3.2.6 การหาค่าดรรชนีการไหล	47
3.2.7 การขึ้นรูปฟิล์มพลาสติกโดยการเป่า	49
3.2.8 การขึ้นรูปฟิล์มพลาสติกโดยการหล่อ	49
3.2.9 การทดสอบความทนแรงดึง	51
3.2.10 การทดสอบการฉีกขาด	53
3.2.11 การทดสอบความขุ่น	56
4. การทดลองและการวิจารณ์	58
4.1 การศึกษาสมบัติเชิงความร้อน	58
4.2 ภาวะพลาสติกผสม	60
4.3 ผลการทดลองความหนาแน่น	62
4.4 ผลการทดลองความหนาแน่นปรากฏ และ pourability	65
4.5 ผลการทดลองค่าดรรชนีการไหล	68
4.6 การศึกษาภาวะการผลิตฟิล์ม	70
4.7 การศึกษาความทนแรงดึง	73
4.8 การศึกษาความขุ่น	76
4.9 การศึกษาความทนการฉีกขาด	79

สารบัญ (ต่อ)

5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	82
5.1	สรุปผลการวิจัย	82
5.2	ข้อเสนอแนะ	83
	รายการอ้างอิง	84
	ภาคผนวก	87
	ประวัติผู้วิจัย	90



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การใช้บรรจุภัณฑ์ฟิล์มทดแทนบรรจุภัณฑ์หลักของสินค้าบางประเภท	5
2.2 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียการใช้เครื่องผสมพลาสติกแบบสกรูคู่และสกรูเดี่ยว	26
3.1 สมบัติของเม็ดพลาสติกพอลิคาร์บอเนต เครื่องหมายการค้า Makrolon	34
3.2 สมบัติของเม็ดพลาสติกพอลิโพรพิลีน เครื่องหมายการค้า Pro-fax	35
3.3 แสดงอัตราส่วนการผสมของเม็ดพลาสติกพอลิโพรพิลีนชนิดเป่าฟิล์ม และชนิดหล่อฟิล์มกับเม็ดพลาสติกพอลิคาร์บอเนต	40
4.1 แสดงภาวะการตั้งเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ที่มีการหมุนของสกรูสวนทางกัน	60
4.2 แสดงค่าความหนาแน่นของพลาสติกพอลิโพรพิลีนเกรดงานเป่าที่เดิม พอลิคาร์บอเนต	63
4.3 แสดงค่าความหนาแน่นของพลาสติกพอลิโพรพิลีนเกรดงานหล่อที่เดิม พอลิคาร์บอเนต	63
4.4 แสดงค่าความหนาแน่นปรากฏและ pourability ของเม็ดพลาสติก ผสมพอลิโพรพิลีนชนิดเป่าฟิล์ม	66
4.5 แสดงค่าความหนาแน่นปรากฏและ pourability ของเม็ดพลาสติก ผสมพอลิโพรพิลีนชนิดหล่อฟิล์ม	67
4.6 แสดงค่าดัชนีการไหลของพลาสติกผสม พอลิโพรพิลีนชนิดเป่าฟิล์ม	69
4.7 แสดงค่าดัชนีการไหลของพลาสติกผสม พอลิโพรพิลีนชนิดหล่อฟิล์ม	69
4.8 แสดงภาวะการเครื่องอัดรีดฟิล์มและการผลิตฟิล์มเป่า	70
4.9 แสดงภาวะการเครื่องอัดรีดฟิล์มและการผลิตฟิล์มหล่อ	71
4.10 แสดงความขนาดของฟิล์มที่ผลิต	72
4.11 ผลการทดสอบแรงดึงของฟิล์มพอลิโพรพิลีนที่เดิมพอลิคาร์บอเนต ที่ได้จากกระบวนการเป่าฟิล์ม	73

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.12 ผลการทดสอบแรงดึงของฟิล์มพอลิโพรพิลีนที่เติมพอลิคาร์บอเนต ที่ได้จากกระบวนการหล่อฟิล์ม	74
4.13 แสดงค่าความขุ่นพลาสติกพอลิโพรพิลีน เกรดงานเป่า ที่เติมพอลิคาร์บอเนต	77
4.14 แสดงค่าความขุ่นของพลาสติกพอลิโพรพิลีน เกรดงานหล่อ ที่เติมพอลิคาร์บอเนต	78
4.15 แสดงผลการทดสอบความทนการฉีกขาดของฟิล์มพอลิโพรพิลีนที่เติม พอลิคาร์บอเนต จากกระบวนการเป่าฟิล์ม	80
4.16 แสดงผลการทดสอบความทนการฉีกขาดของฟิล์มพอลิโพรพิลีนที่เติม พอลิคาร์บอเนต จากกระบวนการหล่อฟิล์ม	80

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 แสดงปริมาณการใช้งานแต่ละชนิดในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ ตั้งแต่ ค.ศ. 1970-2000	2
1.2 แสดงปริมาณการใช้งานพลาสติกแต่ละชนิดในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ แต่ ค.ศ.1970-2000	3
2.1 แสดงองค์ประกอบของเครื่องอัดรีด	10
2.2 แสดงภาวะของเม็ดพลาสติกในกระบอบอก	12
2.3 แสดงการควบคุมอุณหภูมิกระบอบอก	14
2.4 แสดงสกรูในเครื่องอัดรีดพลาสติก.	14
2.5 แสดงหัวตายผลิตฟิล์มพลาสติกด้วยกระบวนการเป่า	15
2.6 แสดงกระบวนการผลิตฟิล์มเป่าพลาสติก	16
2.7 แสดงกระบวนการผลิตฟิล์มหล่อพลาสติก	16
2.8 เครื่องผสมพลาสติกแบบแห้ง	22
2.9 เครื่องผสมพลาสติกแบบ แบทช์	23
2.10 เครื่องอัดรีดพลาสติกแบบสกรูคู่	24
2.11 แสดง (ก) ทิศทางการหมุนของสกรูทางเดียวกัน (ข) มีทิศทางการหมุนของสกรูสวนทางกัน	25
2.12 แสดงการขนถ่ายพลาสติกภายในสกรู	27
2.13 ภาพถ่ายจาก Scanning Electron micrographs แสดงผิวหน้า ของพลาสติกผสมพอลิโพรพิลีน/พอลิคาร์บอเนต	29
2.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า MFI กับ ปริมาณ PC ที่ผสมใน PP ที่เปอร์เซ็นต์ต่างๆ โดยน้ำหนัก	31

สารบัญญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง % elongation กับ ปริมาณ PC ที่ผสมใน LDPE .โนเปอร์เซ็นโดยน้ำหนักต่างๆ	31
2.16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานการฉีกขาด กับ ปริมาณ PC ที่ผสมใน LDPE .โนโดยน้ำหนักเปอร์เซ็นต์ต่างๆ	32
2.17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Tensile strength (N/mm ²) กับ ปริมาณ PC ที่ผสมใน PP .โนอัตราเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่างๆ	32
3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินการทดลอง	37
3.2 เครื่อง Differential Scanning Calorimetry	39
3.3 เครื่องผสมแบบแขนเหวี่ยง	41
3.4 เครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่	42
3.5 การเตรียมอุปกรณ์วัดความหนาแน่น	45
3.6 อุปกรณ์วัดความหนาแน่น	45
3.7 อุปกรณ์ทดสอบความหนาแน่นปรากฏ และpourability	47
3.8 อุปกรณ์วัดค่าดัชนีการไหล	48
3.9 เครื่องอัดรีดขึ้นรูปฟิล์มโดยการเป่า	50
3.10 เครื่องอัดรีดขึ้นรูปฟิล์มโดยการหล่อ	51
3.11 อุปกรณ์วัดค่าการทนแรงดึง	52
3.12 การเตรียมชิ้นงานทดสอบความทนการฉีกขาด	55
3.13 เครื่องทดสอบความทนการฉีกขาด	55
3.14 แสดงหลักการทำงานของเครื่องวัดความชื้น	56
3.15 อุปกรณ์วัดค่าความชื้นชิ้นงาน	57

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.1 แสดงผลการทดลองจุดหลอมเหลวของพอลิโพรพิลีนชนิดเป่าฟิล์ม	58
4.2 แสดงผลการทดลองจุดหลอมเหลวของพอลิโพรพิลีนชนิดหล่อฟิล์ม	59
4.3 แสดงผลการทดลองอุณหภูมิกลาสทรานซิชันของพอลิคาร์บอเนต	59
4.4 แสดงเม็ดพลาสติกที่ได้จากกระบวนการอัดรีดแบบสกรูคู่	62
4.5 แสดงความหนาแน่นของเม็ดพลาสติกผสมที่เติมพอลิคาร์บอเนต เปอร์เซ็นต์ต่างๆ	64
4.6 แสดงค่าความหนาแน่นปรากฏของเม็ดพลาสติกที่ปริมาณพอลิคาร์บอเนต เปอร์เซ็นต์ต่างๆ	67
4.7 แสดง pourability ของเม็ดพลาสติกผสม.....	68
4.8 แสดงค่าดัชนีการไหลของเม็ดพลาสติกผสมที่เปอร์เซ็นต์พอลิคาร์บอเนต ต่างๆ	70
4.9 ฟิล์มที่ได้จากกระบวนการเป่าฟิล์มและกระบวนการหล่อฟิล์ม	72
4.10 แสดงค่าความทนแรงดึงของฟิล์มผสมที่เปอร์เซ็นต์พอลิคาร์บอเนตต่างๆ	74
4.11 แสดงการยืดตัวของฟิล์มพลาสติกผสมที่เปอร์เซ็นต์พอลิคาร์บอเนตต่างๆ	75
4.12 แสดงเปอร์เซ็นต์ความชื้นของฟิล์มที่ผสมพอลิคาร์บอเนต	78
4.13 แสดงค่าความทนการฉีกขาดของฟิล์มผสมชนิดฟิล์มเป่า	81
4.14 แสดงค่าความทนการฉีกขาดของฟิล์มผสมชนิดฟิล์มหล่อ	81