

การพัฒนาชุดควบคุมอุณหภูมิน้ำพรมกากอ้อยแบบอัตโนมัติ
Development of an Automatic Water Temperature Control Unit
for Sprinkling Bagasse

ดวงทรัพย์ จงใจภักดิ์^{1*}, สุนทร ดวงแก้ว² และ สุระเดช พิมพประชาไชย³
Tuangsap Jongjaipak^{1*}, Suntorn Duangkaew² and Suradet Pimprachachai³

^{1,2,3}ภาควิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกาฬสินธุ์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3 กาฬสินธุ์ 46000

^{1,2,3}Department of Electrical Technology, Kalasin Technical College, Institute of Vocational Education Northeastern Region 3, Kalasin 46000

Received : 2024-01-16 Revised : 2024-02-29 Accepted : 2024-03-01

บทคัดย่อ

บทความวิจัยฉบับนี้ นำเสนอการพัฒนาชุดควบคุมอุณหภูมิ น้ำพรมกากอ้อยแบบอัตโนมัติ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบสร้างชุดควบคุมอุณหภูมิ น้ำพรมกากอ้อยแบบ อัตโนมัติ 2) ทดสอบประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงานชุดควบคุม อุณหภูมิ น้ำพรมกากอ้อย ด้วยมือ กับ แบบอัตโนมัติ โดยนำอุณหภูมิสูงจากถังต้มจะถูกส่งเข้าถังพักด้วยมอเตอร์ปั้มน้ำ เพื่อเตรียมนำไปพรมกากอ้อยก่อนรีดเอาความหวาน ซึ่งต้องให้ อุณหภูมิของน้ำร้อนคงที่สม่ำเสมอ วิธีเดิมจะใช้คนในการปรับ วาล์วน้ำร้อน ซึ่งจะทำให้มอเตอร์ปั้มน้ำร้อนทำงานเต็มพิกัด ตลอดเวลา การปรับวาล์วด้วยมือนั้นทำให้ลดการไหลของน้ำได้ แต่ไม่สามารถลดกระแสของมอเตอร์ไฟฟ้าได้ ซึ่งมอเตอร์ไฟฟ้ายังคงทำงานด้วยความเร็วรอบเต็มพิกัด ทำให้เกิดการสูญเสีย พลังงานไฟฟ้า และเพื่อให้การพรมกากอ้อยเป็นไปอย่างมี ประสิทธิภาพและเป็นการอำนวยความสะดวก จะใช้ชุดควบคุม อุณหภูมิแบบอัตโนมัติ ซึ่งตัวเครื่องจะประกอบด้วย ระบบ ควบคุมอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ โดยใช้ ดิจิทัลคอนโทรลเลอร์ (Digital Indicator Controllers) รับสัญญาณจากตัววัด RTD (Resistance Temperature Detector) หรือ เซนเซอร์ วัดอุณหภูมิไปประมวลผลตามค่าที่ตั้งไว้ แล้วส่งสัญญาณออกไป เป็นกระแสให้อินเวอร์เตอร์ (Inverter) เพื่อปรับความเร็วรอบ ของมอเตอร์ไฟฟ้าในการปั้มน้ำร้อนเข้าถังพักก่อนที่จะนำไปพรม กากอ้อยต่อไป

ผลการทดลองพบว่า อินเวอร์เตอร์ (Inverter) จะตอบ สนองต่อคำสั่งที่ได้รับจากดิจิทัลคอนโทรลเลอร์ (Digital Indicator Controllers) ทุกครั้งเมื่ออุณหภูมิของน้ำพรม กากอ้อยเปลี่ยนแปลงไป การเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า ระหว่างการปรับวาล์วน้ำ เพื่อให้มอเตอร์ไฟฟ้าปั้มน้ำร้อน เข้าถังพักก่อนนำไปพรมกากอ้อยโดยการปรับวาล์วน้ำร้อน ด้วยมือและการปรับวาล์วควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าปั้มน้ำร้อน ด้วยชุดควบคุมอุณหภูมิแบบอัตโนมัติที่สร้างขึ้นในเวลาทดสอบ 1 ชั่วโมง กระแสของมอเตอร์ไฟฟ้าชุดควบคุมอุณหภูมิ น้ำพรม กากอ้อยแบบอัตโนมัติมีการเปลี่ยนแปลงตามความเร็ว ของมอเตอร์ไฟฟ้าปั้มน้ำ มีผลทำให้มอเตอร์ไฟฟ้าปั้มน้ำ ใช้พลังงานลดลงเฉลี่ยเท่ากับ 2,995 วัตต์/ชั่วโมง ซึ่งน้อยกว่า การปรับวาล์วด้วยมือ ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้า เฉลี่ยเท่ากับ 4,056 วัตต์/ชั่วโมง ดังนั้น ชุดควบคุมน้ำพรมกากอ้อย สามารถ ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงคิดเป็นร้อยละ 26.16

คำสำคัญ : Digital Indicator Controller, Inverter, RTD, ระบบอุณหภูมิ น้ำพรมกากอ้อย

Abstract

The purposes of development of an automatic water temperature control unit for sprinkling bagasse were 1) to design and build an automatic water temperature control unit for sprinkling bagasse 2) to find the efficiency of an automatic water temperature control unit for sprinkling bagasse by comparing the

* ดวงทรัพย์ จงใจภักดิ์

E-mail address : Tuangsap.j@gmail.com

manual adjustment and the automatic water temperature control set. The high-temperature water from the boiling tank was sent to the tank by a motor pump to sprinkle bagasse to excrete the sweetness. The temperature of hot water has to be constant. The old method uses a man to adjust the hot water valve, which makes the motor pump runs full capacity. The manual adjustment of the valve can reduce water flow but it cannot reduce the current of electric motor. The electric motor still operates at full speed causing a loss of electrical energy. To make the bagasse matting more efficient and convenient, an automatic water temperature control unit is used by using Digital Indicator Controllers to receive commands from RTD (Resistance Temperature Detector) meters or temperature sensors to process and send out commands. In order to the Inverter to adjust the speed of the motor to adjust the hot water into the tank before sprinkling the bagasse.

The experimental results showed the electricity consumption of the automatic water temperature control unit during the adjustment of the water valve. From the test of 1 hour, the motor current of the automatic bagasse sprinkle water temperature the controller changes according to the speed of the water pump motor. The water pump motor uses an average reduction of 2,995 watts/hour of energy, which is less than adjusting the motor valve of the pump by hand with electrical energy The average is 4,056 watts/hour, that is, it can reduce electricity consumption by 26.16 percent.

Keywords : Digital Indicator Controller, Inverter, RTD, bagasse sprinkling water temperature system.

1. บทนำ

โรงงานผลิตน้ำตาลที่ได้จากวัตถุดิบที่เป็นอ้อย ในการรีดเอาน้ำหวานจากอ้อยเพื่อนำเอาน้ำอ้อยเข้าสู่กระบวนการการผลิต

จะใช้การรีดน้ำอ้อยจากอ้อยเป็นจำนวน 2 ครั้ง โดยในครั้งแรกการรีดน้ำหวานจากอ้อยจะใช้เครื่องรีดรีดจากลำอ้อยซึ่งในขั้นตอนนี้เมื่ออ้อยถูกรีดน้ำหวานเสร็จจะกลายเป็นกากอ้อย ซึ่งในกากอ้อยที่ถูกรีดน้ำหวานไปแล้วจะยังคงมีน้ำหวานจากอ้อยตกค้างอยู่ในกากอ้อยอีกจำนวนหนึ่งซึ่งถูกรีดออกมาไม่หมด โรงงานจะนำกากอ้อยที่เหลือจากการรีดครั้งที่หนึ่ง นำกลับมารีดใหม่อีกครั้งเป็นครั้งที่ 2 ซึ่งในการรีดน้ำหวานจากกากอ้อยในครั้งที่ 2 นี้ จะใช้วิธีนำน้ำร้อนที่อุณหภูมิสูงประมาณ 90-95 องศาเซลเซียส [1] ไปพรมกากอ้อยเพื่อให้กากอ้อยมีความชื้นและอุณหภูมิสูงขึ้นในระดับหนึ่งเพื่อรีดเอาน้ำหวานออกจากอ้อยให้ได้มากที่สุด [2] โรงงานจะใช้คนงานทำการหริวาล์วน้ำเพื่อปรับปริมาณน้ำร้อนเข้าสู่ถังพรมกากอ้อย นั่นคือ ถ้าน้ำพรมกากอ้อยมีอุณหภูมิสูงคนงานจะทำการปรับวาล์วน้ำให้น้ำร้อนเข้าถึงน้ำพรมกากอ้อยน้อยลง แต่ถ้าอุณหภูมิของน้ำในถังน้ำพรมกากอ้อยต่ำกว่าที่กำหนดคนงานก็จะทำการปรับวาล์วน้ำร้อนให้เปิดมากขึ้น เพื่อให้ น้ำร้อนที่มีอุณหภูมิสูงเข้ามาเติมน้ำในถังน้ำพรมกากอ้อยให้มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ซึ่งในการหริวาล์วน้ำด้วยมือทำให้ลดอัตราการไหลของน้ำได้แต่ไม่สามารถลดกระแสของมอเตอร์ไฟฟ้าได้วิธีการดังกล่าวจะทำให้มอเตอร์ไฟฟ้าปั้มน้ำร้อนทำงานมีกระแสเต็มพิกัดตลอดเวลา ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าโดยไม่จำเป็น

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้มีแนวความคิดที่จะพัฒนาชุดควบคุมอุณหภูมิน้ำพรมกากอ้อยแบบอัตโนมัติ [3] โดยการควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ [4] [5] และอัตราการไหลของน้ำร้อนให้สอดคล้องกับอุณหภูมิของน้ำในถังน้ำพรมกากอ้อย ซึ่งจะทำให้ระบบการรีดน้ำหวานจากกากอ้อยประหยัดพลังงานและควบคุมการไหลของน้ำที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงได้นำเทคโนโลยีและอุปกรณ์ที่ทันสมัย ที่มีอยู่ในสถานประกอบการนำมาพัฒนาและสร้างชุดควบคุมอุณหภูมิน้ำพรมกากอ้อยแบบอัตโนมัติด้วย Digital Indicator controllers เพื่ออำนวยความสะดวกและมีความแม่นยำมากขึ้น ซึ่งตัวเครื่องจะประกอบด้วย ระบบควบคุมมอเตอร์แบบอัตโนมัติ โดยใช้ Digital Indicator controllers รับคำสั่งจากหัววัด RTD หรือเซนเซอร์จับอุณหภูมิ [6] ไปประมวลผลและสั่ง inverter เพื่อปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าให้ทำงานสอดคล้องกับอุณหภูมิของน้ำ

2.วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อออกแบบสร้างชุดควบคุมอุณหภูมิน้ำพรมกากอ้อยแบบอัตโนมัติ

2.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงานชุดควบคุมอุณหภูมิน้ำพรมกากอ้อยด้วยมือกับแบบอัตโนมัติ

3.กรอบแนวคิดในการวิจัย

การปรับวาล์วด้วยมือ เพื่อควบคุมอุณหภูมิน้ำจากถังต้มเข้าสู่ถังพักก่อนนำไปพรมกากอ้อย ถึงแม้จะลดการไหลของน้ำได้ แต่ไม่สามารถลดกระแสของมอเตอร์ไฟฟ้าได้ ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้าปั้มน้ำยังทำงานเต็มพิกัด ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า การใช้ชุดควบคุมอุณหภูมิแบบอัตโนมัติจะทำให้ความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าเปลี่ยนตามความถี่และมีกระแสเปลี่ยนไป โดยเมื่อความถี่ลดลง ความเร็วรอบจะลดลงทำให้กระแสลดลงตามไปด้วย ดังนั้น พลังงานไฟฟ้าที่ใช้จึงลดลง อีกทั้งเป็นการลดแรงงานได้อีกด้วย

4.วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยการพัฒนาชุดควบคุมอุณหภูมิน้ำพรมกากอ้อยแบบอัตโนมัติ ได้ทำการออกแบบและทดลองใช้ที่ บริษัทอุตสาหกรรมน้ำตาลอีสาน จำกัด ตั้งอยู่ที่ อำเภอสามชัย จังหวัดกาฬสินธุ์ มีขั้นตอนการดำเนินการตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

4.1 ขั้นตอนการพัฒนาชุดควบคุมอุณหภูมิน้ำพรมกากอ้อยแบบอัตโนมัติ

ผู้วิจัยได้ค้นคว้าและศึกษาข้อมูลชุดควบคุมอุณหภูมิน้ำพรมกากอ้อยแบบอัตโนมัติ จากหนังสือ [7] [8] และอินเตอร์เน็ต พร้อมทั้งได้รับคำแนะนำจากวิศวกรและช่างซ่อมบำรุงของบริษัทอุตสาหกรรมน้ำตาลอีสาน จำกัด จึงได้ออกแบบสร้างชุดควบคุมอุณหภูมิน้ำพรมกากอ้อยแบบอัตโนมัติซึ่งมีกระบวนการการทำงาน ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนภาพการทำงานของชุดควบคุมอุณหภูมิ น้ำพรมกากอ้อยแบบอัตโนมัติ

4.2 จัดทำอุปกรณ์ที่จะต้องใช้ในการสร้างชุดควบคุมอุณหภูมิ น้ำพรมกากอ้อยด้วยแบบอัตโนมัติ ในครั้งนี้ประกอบด้วย

4.2.1 RTD Resistance Temperature Detector PT100

เป็นเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิแล้วเปลี่ยนเป็นค่าความต้านทาน โดยค่าความต้านทานจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น หรือชื่อเรียกที่ได้ยินบ่อยก็คือ RTD Pt100 หรือ Pt100 ซึ่งหมายถึง วัดอุณหภูมิที่ 0 °C จะให้ค่าความต้านทานออกมาที่ 100Ω

4.2.2 Digital Indicator Controllers มีหน้าที่รับสัญญาณ

input จากเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิหรือ RTD โดย Digital Indicator controllers จะสามารถปรับตั้งค่าและเปลี่ยนค่าอุณหภูมิที่ต้องการไปเป็นสัญญาณกระแสไฟฟ้าได้และส่งสัญญาณ output ไปยัง inverter

4.2.3 Inverter เป็นตัวควบคุมการทำงานของมอเตอร์ โดย

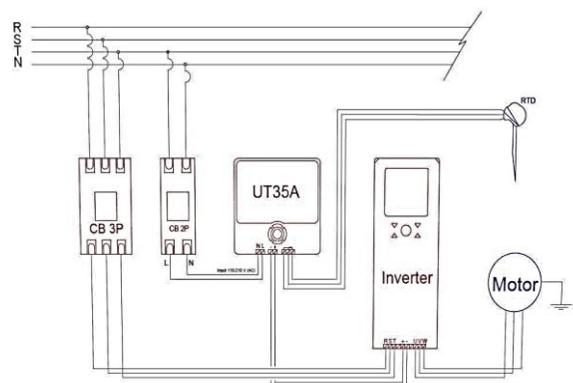
จะปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ให้หมุนเร็วขึ้นหรือหมุนช้าลงตามคำสั่งของ Digital Indicator Controllers (สูงสุดไม่เกิน 60 Hz)

4.2.4 Motor ปั้มน้ำ มีหน้าที่ปั้มน้ำร้อนเข้าถังเมื่ออุณหภูมิ

ของน้ำร้อนในถังได้ตามที่ตั้งค่าไว้ Digital Indicator Controllers จะสั่งให้ Inverter ปรับเปลี่ยนความถี่ทำให้ความเร็วรอบของมอเตอร์จะช้าลงโดยอัตโนมัติ เมื่ออุณหภูมิลดลงจากค่าที่ตั้งไว้ Digital Indicator Controllers จะกลับมาสั่ง Inverter ให้มอเตอร์หมุนใหม่อีกครั้งโดยอัตโนมัติ อุปกรณ์จะทำงานแบบนี้ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ของ Digital Indicator Controllers นั้น

4.3 ออกแบบวงจรการทำงานชุดควบคุมอุณหภูมิ น้ำพรมกากอ้อยแบบอัตโนมัติ

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบวงจรการควบคุมอุณหภูมิ น้ำพรมกากอ้อยแบบอัตโนมัติ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 วงจรควบคุมอุณหภูมิ น้ำพรมกากอ้อยแบบอัตโนมัติ

4.4 ตั้งค่า Parameter ให้กับ Inverter

การตั้งค่า Inverter EMERSON : M400

- ตั้งค่า 00.001 Minimum Speed ไปที่ 0.00 Hz
- ตั้งค่า 00.002 Maximum Speed ไปที่ 50.00 Hz
- ตั้งค่า 00.003 Acceleration Rate 1 ไปที่ 5.0 s
- ตั้งค่า 00.004 Deceleration Rate 1 ไปที่ 10.0 s
- ตั้งค่า 00.005 Drive configuration ไปที่ AI
- ตั้งค่า 00.006 Motor Rated Current ไปที่ 8.00 A
- ตั้งค่า 00.007 Motor Rated Speed ไปที่ 1500.0 rpm
- ตั้งค่า 00.008 Motor Rated Voltage ไปที่ 400 v.

4.5 ตั้งค่า Digital Indicating controllers

การตั้งค่า Digital Indicating Controllers รุ่น UT35A

ด้าน IN PUT

- เข้า Cnt เลือก PID
- เข้า PV Input Setting Parameter (PV)
- เข้า In เลือกชนิด Input PT100 อุณหภูมิ 0-125 °C
- เข้า RH เลือกค่าสูงสุดของ range 125
- เข้า RL เลือกค่าต่ำสุดของ range 0
- เข้า PUNI เลือกหน่วย องศา C
- เข้า P.RH เลือกค่าสูงสุดของ Input 125
- เข้า P.RL เลือกค่าต่ำสุดของ Input 0
- เข้า SPH เลือก 100 %
- เข้า SPL เลือก 0 %

ด้าน OUT PUT

- เข้า OT เลือกความละเอียด/ความแม่นยำ 00.02
- เข้า RTH เลือกค่าสูงสุดของ OUT PUT 20 mA
- เข้า RTL เลือกค่าต่ำสุดของ OUT PUT 4 mA
- เข้า RET.A เลือกชนิดของ OUT PUT 4 – 20 mA
- เข้า PID Setting Parameter เข้า dR เลือก RVS

4.6 ประกอบอุปกรณ์

การประกอบอุปกรณ์ลงในตู้ โดยเลือกใช้ตู้คอนโทรลเหล็ก ขนาด 400 cm. x 570 cm. x 200 cm. วัดขนาดอุปกรณ์ที่ต้องการยึด แล้วทำการเจาะและยึดอุปกรณ์ตามความเหมาะสม จากนั้นทำการต่อวงจรภายในตู้ให้เรียบร้อย จะได้ชุดควบคุมอุณหภูมิน้ำพรมกากอ้อยแบบอัตโนมัติ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงตู้ชุดควบคุมอุณหภูมิน้ำพรมกากอ้อยแบบอัตโนมัติ



รูปที่ 4 แสดงวงจรภายในตู้ชุดควบคุมอุณหภูมิน้ำพรมกากอ้อยแบบอัตโนมัติ

อุปกรณ์ภายในตู้ชุดควบคุมอุณหภูมิน้ำพรมกากอ้อยแบบอัตโนมัติ ตามรูปที่ 4 ประกอบไปด้วย เซอร์คิตเบรคเกอร์ที่ทำหน้าที่จ่ายไฟให้กับ อินเวอร์เตอร์ และ ดิจิทัลคอนโทรลเลอร์ (UT35A) โดยอินเวอร์เตอร์จะรับสัญญาณจากดิจิทัลคอนโทรลเลอร์ เพื่อไปควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้าปั้มน้ำ โดยดิจิทัลคอนโทรลเลอร์จะถูกเชื่อมต่อไว้กับ RTD ซึ่งเป็นเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิในถังพักน้ำพรมกากอ้อย

5.ผลการวิจัย

จากขั้นตอนการทำงานทั้งหมดที่ผ่านมา เมื่อทำการประกอบชิ้นงานและเก็บรายละเอียดเรียบร้อยแล้วก็จะได้ผลการดำเนินการและการทดสอบตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

5.1ทดลองการตอบสนองต่อคำสั่งที่ได้รับจาก Digital Indicator Controllers ของอินเวอร์เตอร์

ทดลองการตอบสนองต่อคำสั่งที่ได้รับจาก Digital Indicator Controllers ของอินเวอร์เตอร์โดยการทดลองเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำ จากระดับความร้อน 45 องศาเซลเซียส ไปจนถึงอุณหภูมิของน้ำที่ 85 องศาเซลเซียส ด้วยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำครั้งละ 5 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการวัดกระแสและความเร็วรอบของมอเตอร์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลทดลองการวัดกระแสไฟฟ้า

ครั้งที่	อุณหภูมิของน้ำถึงพักพร้อมจ่าย (°C)	อุณหภูมิเปลี่ยนไป	ความถี่ (Hz)	ความถี่เปลี่ยนไป	ความเร็วรอบมอเตอร์ (rpm)	กระแส มอเตอร์ (A)	กระแสมอเตอร์เปลี่ยนไป (A)
1	45	0	50	0	1,500	7.15	0
2	50	5	47.5	2.5	1,425	6.78	0.37
3	55	5	45	2.5	1,050	6.43	0.35
4	60	5	42.5	2.5	1,275	6.07	0.36
5	65	5	40	2.5	1,200	5.72	0.35
6	70	5	37.5	2.5	1,125	5.36	0.36
7	75	5	35	2.5	1,050	5.0	0.36
8	80	5	32.5	2.5	975	4.66	0.34
9	85	5	30	2.5	900	4.29	0.37
		เฉลี่ย 5		เฉลี่ย 2.5			เฉลี่ย 0.358

จากตารางที่ 1 ผลการทดลองวัดกระแสของมอเตอร์และความเร็วรอบของมอเตอร์ โดยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำพรมกักอ้อย จะเห็นว่าเมื่ออุณหภูมิของน้ำพรมกักอ้อยเพิ่มขึ้นทุก 5 องศาเซลเซียส จะทำให้ความถี่ของอินเวอร์เตอร์จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย เฉลี่ยครั้งละเท่ากับ 2.5 เฮิร์ต (Hz) และเมื่อความถี่ลดลง ความเร็วรอบของมอเตอร์จะลดลงตามความถี่ด้วย และจะทำให้กระแสของมอเตอร์ลดลงตามความถี่เฉลี่ยครั้งละ 0.358 แอมแปร์ (A) ซึ่งอินเวอร์เตอร์จะตอบสนองต่อคำสั่งที่ได้รับจาก Digital Indicator Controllers ทุกครั้งเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง

5.2ทดลองเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าระหว่างการปรับหรือวาล์วน้ำ

เพื่อควบคุมอุณหภูมิด้วยมือ และการควบคุมอุณหภูมิ น้ำพรมกักอ้อยแบบอัตโนมัติที่สร้างขึ้น โดยกำหนดให้น้ำในถังพักมีอุณหภูมิเริ่มต้นที่ 45 องศาเซลเซียส แล้วเติมน้ำร้อนให้มี

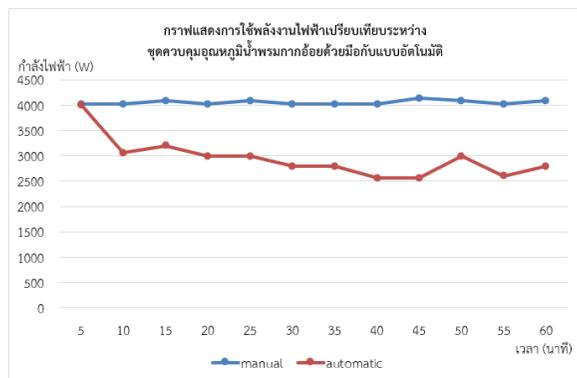
อุณหภูมิที่ 90 องศาเซลเซียส ตามค่าที่เหมาะสมของน้ำพรมกักอ้อย [1] แล้วจึงปล่อยน้ำในถังพักไปพรมกักอ้อย ซึ่งเมื่อน้ำในถังพักลดลงจะทำให้อุณหภูมิลดลงตามไปด้วย ดังนั้น การทดลองจึงกำหนดให้มีการเติมน้ำร้อนเข้าไปในถังพักทุก 5 นาที เพื่อรักษาอุณหภูมิ ใช้เวลาการทดลอง 1 ชั่วโมง ทำการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยการวัดกระแสและกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์ปั้มน้ำทุก 5 นาที ตามข้อมูลข้างต้น

ตารางที่ 2 ผลการทดลองการเปรียบเทียบการควบคุมอุณหภูมิของถังน้ำพรมกักอ้อยระหว่างวิธีการปรับหรือวาล์วน้ำด้วยมือ (แรงงานคน) กับวิธีการควบคุมอุณหภูมิ น้ำพรมกักอ้อยแบบอัตโนมัติในเวลา 1 ชั่วโมง

