

## บทที่ 7

### สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักคือทำการศึกษารูปแบบการควบคุมอัตโนมัติภายใต้ความไม่แน่นอนของเครื่องปฏิกรณ์แบบต่อเนื่อง หาขนาดของเครื่องปฏิกรณ์ และช่วงอุณหภูมิควบคุมที่เหมาะสมของเครื่องปฏิกรณ์แบบต่อเนื่องที่มีปฏิกิริยาไม่ย้อนกลับ และที่มีปฏิกิริยาย้อนกลับได้

จากผลงานวิจัยที่ได้ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. โปรแกรมอัตโนมัติภายใต้ความไม่แน่นอนที่เขียนขึ้นในงานวิจัยนี้ทั้งแบบดีเทอร์มินิสติก และแบบสโตแคสติกนั้นมีความถูกต้อง พิสูจน์ได้จากอัตโนมัติที่เขียนขึ้นที่เดิมมีผู้ทำวิจัยไว้แล้ว โดยการทดสอบโปรแกรมอัตโนมัติภายใต้ความไม่แน่นอนแบบดีเทอร์มินิสติก ซึ่งกำหนดให้ความไม่แน่นอนมีขอบเขต เป็นจำนวนเฉพาะที่มีค่าจำกัด เลือกใช้การออกแบบขนาดท่อของ Grossmann และ Sargent (1978) เป็นกรณีศึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมที่เขียนขึ้น ส่วนโปรแกรมอัตโนมัติภายใต้ความไม่แน่นอนแบบสโตแคสติก ซึ่งให้ความไม่แน่นอนเป็นค่าเฟ้นสุ่มที่นับถวน ไม่ทราบค่าที่แน่ชัดเป็นการกระจายแบบฟังก์ชันความน่าจะเป็น เลือกใช้การออกแบบปรับเปลี่ยนระบบเชิงเส้นของ Pistikopoulos และ Ierapetritou (1995) เป็นกรณีศึกษาเพื่อตรวจสอบโปรแกรมที่เขียนขึ้น โดยอ้างอิงและเปรียบเทียบกับผลงานวิจัยที่ผ่านมา
2. โปรแกรมที่เขียนขึ้นในงานวิจัยนี้สามารถออกแบบหาขนาดปริมาตร และช่วงอุณหภูมิควบคุมของเครื่องปฏิกรณ์แบบต่อเนื่องที่มีปฏิกิริยาย้อนกลับได้ และมีปฏิกิริยาไม่ย้อนกลับได้ ซึ่งขนาดของเครื่องปฏิกรณ์ที่ได้จะมีความยืดหยุ่น ตลอดทุกค่าของความไม่แน่นอน กล่าวคือ ขนาดของเครื่องปฏิกรณ์ที่ได้สามารถทำให้กระบวนการปฏิบัติการอยู่ในสภาวะคงตัวได้ ภายใต้สภาวะปฏิบัติการที่มีความไม่แน่นอน โดยการปรับเซตพอยท์ (set-point) ให้อยู่ในช่วงอุณหภูมิที่ได้จากการอัตโนมัติ
3. จากผลการอัตโนมัติกรณีปกติ และการอัตโนมัติภายใต้ความไม่แน่นอน จะเห็นได้ว่าขนาดเครื่องปฏิกรณ์ที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังสามารถสรุปได้อีกว่า วิธีการอัตโนมัติภายใต้ความไม่แน่นอนที่ได้เสนอนี้ ช่วยออกแบบขนาดเครื่องปฏิกรณ์ที่คำนึงถึงความไม่แน่นอนที่จะเกิดขึ้นในกระบวนการจริง ซึ่งวิธีการอัตโนมัติในงานวิจัยนี้ มีหลักการคือใส่ค่าความไม่แน่นอนลงในสมการข้อจำกัดของปัญหาอัตโนมัติ แล้วหาขนาดของเครื่องปฏิกรณ์ที่สามารถทำให้สมการอนุพันธ์มวลสาร และอนุพันธ์พลังงานเท่ากับศูนย์ นั่นคือสภาวะคงที่ตลอดทุกค่าความไม่แน่นอน นั้นจะเห็นได้ว่า การอัตโนมัติภายใต้ความไม่แน่นอนมีความน่าเชื่อถือมากกว่าวิธีโอเวอร์ดีไซน์

ซึ่งเป็นวิธีดั้งเดิม ไม่มีหลักเกณฑ์ตัดสินใจในค่าแฟกเตอร์ที่บวกเพิ่มขึ้นไป ขึ้นอยู่กับวิจารณ์งานของวิศวกรผู้ออกแบบ

4. ในงานวิจัยนี้ได้เสนอวิธีการออปติไมซ์ภายใต้ความไม่แน่นอนแบบผสมทั้งสโตแคสติกและดีเทอร์มินิสติก เป็นวิธีที่คำนึงถึงลักษณะของความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการจริงที่มีทั้งพารามิเตอร์และตัวแปรไม่แน่นอน

การออปติไมซ์เป็นการช่วยคำนวณหาจุดที่เหมาะสม ช่วยคิด และตัดสินใจหาเซ็ทพอยท์ในการควบคุมกระบวนการ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต แต่ควรจะคำนึงถึงความไม่แน่นอนเนื่องจากในสภาวะปฏิบัติการจริงจะมีความไม่แน่นอนเกิดขึ้น การออปติไมซ์สามารถนำไปใช้ได้จริง

### วิจารณ์และเสนอแนะสำหรับการพัฒนางานวิจัยต่อไป

1. พัฒนาโปรแกรมออปติไมซ์ภายใต้ความไม่แน่นอนให้อยู่ในรูปซอฟต์แวร์สำเร็จรูป สำหรับช่วยวิศวกร ในการออกแบบกระบวนการทั่วไป
2. นำการออปติไมซ์ภายใต้ความไม่แน่นอนตามวิธีที่ได้เสนอไปประยุกต์ใช้กับปัญหาอื่น ๆ เช่น ปัญหาวางแผนหรือจัดตารางกระบวนการผลิต, ออกแบบระบบเครื่องปฏิกรณ์แบบกะที่มีหลายผลิตภัณฑ์ (multiproduct batch plant)
3. สำหรับในงานวิจัยนี้เป็นการออปติไมซ์เครื่องปฏิกรณ์แบบต่อเนื่องที่เป็นการโปรแกรมแบบไม่เชิงเส้น (Nonlinear Programming: NLP) แนวทางในการพัฒนาต่อไปควรจะพัฒนาโปรแกรมสำหรับออปติไมซ์ภายใต้ความไม่แน่นอนสำหรับกระบวนการแบบไม่เชิงเส้นที่ต้องการคำตอบเป็นจำนวนเต็ม (Integer Nonlinear Programming: INLP) หรือที่ต้องการคำตอบเป็นแบบผสมจำนวนเต็มต่อไป (Mixed-Integer Nonlinear Programming: MINLP)