

บทที่ 1

บทนำ



1.1 บทนำ

การกลั่นเป็นกระบวนการแยกสารโดยอาศัยความแตกต่างของความดันไอหรือจุดเดือดของของเหลวแต่ละชนิด กระบวนการกลั่นเป็นกระบวนการแยกสารที่สำคัญและใช้กันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมน้ำมันและปิโตรเคมี ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมหลักของประเทศ กระบวนการกลั่นในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นหน่วยหนึ่งที่ใช้พลังงานจำนวนมากซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ต้นทุนในการผลิตสูง อันเป็นปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นปัญหาหนึ่งในอุตสาหกรรมน้ำมันและปิโตรเคมี การทำให้กระบวนการกลั่นเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพสูงสุดเป็นวิธีการหนึ่งในการที่จะทำให้เกิดการใช้พลังงานได้อย่างคุ้มค่า วิธีการหนึ่งในการทำให้กระบวนการกลั่นมีประสิทธิภาพ คือ การปรับปรุงและพัฒนาระบบการควบคุมกระบวนการเพื่อให้ได้ระบบการควบคุมหอกลิ้นที่เหมาะสมและมีประสิทธิผล อีกทั้งเป็นระบบควบคุมกระบวนการที่สามารถปรับตัวแปรเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ได้อย่างดี ลดสภาวะการรบกวนที่เกิดขึ้น และคงสภาวะที่ต้องการได้อย่างต่อเนื่อง โดยใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าที่สุด การที่ประเทศจะพัฒนาระบบควบคุมกระบวนการกลั่นเพื่อให้ได้เทคนิคการควบคุมที่มีประสิทธิภาพสูงและสามารถนำไปใช้ในระดับอุตสาหกรรม รวมทั้งสามารถพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้และ

ความชำนาญในระบบควบคุมกระบวนการกลั่นได้นั้น จำเป็นจะต้องสนับสนุนให้มีการสร้างโรงงานนำร่องเพื่อการกลั่นขึ้นเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ช่วยในการศึกษาวิจัยและพัฒนาระบบควบคุมกระบวนการ

ในงานวิจัยนี้โรงงานนำร่องเพื่อการกลั่นถูกออกแบบและจัดสร้างขึ้นเพื่อทำการศึกษาพลวัตและการควบคุมกระบวนการกลั่น หอกกลั่นทำด้วยเหล็กไร้สนิมที่มีจำนวนเทรย์ทั้งหมด 15 เทรย์ เส้นผ่านศูนย์กลางมีค่าเท่ากับ 6 นิ้ว แต่ละเทรย์มีความสูงเท่ากับ 10 นิ้ว เทรย์ป้อนอยู่ที่ตำแหน่งเทรย์ที่ 4 6 8 10 และ 12 นับจากยอดหอกกลั่น (ไม่รวมเครื่องควบแน่น) หอกกลั่นประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ คือ เครื่องให้ความร้อนแก่สารป้อนที่เป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเซลล์และท่อ หม้อต้มซ้ำแบบเทอร์โมไซฟอน เครื่องควบแน่นที่เป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเซลล์และท่อ ถังเก็บรีฟลักซ์ ถังหล่อเย็นสำหรับผลิตภัณฑ์ดิสทิลเลตและผลิตภัณฑ์ก้นหอ ถังเก็บผลิตภัณฑ์ดิสทิลเลตและผลิตภัณฑ์ก้นหอ นอกจากนี้โรงงานนำร่องเพื่อการกลั่นยังติดตั้งเครื่องมือวัดตัวแปรกระบวนการและตัวส่งสัญญาณค่าตัวแปรที่จำเป็นในการศึกษาพลวัตและการควบคุมกระบวนการ พร้อมทั้งมีวาล์วควบคุมเป็นองค์ควบคุมสุดท้าย

ในงานวิจัยนี้ระบบควบคุมแบบกระจายส่วน หรือ ดีซีเอส (μ XL - Yokogawa) เป็นระบบที่ถูกนำมาใช้ในการปฏิบัติงานโดยมีการออกแบบและเขียนระบบโครงสร้างทางวิศวกรรมของระบบควบคุมเพื่อใช้ในการศึกษาพลวัตและการควบคุมกระบวนการกลั่น ดีซีเอสประกอบด้วย ไมโครโปรเซสเซอร์หลายตัวแบ่งหน้าที่การทำงานและปฏิบัติงานร่วมกัน ซึ่งเป็นระบบควบคุมอัตโนมัติที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ทันสมัย

ตัวแปรอินพุทที่เลือกใช้เป็นตัวแปรปรับเปลี่ยนในกระบวนการกลั่นสำหรับโรงงานนำร่องเพื่อการกลั่นนี้ ได้แก่ อัตราการไหลของรีฟลักซ์ (L) อัตราการไหลของไอน้ำที่ให้ความร้อนแก่หม้อต้มซ้ำ (V) อัตราการไหลของผลิตภัณฑ์คิสทิลเลต (D) อัตราการไหลของผลิตภัณฑ์กันห่อ (B) และอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นที่ดึงความร้อนออกจากเครื่องควบแน่น (Q_c) ส่วนตัวแปรเอาต์พุทที่ถูกเลือกเป็นตัวแปรควบคุมในกระบวนการกลั่นสำหรับโรงงานนำร่องเพื่อการกลั่นนี้ ได้แก่ อุณหภูมิยอดคห่อ θ ตำแหน่งเทรย์ที่ 5 อุณหภูมิกันห่อ θ ตำแหน่งฐานหอกกลั่น ระดับของเหลวในถังเก็บรีฟลักซ์ ระดับของเหลวที่ฐานหอกกลั่น และอุณหภูมิของสารควบแน่นที่ยอดคห่อ รูปแบบที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการกลั่น คือ การควบคุมแบบดุลมวลสาร (Material-Balance Control Scheme) (Balchen and Mumme 1988) โดยอุณหภูมิยอดคหอกกลั่นถูกควบคุมด้วยอัตราการไหลของรีฟลักซ์ อุณหภูมิกันหอกกลั่นถูกควบคุมด้วยอัตราการไหลของไอน้ำ ระดับของเหลวในถังรองรับรีฟลักซ์ถูกควบคุมด้วยอัตราการไหลของผลิตภัณฑ์คิสทิลเลต ระดับของเหลวที่ฐานหอกถูกควบคุมด้วยอัตราการไหลของผลิตภัณฑ์กันหอกกลั่น และอุณหภูมิของสารควบแน่นถูกควบคุมด้วยอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น ตัวควบคุมที่ใช้ในการควบคุมคือ ตัวควบคุมแบบพีไอดีด้วยรูปแบบการควบคุมแบบป้อนกลับ โดยการตั้งค่าพารามิเตอร์พีไอดีของตัวควบคุมสามารถทำได้โดยการใช้วิธีวิเคราะห์เส้นโค้งปฏิกิริยาค่าตัวแปรกระบวนการ (Reaction Curve Analysis) และวิธีของซิกเลอร์และนิโคล (Ziegler-Nichol Method) (Seborg, Edgar and Mellichamp, 1989)

การวิจัยและพัฒนาระบบควบคุมกระบวนการโดยใช้โรงงานนำร่องเพื่อการกลั่นนอก

จากจะก่อให้เกิดแนวทางการนำความรู้ในระบบควบคุมกระบวนการที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในอุตสาหกรรมที่มีหน่วยการกลั่นแล้ว ยังสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับการควบคุมกระบวนการอื่น ๆ ในอุตสาหกรรมได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาและจัดสร้างโรงงานนำร่องเพื่อการกลั่น พร้อมอุปกรณ์การวัดและควบคุม เพื่อใช้สำหรับการศึกษาวิจัยการควบคุมกระบวนการ

1.2.2 เพื่อทดสอบโรงงานนำร่องเพื่อการกลั่น พร้อมอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ได้จัดสร้างขึ้น

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1.3.1 สร้างอุปกรณ์ช่วย (Facility) สำหรับการวิจัยทางด้านกระบวนการควบคุมกระบวนการ ซึ่งได้แก่ โรงงานนำร่องเพื่อการกลั่น (Distillation Pilot Plant)

1.3.2 จัดวางระบบ (Configuration) การควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้แก่ ระบบการควบคุมแบบกระจายส่วนหรือดีซีเอส (Distributed Control System หรือ DCS)

1.3.3 ทดสอบโรงงานนำร่องเพื่อการกลั่น พร้อมอุปกรณ์การวัดและควบคุม

1.3.4 หาโมเดลของโรงงานนำร่องเพื่อการกลั่นแบบทรานส์เฟอร์ฟังก์ชันเพื่อใช้ในการตั้งค่าพารามิเตอร์ตัวควบคุม

1.3.5 ทดสอบการควบคุมการกลั่นโดยใช้การควบคุมแบบป้อนกลับ

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.4.1 ได้โรงงานนำร่องเพื่อการกลั่นสำหรับใช้ในการศึกษาวิจัยและพัฒนาการควบคุมกระบวนการ

1.4.2 เป็นพื้นฐานการควบคุมกระบวนการกลั่นเพื่อพัฒนาระบบควบคุมขั้นสูงต่อไป

1.5 โครงสร้างของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 7 บท บทที่ 1 กล่าวถึง มูลเหตุจูงใจและความจำเป็นในการจัดสร้างโรงงานนำร่องเพื่อการกลั่นสำหรับการวิจัยและพัฒนาการควบคุมกระบวนการ รวมทั้งเนื้อความโดยย่อของวิทยานิพนธ์ นอกจากนี้ ในบทที่ 1 จะบอกถึงวัตถุประสงค์และขอบเขตของวิทยานิพนธ์ รวมทั้งประโยชน์ที่ได้รับจากวิทยานิพนธ์นี้ด้วย ในบทที่ 2 เป็นเรื่องทฤษฎีเบื้องต้นของการกลั่น ซึ่งจะกล่าวถึงแบบจำลองเชิงพลวัตของการกลั่น และพฤติกรรมเชิงพลวัตของหอกลั่น เพื่อเป็นความรู้พื้นฐานในการปฏิบัติการกลั่น บทที่ 3 เป็นเรื่องการควบคุมกระบวนการด้วยระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน ในบทนี้จะกล่าวถึง ระบบการควบคุมแบบป้อนกลับด้วยอัลกอริทึมแบบพีไอดี และระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน รวมทั้งการควบคุมแบบป้อนกลับด้วยระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน ในส่วนของระบบการควบคุม

แบบกระจายส่วนจะกล่าวถึงประวัติความเป็นมาและโครงสร้างหลักของระบบควบคุมแบบกระจายส่วน บทที่ 4 เป็นเรื่องเกี่ยวกับโรงงานนำร่องเพื่อการกลั่น และส่วนประกอบต่าง ๆ ของโรงงานนำร่องเพื่อการกลั่นพร้อมทั้งรายละเอียดการติดตั้งอุปกรณ์การวัดและอุปกรณ์การควบคุม บทที่ 5 เป็นเรื่องการทำวิศวกรรมของระบบควบคุมแบบกระจายส่วน ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการออกแบบระบบควบคุมและการเขียนรูปแบบโครงสร้างระบบงานด้วยระบบการควบคุมแบบกระจายส่วนโดยวิศวกรควบคุมกระบวนการ พร้อมทั้งการกำหนดอัลกอริธึมการควบคุมโดยการใช้อินเตอร์เฟซวิศวกรรมระดับสูง ในบทที่ 6 เรื่องการควบคุมโรงงานนำร่องเพื่อการกลั่นด้วยระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน ในบทนี้จะกล่าวถึง การนำระบบการควบคุมแบบกระจายส่วนมาใช้เพื่อเป็นระบบควบคุมโรงงานนำร่องเพื่อการกลั่นโดยมีการออกแบบและเขียนระบบโครงสร้างทางวิศวกรรมของระบบควบคุมตามที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ ในบทที่ 7 การทดสอบโรงงานนำร่องเพื่อการกลั่นพร้อมทั้งทดสอบการควบคุมหอกกลั่นด้วยระบบการควบคุมแบบกระจายส่วนตามที่ยกแบบไว้ โดยสารป้อนที่ใช้ในการกลั่นคือ ของผสมระหว่างเอทิลแอลกอฮอล์กับน้ำ ระบบการควบคุมที่ใช้คือ การควบคุมแบบป้อนกลับด้วยอัลกอริธึมการควบคุมแบบพีไอดี บทที่ 8 เป็นการสรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง พร้อมทั้งข้อเสนอแนะสำหรับวิทยานิพนธ์ ภาคผนวกประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ภาคผนวก ก. แสดงหน้าจอการแสดงผลในระดับต่าง ๆ ของกาปฏิบัติการหอกกลั่นด้วยดีซีเอส ภาคผนวก ข. แสดงผลการตอบสนองของค่าตัวแปรกระบวนการต่อการเปลี่ยนแปลงตัวแปรปรับต่าง ๆ แบบสเต็ป และภาคผนวก ค. แสดงผลของการสร้างโมเดลของหอกกลั่นด้วยคปรแกรม แอสเพนพลัส