

การผสมเข้ากันได้ของ ไนลอน-6 อะครีโลไนไตรล บิวทาไดอินสไตรีน และ
พอลิโอเลฟินส์ที่ใช้แล้ว



นางสาว บุษราภรณ์ ศิริอัสกุล
นางสาว วิไลรัตน์ เชื้อฟัก

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาเคมี
คณะวิทยาศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2541

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 33493
วัน, เดือน, ปี 13 ส.ค. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Compatibility of Nylon-6 ABS And Recycled Polyolefins



**A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement
for the Degree of Bachelor of Science**

Department of Chemistry

Faculty of Science

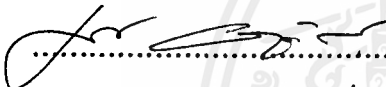
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

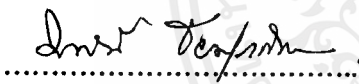
1998

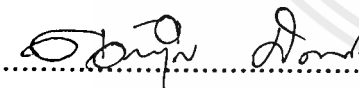
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

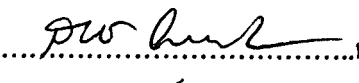
หัวข้อโครงการพิเศษ การผสมเข้ากัน ได้ของ ไนลอน6 อะครีโลไนไตรล บิวทาไดอิน ๙ ไตรีน
และ พอลิโอะเลฟินส์ที่ใช้แล้ว
นักศึกษา นางสาวนุชราภรณ์ ศิริยัสกุล
นางสาววิไลรัตน์ เชื้อฟัก
ภาควิชา เคมี
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.สมศักดิ์ วรมงคลชัย

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อนุมัติให้นำโครงการพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต


.....หัวหน้าภาควิชาเคมี
(ผศ. นงนุช เกตรานูวัฒน์)


.....ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร. มาลินี ชัยสุภกิจดิษฐ์)


.....กรรมการ
(ดร. ต๋องจิตต์ คิคชอบบ)


.....กรรมการ
(ดร. สมศักดิ์ วรมงคลชัย)

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การผสมเข้ากันได้ของไนลอน6 อะครีโลไนไตรล บิวทาไดอีนสไตรีน และ พอลิโอฟีนส์ที่ใช้แล้ว
นักศึกษา	นางสาวบุษราภรณ์ ศิริอิศวกุล นางสาววิไลรัตน์ เชื้อฟัก
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.สมศักดิ์ วรมงคลชัย
ภาควิชา	เคมี
ปีการศึกษา	2541

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมของอัตราส่วนผสมที่แตกต่างกันระหว่างพอลิโอฟีนส์ ไนลอน-6 และ อะครีโลไนไตรล บิวทาไดอีนสไตรีน ในเครื่องอัดรีดแบบเกลียวหนอนเดี่ยวโดยใช้อัตราส่วนผสมเป็น 50:25:25 25:50:25 และ 25:25:50 ตามลำดับ โดยศึกษาถึงผลของการผสมเข้ากันได้ของพอลิเมอร์ผสมทั้งสามชนิดเมื่อใช้สารช่วยผสมกราฟท์โคพอลิเมอร์ระหว่างพอลิพรอพิลีนกับมาเลอิกแอนไฮไดรด์ ปริมาณ 1 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และ เปรียบเทียบผลที่ได้กับพอลิเมอร์บริสุทธิ์แต่ละชนิด

จากการวิจัยพบว่าสภาวะที่เหมาะสมของอัตราส่วนผสมของพอลิเมอร์ทั้งสามแตกต่างกันไปตามองค์ประกอบหลักที่มีอยู่ การเติมสารช่วยผสมมีแนวโน้มทำให้สมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์ผสมดีขึ้น แต่ลดลงเมื่อปริมาณมากเกินไป (5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) เมื่อเปรียบเทียบกับพอลิเมอร์บริสุทธิ์ สารช่วยผสมมีบทบาทที่สำคัญต่อค่าความแข็งแรงดึง และค่าความทนทานต่อแรงกระแทก แต่มีบทบาทน้อยลงต่อค่าเปอร์เซ็นต์การยืดออก ค่ามอดูลัส และ ค่าความโค้งงอ

Special project Title	Compatibility of Nylon-6 ABS and Recycled Polyolefins
Name	Miss Budsaraporn Siriussawakul Miss Wilairat Chuafak
Special Project advisor	Dr.Somsak Woramongconchai
Department	Chemistry
Academic Year	1998

ABSTRACT

This research was studied the optimum condition of the blending ratios between polyolefins, nylon-6 and acrylonitrile butadiene styrene copolymer in the single screw extruder. The blend ratios were 50:25:25 25:50:25 and 25:25:50 ,respectively. This study investigated the effect of compatibility in three neat polymers with compatibilizer, maleic anhydride grafted homopolymer polypropylene with the amount of 1 , 3 and 5 percentage by weight comparing to each neat polymer.

The research showed that the optimum condition of three polymers blending was different depending on the amount content of the blending ratio. The addition of compatibilizer had increased mechanical properties in tendency, but it reduced when added more compatibilizer (about 5% by weight) when compared to each of neat polymer, the compatibilizer showed an important role to tensile and impact strength but it showed less important part to modulus and flexural strength.

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.สมศักดิ์ วรมงคลชัย อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษนี้ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ สั่งสอน และให้ความช่วยเหลือในทุกๆด้าน

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.มาลินี ชัยสุภกิจสินธุ์ และ ดร.ต้องจิตต์ กิตติชอบ คณะกรรมการทั้งสองท่านที่ได้กรุณาแก้ไข ตรวจสอบโครงการพิเศษนี้

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ และ เจ้าหน้าที่ธุรการภาคเหนือทุกท่านที่ได้ให้ความสะดวกในการทำโครงการพิเศษนี้

ขอขอบคุณ รุ่นพี่ รุ่นน้อง และ เพื่อนๆทุกคนที่คอยให้กำลังใจ คำแนะนำ และให้ความช่วยเหลือจนโครงการพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

นางสาว นุชราภรณ์ ศิริอัสวกุล

นางสาว วิไลรัตน์ เชื้อพิ๊ก

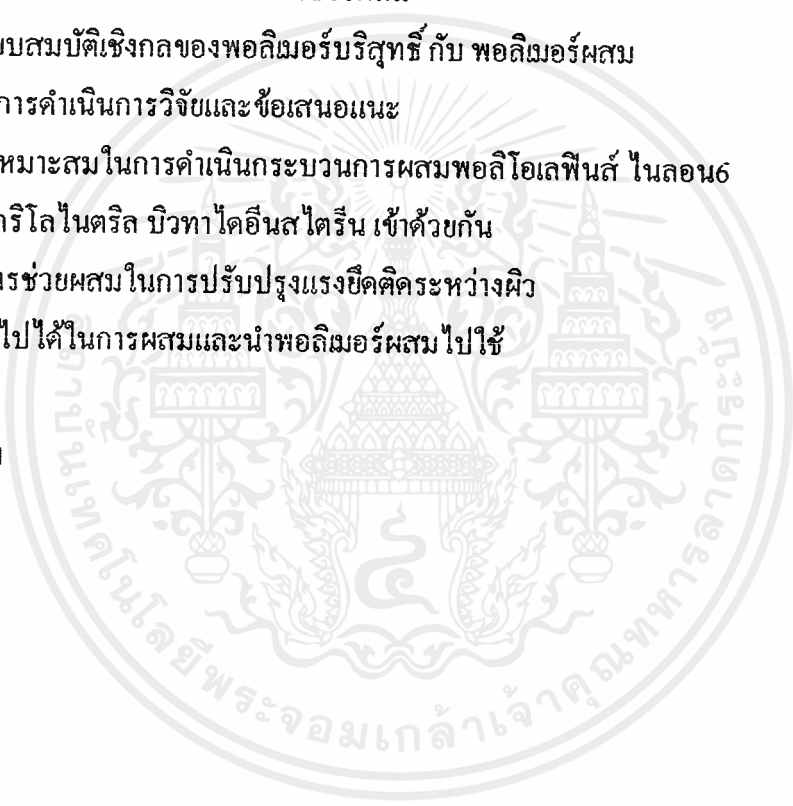
สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
- ความเป็นมาของโครงการพิเศษ	3
- วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ	5
- ขอบเขตของโครงการพิเศษ	5
- ผลที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	6
2.1 พอลิเมอร์ผสม	6
2.2 ความสามารถในการผสมเข้ากันได้	8
2.3 สารช่วยในการผสม	10
2.4 พอลิโอฟีนส์	11
2.5 พอลิเอไมด์	14
2.6 อะครีโลไนไตรล บิวทาไดอีนสไตรีน	15
2.7 เครื่องจักรคิกเกิ้ลยวหนอนเดี่ยว	16
2.8 เครื่องฉีดขึ้นรูปพลาสติก	17
บทที่ 3 การวิจัยและดำเนินงาน	19
3.1 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	19
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	19
3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	27
4.1 ระบบพอลิเมอร์ผสมก่อนการเติมสารช่วยผสม	27
4.2 ระบบพอลิเมอร์ผสมหลังการเติมสารช่วยผสม	37
4.3 เปรียบเทียบสมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์บริดูทรี กับ พอลิเมอร์ผสม	57
บทที่ 5 สรุปการดำเนินการวิจัยและข้อเสนอแนะ	59
5.1 สภาพที่เหมาะสมในการดำเนินกระบวนการผสมพอลิโอสเตน 6 และ อะครีโลไนไตรล บิวทาไดอีนสไตรีน เข้าด้วยกัน	59
5.2 ผลของสารช่วยผสมในการปรับปรุงแรงยึดติดระหว่างผิว	59
5.3 ความเป็นไปได้ในการผสมและนำพอลิเมอร์ผสมไปใช้	60
ข้อเสนอแนะ	60
เอกสารอ้างอิง	61



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2-1 แสดงค่าคงที่การละลาย	10
ตารางที่ 2-2 แสดงสมบัติบางประการของพอลิโอฟีนีส	14
ตารางที่ 2-3 แสดงโครงสร้างทางเคมีที่สำคัญของพอลิเอไมด์	15
ตารางที่ 3-1 แสดงอุณหภูมิและความเร็วรอบของพอลิโอฟีนีส ในลอน6 อะครีโลไนคริล บิวทาไดอิน สไตรีน ที่มีอัตราส่วน 50:25:25	21
ตารางที่ 3-2 แสดงอุณหภูมิและความเร็วรอบของพอลิโอฟีนีส ในลอน6 อะครีโลไนคริล บิวทาไดอิน สไตรีน ที่มีอัตราส่วน 25:50:25	21
ตารางที่ 3-3 แสดงอุณหภูมิและความเร็วรอบของพอลิโอฟีนีส ในลอน6 อะครีโลไนคริล บิวทาไดอิน สไตรีน ที่มีอัตราส่วน 25:25:50	22
ตารางที่ 3-4 แสดงปริมาณและอัตราส่วนของพอลิเมอร์ผสม และสารช่วย ผสม	23
ตารางที่ 3-5 แสดงสภาวะที่ใช้ในการฉีดขึ้นรูปด้วยเครื่องขึ้นรูปแบบ เกลียวหนอนเดี่ยว	25
ตารางที่ 4-1 แสดงผลการศึกษาสภาวะในการดำเนินกระบวนการของพอลิ- โอฟีนีส ในลอน6 อะครีโลไนคริล บิวทาไดอิน สไตรีน ที่มี อัตราส่วน 50:25:25	27
ตารางที่ 4-2 แสดงผลการศึกษาสภาวะในการดำเนินกระบวนการของพอลิ- โอฟีนีส ในลอน6 อะครีโลไนคริล บิวทาไดอิน สไตรีน ที่มี อัตราส่วน 25:50:25	32
ตารางที่ 4-3 แสดงผลการศึกษาสภาวะในการดำเนินกระบวนการของพอลิ- โอฟีนีส ในลอน6 อะครีโลไนคริล บิวทาไดอิน สไตรีน ที่มี อัตราส่วน 25:25:50	37
ตารางที่ 4-4 แสดงผลการศึกษาคความแข็งแรงดึงของพอลิโอฟีนีส ในลอน6 อะครีโลไนคริล บิวทาไดอิน สไตรีน หลังเติมสารช่วยผสม	42

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4-5 แสดงผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์การบีดออกของพอลิโอเลฟินส์ ไนลอน6 อะครีโลไนไตรล บิวทาไดอิน สไตรีน หลังเติมสาร ช่วยผสม	45
ตารางที่ 4-6 แสดงผลการศึกษาโมดูลัสของพอลิโอเลฟินส์ ไนลอน6 อะครีโลไนไตรล บิวทาไดอิน สไตรีน หลังเติมสารช่วยผสม	48
ตารางที่ 4-7 แสดงผลการศึกษาความโค้งงอของพอลิโอเลฟินส์ ไนลอน6 อะครีโลไนไตรล บิวทาไดอิน สไตรีน หลังเติมสารช่วยผสม	51
ตารางที่ 4-8 แสดงผลการศึกษาความทนทานต่อแรงกระแทกของพอลิ- โอเลฟินส์ ไนลอน6 อะครีโลไนไตรล บิวทาไดอิน สไตรีน หลังเติมสารช่วยผสม	54
ตารางที่ 4-9 เปรียบเทียบสมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์บริสุทธิ์กับพอลิเมอร์ผสม หลังเติมสารช่วยผสม 3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก	57

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2-1 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อสมบัติของพอลิเมอร์ผสม	6
รูปที่ 2-2 แสดงความเป็นไปได้ทางสัณฐานวิทยาของพอลิเมอร์ผสม สองชนิด	7
รูปที่ 2-3 แสดงศักยภาพการตอบสนองทางสมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์ผสม	7
รูปที่ 2-4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพอลิเมอร์ผสมกับอัตราส่วนของ องค์ประกอบในพอลิเมอร์ผสม	9
รูปที่ 2-5 แสดงรูปของเครื่องฉีดขึ้นรูปแบบเกลียวหนอนเดี่ยว	18
รูปที่ 4-1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงดึงกับความเร็วของสกรูที่ อุณหภูมิต่างๆ ของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโเอเลฟินส์ ไนลอน6 เอบีเอส อัตราส่วน50:25:25	28
รูปที่ 4-2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การยืดออกกับความเร็วของสกรู ที่อุณหภูมิต่างๆ ของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโเอเลฟินส์ ไนลอน6 เอบีเอส อัตราส่วน50:25:25	29
รูปที่ 4-3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมดูลัสกับความเร็วของสกรูที่อุณหภูมิต่างๆ ของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโเอเลฟินส์ ไนลอน6 เอบีเอส อัตราส่วน50:25:25	29
รูปที่ 4-4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความโค้งงอกับความเร็วของสกรูที่อุณหภูมิ ต่างๆ ของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโเอเลฟินส์ ไนลอน6 เอบีเอส อัตราส่วน50:25:25	30
รูปที่ 4-5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความทนทานต่อแรงกระแทกกับความเร็ว ของสกรูที่อุณหภูมิต่างๆ ของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิ- โเอเลฟินส์ ไนลอน6 เอบีเอส อัตราส่วน50:25:25	31
รูปที่ 4-6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งกับความเร็วของสกรูที่อุณหภูมิ ต่างๆ ของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโเอเลฟินส์ ไนลอน6 เอบีเอส อัตราส่วน50:25:25	31

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4-7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงดึงกับความเร็วของสกรูที่ อุณหภูมิต่างๆของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโอฟีนีส ไนลอน6 เอบีเอส อัตราส่วน25:50:25	33
รูปที่ 4-8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การยืดออกกับความเร็วของสกรู ที่อุณหภูมิต่างๆของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโอฟีนีส ไนลอน6 เอบีเอส อัตราส่วน25:50:25	34
รูปที่ 4-9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมอดูลัสกับความเร็วของสกรูที่อุณหภูมิต่างๆ ของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโอฟีนีส ไนลอน6 เอบีเอส อัตราส่วน25:50:25	34
รูปที่ 4-10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความโค้งงอกับความเร็วของสกรูที่อุณหภูมิ ต่างๆ ของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโอฟีนีส ไนลอน6 เอบีเอส อัตราส่วน25:50:25	35
รูปที่ 4-11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความทนทานต่อแรงกระแทกกับความเร็วของ สกรูที่อุณหภูมิต่างๆของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโอฟีนีส ไนลอน6 เอบีเอส อัตราส่วน25:50:25	35
รูปที่ 4-12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งกับความเร็วของสกรูที่อุณหภูมิ ต่างๆ ของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโอฟีนีส ไนลอน6 เอบีเอส อัตราส่วน25:50:25	36
รูปที่ 4-13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงดึงกับความเร็วของสกรูที่ อุณหภูมิต่างๆของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโอฟีนีส ไนลอน6 เอบีเอส อัตราส่วน25:25:50	38
รูปที่ 4-14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การยืดออกกับความเร็วของสกรู ที่อุณหภูมิต่างๆของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโอฟีนีส ไนลอน6 เอบีเอส อัตราส่วน25:25:50	39

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4-15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมอดูลัสกับความเร็วของสกรูที่อุณหภูมิต่างๆ ของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโอฟีนีส ไนลอน6 เอบีเอส อัตราส่วน25:25:50	39
รูปที่ 4-16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความโค้งงอกับความเร็วของสกรูที่อุณหภูมิ ต่างๆของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโอฟีนีส ไนลอน6 เอบีเอส อัตราส่วน25:25:50	40
รูปที่ 4-17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความทนทานต่อแรงกระแทกกับความเร็วของ สกรูที่อุณหภูมิต่างๆของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโอฟีนีส ไนลอน6 เอบีเอส อัตราส่วน25:25:50	40
รูปที่ 4-18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งกับความเร็วของสกรูที่อุณหภูมิ ต่างๆของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโอฟีนีส ไนลอน6 เอบีเอส อัตราส่วน25:25:50	41
รูปที่ 4-19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงดึงกับปริมาณสารช่วยผสม ของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโอฟีนีส ไนลอน6 และ เอบีเอส ที่มี อัตราส่วนเป็น 50:25:25	43
รูปที่ 4-20 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงดึง กับปริมาณสารช่วยผสม ของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโอฟีนีส ไนลอน6 และ เอบีเอส ที่มี อัตราส่วนเป็น 25:50:25	44
รูปที่ 4-21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงดึง กับปริมาณสารช่วยผสม ของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโอฟีนีส ไนลอน6 และ เอบีเอส ที่มี อัตราส่วนเป็น 25:25:50	44
รูปที่ 4-22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การยืดออกกับปริมาณสารช่วยผสม ของพอลิเมอร์ระหว่างพอลิโอฟีนีส ไนลอน6 และ เอบีเอสที่มีอัตราส่วน เป็น 50:25:25	46

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4-23 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การยืดออกกับปริมาณสารช่วยผสม ของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโอฟีนีส ในลอน6 และ เอบีเอส ที่มี อัตราส่วนเป็น 25:50:25	47
รูปที่ 4-24 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การยืดออกกับปริมาณสารช่วยผสม ของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโอฟีนีส ในลอน6 และ เอบีเอส ที่มี อัตราส่วนเป็น 25:25:50	47
รูปที่ 4-25 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมอดุลัสกับปริมาณสารช่วยผสมของ พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโอฟีนีส ในลอน6 และ เอบีเอส ที่มี อัตราส่วนเป็น 50:25:25	49
รูปที่ 4-26 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมอดุลัสกับปริมาณสารช่วยผสมของ พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโอฟีนีส ในลอน6 และ เอบีเอส ที่มี อัตราส่วนเป็น 25:50:25	50
รูปที่ 4-27 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมอดุลัสกับปริมาณสารช่วยผสมของ พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโอฟีนีส ในลอน6 และ เอบีเอส ที่มี อัตราส่วนเป็น 25:25:50	50
รูปที่ 4-28 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความโค้งงอกับปริมาณสารช่วยผสมของ พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโอฟีนีส ในลอน6 และ เอบีเอส ที่มี อัตราส่วนเป็น 50:25:25	52
รูปที่ 4-29 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความโค้งงอ กับ ปริมาณสารช่วยผสมของ พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโอฟีนีส ในลอน6 และ เอบีเอส ที่มีอัตรา ส่วนเป็น 25:50:25	53
รูปที่ 4-30 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความโค้งงอกับปริมาณสารช่วยผสมของ พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโอฟีนีส ในลอน6 และ เอบีเอส ที่มีอัตรา ส่วนเป็น 25:25:50	53

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4-31 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความทนทานต่อแรงกระแทกกับปริมาณ สารช่วยผสมของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโอฟีนีส ไนลอน6 และ เอ บี เอส ที่มีอัตราส่วนเป็น 50:25:25	55
รูปที่ 4-32 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความทนทานต่อแรงกระแทกกับปริมาณ สารช่วยผสมของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโอฟีนีส ไนลอน6 และ เอ บี เอส ที่มีอัตราส่วนเป็น 25:50:25	56
รูปที่ 4-33 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความทนทานต่อแรงกระแทกกับปริมาณ สารช่วยผสมของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโอฟีนีส ไนลอน6 และ เอ บี เอส ที่มีอัตราส่วนเป็น 25:25:50	56

บทที่ 1

บทนำ

พลาสติกนับเป็นวัสดุที่มีสมบัติที่โดดเด่นมากมายปริมาณการใช้พลาสติกจึงเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนและจากปริมาณการใช้พลาสติกที่เพิ่มขึ้นอย่างมากมายนี้เองก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งจะมีผลอย่างมากในอนาคตอันใกล้ ด้วยเหตุนี้จึงมีการรณรงค์เพื่อแก้ปัญหาโดยการแก้ปัญหาขยะพลาสติกมีด้วยกันหลายวิธีดังนี้

1. ทำให้เสื่อมสลาย

1.1 ถมที่

1.2 เผาทิ้ง

1.3 ผลิตพลาสติกที่สามารถย่อยสลายได้

2. การใช้วัสดุธรรมชาติทดแทน

3. การนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่

3.1 การนำกลับมาใช้ใหม่ขึ้นปฐมภูมิ เป็นการนำพลาสติกที่ผลิตไม่ได้มาตรฐานหรือเศษพลาสติกส่วนเกินมาขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่

3.2 การนำกลับมาใช้ใหม่ขั้นทุติยภูมิ เป็นการนำพลาสติกที่ผ่านการใช้แล้วมาขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่

3.3 การนำกลับมาใช้ใหม่ขั้นตติยภูมิ เป็นการนำพลาสติกที่ใช้แล้วมาเผาจนเกิดการสลายตัวได้เป็นสารตั้งต้นจำพวกมอนอเมอร์ หรือ สารอินทรีย์อื่นที่สามารถนำกลับมาใช้ได้

3.4 การนำกลับมาใช้ใหม่ขั้นจตุรภูมิ เป็นการนำพลาสติกที่ใช้แล้วไปเผาโดยจำกัดปริมาณออกซิเจนทำให้ได้พลังงานออกมามาใช้ประโยชน์ได้ต่อ

ในงานวิจัยนี้เป็นการนำพลาสติกผ่านกระบวนการเพื่อการนำกลับมาใช้ใหม่ในขั้นทุติยภูมิ และมีการใช้เทคนิคทางการผลิตพอลิเมอร์ผสมมาจัดการกับปัญหาขยะพลาสติกที่เกิดขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อที่จะได้พอลิเมอร์ที่มีสมบัติพิเศษ ซึ่งเกิดจากการนำพอลิเมอร์มากกว่าหนึ่งชนิดมาผสมกัน โดยสมบัติของพอลิเมอร์ที่ได้จะขึ้นกับความสามารถในการผสมเป็นเนื้อเดียวกัน (miscibility) และสัณฐานวิทยา (morphology) ของระบบนั้น ๆ

ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งในการเตรียมพอลิเมอร์ผสมคือ ไม่สามารถผสมเป็นเนื้อเดียวกันได้ (incompatible blend) จะเกิดการแยกวัฏภาคของพอลิเมอร์ที่ทำการผสมออกจากกันพอลิเมอร์ต่างชนิดกัน เมื่อนำมาผสมกัน แรงยึดเหนี่ยว (interaction adhesion) ระหว่างพอลิเมอร์แต่ละชนิดจะมีน้อยมากเมื่อเทียบกับระบบพอลิเมอร์ผสมที่รวมเป็นเนื้อเดียวกัน (compatible blend) ดังนั้น การปรับปรุงแรงยึดติดระหว่างผิวจึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการเตรียมพอลิเมอร์ผสมให้มีคุณภาพดี ด้วยเหตุนี้จึงมีการวิจัยและพัฒนาในเรื่องดังกล่าวมาโดยลำดับ โดยเฉพาะการใช้สารที่สามารถทำให้พอลิเมอร์แต่ละชนิด ละลายในตัวกลางที่ทำให้เกิดการเชื่อมของระบบพอลิเมอร์เข้าด้วยกัน สารดังกล่าวคือสารช่วยผสมหรือCompatibilizerซึ่ง โดยส่วนใหญ่แล้วจะเป็นพอลิเมอร์ร่วม(copolymer) ของพอลิเมอร์แต่ละชนิด สารช่วยผสมที่ใส่เข้าไปในพอลิเมอร์แต่ละระบบ จะมีหน้าที่เพิ่มแรงยึดติดระหว่างผิว (interfacial adhesion) ให้กับระบบนั้น ๆ ซึ่งจะส่งผลให้สมบัติด้านอื่น ๆ เช่น สมบัติเชิงกล สมบัติทางความร้อน และอายุการใช้งานเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

พอลิเมอร์หลักที่เลือกทำการศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ได้แก่ พอลิโอฟีนีส(Po) พอลิอะคริโตนไคโรล บิวทาไดอิน สไตรีน (ABS) และ ไนลอน 6 (Nylon 6) เนื่องจากเป็นพลาสติกที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน และด้วยเหตุที่พลาสติกทั้ง 3 ชนิดนี้ ไม่สามารถรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันได้ จึงได้มีการเลือกใช้สารช่วยผสมที่เหมาะสมกับระบบดังกล่าว ช่วยในการปรับปรุงแรงยึดติดระหว่างผิวของพอลิเมอร์ทั้ง 3 ชนิด

ค.ศ. 1996 SACHIN N. SATHE และคณะ⁵ ได้ทำการผสม ไอโซแทคติกพอลิพรอพิลีน (IPP) กับ Nylon 6 โดยใช้ IPP - g - MAH เป็นสารช่วยผสม พบว่านอกจากจะช่วยให้สมบัติเชิงกล และสัณฐานวิทยาของพอลิเมอร์ผสมดีขึ้น ยังมีผลให้อุณหภูมิในการหลอมเหลว (T_m) และเปอร์เซ็นต์ความเป็นผลึกลดลงด้วย

ในปีเดียวกัน PIER LUIGI BELTRAME และคณะ⁶ ทำการศึกษาถึงอิทธิพลของ สารปรับปรุงแรงยึดติดระหว่างผิวต่อลักษณะทางกายภาพและเคมีของ พอลิเมอร์ผสม PP กับ Nylon 6 และ PE / PP / Nylon 6 ที่มี Poly (ethylene - co - buthylacrylate - co - maleic anhydride) และ Poly (ethylene - co - vinylacetate) - g - MAH เป็น สารปรับปรุงแรงยึดติดระหว่างผิว จากการศึกษาโดยใช้ เทคนิคทางไมโครสโคป สนับสนุนว่า เกิดแรงเกาะเกี่ยว (interaction) ที่แข็งแรงระหว่างผิวของพอลิเมอร์

ในโครงการพิเศษนี้ได้ทำการศึกษาพอลิเมอร์ผสมระหว่าง พอลิโอเลฟินส์(PO) พอลิอะคริไลนไตรต์ บิวทาไดอิน สไตรีน (ABS) และ ไนลอน 6 (Nylon 6) เนื่องจากพลาสติกทั้งสามมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ทำให้เกิดปัญหาจากขยะพลาสติกเป็นจำนวนมาก แนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าวคือการนำขยะพลาสติกทั้งสามชนิดนี้มาทำการผสมกันเกิดเป็นพอลิเมอร์ผสมระบบใหม่ขึ้นซึ่งจะมีสมบัติของพลาสติกทั้งสามชนิดรวมกัน แต่การรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันของพอลิเมอร์ทั้งสามชนิดนี้จะเป็นไปได้ยาก เนื่องจากมีโครงสร้างที่แตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องใช้สารช่วยผสมในการรวมตัวให้เป็นเนื้อเดียวกัน ในโครงการพิเศษนี้จึงศึกษาผลของปริมาณสารช่วยผสม และผลของปริมาณพอลิเมอร์หลัก ที่มีต่อระบบพอลิเมอร์ผสม รวมทั้งผลของตัวแปรต่างๆ ในขบวนการอัดรีด และปรับเปลี่ยนอัตราส่วนระหว่าง PO / ABS / Nylon 6 เพื่อให้ได้อัตราส่วนที่เหมาะสม เพื่อพัฒนาสมบัติในด้านต่าง ๆ ของพอลิเมอร์ผสม ให้เหมาะสมกับการใช้งานต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ ในการนำพลาสติกที่ใช้แล้วจำพวก HDPE LDPE PP ABS และ Nylon 6 มาผ่านกระบวนการเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่
2. เพื่อเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการดำเนินกระบวนการผสม PO ,ABS และ Nylon 6 เข้าด้วยกัน
3. เพื่อศึกษาผลของสารช่วยผสมที่ช่วยในการผสม PO , ABS และ Nylon 6 เข้าด้วยกัน

ขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษาและเปรียบเทียบสมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์ผสมในสภาวะกระบวนการที่แตกต่างกัน
 2. ศึกษาและเปรียบเทียบสมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์ผสมก่อนและหลังการเติมสารช่วยผสม
- ขั้นตอนการวิจัยและดำเนินงาน
1. นำขยะพลาสติกประเภท HDPE LDPE และ PP มาหลอมรวมกันเพื่อให้ได้เป็น PO
 2. ทำการผสมพอลิเมอร์ผสมระหว่าง PO ABS และ Nylon 6 ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยใช้เครื่องอัดรีดเกลียวหนอนเดี่ยว โดยมีการปรับเปลี่ยนสภาวะของกระบวนการที่แตกต่างกัน
 3. นำพอลิเมอร์ที่ได้มาบดคั่วเป็นชิ้นเล็ก ๆ โดยใช้เครื่องบดคั่วเม็ดพลาสติก
 4. นำพอลิเมอร์ไปขึ้นรูปเป็นคัมเบลล์ และ Izod โดยใช้เครื่องฉีดขึ้นรูปพลาสติก
 5. นำไปทดสอบสมบัติเชิงกลต่าง ๆ
 6. ทำการผสมพอลิเมอร์กับสารช่วยผสมที่ปริมาณต่าง ๆ โดยใช้สภาวะของกระบวนการที่ทำให้ชิ้นงานมีสมบัติเชิงกลดีที่สุด
 7. นำพอลิเมอร์ที่ได้มาบดเป็นชิ้นเล็ก ๆ โดยใช้เครื่องบดคั่วพลาสติก
 8. นำพอลิเมอร์ไปขึ้นรูปเป็นคัมเบลล์ และ Izod โดยใช้เครื่องฉีดขึ้นรูปพลาสติก
 9. นำไปทดสอบเช่นเดียวกับในกรณี ไม่ได้เติมสารช่วยผสม
 10. สรุปผลและวิจารณ์พร้อมทั้งเปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้น

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.ทราบถึงความสามารถในการใช้สารช่วยผสม เพื่อปรับปรุงแรงยึดติดระหว่างผิวของระบบพอลิเมอร์ผสม
- 2.ทราบถึงความเป็นไปได้ที่จะนำพอลิเมอร์ผสมที่เตรียมได้ไปใช้งานตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ
- 3.ทราบถึงอัตราส่วนที่เหมาะสมของพอลิเมอร์หลักและสารช่วยผสม ที่จะให้สมบัติเชิงกลดีที่สุด
- 4.ทราบถึงสภาวะของกระบวนการที่เหมาะสมในการผสมพอลิเมอร์ผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

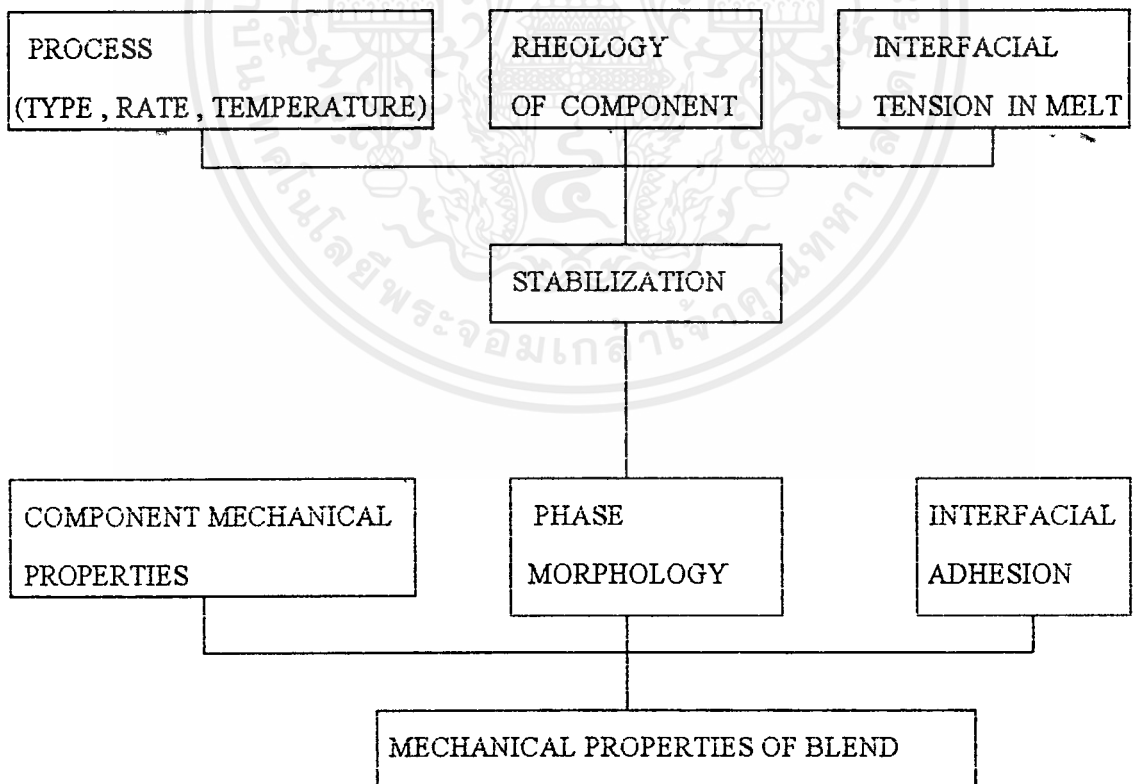
บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

ปัจจุบันพอลิเมอร์ผสม (Polymer blend) ได้มีการวิจัยและพัฒนาอย่างกว้างขวางเพื่อให้เกิดพอลิเมอร์ผสมระบบใหม่ที่สามารถนำไปใช้มากขึ้น โดยนำข้อดีของพอลิเมอร์ชนิดต่าง ๆ มาผสมรวมกันเพื่อให้ได้พอลิเมอร์ที่มีสมบัติตามต้องการ

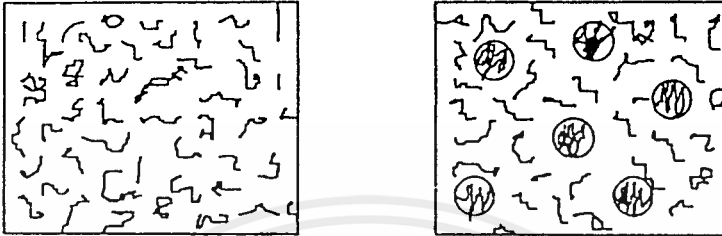
2.1 พอลิเมอร์ผสม (Polymer Blend)

พอลิเมอร์ผสมเป็นการนำพอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแตกต่างกันตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมาผสมเข้าด้วยกัน โดยโครงสร้างของพอลิเมอร์หลักทั้งสองชนิดที่นำมาผสมกันนี้อยู่รวมกัน โดยไม่เกิดพันธะโคเวเลนต์ระหว่างกัน ซึ่งสมบัติของพอลิเมอร์ที่ได้นี้จะแตกต่างจากสมบัติของพอลิเมอร์หลักที่นำมาผสมกัน โดยปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อสมบัติ (end - use properties) ของพอลิเมอร์ที่เตรียมได้ แสดงได้ดังรูปที่ 2-1



รูปที่ 2-1 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อสมบัติของพอลิเมอร์ผสม⁷

โดยทั่วไป พอลิเมอร์ผสมจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ พอลิเมอร์ที่สามารถรวมเข้ากันเป็นเนื้อเดียว (miscible blend) และพอลิเมอร์ผสมที่ไม่สามารถรวมเป็นเนื้อเดียวกันได้ (immiscible blend) ซึ่งปรากฏให้เห็นเป็นหลายวัฏภาค ดังแสดงในรูปที่ 2-2



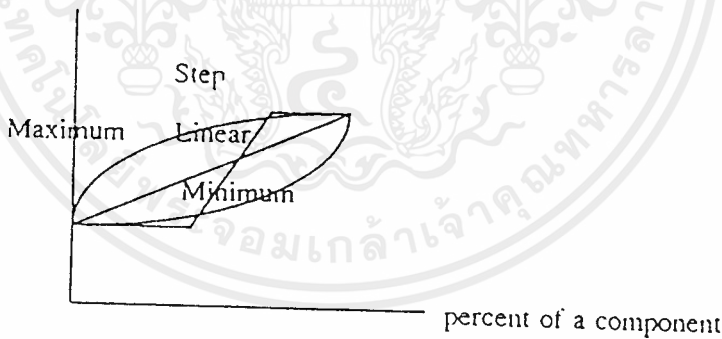
(a) Miscible

(b) Immiscible

รูปที่ 2-2 แสดงความเป็นไปได้ทางสัณฐานวิทยาของพอลิเมอร์ผสมสองชนิด⁷

พอลิเมอร์ที่สามารถรวมเข้าเป็นเนื้อเดียวกันได้ จะมีสมบัติที่ดีของพอลิเมอร์รวมกันซึ่งอาจแสดงได้ดังรูปที่ 2-3

mechanical properties



รูปที่ 2-3 แสดงศักยภาพการตอบสนองทางสมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์ผสม⁷

วัตถุประสงค์ของการผสมพอลิเมอร์

1. เพื่อปรับปรุงให้พอลิเมอร์มีสมบัติดีขึ้น ในราคาที่เหมาะสม
2. เป็นการขยายขีดความสามารถในการนำไปใช้ประโยชน์ของพอลิเมอร์ที่มีราคาแพง
3. เป็นการนำพลาสติกที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ให้เป็นประโยชน์
4. เพื่อสร้างวัสดุที่มีเอกลักษณ์พิเศษเหมาะที่จะนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ

2.2 ความสามารถในการเข้ากันได้ (Compatibility)

Compatibility หมายถึงความสามารถในการละลายเข้ากันได้ (miscibility) ของพอลิเมอร์ที่นำมาผสมกัน โดยสมบัติของพอลิเมอร์ผสมชนิดใหม่นี้จะมาจากสมบัติของพอลิเมอร์หลักรวมกัน ซึ่งทราบได้จากการศึกษาและทดสอบสมบัติต่าง ๆ ของพอลิเมอร์ผสม สาเหตุและปัญหาที่ทำให้พอลิเมอร์ไม่สามารถรวมเป็นเนื้อเดียวกัน ได้แก่

1. พลังงานอิสระของการผสม (free energy of mixing) มีค่าเป็นบวก ทำให้เกิดการแยกชั้นระหว่างพอลิเมอร์

Thermodynamic miscibility เป็นสิ่งแรกที่ต้องพิจารณาในการผลิตพอลิเมอร์ผสม ซึ่งความเข้ากันได้ (miscibility) ของพอลิเมอร์ผสมนี้ถูกกำหนดโดยสมมูลเอนโทรปี (entropy) ซึ่งมีผลต่อค่าพลังงานอิสระในการผสม ในสารโมเลกุลเล็กๆเอนโทรปีจะมีค่าสูงพอที่จะเกิด miscibility ได้ แต่สำหรับพอลิเมอร์ เอนโทรปีจะมีค่าต่ำจนเกือบศูนย์ จึงทำให้ miscibility ของพอลิเมอร์ผสม ถูกกำหนดโดยเอนทัลปีเพียงอย่างเดียว การเปลี่ยนแปลงของพลังงานอิสระในการผสมเป็นดังสมการ (2.1)

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (2.1)$$

G = พลังงานอิสระในการผสม (free energy of mixing)

H = เอนทัลปี (enthalpy)

S = เอนโทรปี (entropy)

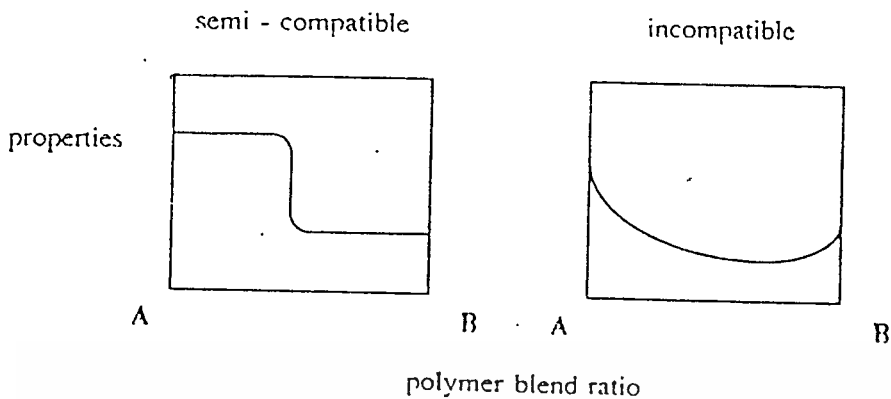
T = อุณหภูมิ (Temperature)

การที่พอลิเมอร์จะสามารถผสมเข้ากันได้ พลังงานอิสระในการผสมจะต้องตรงตามเงื่อนไขดังสมการ (2.2) และ (2.3)

$$\Delta G < 0 \quad (2.2)$$

$$\partial^2 (\Delta G / \partial \phi^2)_{P,T} > 0 \quad (2.3)$$

เมื่อ ϕ เป็นเศษส่วนโมล (molar fraction) ของพอลิเมอร์หนึ่งองค์ประกอบ เมื่อนำสมบัติและอัตราส่วน ระหว่างพอลิเมอร์ทั้งสองมาเขียนกราฟ จะได้กราฟลักษณะรูปตัวเอสในกรณีที่สามารถเข้ากันได้บ้าง และได้กราฟรูปตัวยูในกรณีที่ไม่สามารถเข้ากันได้ ดังรูปที่



รูปที่ 2-4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพอลิเมอร์ผสมกับอัตราส่วนขององค์ประกอบในพอลิเมอร์ผสม⁷

2. ไม่สามารถอธิบายได้ว่า ความสัมพันธ์ที่ทำให้พอลิเมอร์ทั้งสองผสมเป็นเนื้อเดียวกัน เช่น แรงดึงดูดระหว่างขั้ว และพันธะไฮโดรเจนเกิดขึ้นทั้งโมเลกุลของสายโซ่หรือเกิดขึ้นระหว่างกลุ่มที่เฉพาะเจาะจงในสายโซ่พอลิเมอร์เท่านั้น
3. ส่วนผสมของพอลิเมอร์ที่นำมาผสม ส่งผลให้สมบัติของพอลิเมอร์ผสมเปลี่ยนแปลงไป
4. ในการเขียนกราฟระหว่างสมบัติกับอัตราส่วนของพอลิเมอร์ที่ใช้ (ดังรูปที่ 2-4) สมบัติที่ทดสอบจะต้องได้จากแต่ละเฟสที่แยกกัน ซึ่งในบางครั้งพอลิเมอร์ที่ได้ไม่ได้แยกเฟสอย่างชัดเจน
5. พบว่าการผสมพอลิเมอร์ต่างชนิดกันอาจทำให้กระบวนการตกผลึกของพอลิเมอร์เกิดการเปลี่ยนแปลงทำให้ได้สมบัติบางอย่างที่ไม่ต้องการออกมา

พอลิเมอร์ผสมที่ไม่สามารถเข้ากันได้ (incompatible blend) นั้น จำเป็นต้องนำมาปรับปรุงแรงยึดติดระหว่างผิวที่อยู่ระหว่างเฟสของพอลิเมอร์ทั้งสองโดยแยกกันอยู่อย่างชัดเจนทั้งนี้เพื่อให้สมบัติดีขึ้นส่วนของสัณฐานวิทยา (morphology) ของพอลิเมอร์ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญ 2 ประการ ได้แก่

1. องค์การกระจายตัวของเฟสพอลิเมอร์หลักทั้งสองชนิด
2. รูปร่างและขนาด อนุภาคของเฟสที่กระจายตัวอยู่ในพอลิเมอร์ผสม ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ จะขึ้นอยู่กับสมบัติเทอร์โมไดนามิกส์และลักษณะการไหลของพอลิเมอร์หลักที่เป็นองค์ประกอบทั้งสองชนิด รวมถึงวิธีการผสม สภาวะในการผสม และกระบวนการในการขึ้นรูปด้วย

โครงสร้างของพอลิเมอร์ผสมที่ไม่สามารถเข้ากันได้นั้น เรียกว่า heterogeneous ซึ่งจะมีลักษณะเป็น continuous phase ของพอลิเมอร์หลักชนิดหนึ่ง และมี disperse phase ของพอลิเมอร์อีกชนิดหนึ่งกระจายตัวอยู่ในโดยจะแยกกันอยู่อย่างชัดเจนและมีลักษณะเป็น phase boundary

จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่ารูปร่างและขนาดของเฟสที่กระจายตัวและองค์ประกอบในพอลิเมอร์มีความสำคัญต่อการนำพอลิเมอร์ไปใช้ อย่างไรก็ตามมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นอยู่กับ สมบัติการไหลของพอลิเมอร์หลัก ซึ่งสามารถปรับปรุงลักษณะพื้นฐานวิทยานี้ได้โดยใช้ สารช่วยในการผสม (compatibilizer)

ตารางที่ 2-1 แสดงค่าความสามารถในการละลายของพอลิเมอร์ (Solubility)⁸

พอลิเมอร์	ค่าความสามารถในการละลาย (J / m ³) ^{1/2}
PP	18.8
PE	16.2
Nylon 6	24.3 – 29.7
Polybutadiene	17.2 – 17.6
Polystyrene	17.6 – 19.8
Polyacrylonitrile	25.27 – 23.07

2.3 สารช่วยในการผสม (compatibilizer)

สารช่วยในการผสมใช้ผสมลงในพอลิเมอร์เพื่อช่วยในการละลายและลดแรงตึงผิว (surface tension) ซึ่งกันและกันระหว่างเฟสที่แยกกันอยู่ของพอลิเมอร์หลักทั้งสองชนิด ทำให้ขนาดของอนุภาคเฟสที่กระจายลดลง และเป็นการเพิ่มแรงยึดติดระหว่างผิว (interfacial adhesion) ของแต่ละเฟสด้วย ทำให้พอลิเมอร์ผสมสามารถรับและกระจายแรงมากขึ้น (improved stress transfer) นอกจากนี้สารช่วยผสมจะเพิ่ม โครงสร้างที่เป็นเส้นตรงในพอลิเมอร์ผสม ทำให้พอลิเมอร์ผสมทั้งสองชนิดสามารถผสมเข้ากันได้ดียิ่งขึ้น

สารช่วยผสมที่ใช้กันอยู่เป็นพอลิเมอร์ร่วม (copolymer) ที่มีองค์ประกอบของพอลิเมอร์หลักทั้งสองชนิด ทำให้สามารถละลายได้และทำตัวเป็นสะพานเชื่อมทั้งสองเฟส พอลิเมอร์ผสมที่ใช้สารช่วยผสมจะมีสมบัติดีกว่าพอลิเมอร์ที่ไม่ได้ใช้สารช่วยผสม ซึ่งการปรับปรุงสมบัติของพอลิเมอร์ผสมโดยวิธีนี้ จะขึ้นอยู่กับค่าองศาการเข้ากันได้ที่ได้จากสารช่วยผสม

สารช่วยผสมที่ใช้ในการวิจัยนี้คือ Polybond 3150 ซึ่งเป็น Maleic anhydride modified homopolymer polypropylene มีสมบัติดังนี้

- Melt Flow Rate 50 g / 10 min
- Density at 23 °C 0.91 g / cc .
- Melting Point 157 °C

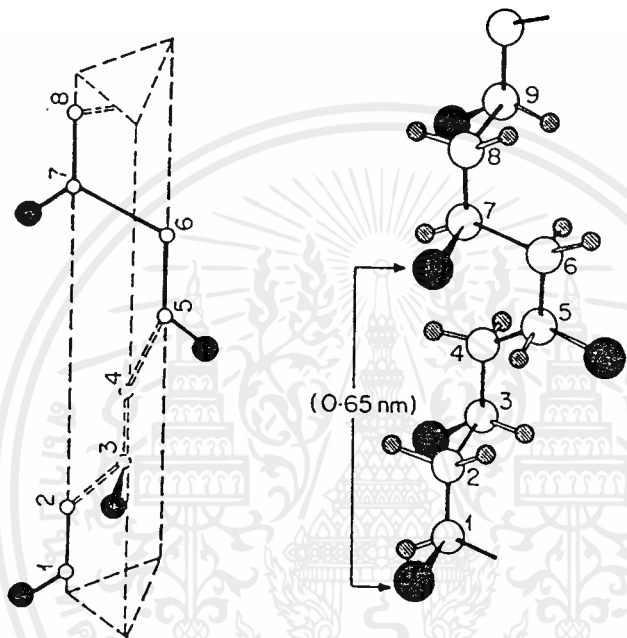
โดยสารช่วยผสมนี้นิยมใช้ใน Polypropylene/ Polyamide และ Polypropylene / EVOH เพื่อช่วยปรับปรุงความสามารถในการผลิตและสมบัติเชิงกลตลอดจนความเสถียรภาพทางความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 พอลิโพรพิลีน

2.4.1 พอลิพรอพิลีน (PP)

พอลิพรอพิลีน เป็นเทอร์โมพลาสติกชนิดหนึ่งที่มีสูตรโครงสร้างดังนี้



พอลิพรอพิลีนสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ตามลักษณะการเกาะของหมู่เมทิลบนโซ่โมเลกุลหลักได้แก่

1.ไอโซแทคติกพอลิพรอพิลีน (Isotactic polypropylene) โครงสร้างแบบนี้มีลักษณะการเกาะของหมู่เมทิล ด้านเดียวกันบนโซ่โมเลกุลหลัก ลักษณะเช่นนี้โครงสร้างโมเลกุลมีความเป็นระเบียบสูง ส่งผลให้การตกผลึกดีที่สุดใน

2.ซินดิโอแทคติกพอลิพรอพิลีน (Syndiotactic polypropylene) โครงสร้างแบบนี้มีลักษณะการเกาะของหมู่เมทิล สลับกันบนโซ่พอลิเมอร์หลักอย่างเป็นระเบียบ ลักษณะเช่นนี้ทำให้โครงสร้างมีความเป็นระเบียบลดลง ซึ่งส่งผลให้การตกผลึกลดลงด้วย

3.อะแทคติกพอลิพรอพิลีน (Atactic polypropylene) โครงสร้างแบบนี้มีลักษณะการเกาะของหมู่เมทิลบนโซ่พอลิเมอร์หลักอย่างเป็นระเบียบ ลักษณะเช่นนี้ทำให้มีการตกผลึกน้อยที่สุดใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของพอลิพรอพิลีน

ข้อดี

1. สัมประสิทธิ์ความเสียดทานต่ำ
2. ฉนวนไฟฟ้าที่ดี
3. ทนความชื้น
4. ทนต่อแรงเค้น
5. ทนสารเคมี
6. มีความโค้งงอดีเยี่ยม

ข้อเสีย

1. สลายตัวด้วยรังสี UV
2. ไม่ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ
3. ติดไฟ
4. ละลายในตัวทำละลายที่มีคลอรีนหรืออะโรมาติก
5. ทำการเชื่อมได้ยาก
6. โดดหะเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน

2.4.2 พอลิเอทิลีน (PE)

เกิดจากพอลิเมอไรเซชันของเอทิลีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำมีลักษณะเป็นไขจนถึงน้ำหนักโมเลกุลสูงและความเป็นผลึกสูง

พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (LDPE) พอลิเมอไรเซชันผ่านกลไกอนุมูลอิสระ มีออกซิเจนหรือเปอร์ออกไซด์เป็นตัวริเริ่ม อุณหภูมิใกล้ 250 °C ความดัน 3000 บรรยากาศ ความร้อนที่คายออกมาทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ต่ำ หากเติมมอนอเมอร์ที่มีขั้ว เช่น acrylate vinyl ester และ vinyl ether ระหว่างกระบวนการสังเคราะห์ทำให้พอลิเมอไรต์ได้มีสมบัติเปลี่ยนไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งมีปริมาณผลึกลดลงช่วยให้พอลิเมอไรต์มีสภาพคืดโค้งได้ที่อุณหภูมิต่ำ LDPE มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 6,000 – 40,000 มีค่า melt index 0.1 -1.09

กลไกอนุมูลอิสระที่ใช้ในการสังเคราะห์พอลิเอทิลีนจากเอทิลีนมอนอเมอร์ทำให้เกิดโซ่กิ่งมาก โซ่กิ่งโดยมากเป็นหมู่อัลคิลสั้น ๆ ที่ความดันต่ำและการเปลี่ยนแปลงสูง . โซ่กิ่งยาว ๆ โซ่กิ่งเหล่านี้เป็นจุดจุกพร่องทำให้ปริมาณผลึกลดลง ความหนาแน่น และจุดหลอมเหลวของ

LDPE จึงต่ำเมื่อเทียบกับ HDPE พอลิเอทิลีนแบ่งตามความหนาแน่นได้หลายชนิดแต่ในที่นี้จะ
 ขกกล่าวเพียง LDPE และ HDPE ซึ่งมีสมบัติดังนี้คือ

LDPE โครงสร้างมีโซ่กิ่งสาขายาว มีความหนาแน่นต่ำ ($0.91 - 0.92 \text{ g/cm}^3$)

ส่วน HDPE มีโซ่กิ่งสาขาน้อย มีความเป็นผลึกสูงกว่า ความหนาแน่นสูงกว่า LDPE
 ($0.941 - 0.965 \text{ g/cm}^3$) ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาพิเศษในการสังเคราะห์

เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของพอลิเอทิลีน

ข้อดี

1. ราคาถูก
2. เป็นฉนวน
3. ทนความชื้น
4. ทนสารเคมี
5. ใช้บรรจุอาหารได้ดี
6. ขึ้นรูปใช้งานได้โดยกระบวนการทั่วไป

ข้อเสีย

1. ขยายตัวมากเมื่อได้รับความร้อน
2. ไม่ทนสภาพดินฟ้าอากาศ
3. แฉกหัก ยากที่จะเชื่อมต่อ
4. ดัดไฟได้

สมบัติบางประการของพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ ความหนาแน่นสูงและพอลิพรอพิลีน
 แสดงในตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 แสดงสมบัติบางประการของพอลิโอเลฟินส์^๖

สมบัติ	LDPE	HDPE	PP
Specific Gravity	0.91-0.93	0.94-0.97	0.90-0.91
Crystallinity %	50-70	80-95	82
Melt Temperature °C	98-120	127-135	165-171
Tensile Strength Mpa	4.1-16	21-38	31-41
Tensile Modulus Gpa	0.10-0.26	0.41-1.24	1.10-1.55
Elongation to break %	90-800	20-130	100-600
Impact Strength	no break	27-1068	21-53
Heat Deflection Temperature °C	38-49	60-88	225-250

2.5 พอลิเอไมด์ (Polyamides , PA)

เตรียมจากกรดอะมิโนหรือ ไดเอมีน ทำปฏิกิริยากับ ไดแอซิด พอลิเมอร์ในกลุ่มนี้เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดผลึกได้จึงทึบแสง ความเป็นผลึกทำให้พอลิเอไมด์มีสมบัติด้านความแข็งแรง ความแข็งแรง ความทนต่อความร้อน ไนลอนทุกตัวดูน้ำได้ มีลักษณะใสในขณะหลอมอยู่ ขึ้นรูปยากกว่าเทอร์โมพลาสติกชนิดอื่น ๆ (ตารางที่ 2-3)

เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของพอลิเอไมด์

- ข้อดี
- 1.เหนียว แข็งแรง ความต้านทานแรงกระแทกสูง
 - 2.ต้านประสิทธิภาพเสียดทานต่ำ
 - 3.ทนต่อการขีดข่วน
 - 4.ใช้งานที่อุณหภูมิสูงได้
 - 5.ทนทานต่อสารเคมี
- ข้อเสีย
- 1.ดูดความชื้น

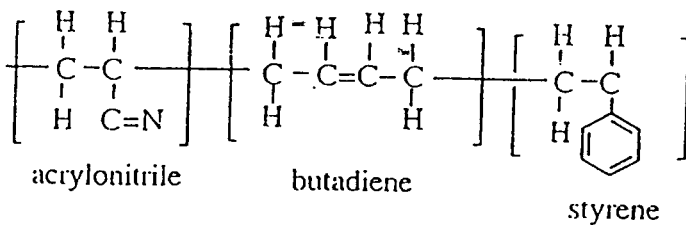
- 2. ไม่ทนต่อกรดแก่ต่างแก่
- 3. ไม่ทนรังสี UV
- 4. หดตัวมากในแม่พิมพ์
- 5. มีสมบัตินำไฟฟ้าได้เนื่องจากความชื้นที่ดูดซับไว้

ตารางที่ 2-3 แสดงโครงสร้างทางเคมีที่สำคัญของพอลิเอไมด์⁹

มอนอเมอร์	พอลิเมอร์	โครงสร้าง
Caprolactam	Poly(ϵ -caprolactam) (nylon-6)	$\left[\text{NH}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-(\text{CH}_2)_5 \right]$
Hexamethylene diamine adipic acid	Poly(hexamethylene adipamide) (nylon-6,6)	$\left[\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-(\text{CH}_2)_4-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} \right]$
Hexamethylene diamine sebacic acid	Poly(hexamethylene sebacamide) (nylon-6,10)	$\left[\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-(\text{CH}_2)_8-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} \right]$
Isophthaloyl chloride <i>m</i> -phenylenediamine	Poly(<i>m</i> -phenylene isophthalamide) (Nomex™)	$\left[\text{HN}-\text{C}_6\text{H}_3-\text{NH}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{C}_6\text{H}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} \right]$
Terephthaloyl chloride <i>p</i> -phenylenediamine	Poly(<i>p</i> -phenylene terephthalamide) (Kevlar™)	$\left[\text{HN}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{C}_6\text{H}_4-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} \right]$

2.6 อะครีโลไนไตรด์ บิวทาไดอีน สไตรีน (ABS)

สมบัติของโคพอลิเมอร์ขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์มอนอเมอร์แต่ละชนิดที่อยู่ในโคพอลิเมอร์ อะครีโลไนไตรด์ทนน้ำมัน บิวทาไดอีนทนแรงกระแทกและสไตรีนทำให้ราคาถูกลงและผ่านกรรมวิธีต่าง ๆ ง่ายขึ้น



ประโยชน์ใช้ทำอุปกรณ์ที่ใช้ภายในบ้าน ก่อสร้างถ้วยรูป ท่อ กดองแบบเตอร์ กดองเครื่องมือ ทำชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์ เพราะมีน้ำหนักเบา นิยมใช้ผสมในพอลิเมอร์อื่นเช่นไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABS / PA ทนทานต่อสารเคมีดีเยี่ยมและทนต่ออุณหภูมิสูง ใช้ทำชิ้นส่วนรถยนต์

ABS / PC ใช้ทำอุปกรณ์เครื่องใช้ภายในบ้าน

ABS / PVC ใช้ทำใบพัดในเครื่องทำความสะอาดยนต์ ตัวคอมพิวเตอร์เพราะมีความเหนียว และ ความต้านทานแรงกระแทกสูง

ABS / EPDM ปรับปรุงความสามารถรับแรงกระแทกที่อุณหภูมิต่ำและมอดูลัสต่ำ

2.7 เครื่องอัดรีดเกลียวหนอนเดี่ยว (Single screw extruder)

เครื่องอัดรีดเกลียวหนอนเดี่ยวเป็นเครื่องจักรที่ใช้สำหรับกระบวนการขึ้นรูปพอลิเมอร์ ซึ่งมี ส่วนประกอบหลักสำคัญดังนี้

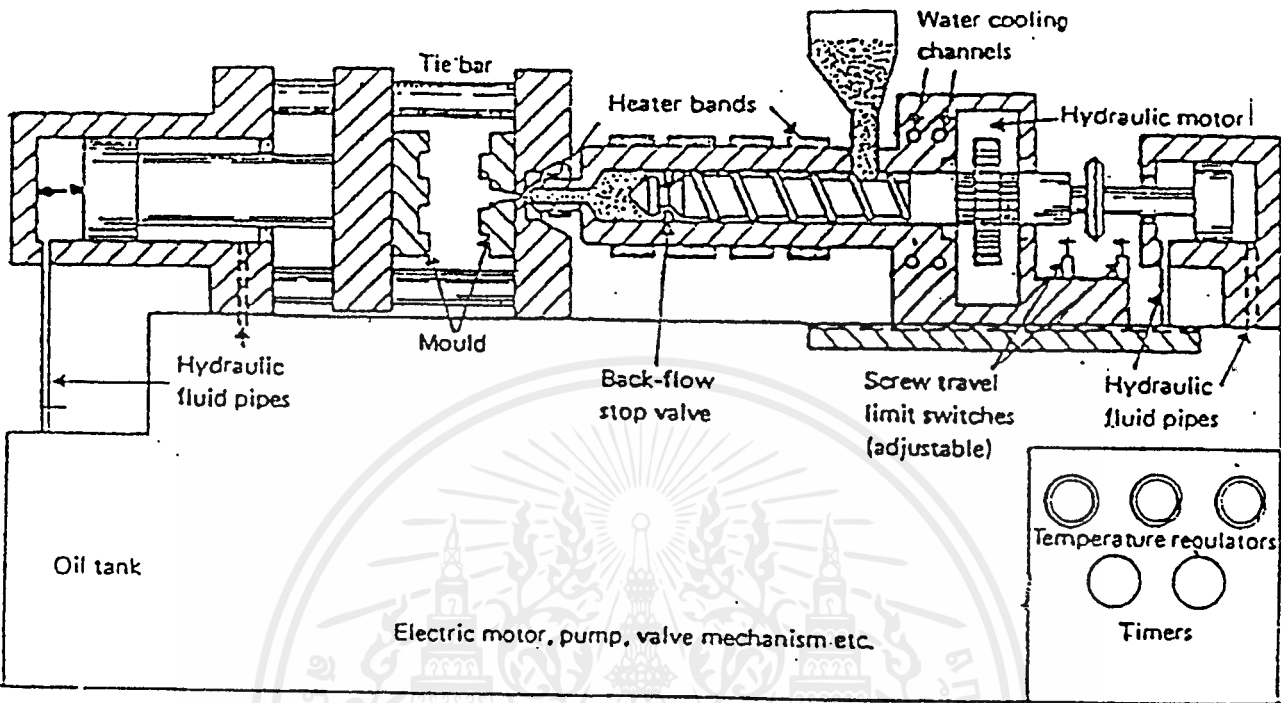
ตัวเครื่องมีลักษณะเป็นท่อทรงกระบอกภายในมีสกรู เป็นแท่งโลหะเกลียว ทำหน้าที่ผสมวัสดุ ให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยการหมุนสกรู ซึ่งได้รับแรงขับเคลื่อนจากมอเตอร์ มีส่วนป้อนสารทำ หน้าที่เก็บเม็ดพลาสติกเพื่อเตรียมป้อนเข้าในเครื่องอัดรีด มีแผ่นบีกเกอร์เป็นแผ่นโลหะที่ติดอยู่ บริเวณปลายสกรูและดาบน์ มีลักษณะเป็นช่องหรือรู ให้พอลิเมอร์หลอมเหลวไหลผ่านได้ มี ส่วนให้ความร้อนหุ้มอยู่ภายนอกอีกชั้นหนึ่ง มีช่องระบายอากาศทำหน้าที่ไล่อากาศที่อาจจะติดเข้าไป ระหว่างการผสมหรือขณะป้อนพลาสติกให้ออกไปก่อน พอลิเมอร์หลอมเหลวจะถูกอัดเข้าแม่พิมพ์ เพื่อป้องกันโพรงอากาศที่อาจเกิดขึ้นได้ในชิ้นงาน มีมอเตอร์ทำหน้าที่ในการขับเคลื่อน กระบอกและสกรูให้หมุนไปตามความเร็วที่ต้องการ

การทำงานของเครื่องจะเริ่มจาก การขับพอลิเมอร์จากส่วนป้อนสารเข้าสู่ตัวเครื่อง จากนั้นสกรูจะเป็นตัวลำเลียงพอลิเมอร์ไปตามเกลียวหนอน ด้วยแรงขับเคลื่อนของมอเตอร์ และเพื่อก วดพอลิเมอร์จะเริ่มหลอมเหลวโดยความร้อนจากส่วนให้ความร้อนและแรงเฉือนที่เกิดขึ้น ซึ่งส่วน ให้ความร้อนจะแบ่งเป็น 4 ส่วน สามารถปรับอุณหภูมิได้ตามความเหมาะสมของชนิดพอลิเมอร์ที่ ใช้เนื่องจากส่วนของดาบน์มีความดันสูง สกรูจะต้องมีประสิทธิภาพมากพอจึงจะสามารถส่งพอลิ เมอร์หลอมเหลวให้ผ่านหัวดาบน์ออกมาได้

2.8 เครื่องฉีดขึ้นรูปพลาสติก (Injection molding machine)

กระบวนการฉีดขึ้นรูปสมัยใหม่ ส่วนมากจะใช้เกลียวหนอนในการหลอมพลาสติกก่อนทำการฉีด (preplasticising) เพื่อใช้ในการเตรียมพอลิเมอร์หลอมเหลวในปริมาณที่ควบคุมได้ ก่อนที่จะส่งผ่านเข้าไปยังช่องว่างของแม่พิมพ์ หลักการนี้จะเหมือนกันกับเครื่องอัดรีดแบบเกลียวหนอนเดี่ยว โดยเกลียวหนอนจะหมุนเพื่อลำเลียงและหลอมพอลิเมอร์ที่พามาจากกรวยป้อนเม็ดขณะที่พอลิเมอร์หลอมสะสมอยู่ที่ด้านหน้าของกระบอกฉีด เกลียวหนอนจะเคลื่อนถอยหลังตามแนวแกน ในขณะที่เกลียวหนอนยังหมุนอยู่ จนกระทั่งได้น้ำหนักในการฉีด (shot weight) ตามต้องการ การฉีดขึ้นรูปพลาสติกจะเกิดขึ้นในขณะที่เกลียวหนอนเคลื่อนที่ไปข้างหน้าในลักษณะของกระบอกสูบ (ram) และเพื่อเป็นการป้องกันการไหลย้อนกลับของพลาสติกหลอมตามร่องของเกลียวหนอน จึงมีการใช้แหวนกันการย้อนกลับ ประกอบอยู่ที่ปลายเกลียวหนอน พลาสติกจะถูกฉีดผ่านหัวฉีดที่ประกบติดกับคอนปลายของกระบอกฉีด ผ่านเข้าไปยังทางเข้าของแม่พิมพ์ แม่พิมพ์จะถูกยึดติดอยู่บนแท่นยึดแม่พิมพ์ ซึ่งด้านหนึ่งจะถูกยึดอยู่กับที่ ขณะที่อีกด้านหนึ่งจะเคลื่อนที่ไปมาได้อย่างอิสระตามเวลา ทำให้แม่พิมพ์เปิดและปิดได้ เป็นสิ่งที่สำคัญมากในการทำให้แม่พิมพ์ปิดอยู่ได้อย่างมั่นคงในระหว่างการฉีดพลาสติกหลอม และในช่วงหล่อเย็นของวัฏจักรการฉีดขึ้นรูป

การหล่อเย็นแม่พิมพ์จะเป็นผลมาจากการถ่ายเทความร้อนจากพอลิเมอร์หลอมที่ร้อนผ่านผนังช่องว่างของแม่พิมพ์ที่เย็น เมื่อวัสดุแข็งตัวจนถึงจุดหนึ่งที่สามารถถูกกระทุ้งออกจากช่องว่างของแม่พิมพ์ได้โดยไม่เป็นอันตรายจากการบิดเบี้ยวหรือการเสียรูป แม่พิมพ์จะถูกเปิดออก และชิ้นงานจะถูกนำออกด้วยกลไกการกระทุ้งที่สร้างขึ้นภายในระบบของแม่พิมพ์ (รูปที่ 2-5)



Single screw injection moulding machine

รูปที่ 2-5 แสดงรูปของเครื่องฉีดขึ้นรูปแบบเกลียวหนอนคนเดียว¹⁰

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การวิจัยและดำเนินงาน

3.1) สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

- 3.1.1 เม็ดพลาสติกพอลิพรอพิลีนของ HMC
- 3.1.2 เม็ดพลาสติกพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ ของ TPI
- 3.1.3 เม็ดพลาสติกอะครีโลไนไตรด์ บิวทาไดอีน สไตรีน ของTPI
- 3.1.4 เม็ดพลาสติกพอลิเอไมค์ 6 ของ TPI
- 3.1.5 ขวดพลาสติกพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง
- 3.1.6 สารช่วยผสม Polybond ของ Uniroyal Chemical

3.2) อุปกรณ์

- 3.2.1 เครื่องอัดรีดแบบเกลียวหนอนเดี่ยว (Single Screw Extruder)
- 3.2.2 เครื่องฉีดขึ้นรูปพลาสติก (Injection Moulding Machine)
- 3.2.3 เครื่องทดสอบแรงดึง (Tensile Testing Machine)
- 3.2.4 เครื่องวัดความทนทานต่อแรงกระแทก (Impact Resistance Machine)
- 3.2.5 เครื่องทดสอบความแข็ง (Rockwell Hardness Machine)
- 3.2.6 เครื่องตัดพลาสติก
- 3.2.7 เครื่องชั่งแบบดิจิตอล

3.3) ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.3.1 เตรียมพอลิเมอร์ผสมแต่ละระบบที่มีอัตราส่วนของพอลิเมอร์หลักและสารช่วยผสม ในปริมาณที่แตกต่างกัน ไปตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้

3.3.2 ผ่านเข้าเครื่องอัดรีดแบบเกลียวหนอนเดี่ยว โดยศึกษาถึงตัวแปรต่างๆที่มีผลต่อสมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์ผสม

3.3.3 นำมาขึ้นรูปเพื่อทดสอบสมบัติเชิงกลโดยใช้เทคนิคการขึ้นรูป (injection moulding)

3.3.4 ทำการทดสอบสมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์ผสมแต่ละอัตราส่วน

3.3.5 เติมสารช่วยผสมแล้วนำไปผ่านกระบวนการและทดสอบเช่นเดียวกับก่อนเติมสารช่วยผสม เปรียบเทียบผลที่ได้

3.3.6 สรุปผลและนำไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4) วิธีการทดลอง

ในการทดลองจะแบ่งพอลิเมอร์ผสมออกเป็น 2 ระบบ ดังนี้

ก) ระบบพอลิเมอร์ผสมก่อนการเติมสารช่วยผสม

1. เตรียมพอลิโอเลฟินส์ (Polyolefin , PO)

1.1 นำขวดน้ำดื่มพลาสติก HDPE มาล้างทำความสะอาด ตากให้แห้ง จากนั้นนำเข้าเครื่องตัดพลาสติก เพื่อทำการขบขยพลาสติกให้มีขนาดเล็กลง

1.2 นำพลาสติกที่ได้จากข้อ 1.1 มาผสมกับเม็ดพลาสติก LDPE และ เม็ดพลาสติก PP ในอัตราส่วนที่เท่ากัน โดยผ่านเครื่อง Single screw extruder โดยใช้อุณหภูมิแต่ละโซน 140 150 160 และ 170 °C

2. เตรียมพอลิเมอร์ผสม

2.1 ทำการชั่งน้ำหนักของอัตราส่วนพอลิเมอร์ผสม โดยปริมาณ และอัตราส่วนของ PO , Nylon 6 และ ABS เป็นไปตามตาราง

อัตราส่วนระหว่าง PO : ABS : Nylon 6	PO (g)	ABS (g)	Nylon 6 (g)
50 : 25 : 25	3600	1800	1800
25 : 50 : 25	1800	3600	1800
25 : 25 : 50	1800	1800	3600

ทำการผสมในเครื่องอัดรีดแบบเกลียวหนอนเดี่ยว (Single screw extruder) โดยมี การปรับเปลี่ยนอุณหภูมิและความเร็วรอบในการผสมเป็นดังตารางที่ 3-1 3-2 และ 3-3 ตามลำดับ

2.2 ผ่านพลาสติกผสมที่ได้ ไปตามรางน้ำเพื่อหล่อเย็นและให้พลาสติกมีการหดตัวที่สม่ำเสมอ

3. การขึ้นรูปชิ้นงาน

นำพลาสติกผสมที่ผ่านเครื่องอัดรีดแบบเกลียวหนอนเดี่ยวมาขึ้นรูปเป็นรูปปริมาตรเบสส์และ Izod โดยใช้การฉีดขึ้นรูปพลาสติกเพื่อนำไปทดสอบสมบัติเชิงกลต่อไป (แสดงในตารางที่ 3-5)

ตารางที่ 3-1 แสดงอุณหภูมิและความเร็วรอบของ PO ABS และ Nylon 6 ที่มีอัตราส่วน

50 : 25 : 25

อัตราส่วนระหว่าง PO : ABS : Nylon 6	PO (g)	ABS (g)	Nylon 6 (g)	อุณหภูมิการผสม °C				ความเร็วรอบ รอบ / นาที
				180	190	200	210	
50 : 25 : 25	3600	1800	1800	180	190	200	210	40
								50
								60
				190	200	210	220	40
								50
								60
				200	210	220	230	40
								50
								60

ตารางที่ 3-2 แสดงอุณหภูมิและความเร็วรอบของ PO ABS และ Nylon 6 ที่มีอัตราส่วน

25 : 50 : 25

อัตราส่วนระหว่าง PO : ABS : Nylon 6	PO (g)	ABS (g)	Nylon 6 (g)	อุณหภูมิการผสม °C				ความเร็วรอบ รอบ / นาที
				180	190	200	210	
25 : 50 : 25	1800	3600	1800	180	190	200	210	40
								50
								60
				190	200	210	220	40
								50
								60
				200	210	220	230	40
								50
								60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3-3 แสดงอุณหภูมิและความเร็วรอบของ PO ABS และ Nylon 6 ที่มีอัตราส่วน

25 : 25 : 50

อัตราส่วนระหว่าง PO : ABS : Nylon 6	PO (g)	ABS (g)	Nylon 6 (g)	อุณหภูมิการผสม °C				ความเร็วรอบ รอบ / นาที
25 : 25 : 50	1800	3600	1800	180	190	200	210	40
								50
								60
				190	200	210	220	40
								50
								60
				200	210	220	230	40
								50
								60

4. การทดสอบ

4.1 สมบัติความต้านทานต่อแรงดึง

ทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแรงดึง (LLOYD) ขนาด 5 kN ทำการทดสอบโดยใช้ชิ้นตัวอย่างระบบละ 5 ชิ้น สภาวะของเครื่องเป็นดังนี้

Load cell : 5 kN

Test speed : 10 mm /min

Grainage : 1.0 g/m²

Cell class : 0.5

Guage length : 107 mm

4.2 สมบัติความโค้งงอ

ทำการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบสมบัติเชิงกล และโปรแกรม WINDAP ในการคำนวณ เตรียมชิ้นงานโดยการฉีดขึ้นรูป ใช้ชิ้นงานจำนวน 2 ชิ้น และสภาวะที่ใช้ในการทดลองคือ

Load speed : 5.0 kN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Test speed 5 mm / min

Grammage 1.0 g / m²

Cell class 0.5

Guage length 60 mm

4.3 สมบัติความต้านทานต่อแรงกระแทก

ทำการทดสอบด้วยเครื่อง Yazuda 199311 เตรียมชิ้นงานโดยการฉีดขึ้นรูป
ใช้ตัวอย่าง 5 ชิ้น

4.3 สมบัติความแข็ง

ทำการทดสอบด้วยเครื่อง Rockwell hardness Tester ของ Matsuzama
รุ่น DXT โดยใช้ Shore D ทำการทดสอบ 3 ครั้ง ต่อ 1 ตัวอย่าง

ข) ระบบพอลิเมอร์ผสมที่มีการเติมสารช่วยผสม

1. ทำการชั่งน้ำหนักเพื่อทำการผสม โดยปริมาณและอัตราส่วนพอลิเมอร์และสารช่วย
ผสม แสดงตามตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 แสดงปริมาณและอัตราส่วนพอลิเมอร์และสารช่วยผสม

Compatibilizer	อัตราส่วนระหว่าง PO : ABS: Nylon 6	PO (g)	ABS (g)	Nylon 6 (g)	Polybond 3150 (g)
1%	50 : 25 : 25	400	200	200	8
	25 : 50 : 25	200	400	200	8
	25 : 25 : 50	200	200	400	8
2%	50 : 25 : 25	400	200	200	16
	25 : 50 : 25	200	400	200	16
	25 : 25 : 50	200	200	400	16
3%	50 : 25 : 25	400	200	200	24
	25 : 50 : 25	200	400	200	24
	25 : 25 : 50	200	200	400	24

2. ทำการผสมด้วยเครื่องอัดรีดแบบเกลียวหนอนเดี่ยว (Single screw extruder) โดยใช้อุณหภูมิและความเร็วรอบในการผสมที่ทำให้พอลิเมอร์มีลักษณะการหลอมผสมที่ดีที่สุด
3. นำมาขึ้นรูปชิ้นงานเพื่อเตรียมวัดสมบัติเชิงกล (สภาวะการทดลองแสดงในตารางที่ 3-5)
4. ทำการทดสอบเช่นเดียวกับในกรณีของพอลิเมอร์ที่ไม่ได้เติมสารช่วยผสม



ตารางที่ 3-5 ภาวะที่ใช้ในการฉีดขึ้นรูปด้วยเครื่อง Injection molding machine

TIME PROGRAMMING

DIE CLS/OPN TIME	: 30	MELTING TIME	: 100
STD COR ACT TIME	: 20	DECOMPRS TIME	: 2
1 ST STG INJ TIME	: 20	COOLING TIME	: 200
2 ND STG INJ TIME	: 15	EJECTOR COUNT	: 2
3 RD STG INJ TIME	: 10	SCW FWD TIME	: 0
EJE FWD DLY	: 0	SCW BWD TIME1	: 0
MELTING DLY	: 0	SCW BWD TIME2	: 0
EJE BKD DLY	: 0	ALARM TIME	: 350

PRESSURE PROGRAMMING

DIE CLS PRESR	: 40	DECOMP PRESR	: 40
CLS LOW PRESR	: 20	PLUNGER PRESR	: 25
CLS HI PRESR	: 20	EJECTOR PRESR	: 20
DIE OPN PRESR	: 40	SCW - IN PRESR	: 0
1 ST INJ PRESR	: 40	DIE ADJ PRESR	: 60
2 ND INJ PRESR	: 30		
3 RD INJ PRESR	: 20		
MELTING PRESR	: 50		

PROGRAMMING FLOW SPEED

RAPID CLS SPD	: 40	1 ST STG INJ SPD	: 10
HIGH CLS SPD	: 25	2 ND STG INJ SPD	: 10
CLAMPING SPD	: 25	3 RD STG INJ SPD	: 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIE OPN SLW 1	: 13	MELTIMG SPD	: 50
RAPID OPN SPD	: 30	DECOMP SPD	: 40
DIE OPN SWL 2	: 20	EJECTOR SPD	: 15
PLUNGER SPD	: 50	SCREW - IN	: 0
DIE ADJ SPD	: 40	DIE CHANGE SPD	: 10

PROGRAMMING TEMPERATURE

PROGRAMED TEMP		CURRENT TEMP
NOZZLE	:	220
ZONE 1	:	210
ZONE 2	:	200
ZONE 3	:	0
ZONE 4	:	0
ZONE 5	:	0
ZONE 6	:	0

PROGRAMME OPTIONS

DIE CLS SPD	: 1	1 = HI SPD	2 = FAST SPD	
PLUNGER SPD	: 2	1 = USE	2 = NO USE	
ROBOTS	: 2	1 = USE	2 = NO USE	
SCRW	: 2	1 = USE	2 = NO USE	3 = SID-COR
EJECTOR	: 1	1 = STAL	2 = MULTI	3 = FIXD NB
SID - COR	:			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

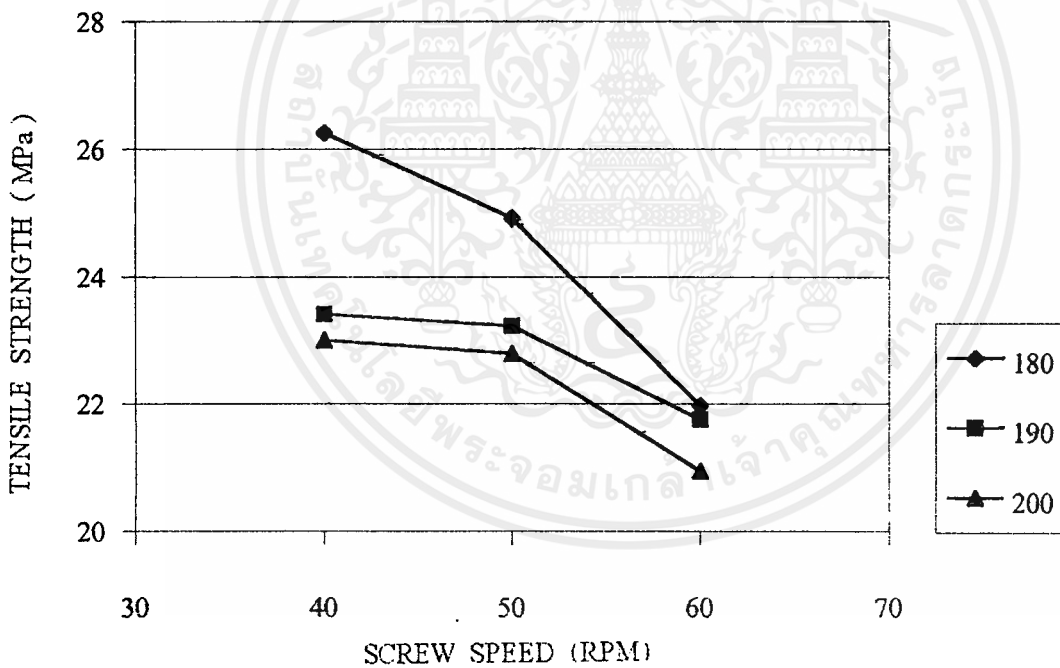
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ระบบพอลิเมอร์ผสมก่อนการเติมสารช่วยผสม

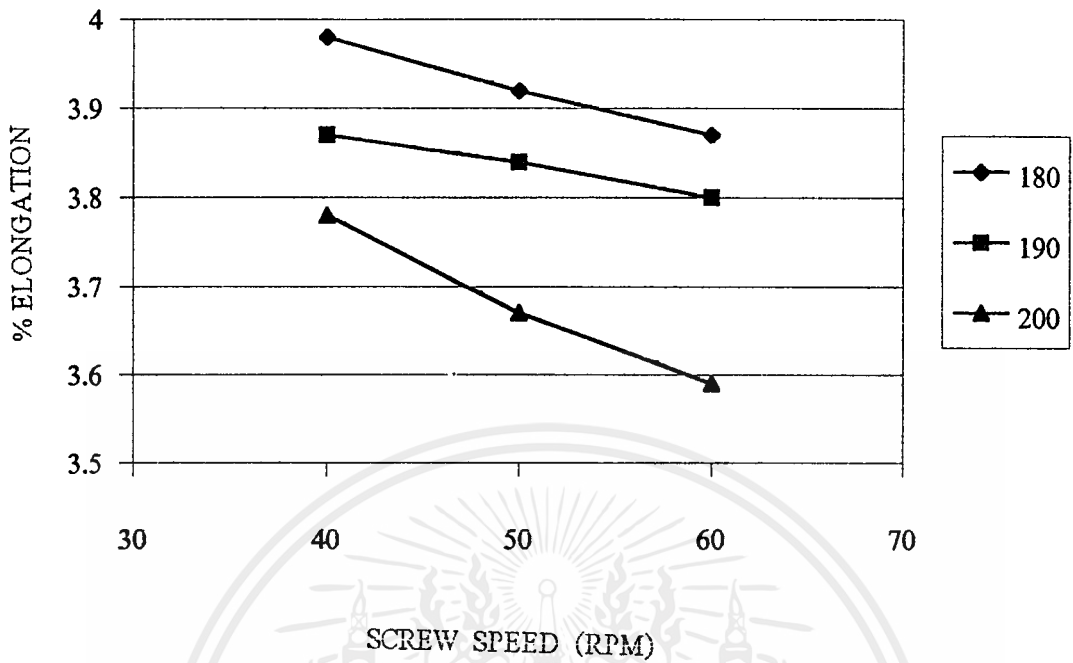
4.1.1 ระบบพอลิเมอร์ผสมประกอบด้วย พอลิโอเลฟินส์ ไนลอน 6 อะคริไลไนไตรลบิวทาไดอีน สไตรีน (เอ บี เอส) ในอัตราส่วน 50:25:25 โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเร็วของสกรูที่ 40 50 และ 60 รอบต่อนาที และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่ 180 190 และ 200 °C ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4-1 และ รูปที่ 4-1 ถึงรูปที่ 4-6 ตารางที่ 4-1 แสดงผลการศึกษาสภาวะในการดำเนินกระบวนการของพอลิโอเลฟินส์ ไนลอน 6 และ อะคริไลไนไตรลบิวทาไดอีน สไตรีน ในอัตราส่วน 50:25:25

Screw speed (rpm)	Residence Time (sec)	อุณหภูมิ (°C)	Tensile strength (MPa)	%Elongation	Modulus (MPa)	Flexural strength (MPa)	Impact (kJ/m ²)	Hardness
40	36.32	180	26.26	3.98	1237.9	1.126	3.0	64
		190	23.41	3.87	1102.2	1.087	2.9	63.5
		200	23.00	3.78	1202.0	1.059	2.8	62.67
50	28.91	180	24.92	3.92	1161.1	1.087	2.8	63.00
		190	23.22	3.84	1039.4	1.056	2.8	61.90
		200	22.79	3.67	1106.8	1.052	2.7	61.67
60	17.84	180	21.97	3.87	1099.3	1.037	2.9	63.67
		190	21.75	3.80	1022.2	0.885	2.8	62.33
		200	20.94	3.59	969.4	0.980	2.7	62.33

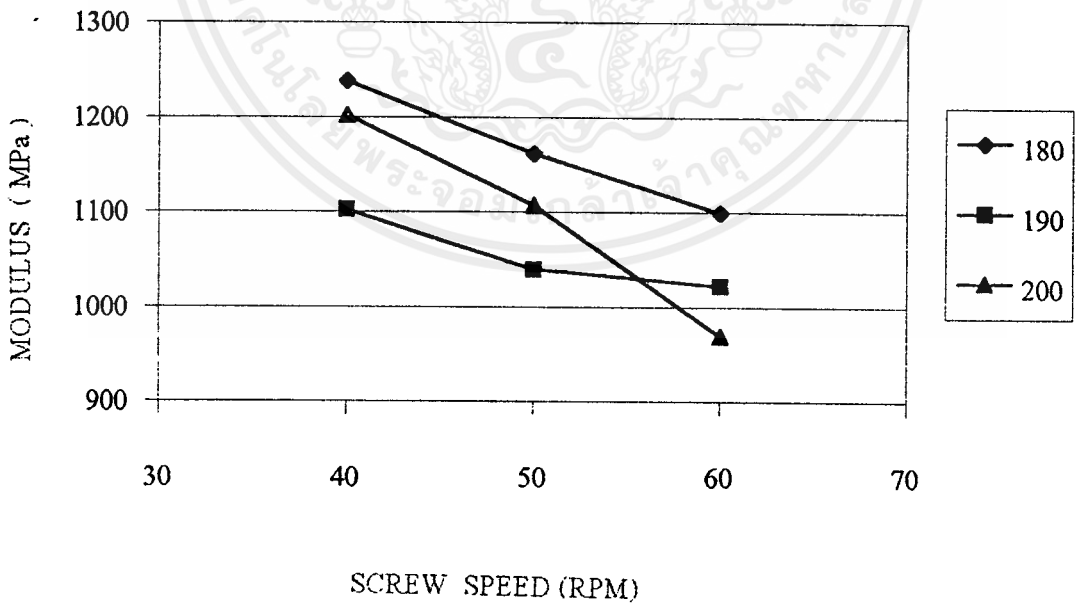
ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของสกรู กับ ค่าความแข็งแรงดึงแสดงในรูปที่ 4-1 พบว่าเมื่อความเร็วของสกรูคงที่ ค่าความแข็งแรงดึงมีแนวโน้มลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากที่อุณหภูมิสูง พอลิโอฟีนีส และ อะครีโลไนไตรล บิวทาไดอิน สไตรีน มีแนวโน้มสูญเสียสภาพมากขึ้น และในขณะที่เพิ่มความเร็วของสกรูมากขึ้นเป็น 50 และ 60 รอบต่อนาที วัสดุมีเวลาอยู่ในกระบวนการน้อยลง การผสมกันระหว่างวัสดุจึงน้อยลง เป็นผลให้ความแข็งแรงดึงลดลง ในทำนองเดียวกันความเร็วของสกรู กับ เปอร์เซ็นต์การยืดออก มอดุลัส ความโค้งงอ ความทนทานต่อแรงกระแทก และ ความแข็งแรง ก็มีผลที่สอดคล้องกัน กล่าวคือ สมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์ผสมจะดีที่สุดเมื่อดำเนินกระบวนการที่ความเร็วของสกรูต่ำสุด(40 รอบต่อนาที) และ อุณหภูมิต่ำสุด(180°C) ดังแสดงในรูปที่ 4-2 ถึงรูปที่ 4-6 ตามลำดับ



รูปที่ 4-1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงดึง กับ ความเร็วของสกรูที่อุณหภูมิต่างๆ ของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโอฟีนีส ไนลอน6 และ เอ บี เอส ในอัตราส่วน 50:25:25

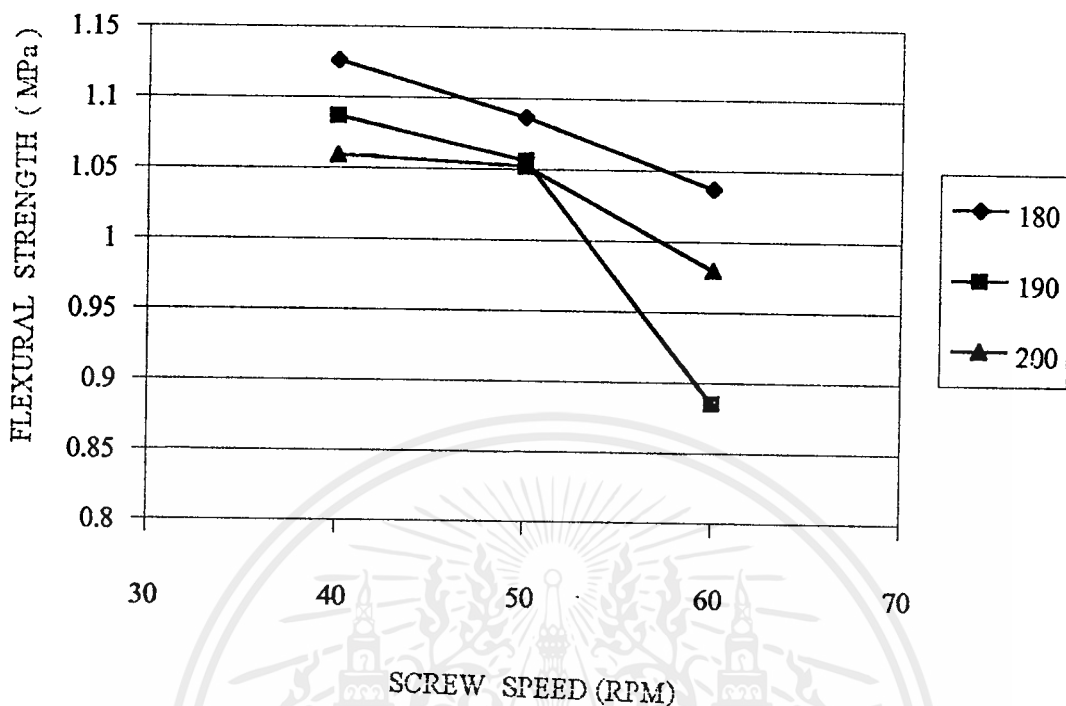


รูปที่ 4-2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การยืดออก กับ ความเร็วของสกรูที่อุณหภูมิต่างๆ ของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโอฟีนีส ไนลอน6 และ เอ บี เอส ในอัตราส่วน 50:25:25

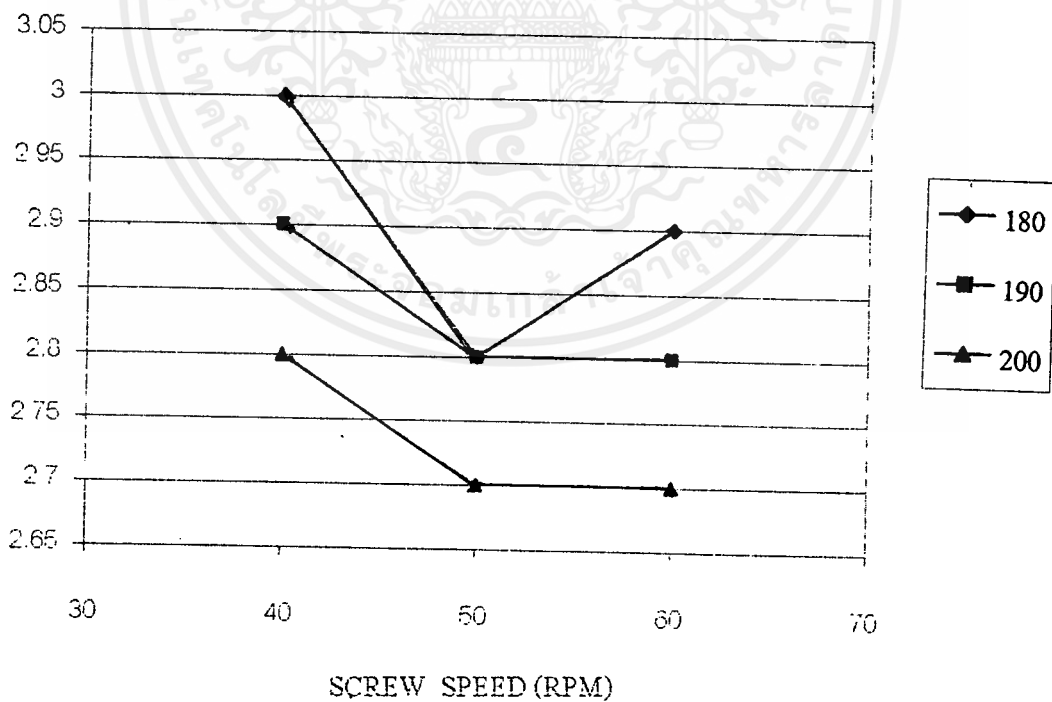


รูปที่ 4-3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง มอดุลัส กับ ความเร็วของสกรูที่อุณหภูมิต่างๆ ของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโอฟีนีส ไนลอน6 และ เอ บี เอส ในอัตราส่วน 50:25:25

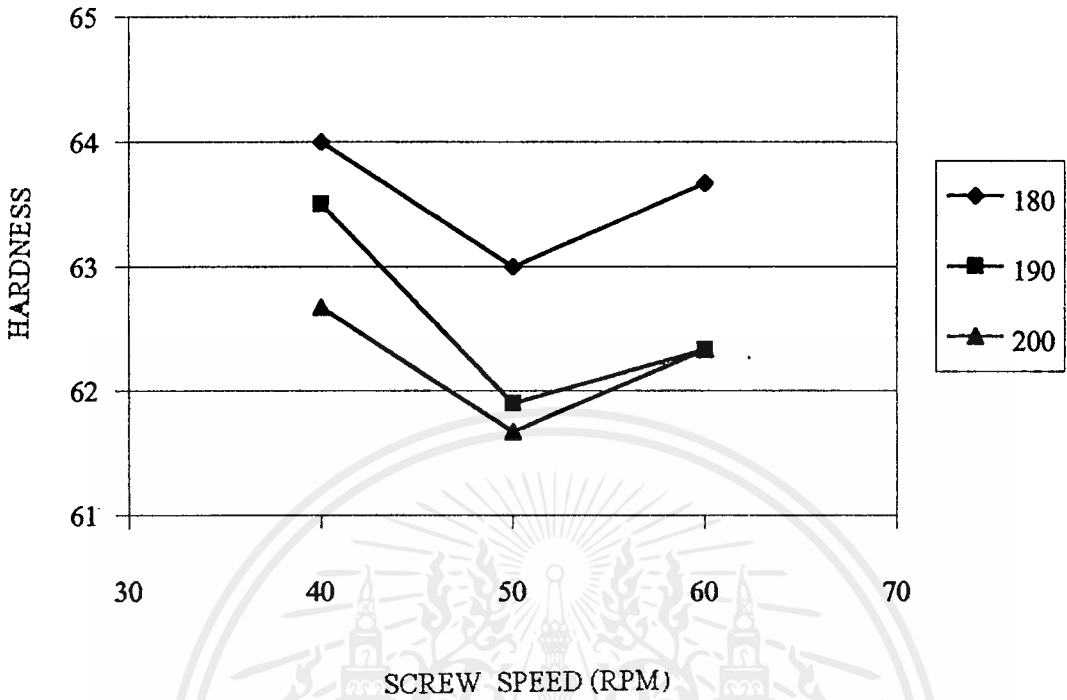
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความโค้งงอ กับ ความเร็วของสกรูที่อุณหภูมิต่างๆ ของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโอฟีนีส ไนลอน6 และ เอ บี เอส ในอัตราส่วน 50:25:25



รูปที่ 4-5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความทนทานต่อแรงกระแทกกับความเร็วของสกรูที่อุณหภูมิต่างๆ ของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโอฟีนีส ไนลอน6และเอ บี เอสในอัตราส่วน50:25:25



รูปที่ 4-6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็ง กับ ความเร็วของสกรูที่อุณหภูมิต่างๆ ของระบบ พอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโอฟีนีส ไนลอน6 และ เอ บี เอส ในอัตราส่วน 50:25:25

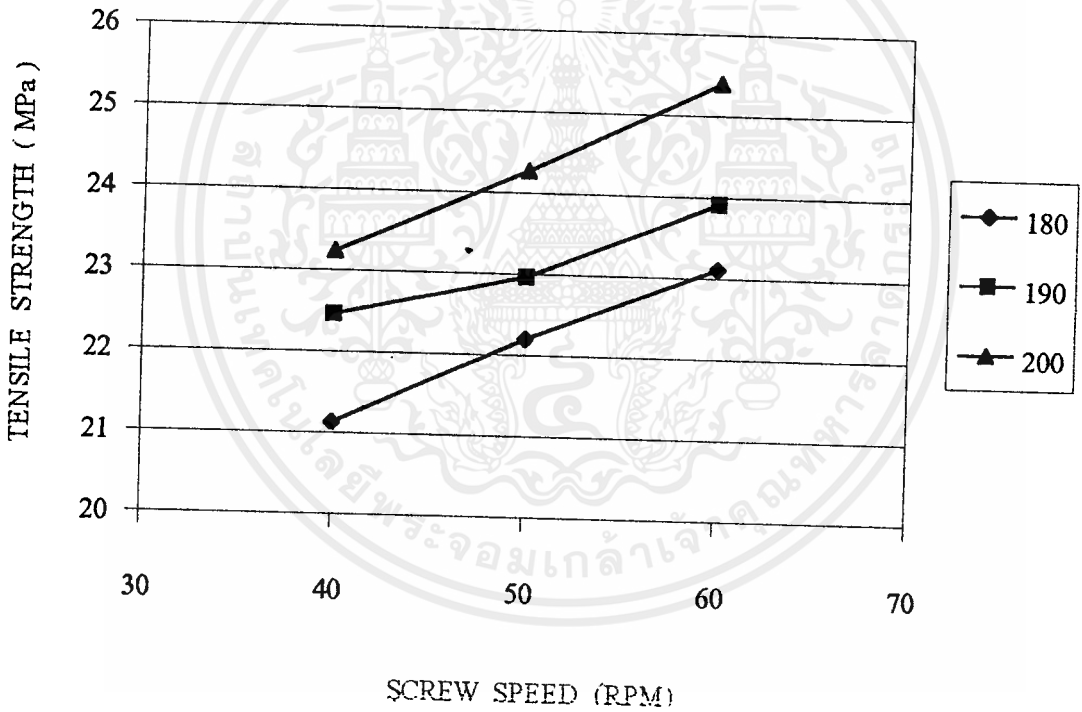
4.1.2 ระบบพอลิเมอร์ผสมประกอบด้วย พอลิโอเลฟินส์ ไนลอน6 อะคริโลไนไตรล บิวทาไดอิน สไตรีน (เอ บี เอส) ในอัตราส่วน 25:50:25 โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเร็วของสกรูที่ 40 50 และ 60 รอบต่อนาที และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่ 180 190 และ 200 °C ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4-2 และ รูปที่ 4-7 ถึงรูปที่ 4-12

ตารางที่ 4-2 แสดงผลการศึกษาสภาวะในการคำนวณกระบวนการของ พอลิโอเลฟินส์ ไนลอน6 อะคริโลไนไตรล บิวทาไดอินสไตรีนในอัตราส่วน 25:50:25

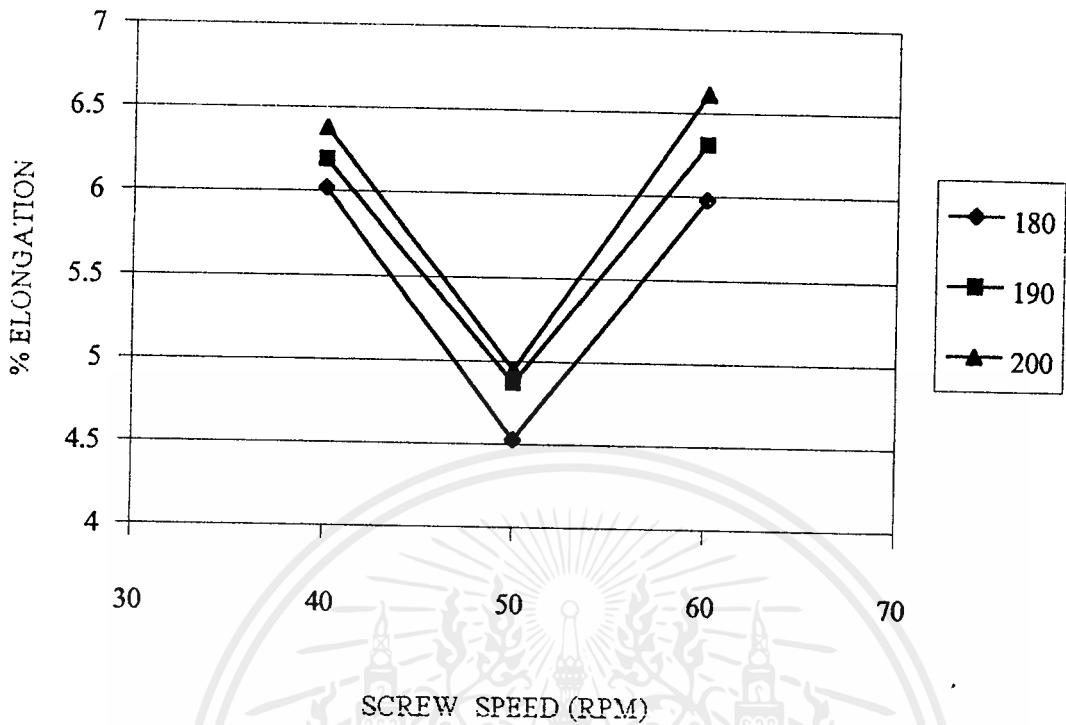
Screw speed (rpm)	Residence Time (sec)	อุณหภูมิ (°c)	Tensile strength (MPa)	%Elongation	Modulus (MPa)	Flexural strength (MPa)	Impact (kJ/m ²)	Hardness
40	37.34	180	21.13	6.02	752.9	1.04	3.0	64.50
		190	22.46	6.19	915.6	1.11	3.2	65.17
		200	23.24	6.38	1009.1	1.15	3.4	65.50
50	26.99	180	22.20	4.53	815.76	1.03	3.3	64.50
		190	22.97	4.87	972.80	1.14	3.5	65.50
		200	24.27	4.95	988.40	1.16	3.6	65.83
60	21.98	180	23.11	5.98	936.30	1.06	3.6	64.16
		190	23.92	6.31	1003.9	1.15	3.6	65.83
		200	25.40	6.61	1137.2	1.25	3.7	67.67

ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของสกรู กับ ค่าความแข็งแรงดึง แสดงในรูปที่ 4-7 พบว่าเมื่อความเร็วของสกรูคงที่ ค่าความแข็งแรงดึงเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากอิทธิพลของไนลอน6 (มีปริมาณเป็น 2 เท่าของพอลิโอเลฟินส์ และ อะคริโลไนไตรล บิวทาไดอิน สไตรีน) เกิดการหลอมตัวได้มากขึ้น ก่อให้เกิดการเชื่อมโยงของสายโซ่โมเลกุลกับอะคริโลไนไตรล บิวทาไดอิน สไตรีน เมื่อเปรียบเทียบกับพอลิโอเลฟินส์ ไนลอน6 และอะคริโลไนไตรล บิวทาไดอิน สไตรีน ที่อัตราส่วน 50:25:25 อิทธิพลของไนลอนมีน้อยกว่าจึงถูกพอลิโอเลฟินส์บดบัง ความสามารถในการดึง จึง

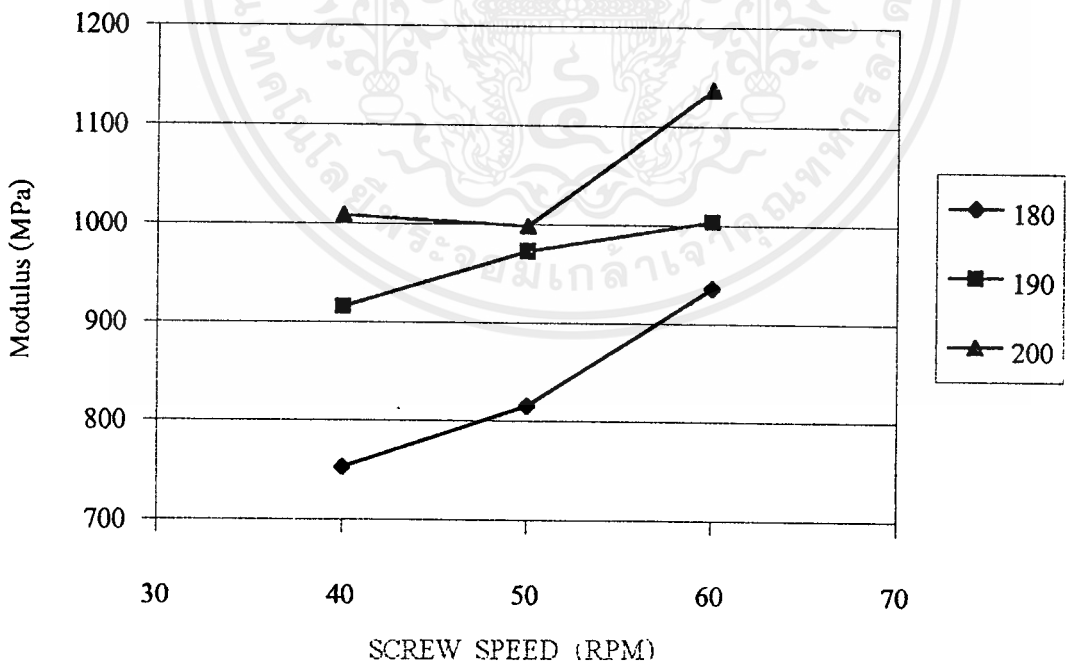
ลดลง แต่เมื่อเพิ่มความเร็วของสกรูเท่ากับเพิ่มการผสมให้กับอะครีโลไนไตรล บิวทาไดอีน สไตรีนและไนลอน6 มากขึ้น ผลที่ได้จึงทำให้ความแข็งแรงดึงสูงขึ้นแต่ไม่เห็นผลเด่นชัดเท่าที่ควร นอกจากนี้ยังพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของสกรูกับเปอร์เซ็นต์การบีดออก มอดูลัส ความโค้งงอ ความแข็ง จะให้ผลที่สอดคล้องกันกับค่าความแข็งแรงดึง ดังแสดงในรูปที่ 4-8 4-9 4-10 4-11 และ 4-12 แต่จะให้ผลตรงกันข้ามในกรณีของความทนทานต่อแรงกระแทก กล่าวคือ เมื่อความเร็วของสกรูเพิ่มขึ้นค่าความทนทานต่อแรงกระแทกจะลดลง ทั้งนี้เนื่องจากวัสดุมีความเปราะมากขึ้นเมื่อทำการผสมที่อุณหภูมิสูงๆสันนิษฐานว่าเกิดการแยกวัฏภาคระหว่างพอลิโอเลฟินส์กับพอลิเมอรัผสมระหว่าง ไนลอน6 กับอะครีโลไนไตรล บิวทาไดอีนสไตรีน



รูปที่ 4-7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงดึง กับ ความเร็วของสกรูที่อุณหภูมิต่างๆ ของระบบพอลิเมอรัผสมที่ประกอบด้วยพอลิโอเลฟินส์ ไนลอน6 และ เอ บี เอส ในอัตราส่วน 25:50:25

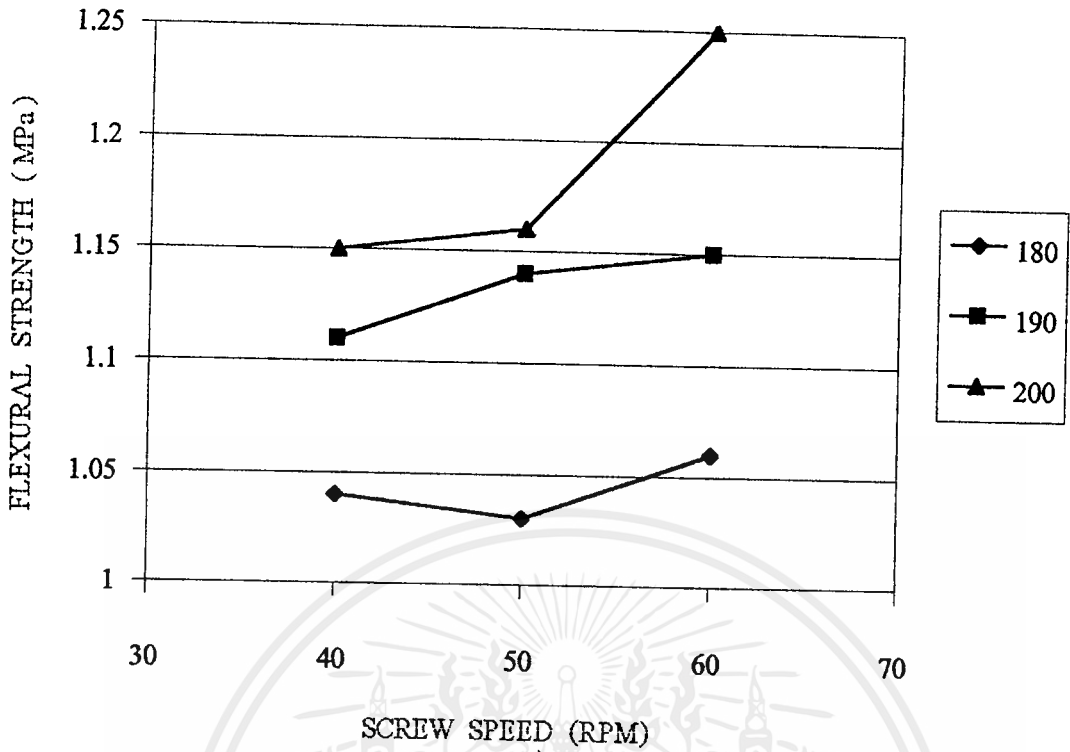


รูปที่ 4-8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การยืดออก กับความเร็วของสกรูที่อุณหภูมิต่างๆ ของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโเอทีนส์ ไนลอน6 และ เอ บี เอส ในอัตราส่วน 25:50:25

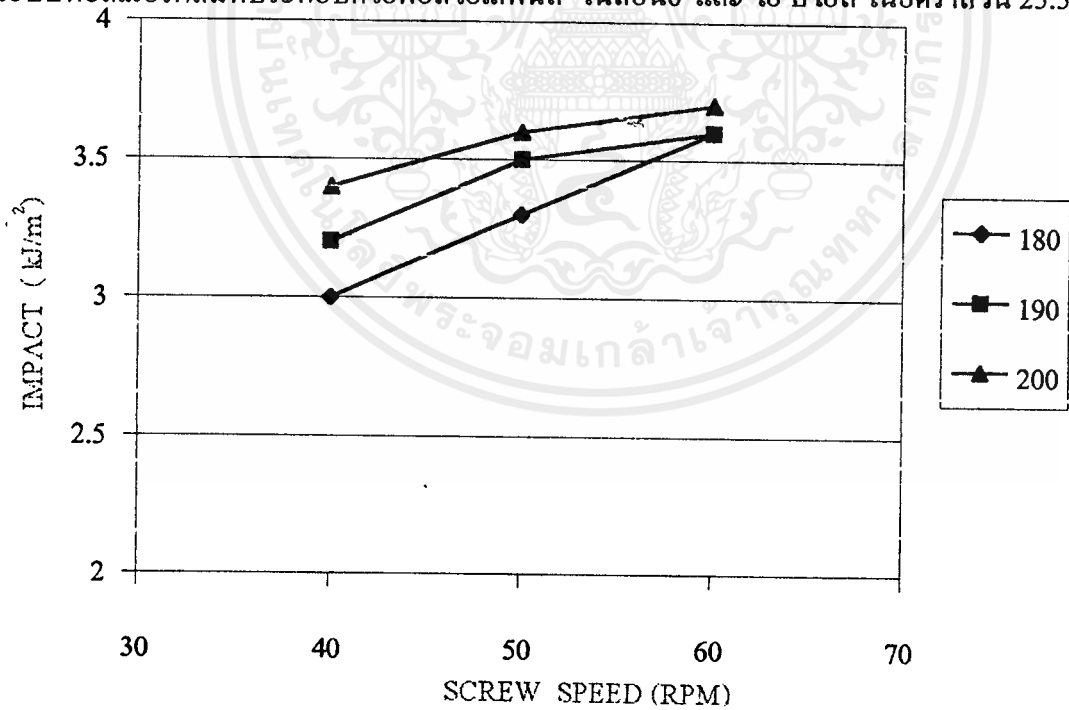


รูปที่ 4-9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมอดุลัส กับความเร็วของสกรูที่อุณหภูมิต่างๆ ของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโเอทีนส์ ไนลอน6 และ เอ บี เอส ในอัตราส่วน 25:50:25

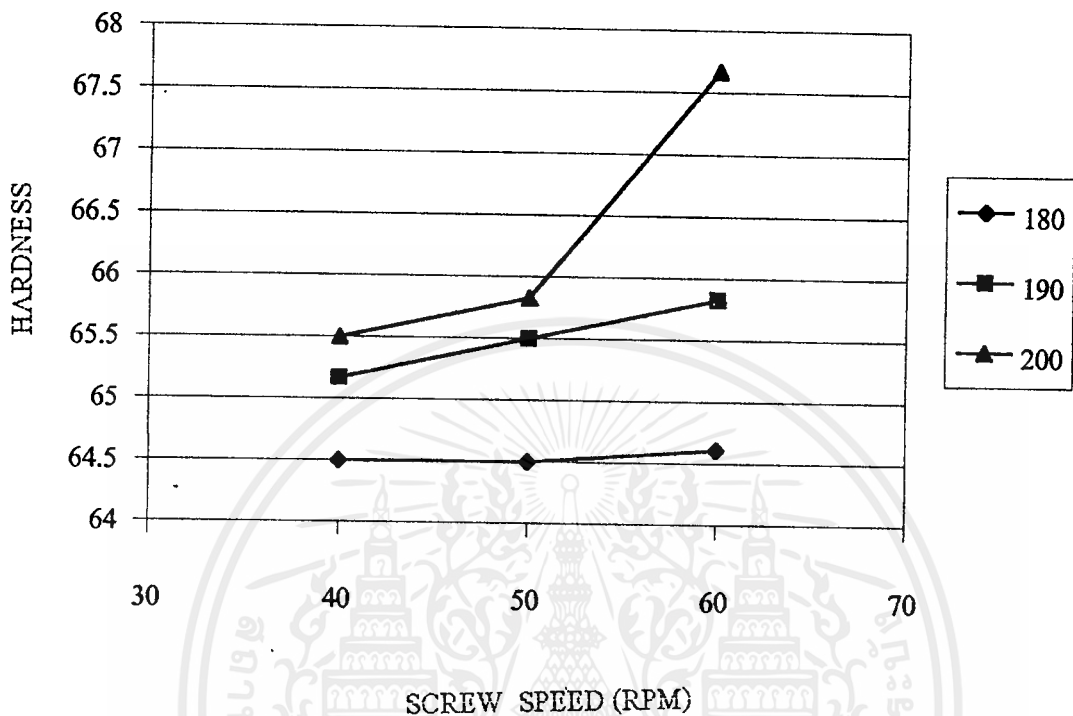
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความโค้งงอ กับ ความเร็วของสกรูที่อุณหภูมิต่างๆ ของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโเอเลฟินส์ ไนลอน6 และ เอ บี เอส ในอัตราส่วน 25:50:25



รูปที่ 4-11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความทนทานต่อแรงกระแทกกับความเร็วของสกรูที่อุณหภูมิต่างๆ ของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโเอเลฟินส์ไนลอน6และเอบีเอสในอัตราส่วน25:50:25



รูปที่ 4-12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็ง กับ ความเร็วของสกรูที่อุณหภูมิต่างๆ ของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโอฟีนีส ไนลอน6 และ เอ บี เอส ในอัตราส่วน 25:50:25

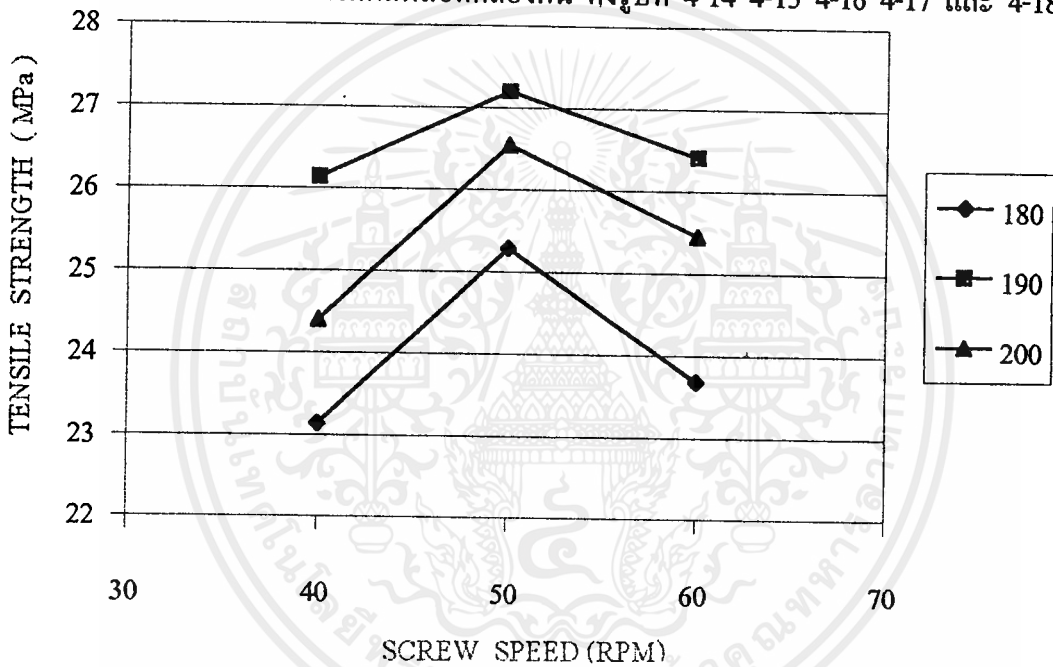
4.1.3ระบบพอลิเมอร์ผสมประกอบด้วย พอลิโอเลฟินส์ ไนลอน6 พอลิอะครีโลไนไตรล บิวทาไดอีน สไตรีน (เอ บี เอส) ในอัตราส่วน 25:25:50 โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเร็วของสกรูที่ 40 50 และ 60 รอบต่อนาที และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่ 180 190 และ 200 °C ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4-3 และ รูปที่ 4- 13 ถึงรูปที่ 4-18

ตารางที่ 4-3 แสดงผลการศึกษาสภาวะในการดำเนินการกระบวนการของพอลิโอเลฟินส์ ไนลอน6 และ อะครีโลไนไตรลบิวทาไดอีนสไตรีน ในอัตราส่วน 25:25:50

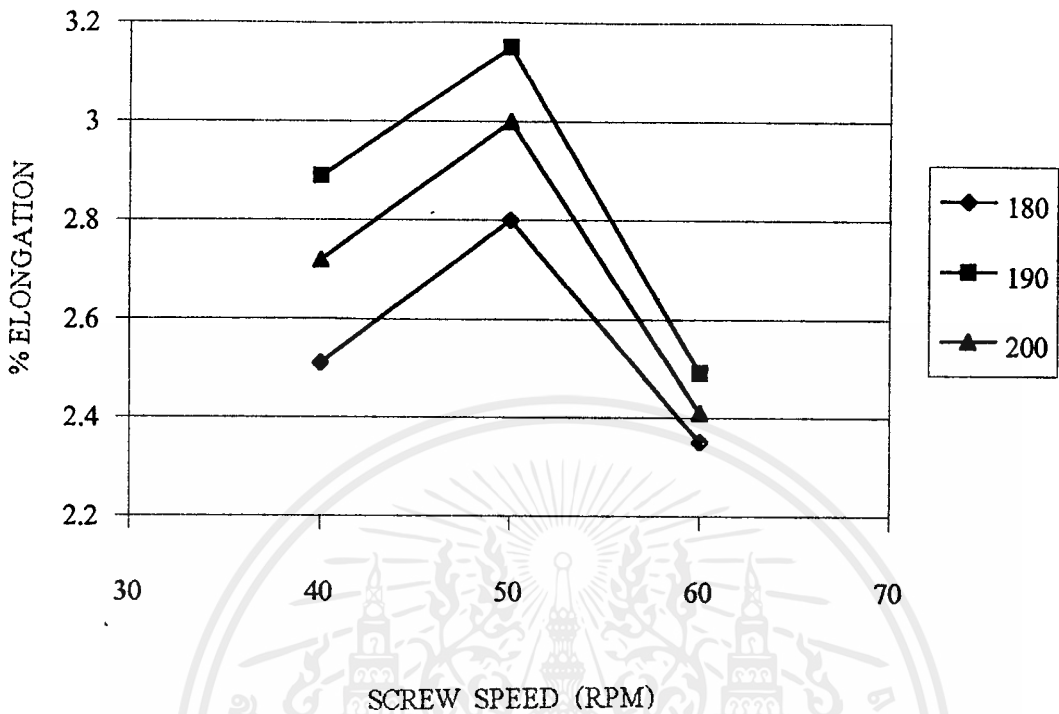
Screw speed (rpm)	Residence time (sec)	อุณหภูมิ (°C)	Tensile strength (MPa)	%Elongation	Modulus (MPa)	Flexural Strength (MPa)	Impact (kJ/m ²)	Hardness
40	37.14	180	23.14	2.51	1052.0	1.14	2.3	63.17
		190	26.14	2.89	1177.0	1.11	2.5	65.00
		200	24.41	2.72	1120.0	1.19	2.0	64.00
50	27.95	180	25.29	2.80	1116.0	1.27	2.6	65.17
		190	27.20	3.15	1379.0	1.30	3.1	66.50
		200	26.54	3.00	1198.0	1.21	2.5	65.17
60	20.59	180	23.68	2.35	913.6	1.10	2.2	62.50
		190	26.41	2.49	987.5	1.13	2.4	64.50
		200	25.45	2.41	1012.0	1.10	2.2	63.33

ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของสกรูกับค่าความแข็งแรงดึง แสดงในรูปที่ 4-13 พบว่าเมื่อความเร็วของสกรูคงที่ค่าความแข็งแรงดึงจะสูงสุดที่อุณหภูมิ 190°C เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้พอลิโอเลฟินส์ ไนลอน6 และ อะครีโลไนไตรลบิวทาไดอีนสไตรีน เกิดการหลอมผสมกันได้ดีที่สุด เมื่ออุณหภูมิต่ำลงเป็น 180°C ค่าความแข็งแรงดึงจะลดต่ำลงกว่าที่อุณหภูมิ 190°C ทั้งนี้เนื่องจากความไม่เข้ากันระหว่างไนลอน6 และ พอลิโอเลฟินส์ มีมากขึ้น เมื่อหลอมผสมกับอะครีโลไนไตรลบิวทาไดอีนสไตรีน จึงทำให้เกิดการไม่รวมกันเป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้น และเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

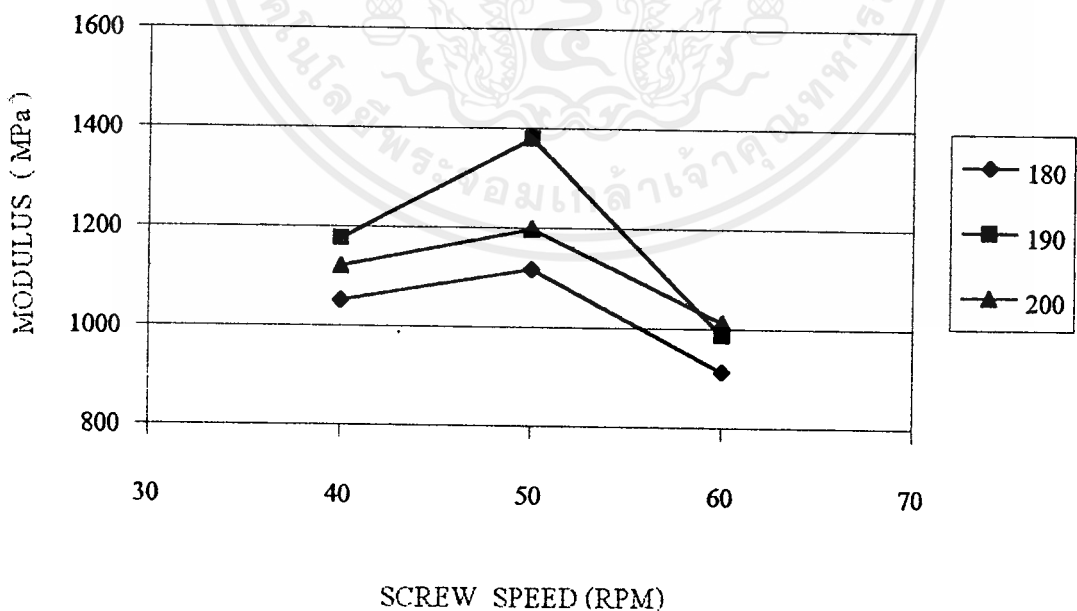
เป็น 200°C ค่าความแข็งแรงดึงมีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกันทั้งนี้เนื่องมาจากที่อุณหภูมิสูงพอลิโอส-
ฟีนส์ และ อะคริไลโนคริลบิวทาไดอีนสไตรีน มีแนวโน้มเกิดการสูญเสียสภาพมากขึ้น เมื่อเพิ่ม
ความเร็วของสกรูจาก 40 เป็น 50 รอบต่อนาที พอลิเมอร์ผสมทั้งสามเกิดการผสมกันได้มากขึ้น ค่า
ความแข็งแรงดึงจึงเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มความเร็วของสกรูเป็น 60 รอบต่อนาทีการผสมไม่ดี เวลาที่พอลิ
เมอร์ผสมอยู่ในกระบอกสกรูมีน้อยลง จึงทำให้การผสมของพอลิเมอร์ผสมไม่ดี นอกจากนี้ยังพบว่า
ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของสกรูกับเปอร์เซ็นต์การยืดออก มอดุลัส ความโค้งงอ ความทนทาน
ต่อแรงกระแทก และ ความแข็งให้ผลที่สอดคล้องกัน ดังรูปที่ 4-14 4-15 4-16 4-17 และ 4-18



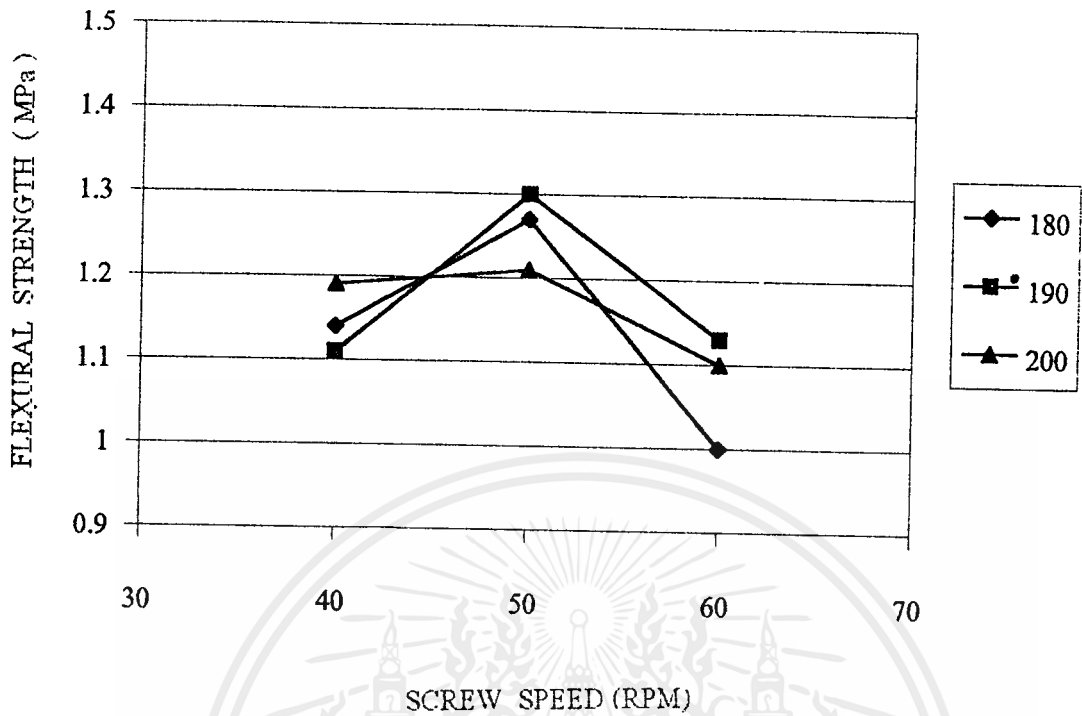
รูปที่ 4-13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงดึง กับ ความเร็วของสกรูที่อุณหภูมิต่างๆ ของ
ระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโอสฟีนส์ ในลอน6 และ เอ บี เอส ในอัตราส่วน 25:25:50



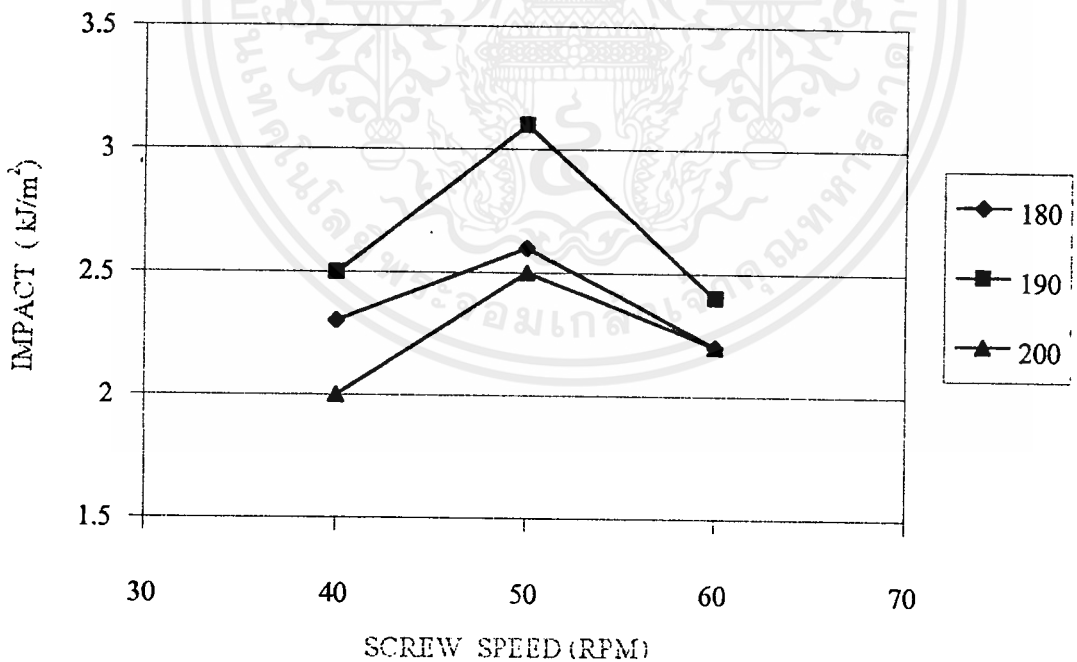
รูปที่ 4-14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การยืดออก กับ ความเร็วของสกรูที่อุณหภูมิต่างๆ ของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโเอเลฟินส์ ไนลอน6 และ เอ บี เอส ในอัตราส่วน 25:25:50



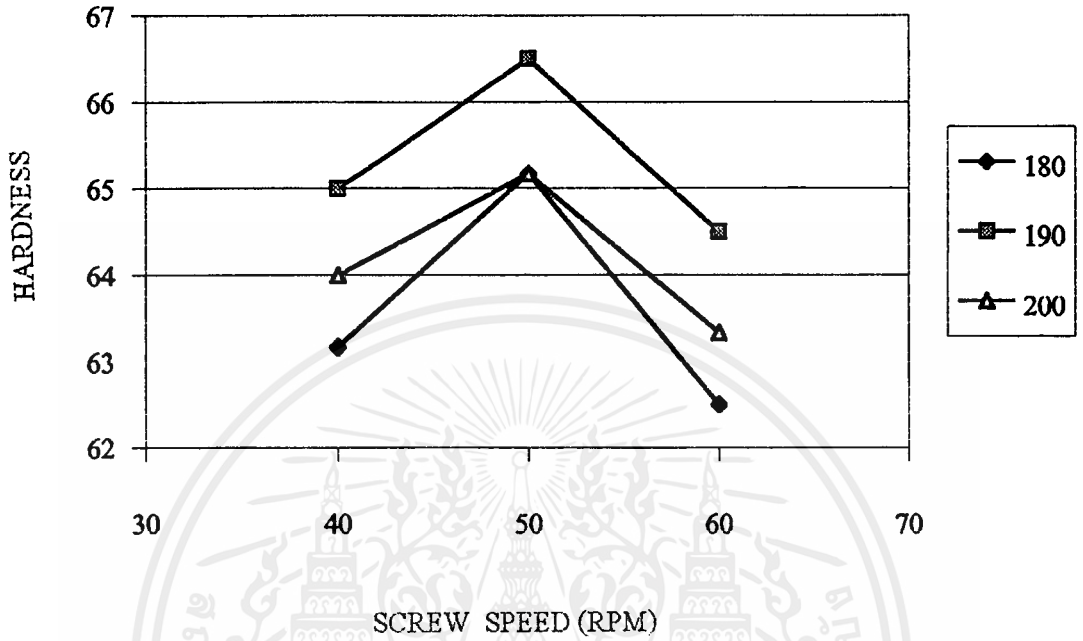
รูปที่ 4-15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง มอดุลัส กับ ความเร็วของสกรูที่อุณหภูมิต่างๆ ของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโเอเลฟินส์ ไนลอน6 และ เอ บี เอส ในอัตราส่วน 25:25:50



รูปที่ 4-16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความโค้งงอ กับ ความเร็วของสกรูที่อุณหภูมิต่างๆ ของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโเอเลฟินส์ ไนลอน6 และ เอ บี เอส ในอัตราส่วน 25:25:50



รูปที่ 4-17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความทนทานต่อแรงกระแทกกับความเร็วของสกรูที่อุณหภูมิต่างๆ ของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโเอเลฟินส์ ไนลอน6และเอบี เอสในอัตราส่วน25:25:50



รูปที่ 4-18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็ง กับ ความเร็วของสกรูที่อุณหภูมิต่างๆ ของระบบพอลิเมอร์ผสมที่ประกอบด้วยพอลิโอฟีนีส ไนลอน 6 และ เอ บี เอส ในอัตราส่วน 25:25:50

4.2. ระบบพอลิเมอร์ผสมหลังเติมสารช่วยผสม

4.2.1 จากการศึกษาสมบัติเชิงกลของระบบพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโอเลฟินส์ ในลอน6 และ อะคริโลไนไตรลิวทาไดอินสไตรีน พบว่าสภาวะที่เหมาะสมที่อัตราส่วนต่างๆเป็นดังนี้คือ

อัตราส่วนระหว่าง PO : Nylon 6 : ABS	อุณหภูมิ (° C)	ความเร็วของสกรู (รอบต่อนาที)
50 : 25 : 25	180	40
25 : 50 : 25	200	60
25 : 25 : 50	190	50

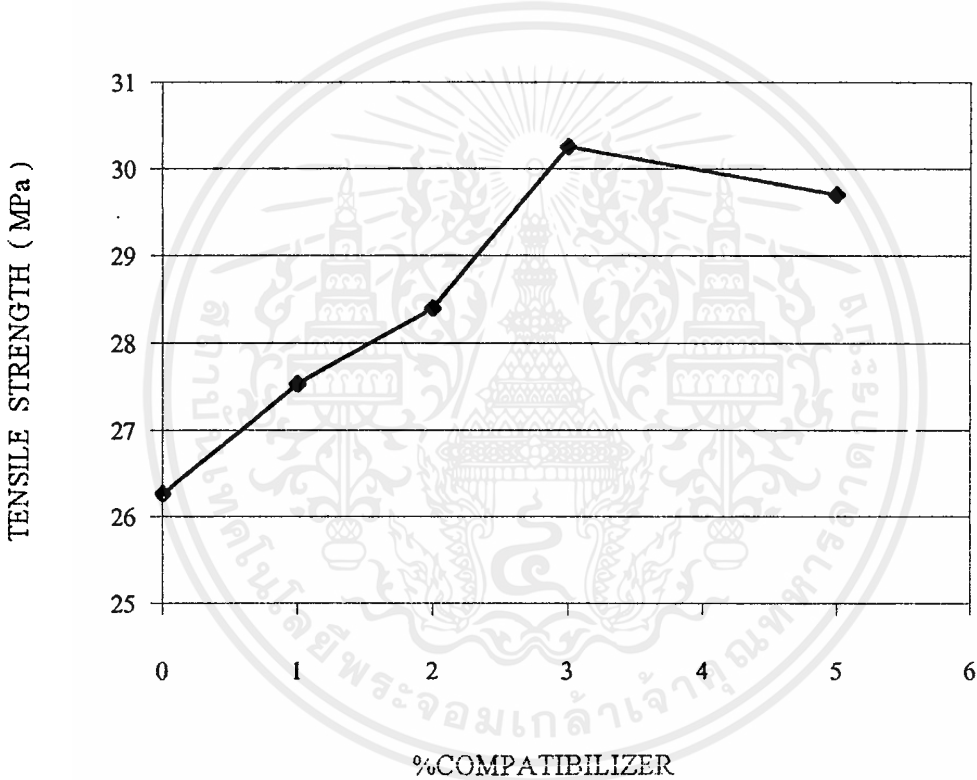
และเมื่อนำมาเติมสารช่วยผสม ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 แสดงผลการศึกษาความแข็งแรงดึงของพอลิเมอร์ผสมหลังเติมสารช่วยผสม

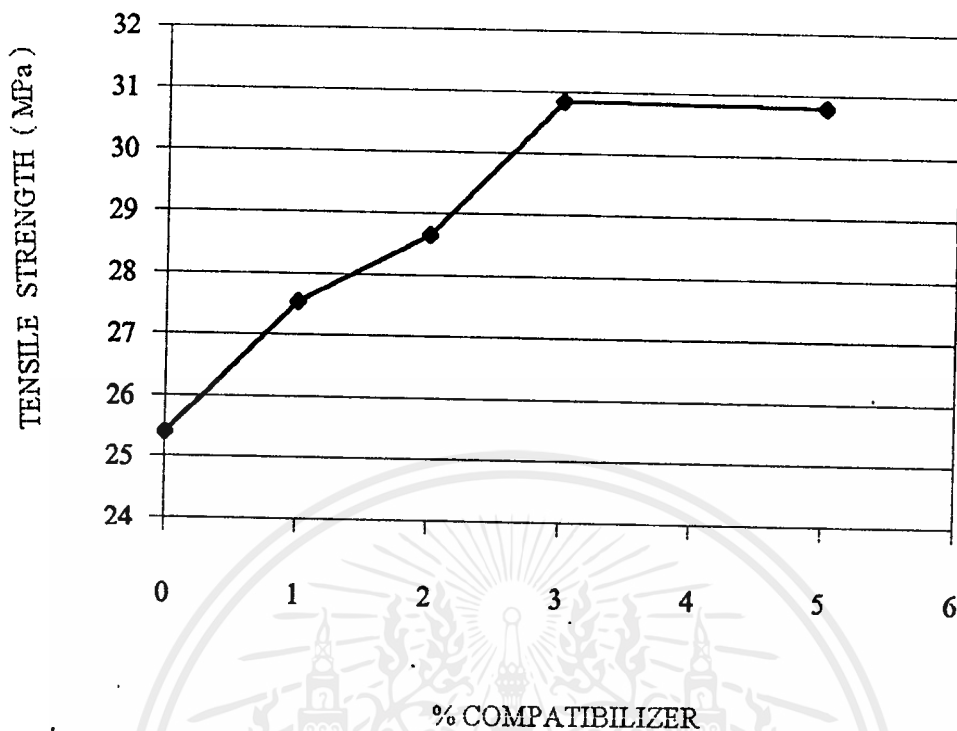
อัตราส่วน PO : Nylon 6 : ABS	% Compatibilizer	Tensile strength (MPa)
50 : 25 : 25	0	26.26
	1	27.53
	3	28.40
	3	30.26
	5	29.71
25 : 50 : 25	0	25.40
	1	27.54
	2	28.65
	3	30.85
	5	30.79
25 : 25 : 50	0	27.20
	1	28.60
	2	30.63
	3	31.80
	5	32.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

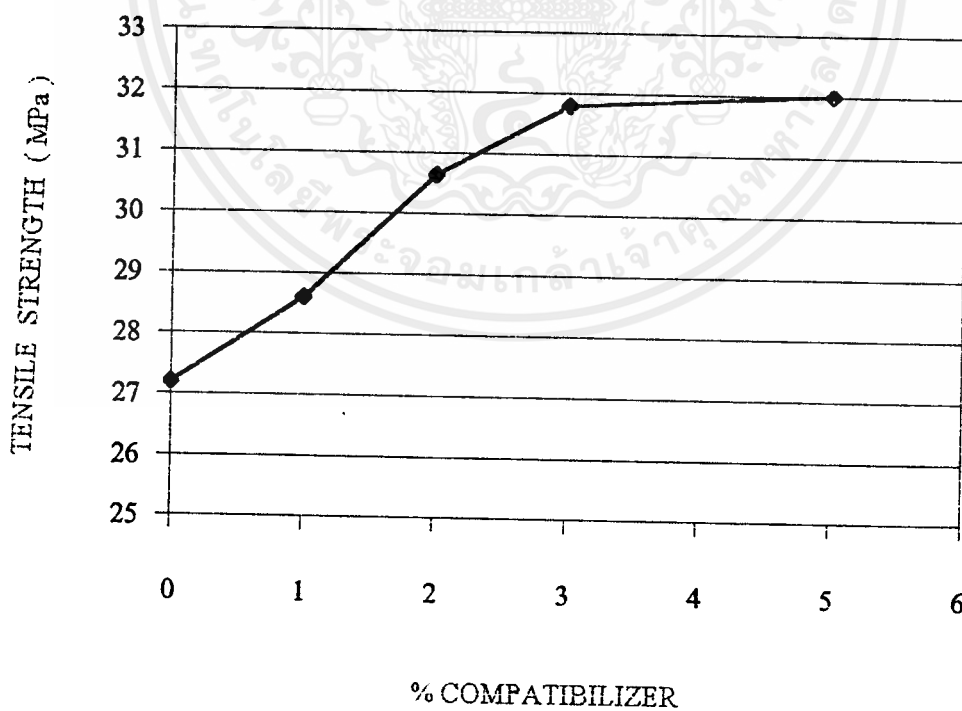
ค่าความแข็งแรงดึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อปริมาณสารช่วยผสมเพิ่มขึ้นซึ่งเกิดจากการเติมสารช่วยผสมลงไปในระบบของพอลิเมอร์ผสม สารช่วยผสมจะเข้าไปช่วยทำให้การกระจายตัวของวัสดุเกิดขึ้น ทำให้ระบบเป็นแบบร่วมผสมได้มากขึ้น และ เพิ่มแรงยึดติดระหว่างผิวได้มากขึ้นแต่เมื่อปริมาณสารช่วยผสมที่เติมมากเกินไปทำให้การแทรกตัวเข้าไปอยู่ระหว่าง interfaceทำได้ยากขึ้นผลที่ได้ จึงทำให้ค่าความแข็งแรงดึงค่อนข้างคงที่⁴ ดังจะเห็นจากข้อมูลที่ได้ เมื่อมีการเติมสารช่วยผสม 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ดังแสดงในรูปที่ 4-19 ถึง 4-21



รูปที่ 4-19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงดึง กับ ปริมาณสารช่วยผสมของพอลิเมอร์ผสมระหว่าง พอลิโพลีเอทิลีน ไนลอน6 และ เอ บี เอส ที่มีอัตราส่วนเป็น 50:25:25



รูปที่ 4-20 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงดึง กับ ปริมาณสารช่วยผสมของพอลิเมอร์ผสมระหว่าง พอลิโเอเลฟินส์ ไนลอน6 และ เอ บี เอส ที่มีอัตราส่วนเป็น 25:50:25



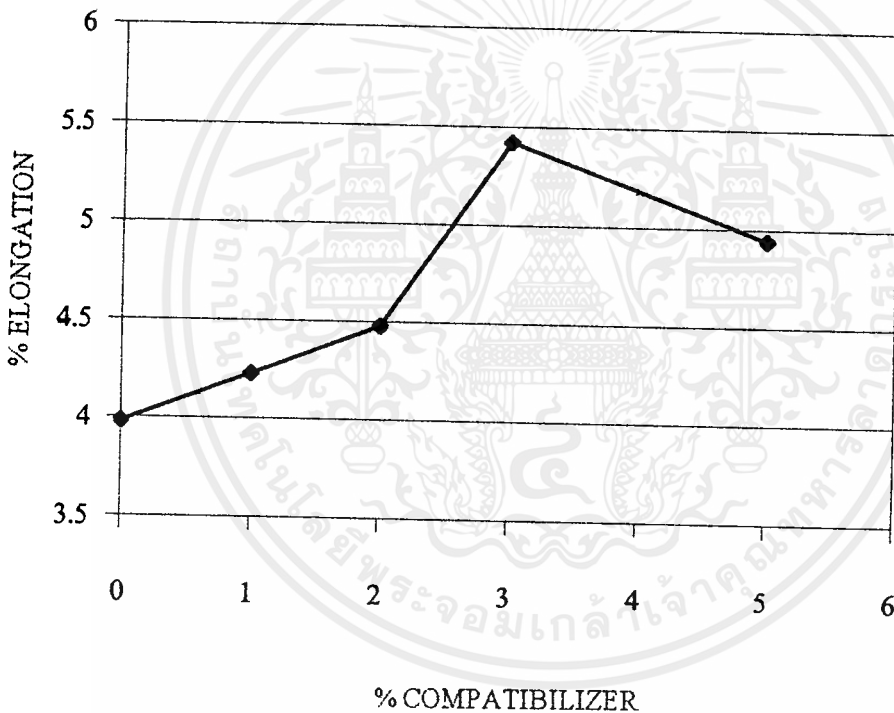
รูปที่ 4-21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงดึง กับ ปริมาณสารช่วยผสมของพอลิเมอร์ผสมระหว่าง พอลิโเอเลฟินส์ ไนลอน6 และ เอ บี เอส ที่มีอัตราส่วนเป็น 25:25:50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 นำอัตราส่วนต่างๆที่สภาวะที่เหมาะสมมาเติมสารช่วยผสมในอัตราส่วน 1 2 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก แล้วศึกษาผลที่มีต่อเปอร์เซ็นต์การยืดออก ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4-5 ตารางที่ 4-5 แสดงผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์การยืดออก ของพอลิเมอร์ผสมหลังเติมสารช่วยผสม

อัตราส่วน PO : Nylon 6 : ABS	% Compatibilizer	%Elongation
50 : 25 : 25	0	3.98
	1	4.23
	2	4.48
	3	5.42
	5	4.94
	25 : 50 : 25	0
1		7.12
2		7.55
3		8.68
5		8.53
25 : 25 : 50		0
	1	3.22
	2	3.33
	3	3.63
	5	3.65

เปอร์เซ็นต์การขีตออกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อมีการเติมสารช่วยผสมลงในระบบของพอลิเมอร์ผสม ทั้งนี้เนื่องจากก่อนเติมสารช่วยผสม พอลิโอสเตน 6 และ อะคริโอสเตน 6 ในครีโอสเตน 6 ได้อื่น สไตรีน เป็นองค์ประกอบที่ไม่สามารถผสมเข้ากันได้ และการขีตติระหว่งวัฏภาคต่ำจึงทำให้มีเปอร์เซ็นต์การขีตออกต่ำ แต่เมื่อมีการเติมสารช่วยผสมลงไปสารช่วยผสมจะเข้าไปทำหน้าที่เป็น interfacial agent ทำให้พอลิเมอร์ผสมมีความเป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อมีปริมาณสารช่วยผสมเพิ่มมากเกินไปจะให้ผลเช่นเดียวกันกับในกรณีของความแข็งแรงดัง ดังแสดงในรูปที่ 4-22 ถึง 4-24



รูปที่ 4-22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การขีตออก กับ ปริมาณสารช่วยผสมของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโอสเตน 6 และ เอ บี เอส ที่มีอัตราส่วนเป็น 50:25:25

เอกสารอ้างอิง

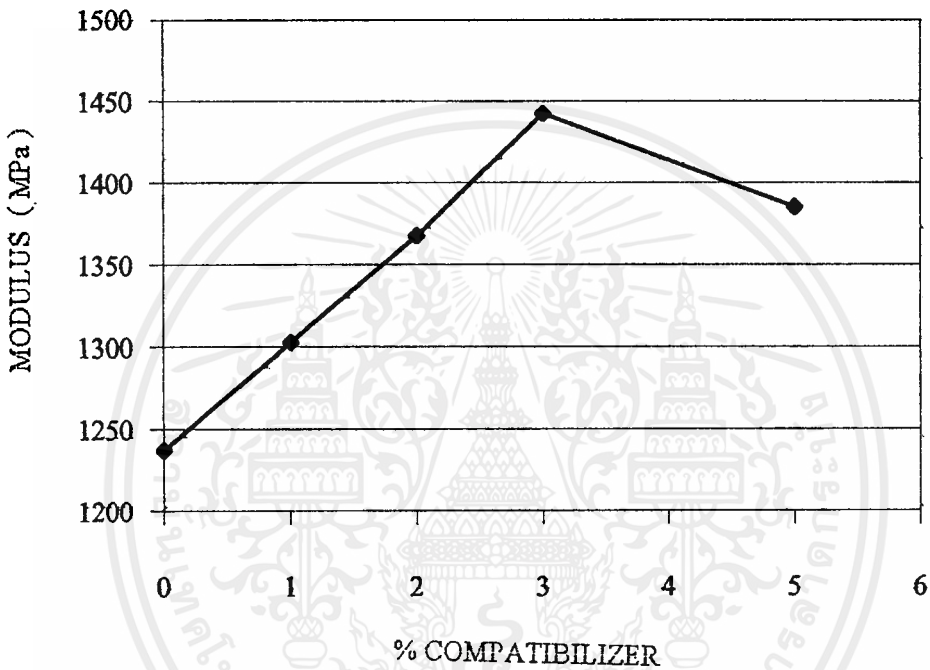
1. Bo-RunLing, White, J.L., Spruiell, J.E. and Goswami, B.C. *J. appl. polym. sci.* **1983**, 28, 2011-2032.
2. Carrot, C., Guillep, J. and May, J.F. *Plastic, Rubber and Composites Processing and Applications.* **1991**, 16(1), 61-66.
3. Dagli, S. Xanthos, M. and Biesenberger, J.Á. *Emerging Technologies in Plastics Recycling.* **1992**, 241-256.
4. Jae-Don Lee and Seung-Man Yang. *Polym. Eng. Sci.* **1995**, 35(23), 1821-1832.
5. Sathe, S.N., D.S.R., G.S. and Rao, K.V. *J. appl. polym. sci.* **1996**, 60, 579-590.
6. Beltrime, P.L. Castelli, A., Pasquantonio, M.D., Canetti, M. and Seves, A. *J. appl. polym. sci.* **1996**, 60, 579-590.
7. จิราภรณ์ เมฆบริสุทธิ์และคณะ “การใช้สารช่วยผสมในการปรับปรุงแรงยึดติดระหว่างผิวของพอลิเมอร์ผสม” โครงการพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2539
8. Ulrich Eisele. *Introduction to polymer physics*, 1990, 158.
9. ผศ.ดร. มาลินี ชัยศุกกิจสินธุ์ “เคมีพอลิเมอร์” พิมพ์ครั้งที่ 3, 2540, 254.
10. ผศ.ดร. นิพนธ์ วงศ์วิเศษศิริกุล “ปฏิบัติการเคมีอุตสาหกรรม” พิมพ์ครั้งที่ 3, 2540, 180

4.2.3 นำอัตราส่วนต่างๆที่สภาวะที่เหมาะสมมาเติมสารช่วยผสมในอัตราส่วน 1 2 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก แล้วศึกษาผลที่มีต่อค่ามอดูลัส ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4-6 ตารางที่ 4-6 แสดงผลการศึกษาค่ามอดูลัสของพอลิเมอร์ผสมหลังเติมสารช่วยผสม

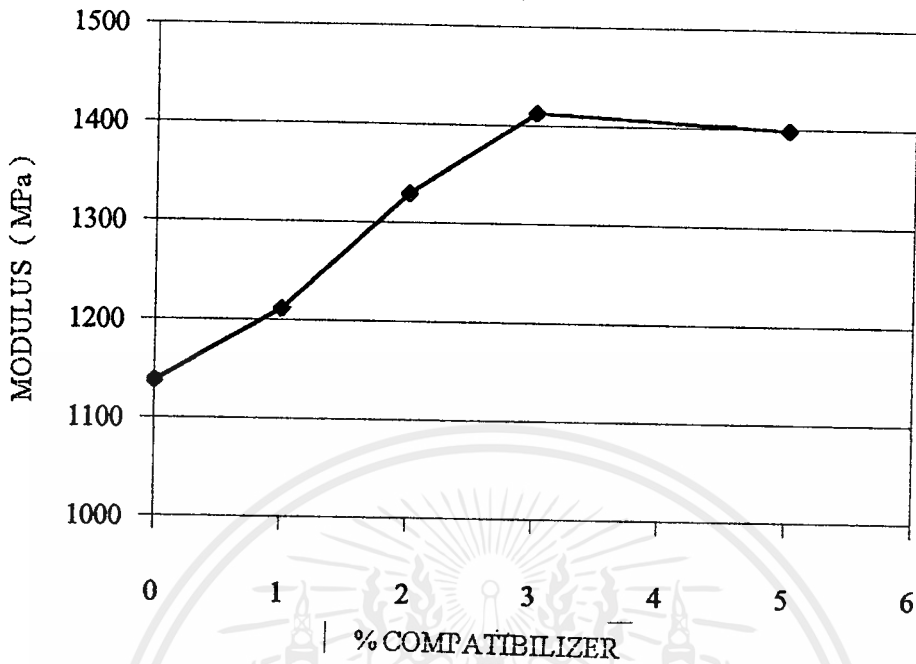
อัตราส่วน PO : Nylon 6 : ABS	% Compatibilizer	Modulus (MPa)
50 : 25 : 25	0	1237.1
	1	1302.8
	3	1367.4
	3	1442.5
	5	1385.2
25 : 50 : 25	0	1137.9
	1	1211.5
	2	1329.7
	3	1412.8
	5	1398.2
25 : 25 : 50	0	1379.0
	1	1402.2
	2	1478.5
	3	1548.1
	5	1557.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

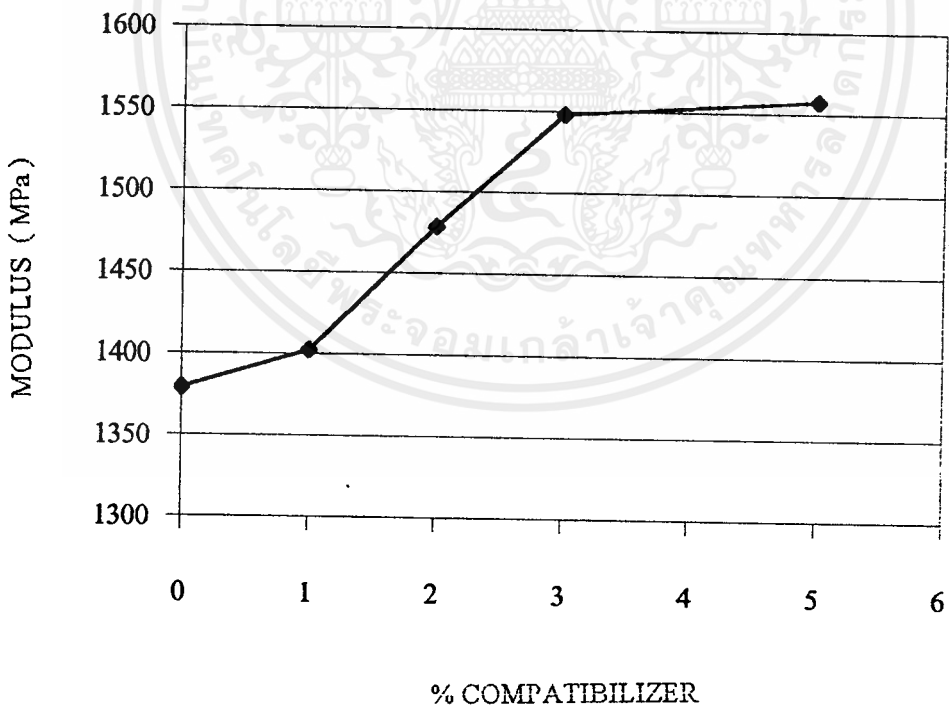
จากรูปที่ 4-25 ถึง 4-27 พบว่าระบบของพอลิเมอร์ผสมที่มีการเติมสารช่วยผสมลงไป ทำให้ค่ามอดุลัสสูงขึ้น โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณสารช่วยผสมที่เพิ่มขึ้น และลดลงเมื่อปริมาณสารช่วยผสมมากเกินไป เช่นเดียวกับค่าความแข็งแรงดึง และ เปอร์เซนต์การยืดออก



รูปที่ 4-25 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมอดุลัสกับปริมาณสารช่วยผสมของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโอเลฟินส์ ไนลอน 6 และ เอ บี เอส ที่มีอัตราส่วนเป็น 50:25:25



รูปที่ 4-26 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมอดุลัสกับปริมาณสารช่วยผสมของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโอเลฟินส์ ไนลอน 6 และ เอ บี เอส ที่มีอัตราส่วนเป็น 25:50:25

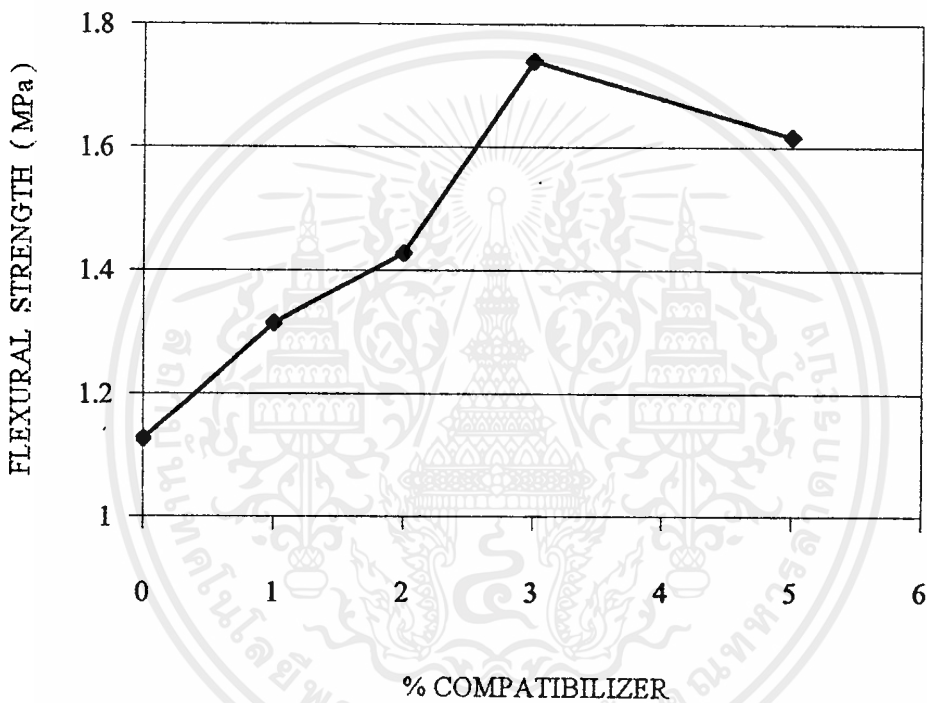


รูปที่ 4-27 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมอดุลัสกับปริมาณสารช่วยผสมของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโอเลฟินส์ ไนลอน 6 และ เอ บี เอส ที่มีอัตราส่วนเป็น 25:25:50

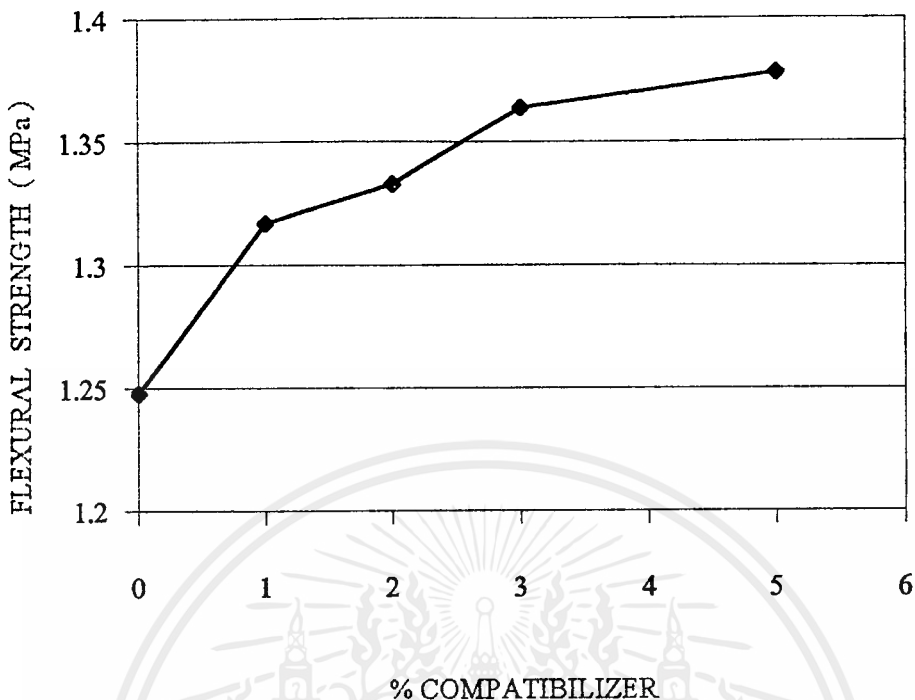
4.2.4 นำอัตราส่วนต่างๆที่สถานะที่เหมาะสมมาเติมสารช่วยผสมในอัตราส่วน 1 2 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก แล้วศึกษาผลที่มีต่อความโค้งงอ ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4-7 ตารางที่ 4-7 แสดงผลการศึกษาความโค้งงอของพอลิเมอร์ผสมหลังเติมสารช่วยผสม

อัตราส่วน PO : Nylon 6 : ABS	% Compatibilizer	Flexural Strength (MPa)
50 : 25 : 25	0	1.126
	1	1.314
	3	1.428
	3	1.739
	5	1.617
25 : 50 : 25	0	1.248
	1	1.317
	2	1.333
	3	1.364
	5	1.378
25 : 25 : 50	0	1.293
	1	1.452
	2	1.585
	3	1.676
	5	1.632

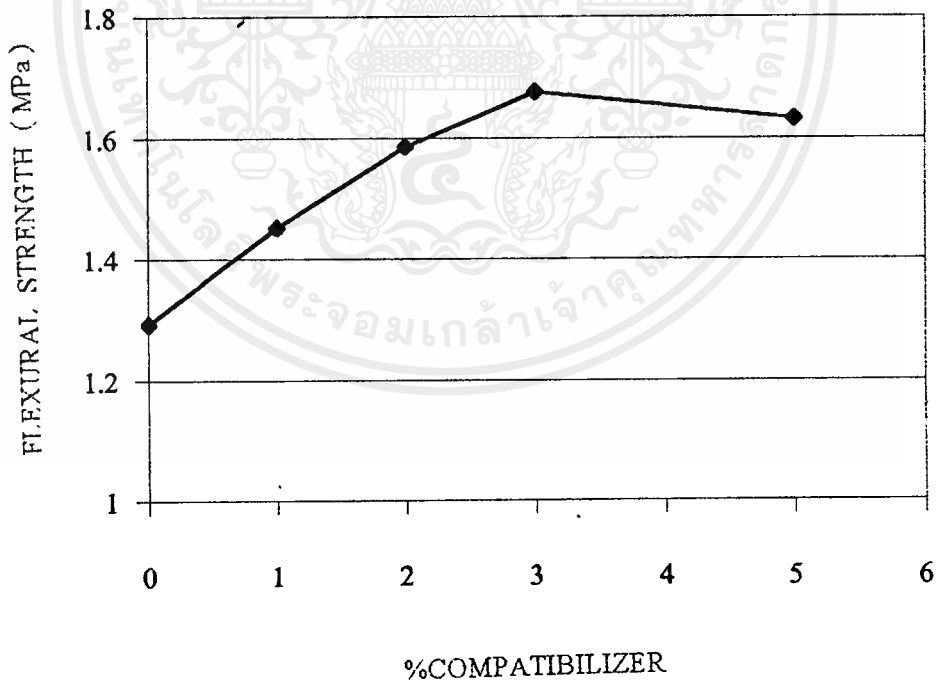
จากรูปที่ 4-28 ถึง 4-30 พบว่าค่าความทนทานต่อการโค้งงอมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในช่วงการเติมสารช่วยผสมเป็นปริมาณ 1 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และลดลงเมื่อมีการเติมสารช่วยผสมเป็นปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ยกเว้นที่อัตราส่วนผสมเป็น 25:50:25 ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเติมสารช่วยผสมลงไปทำให้วัฏภาคของไนลอน6 และพอลิโอเลฟินส์เกิดการผสมเป็นเนื้อเดียวกันทำให้ค่าความโค้งงอสูงขึ้นไปอีกระดับหนึ่งเมื่อเทียบกับอัตราส่วนอื่นๆ



รูปที่ 4-28 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความโค้งงอ กับ ปริมาณสารช่วยผสมของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโอเลฟินส์ ไนลอน6 และ เอ บี เอส ที่มีอัตราส่วนเป็น 50:25:25



รูปที่ 4-29 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความโค้งงอ กับ ปริมาณสารช่วยผสมของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโ-
เลทีนส์ ไนลอน6 และ เอ บี เอส ที่มีอัตราส่วนเป็น 25:50:25



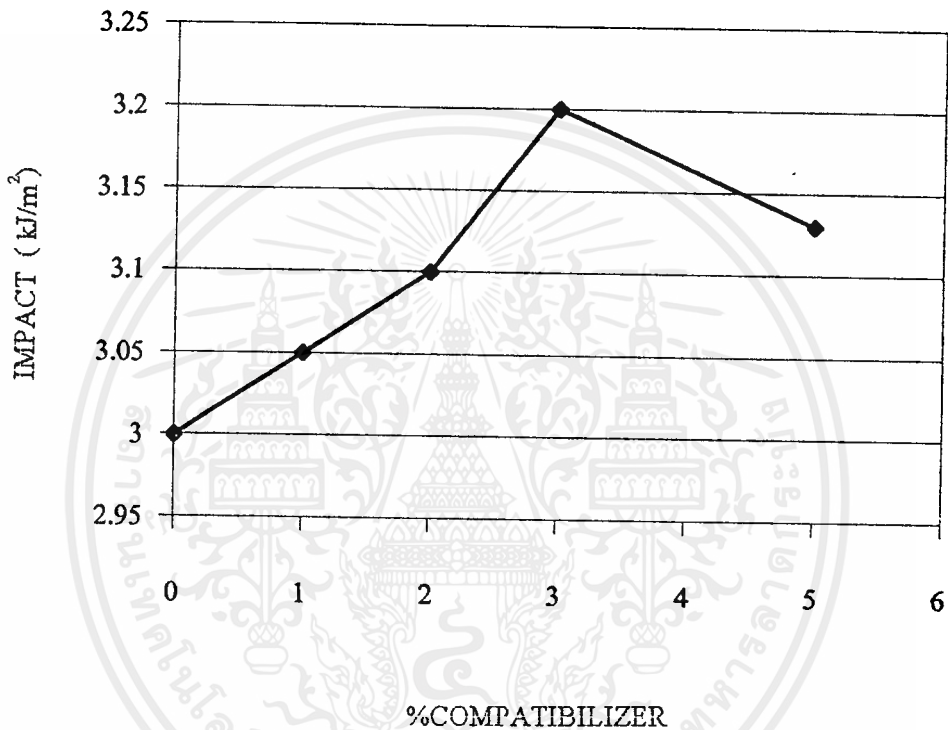
รูปที่ 4-30 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความโค้งงอ กับ ปริมาณสารช่วยผสมของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโ-
เลทีนส์ ไนลอน6 และ เอ บี เอส ที่มีอัตราส่วนเป็น 25:25:50

4.2.5 นำอัตราส่วนต่างๆที่สภาวะที่เหมาะสมมาเติมสารช่วยผสมในอัตราส่วน 1 2 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก แล้วศึกษาความทนทานต่อแรงกระแทก ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4-8 ตารางที่ 4-8 แสดงผลการศึกษาค่าความทนทานต่อแรงกระแทกของพอลิเมอร์ผสมหลังเติมสารช่วยผสม

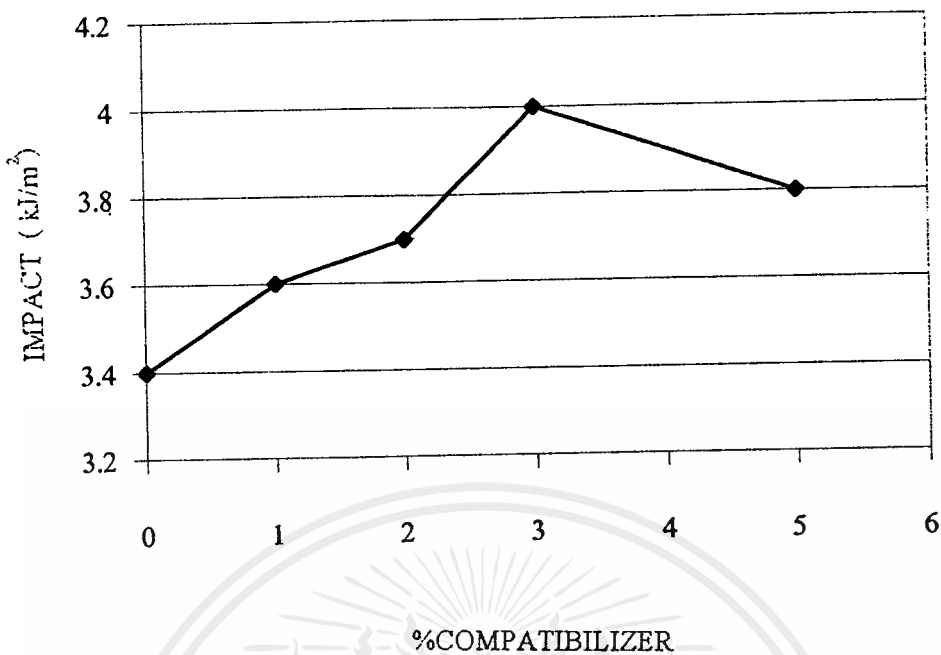
อัตราส่วน PO : Nylon6 : ABS	%Compatibilizer	Impact strength (kJ/m ²)
50 : 25 : 25	0	3.00
	1	3.05
	3	3.10
	3	3.20
	5	3.13
25 : 50 : 25	0	3.40
	1	3.60
	2	3.70
	3	4.00
	5	3.80
25 : 25 : 50	0	3.10
	1	3.20
	2	4.40
	3	3.60
	5	3.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

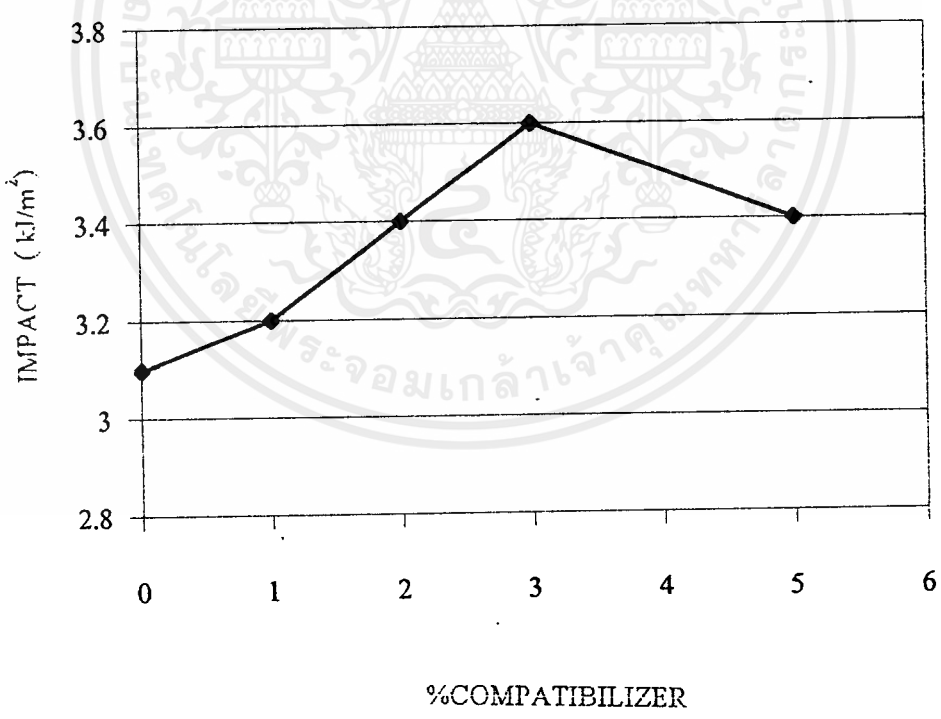
จากรูปที่ 4-31 ถึง 4-33 พบว่าค่าทนทานต่อแรงกระแทกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงการเติมสารช่วยผสม ปริมาณ 1,2 และ 3 wt% และลดลงเมื่อมีการเติมสารช่วยผสมเป็นปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซึ่งสามารถอธิบายได้เช่นเดียวกับผลที่มีต่อค่าความแข็งแรงดึง และ เปอร์เซ็นต์การยืดออก



รูปที่ 4-31 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความทนทานต่อแรงกระแทกกับปริมาณสารช่วยผสมของ พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโอฟีนีล ไนลอน 6 และ เอ บี เอส ที่มีอัตราส่วนเป็น 50:25:25



รูปที่ 4-32 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความทนทานต่อแรงกระแทกกับปริมาณสารช่วยผสมของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโอเลฟินส์ ไนลอน 6 และ เอ บี เอส ที่มีอัตราส่วนเป็น 25:50:25



รูปที่ 4-33 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความทนทานต่อแรงกระแทกกับปริมาณสารช่วยผสมของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโอเลฟินส์ ไนลอน 6 และ เอ บี เอส ที่มีอัตราส่วนเป็น 25:25:50

4.3 เปรียบเทียบสมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์บริสุทธิ์ และ พอลิเมอร์ผสม

ผลจากการทดลองที่ได้จากการเติมสารช่วยผสมในระบบพอลิเมอร์ผสมได้นำมาเปรียบเทียบสมบัติเชิงกลที่ได้กับพอลิเมอร์บริสุทธิ์ แสดงในตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบสมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์บริสุทธิ์กับพอลิเมอร์ผสมหลังเติมสารช่วยผสม 3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

ชนิดของพอลิเมอร์	Tensile strength (MPa)	%Elongation	Modulus	Flexural strength (MPa)	Impact
PO	46.23	208.4	1343	1.202	16.8
Nylon 6	24.78	***	420.3	1.083	12.53
ABS	46.46	12.94	922.8	2.409	11.3
PO :Nylon6 :ABS 50:25:25 (no compatibilizer)	26.26	3.98	1237.1	1.126	3.00
PO :Nylon6 :ABS 25:50:25 (no compatibilizer)	25.40	6.61	1137.9	1.248	3.40
PO : Nylon6 :ABS 25:25:50 (no compatibilizer)	27.20	3.15	1379.0	1.293	3.10
PO : Nylon 6 : ABS 50 : 25 : 25 (3 wt% compatibilizer)	30.26	5.415	1442.5	1.739	3.2
PO : Nylon 6 : ABS 25 : 50 : 25 (3 wt% compatibilizer)	30.85	8.678	1412.8	1.364	4.0

ตารางที่ 4.9 (ต่อ) เปรียบเทียบสมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์บริสุทธิ์กับพอลิเมอร์ผสมหลังเติมสารช่วยผสม 3 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก

ชนิดของพอลิเมอร์	Tensile strength (MPa)	%Elongation	Modulus	Flexural strength (MPa)	Impact
PO : Nylon 6 : ABS 25 : 25 : 50 (3 wt% compatibilizer)	31.80	3.626	1548.1	1.676	3.6

*** ชิ้นงานที่ทำการทดสอบไม่ขาด

จากตารางพบว่าค่าความแข็งแรงดึงที่อัตราส่วนต่างๆกัน การเติมสารช่วยผสมมีบทบาทมากกว่าอัตราส่วนที่เปลี่ยนไปของพอลิเมอร์ผสมทั้งสาม โดยค่าความแข็งแรงดึงจะเป็นค่าเฉลี่ยระหว่างค่าของพอลิโพลีเอทิลีน ไนลอน 6 และ อะครีโลไนไตริลบิวทาไดอินสไตรีน

เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การยึดออกการเติมสารช่วยผสมจะมีบทบาทน้อยกว่า ดังจะเห็นได้จากค่าที่ได้ของพอลิเมอร์ผสมแตกต่างเป็นอย่างมากจากพอลิเมอร์บริสุทธิ์

ค่ามอดูลัสมีการเปลี่ยนแปลงดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ ไนลอน 6 และ อะครีโลไนไตริลบิวทาไดอินสไตรีน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับพอลิโพลีเอทิลีน ค่ามอดูลัสเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ซึ่งแสดงว่าการเติมสารช่วยผสมมีผลทำให้ ไนลอน กับ อะครีโลไนไตริลบิวทาไดอินสไตรีน ซึ่งสามารถรวมเข้ากันได้ นั้นมีผลต่อระบบพอลิเมอร์ผสมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ค่าความโค้งงอมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมีพอลิโพลีเอทิลีน กับอะครีโลไนไตริลบิวทาไดอินสไตรีน อยู่ในระบบพอลิเมอร์ผสม เมื่อเพิ่มอัตราส่วนของไนลอน 6 ค่าความโค้งงอลดน้อยลง โดยผลที่ได้ นั้นมีความสอดคล้องกับสมบัติของพอลิเมอร์บริสุทธิ์แต่ละชนิด การเติมสารช่วยผสมจึงมีผลน้อยกว่าระบบพอลิเมอร์ผสม

ค่าความทนทานต่อแรงกระแทกมีค่าเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากพอลิเมอร์บริสุทธิ์ นั้นแสดงว่าสารช่วยผสมมีผลมากกว่าอัตราส่วนของระบบพอลิเมอร์ผสม

บทที่ 5

สรุปการดำเนินการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการวิจัยสามารถสรุปผลการทดลองที่ได้ดังต่อไปนี้

5.1 ภาวะที่เหมาะสมในการดำเนินการกระบวนการผสม ของพอลิโพลีเอทิลีน ไนลอน6 อะครีโลไนไตรล บิวทาไดอิน ๓ไตรีนเข้าด้วยกัน

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบสมบัติเชิงกล สรุปได้ว่าสภาวะที่เหมาะสมในการดำเนินการกระบวนการผสม พอลิโพลีเอทิลีน ไนลอน6 อะครีโลไนไตรล บิวทาไดอินเข้าด้วยกันขึ้นกับองค์ประกอบหลักที่มีอยู่ในแต่ละอัตราส่วน ถ้าอุณหภูมิในกระบวนการสูงไปจะทำให้พอลิเมอร์เกิดการสลายตัวเนื่องจากความร้อน ในทางกลับ ถ้าอุณหภูมิในกระบวนการน้อยเกินไปจะทำให้การหลอมตัวไม่สมบูรณ์ ในส่วนของผลจาก ความเร็วของสกรู ถ้าเวลาที่ใช้ต่ำเกินไป แรงเฉือนที่ได้น้อย การผสมจะไม่สมบูรณ์ ซึ่งจะส่งผลต่อการลดลงของสมบัติเชิงกล โดยสภาวะที่เหมาะสมสำหรับแต่ละอัตราส่วนเป็นดังนี้

อัตราส่วนระหว่าง PO : Nylon 6 : ABS	อุณหภูมิ (° C)	ความเร็วของสกรู (รอบต่อนาที)
50 : 25 : 25	180	40
25 : 50 : 25	200	60
25 : 25 : 50	190	50

5.2 ผลของสารช่วยผสมในการปรับปรุงแรงยึดติดระหว่างผิว

จากผลการทดสอบสมบัติเชิงกล สรุปได้ว่าสารช่วยผสมมีผลในการช่วยปรับปรุงแรงยึดติดระหว่างผิวของพอลิเมอร์ผสม มีผลทำให้สมบัติเชิงกลต่างๆมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณสารช่วยผสมที่เพิ่มขึ้น แต่ถ้าปริมาณสารช่วยผสมมีมากเกินไปทำให้ไม่สามารถแทรกเข้าไปอยู่ระหว่างผิวหน้าของพอลิเมอร์ผสมได้จึงทำให้สมบัติเชิงกลเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยหรืออาจลดลงได้ จากการทดสอบปริมาณสารช่วยผสมที่เหมาะสมคือ 3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

5.3 ความเป็นได้ในการผสมและการนำพอลิเมอร์ผสมไปใช้

เมื่อพิจารณาผลของสมบัติเชิงกลและนำมาเปรียบเทียบกับพอลิเมอร์บริสุทธิ์พบว่า

5.3.1 ค่าความแข็งแรงดึง : การเติมสารช่วยผสมมีผลมากกว่าอัตราส่วนผสม โดยเป็นค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่างกึ่งกลางของค่าที่ได้จากพอลิเมอร์บริสุทธิ์

5.3.2 ค่าเปอร์เซ็นต์การยืดออก : การเติมสารช่วยผสมมีผลน้อยกว่าอัตราส่วนผสม

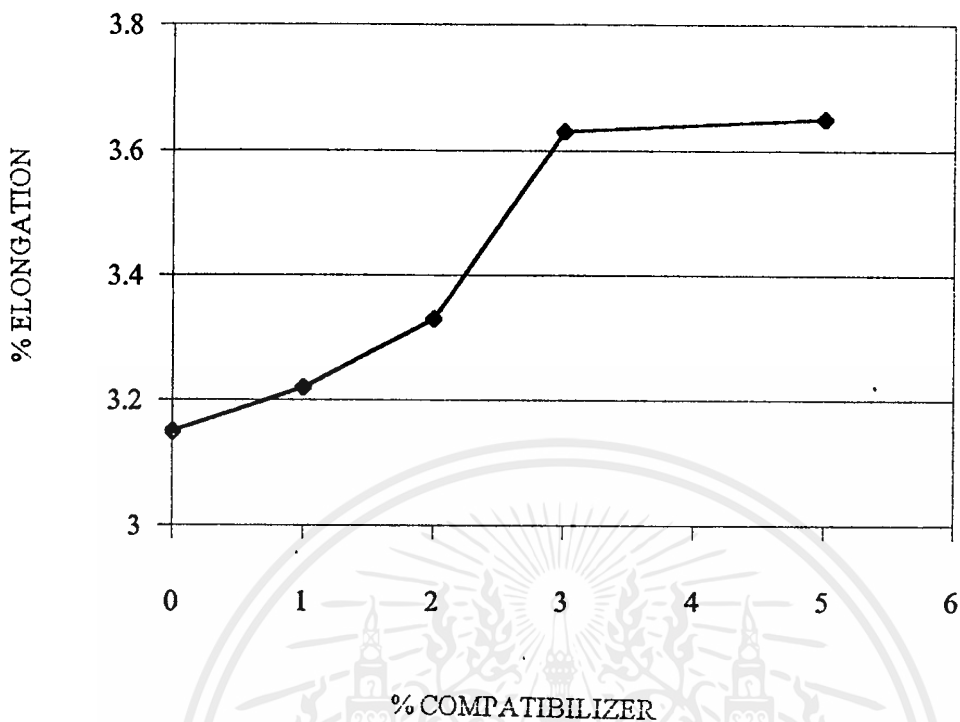
5.3.3 ค่ามอดุลัส : การเติมสารช่วยผสมมีผลน้อยมาก ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของพอลิโอฟีนส์ในพอลิเมอร์ผสมเป็นสำคัญ

5.3.4 ค่าความโค้งงอ : การเติมสารช่วยผสมมีผลน้อยมากขึ้นอยู่กับพอลิโอฟีนส์หรือ อะครีโลไนไตรล บิวทาไดอิน สไตรีนในพอลิเมอร์ผสมเป็นหลัก

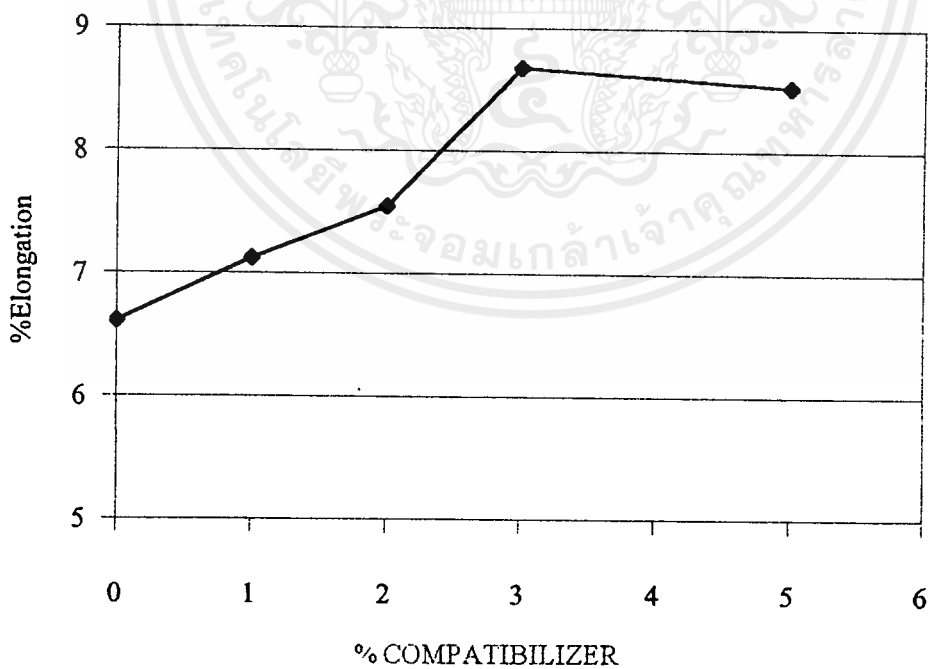
5.3.5 ค่าความทนทานต่อแรงกระแทก : การเติมสารช่วยผสมมีผลมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ศึกษาถึงกระบวนการผลิตพอลิเมอร์ผสมในรูปแบบอื่น นอกเหนือจากกระบวนการอัดรีดแบบเกลียวหนอนเดี่ยว เช่น กระบวนการอัดรีดแบบเกลียวหนอนคู่ เป็นต้น
2. ศึกษาผลของสารเติมแต่งที่มีส่วนช่วยเสริมสมบัติเชิงกลให้ดีขึ้น สารเติมแต่งที่ควรใช้ ได้แก่ เส้นใยเซลลูโลส (ตัวรถไฟ) และ เส้นใยแก้ว เป็นต้น
3. ศึกษาถึงสมบัติอื่นๆ ได้แก่ สมบัติทางความร้อน สมบัติทางแสง และ สมบัติทางสัณฐานวิทยา เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์มากขึ้น
4. ศึกษาผลของสารช่วยผสมตัวอื่นๆ เช่น PP-g-AA พร้อมทั้งเปรียบเทียบกับระบบผสมที่มีอยู่



รูปที่ 4-23 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การยืดออก กับ ปริมาณสารช่วยผสมของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโอฟีนีล ไนลอน6 และ เอ บี เอส ที่มีอัตราส่วนเป็น 25:50:25



รูปที่ 4-24 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การยืดออก กับ ปริมาณสารช่วยผสมของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโอฟีนีล ไนลอน6 และ เอ บี เอส ที่มีอัตราส่วนเป็น 25:25:50