บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีเป้าหมาย ที่จะนำเครื่องวัดการไหลแบบข้องอ มาใช้กับน้ำยิปซัม ในระบบกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ที่โรงไฟฟ้าแม่เมาะ หน่วยที่ 8-11 โดยออกแบบท่อทดลอง เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ข้องอ มุมของจุดวัดความดันบนข้องอ และตำแหน่งติดตั้งใช้งานที่เหมาะสม โดยไม่มีการแยกชั้นการไหลในหน้าตัดจุดวัดความดัน ติดตั้งข้องอในระบบท่อจริง เพื่อวัดค่าอัตราการไหลในช่วงใช้งาน โดยนำผลที่ได้ไปออกแบบระบบควบคุมอัตราการไหล ด้วยกระบวนการฟัซซี่ลอจิก ซึ่งสรุปผลได้ ดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์ข้องอ สำหรับน้ำยิปซัม มีค่าอยู่ระหว่าง 0.44–0.79 และมีค่าคลาดเคลื่อน ± 2.92 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าสัมประสิทธิ์ข้องอ แปรผันตามตัวเลขเรย์โนลด์ ในช่วง 1,951– 3,706 และแปรผกผันกับความเข้มข้นน้ำยิปซัม ในช่วง 51–57 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก สมการความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์ข้องอ สามารถทำนายครอบคลุมข้อมูลผลการทดลองทั้งหมด โดยเบี่ยงเบนเพียง ± 2 เปอร์เซ็นต์ และค่าสัมประสิทธิ์ข้องอจากสมการทำนาย สามารถใช้งานได้ดี เมื่อนำมาคำนวณค่าอัตราการไหลได้ ผลลัพธ์ต่างจากระบบท่อจริงเพียง 0.06 – 0.91 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสัมประสิทธิ์ข้องอทดสอบด้วยน้ำสะอาด มีค่าเท่ากับ 0.87 ในช่วงตัวเลขเรย์โนลด์ 102,000 – 187,000

ข้องอที่มีจุดวัดความดันที่แกนทำมุม 45 องศา กับระนาบตั้งฉากกับแกนไหลเข้าข้องอ มีความไว (Sensitivity) ต่อสัญญาณความดันแตกต่าง มากกว่าที่มุม 22.5, 30.0, และ 37.5 องศา โดยมุมที่เบี่ยงเบน ± 1 องศา จากจุดวัดความดันที่มุม 45 องศา ทำให้การสลับตำแหน่งหน้าแปนติดตั้ง เพื่อรับการไหลเข้าข้องอได้ทั้งสองทิศทาง มีค่าความดันต่างกัน 3.7 เปอร์เซ็นต์ และคำนวณค่าอัตราการไหลได้ต่างกัน 0.4 เปอร์เซ็นต์

ตำแหน่งติดตั้งเครื่องวัดการไหลแบบข้องอ ที่มีทิศทางการไหลเข้าในแนวดิ่ง มีความไวต่อสัญญาณความดันแตกต่าง มากกว่าในแนวระดับ และมีคุณสมบัติการไหลแบบเนื้อเดียว ที่บริเวณหน้าตัดจุดวัดความดัน เพราะค่าความหนาแน่นเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยไม่เกิน 5.70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนข้องอที่มีทิศทางการไหลเข้าในแนวระดับ มีการแยกชั้นการไหล เพราะค่าความหนาแน่นเบี่ยง-เบน มากถึง 15.41 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ติดตั้งข้องอที่มีจุดวัดความดันที่มุม 45 องศา ต่อกับเครื่องสูบน้ำในระบบท่อจริง วัดค่าอัตราการไหลในช่วงใช้งานได้ 12.2 – 16.1 ลิตรต่อวินาที โดยเกิดการอุดตันในรูของจุดวัดความดันหลังจากบันทึกข้อมูลเป็นเวลา 400 วินาที เมื่อพิจารณา ค่าความดันแตกต่างเบี่ยงเบนจากผลการทดลอง ± 5 เปอร์เซ็นต์ ควรใช้เวลาในการอ่าน หรือบันทึกข้อมูลในแต่ละครั้งเพียง 300 วินาที

ออกแบบกระบวนการฟัซซี่ลอจิก เพื่อใช้ควบคุมค่าอัตราการไหล ได้สัญญาณควบคุมที่มีความต่อเนื่อง จากการดีฟัซซิฟิเคชั่น ด้วยวิธีค่ากลางของพื้นที่ โดยประมวลผลด้วย Fuzzy Logic Tool Box ในซอฟแวร์สำเร็จรูป MATLAB และจากการคำนวณ สายพานฯ ในระบบแยกน้ำออกจากยิปซัม จะใช้เวลาตอบสนองในช่วง 313-255 วินาที เมื่อมีการเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์ขับเครื่องสูบน้ำ ระหว่าง 1,425-1,533 รอบต่อนาที โดยใช้อินเวอร์เตอร์ที่มีค่าสัดส่วน แรงดันไฟฟ้าต่อค่าความถี่คงที่ 4.4 โวลต์ต่อเฮิร์ทซ

5.2 ประโยชน์ ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะ

5.2.1 ทราบค่าอัตราการไหลในช่วงใช้งาน ของระบบแยกน้ำออกจากยิปซัม ในระบบกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ที่โรงไฟฟ้าแม่เมาะ หน่วยที่ 8–11 ที่ส่งไปยังสายพานฯ (Over Load 1.16 เท่า – Partial Load 0.88 เท่า) ซึ่งมีค่าเกินกว่าที่ผู้ผลิตออกแบบไว้ ทำให้เกิดการชำรุด ของอุปกรณ์สายพานฯรวมทั้งอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง และจากการออกแบบระบบควบคุมอัตราการไหล ด้วยกระบวนการฟัซซี่ลอจิก สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ โดยการปรับความเร็วรอบมอเตอร์ขับเครื่องสูบน้ำให้เหมาะสม จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า จะใช้ระยะเวลาคืนทุนเพียง 46 วัน

5.2.2 มีเครื่องมือวัดค่าอัตราการไหล สำหรับน้ำยิปซัม ในระบบกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ที่โรงไฟฟ้าแม่เมาะ หน่วยที่ 8–11 พร้อมทั้งระบบท่อ ที่สามารถสอบเทียบเครื่องมือวัดที่ใช้งานอยู่ได้ และระบบท่อทดลองดังกล่าว เมื่อปรับปรุงขนาดและวัสดุ ให้ตรงกับระบบท่อที่ใช้งานอยู่ในหน่วยที่ 4 – 7 และ 12 - 13 ก็สามารถนำไปใช้ในการสร้างและสอบเทียบ เครื่องวัดการไหลแบบข้องอ ที่จะนำไปประยุกต์ใช้ได้

5.2.3 เครื่องวัดค่าอัตราการไหลแบบข้องอ สามารถนำไปใช้วัดอัตราการไหล ของน้ำสะอาดได้ โดยเฉพาะ ในระบบท่อที่ไม่ต้องการให้เกิด การสูญเสียพลังงานในระบบมากขึ้น แต่จำเป็นต้องเลือกใช้อุปกรณ์วัดค่าความดันแตกต่าง ให้เหมาะสมกับความดันแตกต่างในข้องอ เพราะความดันแตกต่างสำหรับน้ำสะอาด มีค่าต่ำกว่าน้ำยิปซัมประมาณ 3 เท่า ที่ค่าอัตราการไหลเท่าๆ กัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5.2.4 ในงานวิจัยนี้ ใช้การวัดการกระจายของค่าความหนาแน่น เทียบกับค่าเฉลี่ยในถังสะสม และเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ใกล้เคียง เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติการไหลของน้ำยิปซัม โดยถ้าสามารถวัดความเร็วของไหลในข้องอ และนำมาเทียบกับความเร็ววิกฤติได้ จะทำให้ข้อสรุปว่าข้องอในตำแหน่งใด สามารถใช้งานได้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

5.2.5 ในการนำเครื่องวัดการไหลแบบข้องอ ไปใช้กับของผสมแบบต่อเนื่อง ต้องคำนึงถึง การอุดตันภายในรูจุดวัดความดัน โดยจำเป็นต้องออกแบบ ระบบชะล้างตะกอนที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งต้องคำนึงถึง เวลาที่เหมาะสมในการอ่านหรือบันทึกข้อมูล ค่าความดันแตกต่าง เพื่อหลีกเลี่ยงความผิดพลาดจาก ผลกระทบของการอุดตัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved