รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การคาดการณ์และการปรับปรุงรอบเวลาล้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ในระบบคอนเดนเสท

Heat Exchanger Cleaning Cycle Prediction and Optimization for Condensate System

นายภควัฒน์ วรรธนวหะ

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา การคาดการณ์และการปรับปรุงรอบเวลาล้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนในระบบคอนเดนเสท

นักศึกษา นายภควัฒน์ วรธนวหะ

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาค** วิชาวิศวกรรมเคมี

อาจารย์นิเทศ รศ.ดร.ดวงกมล ณ ระนอง

ผู้นิเทศงาน นายณัฐพงศ์ เฉลิมพันธ์ชัย

สถานประกอบการ บริษัท เชฟรอนประเทศไทย สำรวจและผลิต จำกัด

บทคัดย่อ

โครงการสหกิจศึกษานี้เสนอการคาดการณ์และการปรับปรุงรอบเวลาล้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจากข้อมูลกระบวนการผลิตในระบบคอนเดนเสทที่แท่นผลิตกลางของแหล่งไพลินใต้ซึ่งมีเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน 2 ชนิด คือ เครื่องทำความร้อน (Reboiler) และเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ออกจากก้นหอกลั่นกับสายป้อนเข้าหอกลั่น (Feed/bottom exchanger: FBE) เนื่องจากระบบคอนเดนเสทที่นี่มีความซับซ้อนกว่าที่อื่น ทำให้ยังไม่มีการวางแผนในการล้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน โครงการนี้จึงพยายามคาดการณ์เวลาที่เหมาะสมในการล้างให้แสดงผลผ่านทางโปรแกรม TIBCO Spotfire โดยออกแบบโปรแกรมให้รองรับกับการปรับเปลี่ยนท่อด้านในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน หาตัวแปรที่เหมาะสมที่ใช้ในการบ่งบอกความสามารถในการแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแต่ละเครื่อง และหาความร้อนสูงสุดที่ระบบคอนเดนเสทสามารถทำได้ ณ เวลาต่าง ๆ โดยใช้ข้อมูลประวัติการล้างเครื่องในอดีตเป็นพื้นฐานในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาดการณ์รอบเวลาล้างในอนาคต เมื่อใช้โปรแกรมที่เขียนขึ้นในการคาดการณ์รอบเวลาล้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่เหมาะสม พบว่าสามารถยืดรอบเวลาล้าง Reboiler ได้ 15 วัน จึงลดค่าเสียโอกาสในการผลิตได้ 230,000 ดอลล่าร์สหรัฐต่อรอบการล้าง

คำสำคัญ : การทำนายระยะเวลาการล้างเครื่อง เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน แบบจำลองอย่างง่าย โปรแกรม TIBCO Spotfire

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title: Heat Exchanger Cleaning Cycle Prediction and Optimization for Condensate System

Intern student: Pakkawat Wattanawaha

Faculty: Engineering **Department:** Chemical engineering

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Duangkamol Na Ranong

Mentor: Nuttapong Chalermpanchai

Company: Chevron Thailand Exploration and Production Ltd.

ABSTRACT

This cooperative education project offers the heat exchanger cleaning cycle prediction and optimization for condensate system at Pailin central processing platform which consists of 2 types of heat exchanger, reboiler and feed/bottom exchanger (FBE), Heat exchangers cleaning is still unplanned because of the system's complexity. This project aims to predict a proper cleaning time and display it on TIBCO Spotfire program. Design the program to support an alternation of bundles. Select suitable variables to indicate the ability to exchange heat in each equipment. Determine the maximum heat available by time using the former cleaning cycle to predict the next cleaning cycle. By using a program, found that reboiler cleaning cycle can be extended for 15 days reducing lost production opportunity about $230,000/cycle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Keywords : Cleaning Cycle Prediction, Heat exchange , TIBCO Spotfire program

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงงานสหกิจศึกษานี้สำเร็จได้เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท เชฟรอนประเทศไทย สำรวจและผลิต จำกัด ที่เอื้ออำนวยข้อมูลและสถานที่ในการทำโครงการ ขอขอบคุณ นายณัฐพงศ์ เฉลิมพันธ์ชัย และนายฉลองลาภ ตั้งศรัทธาคุณ ซึ่งได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำโครงงานอีกด้วย และวิศวกรทุกคนใน Process Team แผนก Facilities Engineer ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา ให้ข้อมูล รวมถึงติดตามความก้าวหน้าของโครงการมาโดยตลอด

ขอขอบคุณ รศ. ดร. ดวงกมล ณ ระนอง อาจารย์ที่ปรึกษา โครงการสหกิจศึกษาที่กรุณาให้คำแนะนำรวมถึงให้ความช่วยเหลือในเชิงวิชาการ

ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนร่วมในโครงการทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ที่ได้เสียสละเวลาในการให้คำปรึกษาและให้ความร่วมมือในด้านต่าง ๆ ทำให้โครงการสหกิจศึกษานี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการสหกิจศึกษานี้จะเป็นประโยชน์แก่บุคลากรทางการศึกษาและผู้สนใจทั่วไป

ภควัฒน์ วรรธนวหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III

กิตติกรรมประกาศ V

สารบัญ VI

สารบัญภาพ IX

บทที่ 1 บทนำ..1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ..1

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ 1

1.2 ขอบเขตของโครงการ 2

1.3 วิธีการดำเนินโครงการ..3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..4

2.1 กระบวนการผลิตคอนเดนเสท 4

2.2 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน 5

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1 การดึงข้อมูล สร้างและรวมตาราง กรองข้อมูล และการสร้างระบบสำหรับทำ Dashboard .. 11

3.1.1 การดึงข้อมูล 11

3.2 การหาความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนทั้งหมดที่ต้องใช้กับอัตราการไหลของคอนเดนเสทขาเข้าเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามเกณฑ์ 12

3.3 การหาความร้อนสูงสุดที่ทำได้ในแต่ละอุปกรณ์ ณ เวลาต่าง ๆ 13

3.4 การคาดการณ์รอบเวลาล้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน 13

3.5 ผลประโยชน์ต่อสถานประกอบการ 13

บทที่ 4 ผลการวิจัย 14

4.1 ผลการดึงข้อมูล สร้างและรวมตาราง และการสร้างระบบสำหรับทำ Dashboard 14

4.2 การคำนวณเบื้องต้นเพื่อหาความร้อนทั้งหมดที่ต้องใช้เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามเกณฑ์ 19

4.3 ผลการหาความร้อนสูงสุดที่ทำได้ในแต่ละอุปกรณ์ ณ เวลาต่าง ๆ 20

4.3.1 ผลการคำนวณ 20

4.4 การคาดการณ์รอบเวลาล้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน 22

4.5 ผลประโยชน์ต่อสถานประกอบการ 24

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินโครงการและข้อเสนอแนะ 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ 25

5.2 ข้อเสนอแนะ 26

บรรณานุกรม 27

ภาคผนวก 28

ประวัติผู้เขียน 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 แผนภาพการไหลของกระบวนการ (Process flow diagram).....2

ภาพที่ 2.1 แผนภาพระบบทำให้คอนเดนเสทเสถียร (Condensate stabilization system).....5

ภาพที่ 2.2 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้น.....6

ภาพที่ 2.3 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกและท่อ.....7

ภาพที่ 2.4 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นที่มีปะเก็น.....8

ภาพที่ 2.5 โครงสร้างโดยทั่วไปของ Plate-fin heat exchanger.....9

ภาพที่ 2.6 Tubular-fin heat exchanger.....9

ภาพที่ 3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนทั้งหมดที่ต้องใช้กับอัตราการไหลของคอนเดนเสทขาเข้า เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามเกณฑ์.....12

ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างแผนภาพแสดงการรวมตารางภายในโปรแกรม TIBCO Spotfire.....16

ภาพที่ 4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า R_f อุณหภูมิสายเย็นขาออกและความร้อนที่ถ่ายเทกับวันที่เดินเครื่องในแต่ละอุปกรณ์ที่รอบเวลาการล้างต่าง ๆ.....18

ภาพที่ 4.3 กราฟระหว่างความร้อนที่ต้องใช้ที่ทำให้คอนเดนเสทที่อัตราการไหลต่าง ๆ ได้ผลิตภัณฑ์ออกมามี RVP 11.5.....19

ภาพที่ 4.4 กราฟที่ drill down เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนที่ต้องใช้ที่ทำให้คอนเดนเสทที่อัตราการไหลต่าง ๆ ได้ผลิตภัณฑ์ออกมามี RVP 11.5.....20

ภาพที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิขาออกของน้ำมันร้อนกับวันที่เดินเครื่อง.....20

ภาพที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนสูงสุดที่เครื่องทำความร้อนสามารถทำได้กับวันที่เดินเครื่อง.....21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.7 ค่าความต้านทานจากตะกรันกับวันที่เดินเครื่อง 21

ภาพที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนที่ถ่ายเทกับความต้านทานจากตะกรัน 22

ภาพที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนที่ถ่ายเทกับวันที่เดินเครื่อง 22

ภาพที่ 4.10 แสดงโปรแกรมที่ใช้ป้อนค่าและคำนวณเพื่อสร้างกราฟที่ใช้คาดการณ์รอบเวลาล้างเครื่อง

แลกเปลี่ยนความร้อน 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างข้อมูลที่ดึงเข้ามาแล้ว Pivot ค่าตามเวลา 14

ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างผลการคำนวณวันที่เดินเครื่อง 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำ

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเป็นอุปกรณ์สำคัญอุปกรณ์หนึ่งในอุตสาหกรรมที่มีกระบวนการผลิตที่ต้องใช้อุณหภูมิสูง เช่น กระบวนการกลั่น เป็นต้น เมื่อผ่านการใช้งานความสามารถในการแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจะค่อย ๆ ลดลง ส่งผลให้ต้องใช้เชื้อเพลิงมากขึ้น และอาจทำให้ระบบได้รับความร้อนไม่เพียงพอ ดังนั้นการบริหารจัดการเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจะช่วยทำให้วางแผนในการซ่อมบำรุงได้ดียิ่งขึ้น

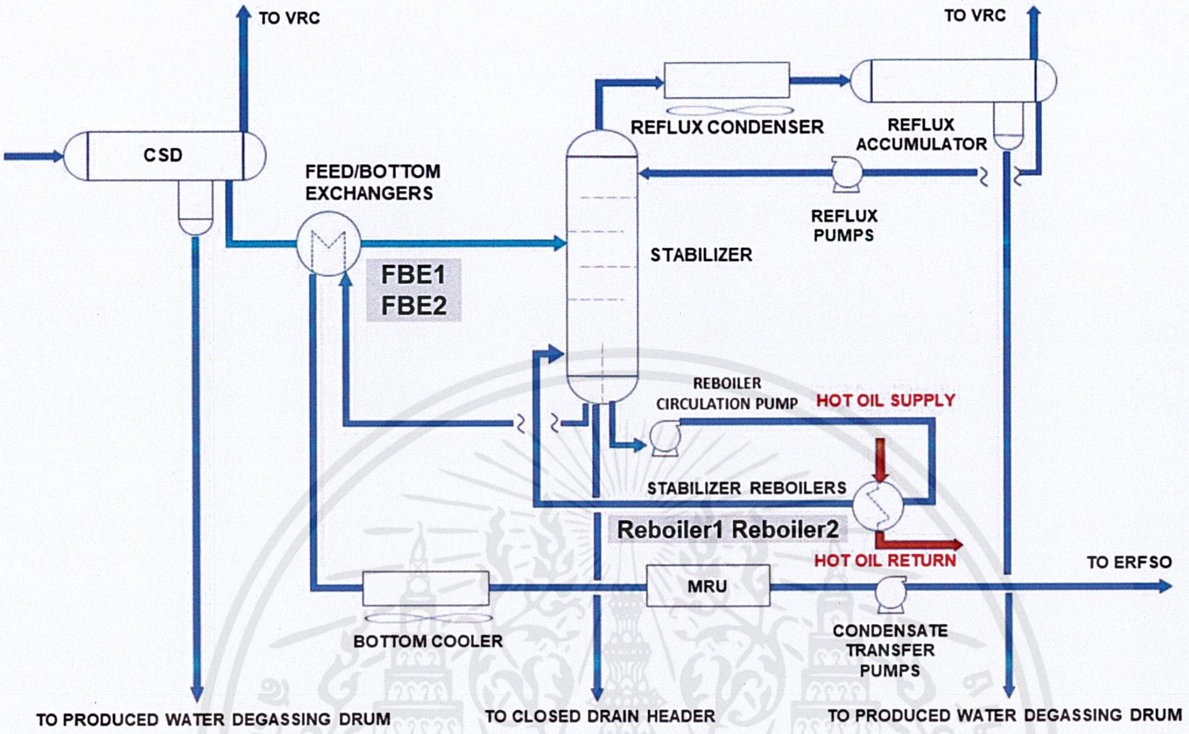
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องจากแท่นผลิตกลางของแหล่งไพลินใต้เป็นหนึ่งในแหล่งผลิตหลักของบริษัท และในปัจจุบันระบบการผลิตคอนเดนเสทที่แท่นผลิตกลางของแหล่งไพลินใต้มีความซับซ้อนกว่าแหล่งผลิตอื่น ๆ ดังแสดงในภาพที่ 1.1 โดยผลิตภัณฑ์จะต้องทำได้ตามเกณฑ์ค่า Reid vapor pressure (RVP) ที่ต้องการ เนื่องจากยังไม่มีการวางแผนการล้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนในระบบ โดยปกติแล้วจะใช้การล้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนภายในบริษัท การล้าง FBE สามารถทำได้โดยการเปลี่ยนเครื่องที่ใช้จาก FBE ตัวที่ 1 ไปใช้ FBE ตัวที่ 2 แทน ในขณะที่การล้าง Reboiler จำเป็นต้องสลับกันลดกำลังผลิตลงครึ่งหนึ่งจนกว่าจะล้างเสร็จจึงทำการล้างอีกเครื่อง อีกทั้งยังต้องขออนุญาตหลายขั้นตอน อาจทำให้ได้รับความร้อนไม่เพียงพอส่งผลให้การแยกที่เครื่อง Stabilizer ทำได้น้อยลง ผลิตภัณฑ์ที่ทำออกมาอาจไม่ได้ตามเกณฑ์ที่ต้องการไปแล้ว โครงการนี้จึงถูกจัดทำขึ้นเพื่อช่วยให้สามารถประมาณเวลาล้างคร่าว ๆ ได้ผ่านโปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อให้เกิดการเตรียมตัวล่วงหน้า

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์ในการคาดการณ์และปรับปรุงรอบเวลาล้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนโดยสร้างเครื่องมือที่ตอบสนองได้เพื่อคาดการณ์เวลาล้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนในครั้งถัดไป และเพื่อให้เกิดการเตรียมพร้อมในการล้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนอย่างเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1.1 แผนภาพการไหลของกระบวนการ (Process flow diagram)

1.3 ขอบเขตของโครงการ

ศึกษาเฉพาะเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน 2 ชนิด คือ เครื่องทำความร้อน (Reboiler) และเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ออกจากส่วนล่างของหอกลั่นกับสายป้อนเข้าหอกลั่น (Feed/bottom exchanger) ภายในระบบการผลิตคอนเดนเสทที่แท่นผลิตกลางของแหล่งไพลินใต้

ข้อมูลจากเครื่องมือวัดถูกเก็บไว้ในระบบข้อมูลของกระบวนการ (Process Information System) โดยนำค่ามาใช้คำนวณตั้งแต่วันที่ 7 มิถุนายน 2018 จนถึงปัจจุบัน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้ระบบการผลิตเดียวกับปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 วิธีการดำเนินโครงการ

หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความร้อนรวมมากที่สุดที่สามารถทำได้กับวันในอนาคตนับจากนี้ และสร้างเครื่องมือในการคาดการณ์นี้ ผ่านโปรแกรม TIBCO Spotfire

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

การยืดเวลาล้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนสามารถทำให้ปิดเครื่องทำความร้อนได้ในเวลาที่เหมาะสม ลดค่าเสียโอกาสในการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 กระบวนการผลิตคอนเดนเสท

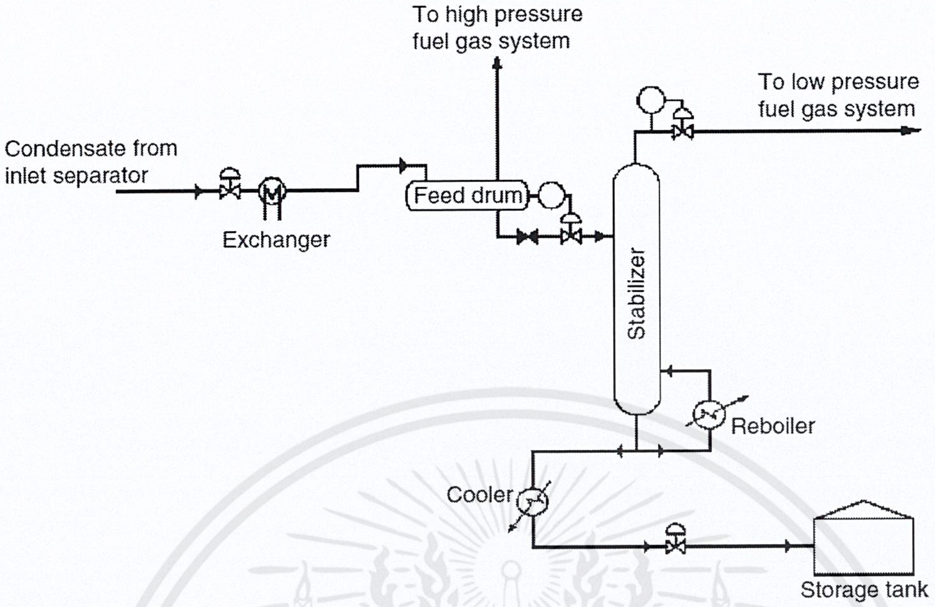
คอนเดนเสทหลังจากผ่านการแยกสถานะออกจากก๊าซธรรมชาติแล้ว มักจะถูกส่งไปขายโดยไม่ผ่านกระบวนการอื่นเพิ่มเติม นอกจากจะถูกทำให้เสถียรเพื่อจะนำไปผสมกับน้ำมันดิบ กระบวนการทำให้คอนเดนเสทเสถียร (Condensate stabilization) คือกระบวนการที่เพิ่มสัดส่วนของ Intermediates components (C_3 ถึง C_5) และ Heavy components (C_6^+) โดยมีจุดประสงค์เพื่อลดความดันไอของคอนเดนเสทเหลวเพื่อให้ไม่เกิดวัฏภาคไอภายในถังเก็บความดันบรรยากาศ การทำให้คอนเดนเสทเสถียรนั้นสามารถทำได้ด้วยการ Flash vaporization และ Fractionation โดยในเล่มนี้จะกล่าวถึงกระบวนการทำให้เสถียรด้วยการแยกสัดส่วน (Fractionation)

2.1.1 กระบวนการทำให้เสถียรด้วยการแยกสัดส่วน (Stabilization by fractionation)

ในกระบวนการนี้ องค์ประกอบเบา ได้แก่ มีเทน เทน โพรเพน และบิวเทนเกือบทั้งหมดจะถูกแยกออกให้เหลือผลิตภัณฑ์ก้นหอประกอบด้วยเพนเทนและไฮโดรคาร์บอนที่หนักกว่านั้น และบิวเทนในปริมาณเล็กน้อย

ภาพที่ 2.1 แสดงกระบวนการทำให้คอนเดนเสทเสถียร โดยการป้อนคอนเดนเสทเหลวจาก Inlet separator จากนั้นให้ความร้อนด้วยเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ออกจากก้นหอกลั่นกับสายป้อนเข้าหอกลั่น (Feed/bottom exchanger) ก่อนจะเข้าสู่ Stabilizer feed drum ของเหลวจาก Stabilizer feed drum ถูกป้อนเข้าหอที่ 50 ถึง 200 psi ขึ้นอยู่กับความเปรี้ยวของสายป้อนเข้า หากเปรี้ยวให้ใช้ความดันต่ำ หากหวานให้ใช้ความดันสูง ขณะที่ของเหลวตกลงมาตามคอลัมน์สัดส่วนขององค์ประกอบหนักจะเพิ่มขึ้นในขณะที่สัดส่วนขององค์ประกอบเบาค่อย ๆ ลดลง ของเหลวบางส่วนที่บริเวณก้นหอไหลเข้าสู่เครื่องทำความร้อน (Reboiler) เพื่อเพิ่มความร้อนให้กับหอ และอีกส่วนถูกทำให้เย็นลงและเก็บเข้าถังเก็บสาร โดยมีเกณฑ์ที่ต้องการเป็นค่า Reid vapor pressure (RVP) ซึ่งกำหนดโดยลูกค้า (Hotblack, 2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 แผนภาพระบบทำให้คอนเดนเสทเสถียร (Condensate stabilization system)

2.2 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ถ่ายโอนพลังงานความร้อนระหว่างของไหลที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เป็นอุปกรณ์ที่ถูกใช้อย่างกว้างชวางในอุตสาหกรรม โดยทั่วไปจะใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนในการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิของของไหล และสามารถใช้งานในรูปแบบอื่น ๆ เช่น การระเหย การควบแน่น ได้อีกด้วย โดยสามารถแบ่งเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ตามลักษณะรูปทรงของเครื่องออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น และเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบขยายพื้นผิว (Kakaç, S. et Al. 2002: 6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อ (Tubular heat exchanger)

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสร้างจากท่อที่มีหน้าตัดเป็นรูปวงกลม มีของไหลด้านในและด้านนอกท่อ มีลักษณะการใช้งาน 3 รูปแบบ ได้แก่ Liquid-to-liquid Gas-to-gas และ Gas-to-liquid ซึ่งแบ่งออกเป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้นและเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกและท่อ

2.2.1.1. เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้น (Double pipe heat exchanger)

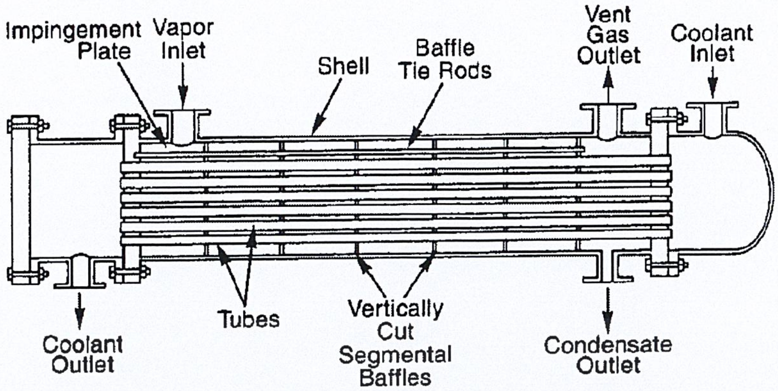
เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้นประกอบไปด้วยท่อหนึ่งที่วางตัวอยู่ในอีกท่อหนึ่งที่มีขนาดใหญ่กว่าอย่างเหมาะสม ดังแสดงให้เห็นในภาพที่ 2.2 ใช้ในกระบวนการที่มีพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนไม่มาก (ขนาดไม่เกิน 50 m^2) เหมาะสำหรับระบบที่มีของไหลความดันสูงสายใดสายหนึ่งหรือทั้งสองสาย แต่มีข้อเสียคือตัวเครื่องมีขนาดใหญ่ และมีราคาสูงเมื่อเทียบกับขนาดของพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อน (Kakaç, S. et Al. 2002: 7)

ภาพที่ 2.2 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้น (Kakaç, S. et Al. 2002: 9)

2.2.1.2. เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกและท่อ (Shell and tube heat exchanger)

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกและท่อประกอบไปด้วยท่อหลายๆท่อมัดรวมกันแล้วหุ้มด้วยเปลือกทรงกระบอก โดยตัวท่อขนานไปกับเปลือก ดังแสดงให้เห็นในภาพที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

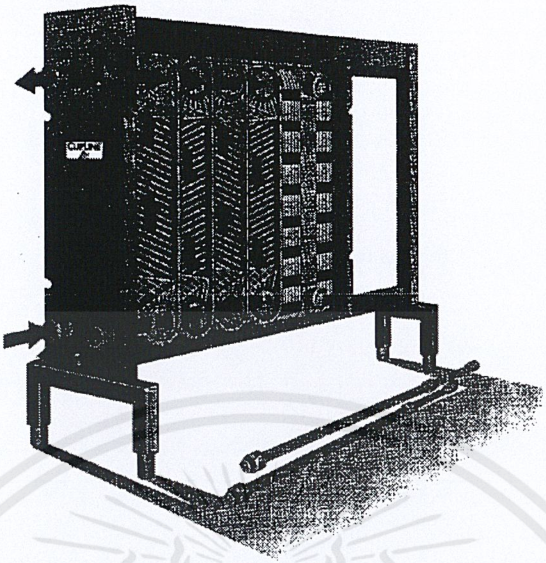


ภาพที่ 2.3 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกและท่อ (Kakaç, S. et Al. 2002: 9)

2.2.2 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น (Plate heat exchanger)

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นมีลักษณะการใช้งาน 3 รูปแบบ ได้แก่ Liquid-to-liquid Gas-to-gas และ Gas-to-liquid โดยเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นมีปะเก็น (Gasketed plate heat exchanger) ประกบด้วยแผ่นแลกเปลี่ยนความร้อนที่เป็นโลหะบาง (Plate) ผิวคลื่นหรือรอยนูน มีปะเก็น (Gasket) รอบแผ่นเพื่อบังคับทิศทางและป้องกันการรั่วแสดงในภาพที่ 2.4 สามารถปรับอัตราการถ่ายเทความร้อนได้ด้วยการเพิ่มหรือลดจำนวนแผ่น การไหลภายในมีรูปแบบการไหลแบบปั่นป่วนเนื่องจากมีพื้นที่ให้ของไหลไหลผ่านได้น้อย ทำให้มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนสูง ค่าความดันลดสูง และค่าความเค้นเฉือนเฉพาะที่สูง ทำให้สามารถลดการเกิดตะกรันได้ (Fouling) แต่มีข้อจำกัดคือสามารถใช้ได้ที่ความดันต่ำกว่า 25 bar และอุณหภูมิไม่เกิน 250°C เนื่องจากโครงสร้างและปะเก็นไม่สามารถรองรับสภาวะที่มีอุณหภูมิและความดันสูง ๆ ได้ (Kakaç, S. et Al. 2002: 12-13)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

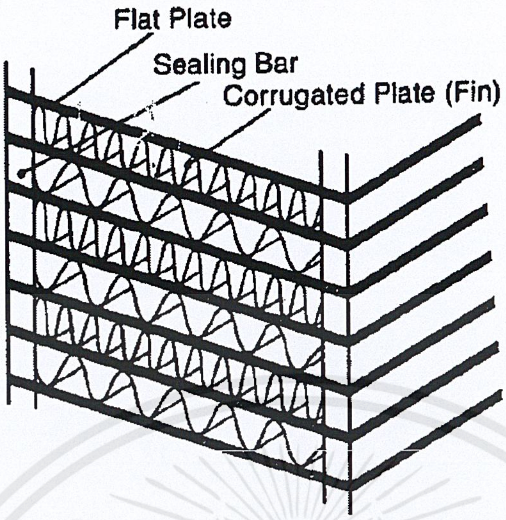


ภาพที่ 2.4 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นที่มีปะเก็น (Kakaç, S. et Al. 2002: 13)

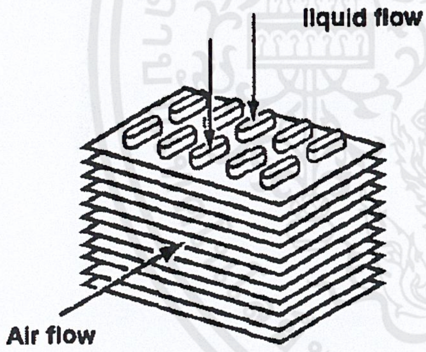
2.2.3 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบขยายพื้นผิว (Extended surface heat exchanger)

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบขยายพื้นผิวเป็นอุปกรณ์ที่มีครีบ (Fins) หรือรยางค์ (Appendages) บนพื้นผิวแลกเปลี่ยนความร้อนหลัก เพื่อช่วยเพิ่มพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนให้สูงขึ้น มักใช้เพิ่มสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของฝั่งที่เป็นก๊าซให้มีค่าสูงขึ้น ตัวอย่างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบขยายพื้นผิว ได้แก่ Plate-fin heat exchanger และ Tube-fin heat exchanger ดังแสดงในภาพที่ 2.5 และ 2.6

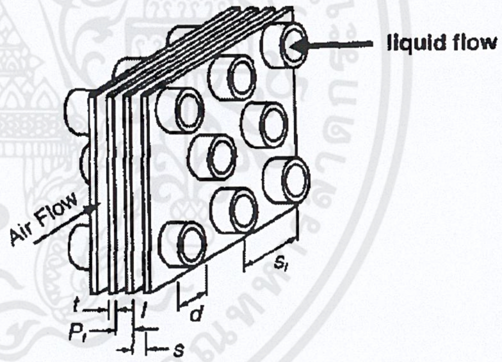
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 โครงสร้างโดยทั่วไปของ Plate-fin heat exchanger (Kakaç, S. et Al. 2002: 18)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2.6 Tubular-fin heat exchanger: (ก) flattened tube-fin; (ข) round tube-fin

(Kakaç, S. et Al. 2002: 18)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การถ่ายเทความร้อนพื้นฐาน

2.3.1 อัตราการถ่ายเทความร้อนสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.1 (Yunus and Afshin. 2015: 13)

$$\dot{Q} = \dot{m}C_p\Delta T \tag{2.1}$$

เมื่อ $\dot{m}$= อัตราการไหลเชิงมวล, klb/h

C_p = ความจุความร้อนจำเพาะ, MMBtu/klb °F

ΔT= ความแตกต่างของอุณหภูมิ, °F

โดยมีสมมติฐานว่า

1) ไม่มีการเปลี่ยนแปลงวัฏภาคของไหล (No phase change)

2) ความจุความร้อนจำเพาะมีค่าคงที่

ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงวัฏภาคของไหล อัตราการถ่ายเทความร้อนสามารถคำนวณได้จาก สมการที่ 2.2 โดยมีสมมติฐานว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของไหล (Yunus and Afshin. 2015: 13)

$$\dot{Q} = \dot{m}h_{fg} \tag{2.2}$$

เมื่อ $\dot{m}$ = อัตราการไหลเชิงมวล, klb/h

h_{fg} = ความร้อนแฝง (Latent heat), MMBtu/klb

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ

โครงการสหกิจนี้ศึกษาและคาดการณ์รอบเวลาล้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน โดยการนำข้อมูลกระบวนการผลิตในอดีตมาหาความสัมพันธ์และเขียนโปรแกรมให้ทางบริษัทใช้งาน

ขั้นตอนการดำเนินโครงงานแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน

3.1 การดึงข้อมูล สร้างและรวมตาราง กรองข้อมูล และการสร้างระบบสำหรับทำ Dashboard

ในอุปกรณ์ต่าง ๆ จะมีเครื่องมือวัดติดตั้งอยู่ซึ่งสามารถวัด ส่งข้อมูลและควบคุมการทำงานของวาล์วต่าง ๆ ได้ โดยข้อมูลการวัดในอดีตถูกเก็บรวมรวมไว้ในระบบข้อมูลกระบวนการผลิต (Process information system) นอกเหนือจากข้อมูลจากการวัด ค่าที่ได้จากการคำนวณผ่านซอฟต์แวร์ เช่น สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน ความต้านทานของตะกรัน ก็สามารถนำไปเก็บได้เช่นเดียวกันเพียงแต่ต้องนำข้อมูลเข้าระบบด้วยตัวเอง

3.1.1 การดึงข้อมูล

ในการจะดึงข้อมูลออกมาใช้จำเป็นต้องดึงผ่าน Tags เฉพาะของแต่ละเครื่องมือวัด เมื่อคัดเลือก Tags ที่ต้องใช้ในการคำนวณและการคาดการณ์ โดยเทียบกับแผนผังระบบท่อและเครื่องมือ (Piping and Instrumentation Diagram: P&ID) แล้ว นำข้อมูลจากแต่ละ Tags มาดึงข้อมูลตามเวลาและขอบเขตที่ต้องการ และ Pivot ค่าที่วัดจากเครื่องเฉลี่ยเป็นรายวัน

3.1.2 คำนวณวันที่เดินเครื่อง (Day in operation)

เมื่อได้ตารางของค่าที่ต้องการในแต่ละวันแล้ว วันที่เดินเครื่องคำนวณจากผลต่างของวันที่ใด ๆ กับวันแรกที่เดินเครื่องในแต่ละรอบการล้าง โดยตัดวันที่ดับเครื่องออก

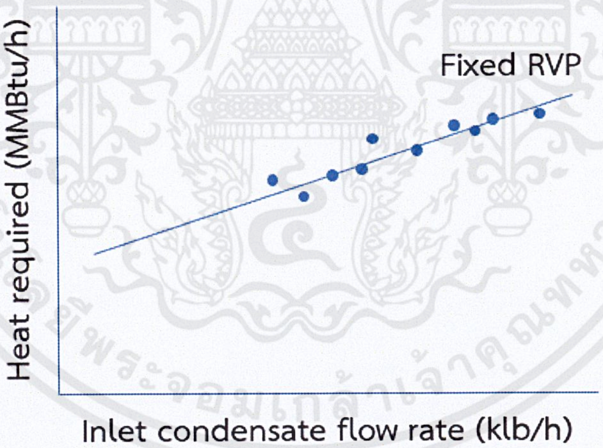
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การรวมตารางและสร้างแดชบอร์ด

ในแต่ละรอบการล้างจะมีคอลัมน์วันที่เดินเครื่องที่มีค่าตั้งแต่ 0 ไปจนถึงวันสุดท้ายที่เปิดเครื่อง สร้างกราฟที่บอกค่า R_f อุณหภูมิสายเย็นขาออก และความร้อนที่ถ่ายเทกับวันที่เดินเครื่อง เพื่อใช้ข้อมูลเก่าเพื่อบอกแนวโน้มของข้อมูลในรอบปัจจุบัน

3.2 การหาความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนทั้งหมดที่ต้องใช้กับอัตราการไหลของคอนเดนเสทขาเข้าเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามเกณฑ์

คัดข้อมูลเฉพาะเมื่อผลิตภัณฑ์มี RVP ตามเกณฑ์ นำความร้อนที่เกิดจากเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแต่ละตัวในระบบมารวมกัน และนำมาสร้างกราฟกับอัตราการไหลของคอนเดนเสทขาเข้าแล้วหาความสัมพันธ์ที่ใช้ทำนายข้อมูลที่ดีที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนทั้งหมดที่ต้องใช้กับอัตราการไหลของคอนเดนเสทขาเข้าเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การหาความร้อนสูงสุดที่ทำได้ในแต่ละอุปกรณ์ ณ เวลาต่าง ๆ

3.3.1 หาความร้อนสูงสุดที่เครื่องทำความร้อน (Reboiler) สามารถทำได้

ในส่วนของเครื่องทำความร้อน (Reboiler) ไม่สามารถวิเคราะห์ค่า Performance Duty ได้โดยตรงเนื่องจากเนื่องจากอุณหภูมิขาออกจาก Reboiler ถูกควบคุมไว้ให้อยู่ที่ค่าที่ตั้งไว้ และให้อัตราการไหลของ Hot oil เปลี่ยนแทน ดังนั้นจึงเลือกวิเคราะห์ผ่านอุณหภูมิขาออกของ Hot oil ที่เพิ่มขึ้นตามเวลาซึ่งสาเหตุมาจาก Fouling resistance ที่เพิ่มขึ้น โดยใช้สมการที่ 3.1

$$\dot{Q} = \dot{m}_{hot\ oil} \int_{T_{hot\ oil\ outlet}}^{T_{hot\ oil\ inlet}} C_p\, dT \qquad (3.1)$$

3.3.1.1. หาความร้อนที่เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ออกจากก้นหอกลั่นกับสายป้อนเข้าหอกลั่น (Feed/bottom exchanger) ที่สามารถทำได้

เนื่องจากไม่มีการ bypass และมีการใช้งาน FBE ทีละตัว ทำให้สามารถที่จะใช้ค่า Fouling Resistance ได้โดยตรง เมื่อผ่านการใช้งานตะกรันจะสะสมเพิ่มขึ้นตามเวลา นำค่า Fouling Resistance ในอดีตกับวันที่เดินเครื่องมาสร้างกราฟและหาความสัมพันธ์โดยตรง

3.4 การคาดการณ์รอบเวลาล้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

หาจุดตัดระหว่างความร้อนที่ต้องใช้กับความร้อนมากที่สุดที่ระบบสามารถทำได้ โดยที่จุดนั้นจะเป็นวันที่ต้องล้างเครื่องเนื่องจากระบบไม่สามารถทำความร้อนได้มากเพียงพอให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามเกณฑ์ที่ต้องการ

3.5 ผลประโยชน์ต่อสถานประกอบการ

โดยปกติแล้วการล้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจะล้างแบบไม่มีแบบแผน กรณีที่ล้างก่อนที่ควรจะล้างทำให้เกิดค่าเสียโอกาสในกาสผลิต การคาดการณ์รอบเวลาล้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจะทำให้สามารถลดค่าเสียโอกาสในการผลิตได้ อีกทั้งยังช่วยให้แผนกที่เกี่ยวข้องมีการเตรียมตัวก่อนด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 ผลการดึงข้อมูล สร้างและรวมตาราง กรองข้อมูล และการสร้างระบบสำหรับทำ Dashboard

ทำการคำนวณค่า R_f และ Efficiency และใส่ค่าเข้าไปใน Process Information System

4.1.1 ผลการดึงข้อมูล

เมื่อคัดเลือก Tags ที่ต้องใช้ในการคำนวณและการคาดการณ์ และดึงข้อมูลผ่าน Tags เฉพาะของแต่ละเครื่องมือวัด นำข้อมูลจากแต่ละ Tags มากระจายข้อมูลตามเวลาและขอบเขตที่ต้องการ และ Pivot ค่าที่วัดจากเครื่องเฉลี่ยเป็นรายวัน

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างข้อมูลที่ดึงเข้ามาแล้ว Pivot ค่าตามเวลา

Timestamp	R_f
07-Jun-18	-0.00082
08-Jun-18	-0.00079
09-Jun-18	-0.00076
10-Jun-18	-0.00074
11-Jun-18	-0.00071
...	...
25-Jan-19	0.00041
26-Jan-19	0.00043

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการคำนวณวันที่เดินเครื่อง (Day in operation)

วันที่เดินเครื่องคำนวณจากผลต่างของวันที่ใด ๆ กับวันแรกที่เดินเครื่องในแต่ละรอบการล้าง โดยตัดวันที่ดับเครื่องออก ดังแสดงในตารางที่ 4.2 ค่าที่ผ่านการคำนวณจากซอฟต์แวร์อาจมีค่าคาดเคลื่อนเนื่องจากการคำนวณ แต่ยังสามารถดูแนวโน้มของค่าได้

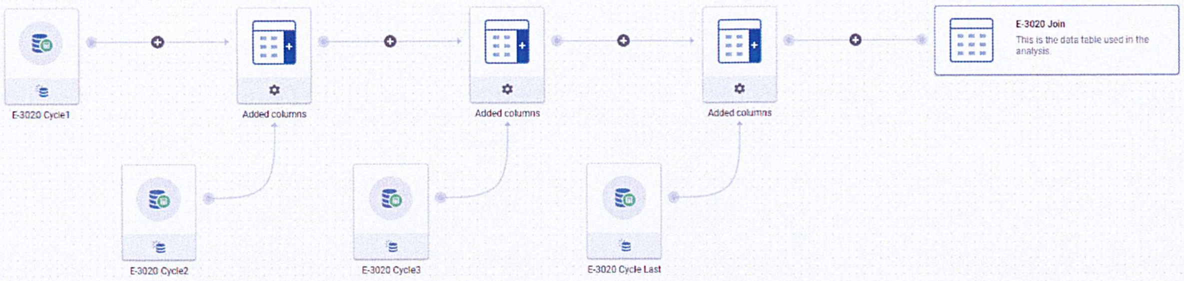
ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างผลการคำนวณวันที่เดินเครื่อง

Timestamp	Day in operation	R_f
07-Jun-18	0	-0.00082
08-Jun-18	1	-0.00079
09-Jun-18	2	-0.00076
10-Jun-18	3	-0.00074
11-Jun-18	4	-0.00071
...	...	...
25-Feb-19	263	0.00041
26-Feb-19	264	0.00043

4.1.3 การรวมตารางและสร้างแดชบอร์ด

วิธีการรวมตารางในรอบการล้างต่าง ๆ แสดงในภาพที่ 4.1 โดยเชื่อมตารางเข้าด้วยกันโดยให้คอลัมน์วันที่เดินเครื่อง (Day in operation) เป็นคอลัมน์ที่ใช้เชื่อมแต่ละตารางเข้าด้วยกัน

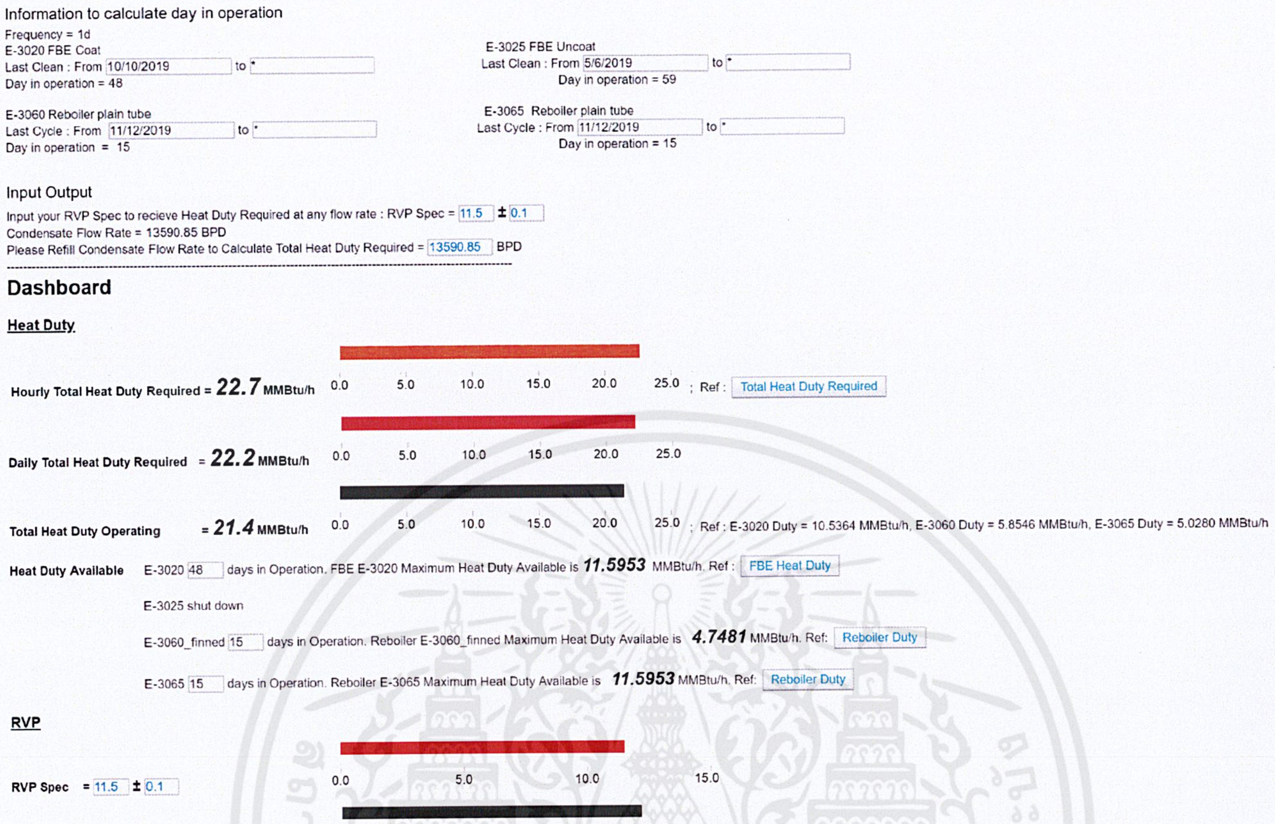
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างแผนภาพแสดงการรวมตารางภายในโปรแกรม TIBCO Spotfire

ในส่วนของแดชบอร์ดแสดงไว้ในภาพที่ 4.2 โดยจะดึงค่าความร้อนที่ระบบสามารถทำได้ในปัจจุบัน แสดงด้วยแถบสีดำ และความร้อนที่ต้องการแสดงด้วยแถบสีแดงโดยการนำค่าอัตราการไหลของคอนเดนเสทขาเข้าในปัจจุบันไปคำนวณหาความร้อนที่ต้องใช้ในขั้นตอนที่ 4.2 โปรแกรมที่เขียนถูกทำให้ยืดหยุ่นโดยมีช่องให้ปรับเปลี่ยนค่า RVP ของผลิตภัณฑ์ ปรับเปลี่ยนค่าอัตราการไหล แล้วโปรแกรมจะคำนวณค่าออกมาให้ทั้งหมด

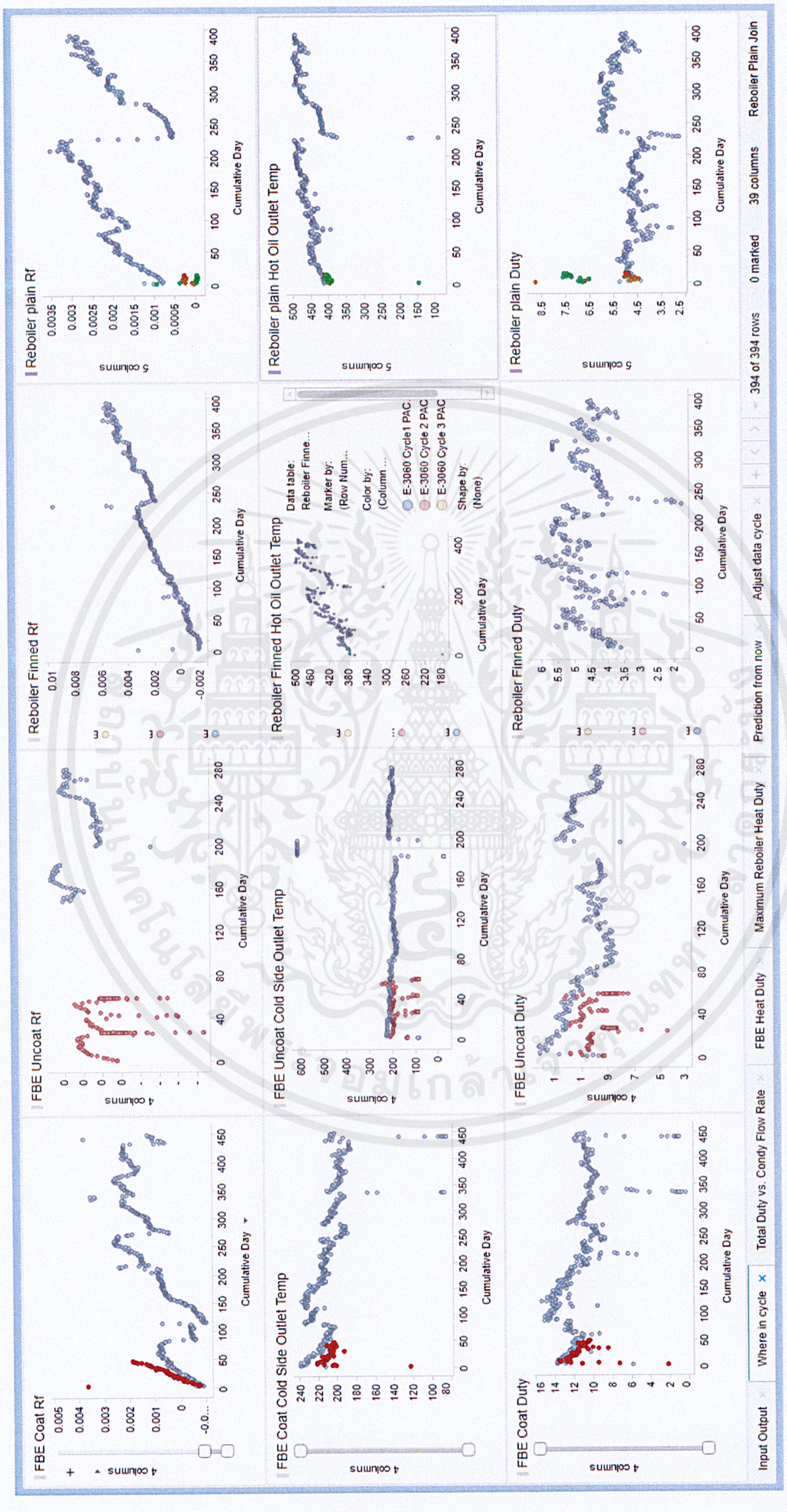
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 แดชบอร์ดแสดงสถานะของระบบในปัจจุบัน

เมื่อรวมตารางในแต่ละอุปกรณ์แล้ว จะได้กราฟที่ใช้ดูค่าความต้านทานจากตะกรัน อุณหภูมิสายเย็นขาออกและความร้อนที่ถ่ายเทกับวันที่เดินเครื่องในแต่ละอุปกรณ์ที่รอบเวลาการล้างต่าง ๆ แสดงในภาพที่ 4.3 ซึ่งจะช่วยบอกพฤติกรรมของรอบปัจจุบันเทียบกับรอบที่ผ่านมาผ่านตัวแปรหลัก 3 ตัวดังที่กล่าวไว้ข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

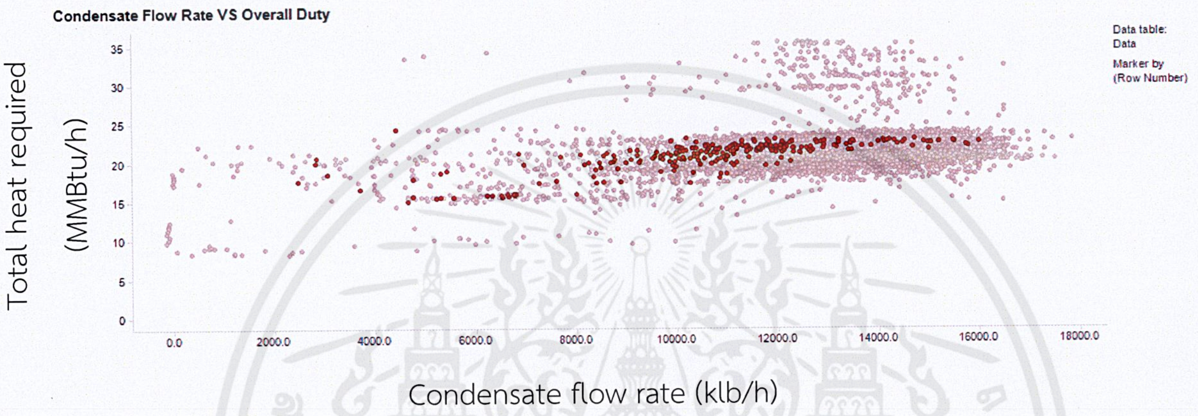


ภาพที่ 4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า R_f อุณหภูมิสายเย็นขาออกและความร้อนที่ถ่ายเทกับวันที่เดินเครื่องในแต่ละอุปกรณ์ที่รอบเวลาการล้างต่าง ๆ

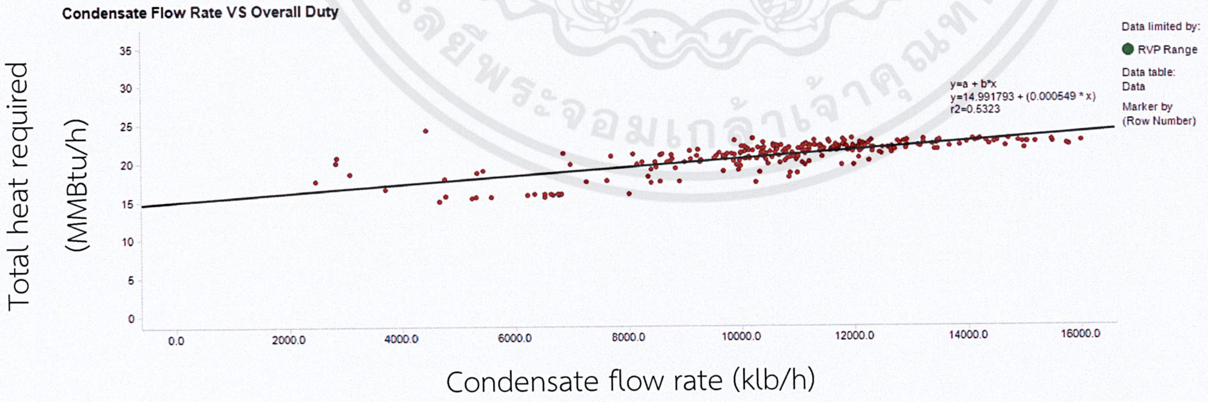
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การคำนวณเบื้องต้นเพื่อหาความร้อนทั้งหมดที่ต้องใช้เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามเกณฑ์

นำข้อมูลย้อนหลังมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของคอนเดนเสทเข้าระบบกับความร้อนทั้งหมดที่ทำได้ จากนั้น drill down ลงไปตามเกณฑ์ที่กำหนด (ทำเป็นช่องให้ปรับเปลี่ยนได้) ดังแสดงในภาพที่ 4.4 และภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.4 กราฟระหว่างความร้อนที่ต้องใช้ที่ทำให้คอนเดนเสทที่อัตราการไหลต่าง ๆ ได้ผลิตภัณฑ์ออกมามี RVP 11.5



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.5 กราฟที่ drill down เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนที่ต้องใช้ที่ทำให้คอนเดนเสทที่อัตราการไหลต่าง ๆ ได้ผลิตภัณฑ์ออกมามี RVP 11.5

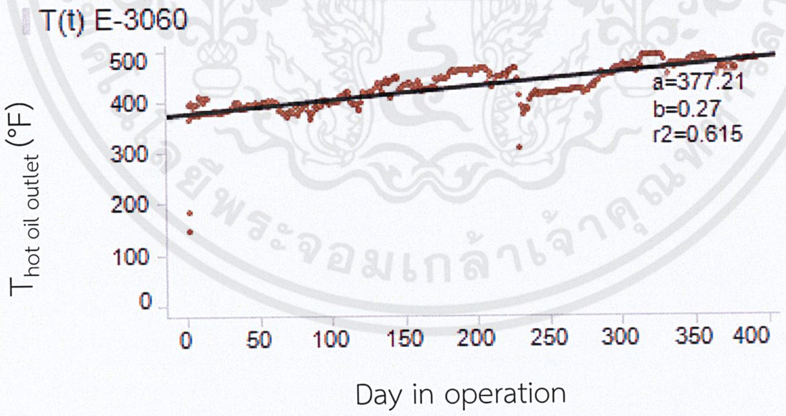
4.3 ผลการหาความร้อนสูงสุดที่ทำได้ในแต่ละอุปกรณ์ ณ เวลาต่าง ๆ

4.3.1 ผลการคำนวณความร้อนสูงสุดที่เครื่องทำความร้อน (Reboiler) สามารถทำได้

การคำนวณความร้อนสูงสุดที่เครื่องทำความร้อนสามารถทำได้ หาได้จากสมการที่ 3.1

$$\dot{Q} = \dot{m}_{hot\ oil} \int_{T_{hot\ oil\ outlet}}^{T_{hot\ oil\ inlet}} C_p\ dT \quad (3.1)$$

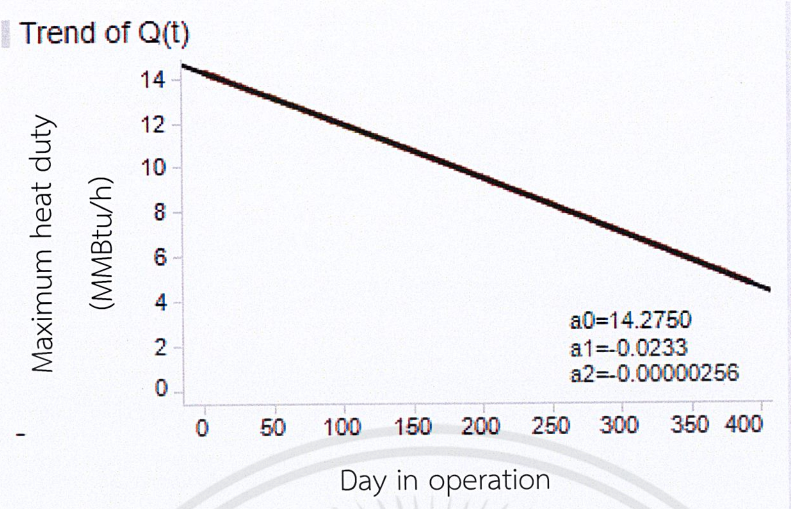
โดยอุณหภูมิน้ำมันร้อนขาเข้าถูกควบคุมให้คงที่ประมาณ 530°F และเมื่อเปิดวาล์วขาออกของน้ำมันร้อนเต็มที่อัตราการไหลของน้ำมันร้อนในเครื่องทำความร้อนตัวที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ 140.3 และ 162.2 klb/h ค่าความจุความร้อนของน้ำมันร้อนสามารถหาค่าได้จากกราฟที่ใช้ภายในบริษัท และอุณหภูมิน้ำมันร้อนขาออกมีลักษณะดังที่แสดงในภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิขาออกของน้ำมันร้อนกับวันที่เดินเครื่อง

เมื่อคำนวณออกมาจะได้ความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนสูงสุดที่เครื่องทำความร้อนสามารถทำได้กับวันที่เดินเครื่อง แสดงในภาพที่ 4.6

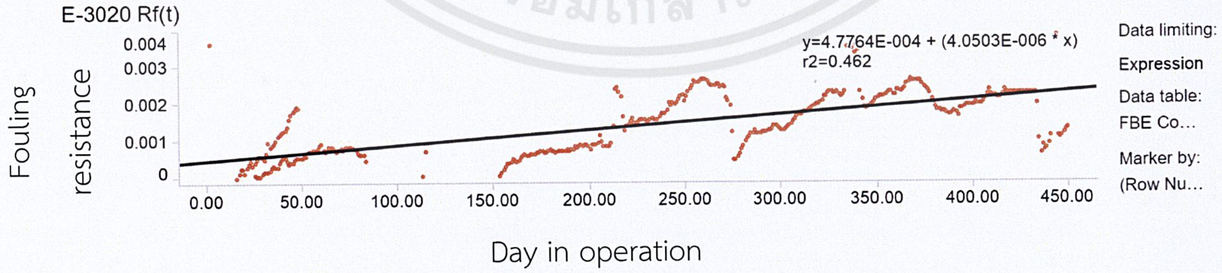
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนสูงสุดที่เครื่องทำความร้อนสามารถทำได้กับวันที่เดินเครื่อง

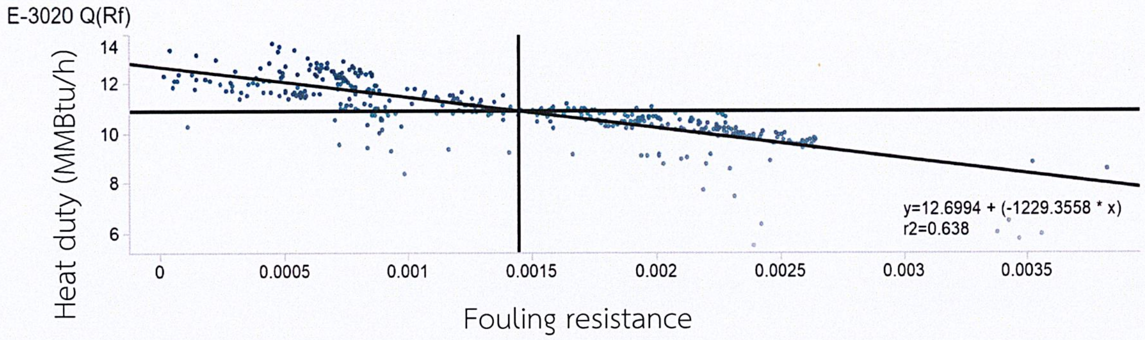
4.3.2 ผลการหาความร้อนที่เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ออกจากก้นหอกลั่นกับสายป้อนเข้าหอกลั่น (Feed/bottom exchanger) สามารถทำได้

สำหรับ FBE เนื่องจากไม่มีการ bypass และมีการใช้งาน FBE ทีละตัว ทำให้สามารถที่จะใช้ค่าความต้านทานจากตะกรันได้โดยตรง ค่าความต้านทานจากตะกรันกับวันที่เดินเครื่องแสดงในภาพที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนที่ถ่ายเทกับความต้านทานจากตะกรันแสดงได้ในภาพที่ 4.8 และนำความสัมพันธ์ข้างต้นมารวมกันในภาพที่ 4.10

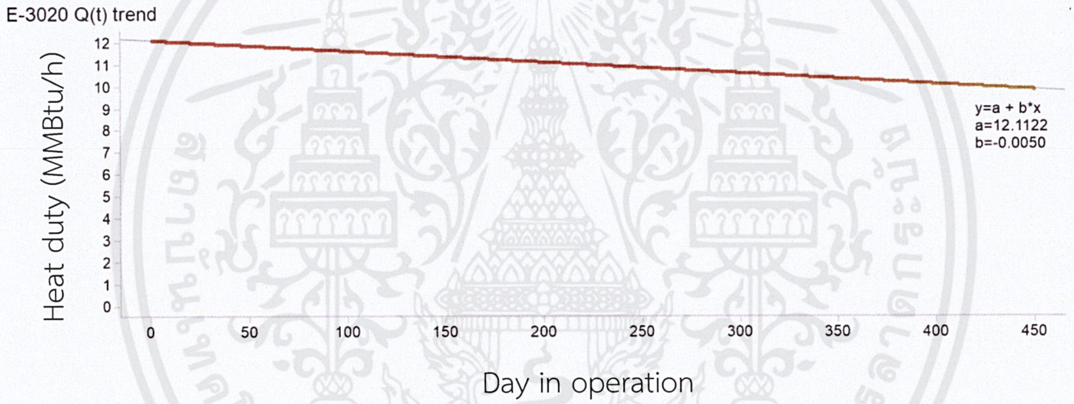


ภาพที่ 4.8 ค่าความต้านทานจากตะกรันกับวันที่เดินเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนที่ถ่ายเทกับความต้านทานจากตะกรัน



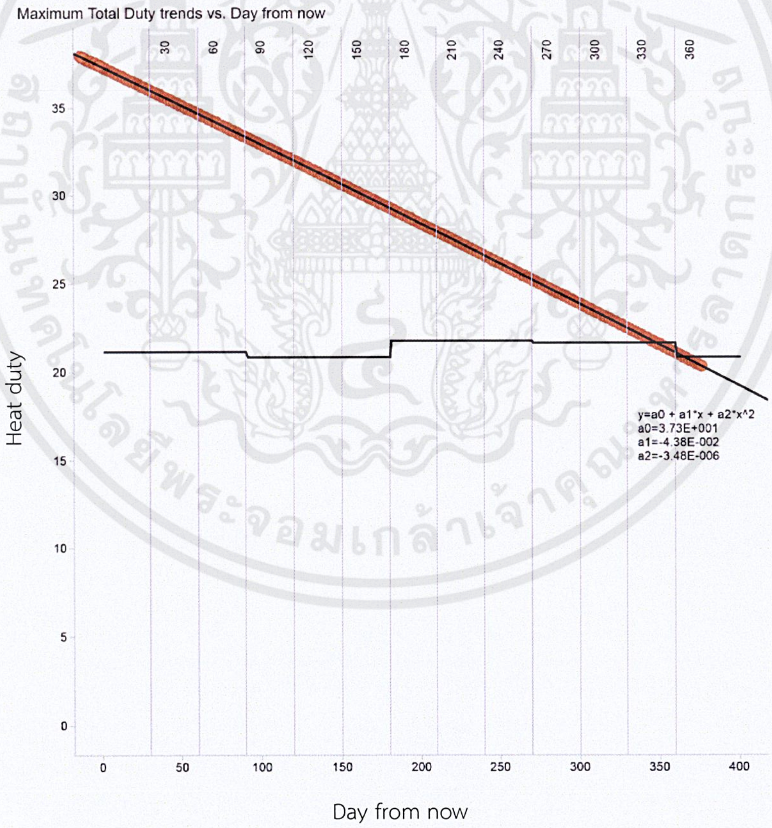
ภาพที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนที่ถ่ายเทกับวันที่เดินเครื่อง

4.4 การคาดการณ์รอบเวลาล้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

เนื่องจากยังไม่ได้รับข้อมูลการพยากรณ์อัตราการไหลของคอนเดนเสทขาเข้าจากทีมวิศวกรปิโตรเลียม จึงยังไม่สามารถบอกอัตราการไหลที่คาดการณ์ในอีก 1 ปีข้างหน้าได้ แต่ทั้งนี้จึงทำช่องให้กรอกข้อมูลอัตราการไหลโดยประมาณเพื่อสร้างกราฟมาใช้ในการคำนวณ และทำนายรอบการล้างครั้งถัดไปจะนับจากปัจจุบัน (29 พฤศจิกายน 2562) จากกราฟเมื่อประมาณอัตราการไหลของคอนเดนเสทขาเข้าให้มีค่าหนึ่ง ๆ ทุก 3 เดือน แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาความความร้อนที่ต้องใช้ผ่านความสัมพันธ์ในหัวข้อผลการดำเนินโครงการที่ 4.2 จะได้เส้นกราฟเป็นขั้นบันไดที่แสดงในภาพที่ 4.8 เมื่อป้อนค่าวันที่เดินเครื่องให้เป็นปัจจุบัน (ในภาพคือวันที่ 29 พฤศจิกายน 2562) จะได้เส้นสีแดงที่บอกความร้อนสูงสุดที่เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนในระบบคอนเดนเสทนี้สามารถทำได้ และเมื่อเส้นดังกล่าวได้ตัดกับกราฟขั้นบันไดจะถึงเวลาที่ควรล้างเครื่อง จากภาพในกรณีตัวอย่างคือ วันที่ทำการทดลองป้อนค่าคือวันที่เครื่องเดินมาได้ 15 วัน อีกประมาณ 340 วันจะถึงเวลาล้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน และเมื่อทำการทดลองป้อนค่าวันที่เดินเครื่องของ FBE ให้เป็น 0 เสมือนกับการล้างเครื่อง FBE ใหม่ จะทำให้ระบบสามารถอยู่ได้อีกประมาณ 50 วัน และหลังจากนั้นการล้าง FBE จะแทบไม่มีผลในการยืดเวลาล้าง Reboiler เลย ทำให้รอบการล้างครั้งนี้อยู่ที่ 405 วัน



1.

