บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษาวิจัย

1.การออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้า จำเป็นต้องใช้ความรู้ทางวิศวกรรมและเทคนิคหลายด้าน ได้แก่ ด้านการถ่ายเทความร้อน , ด้านเทคโนโลยีแสงอาทิตย์, ด้านกระบวนการผลิต ,ความรู้ทางไฟฟ้าและระบบควบคุมอัตโนมัติ โดยนำหลักการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ได้แก่ หลักการแก้ไขปัญหาการประดิษฐ์หรือ TRIZ และการสร้างต้นแบบรวมถึงการใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์นี้ ได้ใช้ประโยชน์จากการสร้างต้นแบบในการศึกษาโดยใช้การออกแบบการทดลองเพื่อปรับปรุงต้นแบบ ทดสอบและยืนยันการทำงานของเครื่องต้นแบบ พบปัญหาที่ไม่ได้คาดการณ์ล่วงหน้าซึ่งนำไปสู่การลดความผิดพลาดในการออกแบบได้

2.การวางตำแหน่งของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้า มุมลาดเอียงของ Solar Collector ที่เหมาะสมตลอดปีสำหรับพื้นที่ติดตั้ง คือ จังหวัดปทุมธานีซึ่งอยู่ตำแหน่งละติจูด 14 องศาเหนือนั้น คือ 14 องศาโดยหันไปทางทิศใต้ แต่สามารถเบี่ยงเบนจากมุมดังกล่าวนี้ได้ 10 ถึง 20 องศา โดยที่ไม่ส่งผลต่อพลังงานแสงอาทิตย์ต่อปีมากนัก จากการทดลองโดยต้นแบบเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้าขนาด 1 ตารางเมตร ระหว่างวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2552 ถึง 5 มีนาคม 2552 ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดพายุฤดูร้อน ผลการทดลองที่ได้มีทั้งวันที่อากาศสดใสและวันที่อากาศไม่โปร่งใส ปัจจัยที่ส่งผลต่อพลังงานแสงอาทิตย์ คือ กระจกรับแสง 2 ชั้น ให้ผลดีกว่ากระจก 1 ชั้น ส่วนขนาดอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจึงเลือกใช้กระจกรับแสง 2 ชั้นและอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนขนาด 0.16 ตารางเมตรซึ่งมีต้นทุนต่ำกว่า จากผลการทดลองค่าพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์เฉลี่ย 5.02 เมกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน หรือ 1.4 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อวัน หรือ 0.155 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร

3.ผลจากการทดสอบโดยเปรียบเทียบการใช้พลังงานด้วยต้นแบบเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้าในวันที่ 28 มีนาคม 2552 และใช้เฉพาะพลังงานไฟฟ้าอย่างเดียวในวันที่ 2 เมษายน 2552 ทำน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 – 50 องศาเซลเซียส อัตราการไหล 15 ลิตร

ต่อชั่วโมง การใช้พลังงานแสงอาทิตย์สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 0.17 กิโลวัตต์โดยเฉลี่ยตั้งแต่ 8:00 น. – 16:00 น. หรือ 1.37 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน ถ้าเราใช้งานเครื่องทำน้ำร้อนขนาด 1 ตารางเมตรนี้ 330 วันต่อปี จะทำให้เราลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 449 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปีต่อตารางเมตร

4.ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่าขนาดเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้าขนาด 1 ตารางเมตร ได้ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) เท่ากับ 25 ปี และอัตราผลตอบแทน (Rate of Return: ROR) เท่ากับร้อยละ 2.3 เมื่อเพิ่มขนาดเป็น 10 ตารางเมตร ได้ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) 9 ปี และอัตราผลตอบแทน (Rate of Return: ROR) เพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 11.7 ดังนั้นเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้าจึงไม่เหมาะกับขนาด 1 – 2 ตารางเมตร เนื่องจากมีระยะเวลาคืนทุนนานมากและอัตราผลตอบแทนต่ำ ไม่คุ้มค่าต่อการใช้งาน แต่เมื่อเพิ่มขนาดมากนี้ก็จะคุ้มค่ามากขึ้น

5.2 อภิปรายผลการศึกษา

1.น้ำมันถ่ายเทความร้อนสามารถใช้กับระบบเทอร์ไซฟอนของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้าได้ แต่การนำไปใช้จริงต้องคำนึงถึงการป้องกันไม่ให้น้ำมันกับน้ำปะปนกัน อย่างไรก็ตามยังสามารถตรวจสอบการปะปนได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือพิเศษ เพราะน้ำมันไม่สามารถละลายน้ำได้และความถ่วงจำเพาะของน้ำมันน้อยกว่าน้ำ ดังนั้นเมื่อเกิดการปะปน น้ำมันจะลอยอยู่บนผิวน้ำ ทำให้ง่ายต่อการตรวจสอบ

2.ควรออกแบบเพิ่มเติมเพื่อให้ง่ายต่อการบำรุงรักษาระบบเทอร์โมไซฟอนที่ใช้น้ำมัน ได้แก่ การตรวจสอบระดับน้ำมันและการเปลี่ยนถ่ายน้ำมัน ระบบท่อต้องรองรับการขยายตัวของน้ำมันเมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้นเพราะอาจทำให้น้ำมันล้นออก

3.จากการทดลองเครื่องต้นแบบเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้าโดยใช้ท่อในระบบเทอร์โมไซฟอนชนิดท่อพีวีซี ทำให้เกิดการโก่งงอจากความร้อนของน้ำมัน ดังนั้นท่อพีวีซีจึงไม่เหมาะสมกับระบบนี้

4.ฉนวนกันความร้อนที่ใช้กับเครื่องทำน้ำร้อนร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้า จำเป็นต้องใช้ฉนวนที่เหมาะกับสภาวะกลางแจ้ง ทนต่อสภาพอากาศภายนอก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปียกชื้นจากฝนตก สำหรับเครื่องต้นแบบเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้านี้ใช้ใยแก้วเป็น

ฉนวนกันความร้อน เมื่อฝนตกทำให้ฉนวนเกิดความเสียหายและสูญเสียคุณสมบัติความเป็นฉนวนทางความร้อนดังนั้นใยแก้วจึงไม่เหมาะสมกับเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้า

5.การผนึกกระจกรับแสง ต้องคำนึงถึงการป้องกันน้ำเข้าภายในแผงรับแสงอาทิตย์(Solar collector)และการระบายน้ำเพื่อป้องกันน้ำขังบนพื้นที่ของกระจกรับแสง เพราะทำให้ประสิทธิภาพลดลงและการเกิดสนิมของแผ่นดูดซับ(Absorber plate) และท่อแผงรับแสงอาทิตย์ ในขณะเดียวกันต้องทำให้ง่ายต่อการบำรุงรักษา เช่น การถอดทำความสะอาดและการเปลี่ยนกระจกรับแสง

6.ตู้ควบคุมและอุปกรณ์ไฟฟ้า จำเป็นต้องป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรและอุปกรณ์ไฟฟ้าเสียหายจากสภาพอากาศฝนตกโดยซีลเพื่อป้องกันน้ำเข้าภายในตู้ควบคุม หรืออาจย้ายตำแหน่งตู้ควบคุมและอุปกรณ์ไฟฟ้าเข้าไปภายในอาคารแล้วต่อสายไฟฟ้าและอุปกรณ์เฉพาะอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องอยู่กลางแจ้ง รวมถึงการต่อสายดินเพื่อป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้ารั่ว

7.ข้อจำกัดของถังพักน้ำที่ใช้ทำเครื่องต้นแบบเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้าเป็นแบบถังพลาสติก ฮีตเตอร์ที่ใช้กับเครื่องต้นแบบเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้าจึงใช้ฮีตเตอร์แบบรัดท่อโดยให้ความร้อนกับน้ำโดยผ่านผนังท่อ ทำให้เกิดการสูญเสียความร้อนมากเนื่องจากไม่สามารถใช้ฉนวนหุ้มเพื่อลดความสูญเสียพลังงานความร้อนได้ ถ้าจะใช้ฉนวนต้องใช้ฉนวนที่ทนความร้อนสูง ดังนั้นจึงควรใช้ฮีตเตอร์แบบจุ่มในกรณีถังพักน้ำเป็นถังทำจากโลหะ เช่น ถังเหล็ก ,ถังสเตนเลส

5.3 ปัญหาและอุปสรรค

การทำงานของเครื่องต้นแบบเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้าจำเป็นต้องอาศัยแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงาน ปริมาณพลังงานจากแสงอาทิตย์ไม่มีความแน่นอน ควบคุมไม่ได้ ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ ถึงแม้ว่าช่วงการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้อยู่ในฤดูฝนแต่ก็อยู่ในช่วงการเกิดพายุฤดูร้อน บางวันที่มีการทดลองมีสภาพท้องฟ้ามืดครึ้ม บางวันเกิดฝนตกส่งผลให้การทดลองในวันนั้นใช้ไม่ได้ ฝนที่ตกลงมายังทำให้ฉนวนซึ่งเป็นวัสดุใยแก้วมีคุณสมบัติความเป็นฉนวนทางความร้อนที่เปลี่ยนแปลงไปและเกิดการชำรุดเสียหาย ต้องมีการซ่อมแซมบางส่วน

การใช้น้ำมันถ่ายเทความร้อนในระบบเทอร์โมไซฟอน ได้พบปัญหาเกี่ยวกับการขยายตัวของน้ำมันจากอุณหภูมิน้ำมันที่สูงขึ้น บางครั้งเมื่อน้ำมันมีอุณหภูมิสูงได้เกิดน้ำมันล้นออกจากท่อบริเวณด้านบน ทำให้ต้องระมัดระวังระดับน้ำมันอยู่ตลอดเวลาเพราะอาจส่งผลถึงการ

หมุนเวียนของน้ำมันและเกิดคราบน้ำมันสกปรกกับอุปกรณ์ต่างๆ และได้พบน้ำมันปะปนไปกับน้ำที่ใช้ทดลองด้วยเนื่องจากจุดที่น้ำมันล้นอยู่เหนือถังพักน้ำ นอกจากนี้ยังมีอุปสรรคในการวัดอุณหภูมิน้ำมันถ่ายเทความร้อนเพราะอยู่ในตำแหน่งสูง และจำเป็นต้องถอดวาล์วระบายอากาศออกเนื่องจากเป็นจุดที่ใช้วัดน้ำมันถ่ายเทความร้อนขาเข้าและออกจากอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

การใช้งานเครื่องต้นแบบเป็นที่โล่งแจ้ง ดังนั้นต้องระมัดระวังการเกิดความเสียหายของอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อเกิดฝนตกด้วย รวมถึงตู้ไฟฟ้าควบคุมต้องหลีกเลี่ยงการได้รับแสงแดดโดยตรง เนื่องจากอาจเกิดความคลาดเคลื่อนและผิดพลาดจากการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยเฉพาะอย่างยิ่งชุดควบคุมอุณหภูมิ โดยใช้พลาสติกผ้าใบขึงอย่างแน่นหนาเพราะว่าสถานที่ใช้ทดลองเป็นชั้นดาดฟ้าของอาคารสูง บางครั้งมีสภาพลมแรง

ฮีตเตอร์ไฟฟ้าแบบรัดท่อที่ใช้กับเครื่องต้นแบบ ไม่สามารถใช้ฉนวนกันความร้อนหุ้มเพื่อลดความสูญเสียได้เนื่องจากอาจเกิดอัคคีภัยจากการลุกไหม้ ดังนั้นฮีตเตอร์ไฟฟ้าจึงไม่ได้หุ้มฉนวนกันความร้อนใดๆ

5.4 **ข้อเสนอแนะ**

เนื่องจากการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ได้ใช้ข้อมูลจากต้นทุนจากการสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้าในการประมาณการ แต่เราสามารถลดต้นทุนในการสร้างเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้านี้ได้ โดยเฉพาะเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานร่วมแสงอาทิตย์ไฟฟ้าขนาดเล็กเพื่อให้ได้ระยะเวลาคืนทุนสั้นลงและผลตอบแทนการลงทุนที่ดีขึ้น เราอาจเปลี่ยนอุปกรณ์ควบคุมโดยใช้อุปกรณ์ที่มีราคาถูกลง เช่น การใช้เทอร์โมสตัตในการควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งมีราคาถูกว่าชุดควบคุมอุณหภูมิร่วมกับเทอร์โมคัปเปิลมาก แต่อาจจะด้อยเรื่องความแม่นยำ, ความเที่ยงตรง, การแสดงผลของค่าอุณหภูมิ และการควบคุมทำได้เฉพาะการควบคุมแบบสองตำแหน่ง

ควรศึกษาเรื่องความหนืดของน้ำมันที่ลดลงจะทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำมันดีขึ้นหรือไม่และจะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพสูงขึ้นหรือไม่อย่างไร รวมถึงศึกษาของไหลอื่นๆ ที่สามารถใช้แทนน้ำหรือน้ำมันในระบบเทอร์โมไซฟอนของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้าได้