การพัฒนาพอลิเมอร์เจือจากเศษพอลิเมอร์เหลือใช้เพื่อผลิตหมวกนิรภัย

ปริญญานิพนธ์

ของ

สุรศักดิ์ มีวงศ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา

พฤษภาคม 2542

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

.....ประธาน

(ศาสตราจารย์ พลอากาศตรี ดร.แก้ว สงขาว)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ ศลโกสุม)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน

(ศาสตราจารย์ พลอากาศตรี ดร.แก้ว สงขาว)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ ศลโกสุม)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ดร.อุปวิทย์ สุวคันธกุล)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ฉนอมสิน ดิสถาพร)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร. เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

วันที่ 14 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2542

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง แด่ ศาสตราจารย์ พลอากาศตรี ดร.แก้ว สงขาว ที่ให้ความอนุเคราะห์รับเป็นประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนันท์ ศลโกสุม ที่กรุณารับเป็นกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ พร้อมทั้งให้ข้อมูล เสนอแนะข้อแก้ไขต่าง ๆ รวมทั้ง ดร.อุปวิทย์ สุวคันธกุล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ถนอมสิน ดิสถาพร ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบ และเสนอแนะข้อแก้ไขต่าง ๆ ซึ่งทำให้ผลงานวิจัยฉบับนี้มีความสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ กรรมการผู้จัดการ บริษัทนิอัฒฐชา (กรุงเทพ) จำกัด ที่อนุเคราะห์เครื่องจักรอุปกรณ์ในการผลิตวัตถุดิบ กรรมการผู้จัดการบริษัทรีไลแอนท์อินดัสตรี จำกัด ที่อนุเคราะห์เครื่องจักรอุปกรณ์ในการผลิตแผ่นการทดสอบ กรรมการผู้จัดการบริษัท ป.ณรงค์ แอนด์.พี.เอ็น.ไอ จำกัด ที่อนุเคราะห์เครื่องจักรอุปกรณ์ในการผลิตหมวกนิรภัย

ขอขอบพระคุณอาจารย์วิโรจน์ เตชะวิญญธรรม ภาควิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ ตันทุลเวสส ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และกรรมการผู้จัดการบริษัทศรีไทยซุปเปอร์แวร์ จำกัด (มหาชน) สาขาบางปะกง ที่อนุเคราะห์ทำการทดสอบ ทางกายภาพและทางเคมีของแผ่นทดสอบและหมวกนิรภัย

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร มากตุ่น คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ นางสาวเกณิ ชยาวิวัฒนาวงศ์ เลขานุการคณะวิทยาศาสตร์ และเพื่อนร่วมรุ่นทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือ สนับสนุน และให้กำลังใจในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ผู้วิจัยขอมอบความดีทั้งหมดของงานวิจัยนี้ แด่ผู้วางรากฐาน และสนับสนุนการศึกษาแก่ผู้วิจัย คือ แม่เฉ่าซ้อน จงพัฒน์ คุณพ่อ-คุณแม่ ครอบครัว และคุณกรองแก้ว แก้วธนาวิทย์ อันเป็นที่รักและเคารพอย่างสูงของผู้วิจัย

สุรศักดิ์ มีวงศ์

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	จุดมุ่งหมายของการวิจัย	3
	ความสำคัญของการวิจัย	4
	ขอบเขตการวิจัย	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ	7
	สมมติฐานการวิจัย	9
2	เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
	ทฤษฎีพื้นฐานของพอลิเมอร์	10
	สมบัติของพอลิเมอร์ชนิดที่ใช้เจือกันตามอัตราส่วนในงานวิจัย	13
	อุตสาหกรรมพอลิเมอร์และหมวกนิรภัย	22
	กรรมวิธีการผลิตแผ่นทดสอบพอลิเมอร์เจือที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัย	25
	เครื่องมือในกระบวนการผลิตแผ่นทดสอบที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัย	25
	การวิเคราะห์การผลิตแผ่นทดสอบที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัย ..	26
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพอลิเมอร์และหมวกนิรภัย	31

บทที่ หน้า

3 วิธีดำเนินการวิจัย 32

ขั้นตอนที่ 1 ผลิตแผ่นพอลิเมอร์เจือเพื่อทดสอบสมบัติของแผ่นพอลิเมอร์เจือที่เหมาะสมในการผลิตหมวกนิรภัย 32

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 32

เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการทดลอง 33

ขั้นตอนที่ 2 รผลิตหมวกนิรภัยแบบเปิดคาง และ ปิดคางที่ลิตได้จากพอลิเมอร์เจือ 41

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 41

เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการผลิตหมวกนิรภัย 42

4 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูล 44

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสมบัติทางกายภาพของแผ่นทดสอบ 44

ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์เจือ 44

ผลการวิเคราะห์หาราคาพอลิเมอร์เจือ 49

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของหมวกนิรภัย 51

ผลการวิเคราะห์ราคาหมวกนิรภัยที่ผลิตได้จากพอลิเมอร์เจือ 52

5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 53

จุดมุ่งหมายของการวิจัย 53

สมมติฐานของการวิจัย 53

ขอบเขตการวิจัย 54

สรุปผลการวิจัย 58

อภิปรายผล 60

ข้อเสนอแนะ 61

บทที่ หน้า

บรรณานุกรม 62

ภาคผนวก 64

ภาคผนวก ก. หนังสือขอความอนุเคราะห์ 65

ภาคภนวก ข. รายงานผลการทดลอง 76

ภาคผนวก ค. ภาพประกอบการทดลอง 95

ประวัติย่อของผู้วิจัย 108

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

1 อัตราส่วนผสมระหว่างพอลิเมอร์บริสุทธิ์ เอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์พีซี เศษพอลิเมอร์ พีเอ็มเอ็มเอ เศษพอลิเมอร์ พีวีซี และเศษพอลิเมอร์ พีเอส 5

2 สมบัติทางกายภาพเกณฑ์มาตรฐานและผลที่ได้จากการทดสอบพอลิเมอร์เจือระหว่างพอลิเมอร์ ABS กับ PC จำนวน 16 อัตราส่วน 45

3 สมบัติทางกายภาพเกณฑ์มาตรฐานและผลที่ได้รับจากการทดสอบพอลิเมอร์เจือระหว่างพอลิเมอร์ ABS กับ PMMA จำนวน 16 อัตราส่วน 46

4 สมบัติทางกายภาพเกณฑ์มาตรฐานและผลที่ได้รับจากการทดสอบพอลิเมอร์เจือระหว่างพอลิเมอร์ ABS กับ PVC จำนวน 16 อัตราส่วน 47

5 สมบัติทางกายภาพเกณฑ์มาตรฐานและผลที่ได้รับจากการทดสอบพอลิเมอร์เจือระหว่างพอลิเมอร์ ABS กับ PS จำนวน 16 อัตราส่วน 48

6 การวิเคราะห์ราคาพอลิเมอร์เอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์พีซี 50

7 อัตราส่วนสมพอลิเมอร์เจือระหว่างพอลิเมอร์เอบีเอส กับ พีซี จำนวน 8 อัตราส่วน ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 59

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ หน้า

1 สูตรเคมี พีซี (Polycarbonate) 13

2 สูตรเคมี เอ็ม เอ็ม เอ็ม (Methyl Methaerylate Monomer) 15

3 สูตรเคมี พี วี ซี (Poly Vinyl Choloride) 18

4 สูตรเคมี เอส เอ็ม เอ็ม (Styrene Methyl Methacrylate) 19

5 สูตรเคมี เอส เอ เอ็น (Styrene Aerylonitrile Copolymer) ... 20

6 สูตรเคมี ABS (Aerylonitrile Butadiene Styrene Copolymer). 21

7 ขั้นตอนการผลิตแผ่นทดสอบพอลิเมอร์เจือ 35

8 การทดสอบการเทียบเกณฑ์มาตรฐานและการคัดเลือกอัตราส่วนที่ต้องการ... 39

9 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตพอลิเมอร์เจือ 96

10 การโม่เศษพอลิเมอร์เหลือใช้ 96

11 เครื่องหลอมเศษพอลิเมอร์เหลือใช้เพื่อเตรียมเป็นวัตถุดิบในการผลิต
พอลิเมอร์เจือ 97

12 เครื่องตัดเม็ดเศษพอลิเมอร์เจือที่ถูกหลอมเป็นเส้นยาวๆ ให้เป็นเม็ดเล็กๆ . 97

13 เครื่องชั่งบรรจุเม็ดเศษพอลิเมอร์เหลือใช้เพื่อการผลิตพอลิเมอร์เจือ 98

14 การอบเม็ดเศษพอลิเมอร์ที่ผสมเป็นพอลิเมอร์เจือตามอัตราส่วน 98

15 การฉีดแผ่นทดสอบพอลิเมอร์เจือจำนวน 16 อัตราส่วน 64 ชนิด 99

16 ลังบรรจุแผ่นทดสอบพอลิเมอร์เจือจำนวน 64 ชนิด เพื่อนำไปทดสอบ
ทางกายภาพ 99

17 เครื่องมือทดสอบแรงดึงและแรงอัด 100

18 เครื่องมือทดสอบความถ่วงจำเพาะและปริมาตร 100

19 ตู้อบอุณหภูมิเพื่อการทดสอบ 101

20 เครื่องมือเตรียมชิ้นงานเพื่อการทดสอบ 101

21 การฉีดเปลือกหมวกนิรภัย 102

ภาพประกอบ หน้า

22 เปลือกหมวกนิรภัยก่อนการประกอบอุปกรณ์ต่าง ๆ 102
23 เปลือกหมวกนิรภัยแบบเปิดคาง 103
24 เปลือกหมวกนิรภัยแบบปิดคาง 103
25 การพ่นสีเปลือกหมวกนิรภัยแบบปิดคาง 104
26 การพ่นสีเปลือกหมวกนิรภัยแบบเปิดคาง 104
27 การประกอบอุปกรณ์ประกอบหมวกนิรภัยแบบปิดคาง 105
28 การประกอบอุปกรณ์ประกอบหมวกนิรภัยแบบเปิดคาง 105
29 การตกแต่งสติกเกอร์หมวกนิรภัยแบบปิดคางด้านหลัง 106
30 การตกแต่งสติกเกอร์หมวกนิรภัยแบบเปิดคางด้านหลัง 106
31 การตกแต่งสติกเกอร์หมวกนิรภัยแบบปิดคางด้านข้าง 107
32 การตกแต่งสติกเกอร์หมวกนิรภัยแบบปิดคางด้านข้าง 107

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

การที่มีการนำผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์มาใช้กันอย่างแพร่หลายในงานอุตสาหกรรมการผลิต เช่น ภาชนะในการบรรจุและรองรับอาหาร เสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่ม หน้าต่าง ประตู เครื่องใช้สอยภายในบ้าน บรรจุภัณฑ์ยารักษาโรค อุปกรณ์การแพทย์ ตลอดจนชิ้นส่วนในยานพาหนะทางบก ทางน้ำ ทางอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานด้านวิศวกรรมรถยนต์ รถจักรยานยนต์ วิศวกรรมจราจร และการจัดทำหมวกนิรภัยเพื่อลดการสูญเสียชีวิตจากอุบัติเหตุ (ศศิเกษม ทองยงค์. 2520 : 1-2) สมบัติสำคัญของหมวกนิรภัยที่ช่วยเหลือเมื่อเกิดอุบัติเหตุได้ ต้องเป็นหมวกนิรภัยที่มีสมบัติตามเกณฑ์มาตรฐานของอุตสาหกรรมนั้นคือ การทนต่อการบุบสลาย การยุบตัว การแตกเนื่องจากการถูกชน กระแทก บดขยี้ และถูกทับขณะเกิดอุบัติเหตุ หมวกนิรภัยที่ไม่ได้สมบัติตามเกณฑ์ของมาตรฐานอุตสาหกรรมจะไม่สามารถรับแรงที่มากระทำได้เพียงพอ เนื่องจากแรงที่มากระทำนั้นมากเกินไป การเลือกใช้วัตถุดิบที่มีราคาถูก ซึ่งมักจะเป็นวัตถุดิบมีคุณภาพต่ำ จึงจะก่อให้เกิดอันตรายถึงชีวิตได้เมื่อเกิดอุบัติเหตุรถชนหรือวัสดุตกลงมากระแทกในเขตก่อสร้าง จากเหตุผลดังกล่าวการนำวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัยที่ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมโดยการนำวัตถุดิบที่มีสมบัติดีมีคุณภาพ ส่วนใหญ่วัตถุดิบที่ใช้คือ พอลิเมอร์ชนิดเอบีเอส (Acrylonitrile Butadiene Styrene) ซึ่งจะมีราคาแพง ต้นทุนในการผลิตจึงมีราคาสูง การผลิตหมวกนิรภัยควรจะได้ลดต้นทุนการผลิตให้มีราคาต่ำลงและมีสมบัติตามมาตรฐานของหมวกนิรภัยราคาถูกมาใช้ช่วยในการแก้ปัญหาดังกล่าวทางหนึ่งก็คือการนำเศษพอลิเมอร์เหลือใช้ ชนิดพีซี (Polycarbonate) พีเอ็มเอ็มเอ (Polymethylmethacrylate) พีวีซี (Polyvinyl Chloride) และพีเอส (Polystyrene) ซึ่งเป็นพอลิเมอร์เหลือใช้ที่น่าจะนำมาวิเคราะห์ให้ผ่านกระบวนการแปรรูปใหม่แล้วนำมาเจือกับพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอส ซึ่งจะทำให้ราคาต้นทุนของการผลิตลดน้อยลง จากกระบวนการผลิตซึ่งมีราคาถูกกลับมาใช้ใหม่ ด้วยการผ่านกระบวนการแปรใช้ใหม่แล้วนำมาปรับปรุงให้พอลิเมอร์เปลี่ยนสภาพให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์หมวกนิรภัย ด้วยการนำพอลิเมอร์ที่เหลือใช้กลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ด้วยการนำพอลิเมอร์เอบีเอส (Acrylonitrile Butadiene Styrene) เจือ

กับเศษพอลิเมอร์เหลือใช้ชนิดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. เอบีเอส เจือพีซี
2. เอบีเอส เจือพีเอ็มเอ็มเอ
3. เอบีเอส เจือพีวีซี
4. เอบีเอส เจือพีเอส

การพัฒนาพอลิเมอร์เจือจากเศษพอลิเมอร์เหลือใช้ เพื่อนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ด้วย โดยศึกษาผลิตภัณฑ์หมวกนิรภัยเป็นกรณีตัวอย่าง เป็นการที่จะนำเศษพอลิเมอร์เหลือใช้กลับมาใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นจะต้องเริ่มต้นตั้งแต่การคัดเลือกพอลิเมอร์ โดยการวางแผนไว้เพื่อประโยชน์ในการนำกลับมาใช้อีกคุณภาพของพอลิเมอร์จะเสื่อมสภาพลงทุกครั้งที่ถูกความร้อนและความกดดันแต่สามารถเติมสารเคมีลงไปเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องได้ ซึ่งจะช่วยให้การหมุนเวียนใช้พอลิเมอร์ได้นานขึ้น และเป็นการลดปริมาณพอลิเมอร์ตกค้างที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อมให้น้อยลง โดยลักษณะดังกล่าวจะเป็นการแปรใช้ใหม่ ปัจจุบันได้มีการพัฒนาวิธีการนำเอาพอลิเมอร์ต่างชนิดตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมารวมกัน เรียกว่า "พอลิเมอร์เจือ" การที่จะนำเศษพอลิเมอร์เหลือใช้ทั้ง 4 ชนิดดังกล่าวกลับมาใช้ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ต้องคัดเลือกเศษพอลิเมอร์เหลือใช้ที่สะอาด ไม่ปนเปื้อนสารใด ๆ โดยผ่านกระบวนการทางความร้อนและความดัน เพื่อให้พอลิเมอร์ที่แปรรูปใหม่มีสารปนเปื้อนอยู่น้อยที่สุดเพื่อเตรียมพอลิเมอร์นี้ไปเจือกับพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอส การทำวิจัยครั้งนี้เป็นการทำพอลิเมอร์เจือระหว่างพอลิเมอร์เอบีเอส ซึ่งเป็นพอลิเมอร์บริสุทธิ์กับเศษพอลิเมอร์ที่แปรรูปแล้วในแต่ละชนิดของพอลิเมอร์ที่แปรรูปทั้ง 4 ชนิดโดยการเจือกันในอัตราส่วน จำนวนชนิดละ 16 อัตราส่วนในการรวมอัตราส่วนได้ใช้การผสมประสานให้เป็นส่วนผสมที่เข้ากัน แล้วคัดเลือกเฉพาะส่วนผสมที่มีสมบัติเหมาะสมในการผลิตหมวกนิรภัยเป็นกรณีตัวอย่าง 2 รูปแบบ คือ รูปแบบเปิดคางและรูปแบบปิดคาง เพื่อให้เป็นหมวกนิรภัยที่ใช้กับยานพาหนะจักรยานยนต์

ในการผลิตหมวกนิรภัยดังกล่าว หากผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอส ซึ่งผลิตหมวกนิรภัยได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คือ สมบัติทางกายภาพในด้านความถ่วงจำเพาะ ปริมาตร ทนแรงดึง ทนแรงอัด ทนแรงกระทบ ทนความร้อน จะทำให้ลดต้นทุนการผลิตหมวกนิรภัยได้เป็นอย่างดี

การวิจัยในการพัฒนาพอลิเมอร์เจือจากเศษพอลิเมอร์เหลือใช้เพื่อผลิตหมวกนิรภัย ได้ศึกษาค้นคว้าสมบัติของเศษพอลิเมอร์ชนิด พีซี ชนิดพีเอ็มเอ็มเอ ชนิดพีวีซี ชนิดพีเอส จากการแปรรูปแล้วมีสมบัติในการที่จะมาเจือกับพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอส ดังนั้นการทดลองการทำวิจัยครั้งนี้ถ้าหมวกนิรภัยได้สมบัติตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ก็จะมีคุณค่าต่อวงการอุตสาหกรรมการผลิตหมวกนิรภัยต่อไป

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อผลิตพอลิเมอร์เจือ เพื่อทดสอบหาสมบัติของแผ่นพอลิเมอร์เจือที่เหมาะสมในการผลิตหมวกนิรภัย จากอัตราส่วนผสมระหว่างพอลิเมอร์เอบีเอส กับเศษพอลิเมอร์ 4 ชนิด ดังนี้

   1.1 พอลิเมอร์เอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์พีซี

   1.2 พอลิเมอร์เอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์พีเอ็มเอ็มเอ

   1.3 พอลิเมอร์เอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์พีวีซี

   1.4 พอลิเมอร์เอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์พีเอส

2. เพื่อศึกษาสมบัติของหมวกนิรภัยชนิดเปิดคาง และชนิดปิดคางที่ผลิตได้จากพอลิเมอร์เจือระหว่างพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอส กับเศษพอลิเมอร์ชนิดใดชนิดหนึ่งใน 4 ชนิดที่มีสมบัติตามมาตรฐานไม่น้อยกว่าเกณฑ์มาตราฐานของหมวกนิรภัยที่ผลิตจากวัตถุดิบพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอส

ความสำคัญของการวิจัย

1. เป็นการนำเศษพอลิเมอร์เหลือใช้มาพัฒนาให้เกิดประโยชน์ทางอุตสาหกรรม
2. ลดมลภาวะเป็นพิษเนื่องจากการทำลายเศษพอลิเมอร์เหลือใช้
3. ได้พอลิเมอร์เจือชนิดใหม่สามารถนำมาผลิตหมวกนิรภัยที่มีคุณภาพและต้นทุนลดลง
4. ได้ผลิตภัณฑ์หมวกนิรภัยที่ลดต้นทุนในการผลิต

ขอบเขตการวิจัย

1. เศษพอลิเมอร์เหลือใช้ 4 ชนิด ได้แก่
   1. พีซี (Polycarbonate)
   2. พีเอ็มเอ็มเอ (Polymethymethacrylate)
   3. พีวีซี (Polyvinyl chloride)
   4. พีเอส (Polystyren)
2. ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรของแผ่นทดสอบ ได้แก่ แผ่นพอลิเมอร์เจือที่ได้จากอัตราส่วนระหว่างพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอส กับเศษพอลิเมอร์เหลือใช้แต่ละชนิด ทั้ง 4 ชนิด

ประชากรของหมวกนิรภัย ได้แก่ หมวกนิรภัย 2 รูปแบบ คือ รูปแบบเปิดคางกับรูปแบบปิดคาง ที่ผลิตจากพอลิเมอร์เจือที่ได้รับการทดสอบแผ่นพอลิเมอร์เจือว่าเหมาะสมในการผลิต

2.1 กลุ่มตัวอย่างของแผ่นทดสอบ ได้แก่พอลิเมอร์เจือที่เกิดจากอัตราส่วนผสมระหว่างพอลิเมอร์เอบีเอส กับเศษพอลิเมอร์ที่เหลือใช้แต่ละชนิด ทั้ง 4 ชนิด จำนวน 16 อัตราส่วน อัตราส่วน 15 แผ่น รวมทั้งหมดเป็น 64 ตัวอย่าง และจำนวนแผ่นทั้งหมด 960 แผ่น คือ พอลิเมอร์เอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์พีซี พอลิเมอร์เอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์พีเอ็มเอ็มเอ พอลิเมอร์เอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์พีวีซี พอลิเมอร์เอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์พีเอส ดังตาราง 1

ตาราง 1 อัตราส่วนผสมระหว่างพอลิเมอร์ เอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์พีซี เศษพอลิเมอร์ พีเอ็มเอ็มเอ เศษพอลิเมอร์พีวีซี และเศษพอลิเมอร์พีเอส

1.	A/ ABS 80	PC,	PMMA,	PVC,	PS 15
2.	B/ ABS 75	PC,	PMMA,	PVC,	PS 20
3	C/ ABS 70	PC,	PMMA,	PVC,	PS 25
4.	D/ ABS 65	PC,	PMMA,	PVC,	PS 30
5.	E/ ABS 60	PC,	PMMA,	PVC,	PS 35
6	F/ ABS 55	PC,	PMMA,	PVC,	PS 40
7.	G/ ABS 50	PC,	PMMA,	PVC,	PS 45
8.	H/ ABS 45	PC,	PMMA,	PVC,	PS 50
9.	I/ ABS 40	PC,	PMMA,	PVC,	PS 55
10.	J/ ABS 35	PC,	PMMA,	PVC,	PS 60
11.	K/ ABS 30	PC,	PMMA,	PVC,	PS 65
12.	L/ ABS 25	PC,	PMMA,	PVC,	PS 70
13.	M/ ABS 20	PC,	PMMA,	PVC,	PS 75
14.	N/ ABS 15	PC,	PMMA,	PVC,	PS 80
15.	O/ ABS 10	PC,	PMMA,	PVC,	PS 85
16.	P/ ABS 5	PC,	PMMA,	PVC,	PS 90

โดยมีสารผสมช่วยร้อยละ 5 เป็นค่าคงตัว (Constant)

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรแผ่นทดสอบ

แผ่นพอลิเมอร์เจือที่ใช้ทดสอบชนิดพอลิเมอร์เอบีเอสเจือพอลิเมอร์พีซี เอบีเอสเจือพีเอ็มเอ็มเอ เอบีเอสเจือพีวีซี เอบีเอสเจือพีเอส โดยมีปริมาณของเอบีเอสในอัตราส่วนผสมมีค่าเป็น 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 60, 65, 70, 75 และ 80

3.2 ตัวแปรตาม

สมบัติต่าง ๆ ของพอลิเมอร์เจือที่ผลิตแผ่นทดสอบเป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัยตามเกณฑ์มาตรฐานวัตถุดิบพอลิเมอร์ชนิด ABS ตามมาตรฐาน มอก. ที่มีสมบัติตามเกณฑ์ ดังนี้

3.2.1 ความถ่วงจำเพาะ 1.02 - 1.08

3.2.2 ปริมาตร 24 - 28.5 ลบ.นิ้ว/ปอนด์

3.2.3 ทนแรงดึง 4,000 - 9,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว

3.2.4 ทนแรงอัด 7,000 - 12,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว

3.2.5 ทนแรงกระทบ 2 - 15 ที่ 70 องศาฟาเรนไฮต์

3.2.6 ทนความร้อน 212 - 220 องศาฟาเรนไฮต์

3.3 ตัวแปรที่ศึกษาสมบัติของหมวกนิรภัยได้แก่ สมบัติของหมวกนิรภัยในเรื่อง

3.3.1 ทนแรงอัด

3.3.1 ทนแรงกระทบ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. พอลิเมอร์เจือ หมายถึง พอลิเมอร์ที่เกิดจากการนำเอาพอลิเมอร์ต่างชนิดกัน ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป มารวมกันโดยอาศัยกรรมวิธีทางเคมี และเทคโนโลยีพอลิเมอร์เพื่อการใช้เฉพาะงาน

1.1 พอลิเมอร์เอบีเอสเจือพีซี หมายถึง การนำเอาพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอสและพีซีซึ่งเป็นพอลิเมอร์เหลือใช้มาจัดทำใหม่เพื่อนำมาเจือกัน

1.2 พอลิเมอร์เอบีเอสเจือพีเอ็มเอ็มเอ หมายถึง การนำเอาพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอสและพีเอ็มเอ็มเอ ซึ่งเป็นพอลิเมอร์เหลือใช้มาจัดทำใหม่เพื่อนำมาเจือกัน

1.3 พอลิเมอร์เอบีเอสเจือพีวีซี หมายถึง การนำเอาพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอสและพีวีซีซึ่งเป็นพอลิเมอร์เหลือใช้มาจัดทำใหม่เพื่อนำมาเจือกัน

1.4 พอลิเมอร์เอบีเอสเจือพีเอส หมายถึง การนำเอาพอลิเมอร์เอบีเอสและพีเอสซึ่งเป็นพอลิเมอร์เหลือใช้มาจัดทำใหม่เพื่อนำมาเจือกัน

2. เศษพอลิเมอร์ที่เหลือใช้ หมายถึง การนำพอลิเมอร์ที่ไม่ใช้งานจากกระบวนการผลิตแล้วกลับมาใช้อีกโดยผ่านกระบวนการทางความร้อนและความกดดัน

3. พอลิเมอร์ชนิดเอบีเอส (Acrylonitrile Butadiene Styrene) หมายถึง พอลิเมอร์ที่เกิดจากการรวมตัวของอะคริโลไนทริล (Acrylowitrile) บิวตะไดอีน (Butadien) และสไตรีน (Styren) มีคุณสมบัติเนื้อเหนียว ทนแรงกระแทก ทนแรงเฉือน และทึบแสง ราคาถูก

4. พอลิเมอร์ชนิดพีซี (Polycarbonate) หมายถึง พอลิเมอร์พอลีคาร์บอเนต มีสมบัติเนื้อเหนียวมาก แข็ง ทนแรงกด ทนแรงกระแทก ทนแรงเฉือน โปร่งแสง

5. พอลิเมอร์ชนิดพีเอ็มเอ็มเอ (Polymethylmethacrylate) ชนิดทำแผ่น หมายถึง พอลิเมอร์อะคริลิค มีสมบัติเนื้อเปราะหักง่าย ทนต่อกรดด่าง โปร่งแสง ราคาถูก น้ำหนักเบา

6. พอลิเมอร์ชนิดพีวีซี (Polyvinyl Chloride) หมายถึง พอลิเมอร์พีวีซี มีสมบัติเหนียว ทนกรดด่าง ทึบแสง ราคาถูก น้ำหนักมาก

7. พอลิเมอร์ชนิดพีเอส (Polystyrene) หมายถึง พอลิเมอร์พอลิสไตรีน มีสมบัติเปราะแตกง่าย โปร่งแสง น้ำหนักเบา

8. สมบัติของแผ่นพอลิเมอร์เจือ หมายถึง แผ่นพอลิเมอร์เจือที่ได้รับการทดสอบทางเคมี ว่ามีสมบัติในการนำมาเป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตหมวกนิรภัย ได้แก่สมบัติด้านความถ่วงจำเพาะ ปริมาตร ทนแรงดึง ทนแรงอัด ทนแรงกระทบ ทนความร้อน

9. เกณฑ์มาตรฐานของแผ่นทดสอบ หมายถึง สมบัติทางกายภาพของแผ่นทดสอบสำหรับเป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัย โดยเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานวัตถุดิบพอลิเมอร์ชนิดเอพีเอส ประกอบด้วย

9.1 ความถ่วงจำเพาะ หมายถึง แรงดึงดูดระหว่างกันของวัตถุใด ๆ ที่มีสมบัติทางกายภาพของแผ่นทดสอบสำหรับเป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัย

9.2 ปริมาตร หมายถึง สมบัติทางกายภาพของแผ่นทดสอบสำหรับเป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัยมีหน่วยเป็น ลูกบาศก์ นิ้วต่อปอนด์

9.3 ทนแรงดึง หมายถึง สมบัติทางกายภาพของแผ่นทดสอบสำหรับเป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัยที่สามารถทนต่อแรงที่กระทำตามแนวแกนที่พยายามทำให้แผ่นทดสอบขาดออกจากกัน มีหน่วยเป็น ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

9.4 ทนแรงอัด หมายถึง สมบัติทางกายภาพของแผ่นทดสอบสำหรับเป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัยที่สามารถทนต่อแรงที่กระทำตามแนวแกนที่พยายามทำให้แผ่นทดสอบยุบตัวเข้าหากัน มีหน่วยเป็น ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

9.5 ทนแรงกระแทก หมายถึง สมบัติทางกายภาพของแผ่นทดสอบสำหรับเป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัยที่สามารถทนต่อแรงกระแทกจากภายนอกที่พยายามทำให้แผ่นทดสอบแตกสลาย มีหน่วยเป็น ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

9.6 ทนความร้อน หมายถึงสมบัติทางกายภาพของแผ่นทดสอบสำหรับเป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัยที่สามารถทนต่อความร้อนเผาไหม้ มีหน่วยเป็นองศาฟาเร็นไฮต์

10. เกณฑ์มาตรฐานของหมวกนิรภัย หมายถึง สมบัติทางกายภาพของหมวกนิรภัยที่ผลิตมาจากพอลิเมอร์เจือเศษพอลิเมอร์เหลือใช้โดยเทียบเกณฑ์มาตรฐาน ประกอบด้วย ทนแรงอัดและแรงกระแทก

11. หมวกนิรภัยแบบเปิดคาง หมายถึง หมวกที่ใช้ป้องกันศีรษะของมนุษย์กระแทกของแข็งมีลักษณะหุ้มศีรษะของผู้สวมทั้งหมดยกเว้นส่วนคาง

12. หมวกนิรภัยแบบปิดคาง หมายถึง หมวกที่ใช้ป้องกันศีรษะของมนุษย์กระแทกของแข็งมีลักษณะหุ้มศีรษะของผู้สวมทั้งหมดรวมทั้งส่วนคาง

สมมติฐานการวิจัย

พอลิเมอร์เหลือใช้ ที่ได้จากการเจือกับพอลิเมอร์ ชนิดเอบีเอส มีอย่างน้อย 1 ชนิดที่ได้สมบัติเหมาะสมในการนำมาผลิตหมวกนิรภัย แบบเปิดคาง และแบบปิดคาง ที่ได้สมบัติตามเกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

บทที่ 2
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เพื่อทำให้การทำงานวิจัยสมบูรณ์และบรรลุผลตามจุดมุ่งหมาย ได้มีการศึกษาค้นคว้าในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการทดลองในเรื่องเกี่ยวกับพอลิเมอร์และหมวกนิรภัย ซึ่งมีเอกสารและงานวิจัยเพื่อนำมาศึกษาในหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. ทฤษฎีพื้นฐานของพอลิเมอร์
2. สมบัติพอลิเมอร์เจือ
3. อุตสาหกรรมพอลิเมอร์และหมวกนิรภัย
4. กรรมวิธีการผลิตแผ่นทดสอบพอลิเมอร์เจือที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัย
5. เครื่องมือในกระบวนการผลิตแผ่นทดสอบที่จะใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัย
6. การวิเคราะห์การผลิตแผ่นทดสอบที่จะใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัย
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพอลิเมอร์และหมวกนิรภัย

1. ทฤษฎีพื้นฐานของพอลิเมอร์

พอลิเมอร์คือ สารสังเคราะห์ (Synthetic Materials) ที่มนุษย์คิดขึ้นมา ประกอบด้วยธาตุสำคัญ 6 ชนิดคือ คาร์บอน (C) ออกซิเจน (O) ไฮโดรเจน (H) ไนโตรเจน (N) คลอรีน (CI) และซิลิคอน (Silicon) สมาคมวิศวกรรมพลาสติก (SP) และสมาคมอุตสาหกรรมพลาสติก (SPI) แห่งสหรัฐอเมริกาได้ให้คำจำกัดความของพอลิเมอร์ไว้ดังนี้ "พอลิเมอร์คือ วัสดุที่ประกอบด้วยสารหลายอย่าง มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ลักษณะอ่อนตัวขณะทำการผลิต ซึ่งโดยมากใช้กรรมวิธีการผลิตด้วยความร้อนหรือแรงอัด หรือทั้งสองอย่าง"

พอลิเมอร์มีแหล่งกำเนิดใหญ่ 5 แหล่ง คือ

1. ผลิตผลทางการเกษตรเช่น Cellulose Nitrate, Cellulose Acetate
2. ผลิตผลทางการเกษตรและน้ำมัน เช่น Furam
3. น้ำมันและถ่านหินเป็นแหล่งที่ให้กำเนิดพอลิเมอร์ชนิดต่าง ๆ มากที่สุด เช่น Polystyrene, Phenol-Formaldehyde, Melamine Formaldehyde, Polyethylene Urea-Formaldehyde, Nylon, Polyester, Acrylic, Epoxy

4. น้ำมันและสินแร่ เช่น Polyvinyl Butyral, Polyvinyl Carbazole Polyvinyl Acetate, Polyvinyl Alcohol

5. สินแร่มีน้อย เช่น Calcium-Aluminiurm Silicate

พอลิเมอร์มีสมบัติทางโครงสร้างพิเศษที่เรียกว่า สารที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง คือ ในหนึ่งโมเลกุลมีจำนวนอะตอมมากกว่าสารชนิดอื่นมากมาย และสมบัติเชิงกล คือ มีความแข็งแรงเหนียว ยืดหยุ่น สมบัติทางไฟฟ้า คือ เป็นฉนวนไฟฟ้าและสมบัติทางเคมี คือ ทนกรด-ด่าง และสารเคมีอื่น ๆ วัตถุดิบพอลิเมอร์ที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ในขณะนี้มีอยู่ 3 ชนิดคือ ชนิดผง (Powder) ชนิดเม็ด (Pellete Granule) และชนิดเหลว (Liquid) ซึ่งแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกันไป การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับเครื่องจักร อุปกรณ์ และกรรมวิธีการผลิต ชนิดผงและชนิดเม็ดเหมาะสำหรับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่ต้องการปริมาณการผลิตจำนวนมาก ๆ ต้องมีเครื่องจักรในการผลิตที่มีคุณภาพสูง ราคาแพง ชนิดเหลวเหมาะสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็กหรืออุตสาหกรรมในครัวเรือน เช่น ผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าส และผลิตภัณฑ์พลาสติกหล่อ เป็นต้น

พอลิเมอร์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. **พลาสติกแข็ง** (Thermosettings) คือ พลาสติกที่เมื่อขึ้นรูปทรงตามต้องการ ผ่านการผลิตโดยใช้ความร้อน (Heat) และแรงอัด (Pressure) แล้ว จะนำไปหลอมละลายอีกไม่ได้ พอลิเมอร์ชนิดนี้ในประเทศอังกฤษเรียกว่าดูโรพลาสติก (Duroplastics) เช่น ยูเรีย (Urea) และเมลามีน (Melamine) อีพอกซี (Epoxey) ฟีนอล์ก (Phenolic) พอลิเอสเตอร์ (Polyester) ซิลิคอน (Silicone) ยูรีเทน (Urethane) พลาสติกแข็งที่เห็นทั่วไปนั้น จะเห็นจากผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งพอจะจำแนกชนิดได้ดังนี้

ประเภทอีพอกซี ใช้ทำกาวชนิดดีติดโครงรังผึ้ง (Aluminium Honeycomb) ในโครงเครื่องบิน วัสดุเคลือบผิวพื้นโรงยิมเนเซี่ยม และทำไฟเบอร์กล๊าสชนิดดีในการทำชิ้นส่วนเครื่องบิน รถยนต์

ประเภทฟีโนลิค หรือรู้จักกันดีในนามของเบกเกลไลท์ ใช้ทำด้ามมือจับหูหม้อ หูกะทะ ฝาครอบจานจ่ายรถยนต์ อุปกรณ์ไฟฟ้า และภาชนะบรรจุสารเคมี

พอลิเอสเตอร์ ใช้ทำไฟเบอร์กล๊าสในการผลิตเรือ ถังบรรจุของเหลว เส้นใยทอผ้า เทปบันทึกเสียง ฟิล์ม ตลอดจนพอลิเมอร์หล่อ

ซิลิคอน ใช้นำไปผสมกับยางใช้ทำยางแม่พิมพ์ทนความร้อน คอนกรีตอ่อนขอบสระน้ำ และเส้นช่องทางจราจร

ยูรีเทน หรือพอลิยูรีเทน ใช้ผลิตโฟมและฟองน้ำที่พบเห็นในรูปของเบาะรถยนต์ ที่นอน และใช้ผลิตน้ำยาเคลือบต่าง ๆ

2. **พลาสติกอ่อน** (Thermoplastics) คือ พลาสติกที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้อีกหลังจากนำไปผลิตผลิตภัณฑ์แล้ว พลาสติกอ่อนที่สำคัญและใช้อยู่ในวงการอุตสาหกรรมทั่วไปได้แก่ แอเซทัล (Acetal), อะคริลิค (Acrylic) ฟลูออโรคาร์บอน (Florocarbons) พอลิเอไมด์ (Polyamide) หรือ ไนลอน (Nylon) พอลิโอเลฟีน (Polyolefin) มีอยู่ 2 อย่างคือ พอลิเอททีลีน (Polyethylene) และพอลิพรอพีลีน (Polypropylene) พอลิสไตรีน (Polystyrene) เอบีเอส (Acrylonitrile Butadiene Styrene) ไวนิล (Vinyl) เซลลูโลซิล (Cellulosics) โปลีคาร์บอนเนต (Polycarbonate) ไอโอโนเมอร์ (Ionomer) พีวีซี (Polyvinyl Chyloride) ซึ่งพอลิเมอร์ที่จะทำการวิจัยนี้ทั้ง 5 ชนิด จะอยู่ในพอลิเมอร์ประเภทพลาสติกอ่อน (Thfermoplastics) ซึ่งสามารถนำมารีไซเคิ้ล เพื่อไปทำพอลิเมอร์เจือให้ได้พอลิเมอร์เจือชนิดใหม่ที่มีสมบัติเหมาะสมกับงานผลิตหมวกนิรภัย โดยการนำเอาพอลิเมอร์ 4 ชนิด คือ พีเอ็มเอ็มเอ พีวีซี พีเอส เข้าไปเจือกับพอลิเมอร์อีก 1 ชนิด คือ เอบีเอส เนื่องจากพอลิเมอร์ชนิดเดียวบางชนิดมีสมบัติไม่พอเพียงในความปลอดภัยของผู้สวมหมวกนิรภัย จึงต้องทำการเจือพอลิเมอร์ในอัตราส่วนที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มสมบัติเฉพาะงานผลิตหมวกนิรภัย ให้หมวกนิรภัยนั้นมีประสิทธิภาพในด้านความปลอดภัยได้ตามมาตรฐาน มอก. และราคาถูกลง

3. **ยาง** (Elustomers) คือ พอลิเมอร์ที่มีการแปรรูปชั่วคราวได้มากเมื่อมีแรงมากระทำ แต่เมื่อเอาแรงออก มันอาจจะคืนรูปสู่สภาพเดิมอย่างสมบูรณ์ ยางที่สำคัญได้แก่ พอลิไอโซพรีน(Polyisoprene) พอลิบิวทาดีน(Polybutadiene) พอลีบิวพีลีน(Polybutylene) พอลีคลอโรพรีน (Polychoroprene) บิวทาดีนสไตรีน (Butadine styrene) บิวทาดีนอะคริโลไนไตรล์ (Butadiene acrylonitride) และซิลิคอน (Silicone)

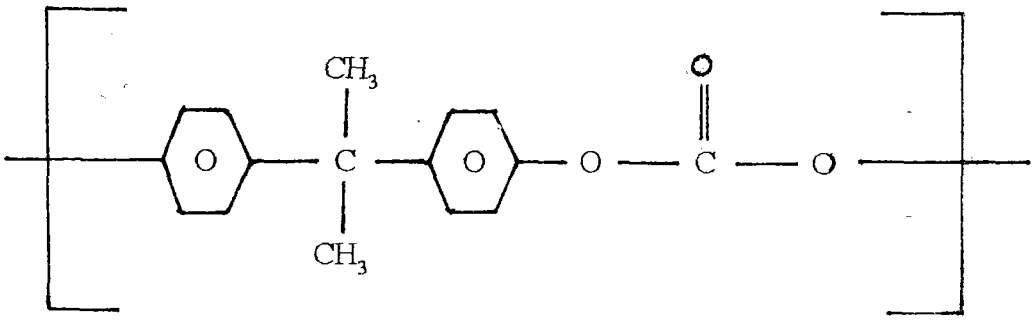
2. สมบัติของพอลิเมอร์ชนิดที่ใช้เจือกันตามอัตราส่วนในงานวิจัย

1. พีซี (Polycarbonate)

พีซี ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเมื่อปี พ.ศ. 2500 นับว่าเป็นพอลิเมอร์ใสชนิดที่แข็งแรงที่สุด

สมบัติ แข็งแรง ทนทานดีมาก ทนความร้อนขณะใช้งานได้ถึง 240 องศาฟาเรนไฮต์ หากนำไปใช้กับไยแก้วเป็นผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าสจะทนทานมากยิ่งขึ้น เป็นฉนวนไฟฟ้าดี ทนกรดด่าง ได้ดี

ประโยชน์ ใช้ผลิตขวดนมเด็กชนิดดี โคมไฟฟ้าสาธารณะ ช่องมองหน้าหมวกนักบิน นอกจากนั้นยังใช้ทำตู้ เครื่องปรับอากาศ ด้ามเครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ แว่นตากันแดด ฝาครอบไฟ ฯลฯ



ภาพประกอบ 1 สูตรเคมีพีซี (Polycarbonate)

ลักษณะทางกายภาพของพีซี

ความถ่วงจำเพาะ	1.2	
ปริมาตร	23	ลบ.นิ้ว/ปอนด์
ทนแรงดึง	9,000	ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงอัด	18,000	ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงกระทบ	15 ที่ 70	องศาฟาเรนไฮต์
ทนความร้อน	250	องศาฟาเรนไฮต์
ความใส	ใสที่สุด	
ทนแสงแดด	เหลืองเล็กน้อยเมื่อถูกแดดนาน	
ทนกรด	กรดอ่อนทนได้ ไม่ทนกรดแก่	
ทนด่าง	ด่างอ่อนเกิดปฏิกิริยาอย่างช้า ๆ ด่างแก่เกิดปฏิกิริยาแรงขึ้น	
ทนสารละลาย	ละลายใน Chlorinated Hydrocarbons และ Aromatics	

ซึ่งเศษพอลิเมอร์พีซีเหลือใช้จะได้มาจากอุตสาหกรรมการผลิตแผ่นพอลิเมอร์ เช่น กระจกเทียม อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ เช่น ขวดน้ำอัดลมขนาดใหญ่ ขวดนมเด็ก เป็นต้น

2. **พีเอ็มเอ็มเอ** หรือ เอแอล

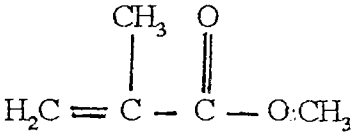
อะคริลิค (Acrylics) รู้จักกันดีในชื่อการค้า คำว่า เพลซิกล๊าส (Plaxiglass) ลูไซท์ (Lucite) พอลิกล๊าส (Polyglass) ฯลฯ

ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมในปี พ.ศ. 2479 อะคริลิคได้ถูกนำไปผสมกับพลาสติกชนิดอื่น เช่น สไตรีน (Styrene) บ้าง พีวีซี (PVC) บ้าง เกิดเป็นพลาสติกชนิดใหม่ เช่น เอ็มเอ็มเอส (Methyl Methacrylate Styrene) เป็นต้น

สมบัติ เป็นพลาสติกใส แข็งแรงพอสมควร เป็นรอยขีดข่วนง่าย ทนแสงอุตราไวโอเลตได้ดีเป็นฉนวนไฟฟ้าดีมาก ทนสารเคมีได้พอควร ไม่ควรให้ถูกน้ำมันเบนซิน อะซิโตน คลอโรฟอร์ม

สเปรย์น้ำหอม และพวกกรดอ๊อกซิไดซิ่งชนิดเข้มข้น อะคริลิคยังทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ มีทั้งชนิดใสฝ้าและทึบแสง เมื่อจับจะรู้สึกอบอุ่นและสบายมือ

ประโยชน์ นิยมนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ป้ายร้านค้า ป้ายโฆษณา โดมหลังคา กระจกแว่นตา เลนซ์ โคมไฟ เฟอร์นิเจอร์ ถาดและถ้วยบรรจุของเหลวชนิดใส ฯลฯ



ภาพประกอบ 2 สูตรเคมีเอ็มเอ็มเอ็ม (Methyl Methacrylate Monomer)

ลักษณะทางกายภาพของ Acrulic-methyl methacrylate

ความถ่วงจำเพาะ	1.17-1.20	
ปริมาตร	23.7-23.1	ลบ.นิ้ว/ปอนด์
ทนแรงดึง	8,000-1,100	ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงอัด	12,000-18,500	ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงกระทบ	0.3-0.5	
ทนความร้อนโดยปกติ	250	องศาฟาเรนไฮต์
ความใส	ใสมาก	
ทนแสงแดด	ดีมาก	
ทนกรด	ดี (ไม่ทนกรด Oxidizing Acids ชนิดเข้มข้น)	
ทนด่าง	ดี (แต่ไม่ทนด่างแก่)	

ความดูดซึมน้ำ	0.3%
อัตราการเผาไหม้	ช้า
ทนสารละลาย	ดี (แต่ไม่ทน Ketones, Esters, Aromatic และ Chlorinated Hydrocarbons)
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	325-475 องศาฟาเรนไฮต์
ความหดตัวหลังการผลิต	0.002-0.008 นิ้ว/นิ้ว
ความแข็ง	M 85 - M 105
กรรมวิธีการผลิต	Injection, Extrusion, Casting

ชิ้งเศษพอลิเมอร์พีเอ็มเอ็มเอเหลือใช้จะได้จากอุตสาหกรรมแผ่นพอลิเมอร์และอุตสาหกรรมโคมไฟรถยนต์ โคมไฟแสงสว่าง

ลักษณะทางกายภาพของ Acrylic-styrene copolymer

ความถ่วงจำเพาะ	1.08-1.16	
ปริมาตร	25.6-23.8	ลบ.นิ้ว/ปอนด์
ทนแรงดึง	9,000-11,00	ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงอัด	11,000-15,000	ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงกระทบ	0.35-0.5	
ทนความร้อนโดยปกติ	180-200	องศาฟาเรนไฮต์
ความใส (Transparency)	ใสมาก (บางชนิดใสน้อย)	
ทนแสงแดด	ดีมาก	
ทนกรด	ดี (ไม่ทนกรด Oxidizing Acids ชนิดเข้มข้น)	
ทนด่าง	ดีมาก	
ทนสารละลาย	ดี (แต่ไม่ทน Ketones, Esters, Aromatic และ Chlorinated Hydrocarbons)	

อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	300-450 องศาฟาเรนไฮต์
ความหดตัวหลังการผลิต	0.002-0.006 นิ้ว/นิ้ว
ความแข็ง	M 70 - M 85
กรรมวิธีการผลิต	Injection, Extrusion, Compression, Electrostic Powder
ความดูดซึมน้ำ (24 ชม.)	0.2%
อัตราการเผาไหม้	ช้า

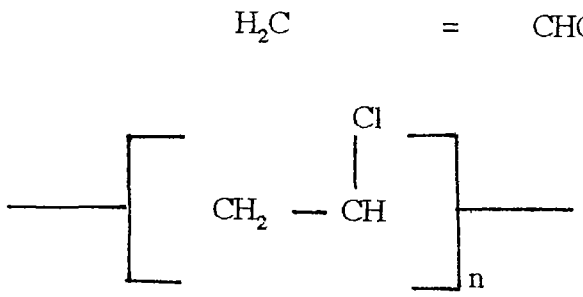
ซึ่งเศษพอลิเมอร์พีเอ็มเอ็มเอเหลือใช้ชนิดนี้จะได้จากอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์เครื่องสำอางค์และอุตสาหกรรมผลิตแผ่นพอลิเมอร์

3. **พีวีซี** (Poly Vinyl Chloride)

พีวีซี ได้นำมาใช้ในอุตสาหกรรมท่อน้ำ รองเท้า ตลอดจนอุปกรณ์ก่อสร้าง เช่น บานประตู วัสดุปูพื้น เป็นต้น

สมบัติ มีสมบัติรับแรงดึงได้ดี ไม่สกปรกง่าย สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ดี จึงนิยมทำเป็นเส้นใยทอเป็นผ้าม่าน ผ้าคลุมเบาะ เฟอร์นิเจอร์ นอกจากนั้นยังนิยมใช้ทำท่อยาง

ประโยชน์ ใช้เป็นวัสดุในการผลิตหนังเทียม สายท่อน้ำ และอุปกรณ์การเกษตร ได้ดี



ภาพประกอบ 3 สูตรเคมีพีวีซี (Poly Vinyl Chloride)

ลักษณะทางกายภาพของพีวีซี (Poly Vinyl Chloride)

ความถ่วงจำเพาะ	1.2-1.55	
ปริมาตร	25.5-27.5	ลบ.นิ้ว/ปอนด์
ทนแรงดึง	1,500-9,000	ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงอัด	1,000-13,000	ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงกระทบ	0.3-12	
ทนความร้อนโดยปกติ	100-165	องศาฟาเรนไฮต์
ความใส (Transparency)	ใส-ทึบ	

ชิ้นเศษพอลิเมอร์พีวีซีเหลือใช้พีวีซีจะได้จากอุตสาหกรรมท่อน้ำ วัสดุก่อสร้าง และต้ามปากกา

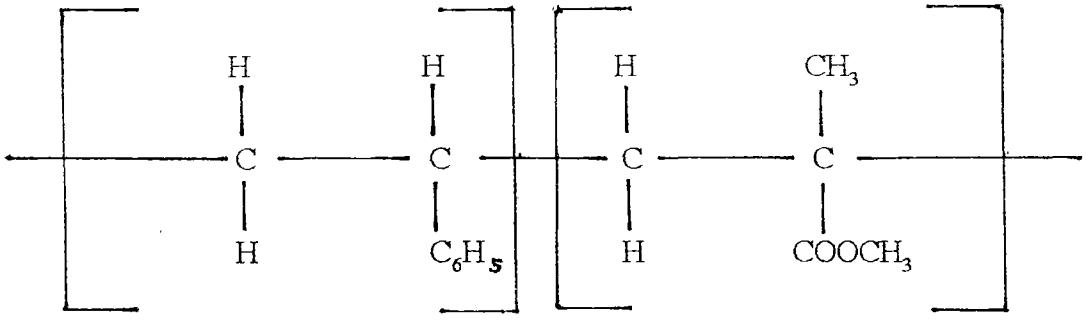
4. พีเอส (Poly Styrene)

ตามความเป็นจริงแล้วพอลิสไตรีน ได้ถูกค้นพบในปี พ.ศ.2373 แต่ไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมจนกระทั่งปี พ.ศ.2481 พอลิเมอร์ชนิดนี้มีปริมาณการผลิตมากที่สุดชนิดหนึ่ง และด้วยความต้องการให้มีคุณสมบัติพิเศษต่างจากชนิดเดิม จึงได้ผสมวัตถุชนิดอื่น ๆ เข้าไปกลายเป็นพอลิเมอร์ชนิดใหม่ขึ้นมาเช่น เอบีเอส (Acrylonitrile-Butadiene Styrene), เอสเอเอ็น (Styrene Acrylonitrile) เอสเอ็มเอ็ม (Styrene Methyl Methacrylate)

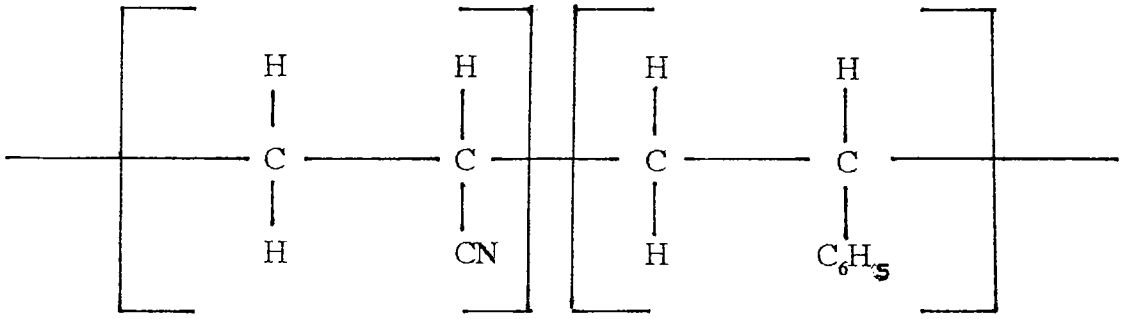
สมบัติ พอลิสไตรีน มีน้ำหนักเบาที่สุดในบรรดาพอลิเมอร์ชนิดแข็ง (Rigid Plastice) มีความถ่วงจำเพาะ 0.89-1.1 มีความหดตัวน้อยมาก

พอลิสไตรีน มีความคงรูปดีแต่เปราะ สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ มีทั้งใส ผ้าและทึบ ผิวมีทั้งเรียบและขรุขระ ไม่มีรสและกลิ่น เป็นฉนวนไฟฟ้าดี ความดูดซึมน้ำต่ำ ไม่เหมาะกับการใช้ภายนอก ทนความร้อนได้พอสมควร ทนสารเคมีใช้ในบ้านได้ ทนกรดและด่างชนิดอ่อนได้ ไม่ทนน้ำมันเบนซิน ทินเนอร์ น้ำมันสน

ประโยชน์ ใช้ทำกล่องบรรจุอาหารชนิดใส กล่องบรรจุของใช้อื่น ๆ เช่น แปรงสีฟันของเด็กเล่น ไม้บรรทัดราคาถูก พอลิสไตรีนชนิดดี เช่น เอบีเอส ใช้ทำแผงและตู้โทรศัพท์ วิทยุ ปุ่มหมุนของวิทยุโทรทัศน์ หมวกนิรภัย กระเป๋าเดินทาง ถาดอาหาร ชิ้นส่วนในรถยนต์ ฯลฯ ในรูปโฟม ซึ่งเรารู้จักกันดีในชื่อสไตโรโฟม (Styrofoam) ใช้ทำป้ายและสิ่งประดับในงานต่าง ๆ วัสดุกันแตกในกล่องบรรจุของแผ่นฉนวนกันความร้อนและเสียง ฯลฯ



ภาพประกอบ 4 สูตรเคมีเอสเอ็มเอ็ม (Styrene Methyl Methacrylate)



ภาพประกอบ 5 สูตรเคมีเอสเอเอ็น (Styrene Acrylonitrile Copolymer)

ลักษณะทางกายภาพของ Poly Styrene

ความถ่วงจำเพาะ	1.04-1.10	
ปริมาตร	25.2-28	ลบ.นิ้ว/ปอนด์
ทนแรงดึง	1,500-12,000	ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงอัด	4,000-16,000	ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงกระทบ	0.25-11.0	
ทนความร้อนโดยปกติ	150-180	องศาฟาเรนไฮต์
ความใส (Transparency)	ใส-ทึบ	
ทนแสงแดด	เหลือง	
ทนกรด	ทนชนิดอ่อนได้ ถูกทำลายโดย Oxidizing Acids	
ทนด่าง	ได้	
ทนสารละลาย	ละลายได้ใน Aromatic และ Chlorinated Hydrocarbons	

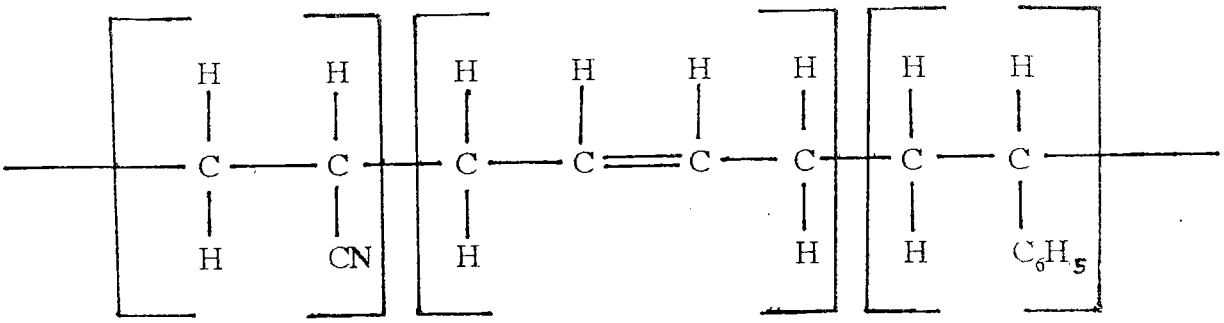
ชิ้นเศษพอลิเมอร์พีเอสเหลือใช้ จะได้จากอุตสาหกรรมผลิตแผ่น พอลิเมอร์อุตสาหกรรมของเด็กเล่น และอุตสาหกรรมลรรจุภัณฑ์

5. **เอบีเอส** (Acrylonitrile Butadiene Styrene)

เป็นสไตรีนชนิดที่ได้ปรับปรุงขึ้นใช้ในปี พ.ศ.2491 เป็นพอลิเมอร์ประกอบ (Copolymer) เกิดจากพอลิเมอร์รวม 2 ชนิด คือ ยางบีเอส (Butadiene styrene rubber) กับพอลิเมอร์เอสเอเอ็น (Styrene Acrylonitrile Polymer) มารวมกัน

สมบัติ รับแรงกระแทกได้ดีมาก ทนความร้อนได้ถึง 212 องศาฟาเรนไฮต์ ทนกรดด่างได้ดีพอสมควร เป็นฉนวนไฟฟ้าดี มีสมบัติพิเศษที่ชุบโครเมี่ยมได้ดี จึงนิยมนำไปทำปุ่มหมุนวิทยุโทรทัศน์

ประโยชน์ ใช้ทำหมวกนิรภัย ผนังในตู้เย็น เครื่องรับโทรศัพท์ แผงและตู้วิทยุโทรทัศน์ ปุ่มหมุนวิทยุโทรทัศน์ ถาดอาหาร ชิ้นส่วนในรถยนต์ กล่องแบตเตอรี่ ฯลฯ



ภาพประกอบ 6 สูตรเคมีเอบีเอส (Acrylonitrile-Butadiene-Styrene-Copolymer)

ลักษณะทางกายภาพของเอบีเอส (Acrylonitrile-Butadiene-styrene)

ความถ่วงจำเพาะ	1.02-1.08	
ปริมาตร	24-28.5	ลบ.นิ้ว/ปอนด์
ทนแรงดึง	4,000-9,000	ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงอัด	7,000-12,000	ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงกระทบ	2-8 ที่ 70	องศาฟาเรนไฮต์
ทนความร้อนโดยปกติ	212-220	องศาฟาเรนไฮต์
ทนแสงแดด	ดีมาก	
ทนกรด	ดีแต่ไม่ทนกรดแก่ชนิด Oxidizing	
ทนด่าง	ดีมาก	
ทนสารละลาย	ดี แต่ยกเว้น Ketones, Esters, Chlorinated Hydrocarbons	
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	380-550 องศาฟาเรนไฮต์	
ความหดตัวหลังการผลิต	0.003-0.008 นิ้ว/นิ้ว	
ความแข็ง	0.8-3.5 ที่ -40 องศาฟาเรนไฮต์	
กรรมวิธีการผลิต	Injection, Extrusion, Electrostatic	
ความดูดซึมน้ำ (24 ชม.)	140-230 องศาฟาเรนไฮต์	

3. อุตสาหกรรมพอลิเมอร์และหมวกนิรภัย

เมื่อไม่นานมานี้ อุตสาหกรรมพอลิเมอร์ในประเทศไทยยังเป็นรองอุตสาหกรรมประเภทอื่น แต่นับจากวันนี้ไปอุตสาหกรรมพอลิเมอร์จะเริ่มมีบทบาทต่อมวลมนุษย์มากขึ้นต่อชีวิตประจำวัน อุตสาหกรรมพอลิเมอร์ได้พัฒนาพอลิเมอร์เป็นร้อยเป็นพันชนิด เพื่อสนองตอบความต้องการทางด้านเทคนิคและการนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ให้ตรงกับคุณสมบัติที่งานนั้นต้องการ จึงทำให้

อุตสาหกรรมพอลิเมอร์มีการขยายตัวทางเศรษฐกิจในระดับสูง ไม่เพียงแต่ส่งผลต่อปริมาณการใช้เม็ดพอลิเมอร์ที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และรวดเร็วเท่านั้น แต่ยังส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของการใช้พอลิเมอร์ในประเทศด้วย กล่าวคือ การใช้พอลิเมอร์มีการกระจายตัวกว้างขวางมากยิ่งขึ้น จากในอดีตที่มีการใช้เพียงพอลิเมอร์ LDPE, HDPE, และ PP พัฒนามาสู่การใช้พอลิเมอร์ในเชิงวิศวกรรมมากขึ้น โดยการนำพอลิเมอร์มาผสมกันตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปด้วยวิธีการ "อัลลอยด์พอลิเมอร์" เพื่อเพิ่มคุณสมบัติเฉพาะงานในการผลิตผลิตภัณฑ์ตามต้องการ จึงทำให้ปริมาณความต้องการใช้พอลิเมอร์ PMMA, ABS, PC มากขึ้น จึงทำให้ประเทศไทยต้องพัฒนาอุตสาหกรรมปิโตรเคมี เพื่อผลิตเม็ดพอลิเมอร์ใช้ในประเทศ ซึ่งในปัจจุบัน ABS มีการผลิตในประเทศโดยบริษัทอุตสาหกรรมปิโตรเคมีกัลไทย จำกัด สำหรับพอลิเมอร์ในเชิงวิศวกรรมชนิดอื่น ๆ ยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศอยู่เกือบทั้งหมด ทำให้ต้องสูญเสียเงินตราต่างประเทศเป็นจำนวนมหาศาลในแต่ละปี รัฐบาลจึงมีนโยบายให้บริษัทผลิตเม็ดพอลิเมอร์วิศวกรรมเพิ่มขึ้นให้มาก บริษัทอุตสาหกรรมปิโตรเคมีกัลไทย จำกัด เป็นบริษัทหนึ่งที่พัฒนาการผลิตเม็ดพอลิเมอร์ในประเทศเป็นหลัก จึงดำเนินการผลิตเม็ดพอลิเมอร์อะคริลิค (AL) หรือ (PMMA) ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่สำคัญต่ออุตสาหกรรมรถยนต์ และอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า จึงจัดตั้งบริษัท ทีพีไอ พอลิอะคริเลต จำกัด (TPI Polascrylate Co., LTD,) หรือ TPA ขึ้นในปี พ.ศ. 2535 ที่ผ่านมา บริษัท TPA จะทำการผลิตเม็ดพอลิเมอร์อะคริเลต หรือ PMMA (Polymethyl Mefthacrylate) เป็นรายแรกของประเทศไทยด้วย กำลังผลิตประมาณ 800 ตัน/ปี บริษัท TPA เป็นบริษัทที่ร่วมทุนระหว่างบริษัทอุตสาหกรรมปิโตรเคมีกัลไทย จำกัด กับ Mitsubishi Rayon Co., Ltd. และ Mitsubishi Corporation Ltd. จากประเทศญี่ปุ่น ซึ่ง Mitsubishi Rayon Co., Ltd. เป็นผู้ผลิตเม็ดพอลิเมอร์อะคริลิคชั้นนำของโลก โดยบริษัท TPI ถือหุ้นร้อยละ 65 และกลุ่ม Mitsubishi ร้อยละ 35 นอกจากนี้ บริษัท TPA ยังได้รับการลงทุนสนับสนุนจากคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน โดยผลิตเม็ดพอลิเมอร์จากโรงงานที่ได้รับการออกแบบที่ทันสมัยด้วยเทคโนโลยีชั้นสูง แทนการนำเข้าเพื่อประหยัดเงินตราต่างประเทศ และจะขยายไปสู่ตลาดเอเชียด้วย บริษัทจึงมีความมั่นใจในคุณภาพเม็ดพอลิเมอร์ที่จะสามารถแข่งกับตลาดต่างประเทศได้(วสันต์ วรสิทธิชัยกุล. 2537 : 17)

สำหรับอุตสาหกรรมหมวกนิรภัยนั้นในปัจจุบันได้มีบริษัทใหญ่ ๆ อยู่สามบริษัทที่ผลิตหมวกนิรภัยได้ตามมาตรฐาน มอก. คือ

1. บริษัท ป.ณรงค์ แอนด์ พี.เอ็น.ไอ จำกัด ได้ผลิตหมวกนิรภัยมากกว่า 20 ปี ตั้งแต่ยุคบุกเบิก หมวกนิรภัยของบริษัทนี้เกือบทุกรุ่นผ่านการรับรองมาตรฐานจาก มอก. เพราะสินค้าเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยเป็นหลัก จึงต้องประกันคุณภาพให้ลูกค้ามั่นใจ สำหรับวัตถุดิบใช้ ABS

2. บริษัท เค.พี.แมนแฟคเจอรี่ จำกัด ได้ผลิตหมวกนิรภัยรูปแบบใหม่ เก๋ โดยเน้นที่การออกแบบเป็นหลัก มีความหนาและความปลอดภัยโดยใช้ ABS

3. โรงงานโอวอาหลั่นพาร์ทเซ็นเตอร์ ได้ผลิตหมวกนิรภัยภายใต้สัญลักษณ์ทางการค้า "SAFETY MET" เน้นคุณภาพและชื่อเสียงใช้ ABS เป็นวัตถุดิบในการผลิต

ธาตุทางเคมีของพอลิเมอร์ ส่วนประกอบของพอลิเมอร์ทุกประเภทต่างประกอบขึ้นจากธาตุใด ๆ ใน 6 ชนิดคือ

1. คาร์บอน (C)
2. ออกซิเจน (O)
3. ไฮโดรเจน (H)
4. ไนโตรเจน (N)
5. คลอรีน (Cl)
6. ซิลิคอน (Si)

ขั้นตอนการแปรใช้ใหม่พอลิเมอร์

1. คัดเลือกนำเอาพอลิเมอร์ 4 ชนิด PC, PMMA, PVC, PS อย่างละ 175 กิโลกรัม
2. โม่บด ร่อนผง เก็บไว้ในกระสอบพอลิเมอร์
3. คลุกพอลิเมอร์
4. อบพอลิเมอร์
5. นำพอลิเมอร์เข้าเครื่องหลอมพอลิเมอร์

6. ทำการตัดพอลิเมอร์ด้วยเครื่องตัดเป็นเม็ดเล็ก ๆ

7. บรรจุลงกระสอบพอลิเมอร์

8. ชั่งน้ำหนัก 25 กิโลกรัม/1 กระสอบ

9. เย็บปากกระสอบด้วยเครื่องเย็บปากถุง

10. ใช้ลมทำความสะอาดกระสอบและระบายความร้อนของพอลิเมอร์ที่ผ่านการแปรใช้ใหม่แล้วพร้อมที่จะทำพอลิเมอร์เจือ

11. นำไปเก็บไว้ในที่ไม่มีความชื้นโดยเด็ดขาด

4. กรรมวิธีการผลิตแผ่นทดสอบพอลิเมอร์เจือที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัย

วิธีการผลิตแผ่นทดสอบพอลิเมอร์ มีขั้นตอนดังนี้

1. นำแม่พิมพ์แผ่นประกอบกับเครื่องฉีดพอลิเมอร์

2. นำพอลิเมอร์เจือเข้าเครื่องอบพอลิเมอร์

3. นำพอลิเมอร์ที่ได้จากการอบเข้าถังเครื่องฉีดพอลิเมอร์

4. ทำการทดลองฉีดพอลิเมอร์เจือเข้าแม่พิมพ์เพื่อทดสอบระบบปิด-เปิดของแม่พิมพ์เมื่อมีเนื้อพอลิเมอร์เจือ

5. ทำการฉีดเนื้อพอลิเมอร์เข้าแม่พิมพ์

6. เปิดแม่พิมพ์นำแผ่นทดสอบออกจากแม่พิมพ์

7. นำแผ่นทดสอบวางบนโต๊ะที่เตรียมไว้เฉพาะโดยมีแผ่นไม้รองรับแผ่นทดสอบ

5. เครื่องมือในกระบวนการผลิตแผ่นทดสอบที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัย

ประเภทเครื่องจักรกลหลัก ๆ มีดังต่อไปนี้

1. เครื่องเลื่อยวงเดือน

2. เครื่องย่อยพอลิเมอร์

3. เครื่องลับใบมีดเครื่องย่อยพอลิเมอร์
4. เครื่องปั๊มลม
5. เครื่องคลุกพอลิเมอร์
6. เครื่องหลอมพอลิเมอร์
7. เครื่องตัดพอลิเมอร์
8. เครื่องชั่ง
9. เครื่องเย็บปากถุง

6. การวิเคราะห์การผลิตแผ่นทดสอบที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัย

การศึกษาวิเคราะห์ทดสอบอัตราส่วนผสมแผ่นทดสอบสำหรับเป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัย มีจุดประสงค์สำคัญ 3 ประการด้วยกัน คือ

1. จะได้นำข้อมูลมาใช้ในการควบคุมระบบการผลิตและผลิตภัณฑ์จะได้มีประสิทธิภาพในการผลิตที่ดีที่สุด และรักษาคุณภาพได้ตลอดกระบวนการผลิตอย่างมีมาตรฐาน
2. เพื่อประโยชน์ในการควบคุมปริมาณ และมาตรฐานในการผลิต ให้ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
3. เพื่ออำนวยผลประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัย

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยทดสอบ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยเป็นหลักในการกำหนดรายละเอียดในปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยทดสอบ จึงต้องเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. ตัวอย่างที่นำมาทดสอบ
2. วิธีวิจัยทดสอบ
3. มาตรฐาน มอก. หมวกนิรภัย
4. การวิจัยอย่างมีหลักเกณฑ์

เกณฑ์การทดสอบสมบัติทางกายภาพของแผ่นทดสอบพอลิเมอร์เจือ

1.	ความถ่วงจำเพาะ	1.02-1.08	
2.	ปริมาตร	24.5-28	ลบ.นิ้ว/ปอนด์
3.	ทนแรงดึง	4,000-9,000	ปอนด์/ตร.นิ้ว
4.	ทนแรงอัด	7,000-12,000	ปอนด์/ตร.นิ้ว
5.	ทนแรงกระทบ	2-8 ที่ 70	องศาฟาเรนไฮต์
6.	ทนความร้อน	212-220	องศาฟาเรนไฮต์

7. สารผสมช่วยในการผลิตพอลิเมอร์ (Additives)

1. ฟิลเลอร์ (Filler) เป็นสารประกอบของสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของแข็ง เพิ่มเพื่อช่วยให้พอลิเมอร์ทนต่อสารเคมีได้ ทำให้โครงสร้างโมเลกุลหลวม ความเปราะจึงน้อยลง คุณสมบัติทางกลด้านความเค้นดีขึ้น

2. สารลื่นตัว (Parting Compound) เพิ่มเพื่อช่วยให้การไหลตัวของพอลิเมอร์ขณะขึ้นรูปคล่องตัวขึ้น ผิวชิ้นงานราบเรียบเป็นเงาสวยงาม

3. สารทำให้เสถียร (Stabilizer) เพิ่มเพื่อป้องกันการสลายตัวทางเคมีของพอลิเมอร์ขณะขึ้นรูปร้อน

4. สารป้องกันการเสื่อมอายุ เพิ่มเพื่อให้พอลิเมอร์มีอายุการใช้งานยาวนานยิ่งขึ้น ทำให้ทนต่อแดด สีคงทนไม่จางง่าย

5. สารขยายตัวเพิ่มเพื่อต้องการขยายปริมาณให้พอลิเมอร์เป็นโฟมหรือฟองน้ำ

วัตถุที่ใช้ทำแม่พิมพ์

เนื่องจากแม่พิมพ์ของงานฉีดพอลิเมอร์ต้องรับการเสียดสีจากเนื้อพอลิเมอร์ขณะหลอมเหลว และมีความร้อนสูง ตลอดจนการต้องรับแรงกระแทกจากการปิดเปิดแม่พิมพ์จากผลกระทบดังกล่าว เพื่อหลีกเลี่ยงการเสียหายของแม่พิมพ์ จึงต้องเลือกวัสดุในการทำแม่พิมพ์ให้มีสมบัติ ดังต่อไปนี้

1. ต้องทนต่อการเสียดสีสูง เพื่อให้อายุการใช้งานได้มากขึ้น
2. ขยายตัวน้อย เพื่อให้ชิ้นงานไม่ผิดขนาด - รูปทรง
3. ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี เมื่อฉีดกับพอลิเมอร์ที่มีส่วนผสมของกรด
4. ทำการแปรรูปได้ง่าย
5. คงรูปเมื่อทำการชุบแข็ง
6. ขัดเรียบได้

ซึ่งสมบัติดังกล่าวข้างต้น ที่ใช้มากในปัจจุบันนี้ คือเหล็กเจือ โดยปกติจะใช้เหล็ก 21 Mo Cr5 แต่ถ้าเป็นแม่พิมพ์ที่มีแรงดันในแม่พิมพ์สูงมากจะต้องใช้เหล็ก 19 Ni CrMo15 ส่วนแม่พิมพ์ที่เป็นชิ้นงานผลิตภัณฑ์เล็ก ๆ จะทำแม่พิมพ์โดยวิธีการอัดขึ้นรูปทรงของชิ้นงาน ลงในแผ่นแม่พิมพ์ ซึ่งเหล็กแม่พิมพ์นี้สามารถนำไปชุบแข็งด้วยน้ำมัน จะมีผิวแข็งแกนเหนียวและแม่พิมพ์ที่ใช้สำหรับการกัดกร่อนต้องใช้เหล็กผสม Alloy Steel x 40 Cr13 และ X36 CrMo17

การตั้งอุณหภูมิในการฉีดพอลิเมอร์

ในการฉีดพอลิเมอร์ การหลอมละลายของพอลิเมอร์มีช่วงแคบ หมายถึง ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปพอลิเมอร์จะสลายตัว ถ้าอุณหภูมิต่ำเกินไป พอลิเมอร์จะมีความผิดมาก ไหลเข้าแม่พิมพ์ไม่สะดวก ดังนั้นการควบคุมอุณหภูมิในช่วงต่าง ๆ ระหว่างการฉีดพอลิเมอร์จึงสำคัญมาก ทำได้โดยการตั้งอุณหภูมิของ Heater ของแต่ละตัวที่หุ้มกระบอกสูงอยู่ สำหรับแม่พิมพ์นั้นก็จำเป็นจะต้องรักษาอุณหภูมิให้พอดีด้วย ถ้าอุณหภูมิสูงทำให้เปิดแม่พิมพ์ได้ช้า ทำให้จังหวะฉีดช้า แต่หากอุณหภูมิต่ำเกินไปก็จะทำให้การเย็นตัวของพอลิเมอร์เร็วขึ้น จนเกิดความหนืดเข้าพิมพ์ไม่เต็มแม่พิมพ์

ระยะเวลาในการฉีดพอลิเมอร์ต่อวัฏจักร

วัฏจักร (Cycle) ของการฉีดพอลิเมอร์เริ่มต้นจากการฉีดพอลิเมอร์เข้าแม่แบบครั้งหนึ่ง ไปจนถึงการฉีดพอลิเมอร์เข้าแม่แบบครั้งต่อไป ซึ่งจนต้องผ่านขั้นตอนดังต่อไปนี้คือ

1. ช่วงเวลาฉีด เริ่มตั้งแต่ลูกสูบหรือเกลียวหนอน เริ่มอัดพอลิเมอร์กำลังหลอมละลาย ในกระบอกสูบเข้าแม่พิมพ์จนเต็มแม่พิมพ์

2. ช่วงเวลาของการรักษาความดัน อุณหภูมิของพอลิเมอร์ขณะฉีดเข้าแม่พิมพ์นั้นยังร้อน และเหลวอยู่จะมีความดันย้อนกลับหากไม่รักษาความดันไว้ และเพิ่มพอลิเมอร์ในขณะเริ่มเย็นตัวให้พอลิเมอร์ได้ชดเชยชั่วขณะหนึ่ง จนกว่าพอลิเมอร์จะคงตัว

3. ช่วงเวลาเติมพอลิเมอร์ เมื่อพอลิเมอร์ในแม่พิมพ์คงตัวแล้วก็จะลดความดันในกระบอกสูบและแม่พิมพ์ได้ ในช่วงนี้จะหมุนเกลียวหนอนให้พอลิเมอร์จากกรวยเติมเข้ามาในกระกอบสูบ ทำการหลอมเหลวเพื่อเตรียมฉีดในจังหวะต่อไป

4. ช่วงเวลาถอยหัวฉีดกลับ เพื่อให้สะดวกต่อการปลดชิ้นงานรวมไปถึงการป้องกันการสั่นสะเทือนในจังหวะเปิด-ปิดแม่พิมพ์ จึงต้องถอยหัวฉีดทั้งชุดออกจากแม่พิมพ์

5. ช่วงเวลาเปิดแม่พิมพ์ ในการเปิดแม่พิมพ์ออกเพื่อการปลดชิ้นงานจะเริ่มทันทีที่ถอยหัวฉีดออกห่างแม่พิมพ์

6. ช่วงเวลาปลดชิ้นงาน เมื่อแม่พิมพ์เปิดออกจะต้องมีการทำงานของแม่พิมพ์ดันชิ้นงานออกมา หรือใช้คีมจับชิ้นงานออกมา

7. ช่วงเวลาปิดแม่พิมพ์ เมื่อนำชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์แล้วก็จะปิดแม่พิมพ์เพื่อรอจังหวะฉีดต่อไป

8. ช่วงเวลาเดินหัวฉีดเข้า เมื่อแม่พิมพ์ปิดสนิทแล้วก็เดินหัวฉีดเข้าหาแม่พิมพ์เพื่อฉีดในจังหวะต่อไปได้ทันที ซึ่งในแต่ละขั้นตอนหนึ่ง ๆ จะเสียเวลาในระยะมากน้อยแตกต่างกัน ระยะเวลาในการทำงานรวมกัน ก็คือ ระยะเวลาในการฉีดพลาสติกต่อวัฏจักร

การแต่งผิวพอลิเมอร์ กระทำได้โดยการ

1. เจียระไน ขัดมัน เพื่อความสวยงาม ลดความฝืดที่ผิว

2. ชุบผิวด้วยโลหะ เพื่อความสวยงาม ทนการขัดข่วนเป็นสื่อทางไฟฟ้า และให้ดูเหมือนโลหะ

3. การปะผิวหน้าด้วยวัสดุต่าง ๆ เพื่อความสวยงามทำของเทียมจับยึดได้มั่นคง

4. พิมพ์เพื่อความสวยงาม เพื่อแสดงเครื่องหมายบนชิ้นงาน
5. การปั๊ม เพื่อความสวยงาม ทำของเทียม ทำเครื่องหมายบนชิ้นงาน
6. การลงแลคเกอร์ หรือลงสี ทำผิวปิดหน้า และติดเครื่องหมาย

การแปรรูปพอลิเมอร์

1. แบบฉีดเข้าแบบ (Injection moulding)
2. แบบเป่า (Blow moulding)
3. แบบอัดเข้าแบบ (Compression moulding)
4. แบบอัดฉีด (Extrusion)
5. แบบผึ่ง (Calendering)
6. แบบอัดเคลือบ (Lamination)

การกำจัดเศษพอลิเมอร์ ทำได้โดย

1. การนำไปแปรใช้ใหม่ (Recycle)
2. การนำไปใช้ในโรงงานไฟฟ้า (การเผาทำลาย)
3. การเสื่อมสภาพของพอลิเมอร์โดยการ
   - การสื่อมสภาพทางชีวภาพ
   - การเสื่อมสภาพทางปฏิกริยาเคมี
   - การเสื่อมสภาพด้วยแสง

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพอลิเมอร์และหมวกนิรภัย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแปรใช้ใหม่พอลิเมอร์ โดยผ่านการพอลิเมอร์เจือในอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมเพื่อทำแผ่นทดสอบสำหรับเป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัย ให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น ราคาถูก ยังไม่มีการศึกษาวิจัยไว้ศึกษา แต่มีหนังสือเกี่ยวกับ พอลิเมอร์ที่เกี่ยวข้องให้ค้นคว้าศึกษาได้ดังต่อไปนี้

พิชิต เลียมพิพัฒน์. (2521 : 4 - 91) ศึกษาเกี่ยวกับวัตถุดิบในการผลิตพลาสติก ชนิดของพลาสติก และคุณสมบัติต่าง ๆ ของพลาสติกแต่ละชนิดคือ พลาสติกชนิด ABS ,PC PMMA, PVC , PS

ศศิเกษม ทองยงค์. (2520 : 6 - 59) ศึกษาเกี่ยวกับพลาสติกชนิด PMMA การแปรรูปพลาสติกแบบฉีดเข้าแบบ (Injection Moulding) สารช่วยลดความเปราะของพลาสติก (Plasticisers) พลาสติกชนิด PS พลาสติกชนิด PVC ประเภทของพลาสติก เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastics) และพลาสติกแข็ง (Thermo setting)

พัชนี เกตุทัต. (25537 : 7 - 8) การอัลลอยด์พอลิเมอร์เพื่อการกำเนิดของพลาสติกรูปแบบหนึ่ง โดยการนำพลาสติกต่างชนิดกันตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป มาผสมกันโดยอาศัยวิธีการที่ซับซ้อน

วสันต์ วรสิทธิชัยกุล. (2537 : 17 - 18) อุตสาหกรรมผลิตพลาสติก วิศวกรรมในประเทศไทยเพื่อทดแทนการนำเข้าอันเป็นการสงวนเงินตราต่างประเทศ

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาพอลิเมอร์เจือจากเศษพอลิเมอร์เหลือใช้ (The Development of Polymer Alloys by Using Scrap Polymers) เป็นงานวิจัยเชิงทดลองเพื่อคัดเลือกพอลิเมอร์เจือที่มีสมบัติที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นทดสอบสำหรับเป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัย การดำเนินการทดลองแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 ผลิตแผ่นพอลิเมอร์เจือเพื่อทดสอบสมบัติของแผ่นพอลิเมอร์เจือที่เหมาะสมในการผลิตหมวกนิรภัยจากอัตราส่วนผสมระหว่างพอลิเมอร์เอบีเอสกับเศษพอลิเมอร์ 4 ชนิด ดังนี้

1.1 พอลิเมอร์เอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์พีซี

1.2 พอลิเมอร์เอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์พีเอ็มเอ็มเอ

1.3 พอลิเมอร์เอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์พีวีซี

1.4 พอลิเมอร์เอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์พีเอส

ขั้นตอนที่ 2 ผลิตหมวกนิรภัยชนิดเปิดคาง และชนิดปิดคางที่ผลิตได้จากพอลิเมอร์เจือระหว่างพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอส กับเศษพอลิเมอร์ชนิดใดชนิดหนึ่งใน 4 ชนิด ที่มีสมบัติตามมาตรฐานไม่น้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานของหมวกนิรภัยที่ผลิตจากวัตถุดิบพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอส

ขั้นตอนที่ 1

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรของแผ่นทดสอบได้แก่แผ่นพอลิเมอร์เจือที่ได้จากอัตราส่วนระหว่างพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอสกับเศษพอลิเมอร์เหลือใช้แต่ละชนิดทั้ง 4 ชนิด จำนวน ชนิดละ 16 อัตราส่วน อัตราส่วนละ 30 แผ่น รวมทั้งหมด 4 กลุ่ม จำนวนแผ่นทั้งหมด 1920 แผ่น

กลุ่มตัวอย่างของแผ่นทดสอบ ได้แก่ พอลิเมอร์เจือที่ได้จากอัตราส่วนระหว่างพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอสกับเศษพอลิเมอร์เหลือใช้แต่ละชนิดทั้ง 4 ชนิด จำนวน ชนิดละ 16 อัตราส่วน อัตราส่วนละ 15 แผ่น รวมทั้งหมด 4 กลุ่ม จำนวนแผ่นทั้งหมด 960 แผ่น

เครื่องมือ วัสดุและอุกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1 ชุดการเตรียมพอลิเมอร์

2 ชุดการทำพอลิเมอร์เจือ

3 ชุดการผลิตแผ่นทดสอบสำหรับเป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัย

1 ชุดการเตรียมพอลิเมอร์

1.1 เครื่องชั่งน้ำหนัก

1.2 เครื่องผสมพอลิเมอร์

1.3 เครื่องอบพอลิเมอร์

2 ชุดการทำพอลิเมอร์เจือ

2.1 เครื่องหลอมพอลิเมอร์

2.2 เครื่องตัดพอลิเมอร์

2.3 เครื่องเย็บปากถุง

2.4 เครื่องปั๊มลม

2.5 สารผสมช่วยร้อยละ 5 เป็นค่าคงตัว (Constant)

3 ชุดการผลิตแผ่นทดสอบสำหรับเป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัย

3.1 แม่พิมพ์แผ่นทดสอบ

3.2 เครื่องอบพอลิเมอร์

3.3 เครื่องฉีดพอลิเมอร์

3.4 โต๊ะวางชิ้นงาน

3.5 ไขควง

3.6 ประแจ

3.7 ถุงพลาสติกสวมแผ่นทดสอบ

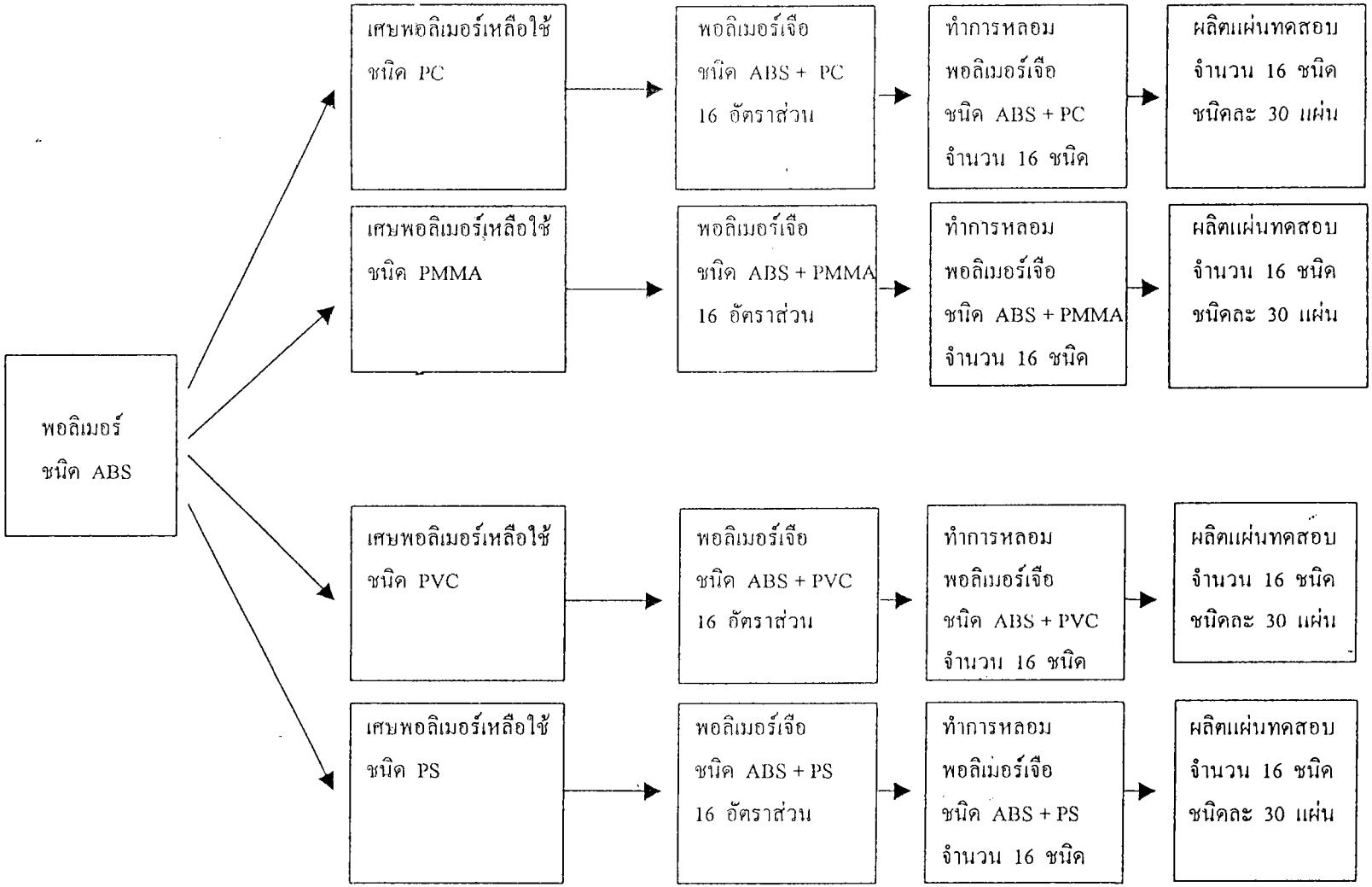
4. สถานที่ใช้ในการทดลอง

4.1 ชุดการเตรียมพอลิเมอร์ จากบริษัทนิอัฐชา(กรุงเทพฯ) จำกัด

4.2 ชุดการทำงานพอลิเมอร์เจือจากบริษัทนิอัฐชา(กรุงเทพฯ)จำกัด

4.3 ชุดการผลิตแผ่นทดสอบจากบริษัทไลแอนต์อินดัสตรี จำกัด

ขั้นตอนการผลิตแผ่นทดสอบพอลิเมอร์เจือดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 ขั้นตอนการผลิตแผ่นทดสอบพอลิเมอร์เจือ

5. วิธีการผลิตแผ่นทดสอบ

คัดเลือกพอลิเมอร์ 4 ชนิด ที่มีสมบัติในการผลิตแผ่นทดสอบสำหรับเป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัยชนิดที่ใช้พอลิเมอร์เจือ