ภาพที่ 4.11 แสดงโปรแกรมที่ใช้ป้อนค่าและคำนวณเพื่อสร้างกราฟที่ใช้คาดการณ์รอบเวลาล้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลประโยชน์ต่อสถานประกอบการ

สามารถลดค่าเสียโอกาสจากการผลิต คิดได้จากการประมาณดังนี้

โดยเฉลี่ยต่อวันสามารถผลิตก๊าซได้ 210 mmscfd (ล้านมาตรฐานลูกบาศก์ฟุตต่อวัน) และคอนเดนเสทที่จะขาย 10000 bpd เมื่อจำเป็นต้องล้างจะต้องสลับกันปิด Reboiler 1 เครื่องทำให้ความสามารถในการผลิตลดลงครึ่งหนึ่ง เป็นเวลา 2 วัน ต่อเครื่อง คิดเป็น 4 วันที่กำลังการผลิตลดลงครึ่งหนึ่ง เหลือกำลังการผลิตก๊าซ 105 mmscfd และคอนเดนเสท 5000 bpd

ราคาก๊าซ 1 ล้านมาตรฐานลูกบาศก์ฟุตเท่ากับ A \$ และราคาคอนเดนเสท 1 บาร์เรลเท่ากับ B \$

$$\text{Cost saving} = \frac{\frac{15\,days}{cycle}}{\frac{405\,days}{cycle}} \times \left(105\text{ MMSCFD} \times A\,\frac{\$}{MMSCF} \times 4\,\frac{days}{cycle} + 5000\text{ bpd} \times B\frac{\$}{bbl} \times 4\,\frac{days}{cycle}\right)$$

$$\text{Cost saving} = \$230{,}000/cycle$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินโครงการและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ

การคาดการณ์และการปรับปรุงรอบเวลาล้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจากข้อมูลกระบวนการผลิตในระบบคอนเดนเสทที่แท่นผลิตกลางของแหล่งไพลินใต้ โดยสร้างโปรแกรมที่ใช้คาดการณ์ให้แสดงผลผ่านทางโปรแกรม TIBCO Spotfire ออกแบบโปรแกรรมให้สามารถรองรับการเปลี่ยนท่อด้านใน (Bundles) ระหว่างอุปกรณ์ ตัวแปรที่ใช้ในการบ่งบอกความสามารถในการแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องทำความร้อน (Reboiler) คืออุณหภูมิน้ำมันร้อนขาออก และตัวแปรที่ใช้ในการบ่งบอกความสามารถในการแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ออกจากก้นหอกลั่นกับสายป้อนเข้าหอกลั่น (Feed/bottom exchanger: FBE) คือค่าความต้านทางของตะกรัน (Fouling resistance) ที่คำนวณจากซอฟต์แวร์มาแล้ว ความร้อนสูงสุดที่ระบบคอนเดนเสทสามารถทำได้ หาได้จากความร้อนสูงสุดที่เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนในระบบทำได้รวมกัน ในส่วนของการคาดการณ์ผู้จัดทำได้สร้างโปรแกรมไว้สำหรับเทียบความร้อนสูงสุดที่ระบบสามารถทำได้กับความร้อนที่ระบบต้องการเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามเกณฑ์ โดยต้องป้อนค่าดังนี้ การทำนายอัตราการไหลของคอนเดนเสทขาเข้าทุก 3 เดือนล่วงหน้า วันที่เดินเครื่องของแต่ละอุปกรณ์ (สามารถใส่วันที่ในอดีตหรืออนาคตเพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนสูงสุดที่ทำได้ใหม่) และอ่านค่าจุดตัดระหว่างกราฟทั้งสองเส้นจะได้วันที่ต้องทำการล้างเครื่อง จากตัวอย่างการคาดการณ์ประมาณ 340 วันนับจากวันที่ 29 พฤศจิกายน 2562 จะถึงรอบการล้าง FBE และในอีก 50 วันจะถึงรอบการล้าง Reboiler ทั้งนี้ค่าที่ได้จากการคาดการณ์จะขึ้นอยู่กับการทำนายอัตราการไหลของคอนเดนเสทขาเข้าจากทีมวิศวกรปิโตรเลียมเป็นหลัก จากตัวอย่างเมื่อคำนวณแล้วสามารถลดค่าเสียโอกาสในการผลิตได้ 230,000 ดอลลาร์สหรัฐต่อรอบการล้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากมีการตัดช่วงที่ FBE ดับเครื่องไปใช้ FBE อีกตัว ทำให้เมื่อเปิดเครื่องใหม่มีของไหลไหลเข้ามาเป็นจำนวนมาก ชะล้างตะกรันออกไป ทำให้ค่าความต้านทานของตะกรันลดลง การทำนายพฤติกรรมในโครงการนี้ไม่สามารถกำจัดผลของการเปิดปิดเครื่องนี้ได้ แต่ได้ให้แนวโน้มไว้เบื้องต้นในภาพที่ 4.5 และภาพที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

S. Mokhatab, W. Poe, J. Speight. 2012. **Handbook of natural gas transmission and processing, Condensate stabilization**, 2nd ed. Burlington: Gulf Professional

Hotblack, C., 2004. **BGTunisia's advanced process control improves condensate product stability.** World Oil 225

CTEP. 2018. **South Pailin Central processing platform, Operating manual, Condensate Stabilization System** [Confidential documents]

Chevron USA. 1989. **Heat Exchanger, Design Background** [Confidential documents]

Chevron USA. 1989. **Heat Exchanger, Shell and Tube Exchanger Design and Selection** [Confidential documents]

Chevron USA. 2015. **Heat Exchanger, Performance Monitoring of Heat Exchangers** [Confidential documents]

Kakaç, S. Liu, H. and Pramuanjaroenkij, A. 2002. **Heat Exchangers Selection, Rating, and Thermal Design**. 2nd ed. New York: CRC Press

คู่มือสหกิจศึกษา ปีการศึกษา 2562 สำนักพิมพ์คณะวิศวกรรมศาสตร์ กรุงเทพฯ

TIBCO. 2018. **Spotfire Analyst User's Guide [Online] Available:**

https://docs.tibco.com/pub/sfire-analyst/10.0.0/doc/html/en-US/TIB_sfire-analyst_UsersGuide/index.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตัวอย่างการคำนวณ

1. หาอัตราการถ่ายเทความร้อนของ Reboiler

เริ่มต้นจากการหาอัตราการถ่ายเทความร้อนสูงสุดของฝั่งกระแสร้อนซึ่งสามารถหาอัตราการไหลสูงสุดได้ ทราบอุณหภูมิขาเข้าและแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของอุณภูมิขาออกจากภาพที่ 4.6 สำหรับ Reboiler เครื่องที่ 1 โดยใช้สมการที่ 3.1 เนื่องจากความจุความร้อนของน้ำมันร้อนเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ

$$\dot{Q} = \dot{m}_{\text{hot oil}} \int_{T_{\text{hot oil outlet}}}^{T_{\text{hot oil inlet}}} C_p \, dT$$

$$= (140.31\ klb/h) \times 24h/day \int_{376.75+0.27t\ day}^{533.9\ °F} C_p(T) \frac{\text{MMBtu}}{\text{klb °F}} \, dT$$

$$\dot{Q}(t) = 14.3181 - 0.0234t - 0.00000259t^2$$

2. หาอัตราการถ่ายเทความร้อนของ FBE

หาอัตราการถ่ายเทความร้อนจากความสัมพันธ์ในภาพที่ 4.8 ได้ความสัมพันธ์เป็น

$$R_f = 4.7764 \times 10^4 + 4.0503 \times 10^6 t$$

และจากภาพที่ 4.9 ได้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$\dot{Q} = 12.6994 - 1229.3558\, R_f$$

$$\dot{Q} = 12.6994 - 1229.3558\, (4.7764 \times 10^4 + 4.0503 \times 10^6 t)$$

$$\dot{Q} = 12.1122 - 0.005t$$

ดังที่แสดงในภาพที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายภควัฒน์ วรรธนวหะ

วัน เดือน ปีเกิด 9 กันยายน 2541

ที่อยู่ 99 หมู่บ้านพงษ์นิมิตร ซ.เฉลิมพระเกียรติ ร.๙ ที่ 4 แขวงหนองบอน เขตประเวศ กรุงเทพฯ 10250

E-mail pakkawatwattanawaha@outlook.com

โทรศัพท์ 086-511-4814

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2553 – 2559 ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ

- พ.ศ. 2559 - ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์

- นักศึกษาฝึกงาน แผนก Base Business and Safety (BBS) บริษัทเชฟรอนประเทศไทย สำรวจและผลิต จำกัด ตั้งแต่วันที่ 3 มิถุนายน 2562 ถึงวันที่ 31 กรกฎาคม 2562

- นักศึกษาโครงการสหกิจศึกษา แผนก Facilities Engineer (FE) – Process Team บริษัทเชฟรอนประเทศไทย สำรวจและผลิต จำกัด ตั้งแต่วันที่ 5 สิงหาคม 2562 ถึงวันที่ 29 พฤศจิกายน 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้