

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพประกอบ	ฎ
อักษรย่อและสัญลักษณ์	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	2
1.2.1 เทอร์โมไซฟอนพลาสติก	2
1.2.2 การทดสอบอายุการใช้งานของเทอร์โมไซฟอน	3
1.2.3 การศึกษาการเกิดปฏิกิริยาการกัดกร่อนบนพื้นผิวเทอร์โมไซฟอน	4
1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย	8
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษาวิจัย	8
1.5 ขอบเขตของการศึกษาวิจัย	9
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	
2.1 หลักการและทฤษฎีของเทอร์โมไซฟอน	10
2.2 เงื่อนไขการออกแบบเพื่อสร้างท่อความร้อนหรือเทอร์โมไซฟอน	11
2.3 การพิจารณาความเข้ากันได้ของระบบท่อความร้อน	13
2.4 การศึกษาอายุการใช้งานของท่อความร้อน	14
2.5 การตรวจสอบคุณสมบัติทางกลของวัสดุท่อ	18
2.6 การวิเคราะห์สารทำเย็นด้วย IR Spectrophotometer	22
2.7 การวิเคราะห์สารทำเย็นด้วย Atomic Absorption Spectrophotometer	23
บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดสอบ	
3.1 อุปกรณ์การทดสอบ	24
3.2 อุปกรณ์ประกอบและเครื่องมือวัด	27
3.3 ขั้นตอนการทดสอบ	32
3.4 วิธีวิเคราะห์ผล	33

บทที่ 4 ผลการทดสอบและวิจารณ์ผลการทดสอบ	
4.1 ลักษณะการเกิดปฏิกิริยาของเทอร์โมไซฟอน	34
4.2 ความแตกต่างทางความแข็งแรงคลากของชั้นทดสอบ	46
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการศึกษาวิจัย	54
5.2 ข้อเสนอแนะ	55
บรรณานุกรม	56
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ตารางคุณสมบัติของท่อเอชดีพีอี และ	58
สารทำเย็น R113 และ R123	
และ มาตรฐาน ASTM D2290-92	
ภาคผนวก ข ตารางผลการทดลอง	71
ประวัติผู้เขียน	96

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 แสดงชนิดและช่วงอุณหภูมิใช้งานของสารทำเย็น	12
2.2 ข้อมูลความเข้ากันได้ของวัสดุพรมกับสารทำเย็นที่อุณหภูมิใช้งานต่ำ	14
4.1 เลขคลื่นการดูดกลืนรังสี IR ของสารทำเย็น R113	36
4.2 เลขคลื่นการดูดกลืนรังสี IR ของสารทำเย็น R123	36
4.3 ค่าความสามารถในการละลายของสารทำเย็นและเอชดีพีอี	42

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
2.1 ลักษณะส่วนประกอบของเทอร์โมไซฟอน	10
2.2 แสดงลักษณะของการเก็บข้อมูลเบื้องต้นเพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองอาร์เรเนียส	16
2.3 แสดงการเทียบข้อมูลให้เป็นฟังก์ชันเส้นตรงเพื่อเตรียมใช้กับแบบจำลอง	17
2.4 แสดงการเลือกข้อมูลที่เชื่อถือได้มากที่สุดเป็นเกณฑ์การเปรียบเทียบ	17
2.5 แสดงเส้นโค้งมาตรฐานในการใช้ทำนายผลข้อมูล	18
2.6 เส้นโค้งความเค้น-ความเครียดทั่วไปในการทดสอบ	20
2.7 กราฟความเค้น-ความเครียดสำหรับโพลีไธรีนและโพลีเอทิลีน	21
2.8 เส้นโค้งความเค้น-ความเครียดของวัสดุโพลีเมอร์	21
2.9 ลักษณะของอินฟราเรดสเปกตรัมของสารทำเย็น R113	22
3.1 เทอร์โมไซฟอนแบบปิดสองสถานะชนิดเอชดีพีอี	24
3.2 สารทำเย็น R113 และ R123	25
3.3 ชิ้นงานเอชดีพีอี	25
3.4 ขวดใส่ชิ้นงานและสารทำเย็น	26
3.5 ลักษณะขวดใส่ชิ้นงานและสารทำเย็น	26
3.6 ถังทดสอบ	27
3.7 แสดงส่วนประกอบต่างๆของชุดถังทดสอบ	28
3.8 ขนาดและมิติของถังทดสอบส่วนทำระเหย	28
3.9 ขนาดและมิติของถังทดสอบส่วนควบแน่น	29
3.10 เครื่องชั่ง	29
3.11 เครื่อง Atomic Absorption Spectrometry	30
3.12 เครื่อง Infrared Spectrometry	30
3.13 เครื่องวัดการทนต์ต่อแรงดึง	31
3.14 หัวดึง	31
4.1 อินฟราเรดสเปกตรัมของสารทำเย็น R113 บริสุทธิ์	35
4.2 อินฟราเรดสเปกตรัมของสารทำเย็น R123 บริสุทธิ์	35
4.3 อินฟราเรดสเปกตรัมของสารทำเย็น R113 ที่ผ่านการทดสอบ 3000 ชั่วโมง อุณหภูมิทำงาน 80 °C	37
4.4 อินฟราเรดสเปกตรัมของสารทำเย็น R123 ที่ผ่านการทดสอบ 3000 ชั่วโมง อุณหภูมิทำงาน 80 °C	37

4.5 มวลของชิ้นทดสอบ-R113 ที่เวลา 500 ชั่วโมง	39
4.6 มวลของชิ้นทดสอบ-R113 ที่เวลา 1000 ชั่วโมง	39
4.7 มวลของชิ้นทดสอบ-R113 ที่เวลา 3000 ชั่วโมง	40
4.8 มวลของชิ้นทดสอบ-R123 ที่เวลา 500 ชั่วโมง	40
4.9 มวลของชิ้นทดสอบ-R123 ที่เวลา 1000 ชั่วโมง	41
4.10 มวลของชิ้นทดสอบ-R123 ที่เวลา 3000 ชั่วโมง	41
4.11 เปรียบเทียบความแตกต่างของมวลชิ้นทดสอบที่แช่ใน R113 ที่เวลาและอุณหภูมิต่างๆ	43
4.12 เปรียบเทียบความแตกต่างของมวลชิ้นทดสอบที่แช่ใน R123 ที่เวลาและอุณหภูมิต่างๆ	44
4.13 รูปถ่ายพื้นผิวภายในของเทอร์โมไซฟอนจากกล้องจุลทรรศน์แบบสแกน	45
4.14 ความแข็งแรงครากของชิ้นทดสอบที่แช่ใน R113 ที่เวลาและอุณหภูมิต่างๆ	47
4.15 ความแข็งแรงครากของชิ้นทดสอบที่แช่ใน R123 ที่เวลาและอุณหภูมิต่างๆ	47
4.16 ความแข็งแรงครากของชิ้นทดสอบที่ตัดจากเทอร์โมไซฟอนที่ใช้สารทำเย็น R113 ที่เวลาและอุณหภูมิต่างๆ	48
4.17 ความแข็งแรงครากของชิ้นทดสอบที่ตัดจากเทอร์โมไซฟอนที่ใช้สารทำเย็น R123 ที่เวลาและอุณหภูมิต่างๆ	49
4.18 ความแข็งแรงครากของชิ้นทดสอบที่ตัดจากเทอร์โมไซฟอนที่ใช้สารทำเย็น R113	51
4.19 ความแข็งแรงครากของชิ้นทดสอบที่ตัดจากเทอร์โมไซฟอนที่ใช้สารทำเย็น R123	51

อักษรย่อและสัญลักษณ์

HDPE	โพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene Pipe)
RI13	1,1,2-trichlorotrifluoroethane
R123	2,2-dichloro-1,1,1-trifluoroethane
F(T)	ฟังก์ชันของอุณหภูมิหรือตัวคูณเลื่อนค่า (Shift factor)
f(t)	ฟังก์ชันของเวลา
A	พลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยา (J)
K	ค่าคงที่ของ Boltzman (1.38×10^{-23} J/K)
T	อุณหภูมิสัมบูรณ์ (K)
t	เวลา (ชั่วโมง)
SEM	Scanning Electron Microscope
IR	Infrared Spectrophotometry
AAS	Atomic Absorption Spectrophotometry