บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำ

ในการดำเนินการผลิต การจัดการ และการออกแบบของโรงงานอุตสาหกรรมเคมี ปิโตรเคมี ปิโตรเลียม และอุตสาหกรรมอื่นๆ สิ่งที่สำคัญคือ สมรรถนะในการดำเนินงานที่ดีที่สุด ยกตัวอย่างเช่น การปรับปรุงโดยเพิ่มปริมาณของผลิตภัณฑ์หลักและลดปริมาณของสิ่งเจือปน ลดการใช้พลังงาน เพิ่มกำลังการผลิต และระยะเวลาในการปิดโรงงาน (Shutdown) ซึ่งทำได้ด้วยวิธีการออปติไมซ์ และการออปติไมซ์สามารถนำไปสู่การลดค่าใช้จ่ายด้านการซ่อมบำรุงรักษา ลดการสึกหรอของเครื่องจักร และการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพได้อีกด้วย การออปติไมซ์อาจกล่าวได้โดยสรุปและง่ายๆ คือการใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหานั้นๆ และเนื่องจากการหาคำตอบนี้มีความยุ่งยากซับซ้อน จึงจำเป็นต้องใช้ซอฟแวร์ และคอมพิวเตอร์ช่วย แต่ผู้ใช้จะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาดีพอ และสามารถเขียนสมการทางคณิตศาสตร์ของปัญหานั้นๆ ได้ อีกทั้งรู้ชัดเจนว่าวัตถุประสงค์ทางด้านสมการที่ต้องการคืออะไร ไม่ว่าจะเป็นกำไรสูงสุด หรือว่าต้นทุนวัตถุดิบ และพลังงานน้อยที่สุด นอกจากนี้ยังต้องมีประสบการณ์ หรือความสามารถในการตีความคำตอบที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อที่จะแยกแยะและตัดสินใจในการนำผลที่ได้นี้ไปใช้ ออปติไมเซชันมีอยู่ในทุกสาขาของวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และธุรกิจ ปัญหาทางด้านวิศวกรรมมีตัวอย่างดังต่อไปนี้

1. การหาทำเลที่ตั้งที่ดีที่สุดของโรงงาน
2. การหาเส้นทางการกระจายน้ำมันดิบ และผลิตภัณฑ์ของโรงกลั่น
3. การออกแบบขนาด และเลย์เอาท์ (Layout) ของท่อส่ง
4. การติดตั้งเครื่องมือ และออกแบบโรงงานอย่างละเอียด
5. การหากำหนดการบำรุงรักษา และการทดแทนอุปกรณ์การผลิต
6. การหาสภาวะการผลิตที่ดีที่สุดของหน่วยการผลิต เช่นเครื่องปฏิกรณ์เคมี หอกลั่น และหอดูดซับ
7. การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลของโรงงานที่ได้จากการวัด เพื่อสร้างแบบจำลองของกระบวนการผลิต

8. การลดค่าใช้จ่ายของการเก็บสินค้า หรือผลิตภัณฑ์
9. การจัดสรรทรัพยากร หรือการใช้งานของหน่วยการผลิตต่างๆ
10. การวางแผน และทำกำหนดการเกี่ยวกับการก่อสร้าง

เนื่องจากโรงงานเคมี ปิโตรเคมี หรือปิโตรเลียม มีความใหญ่โตซับซ้อน การทำออปติไมซ์ค่อนข้างเป็นงานที่ยากพอสมควรที่จะทำออปติไมซ์ได้ทั้งหมด ดังนั้นอาจเลือกทำออปติไมซ์เพียงบางส่วน การทำออปติไมซ์เพียงบางส่วนหมายถึงการทำออปติไมซ์เฉพาะช่วงหนึ่งของการดำเนินการผลิต โดยทั่วไปอาจจะไม่นำปัจจัยบางประการเข้ามาคิด ถึงแม้ว่าผลลัพธ์ที่ได้จะไม่ใช่ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดก็ตาม (กรณีที่หาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดไม่ได้) แต่อย่างน้อยคำตอบที่ได้ก็จะดีกว่าเดิม (Edgar และ Himmelblau; 1989)

สำหรับงานวิจัยนี้ได้ทำการสร้างแบบจำลอง และออปติไมซ์ระบบทำความเย็นด้วยโพรพิลีนของโรงงานไทยโอเลฟินส์ (Thai Olefins Plant, TOC) ที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง ซึ่งระบบทำความเย็นนี้เป็นระบบปิด มีโพรพิลีนทำหน้าที่เป็นสารทำความเย็นที่ระดับอุณหภูมิ -40 °C, -21 °C, -7 °C และ 7 °C นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็นสารให้ความร้อนแก่บางกระบวนการด้วย โดยกระบวนการของการทำความเย็นนี้จะได้รับพลังงานจากเครื่องจักรไอน้ำความดันสูง (Steam Turbine Driver) เพื่อขับคอมเพรสเซอร์แบบเซนตริฟิวที่มีสี่ขั้น (4 Stage Centrifugal Compressor) ซึ่งพลังงานที่ได้รับนี้เกิดจากการป้อนไอน้ำความดันสูง (High Pressure Steam, HPS)ให้แก่เครื่องจักรไอน้ำ

ปัจจุบันการพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปในการซิมูเลตกระบวนการก้าวหน้ามาก สามารถนำมาใช้สร้างแบบจำลองกระบวนการที่มีความซับซ้อน โดยไม่จำเป็นต้องเขียนวิธีการแก้ปัญหาที่ยุ่งยาก ซอฟแวร์ที่เลือกใช้ในงานวิจัยนี้คือ แอสเพนพลัส ซึ่งเป็นซิมูเลเตอร์แบบซีเควนเชียลมอดูลาร์ (Sequential Modular, S.M.) หรือ ตัวจำลองกระบวนการแบบปิด (Closed Form) ซึ่งมีการแก้สมการของแบบจำลองในระบบปฏิบัติการหน่วยทีละหน่วยตามลำดับ นอกจากโปรแกรมแอสเพนพลัสที่ใช้สร้างแบบจำลองที่สภาวะคงตัว และออปติไมซ์กระบวนการได้แล้วยังมีซิมูเลเตอร์แบบซีเควนเชียลมอดูลาร์อื่นๆ อีกได้แก่ Pro-Vision, Hysim (Piccolo, Douglas และ Lee; 1996)

งานวิจัยเริ่มจากการสร้างแบบจำลองโดยอาศัยข้อมูลออกแบบ เพื่อให้ได้แบบจำลองที่ใกล้เคียงการออกแบบของโรงงาน จากนั้นนำข้อมูลจริงที่ได้จากการวัดมาทดสอบกับแบบจำลอง ถ้าพบว่าข้อมูลจริงไม่สอดคล้องกับแบบจำลอง ให้ใช้เทคนิควิธีการปรับให้สอดคล้องกับข้อมูล (Data Reconciliation) เพื่อลดความผิดพลาดของข้อมูลวัดให้น้อยที่สุด อีกทั้งเพื่อประมาณค่าตัว

แปรที่ไม่สามารถวัดได้ และให้เป็นไปตามดุลมวลสาร และพลังงาน เมื่อได้แบบจำลองที่สอดคล้องกับข้อมูลจริงแล้ว ก็จะนำแบบจำลองมาทำการออปติไมซ์ เพื่อหาสภาะปฏิบัติการที่เหมาะสมแก่ระบบ การหาค่าเป้าหมายใหม่จากการออปติไมซ์ จะส่งผลให้เกิดค่าปฏิบัติการใหม่ของระบบ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ภายในระบบนี้ต้องอยู่ภายใต้ข้อจำกัด หรือเงื่อนไขต่างๆ ของอุปกรณ์ และกระบวนการ จากนั้นจะทำกรณีศึกษา การหาราคาของการทำความเย็นด้วยโพรพิลีนในแต่ละระดับอุณหภูมิต่างๆ ที่ -40 °C, -21 °C, -7 °C และ 7 °C โดยเพิ่มปริมาณของสารทำความเย็นเข้าสู่ระบบมากขึ้น 1 ตันต่อชั่วโมง และคำนวณจากค่าที่ใช้ที่เพิ่มขึ้นเมื่อผู้ใช้ต้องการทำความเย็นมากขึ้นในแต่ละระดับอุณหภูมิของการทำความเย็นนั้นๆ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. สร้างแบบจำลองของระบบทำความเย็นด้วยโพรพิลีน
2. ทำการปรับให้แบบจำลองสอดคล้องกับข้อมูลจริง
3. ออปติไมซ์ระบบทำความเย็นด้วยโพรพิลีนให้พลังงานที่คอมเพรสเซอร์ต้องการใช้น้อยที่สุด เพื่อประหยัดปริมาณของไอน้ำความดันสูงที่ใช้ป้อนแก่เครื่องจักรไอน้ำ
4. ทำกรณีศึกษาการหาราคาของการทำความเย็นด้วยโพรพิลีน เมื่อผู้ใช้ต้องการทำความเย็นเพิ่มขึ้นในแต่ละระดับอุณหภูมิต่างๆ ของการทำความเย็น

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1. แบบจำลองของระบบทำความเย็นด้วยโพรพิลีน และออปติไมเซชันด้วยโปรแกรมแอสเพนพลัส
2. ข้อมูลที่ใช้เกี่ยวกับระบบทำความเย็นด้วยโพรพิลีน มาจากโรงงานไทยโอเลฟินส์
3. ทำการจำลองระบบที่สภาวะคงตัว (Steady State)

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลการออกแบบของโรงงานไทยโอเลฟินส์ ข้อมูลวัดจากกระบวนการจริง และทฤษฎีต่างๆ เกี่ยวกับระบบบทำความเย็นด้วยโพรพิลีน รวมทั้งศึกษาการใช้งานของโปรแกรมแอสเพนพลัส
2. สร้างแบบจำลองของระบบทำความเย็นด้วยโพรพิลีนด้วยข้อมูลการออกแบบ

3. ทดสอบแบบจำลองกับข้อมูลวัดของโรงงาน เมื่อข้อมูลมีความขัดแย้งหรือมีความคลาดเคลื่อน แก้ปัญหาด้วยเทคนิคการปรับให้สอดคล้องของข้อมูล
4. ทำการหาสภาวะการดำเนินงานที่เหมาะสมของคอมเพรสเซอร์ หรืออุปกรณ์อื่นๆ โดยให้พลังงานที่คอมเพรสเซอร์ต้องการใช้น้อยที่สุด เพื่อประหยัดปริมาณของไอน้ำความดันสูงที่ใช้ป้อนแก่เครื่องจักรไอน้ำด้วยเทคนิคการออปติไมซ์
5. ทำกรณีศึกษาการหาราคาของการทำความเย็นด้วยโพรพิลีน เมื่อผู้ใช้ต้องการทำความเย็นเพิ่มขึ้นในแต่ละระดับอุณหภูมิต่างๆ ของการทำความเย็น
6. วิเคราะห์ และสรุปผลงานวิจัย
7. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์ และนำเสนองานวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1. แบบจำลองของระบบทำความเย็นด้วยโพรพิลีนที่ใกล้เคียงความจริงที่สุด
2. สภาวะการดำเนินงานที่เหมาะสมของคอมเพรสเซอร์ หรืออุปกรณ์อื่นๆ เพื่อประหยัดพลังงาน และเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

1.6 เนื้อหาวิทยานิพนธ์

เนื้อหาของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วยเนื้อหาต่างๆ ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ วัตถุประสงค์ของงานวิจัย ขอบเขตงานวิจัย ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย และประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

บทที่ 2 ผลงานวิจัยที่ผ่านมา และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 3 ระบบทำความเย็นด้วยโพรพิลีน

บทที่ 4 การสร้างแบบจำลองของระบบทำความเย็นด้วยโพรพิลีน

บทที่ 5 การออปติไมซ์ระบบทำความเย็นด้วยโพรพิลีน

บทที่ 6 กรณีศึกษาการหาราคาของการทำความเย็น

บทที่ 7 สรุปผลงานวิจัย

ภาคผนวก ก โปรแกรมแอสเพนพลัส

ภาคผนวก ข ลักษณะเฉพาะของวาล์ว

ภาคผนวก ค ค่าพิกัดของค่าผิดพลาด

ภาคผนวก ง เส้นโค้งลักษณะเฉพาะของคอมเพรสเซอร์