เกณฑ์การคัดเลือกพอลิเมอร์ 4 ชนิด ที่มีสมบัติเหมาะสมในด้านต่าง ๆ ของพอลิเมอร์ที่นำมาเจือกับพอลิเมอร์ชนิด ABS ในการผลิตแผ่นทดสอบสำหรับเป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัยที่ใช้พอลิเมอร์เจือ โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานวัตถุดิบพอลิเมอร์ชนิด ABS ที่ใช้ผลิตหมวกนิรภัยแล้วผ่าน มอก. กระทรวงอุตสาหกรรม และรับรองผลการทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญการทดสอบแผ่นทดสอบสำหรับเป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัย จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

อัตราส่วนเจือระหว่างพอลิเมอร์ ABS กับพอลิเมอร์ 4 ชนิด ที่มีสมบัติเหมาะสม 16 อัตราส่วน ซึ่งจะนำเศษพอลิเมอร์ชนิดใดชนิดหนึ่งผสมกับพอลิเมอร์เอบีเอสจะเกิดพอลิเมอร์เจือ 64 ตัวอย่าง

แทรกหน้า 45

1. A/ ABS 80 PC, PMMA, PVC, PS 15
2. B/ ABS 75 PC, PMMA, PVC, PS 20
3. C/ ABS 70 PC, PMMA, PVC, PS 25
4. D/ ABS 65 PC, PMMA, PVC, PS 30
5. E/ ABS 60 PC, PMMA, PVC, PS 35
6. F/ ABS 55 PC, PMMA, PVC, PS 40
7. G/ ABS 50 PC, PMMA, PVC, PS 45
8. H/ ABS 45 PC, PMMA, PVC, PS 50

9. I/ ABS 40 PC, PMMA, PVC, PS 55

10. J/ ABS 35 PC, PMMA, PVC, PS 60

11. K/ ABS 30 PC, PMMA, PVC, PS 65

12. L/ ABS 25 PC, PMMA, PVC, PS 70

13 M/ ABS 20 PC, PMMA, PVC, PS 75

14. N/ ABS 15 PC, PMMA, PVC, PS 80

15. O/ ABS 10 PC, PMMA, PVC, PS 85

16. P/ ABS 5 PC, PMMA, PVC, PS 90

โดยมีสารผสมช่วยร้อยละ 5 เป็นค่าคงตัว

6. การผลิตแผ่นทดสอบเป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัย ชนิดที่ใช้พอลิเมอร์เจือ

6.1 นำแม่พิมพ์ทดสอบประกอบเข้ากับเครื่องฉีดพอลิเมอร์

6.2 นำพอลิเมอร์เจือเข้าเครื่องอบพอลิเมอร์

6.3 นำพอลิเมอร์เจือที่ได้จากการอบเข้ากับเครื่องฉีดพอลิเมอร์

6.4 ทำการทดสอบฉีดแผ่นตัวอย่างทดสอบ เพื่อทดสอบระบบการทำงานของเครื่องฉีดและแม่พิมพ์

6.5 ทำการฉีดพอลิเมอร์เข้าแม่พิมพ์

6.6 นำแผ่นทดสอบออกจากแม่พิมพ์

7. เกณฑ์สมบัติทางกายภาพของแผ่นทดสอบสำหรับเป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัยชนิดที่ใช้พอลิเมอร์เจือ

1.	ความถ่วงจำเพาะ	1.02 - 1.08	
2.	ปริมาตร	24 - 28.5	ลบ.นิ้ว/ปอนด์
3.	ทนแรงดึง	4,000 - 9,000	ปอนด์/ตารางนิ้ว
4.	ทนแรงอัด	7,000 - 12,000	ปอนด์/ตารางนิ้ว
5.	ทนแรงกระทบ	2 - 15 ที่ 70	องศาฟาเรนไฮต์
6.	ทนความร้อน	212 - 220	องศาฟาเรนไฮต์

8. เกณฑ์มาตรฐานของแผ่นทดสอบสำหรับเป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัย

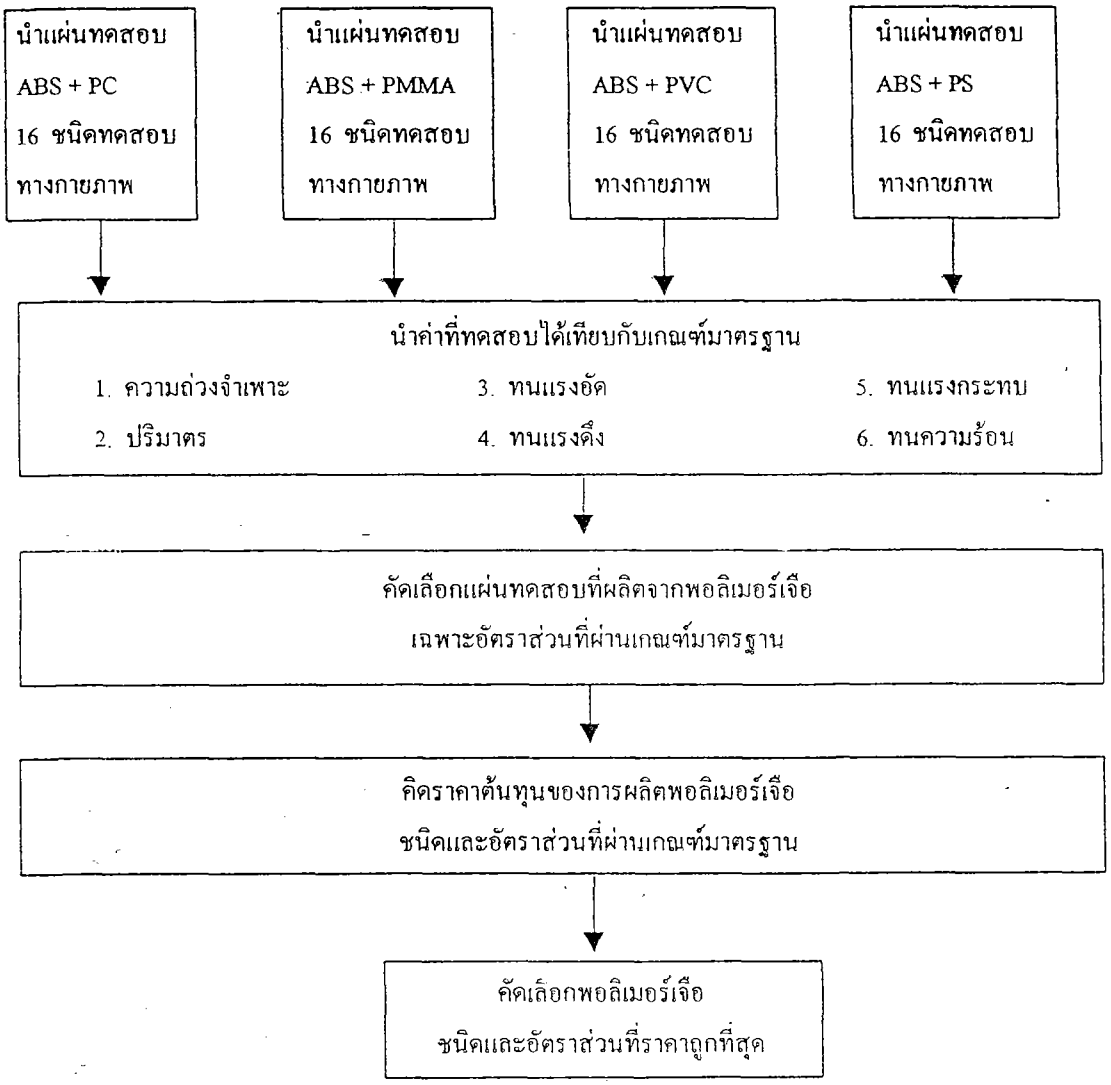
เกณฑ์มาตรฐานของแผ่นทดสอบพอลิเมอร์เจือสำหรับเป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัยที่ผลิตจากพอลิเมอร์ 4 ชนิดคือ PC, PMMA, PVC, PS ตามอัตราส่วนผสม 16 อัตราส่วน โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานวัตถุดิบที่ใช้ผลิตหมวกนิรภัยของกระทรวงอุตสาหกรรม ดังนี้

8.1 สมบัติทางกายภาพของแผ่นทดสอบสำหรับเป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัยชนิดใช้พอลิเมอร์เจือ ในด้านความถ่วงจำเพาะ ปริมาตร ทนแรงดึง ทนแรงอัด ทนแรงกระทบ และทนความร้อน

8.2 เป็นวัตถุที่สามารถนำไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัยได้โดยมีคุณประโยชน์และสมบัติตามเกณฑ์มาตรฐาน วัตถุดิบที่ใช้ผลิตหมวกนิรภัยโดยผ่าน มอก.

8.3 ลดต้นทุนการผลิตได้หรือไม่ในการลงทุนการผลิต

จากเกณฑ์ทั้ง 3 ข้อที่กล่าวมา เป็นเกณฑ์ตัดสินที่สำคัญในการตัดสินว่าที่ใช้พอลิเมอร์เจือในอัตราส่วนผสมใดเหมาะสมที่สุดในการผลิตวัตถุดิบเพื่อใช้ผลิตหมวกนิรภัย ดังแสดงในภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 การทดสอบ การเทียบเกณฑ์มาตรฐานและการคัดเลือกอัตราส่วนที่ต้องการ

9. ราคาวัสดุที่ใช้ผลิตพอลิเมอร์เจือ

1. พอลิเมอร์ชนิดเอบีเอส ราคา 72 บาท/กิโลกรัม
2. เศษพอลิเมอร์ชนิดพีซี ราคา 12 บาท/กิโลกรัม
3. เศษพอลิเมอร์ชนิดพีเอ็มเอ็มเอ ราคา 10 บาท/กิโลกรัม
4. เศษพอลิเมอร์ชนิดพีวีซี ราคา 11 บาท/กิโลกรัม
5. เศษพอลิเมอร์ชนิดพีเอส ราคา 14 บาท/กิโลกรัม
6. สารผสมช่วย Additive ราคา 70 บาท/กิโลกรัม
7. ค่าใช้จ่ายในการหลอมพอลิเมอร์ ราคา 1.40 บาท/กิโลกรัม

10. การทดสอบทางกายภาพและสถานที่ทำการทดสอบของแผ่นทดสอบ

นำแผ่นทดสอบที่ผลิตได้จากพอลิเมอร์เจือ 4 ชนิด ชนิดละ 16 อัตราส่วนรวม 64ตัวอย่าง ไปทำการทดสอบทางกายภาพด้าน ความถ่วงจำเพาะ , ปริมาตร , ทนแรงดึง , ทนแรงอัด , ทนแรงกระทบ , ทนความร้อน แล้วนำผลการทดสอบที่ได้เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานวัตถุดิบพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอส โดยทำการทดสอบแผ่นทดสอบที่คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

11. วิเคราะห์หาราคาพอลิเมอร์เจือ การคำนวณหาราคาพอลิเมอร์เจือ จะคิดคำนวณจากต้นทุนวัตถุดิบทางตรง ซึ่งมีลำดับขั้นตอนในการคิดราคา ดังนี้

11.1 คำนวณหาน้ำหนักของพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอส คำนวณหาน้ำหนักพอลิเมอร์เจือและคำนวณหาน้ำหนักสารผสมช่วยร้อยละ 5 ของแผ่นทดสอบตามอัตราส่วน ว่ามีน้ำหนักเท่าใด

11.2 คำนวณหาราคาจากน้ำหนักที่คำนวณได้จากตอนที่ 1 โดยใช้ราคาต่อกิโลกรัมของราคาวัตถุดิบ ดังนี้

พอลิเมอร์ชนิด ABS	ราคา	72	บาท/กิโลกรัม
เศษพอลิเมอร์เหลือใช้ชนิด PC	ราคา	12	บาท/กิโลกรัม
เศษพอลิเมอร์เหลือใช้ชนิด PMMA	ราคา	10	บาท/กิโลกรัม
เศษพอลิเมอร์เหลือใช้ชนิด PVC	ราคา	11	บาท/กิโลกรัม
เศษพอลิเมอร์เหลือใช้ชนิด PS	ราคา	14	บาท/กิโลกรัม
สารผสมช่วย Additive	ราคา	70	บาท/กิโลกรัม
ค่าใช้จ่ายในการหลอมพอลิเมอร์	ราคา	1.40	บาท/กิโลกรัม

ขั้นตอนที่ 2 ผลิตหมวกนิรภัยชนิดเปิดคาง และชนิดปิดคางที่ผลิตได้จากพอลิเมอร์เจือระหว่างพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอส กับเศษพอลิเมอร์ชนิดใดชนิดหนึ่งใน 4 ชนิด ที่มีสมบัติตามมาตรฐานไม่น้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานของหมวกนิรภัยที่ผลิตจากวัตถุดิบพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอส

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรจากการผลิตหมวกนิรภัย 2 แบบ คือ แบบเปิดคาง จำนวน 100 ใบ และแบบปิดคางจำนวน 100 ใบ รวมจำนวนประชากร 200 ใบ จากพอลิเมอร์เจือระหว่างพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอสกับเศษพอลิเมอร์เหลือใช้ที่มีอัตราส่วนเจือเหมาะสมที่สุด

กลุ่มตัวอย่าง คัดเลือกหมวกนิรภัยจากการผลิตหมวกนิรภัย 2 แบบ ได้แก่ หมวกนิรภัยแบบเปิดคางจำนวน 36 ใบ และแบบปิดคางจำนวน 36 ใบ จากนำนวนที่ผลิตทั้งหมดแบบละ 72 ใบ

2. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการผลิตหมวกนิรภัย

2.1 ชุดการผลิตเปลือกหมวกนิรภัย

2.1.1 แม่พิมพ์หมวกนิรภัยแบบเปิดคาง และปิดคาง

2.1.2 เครื่องอบพอลิเมอร์เจือ

2.1.3 เครื่องฉีดพอลิเมอร์

2.1.4 โต๊ะวางชิ้นงาน

2.1.5 ไขขวง

2.1.6 ประแจ

2.1.7 ถุงพลาสติกสวมหมวกนิรภัย

2.2 ชุดการพ่นสี

2.2.1 เครื่องปั๊มลม

2.2.2 กาพ่นสี

2.2.3 สายต่อท่อลม

2.2.4 ห้องพ่นสี อบสี

3. ขั้นตอนในการดำเนินการผลิตหมวกนิรภัย

3.1 ขั้นตอนในการผลิตหมวกนิรภัย

3.1.1 นำแม่พิมพ์หมวกนิรภัยประกอบเข้ากับเครื่องฉีดพอลิเมอร์

3.1.2 นำพอลิเมอร์เจือเข้าเครื่องอบพอลิเมอร์

3.1.3 ทำการทดสอบฉีดหมวกนิรภัยตัวอย่าง เพื่อทดสอบระบบการทำงานของเครื่องฉีดพอลิเมอร์และแม่พิมพ์

3.1.4 ทำการฉีดพอลิเมอร์เจือเข้าแม่พิมพ์

3.1.5 นำเปลือกหมวกนิรภัยออกจากแม่พิมพ์

3.2 ขั้นตอนการพ่นสี

3.2.1 เตรียมเครื่องปั๊มลม

3.2.2 พ่นสีตามที่ต้องการ

3.2.3 พ่นแลคก์เกอร์

3.2.4 อบสี

4. เกณฑ์ที่ใช้ทดสอบสมบัติทางกายภาพของหมวกนิรภัย

4.1 ทนแรงอัด 7000 - 12000 ปอนด์/ตารางนิ้ว

4.2 ทนแรงกระทบ 2 - 15 ที่ 70 องศาฟาเร็นไฮต์

5. สถานที่ทดสอบสมบัติทางกายภาพของหมวกนิรภัย สมบัติที่เกี่ยวข้อง การทนแรงอัด และการทนแรงกระทบ คือบริษัทศรีไทยซุปเปอร์แวร์ จำกัด (มหาชน) สาขาบางปะกง

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยการพัฒนาพอลิเมอร์เจือจากเศษพอลิเมอร์เหลือใช้ เพื่อผลิตหมวกนิรภัยได้ผลการวิจัยดังนี้

1. การผลิตแผ่นพอลิเมอร์เจือ เพื่อทดสอบหาคุณสมบัติของแผ่นพอลิเมอร์เจือที่เหมาะสมในการผลิตหมวกนิรภัย จากอัตราส่วนผสมระหว่างพอลิเมอร์เอบีเอส กับเศษพอลิเมอร์ 4 ชนิด คือ

1.1 พอลิเมอร์เอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์พีซี

1.2 พอลิเมอร์เอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์พีเอ็มเอ็มเอ

1.3 พอลิเมอร์เอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์พีวีซี

1.4 พอลิเมอร์เอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์พีเอส

2. เพื่อศึกษาสมบัติหมวกนิรภัยชนิดเปิดคาง และชนิดปิดคางที่ผลิตได้จากพอลิเมอร์เจือระหว่างพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอส กับเศษพอลิเมอร์ชนิดใดชนิดหนึ่งใน 4 ชนิดที่มีสมบัติตามมาตรฐานไม่น้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานของหมวกนิรภัยที่ผลิตจากวัตถุดิบพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอส

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถนำเสนอแต่ละขั้นตอน ได้ดังนี้

1. ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์เจือระหว่างพอลิเมอร์เอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์พีซี พอลิเมอร์เอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์พีเอ็มเอ็มเอ พอลิเมอร์เอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์พีวีซี และพอลิเมอร์เอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์พีเอส ปรากฏดังตาราง 2 - 5

ตาราง 2 คุณสมบัติทางกายภาพ เกณฑ์มาตรฐานและผลที่ได้รับจากการทดสอบพอลิเมอร์เจือระหว่างพอลิเมอร์ ABS กับ PC จำนวน 16 อัตราส่วน

คุณสมบัติทางกายภาพ	ค่าของเกณฑ์ที่ต้องการ	ผลการทดสอบ															
		A 80 : 15	B 75 : 20	C 75 : 25	D 65 : 30	E 60 : 35	F 55 : 40	G 50 : 45	H 45 : 50	I 40 : 55	J 35 : 60	K 30 : 65	L 25 : 70	M 20 : 75	N 15 : 80	O 10 : 85	P 5 : 90
ความถ่วงจำเพาะ	1.02 : 1.08	1.04	1.05	1.05	1.06	1.06	1.07	1.08	1.08	1.09	1.09	1.10	1.11	1.11	1.12	1.12	1.13
ปริมาตร	24 -28.50 ลบ.น / ปอนด์	25.85	25.60	25.35	25.10	24.85	24.60	24.35	24.10	23.85	23.60	23.35	23.10	22.85	22.60	22.55	22.30
ทนแรงดึง	4,000 - 9,000 ปอนด์ / ตร.น.	7,270	7,350	7,430	7,510	7,590	7,670	7,750	7,830	7,910	7,990	8,070	8,150	8,230	8,310	8,390	8,470
ทนแรงอัด	7,000 - 12,000 ปอนด์ / ตร.น	11500	11850	12200	12550	12900	13250	13600	13950	14300	14650	15000	15350	15700	16050	16400	16750
ทนแรงกระทบ	2 - 15 ที่ 70 F	8.65	9.00	9.35	9.70	10.05	10.40	10.75	11.10	11.45	11.80	12.15	12.50	12.85	13.20	13.55	13.90
ทนความร้อน	212 - 220 F	213	215	216	218	219	221	222	224	225	227	228	230	231	233	234	236
ผลการทดสอบ		ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน

ตาราง 3 คุณสมบัติทางกายภาพ เกณฑ์มาตรฐานและผลที่ได้รับจากการทดสอบพอลิเมอร์เจือระหว่างพอลิเมอร์ ABS กับ PMMA จำนวน 16 อัตราส่วน

คุณสมบัติทางกายภาพ	ค่าของเกณฑ์ที่ต้องการ	ผลการทดสอบ															
		A 80 : 15	B 75 : 20	C 75 : 25	D 65 : 30	E 60 : 35	F 55 : 40	G 50 : 45	H 45 : 50	I 40 : 55	J 35 : 60	K 30 : 65	L 25 : 70	M 20 : 75	N 15 : 80	O 10 : 85	P 5 : 90
ความถ่วงจำเพาะ	1.02 : 1.08	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.09	1.10	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14	1.15	1.16	1.17
ปริมาตร	24 -28.50 ลบ.น / ปอนด์	25.94	25.72	25.50	25.28	25.06	24.84	24.62	24.40	24.18	23.96	23.74	23.52	23.30	23.08	22.86	22.64
ทนแรงดึง	4,000 - 9,000 ปอนด์ / ตร.น.	7,240	7,310	7,380	7,450	7,520	7,590	7,660	7,730	7,800	7,870	7,940	8,010	8,080	8,150	8,220	8,290
ทนแรงอัด	7,000 - 12,000 ปอนด์ / ตร.น	11050	11250	11450	11650	11850	12050	12250	12450	12650	12850	13050	13250	13450	13650	13850	14050
ทนแรงกระทบ	2 - 15 ที่ 70 F	7.15	7.00	6.85	6.70	6.55	6.40	6.25	6.10	6.95	5.80	5.65	5.50	5.35	5.20	5.05	4.09
ทนความร้อน	212 - 220 F	206	205	204	203	202	201	200	199	198	197	196	195	194	193	192	191
ผลการทดสอบ		ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน

ตาราง 4 คุณสมบัติทางกายภาพ เกณฑ์มาตรฐานและผลที่ได้รับจากการทดสอบพอลิเมอร์เจือระหว่างพอลิเมอร์ ABS กับ PVC จำนวน 16 อัตราส่วน

คุณสมบัติทางกายภาพ	ค่าของเกณฑ์ที่ต้องการ	ผลการทดสอบ															
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
		80 : 15	75 : 20	75 : 25	65 : 30	60 : 35	55 : 40	50 : 45	45 : 50	40 : 55	35 : 60	30 : 65	25 : 70	20 : 75	15 : 80	10 : 85	5 : 90
ความถ่วงจำเพาะ	1.02 : 1.08	1.07	1.09	1.11	1.12	1.14	1.16	1.18	1.20	1.22	1.24	1.26	1.28	1.30	1.32	1.34	1.36
ปริมาตร	24 -28.50 ลบ.น / ปอนด์	26.45	26.40	26.35	26.30	26.25	26.20	26.15	26.10	26.05	26.00	25.95	25.90	25.85	25.80	25.95	25.90
ทนแรงดึง	4,000 - 9,000 ปอนด์ / ตร.น.	7,150	7,190	7,230	7,270	7,310	7,350	7,390	7,430	7,470	7,510	7,550	7,590	7,630	7,670	7,710	7,750
ทนแรงอัด	7,000 - 12,000 ปอนด์ / ตร.น	10750	10850	10950	11050	11150	11250	11350	11450	11550	11650	11750	11850	11950	12050	12150	12250
ทนแรงกระทบ	2 - 15 ที่ 70 F	8.20	8.40	8.60	8.80	9.00	9.20	9.40	9.60	9.80	10.00	10.20	10.40	10.60	10.80	11.00	11.20
ทนความร้อน	212 - 220 F	200	198	195	192	189	187	184	181	178	176	173	170	167	165	162	159
ผลการทดสอบ		ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน

ตาราง 5 คุณสมบัติทางกายภาพ เกณฑ์มาตรฐานและผลที่ได้รับจากการทดสอบพอลิเมอร์เจือระหว่างพอลิเมอร์ ABS กับ PS จำนวน 16 อัตราส่วน

คุณสมบัติทางกายภาพ	ค่าของเกณฑ์ที่ต้องการ	ผลการทดสอบ															
		A 80 : 15	B 75 : 20	C 75 : 25	D 65 : 30	E 60 : 35	F 55 : 40	G 50 : 45	H 45 : 50	I 40 : 55	J 35 : 60	K 30 : 65	L 25 : 70	M 20 : 75	N 15 : 80	O 10 : 85	P 5 : 90
ความถ่วงจำเพาะ	1.02 : 1.08	1.02	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.04	1.03	1.04	1.03	1.04	1.03	1.04	1.04	1.04
ปริมาตร	24 -28.50 ลบ.น / ปอนด์	26.30	26.30	26.10	26.00	25.90	25.80	25.70	25.60	25.50	25.40	25.30	25.20	25.10	25.00	25.10	25.00
ทนแรงดึง	4,000 - 9,000 ปอนด์ / ตร.น.	7,570	7,750	7,930	8,110	8,290	8,470	8,650	8,830	9,010	9,190	9,370	9,550	9,330	9,910	10,090	10,270
ทนแรงอัด	7,000 - 12,000 ปอนด์ / ตร.น	11200	11450	11700	11950	12200	12450	12700	12950	13200	13450	13700	13950	14200	14450	14700	14950
ทนแรงกระทบ	2 - 15 ที่ 70 F	8.05	8.20	8.35	8.50	8.65	8.80	8.95	9.10	9.25	9.40	9.55	9.70	9.85	10.10	10.15	10.30
ทนความร้อน	212 - 220 F	203	201	199	197	195	193	191	189	187	185	183	181	179	177	175	173
ผลการทดสอบ		ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน

จากตาราง 2 - 5 พบว่า อัตราส่วนผสมของแผ่นทดสอบพอลิเมอร์เจือระหว่าง ABS กับ PC ในตาราง 2 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน คือ

อัตราส่วน A/ 80 : 15

B/ 75 : 20

C/ 70 : 25

D/ 65 : 30

E/ 60 : 35

F/ 55 : 40

G/ 50 : 45

H/ 45 : 50

อัตราส่วนนอกจากนี้ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน อัตราส่วนผสมพอลิเมอร์เจือระหว่าง ABS กับ PMMA ในตาราง 3 พบว่า ไม่มีอัตราส่วนเจือใดผ่านเกณฑ์มาตรฐาน อัตราส่วนผสมพอลิเมอร์เจือระหว่าง ABS กับ PVC ในตาราง 4 พบว่า ไม่มีอัตราส่วนเจือใดผ่านเกณฑ์มาตรฐาน และอัตราส่วนผสมพอลิเมอร์เจือระหว่าง ABS กับ PS ในตาราง 5 พบว่า ไม่มีอัตราส่วนเจือใดผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

2. ผลการวิเคราะห์ราคาแผ่นพอลิเมอร์เจือเอบีเอส ปรากฏดังตาราง 6

ตาราง 6 การวิเคราะห์ราคาพอลิเมอร์เอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์พีซี

อัตราส่วน	น้ำหนัก ABS:PC:Additive	ราคาบาท ABS:PC:Additive	ราคาบาท/25 กก.	ราคาบาท/กก.
A/80:15	20.00:3.75:1.25	1,440:45:87.50	1,572.50	62.90
B/75:20	18.75:5.00:1.25	1,350:60:87:50	1,497.50	59.90
C/70:25	17.50:6.25:1.25	1,260:75:87:50	1,422.50	56.90
D/65:30	16.25:7.50:1.25	1,170:90:87.50	1,347.50	53.90
E/60:35	15.00:8.75:1.25	1,080:105:87.50	1,272.50	50.90
F/55:40	13.75:10:1.25	990:120:87.50	1,197.50	47.90
G/50:45	12.50:11.25:1.25	900:135:87.50	1,122.50	44.90
H/45:50	11.25:12.50:1.25	810:150:87.50	1,047.50	41.90

จากตาราง 6 พบว่าอัตราส่วนนพอลิเมอร์เจือ H ของอัตราส่วนเจือของพอลิเมอร์เจือเอบีเอสกับพีซี ที่น้ำหนัก 25 กิโลกรัม โดยมีสารสมช่วยร้อยละ 5 เป็นค่าคงตัว อัตราส่วนที่มีราคาน้อยที่สุด คือ อัตราส่วน H, 45:50 เป็นเงิน 1,047.50 บาท/25 กิโลกรัม หรือ 41.90 บาท/กิโลกรัม

ราคาของพอลิเมอร์เจือชนิดเอบีเอสกับพีซี คือ 41.90 บาท/กิโลกรัม

ราคาหลอมพอลิเมอร์ คือ 1.40 บาท/กิโลกรัม

ฉะนั้นราคาในการลิตพอลิเมอร์เจือเฉพาะค่าวัตถุดิบ คือ 43.30 บาท/กิโลกรัม

และจากตาราง 6 พบว่า อัตราส่วนพอลิเมอร์เจือเศษนีซีที่มีราคาต่ำสุดคืออัตราส่วนที่ H/45:50 (41.90 บาท/กก.) และที่มีราคาสูงสุด คือ อัตราส่วนที่ A/80:15 (62.90 บาท/กก.)

3. ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของหมวกนิรภัยแบบปิดคาง และแบบเปิดคาง ที่ได้จากพอลิเมอร์เจือระหว่างพอลิเมอร์เอบีเอส กับ พีซี ที่อัตราส่วนผสมที่ H/45:50

3.1 ผลการวิเคราะห์แรงอัดที่เกณฑ์ 7,000 - 12,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว

ABS : PC	เกณฑ์มาตรฐาน	ค่าที่ทดสอบได้	ผ่านเกณฑ์	ไม่ผ่านเกณฑ์
H/ 45 : 50	7,000 - 12,000	14,190	✓	

3.2 ผลการวิเคราะห์แรงกระทบที่เกณฑ์ 2 - 15 ที่ 70 องศาฟาเรนไฮต์

ABS : PC	เกณฑ์มาตรฐาน	ค่าที่ทดสอบได้	ผ่านเกณฑ์	ไม่ผ่านเกณฑ์
H/ 45 : 50	2 - 15	2.5	✓	

จากการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของหมวกนิรภัย พบว่า ค่าความถ่วงจำเพาะ ค่าปริมาตร ค่าต้านทานแรงดึง แรงอัด และแรงกระทบและค่าความร้อนผ่านเกณฑ์มาตรฐานและพบค่าที่ทดสอบได้จำนวน 4 ค่า คือ ความถ่วงจำเพาะ ปริมาตร ทนแรงดึง ทนแรงกระทบอยู่ในระหว่างค่ามาตรฐานเปรียบเทียบ และจำนวน 2 ค่า คือ การทนความร้อน ค่าที่ทดสอบได้สามารถทนความร้อนได้มากกว่าค่ามาตรฐานเปรียบเทียบและค่าทนแรงอัด ค่าที่ทดสอบได้ทนแรงอัดได้มากกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

4. ผลการวิเคราะห์ราคาหมวกนิรภัยที่ได้จากพอลิเมอร์เจือระหว่างพอลิเมอร์ ABS กับ PC ที่อัตราส่วนผสม H/ 45 : 50 ชนิดเปิดคางและชนิดปิดคาง

ชนิดหมวกนิรภัย	กิโลกรัมละ/บาท	น้ำหนักหมวก/กิโลกรัม	ราคาบาท/ใบ
เปิดคาง	43.30	0.80	34.64
ปิดคาง	43.30	1.00	43.30

ผลการวิเคราะห์ราคา พบว่า หมวกนิรภัยชนิดเปิดคางมีราคาค่าผลิต 34.64 บาท/ใบ ส่วนหมวกนิรภัยชนิดปิดคางมีราคาค่าผลิต 43.30 บาท/ใบของต้นทุนในด้านลักษณะต้นทุนต่อผลที่ผลิตได้หนึ่งหน่วย โดยอยู่ในรูปของราคาบาทต่อหมวกนิรภัย 1 ใบ ต้นทุนนี้จะใช้ไปตามขนาด, ชนิด ของหมวกนิรภัย ซึ่งมีอยู่หลายชนิด แต่มีมาตรฐานของขนาดอยู่ 16 ขนาด โดยการวัดเส้นรอบวงตั้งแต่ 500 มิลลิเมตร ถึง 640 มิลลิเมตร โดยแต่ละขนาดแตกต่างกัน 10 มิลลิเมตร (มอก. 369-2529. 2524 : 5)

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาพอลิเมอร์เจือจากเศษพอลิเมอร์เหลือใช้ เพื่อผลิตหมวกนิรภัยในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อผลิตพอลิเมอร์เจือ เพื่อทดสอบหาสมบัติของแผ่นพอลิเมอร์เจือที่เหมาะสมในการผลิตหมวกนิรภัย จากอัตราส่วนผสมระหว่างพอลิเมอร์เอพีเอสกับเศษพอลิเมอร์ 4 ชนิด และเพื่อศึกษาสมบัติของหมวกนิรภัยแบบเปิดคางและแบบปิดคาง

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อผลิตพอลิเมอร์เจือ เพื่อทดสอบหาสมบัติของแผ่นพอลิเมอร์เจือที่เหมาะสมในการผลิตหมวกนิรภัย จากอัตราส่วนผสมระหว่างพอลิเมอร์เอบีเอส กับเศษพอลิเมอร์ 4 ชนิด ดังนี้

1.1 พอลิเมอร์เอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์พีซี

1.2 พอลิเมอร์เอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์เอ็มเอ็มเอ

1.3 พอลิเมอร์เอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์พีวีซี

1.4 พอลิเมอร์เอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์พีเอส

2. เพื่อศึกษาสมบัติของหมวกนิรภัยแบบเปิดคางและแบบปิดคางที่ผลิตได้จากพอลิเมอร์เจือระหว่างพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอส กับเศษพอลิเมอร์ชนิดใดชนิดหนึ่งใน 4 ชนิดที่มีสมบัติตามมาตรฐานไม่น้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานของหมวกนิรภัยที่ผลิตจากวัตถุดิบพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอส

สมมติฐานการวิจัย

พอลิเมอร์เหลือใช้ ที่ได้จากการเจือกับพอลิเมอร์ ชนิดเอบีเอส มีอย่างน้อย 1 ชนิดที่ได้สมบัติเหมาะสมในการนำมาผลิตหมวกนิรภัยแบบเปิดคางและแบบปิดคาง ที่ได้สมบัติตามเกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ขอบเขตของการวิจัย

พอลิเมอร์เจือเป็นอัตราส่วนผสมระหว่างพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอสกับเศษพอลิเมอร์เหลือใช้ 4 ชนิด คือพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอสกับพอลิเมอร์เหลือใช้พีซี พอลิเมอร์ชนิดเอบีเอสกับเศษพอลิเมอร์เหลือใช้พีเอ็มเอ็มเอ พอลิเมอร์ชนิดเอบีเอสกับเศษพอลิเมอร์เหลือใช้พีวีซี พอลิเมอร์ชนิดเอบีเอสกับเศษพอลิเมอร์เหลือใช้พีเอส และมีส่วนผสมช่วย (Additive) ร้อยละ 5 และส่วนผสมแต่ละชนิดเป็น 16 อัตราส่วน คือ

อัตราส่วนผสมระหว่างเอบีเอสกับเศษพอลิเมอร์เหลือใช้พีซี

1. ABS : PC (A), 80 : 15
2. ABS : PC (B), 75 : 20
3. ABS : PC (C), 70 : 25
4. ABS : PC (D), 65 : 30
5. ABS : PC (E), 60 : 35
6. ABS : PC (F), 55 : 40
7. ABS : PC (G), 50 : 45
8. ABS : PC (H), 45 : 50
9. ABS : PC (I), 40 : 55
10. ABS : PC (J), 35 : 60
11. ABS : PC (K), 30 : 65
12. ABS : PC (L), 25 : 70
13. ABS : PC (M), 20 : 75
14. ABS : PC (N), 15 : 80
15. ABS : PC (O), 10 : 85
16. ABS : PC (P), 5 : 90

โดยมีสารผสมช่วย ร้อยละ 5 เป็นค่าคงตัว

อัตราส่วนผสมระหว่างเอบีเอสกับเศษพอลิเมอร์เหลือใช้พีเอ็มเอ็มเอ

1. ABS : PMMA (A), 80 : 15
2. ABS : PMMA (B), 75 : 20
3. ABS : PMMA (C), 70 : 25
4. ABS : PMMA (D), 65 : 30
5. ABS : PMMA (E), 60 : 35
6. ABS : PMMA (F), 55 : 40
7. ABS : PMMA (G), 50 : 45
8. ABS : PMMA (H), 45 : 50
9. ABS : PMMA (I), 40 : 55
10. ABS : PMMA (J), 35 : 60
11. ABS : PMMA (K), 30 : 65
12. ABS : PMMA (L), 25 : 70
13. ABS : PMMA (M), 20 : 75
14. ABS : PMMA (N), 15 : 80
15. ABS : PMMA (O), 10 : 85
16. ABS : PMMA (P), 5 : 90

โดยมีสารผสมช่วยร้อยละ 5 เป็นค่าคงตัว

อัตราส่วนผสมระหว่างเอบีเอสกับเศษพอลิเมอร์เหลือใช้พีวีซี

1. ABS : PVC (A), 80 : 15
2. ABS : PVC (B), 75 : 20
3. ABS : PVC (C), 70 : 25
4. ABS : PVC (D), 65 : 30
5. ABS : PVC (E), 60 : 35
6. ABS : PVC (F), 55 : 40
7. ABS : PVC (G), 50 : 45
8. ABS : PVC (H), 45 : 50
9. ABS : PVC (I), 40 : 55
10. ABS : PVC (J), 35 : 60
11. ABS : PVC (K), 30 : 65
12. ABS : PVC (L), 25 : 70
13. ABS : PVC (M), 20 : 75
14. ABS : PVC (N), 15 : 80
15. ABS : PVC (O), 10 : 85
16. ABS : PVC (P), 5 : 90

โดยมีสารผสมช่วยร้อยละ 5 เป็นค่าคงตัว

อัตราส่วนผสมระหว่าง ABS กับเศษพอลิเมอร์เหลือใช้พีเอส

1. ABS : PS (A), 80 : 15
2. ABS : PS (B), 75 : 20
3. ABS : PS (C), 70 : 25
4. ABS : PS (D), 65 : 30
5. ABS : PS (E), 60 : 35
6. ABS : PS (F), 55 : 40
7. ABS : PS (G), 50 : 45
8. ABS : PS (H), 45 : 50
9. ABS : PS (I), 40 : 55
10. ABS : PS (J), 35 : 60
11. ABS : PS (K), 30 : 65
12. ABS : PS (L), 25 : 70
13. ABS : PS (M), 20 : 75
14. ABS : PS (N), 15 : 80
15. ABS : PS (O), 10 : 85
16. ABS : PS (P), 5 : 90

โดยมีสารผสมช่วยร้อยละ 5 เป็นค่าคงตัว

นำส่วนผสมที่ได้มาผลิตแผ่นทดสอบ จำนวน 64 อัตราส่วน ในอัตราส่วนละ 30 แผ่น รวมทั้งหมด 1,920 แผ่น เพื่อนำไปทดสอบตามเกณฑ์มาตรฐานของวัตถุดิบพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอส โดยทดสอบทางด้านความถ่วงจำเพาะ ปริมาตร ทนแรงดึง ทนแรงอัด ทนแรงกระทบ และทนความร้อน

แผ่นทดสอบพอลิเมอร์เจือเอบีเอสกับพีซีในอัตราส่วน H,45:50 ผ่านการคัดเลือกจากการตรวจสอบสมบัติว่ามีสมบัติในด้านต่าง ๆ โดยผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้ง 6 ด้าน จำนวน 8 อัตราส่วน คัดเลือกเอาอัตราส่วนที่ราคาถูกที่สุดมาผลิตเป็นหมวกนิรภัย 2 แบบ คือ แบบเปิดคางและแบบปิดคาง

สรุปผลการวิจัย

1. การผลิตแผ่นพอลิเมอร์เจือเพื่อทดสอบหาสมบัติของแผ่นพอลิเมอร์เจือที่เหมาะสมในการผลิตหมวกนิรภัยจากอัตราส่วนผสมระหว่าง พอลิเมอร์เอบีเอสกับเศษพอลิเมอร์ 4 ชนิด พบว่าอัตราส่วนผสมที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบตามมาตรฐานวัตถุดิบชนิดเอบีเอสมีพอลิเมอร์เจือชนิดเอบีเอสกับพีซีเป็นวัตถุดิบที่เหมาะสมในการผลิตหมวกนิรภัยแบบเปิดคางและแบบปิดคาง มีทั้งหมด 8 อัตราส่วนดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงอัตราส่วนผสมพอลิเมอร์เจือระหว่างพอลิเมอร์เอบีเอสกับพีซี จำนวน 8 อัตราส่วนที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

อัตราส่วนผสม ABS : PC	คุณสมบัติทางกายภาพ					
	ความถ่วงจำเพาะ	ปริมาตร ลบ.น/ปอนด์	แรงดึง ปอนด์/ตร.น	แรงอัด ลบ.น/ปอนด์	แรงกระทบ ปอนด์/ตร.น	ความร้อน (F)
A: 80:15	1.04	25.85	7270	11500	8 .65	213
B: 75:20	1.05	26.60	7350	11850	9 .00	215
C: 70:25	1.05	25.35	7430	12200	9 .35	216
D: 65:30	1.06	25.10	7510	12550	9 .70	218
E: 60:35	1.06	24.85	7590	12900	10.05	219
F: 55:40	1.07	24.60	7670	13250	10.40	221
G: 50:45	1.08	24.35	7750	13600	10.75	222
H: 45:50	1.08	24.10	7830	13950	11.10	224

ได้พิจารณาคัดเลือกอัตราส่วนที่ H,45:50 มาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัยทั้ง 2 แบบ โดยพิจารณาจากสมบัติทางกายภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานและมีต้นทุนการผลิตน้อยที่สุด

1. สมบัติทางกายภาพ 4 ด้าน คือ ความถ่วงจำเพาะ ปริมาตร ทนแรงดึง ทนแรงกระทบ ที่ทดสอบได้มีค่าการทดสอบอยู่ระหว่าง ค่ามาตรฐานการเปรียบเทียบ ถือว่าผ่านเกณฑ์ และจำนวน 2 ค่า คือการทนความร้อน ค่าที่ทดสอบได้สามารถทนความร้อนได้ดีกว่าค่ามาตรฐาน และค่าทนแรงอัด ที่ทดสอบได้สามารถทนแรงวัดได้มากกว่าเกณฑ์มาตรฐานถือว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

2. เป็นพอลิเมอร์ชนิดใหม่ที่สามารถนำไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัยได้ โดยมีคุณประโยชน์และสมบัติทางกายภาพตามเกณฑ์มาตรฐานวัตถุดิบพอลิเมอร์ชนิด เอบีเอส

3. เป็นอัตราส่วนของพอลิเมอร์เจือ ที่มีราคาในการผลิตที่ถูกที่สุด จาก 8 อัตราส่วน ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคือ 43.30 บาท/กิโลกรัม

อภิปรายผล

การนำเศษพอลิเมอร์เหลือใช้กลับมาใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยให้การหมุนเวียนการใช้พอลิเมอร์ได้มากขึ้น และเป็นการลดปริมาณเศษพอลิเมอร์ตกค้างที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อมให้น้อยลง และเป็นการหมุนเวียนการใช้ทรัพยากรในการผลิตวัตถุดิบพอลิเมอร์ ซึ่งส่งผลต่อเศรษฐกิจโดยรวมจากการนำเข้าวัตถุดิบดังกล่าวซึ่งการทดลองการทำวิจัยครั้งนี้ พอลิเมอร์เจือระหว่างพอลิเมอร์เอบีเอสเจือกับเศษพอลิเมอร์เหลือใช้พีซี ที่อัตราส่วน H,45:50 โดยมีสารผสมช่วยร้อยละ 5 สามารถผลิตหมวกนิรภัยได้ตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และสามารถลดต้นทุนในการผลิตหมวกนิรภัย ในด้านวัถุดิบได้ร้อยละ 39.86 เมื่อเปรียบเทียบกับราคาของพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอส 72 บาทต่อกิโลกรัม พอลิเมอร์เจือ ชนิดเอบีเอสเจือเศษพอลิเมอร์เหลือใช้ พีซี ที่อัตราส่วน H,45:50 ราคากิโลกรัมละ 43.30 บาทต่อกิโลกรัม

ผลการทดลองวิจัยนี้ได้พอลิเมอร์เจือที่สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัยเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตหมวกนิรภัย และอุตสาหกรรมการผลิตพอลิเมอร์เจือ ซึ่งจะได้ประโยชน์ทั้งผู้ผลิตที่สามารถลดต้นทุนวัตถุดิบลงได้ 39.86 และผู้บริโภคก็สามารถหาซื้อหมวกนิรภัยที่ได้มาตรฐานในราคาถูกลง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

การนำผลการทดลองนี้ไปใช้กับผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวกับความปลอดภัยได้ เช่น บังโคลนรถจักรยานยนต์ กันชนรถยนต์ และหน้ากระจังของรถยนต์ที่ใช้พอลิเมอร์ชนิดเอบีเอสเป็นวัตถุดิบในการผลิตอยู่ในปัจจุบันนี้ โดยการนำอัตราส่วนของพอลิเมอร์เจือที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 8 ชนิด มาพิจารณาสมบัติในการนำไปใช้ให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่จะผลิต สำหรับพอลิเมอร์เจือชนิดและอัตราส่วนที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของวัตถุดิบพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอส แต่จะมีค่าผลการทดสอบทางกายภาพจากตารางการทดสอบ ก็จะสามารถพิจารณาสมบัติที่มีอยู่ เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์ในการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ศึกษาวิจัยเรื่องการนำวัสดุพอลิเมอร์เจือใช้กับมาตรฐานของผลิตภัณฑ์บังโคลนรถจักรยานยนต์ กันชนรถยนต์ และหน้ากระจังรถยนต์

2.2 ศึกษาวิจัยอายุการใช้งานของหมวกนิรภัยและผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนยานยนต์ที่นำวัตถุดิบพอลิเมอร์เจือ จากการทดลองวิจัยนี้ไปใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ เพื่อจะได้ทำการปรับปรุงแก้ไขให้เป็นวัตถุดิบที่มีคุณภาพในการผลิตแบบมวลรวม และเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค

2.3 ศึกษาวิจัยวิธีการนำพอลิเมอร์เจือชนิดใหม่ ๆ ที่ผลิตขึ้นมาเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์มาใช้ประโยชน์ และลดอัตราการเกิดสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ โดยการผลิตพอลเมอร์เจือมากกว่า 4 ชนิด เพื่อจะได้สมบัติทางกายภาพเฉพาะงานที่สมบูรณ์มากขึ้น

2.4 ศึกษาวิจัยพอลิเมอร์เจือ เพื่อเป็นวัสดุทดแทนวัสดุทางธรรมชาติ เพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและการพัฒนาอุตสาหกรรมพอลิเมอร์เจือ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กัญจนา ตระกูลคู. เทคโนโลยีโพลิเมอร์. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : เอ็กซ์เพรส มิเตีย. 2533.

ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์. โพลิเมอร์เชิงพาณิชย์. กรุงเทพฯ : โอเดียร์สโตร์, 2526.

ธนาคม สุนทรชัยนาคแสง. วัสดุช่าง. กรุงเทพฯ : ยูไนเต็ดบุ๊คส์, 2531.

บรรเลง ศรนิล. เทคโนโลยีพลาสติก. พิมพ์ครั้งที่ 7 กรุงเทพฯ : ดวงกมลสมัย จำกัด, 2534.

พัชนี เกตุทัต. การอัลลอยด์พอลิเมอร์. กรุงเทพฯ : บริษัท ทีพีไอ, 2537.

พิชิต เลี่ยมพิมพันธ์. พลาสติก. พิมพ์ครั้งที่ 10 กรุงเทพฯ : ป.สัมพันธ์พาณิชย์, 2521. มอก. 369-25529 เล่ม 98.

มานพ ตันตระบัณฑิตย์. วัสดุวิศวกรรม. กรุงเทพฯ : ส.เอเชียเพรส (1989) จำกัด, 2536.

วสันต์ วรสิทธิชัยกุล. อุตสาหกรรมผลิตพลาสติกวิศวกรรม. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2537.

ศศิเกษม ทองยงค์. พลาสติก. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2520.

G.R. Moore and D.E. Kline. Propertics and Processing of Polymers for Engineers. Prentice-Hall, 1984.

H.S. Kanfman and J.J. Falcetta. Introduction to Polymer Scienc and Technology. Wiley, 1977.

W.F. Smith. Principles of Materials Scionce and Engineering. Me Graw-Hill, Inc. 1996.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
หนังสือขอความอนุเคราะห์

ที่ ทม 1007//545

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

12 มีนาคม 2542

เรื่อง ขออนุญาตใช้เครื่องจักรเพื่อการวิจัย

เรียน กรรมการผู้จัดการ บริษัท นิอัฒฐชา (กรุงเทพ) จำกัด

เนื่องด้วย นายสุรศักดิ์ มีวงศ์ นิสิตปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาพอลิเมอร์เจือจากเศษพอลิเมอร์เหลือใช้" โดยมี ศาสตราจารย์ พล.อ.ต.ดร.แก้ว สงขาว และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ ศลโกสุม เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตใช้สถานที่ เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ ในการผลิตพอลิเมอร์เพื่อทดลองการวิจัย เรื่อง การพัฒนาพอลิเมอร์เจือจากเศษพอลิเมอร์เหลือใช้ ในระหว่างเดือนมีนาคม 2542

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ นายสุรศักดิ์ มีวงศ์ ได้ใช้สถานที่เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัยดังกล่าว ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร./โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1007/1548

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

12 มีนาคม 2542

เรื่อง ขออนุญาตใช้เครื่องจักรเพื่อการวิจัย

เรียน กรรมการผู้จัดการ บริษัท รีไลแอนท์อินดัสตรี่ จำกัด

เนื่องด้วย นายสุรศักดิ์ มีวงศ์ นิสิตปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาพอลิเมอร์เจือจากเศษพอลิเมอร์เหลือใช้" โดยมี ศาสตราจารย์ พล.อ.ต.ดร.แก้ว สงขาว และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ ศลรักสุม เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตใช้สถานที่ เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ ในการผลิตแผ่นทดสอบเพื่อทดลองการวิจัย เรื่อง การพัฒนาพอลิเมอร์เจือจากเศษพอลิเมอร์เหลือใช้ ในระหว่างเดือนมีนาคม 2542

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ นายสุรศักดิ์ มีวงศ์ ได้ใช้สถานที่เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัยดังกล่าว ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร./โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1007/1546

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

12 มีนาคม 2542

เรื่อง ขออนุญาตใช้เครื่องจักรเพื่อการวิจัย

เรียน กรรมการผู้จัดการ บริษัท ป.ณรงค์ แอนด์ พี.เอ็น.ไอ. จำกัด

เนื่องด้วย นายสุรศักดิ์ มีวงศ์ นิสิตปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาพอลิเมอร์เจือจากเศษพอลิเมอร์เหลือใช้" โดยมี ศาสตราจารย์ พล.อ.ต.ดร.แก้ว สงขาว และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ ศลโกสุม เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตใช้สถานที่ เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ ในการผลิตหมวกนิรภัยเพื่อทดลองการวิจัย เรื่อง การพัฒนาพอลิเมอร์เจือจากเศษพอลิเมอร์เหลือใช้ ในระหว่างเดือนมีนาคม 2542

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ นายสุรศักดิ์ มีวงศ์ ได้ใช้สถานที่เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัยดังกล่าว ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร./โทรสาร. 258-4119

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 5644

ที่ ทม 1007/1623 **วันที่** 17 มีนาคม 2542

เรื่อง ขออนุญาตใช้เครื่องมือและอุปกรณ์เพื่อการวิจัย

เรียน หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป

เนื่องด้วย นายสุรศักดิ์ มีวงศ์ นิสิตปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาพอลิเมอร์เจือจากเศษพอลิเมอร์เหลือใช้" โดยมี ศาสตราจารย์ พล.อ.ต.ดร.แก้ว สงขาว และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ ศลิกสุม เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ในการทดสอบทางกายภาพจากแผ่นทดสอบในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาพอลิเมอร์เจือจากเศษพอลิเมอร์เหลือใช้ เพื่อประเมินคุณสมบัติและความเหมาะสมของวัสดุทดสอบเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัย ในระหว่างเดือนมีนาคม 2542

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ นายสุรศักดิ์ มีวงศ์ ได้ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์เพื่อการวิจัยดังกล่าว ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บริษัท นิอัฆฐชา (กรุงเทพ) จำกัด
NIATTACHA (BANGKOK) CO., LTD.
478/1 หมู่ 4 ถนนประชาอุทิศ แขวงราษฎร์บูรณะ เขตราษฎร์บูรณะ กรุงเทพฯ 10140
478/1 Mu 4, Prachauthit Road, Ratburana, Bangkok 10140, THAILAND Tel. 427-1565, 427-5587

วันที่ 19 มีนาคม 2542

เรื่อง ขออนุญาตใช้เครื่องจักรเพื่อการวิจัย

เรียน กรรมการผู้จัดการบริษัท ศรีไทยซุปเปอร์แวร์ จำกัด(มหาชน)

เนื่องด้วยนายสุรศักดิ์ มีวงศ์ นิสิตปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง (การพัฒนาโพลิเมอร์เจือจากเศษโพลิเมอร์เหลือใช้) โดยมีศาสตราจารย์ พล.อ.ต. ดร. แก้ว สงขาว และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนันท์ ศลโกสุม เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้นิสิตจำเป็นต้องเก็บข้อมูล เพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตใช้สถานที่เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ ในการผลิตหมวกนิรภัย เพื่อทดลองการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโพลิเมอร์เจือจากเศษโพลิเมอร์เหลือใช้ ในระหว่างเดือน มีนาคม 2542 มายังบริษัทนิอัฆฐชา (กรุงเทพ) จำกัด ได้ให้ความอนุเคราะห์ด้านการผลิตโพลิเมอร์ไปขั้นตอนหนึ่งแล้ว จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากบริษัท ศรีไทยซุปเปอร์แวร์ จำกัด(มหาชน) ในการใช้เครื่องจักรในการผลิตหมวกนิรภัย และการทดสอบทางกายภาพ ของหมวกนิรภัย

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดพิจารณาให้นายสุรศักดิ์ มีวงศ์ ได้ใช้สถานที่เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัยดังกล่าว ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

.....

(นางกรองแก้ว แก้วธนาวิทย์)
กรรมการผู้จัดการบริษัท นิอัฆฐชา(กรุงเทพ) จำกัด

ที่ ทม 1007/๒๕๖

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๔ มีนาคม 2542

เรื่อง ขอส่งตัวอย่างเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เนื่องด้วย นายสุรศักดิ์ มีวงศ์ นิสิตปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาพอลิเมอร์เจือจากเศษพอลิเมอร์เหลือใช้" โดยมี ศาสตราจารย์ พล.อ.ต.ดร.แก้ว สงขาว และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ ศลรักสุม เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขอส่งตัวอย่างหมวกนิรภัยผสมจากพอลิเมอร์เจือในอัตราส่วนผสมของพอลิเมอร์ชนิด ABS กับ PC ที่อัตราส่วน 45:50 โดยน้ำหนักและส่วนผสมช่วยร้อยละ 5 เพื่อทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพในงานวิจัยเรื่อง "การพัฒนาพอลิเมอร์เจือจากเศษพอลิเมอร์เหลือใช้เพื่อประเมินคุณสมบัติและความเหมาะสมของวัสดุทดสอบเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัย" ในระหว่างเดือนมีนาคม 2542

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตัวอย่างพอลิเมอร์เจือในอัตราส่วนผสมดังกล่าวให้ นายสุรศักดิ์ มีวงศ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร./โทรสาร. 258-4119

บริษัท นิอัฒฐชา (กรุงเทพ) จำกัด
NIATTACHA (BANGKOK) CO., LTD.
478/1 หมู่ 4 ถนนประชาอุทิศ แขวงราษฎร์บูรณะ เขตราษฎร์บูรณะ กรุงเทพฯ 10140
478/1 Mu 4, Prachauthit Road, Ratburana, Bangkok 10140, THAILAND Tel. 427-1565, 427-5587

15 มีนาคม 2542

เรื่อง อนุญาตให้ใช้เครื่องจักร

เรียน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ตามหนังสือที่ ทม 1007/1545 เรื่องขออนุญาตให้ใช้เครื่องจักรเพื่อการวิจัยของ นายสุรศักดิ์ มีวงศ์ นิสิตปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาพอลิเมอร์เจือจากเศษพอลิเมอร์เหลือใช้" โดยมีศาสตราจารย์ พล.อ.ต. ดร. แก้ว สงขาว และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนันท์ ศลโกสุม เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้นิสิตจำเป็นต้องเก็บข้อมูล เพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตใช้สถานที่เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ ในการผลิตพอลิเมอร์ เพื่อทดลองการวิจัยเรื่อง การพัฒนาพอลิเมอร์เจือจากเศษพอลิเมอร์เหลือใช้ ในระหว่างเดือน มีนาคม 2542 นั้น

ทางบริษัท นิอัฒฐชา(กรุงเทพ) จำกัด มีความยินดีให้ นายสุรศักดิ์ มีวงศ์ ใช้สถานที่เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัยดังกล่าวซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และการพัฒนาพอลิเมอร์เจือให้เหมาะสมกับชนิดของผลิตภัณฑ์

ขอแสดงความนับถือ

(นางกรองแก้ว แก้วธนาวิทย์)
กรรมการผู้จัดการบริษัท นิอัฒฐชา(กรุงเทพ) จำกัด

15 มีนาคม 2542

เรื่อง อนุญาตให้ใช้เครื่องจักร

เรียน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ตามหนังสือที่ ทม 1007/1544 เรื่องขออนุญาตให้ใช้เครื่องจักรเพื่อการวิจัยของ นายสุรศักดิ์ มีวงศ์ นิสิตปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ กำลังดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาพอลิเมอร์เจือจาก เศษพอลิเมอร์เหลือใช้" โดยมีศาสตราจารย์ พล.อ.ต. ดร. แก้ว สงขาว และผู้ช่วย ศาสตราจารย์ ดร. สุนันท์ ศลโกสุม เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้นิสิตจำเป็นต้องเก็บข้อมูล เพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตใช้สถานที่เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ ในการผลิตพอลิเมอร์ เพื่อทดลองการวิจัยเรื่อง การพัฒนาพอลิเมอร์เจือจากเศษพอลิเมอร์เหลือใช้ ในระหว่างเดือน มีนาคม 2542 นั้น

ทางบริษัท รีไลแอนท์อินดัสตรี่ จำกัด มีความยินดีให้ นายสุรศักดิ์ มีวงศ์ ใช้สถานที่เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัยดังกล่าวซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และการพัฒนาพอลิเมอร์เจือให้เหมาะสมกับชนิดของผลิตภัณฑ์

ขอแสดงความนับถือ

(นางชุติมา ตันเต็มสมบูรณ์)

กรรมการผู้จัดการบริษัท รีไลแอนท์อินดัสตรี่ จำกัด

15 มีนาคม 2542

เรื่อง อนุญาตให้ใช้เครื่องจักร

เรียน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ตามหนังสือที่ ทม 1007/1546 เรื่องขออนุญาตให้ใช้เครื่องจักรเพื่อการวิจัยของ นายสุรศักดิ์ มีวงศ์ นิสิตปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาพอลิเมอร์เจือจากเศษพอลิเมอร์เหลือใช้" โดยมีศาสตราจารย์ พล.อ.ต. ดร. แก้ว สงขาว และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนันท์ ศลโกสุม เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้นิสิตจำเป็นต้องเก็บข้อมูล เพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตใช้สถานที่เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ ในการผลิตพอลิเมอร์ เพื่อทดลองการวิจัยเรื่อง การพัฒนาพอลิเมอร์เจือจากเศษพอลิเมอร์เหลือใช้ ในระหว่างเดือน มีนาคม 2542 นั้น

ทางบริษัท ป.ณรงค์ แอนด์ พี.เอ็น.ไอ. จำกัด มีความยินดีสนับสนุนให้ นายสุรศักดิ์ มีวงศ์ ใช้สถานที่เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัยดังกล่าวซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และการพัฒนาพอลิเมอร์เจือให้เหมาะสมกับชนิดของผลิตภัณฑ์

ขอแสดงความนับถือ

บริษัท ป.ณรงค์แอนด์พี.เอ็น.ไอ.จำกัด
P. NARONG & P. N. I. CO., LTD.

.....กรรมการ

(นางอุไรวรรณ เมธียนต์พิริยะ)

กรรมการผู้จัดการบริษัท ป.ณรงค์แอนด์พี.เอ็น.ไอ จำกัด

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ

ที่.....**วันที่** 17 มีนาคม 2542

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ทำการทดสอบพอลิเมอร์เจือ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ ตันทุลเวสส

ด้วยกระผม นายสุรศักดิ์ มีวงศ์ นิสิตปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้ทำปริญญาเรื่อง "การพัฒนาพอลิเมอร์เจือจากเศษพอลิเมอร์เหลือใช้ เพื่อผลิตหมวกนิรภัย" โดยมีศาสตราจารย์ พล.อ.ต. ดร.แก้ว สงขาว และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ ศลโกสุม เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ กระผมมีความจำเป็นต้องทำการทดสอบคุณสมบัติและความเหมาะสมของวัสดุในการผลิตหมวกนิรภัย

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาทำการทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของหมวกนิรภัยที่ผลิตจากพอลิเมอร์เจือ ที่ได้มาโดยการวิจัยของกระผม ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

สุรศักดิ์ มีวงศ์

(นายสุรศักดิ์ มีวงศ์)

นิสิตปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ภาคผนวก ข
รายงานผลการทดสอบ

ตาราง 2 คุณสมบัติทางกายภาพ เกณฑ์มาตรฐานและผลที่ได้รับจากการทดสอบพอลิเมอร์เจือระหว่างพอลิเมอร์ ABS กับ PC จำนวน 16 อัตราส่วน

คุณสมบัติทางกายภาพ	ค่าของเกณฑ์ที่ต้องการ	ผลการทดสอบ															
		A 80 : 15	B 75 : 20	C 75 : 25	D 65 : 30	E 60 : 35	F 55 : 40	G 50 : 45	H 45 : 50	I 40 : 55	J 35 : 60	K 30 : 65	L 25 : 70	M 20 : 75	N 15 : 80	O 10 : 85	P 5 : 90
ความถ่วงจำเพาะ	1.02 : 1.08	1.04	1.05	1.05	1.06	1.06	1.07	1.08	1.08	1.09	1.09	1.10	1.11	1.11	1.12	1.12	1.13
ปริมาตร	24 -28.50 ลบ.น / ปอนด์	25.85	25.60	25.35	25.10	24.85	24.60	24.35	24.10	23.85	23.60	23.35	23.10	22.85	22.60	22.55	22.30
ทนแรงดึง	4,000 - 9,000 ปอนด์ / ตร.น.	7,270	7,350	7,430	7,510	7,590	7,670	7,750	7,830	7,910	7,990	8,070	8,150	8,230	8,310	8,390	8,470
ทนแรงอัด	7,000 - 12,000 ปอนด์ / ตร.น	11500	11850	12200	12550	12900	13250	13600	13950	14300	14650	15000	15350	15700	16050	16400	16750
ทนแรงกระทบ	2 - 15 ที่ 70 F	8.65	9.00	9.35	9.70	10.05	10.40	10.75	11.10	11.45	11.80	12.15	12.50	12.85	13.20	13.55	13.90
ทนความร้อน	212 - 220 F	213	215	216	218	219	221	222	224	225	227	228	230	231	233	234	236
ผลการทดสอบ		ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน

ผู้ทำการทดสอบ .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ)

สถานที่ทำการทดสอบ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ตาราง 3 คุณสมบัติทางกายภาพ เกณฑ์มาตรฐานและผลที่ได้รับจากการทดสอบพอลิเมอร์เจือระหว่างพอลิเมอร์ ABS กับ PMMA จำนวน 16 อัตราส่วน

คุณสมบัติทางกายภาพ	ค่าของเกณฑ์ที่ต้องการ	ผลการทดสอบ															
		A 80 : 15	B 75 : 20	C 75 : 25	D 65 : 30	E 60 : 35	F 55 : 40	G 50 : 45	H 45 : 50	I 40 : 55	J 35 : 60	K 30 : 65	L 25 : 70	M 20 : 75	N 15 : 80	O 10 : 85	P 5 : 90
ความถ่วงจำเพาะ	1.02 : 1.08	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.09	1.10	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14	1.15	1.16	1.17
ปริมาตร	24 -28.50 ลบ.น / ปอนด์	25.94	25.72	25.50	25.28	25.06	24.84	24.62	24.40	24.18	23.96	23.74	23.52	23.30	23.08	22.86	22.64
ทนแรงดึง	4,000 - 9,000 ปอนด์ / ตร.น.	7,240	7,310	7,380	7,450	7,520	7,590	7,660	7,730	7,800	7,870	7,940	8,010	8,080	8,150	8,220	8,290
ทนแรงอัด	7,000 - 12,000 ปอนด์ / ตร.น	11050	11250	11450	11650	11850	12050	12250	12450	12650	12850	13050	13250	13450	13650	13850	14050
ทนแรงกระทบ	2 - 15 ที่ 70 F	7.15	7.00	6.85	6.70	6.55	6.40	6.25	6.10	6.95	5.80	5.65	5.50	5.35	5.20	5.05	4.09
ทนความร้อน	212 - 220 F	206	205	204	203	202	201	200	199	198	197	196	195	194	193	192	191
ผลการทดสอบ		ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน

ผู้ทำการทดสอบ .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ)

สถานที่ทำการทดสอบ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ตาราง 4 คุณสมบัติทางกายภาพ เกณฑ์มาตรฐานและผลที่ได้รับจากการทดสอบพอลิเมอร์เจือระหว่างพอลิเมอร์ ABS กับ PVC จำนวน 16 อัตราส่วน

คุณสมบัติทางกายภาพ	ค่าของเกณฑ์ที่ต้องการ	ผลการทดสอบ															
		A 80 : 15	B 75 : 20	C 75 : 25	D 65 : 30	E 60 : 35	F 55 : 40	G 50 : 45	H 45 : 50	I 40 : 55	J 35 : 60	K 30 : 65	L 25 : 70	M 20 : 75	N 15 : 80	O 10 : 85	P 5 : 90
ความถ่วงจำเพาะ	1.02 : 1.08	1.07	1.09	1.11	1.12	1.14	1.16	1.18	1.20	1.22	1.24	1.26	1.28	1.30	1.32	1.34	1.36
ปริมาตร	24 -28.50 ลบ.น / ปอนด์	26.45	26.40	26.35	26.30	26.25	26.20	26.15	26.10	26.05	26.00	25.95	25.90	25.85	25.80	25.95	25.90
ทนแรงดึง	4,000 - 9,000 ปอนด์ / ตร.น.	7,150	7,190	7,230	7,270	7,310	7,350	7,390	7,430	7,470	7,510	7,550	7,590	7,630	7,670	7,710	7,750
ทนแรงอัด	7,000 - 12,000 ปอนด์ / ตร.น	10750	10850	10950	11050	11150	11250	11350	11450	11550	11650	11750	11850	11950	12050	12150	12250
ทนแรงกระทบ	2 - 15 ที่ 70 F	8.20	8.40	8.60	8.80	9.00	9.20	9.40	9.60	9.80	10.00	10.20	10.40	10.60	10.80	11.00	11.20
ทนความร้อน	212 - 220 F	200	198	195	192	189	187	184	181	178	176	173	170	167	165	162	159
ผลการทดสอบ		ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน

ผู้ทำการทดสอบ .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ)

สถานที่ทำการทดสอบ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ตาราง 5 คุณสมบัติทางกายภาพ เกณฑ์มาตรฐานและผลที่ได้รับจากการทดสอบพอลิเมอร์เจือระหว่างพอลิเมอร์ ABS กับ PS จำนวน 16 อัตราส่วน

คุณสมบัติทางกายภาพ	ค่าของเกณฑ์ที่ต้องการ	ผลการทดสอบ															
		A 80 : 15	B 75 : 20	C 75 : 25	D 65 : 30	E 60 : 35	F 55 : 40	G 50 : 45	H 45 : 50	I 40 : 55	J 35 : 60	K 30 : 65	L 25 : 70	M 20 : 75	N 15 : 80	O 10 : 85	P 5 : 90
ความถ่วงจำเพาะ	1.02 : 1.08	1.02	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.04	1.03	1.04	1.03	1.04	1.03	1.04	1.04	1.04
ปริมาตร	24 -28.50 ลบ.น / ปอนด์	26.30	26.30	26.10	26.00	25.90	25.80	25.70	25.60	25.50	25.40	25.30	25.20	25.10	25.00	25.10	25.00
ทนแรงดึง	4,000 - 9,000 ปอนด์ / ตร.น.	7,570	7,750	7,930	8,110	8,290	8,470	8,650	8,830	9,010	9,190	9,370	9,550	9,330	9,910	10,090	10,270
ทนแรงอัด	7,000 - 12,000 ปอนด์ / ตร.น	11200	11450	11700	11950	12200	12450	12700	12950	13200	13450	13700	13950	14200	14450	14700	14950
ทนแรงกระทบ	2 - 15 ที่ 70 F	8.05	8.20	8.35	8.50	8.65	8.80	8.95	9.10	9.25	9.40	9.55	9.70	9.85	10.10	10.15	10.30
ทนความร้อน	212 - 220 F	203	201	199	197	195	193	191	189	187	185	183	181	179	177	175	173
ผลการทดสอบ		ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน

ผู้ทำการทดสอบ .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ)

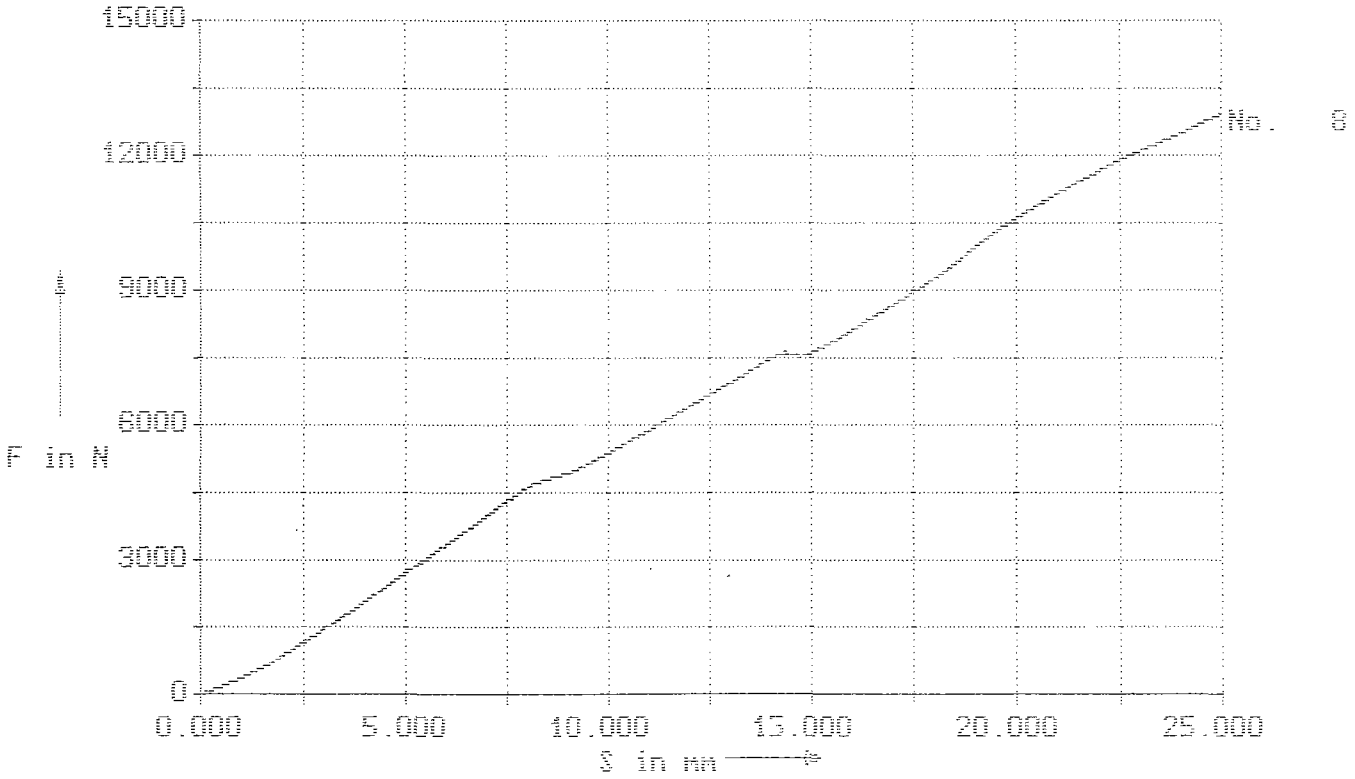
สถานที่ทำการทดสอบ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

SRITHAI SUPERWARE PUBLIC COMPANY LIMITED
700/13 BANG PA KONG INDUSTRIAL ZONE
M.1 TAMBON KLONGTAMHRU CHONBURI 20000f
TEL(038)213250 FAX(038)213234-5
ISO9002 CERTIFICATE

Test report dated 19.03.99

Test program Basic program Tensile- compression test V 1.00

PRODUCT = HELMET
MAXIMUM = 1292 KGS.
DEFLECTION RATE = 25 MM.
TEMPERATURE = 23-3 °C
HUMIDITY = 50 %



SRITHAI SUPERWARE PUBLIC COMPANY LIMITED BANGPAKONG BRANCH

QUALITY CONTROL

DROP BALL

PRODUCT		DISTRIB	
ORDER		PAGE	
TESTER		DATE	

PERIOD			
	☐ START PRODUCTION	☐ CHANGE MATERIAL	☐ MOULD MODIFICATION
	☐ STOP MACHINE	☐ CHANGE PIGMENT	☐ NEW MACHINE SETTING

METHODE	☐ 4 M	MOULD	—
	☐ 3 M	MATERIAL	—
	☑ 2.5	MACHINE	—
WEIGHT	1.8 KGS	COLOR	—
OTHERS	—		

CRATE NO.	1.DROP ok	1.DROP f	2.DROP ok	2.DROP f	3.DROP ok	3.DROP f	4.DROP ok	4.DROP f	REMARKS
1.	☑	☐	☑	☐	☑	☐	☑	☐	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	

ใบรายงานผลการทดสอบ

ห้องปฏิบัติการ บริษัท ศรีไทยซุปเปอร์แวร์ จำกัด (มหาชน) สาขาบางปะกง

ฉบับที่	003/42
ผู้ขอใช้บริการ	บริษัท นิอัฒฐชา (กรุงเทพ) จก.
ผลิตภัณฑ์	HELMET
วัตถุดิบ	-
รหัสแม่พิมพ์	-
รหัสเครื่อง	-
จำนวนตัวอย่าง	2 ชิ้น
สถานะภาพของตัวอย่าง	สมบูรณ์
วัน เดือน ปี ที่รับตัวอย่าง	19/03/42
วัน เดือน ปี ที่ทดสอบ	19/03/42
สภาวะแวดล้อม	อุณหภูมิ 26 องศา

วิธีการทดสอบ

1. วิธีการทดสอบ COMPRESSION TEST
2. วิธีการทดสอบ DROP BALL

วิธีการทดสอบ

1. สามารถรับน้ำหนักได้ 1,292 Kg.
2. สามารถทนแรงกระแทกได้ = 2.5 m.

ผู้ทำการทดสอบ

(นายอภิชัย ธาราดล)
(เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ)

ผู้รับรอง

(นายพงษ์นรินทร์ ศรีพักตร์)
หัวหน้าห้องปฏิบัติการ

(นายณรงค์ อินทรโฆษิต))
ผู้จัดการฝ่ายประกันคุณภาพ

PLASTIC TECHNOLOGY CENTRE
INSTITUTE OF TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT
FOR INDUSTRIAL (ITDI)
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok

ITDI

ที่ ศทพ. ๐๖๐/ 2542

25 มีนาคม 2542

เรื่อง ผลการทดสอบค่า Melt Flow Index, Izod Impact ,Tensile Strength ,Tensile Stress % Elongation และ Flexural strength ของพลาสติก ABS ปริมาณ 50 % + PC ปริมาณ 50 %

เรียน สุรศักดิ์ มีวงศ์

ตามที่คุณ สุรศักดิ์ มีวงศ์ นิสิตปริญญาโท ภาควิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้ขอให้ทางศูนย์เทคโนโลยีพลาสติกทำการทดสอบ Melt Flow Index, Impact Strength , Tensile Property และ Flexural Property ของเม็ด ABS ปริมาณ 50 %+ PC ปริมาณ 50% เพื่อใช้เป็นข้อมูลประเมินคุณสมบัติและความเหมาะสมของวัสดุ ต่อการเป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัยนั้นทางศูนย์เทคโนโลยีพลาสติก ขอรายงานผลการทดสอบมาดังใบรายงานผลที่แนบมาพร้อมกันนี้

ผู้ทดสอบ

(น.ส. บุศรินทร์ อินทเศียร)
นักวิทยาศาสตร์ 3

ผู้ตรวจสอบผลการทดสอบ

(นายวิโรจน์ เตชะวิญญูธรรม)
หัวหน้าศูนย์เทคโนโลยีพลาสติก

ขอแสดงความนับถือ

(นายพงศ์ธร มนูพิพัฒน์พงศ์)
ผู้อำนวยการสำนักพัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออุตสาหกรรม

PLASTIC TECHNOLOGY CENTRE

INSTITUTE OF TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT

FOR INDUSTRIAL (ITDI)

King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok

ITDI

TEST REPORT

Client : Mr. Surasak Mewong

Material : ABS 45 % + PC 50 % + 5 % Constant

Typical Properties	ASTM	ABS 45 % + PC 50 % + 5% Constant	Units
Melt Flow Index[1]	D1238	4.07	g/10 min
Izod Impact Strength[2]	D256	386.6	J/m
Tensile Strength[3]	D638	49.32	Mpa
Elongation at Yield[3]	D638	4	%
Yield Stress[3]	D638	22.09	Mpa
Elongation at Break[3]	D638	31.8	%
Flexural Strength[3]	D790	86.3	Mpa
Flexural Modulus[3]	D790	1810.6	Mpa

Remarks :

[1] Melt Flow Index Test refers to Ref.1

[2] Izod Impact Test refers to Ref.2

[3] Tensile Test refers to Ref.3/1 and 3/2

[4] Flexural Test refers to Ref.4/1 and 4/2

PLASTIC TECHNOLOGY CENTRE
INSTITUTE OF TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT
FOR INDUSTRIAL (ITDI)
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok

TEST REPORT

Client : Mr. Surasak Mewong

Test Subject : Melt Flow Index

Material : ABS 45 % + PC 50% + 5 % Constant

Test Method : Melt Flow Index refers to ASTM D1238

: Sampling from the samples submitted to our laboratory.

Test Equipment : Melt Flow Indexer , Kayeness Model : 4003 , Serial no. : 6112

Test Condition : MFI Method A , Load 2.16 kg , Temp. 230 ° c

: Melt time 360 sec

: Cut time 60 sec

: Number of cuts 3

Date of Test : 24 / 3 / 99

THIS IS REPORT which the samples being submitted to our laboratory for the purpose of testing.

This testing is sampling from these samples being tested according to the testing condition as mentioned above

Result

Samples	MFI Result (g / 10 min)			Average MFI (g / 10 min)
	Test # 1	Test #2	Test #3	
ABS 50 % + PC 50 %	3.9	4.11	4.19	4.07

PLASTIC TECHNOLOGY CENTRE
INSTITUTE OF TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT
FOR INDUSTRIAL (ITDI)
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok

ITDI

TEST REPORT

Client : Mr. Surasak Mewong

Test Subject : Flexural Strength at Yield (MPa), Flexural Modulus (MPa) and

Material : ABS 45 % + PC 50% + 5 % Constant

Specimens : Dumbell specimens Type I acc. to ASTM D638
Dimension : Width 13 ± 0.5 mm Thickness 3.2 ± 0.4 mm
All specimens were submitted from Mr. Surasak Mewong

Test Method : Flexural Yield Strength (MPa) , Modulus of Elasticity : Flexural Modulus (MPa) Refer to ASTM D790 Method I
Sampling 11 specimens per test
Measuring width and thickness 3 points for each of them in a specimen so these dimensional data being showed as average data.

Test Equipment : Universal Testing Machine , LLOYD Instruments , model LR 10K
: Vernier caliper , sensitivity 0.02 mm used for measuring specimen dimension

Calculation : Flexural Yield Strength (MPa) and Modulus of Elasticity (MPa) refer to equation (3) and (5) respectively in ASTM D790

Test Condition

Test Type	: Compression
Tension Speed	: 15 mm / min
Support Span	: 50 mm
Load Cell Rating	: 10000 N
Load Cell Class	: 0.5
Temp	: Room Temp (approx. 25 ° c)

Date of Test : 24 /3/ 99

THIS IS REPORT which the samples being submitted to our laboratory for the purpose of the flexural test.
This testing is sampling from these specimens being tested according to the testing condition as mentioned above

PLASTIC TECHNOLOGY CENTRE
INSTITUTE OF TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT
FOR INDUSTRIAL (ITDI)
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok

ITDI

TEST REPORT

Client : Mr. Surasak Mewong

Test Subject : IMPACT STRENGTH (J/mm)

Material : ABS 45 % + PC 50 % + 5 % Constant

Test Specimens

: Impact test specimens refering to ASTM D256 , Izod test method A
by injection moulding machine.
(ENGEL Model EC-88 Size 50 ton , Melt Temp : At Die Zone 230 ° c)

Specimen Dimension : 12.7 mm x 63.5 mm x 3.4 mm

Notching Test Specimens : Depth of notch : 2.5 mm, Angle of notch : 45 °
by Plastic Sample Cutting Machine , Yasuda Seiki No. 189-PEN

Conditioning : Conditioned the test specimens at 21 - 25 ° c and 45 - 55 % R.H.
24 hours after injection moulding and 24 hours after notching.

Test Method : Impact Strength refers to ASTM D256 , Izod Test , Method A
Sampling 18 specimens

Apparaus : Impact Tester , Yasuda Seiki No. 258-D
Pendulum Weight : 11 J
Testing Temperature : Room Temp (approx. 25 ° c)

Date of Test : 24 / 3 / 99

THIS IS REPORT which the samples being submitted to our laboratory for the purpose of testing.

This testing is sampling from these samples being prepared to impact test specimens.

As well as Testing is according to the test condition as mentioned above

Result

Specimen No.	Energy (J)	Width of Specimens (mm)	Impact Strength (J / m)
1	1.52	3.43	443.15
2	1.46	3.5	417.14
3	1.25	3.6	347.22
4	1.39	3.43	405.25
5	1.51	3.6	419.44
6	1.69	3.57	473.39
7	1.33	3.43	387.76
8	1.44	3.6	122.22
1	1.21	3.6	336.11
2	1.46	3.43	425.66
3	1.46	3.6	405.56
4	1.33	3.6	369.44
5	1.39	3.6	386.11
6	1.49	3.6	413.89
7	1.32	3.4	388.24
8	1.35	3.5	385.71
9	1.61	3.6	447.22
10	1.35	3.5	385.71
Average	1.420	3.533	386.62
Standard deviation	0.121	0.079	74.257

Average Impact Strength is 386.62 J/m

PLASTIC TECHNOLOGY CENTRE
INSTITUTE OF TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT
FOR INDUSTRIAL (ITDI)
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok

ITDI

TEST REPORT

Client : Mr. Surasak Mewong

Test Subject : Tensile Strength at Break (MPa) , Yield Stress (Mpa) , % Elongation at Break

Material : ABS 45 % + PC 50 % + 5 % Constant

Preparing Specimens :

Prepare dumbell specimens refering to ASTM D638 , Type M-I by an Injection moulding machine.

Specimens : Dumbell specimens Type M-I acc. to ASTM D638

Dimension : Width 10 mm ± 0.5 mm Thickness 3.2 ± 0.4 mm

Test Method : Tensile Strength refers to ASTM D638 , Type M-I

Sampling 12 specimens per test.

Measuring width and thickness 3 points for each of them in a specimen so these dimensional data being showed as average data.

Test Equipment : Universal Testing Machine , LLOYD Instruments , model LR 10K

: Vernier caliper , sensitivity 0.02 mm used for measuring specimen dimension

Test Condition

Test Type	: Tension
Tension Speed	: 50 mm / min
Load Cell Rating	: 10000 N
Load Cell Class	: 0.5
Temp	: Room Temp (approx. 25 ° c)
Gauge Length	: 25 mm

Date of Test : 22 / 3 / 99

THIS IS REPORT which the samples being submitted to our laboratory for the purpose of testing.

This testing is sampling from these samples being prepared to dumbell specimens.

As well as Testing is according to the test condition as mentioned above

Summary of Average Data

Dumbell Specimens	Tensile Strength (MPa)	Elongation at Yield (%)	Yield Stress (MPa)	Elongation at Break (%)
ABS 50 % + PC 50 %	49.324	3.998	22.093	31.800

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ

ที่ **วันที่** 25 มีนาคม 2542

เรื่อง การทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของหมวกนิรภัยที่ผลิตจากพอลิเมอร์เจือ

เรียน คุณสุรศักดิ์ มีวงศ์

ตามหนังสือขอความอนุเคราะห์ เพื่อทำการทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของหมวกนิรภัยที่ผลิตจากพอลิเมอร์เจือ จากงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาพอลิเมอร์เจือจากเศษพอลิเมอร์เหลือใช้เพื่อผลิตหมวกนิรภัย กระผมและทีมงานได้ทำการทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของหมวกนิรภัยที่ผลิตจากพอลิเมอร์เจือ ดังกล่าว เป็นที่เรียบร้อยแล้ว และได้ส่งผลจากการทดสอบดังกล่าวตาม ir-spectrum และรายละเอียดในหนังสือรับรองการทดสอบดังแนบ

จากการให้ความอนุเคราะห์ในการทดสอบครั้งนี้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่า จะได้เป็นประโยชน์ในการพัฒนาอุตสาหกรรมพอลิเมอร์ และการพัฒนาคุณภาพการศึกษาอีกทางหนึ่งด้วย

สิ่งที่ส่งมาด้วย การรับรองผลการทดสอบทางเคมี ของหมวกนิรภัยที่ผลิตจากพอลิเมอร์เจือที่ได้จากงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาพอลิเมอร์เจือจากเศษพอลิเมอร์เหลือใช้ เพื่อผลิตหมวกนิรภัย

จึงแจ้งมาเพื่อทราบ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ ตันทุลเวสส)

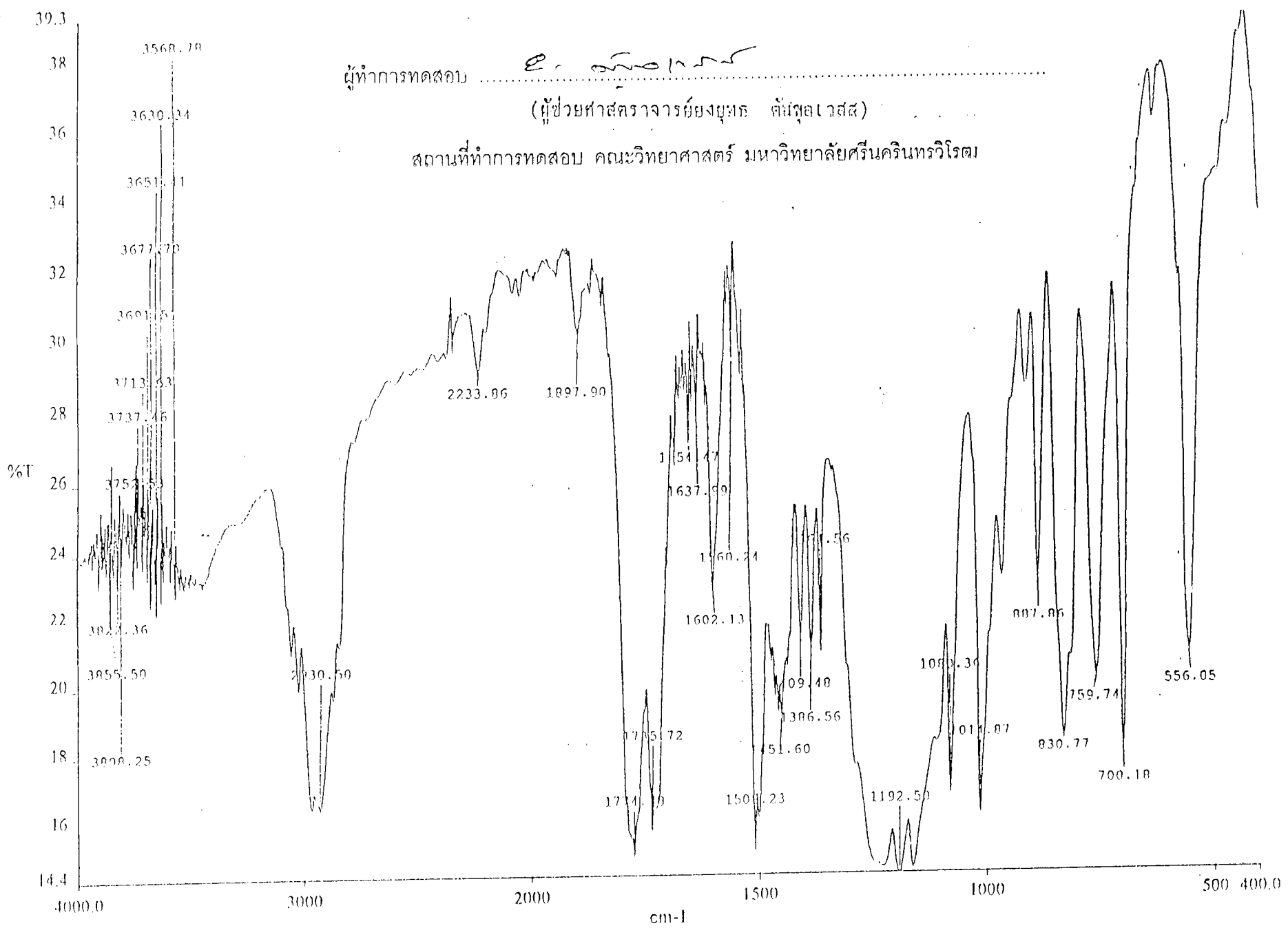
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผู้ทำการทดสอบ .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ยงยุทธ ตันสุตเวสส์)

สถานที่ทำการทดสอบ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



c:\pel_data\spectra\ca.sp - DMSO

จากกราฟ ir-Spectrum แสดงให้เห็นว่า

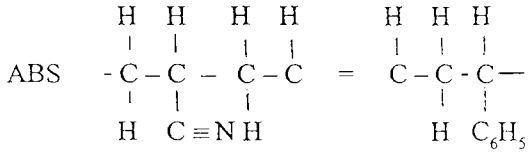
ที่ Wave Number ($\bar{\upsilon}$) ที่ = 2233.86 cm^{-1} เป็นหมู่ -C≡N ของ ABS

ที่ Wave Number ($\bar{\upsilon}$) ที่ = 1386.56 cm^{-1} และ 1364.56 cm^{-1} เป็นหมู่ CH_3 gem dimethyl ของ PC

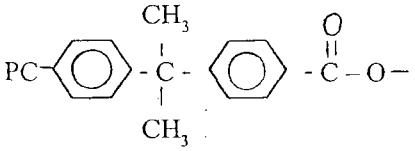
ที่ Wave Number ($\bar{\upsilon}$) ที่ = 1774.18 cm^{-1} และ 1735.72 cm^{-1} เป็นหมู่

ของ anhydride ของ PC

ดังนั้น จะได้ผลการทดสอบทางเคมีของหมวกนิรภัยที่ผลิตจากพอลิเมอร์เจือ คือ



ซึ่ง $\bar{\upsilon}$ ที่ = 2233.85 cm^{-1} (Nitrile) ของ ABS



Wave Number ที่ = 1386.56 cm^{-1} และ 1364.56 cm^{-1} (gem dimethyl) ของ PC

$\overline{\upsilon}$ ที่ = 1774.18 cm^{-1} และ 1735.72 cm^{-1} (anhydride) ของ PC

ผู้ทำการทดสอบ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ยงยุทธ ตัณฑุลเวสส)

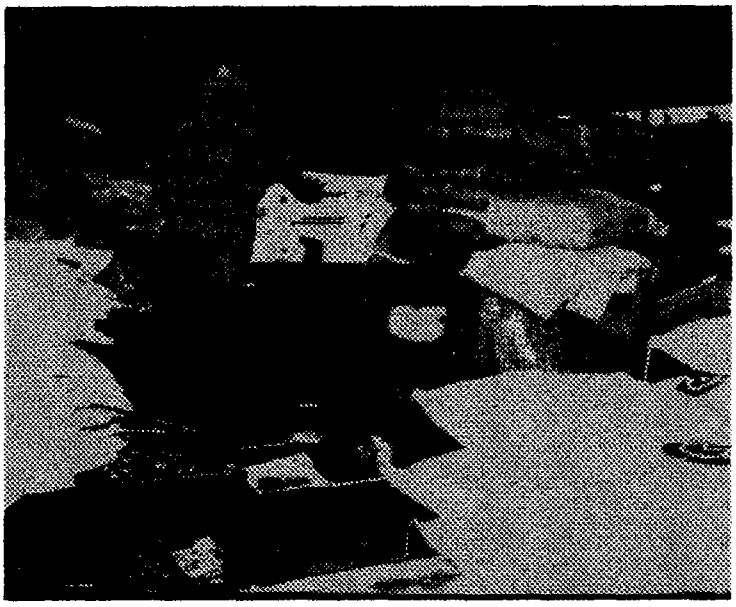
สถานที่ทดสอบ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการทดลองพอลิเมอร์เจือ เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตหมวกนิรภัย ครั้งนี้ได้ใช้วัตถุดิบในการทดลอง ดังนี้

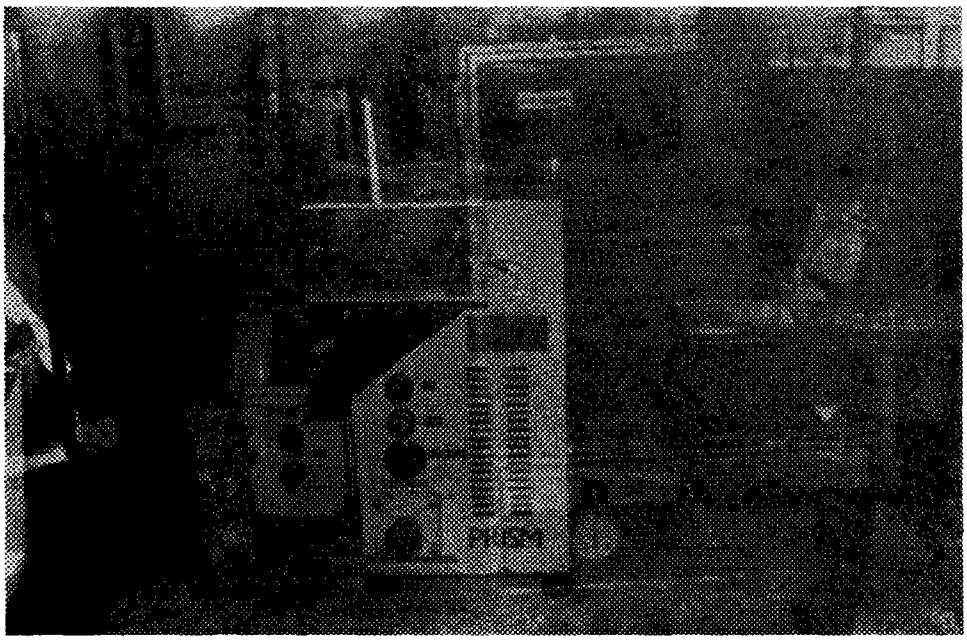
พอลิเมอร์ชนิด ABS ในการผลิตแผ่นทดสอบ	625	กิโลกรัม
พอลิเมอร์ชนิด ABS ในการผลิตหมวกนิรภัย	200	กิโลกรัม
ราคากิโลกรัมละ	72	บาท
มูลค่า	59,400	บาท
เศษพอลิเมอร์เหลือใช้ชนิด PC ในการผลิตแผ่นทดสอบ	175	กิโลกรัม
เศษพอลิเมอร์เหลือใช้ชนิด PC ในการผลิตหมวกนิรภัย	100	กิโลกรัม
ราคากิโลกรัมละ	12	บาท
มูลค่า	3,300	บาท
เศษพอลิเมอร์เหลือใช้ชนิด PMMA ใช้ในการผลิตแผ่นทดสอบ	175	กิโลกรัม
ราคากิโลกรัมละ	10	บาท
มูลค่า	1,750	บาท
เศษพอลิเมอร์เหลือใช้ชนิด PVC ใช้ในการผลิตแผ่นทดสอบ	175	กิโลกรัม
ราคากิโลกรัมละ	11	บาท
มูลค่า	1,925	บาท
เศษพอลิเมอร์เหลือใช้ชนิด PC ใช้ในการผลิตแผ่นทดสอบ	175	กิโลกรัม
ราคากิโลกรัมละ	11	บาท
มูลค่า	2,450	บาท
สารผสมช่วย Additives ใช้ในการผลิตแผ่นทอสอบ	80	กิโลกรัม
สารผสมช่วย Additives ใช้ในการผลิตหมวกนิรภัย	8	กิโลกรัม
ราคากิโลกรัมละ	70	บาท
มูลค่า	6,160	บาท
พอลิเมอร์ 5 ชนิด ที่ใช้ในการวิจัย รวม	1,713	กิโลกรัม
มูลค่าพอลิเมอร์ 5 ชนิด รวมสารผสมช่วย	74,985	บาท

ภาคผนวก ค
ภาพประกอบการวิจัย

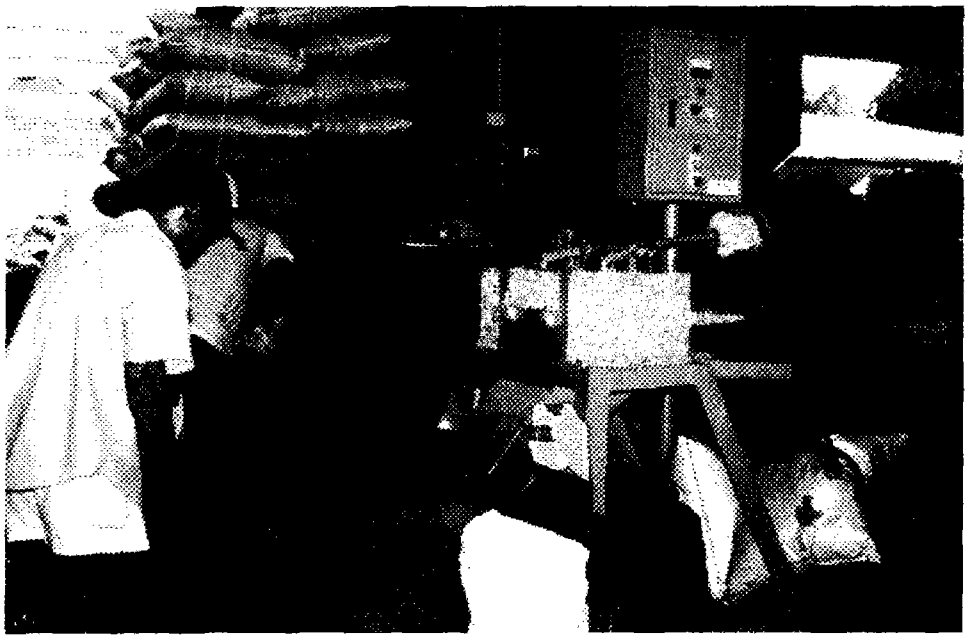
ภาพประกอบ 9 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตพอลิเมอร์เจือ



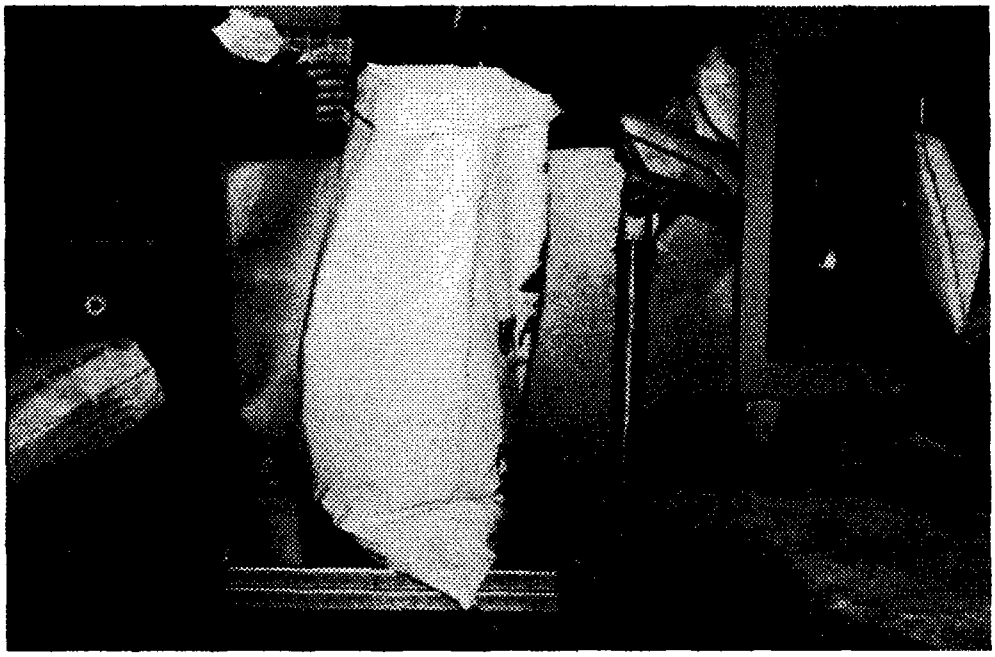
ภาพประกอบ 10 การโม่เศษพอลิเมอร์เหลือใช้



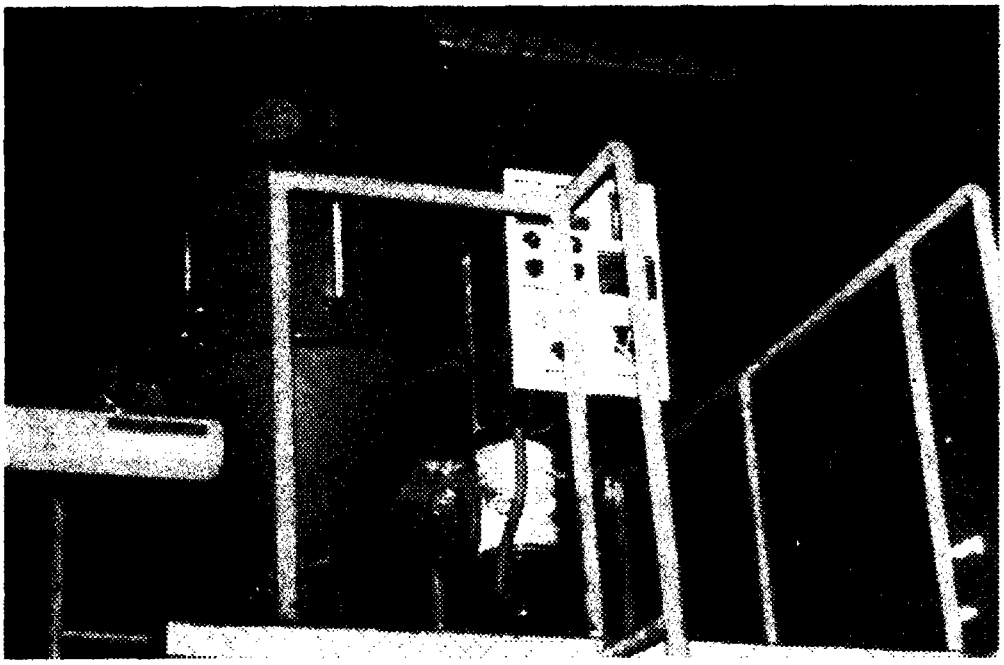
ภาพประกอบ 11 เครื่องหลอมเศษพอลิเมอร์เหลือใช้เพื่อเตรียมเป็นวัตถุดิบในการผลิตพอลิเมอร์เจือ



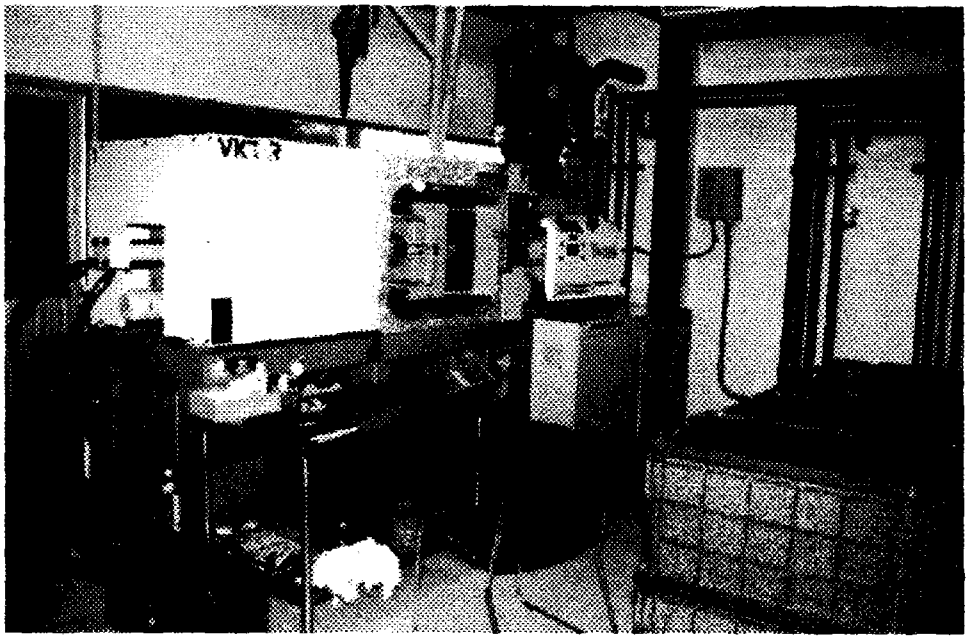
ภาพประกอบ 12 เครื่องตัดเม็ดเศษพอลิเมอร์เจือที่ถูกหลอมเป็นเส้นยาวๆ ให้เป็นเม็ดเล็กๆ



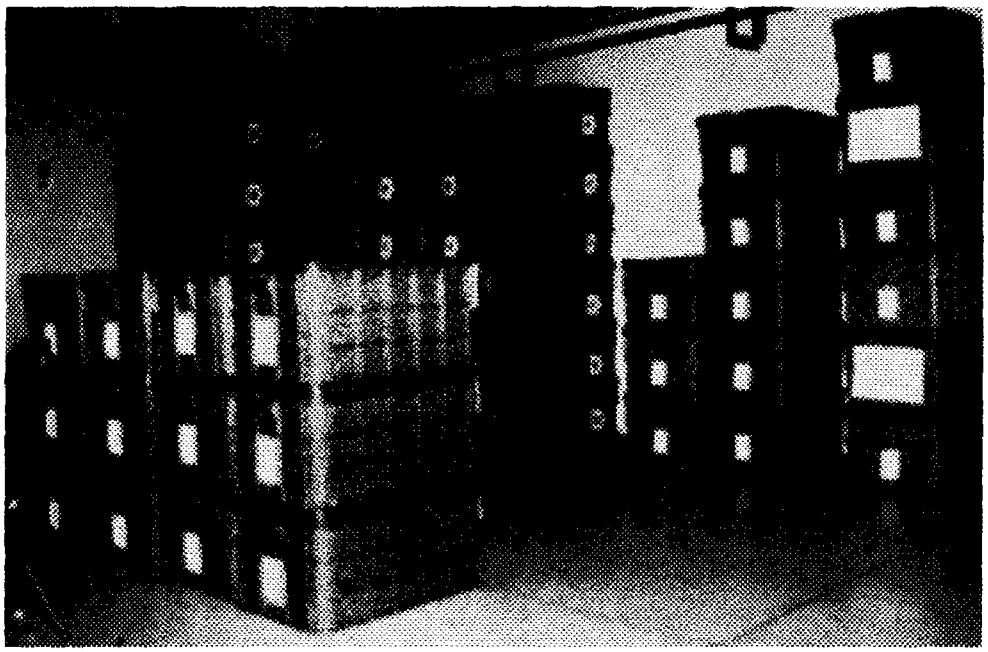
ภาพประกอบ 13 เครื่องชั่งบรรจุเม็ดเศษพอลิเมอร์เหลือใช้ เพื่อการผลิตพอลิเมอร์เจือ



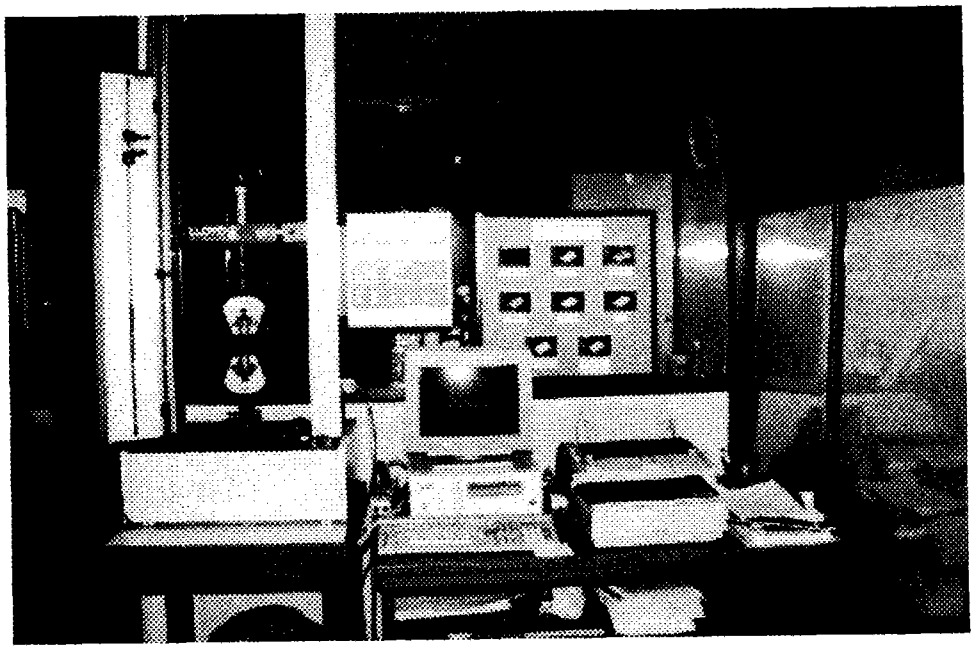
ภาพประกอบ 14 การอบเม็ดเศษพอลิเมอร์ที่ผสมเป็นพอลิเมอร์เจือตามอัตราส่วน



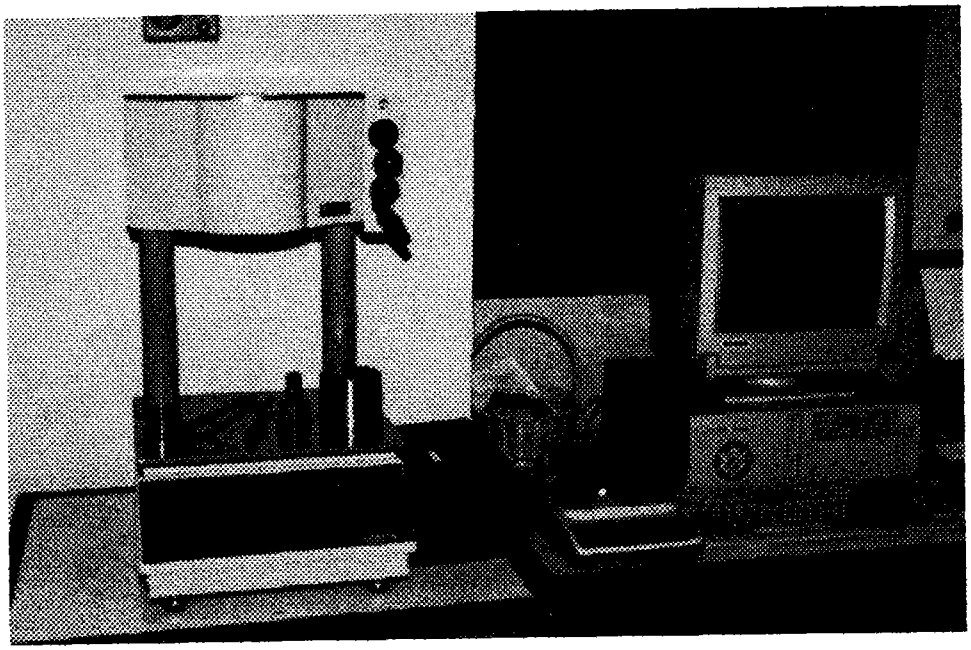
ภาพประกอบ 15 การฉีดแผ่นทดสอบพอลิเมอร์เจือจำนวน 16 อัตราส่วน 64 ชนิด



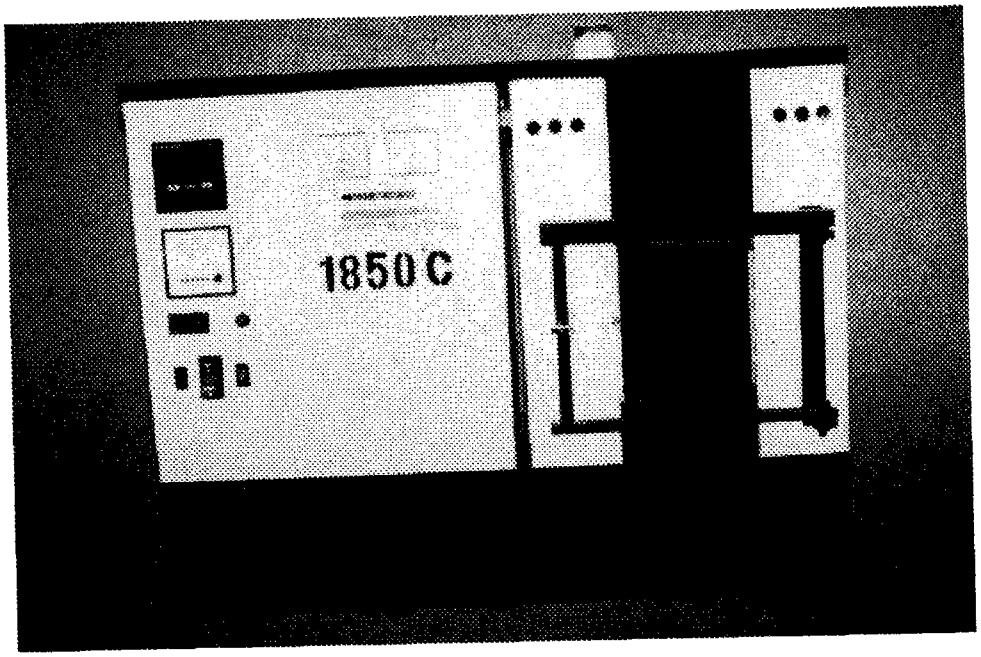
ภาพประกอบ 16 ลังบรรจุแผ่นทดสอบพอลิเมอร์เจือจำนวน 64 ชนิด
เพื่อนำไปทดสอบทางกายภาพ



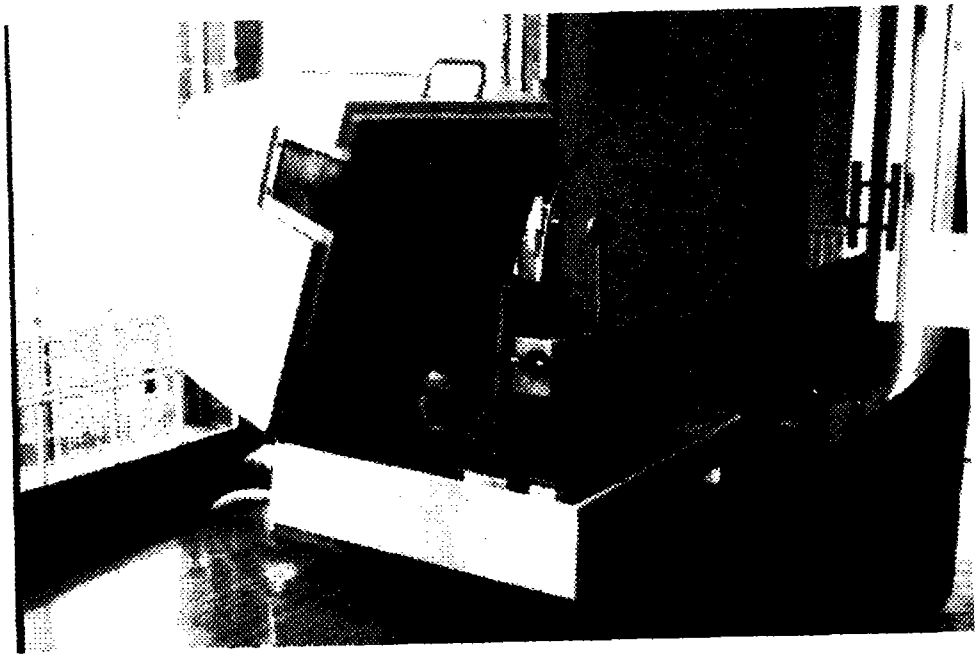
ภาพประกอบ 17 เครื่องมือทดสอบแรงดึงและแรงอัด



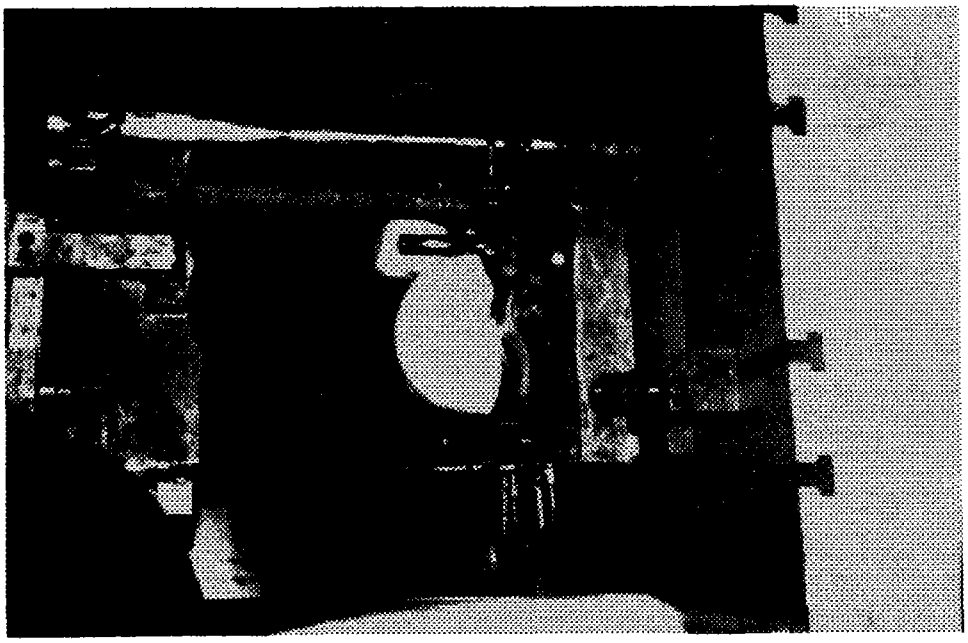
ภาพประกอบ 18 เครื่องมือทดสอบความถ่วงจำเพาะและปริมาตร



