

บทที่ 1

บทนำ



1.1 บทนำทั่วไป

การควบคุมระดับ (Level control) จัดว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งในการทำให้การปฏิบัติการต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมทางเคมีประสบความสำเร็จดังต้องการ เนื่องจากเป็นการควบคุมที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการควบคุมการไหลหรือการควบคุมระดับในถังพักเพื่อให้ได้อัตราการผลิตเป็นไปตามต้องการ นอกจากนี้กระบวนการบางอย่างที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมระดับซึ่งไม่สามารถเป็นตัวปรับได้เอง (Non-self regulatory) มีความจำเป็นต้องมีการควบคุมแบบอัตโนมัติเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการไหลล้นหรือหมดไปจากถังพักเมื่อมีการรบกวนการไหลเกิดขึ้น ยิ่งไปกว่านั้นคือ สมรรถนะของกระบวนการบางอย่าง เช่น เครื่องปฏิกรณ์ทางเคมีขึ้นกับเวลาที่สารเคมีอยู่ในถังปฏิกรณ์ (Residence time) ซึ่งเวลาที่สารเคมีอยู่ในถังปฏิกรณ์ดังกล่าวมีความสัมพันธ์โดยตรงกับระดับของของเหลวในถัง ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับการควบคุมระดับจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับวิศวกรเคมีเพื่อสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในกระบวนการผลิตทางวิศวกรรมเคมีต่อไป

วัตถุประสงค์ของการควบคุมระดับมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการออกแบบและทำการ
 ปรับจูนตัวควบคุม ซึ่งในการควบคุมระดับมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญสามารถแบ่งออกได้เป็น 2
 ประการ คือ

ก. การควบคุมระดับแบบแน่นนอน (Tight level control) เป็นการควบคุมที่มีวัตถุประสงค์
 หลัก คือ ทำการควบคุมระดับในภาชนะเก็บให้มีค่าคงที่ตามที่กำหนดไว้ ระดับในภาชนะเก็บจัด
 เป็นปัจจัยที่สำคัญมาก ส่วนการเปลี่ยนแปลงของการไหลเพื่อรักษาระดับให้คงที่ไม่มี
 สำคัญมากนัก ตัวอย่างของการควบคุมระดับแบบนี้ ได้แก่ การควบคุมระดับของเหลวในเครื่อง
 ปฏิกรณ์

ข. การควบคุมระดับแบบเฉลี่ย (Averaging level control) เป็นการควบคุมระดับโดยให้
 ความสำคัญของการไหลขาออกที่ราบเรียบมากกว่าการควบคุมให้ได้ระดับตามที่ต้องการ ระดับ
 สามารถเปลี่ยนแปลงได้ในช่วงที่กำหนดไว้แต่การไหลขาออกต้องมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงให้
 น้อยที่สุด การควบคุมระดับแบบเฉลี่ยมักพบในการควบคุมระดับของเหลวในถังพัก(Surge
 tank) ก่อนที่จะส่งต่อไปยังหน่วยสำคัญ (Critical unit) ในกระบวนการ ดังนั้นระดับของเหลวใน
 ถังพักจึงไม่มีความสำคัญมากนักเพียงแต่ควบคุมไม่ให้เกิดการล้นออกหรือหมดไปของวัตถุดิบ
 ในถังเท่านั้น แต่สิ่งที่สำคัญ คือ ลักษณะการไหลเข้าสู่หน่วยที่สำคัญจำเป็นจะต้องให้เกิดการร
 บกวนน้อยที่สุด

การควบคุมระดับแบบเฉลี่ยได้มีการค้นพบมาเป็นเวลานาน แต่ยังไม่เป็นที่นิยมใช้กัน
 อย่างแพร่หลาย หนังสือตำราทางด้าน การควบคุมกระบวนการทั้งที่แต่งขึ้นโดยศาสตราจารย์ใน

มหาวิทยาลัยหรือผู้ใช้งานทางด้านอุตสาหกรรมได้กล่าวถึงการควบคุมระดับแบบเฉลี่ยน้อยมาก ทั้งที่เป็นสิ่งที่จำเป็นในกระบวนการผลิตทางเคมี การควบคุมระดับแบบเฉลี่ยมีบทบาทสำคัญ ทางด้านเศรษฐกิจซึ่งสามารถสรุปได้ 2 ประการดังนี้

1. ในขั้นตอนการออกแบบอุปกรณ์ทางด้านปิโตรเคมี สามารถออกแบบให้ถังพักที่ใช้มีขนาดเล็กกว่าแต่เพียงพอที่จะทำให้การไหลราบเรียบได้ ซึ่งจะช่วยประหยัดเงินทุนในการใช้จ่ายเกี่ยวกับค่าถังพักและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องได้เป็นอย่างมาก

2. ในกรณีที่มีโรงงานอยู่แล้ว การออกแบบการควบคุมระดับแบบเฉลี่ยและการควบคุมความดันที่ถูกต้องเหมาะสมช่วยให้การปฏิบัติการมีประสิทธิภาพและสามารถควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ดีขึ้น โดยการควบคุมระดับแบบเฉลี่ยจะช่วยลดค่าแอมพลิฟูดสูงสุดของการเปลี่ยนแปลงไหลและลดอัตราการเปลี่ยนแปลงการไหลสูงสุด จึงสามารถลดค่าใช้จ่ายได้เนื่องจากระบบสามารถทำงานที่ระดับต่ำกว่าหรือสามารถลดจำนวนถังพักที่ใช้ได้

จากผลงานวิจัยที่ผ่านมาสามารถนิยามหน้าที่ของการควบคุมระดับแบบเฉลี่ยได้ 3 ประการดังนี้

1. ทำให้การไหลเข้าสมดุลกับการไหลขาออก
2. ช่วยให้อัตราการไหลเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ และราบเรียบเพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ในกระบวนการ ซึ่งหมายความว่าในการตอบสนองต่อการรบกวนต้องการให้อัตราการเปลี่ยนแปลงการไหลที่เป็นตัวปรับมีค่าน้อยที่สุดรวมทั้งลดแอมพลิฟูดของการไหลนั้น ทำให้เกิดผลกระทบต่อการควบคุมของกระบวนการถัดไปน้อยที่สุด ตัวควบคุมของ

กระบวนการถัดไปจึงสามารถควบคุมให้เข้าสู่เซ็ทพอยน์ได้ง่าย

3. ควบคุมระดับให้อยู่ในช่วงสูงสุดและต่ำสุดที่กำหนดไว้ (ไม่ใช่อยู่ที่ค่าคงที่ค่าใดค่าหนึ่ง)

โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้นำเอาการควบคุมระดับแบบเฉลี่ยมาใช้ในการควบคุมระดับของเหลวในถังพัก ซึ่งเรียกว่า การควบคุมระดับของเหลวแบบเฉลี่ยในถังพัก (Averaging liquid level control in surge tank) เพราะฉะนั้นจุดประสงค์ของการควบคุมระดับของเหลวแบบเฉลี่ยในถังพัก คือ ให้อัตราการเปลี่ยนแปลงการไหลสูงสุดของของเหลวขาออกจากถังพักมีค่าน้อยที่สุด โดยที่ควบคุมระดับของเหลวภายในถังพักไม่ให้เกินค่าสูงสุดและต่ำสุดที่กำหนดไว้

1.2 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

เนื่องจากพบว่าปัญหาที่สำคัญของระบบการควบคุมในกระบวนการผลิตทางเคมี สาเหตุหนึ่งเกิดจากเกิดการรบกวนของการไหลขาเข้าของหน่วยที่สำคัญในกระบวนการผลิต การพยายามลดการรบกวนดังกล่าวโดยควบคุมให้อัตราการเปลี่ยนแปลงการไหลของของเหลวขาออกจากถังพักก่อนเข้าสู่หน่วยที่สำคัญในกระบวนการให้มีค่าน้อยที่สุดจึงเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถลดปัญหาดังกล่าวได้ จากการค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมระดับแบบเฉลี่ย พบว่าในตำราและหนังสือต่าง ๆ ได้กล่าวถึงการควบคุมระดับแบบเฉลี่ยน้อยมากทั้งที่เป็นสิ่งที่จำเป็นในกระบวนการผลิตทางเคมี ในงานวิจัยครั้งนี้จึงได้ทำการค้นคว้างานวิจัยเกี่ยวกับการควบคุมระดับแบบเฉลี่ยในรอบ 25 ปี เพื่อได้ทราบถึงข้อมูลเกี่ยวกับการควบคุมระดับ

แบบเฉลี่ยและตัวควบคุมระดับแบบเฉลี่ยชนิดต่าง ๆ

จากการศึกษาพบว่าได้มีผู้คิดค้นและพัฒนาสมการของตัวควบคุมระดับของเหลวแบบเฉลี่ยรวมทั้งวิธีการปรับจูนตัวควบคุมระดับของเหลวแบบเฉลี่ยขึ้นมาในหลายรูปแบบ ตัวอย่าง เช่น ในรูปสมการควบคุมไม่เชิงเส้นแบบช่วงกว้าง (Nonlinear wide-range controller)(Shunta และ Fehervari, 1976) หรือในรูปแผนภาพการปรับจูนพารามิเตอร์ของตัวควบคุมแบบพีและพีไอเพื่อให้สามารถใช้งานได้สะดวกขึ้น (Cheung และ Luyben, 1979) หรือการนำเอาสมการของตัวควบคุมอย่างง่าย เช่น ตัวควบคุมแบบพีและพีไอที่ใช้กันทั่วไปมาประยุกต์ใช้งานในลักษณะแบ่งช่วงการควบคุม (Split-range control) เกิดเป็นตัวควบคุมแบบไม่เชิงเส้นชนิดต่าง ๆ ขึ้น (Cheung และ Luyben, 1980) ได้แก่ ตัวควบคุมแบบพีไอพี (Proportional-integral/proportional controller) และตัวควบคุมแบบดีอาร์ไอพี (Dual range integral/proportional controller) รวมทั้งการนำเอาสมการตัวควบคุมชนิดต่าง ๆ มาทำการจำกัดการเปลี่ยนแปลงการไหลขาออก (Limited output change) เพื่อให้ได้ค่าการเปลี่ยนแปลงการไหลขาออกเป็นไปตามต้องการ (Cheung และ Luyben, 1980) ซึ่งตัวควบคุมชนิดต่าง ๆ ก็ย่อมมีข้อดี, ข้อเสียและสมรรถนะในการใช้งานแตกต่างกันออกไป

งานวิจัยนี้จึงได้มีขึ้นทำการประเมินและเปรียบเทียบสมรรถนะของตัวควบคุมระดับของเหลวเฉลี่ยชนิดต่าง ๆ ที่สนใจศึกษาจากผลงานวิจัยที่ผ่านมาในรอบ 25 ปี โดยเขียนโปรแกรมการควบคุมระดับแบบเฉลี่ยเมื่อมีตัวควบคุมชนิดต่าง ๆ จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์เมทแลบ (MATLAB) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถพิจารณาและตัดสินใจเลือกตัวควบคุมระดับของเหลวแบบเฉลี่ย

ได้อย่างมีประสิทธิภาพเหมาะสมกับการใช้งาน สามารถลดปัญหาที่เกิดขึ้นและเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาตัวควบคุมอื่น ๆ ขึ้นต่อไป

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ในการทำงานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักที่สำคัญดังต่อไปนี้ คือ

เพื่อศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับตัวควบคุมระดับแบบเฉลี่ยชนิดต่าง ๆ ที่ผ่านมาในรอบ 25 ปี ทำการประเมินสมรรถนะของตัวควบคุมระดับของเหลวแบบเฉลี่ยชนิดต่าง ๆ ที่สนใจศึกษาโดยทำการทดลองด้วยคอมพิวเตอร์ และเปรียบเทียบผลการควบคุมของตัวควบคุมระดับของเหลวแบบเฉลี่ยชนิดต่าง ๆ ดังกล่าว โดยพิจารณาจากเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการปรับให้ได้ตามข้อกำหนด
2. ความง่ายในการปรับจูน
3. ความสามารถในการเข้าสู่สภาวะคงตัวของของเหลว
4. เปอร์เซ็นต์โอเวอร์ชูทของสัญญาณการไหลขาออก
5. ความทนทานต่อสัญญาณรบกวน
6. การตอบสนองต่อการเปลี่ยนค่าตัวแปรไหล

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตต่าง ๆ ไว้ดังต่อไปนี้ คือ

ก.เขียนโปรแกรมการควบคุมระดับของเหลวแบบเฉลี่ยในถังพักโดยใช้โปรแกรมเม็ทแลบ (MATLAB) เมื่อมีตัวควบคุมชนิดต่าง ๆ ที่เลือกไว้สำหรับทดสอบสมรรถนะ ได้แก่

1. ตัวควบคุมแบบพี (Proportional controller)
2. ตัวควบคุมแบบพีไอ (Proportional integral controller)
3. ตัวควบคุมแบบพีแอล (Proportional-lag controller)
4. ตัวควบคุมแบบช่วงกว้าง (Nonlinear wide-range controller)
5. ตัวควบคุมแบบพีไอพี (Proportional-integral/proportional controller)
6. ตัวควบคุมแบบดีอาร์ไอพี (Dual-range integral-proportional controller)
7. ตัวควบคุมแบบพีโดยจำกัดการเปลี่ยนแปลงขาออก (Limited output change of proportional controller)
8. ตัวควบคุมแบบพีไอโดยจำกัดการเปลี่ยนแปลงขาออก (Limited output change of proportional-integral controller)
9. ตัวควบคุมพีแบบไม่เชิงเส้นโดยจำกัดการเปลี่ยนแปลงขาออก (Limited output change of nonlinear proportional-only controller)
10. ตัวควบคุมพีไอแบบไม่เชิงเส้นโดยจำกัดการเปลี่ยนแปลงขาออก (Limited output change of nonlinear proportional-integral controller)

ข. ทำการประเมินสมรรถนะของตัวควบคุมระดับของเหลวแบบเฉลี่ยชนิดต่าง ๆ ดังกล่าว โดยพิจารณาจากเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการปรับให้ได้ตามข้อกำหนด
2. ความง่ายในการปรับจูน
3. ความสามารถในการเข้าสู่สภาวะคงตัวของระดับของเหลว
4. เปอร์เซ็นต์โอเวอร์ชูทของสัญญาณไหลขาออก
5. ความทนทานต่อสัญญาณรบกวน
6. การตอบสนองต่อการเปลี่ยนค่าตัวแปรโหลด

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ในการดำเนินงานวิจัยขั้นนี้ได้กำหนดลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้ คือ

- ก. ศึกษาวิธีการ, การออกแบบ, และแบบแผนของการควบคุมระดับของเหลวแบบเฉลี่ย

ในถังพักจากผลงานของผู้ที่ได้ทำมาแล้ว

ข. ศึกษาและเลือกตัวควบคุมชนิดต่าง ๆ ที่เหมาะสมสำหรับการควบคุมระดับของเหลวแบบเฉลี่ยในถังพัก (Surge tank) พร้อมทั้งคำนวณหาพารามิเตอร์ที่ออปติมัล (Optimal) ของตัวควบคุมระดับของเหลวแบบเฉลี่ยชนิดต่าง ๆ ดังกล่าว

- ค. ศึกษาการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์เม็ทแลบ (MATLAB) และเขียนโปรแกรม

การควบคุมระดับของเหลวแบบเฉื่อยในถังพักโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์แมทแลบ (MATLAB) เมื่อมีตัวควบคุมชนิดต่าง ๆ ที่เลือกไว้สำหรับการทดสอบสมรรถนะ

ง. ศึกษาหาเกณฑ์ที่นำมาใช้เปรียบเทียบสมรรถนะของตัวควบคุมระดับแบบเฉื่อยชนิดต่าง ๆ

จ. ประเมินสมรรถนะของตัวควบคุมระดับของเหลวแบบเฉื่อยชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวโดยพิจารณาจากเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในหัวข้อ 1.4

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ประโยชน์ที่ได้รับมีดังต่อไปนี้ คือ

ก. ได้ทราบถึงสมรรถนะของตัวควบคุมระดับของเหลวแบบเฉื่อยชนิดต่าง ๆ จากการทดลองด้วยคอมพิวเตอร์และสามารถเปรียบเทียบผลการควบคุมของตัวควบคุมระดับของเหลวแบบเฉื่อยชนิดต่าง ๆ โดยพิจารณาจากเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ในหัวข้อ 1.4

ข. เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกใช้ตัวควบคุมระดับของเหลวแบบเฉื่อยได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตจริงและเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สนใจได้ทำการศึกษาและพัฒนาตัวควบคุมระดับของเหลวแบบเฉื่อยชนิดอื่น ๆ
ขึ้นต่อไป

1.7 โครงสร้างของวิทยานิพนธ์

ในรายงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วยเนื้อหาต่าง ๆ รวมทั้งสิ้น 6 บท ซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้ คือ

บทที่ 1 กล่าวถึง บทนำทั่วไป, ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย, วัตถุประสงค์ของงานวิจัย, ขอบเขตของงานวิจัย, ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย, ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย และโครงสร้างของวิทยานิพนธ์

บทที่ 2 กล่าวถึง ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมระดับของเหลวแบบเฉลี่ย

บทที่ 3 กล่าวถึง การควบคุมระดับและการออกแบบตัวควบคุมระดับของเหลวแบบเฉลี่ยชนิดต่าง ๆ ที่สนใจศึกษาและวิธีการปรับจูนตัวควบคุมดังกล่าว รวมทั้งผลการทดลองที่และข้อดีข้อเสียของตัวควบคุมแต่ละชนิดที่ได้เสนอขึ้นในผลงานวิจัยที่ผ่านมา

บทที่ 4 กล่าวถึง การตรวจสอบโปรแกรมการควบคุมระดับแบบเฉลี่ยที่เขียนขึ้น

บทที่ 5 กล่าวถึง การทดลองเปรียบเทียบสมรรถนะของตัวควบคุมระดับแบบเฉลี่ย

บทที่ 6 กล่าวถึง ผลสรุป, บทวิจารณ์และข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัย

จากนั้นจะเป็นรายการอ้างอิง และสุดท้ายจะเป็นภาคผนวกที่กล่าวถึงการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์แมทแลบ (MATLAB) มาใช้ในการเขียนโปรแกรมการควบคุมระดับของเหลวแบบเฉลี่ยในถังพัก รวมทั้งรวบรวมตารางและกราฟต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย