

การศึกษาวิธีเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในหอกลั่นฟีนอลโดยการเพิ่มอุณหภูมิของสายป้อนเข้าหอกลั่นแยก

A STUDY ON METHODS TO INCREASE ENNERGY EFFICIENCY IN PHENOL DISTILLATION TOWER BY INCREASING TEMPURATURE OF THE FEED LINE INTO THE SEPARATORY DISTILLATION COLUMN

ประภาส พวงขึ้น¹ ศิริชัย ตรีเพ็ชร² ชาญชัย เจริญรื่น³

Prachat Phouangchuen¹ Sirichai Treepetch² Chanchai Charoenruen³

บทคัดย่อ

งานวิจัยการศึกษาวิธีเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในหอกลั่นฟีนอลโดยการเพิ่มอุณหภูมิของสายป้อนเข้าหอกลั่นแยก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในหอกลั่นฟีนอลโดยการเพิ่มอุณหภูมิของสายป้อนเข้าหอกลั่นแยก และเปรียบเทียบอัตราการใช้พลังงานไอน้ำในกระบวนการหอกลั่นฟีนอลโดยการเพิ่มอุณหภูมิของสายป้อนเข้าหอกลั่นแยก เครื่องมือเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยประกอบด้วย ระบบควบคุมการผลิตและประมวลผลการทำงานระบบอัตโนมัติ (DCS : Distribution Control System) ระบบเก็บข้อมูลชนิดแสดงผลแบบตลอดเวลา (PI –System) ระบบแสดงผลการใช้พลังงานในแต่ละหอกลั่น (Keep System) การศึกษาวิธีเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในหอกลั่นฟีนอลประกอบด้วย วิธีการลดอัตราไหลสายย้อนกลับ (Trial and error) และวิธีเพิ่มพลังงานความร้อนให้กับสายป้อนเข้าหอกลั่น (Heat recovery Unit) ผลการวิจัยพบว่า วิธีเพิ่มพลังงานความร้อนให้กับสายป้อนเข้าหอกลั่น (Heat recovery Unit) ด้วยการเพิ่มอุณหภูมิเข้าหอกลั่น (Inlet IX – Resin) โดยนำพลังงานความร้อนที่เหลือจากการใช้งาน (Heat recovery unit) จนกระทั่งอุณหภูมิสายป้อนด้านเข้าหอกลั่น (Inlet IX – Resin) อยู่ที่ระดับ 115 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเข้าหอกลั่นฟีนอลไม่เกินอุณหภูมิควบคุมที่ 125.50 องศาเซลเซียส สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไอน้ำในหอกลั่นฟีนอล และลดปริมาณการใช้พลังงานไอน้ำโดยเปรียบเทียบกับอัตราการใช้พลังงานไอน้ำก่อนการทดลอง (Base line 18.55 ตันต่อชั่วโมง) ลงเหลือ 17.77 ตันต่อชั่วโมง หรือลดลงเท่ากับ 0.78 ตันต่อชั่วโมง

คำสำคัญ : กระบวนการกลั่น, หอกลั่น, หอกลั่นแยก, ความร้อนหมุนเวียน

¹ วิทยาลัยเทคนิคระยอง สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก

² บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)

³ วิทยาลัยเทคนิคระยอง สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก

*Corresponding Author, E-mail : t-get@hotmail.com

Abstract

The research objectives on “A study on methods to increase energy efficiency in phenol distillation tower by increasing temperature of the feed line into the separatory distillation column” were to study methods to increase energy efficiency in the phenol distillation tower by increasing temperature of the feed line into the separatory distillation column, and to compare the steam power consumption rate in the phenol distillation tower process by increasing temperature of the feed line into the separatory distillation column. The tools used for collecting and analyzing research data included the production control systems and process automation systems (DCS: Distribution Control System), the system for collecting data with real time displaying (PI -System), Power consumption display system of each distillation tower (Keep System). The study of methods to increase energy efficiency in phenol distillation tower involved methods for reducing back flow rate (trial and error), and methods for increasing heat to the feed line to the distillation tower (Heat recovery Unit). It was found that the methods for increasing heat to the feed line to the distillation tower (Heat recovery unit) by increasing the inlet temperature to the distillation tower (Inlet IX – Resin), bringing the residual heat energy from usage (Heat recovery unit) until the temperature of the inlet line (Inlet IX – Resin) was 115 degrees Celsius, and the temperature of the inlet line to the phenol distillation tower did not exceed the control temperature of 125.50 degrees Celsius. It was able to increase the efficiency of steam power in the phenol distillation tower, and reduce the amount of steam power consumption in comparison to the steam power consumption rate before the experiment (Base line 18.55 tons per hour) to 17.77 tons per hour, or decreased by 0.78 tons per hour.

Keywords : Distillation process, Distillation Column, Separatory Distillation Column, Circulating Heat

1. บทนำ

ในภาคการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมกระบวนการผลิตขั้นต้นน้ำ (Upstream) กลางน้ำ (Medium stream) กระบวนการกลั่นแยกเป็นกระบวนการสำคัญอย่างมาก ในการผลิตขั้นต้นจะมีหน่วยกลั่นแยกสารประกอบปิโตรเลียมออกเป็นลำดับต่าง ๆ ได้สารประกอบไฮโดรคาร์บอนออกมา ส่วนด้านบนสุดเป็นส่วนระเหยง่ายสุด (Low boiling point) เช่น ก๊าซมีเทน (Methane) อีเทน (Ethane) โพรเพน (Propane) ในลำดับชั้นต่ำลงมาก็จะเป็นของเหลว (Oil refinery) น้ำมันก๊าด น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล และด้านล่างลงมาจะเป็นน้ำมันเตา ชั้นล่างสุดเป็นยางมะตอย (Asphalt) โดยสารจะถูกส่งไปในกระบวนการผลิตต่าง ๆ กันก๊าซจะถูกส่งมายังโรงงานปิโตรเคมี (Medium stream) เพื่อนำเข้ากระบวนการกลั่นแยกอีกครั้ง ก่อนนำไปผลิตเป็นสารต่าง ๆ เช่น Polyethylene (PE) Polypropylene (PP) High density Polyethylene (HDPE) เป็นต้น จะเห็นได้ว่ากระบวนการผลิตที่กล่าวข้างต้นล้วนแต่ใช้กระบวนการกลั่นทั้งสิ้น การกลั่นแยกจะให้พลังงานความร้อนเข้าไป โดยได้จากพลังงานไอน้ำ (Steam) เป็นหลักในสถานการณ์ที่มีการเพิ่มกำลังการผลิต จะมีการเพิ่มปริมาณสายป้อนเข้าเพิ่มขึ้น (Mass) การใช้พลังงานไอน้ำก็จะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนสูงตามไปด้วย และการกลั่นแยกที่มีบริสุทธิ์สูงจะมีการเพิ่มปริมาณสารกลั่นกลับ (Reflux) เพิ่มขึ้น มีการใช้พลังงานไอน้ำสูงขึ้นจะเห็นว่ากระบวนการดังกล่าวล้วนส่งผลโดยตรงทำให้รายได้ต่อต้นทุนพุ่งสูงขึ้น (Cost/Income) [1]

ในกระบวนการผลิตสารพีนอลและอะซิโตน ที่กระบวนการกลั่นแยก (Fractionation Unit) จะประกอบด้วยหอกลั่นแยกทั้งหมด 12 หอกลั่น ทำหน้าที่กลั่นทำบริสุทธิ์ซึ่งที่กระบวนการนี้จะมีการใช้พลังงานไอน้ำความดัน 18 bar ซึ่งเป็นแหล่งให้พลังงานความร้อนและอัตราการใช้ในปริมาณที่สูง โดยทั้ง 2 หน่วยการผลิตมีการใช้รวมกันที่ 130 ตันต่อชั่วโมง โดยราคาของพลังงานไอน้ำต่อตันที่ราคา 1,200 บาท ซึ่งเป็นต้นทุนการผลิตที่สูง และถือเป็นต้นทุนหลักในการผลิต [2]

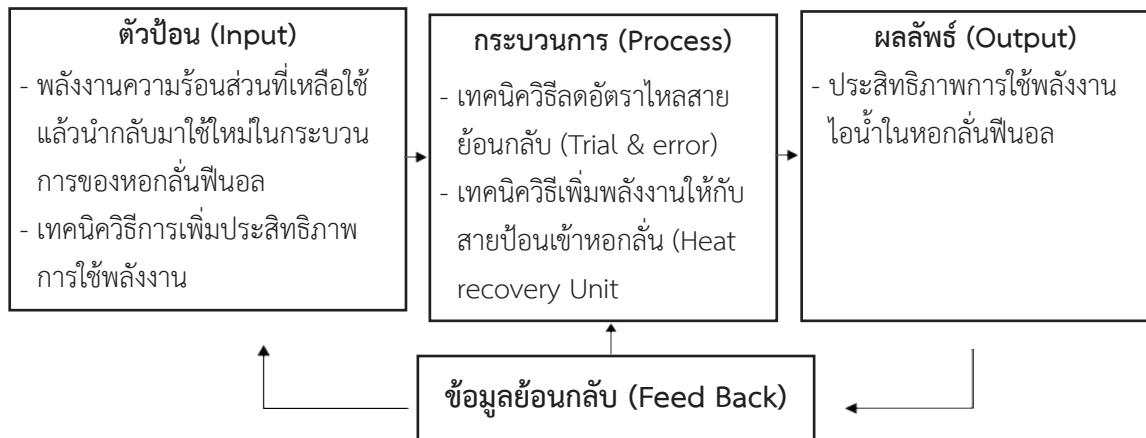
จากความสำคัญของต้นทุนการใช้พลังงาน ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดศึกษาเทคนิควิธีการปรับปรุงและเสนอวิธีการลดปริมาณการใช้พลังงานไอน้ำให้ลดลง จากการนำความร้อนส่วนที่เหลืออยู่มาใช้งาน (Heat recovery unit) ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยนำมาเพิ่มความร้อนให้สายป้อนเข้าเมื่อสายป้อนมีพลังงานสูงขึ้น ก็จะทำให้สามารถลดการใช้พลังงานไอน้ำที่หอกลั่นได้

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาวิธีเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในหอกลั่นพีนอลโดยการเพิ่มอุณหภูมิของสายป้อนเข้าหอกลั่นแยก

2.2 เพื่อเปรียบเทียบอัตราการใช้พลังงานไอน้ำในกระบวนการหอกลั่นพีนอลโดยการเพิ่มอุณหภูมิของสายป้อนเข้าหอกลั่นแยก

3. กรอบแนวคิดในการวิจัย



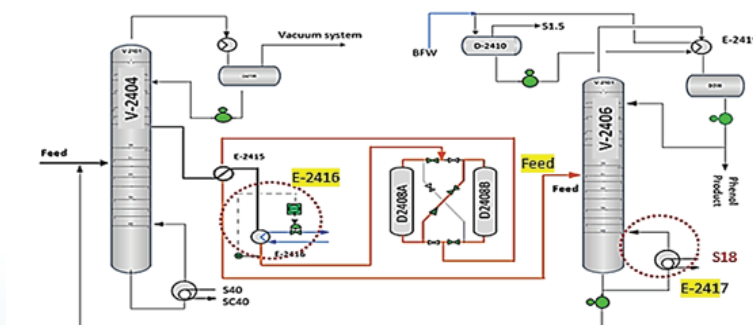
รูปที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิธีเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในหอกลั่นฟีนอลโดยการเพิ่มอุณหภูมิของสายป้อนเข้าหอกลั่นแยก ดำเนินการดังนี้

4.1 ศึกษาแหล่งเก็บข้อมูลการวิจัย

ศึกษากระบวนการผลิต (Process flow Description) และการใช้พลังงานในหอกลั่นฟีนอลได้แก่หอกลั่นฟีนอล V-2406 Phenol Rectifier Column บริษัท พี ที ที โกลบอล เคมีคอล จำกัด มหาชน กระบวนการผลิต (Process flow Description) [3] ในกระบวนการกลั่นแยกสารฟีนอลและอะซิโตน (Fractionation Process) ระหว่างส่งเข้าหอกลั่น Phenol rectifier (V-2406) ผู้วิจัยเห็นว่ามีความร้อนหลงเหลืออยู่ที่ Preheater exchanger (E-2416) และเป็นพลังงานที่สูญเสียไป จึงมีแนวคิดที่จะเอามาใช้โดยการเพิ่มอุณหภูมิของสายป้อน (Feed) ขึ้น เป็นการเพิ่มพลังงานให้ของเหลวที่จะป้อนเข้าหอ และเมื่อส่งเข้าหอ ก็จะทำให้สามารถลดการใช้พลังงานที่ตัวแลกเปลี่ยนความร้อน Phenol rectifier exchange (E-2417) ที่กันหอกลั่นลงได้ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงไดอะแกรมกระบวนการผลิตฟีนอล

