

## บทที่ 6

### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

#### 6.1 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่ได้จากการศึกษาและทำงานวิจัย การประยุกต์ใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติด้วยคอมพิวเตอร์มาใช้ควบคุมการเผาไหม้ของก๊าซเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในการควบคุมอุณหภูมิและรูปแบบการเผาไหม้ โดยการปรับอัตราการไหลของก๊าซแอลพีจีที่เผาไหม้กับอากาศให้เหมาะสมและตรงกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ลักษณะการควบคุมเช่นนี้เป็นการควบคุมแบบป้อนกลับ (feedback control) สามารถนำเครื่องควบคุมแบบต่าง ๆ มาใช้งานได้

ผลการทดลองในส่วนของการทดลองเครื่องควบคุมแบบต่าง ๆ สามารถสรุปได้ว่าเครื่องควบคุมที่เหมาะสมกับการควบคุมการเผาไหม้ของก๊าซในเตาเผาในงานวิจัยนี้คือเครื่องควบคุมแบบ proportional integral ด้วยเหตุผลที่การควบคุมไม่เกิดการแกว่งของอุณหภูมิที่ต้องการควบคุม และเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องควบคุมแบบอื่น จะมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิที่ควบคุมได้ต่ำกว่า

เมื่อทดสอบการเผาไหม้ด้วยเครื่องควบคุมแบบ proportional integral กับ การเผาผลิ ตภัณฑ์ เรายังมีกตามรูปแบบการควบคุมการเผาไหม้และอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด เครื่องควบคุมแบบ proportional integral สามารถควบคุมการเผาไหม้ได้ตรงตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ อย่างแม่นยำ

ผลการทดลองส่วนสุดท้ายเป็นการเสนอแนวทางในการปรับเปลี่ยนค่าคงที่ของเครื่องควบคุมแบบ proportional integral และ proportional integral derivative โดยการทดลองควบคุมด้วยระบบควบคุมจำลอง สามารถสรุปได้ดังนี้

- สำหรับเครื่องควบคุมแบบ proportional integral ซึ่งผลการทดลองสามารถยืนยันว่าเครื่องควบคุมแบบนี้สามารถนำมาใช้งานได้ แต่ก็ยังมีข้อจำกัดคือไม่ควรลดค่า proportional gain มากเกินไปจะทำให้ผลการตอบสนองของเครื่องควบคุมช้าลง และไม่ควรลดค่า integral time constant มากเกินไปอาจทำให้ระบบควบคุมอยู่ในสภาวะไม่คงที่ได้
- เครื่องควบคุมแบบ proportional integral derivative จากผลการทดสอบเครื่องควบคุมเมื่อใช้ค่าคงที่ของการควบคุมที่ได้จากผลการทดลอง พบว่าเครื่องควบคุมอยู่ในสภาวะไม่คงที่ จากผลการทดลองด้วยระบบควบคุมจำลองสรุปว่า การลดค่า proportional gain สามารถแก้ปัญหาสภาวะไม่คงที่ได้ แต่ไม่ควรลดค่า proportional gain มากเกินไปซึ่งจะทำให้ผลการตอบสนองของเครื่องควบคุมช้าลง และการปรับเพิ่มค่า integral time constant และการลดค่า derivative time constant สามารถแก้ปัญหาสภาวะไม่คงที่ได้เช่นกัน

## 6.2 ข้อจำกัดของระบบควบคุมการเผาไหม้ก๊าซในงานวิจัย

การควบคุมการเผาไหม้ในช่วงต้นคือ อุณหภูมิต่ำกว่า 300 °C ไม่สามารถทำได้ เนื่องจากการจุดเตาเผาต้องใช้ระบบการเผาไหม้สองแบบ คือการเผาไหม้ช่วงต้นด้วยหัวเตาเผาแบบ nozzle ซึ่งสามารถจุดติดไฟได้โดยตรง และช่วงที่สามารถควบคุมการเผาไหม้ได้ด้วยหัวเตาเผาแบบผสม ซึ่งได้กล่าวในบทวิจารณ์แล้วว่าหัวเตาเผาแบบผสมระหว่างก๊าซแอลพีจีกับอากาศนั้นไม่สามารถจุดไฟได้โดยตรงต้องให้อุณหภูมิบริเวณหัวเตาเผาสูงพอที่ก๊าซแอลพีจีสามารถลุกติดไฟได้เอง ดังนั้นจึงต้องจุดเตาเผาด้วยหัวเตาเผาแบบ nozzle ซึ่งสามารถจุดไฟได้โดยตรงก่อน เมื่ออุณหภูมิภายในเตาเผาสูงพอจึงจะใช้งานหัวเตาเผาแบบผสมและควบคุมการเผาไหม้ได้ ดังนั้นช่วงที่ใช้งานหัวเตาเผาแบบ nozzle จึงไม่สามารถควบคุมการเผาไหม้ได้

## 6.3 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นแนวทางเบื้องต้นเพื่อประยุกต์ใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการเผาไหม้ก๊าซ การพัฒนาในด้านการควบคุมสามารถทำได้ดังนี้

1. ติดตั้งเครื่องวิเคราะห์ห้องค์ประกอบของฟลูก๊าซแบบ electronic ที่สามารถส่งสัญญาณเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ได้โดยตรงเพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบของฟลูก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ และสามารถนำไปพัฒนาเป็นระบบควบคุมขั้นสูงต่อไป
2. ติดตั้งเพิ่มเติมเครื่องจุดไฟที่หัวเตาเผาแบบผสม เพื่อให้สามารถควบคุมการเผาไหม้ในช่วงอุณหภูมิต่ำ ๆ ได้