บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

1. <u>การทดลองตอนที่ 1</u>

1.1 จากผลการทดลองพบว่า ฮีตพัมป์สามารถผลิตน้ำร้อนได้ 0.005 กิโลกรัมต่อวินาที หรือ 18 ลิตรต่อชั่วโมง มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 70.4 – 84.1 องศาเซลเซียส (T_9)

1.2 จากผลการทดลองพบว่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำงานของฮีตพัมป์(COP_h) มีค่าอยู่ในช่วง 3.6- 4.8

1.3 ผลการจำลองการทำงานโดยแบบจำลองที่สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้ สามารถทำนายพารามิเตอร์ต่างๆ ได้ใกล้เคียงพอสมควร ตามหลักการวิเคราะห์ทางสถิติ ที่สัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R^2) และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ดังแสดงรายละเอียดตามตารางที่ 4.2 , 4.3 และ 4.4 ตามลำดับ

1.4 ผลการจำลองการทำงานโดยแบบจำลองที่สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้ สามารถทำนายอุณหภูมิของน้ำร้อนอยู่ในช่วง 72.47 – 91.17 องศาเซลเซียส (T_9) ที่สัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ 0.89 โดยหมายความว่าร้อยละ 89 ของความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในผลการทดลองสามารถอธิบายได้ด้วยการจำลองการทำงาน อีกร้อยละ 11 มาจากปัจจัยอื่น และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.94 หมายความความว่าผลการทดลองและผลการจำลองการทำงานมีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงร้อยละ 0.94

1.5 ผลการจำลองการทำงานโดยแบบจำลองที่สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้ สามารถทำนายสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำงานของฮีตพัมป์ ได้อยู่ในช่วง 3.64 – 4.96 ที่สัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ 0.66 และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.81

1.6 จากผลการทดลองพบว่า เมื่อความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของน้ำและสารทำความเย็นที่ไหลเข้าเครื่องระเหย ($T_2 - T_7$) และสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำงานของฮีตพัมป์ มีความสัมพันธ์เชิงนัยสำคัญตามหลักสถิติ ที่สัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ 0.276 หมายความว่าการเปลี่ยนแปลงของความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของน้ำและสารทำความเย็นที่ไหลเข้าเครื่องระเหย จะไม่ทำให้สัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำงานของฮีตพัมป์เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ตามนัยสำคัญเชิงหลักสถิติดังกล่าว

1.7 จากผลการทดลองพบว่า เมื่ออุณหภูมิของน้ำที่ไหลเข้าเครื่องระเหย (T_2) และสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำงานของฮีตพัมป์ มีความสัมพันธ์เชิงนัยสำคัญตามหลักสถิติ ที่สัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ 0.278 หมายความว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำที่ไหลเข้าเครื่องระเหยจะไม่ทำให้สัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำงานของฮีตพัมป์เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ตามนัยสำคัญเชิงหลักสถิติดังกล่าว

1.8 การประเมินสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำงานของฮีตพัมป์ โดยพิจารณากำลังไฟฟ้าที่วัดพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ มีค่าอยู่ในช่วง 0.97-1.3 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าการประเมินตามข้อ 1.2 ทั้งนี้เนื่องจากเกิดการสูญเสียพลังงานในทางไฟฟ้าของมอเตอร์ (สนามแม่เหล็ก) ความเสียดทานที่เกิดจากการเคลื่อนของมอเตอร์และคอมเพรสเซอร์ การสูญเสียความร้อนจากมอเตอร์และคอมเพรสเซอร์ รวมทั้งการเยื้องศูนย์ของระบบส่งกำลังจากมอเตอร์ไปยังคอมเพรสเซอร์ เป็นต้น

2. <u>การทดลองตอนที่ 2</u>

2.1 จากผลการทดลองพบว่า สัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำงานของฮีตพัมป์แปรผันตามเวลามีค่าเปลี่ยนแปลง อยู่ ในช่วง 3.4 – 5.7

2.2 จากผลการทดลองพบว่า ฮีตพัมป์สามารถผลิตน้ำร้อนได้ 0.005 กิโลกรัมต่อวินาที หรือ 18 ลิตรต่อชั่วโมง ที่อุณหภูมิในช่วง 67.3 – 94.7 องศาเซลเซียส (T_9)

2.3 จากผลการทดลองพบว่าความแตกต่างของอุณหภูมิทางเข้าเครื่องระเหย ($T_3 - T_7$) และสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำงานของฮีตพัมป์ มีความสัมพันธ์เชิงนัยสำคัญตามหลักสถิติ ที่สัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ 0.23 หมายความว่าการเปลี่ยนแปลงของความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของน้ำและสารทำความเย็นที่ไหลเข้าเครื่องระเหย จะไม่ทำให้สัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำงานของฮีตพัมป์เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ตามนัยสำคัญเชิงหลักสถิติดังกล่าว

2.4 จากผลการทดลองพบว่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของน้ำทางเข้าถังสะสมความร้อนกับอุณหภูมิของฟรีออน-12 ทางเข้าเครื่องระเหย ($T_2 - T_7$) และสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำงานของฮีตพัมป์ มีความสัมพันธ์เชิงนัยสำคัญตามหลักสถิติ ที่สัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ 0.002 หมายความว่าการเปลี่ยนแปลงของความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของน้ำและสารทำความเย็นที่ไหลเข้าเครื่องระเหย จะไม่ทำให้สัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำงานของฮีตพัมป์เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ตามนัยสำคัญเชิงหลักสถิติดังกล่าว

2.5 จากผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิของน้ำที่ไหลเข้าเครื่องระเหย (T_3) และสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำงานของฮีตพัมป์ มีความสัมพันธ์เชิงนัยสำคัญตามหลักสถิติ ที่สัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ 0.235 หมายความว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำที่ไหลเข้าเครื่องระเหย ไม่ทำให้สัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำงานของฮีตพัมป์เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ตามนัยสำคัญเชิงหลักสถิติดังกล่าว ทั้งนี้เนื่องจากการคายความร้อนแฝงและความร้อนสัมผัสของสารเปลี่ยนวัฏภาค และความร้อนสัมผัสของน้ำ ในถังสะสมความร้อน

2.6 จากผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิของน้ำที่ไหลเข้าถังสะสมความร้อน(T_2) และสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำงานของฮีตพัมป์ มีความสัมพันธ์เชิงนัยสำคัญตามหลักสถิติ ที่สัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ 0.003 หมายความว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำที่ไหลเข้าเครื่องระเหย ไม่ทำให้สัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำงานของฮีตพัมป์เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ตามนัยสำคัญเชิงหลักสถิติดังกล่าว ทั้งนี้เนื่องจากการคายความร้อนแฝงและความร้อนสัมผัสของสารเปลี่ยนวัฏภาค และความร้อนสัมผัสของน้ำ ในถังสะสมความร้อน

2.7 จากผลการทดลองพบอุณหภูมิของน้ำที่ไหลเข้าถังสะสมความร้อน (T_2) และอุณหภูมิของน้ำที่ออกจากถังสะสมความร้อน (T_3) ที่สัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ 0.29 โดยจะทำให้อุณหภูมิดังกล่าว มีความคงที่ที่ 60 องศาเซลเซียส ในชั่วระยะเวลาหนึ่ง ทั้งนี้เนื่องจากการคายความร้อนแฝงและความร้อนสัมผัสของสารเปลี่ยนวัฏภาค รวมทั้งความร้อนสัมผัสของน้ำในถังสะสมความร้อน

3. <u>การทดลองตอนที่ 3</u>

3.1 จากผลการทดลองพบว่า การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำที่ไหลเข้าถังสะสมความร้อน (T_2) อย่างรวดเร็วจาก 83 ไปยัง 35 องศาเซลเซียส โดยประมาณ ภายในเวลา 30 นาที จะไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำที่ออกจากถังสะสมความร้อน (T_3) อย่างทันทีทันใด ซึ่งทำให้อุณหภูมิ T_3 มีความคงที่ที่ 60 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 ชั่วโมง ทั้งนี้เนื่องจากการคายความร้อนแฝงและความร้อนสัมผัสของสารเปลี่ยนวัฏภาค รวมทั้งความร้อนสัมผัสของน้ำในถังสะสมความร้อน ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองตอนที่ 2 และเปลี่ยนแปลงไปที่ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาประมาณ 170 นาที หรือ 2.83 ชั่วโมง

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการทดลองโดยเปลี่ยนชุดทำน้ำร้อนเป็นตัวเก็บรังสีแบบแผ่นราบแทน และทดลองเก็บข้อมูลตามช่วงเวลาในแต่ละวัน ในช่วง 1 ปี การทำความร้อนอาจเปลี่ยนเป็นการทำอากาศร้อนทดแทนได้ เพื่อนำไปใช้ในการอบแห้งพันธุ์พืช, โรงแรม หรือในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น และควรศึกษาในเรื่องของการนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง รวมทั้งปริมาณของการทำความร้อนด้วย รวมทั้งเปรียบกับแหล่งพลังงานความร้อนชนิดอื่น เช่น ตัวเก็บรังสีแบบแผ่นราบเพียงอย่างเดียว, หม้อไอน้ำ หรือพลังงานไฟฟ้า เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสะสมความร้อน เพื่อกำหนดอุณหภูมิหลอมเหลวของสารเปลี่ยนวัฏภาค ซึ่งอาจเป็นกรดไขมัน หรือเกลือไฮเดรต หรือสารเคมีอื่นๆ เนื่องจากในการทดลองอุณหภูมิเฉลี่ยของถังสะสมความร้อน มีค่าอยู่ประมาณ 41.15 องศาเซลเซียส (ข้อมูลจากการทดลองตอนที่ 2) อย่างไรก็ตามอุณหภูมิดังกล่าวก็มิได้เป็นอุณหภูมิที่เป็นข้อสรุป ควรพิจารณาจากปัจจัยอื่นๆ ด้วย เช่น ขนาดและรูปร่างของถังสะสมความร้อน ลักษณะการออกแบบการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสารเปลี่ยนวัฏภาคกับน้ำ ปริมาณน้ำและสารเปลี่ยนวัฏภาคในถังสะสมความร้อน ประเภทและปริมาณการใช้ของน้ำร้อนในแต่ละวัน เป็นต้น ทั้งนี้ก็เพื่อให้ถังเก็บสะสมความร้อนเก็บและจ่ายความร้อนได้ตลอดช่วงเวลาการใช้งาน

3. ควรมีการศึกษาโดยเปลี่ยนชนิดของสารทำความเย็นที่ใช้ทดแทนฟรีออน-12 ในระบบฮีตพัมป์ เช่น Suva MP66 เป็นต้น หรือสารทำความเย็น Near ARM ประเภทอื่นๆ

4. ควรมีการศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในเงื่อนไขในสภาวะไม่สม่ำเสมอ (unsteady state condition) ของระบบที่ต่อตัวเก็บรังสีแบบแผ่นราบกับฮีตพัมป์แบบอนุกรม และมีการสะสมความร้อนแบบเปลี่ยนวัฏภาคร้อน โดยใช้ตัวเก็บรังสีแบบแผ่นราบทดลองกับแสงอาทิตย์จริง และอาจเป็นการทำน้ำร้อนหรืออากาศร้อนก็ได้ โดยเปรียบเทียบกับผลการจำลองการทำงานกับข้อมูลที่เก็บได้ในช่วง 1 ปี