

บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุและสารเคมีที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานและทดสอบ

3.1.1 พีวีซีผสมเสริมชนิดเม็ด (PVC Compound) เบอร์ 6607/T ขาวชั้น จาก บริษัท บางกอก พีวีซี จำกัด สำหรับผลิตฉนวนสายไฟฟ้า THW มีคุณสมบัติแนะนำดังนี้

ASTMSD-792 Specific gravity 1.38

ASTMSD-2240 Hardness (Shore A) 80

ASTMSD-638 Tensile strength 21 MPa

ASTMSD-638 Elongation 340%

3.1.2 Di-2-ethylhexyl phthalate (DOP) และ Ethylene glycol (EG) ซึ่งใช้เป็นสารเติมแต่งพลาสติกไซเบอร์ในการทำวิจัยนี้

สูตรเคมี DOP : $C_{24}H_{38}O_4$

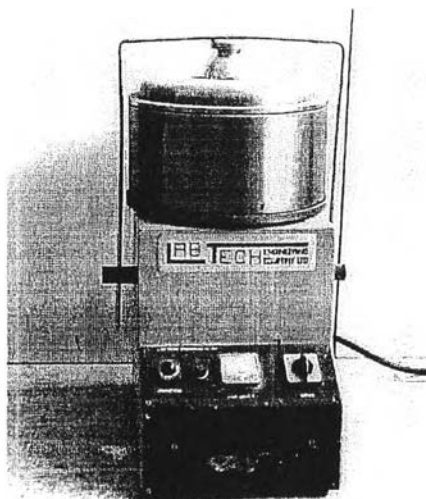
EG : CH_2OHCH_2OH

3.1.3 Tetrahydrofuran (THF) และ Methyl ethyl ketone (MEK) สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบวัดค่าเจลของวัสดุ

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานทดสอบ

3.2.1 เครื่องผสมความเร็วสูง (High speed mixing chamber)

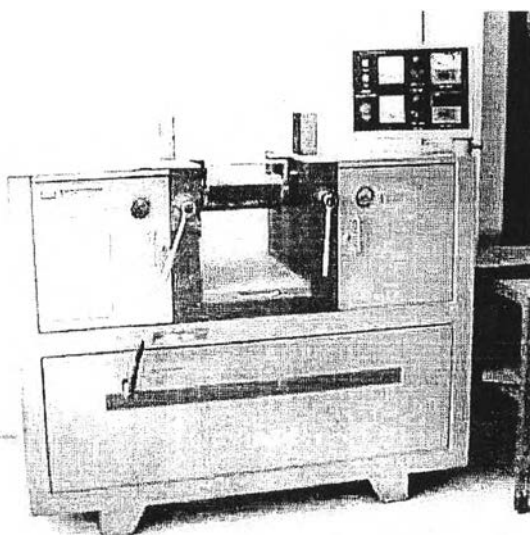
เครื่องผสมความเร็วสูง ยี่ห้อ Lab Tech ใช้ผสมส่วนผสมก่อนนำไปหลอมขึ้นรูปด้วยความร้อน ทำงานโดยวิธีการปั่นด้วยความเร็วสูง



รูปที่ 3.1 เครื่องผสมความเร็วสูง (High speed mixing chamber)

3.2.2 เครื่องหลอมและผสมแบบสองลูกกลิ้ง (Two roll mill)

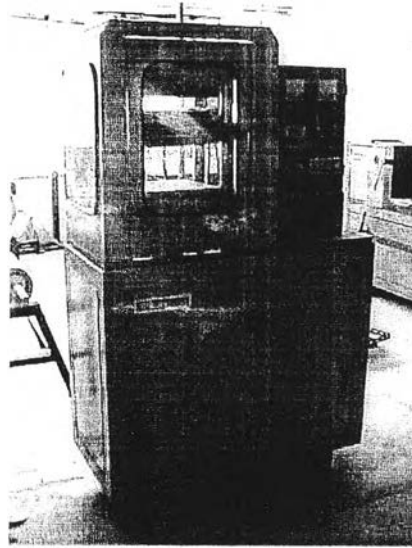
เครื่องหลอมและผสมแบบสองลูกกลิ้ง ยี่ห้อ Lab Tech ใช้สำหรับหลอมและผสมวัสดุดิบ



รูปที่ 3.2 เครื่องหลอมและผสมแบบสองลูกกลิ้ง (Two roll mill)

3.2.3 เครื่องอัด (Compressor machine)

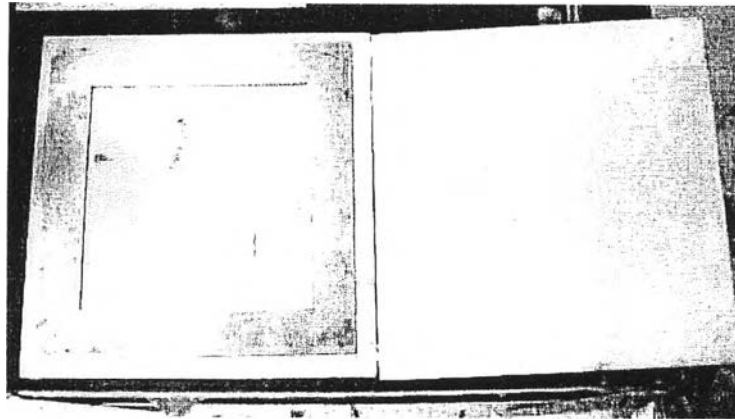
ยี่ห้อ Lab Tech เป็นเครื่องอัดขึ้นรูปชิ้นงานทำงานด้วยระบบไฮดรอลิก และมีแม่พิมพ์เป็นตัวกลางในการขึ้นรูป ทำงาน 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกให้ความร้อนในขณะที่อัดขึ้นรูป และ ขั้นตอนที่สองลดอุณหภูมิของชิ้นงานด้วยหล่อเย็น



รูปที่ 3.3 เครื่องอัด (Compression machine)

3.2.4 แม่พิมพ์สำหรับขึ้นรูป

แม่พิมพ์สำหรับขึ้นรูปเป็นแม่พิมพ์ที่ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม ใช้ร่วมกับเครื่องอัดขึ้นรูป เพื่อขึ้นรูปให้ชิ้นงานมีรูปร่างและขนาดความหนาตามต้องการ



รูปที่ 3.4 แม่พิมพ์สำหรับขึ้นรูป

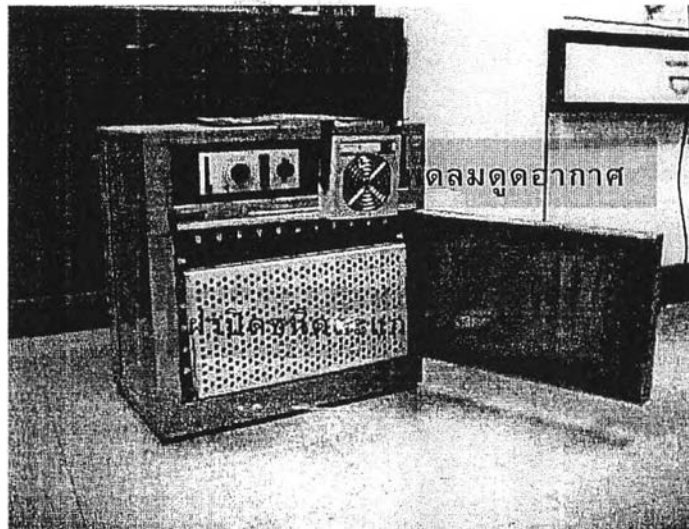
3.2.5 เครื่องตัดขึ้นรูปชิ้นงานสำหรับการทดสอบความต้านทานแรงดึง

เครื่องตัดขึ้นรูปชิ้นงานสำหรับการทดสอบความต้านทานแรงดึงประกอบด้วยเครื่องสำหรับตัดและแม่พิมพ์มีดตัด

3.2.6 เครื่องตัดขึ้นรูปชิ้นงานสำหรับการทดสอบหาค่าเจล

3.2.7 ตู้อบสำหรับบ่มแรงอายุชิ้นงานทดสอบ

ตู้สำหรับบ่มแรงอายุของชิ้นงานทดสอบ มีเครื่องควบคุมอุณหภูมิเพื่อรักษาอุณหภูมิให้คงที่ขณะบ่ม ขณะบ่มแรงเปิดฝาด้านหน้าตู้และใช้ตะแกรงปิดแทน ใช้พัดลมไฟฟ้าติดด้านบนของตู้ที่ระยะ 30 เซนติเมตร จากฝาด้านหน้าของตู้สำหรับดูดอากาศ แสดงไว้ตามรูปที่ 3.5

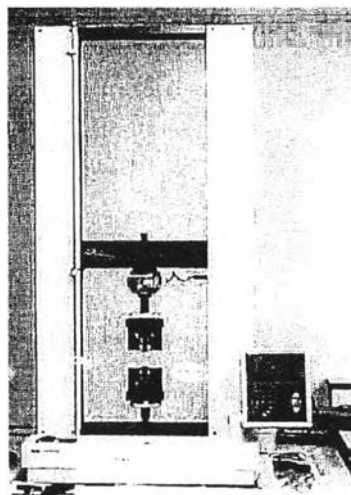


รูปที่ 3.5 ตู้สำหรับบ่มแรงอายุชิ้นงานทดสอบ

3.3 เครื่องมือวัด

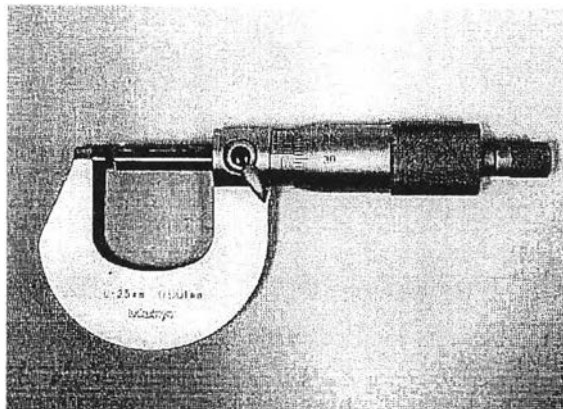
3.3.1 เครื่องมือทดสอบความต้านแรงดึงและความยืด

3.3.1.1 เครื่องมือทดสอบแรงดึง ยี่ห้อ HOUNSFIELD สำหรับใช้ทดสอบหาค่าความต้านทานแรงดึงและความยืด



รูปที่ 3.6 เครื่องมือทดสอบแรงความต้านทานดึงและความยืด

- 3.3.1.2 อุปกรณ์วัดความหนาของชิ้นงาน ไมโครมิเตอร์ สามารถวัดได้ละเอียดถึง 0.001 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.7 ไมโครมิเตอร์

- 3.3.2 ชุดอุปกรณ์สำหรับวัดค่าเจล

ประกอบด้วย

- 3.3.2.1 ขวดแก้ว
3.3.2.2 เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ ความละเอียด 0.01 มิลลิกรัม



รูปที่ 3.8 เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์

- 3.3.2.3 ตู้อบให้ความร้อน
3.3.2.4 ตัวทำละลาย THF และ MEK

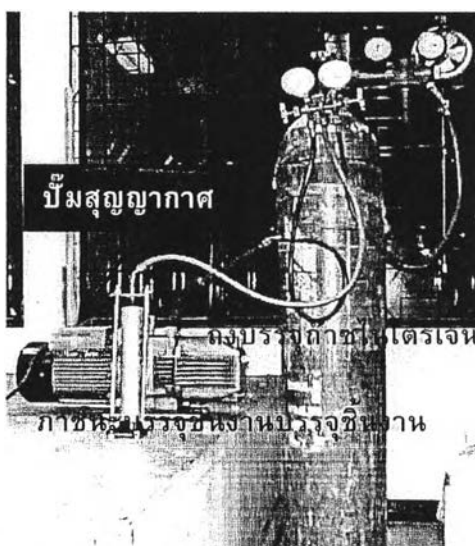
3.4 อุปกรณ์ในการฉายรังสีและต้นกำเนิดรังสีแกมมา

- 3.4.1 เครื่องฉายรังสี แหล่งกำเนิดรังสีแกมมา ความเข้ม 10 กิโลคูรี ปริมาณดูดกลืนรังสี 0.83 กิโลเกรย์ต่อชั่วโมงที่ระยะ 22 เซนติเมตรจากแหล่งกำเนิด



รูปที่ 3.9 เครื่องฉายรังสีแกมมา 10 กิโลคูรี

- 3.4.2 ภาชนะสำหรับบรรจุชิ้นงานเพื่อนำเข้าฉายรังสีและปั๊มสุญญากาศ ถึงก๊าซไนโตรเจน โดยภาชนะบรรจุชิ้นงานสามารถรักษาภาวะสุญญากาศและทนแรงดันจากการอัดก๊าซไนโตรเจนมากกว่า 25 บาร์



รูปที่ 3.10 ภาชนะบรรจุชิ้นงานเพื่อนำเข้าฉายรังสี

3.5 กรรมวิธีการเตรียมชิ้นงานตัวอย่าง

ผสมวัตถุดิบลงในถ้วยปั่นผสมตามอัตราส่วนน้ำหนักที่กำหนดไว้ใช้เวลาในการปั่นผสม 3 นาที ต่อ 1 ตัวอย่าง ความเร็วการปั่นผสมระดับที่ 1

อัตราส่วนผสมของชิ้นงานทดสอบ

พีวีซี 100 ส่วน

พีวีซี 100 ส่วน + DOP 5 ส่วน

พีวีซี 100 ส่วน + DOP 10 ส่วน

พีวีซี 100 ส่วน + DOP 15 ส่วน

พีวีซี 100 ส่วน + EG 5 ส่วน

พีวีซี 100 ส่วน + EG 10 ส่วน

พีวีซี 100 ส่วน + EG 15 ส่วน

พีวีซี 100 ส่วน + DOP 5 ส่วน + EG 5 ส่วน

พีวีซี 100 ส่วน + DOP 5 ส่วน + EG 10 ส่วน

พีวีซี 100 ส่วน + DOP 10 ส่วน + EG 5 ส่วน

พีวีซี 100 ส่วน + DOP 10 ส่วน + EG 10 ส่วน

นำวัตถุดิบที่ได้รับการปั่นผสมแล้ว มาหลอมผสมในเครื่องหลอมผสม อุณหภูมิของลูกกลิ้งที่ 1 160 องศาเซลเซียส \pm 5 องศาเซลเซียส ลูกกลิ้งที่ 2 อุณหภูมิ 165 องศาเซลเซียส \pm 5 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการหลอมผสมน้อยกว่า 5 นาที จากนั้นรีดออกมาเป็นแผ่นหนาประมาณ 1 มิลลิเมตร

นำแผ่นพีวีซีที่ผ่านการหลอมผสมแล้วมาตัดและจัดวางลงในแม่พิมพ์สำหรับอัด จากนั้นนำแม่พิมพ์เข้าเครื่องอัด โดยตั้งค่าเครื่องดังนี้

- ตั้งอุณหภูมิตัวให้ความร้อนตัวบน 165 องศาเซลเซียส \pm 5 องศาเซลเซียส
- ตั้งอุณหภูมิตัวให้ความร้อนตัวล่าง 165 องศาเซลเซียส \pm 5 องศาเซลเซียส
- ตั้งอุณหภูมิตัวลดความร้อนตัวบน 10 องศาเซลเซียส
- ตั้งอุณหภูมิตัวลดความร้อนตัวล่าง 10 องศาเซลเซียส
- ตั้งแรงดันน้ำมันในการอัดแม่พิมพ์ 100 บาร์
- เวลาในการให้ความร้อน 8 นาที
- เวลาในการลดความร้อน 8 นาที

นำพีวีซีแผ่นที่ผ่านกระบวนการอัดแล้วมาตัดขึ้นรูปสำหรับชิ้นงานทดสอบความต้านทานแรงดึง ความยืดและชิ้นงานทดสอบวัดค่าแรงดึง ด้วยเครื่องมือทดสอบตามหัวข้อ 3.3.1 และ 3.3.2. ในวิทยานิพนธ์นี้

3.6 กรรมวิธีการฉายรังสี

การฉายรังสีจะมีสามสถานะที่ทำการทดลอง คือ บรรยากาศปกติ, บรรยากาศของก๊าซเฉื่อย (ไนโตรเจน) และ สุญญากาศ ชิ้นงานของแต่ละส่วนผสมจะถูกนำไปฉายรังสีให้ได้ปริมาณรังสี 25, 50, 75, 100, 150 และ 200 กิโลเกรย์

การฉายรังสีที่สถานะบรรยากาศปกติ

นำชิ้นงานเรียงลงในภาชนะสำหรับฉายรังสี แล้วนำไปฉายรังสี ให้ได้รับปริมาณรังสีตามที่กำหนด

การฉายรังสีที่สถานะบรรยากาศของก๊าซเฉื่อยไนโตรเจน 99.99%

นำชิ้นงานเรียงลงในภาชนะที่ทำ ขึ้นสำหรับการฉายรังสีในงานวิจัยนี้และนำไปทำให้เกิดสถานะสุญญากาศ (ความดันบรรยากาศภายในภาชนะต่ำกว่า 10 มิลลิเมตรปรอท) แล้วจึงเติมด้วยก๊าซไนโตรเจนความบริสุทธิ์ 99.99% จากถังก๊าซโดยควบคุมความดันที่ 25 บาร์ จนความดันในภาชนะบรรจุเท่ากับความดันควบคุม จากนั้นจึงนำไปฉายรังสี ให้ได้รับปริมาณรังสีตามที่กำหนด

การฉายรังสีในสถานะสุญญากาศ

นำชิ้นงานเรียงลงในภาชนะที่ทำขึ้น สำหรับการฉายรังสีในงานวิจัยนี้และนำไปทำให้เกิดสถานะสุญญากาศ (ความดันบรรยากาศภายในภาชนะต่ำกว่า 10 มิลลิเมตรปรอท) แล้วจึงนำไปฉายรังสีให้ได้รับปริมาณรังสีตามที่กำหนด

หลังจากการฉายรังสี

นำชิ้นงานมาเก็บไว้อย่างน้อย 24 ชั่วโมงเพื่อให้โมเลกุลภายในชิ้นงานเกิดการจัดเรียงตัวที่สมบูรณ์ ก่อนการนำไปวัดและทดสอบ

3.7 กรรมวิธีการทดสอบวัดค่าความต้านแรงดึงและความยืด

ทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยโพลีไวนิลคลอไรด์ (Standard for PVC insulated copper cables) มอก.11-2531

3.8 กรรมวิธีทดสอบหาค่าเจล

เตรียมชิ้นงานตัวอย่างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีน้ำหนักประมาณ 0.3-0.35 กรัม

เตตระไฮโดรฟิวแรน (Tetrahydrofuran : THF) 5 % ผสมลงใน เมทิลเอทิลคีโตน (Methyl ethyl ketone : MEK) 95% โดยปริมาตร ใช้เป็นตัวทำละลายตามกระบวนการวิธีทดสอบ ดังนี้

วางชิ้นทดสอบในเดซิกเคเตอร์ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลาอย่างน้อย 20 ชั่วโมง ซึ่งชิ้นงานทดสอบทันทีที่นำออกจากเดซิกเคเตอร์ หน่วงเป็นมิลลิกรัม ทศนิยม 1 ตำแหน่ง นำชิ้นงานทดสอบใส่ลงในขวดแก้วขนาด 10 มิลลิลิตร เติมตัวทำละลาย 10 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิห้อง แช่ชิ้นงานเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำชิ้นงานที่เหลืออยู่ไปอบให้แห้งในตู้อบอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นนำชิ้นงานไปชั่งน้ำหนักที่เหลืออยู่ และคำนวณหาปริมาณเจล

3.7 การทดสอบการสูญเสียของมวล

ทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยโพลีไวนิลคลอไรด์ (Standard for PVC insulated copper cables) มอก.11-2531