

การศึกษาเชิงทดลองของฝ้าเพดานทำความเย็น แบบเทอร์โมอิเล็กทริก

Experimental study of a thermoelectric ceiling radiant cooling panel

เจริญพร เลิศสถิตชนกร^{1*} วิชาญ ศรีสุวรรณ²

ห้องปฏิบัติการวิจัยกระบวนการทางอุณหภาพ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150

โทร 0-43754316 E-mail: freeconvect@hotmail.com^{1*}, srisuwan_w@yahoo.com²

Charoenporn Lertsatitthanakorn^{1*} Wichan Srisuwan²

Thermal Process Research Laboratory, Faculty of Engineering, Mahasarakham University,
Mahasarakham, 44150.

Tel: 0-43754316 E-mail: freeconvect@hotmail.com^{1*}, srisuwan_w@yahoo.com²

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอผลการทดสอบเพื่อหาศักยภาพในการประยุกต์เทอร์โมอิเล็กทริก (TE) มาทำความเย็นให้กับฝ้าเพดานทำความเย็น ในการศึกษาได้ออกแบบ สร้าง และทดสอบระบบทำความเย็นเทอร์โมอิเล็กทริกที่อัตราการทำความเย็น 173 W ที่ด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกจะติดเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่มีใช้อยู่โดยทั่วไป (แบบครีป) โดยด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกจะติดตั้งบนแผ่นฝ้าเพดานอะลูมิเนียมที่มีขนาด 0.25 m² โดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริก (Tianjin Lantain model TEC-12708) จำนวน 16 โมดูล ทำความเย็นให้กับฝ้าเพดานอะลูมิเนียมที่ติดตั้งอยู่ด้านบนของห้องทดสอบที่มีปริมาตร 0.125 m³ การทดสอบสมรรถนะของระบบทำโดยการแปรเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับเทอร์โมอิเล็กทริก จากการทดสอบพบว่าระบบสามารถรักษาอุณหภูมิห้องให้อยู่ในช่วง 25 - 27 °C ให้ COP เท่ากับ 0.65 - 1.22

Abstract

This paper presents results of tests carried out to investigate the potential application of thermoelectric (TE) cooling mode integrated with ceiling radiant cooling panel. The work involved design, fabrication and test of a 173 W TE cooling system. The system was fabricated and tested using a conventional heat sink system (bonded fin heat sink system) at the hot side of TE modules. The cold side of TE modules were fixed on the top of an aluminum ceiling area of 0.25 m². Sixteen TE modules (Tianjin Lantain model TEC1-12708) were used to

cooled the ceiling radiant cooling panel which installed on the test chamber volume of 0.125 m³. The performance of the system has been integrated by varying the electrical current supply to TE modules. Experiment results demonstrated that the unit could maintain the temperature in the chamber in the ranges of 25 - 27 °C and the COP about 0.65 - 1.22

1. บทนำ

ระบบทำความเย็นโดยทั่วไปจะเป็นระบบอัดไอ (Vapor compression system) มีการใช้อย่างกว้างขวางในงานอุตสาหกรรม เช่น เครื่องปรับอากาศ เครื่องทำน้ำเย็น เป็นต้น ระบบทำความเย็นแบบอัดไอเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพการทำความเย็นสูง อย่างไรก็ตามระบบทำความเย็นแบบอัดไอจะมีขนาดใหญ่ เสียงดัง และจำเป็นต้องมีการบำรุงรักษา ที่สำคัญมีการใช้สาร CFC เป็นสารทำความเย็น หากสาร CFC นี้รั่วออกสู่บรรยากาศจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมากมาย [1] ต่อมาจึงได้มีการศึกษาและพัฒนากระบวนการทำความเย็นที่จะช่วยรักษาภาวะแวดล้อมโดยใช้สารทำความเย็นที่ไม่เป็นอันตรายต่อบรรยากาศ เทคโนโลยีหนึ่งที่น่าสนใจคือการนำเอาเทคโนโลยีเทอร์โมอิเล็กทริกเข้ามาใช้แทนระบบอัดไอ ซึ่งมีข้อดีคือ ระบบทำความเย็นแบบเทอร์โมอิเล็กทริกจะอยู่ในสถานะของแข็ง (Solid state) ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะ ไม่ใช้สารทำความเย็นจึงไม่ทำลายสภาวะแวดล้อม [2] ไม่จำเป็นต้องมีการซ่อมบำรุง และยังมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน [3] การทำความเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกมีการใช้อย่างกว้างขวาง เช่น การทำความเย็นให้กับตู้โดยสารรถไฟ [4] เรือเดินสมุทร [5] รถถังทางการทหาร [6] การแช่แข็ง

* Corresponding author

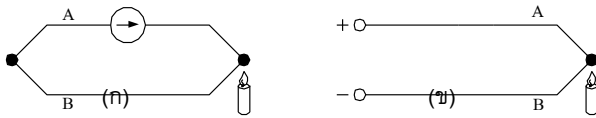
น้ำผลไม้ [7] และการทำความเย็นให้กับอากาศโดยอาศัยการพาความร้อนตามธรรมชาติ [8] จากงานวิจัยดังกล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นได้ว่ามีความเป็นไปได้ที่จะนำเทอร์โมอิเล็กทริกมาประยุกต์ใช้กับการทำความเย็นด้วยระบบผ้าเปดานทำความเย็น ดังนั้นในการศึกษานี้จะหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำงานของเทอร์โมอิเล็กทริก

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง [2]

2.1 การทำความเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก

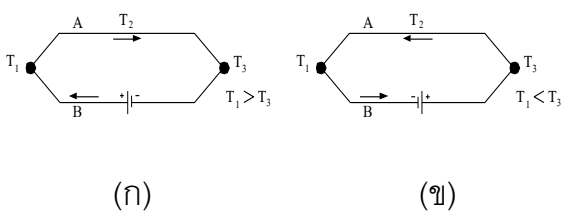
(Thermoelectric Refrigeration)

ในปี ค.ศ. 1821 นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน Thomas Seebeck ทำการศึกษาพบว่าเมื่อนำขดลวดโลหะ 2 เส้นที่ทำด้วยโลหะต่างชนิดกันมาเชื่อมต่อปลายทั้งสองเข้าด้วยกัน ถ้าปลายจุดต่อทั้งสองมีอุณหภูมิต่างกัน จะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรขดลวดทั้งสองแสดงดังรูปที่ 1 (ก) ปริมาณการไหลของกระแสไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปตามผลต่างอุณหภูมิที่ปลายจุดต่อทั้งสอง และถ้าเปิดปลายจุดต่อด้านหนึ่งออกจะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ปลายด้านเปิดแสดงดังในรูปที่ 1 (ข) แรงเคลื่อนไฟฟ้านี้เรียกว่า "ซีเบ็คโวลต์เทจ"



รูปที่ 1 ปรากฏการณ์ของซีเบ็คทางเทอร์โมไดนามิกส์

ต่อมาในปี ค.ศ. 1834 Jean C.A. Peltier พบว่าเมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปในวงจรลักษณะเดียวกับซีเบ็คสร้างขึ้นโดยใช้ขดลวดด้านหนึ่งทำจากบิสมัทและอีกด้านหนึ่งทำจากแอนติโมนีจะทำให้เกิดอุณหภูมิที่ปลายจุดต่อแตกต่างกัน โดยปลายข้างหนึ่งจะร้อนและปลายอีกข้างหนึ่งจะเย็น วงจรการทดลองของเพลเทียร์เป็นแสดงดังรูปที่ 2

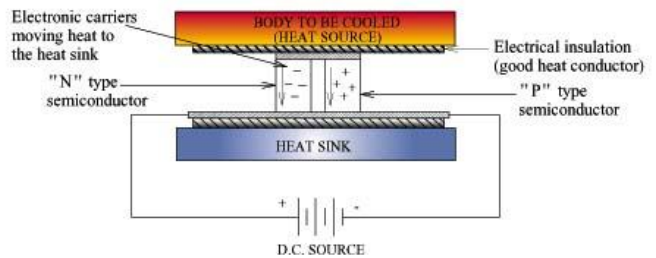


รูปที่ 2 ปรากฏการณ์ของเพลเทียร์ทางเทอร์โมไดนามิกส์

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายภายนอกไหลผ่านเข้าไปในในวงจรเป็นแสดงดังในรูปที่ 2 (ก) จะทำให้จุดต่อ T_1 มีอุณหภูมิสูงกว่าจุดต่อ T_3 เมื่อมีกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายภายนอกไหลผ่านเข้าไปในในวงจรเป็นแสดงดังในรูปที่ 2 (ข) จะทำให้จุดต่อ T_3 มีอุณหภูมิสูงกว่าจุดต่อ T_1 ซึ่งจากการค้นพบของซีเบ็คและ เพลเทียร์ทำให้เกิดการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเทอร์โมอิเล็กทริกต่อมา

2.2 หลักการทำงานของเทอร์โมอิเล็กทริก [9]

เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล (Thermoelectric module) สร้างจากสารกึ่งตัวนำโดยใช้หลักการทำงานของปัมความร้อน แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ภาพตัดขวางวัสดุกึ่งตัวนำของเทอร์โมอิเล็กทริก

จากรูปที่ 3 เมื่อไฟฟ้ากระแสตรงให้กับเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลที่สารกึ่งตัวนำแบบ พี-เอ็น (P-N type) กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านวัสดุที่ทำจากสารกึ่งตัวนำต่างชนิดกัน ส่งผลให้เกิดความต่างศักย์ทางไฟฟ้าและทำให้เกิดความแตกต่างกันของอุณหภูมิเกิดขึ้นระหว่างขั้วทั้งสอง โดยเมื่อแรงดันไฟฟ้าด้านบวก ไหลผ่านวัสดุกึ่งตัวนำแบบเอ็น จะส่งผลให้เกิดการดูดกลืนของอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่จากพลังงานระดับต่ำในสารกึ่งตัวนำแบบพี สู่วัสดุระดับสูงในสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น ส่งผลให้เกิดความเย็นที่ด้านเย็น (Heat absorbed at cold side) และในขณะเดียวกันก็เกิดการดูดกลืนของอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่จากพลังงานระดับสูงในสารกึ่งตัวนำแบบเอ็น สู่วัสดุระดับต่ำในสารกึ่งตัวนำแบบพี ส่งผลให้เกิดความร้อนที่ด้านร้อน (Heat rejected at hot side) ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่าปรากฏการณ์ของเพลเทียร์ (Peltier effect) นำไปสู่การประยุกต์ใช้ด้านเย็นในการทำความเย็นและด้านร้อนที่เกิดขึ้นในขณะทำความเย็นจะถูกระบายทิ้งให้กับบรรยากาศแวดล้อม

2.2 การวิเคราะห์

2.2.1 การถ่ายเทความร้อนที่ด้านเย็น (Heat Pumped at cold Surface, Q_c) [10]

$$Q_c = (\alpha I T_c - 0.5 I^2 R - K_f \Delta T) \quad (1)$$

โดยที่ Q_c คือ การทำความเย็นที่ด้านเย็น (W)
 α คือ สัมประสิทธิ์ของซีเบ็ค (0.0444 VK^{-1}) [10]
 I คือ กระแสไฟฟ้า (A)
 T_c คือ อุณหภูมิด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริก (K)
 R คือ ความต้านทานไฟฟ้าของเทอร์โมอิเล็กทริก (2.545Ω) [10]
 K_f คือ ค่าสภาพนำความร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริก (0.495 WK^{-1}) [10]

ΔT คือ ผลต่างระหว่างอุณหภูมิด้านร้อนและอุณหภูมิ
ด้านเย็น (K)

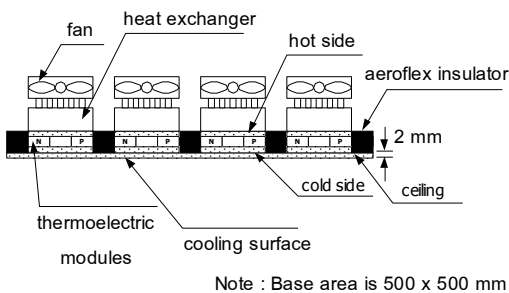
2.2.2 ประสิทธิภาพในการทำความเย็น (COP) [10]

$$COP = \frac{Q_c}{P_{in}} \quad (2)$$

โดยที่ P_{in} คือ กำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้เทอร์โมอิเล็กทริก (W)

3. อุปกรณ์และวิธีการ

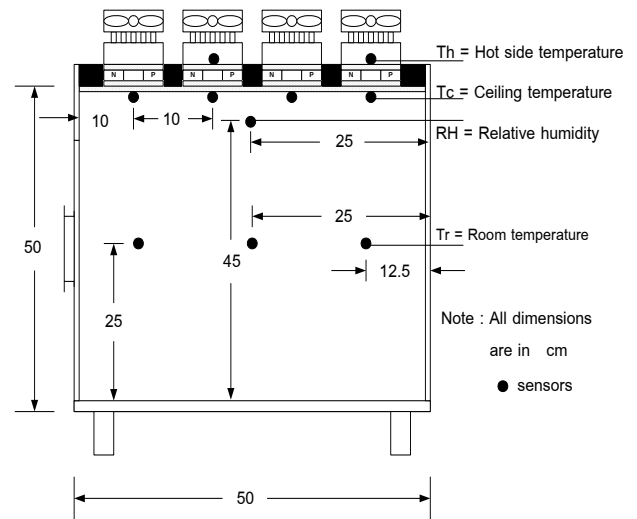
แผ่นผ้าเพดานทำความเย็นแบบเทอร์โมอิเล็กทริก มีขนาดและรูปทรงดังรูปที่ 4 แผ่นผ้าเพดานทำความเย็นแบบเทอร์โมอิเล็กทริกนี้ใช้เทอร์โมอิเล็กทริก (Tianjin Lantain model TEC-12708) จำนวน 16 โมดูล ต่อกันแบบอนุกรม ในการทดลองนี้ได้ทำการติดตั้งด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกบนแผ่นผ้าเพดานอะลูมิเนียม โดยเทอร์โมอิเล็กทริกจะทำความเย็นให้กับผ้าเพดานทำให้ผ้าเพดานเย็น จากนั้นจะมีการแลกเปลี่ยนความร้อนโดยการพาความร้อนตามธรรมชาติและการแผ่รังสีระหว่างผ้าเพดานทำความเย็นกับอากาศในห้อง ส่วนด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกจะติดเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบครีบริปูสี่เหลี่ยมผืนผ้า และมีพัดลมระบายความร้อนออกจากครีบริปูอีกหนึ่ง นอกจากนี้ได้ติดตั้งฉนวนกันความร้อน (Aeroflex insulator, $k=0.039 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$) ที่ผิวผ้าเพดานทำความเย็นด้านนอกห้องเพื่อป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากด้านนอกเข้ามาสู่ผ้าเพดานอีกด้วย



รูปที่ 4 แผ่นผ้าเพดานทำความเย็นแบบเทอร์โมอิเล็กทริก

การติดตั้งเครื่องมือวัดและวิธีการทดลอง เครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดลองประกอบไปด้วย เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นอากาศแวดล้อม (Testo model 175-H2 ความถูกต้อง $\pm 1.2 \%$ of mV) ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (LG DM322 ค่าความถูกต้อง แรงดันไฟฟ้า $\pm 0.7 \%$ of mV กระแสไฟฟ้า $\pm 2.0 \%$ of mA) เทอร์โมคัปเปิลชนิด T (ความถูกต้อง $\pm 0.1 \text{ }^{\circ}\text{C}$) ต่อเข้ากับเครื่องบันทึกอุณหภูมิ (Yokogawa MX100) ตำแหน่งการติดตั้งเซ็นเซอร์ต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 5 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับค่าได้จำนวน 2 เครื่อง เครื่องหนึ่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล อีกเครื่องหนึ่งใช้ขับพัดลมระบายความ

ร้อน เครื่องบันทึกอุณหภูมิจะทำการบันทึกข้อมูลทุก ๆ 15 นาที



รูปที่ 5 ตำแหน่งการติดตั้งเซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

4. ผลการทดลอง

ในการทดลองหาประสิทธิภาพของผ้าเพดานทำความเย็นแบบเทอร์โมอิเล็กทริก จะทำการทดลอง 2 กรณี คือ กรณีที่ไม่มีภาระความเย็นเพื่อหาอัตราการทำความเย็นที่เหมาะสม จากนั้นจะทดลองในกรณีที่มีภาระความเย็นโดยใช้หลอดไฟฟ้าชนิดหลอดไส้เป็นภาระความเย็น

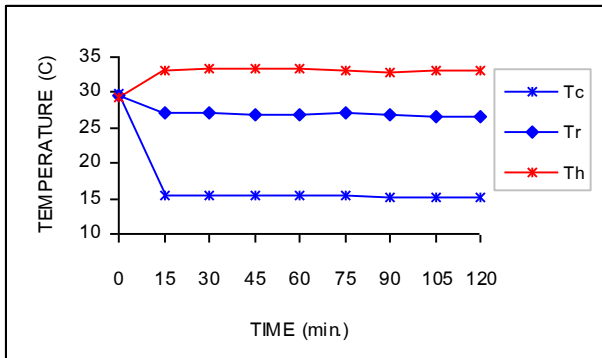
4.1 ผลการทำความเย็นของผ้าเพดานทำความเย็น เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงการจ่ายกระแสไฟฟ้า ขณะไม่มีภาระความเย็น

รูปที่ 6 แสดงตัวอย่างอุณหภูมิเฉลี่ยของผิวผ้าเพดาน อุณหภูมิห้องเฉลี่ย และอุณหภูมิเฉลี่ยด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริก เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับเทอร์โมอิเล็กทริก 1.5 A พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริก เพิ่มขึ้นเป็น $33.1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ เมื่อเวลาผ่านไป 15 นาที ซึ่งอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิแวดล้อม $4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ จากนั้นอุณหภูมิค่อนข้างคงที่ในช่วง 33 ถึง $34 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ในส่วนของอุณหภูมิเฉลี่ยของผิวผ้าเพดาน มีค่าลดลงจาก $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ มาอยู่ที่ $15.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ โดยอุณหภูมิค่อนข้างคงที่ $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ สำหรับความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิเฉลี่ยด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริก กับอุณหภูมิเฉลี่ยของผิวผ้าเพดาน จะอยู่ที่ $18 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ในส่วนของอุณหภูมิห้องเฉลี่ยมีค่าลดลงจาก $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ มาเป็น $27 \text{ }^{\circ}\text{C}$ จากนั้นอุณหภูมิค่อนข้างคงที่ในช่วง 26 ถึง $27 \text{ }^{\circ}\text{C}$

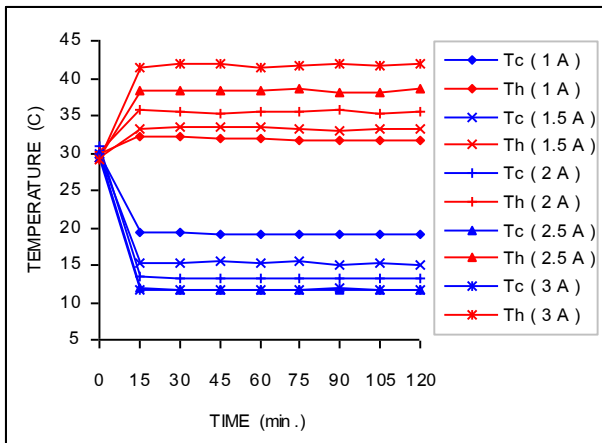
รูปที่ 7 แสดงผลของการเปลี่ยนแปลงกระแสไฟฟ้าให้กับเทอร์โมอิเล็กทริกที่มีผลต่ออุณหภูมิเฉลี่ยของผิวผ้าเพดาน และอุณหภูมิเฉลี่ยด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริก ในการทดลองได้ปรับเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าที่

5 ค่า คือ 1 ถึง 3 A เมื่อกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น อุณหภูมิของผิวผ้าเพดาน ลดลงจาก 30 °C ถึง 12 °C ที่ 2.5 และ 3 A จะเห็นว่าอุณหภูมิที่ด้าน เย็นของผ้าเพดานทำความเย็นจะไม่ลดลงหลังจากการจ่ายกระแสไฟฟ้า 2.5 A ทั้งนี้เนื่องจากผลของ Joule heating effect ในเทอม I²R ซึ่ง แสดงดังสมการที่ (1) มีผลมากกว่าอัตราการทำความเย็นที่เพิ่มขึ้น

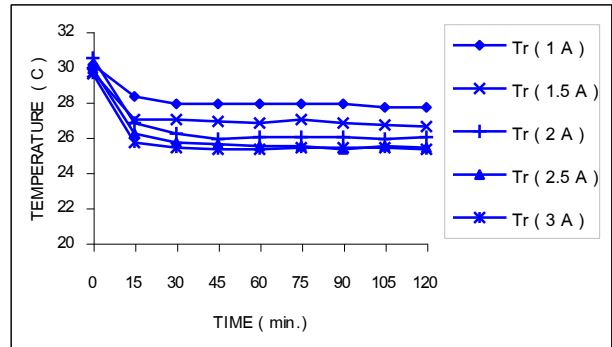
รูปที่ 8 แสดงผลของการเปลี่ยนแปลงกระแสไฟฟ้าให้กับเทอร์โม- เล็กตริกที่มีผลต่ออุณหภูมิห้องเฉลี่ย เมื่อกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจากการ ทดลองพบว่าที่อัตราการจ่ายกระแสไฟฟ้า 2.5 A จะทำให้ห้องมี อุณหภูมิลดลงต่ำสุดที่ 25 °C



รูปที่ 6 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยของผิวผ้าเพดาน อุณหภูมิห้องเฉลี่ย และอุณหภูมิเฉลี่ยด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กตริก เมื่อเทียบกับเวลา ($T_{atm} = 30^{\circ}\text{C}$, $I = 1.5\text{ A}$)



รูปที่ 7 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยของผิวผ้าเพดาน อุณหภูมิห้องเฉลี่ย และอุณหภูมิเฉลี่ยด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กตริก เมื่อเทียบกับ เวลา ที่อัตราการจ่ายกระแสไฟฟ้า 1 1.5 2 2.5 และ 3 A ($T_{atm} = 30^{\circ}\text{C}$)

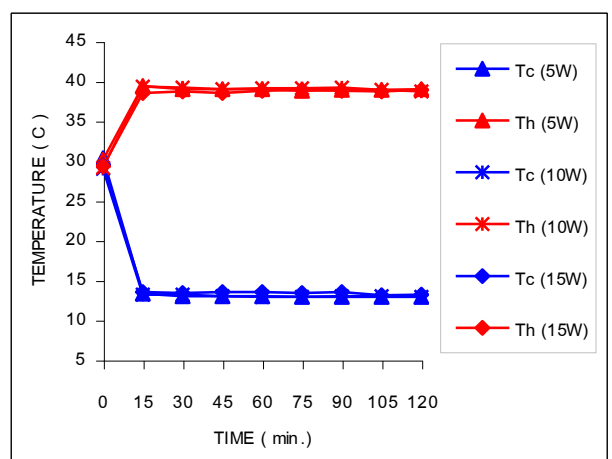


รูปที่ 8 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิห้องเฉลี่ย ขณะที่ไม่มีการทำความ ร้อน ที่การจ่ายกระแสไฟฟ้า 1 1.5 2 2.5 และ 3 A

4.2 ผลการทำความเย็นของผ้าเพดานทำความเย็น ขณะมีการทำความเย็น

จากการทดลองกรณีไม่มีการทำความเย็น พบว่าสามารถทำความ เย็นได้ต่ำสุดที่อัตราการจ่ายกระแสไฟฟ้า 2.5 A ดังนั้นในการทดลอง กรณีมีการทำความเย็นจะกำหนดอัตราการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ใช้ที่ 2.5 A โดยการเปลี่ยนแปลงภาวะความเย็น ซึ่งในที่นี้จะใช้หลอดไฟฟ้าขนาด 5 W จำนวน 1 ถึง 3 ดวงตามลำดับ

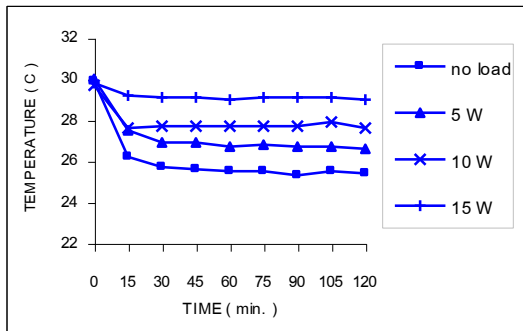
เมื่อใส่ภาวะความเย็นให้กับห้องทดลองที่ 5 10 และ 15 W พบว่า อุณหภูมิที่ผิวผ้าเพดานและที่ด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กตริก มีค่าใกล้เคียงกันที่ทุกค่าภาวะความเย็น แสดงดังรูปที่ 9 โดยอุณหภูมิที่ผิวผ้า เพดานจะมีค่าคงที่ 12 °C ในขณะที่อุณหภูมิด้านร้อนของเทอร์โม-อิเล็ก ตริก มีค่าสูงสุดที่ 39.5 °C



รูปที่ 9 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยของผิวผ้าเพดาน อุณหภูมิห้องเฉลี่ย และอุณหภูมิเฉลี่ยด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กตริก เมื่อเทียบ

กับเวลา ที่อัตราการจ่ายกระแสไฟฟ้า 2.5 A ภาระทางความเย็น 5 10 15 W ($T_{atm} = 30^{\circ}C$)

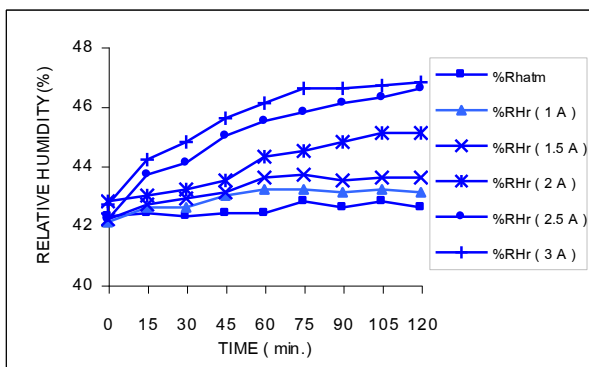
ผลของการใส่ภาระความเย็นให้กับห้องทดลองจะมีผลกระทบต่ออุณหภูมิห้องอย่างชัดเจน แสดงดังรูปที่ 10 เมื่อภาระความเย็นเพิ่มขึ้น อุณหภูมิห้องจะเพิ่มขึ้นด้วย โดยในกรณีที่ไม่มีการทำความเย็น อุณหภูมิห้องจะอยู่ที่ $25^{\circ}C$ เมื่อใส่ภาระความเย็น 5 ถึง 15 W อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นประมาณ 1 ถึง $3.5^{\circ}C$ ตามลำดับ



รูปที่ 10 อุณหภูมิห้องเฉลี่ย ขณะที่ไม่มีภาระความเย็น ที่การจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับเทอร์โมอิเล็กทริก 2.5 A

4.3 ผลการควบแน่นที่พื้นผิวผ้าเพดานทำความเย็น

ในการทดลองครั้งนี้ได้ศึกษาอัตราการควบแน่นของน้ำที่ผิวผ้าเพดานทำความเย็น เนื่องจากเป็นตัวแปรสำคัญที่ต้องพิจารณา โดยต้องทำการควบคุมไม่ให้เกิดการควบแน่นของน้ำที่ผิวผ้าเพดานเพราะหากเกิดการควบแน่นมากจนกลายเป็นหยดน้ำตกลงมายังเบื้องล่างอาจก่อให้เกิดความเสียหายและความไม่สบายต่อผู้อยู่อาศัยได้ จากการทดลองโดยการแปรเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับเทอร์โมอิเล็กทริก ตั้งแต่ 1 ถึง 3 A พบว่าความชื้นของอากาศบริเวณใกล้ผิวผ้าเพดานจะมีความชื้นมากขึ้น แสดงดังรูปที่ 11 เมื่ออุณหภูมิของผิวผ้าเพดานลดลงหรือเมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น จะเกิดการควบแน่นที่ผิวผ้าเพดานที่อัตราการจ่ายกระแส 2 ถึง 3 A แต่ขนาดของน้ำที่ควบแน่นบนผิวผ้าเพดานมีขนาดเล็กและไม่รวมตัวจนเป็นหยดน้ำตกลงมาสู่เบื้องล่าง ดังนั้นในสภาวะที่ทำการทดลองนี้ อัตราการจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ 2.5 A เป็นจุดที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการทำความเย็น

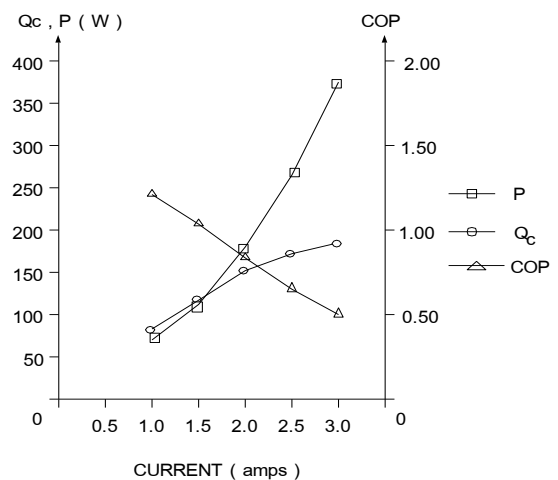


รูปที่ 11 ผลของการเปลี่ยนแปลงกระแสไฟฟ้าที่มีต่อความชื้นของอากาศบริเวณใกล้ผิวผ้าเพดานทำความเย็น ($T_{atm} = 30^{\circ}C$)

4.4 ประสิทธิภาพการทำความเย็นของผ้าเพดานทำ

ความเย็น

รูปที่ 12 แสดงผลของการปรับเปลี่ยนค่ากระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับเทอร์โมอิเล็กทริกมีผลต่อประสิทธิภาพการทำความเย็น (COP) กำลังไฟฟ้าที่ป้อน (P) และอัตราการทำความเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริก (Q_c) ในการทดลองได้ทำการปรับเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าที่ 5 ค่า คือ 1 ถึง 3 A เมื่อกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นกำลังไฟฟ้าที่ป้อนและอัตราการทำความเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มกำลังไฟฟ้า อัตราการทำความเย็นจะเพิ่มขึ้นด้วย ในขณะที่ความร้อนที่ถ่ายเทออกที่เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนยังคงเท่าเดิม ดังนั้นจึงทำให้เกิดการสะสมความร้อนที่เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน จึงทำให้ค่า COP มีค่าลดลงเมื่ออัตราการทำความเย็นเพิ่มขึ้น



รูปที่ 12 การเปรียบเทียบอัตราการทำความเย็น กำลังไฟฟ้าที่ป้อน และ COP เมื่อเปลี่ยนแปลงการจ่ายกระแสไฟฟ้า

5. สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาพบว่า การทำความเย็นของผ้าเพดานทำความเย็นแบบเทอร์โมอิเล็กทริก ขึ้นอยู่กับกระแสที่จ่ายให้ จากการทดลองพบว่าอัตราการจ่ายกระแสไฟฟ้า 2.5 A จะทำให้ห้องมีอุณหภูมิต่ำสุด $25^{\circ}C$ โดยมีค่า COP เท่ากับ 0.65 เมื่อใส่ภาระทางความเย็นเข้าไปในห้องทดลองพบว่าภาระการทำความเย็นมีผลทำให้อุณหภูมิห้องสูงขึ้น โดยที่ภาระความเย็น 15 W จะทำให้ห้องมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น $29^{\circ}C$ ในด้านการควบแน่นของความชื้นที่แผ่นผ้าเพดานทำความเย็น พบว่าที่อัตราการจ่ายกระแสไฟฟ้าตั้งแต่ 2 A ขึ้นไปจะเกิดการควบแน่นของความชื้นที่แผ่นผ้าเพดานทำความเย็นแต่มีปริมาณไม่มาก ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ในทางเทคนิคที่จะพัฒนาผ้าเพดานทำความเย็นแบบเทอร์โมอิเล็กทริกให้สามารถใช้ได้กับห้องจริงๆ เพื่อก่อให้เกิดความสบายสำหรับผู้อยู่อาศัย และเพื่อเป็นการลดปัญหาสิ่งแวดล้อมอีกทางหนึ่ง

เอกสารอ้างอิง

- [1] John Houghton, "Global Warming", Cambridge University press, 1997.
- [2] Rowe, D.M., "CRC Handbook of Thermoelectric", New York, CRC Press, 1995.
- [3] Stockholm, J.G., "Reliability of Thermoelectric cooling Systems", 10th International Conference on Thermoelectric, 1991, pp. 27-31.
- [4] Stockholm, J.G. and L. Pujol-Soulet, "Prototype Thermoelectric Air Conditioning of a Passenger Railway Coach", 4th International Conference on Thermoelectric Energy conversion, Arlington, USA, 1982, pp. 136-141.
- [5] Stockholm, J.G. and P.M. Schlicklin, "Thermoelectric Cooling Naval Applications", 7th International Conference on Thermoelectric Energy conversion, Arlington, USA, 1988, pp. 235-238.
- [6] Heen, P. and B. Mathiprakasam, "Development of Two-Men TE Microclimate Conditioner for Use in Army Ground-Vehicles", 11th International Conference on Thermoelectric Energy conversion, Arlington, USA, 1992, pp. 181-184.
- [7] Miguel A., R. Palacios and A. Arenas, "Thermoelectric Applied to the Cryoconcentration of Orange Juice", 15th International Conference on Thermoelectric, California, USA, 1992, pp.259-263
- [8] Lersatitthanakorn C., J. Hirunlabh, J. Khedari and M. Daguenet, "Experimental Performance of a Ceiling-Type Free Convected Air Conditioner", Inter. J. Ambient Energy, 23, 2002, pp. 59-68.
- [9] Melcor Corporation, 2000, "Structure and Function", <http://www.melcor.com/structure.htm>
- [10] Y.J. Dai, R.Z. Wang, L. Ni, "Experimental investigation on a thermoelectric refrigerator driven by Solar cells", Renewable Energy, 28, 2003, pp. 949-959.