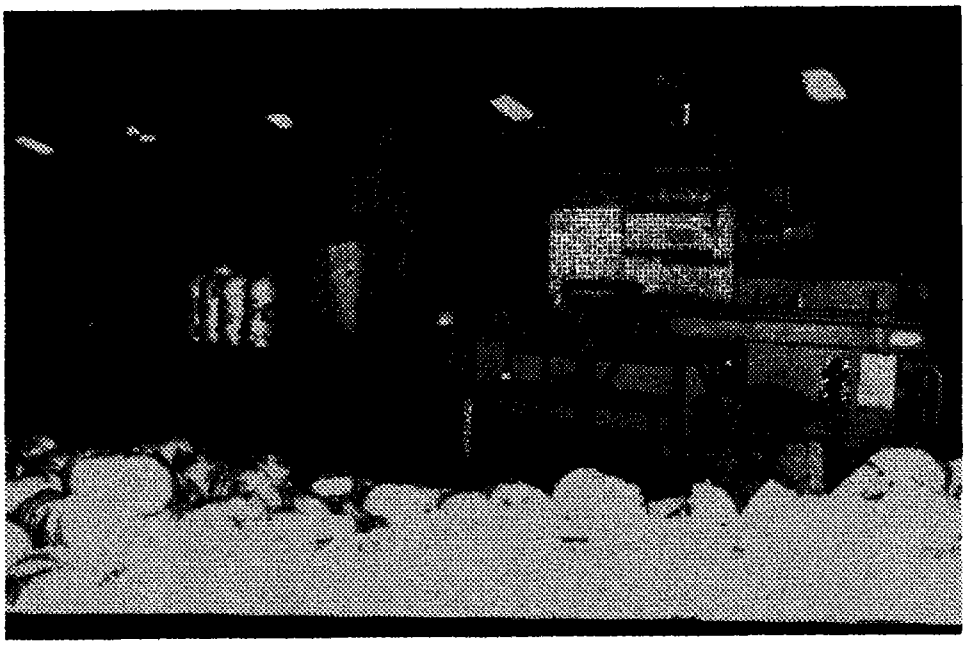
ภาพประกอบ 19 ตู้อบอุณหภูมิเพื่อการทดสอบ



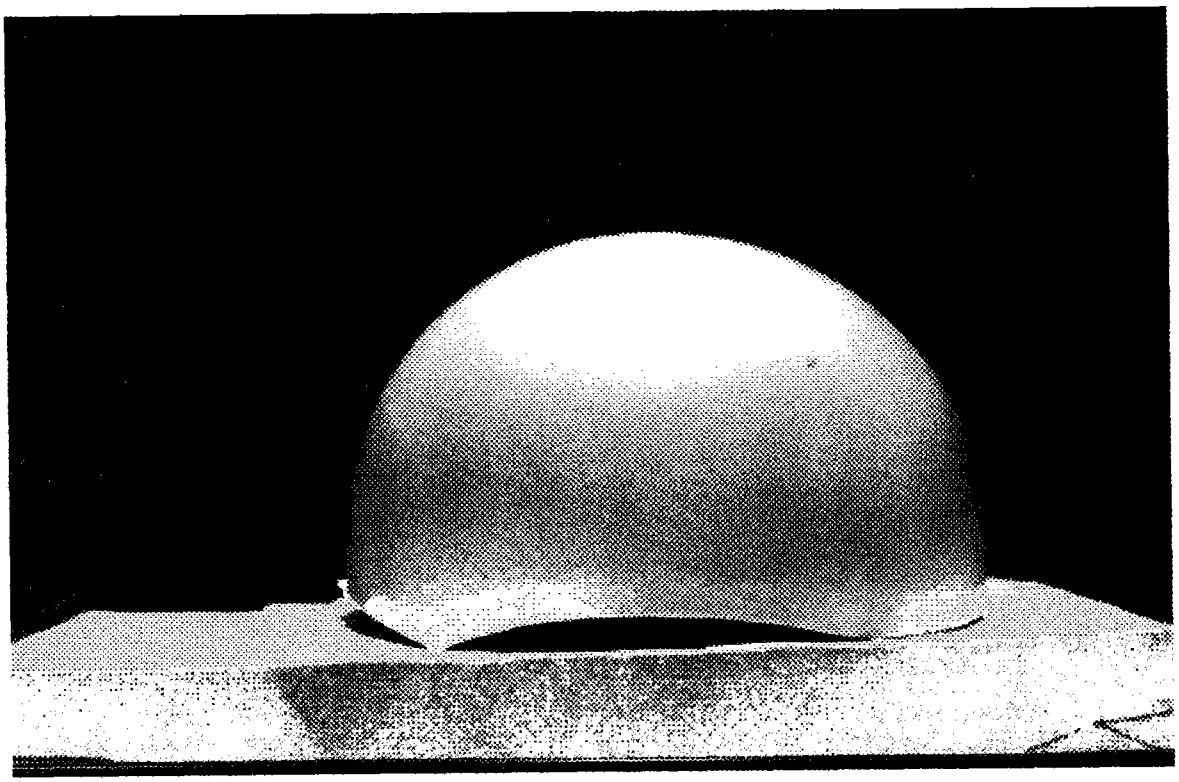
ภาพประกอบ 20 เครื่องมือเตรียมชิ้นงานเพื่อการทดสอบ



ภาพประกอบ 21 การฉีดเปลือกหมวกนิรภัย

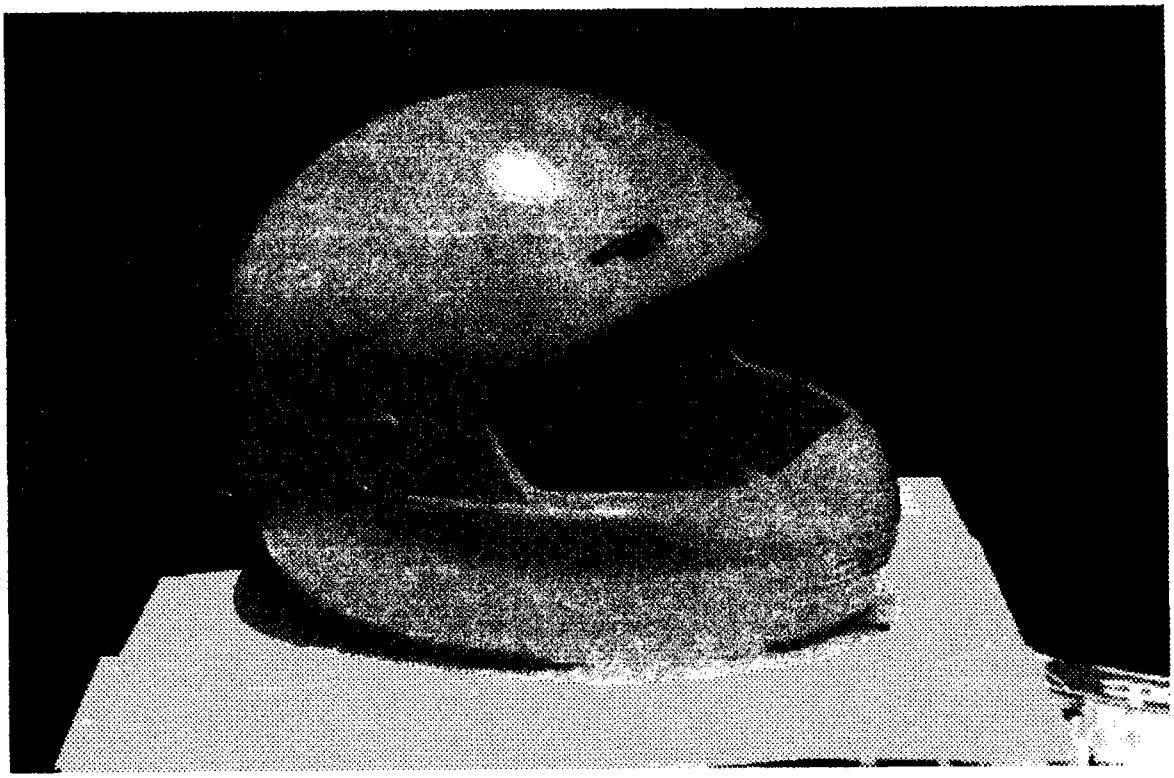


ภาพประกอบ 22 เปลือกหมวกนิรภัยก่อนการประกอบอุปกรณ์ต่างๆ

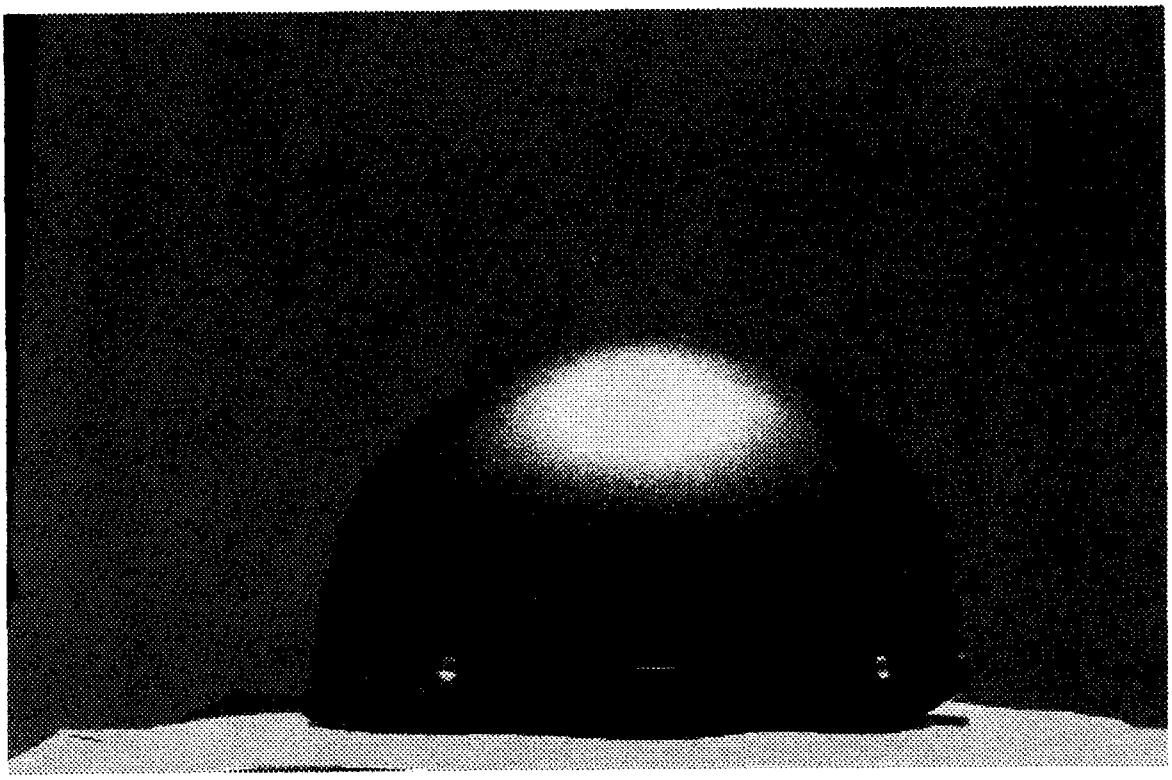


ภาพประกอบ 23 เปลือกหมวกนิรภัยแบบเปิดคาง

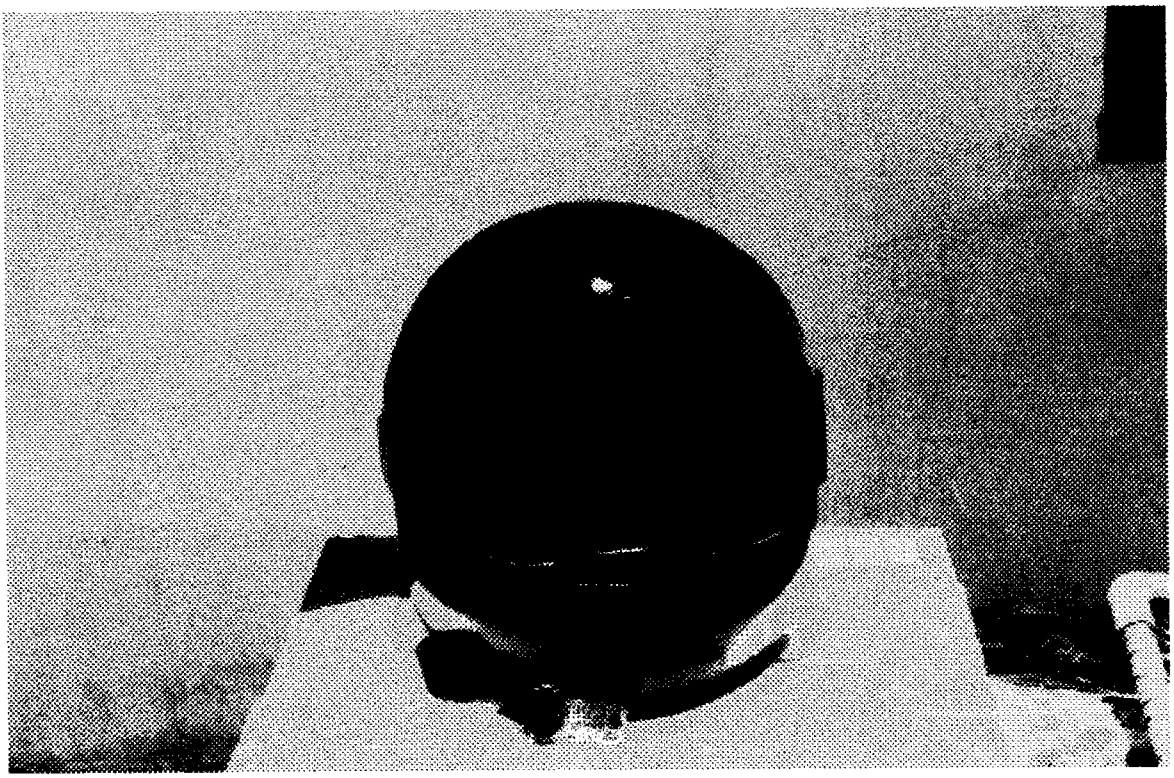
ภาพประกอบ 24 เปลือกหมวกนิรภัยแบบปิดคาง



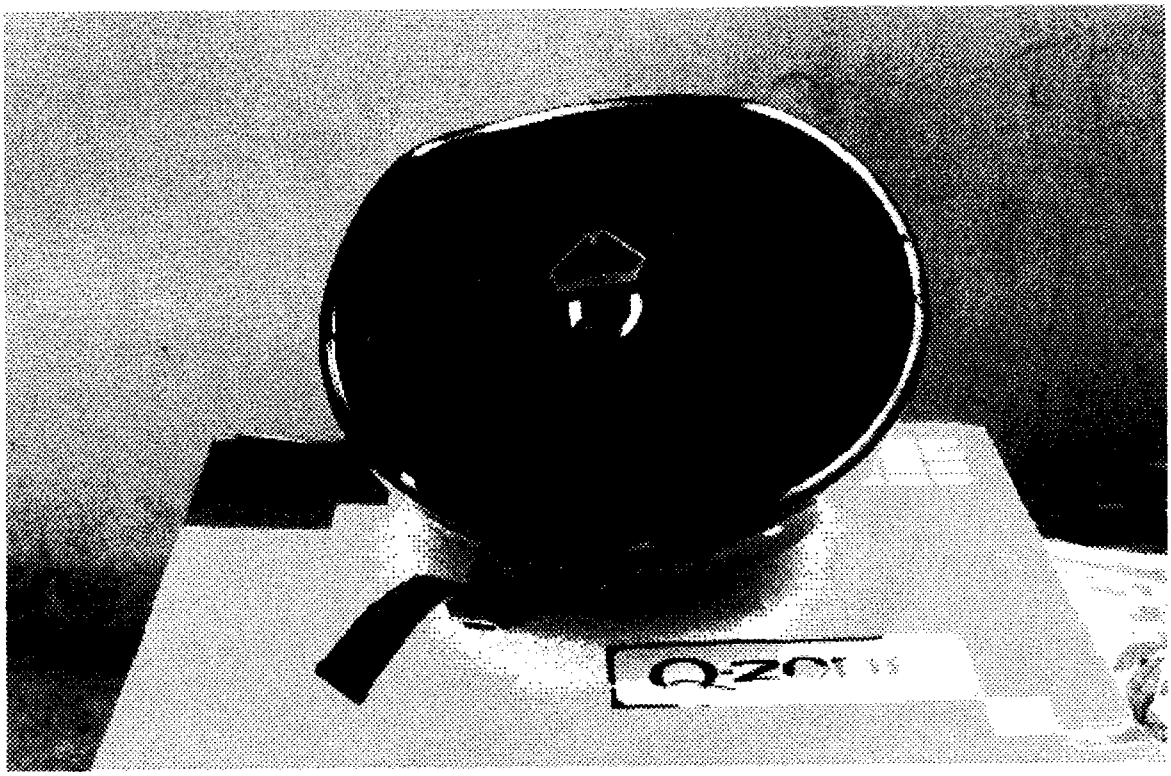
ภาพประกอบ 25 การพ่นสีเปลือกหมวกนิรภัยแบบปิดคาง



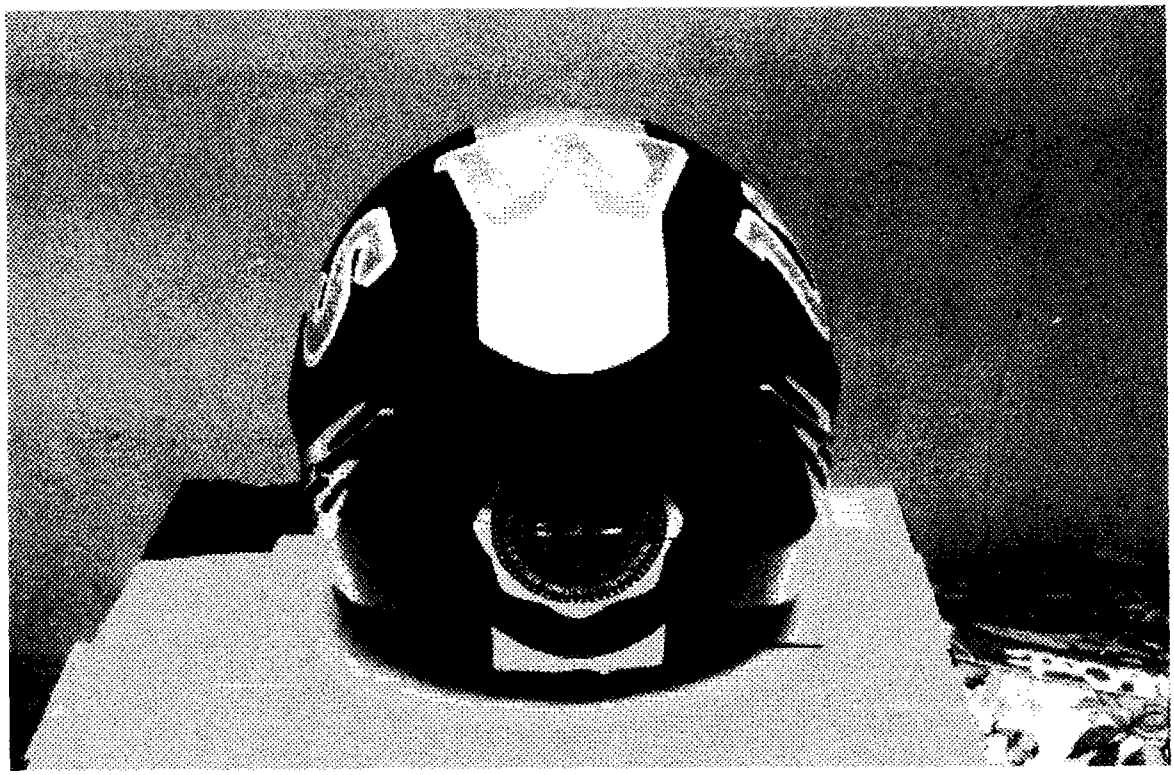
ภาพประกอบ 26 การพ่นสีเปลือกหมวกนิรภัยแบบเปิดคาง



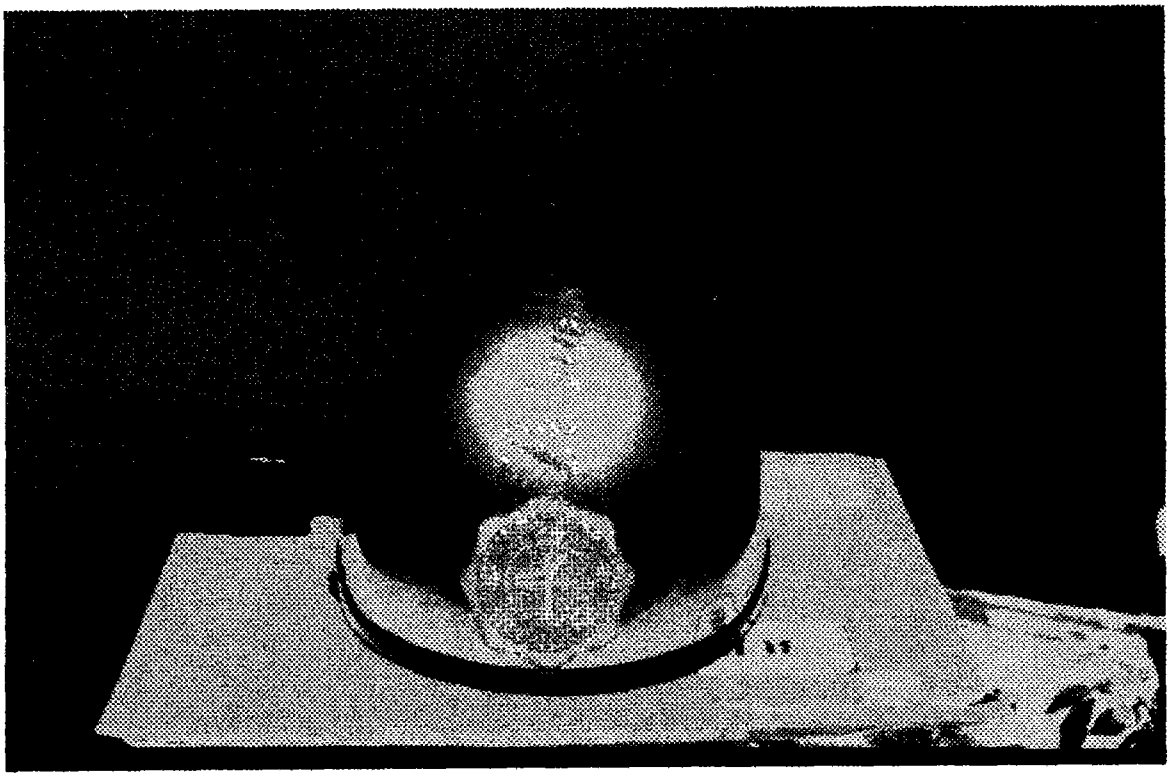
ภาพประกอบ 27 การประกอบอุปกรณ์ประกอบหมวกนิรภัยแบบปิดคาง



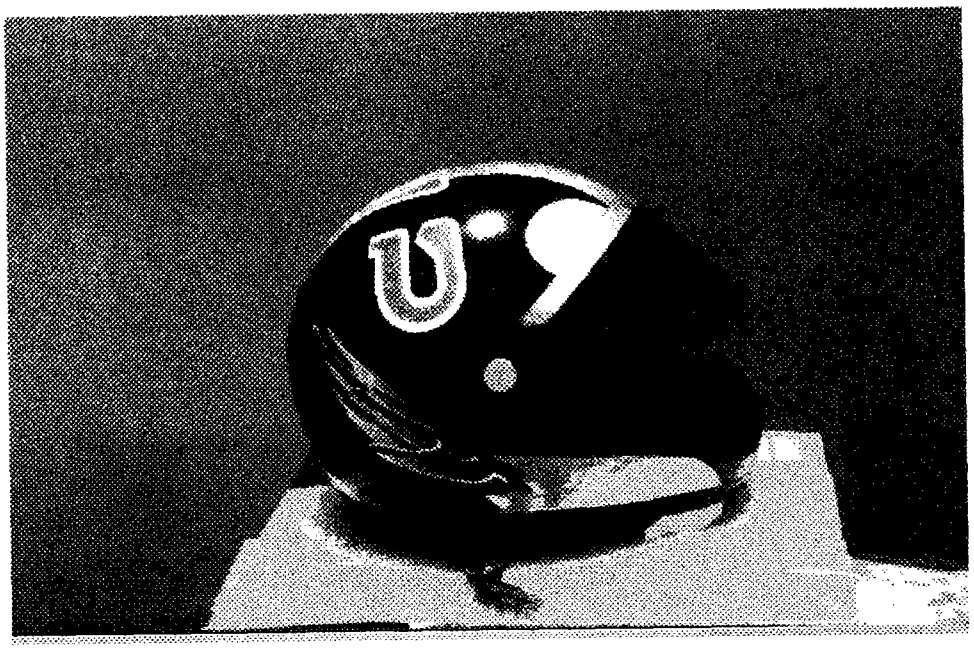
ภาพประกอบ 28 การประกอบอุปกรณ์ประกอบหมวกนิรภัยแบบเปิดคาง



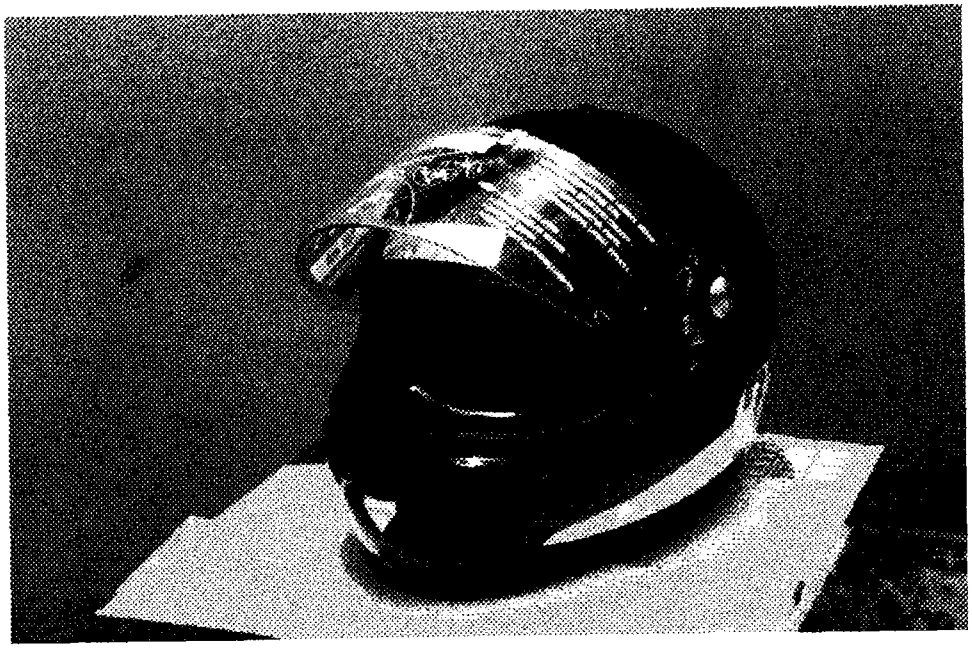
ภาพประกอบ 29 การตกแต่งสติกเกอร์หมวกนิรภัยแบบปิดคางด้านหลัง



ภาพประกอบ 30 การตกแต่งสติกเกอร์หมวกนิรภัยแบบเปิดคางด้านหลัง



ภาพประกอบ 31 การตกแต่งสติกเกอร์หมวกนิรภัยแบบปิดคางด้านข้าง



ภาพประกอบ 32 การตกแต่งสติกเกอร์หมวกนิรภัยแบบปิดคางด้านข้าง

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นายสุรศักดิ์ มีวงศ์
เกิดวันที่	14 เมษายน 2499
สถานที่เกิด	สุราษฎร์ธานี
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 7/440-441 หมู่ 7 ตำบลลำโรงเหนือ
	อำเภอเมืองฯ จังหวัดสมุทรปราการ 10270

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2523 - 2542	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	นักวิชาการพัสดุและหัวหน้าเจ้าหน้าที่พัสดุ
	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2517	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนประจำจังหวัดสุราษฎร์ธานี
พ.ศ. 2519	ปวช. (ช่างเครื่องยนต์และดีเซล)
	โรงเรียนการช่างสุราษฎร์ธานี
พ.ศ. 2521	ปวส. (ช่างเครื่องยนต์และดีเซล)
	วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ
พ.ศ. 2525	ปม. วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา
	วิทยาเขตพระนครใต้
พ.ศ. 2528	อศ.บ. (เทคโนโลยีการผลิต)
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ
พ.ศ. 2542	กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา)
	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การพัฒนาพอลิเมอร์เจือจากเศษพอลิเมอร์เหลือใช้เพื่อผลิตหมวกนิรภัย

บทคัดย่อ

ของ

สุรศักดิ์ มีวงศ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา

พฤษภาคม 2542

การวิจัยในครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาพอลิเมอร์เจือจากเศษพอลิเมอร์เหลือใช้เพื่อผลิตหมวกนิรภัย โดยคัดเลือกเศษพอลิเมอร์ พีซี, เอบีเอส, พีเอ็มเอ็มเอ, และ พีเอส เจือในพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอส ได้พอลิเมอร์เจือ 4 ประเภท คือ เอบีเอส เจือกับ พีซี, เอบีเอส เจือกับพีเอ็มเอ็มเอ, เอบีเอส เจือกับ พีวีซี และ เอบีเอส เจือกับ พีเอส แต่ละประเภทได้ทดลองเจือใน 16 อัตราส่วน จึงได้พอลิเมอร์เจือทั้งสิ้น 64 ชนิด นำพอลิเมอร์เจือเหล่านี้มาทำเป็นแผ่นทดสอบแล้วทดสอบสมบัติทางกายภาพ เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของพอลเมอร์ที่ใช้ผลิตหมวกนิรภัยผลปรากฏว่า มีพอลิเมอร์เจือที่พัฒนาขึ้นมานี้ ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 8 ชนิด

นำพอลิเมอร์เจือทั้ง 8 ชนิดที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่จะใช้ผลิตหมวกนิรภัยนี้ มาคิดราคาค่าใช้จ่าย เลือกเอาชนิดที่ราคาถูกที่สุด ซึ่งได้แก่ เอบีเอส เจือ พีซี ด้วยอัตราส่วน ABS : PC : Additive : 45 : 50 : 5 จึงนำพอลิเมอร์เจือนี้ไปทดลองผลิตหมวกนิรภัย

ในการผลิตหมวกนิรภัย 2 แบบ คือ แบบปิดคาง และแบบเปิดคาง ประสิทธิภาพในการผลิตแบบปิดคางร้อยละ 91 และแบบเปิดคางร้อยละ 92 จึงอยู่ในเกณฑ์ยอมรับที่ใช้ในการทำเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตหมวกนิรภัย

นำหมวกนิรภัยที่ผลิตได้ทั้ง 2 แบบ ไปทดสอบสมบัติทางกายภาพเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของหมวกนิรภัย ผลปรากฏว่าผ่านเกณฑ์ทั้งหมด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ว่า เศษพอลิเมอร์เหลือใช้ พีซี, พีเอ็มเอ็มเอ, พีวีซี, พีเอส เมื่อเจือกับพอลิเมอร์เอบีเอสแล้วมีอย่างน้อย 1 อัตราส่วน ที่ได้สมบัติเหมาะสมในการผลิตหมวกนิรภัยได้ ตามมาตรฐานของวัตถุดิบพอลิเมอร์ชนิดเอบีเอส ที่ผลิตหมวกนิรภัยได้ตามมาตรฐานของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตามสมมติฐาน

THE DEVELOPMENT OF POLYMER ALLOYS BY USING SCRAP POLYMERS FOR PRODUCING SAFETY HELMETS

AN ABSTRACT

BY

SURASAK MEEVONG

Presented in partial fulfillment of the requirements for the

Master of Education degree in Industrial Education

at Srinakharinwirot University

May 1999

This research presented. The development of polymer alloys by using scrap polymers. Each alloying scrap polymer PC, PMMA, PVC and PS are added to ABS polymer to provide 4 types of polymer alloys; PC in ABS, PMMA in ABS, PVC and ABS and PS in ABS. Each type had been in 16 different ratios. That is 64 kinds of polymer alloys had been developed on this study. These new developed polymer alloys had been tested for their physical properties to compare with the standerd specification of polymer for producing safety helmet. Eight kinds of them met this standard specification.

The lowest cost of all these eight kinds had been chosen. It was PC added on ABC with the ratio ABS : PC : Additive : : 45 : 50 : 5. Using this polymer alloy to produce two models of safety helmet; head and chin protection and head protection only. The product results had shown satisfactory performance of both productivity and standard specification of safety helmet. The results were corresponded to the hyrothesis that uselese polymer, PC, PMMA, PVC, PS alloys after mixed with ABS at lease one ratio had the securety properties to produce standard safety helmet.