การออกแบบและสร้างเตาอบโลหะควบคุมด้วย PID
A Creation and designed a oven furnace controlled by PID system

ธราธิป ภู่ระหงษ์ สิริวัฒน์ นิลวัฒน์
สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม
ถ.นิตโย ต.หนองญาติ อ.เมือง จังหวัดนครพนม 48000 โทรศัพท์ : 0-42511-484 E-mail: tharathip_ph@npu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอออกแบบและสร้างเตาอบควบคุมด้วย PID ซึ่งจัดทำขึ้นเพื่อประยุกต์ใช้พลังงานไฟฟ้าทดแทนพลังงานเชื้อเพลิง และศึกษาแนวทางช่วยชาวบ้านที่ประกอบอาชีพตีมีดเหล็กพร้าให้รวดเร็วขึ้นและเกิดผลเสียต่อผลผลิตน้อยที่สุดโดยได้ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง แล้วทำการออกแบบและสร้างเตาอบควบคุมด้วย PID โดยการประกอบโครงสร้าง อุปกรณ์ และวงจรควบคุม จากนั้นนำไปทดลองใช้งานจริงและทดสอบหาประสิทธิภาพ

ผลการทดสอบอุณหภูมิความร้อนภายในเตาอบควบคุมด้วย PID โดยตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 600 องศาเซลเซียส และ 1200 องศาเซลเซียส ทดสอบความร้อนภายในเตาอบ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบอินฟาเรดวัดอุณหภูมิหาค่าความร้อน ค่าที่ตั้งไว้ 600 องศาเซลเซียส เมื่อวัดแล้วจะได้ประมาณ 574 องศาเซลเซียส และค่าที่ตั้งไว้ 1200 องศาเซลเซียส จะได้ 900 องศาเซลเซียส เพราะเทอร์โมมิเตอร์แบบอินฟาเรดวัดอุณหภูมิสูงสุดที่ 900 องศาเซลเซียส แต่เตาอบสามารถทำงานได้ถึง 1200 องศาเซลเซียส ส่วนกระแสไฟขณะใช้งานมีค่าอยู่ที่ 12-13 แอมแปร์ ทดสอบแล้วสามารถใช้งานได้จริง ซึ่งเป็นไปตามขอบเขตที่กำหนดไว้

คำสำคัญ: ระบบควบคุม PID, เทอร์โมมิเตอร์แบบอินฟาเรด

Abstract

This research present the and designed a oven furnace controlled by PID system. Which a created for apply the electrical furnace substitute the fuel furnace and find a way to support the people to work in the machete job and support to fast working and reduced the effected for the manufacturing. The studied and literature review about research. Next step a created and designed a oven furnace controlled by PID system which to assembled the structure ,equipment and control circuit. After that to testing by a real practical and experimental to find the efficiency.

Result that of the temperature controlled by the oven furnace controlled by PID system. The temperature set point at 600 C $^{\circ}$ and 1200 C$^{\circ}$. The testing a heat in the oven furnace by the infrared thermometer which real testing the temperature show that 547 C$^{\circ}$ and the set point at 1200 C$^{\circ}$ the real testing show that 900 C$^{\circ}$. The electrical consumption of furnace at 12 – 13 ampere. The result of testing show that the project could worked in the practical and worked at the boundary.

Keywords: controlled PID system, infrared thermometer

1. บทนำ

ในอดีตถึงปัจจุบันการอบโลหะจำเป็นต้องใช้ถ่านที่ทำมาจากการเผาไม้ทำให้ทรัพยากรป่าไม้ลดลง เนื่องจากการตัดไม้แล้วนำมาเผาทำให้เป็นถ่านการตัดไม้จึงเป็นสาเหตุทำให้เกิดภาวะโลกร้อนและสิ้นเปลือง[1]เราจึงคิดค้นการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ในเตาอบแทนการใช้ถ่านเพื่อลดการสูญเสียของทรัพยากรป่าไม้โดยการประดิษฐ์คิดค้นเตาอบโลหะควบคุมด้วย PID ขึ้น ซึ่งสามารถให้ความร้อนแก่โลหะชิ้นงานในระดับต่างๆได้ อย่างเที่ยงตรง วิธีให้ความร้อนแก่โลหะ เพื่อการปรับปรุงคุณสมบัติของโลหะสามารถกระทำได้หลายวิธีซึ่งขึ้นอยู่กับเงื่อนไขต่าง ๆ เช่น รูปร่าง ขนาดและชิ้นโลหะ ซึ่งวิธีการให้ความร้อนแก่ชิ้นงานโดยใช้เตาอบโลหะควบคุมด้วย PID ก็นับเป็นวิธีการที่สะดวก และให้ประสิทธิภาพที่ดีวิธีหนึ่ง เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ๆ จัดว่ามีความประหยัดและง่ายต่อการใช้งาน ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบันหน่วยงานหรือองค์กรทั้งภาครัฐและเอกชน ที่จำเป็นต้องใช้งานเกี่ยวกับเตาอบอุณหภูมิสูง (800 องศาเซลเซียสขึ้นไป) ต่างต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศซึ่งมีราคาต่อหน่วยสูงมาก ในขณะที่รูปแบบการควบคุมการทำงาน ตลอดจนขนาดความจุของของช่องอบชิ้นงานมักไม่สอดคล้องโดยตรงกับความต้องการในการใช้งาน ด้วยสาเหตุที่กล่าวมาแล้วจึงเป็นแรงบันดาลใจที่ก่อให้เกิดโครงการสร้างประดิษฐ์ เตาอบโลหะควบคุมด้วย PID โดยได้ประยุกต์ความรู้ความเข้าใจทางเทคโนโลยีด้านต่างๆ ตลอดจนประสบการณ์ที่มีนำมาผสมผสานเข้าด้วยกันเพื่อใช้ในการออกแบบ และจัดสร้างเตาอบโลหะควบคุมด้วย PID โดยยืนอยู่บนพื้นฐานที่ว่าจะต้องสามารถให้ความร้อนได้สูงไม่เกิน 1,200 องศา สามารถควบคุมอัตราการเพิ่มขึ้น-การลดลง และรักษาระดับอุณหภูมิได้อย่างถูกต้องเที่ยงตรงและประหยัดพลังงาน ควบคุมการทำงานได้ง่าย และที่สำคัญที่สุดคือจะต้องมีราคาต้นทุนถูกกว่าการสั่งซื้อจากต่างประเทศ ซึ่งนอกจากจะช่วยให้เกิดการประหยัดงบประมาณที่จะต้องใช้จ่ายในการจัดซื้อจากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาสูงมากแล้วยังเป็นจุดเริ่มต้นในการที่จะช่วยพัฒนาการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ และเพื่อการพัฒนาศักยภาพงานด้านอุสาหกรรมในด้านต่าง ๆ ต่อไป

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิธีการออกแบบและสร้างเตาอบโลหะอุณหภูมิสูงระบบควบคุม PID ในการควบคุมขดลวดความร้อน
2. เพื่อพัฒนาเตาเผาสำหรับงานอุตสาหกรรมผลิตเหล็กมีดพร้า

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบและสร้างเตาอบโลหะอุณหภูมิสูงระบบควบคุม PID ซึ่งเป็นหนึ่งในกระบวนการผลิตที่สำคัญในการผลิตมีดพร้าซึ่งการผลิตมีดพร้ามีขั้นตอนการผลิตดังนี้

3.1 กระบวนการผลิตมีดพร้าชุมชนบ้านนาถ่อน

1. การตัดเหล็กแหนบรถยนต์ตามขนาดที่กำหนด
2. การเผาเหล็กมีดพร้าในเตาเผาเหล็ก
3. การตีเหล็กเพื่อขึ้นรูปเป็นมีดพร้าด้วยเครื่องตีเหล็ก
4. การเจียรนัยและชุบแข็ง
5. การเคลือบน้ำยากันสนิม

ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตมีดพร้า

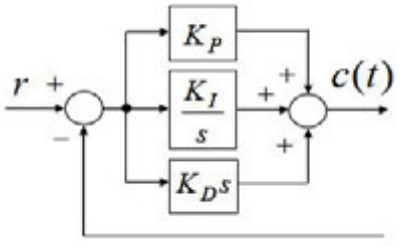
3.2 การสร้างเตาอบโลหะควบคุมด้วย PID มี [2] หลักการทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องมาช่วยในการสร้าง ซึ่งในการพิจารณาหลักการและทฤษฎีที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างเตาอบโลหะควบคุมด้วย PID ให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ต้องอาศัยหลักการและทฤษฎี ดังต่อไปนี้

3.1 ทฤษฎีความร้อน (Heat) มีการถ่ายเทความร้อนซึ่งอุณหภูมิ ของระบบกับสิ่งแวดล้อมต่างกัน ความร้อนจะถ่ายเทจากแหล่งที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังแหล่งอุณหภูมิต่ำกว่า ในการออกแบบและสร้างเตาอบสำหรับชุบแข็งโลหะความร้อนเป็นส่วนสำคัญ ที่ต้องคำนวณเพื่อออกแบบเตาอบได้แก่

- ความร้อนจำเพาะ (Specificheat)
- การถ่ายเทความร้อนแบ่งเป็น

3.2 ทฤษฎีการปรับปรุงคุณสมบัติของเหล็กกล้า กระบวนการ Annealing และ Normalizing ของเหล็กกล้า Plain-carbon full annealing และ Process annealing ในกระบวนการ full annealing เหล็กกล้าจำพวก ไฮโปยูเทคเทคตอยด์ (Hypoeutectoid) และยูเทคตอยด์ (Eutectoid) จะถูกให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิบริเวณออสเทไนต์ (Autenite) ที่อยู่เหนือขอบเขต austenite-ferrite ขึ้นมา 40 $^{\circ}$C และคงไว้ที่อุณหภูมินั้นเป็นระยะเวลาที่เพียงพอ และค่อยๆปล่อยให้เย็นลงภายในเตาจนถึงอุณหภูมิห้อง

3.3 ทฤษฎีระบบควบคุมแบบ [4] สัดส่วน-ปริพันธ์-อนุพันธ์ (PID controller) เป็นระบบควบคุมแบบป้อนกลับที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง ซึ่งค่าที่นำไปใช้ในการคำนวณเป็นค่าความผิดพลาดที่หามาจากความแตกต่างของตัวแปรในกระบวนการและค่าที่ต้องการ ตัวควบคุมจะพยายามลดค่าผิดพลาดให้เหลือน้อยที่สุดด้วยการปรับค่าสัญญาณขาเข้าของกระบวนการ ค่าตัวแปรของ PID ที่ใช้จะปรับเปลี่ยนตามธรรมชาติของระบบ



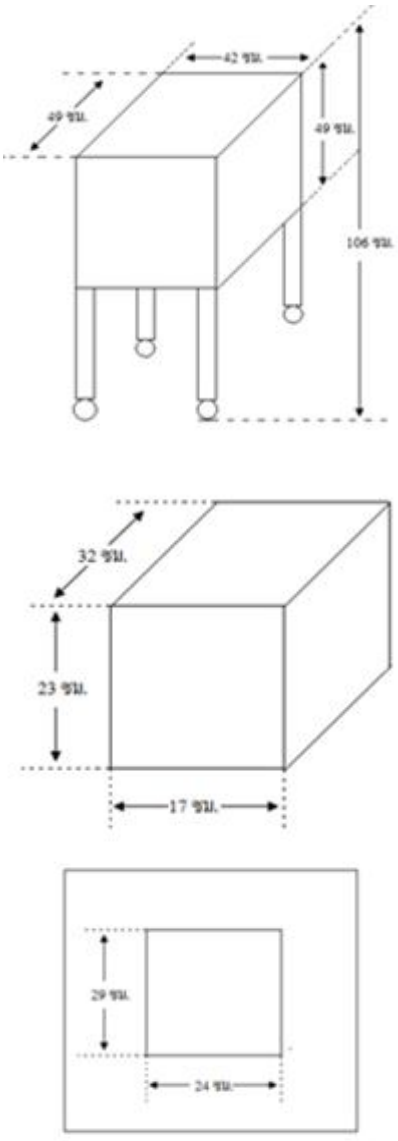
ภาพที่ 2 แผนภาพบล็อกของการควบคุมแบบพีไอดี

3.4 ฮีตเตอร์ (Heater) [3] เป็นอุปกรณ์ให้ความร้อนโดยใช้หลักการจ่ายกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำ (ตัวความต้านทาน R) ซึ่งส่งผลให้ลวดตัวนำมีความร้อนเกิดขึ้น โดยแหล่งจ่ายไฟสามารถใช้ได้กับแรงดัน 220 VAC ซึ่งในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่นิยมหันมาใช้ฮีตเตอร์ (Heater) มากยิ่งขึ้น เนื่องจากราคาถูก และสั่งขนาด รูปทรง และวัตต์ได้ตามความต้องการ

4. วิธีการดำเนินงาน

4.1 การศึกษาเพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบและสร้างเตาอบโลหะอุณหภูมิสูงระบบควบคุม PID ส่วนประกอบ หลักการออกแบบโครงสร้างของเตาอบ พบว่ามีส่วนประกอบดังนี้

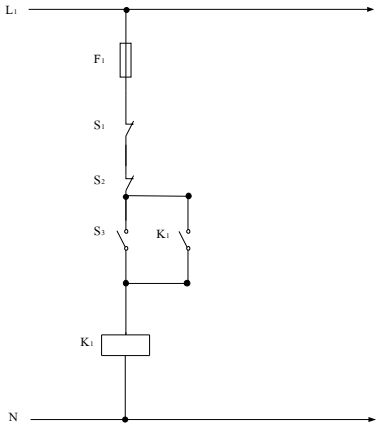
4.1.1 เหล็กกล่องไม้ขีด ใช้ทำโครงสร้าง
4.1.2 เหล็กแผ่น ใช้ทำฝาข้างเตาอบ
4.1.3 ฮิฐทนไฟ ใช้ในการก่อเตาอบ
4.1.4 ปูนทนไฟและดินทนไฟ ใช้ในการก่อฉาบ



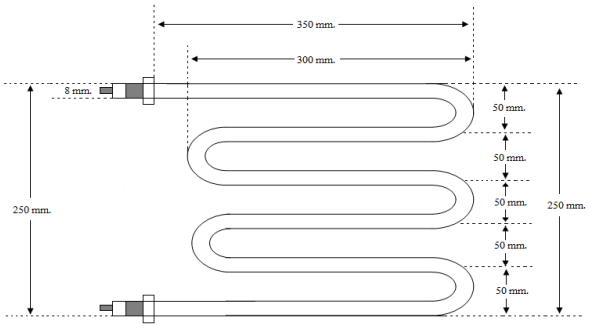
ภาพที่ 3 การออกแบบโครงสร้างเตาอบ

ภาพที่ 4 โครงสร้างภายในเตาอบ

4.2 ออกแบบวงจรกำลัง



ภาพที่ 5 แสดงวงจรกำลังควบคุมการทำงาน



ภาพที่ 6 แสดงการออกแบบฮีตเตอร์

ภาพที่ 7 ชุดควบคุมการทำงาน

5. ผลการทดสอบ

การทดสอบเตาอบควบคุมด้วย PID นำไปใช้งานประเภทงานอบเหล็กมีดพร้า ของชุมชนบ้านนาถ่อน ได้ทำการทดสอบการทำงานของเตาอบ เพื่อที่จะแสดงการวัดกระแสโดยใช้แคมมิเตอร์และวัดอุณหภูมิโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบอินฟาเรด เพื่อหาค่าอุณหภูมิความร้อนภายในเตาและหาค่าความคลาด เคลื่อนจากการวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมคัพเพิ้ล

5.1 ทดสอบการใช้งานเตาอบ

ภาพที่ 8 ทำการทดสอบเตาอบ

5.2 ทำการวัดค่าและสรุปผลลงในตารางที่ 4.1

ภาพที่ 9 การวัดค่ากระแส

ภาพที่ 10 การวัดอุณหภูมิภายในห้องอบโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบอินฟาเรด

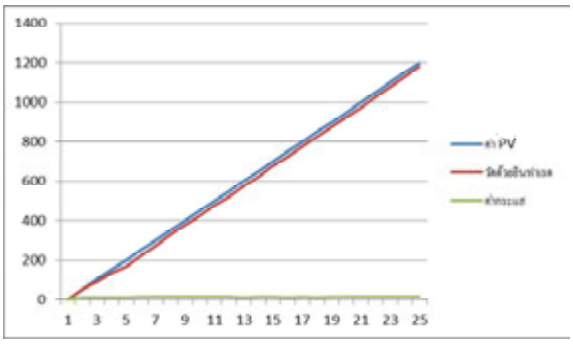
ตารางที่ 4-1 แสดงตารางผลการทดลองเตาอบ

ลำดับ	ค่า sv	ค่า pv	วัดด้วยเทอร์โมมิเตอร์แบบอินฟาเรด	ค่ากระแส
1	0	0	0	0
2	50	52	54.5	12.23
3	100	107	92.5	12.29
4	150	155	137.13	11.88
5	200	202	170.2	11.76
6	250	252	225	12.79
7	300	300	271	13.32
8	350	351	327.7	13.17
9	400	400	378.2	12.58
10	450	452	424.5	12.38
11	500	501	476.2	13.13
12	550	550	522.8	12.49
13	600	600	574	12.18

14	650	650	622	12.79
15	700	700	679	13.24
16	750	750	725.5	12.29
17	800	800	777	12.87
18	850	850	824.1	12.19
19	900	900	876.4	13.34
20	950	950	-	12.79
21	1000	1000	-	12.65
22	1050	1050	-	13.24
23	1100	1100	-	12.77
24	1150	1150	-	12.42
25	1200	1200	-	13.09

จากผลการทดลอง ค่า SV คือ ค่าที่กำหนดอุณหภูมิภายในเตา ส่วนค่า PV คือ ค่าที่วัดอุณหภูมิภายในเตาโดยเทอร์โมคัพเพิ้ลได้ค่า PV จะเกิดความคาดเคลื่อน ส่วนการวัดค่าโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบอินฟาเรดในการวัดอุณหภูมิความร้อนภายในเตา จะมีค่าความคลาดเคลื่อนจาก ค่า SV ที่เราตั้งไว้ประมาณ 10 – 15 % ส่วนค่ากระแสที่วัดได้ เฉลี่ยจะกินกระแสอยู่ที่ประมาณ 12 – 13 A

จากการทดสอบการทำงานของเตาอบ สามารถทำอุณหภูมิความร้อนภายในเตาได้ถึง 1200 องศา ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 11 กราฟแสดงค่าที่ได้จากการวัด

5.3 ผลการประเมินความพึงพอใจออกแบบเตาอบโลหะควบคุมด้วย PID

ตารางที่ 4-2 การประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับออกแบบเตาอบโลหะควบคุมด้วย PID

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1. ด้านความปลอดภัย	4.3	0.483
2. ด้านประสิทธิภาพ	4	0.666
3. ด้านความสะดวกการใช้งาน	3.9	0.567
4. ด้านการคุ้มทุนในการพัฒนา	4	0.816
รวม	4.05	0.633

จากผลการประเมินความพึงพอใจโดยผู้ใช้เตาอบโลหะควบคุมด้วย PID จำนวน 15 คน โดยพึงพอใจ ด้านความปลอดภัยของระบบควบคุมมากที่สุดค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.3 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.483 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับดี ในส่วนภาพรวมของความพึงพอใจทั้ง 4 ด้านมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.05 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.633 ผลการประเมินภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดี

6. สรุป

การออกแบบเตาอบควบคุมด้วย PID นำมาทดแทนการใช้เชื้อเพลิงจำพวกไม้ ถ่าน ที่ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ ทำให้ความแข็งของมีดไม่เท่ากัน ได้มีการออกแบบเตาอบด้วยไฟฟ้าขึ้นมีผลการทดสอบอุณหภูมิความร้อนภายในเตาอบควบคุมด้วย PID โดยตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 600 องศาเซลเซียส และ 1200 องศาเซลเซียส ทดสอบความร้อนภายในเตาอบ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบอินฟาเรดวัดอุณหภูมิหาค่าความร้อน ค่าที่ตั้งไว้ 600 องศาเซลเซียส เมื่อวัดแล้วจะได้ประมาณ 574 องศาเซลเซียส และค่าที่ตั้งไว้ 1200 องศาเซลเซียส จะได้ 900 องศาเซลเซียส เพราะเทอร์โมมิเตอร์แบบอินฟาเรดวัดอุณหภูมิสูงสุดที่ 900 องศาเซลเซียส แต่เตาอบสามารถทำงานได้ถึง 1200 องศาเซลเซียส ส่วนกระแสไฟ 12-13 แอมแปร์ ผลการประเมินความพึงพอใจโดยผู้ใช้เตาอบโลหะควบคุมด้วย PID จำนวน 15 คน อยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดี

7. การอ้างอิง

[1] กวิน เชื่อมกลาง และรศ. จินตนา เหล่าไพบูลย์ “การพัฒนาเครื่องยกเตาหลอมสำหรับการปลูกผลึกเดี่ยว” สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, 2008

[2] จตุพร ชินรุ่งเรือง และ มนตรี พรรณรัตน์ “การควบคุมอุณหภูมิของตู้อบด้วยชุดควบคุม DIP” ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2555.

[3] สมยศ เชิญอักษร และพงษ์ศักดิ์ เทียมทัน **การออกแบบระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับตู้อบฆร้อนขนาดเล็ก** การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 4 ประจำปี 2546, วิศวกรรมเกษตรและเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน วันที่ 13-14 มีนาคม 2546. ณ เคยู โฮม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ. เลขหน้า 383. (666 หน้า) 2546

[4] สุชาติ จันทร์จรมานิตย์. **ระบบควบคุม Control Systems**. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา