

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดสอบ

เพื่อให้การทดสอบดำเนินไปอย่างถูกต้องและประสบผลสำเร็จ จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทราบถึงวิธีการทดสอบ อุปกรณ์การทดสอบ และการวิเคราะห์ผลการทดสอบ ซึ่งสามารถอธิบายในรายละเอียดได้ดังนี้

3.1 อุปกรณ์การทดสอบ

3.1.1 เทอร์โมไซฟอนแบบปิดสองสถานะทำจากท่อโพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 15 มิลลิเมตร ยาว 400 มิลลิเมตร โดยฝาปิดส่วนควบแน่นจะมีวาล์วเดิมสารทำงานที่ทำจากทองแดงเชื่อมต่ออยู่เพื่อใช้ในการเติมสารทำงาน ดังในรูป 3.1



รูป 3.1 เทอร์โมไซฟอนชนิดเอชดีพีอี
(หน่วยการวัดทั้งหมดเป็นมิลลิเมตร)

3.1.2 สารทำเย็น R113 มีจุดเดือดที่ความดันบรรยากาศเท่ากับ 47.56 °C ความดันที่อุณหภูมิทำงาน 40 °C และ 80 °C เท่ากับ 0.07828 MPa และ 0.26559 MPa ตามลำดับ ส่วน R123 มีจุดเดือด 27.89 °C ความดันที่ทั้ง 3 อุณหภูมิทำงานเท่ากับ 0.15448 MPa, 0.28624 MPa และ 0.48995 MPa ตามลำดับ ดังในรูป 3.2



รูป 3.2 สารทำเย็น R113 และ R123

3.1.3 ชิ้นงานท่อพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง ที่ตัดตามมาตรฐาน ASTM 2290-92 เพื่อใช้ในการทดสอบการทนต่อแรงดึง ดังในรูป 3.3

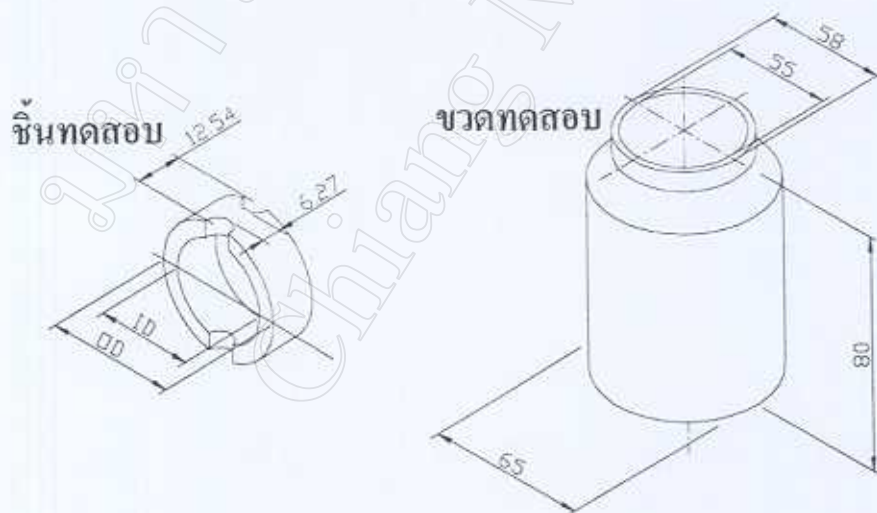


รูป 3.3 ชิ้นงานท่อพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง

3.1.4 ขวดใส่ชิ้นงานและสารทำเย็น เป็นขวดแก้วปิดฝาโดยสนิท ภายในบรรจุชิ้นทดสอบ 5 ชิ้น และสารทำเย็น 40 ลูกบาศก์เซนติเมตร ดังในรูป 3.4



รูป 3.4 ขวดใส่ชิ้นงานและสารทำเย็น



รูป 3.5 ลักษณะขวดทดสอบและชิ้นทดสอบของท่อพลาสติกชนิดเอชดีพีอี

หมายเหตุ : ชิ้นทดสอบไม่ได้วัดตามสเกลเดียวกับขวดทดสอบ

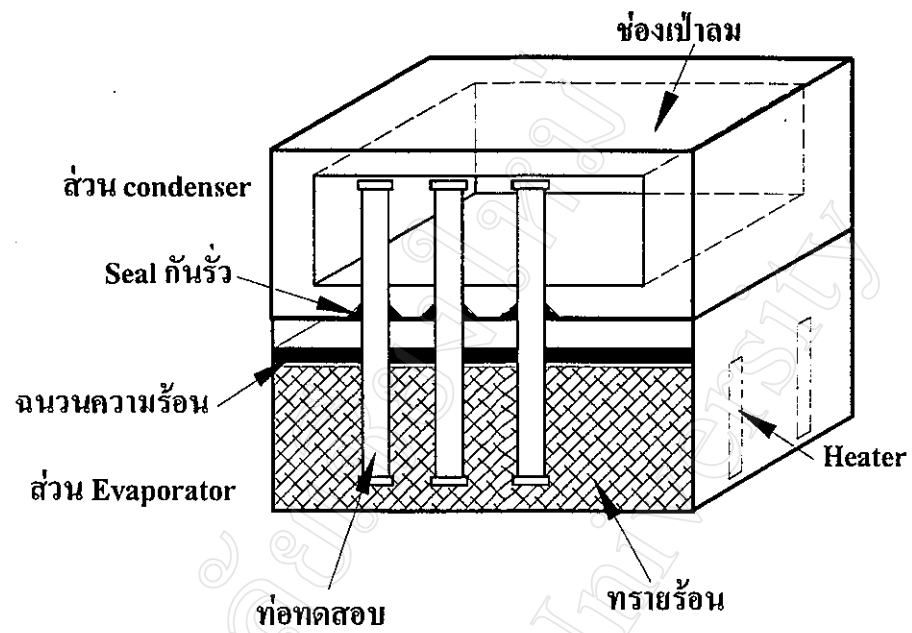
และหน่วยการวัดทั้งหมดเป็นมิลลิเมตร

3.2 อุปกรณ์ประกอบและเครื่องมือวัด

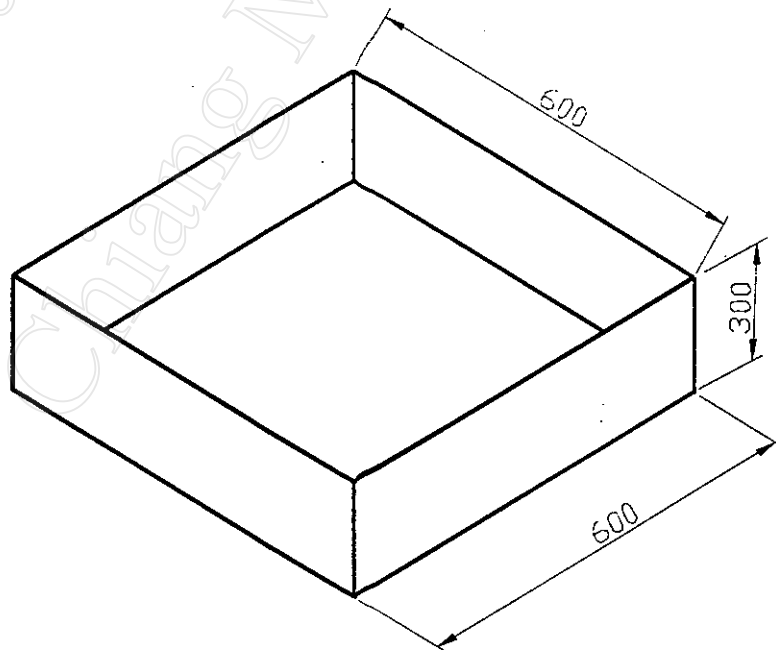
3.2.1 ถังทดสอบ เป็นถังเหล็กขนาดความกว้าง ความยาว และความสูง เท่ากับ 600 600 และ 300 มิลลิเมตร ตามลำดับ จำนวน 2 ถัง โดยถังที่หนึ่ง ทำหน้าที่เป็นถังส่วนทำระเหยซึ่งมีการติดแผ่นให้ความร้อนขนาดแผ่นละ 300 วัตต์ ไว้รอบถังด้านละ 2 แผ่นและด้านล่าง 2 แผ่น รวมเป็น 10 แผ่น ภายในบรรจุทรายละเอียดไว้สูง 20 เซนติเมตร มีการติดเทอร์โมสแตดไว้ห่างจากขอบถัง 2.5 เซนติเมตร เพื่อควบคุมอุณหภูมิให้ได้ตามต้องการ ถังที่ 2 ทำหน้าที่เป็นถังส่วนควบแน่น ด้านล่างของถังจะเจาะรูไว้เท่ากับจำนวนท่อเทอร์โมไซฟอน โดยมีช่องเป่าลมเย็นจากพัดลมเพื่อเป็นการระบายความร้อน ชุดถังทดสอบที่ประกอบแล้ว แสดงในรูป 3.6



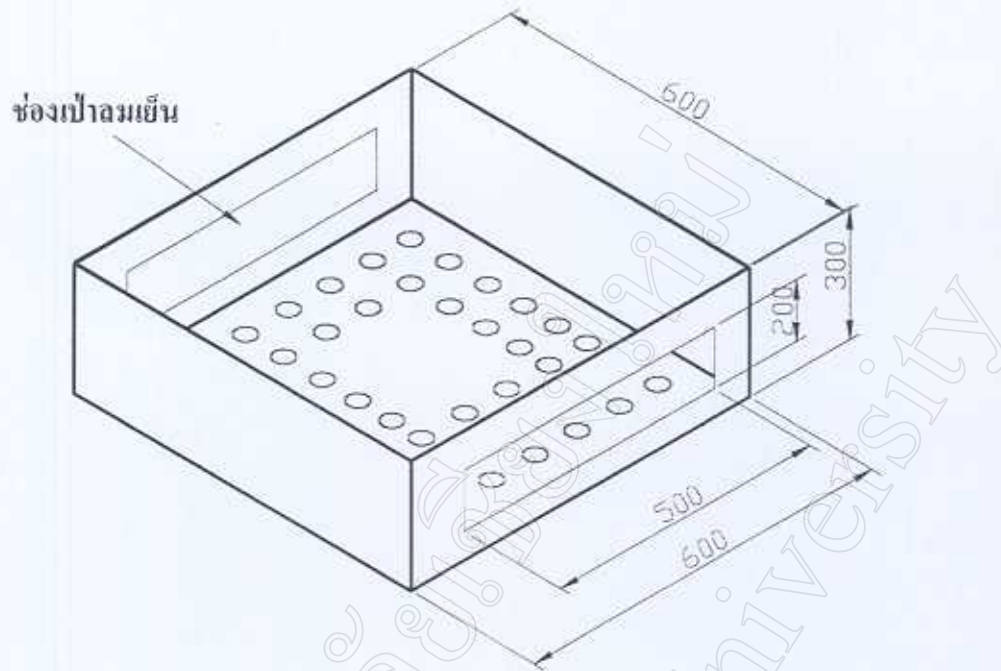
รูป 3.6 ชุดถังทดสอบ



รูป 3.7 แสดงส่วนประกอบต่างๆของชุดถังทดสอบ



รูป 3.8 ขนาดและมิติของถังทดสอบส่วนทำระเหย
(หน่วยการวัดทั้งหมดเป็นมิลลิเมตร)



รูป 3.9 ขนาดและมิติของถังทดสอบส่วนควบแน่น
(หน่วยการวัดทั้งหมดเป็นมิลลิเมตร)

3.2.2 เครื่องชั่ง ยี่ห้อ METTLER รุ่น AJ150L แสดงผลเป็นตัวเลขละเอียดถึงทศนิยมที่ 4 ในหน่วยกรัม เพื่อใช้วัดมวลของชิ้นทดสอบ ดังแสดงในรูป 3.10



รูป 3.10 เครื่องชั่ง

3.2.3 เครื่อง Atomic Absorption Spectrometry เพื่อใช้วัดคุณสมบัติทางเคมีอินทรีย์ของสาร
ทำขึ้น R113 และ R123 ดังแสดงในรูป 3.11



รูป 3.11 เครื่อง Atomic Absorption Spectrometry

3.2.4 เครื่อง Infrared Spectrometry ซีรี่ Nicolet รุ่น 510 เพื่อใช้วัดคุณสมบัติทางเคมีอินทรีย์
ของสารทำขึ้น R113 และ R123 ดังแสดงในรูป 3.12



รูป 3.12 เครื่อง Infrared Spectrometry

3.2.5 เครื่องวัดการทนต่อแรงดึง ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น AGS-500A โดยใช้ Load Cell 500 kg ความเร็วในการดึงขึ้นทดสอบ 10 มิลลิเมตร/ นาที ดังแสดงในรูป 3.13



รูป 3.13 เครื่องวัดการทนต่อแรงดึง

3.2.6 หัวดึง สร้างขึ้นจากเหล็ก หนา 5 มิลลิเมตร ตามมาตรฐาน ASTM2290-92 ปลายยึดเป็นแบบเจาะรูใส่สลัก ใช้สำหรับจับยึดชิ้นทดสอบในการวัดการทนต่อแรงดึง โดยมีแท่งทองเหลืองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร ช่วยยึดชิ้นทดสอบให้อยู่ในแนวแกนศูนย์กลางของเครื่องทดสอบ ดังแสดงในรูป 3.14



รูป 3.14 หัวดึง

3.3 ขั้นตอนการทดสอบ

ทำการแยกวิธีวิจัยเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ คือ

3.3.1 ขั้นตอนการทดลอง เพื่อเปรียบเทียบผลระหว่างชั้นทดสอบที่แช่ในสารทำเย็นและชั้นทดสอบที่ตัดมาจากเทอร์โมโซโฟนเมื่อสภาวะแวดล้อมของชั้นทดสอบแตกต่างกัน

ก. ท่อทดสอบ

ทำการประกอบท่อตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยใช้ท่อพลาสติกชนิด HDPE ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 15 มม ยาว 40 เซนติเมตร โดยต่อวาล์วด้านส่วนควมแน่นเข้ากับชุดเดิมสารทำเย็นและเครื่องทำสุญญากาศ แล้วเดินเครื่องเครื่องทำสุญญากาศ ทำการเติมสารทำเย็นลงในท่อตามปริมาณที่กำหนดไว้ จากนั้นถอดชุดเดิมสารทำเย็นจากท่อและนำท่อทดสอบด้านส่วนทำระเหยไปฝังในกระบะทรายที่ติดเครื่องให้ความร้อนอยู่รอบๆ ทำการปรับอุณหภูมิที่เครื่องให้ความร้อนและปลั๊กความร้อนตามที่ได้กำหนดไว้ ทำการทดลองอย่างต่อเนื่อง ที่เวลาการทดสอบ 500 1000 และ 3000 ชั่วโมง จะทำการวัดความหนาและความกว้างของชั้นทดสอบที่ตัดจากท่อส่วนทำระเหยที่ระดับความสูง 5 เซนติเมตร จากปลายท่อส่วนทำระเหย โดยใช้ไมโครมิเตอร์ นำชั้นทดสอบไปส่องดูโครงสร้างพื้นผิวโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ วัดการทนต่อแรงดึง (Tensile Strength) ของชั้นทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D2290-92 ใช้เครื่อง Infra-Red Spectroscopy (IR) และ Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) เพื่อหาธาตุหรือสารประกอบที่เกิดขึ้นในสารทำเย็นภายในเทอร์โมโซโฟนพลาสติกชนิด HDPE

ข. ชั้นทดสอบ

ตัดชั้นทดสอบลักษณะวงแหวนตามมาตรฐาน ASTM D2290-92 ก่อนการทดลองทำการวัดมวลของชั้นทดสอบโดยใช้เครื่องชั่งความถูกต้อง ± 0.005 กรัม จากนั้นบรรจุชั้นทดสอบลงในขวดแก้วขวดละ 5 ชั้นและเติมสารทำเย็นในแต่ละขวดละ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดฝาขวดให้สนิท บรรจุทุกขวดการทดสอบลงในกระบะทรายร้อนที่ควบคุมอุณหภูมิไว้แล้ว ทำการทดลองอย่างต่อเนื่อง ที่เวลา 500 1000 และ 3000 ชั่วโมง จะทำการวัดความหนาและความกว้างคอดของชั้นทดสอบโดยใช้ไมโครมิเตอร์ วัดมวลของชั้นทดสอบ ทำการวัดการทนต่อแรงดึง (Tensile Strength) ของชั้นทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D2290-92

3.4 วิธีการวิเคราะห์ผล

ขั้นตอนการวิเคราะห์ผลการทดลอง

- ทำการเปรียบเทียบมวลของทั้งท่อทดสอบและชิ้นทดสอบที่เปลี่ยนแปลงไปก่อนและหลังการทดสอบ เพื่อวิเคราะห์หาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เวลาทำงาน 500 1000 และ 3000 ชั่วโมง
- จากภาพถ่ายโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ ทำการศึกษาถึงรูปแบบการเกิดปฏิกิริยาบนพื้นผิวท่อ
- จากการใช้เครื่อง Infra-Red Spectroscopy (IR) และ Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) ทำการศึกษารูปร่างหรือสารประกอบที่เกิดขึ้นในสารทำเย้นภายในเทอร์โมไซฟอน ที่เวลาทำงาน 500 1000 และ 3000 ชั่วโมง
- ทำการเปรียบเทียบค่าการทนต่อแรงดึงของทั้งท่อทดสอบและชิ้นทดสอบก่อนและหลังการทดสอบ ที่เวลาทำงาน 500 1000 และ 3000 ชั่วโมง
- หาอัตราการเกิดปฏิกิริยาโดยการวัดการเปลี่ยนแปลงของมวลและสมบัติเชิงกลของชิ้นทดสอบที่เวลาทำงาน 500 1000 และ 3000 ชั่วโมง
- ทำการสรุปผลเพื่อศึกษาความเข้ากันได้ของท่อพลาสติกชนิด HDPE กับสารทำเย้น R113 และ R123
- ทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเทอร์โมไซฟอนกับระยะเวลาที่ทำการทดสอบและอุณหภูมิทำงานใดๆ
- ทำการสรุปผลของการเกิดปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายใต้การปฏิบัติงานระยะยาวที่มีต่อสมบัติเชิงกลในด้านการทนต่อแรงดึงของท่อพลาสติกชนิด HDPE
- ทำการสรุปผลของอุณหภูมิการทำงาน เวลาที่ทำการทดสอบ ชนิดของสารทำเย้นที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาในเทอร์โมไซฟอน
- ใช้แบบจำลองของอาร์เรเนียสเข้ากับข้อมูลการทดสอบ เพื่อสร้างสมการความสัมพันธ์ไว้ใช้ทำนายอายุการใช้งานของระบบดังกล่าวที่เวลาและอุณหภูมิทำงานใดๆ