บทที่ 7
สรุปผลงานวิจัย

บทนี้จะกล่าวถึงการสรุปผลงานวิจัย การจำลองหน่วยแยกอากาศจากโรงงานแยกอากาศโดยอาศัยโปรแกรมแอสเพน พลัส เพื่อทำการออปติไมเซชัน เพื่อให้ได้ความบริสุทธิ์ของผลิตภัณฑ์ให้มากขึ้น และศึกษาความไวของสายผลิตภัณฑ์เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงคุณสามบัติของสายป้อน นอกจากนี้ยังกล่าวถึงข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาแบบจำลองการกลั่นแยกอากาศต่อไป

จากผลงานวิจัยที่ได้ศึกษาทำการจำลองกระบวนการกลั่นแยกอากาศโดยใช้โปรแกรมแอสเพน พลัส ปรากฏว่าแบบจำลองเมื่อทำการจำลองหอกลั่นความดันสูงและความดันต่ำทีละส่วน พบว่าแบบจำลองที่ให้ผลค่าความผิดพลาดยกกำลังสองน้อยที่สุด (โดยให้น้ำหนักไปที่อัตราการไหลและความบริสุทธิ์ขององค์ประกอบหลักมาก) คือ เมื่อแบบจำลองของหอกลั่นลดจำนวนเทรย์ลง 25 % จากนั้นจะใช้สภาวะของหอกลั่นทั้งสองที่จำลองได้มาใช้ในการจำลองกระบวนการกลั่น โดยต่อหอกลั่นทั้งสองด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ถังแยกเฟส อุปกรณ์รวมสายสตรีม เป็นต้น แล้วทำการเปรียบเทียบผลการจำลอง โดยดูจากอัตราการไหล เอนทาลปี และความบริสุทธิ์ขององค์ประกอบหลักเป็นหลัก แล้วจึงทำการปรับเปลี่ยนสายป้อน 232 จากการแยก 2 สาย คือ สายไอและสายของเหลวรวมเป็นสายเดียว แล้วกำหนดให้เป็น 2 เฟส ทำการเปรียบเทียบผลอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นต่ำกว่า 10% และเป็นค่าที่สามารถยอมรับได้สำหรับเกรดอุตสาหกรรม

ทำการเปรียบเทียบผลของแบบจำลองกับค่าจากกระบวนการจริงจากโรงงาน เนื่องจากอุปกรณ์ที่ติดตั้งที่โรงงานนั้น ไม่สามารถวัดข้อมูลได้ครบทุกตัวตามต้องการ จึงได้ทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ทางโรงงานวัดได้เท่านั้น ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นคือ อัตราการไหลของสายสตรีม 400 ไม่เกิดความผิดพลาด ค่าปริมาณออกซิเจนที่ปนเปื้อนผิดพลาด 7.48% (ทำการวัดปริมาณออกซิเจนที่ปนเปื้อน เนื่องจากไม่มีอุปกรณ์ที่วัดความบริสุทธิ์ของไนโตรเจนได้), อัตราการไหลของสายสตรีม 600 ผิดพลาด 0.29% ความบริสุทธิ์ของออกซิเจนผิดพลาด 0.004%, อัตราการไหลของสายสตรีม 652 ผิดพลาด 0.36% ปริมาณออกซิเจนปนเปื้อนผิดพลาด 3.83% ค่าความผิดพลาดที่เกิด และเป็นค่าที่ทางโรงงานยอมรับได้ หลังจากนั้นจะทำการศึกษาออปติไมเซชัน และความไวต่อการเปลี่ยนสภาวะของสายป้อน เพื่อหาจุดดำเนินกระบวนการที่เหมาะสม และทราบถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นเมื่อสภาวะของสายป้อนเปลี่ยนแปลงไป

จากผลการออปติไมเซชันที่ได้แบ่งเป็น 3 กรณี คือ

1. ออปติไมเซชันไนโตรเจน โดยกำหนดให้ไนโตรเจนมีความบริสุทธิ์สูงสุด

   ผลการออปติไมเซชัน คือ ได้ความบริสุทธิ์ของไนโตรเจน สายผลิตภัณฑ์ 400 มีความบริสุทธิ์เพิ่มขึ้นเป็น 99.994 % โดยที่ยังสามารถคงความบริสุทธิ์ของออกซิเจนในสายผลิตภัณฑ์ 600 ไว้ได้ที่ 99.50 % และความบริสุทธิ์ของอาร์กอนสายผลิตภัณฑ์ 652 ที่ 98.58 %โดยที่ อุณหภูมิสายป้อน 150 เปลี่ยนเป็น -270.24 °F, อุณหภูมิสายป้อน 232 เปลี่ยนเป็น -268.70 °F, อัตราการไหล 700 เปลี่ยนเป็น 24281.09 lb/hr, ผลต่างความดันหอกลั่นความดันสูงต่อเทรย์ เปลี่ยนเป็น 0.083

2. ออปติไมเซชันออกซิเจน โดยกำหนดให้ออกซิเจนมีความบริสุทธิ์สูงสุด

   ผลการออปติไมเซชัน คือ ได้ความบริสุทธิ์ของออกซิเจนสายผลิตภัณฑ์ 600 มีความบริสุทธิ์เพิ่มขึ้นเป็น 99.79% โดยที่ยังสามารถคงความบริสุทธิ์ของไนโตรเจนในสายผลิตภัณฑ์ 400 ไว้ได้ที่ 99.98 % แต่ความบริสุทธิ์ของอาร์กอนสายผลิตภัณฑ์ 652 ลดลงเหลือ 96.41 % โดยที่ อุณหภูมิสายป้อน 150 และอุณหภูมิสายป้อน 232 ไม่เปลี่ยนแปลง, อัตราการไหล 750 เปลี่ยนเป็น 9620.5 lb/hr, ผลต่างความดันหอกลั่นความดันสูงต่อเทรย์ เปลี่ยนเป็น 0.082

3. ออปติไมเซชันอาร์กอน โดยกำหนดให้อาร์กอนมีความบริสุทธิ์สูงสุด

   ผลการออปติไมเซชัน คือ ได้ความบริสุทธิ์ของอาร์กอนสายผลิตภัณฑ์ 652 มีความบริสุทธิ์เพิ่มขึ้นเป็น 98.78 % โดยที่ยังสามารถคงความบริสุทธิ์ของไนโตรเจนในสายผลิตภัณฑ์ 400 ไว้ได้ที่ 99.98% และความบริสุทธิ์ของออกซิเจนสายผลิตภัณฑ์ 600 ที่ 99.50 % โดยที่ อุณหภูมิสายป้อน 150 เปลี่ยนเป็น -270.33 °F, อุณหภูมิสายป้อน 232 เปลี่ยนเป็น -278.30 °F, อัตราการไหล 750 เปลี่ยนเป็น 11739.22 lb/hr, ผลต่างความดันหอกลั่นความดันสูงต่อเทรย์ เปลี่ยนเป็น 0.082

จากผลการออปติไมเซชันของทั้งสามกรณี มีการปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ไม่มาก นอกจากการปรับเปลี่ยนอัตราการไหลของสายรีฟลักซ์ ของทั้งสองหอกลั่นเป็นตัวแปรหลัก แต่จากผลทั้งสามกรณีนี้เมื่อเปรียบเทียบกับความต้องการของท้องตลาดแล้ว สภาวะที่เหมาะสมกับการดำเนินงาน คือ สภาวะที่ 1 เนื่องจากได้ความบริสุทธิ์ของไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้น โดยที่ความบริสุทธิ์ของออกซิเจนยังคงได้ตามความต้องการของตลาด ส่วนความบริสุทธิ์ของอาร์กอนที่ลดลงเล็กน้อยจะไม่มีผลมากนัก เนื่องจากจะต้องส่งเข้าสู่ส่วนเพิ่มความบริสุทธิ์ของอาร์กอนซึ่งจะกำจัดปริมาณออกซิเจนออก ทำให้ได้อาร์กอนที่มีความบริสุทธิ์เพิ่มมากขึ้น

จากผลการศึกษาความไวของผลิตภัณฑ์ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะของสายป้อนพบว่า เมื่อเพิ่มอัตราการไหลของสายป้อน 150 และ 232 จะทำให้ความบริสุทธิ์ของผลิตภัณฑ์ไนโตรเจนสตรีม 400 เพิ่มขึ้น ความบริสุทธิ์ของผลิตภัณฑ์ออกซิเจนสตรีม 600 ลดลง ความบริสุทธิ์ของผลิตภัณฑ์อาร์กอนสตรีม 652 เพิ่มขึ้น และอัตราการไหลของสตรีม 652 เพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มความดันของสายป้อน 150 จะทำให้ความบริสุทธิ์ของผลิตภัณฑ์ไนโตรเจนสตรีม 400 ลดลง ความบริสุทธิ์ของผลิตภัณฑ์ออกซิเจนสตรีม 600 ลดลง ความบริสุทธิ์ของผลิตภัณฑ์อาร์กอนสตรีม 652 เพิ่มขึ้น แต่การเพิ่มความดันของสายป้อน 232 ไม่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ เมื่อทำการเพิ่มอุณหภูมิสายป้อน 150 จะทำให้ความบริสุทธิ์ของผลิตภัณฑ์ไนโตรเจนสตรีม 400 เพิ่มขึ้น ความบริสุทธิ์ของผลิตภัณฑ์ออกซิเจนสตรีม 600 เพิ่มขึ้น และความบริสุทธิ์ของผลิตภัณฑ์อาร์กอนสตรีม 652 ลดลง เมื่อทำการเพิ่มอุณหภูมิสายป้อน 232 จะทำให้ความบริสุทธิ์ของผลิตภัณฑ์ไนโตรเจนสตรีม 400 เพิ่มขึ้น ความบริสุทธิ์ของผลิตภัณฑ์ออกซิเจนสตรีม 600 ลดลง และความบริสุทธิ์ของผลิตภัณฑ์อาร์กอนสตรีม 652 เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ประโยชน์ของการศึกษาความไวนี้สามารถเก็บเป็นข้อมูลไว้เพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษาต่อไป

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย

1. งานวิจัยนี้ยังมีความแตกต่างจากข้อมูลที่ได้จากการออกแบบอยู่ในด้านของคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ ดังนั้นจึงเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่สนใจงานทางด้านนี้ ทำการปรับปรุงเพื่อหาคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกที่เหมาะสมได้
2. ในงานวิจัยนี้ทำการศึกษาออปติไมเซชันเฉพาะส่วนกระบวนการผลิต ไม่ได้ศึกษาในส่วนของต้นทุนการผลิต จึงเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่สนใจศึกษาประเมินต้นทุนการผลิตแก๊สและหาสภาวะดำเนินการที่จะทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำลงได้