

การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพหม้อต้มน้ำ ด้วยระบบแบ่งให้ความร้อน Development and Finding Efficiency of Boiler with Water Distribution System

อนุชิต เพียรแก้ว¹ วิวัฒน์ ศรีบุญนาคร² สุรศักดิ์ รัตนพันธ์³ และรัฐพงษ์ จันทรงค์⁴

Anuchit Piankaew¹ Wiwat Sriboonnark² Surasak Rattanaphan³ and Ruttapong Junkong⁴

¹⁻⁴ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80110

Department of Electrical Power, Thungsong Technical College, Nakhon Si Thammarat 80110

¹ Corresponding Author: E-mail: anuchit.p282@gmail.com

Received: 5 Apr. 2022; Revised: 31 May 2022; Accepted: 2 Jun. 2022

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน 2) ประเมินคุณภาพหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน 3) หาประสิทธิภาพหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน วิธีการวิจัยคือ การนำไปทดสอบหาคุณภาพการทำงานโดยผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมไฟฟ้า และผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบจำนวน 5 คน และกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานจำนวน 20 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบบบันทึกข้อมูล และแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) หม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อนที่สร้างขึ้นมีคุณภาพโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด 2) การประเมินคุณภาพหม้อต้มน้ำมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด 3) ประสิทธิภาพการทำงานของหม้อต้มน้ำที่สร้างขึ้นมากกว่าประสิทธิภาพของหม้อต้มน้ำขนาด 20 ลิตร ที่มีจำหน่ายทั่วไป 4) การประเมินหาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อนค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : พลังงานไฟฟ้า หม้อต้มน้ำ ประสิทธิภาพ

Abstract

The objectives of this research were: 1) to design and develop a boiler with water distribution system, 2) to assess the quality of the boiler with water distribution system, 3) to determine the efficiency of the boiler with water distribution system and 4) to study the satisfaction of the samples of users of the boiler with water distribution system. The research method included the performance test by 5 electrical engineering and design experts and 20 users selected by purposive sampling technique. The research tools included data recording form and satisfaction questionnaires calculated by percentages, means, and standard deviations.

The findings from the research revealed that: 1) the quality of the boiler with water distribution system was at the highest level, 2) the evaluation of the boiler quality was the highest level, and 3) the efficiency of the developed boiler was higher than that of the typical 20-liter boiler, and 4) the satisfaction assessment of the boiler with water distribution system was at the highest level.

Keywords : Electrical Energy, Boiler, Efficiency

1. บทนำ

พลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยที่จำเป็นของประชาชนทั่วไปในปัจจุบัน และมีความสำคัญต่อภาคการผลิต ธุรกิจอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก แต่เนื่องจากประเทศไทยไม่ได้มีแหล่งผลิตพลังงานในประเทศมากเพียงพอความต้องการ ทำให้ต้องพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่โดยข้อมูลของกระทรวงพลังงาน พบว่าประเทศไทยยังมีอัตราการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น จึงมีการจัดทำแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2558-2579 ซึ่งเป็นแผนจัดหาไฟฟ้าระยะยาว 20 ปีของประเทศไทย โดยให้ความสำคัญในการสร้างสมดุลได้แก่ 1) ด้านความมั่นคงทางพลังงาน 2) ด้านเศรษฐกิจ และ 3) ด้านสิ่งแวดล้อม [1] ดังนั้นรัฐบาลจึงมุ่งเน้นการอนุรักษ์พลังงาน และการจัดการการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมี การลดปริมาณการใช้พลังงานและกระตุ้นให้เกิดการใช้พลังงานอย่างประหยัดเพื่อให้เกิดประโยชน์ สูงสุดซึ่งการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นนี้จำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากหลายฝ่าย ดังเห็นได้ในปัจจุบันมี หน่วยงานต่าง ๆ หลายหน่วยงานได้ให้ความสนใจและร่วมมือรณรงค์ในการอนุรักษ์พลังงานและการรักษาสิ่งแวดล้อมมากขึ้น เพื่อช่วยลดปริมาณการใช้พลังงานในปัจจุบันที่มีการใช้พลังงานในปริมาณที่สูงมาก [2] ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจที่จะออกแบบสร้างหม้อต้มน้ำประหยัดพลังงาน เพื่อใช้สำหรับการบริการเครื่องต้มในช่วงพักของการประชุม สัมมนา หรือการจัดกิจกรรมอื่น ๆ ซึ่งหม้อต้มน้ำโดยทั่วไปซึ่งมีอุปกรณ์เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนที่ใช้ขดลวดความร้อน (Heater) ใช้วิธีการต้มน้ำให้เดือดตาม การปรับตั้งค่าอุณหภูมิในครั้งเดียว ทำให้มีการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงได้นำหลักการทางวิทยาศาสตร์เรื่องการพาความร้อนมาใช้ในการออกแบบ

หม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า และประหยัดค่าใช้จ่าย โดยมีถึงพักน้ำขนาด 20 ลิตรอยู่ด้านบนและด้านล่างเป็นหม้อต้มน้ำขนาด 1.8 ลิตรรับน้ำจากถังพักโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก เมื่อทำการต้มน้ำจะทำให้เกิดการขยายตัวและอุณหภูมิสูงขึ้นและลอยตัวขึ้นด้านบน ส่วนหน่วงจะไหลย้อนกลับไปที่ถังพักน้ำด้านบน ซึ่งเป็นการอุ่นน้ำในถังพักน้ำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อน้ำไหลเข้าสู่หม้อต้มน้ำจะทำให้ใช้เวลาในการต้มน้อยลง และส่วนหนึ่งจะไหลไปเพื่อจ่ายให้ผู้ใช้ทางก๊อกน้ำ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อสร้างหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน
- 2.2 เพื่อประเมินคุณภาพของหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน
- 2.3 เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน
- 2.4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานที่มีต่อหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน

3. สมมุติฐานการวิจัย

- 3.1 หม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อนสามารถลดการใช้พลังงานได้
- 3.2 คุณภาพของหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อนโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่าระดับมาก
- 3.3 ประสิทธิภาพของหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อนมีค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่าระดับมาก
- 3.4 กลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อนมีค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่าระดับมาก

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

- 4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรได้แก่ ผู้ใช้งานหม้อต้มน้ำในพื้นที่ จังหวัดนครศรีธรรมราช

2) กลุ่มตัวอย่างได้แก่ ผู้ใช้งานหม้อต้มน้ำที่มี ภูมิลาเนาอยู่ในอำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 20 คน โดยการคัดเลือกแบบเจาะจง

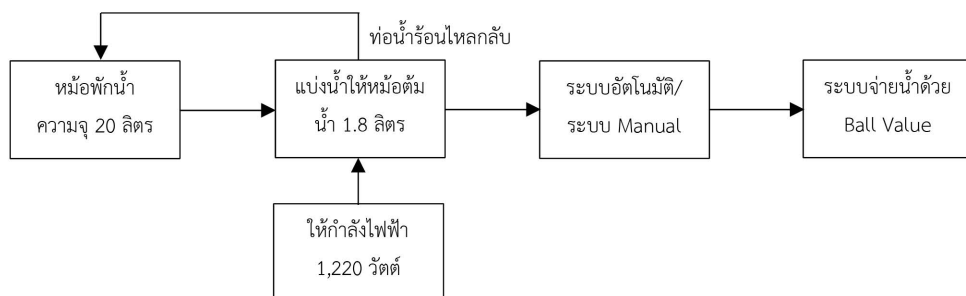
4.2 การสร้างหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน ผู้วิจัย ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1) ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับหม้อต้มน้ำแบบ ต่าง ๆ พบว่า การใช้ค่าต้มน้ำธรรมชาติที่มีกำลัง 2.5 กิโลวัตต์ ต้มน้ำให้เดือดจะใช้เวลาประมาณ 3 นาที โดยมีการ ใช้งานในการต้มน้ำเฉลี่ยวันละ 4 ครั้ง คำนวณ อัตราการใช้ พลังงานไฟฟ้าเป็น กิโลวัตต์ต่อเดือน $= 2.5 * (3 * 4/60) * 30 = 15$ กิโลวัตต์ต่อเดือน ค่าที่ได้คือค่าเฉลี่ยอาจมี ความแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความถี่ในการใช้และกำลัง ของอุปกรณ์ไฟฟ้า

2) จากการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับหม้อต้มน้ำร้อน ความจุ 20 ลิตร ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด พบว่าใช้อุปกรณ์ ให้ความร้อน 2 รูปแบบคือ ฮีตเตอร์แบบจุ่มน้ำ และฮีตเตอร์ แบบแผ่นรัด ทำหน้าที่ให้ความร้อนแก่น้ำในหม้อต้มทั้งหมด ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าค่อนข้างมากในการต้มน้ำ แต่ละครั้ง เพราะต้องใช้ฮีตเตอร์ที่ใช้กำลังไฟฟ้าสูงจึงจะ

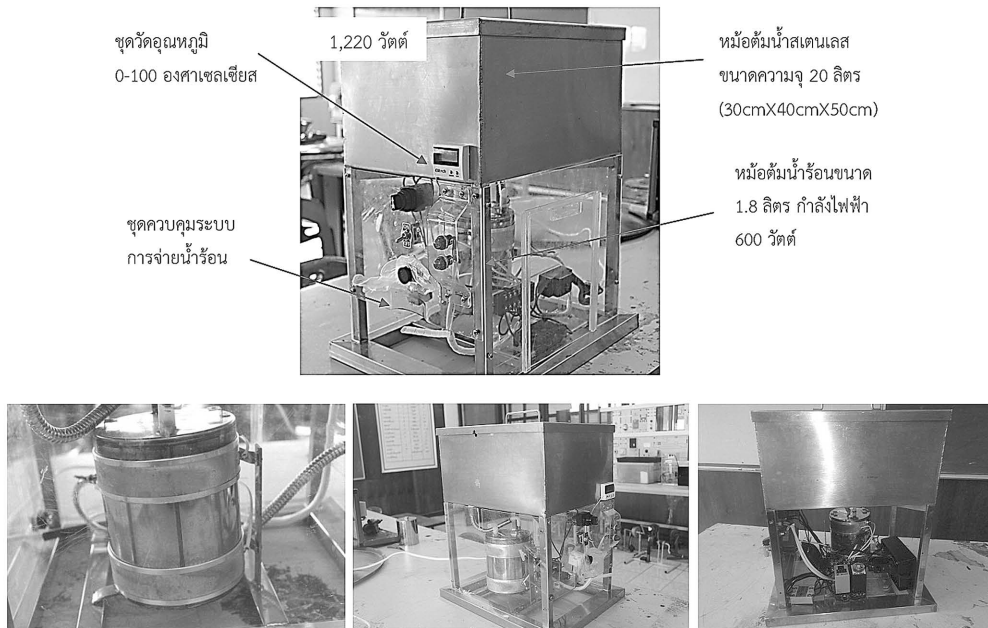
มีความร้อนที่เพียงพอในการต้มน้ำให้เดือด โดยให้ความร้อน แก่น้ำด้วยช่วงเวลาสั้น ๆ ดังนั้นเพื่อลดการสิ้นเปลือง พลังงานไฟฟ้า ผู้วิจัยได้สร้างหม้อต้มน้ำร้อนแบบแบ่งน้ำ จากถังเก็บน้ำขนาด 20 ลิตร เพื่อให้ความร้อนผ่านหม้อ ต้มน้ำที่มีขนาดความจุเพียง 1.8 ลิตร ตามปริมาณการใช้ งานแทนการต้มน้ำทั้งหมด

3) การสร้างหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน ผู้วิจัยดำเนินการวางแผนสร้าง โดยผู้วิจัยได้ออกแบบให้มี ระบบการทำงานที่ไม่ซับซ้อนใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ ในการถ่ายเทความร้อนให้น้ำ จำนวนน้อย ๆ ที่แบ่งมาจาก ถังพักน้ำขนาดใหญ่ของหม้อต้มเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยต้มน้ำในหม้อต้มขนาด 1.8 ลิตร ใช้กำลังไฟฟ้าจาก ขดลวดความร้อนขนาด 1,220 วัตต์ โดยมีถังพักน้ำอยู่ ด้านบน และด้านล่างเป็นหม้อต้มซึ่งรับน้ำจากถังพักโดย อาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก เมื่อทำการต้มน้ำจะทำให้ น้ำ เกิดการขยายตัวและลอยตัวขึ้นด้านบน ส่วนหนึ่งของน้ำ ที่เดือดจะไหลย้อนกลับไปที่ถังพักน้ำด้านบน ซึ่งเป็นการ อุ่นน้ำในถังพักน้ำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อน้ำไหลเข้าสู่ หม้อต้มจะทำให้ใช้เวลาในการต้มน้อยลง และน้ำส่วนหนึ่ง จะถูกจ่ายให้ผู้ใช้ได้ทั้งระบบอัตโนมัติหรือระบบ Manual ผ่าน Ball Valve ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แนวคิดในการออกแบบหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน

4) ผู้วิจัยดำเนินการจัดสร้างหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน [3] ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน

5) ดำเนินการทดลองโดยการนำหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อนไปทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานในการทดสอบครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองต้มน้ำด้วยหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อนซึ่งหลังจากมีผู้ใช้น้ำร้อนออกไปแล้ว ระบบน้ำที่อยู่ในถังเก็บด้านบนซึ่งเป็นน้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่าปกติอยู่แล้วจะถูกปล่อยเข้าสู่หม้อต้มน้ำด้านล่างเพื่อเป็นการทดแทนปริมาณน้ำที่ถูกใช้ไป ทำให้ระยะเวลาการต้มน้ำจะน้อยกว่าปกติ ทำการตรวจสอบการทำงาน ด้านกลไกการทำงาน ขนาดกระแสไฟฟ้าที่ใช้ระยะเวลาในการทำน้ำร้อนช่วงอุณหภูมิ 75-90 องศาเซลเซียส เพื่อนำผลการทดลองมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบจำนวน 5 คนทำการตรวจสอบเพื่อประเมินคุณภาพของหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อนด้านโครงสร้างทั่วไป ด้านการออกแบบ ด้านการใช้งาน และนำคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะนำหม้อต้มน้ำร้อนความจุ 20 ลิตรระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน ไปให้กลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานทดลองใช้เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เขียนรายงานวิจัยสำหรับประชากรกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานได้แก่ ผู้ใช้งานหม้อต้มน้ำ

ที่มีภูมิลำเนาอยู่ในอำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 20 คน โดยการคัดเลือกแบบเจาะจง

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1) แบบบันทึกผลการทดลองการใช้งานหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน เป็นตารางบันทึกผลการตรวจสอบการทำงาน และการแสดงผลของอุปกรณ์ในแต่ละขั้นตอนการทำงาน

2) แบบประเมินคุณภาพหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน โดยแบบประเมินชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านโครงสร้างทั่วไป ด้านการออกแบบ และด้านการใช้งาน

3) แบบสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งาน จำนวน 3 ตอน ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน และตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

4.4 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล การ

ดำเนินการทดลองหาคุณภาพและประสิทธิภาพของเครื่องผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1) ทดลองใช้งานหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อนเพื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานจำนวน 8 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย จากนั้นหาข้อบกพร่องแล้วทำการแก้ไขก่อนนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทดลองใช้ และประเมินคุณภาพ

2) ผู้วิจัยได้นำหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อนที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คนทดลองใช้ ประเมินคุณภาพ ด้านโครงสร้างทั่วไป ด้านการออกแบบ ด้านการใช้งาน โดยการตอบแบบสอบถามนำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามไปวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพด้วยค่าสถิติ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำข้อบกพร่องไปปรับปรุงแก้ไขต่อไป

3) ดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการแนะนำวิธีการใช้งานหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน และให้กลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานทดลองใช้งานหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน ผู้วิจัยแจกแบบประเมินผล เพื่อสอบถามความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานเกี่ยวกับหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน และนำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามไปวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจ

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามมาทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้การแจกแจงความถี่หาค่าเฉลี่ย เลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้มีรายละเอียดและวิธีการดังต่อไปนี้ [4]

1) ใช้แบบประเมินตามแบบมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ

2) นำแบบประเมินมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติโดยวิธี

2.1) แจกแจงความถี่ของความคิดเห็นแต่ละข้อคำถาม

2.2) หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ของแต่ละข้อคำถาม โดยใช้สูตร $\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$

เมื่อ $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักคำตอบ

$\sum X$ คือ ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม

2.3) หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยใช้สูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

2.4) เสนอข้อมูลประกอบการแปลความเชิงบรรยาย

2.5) การแปลผลค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้ กำหนดความหมายของคะแนนไว้ตามลำดับดังนี้

4.50-5.00 หมายถึง มากที่สุด

3.50-4.49 หมายถึง มาก

2.50-3.49 หมายถึง ปานกลาง

1.50-2.49 หมายถึง น้อย

1.00-1.49 หมายถึง น้อยที่สุดหรือต้องปรับปรุง

ข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินความเห็นมาวิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอสถิติต่าง ๆ โดยใช้เฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลจากการสร้างหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อนเมื่อนำไปทดลอง ผลการทดลองใช้งานหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน ทำการทดลองโดยการตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ และบันทึกผลลงตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองใช้งานหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน

ครั้งที่ ทดลอง	การทำงานของหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน			
	เวลาที่ใช้ในการ ทดลอง (นาที)	การทำงานของหม้อ ต้มน้ำร้อน	กระแสไฟฟ้าที่วัดได้ (A)	กำลังไฟฟ้า (W)
1	3.5	ทำงาน	2.72	1,220
2	3.5	ทำงาน	2.70	1,220
3	3.4	ทำงาน	2.70	1,220
4	3.5	ทำงาน	2.72	1,220
5	3.5	ทำงาน	2.72	1,220
6	3.4	ทำงาน	2.72	1,220
7	3.4	ทำงาน	2.71	1,220
8	3.5	ทำงาน	2.71	1,220

3.46

หม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อนต้มน้ำให้เดือดใช้เวลาเฉลี่ย 3.46 นาทีต่อครั้ง

จากตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองใช้งานหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน สามารถหาประสิทธิภาพได้ดังนี้

$$n = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{Q_{water}}{W_{ele}}$$

Q_{water} คือ ปริมาณความร้อนของน้ำที่ได้รับต่อเวลา (W) $Q_{water} = \frac{mcp(T_2-T_1)}{\Delta t}$

W_{ele} คือ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ต้มน้ำ 1,220 w

m = มวลของน้ำในหม้อต้ม 1.8 ลิตร เท่ากับ 1.8 kg

c_p = ค่าความจุความร้อน 4,187 J/kg °C

T_2 = อุณหภูมิสุดท้ายของน้ำ 90 °C

T_1 = อุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำประมาณ 25 °C

Δt = เวลาที่ใช้ ประมาณ 3.46 นาที (sec)

$$\begin{aligned} Q_{water} &= \frac{mcp(T_2-T_1)}{\Delta t} = \frac{1.8(4,187)(90-25)}{3.46 \times 60} \\ &= \frac{489,879}{207.6} = 2,359.73 \text{ w} \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้นประสิทธิภาพ (n)} = \frac{2,359.73}{1,220} = 1.93$$

ค่าที่ได้เป็นการหาประสิทธิภาพจากกฎข้อหนึ่งเทอร์โมไดนามิกส์ ซึ่งจะมีค่าเกิน 1 (100%) ที่เป็นเช่นนี้ เพราะ Q_{water} กับ W_{ele} เป็นพลังงานที่คุณภาพต่างกัน งานไฟฟ้าถือว่าเป็นพลังงานที่มีเกรดสูงกว่า ถ้าจะ เปรียบเทียบกัน ต้องแปลง Q_{water} ให้เป็นเกรดเดียวกับ W_{ele} ก่อน คือ ใช้กฎข้อสองเทอร์โมไดนามิกส์

$$\varepsilon = \frac{Q_{water}(1 - \frac{T_0}{T_H})}{W_{ele}} = \frac{2,359.73(1 - \frac{30+273}{90+273})}{1,220} = 0.3287 \text{ (32.87 \%)}$$

T_0 = อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมรอบหม้อต้มประมาณ 30 °C

T_H = อุณหภูมิสุดท้ายของน้ำ 90 °C

ถ้าพิจารณาแบบเดิม ขนาดหม้อต้ม 20 ลิตร (20 kg) $W_{ele} = 2,500$ W, $\Delta t = 42 \times 60$ sec

$$Q_{water} = \frac{mcp(T_2 - T_1)}{\Delta t} = \frac{20(4,187)(90 - 25)}{2,520}$$

$$= \frac{5,443,100}{2,520} = 2,159.96 \text{ w}$$

$$\text{ดังนั้นประสิทธิภาพ (n)} = \frac{2,159.96}{2,500} = 0.8640$$

$$\varepsilon = \frac{Q_{water}(1 - \frac{T_0}{T_H})}{W_{ele}} = \frac{2,159.96(1 - \frac{30+237}{90+237})}{2,500} = 0.1585 \text{ (15.85 \%)}$$

เมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของหม้อต้มน้ำด้วยกลไกสองเทอร์โมไดนามิกส์ แบบใหม่ 32.87 % มีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบเดิมซึ่งมีค่า 15.65 %

ตารางที่ 2 ตารางค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านคุณภาพของหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน

รายการประเมิน	ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ		
	$\bar{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
1. ด้านโครงสร้างทั่วไป	4.85	.24	เห็นด้วย
2. ด้านการออกแบบ	4.93	.14	เห็นด้วย
3. ด้านการใช้งาน	4.93	.14	เห็นด้วย
ค่าเฉลี่ย	4.90	.17	เห็นด้วย

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพผลงาน โดยงานหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน ดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญโดยรวม มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.90$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = .17) อยู่ในระดับมากที่สุด นำหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อนไปให้ผู้ใช้งานกลุ่มตัวอย่างใช้งานจริง ดังตารางที่ 3

5.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ที่ทดลองใช้

ตารางที่ 3 ตารางค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความพึงพอใจเกี่ยวกับหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อนโดยกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งาน

การทดสอบความพึงพอใจของหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ความสะดวกในการใช้งาน	4.8	.42	มากที่สุด
2. ลักษณะรูปทรงของหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน	4.0	.47	มากที่สุด
3. ความน่าสนใจของชิ้นงาน	4.7	.48	มากที่สุด
4. ความแข็งแรงทนทาน	4.0	.47	มากที่สุด
5. กลไกการทำงานมีความเหมาะสม	4.5	.53	มากที่สุด
6. มีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.7	.48	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.5	.46	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน โดยรวมมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.5$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D. = .46$) กลุ่มตัวอย่างที่มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด

6. สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลและอภิปรายผล

1) ผลการประเมินคุณภาพด้านโครงสร้างทั่วไป ด้านการออกแบบและด้านการใช้งาน ของหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ในภาพรวมพบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกัน ทั้งสามหัวข้อการประเมิน ซึ่งหัวข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือด้านการออกแบบ ด้านการใช้งาน และด้านโครงสร้างทั่วไปตามลำดับ

2) ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของหม้อต้มน้ำ ระบบแบ่งน้ำให้ความร้อนเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า พบว่าระยะเวลาในการต้มน้ำร้อนให้เดือดใช้เวลาเฉลี่ย 3.46 นาทีต่อครั้ง กำลังไฟฟ้า 1,220 วัตต์ มีประสิทธิภาพร้อยละ 32.87 ซึ่งมีค่ามากกว่าประสิทธิภาพของหม้อต้มน้ำขนาด 20 ลิตร ที่มีจำหน่ายทั่วไปซึ่งมีประสิทธิภาพเพียงร้อยละ 15.85

3) การประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้หม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า การประเมินความพึงพอใจโดยผู้ร่วมประเมินจำนวน 20 คน แบบเจาะจงปรากฏว่าค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้หม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน ด้านโครงสร้างทั่วไป ด้านการออกแบบ และด้านการใช้งานซึ่งพบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด

6.2 อภิปรายผล

จากผลการสร้างหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน ทำให้สามารถนำความรู้เกี่ยวกับการพาความร้อนมาใช้ประโยชน์ โดยหม้อต้มน้ำทั่ว ๆ ไปที่มีจำหน่ายในท้องตลาดขนาด 20 ลิตรจะใช้ขดลวดความร้อน (Heater) กำลังไฟฟ้า 2,500 วัตต์ ต้มน้ำจนเดือดที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสภายในเวลา 42 นาที หรือคิดเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,750 วัตต์ในการต้มน้ำหนึ่งครั้ง [5] เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อนที่สร้างขึ้น ซึ่งใช้วิธีการแบ่งน้ำจากถังพักน้ำของหม้อต้ม

มาที่หม้อต้มน้ำร้อน ขนาด 1.8 ลิตร ใช้ขดลวดความร้อน (Heater) กำลังไฟฟ้า 1,220 วัตต์ สามารถต้มน้ำจนเดือด 90 องศาเซลเซียสภายในเวลาเฉลี่ย 3.46 นาทีต่อครั้ง หรือคิดเป็น 384.44 วัตต์ ต่อการต้มน้ำ 20 ลิตร และการต้มน้ำต้องให้ความร้อนสัมผัสกับน้ำจนถึงจุดที่น้ำร้อน ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่บรรจุภายในหม้อต้มสอดคล้องกับงานวิจัยหม้อไอน้ำแบบเทอร์โมไซฟอนต้นแบบ [6] เพราะการแบ่งน้ำให้มีปริมาตรน้อยลงในการต้มแต่ละครั้งจะทำให้การพาความร้อนของน้ำดีกว่าหม้อต้มน้ำขนาดใหญ่

6.2 ข้อเสนอแนะ

1) การนำผลการวิจัยไปใช้งานควรศึกษาทำความเข้าใจหลักการการทำงานของหม้อต้มน้ำระบบแบ่งน้ำให้ความร้อน และศึกษาคู่มือการใช้งาน การบำรุงรักษา ให้มีความเข้าใจ

2) ควรพัฒนาตัวเครื่องให้มีขนาดเล็กกะทัดรัด และมีความสวยงามเหมาะสมในการผลิตเพื่อจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2558). รายงานประจำปี 2558. กรุงเทพมหานคร: กระทรวง.
- [2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2562). การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์. กรุงเทพมหานคร: กระทรวง.
- [3] บุญธรรม ภัทราจารกุล. (2555). ชิ้นส่วนเครื่องกล. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- [4] อธิพัทธ์ สุวทันพรกุล. (2562). การวิจัยทางการศึกษา: แนวคิดและการประยุกต์ใช้. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [5] ไหว้สุ. (2564). [ออนไลน์]. ถึงต้มน้ำไฟฟ้า ZAGIO รุ่น ZG-4452 ความจุ 20 ลิตร. [สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม 2564]. จาก <https://www.thaiwatsadu.com/th/product/ถึงต้มน้ำไฟฟ้า-ZAGIO-รุ่น-ZG-4452-ความจุ-20-ลิตร-สีเงิน-60289342?cate=630103>
- [6] วิริยะ แฉงทน สุพัตรา บุโธสง และสฤติพงศ์ เสี่ยงมศักดิ์. (2561). หม้อไอน้ำแบบเทอร์โมไซฟอนต้นแบบ. การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยมหาสารคามครั้งที่ 14 วันที่ 6-7 กันยายน 2561, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.