ครั้งที่	เวลา (นาที)	การปรับหรือวาล์วน้ำด้วยมือ	กำลังไฟฟ้า (W)	การปรับหรือวาล์วน้ำด้วยชุดควบคุมอัตโนมัติ	กำลังไฟฟ้า (W)
		กระแสมอเตอร์(A)		กระแสมอเตอร์(A)	
1	0-5	7.2	4028	7.15	4000
2	6-10	7.2	4028	6.43	3597
3	11-15	7.3	4084	5.72	3200
4	16-20	7.2	4028	5.36	2999
5	21-25	7.3	4084	5.36	2999
6	26-30	7.2	4028	5.0	2797
7	31-35	7.2	4028	5.0	2797
8	36-40	7.2	4028	4.6	2573
9	41-45	7.4	4140	4.6	2573
10	46-50	7.3	4084	5.36	2999
11	51-55	7.2	4028	4.66	2607
12	56-60	7.3	4084	5.0	2797
ค่าเฉลี่ยพลังงานไฟฟ้า (W/m)			4056		2995
ใช้พลังงานไฟฟ้าลดร้อยละ			0		26.16

จากตารางที่ 2 แสดงผลการทดลองการวัดกระแสและกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์ปั้มน้ำในทุก ๆ 5 นาที ตามเงื่อนไขที่กำหนด นำค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ไปเปรียบเทียบกับระหว่างวิธีการปรับหรือวาล์วน้ำด้วยมือ (แรงงานคน) กับชุดควบคุม น้ำพรมกักอ้อยแบบอัตโนมัติจะเห็นว่า ชุดควบคุม น้ำพรมกักอ้อยแบบอัตโนมัติที่สร้างขึ้น มีการปรับความเร็วของมอเตอร์โดยอินเวอร์เตอร์ตอบสนองต่อคำสั่งที่ได้รับจาก Digital Indicator Controllers และกระแสของมอเตอร์ มีการเปลี่ยนแปลงตามความเร็วของมอเตอร์ มีผลทำให้มอเตอร์มีการใช้พลังงานลดลงโดยมอเตอร์มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 2,995 วัตต์/ชั่วโมง ซึ่งน้อยกว่าการปรับหรือวาล์ว

ด้วยมือ ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 4,056 วัตต์/ชั่วโมงและ ชุดควบคุมน้ำพรมกากอ้อยแบบอัตโนมัติมีการใช้พลังงานไฟฟ้า ลดลงจากเดิมร้อยละ 26.16



รูปที่ 5 กราฟแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าเปรียบเทียบระหว่างชุดควบคุมอุณหภูมิน้ำพรมกากอ้อยด้วยมือกับแบบอัตโนมัติ

จากรูปที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าระหว่างชุดควบคุมอุณหภูมิน้ำพรมกากอ้อยด้วยมือกับแบบอัตโนมัติ ซึ่งแสดงถึงการใช้พลังงานของการปรับวาล์วน้ำด้วยมือจะใช้พลังงานมากกว่าการปรับวาล์วน้ำแบบอัตโนมัติได้อย่างเห็นได้ชัด

6.สรุปผลการวิจัย

6.1 ผลการทดลองวัดความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้าและกระแสของมอเตอร์

โดยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำพรมกากอ้อย เมื่ออุณหภูมิของน้ำพรมกากอ้อยเปลี่ยนไปเฉลี่ยทุก 5 องศาเซนเซียส จะทำให้ความถี่ของอินเวอร์เตอร์เปลี่ยนแปลงตามไปด้วยเฉลี่ยครั้งละ 2.5 เฮิร์ต (Hz) และเมื่อความถี่เปลี่ยนไป ความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าและกระแสจะเปลี่ยนตามความถี่ และเมื่อความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าเปลี่ยนแปลง กระแสของมอเตอร์ไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงตาม ถ้าความถี่เปลี่ยนไปเฉลี่ย 2.5 เฮิร์ต (Hz) จะทำให้มอเตอร์ไฟฟ้ามีกระแสเปลี่ยนไปจากเดิมเฉลี่ย 0.358 แอมแปร์ (A) และอินเวอร์เตอร์จะตอบสนองต่อคำสั่งที่ได้รับจาก Digital Indicator Controllers ทุกครั้งเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง

6.2 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าระหว่างการปรับหรือวาล์วน้ำด้วยมือ และการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้าปั่นน้ำด้วยชุดควบคุมอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ

ในเวลา 1 ชั่วโมง ชุดควบคุมน้ำพรมกากอ้อยแบบอัตโนมัติ มีการปรับความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้าโดยอินเวอร์เตอร์ตอบสนองต่อคำสั่งที่ได้รับจาก Digital Indicator Controllers ทุกครั้งและกระแสของมอเตอร์ไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงตามความเร็วของมอเตอร์ มีผลทำให้มอเตอร์ไฟฟ้ามีการใช้พลังงานลดลงโดยมอเตอร์ไฟฟ้ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 2,995 วัตต์/ชั่วโมง ซึ่งน้อยกว่าการปรับหรือวาล์วน้ำด้วยมือที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 4,056 วัตต์/ชั่วโมง ดังนั้นชุดควบคุมน้ำพรมกากอ้อยที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าดีกว่า การปรับหรือวาล์วน้ำด้วยมือ สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงคิดเป็นร้อยละ 26.16

7.อภิปรายผล

จากการทดลองชุดควบคุมอุณหภูมิน้ำพรมกากอ้อยแบบอัตโนมัติ อินเวอร์เตอร์มีการตอบสนองต่อคำสั่งที่ได้รับจาก Digital Indicator Controllers ทุกครั้ง ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

7.1 ชุดควบคุมอุณหภูมิน้ำพรมกากอ้อยแบบอัตโนมัติสามารถทำงานได้ดี ช่วยในการลดแรงงานคนที่ไม่ต้องคอยเปิดปิดวาล์ว น้ำบ่อย ๆ และชุดควบคุมอุณหภูมิน้ำพรมกากอ้อยแบบอัตโนมัติ สามารถที่จะปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ของอินเวอร์เตอร์ และ Digital Indicator Controllers ได้ง่าย

7.2 ชุดควบคุมอุณหภูมิน้ำพรมกากอ้อยแบบอัตโนมัติ มีประสิทธิภาพในด้านการลดใช้พลังงานไฟฟ้าดีกว่า การปรับหรือวาล์วน้ำด้วยมือ ทำให้ลดต้นทุนการผลิตลงได้

8.ข้อเสนอแนะ

8.1 ควรลึงค์สายหน้าจอดีจิทัลของ Inverter แล้วติดตั้งหน้าจอดีจิทัลหน้าตู้คอนโทรล เพื่อง่ายต่อการปรับตั้งค่าและมองเห็นค่าต่าง ๆ ที่หน้าจอดีง่าย

8.2 ควรใช้ตู้คอนโทรลแบบกันน้ำ เพราะบริเวณที่ใช้งานจริงมีความชื้นจากไอน้ำที่ส่งไปขับเทอร์ไบน์ (Turbine) และความชื้นของน้ำร้อนที่ใช้รดกากอ้อยฟุ้งกระจายเป็นละอองในอากาศ ซึ่งจะป้องกันชุดคอนโทรลได้เป็นอย่างดี

8.3ควรนำหลักการแนวคิดในการวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้กับงานอื่น ๆ ในสถานประกอบการเพื่อให้เกิดประโยชน์ด้านกำลังคนและการประหยัดพลังงาน ช่วยในการลดต้นทุนการผลิตได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] จุฑาทิพย์ชาติชูศักดิ์, “การศึกษาการปรับปรุงกระบวนการสกัดน้ำอ้อยของลูกเห็บเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตน้ำตาลของโรงงานผลิตน้ำตาล”, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2563.
- [2] ทศพร กลิ่นมาลี, “ผลกระทบของความชื้นขานอ้อยต่อประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ”, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2558.
- [3] สุมาลี อุณหวนิชย์, “ระบบควบคุม (Control System)”, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ : บริษัท ว.เพ็ชรสกุลจำกัด, 2545.
- [4] ไชยชาญ หินเกิด, “มอเตอร์ไฟฟ้าและการควบคุม”, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., 2560.
- [5] ธนภัทร ไพคำนาม, “การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า”, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ : แม็คแอดดูเคชั่น, 2557.
- [6] พันธุ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงษ์, “เครื่องวัดไฟฟ้า”, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2557.
- [7] น.ท.ตระการ ก้าวกลีกรรม, “ระบบควบคุมสำหรับการทำความร้อน การระบายอากาศและการปรับอากาศ”, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ : เอ็มแอนด์อี, 2540.
- [8] วรพงศ์ ตั้งศนิรัตน์, การวัดและควบคุมกระบวนการ, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., 2550.