ที่มา Fractionation Technical Manual PTT Phenol Co Ltd., (Sep 19, Y2017)

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย คือ

4.2.1 หอกกลั่นฟินอล V-2406 Phenol Rectifier Column บริษัท พี ที ที โกลบอล เคมีคอล จำกัด (มหาชน) ที่ผู้วิจัยทดลองโดยการเพิ่มอุณหภูมิของสายป้อนเข้าหอกกลั่นแยก

4.2.2 แบบรายงานข้อมูล PI-System แสดงผลการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต การใช้พลังงานไอน้ำแบบแสดงผลตลอดเวลา (Real time monitoring)

4.2.3 แบบรายงานมูลระบบ DCS : Distribution Control System ควบคุมการผลิต และประมวลผลการทำงานระบบอัตโนมัติ

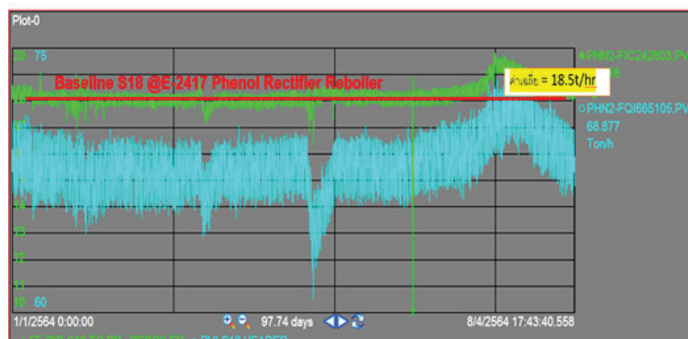
4.2.4 แบบรายงานข้อมูลระบบ Keep แสดงผลการใช้พลังงานในแต่ละหอกกลั่นแบบแสดงผลตลอดเวลา (Real time monitoring)

4.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

4.3.1 ศึกษาข้อมูลอัตราการใช้พลังงานไอน้ำ โดยการจัดเก็บข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไอน้ำ เป็นค่าอ้างอิง (Baseline) พบว่า อัตราการใช้พลังงานไอน้ำเฉลี่ยที่หอกกลั่นฟินอล เฉลี่ยเท่ากับ 18.5 ตัน ต่อชั่วโมง ดังรูปที่ 3

4.3.2 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับอัตราการใช้พลังงานไอน้ำ ค่ากำหนดความดันที่ 18 Bar และเป็นความดันมาตรฐานกระบวนการผลิตที่หอกกลั่นฟินอล

4.3.3 ศึกษาตัวแลกเปลี่ยนประจุ Ion Exchange Resin Theaters D-2408 (IXRT) ซึ่งเป็นขั้นสุดท้ายของการทำให้ Phenol product บริสุทธิ์ขึ้น โดย Side-draw product จาก CPC ถูกทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิ 80-150 องศาเซลเซียส ด้วยกระแสที่ผ่านการ treat แล้วการทำงานของ IX Resin จะทำงานในลักษณะ lead-lag การควบคุมการทำงานของ IXRT จะดูจากค่า 2-MBF ที่ outlet ซึ่งจะต้องไม่เกิน 2.0 wt ppm ในกรณีค่าเกินจะเพิ่ม Inlet temp เพื่อเพิ่มปฏิกิริยา แต่มีข้อจำกัดโดยไม่ให้เกิน 125 องศาเซลเซียส จากนั้นรวบรวมข้อมูล ประสิทธิภาพ เกี่ยวกับการกลั่นที่หอกกลั่นฟินอล V-2406 เพื่อกำหนดค่าใช้งานเป็นค่าอ้างอิง (Baseline) เพื่อเป็นค่าอ้างอิงตั้งต้น



รูปที่ 3 แสดงอัตราการใช้พลังงานไอน้ำเฉลี่ยที่หอกกลั่นฟินอลก่อนทำการทดลอง
ที่มา PTT Phenol Co Ltd., (Jan Y2021 – Aug 2022)

4.3.4 ดำเนินการทดลองด้วยเทคนิควิธีที่ 1 ลดอัตราการไหลสายป้อนกลับ (Trial & error)

วิธีการนี้ใช้โดยทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรมการกลั่นฟินอลบริสุทธิ์ พลังงานไอน้ำจะควบคุมความดันไว้ที่ 18 bar เป็นตัวให้ความร้อนที่หอกกลั่น V-2406 ควบคุมด้วย FIC บน line steam ขาเข้าและถูกควบคุมโดย LIC จาก bottom column และ flow feed ที่เข้า column อีกที่ Bottom product เป็นพวก heavies จะถูกส่งกลับเข้า CPC โดย PR bottom pumps ด้วยอัตรา 5-10% ของ flow feed ทั้งหมดที่เข้า ส่วน CPC Overhead pressure ถูกควบคุมโดย PIC control valve ให้เป็นสภาวะปกติเพื่อที่จะได้ operate column ไม่ให้อุณหภูมิสูงเกินกำหนด 115 องศาเซลเซียส ซึ่งการที่อุณหภูมิสูงมากจะทำให้ Phenol product เกิดสีขึ้นได้ เทคนิควิธีการลดอัตราการไหลสายป้อนกลับ (Reduce internal reflux) ลงเป็นลำดับ พร้อมทั้งปรับลดการใช้พลังงานไอน้ำที่ก้นหอกกลั่น โดยที่จะมีการควบคุมค่าอุณหภูมิให้คงที่ และมีการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในค่ากำหนด

4.3.5 ดำเนินการทดลองด้วยเทคนิควิธีที่ 2 เพิ่มพลังงานความร้อนให้กับสายป้อนเข้าหอกกลั่น (Heat recovery Unit) โดยการเพิ่มอุณหภูมิขาเข้า D-2408AB และลดพลังงานไอน้ำความดันที่ระดับ 18 bar ที่หอกกลั่น V-2406 ดังนี้

(1) ดำเนินการปรับเพิ่ม Inlet Temperature ของ IX Resin Theaters, TIC-24-2201 ครั้งละ 1 องศาเซลเซียส ทุกชั่วโมง โดยมีอุณหภูมิขาเข้าเริ่มต้น 75 องศาเซลเซียส แล้วเพิ่มจนถึง 85 องศาเซลเซียส คงไว้ 1 สัปดาห์ โดยมีเป้าหมายที่ 115 องศาเซลเซียส

(2) ความเปลี่ยนแปลงของหอกกลั่น Phenol Rectifiers, V-2406 เพื่อ Optimize Steam Consumption โดยการปรับลด Steam ที่ FIC-24-2603 ครั้งละ 0.01 T/h เพื่อควบคุม Temperature profile โดยเป้าหมายการลดไอน้ำความดัน 18 Bar อยู่ที่ 0.53 ตันต่อชั่วโมง ที่อุณหภูมิควบคุม 115 องศาเซลเซียส โดยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอน 1 เป้าหมาย 85 องศาเซลเซียส ต่อ 0.13 ตันต่อชั่วโมง

ขั้นตอน 2 เป้าหมาย 100 องศาเซลเซียส ต่อ 0.20 ตันต่อชั่วโมง

ขั้นตอน 3 เป้าหมาย 115 องศาเซลเซียส ต่อ 0.20 ตันต่อชั่วโมง

(3) เก็บผลตัวอย่างผลิตภัณฑ์ Monitor Operating Conditions ให้อยู่ในค่าควบคุมและนำผลมาวิเคราะห์ข้อมูล

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยของเทคนิควิธีที่ 1 โดยลดอัตราการไหลสายป้อนกลับ (Trial & error) ระหว่างเดือนเมษายน ถึงเดือน กรกฎาคม 2563 และเทคนิควิธีที่ 2 โดยเพิ่มพลังงานความร้อนให้กับสายป้อนเข้าหอกกลั่น (Heat recovery Unit) ระหว่างเดือนสิงหาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน 2563

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

4.5.1 ใช้ผลของอัตราการใช้พลังงานไอน้ำ ในรูปแบบเทคนิคระหว่างรูปแบบวิธีการที่ 1 โดยการลดอัตราการไหลย้อนกลับ (Internal reflux) หรือเรียกว่า Trial & Error กับเทคนิควิธีที่ 2 วิธีการเพิ่มพลังงานสายป้อนเข้าหอกลับ (Heat recovery Unit) ที่ได้จากเครื่องมือการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบอัตราการใช้พลังงานไอน้ำ โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและร้อยละ

4.5.2 นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบอัตราการใช้พลังงานไอน้ำมาประเมินการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในหอกลับฟีนอล

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการศึกษาวิธีเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในหอกลับโดยการเพิ่มอุณหภูมิของสายป้อนเข้าหอกลับแยก พบว่า

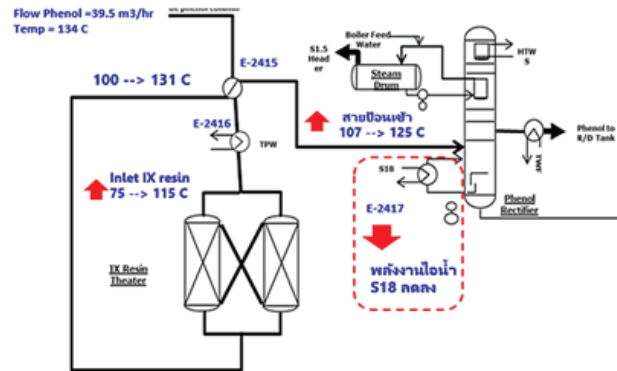
5.1.1 เทคนิควิธีที่ 1 Trial & error โดยลดอัตราการไหลสายย้อนกลับ (Reduce internal reflux) ซึ่งผู้วิจัยทำการทดลองปรับลดอัตราการไหลไอน้ำของสายย้อนกลับเป็นช่วง ซึ่งปรากฏผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงอัตราการใช้พลังงานไอน้ำโดยเทคนิควิธีที่ 1 Trial & error

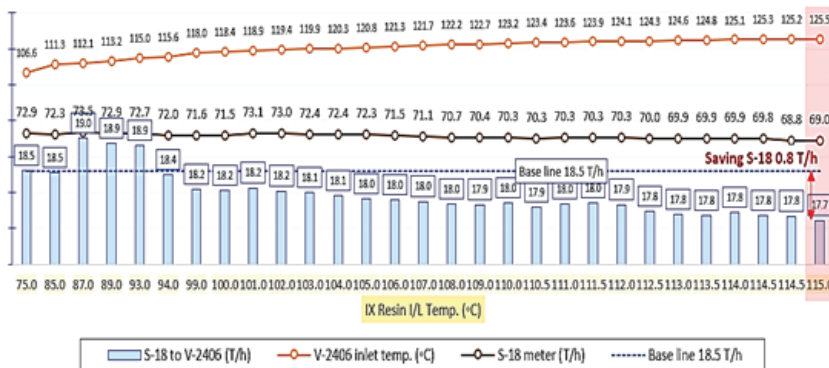
ช่วงการปรับปริมาณไอน้ำ (ต้นต่อชั่วโมง)	จำนวนครั้งเก็บข้อมูล	ค่าเฉลี่ยอัตราการใช้ปริมาณไอน้ำ (ต้นต่อชั่วโมง)
18.90 - 19.00	5	18.67
18.79 - 18.89	5	18.69
18.69 - 18.78	8	18.49
18.50 - 18.68	11	18.50
ค่าเฉลี่ยรวม		18.59

จากตารางที่ 1 แสดงข้อมูลในการลดพลังงาน โดยเทคนิควิธีที่ 1 ลดอัตราการไหลย้อนกลับ (Internal reflux) หรือเรียกว่า Trial & Error จำนวนทั้งหมด 29 ครั้งการทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมของอัตราการใช้ปริมาณไอน้ำเท่ากับ 18.59 ต้นต่อชั่วโมง การปรับอัตราการไหลสายย้อนกลับที่ทำให้อัตราการใช้ปริมาณไอน้ำเฉลี่ยต่ำสุดคือ 18.49 ต้นต่อชั่วโมง คือช่วง 18.69 - 18.78 ต้นต่อชั่วโมง

5.1.2 เทคนิควิธีที่ 2 วิธีเพิ่มพลังงานให้สายป้อนเข้าหอกลิ้น (Heat recovery unit) โดยการเพิ่มอุณหภูมิเข้าหอกลิ้น (Inlet IX-Resin) จำนวนทั้งหมด 29 ครั้ง ดังรูปที่ 4 รูปที่ 5 และตารางที่ 2



รูปที่ 4 ไดอะแกรมแสดงการเพิ่มอุณหภูมิสายป้อนเข้าหอกลิ้นฟีนอล



รูปที่ 5 กราฟแสดงการเพิ่มอุณหภูมิสายป้อนสายป้อนเข้าหอกลิ้นเทียบกับอัตราการใช้พลังงานไอน้ำ

จากรูปที่ 5 แสดงการเพิ่มอุณหภูมิสายป้อนเข้าหอกลิ้นเทียบกับอัตราการใช้พลังงานไอน้ำ โดยการทดลองเพิ่มอุณหภูมิสายป้อนเข้าหอกลิ้น (Inlet IX-Resin) จนถึงระดับควบคุมที่ 115 องศาเซลเซียส พบว่า มีอัตราการใช้พลังงานไอน้ำที่หอกลิ้น V-2406 เท่ากับ 17.77 ตันต่อชั่วโมง ซึ่งต่ำกว่าค่า Base Line (18.55 ตันต่อชั่วโมง)

ตารางที่ 2 แสดงอัตราการลดพลังงานไอน้ำ โดยการเพิ่มอุณหภูมิสายป้อนเข้าหอกลับ (Inlet IX-Resin)

การทดลองเพิ่มอุณหภูมิสายป้อน (Inlet IX-Resin)	อัตราการใช้พลังงานไอน้ำ (ตันต่อชั่วโมง)	อัตราการลดพลังงานไอน้ำ (ตันต่อชั่วโมง)
เริ่มต้น	18.55	
75-99	18.45	0.07
100-104	18.21	0.31
105-110	18.00	0.52
111-113	17.92	0.6
114-115	17.77	0.78

จากตารางที่ 2 พบว่า มีอัตราการใช้พลังงานไอน้ำก่อนรศีกษาเทคนิควิธีที่ 2 มีค่าเท่ากับ 18.55 ตันต่อชั่วโมง และเมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิสายป้อนเข้าหอกลับที่ 115 องศาเซลเซียส พบว่า เทคนิควิธีที่ 2 มีการใช้พลังงานไอน้ำลดลงที่ 17.77 ตันต่อชั่วโมง โดยสามารถลดร้อยละ 4.20

ตารางที่ 3 แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ปริมาณการใช้ไอน้ำและการใช้พลังงาน

อุณหภูมิสายป้อนที่เพิ่มขึ้น (องศาเซลเซียส)			ปริมาณพลังงานไอน้ำ ที่เปลี่ยนแปลง (ตันต่อชั่วโมง)			ร้อยละ	พลังงานที่ลดได้ (MJ/Hr)
ก่อนปรับ	หลังปรับ	เปลี่ยนแปลง	ก่อนปรับ	หลังปรับ	เปลี่ยนแปลง		1.72
107	125	18	18.55	17.77	0.78	4.20	

จากตารางที่ 3 พบว่า การเพิ่มอุณหภูมิสายป้อนเข้าหอกลับแยก ด้วยการเพิ่มอุณหภูมิก่อนเข้าตัวจับประจุ ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในสายป้อนเข้าจาก 107 องศาเซลเซียส เป็น 125 องศาเซลเซียส โดยเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 18 องศาเซลเซียส สามารถลดอัตราการใช้พลังงานไอน้ำจาก 18.55 ตันต่อชั่วโมง เป็น 17.77 ตันต่อชั่วโมง เปลี่ยนแปลงลดลง 0.78 ตันต่อชั่วโมง คิดเป็นค่าร้อยละ 4.20 และพลังงานที่ลดลงได้ 1.72 เมกะจูลต่อชั่วโมง

6. การอภิปรายผลการวิจัย

วิจัยการศึกษาวิธีเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในหอกลับฟีนอลโดยการเพิ่มอุณหภูมิของสายป้อนเข้าหอกลับแยก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเทคนิควิธีเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในกระบวนการหอกลับฟีนอล และเปรียบเทียบอัตราการใช้พลังงานไอน้ำในกระบวนการกลั่นของหอกลับฟีนอล

