

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 ขั้นตอนการศึกษา

3.1.1 ทำการรวบรวม พร้อมทั้งศึกษาข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเชื่อมสี่เส้นใยพอลิเมอร์ ด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหนือวิกฤต

3.1.2 ออกแบบอุปกรณ์สำหรับกระบวนการเชื่อมที่ความดันสูง

3.1.3 ทำการทดลองเชื่อมสี่เส้นใยพอลิเมอร์ ด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหนือวิกฤต โดยทำการปรับเปลี่ยนสภาวะในการทดลอง คือ อุณหภูมิ ความดัน และเวลา

3.1.4 ตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสี่เชื่อมที่ละลายในเส้นใยพอลิเมอร์ ด้วยการสกัดแยกสี่เชื่อมออกจากเส้นใยด้วยตัวทำละลายเอทานอล โดยวิธีการรีฟลักซ์

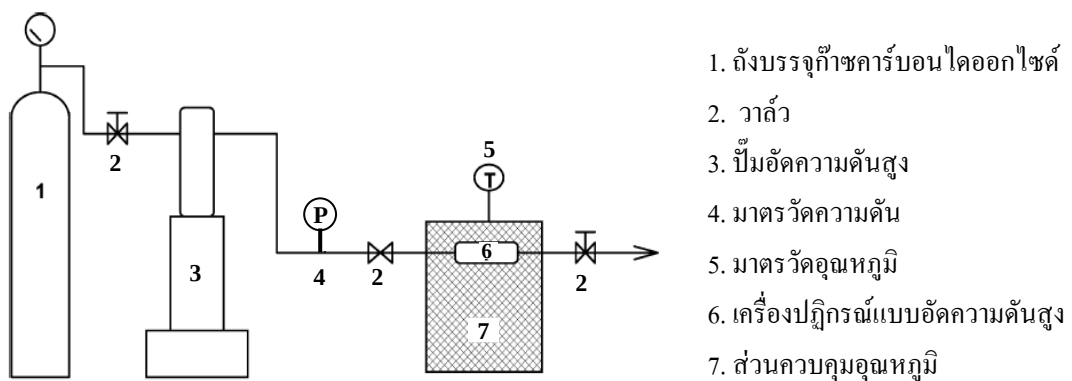
3.1.5 การทดสอบคุณภาพของเส้นใยที่ผ่านการเชื่อมด้วยวิธีที่เป็นมาตรฐาน เช่น AATCC, ISO

3.1.6 สรุปผลการทดลอง และเขียนรายงาน

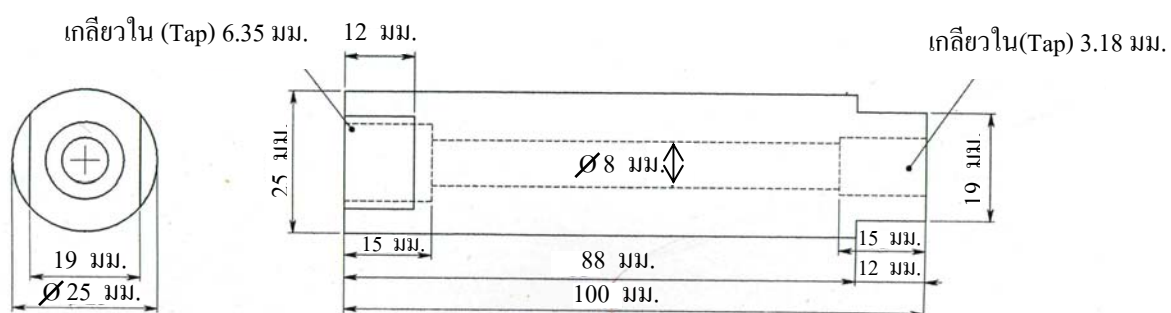
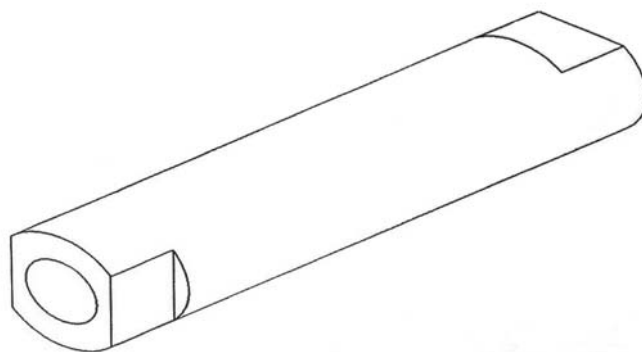
3.2 วิธีการดำเนินงาน

3.2.1 การออกแบบอุปกรณ์สำหรับกระบวนการเชื่อมที่ความดันสูง

ทำการออกแบบอุปกรณ์สำหรับกระบวนการเชื่อมที่ความดันสูง ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนภาพกระบวนการเชื่อมสี่เส้นใยพอลิเมอร์ด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหนือวิกฤต



รูปที่ 3.2 แบบและภาคตัดขวางของเครื่องปฏิบัติการแบบอัดความดันสูง

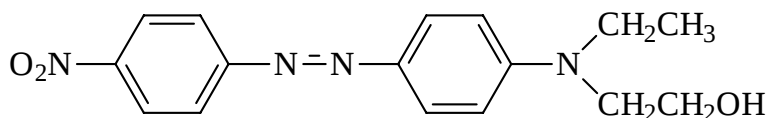


รูปที่ 3.3 ป้อนอัดความดันสูง

3.2.2 การย้อมสีเส้นใยพอลิเมอร์ด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหนือวิกฤต

3.2.2.1 สารเคมีและอุปกรณ์

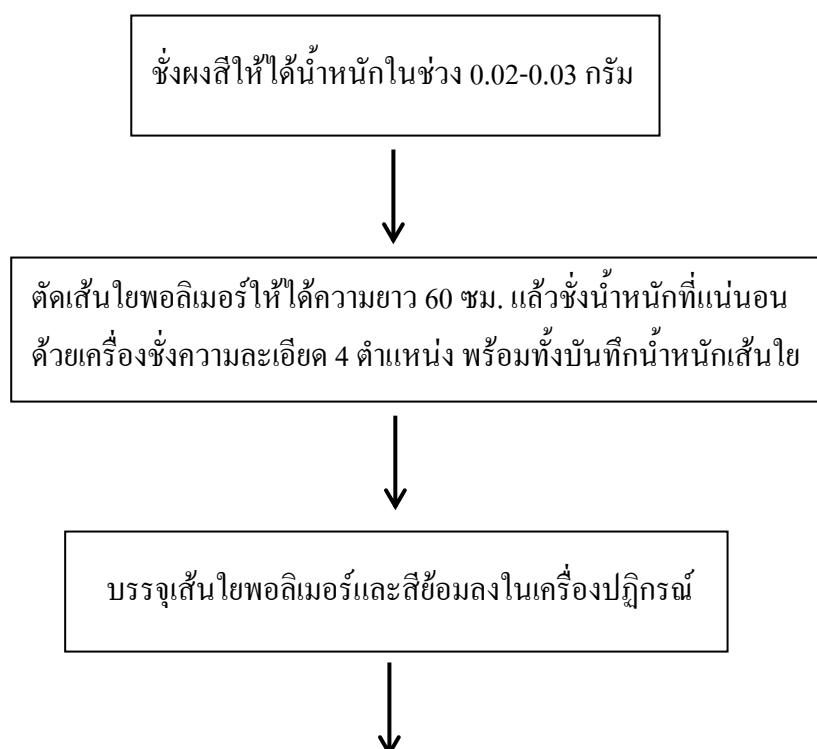
- สีย้อมชนิดเอโซชื่อ C.I. Disperse Red 1 หรือมีชื่อทางเคมี (2-[4-(4-nitrophenylazo)-*n*-ethyl-phenylamino]ethanol), Dye content 50 % จาก บริษัท Sigma-Aldrich จำกัด

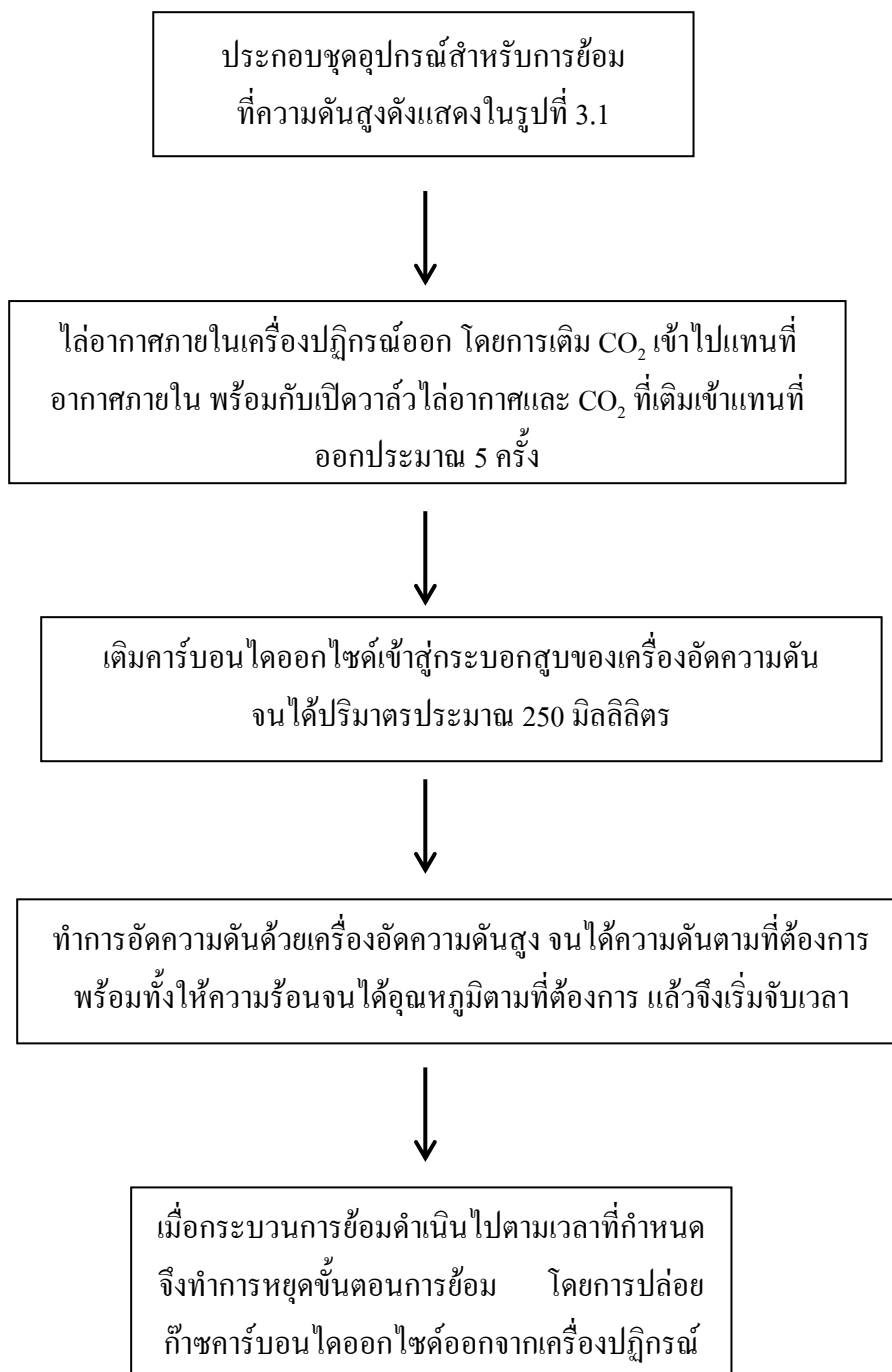


รูปที่ 3.4 โครงสร้างโมเลกุลของสีย้อม C.I. Disperse Red 1

- เส้นใยพอลิเอสเตอร์ชนิดเส้นด้ายสีขาว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 42.4 ไมครอน
- เครื่องปฏิกรณ์ทนความดันสูง ปริมาตร 5 มิลลิตร
- ปัมพ์อัดความดันสูง
- คาร์บอนไดออกไซด์ความบริสุทธิ์ 99.99 % จาก บริษัทแพรกแอร์ จำกัด
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ

3.2.2.2 กระบวนการย้อมสีเส้นใยพอลิเมอร์





3.2.3 การวิเคราะห์ปริมาณสีย้อมในเส้นใยด้วยเทคนิคยูวี-วิซิบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

3.2.3.1 สารเคมีและอุปกรณ์

- เส้นใยพอลิเมอร์ที่ผ่านการย้อมสี
- ตัวทำละลายเอทานอล (AR Grade) ความบริสุทธิ์ 99.9 % จากบริษัท Lab Scan จำกัด
- ขวดกั่นกลม 3 ทาง
- แท่นวางชุดรีฟลักซ์

- เครื่องให้ความร้อน
- สารละลายที่ได้จากการรีฟลักซ์เส้นใย ที่ผ่านการย้อม
- เครื่องยว-วิชิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

3.2.3.2 การสกัดสีย้อมออกจากเส้นใยด้วยวิธีการรีฟลักซ์

- 1) นำเส้นใยพอลิเมอร์ที่ผ่านการย้อม มาล้างด้วยน้ำเพื่อกำจัดเอาสีที่ติดเกินออกไป จากนั้นจึงเส้นใยให้แห้ง แล้วทำการชั่งน้ำหนักเส้นใยที่ได้
- 2) ทำการวิเคราะห์หาปริมาณสีย้อมในเส้นใยพอลิเมอร์ โดยการสกัดเอาสีย้อมออกจากเส้นใยด้วยวิธีการรีฟลักซ์ในตัวทำละลายเอทานอล ปริมาตร 20 มิลลิลิตร พร้อมทั้งให้ความร้อนที่ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ถึง 10 ชั่วโมง หรือจนกว่าสีย้อมจะละลายออกจากเส้นใยพอลิเมอร์ได้หมด (โดยการเปรียบเทียบจากสีของเส้นใยก่อนผ่านการย้อม)

3.2.3.3 การวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ได้จากการรีฟลักซ์

- 1) นำสารละลายที่ได้จากการรีฟลักซ์เส้นใยพอลิเมอร์ ที่ยังไม่ผ่านกระบวนการย้อม (blank) บรรจุลงในเซลล์ควอทซ์ แล้วใช้ค่าการดูดกลืนแสงให้มีค่าเท่ากับศูนย์ โดยใช้ความยาวคลื่นแสงเท่ากับ 479 นาโนเมตร
- 2) นำสารละลายที่ได้จากการสกัดเอาสีย้อมออกจากเส้นใยด้วยวิธีการรีฟลักซ์ บรรจุลงในเซลล์ควอทซ์ จากนั้นจึงทำการวัดค่าการดูดกลืนแสง โดยใช้ความยาวคลื่นแสงเท่ากับ 479 นาโนเมตร
- 3) บันทึกค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ เพื่อนำไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณสีย้อมที่ละลายในเส้นใยด้วยการเทียบกับกราฟมาตรฐานที่เตรียมไว้ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก) และรายงานผลค่าการละลายของสีย้อมในเส้นใยพอลิเมอร์ในหน่วย กรัมสีย้อมต่อกรัมพอลิเมอร์

3.2.4 การทดสอบคุณภาพเส้นใยหลังการย้อม

ตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบคือ เส้นใยพอลิเอสเตอร์ที่ผ่านการย้อม ที่สภาวะความดัน 15.0 เมกะพาสคาล อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 180 นาที โดยในการทดสอบต้องใช้เส้นใยที่ผ่านการย้อมที่น้ำหนัก 5 กรัม ต่อหนึ่งรายการทดสอบ ซึ่งได้ทำการทดสอบคุณภาพสิ่งทอ 3 รายการ คือ การทดสอบความคงทนของสีต่อแสง การทดสอบความคงทนของสีต่อการซักล้าง การทดสอบความคงทนของสีต่อเหงื่อ โดยการทดสอบดังกล่าวได้รับความอนุเคราะห์จากสถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ

3.2.4.1 การทดสอบความคงทนของสีต่อแสง (Colourfastness to Light)

ทดสอบตามมาตรฐาน AATCC Test Method 16-2004 OPTION 3 (20 AATCC FADING UNITS) ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ถูกจัดตั้งขึ้นโดยองค์กรในประเทศสหรัฐอเมริกา ในการทดสอบครั้งนี้ได้ใช้แหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์เพื่อเลียนแบบแสงธรรมชาติ ซึ่งแหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์ที่ใช้คือ

แหล่งกำเนิดแสงซีนอน (xenon arc lamp) ที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 400-750 นาโนเมตร โดยใช้เวลาในการทดสอบ 20 ชั่วโมง และบันทึกผลการทดสอบโดยการเปรียบเทียบสีของเส้นใยที่เปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับสเกลสีเทา (gray scale) ซึ่งแบ่งระดับผลการทดสอบไว้ที่ระดับ 1-5 โดยระดับ 1 หมายถึง สีมืดความคงทนต่อแสงต่ำสุด หรือเจดสีทดสอบมีการเปลี่ยนแปลงต่อแสงได้ดีที่สุด และระดับ 5 หมายถึง สีมืดความคงทนต่อแสงสูงสุด หรือเจดสีทดสอบมีการเปลี่ยนแปลงต่อแสงได้ต่ำที่สุด

3.2.4.2 การทดสอบความคงทนของสีต่อการซักล้าง (Colourfastness to Washing)

ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 105-C01 : 1989 (E) ซึ่งได้ทำการทดสอบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และประเมินผลโดยพิจารณาความสามารถของสีที่ตกติดผ้าขาวมาตรฐาน (wool reference) 6 ชนิด คือ ACETATE, COTTON, NYLON, POLYESTER, ACRYLIC และ WOOL แล้วบันทึกผลการทดสอบโดยการเปรียบเทียบสีของเส้นใยที่เปลี่ยนแปลง เมื่อเทียบกับสเกลสีเทา ซึ่งแบ่งระดับผลการทดสอบไว้ที่ระดับ 1-5 โดยระดับ 1 หมายถึง สีมืดความคงทนต่อการซักล้างต่ำสุด หรือสีมีการตกติดผ้าขาวมาตรฐานได้ดีที่สุด ระดับ 5 หมายถึง สีมืดความคงทนต่อการซักล้างสูงสุด หรือสีมีการตกติดผ้าขาวมาตรฐานได้ต่ำที่สุด

3.2.4.3 การทดสอบความคงทนของสีต่อเหงื่อ (Colourfastness to Perspiration)

ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 105-E04 : 1994 (E) ซึ่งการทดสอบความคงทนของสีต่อเหงื่อสามารถแบ่งสถานะของเหงื่อสังเคราะห์ที่ใช้ในการทดสอบได้ 2 สถานะ คือ

- การทดสอบความคงทนของสีต่อเหงื่อสังเคราะห์ที่มีสถานะเป็นกรด
- การทดสอบความคงทนของสีต่อเหงื่อสังเคราะห์ที่มีสถานะเป็นเบส

การประเมินผลจะพิจารณาความสามารถของสีที่ตกติดผ้าขาวมาตรฐาน 6 ชนิดคือ ACETATE, COTTON, NYLON, POLYESTER, ACRYLIC และ WOOL แล้วบันทึกผลการทดสอบโดยการเปรียบเทียบสีของเส้นใยที่เปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับสเกลสีเทา ซึ่งแบ่งระดับผลการทดสอบไว้ที่ระดับ 1-5 โดยระดับ 1 หมายถึง สีมืดความคงทนต่อเหงื่อสังเคราะห์ต่ำสุด หรือสีมีการตกติดผ้าขาวมาตรฐานได้ดีที่สุด ระดับ 5 หมายถึง สีมืดความคงทนต่อเหงื่อสังเคราะห์สูงสุด หรือสีมีการตกติดผ้าขาวมาตรฐานได้ต่ำที่สุด