ผลการวิจัย พบว่า เทคนิควิธีที่ผู้วิจัยนำมาเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไอน้ำในหอกลั่นฟินอล วิธีที่ 1 โดยการลดอัตราการไหลสายย้อนกลับ (Reduce internal reflux) จำนวน 29 ครั้งการทดลอง ค่าเฉลี่ยอัตราการใช้ปริมาณไอน้ำเท่ากับ 18.59 ตันต่อชั่วโมง สอดคล้องกับ จิตรลดา นาคประดิษฐ์ ได้ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมของกระบวนการผลิตบิวทิลอะซิเตท พบว่า การเปลี่ยนแปลง อัตราการไหลของกระแสป้อนแบบขั้นบันได มีผลต่อการตอบสนองประสิทธิภาพการควบคุมของกระบวนการผลิตบิวทิลอะซิเตท [4] และวิธีที่ 2 วิธีเพิ่มพลังงานให้สายป้อนเข้าหอกลั่น (Heat recovery unit) โดยเพิ่มอุณหภูมิสายป้อนเข้าหอกลั่น (Inlet IX – Resin) พบว่า เทคนิควิธีที่ 2 การเพิ่มอุณหภูมิสายป้อนเข้าหอกลั่น โดยนำพลังงานความร้อนที่เหลือจากการใช้งาน (Heat recovery unit) จนกระทั่งอุณหภูมิสายป้อนเข้าหอกลั่น (Inlet IX – Resin) อยู่ที่ระดับ 115 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเข้าหอกลั่นฟินอล V-2406 ไม่เกินอุณหภูมิควบคุมที่ 125.50 องศาเซลเซียส สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไอน้ำในหอกลั่นฟินอล โดยสามารถลดปริมาณการใช้พลังงานไอน้ำเปรียบเทียบกับอัตราการใช้พลังงานไอน้ำ ก่อนการทดลอง (Base line 18.55 ตันต่อชั่วโมง) ลงเหลือ 17.77 ตันต่อชั่วโมง หรือลดลง 0.78 ตันต่อชั่วโมง ทั้งนี้เป็นเพราะการนำพลังงานความร้อนที่เหลือจากการใช้งาน (Heat recovery unit) เพิ่มอุณหภูมิให้กับสายป้อนเข้าหอกลั่น (Inlet IX – Resin) ส่งผลให้สามารถรักษาระดับอุณหภูมิเข้าหอกลั่นฟินอล V-2406 อยู่ในค่ากำหนดไม่เกิน 125.50 องศาเซลเซียส จึงลดอัตราการใช้พลังงานไอน้ำลงได้เมื่อเทียบกับเดิม สอดคล้องกับ วานิช ผ่องโอสถ [5] ได้ศึกษาความเป็นไปได้ของการนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ในกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ พบว่า การนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ใหม่ (Heat recovery) ในกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ มีความเป็นไปได้สำหรับการนำไปใช้งานจริง ปริมาณน้ำควบแน่นที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้เท่ากับ 50 ตันต่อวัน จากปริมาณที่ปล่อยทิ้งจริงเท่ากับ 350 ตันต่อวัน หรือคิดเป็นร้อยละ 14.28

7. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1) ควรนำเทคนิควิธีเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในกระบวนการหอกลั่นฟินอล โดยเพิ่มอุณหภูมิสายป้อนเข้าหอกลั่น จากพลังงานความร้อนที่เหลือจากการใช้งาน (Heat recovery unit) จนกระทั่งอุณหภูมิสายป้อนเข้าหอกลั่น (Inlet IX–Resin) อยู่ที่ระดับ 115 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่ด้านเข้าหอกลั่นฟินอล V-2406 ไม่เกินอุณหภูมิควบคุมที่ 125.50 องศาเซลเซียส ไปใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไอน้ำในกระบวนการหอกลั่นฟินอลยูนิตอื่น ๆ

2) ควรมีการศึกษาวิจัยการนำประโยชน์จากพลังงานความร้อนที่เหลือจากกระบวนการผลิตกลับมาใช้ใหม่ (Heat recovery) ในกระบวนการผลิตอื่น ๆ

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] Henry Z. Kister. (1992). Distillation Design. Publisher McGraw Hill
- [2] PTT Phenol Co ltd,. (2022). กระบวนการผลิตสารฟีนอลและอะซีโตน
- [3] บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน). (2017). Fractionation Technical Manual
- [4] จิตรลดา นาคประดิษฐ์. (2557). ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมของกระบวนการผลิตบิวทิลอะซีเตท. วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- [5] วานิช ผ่องโอสถ. (2559). การศึกษาความเป็นไปได้ของการนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ในกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ. งานนิพนธ์คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.